

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0020277 (43) 공개일자 2014년02월18일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) <i>C09K 11/06</i> (2006.01) <i>H01L 51/50</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2013-7024965 (22) 출원일자(국제) 2012년02월23일 심사청구일자 없음 (85) 번역문제출일자 2013년09월23일 (86) 국제출원번호 PCT/US2012/026412 (87) 국제공개번호 WO 2012/116243 국제공개일자 2012년08월30일 (30) 우선권주장 13/034,057 2011년02월24일 미국(US)		(71) 출원인 유니버설 디스플레이 코퍼레이션 미국, 뉴저지 08618, 유잉, 필립스 블바르 375 (72) 발명자 마 빈 미국 08618 뉴저지주 유잉 필립스 블바르 375 시아 추안준 미국 08618 뉴저지주 유잉 필립스 블바르 375 (74) 대리인 김진희, 김성기

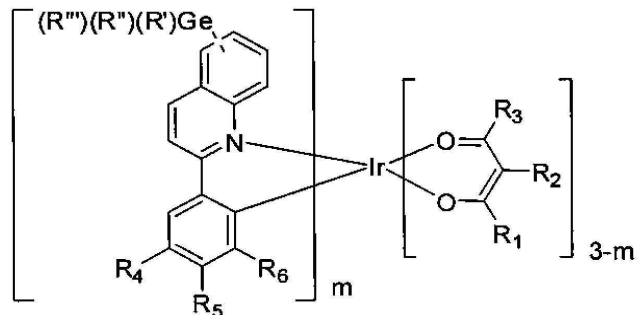
전체 청구항 수 : 총 32 항

(54) 발명의 명칭 유기 발광 다이오드용 게르마늄-함유 적색 발광체 물질

(57) 요약

본 발명은 게르마늄-함유 치환기를 포함하는 유기금속 화합물에 관한 것이다. 화합물은 유기 발광 디바이스에 사용되어 개선된 디바이스 효율, 라인 형상 및 수명을 제공할 수 있다. 특히, 화합물은 리간드의 퀴놀린 또는 이소퀴놀린 부분에서 게르마늄-함유 치환기를 갖는 페닐퀴놀린 또는 페닐이소퀴놀린 리간드를 포함한다. 이들 화합물은 유기 발광 디바이스의 발광층에서의 적색 발광체로서 이롭게 사용될 수 있다.

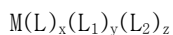
대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

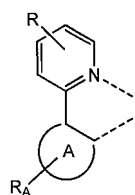
하기 화학식을 갖는 화합물:



상기 식에서,

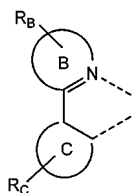
리간드 L은 하기 화학식 I이며;

<화학식 I>



리간드 L₁은 하기 화학식 II이고;

<화학식 II>



리간드 L₂는 보조 리간드이며;

각각의 L, L₁ 및 L₂는 동일하거나 또는 상이할 수 있으며;

M은 원자 번호가 40보다 큰 금속이며;

x는 1, 2 또는 3이며;

y는 0, 1 또는 2이며;

z는 0, 1 또는 2이며;

x+y+z는 금속 M의 산화 상태이며;

R은 Ge를 함유하는 치환기로 더 치환된 융합된 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리이며;

A, B 및 C는 각각 독립적으로 5 또는 6-원 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리이고;

R_A, R_B 및 R_C는 일치환, 이치환, 삼치환 또는 사치환을 나타낼 수 있으며;

각각의 R_A, R_B 및 R_C는 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰, 술폰, 술폰, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

R_A, R_B 및 R_C의 인접하는 치환기는 임의로 결합되어 융합된 고리를 형성하며;

리간드 L은 금속 M에 2좌 배위결합된다.

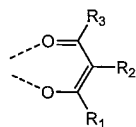
청구항 2

제1항에 있어서, M이 Ir인 화합물.

청구항 3

제1항에 있어서, L₂가 모노음이온성 2좌 리간드인 화합물.

청구항 4



제1항에 있어서, L₂가 이며, 여기서

R₁, R₂ 및 R₃은 각각 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술팜, 술피닐, 술폰, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되는 것인 화합물.

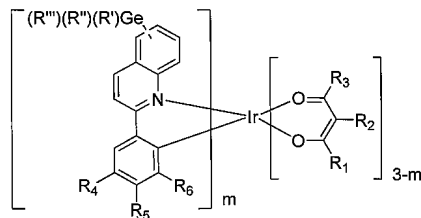
청구항 5

제1항에 있어서, Ge가 융합된 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리 R에 직접 결합되는 것인 화합물.

청구항 6

제1항에 있어서, 하기 화학식 III을 갖는 것인 화합물:

<화학식 III>



상기 화학식에서, 각각의 R', R'' 및 R'''는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

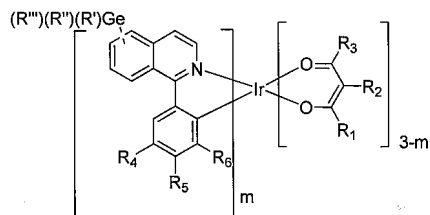
R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ 및 R₆은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술팜, 술피닐, 술폰, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

m은 1, 2 또는 3이다.

청구항 7

제1항에 있어서, 하기 화학식 IV를 갖는 것인 화합물:

<화학식 IV>



상기 화학식에서,

각각의 R', R'' 및 R'''는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

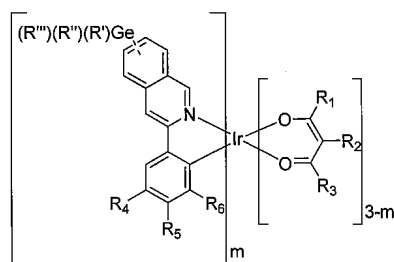
R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ 및 R₆은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술파닐, 술피닐, 술포닐, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

m은 1, 2 또는 3이다.

청구항 8

제1항에 있어서, 하기 화학식 V를 갖는 것인 화합물:

<화학식 V>



상기 화학식에서,

각각의 R', R'' 및 R'''는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ 및 R₆은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술파닐, 술피닐, 술포닐, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

m은 1, 2 또는 3이다.

청구항 9

제6항에 있어서, 각각의 R', R'' 및 R'''가 동일한 것인 화합물.

청구항 10

제6항에 있어서, 각각의 R', R'' 및 R'''가 3개 이하의 탄소 원자를 갖는 알킬 기인 화합물.

청구항 11

제6항에 있어서, 각각의 R', R'' 및 R'''가 상이한 것인 화합물.

청구항 12

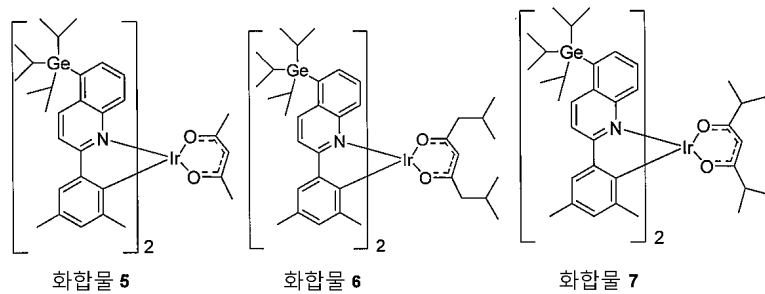
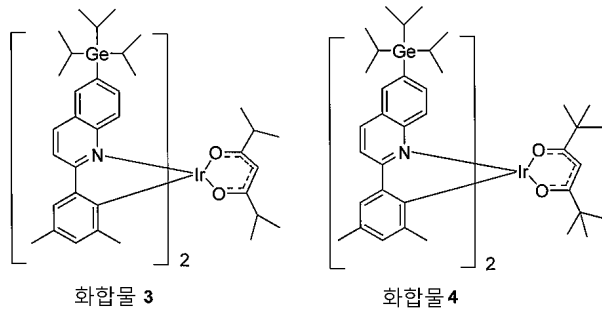
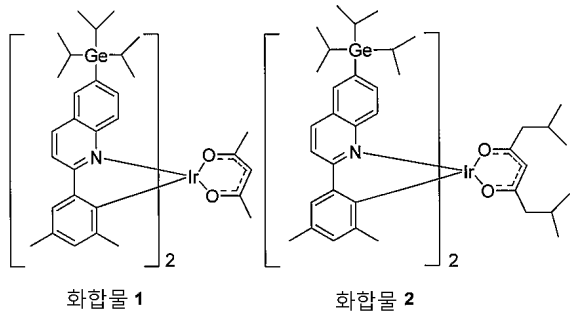
제1항에 있어서, 호모래틱인 화합물.

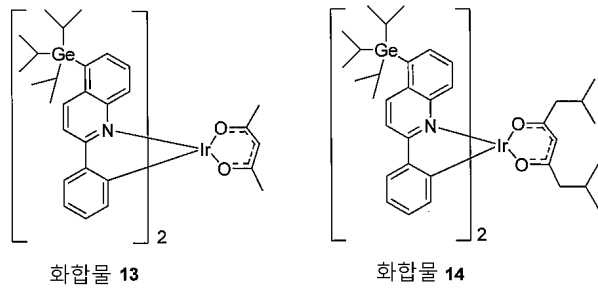
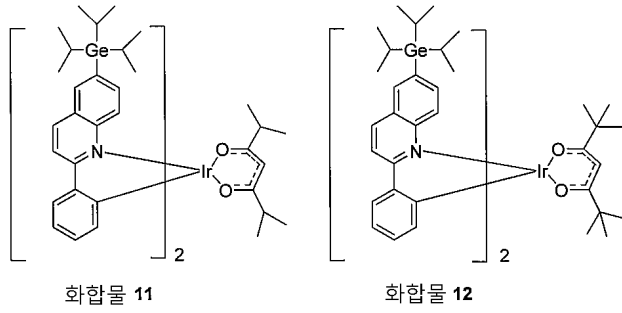
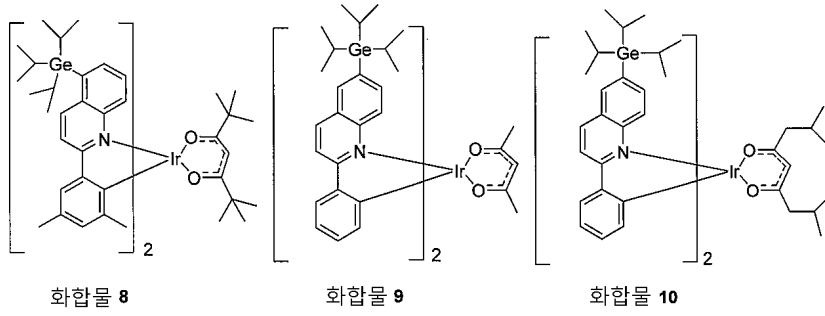
청구항 13

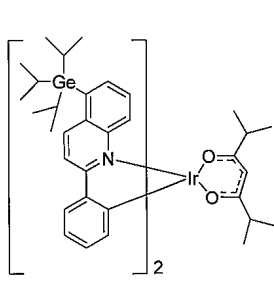
제1항에 있어서, 헤테로래틱인 화합물.

청구항 14

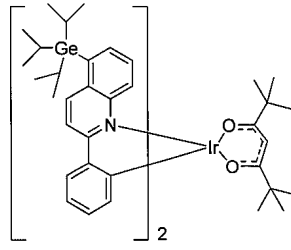
제1항에 있어서, 하기로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 화합물:



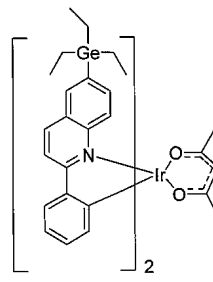




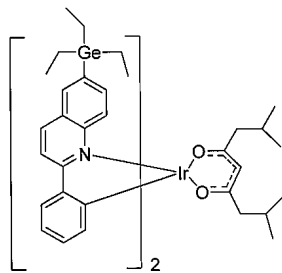
화합물 15



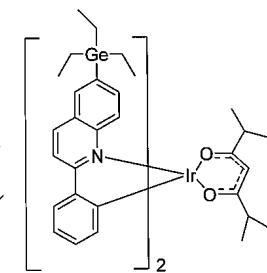
화합물 16



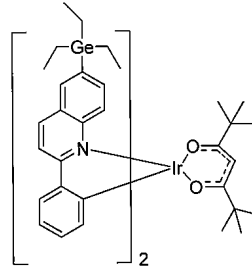
화합물 17



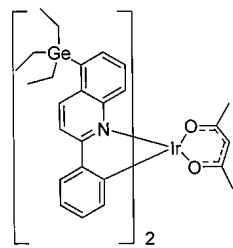
화합물 18



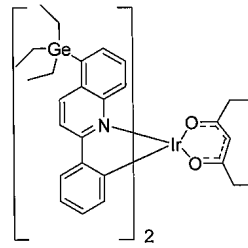
화합물 19



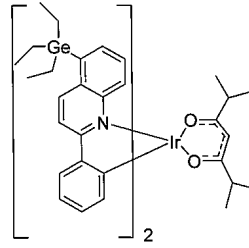
화합물 20



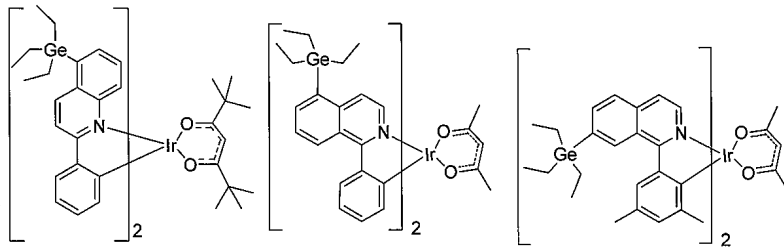
화합물 21



화합물 22



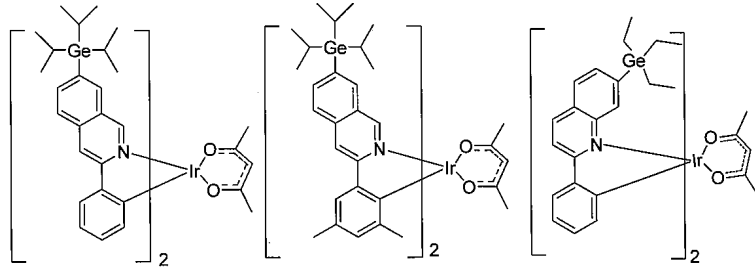
화합물 23



화합물 24

화합물 25

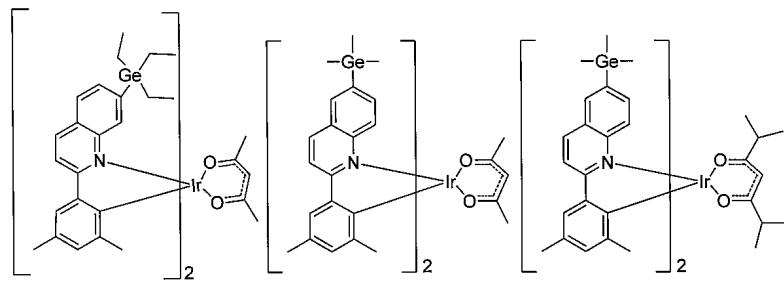
화합물 26



화합물 27

화합물 28

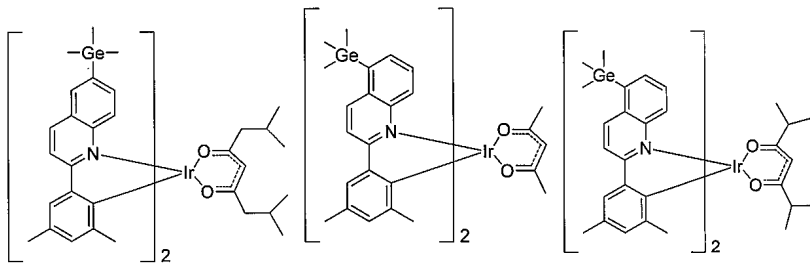
화합물 29



화합물 30

화합물 31

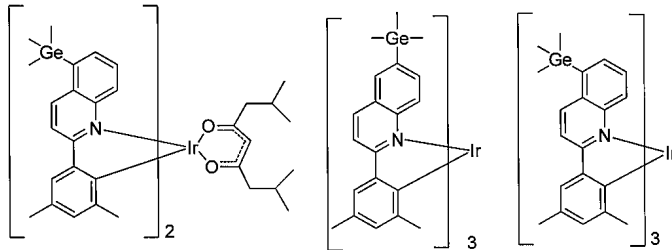
화합물 32



화합물 33

화합물 34

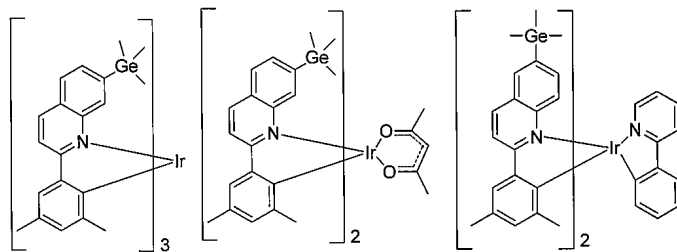
화합물 35



화합물 36

화합물 37

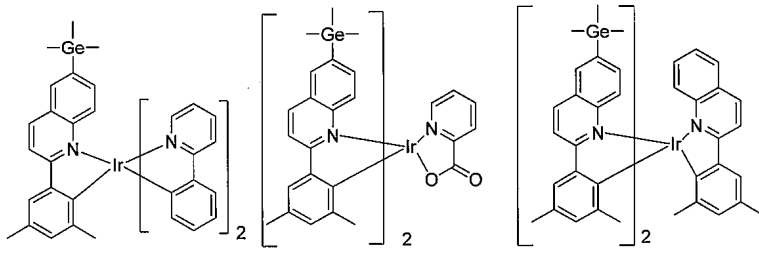
화합물 38



화합물 39

화합물 40

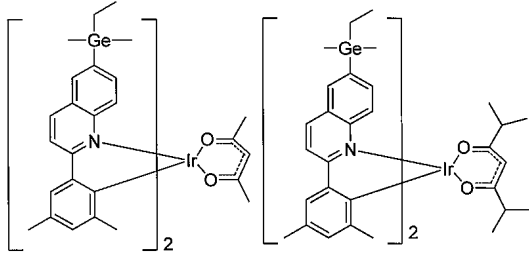
화합물 41



화합물 42

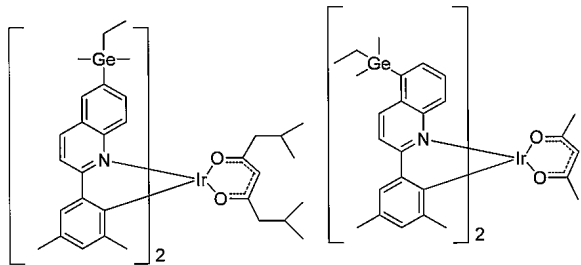
화합물 43

화합물 44



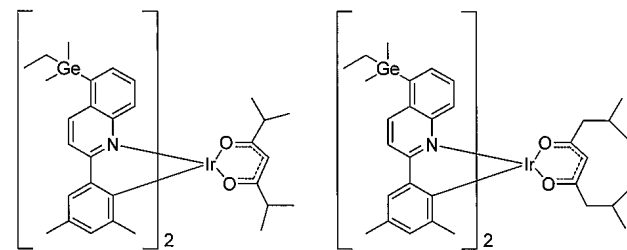
화합물 45

화합물 46



화합물 47

화합물 48



화합물 49

화합물 50

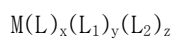
청구항 15

유기 발광 디바이스를 포함하며,

애노드;

캐소드; 및

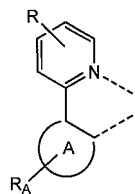
애노드와 캐소드의 사이에 배치된 유기층을 더 포함하는 제1 디바이스로서, 유기층이 하기 화학식을 갖는 화합물을 포함하는 제1의 디바이스:



상기 식에서,

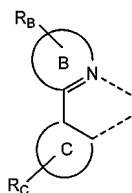
리간드 L은 하기 화학식 I이며;

<화학식 I>



리간드 L_1 은 하기 화학식 II이고;

<화학식 II>



리간드 L_2 는 보조 리간드이며;

각각의 L , L_1 및 L_2 는 동일하거나 또는 상이할 수 있으며;

M 은 원자 번호가 40보다 큰 금속이며;

x 는 1, 2 또는 3이며;

y 는 0, 1 또는 2이며;

z 는 0, 1 또는 2이며;

$x+y+z$ 는 금속 M 의 산화 상태이며;

R 은 Ge 를 함유하는 치환기로 더 치환된 융합된 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리이며;

A , B 및 C 는 각각 독립적으로 5 또는 6-원 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리이고;

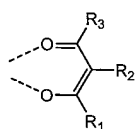
R_A , R_B 및 R_C 는 일치환, 이치환, 삼치환 또는 사치환을 나타낼 수 있으며;

각각의 R_A , R_B 및 R_C 는 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술파닐, 술피닐, 술폰일, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

R_A , R_B 및 R_C 의 인접하는 치환기는 임의로 결합되어 융합된 고리를 형성하며;

리간드 L 은 금속 M 에 2좌 배위결합된다.

청구항 16



제15항에 있어서, L_2 가

R_1 , R_2 및 R_3 은 각각 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술파닐, 술피닐, 술폰일, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되는 것인 제1의 디바이스.

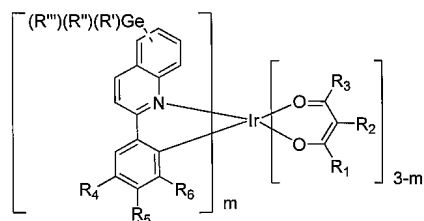
청구항 17

제15항에 있어서, Ge는 융합된 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리 R에 직접 결합되는 것인 제1의 디바이스.

청구항 18

제15항에 있어서, 화합물이 하기 화학식 III을 갖는 것인 제1의 디바이스:

<화학식 III>



상기 화학식에서, 각각의 R', R'' 및 R'''는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

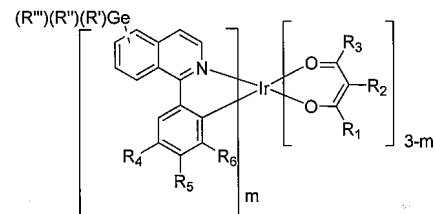
R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ 및 R₆은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰, 술폰, 술폰, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

m은 1, 2 또는 3이다.

청구항 19

제15항에 있어서, 화합물이 하기 화학식 IV를 갖는 것인 제1의 디바이스:

<화학식 IV>



각각의 R', R'' 및 R'''는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

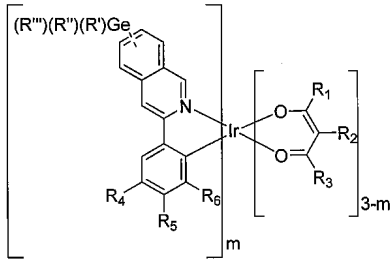
R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ 및 R₆은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰, 술폰, 술폰, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

m은 1, 2 또는 3이다.

