



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0118922
(43) 공개일자 2016년10월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 90/00 (2016.01) A61B 17/32 (2006.01)
A61B 34/30 (2016.01)
(52) CPC특허분류
A61B 90/361 (2016.02)
A61B 17/320016 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0009790
(22) 출원일자 2016년01월27일
심사청구일자 2016년01월27일
(30) 우선권주장
1020150046955 2015년04월02일 대한민국(KR)

(71) 출원인
울지대학교 산학협력단
경기도 성남시 수정구 산성대로 553 (양지동, 울지대학교)
(72) 발명자
홍성중
서울특별시 광진구 독성로34길 9, 201동 212호 (자양동, 현대아파트)
강한규
경기도 성남시 분당구 중앙공원로 17, 325동 203호 (서현1동, 한양아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한윤호

전체 청구항 수 : 총 13 항

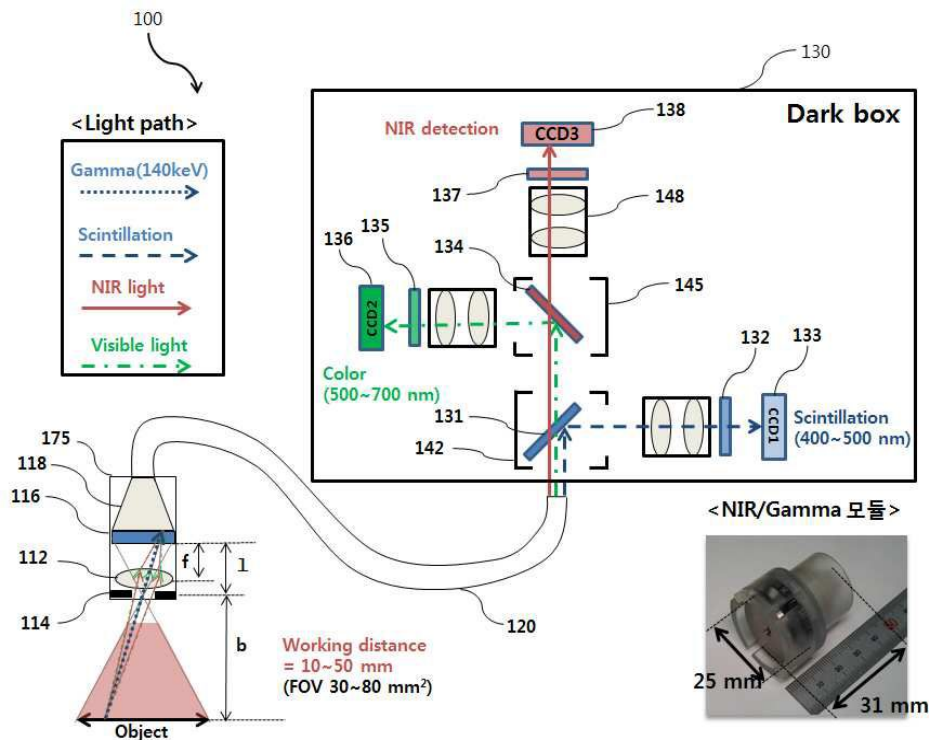
(54) 발명의 명칭 복강경 수술중 감시킵프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치

(57) 요약

본 발명은 종양 제거를 위한 복강경 또는 로봇 시술 중 감시킵프절 절제에도움을 줄 수 있는 가시광선과 근적외선 및 감마선의 삼중 융합 영상을 제공하기 위한 복강경 수술용 감시킵프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치에 관한 것으로서, 본 발명의 장치는, 가시광선과 근적외선 및 환부에 투여된 감마선 방사물질로부터 감마선의 삼중

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



영상을 각각 획득하는 근적외선/감마선/가시광선 모듈; 상기 복강경의 삼중 영상을 전송하기 위한 광섬유; 상기 광섬유를 통해 가시광선 영상을 획득하기 위한 백색광과 환부에 근적외선 방출 형광물질을 여기시켜 근적외선 영상을 획득하기 위해 근적외선 여기광을 생성하는 광원; 상기 광섬유를 통해 전달된 삼중 영상으로부터 가시광선과 근적외선 및 감마선의 개별 영상을 분리한 후 각각의 전기신호로 변환하는 광전변환모듈; 상기 광전변환모듈의 가시광선 영상신호와, 근적외선 영상신호 및 감마선 영상신호를 하나의 영상으로 정합하기 위한 매칭수단; 및 상기 매칭수단의 영상을 표시하기 위한 영상 표시수단을 포함하하며, 본 발명에 따르면, 가시광선/근적외선/감마선 융합 영상을 빠른 시간에 제공하여 복강경 및 로봇 수술시 높은 민감도와 특이도로 감시림프절을 절제할 수 있어, 불필요하게 광범위한 림프절을 제거함으로써 발생하는 부작용을 줄일 수 있어 고령노인의 생활의 질을 크게 향상시킬 수 있다.

(52) CPC특허분류

A61B 34/30 (2016.02)

A61B 90/36 (2016.02)

A61B 2090/3614 (2016.02)

A61B 2090/376 (2016.02)

A61B 2090/392 (2016.02)

(72) 발명자

홍건철

서울시 강남구 광평로31길 27, 108동 702호 (수서동, 삼성아파트)

이형석

경기도 성남시 수정구 수정북로39번길 12-1, 101호 (태평동)

김경민

서울시 성북구 정릉로10다길 18, 나동 201호 (정릉3동, 그린빌라)

이호영

서울시 서초구 바우피로7길 51, 104동 1201호 (우면동, 대림아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10051988

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 산업기술평가관리원

연구사업명 산업핵심기술개발사업

연구과제명 복강경 수술용 실시간 다중영상시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 을지대학교 산학협력단

연구기간 2015.06.01 ~ 2018.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

가시광선과 근적외선 및 환부에 투여된 감마선 방사물질로부터 감마선의 삼중 영상을 각각 획득하는 근적외선/감마선/가시광선 획득용 복합 복강경;

상기 복합 복강경으로부터 획득된 삼중 영상을 전송하기 위한 광섬유;

상기 광섬유를 통해 가시광선 영상을 획득하기 위한 백색광과 환부에 근적외선 방출 형광물질을 여기시켜 근적외선 영상을 획득하기 위해 근적외선 여기광을 생성하는 광원;

상기 광섬유를 통해 전달된 삼중 영상으로부터 가시광선과 근적외선 및 감마선의 개별 영상을 분리한 후 각각의 전기신호로 변환하는 광전변환모듈;

상기 광전변환모듈의 가시광선 영상신호와, 근적외선 영상신호 및 감마선 영상신호를 하나의 영상으로 정합하기 위한 매칭수단; 및

상기 매칭수단의 영상을 표시하기 위한 영상 표시수단을 포함하는 복강경 수술용 감시립프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 근적외선/감마선/가시광선 획득용 복합 복강경은,

가시광선과 근적외선의 신호를 모으고 초점을 맞춰주기 위한 렌즈;

감마선의 영상화 또는 계수방식을 위해 불필요한 배경감마선을 제거해주고 넓은 영역의 영상을 획득하기 위한 콜리메이터;

환부에 투여된 방사성 물질로부터 방출된 감마선과 반응하여 감마선 섬광영상을 얻기 위한 감마선 섬광결정; 및

상기 부품들 간의 거리를 변화시킴으로써 근적외선, 감마선의 민감도 및 분해능을 조절할 수 있는 광학 메커니즘으로 구성되는, 복강경 수술용 감시립프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 콜리메이터는 확산형 콜리메이터, 평행다공형 콜리메이터, 단일 또는 다공형 핀홀 콜리메이터인, 복강경 수술용 감시립프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 콜리메이터가 핀홀 콜리메이터인 경우 상기 핀홀의 직경을 D라 할 경우 감마선의 고유분해능, 감마선과 근적외선과 가시광선의 점선원 감도와 평판선원에 대한 감도가 소정의 수학적식으로 정해지는, 복강경 수술용 감시립프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 핀홀 콜리메이터는 회전식 휠을 이용하여 텅스텐 콜리메이터를 교체하여 사용 할 수 있고, 텅스텐 칼날들을 5 내지 7개를 조립하여 구멍의 직경을 0.5 내지 8 mm까지 자유롭게 조절 가능한, 복강경 수술용 감시립프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 근적외선 방출 형광물질은 인도시아닌 그린인, 복강경 수술용 감시립프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 감마선 방사물질은 ^{99m}Tc 를 포함하는 화합물인, 복강경 수술용 감시립프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 ^{99m}Tc 를 포함하는 화합물은 ^{99m}Tc -antimony sulfide, ^{99m}Tc -sulfur colloid, ^{99m}Tc -nanocolloid, ^{99m}Tc -human serum albumin 또는 ^{99m}Tc -phytate colloid인. 복강경 수술용 감시립프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치.

