



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월22일
 (11) 등록번호 10-1941223
 (24) 등록일자 2019년01월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 A61B 1/06 (2006.01) A61B 1/07 (2006.01)
 A61B 1/313 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
 G02B 27/14 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 A61B 1/0638 (2013.01)
 A61B 1/07 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0043736
 (22) 출원일자 2017년04월04일
 심사청구일자 2017년04월04일
 (65) 공개번호 10-2018-0112534
 (43) 공개일자 2018년10월12일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101351411 B1*
 KR1020160118922 A*
 US20160306054 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 을지대학교 산학협력단
 경기도 성남시 수정구 산성대로 553 (양지동, 을지대학교)
 한국원자력의학원
 서울특별시 노원구 노원로 75 (공릉동)
 (72) 발명자
 홍성중
 서울특별시 광진구 독성로34길 9 (자양동, 현대아파트)
 강한규
 경기도 성남시 분당구 중앙공원로 17, 325동 203호(서현동, 시범단지한양아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 한윤호

전체 청구항 수 : 총 11 항

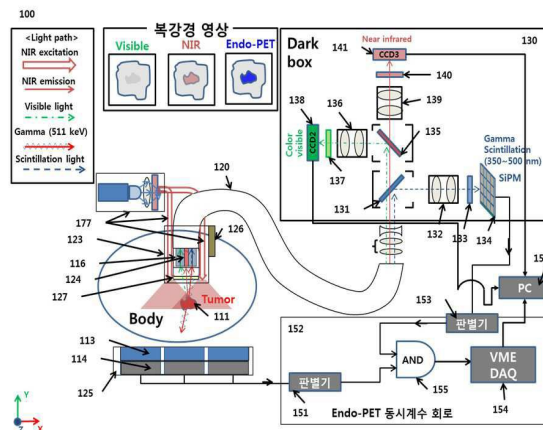
심사관 : 이재균

(54) 발명의 명칭 복강경 수술용 삼중 융합영상장치

(57) 요약

본 발명은 복강경 및 로봇 수술시 왜곡이 최소화되고 높은 민감도와 특이도로 종양조직 또는 감시립프절을 정확하게 절제할 수 있는 복강경 수술용 삼중 융합영상장치를 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 1/313 (2013.01)

G02B 13/18 (2013.01)

G02B 27/141 (2013.01)

(72) 발명자

송성현

서울특별시 강동구 상암로27가길 11 (천호동)

김경민

서울특별시 성북구 정릉로10다길 18 (정릉동, 그린
빌라)

이호영

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

정대홍

서울특별시 강남구 학동로68길 29, 114동 102호(삼
성동, 힐스테이트1단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016M2A2A4A03913619

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 원자력연구개발사업(방사선기술개발사업)

연구과제명 수술용 endo-PET/근적외선형광/가시광선 융합영상시스템

기 여 율 1/1

주관기관 을지대학교 산학협력

연구기간 2016.10.17 ~ 2019.03.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

가시광선과 근적외선 및 환부에 투여된 감마선 방사물질로부터 방출된 감마선과 반응하여 감마선 섬광영상을 얻기 위한 섬광결정, 상기 가시광선과 근적외선의 광신호를 집속 후 광섬유로 전달하는 내부에 광학렌즈가 부착된 전방집속렌즈; 광원에 의한 감마선 섬광빛의 손실과 SiPM 검출기의 과부하를 방지하는 광학필터, 감마선의 영상화 또는 계수방식을 위해 불필요한 배경감마선을 제거해주고 넓은 영역의 영상을 획득하기 위한 동시계수 회로, 융합영상 모듈과 체외 endo-PET 모듈간의 거리와 위치, 각도 등을 실시간으로 추적하여 표시하는 광학 추적기, 및 부품들 간의 거리를 변화시킴으로써 근적외선, 감마선의 민감도 및 분해능을 조절할 수 있는 광학 메커니즘을 포함하는 endo-PET/근적외선/가시광선 획득용 융합영상 모듈;

종양에 집적된 종양 탐지 추적자와 반응하여 섬광을 발생시키는 섬광결정; 및 상기 섬광을 검출하여 신호로 변환하는 감마선 검출기를 포함하는, 상기 융합영상 모듈 하부에 설치되고 상기 융합영상 모듈과 동시계수를 통해 상기 감마선을 검출하는 체외 endo-PET 모듈;

상기 융합영상 모듈로부터 획득된 삼중 영상을 전송하기 위한 광섬유;

가시광선 영상을 획득하기 위한 백색광과 환부에 근적외선 방출물질을 여기시켜 근적외선 영상을 획득하기 위해 근적외선 여기광을 생성하는 광원;