청구항 20

제15항에 있어서, 화합물이 하기 화학식 V를 갖는 것인 제1의 디바이스:

<화학식 V>



상기 화학식에서,

각각의 R', R'' 및 R'''는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ 및 R₆은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술팜, 술피닐, 술폰, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

m은 1, 2 또는 3이다.

청구항 21

제18항에 있어서, 각각의 R', R'' 및 R'''가 동일한 것인 제1의 디바이스.

청구항 22

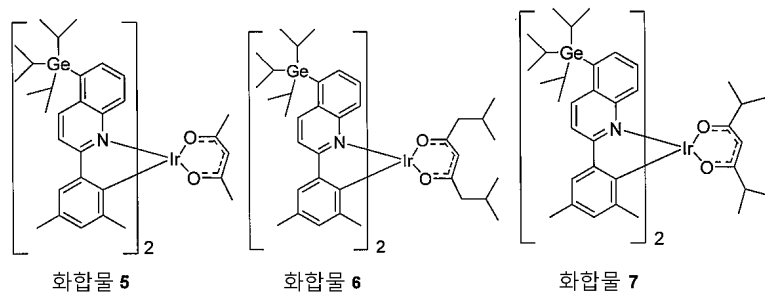
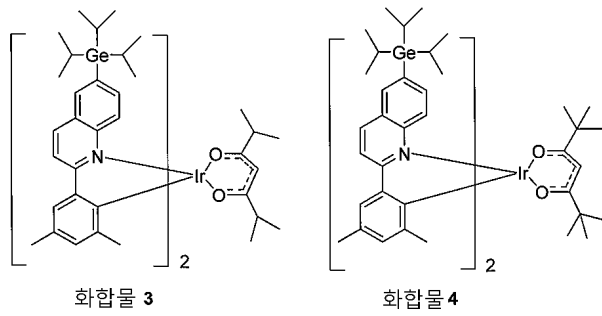
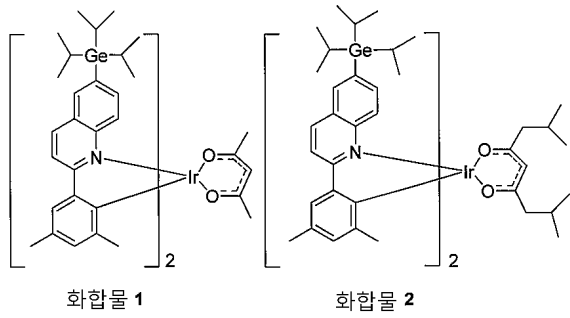
제18항에 있어서, 각각의 R', R'' 및 R'''가 3개 이하의 탄소 원자를 갖는 알킬 기인 제1의 디바이스.

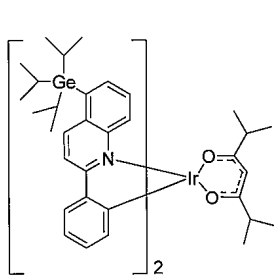
청구항 23

제18항에 있어서, 각각의 R', R'' 및 R'''가 상이한 것인 제1의 디바이스.

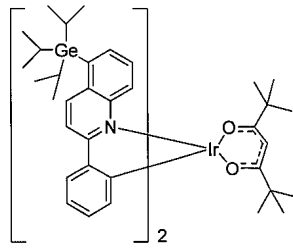
청구항 24

제15항에 있어서, 화합물이 하기로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 제1의 디바이스:

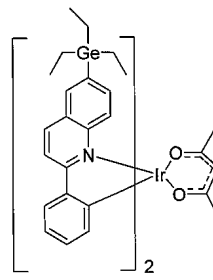




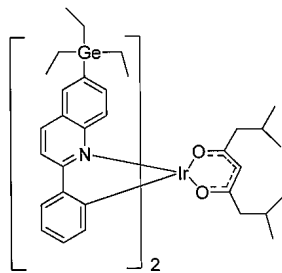
화합물 15



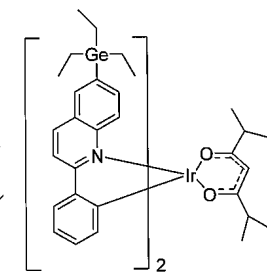
화합물 16



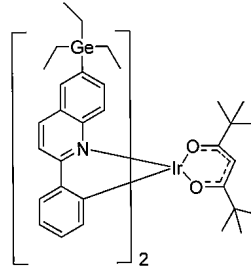
화합물 17



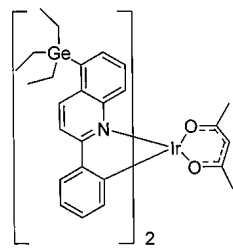
화합물 18



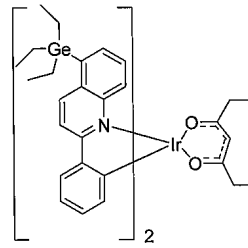
화합물 19



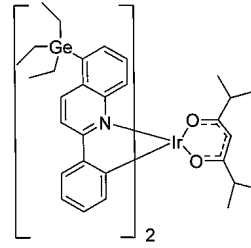
화합물 20



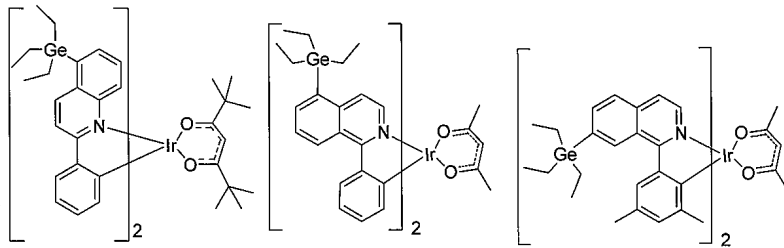
화합물 21



화합물 22



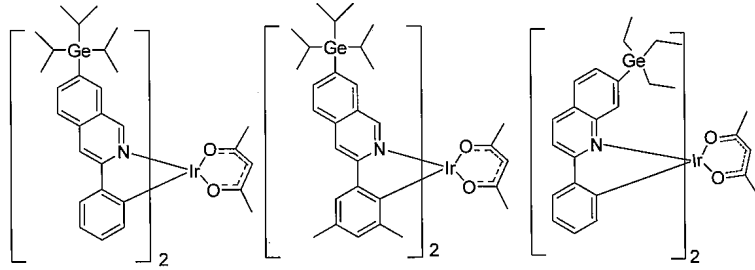
화합물 23



화합물 24

화합물 25

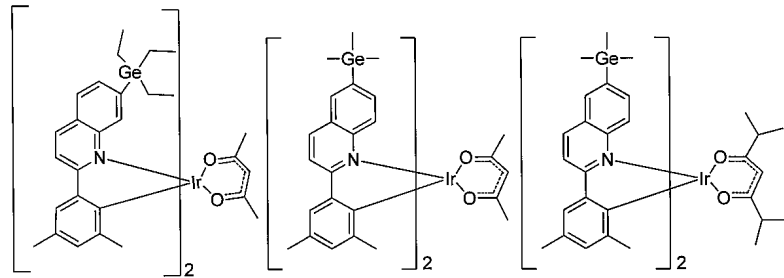
화합물 26



화합물 27

화합물 28

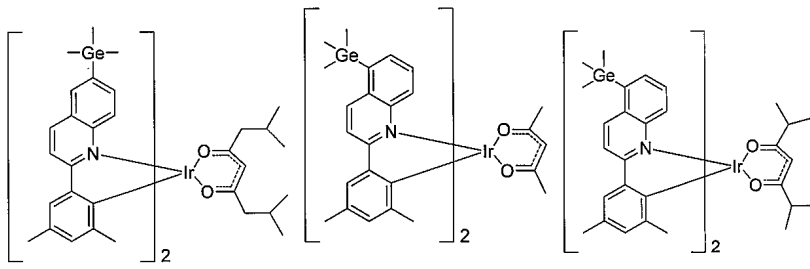
화합물 29



화합물 30

화합물 31

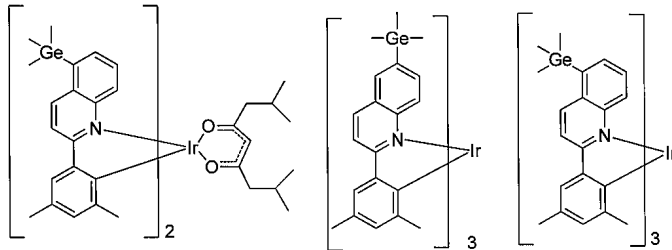
화합물 32



화합물 33

화합물 34

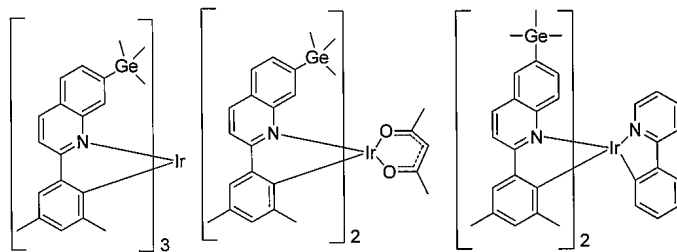
화합물 35



화합물 36

화합물 37

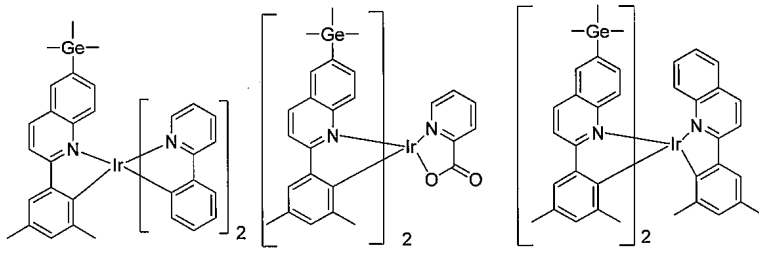
화합물 38



화합물 39

화합물 40

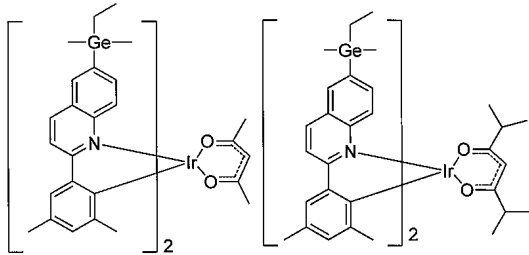
화합물 41



화합물 42

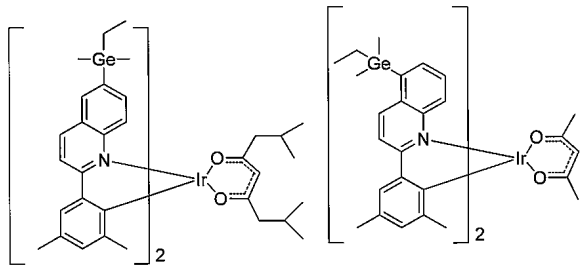
화합물 43

화합물 44



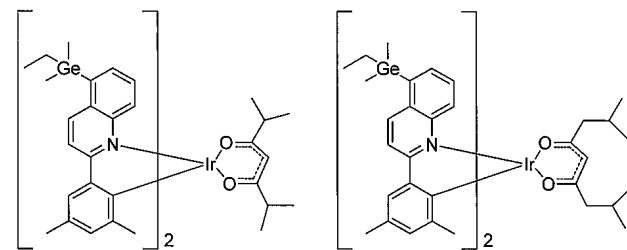
화합물 45

화합물 46



화합물 47

화합물 48



화합물 49

화합물 50

청구항 25

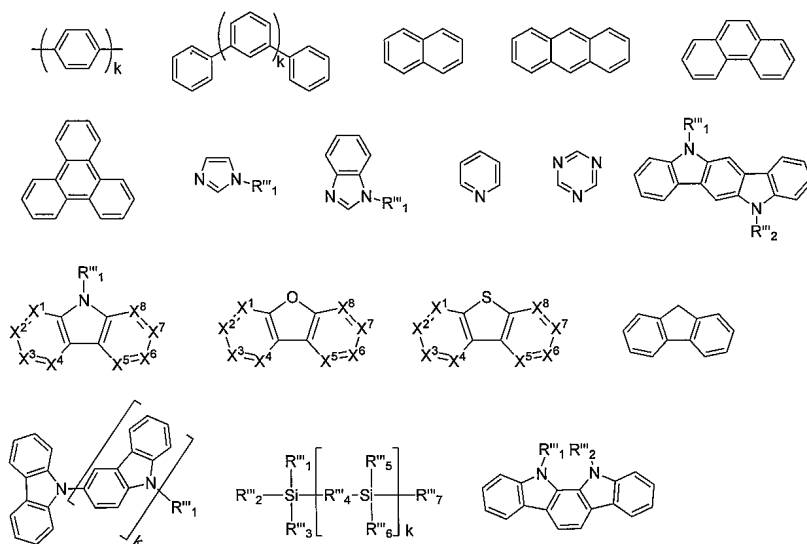
제15항에 있어서, 유기층이 발광층이고 화합물이 발광 도펀트인 제1의 디바이스.

청구항 26

제25항에 있어서, 유기층이 호스트를 더 포함하는 것인 제1의 디바이스.

청구항 27

제26항에 있어서, 호스트가 하기로 이루어진 군으로부터 선택된 화학 기 중 하나 이상을 포함하는 화합물인 제1의 디바이스:



상기 화학식에서,

각각의 R'''_1 , R'''_2 , R'''_3 , R'''_4 , R'''_5 , R'''_6 및 R'''_7 은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술팜닐, 술피닐, 술포닐, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며;

k 는 0 내지 20의 정수이며;

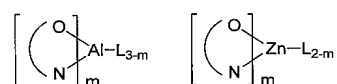
각각의 X^1 , X^2 , X^3 , X^4 , X^5 , X^6 , X^7 및 X^8 은 CH 및 N으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다.

청구항 28

제26항에 있어서, 호스트가 금속 착물인 제1의 디바이스.

청구항 29

제28항에 있어서, 금속 착물이 하기로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 제1의 디바이스:



상기 화학식에서,

(O-N)은 원자 O 및 N에 배위결합된 금속을 갖는 2차 리간드이며;

L은 보조 리간드이며;

m 은 1 내지 금속에 결합될 수 있는 리간드 최대수의 정수값이다.

청구항 30

제28항에 있어서, 호스트가 금속 8-히드록시퀴놀레이트인 제1의 디바이스.

청구항 31

제15항에 있어서, 소비재인 제1의 디바이스.

청구항 32

제15항에 있어서, 유기 발광 디바이스인 제1의 디바이스.

명세서

기술 분야

[0001] 당해 발명은 합동 산학 연구 협약에 따라 리전즈 오브 더 유니버시티 오브 미시간, 프린스턴 유니버시티, 더 유니버시티 오브 서던 캘리포니아 및 더 유니버설 디스플레이 코퍼레이션 당사자 중 하나 이상에 의하여, 이를 대신하여 및/또는 이와 관련하여 완성되었다. 협약은 당해 발명이 완성된 일자에 그리고 일자 이전에 발효되었으며, 당해 발명은 협약서의 범주내에서 수행된 활동의 결과로서 완성되었다.

[0002] 본 발명은 유기 발광 디바이스(OLED)에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 게르마늄 함유 유기금속 착물에 관한 것이다. 특히, 게르마늄 함유 2-페닐퀴놀린, 1-페닐이소퀴놀린 또는 3-페닐이소퀴놀린 Ir 착물이 제공된다. 이러한 화합물은 유기 발광 디바이스에서, 특히 상기 디바이스의 발광층에서 적색 발광체로서 이롭게 사용될 수 있다.

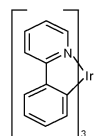
배경 기술

[0003] 유기 물질을 사용하는 광전자 디바이스는 여러 이유로 인하여 점차로 중요해지고 있다. 이와 같은 디바이스를 제조하는데 사용되는 다수의 물질은 비교적 저렴하여 유기 광전자 디바이스는 무기 디바이스에 비하여 경제적 잇점면에서 잠재성을 갖는다. 또한, 유기 물질의 고유한 성질, 예컨대 이의 가요성은 가요성 기판상에서의 제조와 같은 특정 적용예에 매우 적합하게 될 수 있다. 유기 광전자 디바이스의 예로는 유기 발광 디바이스(OLED), 유기 광트랜지스터, 유기 광전지 및 유기 광검출기를 들 수 있다. OLED의 경우, 유기 물질은 통상의 물질에 비하여 성능면에서의 잇점을 가질 수 있다. 예를 들면, 유기 발광층이 광을 방출하는 과정은 일반적으로 적절한 도펀트로 용이하게 조절될 수 있다.

[0004] OLED는 디바이스를 가로질러 전압을 인가시 광을 방출하는 유기 박막을 사용하게 한다. OLED는 평판 패널 디스플레이, 조명 및 역광과 같은 적용예에 사용하기 위한 점차로 중요해지는 기술이다. 여러가지의 OLED 물질 및 형상은 미국 특허 제5,844,363호, 제6,303,238호 및 제5,707,745호에 기재되어 있으며, 이들 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다.

[0005] 인광 발광 분자에 대한 하나의 적용예는 총 천연색 디스플레이이다. 이러한 디스플레이에 대한 산업적 기준은 "포화" 색상으로서 지칭하는 특정 색상을 방출하도록 조정된 픽셀을 필요로 한다. 특히, 이러한 기준은 포화 적색, 녹색 및 청색 픽셀을 필요로 한다. 색상은 당업계에서 공지된 CIE 좌표를 사용하여 측정될 수 있다.

[0006] 녹색 발광 분자의 일례로는 하기 화학식을 갖는 Ir(ppy)₃으로 나타낸 트리스(2-페닐피리딘) 이리듐이다:



[0007]

[0008] 본원에서의 이와 같은 화학식 및 하기의 화학식에서, 본 출원인은 질소로부터 금속(여기에서는 Ir)으로의 배위 결합을 직선으로 도시한다.

[0009] 본원에서, 용어 "유기"라는 것은 유기 광전자 디바이스를 제조하는데 사용될 수 있는 중합체 물질뿐 아니라, 소분자 유기 물질을 포함한다. "소분자"는 중합체가 아닌 임의의 유기 물질을 지칭하며, "소분자"는 실제로 꽤 클 수도 있다. 소분자는 일부의 상황에서는 반복 단위를 포함할 수 있다. 예를 들면, 치환기로서 장쇄 알킬기를 사용하는 것은 "소분자" 유형으로부터 분자를 제거하지 않는다. 소분자는 또한 예를 들면 중합체 주쇄상에서의 측쇄기로서 또는 주쇄의 일부로서 중합체에 투입될 수 있다. 소분자는 또한 코어 부분상에 생성된 일련의 화학적 셀로 이루어진 덴드리머의 코어 부분으로서 작용할 수 있다. 덴드리머의 코어 부분은 형광 또는 인광 소분자 발광체일 수 있다. 덴드리머는 "소분자"일 수 있으며, OLED 분야에서 통상적으로 사용되는 모든 덴드리머는 소분자인 것으로 밝혀졌다.

[0010] 본원에서 사용한 바와 같이, "상부"는 기관으로부터 가장 멀리 떨어졌다는 것을 의미하며, "하부"는 기관에 가

장 근접하다는 것을 의미한다. 제1층이 제2층"의 상부에 위치하는" 것으로 기재될 경우, 제1층은 기판으로부터 멀리 떨어져 배치된다. 제1층이 제2층과 "접촉되어 있는" 것으로 명시되지 않는다면 제1층과 제2층 사이에는 다른 층이 존재할 수 있다. 예를 들면, 캐소드와 애노드의 사이에 다양한 유기층이 존재할 수 있을지라도, 캐소드는 애노드"의 상부에 위치하는" 것으로 기재될 수 있다.

[0011] 본원에서 사용한 바와 같이, "용액 가공성"은 용액 또는 현탁액 형태로 액체 매체에 용해, 분산 또는 수송될 수 있거나 및/또는 액체 매체로부터 증착될 수 있다는 것을 의미한다.

[0012] 리간드가 발광 물질의 광활성 성질에 직접적으로 기여하는 것으로 밝혀질 경우, 리간드는 "광활성"으로서 지칭될 수 있다. 보조적 리간드가 광활성 리간드의 성질을 변경시킬 수 있을지라도, 리간드가 발광 물질의 광활성 성질에 기여하지 않는 것으로 밝혀질 경우, 리간드는 "보조적"인 것으로 지칭될 수 있다.

[0013] 본원에서 사용한 바와 같이 그리고 일반적으로 당업자가 이해하고 있는 바와 같이, 제1의 "최고 점유 분자 궤도"(HOMO) 또는 "최저 점유 분자 궤도"(LUMO) 에너지 레벨이 진공 에너지 레벨에 근접할 경우, 제1의 에너지 레벨은 제2의 HOMO 또는 LUMO보다 "더 크거나" 또는 "더 높다". 이온화 전위(IP)가 진공 레벨에 대하여 음의 에너지로서 측정되므로, 더 높은 HOMO 에너지 레벨은 더 작은 절대값을 갖는 IP에 해당한다(IP는 음의 값이 더 작다). 유사하게, 더 높은 LUMO 에너지 레벨은 절대값이 더 작은 전자 친화도(EA)에 해당한다(EA의 음의 값이 더 작다). 상부에서의 진공 레벨을 갖는 통상의 에너지 레벨 다이어그램에서, 물질의 LUMO 에너지 레벨은 동일한 물질의 HOMO 에너지 레벨보다 더 높다. "더 높은" HOMO 또는 LUMO 에너지 레벨은 "더 낮은" HOMO 또는 LUMO 에너지 레벨보다 상기 다이어그램의 상부에 더 근접한다는 것을 나타낸다.

[0014] 본원에서 사용한 바와 같이 그리고 일반적으로 당업자가 이해하는 바와 같이, 제1의 일 함수의 절대값이 더 클 경우, 제1의 일 함수는 제2의 일 함수보다 "더 크거나" 또는 "더 높다". 일 함수는 일반적으로 진공 레벨에 대하여 음의 수로서 측정되므로, 이는 "더 높은" 일 함수의 음의 값이 더 크다는 것을 의미한다. 상부에서 진공 레벨을 갖는 통상의 에너지 레벨 다이어그램에서, "더 높은" 일 함수는 진공 레벨로부터 아래 방향으로 더 먼 것으로서 도시된다. 그래서, HOMO 및 LUMO 에너지 레벨의 정의는 일 함수와는 상이한 조약을 따른다.

[0015] OLED에 대한 세부사항 및 전술한 정의는 미국 특허 제7,279,704호에서 찾아볼 수 있으며, 이 특허 문헌의 개시 내용은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다.

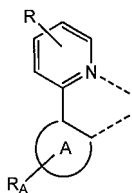
발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 게르마늄(Ge)을 포함하는 유기금속 화합물이 제공된다. 화합물은 화학식 $M(L)_x(L_1)_y(L_2)_z$ 을 갖는다.