청구항 9

제2항에 있어서,

상기 감마선 섬광결정은 GSO, BGO, 또는 CsI(Tl)인, 복강경 수술용 감시립프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 광전변환모듈은 광섬유를 통해 입사된 광에서 400~500 nm대의 감마선 섬광을 분리하기 위한 제1다이크로익 미러와, 400~500 nm대의 감마선 섬광빛만을 통과시키기 위한 제1밴드패스필터와 400~500 nm대의 감마선 섬광빛을 전기신호로 변환하기 위한 제1CCD와 제1다이크로익 미러를 통과한 광에서 500~700 nm대의 가시광선을 분리하기 위한 제2다이크로익 미러와, 500~700 nm대의 가시광선만을 통과시키기 위한 제2밴드패스필터와, 500~700 nm대의 가시광선을 전기신호로 변환하기 위한 제2CCD와, 상기 제2다이크로익 미러를 통과한 광에서 790~875 nm대의 근적외선만을 통과시키기 위한 제3밴드패스필터와, 790~875 nm대의 근적외선을 전기신호로 변환하기 위한 제3CCD로 구성된 것을 특징으로 하는 복강경 수술용 감시립프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 광전변환모듈은, 광섬유를 통해 입사된 광이 400~500 nm대의 감마선 섬광빛만을 통과시키기 위한 제1밴드패스필터와 500~700 nm대의 가시광선만을 통과시키기 위한 제2밴드패스필터와 790~875 nm대의 근적외선만을 통과시키기 위한 제3밴드패스필터로 구성된 필터 회전체와, 1대의 CCD로 구성된 것을 특징으로 하는 복강경 수술용 감시립프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 매칭수단은 상기 광전변환모듈에서 입력된 각 CCD 영상을 동일 시야를 갖도록 잡음 제거하는 컴퓨터(PC)로 구현되어 제1CCD로 들어온 감마선 신호 영상을 프레임마다 미디언 필터로 잡음을 제거하고 사전에 계산된 역치 값 이상을 가지는 픽셀의 개수와 총 밝기 값을 계산하여 실시간 카운팅 모드로도 사용이 가능한 것을 특징으로 하는 복강경 수술용 감시립프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치.

청구항 13

제2항에 있어서,

가시광선 영상, 근적외선 영상, 감마선 영상을 광섬유로 전달해주는 파이버옵틱 테이퍼를 추가로 구비하는, 복강경 수술용 감시림프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복강경 수술을 위한 영상장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 종양 제거를 위한 복강경 또는 로봇시술 중 감시림프절 절제에 도움을 줄 수 있는 가시광선과 근적외선 및 감마선의 삼중 융합 영상을 제공하기 위한 복강경 수술용 감시림프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 복강경 수술이란, 복부를 절개하지 않고 배꼽부위에 0.5~1cm 정도의 구멍을 뚫고 배 안을 들여다보는 Full HD급 카메라가 부착된 복강경과 비디오 모니터 등을 통해서 레이저 특수외과 전기술 등 특수기구를 이용하여 하는 미세수술을 의미한다. 복강경 수술을 통하여 수술 위험과 수술에 의한 스트레스, 입원 및 회복기간을 획기적으로 줄일 수 있게 되었으며, 최근의 복강경은 컴퓨터칩이 장착되어 육안으로 보는 것보다도 더 선명하면서도 확대된 영상을 얻을 수 있어 미세한 혈관도 문제없이 지혈이 가능하며, 신경을 보존해야 할 경우 확대된 영상을 통해 신경의 보존술식이 용이하다.

[0003] 한편, 감시림프절(sentinel lymph node: SLN)은 원발 종양의 림프액이 처음으로 배액되는 림프절로서, 감시림프절 전이 여부는 원격 전이 가능성 여부를 보여 주는 중요한 지표이다. 감시림프절의 전이 여부는 감시림프절 생검(SLN biopsy)을 통하여 감시림프절을 절제한 후 병리학적 검사를 통하여 판단하며, 감시림프절 전이 여부로 수술장에서 적정 수술 범위 및 최종 수술계획을 정한다. 따라서 감시림프절 평가가 임상적으로 매우 중요하다.

[0004] 복강경 수술을 위해서는 감시림프절 평가를 위해 감시림프절 절제가 필요한데, 종래의 장치들은 주로 단일 영상으로 보여줘 정확한 판단이 어려운 문제점이 있다. 즉, 근적외선 카메라의 도움을 받아 전립선암에서 로봇시술을 통해 감시림프절을 절제할 경우, 근적외선 형광의 투과력이 약해서 감시림프절의 일부는 근적외선 카메라로 확인하기 어려운 문제점이 있다. 특히, 최근의 수술은 최소침습 수술로 기존의 수술방법과 달리 환자의 신체에 몇 개 또는 1개의 포트(port)만을 내어 수술하는 복강경 수술 및 로봇수술의 비율이 점차 증가하고 있어 감시림프절 평가 기술도 이러한 수술 기법에 적합한 평가 기술이 필요하다. 감시림프절 평가는 궁극적으로 수술장에서 조직을 얻어 확인해야 하기 때문에 수술장에서 기존의 수술에 최소한의 영향을 주면서 감시림프절을 평가할 수 있는 기술 및 장비가 필요하나 아직은 그러한 요건을 충족하는 장비가 없다.

[0005] 또한 종래에 복강경 수술 또는 로봇 수술시 감시림프절 평가는 청색 염료와 근적외선을 사용하여 왔으나, 청색 염료와 근적외선의 투과력이 약해 림프절 절제 수술에 어려움이 있었다. 감마선은 투과력이 좋아 청색 염료와 근적외선이 가지는 단점을 보완할 수 있으나 체강 내에 삽입이 가능해야 하기 때문에 소형이지만 감마선 감도가 높고 공간 분해능이 우수하며 시야가 넓은 장치를 개발하기가 용이하지 않았고, 특히 수술 중 사용할 수 있는 장치여야 하기 때문에 2~3분 이내에 영상을 제공해 줄 수 있는 고감도 영상장치를 개발하는 것이 용이하지 않았다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 복강경 수술 및 로봇 수술시 수술 의사에게 제공되는 가장 중요한 영상은 가시광선 영상이지만, 가시광선 영역만으로는 림프절 확인이 명확하지는 않아 추가 정보가 있으면 큰 도움이 된다. 유방암 감시림프절 시술에서 사용되는 청색염료는 투과력이 약해 전립선암의 경우에는 사용이 어려워 근적외선 영상이 사용되고 있지만, 근적외선도 표면으로부터 10 mm 이상의 깊이에서는 정확한 확인이 어렵다. 이를 보완하기 위해 감마 프로브가 사용되고 있지만 감마 프로브는 계수율만 제공하고 영상을 제공하지 못하기 때문에 가시광선/근적외선/감마선의 융합영상을 제공할 수 없어 감시림프절 절제에 어려움이 있다.

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위하여 제안된 것으로, 본 발명의 목적은 종양 제거를 위한 복강경

또는 로봇 시술 중 감시리프절 절제에 도움을 줄 수 있도록 가시광선/근적외선/감마선 융합 영상을 빠른 시간 내에 제공하여 복강경 및 로봇 수술시 높은 민감도와 특이도로 감시리프절을 절제할 수 있는 복강경 수술중 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치는, 가시광선과 근적외선 및 환부에 투여된 감마선 방사물질로부터 감마선의 삼중 영상을 각각 획득하는 근적외선/감마선/가시광선 획득용 복합 복강경; 상기 복합 복강경으로부터 획득된 삼중 영상을 전송하기 위한 광섬유; 상기 광섬유를 통해 전달된 삼중 영상으로부터 가시광선과 근적외선 및 감마선의 개별 영상을 분리한 후 각각의 전기신호로 변환하는 광전변환모듈; 상기 광전변환모듈의 가시광선 영상신호와, 근적외선 영상신호 및 감마선 영상신호를 하나의 영상으로 정합하기 위한 매칭수단; 및 상기 매칭수단의 영상을 표시하기 위한 영상 표시수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 상기 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치에 있어서, 상기 복합 복강경은, 가시광 영상을 획득하기 위한 백색광과 환부에 투여된 근적외선 방출 형광물질을 여기시켜 근적외선 영상을 획득하기 위한 적외선 여기광을 생성하는 광원; 환부에 투여된 감마선 방출물질로부터 감마영상을 얻기 위한 감마선 섬광결정; 환부의 넓은 영역의 영상을 획득하기 위한 콜리메이터; 및 상기콜리메이터를 통해 수집된 삼중 영상을 처리하여 광섬유로 전송하기 위한 광학 메커니즘으로 구성된다.

[0010] 상기 콜리메이터는 편홀 콜리메이터일 수 있는데, 이 경우 상기 편홀 콜리메이터는 텅스텐으로 제조될 수 있으며, 편홀의 직경을 D라 할 경우 고유분해능, 점선원 감도와 평판선원에 대한 감도가 소정의 수학적식으로 정해지는 것이다. 상기 광전변환모듈은, 광섬유를 통해 입사된 광에서 400~500 nm 대의 감마선 섬광을 분리하기 위한 제1다이크로익 미러와, 400~500 nm대의 감마선 섬광빔만을 통과시키기 위한 제1밴드패스필터와, 400~500 nm대의 감마선 섬광빔을 전기신호로 변환하기 위한 제1CCD와, 제1다이크로익 미러를 통과한 광에서 500~700 nm대의 가시광선을 분리하기 위한 제2다이크로익 미러와, 500~700 nm대의가시광선만을 통과시키기 위한 제2밴드패스필터와, 500~700 nm대의 가시광선을 전기신호로 변환하기 위한 제2CCD와, 제2다이크로익 미러를 통과한 광에서 790~875 nm대의 근적외선만을 통과시키기 위한 제3밴드패스필터와, 790~875 nm대의 근적외선을 전기신호로 변환하기 위한 제3CCD로 구성된다. 또한, 상기 광전변환모듈은, 광섬유를 통해 입사된 광을 필터 회전체를 통과시킨 후 1대의 CCD로 받도록 구성할 수도 있다. 필터 회전체는 400~500 nm대의 감마선 섬광빔만을 통과시키기 위한 제1밴드패스필터와, 500~700 nm대의 가시광선만을 통과시키기 위한 제2밴드패스필터와 790~875 nm대의 근적외선만을 통과시키기 위한 제3밴드패스필터로 구성된다. 상기 매칭수단은 상기 광전변환모듈에서 입력된 각 CCD 영상을 동일시야를 갖도록 잡음 제거하는 컴퓨터(PC)로 구현될 수 있다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따른 복강경 수술용 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치는 가시광선/근적외선/감마선 융합 영상을 빠른시간(예컨대, 2~3분)내에 제공하여 복강경 및 로봇 수술시 높은 민감도와 특이도로 감시리프절을 절제할 수 있어, 불필요하게 광범위한 리프절을 제거함으로써 발생하는 부작용을 줄일 수 있어 고령 노인의 생활의 질을 크게 향상시킬 수 있다. 또한 본 발명에 따르면, 가시광선, 근적외선, 감마선의 시야를 동일하게 함으로써 가시광선, 근적외선, 감마선의 영상 융합을 정확하고 신속하고 처리하여 2~3분 내에 가시광선/근적외선/감마선 융합영상을 제공할 수 있으므로 수술의사가 융합영상을 보면서 감시리프절을 제거할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명에 사용되는 감마, 가시광선, 근적외선의 파장 분포를 도시한 도면이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치의 구조를 개략적으로 도시한 개요도이다.
 도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치의 구조를 개략적으로 도시한 개요도이다.
 도 4는 도 2 및 도 3에 도시된 가시광선/근적외선/감마선 획득용 복합 복강경의 구조를 개략적으로 도시한 개요도이다.
 도 5는 도 2 내지 도 4에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 편홀 콜리메이터의 다양한 구조를 도시한 개요도이다.