[0017] 리간드 L은 하기 화학식 I이다:

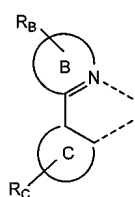
[0018] <화학식 I>



[0019]

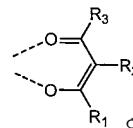
[0020] 리간드 L_1 은 하기 화학식 II이다:

[0021] <화학식 II>



[0022]

[0023] 리간드 L_2 는 보조 리간드이다. 각각의 L , L_1 및 L_2 는 동일하거나 또는 상이할 수 있다. M 은 원자 번호가 40보다 큰 금속이다. x 는 1, 2 또는 3이다. y 는 0, 1 또는 2이다. z 는 0, 1 또는 2이다. $x+y+z$ 는 금속 M 의 산화 상태이다. R 은 Ge 를 함유하는 치환기로 더 치환된 융합된 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리이다. A , B 및 C 는 각각 독립적으로 5 또는 6-원 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리이다. R_A , R_B 및 R_C 는 일치환, 이치환, 삼치환 또는 사치환을 나타낼 수 있다. 각각의 R_A , R_B 및 R_C 는 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰, 술피닐, 술폰, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. R_A , R_B 및 R_C 중 2개의 인접하는 치환기는 임의로 결합되어 융합된 고리를 형성한다. 리간드 L 은 금속 M 에 2좌 배위결합된다. 바람직하게는, M 은 Ir 이다.



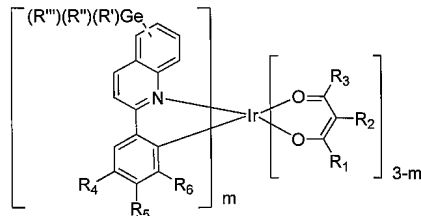
[0024] 하나의 구체예에서, L_2 는 모노음이온성 2좌 리간드이다. 또다른 구체예에서, L_2 는 각각 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰, 술피닐, 술폰, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다.

[0025] 하나의 구체예에서, Ge 는 융합된 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리 R 에 직접 결합된다.

과제의 해결 수단

[0026] 또다른 구체예에서, 화합물은 하기 화학식 III을 갖는다:

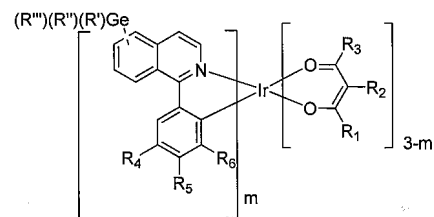
[0027] <화학식 III>



[0028] 각각의 R' , R'' 및 R''' 는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 및 R_6 은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰, 술피닐, 술폰, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. m 은 1, 2 또는 3이다.

[0030] 여전히 또다른 구체예에서, 화합물은 하기 화학식 IV를 갖는다:

[0031] <화학식 IV>

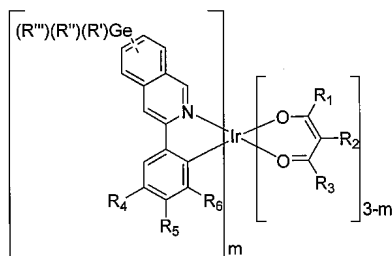


[0032] 각각의 R' , R'' 및 R''' 는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. R_1 , R_2 , R_3 , R_4 ,

R_5 및 R_6 은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰, 술폰, 술폰, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. m 은 1, 2 또는 3이다.

[0034] 추가의 구체예에서, 화합물은 하기 화학식 V를 갖는다:

[0035] <화학식 V>



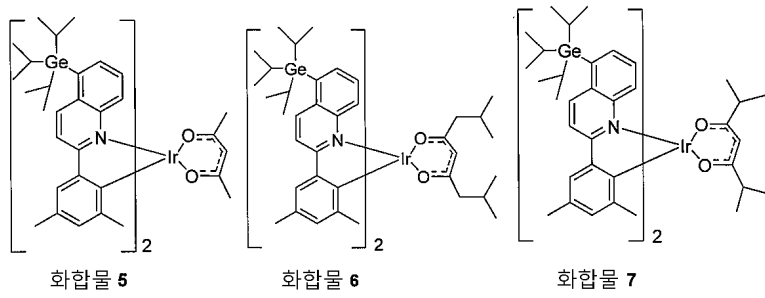
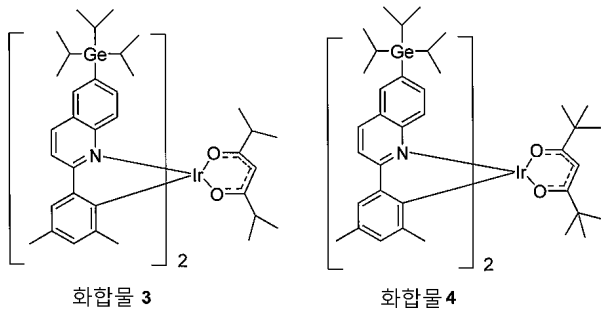
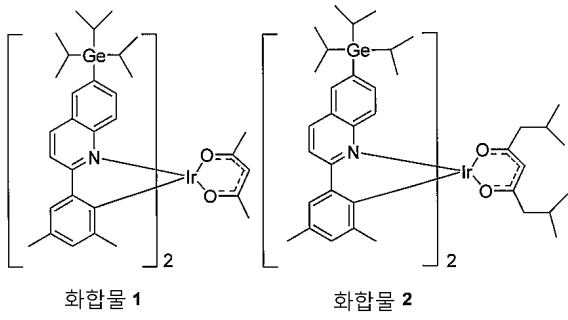
[0036]

[0037] 각각의 R' , R'' 및 R''' 는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 및 R_6 은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰, 술폰, 술폰, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. m 은 1, 2 또는 3이다.

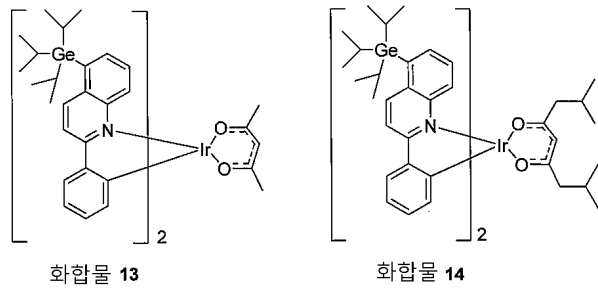
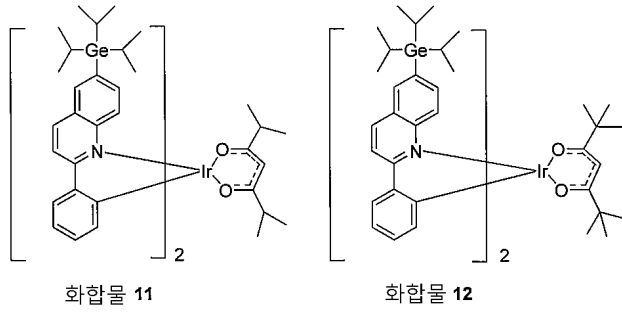
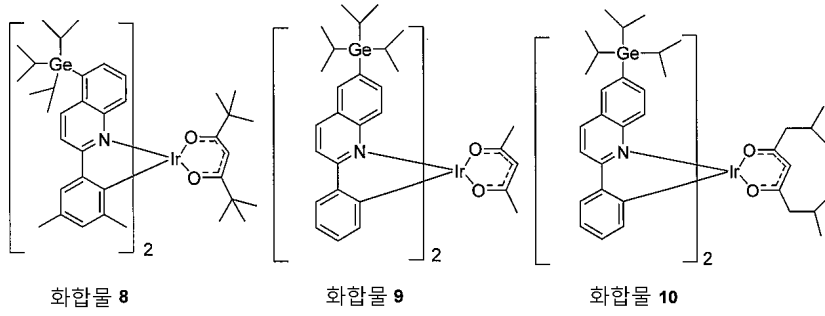
[0038] 하나의 구체예에서, 각각의 R' , R'' 및 R''' 는 동일하다. 또다른 구체예에서, 각각의 R' , R'' 및 R''' 는 3개 이하의 탄소 원자를 갖는 알킬 기이다. 여전히 또다른 구체예에서, 각각의 R' , R'' 및 R''' 는 상이하다.

[0039] 하나의 구체예에서, 화합물은 호모렙틱이다. 또다른 구체예에서, 화합물은 헤테로렙틱이다.

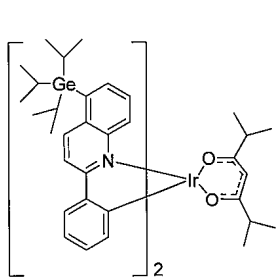
[0040] 게르마늄-함유 물질의 구체적인 비제한적인 예가 제공된다. 하나의 구체예에서, 화합물은 하기로 이루어진 군으로부터 선택된다:



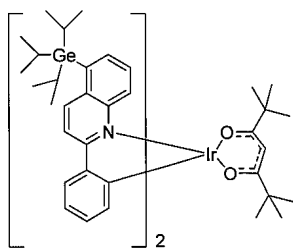
[0041]



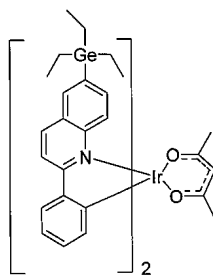
[0042]



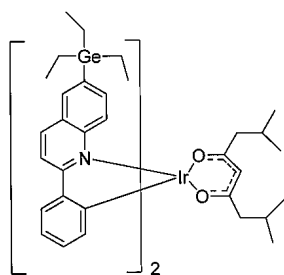
화합물 15



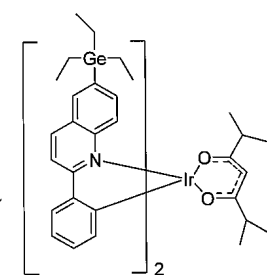
화합물 16



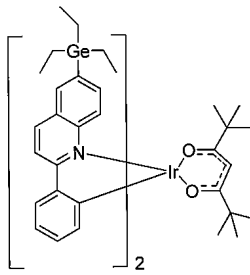
화합물 17



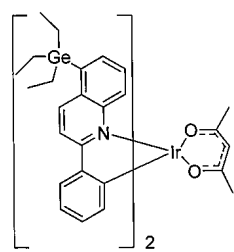
화합물 18



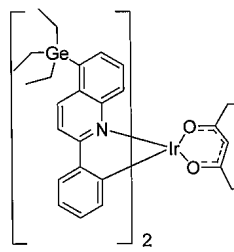
화합물 19



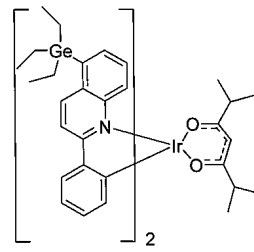
화합물 20



화합물 21

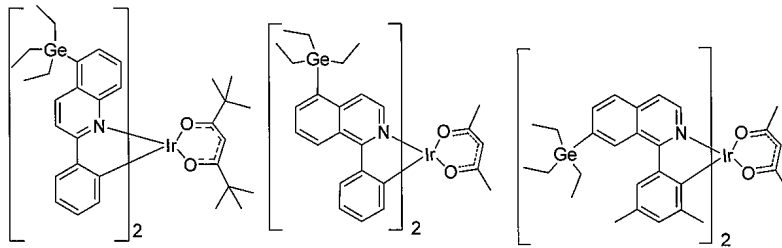


화합물 22



화합물 23

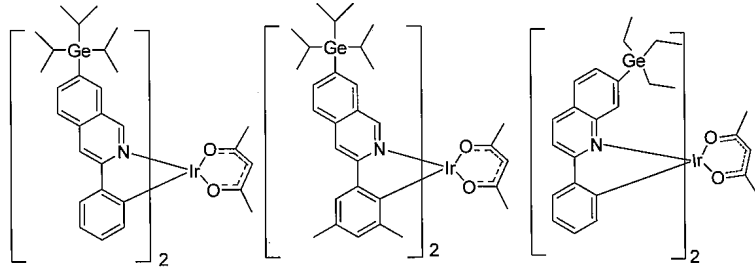
[0043]



화합물 24

화합물 25

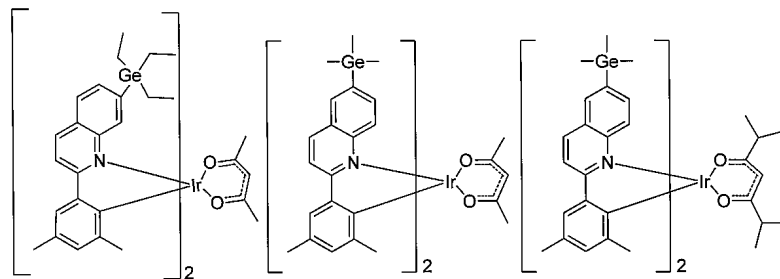
화합물 26



화합물 27

화합물 28

화합물 29

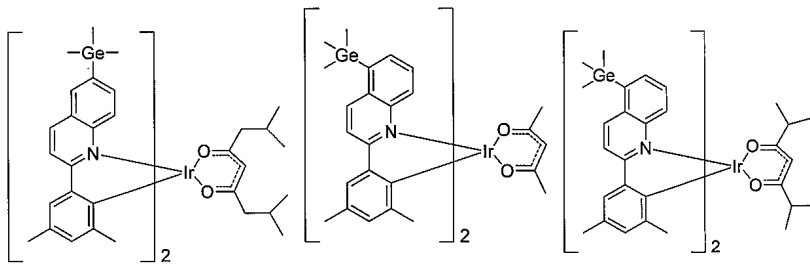


화합물 30

화합물 31

화합물 32

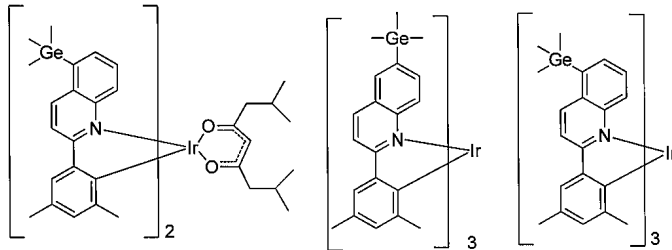
[0044]



화합물 33

화합물 34

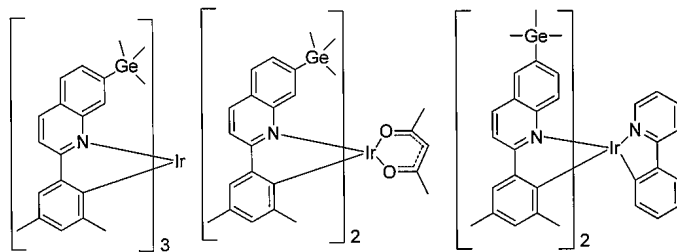
화합물 35



화합물 36

화합물 37

화합물 38

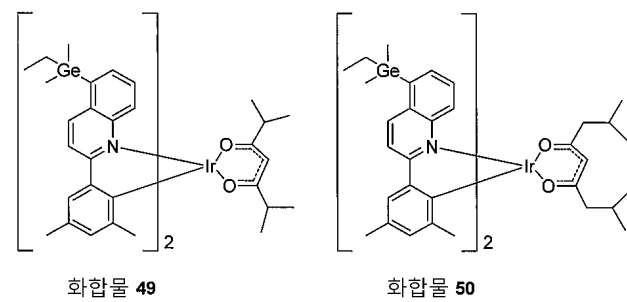
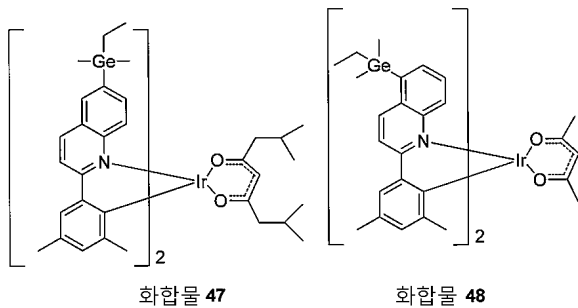
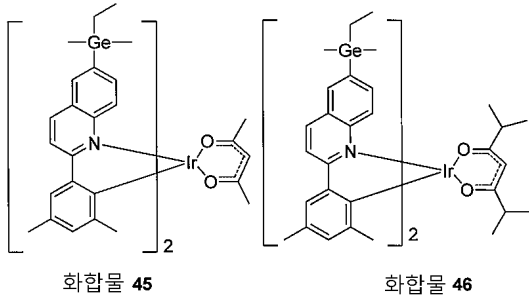
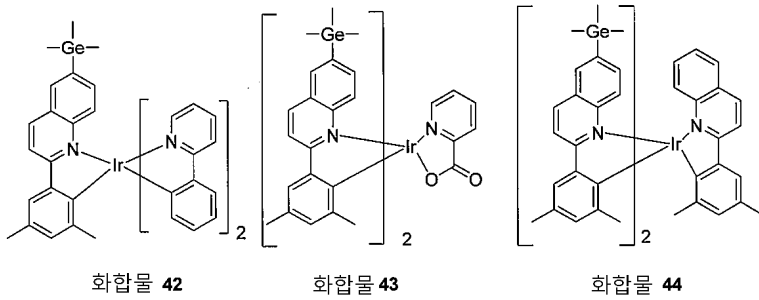


화합물 39

화합물 40

화합물 41

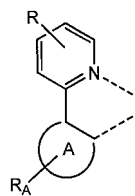
[0045]



추가로, 유기 발광 디바이스를 포함하는 제1의 디바이스가 제공된다. 유기 발광 디바이스는 애노드, 캐소드 및, 애노드와 캐소드의 사이에 배치된 유기층을 더 포함한다. 유기층은 화학식 $M(L)_x(L_1)_y(L_2)_z$ 을 갖는 화합물을 포함한다.

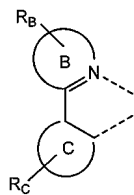
리간드 L은 하기 화학식 I이다:

<화학식 I>



리간드 L_1 은 하기 화학식 II이다:

[0053] <화학식 II>

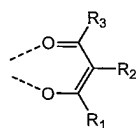


[0054]

[0055] 리간드 L_2 는 보조 리간드이다.

[0056] 각각의 L , L_1 및 L_2 는 동일하거나 또는 상이할 수 있다. M 은 원자 번호가 40보다 큰 금속이다. x 는 1, 2 또는 3이다. y 는 0, 1 또는 2이다. z 는 0, 1 또는 2이다. $x+y+z$ 는 금속 M 의 산화 상태이다. R 은 Ge를 함유하는 치환기로 더 치환된 융합된 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리이다. A , B 및 C 는 각각 독립적으로 5 또는 6-원 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리이다. R_A , R_B 및 R_C 는 일치환, 이치환, 삼치환 또는 사치환을 나타낼 수 있다. 각각의 R_A , R_B 및 R_C 는 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰, 술폰, 술폰, 포스포노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. R_A , R_B 및 R_C 의 인접하는 치환기는 임의로 결합되어 융합된 고리를 형성한다. 리간드 L 은 금속 M 에 2좌 배위결합된다.

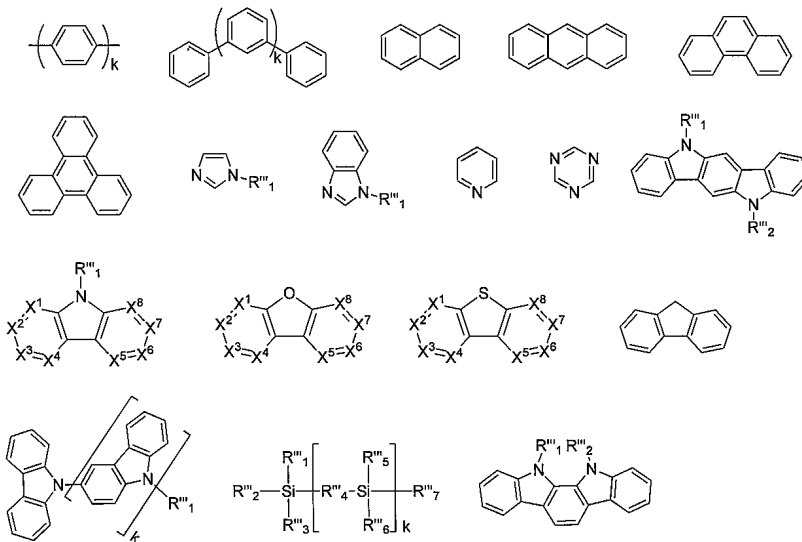
[0057] 화학식 $M(L)_x(L_1)_y(L_2)_z$ 을 갖는 화합물에 대하여 상기 논의된 다양한 특정 구체예에는 또한 제1의 디바이스에 사용시 화학식 $M(L)_x(L_1)_y(L_2)_z$ 을 갖는 화합물에도 적용 가능하다. 특히, 상기 논의된 바와 같이 화학식 $M(L)_x(L_1)_y(L_2)_z$ 을 갖는 화합물의 L_1 , L_2 , L_3 , R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 , R_6 , R' , R'' , R''' , m , 화학식 III, 화학식 IV 및 화학식 V의 다양한 특정 구체예는 제1의 디바이스에 사용되는 화학식 $M(L)_x(L_1)_y(L_2)_z$ 를 갖는 화합물에도 적용 가능하다.



[0058] 하나의 구체예에서, L_2 는 R_1 , R_2 및 R_3 은 각각 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰, 술폰, 술폰, 포스포노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다.

[0059] 디바이스에 사용될 수 있는 화합물의 특정한 비제한적인 예가 제공된다. 하나의 구체예에서, 화합물은 화합물 1 내지 화합물 50으로 이루어진 군으로부터 선택된다.

[0060] 하나의 구체예에서, 유기층은 발광층이고 화합물은 발광 도펀트이다. 또다른 구체예에서, 유기층은 호스트를 더 포함한다. 바람직하게는, 호스트는 하기로 이루어진 군으로부터 선택된 화학 기 중 하나 이상을 포함하는 화합물이다:



[0061]

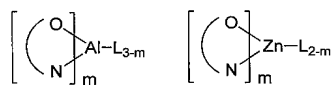
[0062]

각각의 R^m₁, R^m₂, R^m₃, R^m₄, R^m₅, R^m₆ 및 R^m₇은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술팜, 술피닐, 술포닐, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. k는 0 내지 20의 정수이다. 각각의 X¹, X², X³, X⁴, X⁵, X⁶, X⁷ 및 X⁸은 CH 및 N으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다.

[0063]

여전히 또다른 구체예에서, 호스트는 금속 착물이다. 추가의 구체예에서, 금속 착물은 하기로 이루어진 군으로부터 선택된다:

[0064]



[0065]

(O-N)은 원자 O 및 N에 배위결합된 금속을 갖는 2좌 리간드이다. L은 보조 리간드이다. m은 1 내지 금속에 결합될 수 있는 리간드 최대수의 정수값이다. 바람직하게는, 호스트는 금속 8-히드록시퀴놀레이트이다.

[0066]

하나의 구체예에서, 제1의 디바이스는 소비재이다. 또다른 구체예에서, 제1의 디바이스는 유기 발광 디바이스이다.

도면의 간단한 설명

[0067]

도 1은 유기 발광 디바이스를 도시한다.

도 2는 별도의 전자 수송층을 갖지 않는 역전된 유기 발광 디바이스를 도시한다.