도 6은 도 2 내지 도 4에 도시된 핀홀 콜리메이터의 원리를 설명하기 위한 개요도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에서 감마선/근적외선 영상을 순차 획득하기 위해 제작된 팬텀의 구조 및 실제 제작된 팬텀을 보여주는 도면이다.

도 8은 상기 도 7에 도시된 감마선 방출 방사성물질과 ICG 형광물질을 적재한 팬텀을 본 발명의 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치를 이용하여 조영하여 획득된 감마선/근적외광 순차영상의 결과를 보여주는 일련의 사진이다.

도 9는 상기 도 7에 도시된 감마선 방출 방사성물질과 ICG 형광물질을 적재한 팬텀을 본 발명의 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치를 이용하여 조영하여 획득된 감마선/근적외광 순차영상(좌측) 및 팬텀의 깊이로 따른 감마선 및 근적외광 영상의 상대적 강도를 나타낸 그래프(우측)이다.

도 10은 상기 도 7에 도시된 감마선 방출 방사성물질과 ICG 형광물질을 적재한 팬텀을 본 발명의 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치를 이용하여 조영하여 획득된 근적외광/가시광선/감마선의 순차영상 및 이를 중첩시킨 이미지이다(좌측부터 순서대로).

도 11은 마우스의 감시리프절 맵핑(mapping)을 위해 감마선 방출 방사성물질($^{99m}\text{Tc-Sb colloid}$) 및 근적외선 형광물질(ICG)의 혼합물이 담긴 큐벳을 본 발명의 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치를 이용하여 촬영한 근적외선 영상(좌측) 및 감마선 섬광영상(우측)의 순차영상을 나타낸 일련의 사진이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치를 이용하여 감마선 방출 방사성물질($^{99m}\text{Tc-Sb colloid}$) 및 근적외선 형광물질(ICG)의 혼합물이 주입된 마우스의 감시리프절을 촬영한 가시광선/근적외광/감마선 순차영상 및 이들의 중첩 영상이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치를 이용하여 감마선 방출 방사성물질($^{99m}\text{Tc-Sb colloid}$) 및 근적외선 형광물질(ICG)의 혼합물이 주입된 마우스로부터 절제된 감시리프절을 촬영한 가시광선/근적외광/감마선 순차영상 및 이들의 중첩 영상이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 발명의 일 관점에 따르면, 가시광선과 근적외선 및 환부에 투여된 감마선 방사성물질로부터 감마선의 삼중 영상을 각각 획득하는 근적외선/감마선/가시광선 획득용 복합 복강경; 상기 복합 복강경으로부터 획득된 삼중 영상을 전송하기 위한 광섬유; 상기 광섬유를 통해 가시광선 영상을 획득하기 위한 백색광과 환부에 근적외선 방출 형광물질을 여기시켜 근적외선 영상을 획득하기 위해 근적외선 여기광을 생성하는 광원; 상기 광섬유를 통해 전달된 삼중 영상으로부터 가시광선과 근적외선 및 감마선의 개별 영상을 분리한 후 각각의 전기신호로 변환하는 광전변환모듈; 상기 광전변환모듈의 가시광선 영상신호와, 근적외선 영상신호 및 감마선 영상신호를 하나의 영상으로 정합하기 위한 매칭수단; 및 상기 매칭수단의 영상을 표시하기 위한 영상 표시수단을 포함하는 복강경 수술용 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치가 제공된다.
- [0014] 상기 복강경 수술용 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치에 있어서, 상기 근적외선/감마선/가시광선 획득용 복합 복강경은, 가시광선과 근적외선의 신호를 모으고 초점을 맞춰주기 위한 렌즈; 감마선의 영상화 또는 계수방식을 위해 불필요한 배경감마선을 제거해주고 넓은 영역의 영상을 획득하기 위한 콜리메이터; 환부에 투여된 상기 감마선 방사성물질로부터 방출된 감마선과 반응하여 감마선 섬광영상을 얻기 위한 감마선 섬광결정; 및 상기 부품들 간의 거리를 변화시킴으로써 근적외선, 감마선의 민감도 및 분해능을 조절할 수 있는 광학 메커니즘으로 구성될 수 있다.
- [0015] 상기 복강경 수술용 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치에 있어서, 상기 콜리메이터는 확산형 콜리메이터, 평행다공형 콜리메이터, 단일 핀홀 콜리메이터 또는 다공형 핀홀 콜리메이터일 수 있다.
- [0016] 이 때, 상기 콜리메이터가 핀홀 콜리메이터인 경우 상기 핀홀의 직경을 D라 할 경우 감마선의 고유분해능, 감마선과 근적외선과 가시광선의 점선원 감도와 평판선원에 대한 감도가 소정의 수학적식으로 정해질 수 있다. 아울러, 상기 핀홀 콜리메이터는 회전식 휠을 이용하여 텅스텐 콜리메이터를 교체하여 사용 할 수 있고, 텅스텐 칼날들을 5 내지 7개를 조립하여 구멍의 직경을 0.5 내지 8 mm까지 자유롭게 조절가능할 수 있다.
- [0017] 상기 복강경 수술용 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치에 있어서, 상기 근적외선 방출 형광물질은

인도시아닌 그린(indocyanine green, ICG)일 수 있다.

- [0018] 상기 복강경 수술용 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치에 있어서, 상기 감마선 방사물질은 ^{99m}Tc 을 포함하는 화합물일 수 있으며, 예컨대 ^{99m}Tc 를 포함하는 화합물은 ^{99m}Tc -antimony sulfide, ^{99m}Tc -sulfur colloid, ^{99m}Tc -nanocolloid, ^{99m}Tc -human serum albumin 및 ^{99m}Tc -phytate colloid, 일 수 있다.
- [0019] 상기 복강경 수술용 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치에 있어서, 상기 감마선 섬광결정은 GSO, BGO, 또는 CsI(Tl)일 수 있다.
- [0020] 상기 복강경 수술용 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치에 있어서, 상기 광전변환모듈은 광섬유를 통해 입사된 광에서 400~500 nm대의 감마선 섬광을 분리하기 위한 제1다이크로익 미러와, 400~500 nm대의 감마선 섬광빛만을 통과시키기 위한 제1밴드패스필터와 400~500 nm대의 감마선 섬광빛을 전기신호로 변환하기 위한 제1CCD와 제1다이크로익 미러를 통과한 광에서 500~700 nm대의 가시광선을 분리하기 위한 제2다이크로익 미러와, 500~700 nm대의 가시광선만을 통과시키기 위한 제2밴드패스필터와, 500~700 nm대의 가시광선을 전기신호로 변환하기 위한 제2CCD와, 상기 제2다이크로익 미러를 통과한 광에서 790~875 nm대의 근적외선만을 통과시키기 위한 제3밴드패스필터와, 790~875 nm대의 근적외선을 전기신호로 변환하기 위한 제3CCD로 구성될 수 있다.
- [0021] 상기 복강경 수술용 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치에 있어서, 상기 광전변환모듈은, 광섬유를 통해 입사된 광이 400~500 nm대의 감마선 섬광만을 통과시키기 위한 제1밴드패스필터와 500~700 nm대의 가시광선만을 통과시키기 위한 제2밴드패스필터와 790~875 nm대의 근적외선만을 통과시키기 위한 제3밴드패스필터로 구성된 필터 회전체와, 1대의 CCD로 구성될 수 있다.
- [0022] 상기 복강경 수술용 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치에 있어서, 상기 매칭수단은 상기 광전변환모듈에서 입력된 각 CCD 영상을 동일 시야를 갖도록 잡음 제거하는 컴퓨터(PC)로 구현되어 제1CCD로 들어온 감마선 신호 영상을 프레임마다 미디언 필터로 잡음을 제거하고 사전에 계산된 역치 이상을 가지는 픽셀의 개수와 총 밝기 값을 계산하여 실시간 카운팅 모드로도 사용이 가능할 수 있다.
- [0023] 상기 복강경 수술용 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치에 있어서, 상기 복강경은 시야를 넓혀주기 위해 가시광선 영상, 근적외선 영상, 감마선 영상을 광섬유로 전달해주는 파이버옵틱 테이퍼를 추가로 구비할 수 있다.
- [0024] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있는 것으로, 이하의 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 또한 설명의 편의를 위하여 도면에서는 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다.
- [0025] 도 1은 본 발명에 사용되는 감마, 가시광선, 근적외선의 과장 분포를 도시한 도면이다. 본 발명에 따른 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치는 도 1에 도시된 바와 같이, 400~500 nm 대의 GSO 섬광에 의한 감마선 영상과, 550~700nm 대의 가시광선 영상과, 730~760nm 대의 근적외선 여기광으로 790~830nm 대의 근적외선(NIR) 영상을 얻어 신호처리를 거쳐 하나의 영상으로 매칭시켜 수술 중인 의사에게 수술 영상을 보여줄 수 있는 장치이다.
- [0026] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치의 구조를 개략적으로 도시한 개요도로서 동시 검출의 예(제1실시예)이다. 먼저, 본 발명의 제1실시예에 따른 복강경 수술용 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치(100)를 사용하기 위해서는 환부에 감마선과 근적외선(NIR)을 방출하기 위한 ^{99m}Tc + ICG 물질을 투입할 필요가 있다.
- [0027] 이후 환부로부터 감시리프절 수술을 위한 삼중영상을 제공하는 본 발명에 따른 삼중 융합 영상장치의 제1실시예(100)는 도 2에 도시된 바와 같이, 가시광선과 근적외선 및 감마선의 삼중 영상을 각각 획득하기 위한 근적외선/감마선/가시광선 영상 획득용 복합 복강경(110)과, 상기 복합 복강경(110)으로부터 수득된 삼중 영상을 전송하기 위한 광섬유(120)와, 광섬유(120)를 통해 전달된 삼중 영상으로부터 가시광선과 근적외선 및 감마선의 개별 영상을 분리한 후 각각의 전기신호로 변환하는 광전변환모듈(130)과, 광전변환모듈(130)의 가시광선 영상신호와 근적외선 영상신호 및 감마선 영상신호를 하나의 영상으로 정합하여 표시하기 위한 PC(140)로 구성된다.
- [0028] 도 2를 참조하면, 근적외선/감마선/가시광선 영상 획득용 복합 복강경(110)은 광섬유를 통해 가시광선 영상을 획득하기 위한 백색광과 환부에 근적외선 방출 물질(ICG; indocyanine green)을 여기시켜 근적외선 영상을 획득