도 3은 예시의 게르마늄 함유 유기금속 착물을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0068]

일반적으로, OLED는 애노드 및 캐소드 사이에 배치되어 이에 전기 접속되는 1종 이상의 유기층을 포함한다. 전류가 인가되면, 애노드는 정공을 유기층(들)에 주입하고, 캐소드는 전자를 주입한다. 주입된 정공 및 전자는 각각 반대로 하전된 전극을 향하여 이동한다. 전자 및 정공이 동일한 분자상에 편재화될 경우, 여기된 에너지 상태를 갖는 편재화된 전자-정공쌍인 "엑시톤"이 형성된다. 엑시톤이 광발광 메커니즘에 의하여 이완될 경우 광이 방출된다. 일부의 경우에서, 엑시톤은 엑시머 또는 엑시플렉스상에 편재화될 수 있다. 비-방사 메커니즘, 예컨대 열 이완도 또한 발생할 수 있으나, 일반적으로 바람직하지 않은 것으로 간주된다.

[0069]

초기 OLED는 예를 들면 미국 특허 제 4,769,292호에 개시된 바와 같은 단일항 상태에서부터 광("형광")을 방출하는 발광 분자를 사용하였으며, 상기 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다. 형광 방출은 일반적으로 10 나노초 미만의 시간 기간으로 발생한다.

- [0070] 보다 최근에는, 삼중항 상태로부터의 광("인광")을 방출하는 발광 물질을 갖는 OLED가 예시되어 있다. 문헌 [Baldo et al., "Highly Efficient Phosphorescent Emission from Organic Electroluminescent Devices," *Nature*, vol. 395, 151-154, 1998 ("Baldo-I")] 및 [Baldo et al., "Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 75, No. 3, 4-6 (1999) ("Baldo-II")]을 참조하며, 이들 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다. 인광은 참고로 포함되는 미국 특허 제7,279,704호의 컬럼 5-6에 보다 구체적으로 기재되어 있다.
- [0071] 도 1은 유기 발광 디바이스(100)를 도시한다. 도면은 반드시 축척에 의하여 도시하지는 않았다. 디바이스(100)는 기판(110), 애노드(115), 정공 주입층(120), 정공 수송층(125), 전자 차단층(130), 발광층(135), 정공 차단층(140), 전자 수송층(145), 전자 주입층(150), 보호층(155) 및 캐소드(160)를 포함할 수 있다. 캐소드(160)는 제1의 전도층(162) 및 제2의 전도층(164)을 갖는 화합물 캐소드이다. 디바이스(100)는 기재된 순서로 층을 증착시켜 제조될 수 있다. 이들 다양한 층뿐 아니라, 예시의 물질의 성질 및 기능은 참고로 포함되는 미국 특허 제 7,279,704호의 컬럼 6-10에 보다 구체적으로 기재되어 있다.
- [0072] 이들 각각의 층에 대한 더 많은 예도 이용 가능하다. 예를 들면, 가요성 및 투명한 기판-애노드 조합은 미국 특허 제 5,844,363호에 개시되어 있으며, 이 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다. p-도핑된 정공 수송층의 예는 미국 특허 출원 공개 공보 제2003/0230980호에 개시된 바와 같이, 50:1의 몰비로 F₄-TCNQ로 도핑된 m-MTDATA이며, 이 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다. 발광 및 호스트 물질의 예는 미국 특허 제 6,303,238호(Thompson et al.)에 개시되어 있으며, 이 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다. n-도핑된 전자 수송층의 예는 미국 특허 출원 공개 공보 제2003/0230980호에 개시된 바와 같이, 1:1의 몰비로 Li로 도핑된 BPhen이고, 이 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다. 그 전문이 본원에 참고로 포함되는 미국 특허 제5,703,436호 및 제5,707,745호에는 적층된 투명, 전기전도성 스퍼터-증착된 ITO 층을 갖는 Mg:Ag와 같은 금속의 박층을 갖는 화합물 캐소드를 비롯한 캐소드의 예가 개시되어 있다. 차단층의 이론 및 용도는 미국 특허 제 6,097,147호 및 미국 특허 출원 공개 공보 제2003/0230980호에 보다 구체적으로 기재되어 있으며, 이들 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다. 주입층의 예는 미국 특허 출원 공개 공보 제2004/0174116호에 제공되어 있으며, 이 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다. 보호층의 설명은 미국 특허 출원 공개 공보 제2004/0174116호에서 찾아볼 수 있으며, 이들 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다.
- [0073] 도 2는 역전된 OLED(200)를 도시한다. 디바이스는 기판(210), 캐소드(215), 발광층(220), 정공 수송층(225) 및 애노드(230)를 포함한다. 디바이스(200)는 기재된 순서로 층을 적층시켜 제조될 수 있다. 가장 흔한 OLED 구조는 애노드의 위에 캐소드가 배치되어 있고 디바이스(200)가 애노드(230)의 아래에 캐소드(215)가 배치되어 있으므로, 디바이스(200)는 "역전된" OLED로 지칭될 수 있다. 디바이스(100)에 관하여 기재된 것과 유사한 물질이 디바이스(200)의 해당 층에 사용될 수 있다. 도 2는 디바이스(100)의 구조로부터 일부 층이 얼마나 생략될 수 있는지의 일례를 제공한다.
- [0074] 도 1 및 도 2에 도시된 단순 적층된 구조는 비제한적인 예로서 제공하며, 본 발명의 실시양태는 다양한 기타의 구조와 관련하여 사용될 수 있는 것으로 이해하여야 한다. 기재된 특정한 물질 및 구조는 사실상 예시를 위한 것이며, 기타의 물질 및 구조도 사용될 수 있다. 작용성 OLED는 기재된 다양한 층을 상이한 방식으로 조합하여 달성될 수 있거나 또는 층은 디자인, 성능 및 비용 요인에 기초하여 전적으로 생략할 수 있다. 구체적으로 기재되지 않은 기타의 층도 또한 포함될 수 있다. 이들 구체적으로 기재된 층을 제외한 물질을 사용할 수 있다. 본원에 제공된 다수의 예가 단일 물질을 포함하는 것으로서 다양한 층을 기재하기는 하나, 물질, 예컨대 호스트 및 도펀트의 혼합물 또는 보다 일반적으로 혼합물을 사용할 수 있다. 또한, 층은 다수의 하부층을 가질 수 있다. 본원에서 다양한 층에 제시된 명칭은 엄격하게 제한하고자 하는 것은 아니다. 예를 들면, 디바이스(200)에서 정공 수송층(225)은 정공을 수송하며, 정공을 발광층(220)에 주입하며, 정공 수송층 또는 정공 주입층으로서 기재될 수 있다. 하나의 실시양태에서, OLED는 캐소드와 애노드 사이에 배치된 "유기층"을 갖는 것으로 기재될 수 있다. 이러한 유기층은 단일층을 포함할 수 있거나 또는 예를 들면 도 1 및 도 2와 관련하여 기재된 바와 같은 상이한 유기 물질의 복수의 층을 더 포함할 수 있다.
- [0075] 구체적으로 기재하지 않은 구조 및 물질, 예컨대 미국 특허 제 5,247,190호(Friend et al.)에 기재된 바와 같은 중합체 물질(PLED)을 포함하는 OLED를 사용할 수 있으며, 이 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다. 추가의 예로서, 단일 유기층을 갖는 OLED를 사용할 수 있다. OLED는 예를 들면 미국 특허 제 5,707,745호(Forrest et al.)에 기재된 바와 같이 적층될 수 있으며, 이 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다. OLED 구조는 도 1 및 도 2에 도시된 단순 적층된 구조로부터 벗어날 수 있다. 예를 들면, 기판은 미국 특허 제

6,091,195호(Forrest et al.)에 기재된 바와 같은 메사형(mesa) 구조 및/또는 미국 특허 제 5,834,893호(Bulovic et al.)에 기재된 피트형(pit) 구조와 같은 아웃-커플링(out-coupling)을 개선시키기 위한 각진 반사면을 포함할 수 있으며, 이들 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다.

[0076] 반대의 의미로 명시하지 않는 한, 다양한 실시양태의 임의의 층은 임의의 적절한 방법에 의하여 적층될 수 있다. 유기층의 경우, 바람직한 방법으로는 미국 특허 제6,013,982호 및 제6,087,196호(이 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함됨)에 기재된 바와 같은 열 증발, 잉크-제트, 미국 특허 제 6,337,102호(Forrest et al.)(이 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함됨)에 기재된 바와 같은 유기 증기상 증착(OVPD), 미국 특허 출원 제10/233,470호(이 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함됨)에 기재된 바와 같은 유기 증기 제트 프린팅(OVJP)에 의한 증착을 들 수 있다. 기타의 적절한 증착 방법은 스퍼 코팅 및 기타의 용액계 공정을 포함한다. 용액계 공정은 질소 또는 불활성 대기 중에서 실시되는 것이 바람직하다. 기타의 층의 경우, 바람직한 방법은 열 증발을 포함한다. 바람직한 패턴 형성 방법은 마스크를 통한 증착, 미국 특허 제6,294,398호 및 제 6,468,819호(이 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함됨)에 기재된 바와 같은 냉간 용접 및, 잉크-제트 및 OVJD와 같은 일부 증착 방법과 관련된 패턴 형성을 포함한다. 증착시키고자 하는 물질은 특정한 증착 방법과 상용성을 갖도록 변형될 수 있다. 예를 들면, 분지형 또는 비분지형, 바람직하게는 3개 이상의 탄소를 포함하는 알킬 및 아릴 기와 같은 치환기는 이의 용액 가공의 처리 능력을 향상시키기 위하여 소분자에 사용될 수 있다. 20개 이상의 탄소를 갖는 치환기를 사용할 수 있으며, 3 내지 20개의 탄소가 바람직한 범위이다. 비대칭 구조를 갖는 물질은 대칭 구조를 갖는 것보다 더 우수한 용액 가공성을 가질 수 있는데, 비대칭 물질은 재결정화되는 경향이 낮을 수 있기 때문이다. 텐드리머 치환기는 용액 가공을 처리하는 소분자의 능력을 향상시키기 위하여 사용될 수 있다.

[0077] 본 발명의 실시양태에 의하여 제조되는 디바이스는 평판 패널 디스플레이, 컴퓨터 모니터, 텔레비전, 광고판, 실내 또는 옥외 조명 및/또는 시그널링을 위한 라이트, 헤드업 디스플레이, 완전 투명 디스플레이, 플렉시블 디스플레이, 레이저 프린터, 전화기, 휴대폰, 개인용 정보 단말기(PDA), 랩탑 컴퓨터, 디지털 카메라, 캠코더, 뷰파인더, 마이크로디스플레이, 자동차, 거대 월, 극장 또는 스타디움 스크린 또는 간판을 비롯한 다양한 소비재에 투입될 수 있다. 패시브 매트릭스 및 액티브 매트릭스를 비롯한 다양한 조절 메카니즘을 사용하여 본 발명에 의한 디바이스를 조절할 수 있다. 다수의 디바이스는 사람에게 안락감을 주는 온도 범위, 예컨대 18℃ 내지 30℃, 더욱 바람직하게는 실온(20℃ 내지 25℃)에서 사용하고자 한다.

[0078] 본원에 기재된 물질 및 구조는 OLED를 제외한 디바이스에서의 적용예를 가질 수 있다. 예를 들면, 기타의 광전자 디바이스, 예컨대 유기 태양 전지 및 유기 광검출기는 물질 및 구조를 사용할 수 있다. 보다 일반적으로, 유기 디바이스, 예컨대 유기 트랜지스터는 물질 및 구조를 사용할 수 있다.

[0079] 용어 할로, 할로젠, 알킬, 시클로알킬, 알케닐, 알킬닐, 아릴알킬, 헤테로시클릭 기, 아릴, 방향족 기 및 헤테로아릴은 당업계에 공지되어 있으며, 미국 특허 제7,279,704호의 컬럼 31-32에서 정의되어 있으며, 이 특허 문헌은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다.

[0080] 신규한 게르마늄 함유 유기금속 착물이 제공된다. 특히, 화합물은 게르마늄을 함유하는 퀴놀린 또는 이소퀴놀린 고리에서 치환기를 포함하는 2-페닐퀴놀린, 1-페닐이소퀴놀린 또는 3-페닐이소퀴놀린 Ir 착물이다. 이들 화합물은 그러한 디바이스의 특히 적색 발광체로서, 발광층에서의 유기 발광에 이롭게 사용될 수 있다.

[0081] 본원에 제공된 화합물은 퀴놀린 또는 이소퀴놀린 부분 및 페닐 부분을 갖는 리간드, 즉 (이소)pq 리간드를 포함한다. (이소)pq 리간드를 포함하는 화합물은 이미 문헌에 보고되어 있다. 예를 들면 미국 특허 출원 제 12/944,437호를 참고한다. (이소)pq 리간드는 적색 발광을 제공하는 것으로 공지되어 있다. 그러나, 더욱 효율적이며 그리고 더욱 포화된 적색 발광체에 대한 지속적인 수요가 존재한다.

[0082] (이소)pq 리간드에서의 게르마늄-함유 치환기를 포함하는 것은 화합물의 바람직한 적색 발광 성질을 유지하면서 디바이스 성능 및 디바이스 특성, 예를 들면 효율을 증가시킬 수 있다. 특정 이론으로 한정하지는 않지만, 게르마늄은 게르마늄 알킬의 σ 결합 전자 및 퀴놀린 또는 이소퀴놀린의 π 전자 사이에 초공액을 가질 수 있는 것으로 여겨진다. 이는 게르마늄-함유 (이소)pq 리간드를 포함하는 화합물에서 더 높은 내부 광발광(PL) 양자 수율을 초래할 수 있다. 그러므로, 화합물의 (이소)pq 리간드에서 게르마늄-함유 치환기의 첨가는 디바이스 효율을 개선시킬 수 있으며, 디바이스 성능을 향상시킬 수 있다.

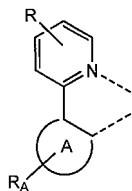
[0083] 게르마늄을 함유하는 치환기를 갖는 2-페닐퀴놀린, 1-페닐이소퀴놀린 및/또는 3-페닐이소퀴놀린 Ir 착물은 유기 발광 디바이스에 이롭게 사용될 수 있다. 특히, 이들 화합물은 상기 디바이스에서 발광층에서 통상의 적색 발광

체로서 사용될 수 있다.

[0084] 퀴놀린 또는 이소퀴놀린에서 게르마늄-함유 치환기를 갖는 (이소)pq 리간드를 포함하는 유기금속 착물이 제공된다. 화합물은 화학식 $M(L)_x(L_1)_y(L_2)_z$ 를 갖는다.

[0085] 리간드 L은 하기 화학식 I이다:

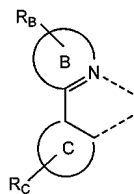
[0086] <화학식 I>



[0087]

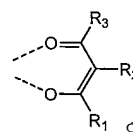
[0088] 리간드 L₁은 하기 화학식 II이다:

[0089] <화학식 II>



[0090]

[0091] 리간드 L_2 는 보조 리간드이다. 각각의 L , L_1 및 L_2 는 동일하거나 또는 상이할 수 있다. M 은 원자 번호가 40보다 큰 금속이다. x 는 1, 2 또는 3이다. y 는 0, 1 또는 2이다. z 는 0, 1 또는 2이다. $x+y+z$ 는 금속 M 의 산화 상태이다. R 은 Ge 를 함유하는 치환기로 더 치환된 융합된 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리이다. A , B 및 C 는 각각 독립적으로 5 또는 6-원 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리이다. R_A , R_B 및 R_C 는 일치환, 이치환, 삼치환 또는 사치환을 나타낼 수 있다. 각각의 R_A , R_B 및 R_C 는 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰, 술폰, 술폰, 포스포노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. R_A , R_B 및 R_C 의 인접하는 치환기는 임의로 결합되어 융합된 고리를 형성한다. 리간드 L 은 금속 M 에 2좌 배위결합된다. 바람직하게는, M 은 Ir 이다.

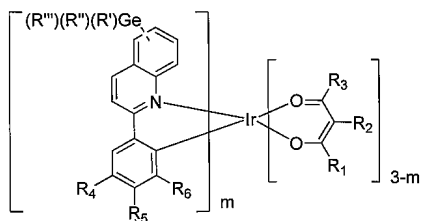


[0092] 하나의 구체예에서, L₂는 모노음이온성 2좌 리간드이다. 또다른 구체예에서, L₂는 R₁이다. R₁, R₂ 및 R₃은 각각 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술파닐, 술피닐, 술폰일, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다.

[0093] 하나의 구체예에서, Ge는 융합된 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리 R에 직접 결합된다.

[0094] 또다른 구체예에서, 화합물은 하기 화학식 III을 갖는다:

[0095] <화학식 III>



[0096]

[0097]

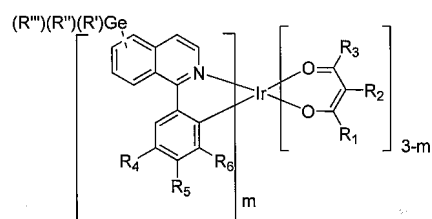
각각의 R', R'' 및 R'''는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ 및 R₆은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술팜닐, 술피닐, 술포닐, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. m은 1, 2 또는 3이다.

[0098]

여전히 또다른 구체예에서, 화합물은 하기 화학식 IV를 갖는다:

[0099]

<화학식 IV>



[0100]

[0101]

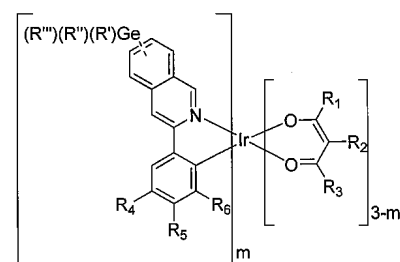
각각의 R', R'' 및 R'''는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ 및 R₆은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술팜닐, 술피닐, 술포닐, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. m은 1, 2 또는 3이다.

[0102]

추가로 구체예에서, 화합물은 하기 화학식 V를 갖는다:

[0103]

<화학식 V>



[0104]

[0105]

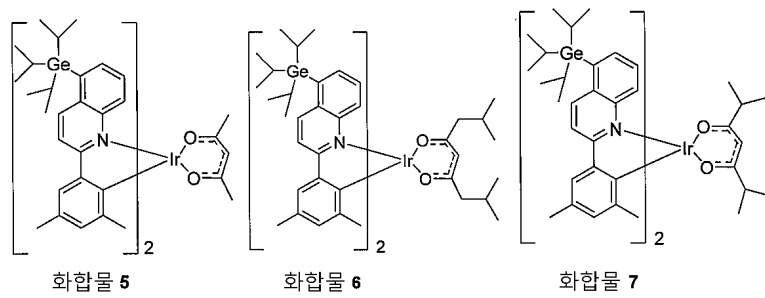
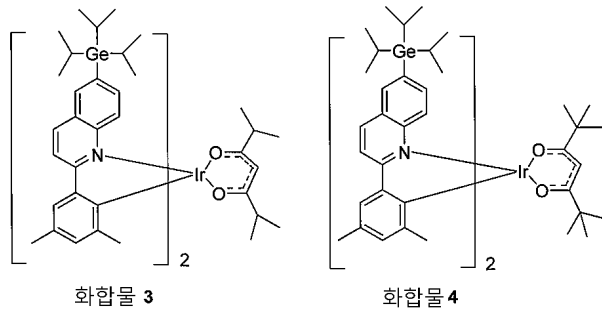
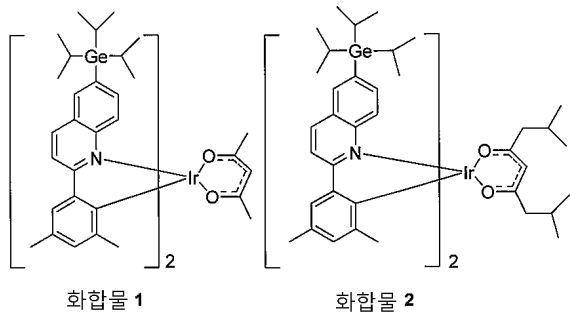
각각의 R', R'' 및 R'''는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ 및 R₆은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술팜닐, 술피닐, 술포닐, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. m은 1, 2 또는 3이다.

[0106]

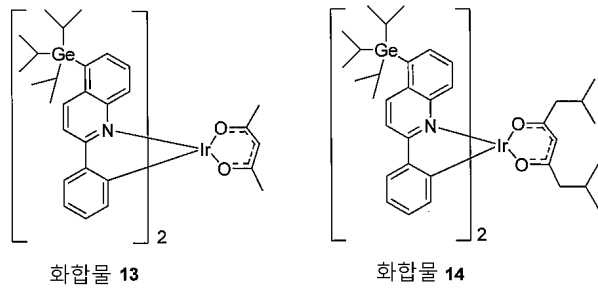
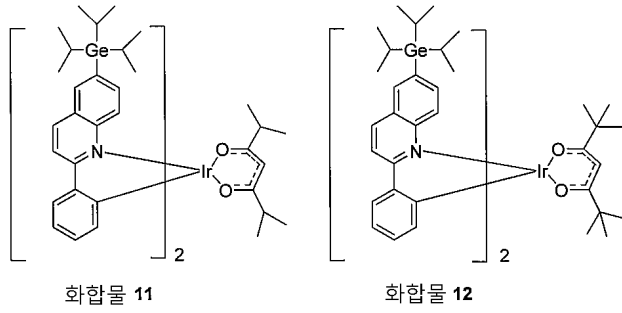
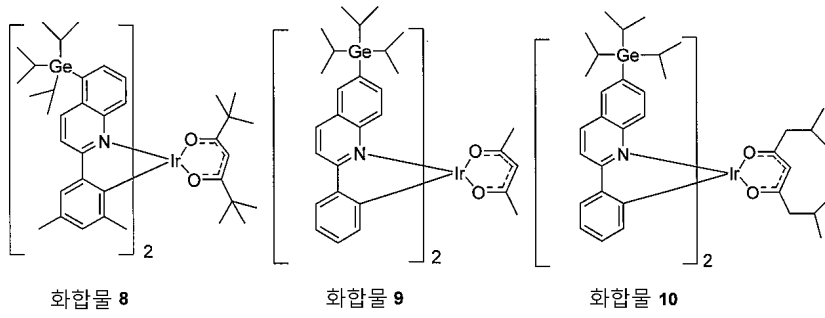
하나의 구체예에서, 각각의 R', R'' 및 R'''는 동일하다. 또다른 구체예에서, 각각의 R', R'' 및 R'''는 3개 이하의 탄소 원자를 갖는 알킬 기이다. 여전히 또다른 구체예에서, 각각의 R', R'' 및 R'''는 상이하다.

[0107] 하나의 구체예에서, 화합물은 호모래픽이다. 또다른 구체예에서, 화합물은 헤테로래픽이다.