하기 위해 근적외선 여기광을 생성하는 광원(111)과, 가시광선과 근적외선의 신호를 모으고 초점을 맞춰주기 위한 렌즈(112)와, 감마선의 영상화 또는 계수방식을 위해 불필요한 배경감마선을 제거해주고 넓은 영역의 영상을 획득하기 위한 텅스텐 핀홀 콜리메이터(114)와, 환부에 투여된 감마선 방출물질(예컨대, ^{99m}Tc)로부터 핀홀 콜리메이터를 거쳐 감마영상을 얻기 위한 감마선 섬광결정(116)과, 가시광선 영상, 근적외선 영상, 감마선 영상을 광섬유(120)로 전달해주는 파이버 옵틱 테이퍼(118; fiber optic taper)로 구성된다. 상기 파이버 옵틱 테이퍼는 시야를 넓혀주는 역할을 하는데, 영상의 전달 효율을 높여주기 위해서는 생략될 수 있다. 또한 도면에는 도시하지 않았으나 근적외선/감마선/가시광선 영상 획득용 복합 복강경(110)에는 부품들 간의 거리를 변화시킴으로써 근적외선, 감마선의 민감도 및 분해능을 조절할 수 있는 광학 메커니즘이 구비되어 있다. 핀홀 콜리메이터(114)가 없는 경우에는 모든 종양과 배경 감마선이 감마선 섬광결정(116)의 면적 전체로 들어와서 반응하기 때문에 종양의 위치를 잡아낼 수가 없으나 본 발명에서는 직경 수 mm의 핀홀 콜리메이터를 사용한 경우에는 감마선이 감마선 섬광결정(116)과 반응할 수 있는 반응면적이 작게 정해지기 때문에 종양의 영상화가 가능하다. 본 발명의 실시예에서 핀홀 콜리메이터(114)를 예로 들었으나 확산형 콜리메이터, 평행다공형 콜리메이터 또는 핀홀 콜리메이터를 사용할 수도 있고, 상기 콜리메이터는 텅스텐으로 제조될 수 있다. 또한 20~250 keV 감마선 검출에 사용할 수 있는 섬광결정(crystal scintillators)의 요건은 조해성이 없어야 하고, 자체 자연방사능을 포함해서는 안 되며 가능한 한 섬광량이 많아야 하기 때문에 GSO(gadolinium oxyorthosilicate, Gd_2SiO_5)가 적합하다. BGO(bismuth germanate, $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$)는 밀도가 커서 두께를 얇게 할 수 있는 장점이 있는 반면, 섬광량이 적다. 감마선/근적외선/가시광선 동시 영상의 경우에는 CsI(Tl)[Cesium Iodide crystals doped with Thallium]은 밀도가 GSO보다 작지만 기동형태로 섬광결정을 성장시킬 수 있어 빛의 퍼짐이 적고 발광량도 장점이지만, 약간의 조해성을 띠고 최대 발광파장영역이 가시광선 영역의 제논 램프 파장과 크게 겹치는 것이 단점이다.

[0029] 감마선 측정은 광섬유 앞에 감마선 섬광결정을 위치시켜 감마선이 감마선 섬광결정과 반응하여 발생시킨 섬광을 측정하는데, 예컨대 광섬유 직경 $10\text{ }\mu\text{m}$ 으로 구성된 $4\times 4\text{ mm}^2$ 광섬유 다발 앞단에 두께 1-2 mm의 섬광결정을 접착시킨다. 또한 영상장치의 감마선 민감도와 위치분해능은 광섬유 직경, 콜리메이터(collimator)의 두께와 구멍의 크기, 선원의 깊이 등에 의해서 결정되기 때문에 콜리메이터의 설계가 중요하다.

[0030] 본 발명에 따른 핀홀 콜리메이터(pinhole collimator; 114)는 도 5에 도시된 바와 같이, 핀홀의 직경을 2 mm, 1 mm, 0.5 mm로 제조한 예이고 핀홀 콜리메이터(114)는 텅스텐으로 제조될 수 있다. 도 5를 참조하면, 회전식 휠을 이용하여 텅스텐 콜리메이터를 교체하여 사용할 수 있고, 텅스텐 칼날들을 5개 혹은 7개 조립하여 구멍의 직경을 0.5 mm부터 8 mm까지 자유롭게 조절 가능한 것이다. 섬광결정의 고유분해능이 0.5/1.0/2.5 mm라고 가정하는 경우, 공간분해능, 점선원 감도와 평판선원에 대한 감도는 하기 표 1 내지 3과 같다.

표 1

공간분해능		Hole diameter(mm)				
		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
hole to object distance b (mm)	10	2.1/2.3/3.2	3.1/3.2/4.0	4.1/4.2/4.8	5.1/5.2/5.6	6.1/6.1/6.6
	20	3.2/3.7/5.9	4.7/5.0/6.8	6.2/6.4/7.9	7.7/7.9/9.1	9.2/9.3/10.4
	30	4.4/5.1/8.6	6.3/6.8/9.7	8.3/8.7/11.1	10.2/10.6/12.6	12.2/12.5/14.3
	40	5.5/6.5/11.3	7.9/8.6/12.6	10.4/10.9/14.3	12.8/13.3/16.1	15.3/15.7/18.2
	50	6.7/8.0/14.0	9.5/10.5/15.5	12.4/13.2/17.5	15.4/16.0/19.7	18.4/18.9/22.1

표 2

점선원감도		Hole diameter (mm)				
		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
hole to	10	6.3×10^{-4}	1.4×10^{-3}	2.5×10^{-3}	6.3×10^{-4}	6.3×10^{-4}
object	20	1.6×10^{-4}	3.6×10^{-4}	6.4×10^{-4}	6.3×10^{-4}	6.3×10^{-4}
distance	30	6.9×10^{-5}	1.5×10^{-4}	2.8×10^{-4}	6.3×10^{-4}	6.3×10^{-4}
b(mm)	40	3.9×10^{-5}	8.8×10^{-5}	6.3×10^{-4}	6.3×10^{-4}	6.3×10^{-4}

	50	2.5×10^{-5}	5.6×10^{-5}	6.3×10^{-4}	6.3×10^{-4}	6.3×10^{-4}
--	----	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

표 3

평판선원 감도		Hole diameter (mm)				
		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
hole to	10	$0.11/3.5 \times 10^{-4}$	$0.25/1.1 \times 10^{-4}$	$0.44/1.4 \times 10^{-3}$	$0.69/2.2 \times 10^{-3}$	$0.99/3.2 \times 10^{-3}$
object	20	$0.11/8.8 \times 10^{-5}$	$0.25/2.0 \times 10^{-4}$	$0.44/3.5 \times 10^{-4}$	$0.69/5.5 \times 10^{-4}$	$0.99/7.9 \times 10^{-4}$
distance	30	$0.11/3.9 \times 10^{-5}$	$0.25/5.1 \times 10^{-5}$	$0.44/1.6 \times 10^{-4}$	$0.69/2.4 \times 10^{-4}$	$0.99/3.5 \times 10^{-4}$
b(mm)	40	$0.11/2.2 \times 10^{-5}$	$0.25/5.1 \times 10^{-5}$	$0.44/8.8 \times 10^{-5}$	$0.69/1.4 \times 10^{-4}$	$0.99/2.0 \times 10^{-4}$
	50	$0.11/1.4 \times 10^{-5}$	$0.25/3.2 \times 10^{-5}$	$0.44/5.6 \times 10^{-5}$	$0.69/8.8 \times 10^{-5}$	$0.99/1.3 \times 10^{-4}$

[0034] 시스템 분해능은 핀홀 크기가 작을 때는 고유분해능에 크게 의존함을 알 수 있고, 평판선원에 대한 감도는 시야에 단위면적당 1 Bq의 균일한 선원이 분포되었을 때의 감도로 영상대상과 핀홀 사이의 거리에 관계없이 초당 0.44개의 감마선이 섬광결정과 반응한다. 영상대상과 핀홀 사이의 거리가 커질수록 급격하게 공간분해능이 떨어지는 것을 알 수 있으며, 감도 또한 매우 낮음을 알 수 있다.