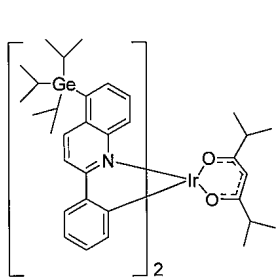
[0108] 게르마늄-함유 물질의 구체적인 비제한적인 예가 제공된다. 하나의 구체예에서, 화합물은 하기로 이루어진 군으로부터 선택된다:



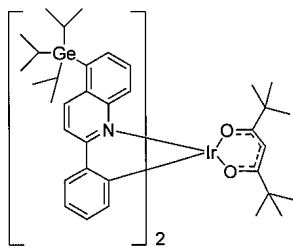
[0109]



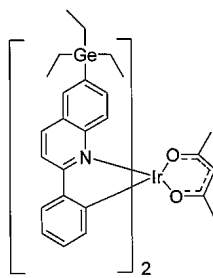
[0110]



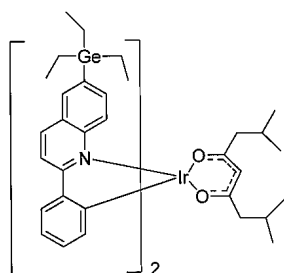
화합물 15



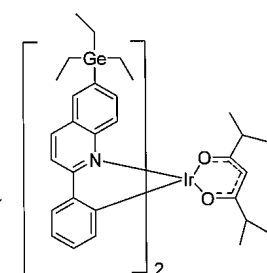
화합물 16



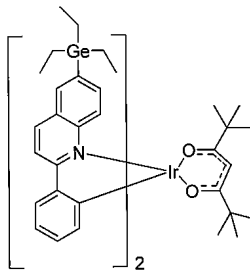
화합물 17



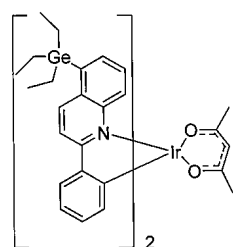
화합물 18



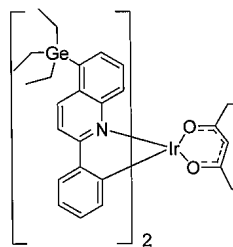
화합물 19



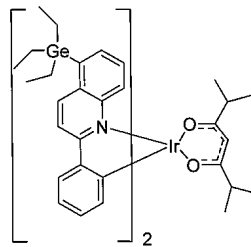
화합물 20



화합물 21

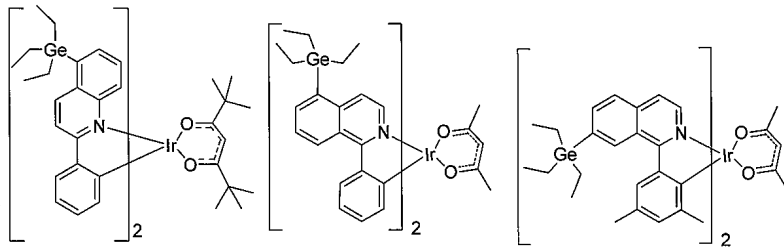


화합물 22



화합물 23

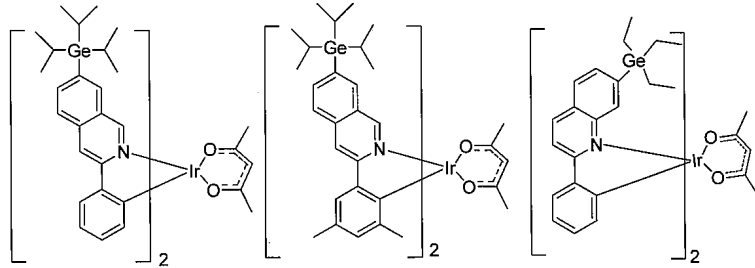
[0111]



화합물 24

화합물 25

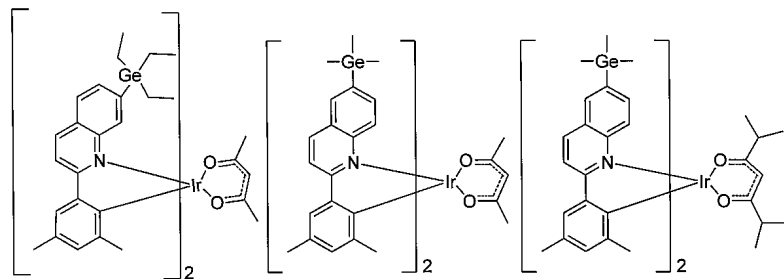
화합물 26



화합물 27

화합물 28

화합물 29

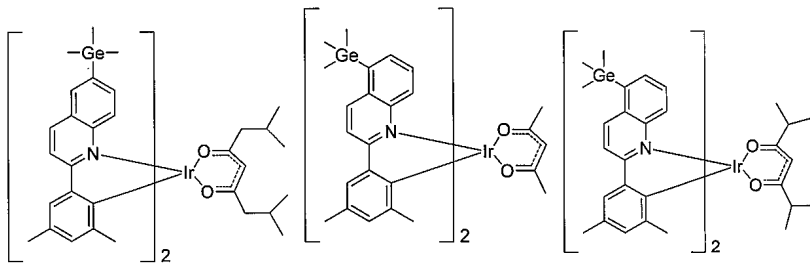


화합물 30

화합물 31

화합물 32

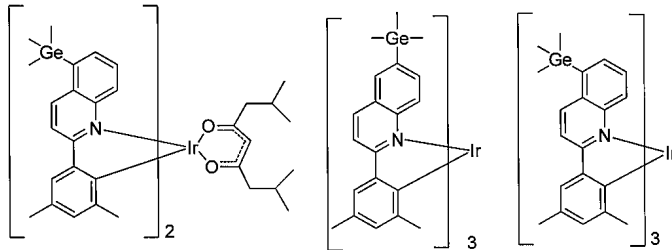
[0112]



화합물 33

화합물 34

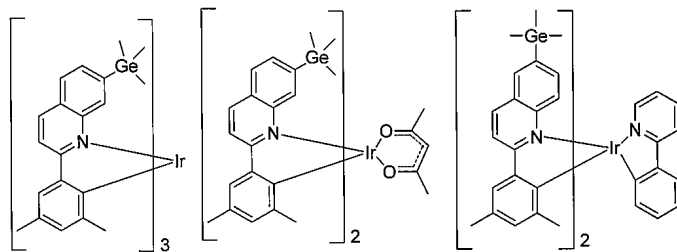
화합물 35



화합물 36

화합물 37

화합물 38

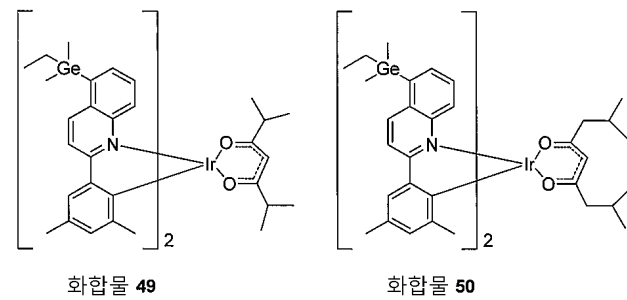
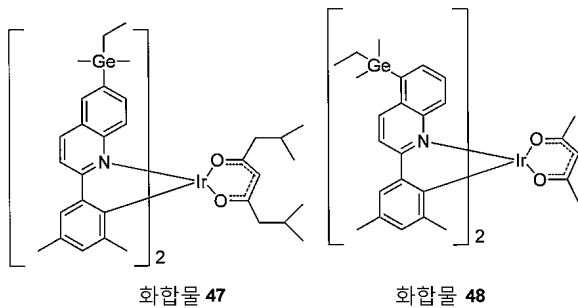
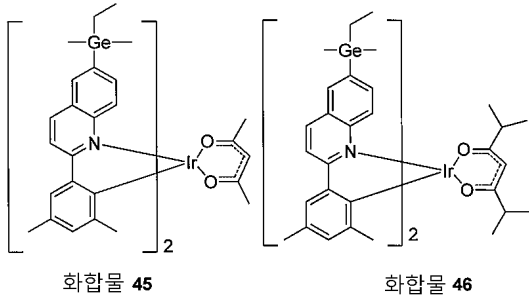
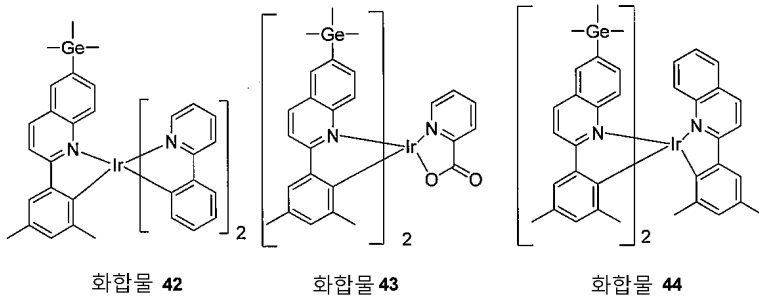


화합물 39

화합물 40

화합물 41

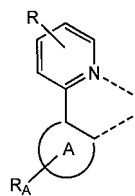
[0113]



추가로, 유기 발광 디바이스를 포함하는 제1의 디바이스가 제공된다. 유기 발광 디바이스는 애노드, 캐소드 및, 애노드와 캐소드의 사이에 배치된 유기층을 더 포함한다. 유기층은 화학식 화학식 $M(L)_x(L_1)_y(L_2)_z$ 를 갖는 화합물을 포함한다.

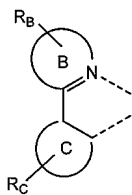
리간드 L은 하기 화학식 I이다:

<화학식 I>



리간드 L_1 은 하기 화학식 II이다:

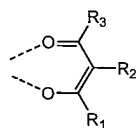
[0121] <화학식 II>

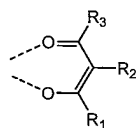


[0122]

[0123] 리간드 L₂는 보조 리간드이다.

[0124] 각각의 L, L₁ 및 L₂는 동일하거나 또는 상이할 수 있다. M은 원자 번호가 40보다 큰 금속이다. x는 1, 2 또는 3이다. y는 0, 1 또는 2이다. z는 0, 1 또는 2이다. x+y+z는 금속 M의 산화 상태이다. R은 Ge를 함유하는 치환기로 더 치환된 융합된 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리이다. A, B 및 C는 각각 독립적으로 5 또는 6-원 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리이다. R_A, R_B 및 R_C는 일치환, 이치환, 삼치환 또는 사치환을 나타낼 수 있다. 각각의 R_A, R_B 및 R_C는 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰, 술피닐, 술폰, 포스포노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. R_A, R_B 및 R_C의 인접하는 치환기는 임의로 결합되어 융합된 고리를 형성한다. 리간드 L은 금속 M에 2좌 배위결합된다.

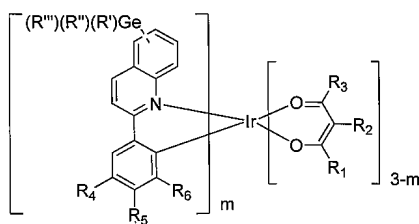


[0125] 하나의 구체예에서, L₂는 이다. R₁, R₂ 및 R₃은 각각 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰, 술피닐, 술폰, 포스포노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다.

[0126] 하나의 구체예에서, Ge는 융합된 카르보시클릭 또는 헤테로시클릭 고리 R에 직접 결합된다.

[0127] 또다른 구체예에서, 화합물은 하기 화학식 III을 갖는다:

[0128] <화학식 III>

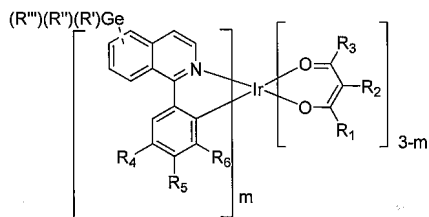


[0129]

[0130] 각각의 R', R'' 및 R'''는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ 및 R₆은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰, 술피닐, 술폰, 포스포노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. m은 1, 2 또는 3이다.

[0131] 여전히 또다른 구체예에서, 화합물은 하기 화학식 IV를 갖는다:

[0132] <화학식 IV>



[0133]

[0134]

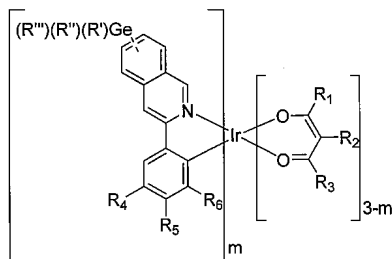
각각의 R', R'' 및 R'''는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ 및 R₆은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술팜닐, 술피닐, 술폰닐, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. m은 1, 2 또는 3이다.

[0135]

추가된 구체예에서, 화합물은 하기 화학식 V를 갖는다:

[0136]

<화학식 V>



[0137]

[0138]

각각의 R', R'' 및 R'''는 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ 및 R₆은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술팜닐, 술피닐, 술폰닐, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. m은 1, 2 또는 3이다.

[0139]

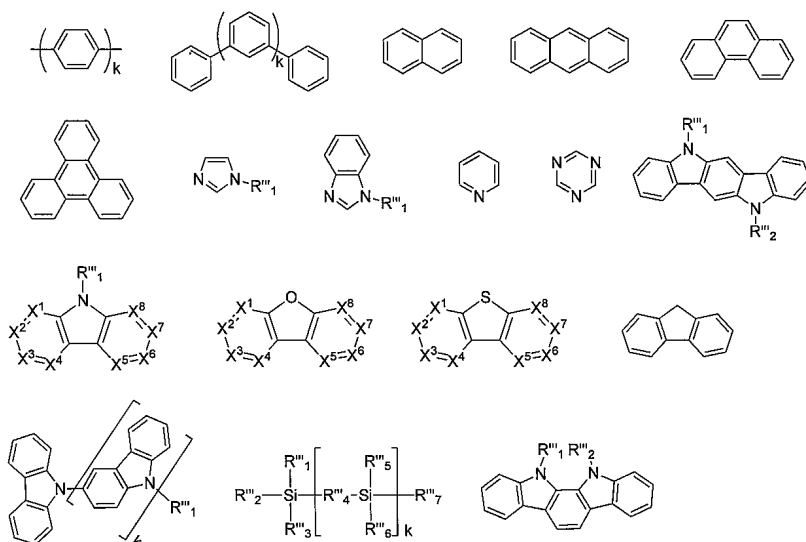
하나의 구체예에서, 각각의 R', R'' 및 R'''는 동일하다. 또다른 구체예에서, 각각의 R', R'' 및 R'''는 3개 이하의 탄소 원자를 갖는 알킬 기이다. 여전히 또다른 구체예에서, 각각의 R', R'' 및 R'''는 상이하다.

[0140]

디바이스에 사용될 수 있는 화합물의 구체적인 비제한적인 예가 제공된다. 하나의 구체예에서, 화합물은 화합물 1 내지 화합물 50으로 이루어진 군으로부터 선택된다.

[0141]

하나의 구체예에서, 유기층은 발광층이며, 화합물은 발광 도펀트이다. 또다른 구체예에서, 유기층은 호스트를 더 포함한다. 바람직하게는, 호스트는 하기로 이루어진 군으로부터 선택된 화학 기 중 하나 이상을 포함하는 화합물이다:



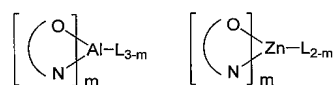
[0142]

[0143]

각각의 R''₁, R''₂, R''₃, R''₄, R''₅, R''₆ 및 R''₇은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알키닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술팜닐, 술피닐, 술포닐, 포스포노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다. k는 0 내지 20의 정수이다. 각각의 X¹, X², X³, X⁴, X⁵, X⁶, X⁷ 및 X⁸은 CH 및 N으로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다.

[0144]

여전히 또다른 구체예에서, 호스트는 금속 착물이다. 추가의 구체예에서, 금속 착물은 하기로 이루어진 군으로부터 선택된다:



[0145]

[0146]

(0-N)은 원자 0 및 N에 배위결합된 금속을 갖는 2차 리간드이다. L은 보조 리간드이다. m은 1 내지 금속에 결합될 수 있는 리간드 최대수의 정수값이다. 바람직하게는, 호스트는 금속 8-하드록시퀴놀레이트이다.

[0147]

하나의 구체예에서, 제1의 디바이스는 소비재이다. 또다른 구체예에서, 제1의 디바이스는 유기 발광 디바이스이다.

[0148]

기타의 물질과의 조합

[0149]

유기 발광 디바이스에서 특정 층에 대하여 유용한 것으로 본원에 기재된 물질은 디바이스에 존재하는 다양한 기타의 물질과의 조합에 사용될 수 있다. 예를 들면, 본원에 개시된 발광 도펀트는 호스트, 수송층, 차단층, 주입층, 전극 및 존재할 수 있는 기타의 층과 결합되어 사용될 수 있다. 하기에 기재되거나 또는 지칭된 물질은 본원에 개시된 화합물과 조합하여 유용할 수 있는 비제한적인 물질이며, 당업자중 하나는 조합에 유용할 수 있는 기타의 물질을 확인하는 문헌을 용이하게 참조할 수 있다.

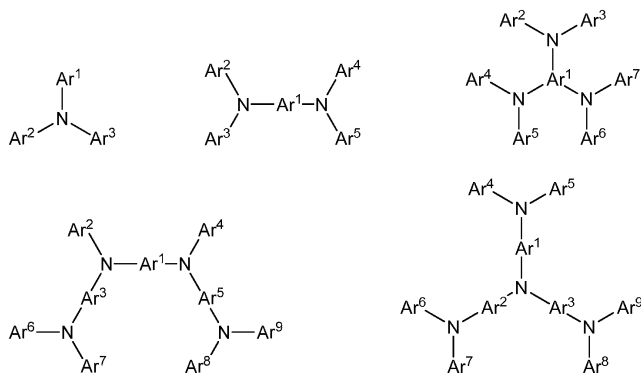
[0150]

HIL/HTL:

[0151]

본 발명에서 사용하고자 하는 정공 주입/수송 물질은 특정하게 한정되지 않으며, 화합물이 정공 주입/수송 물질로서 사용되는 한 임의의 화합물을 사용할 수 있다. 물질의 비제한적인 예로는 프탈로시아닌 또는 포르피린 유도체; 방향족 아민 유도체; 인돌로카르바졸 유도체; 플루오로탄화수소를 포함하는 중합체; 전도성 도펀트를 갖는 중합체; 전도성 중합체, 예컨대 PEDOT/PSS; 포스폰산 및 실란 유도체와 같은 화합물로부터 유도된 자체조립 단량체; 금속 산화물 유도체, 예컨대 MoO_x ; p-형 반도체 유기 화합물, 예컨대 1,4,5,8,9,12-헥사아자트리페닐렌 헥사카르보니트릴; 금속 착물 및 가교성 화합물을 들 수 있다.

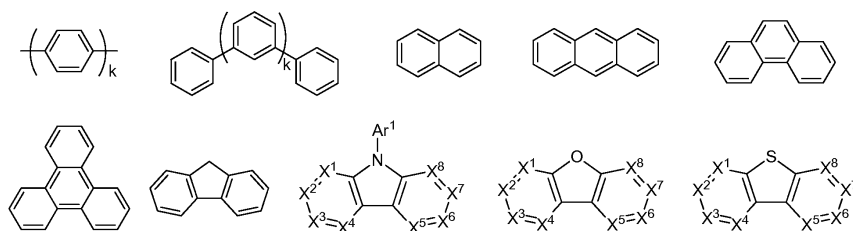
[0152] HIL 또는 HTL에 사용된 방향족 아민 유도체의 비제한적인 예로는 하기 화학식을 들 수 있다:



[0153]

[0154] 각각의 Ar^1 내지 Ar^9 는 벤젠, 비페닐, 트리페닐, 트리페닐렌, 나프탈렌, 안트라센, 페닐렌, 페난트렌, 플루오렌, 피렌, 크리센, 페틸렌, 아줄렌과 같은 방향족 탄화수소 고리형 화합물로 이루어진 군; 디벤조티오펜, 디벤조푸란, 디벤조셀레노펜, 푸란, 티오펜, 벤조푸란, 벤조티오펜, 벤조셀레노펜, 카르바졸, 인돌로카르바졸, 피리딘인돌, 피롤로디피리딘, 피라졸, 이미다졸, 트리아졸, 옥사졸, 티아졸, 옥사디아졸, 옥사트리아졸, 디옥사졸, 티아디아졸, 피리딘, 피리다진, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 옥사진, 옥사티아진, 옥사디아진, 인돌, 벤즈이미다졸, 인다졸, 인독사진, 벤족사졸, 벤즈이속사졸, 벤조티아졸, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 시놀린, 퀴나졸린, 퀴녹살린, 나프티리딘, 프탈라진, 프테리딘, 크산텐, 아크리딘, 페나진, 페노티아진, 펜옥사진, 벤조푸로피리딘, 푸로디피리딘, 벤조티에노피리딘, 티에노디피리딘, 벤조셀레노페노디피리딘 및 셀레노페노디피리딘과 같은 방향족 헤테로시클릭 화합물로 이루어진 군; 및 방향족 탄화수소 고리형 기 및 방향족 헤테로시클릭 기로부터 선택된 동일한 유형 또는 상이한 유형의 군이며 그리고 산소 원자, 질소 원자, 황 원자, 규소 원자, 인 원자, 붕소 원자, 설퍼 구조 단위 및 지방족 고리형 기에 서로 직접 또는 이들 중 1종 이상을 통하여 결합되는 2 내지 10개의 고리형 구조 단위로 이루어진 군으로부터 선택된다. 각각의 Ar은 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알킬닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰닐, 술폰닐, 술폰닐, 포스포노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 치환기로 추가로 치환된다.

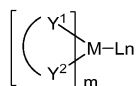
[0155] 하나의 구체예에서, Ar^1 내지 Ar^9 는 하기로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택된다:



[0156]

[0157] k는 1 내지 20의 정수이며; X^1 내지 X^8 은 CH 또는 N이고; Ar^1 은 상기 정의된 바와 동일한 기를 갖는다.

[0158] HIL 또는 HTL에 사용될 수 있는 금속 착물의 비제한적인 예는 하기 화학식을 갖는다:



[0159]

[0160] M은 원자량이 40보다 큰 금속이며; (Y^1-Y^2) 는 2좌 리간드이고, Y^1 및 Y^2 는 C, N, O, P 및 S로부터 독립적으로 선택되며; L은 보조 리간드이며; m은 1 내지 금속에 결합될 수 있는 리간드 최대수의 정수값이고; $m+n$ 은 금속에 결합될 수 있는 리간드 최대수이다.

[0161] 하나의 구체예에서, (Y^1-Y^2) 는 2-페닐피리딘 유도체이다.

[0162] 또다른 구체예에서, (Y^1-Y^2) 는 카르벤 리간드이다.

[0163] 또다른 구체예에서, M은 Ir, Pt, Os 및 Zn으로부터 선택된다.

[0164] 추가의 구체예에서, 금속 착물은 약 0.6 V 미만인 용액중의 최소 산화 전위 대 Fc^+/Fc 커플을 갖는다.

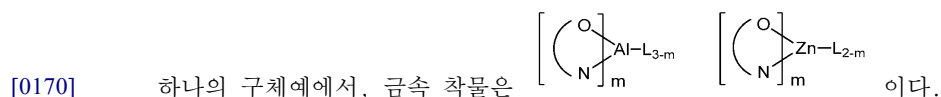
[0165] 호스트:

[0166] 본 발명의 일부 실시양태에서 유기 EL 디바이스의 발광층은 바람직하게는 발광 물질로서 적어도 금속 착물을 포함하며, 도펀트 물질로서 금속 착물을 사용하는 호스트 물질을 포함할 수 있다. 호스트 물질의 예로는 특정하여 한정되지는 않았으나, 임의의 금속 착물 또는 유기 화합물은 호스트의 삼중항 에너지가 도펀트의 것보다 더 크기만 하다면 사용할 수 있다.

[0167] 호스트 물질로서 사용된 금속 착물의 예는 하기 화학식을 갖는 것이 바람직하다:



[0169] M은 금속이고; (Y^3-Y^4) 는 2좌 리간드이고, Y^3 및 Y^4 는 C, N, O, P 및 S로부터 독립적으로 선택되며; L은 보조 리간드이며; m은 1 내지 금속이 결합될 수 있는 리간드 최대수의 정수값이고; m+n은 금속에 결합될 수 있는 리간드 최대수이다.



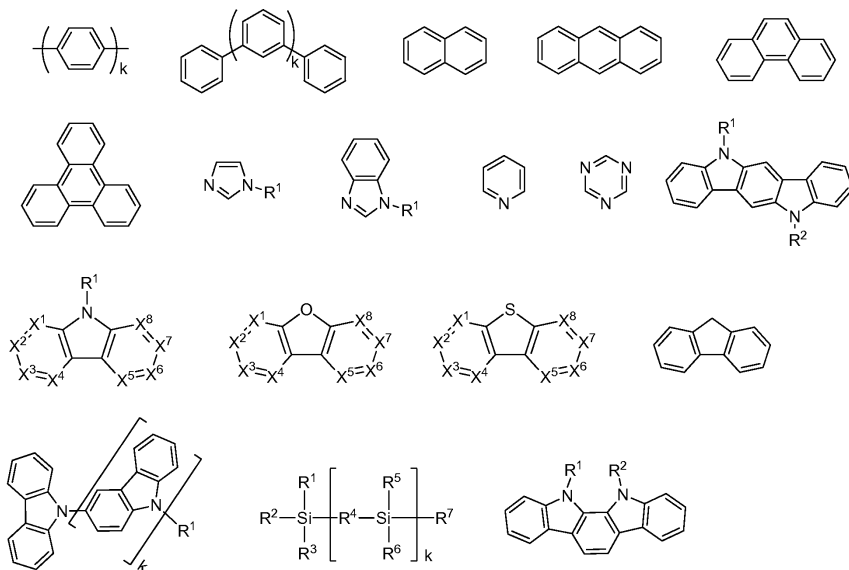
[0171] (O-N)은 원자 O 및 N에 배위 결합된 금속을 갖는 2좌 리간드이다.

[0172] 또다른 구체예에서, M은 Ir 및 Pt로부터 선택된다.

[0173] 추가의 구체예에서, (Y^3-Y^4) 는 카르벤 리간드이다.

[0174] 호스트 물질로서 사용된 유기 화합물의 예는 방향족 탄화수소 고리형 화합물, 예컨대 벤젠, 비페닐, 트리페닐, 트리페닐렌, 나프탈렌, 안트라센, 페날렌, 페난트렌, 플루오렌, 피렌, 크리센, 페틸렌, 아줄렌으로 이루어진 군; 방향족 헤테로시클릭 화합물, 예컨대 디벤조티오펜, 디벤조푸란, 디벤조셀레노펜, 푸란, 티오펜, 벤조푸란, 벤조티오펜, 벤조셀레노펜, 카르바졸, 인돌로카르바졸, 피리딜인돌, 피롤로디피리딘, 피라졸, 이미다졸, 트리아졸, 옥사졸, 티아졸, 옥사디아졸, 옥사트리아졸, 디옥사졸, 티아디아졸, 피리딘, 피리다진, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 옥사진, 옥사티아진, 옥사디아진, 인돌, 벤즈이미다졸, 인다졸, 인독사진, 벤족사졸, 벤즈이속사졸, 벤조티아졸, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 신놀린, 퀴나졸린, 퀴녹살린, 나프티리딘, 프탈라진, 프테리딘, 크산텐, 아크리딘, 페나진, 페노티아진, 펜옥사진, 벤조푸로피리딘, 푸로디피리딘, 벤조티에노피리딘, 티에노디피리딘, 벤조셀레노페노디피리딘 및 셀레노페노디피리딘으로 이루어진 군; 및 방향족 탄화수소 고리형 기 및 방향족 헤테로시클릭 기로부터 선택된 동일한 유형 또는 상이한 유형의 기이며 그리고 서로 직접 결합되거나 또는 산소 원자, 질소 원자, 황 원자, 규소 원자, 인 원자, 붕소 원자, 쇠 구조 단위 및 지방족 고리형 기 중 1종 이상에 의하여 결합되는 2 내지 10개의 고리형 구조 단위로 이루어진 군으로부터 선택된 물질을 들 수 있다. 각각의 기는 수소, 중수소, 할라이드, 알킬, 시클로알킬, 헤테로알킬, 아릴알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아미노, 실릴, 알케닐, 시클로알케닐, 헤테로알케닐, 알킬닐, 아릴, 헤테로아릴, 아실, 카르보닐, 카르복실산, 에스테르, 니트릴, 이소니트릴, 술폰닐, 술폰닐, 술폰닐, 포스피노 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 치환기로 추가로 치환된다.

[0175] 하나의 구체예에서, 호스트 화합물은 분자에서 하기 기 중 1종 이상을 포함한다:



[0176]

[0177] R¹ 내지 R⁷은 수소, 중수소, 알킬, 알콕시, 아미노, 알케닐, 알키닐, 아릴알킬, 헤테로알킬, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 독립적으로 선택되며, 아릴 또는 헤테로아릴인 경우, 전술한 Ar과 유사한 정의를 갖는다.

[0178] k는 0 내지 20의 정수이다.

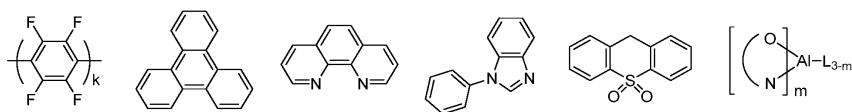
[0179] X¹ 내지 X⁸은 CH 또는 N으로부터 선택된다.

[0180] HBL:

[0181] 정공 차단층(HBL)은 발광층에서 배출되는 정공 및/또는 엑시톤의 수를 감소시키는데 사용될 수 있다. 디바이스에서의 이러한 차단층의 존재는 실질적으로 차단층이 결여된 유사한 디바이스에 비하여 더 높은 효율을 초래할 수 있다. 또한, 차단층은 OLED의 소정의 부위로 방출을 한정시키는데 사용될 수 있다.

[0182] 하나의 구체예에서, HBL에 사용된 화합물은 상기 기재된 호스트로서 사용된 동일한 분자를 함유한다.

[0183] 또다른 구체예에서, HBL에 사용된 화합물은 분자내에서 하기 기 중 하나 이상을 함유한다:



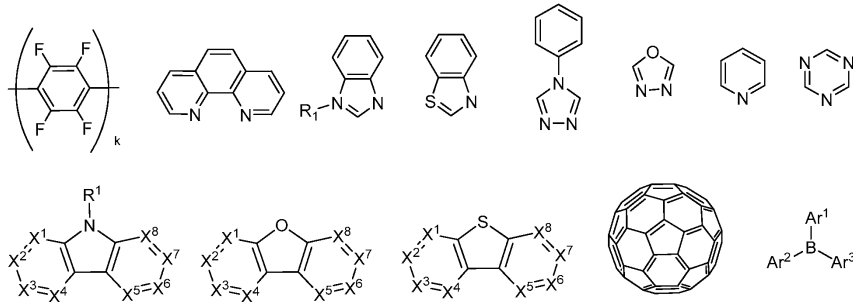
[0184]

[0185] k는 0 내지 20의 정수이고; L은 보조 리간드이고, m은 1 내지 3의 정수이다.

[0186] ETL:

[0187] 전자 수송층(ETL)은 전자를 수송할 수 있는 물질을 포함할 수 있다. 전자 수송층은 고유하거나(도핑되지 않음) 또는 도핑될 수 있다. 도핑은 전도율을 향상시키는데 사용될 수 있다. ETL 물질의 예는 특정하게 한정되지는 않았으며, 임의의 금속 착물 또는 유기 화합물은 통상적으로 전자를 수송하는데 사용되는 한 사용될 수 있다.

[0188] 하나의 실시양태에서, ETL에 사용되는 화합물은 분자에서 하기 기 중 1종 이상을 포함한다:



[0189]

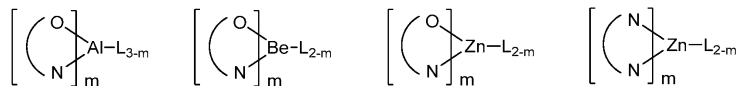
[0190] R^1 은 수소, 알킬, 알콕시, 아미노, 알케닐, 알키닐, 아릴알킬, 헤테로알킬, 아릴 및 헤테로아릴로 이루어진 군으로부터 선택되며, 아릴 또는 헤테로아릴인 경우, 전술한 Ar과 유사한 정의를 갖는다.

[0191] Ar^1 내지 Ar^3 은 전술한 Ar과 유사한 정의를 갖는다.

[0192] k 는 0 내지 20의 정수이다.

[0193] X^1 내지 X^8 은 CH 또는 N으로부터 선택된다.

[0194] 또다른 구체예에서, ETL에 사용된 금속 착물은 하기의 화학식을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다:



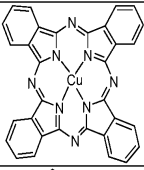
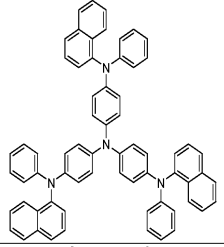
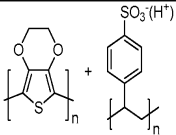
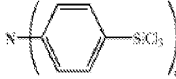
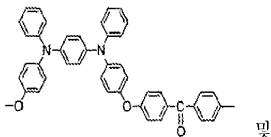
[0195]

[0196] (O-N) 또는 (N-N)은 원자 O, N 또는 N,N에 배위 결합된 금속을 갖는 2좌 리간드이며; L은 보조 리간드이며; m 은 1 내지 금속에 결합될 수 있는 리간드 최대수의 정수값이다.

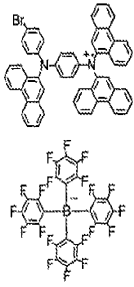
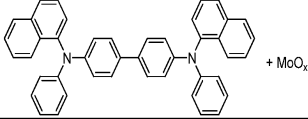
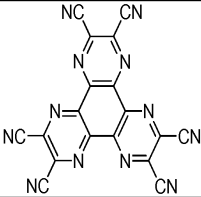
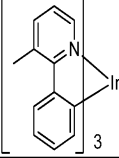
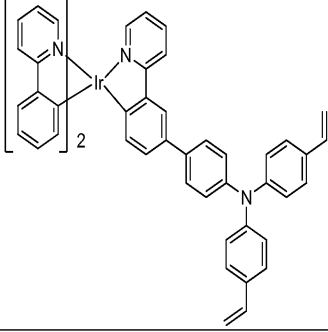
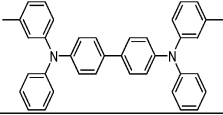
[0197] OLED 디바이스의 각각의 층에 사용된 임의의 전술한 화합물에서, 수소 원자는 부분적으로 또는 완전 중수소화될 수 있다.

[0198] 본원에 개시된 물질 이외에 및/또는 이와 조합하여, 다수의 정공 주입 물질, 정공 수송 물질, 호스트 물질, 도펀트 물질, 엑시톤/정공 차단층 물질, 전자 수송 및 전자 주입 물질이 OLED에 사용될 수 있다. 본원에 개시된 물질과 조합하여 OLED에 사용될 수 있는 물질의 비제한적인 예는 하기 표 1에 제시되어 있다. 하기 표 1은 물질의 비제한적인 유형, 각각의 유형에 대한 화합물의 비제한적인 예 및 물질을 개시하는 참고 문헌을 제시한다.

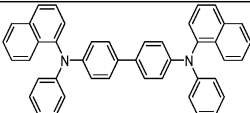
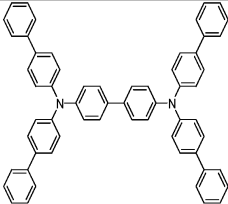
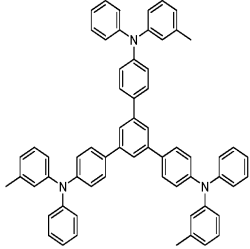
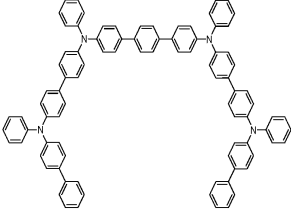
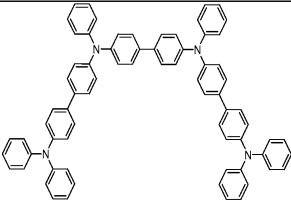
[0199] <표 1>

물질	물질의 예	문헌
정공 주입 물질		
프탈로시아닌 및 포르피린 화합물		Appl. Phys. Lett. 69, 2160 (1996)
스타버스트 트리아릴아민		J. Lumin. 72-74, 985 (1997)
CF _x 플루오로탄화수소 중합체	$\left[\text{CH}_x\text{F}_y \right]_n$	Appl. Phys. Lett. 78, 673 (2001)
전도성 중합체 (예, PEDOT:PSS, 폴리아닐린, 폴리티오펜)		Synth. Met. 87, 171 (1997) WO2007002683
포스폰산 및 실란 SAM		US20030162053
전도성 도펀트를 갖는 트리아릴아민 또는 폴리티오펜 중합체		EA01725079A1

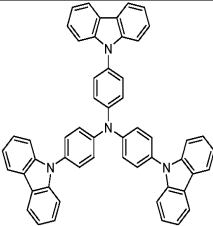
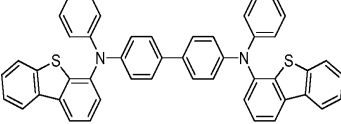
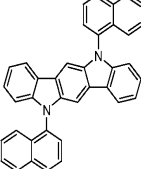
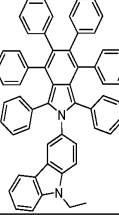
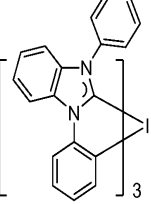
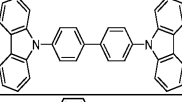
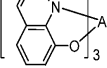
[0200]

		
몰리브덴 및 텅스텐 산화물과 같은 금속 산화물과 착물을 형성한 아릴아민	 + MoO _x	SID Symposium Digest, 37, 923 (2006) WO2009018009
반도체 유기 착물		US20020158242
금속 유기금속 착물		US20060240279
교차 화합물		US20080220265
정공 수송 물질		
트리아릴아민 (예, TPD, α-NPD)		Appl. Phys. Lett. 51, 913 (1987)

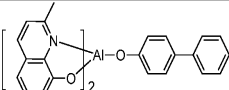
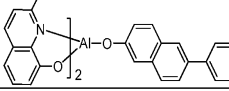
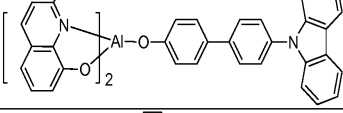
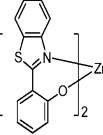
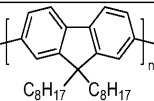
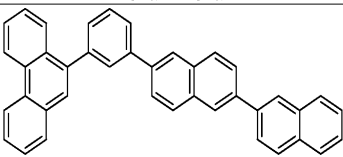
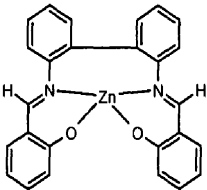
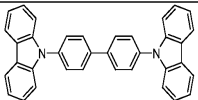
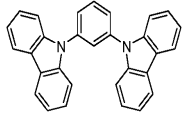
[0201]

		US5061569
		EP650955
		J. Mater. Chem. 3, 319 (1993)
		Appl. Phys. Lett. 90, 183503 (2007)
		Appl. Phys. Lett. 90, 183503 (2007)
스피로플루오렌 코어상의 트리아릴아민		Synth. Met. 91, 209 (1997)

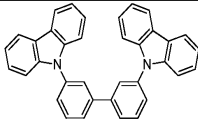
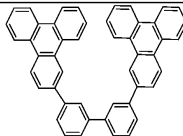
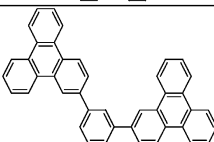
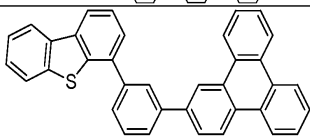
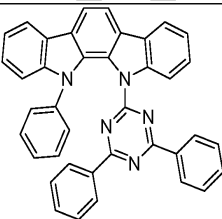
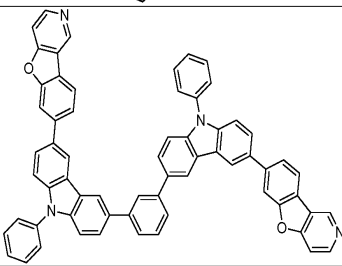
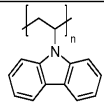
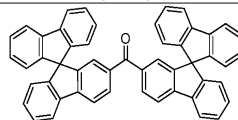
[0202]

아릴아민 카르바졸 화합물		Adv. Mater. 6, 677 (1994), US20080124572
(디)벤조티오펜/ (디)벤조푸란과의 트리아릴아민		US20070278938, US20080106190
인돌로카르바졸		Synth. Met. 111, 421 (2000)
이소인돌 화합물		Chem. Mater. 15, 3148 (2003)
금속 카르벤 착물		US20080018221
인광 OLED 호스트 물질		
적색 호스트		
아릴카르바졸		Appl. Phys. Lett. 78, 1622 (2001)
금속 8-히드록시퀴놀레이트 (예, Alq ₃ , BAlq)		Nature 395, 151 (1998)

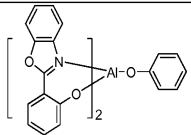
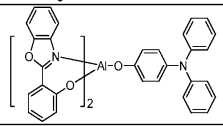
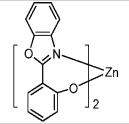
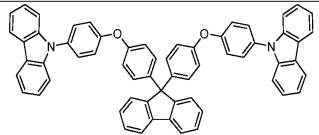
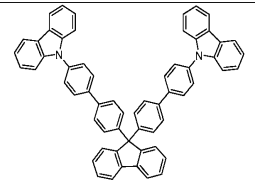
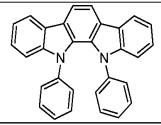
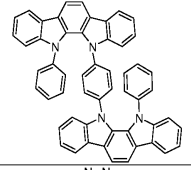
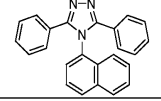
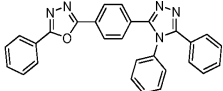
[0203]

		US20060202194
		WO2005014551
		WO2006072002
금속 켈옥시벤조티아졸 화합물		Appl. Phys. Lett. 90, 123509 (2007)
공액 올리고머 및 중합체 (예, 폴리플루오렌)		Org. Electron. 1, 15 (2000)
방향족 융합 고리		WO2009066779, WO2009066778, WO2009063833, US20090045731, US20090045730, WO2009008311, US20090008605, US20090009065
아연 착물		WO2009062578
녹색 호스트		
아릴카르바졸		Appl. Phys. Lett. 78, 1622 (2001)
		US20030175553

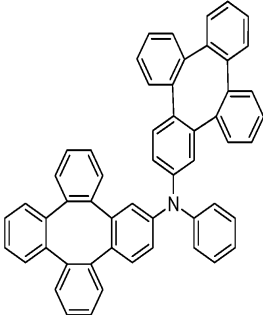
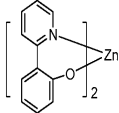
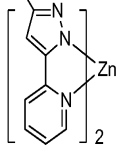
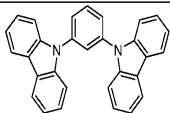
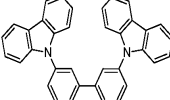
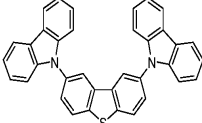
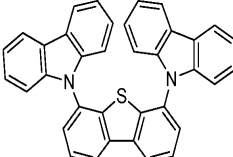
[0204]

		WO2001039234
아릴트리페닐렌 화합물		US20060280965
		US20060280965
		WO2009021126
공여체 수용체 타입 분자		WO2008056746
아자-카르바졸/DBT/DBF		JP2008074939
중합체(예, PVK)		Appl. Phys. Lett. 77, 2280 (2000)
스피로플루오렌 화합물		WO2004093207

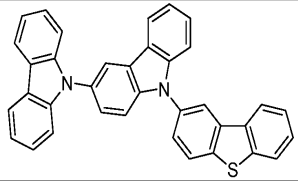
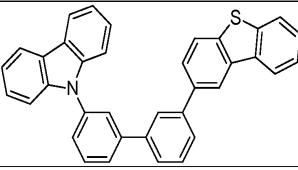
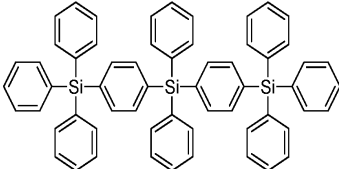
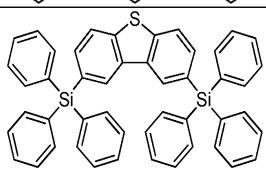
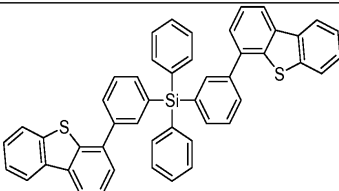
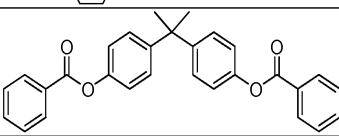
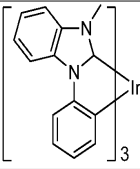
[0205]

금속 펜옥시벤조옥사졸 화합물		WO2005089025
		WO2006132173
		JP200511610
스피로플루오렌-카르바졸 화합물		JP2007254297
		JP2007254297
인돌로카르바졸		WO2007063796
		WO2007063754
5-원 고리 전자 결여 헤테로사이클 (예, 트리아졸, 옥사디아졸)		J. Appl. Phys. 90, 5048 (2001)
		WO2004107822

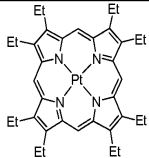
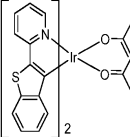
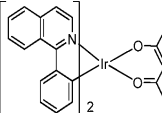
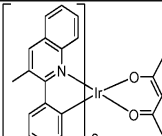
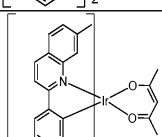
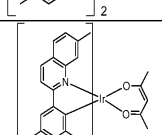
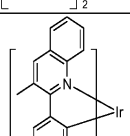
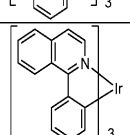
[0206]