[0035] 도 6을 참조하면, 핀홀 콜리메이터(114)는 공간분해능은 핀홀 콜리메이터의 직경을 d라 할 경우 공간분해능과, 점선원 감도와 평판선원감도는 다음 표 2와 같이 구할 수 있다.

[0036] <공간분해능(d:바늘구멍 직경, R_i :고유분해능)>

$$R_o = \sqrt{\left(\frac{l+b}{l} \gamma d_o\right)^2 + \left(\frac{b}{l} \gamma R_i\right)^2}$$

$$d_o = \sqrt{d \gamma (d + 2 \gamma \mu^{-1} \gamma \tan(A))}$$

[0039] <점선원 감도>

$$g = \begin{cases} \frac{d_o^2}{16 \gamma b^2} \gamma \cos^3(\alpha) & \text{for } \alpha < A \\ 0 & \text{for } \alpha > A \end{cases}$$

[0041] <평판선원 감도>

$$G = \left[-\frac{d_o^2 \gamma \pi}{8} \gamma \cos(\alpha) \right]_0^A$$

[0043] 또한 제1실시예의 광전변환모듈(130)은 도 2에 도시된 바와 같이, 제1다이크로익 미러(131)와 제1대역통과필터(132)와 제1CCD(133)로 이루어진 감마선 영상 처리부와, 제2 다이크로익 미러(134)와 제2대역통과필터(135)와 제2 CCD(136)로 이루어진 가시광 영상 처리부와, 제3대역통과필터(137)와 제3CCD(138)로 이루어진 근적외선(NIR) 영상 처리부로 구성된다.

[0044] 제1다이크로익 미러(131)는 광섬유(120)를 통해 입사된 광에서 400~500 nm대의 감마선 섬광을 분리하고, 제1밴드패스필터(132)는 400~500 nm대의 감마선 섬광빛만을 통과시키고 노이즈를 제거하며, 제1CCD(133)는 400~500 nm대의 감마선 섬광빛을 전기신호로 변환한다. 이때, 섬광빛을 검출하는 제1CCD(133) 카메라 대신에 광전 증배관(photomultiplier: PMT) 또는 실리콘 광증배관(Silicon photomultiplier: SiPM)등을 사용할 수도 있고 제1CCD(133)를 사용할 때, 섬광빛 신호를 증폭시키기 위해 micro channel plate (MCP)와 같은 image-intensifier tube를 제1CCD(133) 전면에 위치시켜 사용할 수 있다.

[0045] 제2다이크로익 미러(134)는 제1다이크로익 미러(131)를 통과한 광에서 500~700 nm대의 가시광선을 분리하고, 제2밴드패스필터(135)는 500~700 nm대의 가시광선만을 통과시키고 노이즈를 제거하며, 제2CCD(136)는 500~700 nm대의 가시광선을 전기신호로 변환한다.

- [0046] 제3밴드패스필터(137)는 790~875 nm대의 근적외선만을 통과시키고 노이즈를 제거하며, 제3CCD(138)는 790~875 nm대의 근적외선을 전기신호로 변환한다.
- [0047] PC(140)는 광전변환모듈(130)에서 USB를 통해 입력된 각 개별 CCD 카메라 영상을 동일 시야를 갖도록 매칭시키고 잡음을 제거하는 소프트웨어를 실행하여 삼중 합성된 영상을 모니터를 통해 출력한다.
- [0048] 도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치의 구조를 개략적으로 도시한 개요도로서, 순차 검출의 예(제2실시예)이다.
- [0049] 먼저, 본 발명의 제2실시예에 따른 복강경 수술용 감시리프절 절제술을 위한 삼중 융합 영상장치(200)를 사용하기 위해서는 환부에 감마선을 방출하기 위한 감마선 방출 물질은 감마선 방출 방사성 동위원소(예컨대, ^{99m}Tc)을 포함하는 화합물 및 근적외선 방출 형광물질(예컨대, 인도시아닌 그린)을 투입할 필요가 있다.
- [0050] 이후 환부로부터 감시리프절 수술을 위한 삼중영상을 제공하는 본 발명에 따른 삼중 융합 영상장치의 제2실시예(200)는 도 3에 도시된 바와 같이, 가시광선과 근적외선 및 감마선의 삼중 영상을 각각 획득하기 위한 근적외선/감마선/가시광선 영상 획득용 복합 복강경(210)과, 상기 복합 복강경(210)으로부터 획득된 삼중 영상을 전송하기 위한 광섬유(220)와, 광섬유(220)를 통해 전달된 삼중 영상으로부터 가시광선과 근적외선 및 감마선의 개별 영상을 분리한 후 각각의 전기신호로 변환하는 광전변환모듈(230)과, 광전변환모듈(230)의 가시광선 영상신호와 근적외선 영상신호 및 감마선 영상신호를 하나의 영상으로 정합하여 표시하기 위한 PC(240)로 구성된다.
- [0051] 도 3을 참조하면, 근적외선/감마선/가시광선 영상 획득용 복합 복강경(210)은 광섬유를 통해 가시광선 영상을 획득하기 위한 백색광과 환부에 근적외선 방출 물질[예컨대, 인도시아닌 그린(ICG, indocyanine green)]을 여기시켜 근적외선 영상을 획득하기 위해 근적외선 여기광을 생성하는 광원(211)과, 가시광선과 근적외선의 신호를 모으고 초점을 맞춰주기 위한 렌즈(212)와, 감마선의 영상화 또는 계수방식을 위해 불필요한 배경감마선을 제거해주고 넓은 영역의 영상을 획득하기 위한 텅스텐 핀홀 콜리메이터(214)와, 환부에 투여된 감마선 방출 방사성 동위원소(예컨대, ^{99m}Tc)로부터 핀홀 콜리메이터를 거쳐 감마영상을 얻기 위한 감마선 섬광결정(216)과, 가시광선 영상, 근적외선 영상, 감마선 영상을 광섬유(220)로 전달해주는 파이버 옵틱 테이퍼(fiber optic taper)로 구성된다. 제2실시예의 감마/NIR/가시광선 모듈(210)은 제1실시예의 구성과 유사하므로 더 이상의 설명은 생략하기로 하고, 제1실시예와 구성이 다른 제2 실시예의 광전변환모듈(230)을 중심으로 설명하기로 한다.
- [0052] 제2실시예의 광전변환모듈(230)은 도 3에 도시된 바와 같이, 광섬유(220)를 통해 입사된 광을 필터 회전체(232)를 통과시킨 후 1대의 CCD(236)로 받도록 구성되어 있다. 필터 회전체(232)는 400~500 nm대의 감마선 섬광빛만을 통과시키기 위한 제1밴드패스 필터(232a)와, 500~700 nm대의 가시광선만을 통과시키기 위한 제2밴드패스 필터(232b)와 790~875 nm대의 근적외선만을 통과시키기 위한 제3밴드패스 필터(232c)로 구성된다. 또한 CCD(236)와 필터 회전체(232) 사이에는 1:1의 텔레 렌즈(234)가 위치할 수도 있다.
- [0053] 도 8 내지 10을 참조하면, 본 발명에 따른 삼중 융합 영상장치는 IVIS 스펙트럼 광학영상장치를 통해 검증한 결과 가시광선, 감마선 및 근적외선의 순차영상에서 정상적으로 작동하는 것을 확인할 수 있었다.
- [0054] 본 발명의 바람직한 실시태양에서, 상기 근적외선 방출 형광물질로 인도시아닌 그린(ICG)이 사용되고, 감마선 방출 방사성 물질로는 감마선을 방출하는 방사성 동위원소 예컨대, 140 keV 감마선을 방출하는 방사성 동위원소인 ^{99m}Tc 이 도입된 화합물이 사용된다. 상기 ^{99m}Tc 를 포함하는 화합물은 ^{99m}Tc -antimony sulfide, ^{99m}Tc -sulfur colloid, ^{99m}Tc -nanocolloid, ^{99m}Tc -human serum albumin 또는 ^{99m}Tc -phytate colloid일 수 있다.
- [0055] 그러나, 상기 인도시아닌 그린은 현시점에서 FDA의 승인을 받은 유일한 근적외선 방출 형광물질이기 때문에, 그 사용이 바람직한 것일 뿐, 현재 개발되었거나 추후 개발된 그 어떠한 근적외선 방출 형광물질의 사용도 가능함을 본 기술분야의 통상의 기술자라면 충분히 이해할 수 있을 것이다. 아울러, 상기 방사성 동위원소의 경우도 마찬가지로, ^{99m}Tc 외에, ^{125}I 또는 ^{103}Pd 등 감마선 방출 방사성 동위원소가 사용될 수 있다. 가시광선 검출은 제논 램프를 복강 내에 비추어 수술 부위의 시각적 영상을 얻음과 아울러 근적외선 검출은 제논 램프의 빛 경로에 필터를 장착하여 ~750 nm부근의 근적외선으로 인체에 투여한 ICG를 조사하고, 방출된 ~850 nm 부근의 근적외선은 CCD로 검출한다.
- [0056] 그리고 ^{99m}Tc 에서 방출되는 140 keV의 감마선이 섬광결정과 반응하여 발생하는 각각의 섬광 위치를 핀홀 콜리메이터와 제1 CCD를 이용하여 검출한다. 즉, 본 발명에서는 감마선 하나가 방출하는 수백 ~ 수천 개의 섬광 각각

을 영상 구성에 사용함으로써 통계적 오차를 줄이고 10 초 내외의 짧은 시간에 감마선 영상을 제공하고 넓은 시야의 영상 획득을 위하여 핀홀 콜리메이터를 사용한다.

[0057] 도 11은 마우스의 감시립프절 매핑(mapping)을 위해 감마선 방출 방사성물질(^{99m}Tc -antimony sulfide colloid) 및 근적외선 형광물질(ICG)의 혼합물이 담긴 큐벳을 본 발명의 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치를 이용하여 촬영한 근적외선 영상(좌측) 및 감마선 섬광영상(우측)의 순차영상을 나타낸 일련의 사진이다. 본 발명자들은 마우스의 감시립프절을 매핑(mapping)하기 위해 1 mg/ml의 ICG 0.1 ml 및 27.0 MBq/ml ^{99m}Tc -antimony sulfide 0.444 ml을 혼합하여 12 MBq ^{99m}Tc -antimony sulfide + 0.1 mg ICG 혼합물 0.544 ml을 투여한 후 본 발명의 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치로 가시광선, 근적외선 및 감마선 영상을 획득하였다. 구체적으로 가시광선과 근적외선은 100 ms의 노출시간을 적용하여 슈도-녹색 ICG 형광 이미지가 가시광선의 상부에 중첩되어 나타났음을 확인하였다(도 11의 좌측 칼럼). 한편, 감마선은 1 min의 노출시간을 적용하여 도 11의 우측칼럼에 도시된 것과 같이 영상을 확인할 수 있었다.

[0058] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치를 이용하여 감마선 방출 방사성물질(^{99m}Tc -antimony sulfide colloid) 및 근적외선 형광물질(ICG)의 혼합물이 주입된 마우스의 감시립프절을 촬영한 가시광선/근적외광/감마선 순차 영상 및 이들의 중첩 영상이다. 도시한 바와 같이 환부에 ^{99m}Tc +ICG 투여 후 영상을 획득하였는데 가시광선 영상은 흑백 CCD 카메라를 사용하여 흑백으로 나타났고 근적외선과 감마선 영상은 신호세기를 나타내는 가상 칼라로 나타냈는데, 특히 근적외선은 분해능이 뛰어나도록 확인할 수 있었다. 또한 가시광선, 근적외선 및 감마선을 융합한 결과 감마선 영상과 근적외선 영상이 잘 일치할 뿐만 아니라, 감마선이 근적외선 영상을 보완할 수 있을 정도로 검출감도가 높음을 확인할 수 있었다.

[0059] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치를 이용하여 감마선 방출 방사성물질(^{99m}Tc -antimony sulfide colloid) 및 근적외선 형광물질(ICG)의 혼합물이 주입된 마우스로부터 절제된 감시립프절을 촬영한 가시광선/근적외광/감마선 순차 영상 및 이들의 중첩 영상이다. 도시한 바와 같이 가시광선, 근적외선 및 감마선 영상을 통하여 절제된 감시립프절에 ^{99m}Tc +ICG가 효과적으로 집적되었음을 확인하였다.

[0060] 결론적으로 본 발명의 일 실시예에 따른 삼중 융합 영상장치는 가시광선, 근적외선 및 감마선의 시야를 동일하게 함으로써 가시광선, 근적외선 및 감마선의 영상 융합을 정확하고 신속하고 처리하여 수십초(예컨대, 30초) 내에 가시광선/근적외선/감마선 융합영상을 제공하여, 수술의사가 융합영상을 보면서 감시립프절을 효과적으로 제거할 수 있도록 한다.

[0061] 이상에서 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나, 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

부호의 설명

[0062] 100, 200: 삼중융합 영상장치
110, 210: 가시광선/감마선/근적외선 획득용 복합 복강경
111, 211: 광원
112, 212: 포커싱 렌즈
114, 214: 핀홀 콜리메이터
116, 216: GSO 섬광결정
118, 218: 파이버 옵틱 테이퍼
120, 220: 광섬유
130, 230: 광전변환모듈
131, 134: 다이크로익 미러
132, 135, 137: 밴드패스필터