테트라페닐렌 착물		US20050112407
금속 펜옥시피리딘 화합물		WO2005030900
금속 배위 결합 착물 (예, N^N 리간드를 갖는 Zn, Al)		US20040137268, US20040137267
청색 호스트		
아릴카르바졸		Appl. Phys. Lett, 82, 2422 (2003)
		US20070190359
디벤조티오오펜/디벤조푸란-카르바졸 화합물		WO2006114966, US20090167162
		US20090167162

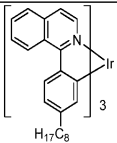
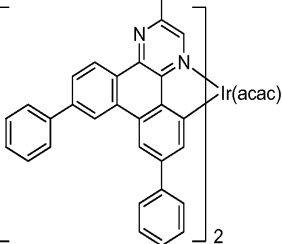
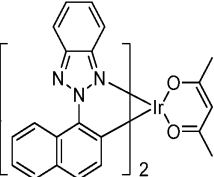
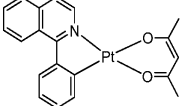
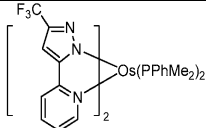
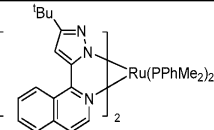
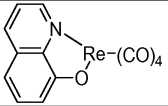
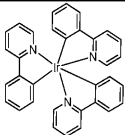
[0207]

		WO2009086028
		US20090030202, US20090017330
규소 아릴 화합물		US20050238919
		WO2009003898
규소/게르마늄 아릴 화합물		EP2034538A
아릴 벤조일 에스테르		WO2006100298
고 삼중항 금속 유기금속 착물		US7154114
인광 도펀트		
적색 도펀트		

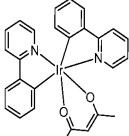
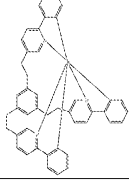
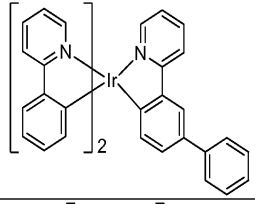
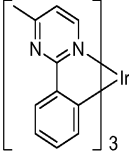
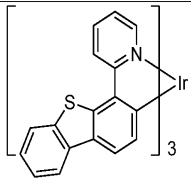
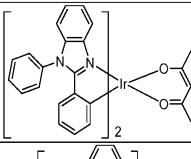
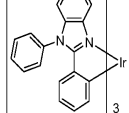
[0208]

중금속 포르피린 (예, PtOEP)		Nature 395, 151 (1998)
이리듐(III) 유기금속 착물		Appl. Phys. Lett. 78, 1622 (2001)
		US2006835469
		US2006835469
		US20060202194
		US20060202194
		US20070087321
		US20070087321

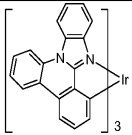
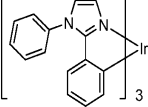
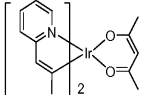
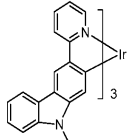
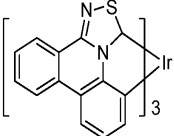
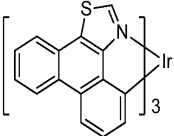
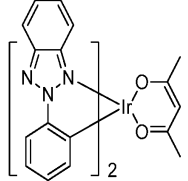
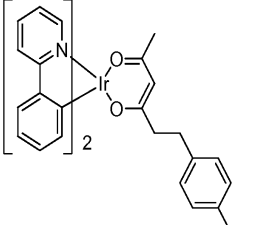
[0209]

		Adv. Mater. 19, 739 (2007)
		WO2009100991
		WO2008101842
백금(II) 유기금속 착물		WO2003040257
오스뮴(III) 착물		Chem. Mater. 17, 3532 (2005)
루테튬(II) 착물		Adv. Mater. 17, 1059 (2005)
레늄(I), (II) 및 (III) 착물		US20050244673
녹색 도펀트		
이리듐(III) 유기금속 착물		Inorg. Chem. 40, 1704 (2001)

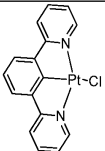
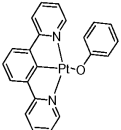
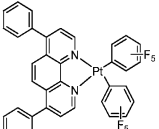
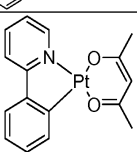
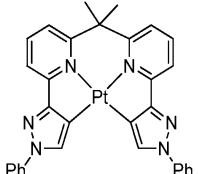
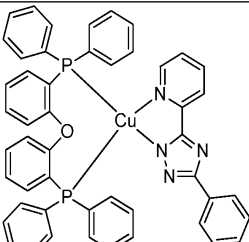
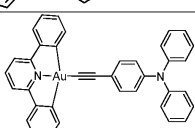
[0210]

	몇 그의 유도체	
		US20020034656
		US7332232
		US20090108737
		US20090039776
		US6921915
		US6687266
		Chem. Mater. 16, 2480 (2004)

[0211]

		US20070190359
		US 20060008670 JP2007123392
		Adv. Mater. 16, 2003 (2004)
		Angew. Chem. Int. Ed. 2006, 45, 7800
		WO2009050290
		US20090165846
		US20080015355
중합체 금속 유기금속 화합물에 대한 단량체		US7250226, US7396598

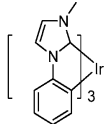
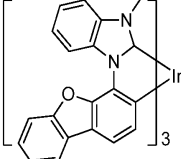
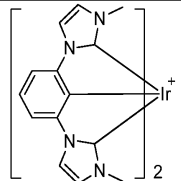
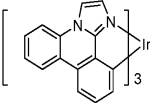
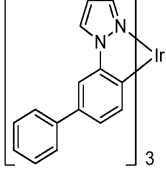
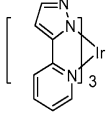
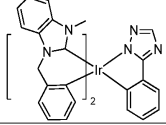
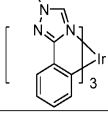
[0212]

다좌 배위자 리간드를 포함하는 Pt(II) 유기금속 착물		Appl. Phys. Lett. 86, 153505 (2005)
		Appl. Phys. Lett. 86, 153505 (2005)
		Chem. Lett. 34, 592 (2005)
		WO2002015645
		US20060263635
Cu 착물		WO2009000673
금 착물		Chem. Commun. 2906 (2005)

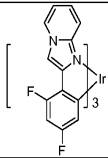
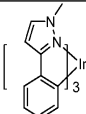
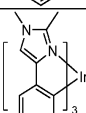
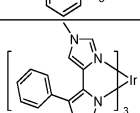
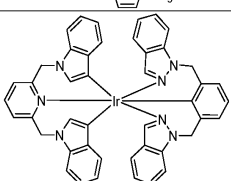
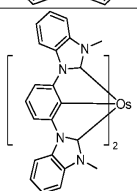
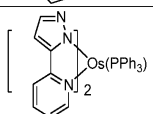
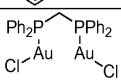
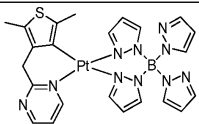
[0213]

레늄(III) 착물		Inorg. Chem. 42, 1248 (2003)
중수소화 유기금속 착물		US20030138657
2종 이상의 금속 중심을 갖는 유기금속 착물		US20030152802
		US7090928
청색 도판트		
이리듐(III) 유기금속 착물		WO2002002714
		WO2006009024
		US20060251923

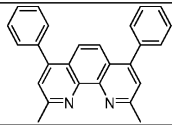
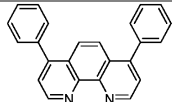
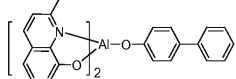
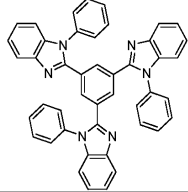
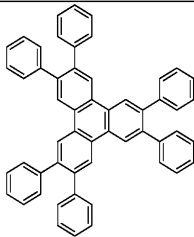
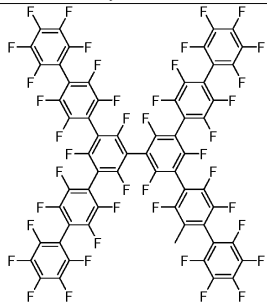
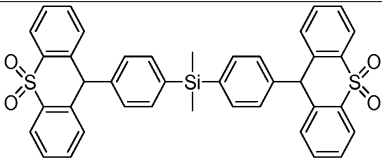
[0214]

		US7393599, WO2006056418, US20050260441, WO2005019373
		US7534505
		US7445855
		US20070190359, US20080297033
		US7338722
		US20020134984
		Angew. Chem. Int. Ed. 47, 1 (2008)
		Chem. Mater. 18, 5119 (2006)

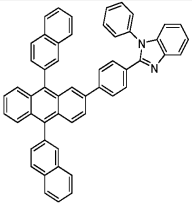
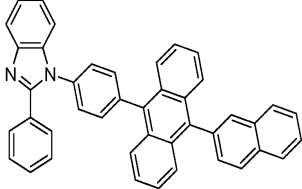
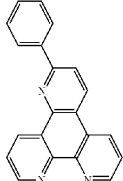
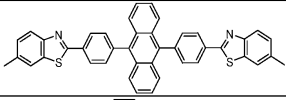
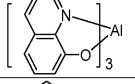
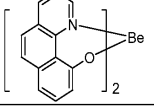
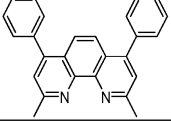
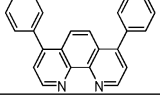
[0215]

		Inorg. Chem. 46, 4308 (2007)
		WO2005123873
		WO2005123873
		WO2007004380
		WO2006082742
오스뮴(II) 착물		US7279704
		Organometallics 23, 3745 (2004)
금 착물		Appl. Phys. Lett. 74, 1361 (1999)
백금(II) 착물		WO2006098120, WO2006103874
엑시톤/정공 차단층 물질		

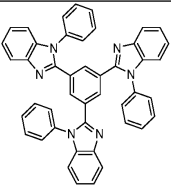
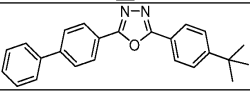
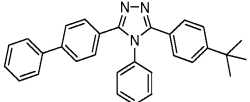
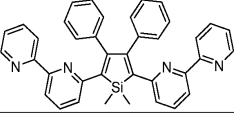
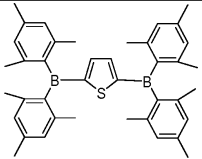
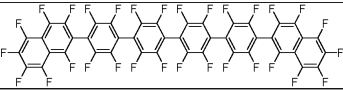
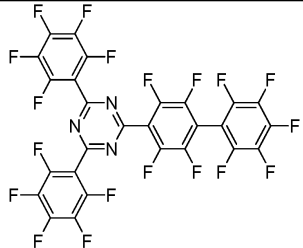
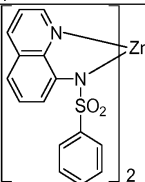
[0216]

바토쿠프린 화합물 (예, BCP, BPhen)		Appl. Phys. Lett. 75, 4 (1999)
		Appl. Phys. Lett. 79, 449 (2001)
금속 8-히드록시퀴놀레이트 (예, BAlq)		Appl. Phys. Lett. 81, 162 (2002)
5-원 고리 전자 결여 헤테로사이클, 예컨대 트리아졸, 옥사디아졸, 이미다졸, 벤조이미다졸		Appl. Phys. Lett. 81, 162 (2002)
트리페닐렌 화합물		US20050025993
불소화 방향족 화합물		Appl. Phys. Lett. 79, 156 (2001)
페노티아진-S-옥시드		WO2008132085
전자 수송 물질		

[0217]

안트라센-벤조이미다졸 화합물		WO2003060956
		US20090179554
아자 트리페닐렌 유도체		US20090115316
안트라센-벤조티아졸 화합물		Appl. Phys. Lett. 89, 063504 (2006)
금속 8-히드록시퀴놀레이트 (예, Alq ₃ , Zrq ₄)		Appl. Phys. Lett. 51, 913 (1987) US7230107
금속 히드록시 벤조퀴놀레이트		Chem. Lett. 5, 905 (1993)
바도큐프린 화합물, 예컨대 BCP, BPhen, 등		Appl. Phys. Lett. 91, 263503 (2007)
		Appl. Phys. Lett. 79, 449 (2001)

[0218]

5-원 고리 전자 결여 헤테로사이클 (예, 트리아졸, 옥사디아졸, 이미다졸, 벤조이미다졸)		Appl. Phys. Lett. 74, 865 (1999)
		Appl. Phys. Lett. 55, 1489 (1989)
		Jpn. J. Apply. Phys. 32, L917 (1993)
실물 화합물		Org. Electron. 4, 113 (2003)
아릴보란 화합물		J. Am. Chem. Soc. 120, 9714 (1998)
불소화 방향족 화합물		J. Am. Chem. Soc. 122, 1832 (2000)
풀러렌(예, C60)		US20090101870
트라이진 착물		US20040036077
Zn(N^N) 착물		US6528187

[0219]

[0220]

실현

[0221]

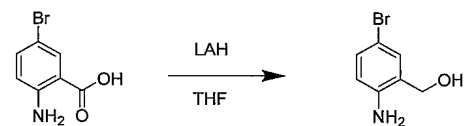
화합물 실시예

[0222]

실시예 1

[0223]

화합물 31의 합성



[0224]

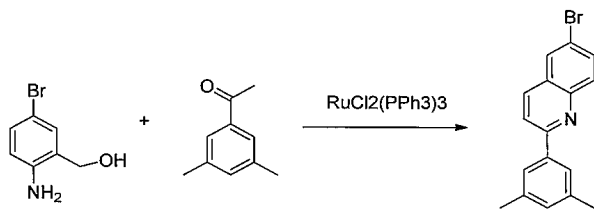
[0225]

(2-아미노-6-브로모페닐)메탄올의 합성

[0226]

2-아미노-5-브로모벤조산(25.0 g, 113 mmol)을 500 ml 2-목 둥근 바닥 플라스크내의 120 ml의 무수 THF에 용해시켰다. 용액을 빙수조로 냉각시켰다. 그후, 170 ml의 1.0 M 수소화리튬알루미늄(LAH) THF 용액을 적가하였다.

모든 LAH를 첨가한 후, 반응 혼합물을 실온으로 가온되도록 한 후, 실온에서 밤새 교반하였다. 약 10 ml의 물을 반응 혼합물에 첨가한 후, 7 g의 15% NaOH를 첨가하였다. 추가의 20 g의 물을 반응 혼합물에 첨가하였다. 유기 THF 상을 기올려 따르고, 고체를 약 200 ml 에틸 아세테이트와 함께 첨가하고, 교반하였다. 에틸 아세테이트 유기 분획 및 THF 분획을 합하고, Na₂SO₄를 건조제로서 첨가하였다. 혼합물을 여과하고, 증발시켰다. 약 20 g의 황색 고체를 다음 단계 반응을 위하여 추가로 정제하지 않고 얻었다.



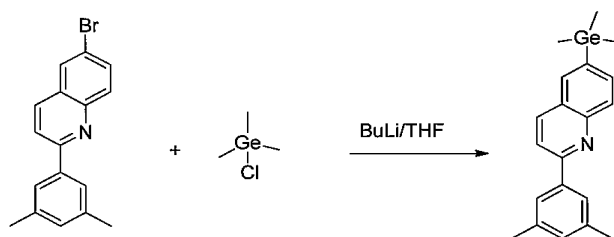
[0227]

[0228]

6-브로모-2-(3,5-디메틸페닐)퀴놀린의 합성

[0229]

(2-아미노-5-브로모페닐)메탄올(22 g, 109 mmol), 3,5-디메틸아세트페논(24.2 g, 163 mmol), RuCl₂(PPh₃)₃(1.05 g, 1.09 mmol), KOH(11.0 g, 196 mmol)를 270 ml의 톨루엔 중에서 18 시간 동안 환류시켰다. 물을 딘-스타크(Dean-stark) 트랩을 사용하여 반응으로부터 수집하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각되도록 하고, 실리카 겔 플러그를 통하여 여과하고, 헥산 중의 5% 에틸 아세테이트로 용출시켰다. 생성물을 쿠겔러(Kugelrohr) 증류 및 메탄올로부터의 결정화에 의하여 추가로 정제하였다.



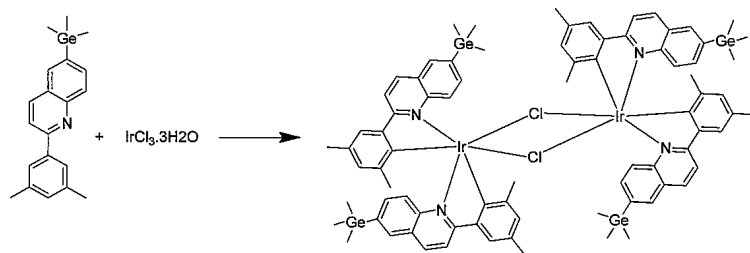
[0230]

[0231]

2-(3,5-디메틸페닐)-6-(트리메틸게르밀)퀴놀린의 합성

[0232]

6-브로모-2-(3,5-디메틸페닐)퀴놀린(6.0 g, 19.2 mmol) 및 150 ml 무수 THF를 2-목 둥근 바닥 플라스크에 첨가하고, -78℃로 냉각시켰다. 8.46 ml BuLi(헥산 중의 2.5 M)를 적가하였다. 용액을 45 분 동안 -78℃에서 교반하고, 2.83 ml(23.06 mmol)의 클로로트리메틸게르만을 주사기로 서서히 첨가하였다. 용액을 밤새 교반하였다. 반응 혼합물을 헥산 중의 5% 에틸 아세테이트에 의하여 컬럼으로 정제하고, 증류시켰다. 약 4.1 g 백색 슬라이드를 헥산으로부터 결정화시켜 얻었다. GC-MS에 의하여 소정의 생성물을 확인하였다.



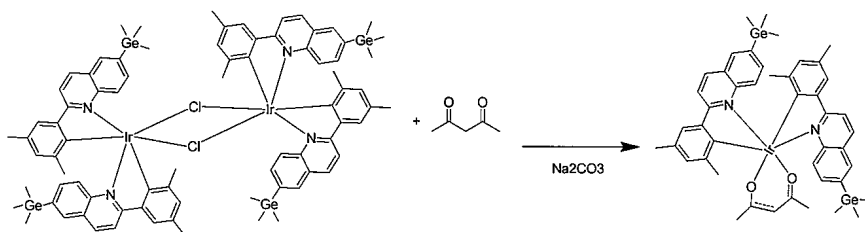
[0233]

[0234]

이리듐 이량체의 합성

[0235]

2-(3,5-디메틸페닐)-6-(트리메틸게르밀)퀴놀린(2.4 g, 6.86 mmol), IrCl₃ 수화물(0.635 g, 1.74 mmol), 60 ml 2-에톡시에탄올 및 20 ml 물을 둥근 바닥 플라스크에 넣었다. 반응 혼합물을 질소에서 밤새 환류 가열하였다. 반응 혼합물을 냉각시키고, 여과하였다. 고체를 메탄올로 세정하고, 건조시켰다. 다음 단계 반응을 위하여 약 1.1 g 이량체를 얻었다.



[0236]

[0237]

화합물 31의 합성

[0238]

최종 단계로부터의 이량체(1.1 g, 0.594 mmol), Na_2CO_3 (0.63 g, 5.94 mmol), 펜탄-2,4-디온(0.595 g, 5.94 mmol) 및 약 70 ml 2-에톡실에탄올을 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 24 시간 동안 교반하였다. 용출제로서 헥산 중의 15% 에틸 아세테이트를 사용하는 실리카 컬럼 크로마토그래피로 처리한 후 0.6 g 최종 생성물을 얻었다. 화합물을 LC-MS로 확인하였다.

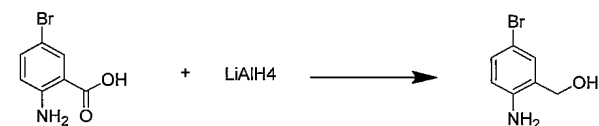
[0239]

실시예 2

[0240]

화합물 1의 합성

[0241]



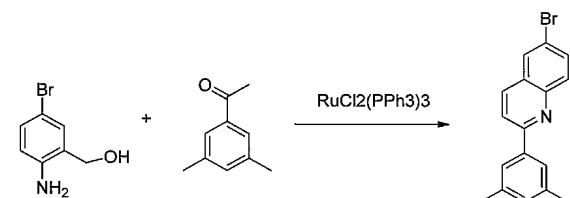
[0242]

(2-아미노-5-브로모페닐)메탄올의 합성

[0243]

2-아미노-5-브로모벤조산(25.0 g, 113 mmol)을 500 ml 2-목 둥근 바닥 플라스크내에서 120 ml의 무수 THF에 용해시켰다. 용액을 빙수조로 냉각시켰다. 그후, 170 ml의 1.0 M 수소화리튬알루미늄(LAH) THF 용액을 적가하였다. LAH 전부를 첨가한 후, 반응 혼합물을 실온 이하로 가온되도록 하고, 실온에서 밤새 교반하였다. 약 10 ml의 물을 반응 혼합물에 첨가한 후, 7 g 15% NaOH를 첨가하였다. 추가의 20 g의 물을 반응 혼합물에 첨가하였다. 유기 THF 상을 기올러 따르고, 고체를 약 200 ml 에틸 아세테이트와 함께 첨가하고, 교반하였다. 에틸 아세테이트 유기 분획 및 THF 분획을 합하고, Na_2SO_4 를 건조제로서 첨가하였다. 혼합물을 여과하고, 증발시켰다. 약 20 g 황색 고체를 다음 단계 반응을 위하여 추가로 정제하지 않고 얻었다.

[0244]



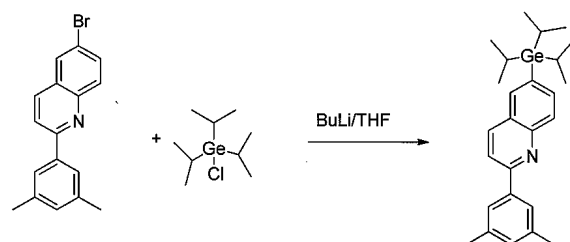
[0245]

6-브로모-2-(3,5-디메틸페닐)퀴놀린의 합성

[0246]

(2-아미노-5-브로모페닐)메탄올(22 g, 109 mmol), 3,5-디메틸아세트페논(24.2 g, 163 mmol), $\text{RuCl}_2(\text{PPh}_3)_3$ (1.05 g, 1.09 mmol), KOH(11.0 g, 196 mmol)를 270 ml의 톨루엔 중에서 18 시간 동안 환류시켰다. 딥-스타크 트랩을 사용하여 반응으로부터 물을 수집하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각되도록 하고, 실리카 겔을 통하여 여과하고, 헥산 중의 5% 에틸 아세테이트로 용출시켰다. 생성물을 쿠겔러 증류 및 메탄올로부터의 결정화에 의하여 추가로 정제하였다.