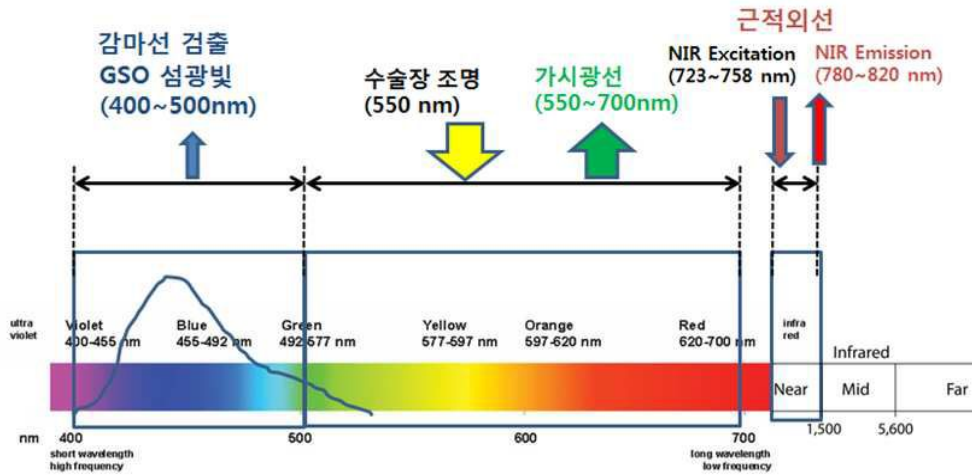
232: 필터 회전체

133, 136, 138, 236: CCD

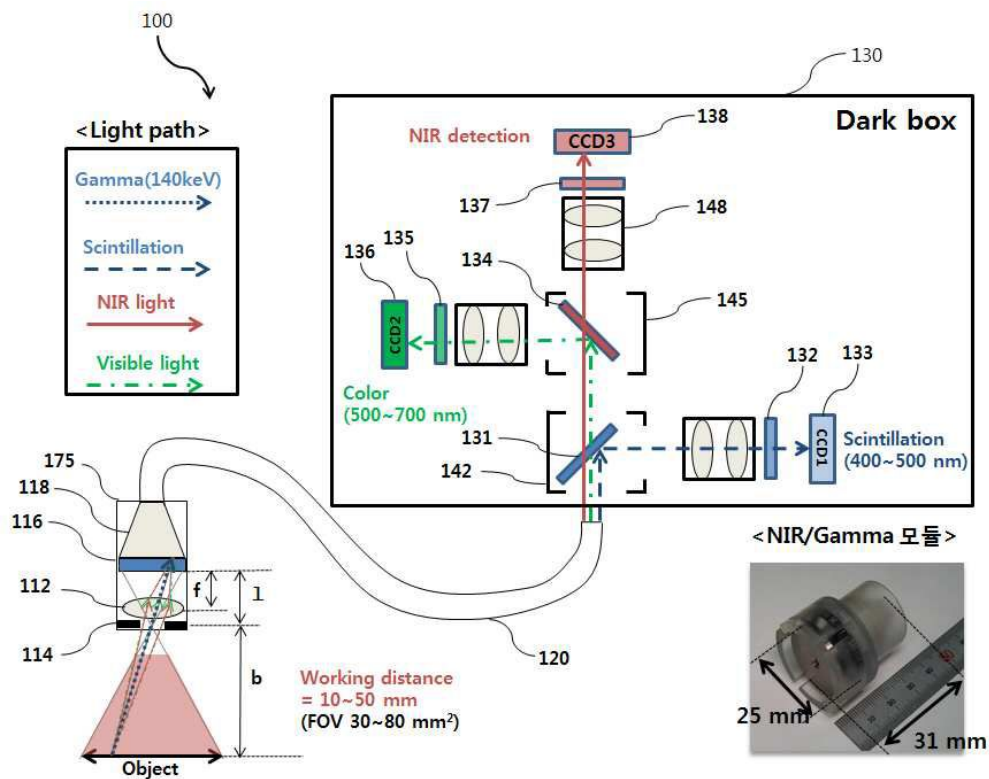
140, 240: PC

도면

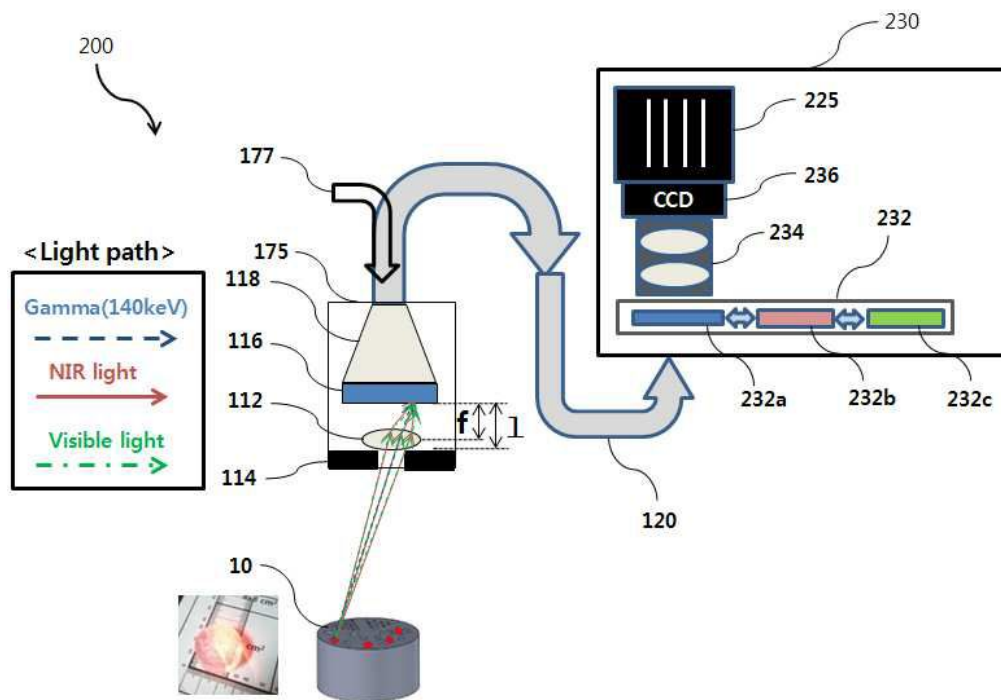
도면1



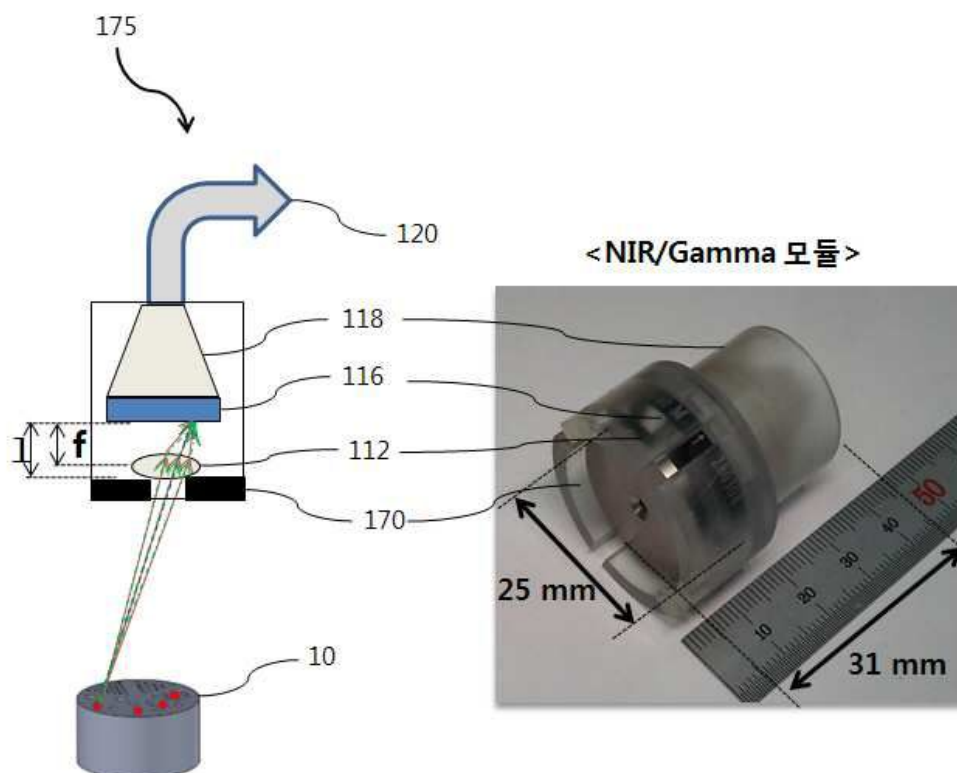
도면2



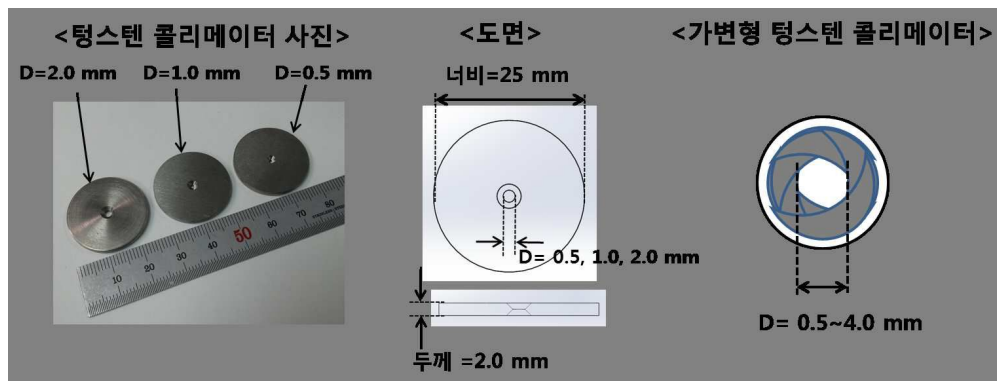
도면3



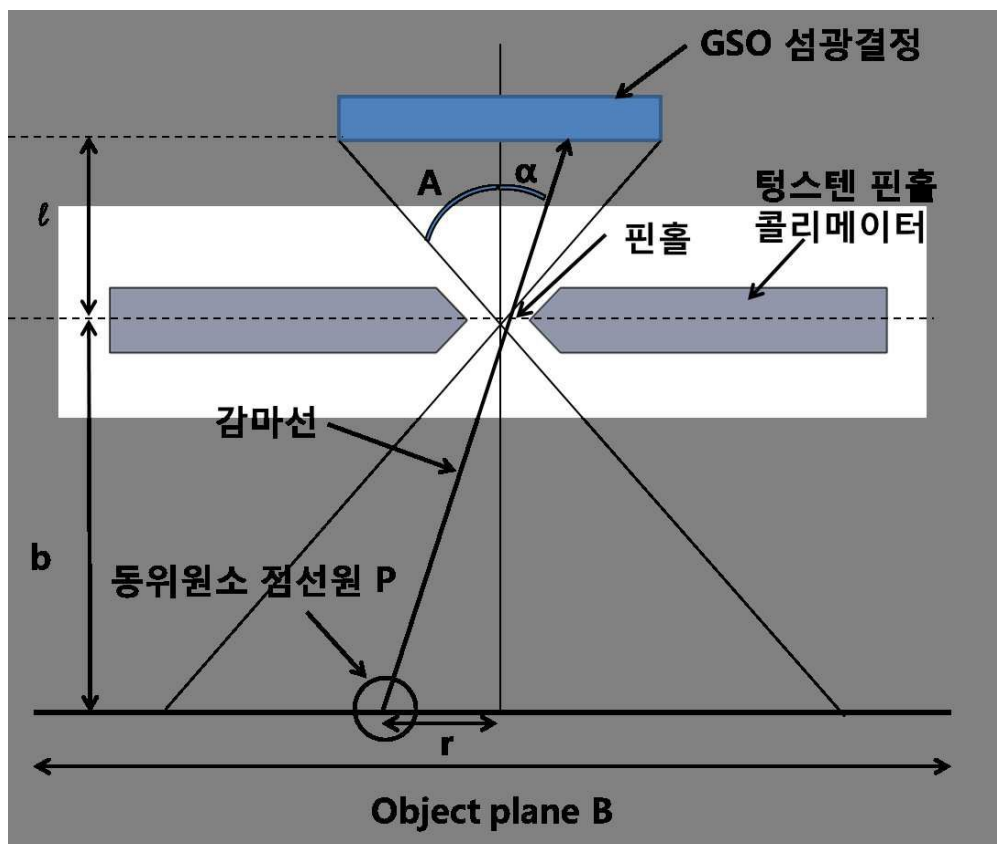
도면4



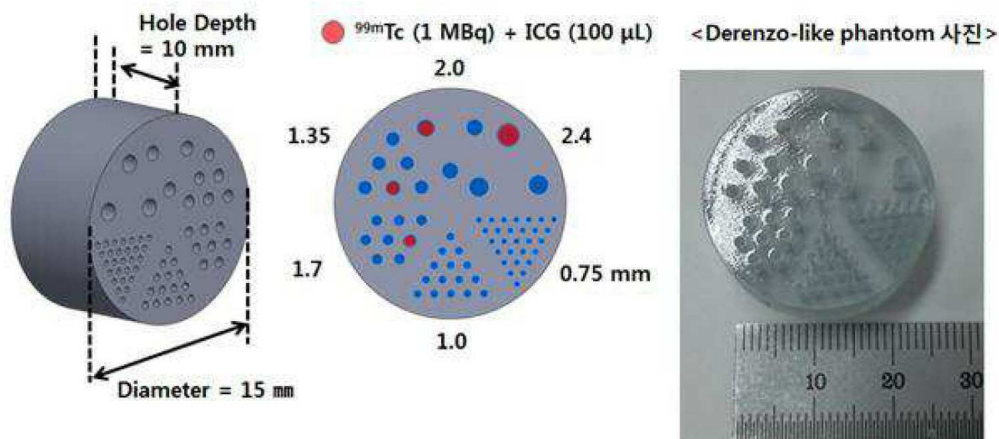
도면5



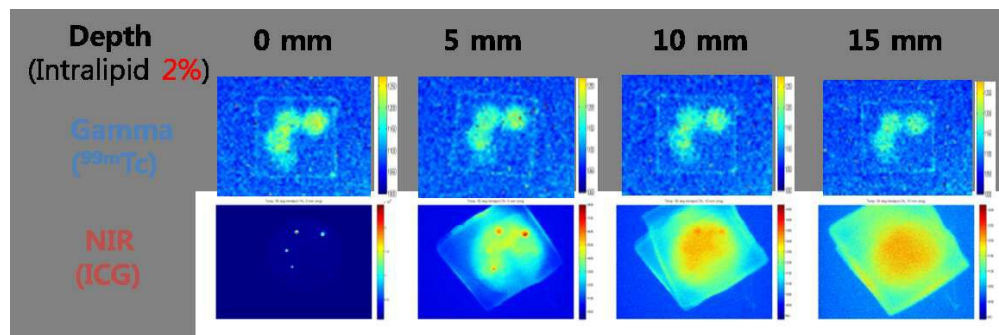
도면6



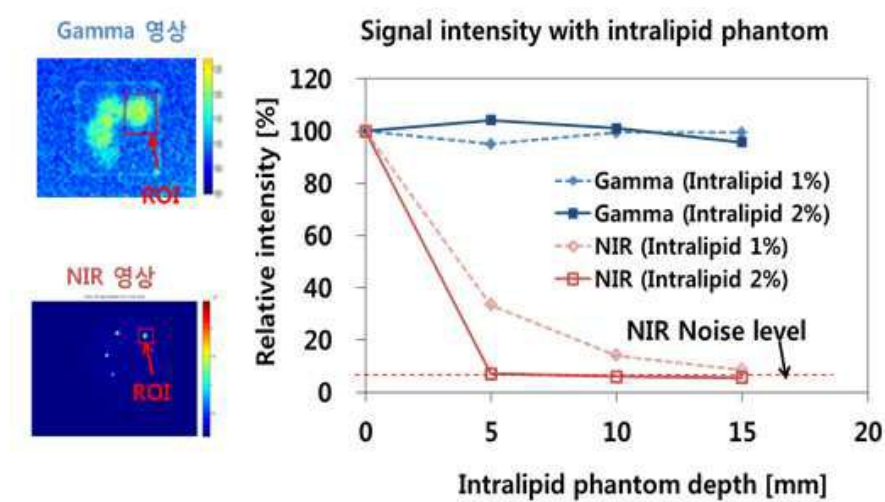
도면7



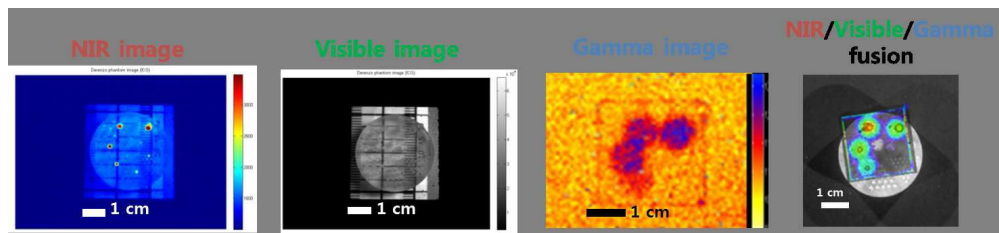
도면8



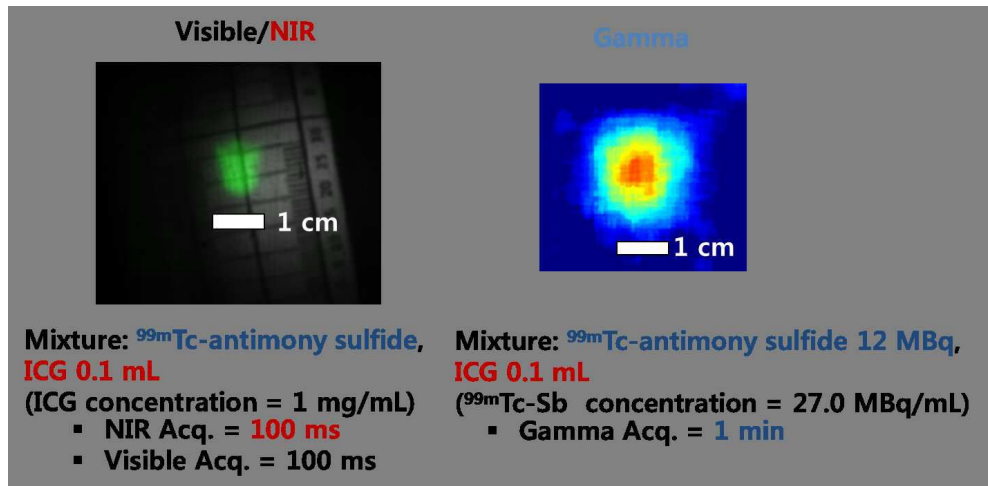
도면9



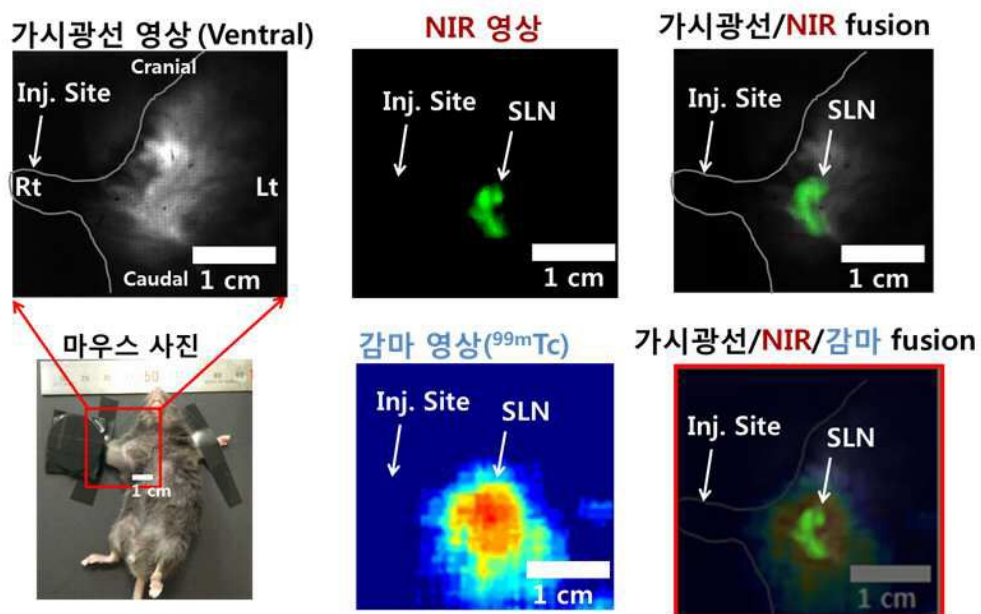
도면10



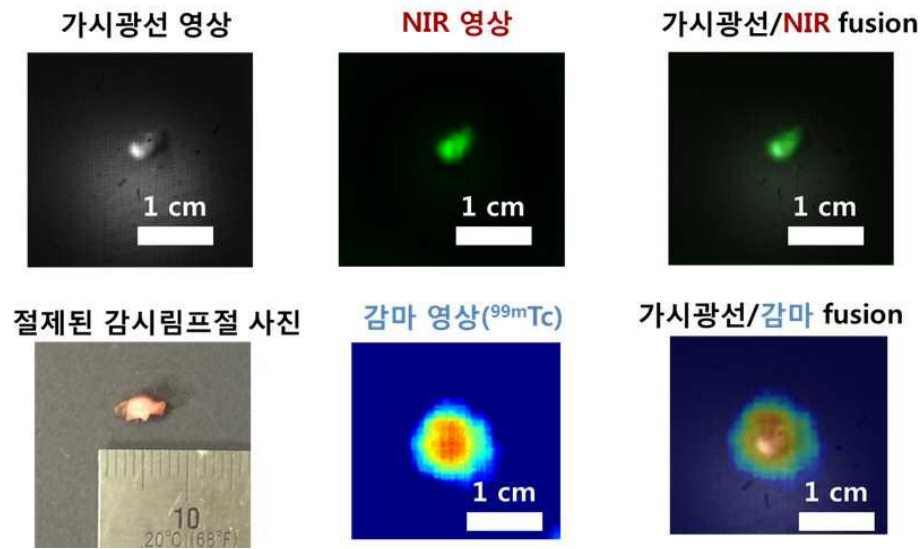
도면11



도면12



도면13



专利名称(译)	腹腔镜手术中腹腔镜腹腔镜手术的三重融合成像装置		
公开(公告)号	KR1020160118922A	公开(公告)日	2016-10-12
申请号	KR1020160009790	申请日	2016-01-27
[标]申请(专利权)人(译)	EULJI UNIV标志ACAD合作		
申请(专利权)人(译)	选择加入大学学术合作		
[标]发明人	HONG SEONG JONG 홍성종 KANG HAN GYU 강한규 HONG GUN CHUL 홍건철 LEE HYUNG SEOK 이형석 KIM KYEONG MIN 김경민 LEE HO YOUNG 이호영		