[0247]

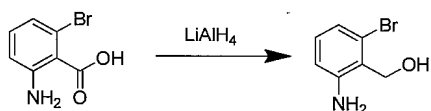


[0248] 2-(3,5-디메틸페닐)-6-(트리이소프로필게르밀)퀴놀린의 합성

[0249] 6-브로모-2-(3,5-디메틸페닐)퀴놀린(5.3 g, 16.98 mmol) 및 150 ml 무수 THF를 건조 2-목 둥근 바닥 플라스크에 첨가하고, -78℃로 냉각시켰다. 7.2 ml BuLi(2.5 M)를 적가하였다. 용액을 45 분 동안 교반하고, 4.4 ml (20.37 mmol)의 클로로트리이소프로필게르만을 주사기로 서서히 첨가하였다. 용액을 4 시간 동안 교반하고, 반응이 종료될 때까지 GC로 모니터하였다. 반응 혼합물을 컬럼으로 정제하고 증류하였다. 약 6.1 g 무색 액체를 증류후 얻었다. GC-MS로 소정의 생성물을 확인하였다.

[0250] 화합물 1은 화합물 31을 생성한 것과 동일한 방식으로 리간드 2-(3,5-디메틸페닐)-6-(트리이소프로필게르밀)퀴놀린을 사용하여 합성하였다.

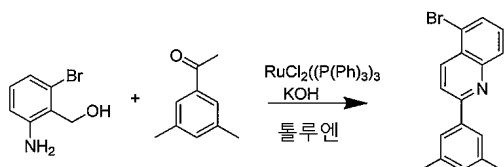
[0251] 화합물 34의 합성



[0252]

[0253] (2-아미노-6-브로모페닐)메탄올의 합성

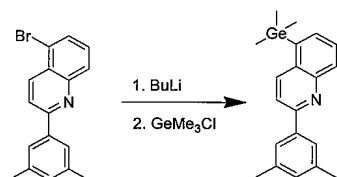
[0254] 2-아미노-6-브로모벤조산(25.0 g, 116 mol)을 500 ml 2-목 둥근 바닥 플라스크내의 125 ml의 무수 THF에 용해시켰다. 용액을 빙수조내에서 냉각시켰다. 그후, 100 ml의 1.0 M 수소화리튬알루미늄(LAH) THF 용액을 적가하였다. LAH 전부를 첨가한 후, 반응 혼합물을 실온으로 가온되도록 하고, 실온에서 밤새 교반하였다. 7.7 ml의 물을 반응 혼합물에 첨가한 후, 7.7 ml의 15% NaOH를 첨가하였다. 추가의 23 g의 물을 반응 혼합물에 첨가하였다. 슬러리를 실온에서 1 시간 동안 교반하였다. 염을 여과하고, THF로 세정하였다. 합한 여과액을 농축시켜 (2-아미노-6-브로모페닐)메탄올(21.6 g, 92% 수율)을 얻었다.



[0255]

[0256] 5-브로모-2-(3,5-디메틸페닐)퀴놀린의 합성

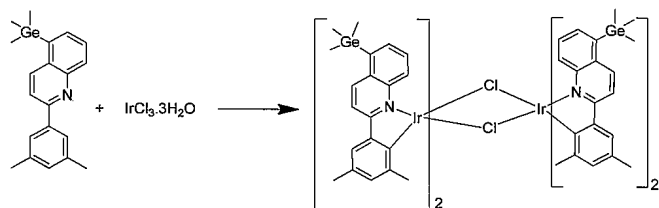
[0257] (2-아미노-6-클로로페닐)메탄올(21.6 g, 107 mmol), 3,5-디메틸아세트페논(19.01 g, 128 mmol), RuCl₂(PPh₃)₃(0.463 g, 0.535 mmol), KOH(4.04 g, 72.1 mmol)를 265 ml의 톨루엔 중에서 18 시간 동안 환류시켰다. 딥-스타크 트랩을 사용하여 반응으로부터 물을 수집하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각되도록 하고, 실리카 겔 플러그를 통하여 여과하고, 디클로로메탄으로 용출시켰다. 여과액을 농축시키고, 220℃에서 진공 증류시키고, 메탄올로부터 결정화시켜 5-브로모-2-(3,5-디메틸페닐)퀴놀린(10.4 g, 31.2% 수율)을 얻었다.



[0258]

[0259] 2-(3,5-디메틸페닐)-5-(트리메틸게르밀)퀴놀린의 합성

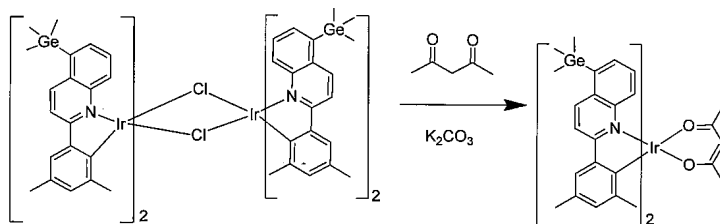
[0260] 5-브로모-2-(3,5-디메틸페닐)퀴놀린(2.1 g, 6.73 mmol) 및 테트라히드로푸란(20 ml)의 혼합물을 드라이 아이스 아세톤 배쓰내에서 냉각시키고, n-부틸리튬(2.83 ml, 7.06 mmol)을 첨가하고, 45 분 동안 교반하였다. 클로로트리메틸게르만(0.997 ml, 1.24 g, 8.07 mmol)을 첨가하고, 20 분 동안 교반하였다. 드라이아이스 배쓰를 제거하고, 반응을 밤새 실온에서 교반하였다. 반응을 메탄올로 종결시켰다. 혼합물에 물 및 3 g의 NH₄Cl을 첨가하고, 혼합물을 디클로로메탄으로 추출하고, 생성된 잔류물을 실리카 겔 컬럼(핵산:디클로로메탄)에서 크로마토그래피로 처리하여 2-(3,5-디메틸페닐)-5-(트리메틸게르밀)퀴놀린 1.2 g(51% 수율)을 얻었다.



[0261]

[0262] 2-(3,5-디메틸페닐)-5-(트리메틸게르밀)퀴놀린 염화이리듐 이량체의 합성

[0263] 2-(3,5-디메틸페닐)-5-(트리메틸게르밀)퀴놀린(1.2 g, 3.43 mmol), $\text{IrCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0.605 g, 1.63 mmol), 2-에톡시 에탄올(30 ml) 및 물(10.0 ml)의 혼합물을 N_2 하에서 밤새 환류시켰다. 고체를 여과하고, 메탄올로 세정하여 2-(3,5-디메틸페닐)-5-(트리메틸게르밀)퀴놀린 염화이리듐 이량체(0.54 g, 36% 수율)를 얻었다.

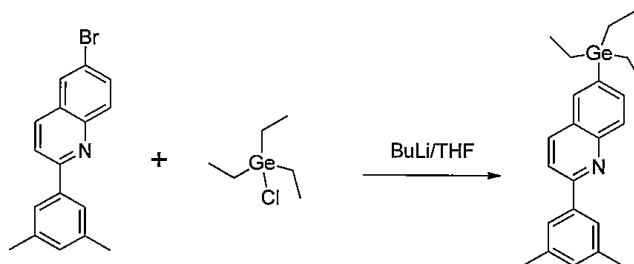


[0264]

[0265] 화합물 34의 합성

[0266] 2-(3,5-디메틸페닐)-5-(트리메틸게르밀)퀴놀린, 이리듐 이량체(0.54 g, 0.292 mmol), 펜탄-2,4-디온(0.292 g, 2.92 mmol), 탄산칼륨(0.40 g, 2.92 mmol) 및 2-에톡시에탄올(60 ml)의 혼합물을 실온에서 밤새 교반하였다. 고체를 여과하고, 메탄올로 세정한 후, (트리에틸아민으로 전처리한 실리카 겔 컬럼에서)(95:5% 헥산:디클로로 메탄) 크로마토그래피 처리하였다. 디클로로메탄 및 2-프로판올에 다시 용해시켜 생성된 결정을 재결정화 한 후, 회전증발에 의하여 디클로로메탄을 제거하였다. 생성된 결정을 고 진공하에서 240℃에서 승화시켜 화합물 34(0.20 g, 34.7% 수율)를 얻었다.

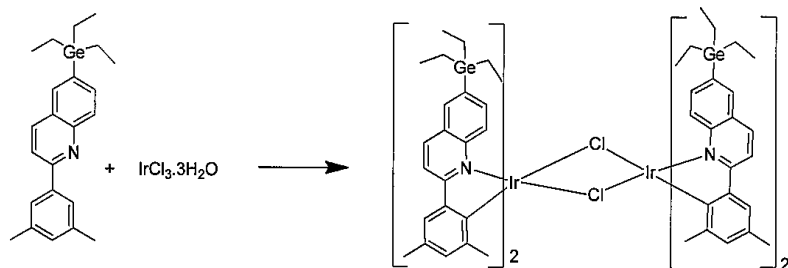
[0267] 화합물 17의 합성



[0268]

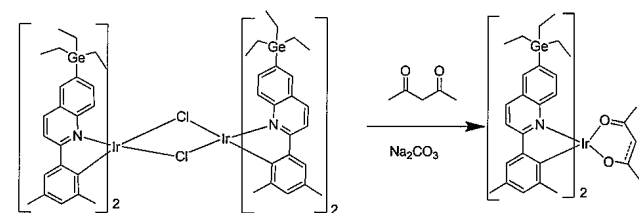
[0269] 2-(3,5-디메틸페닐)-6-(트리에틸게르밀)퀴놀린의 합성

[0270] 6-브로모-2-(3,5-디메틸페닐)퀴놀린(4.1 g, 13.13 mmol) 및 150 ml 무수 THF를 건조 2-목 둥근 바닥 플라스크에 첨가하고, -78℃로 냉각시켰다. 6.3 ml의 n-부틸 리튬(헥산 중의 2.5 M)을 적가하였다. 용액을 45 분 동안 -78℃에서 교반하고, 4.55 ml(26.3 mmol)의 클로로트리에틸게르만을 주사기로 서서히 첨가하였다. 용액을 밤새 교반하였다. 반응 혼합물을 헥산 중의 5% 에틸 아세테이트로 용출시키는 실리카 겔 컬럼으로 정제하였다. 헥산으로부터의 재결정화후 4.1 g 백색 고체(79.6% 수율)를 얻었다. GC-MS에 의하여 소정의 생성물을 확인하였다.



[0272] 이리듐 이량체의 합성

[0273] 2-(3,5-디메틸페닐)-6-(트리에틸게르밀)퀴놀린(4.1 g, 10.46 mmol), $\text{IrCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (1.21 g, 3.27 mmol), 60 ml의 2-에톡시에탄올 및 20 ml의 물을 둥근 바닥 플라스크에 넣었다. 반응 혼합물을 질소하에서 밤새 환류 가열하였다. 반응 혼합물을 냉각시키고, 여과하였다. 고체를 메탄올로 세정하고, 건조시켰다. 반응의 다음 단계를 위하여 1.9 g 이량체(57.5%)를 얻었다.



[0275] 화합물 17의 합성

[0276] 이전 단계로부터의 이량체(1.9 g, 0.94 mmol) 및 Na_2CO_3 (0.997 g, 9.4 mmol), 펜탄-2,4-디온(0.94 g, 9.4 mmol) 및 70 ml 2-에톡시에탄올을 둥근 바닥 플라스크에 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 24 시간 동안 교반하였다. 용출제로서 DCM/헥산을 사용하는 실리카 겔 컬럼 후 1.8 g 최종 생성물(89%)을 얻었다. 화합물 17은 LC-MS에 의하여 확인하였다.

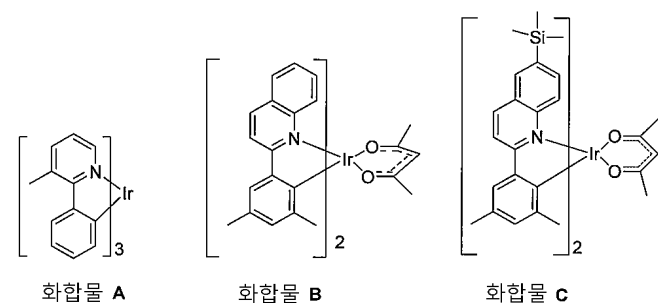
[0277] 디바이스 실시예

[0278] 모든 실시예 디바이스는 고 진공($<10^{-7}$ torr) 열 증발에 의하여 제조하였다. 애노드 전극은 1,200 Å의 산화인듐 주석(ITO)이다. 캐소드는 10 Å의 LiF에 이어서 1,000 Å의 Al로 이루어진다. 모든 디바이스는 제조 직후 질소 글로브 박스(<1 ppm의 H_2O 및 O_2)내에서 에폭시 수지로 밀봉된 유리 뚜껑으로 캡슐화시키고, 수분 계터를 패키지의 내부에 투입하였다.

[0279] 디바이스 실시예의 유기 적층체는 1,200 Å ITO 표면으로부터 정공 주입층(HIL)으로서 100 Å의 화합물 A, 정공 수송층(HTL)으로서 400 Å의 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(α -NPD), 발광층(EML)으로서 8 중량%의 Ir 인광 화합물과 함께 호스트로서 Balq로 도핑된 300 Å의 본 발명의 화합물, ETL로서 550 Å의 Alq_3 (트리스-8-히드록시퀴놀린 알루미늄)으로 순차적으로 이루어졌다.

[0280] 화합물 B 또는 화합물 C를 EML에서 발광체로서 사용된 것을 제외하고, 비교예는 디바이스 실시예와 유사하게 제조하였다.

[0281] 본원에서 사용한 바와 같이, 하기 화합물은 하기의 구조를 갖는다:



[0283] OLED의 발광층에 대한 특정한 발광 도펀트가 제공된다. 이러한 화합물은 특히 우수한 성질을 갖는 디바이스를 생성할 수 있다.

[0284] 디바이스 구조 및 해당 디바이스 데이터는 하기 표 2에서 요약한다.

[0285] <표 2>

실시예	방출체	1931 CIE				1,000 nits 에서				
		x	y	$\lambda_{\max}$ [nm]	FWHM [nm]	V [V]	LE [cd/A]	EQE [%]	PE [lm/W]	EQE 당 cd/A
디바이스 실시예 1	화합물 31	0.674	0.324	626	60	7.7	18.8	19.8	7.7	0.9
비교예 1	화합물 B	0.667	0.331	622	62	8.1	19.9	18.8	7.7	1.06
비교예 2	화합물 C	0.675	0.323	626	62	8.1	17.3	18.7	6.7	0.9
디바이스 실시예 2	화합물 34	0.671	0.326	624	62	7.6	17.4	17.6	7.2	1.0
디바이스 실시예 3	화합물 17	0.672	0.325	626	60	8.3	16.8	17.4	6.3	0.97

[0286]

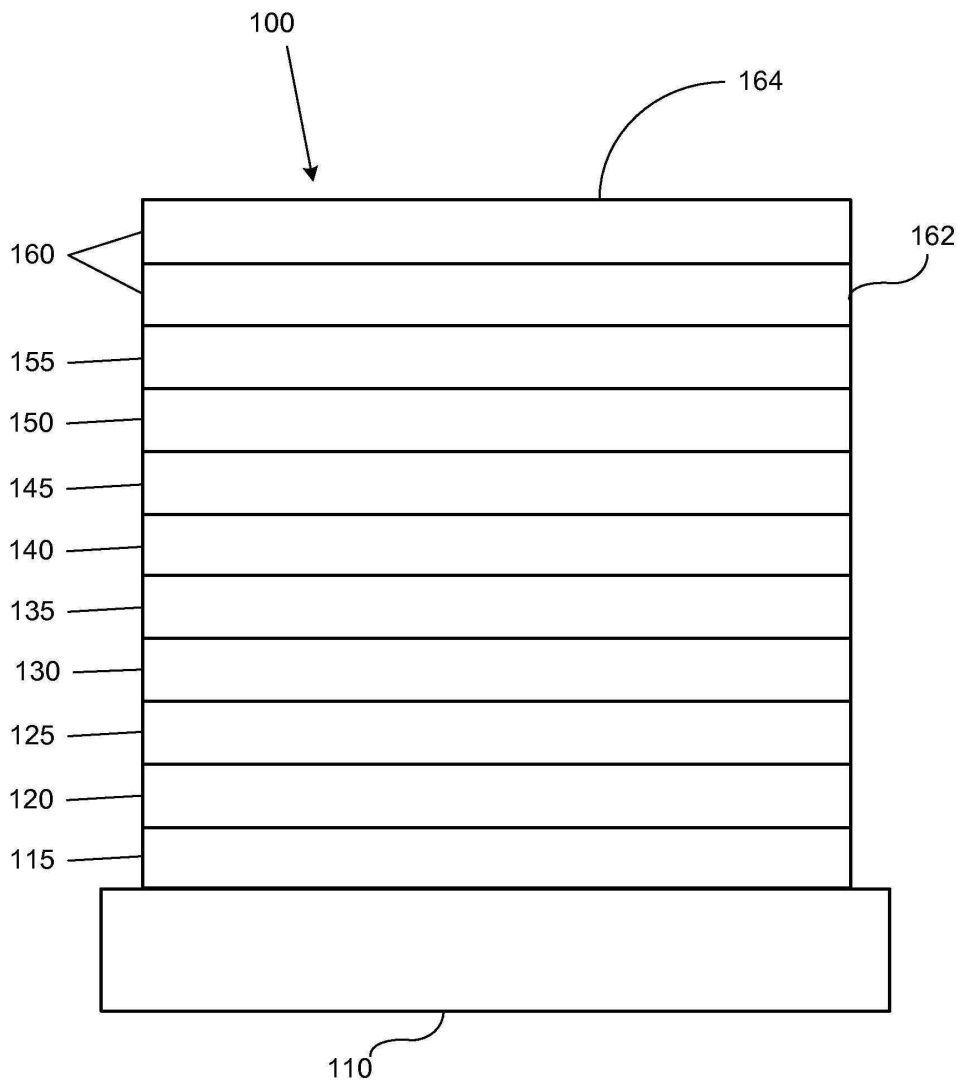
[0287] 표 2로부터 알 수 있는 바와 같이, 1,000 nits에서의 화합물 31을 함유하는 디바이스 실시예 1의 EQE는 화합물 B 또는 화합물 C 각각을 함유하는 비교예 1 및 2보다 1% 더 높다. 이러한 결과는 화합물 31이 화합물 B 또는 화합물 C보다 더 효율적인 적색 발광체이라는 것을 나타낸다. 추가로, 화합물 31(60 nm) 및 화합물 17(60 nm)의 EL 스펙트럼 반치전폭(FWHM)은 화합물 B(62 nm) 및 화합물 C(62 nm)의 FWHM보다 더 좁으며, 화합물 31 및 화합물 17은 화합물 C와 유사한 색상 CIE를 갖는다. 더 좁은 FWHM은 바람직한 디바이스 성질이 된다.

[0288] 또한, 화합물 31, 34 및 17의 피크 최대치는 또한 화합물의 조공액에 기초하여 예측시 화합물 B에 비하여 수 nm 적색 이동되었다. 그러므로, 화합물 31, 34 및 17의 색상(CIE)은 화합물 B보다 더 포화되어 있다.

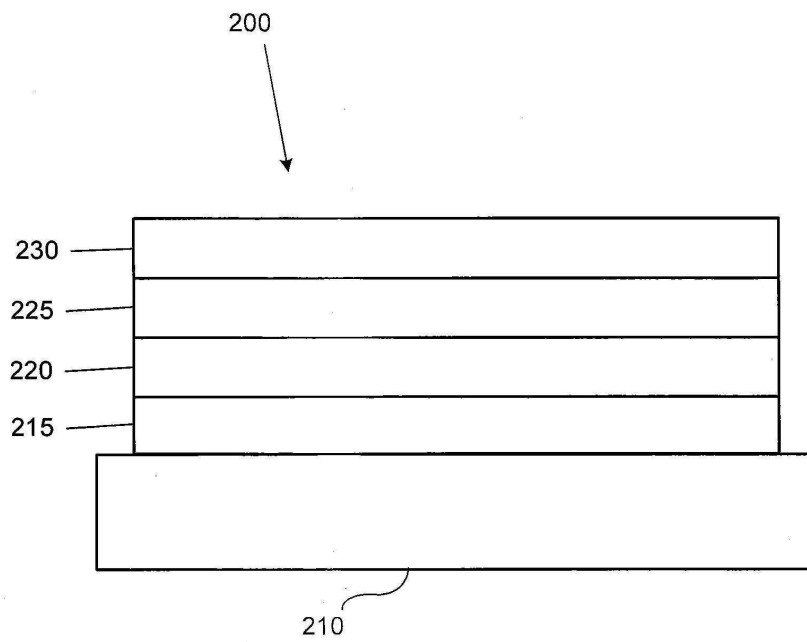
[0289] 본원에 기재된 다양한 실시양태는 단지 예시를 위한 것이며, 본 발명의 범주를 한정하고자 하는 것이 아닌 것으로 이해하여야 한다. 예를 들면, 본원에 기재된 다수의 물질 및 구조는 본 발명의 정신으로부터 벗어남이 없이 기타의 물질 및 구조로 치환될 수 있다. 청구된 바와 같은 본 발명은 당업자에게 자명한 바와 같이 본원에 기재된 특정한 예 및 바람직한 실시양태로부터의 변형을 포함한다. 본 발명이 작동되는 이유와 관련한 다양한 이론은 제한을 의도하는 것이 아닌 것으로 이해하여야 한다.

도면

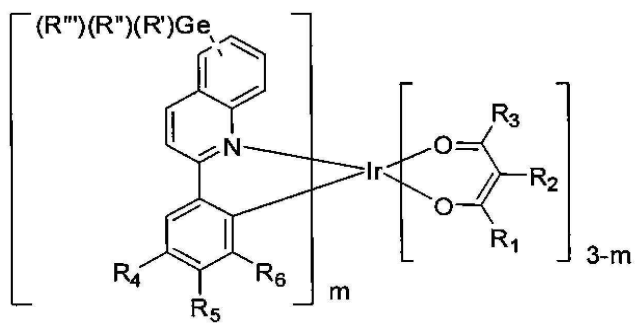
도면1



도면2



도면3



专利名称(译)	含锗红色发光材料，用于有机发光二极管		
公开(公告)号	KR1020140020277A	公开(公告)日	2014-02-18
申请号	KR1020137024965	申请日	2012-02-23
[标]申请(专利权)人(译)	环球展览公司		
申请(专利权)人(译)	通用显示器公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用显示器公司		
[标]发明人	MA BIN 마빈 XIA CHUANJUN 시아추안준		
发明人	마빈 시아추안준		
IPC分类号	C09K11/06 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5016 H01L51/0085 C09K11/06 H01L51/5012		
代理人(译)	Gimjinhoe		
优先权	13/034057 2011-02-24 US		
其他公开文献	KR101907711B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及包含含锗取代基的有机金属化合物。化合物可用于有机发光器件中，以提供改善的器件效率，线性和寿命。特别地，该化合物包括苯基喹啉或苯基异喹啉配体，其在配体的喹啉或异喹啉部分中具有含锗取代基。这些化合物可有利地用作有机发光器件的发光层中的红色发光层。