发明人	홍성종 강한규 홍건철 이형석 김경민 이호영		
IPC分类号	A61B90/00 A61B17/32 A61B34/30		
CPC分类号	A61B90/361 A61B90/36 A61B2090/3614 A61B2090/376 A61B2090/392 A61B34/30 A61B17/320016 A61B5/418 A61B1/00009 A61B1/042 A61B1/043 A61B1/0638 A61B1/3132 A61B5/0036 A61B5/004 A61B5/0084 A61B6/00 A61B6/037 A61B2505/05 G06T2210/41		
代理人(译)	Hanyunho		
优先权	1020150046955 2015-04-02 KR		
其他公开文献	KR101784970B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种用于腹腔镜手术切除前哨淋巴结的三重融合成像装置，以提供可见光线，近红外线和伽马射线的三重融合图像，其可在腹腔镜或机器人中帮助切除前哨淋巴结。手术切除肿瘤。本发明的三重融合成像装置包括：近红外线/伽马射线/可见光模块，用于分别从受影响部分获得来自可见光线，近红外线和伽马射线辐射物质的伽马射线的三重图像；用于传输腹腔镜的三重图像的光纤；产生白光以通过光纤获得可见光图像的光源，以及用于通过激发近红外线释放获得近红外线图像的近红外激发光受影响部位的荧光材料；光电转换模块，将通过光纤传输的三重图像中的可见光，近红外线和伽马射线的各个图像分离，并转换成每个电子信号；匹配单元，用于将可见光图像信号，近红外线图像信号和光电转换模块的伽马射线图像信号匹配成一个图像；图像显示单元，用于显示匹配单元的图像。根据本发明，由于在腹腔镜和机器人手术期间在短时间内提供可见光线/近红外线/伽马射线融合图像，因此可以高灵敏度和特异性地切除前哨淋巴结，从而消除不必要的宽淋巴结引起的副作用可以减少，从而大大提高生活质量老人。