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

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

상기 광전변환모듈의 영상 신호와 상기 체외 endo-PET 모듈의 영상신호를 획득하여 증폭하고 동시계수하여 영상신호를 표시하기 위한 영상 표시수단을 포함하는 제어부를 포함하는, 복강경 수술용 삼중 융합영상장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전방집속렌즈는 융합영상 모듈의 섬광결정 배열의 내부 또는 외부에 위치하는, 복강경 수술용 삼중 융합영상장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 광학렌즈는 볼록렌즈, 양면 볼록렌즈, 비구면 렌즈 또는 그린 렌즈인, 복강경 수술용 삼중 융합영상장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 근적외선 방출물질은 인도시아닌 그린인, 복강경 수술용 삼중 융합영상장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 감마선 방사물질은 ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O , ^{18}F , ^{68}Ga , ^{64}Cu , ^{89}Zr 또는 ^{18}F -FDG인 복강경 수술용 삼중 융합영상장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 종양 탐지 추적자는 ^{18}F FDG(fluorodeoxyglucose), ^{68}Ga , ^{64}Cu , ICG, C^{15}O , [^{13}N]ammonia, H_2^{15}O 또는 antibody+IRDye(NIRF)인, 복강경 수술용 삼중 융합영상장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 광전변환모듈로부터 획득한 영상신호를 증폭하는 제1판별기;
 상기 endo-PET 모듈로부터 획득한 영상신호를 증폭하는 제2판별기;
 상기 양 판별기로부터 획득한 영상신호를 처리하는 동시계수 회로;
 동시계수를 통해 전기신호로 변환하는 데이터획득장치; 및
 상기 영상신호를 하나의 영상으로 정합하여 모니터로 출력하는 PC를 포함하는, 복강경 수술용 삼중 융합영상장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 섬광결정은 구분(pixelated) 또는 일체(monolithic)형인 LYSO, GAGG, LaBr3(Ce), CsI(Na), NaI(Tl), YAP:Ce, CdTe, BGO($\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$), LSO($\text{Lu}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$), YSO($\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$ and/or Tb), GSO($\text{Ga}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$) 또는 LGSO($\text{Lu}_{1-x}\text{GdxSiO}_5$)인 복강경 수술용 삼중 융합영상장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 광전변환모듈은 광섬유를 통해 입사된 광에서 350~480 nm대의 감마선 섬광을 분리하기 위한 제1 다이크로익 미러;
 상기 350~480 nm대의 감마선 섬광을 집속시키기 위한 제1 후방집속렌즈;
 상기 350~480 nm대의 감마선 섬광만을 통과시키기 위한 제1 밴드패스필터;
 상기 350~480 nm대의 감마선 섬광을 전기신호로 변환하기 위한 SiPM 검출기;
 상기 제1 다이크로익 미러를 통과한 광에서 500~700 nm대의 가시광선을 분리하기 위한 제2 다이크로익 미러;
 상기 500~700 nm대의 가시광선만을 집속시키기 위한 제2 후방집속렌즈;
 상기 500~700 nm대의 가시광선만을 통과시키기 위한 제2 밴드패스필터;
 상기 500~700 nm대의 가시광선을 전기신호로 변환하기 위한 제1 CCD 카메라;
 상기 제2 다이크로익 미러를 통과한 광에서 780~820 nm대의 근적외선만 집속시키기 위한 제3 후방집속렌즈;
 상기 780~820 nm대의 근적외선만을 통과시키기 위한 제3 밴드패스필터; 및
 상기 780~820 nm대의 근적외선을 전기신호로 변환하기 위한 제2 CCD 카메라를 포함하는, 복강경 수술용 삼중 융합영상장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 광전변환모듈은, 광섬유를 통해 입사된 광으로부터 500~700 nm대의 가시광선만을 집속시키기 위한 제2 후

방집속렌즈와 가시광선을 통과시키기 위한 제2밴드패스필터, 780~820 nm대의 근적외선만을 집속시키기 위한 제3 후방집속렌즈와 근적외선을 통과시키기 위한 제3밴드패스필터로 구성된 필터 회전체 및 CCD를 포함하는, 복강경 수술용 삼중 융합영상장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 매칭수단은 상기 광전변환모듈에서 입력된 각 CCD 영상을 동일 시야를 갖도록 컴퓨터(PC)로 구현되어 감마선 선평 신호 영상을 일련의 수학적 알고리즘으로 재구성하여 프레임마다 미디언 필터로 잡음을 제거하고 사전에 계산된 역치값 이상을 가지는 픽셀의 개수와 총 밝기 값을 계산하여 실시간 카운팅 모드로도 사용이 가능한 것을 특징으로 하는, 복강경 수술용 삼중 융합영상장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복강경 수술용 삼중 융합영상장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 들어 현대인에게 전립선암, 자궁경부암 및 위암 등 다양한 종류의 암 발생이 증가함에 따라 복강경 또는 로봇을 이용한 수술도 증가하고 있는 추세이다. 특히, 복강경 수술을 통해 수술 위험과 수술에 의한 스트레스, 입원 및 회복기간을 획기적으로 줄일 수 있게 되었으며, 최근에는 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. 복강경 수술을 통한 종양 및 감시립프절의 감별과 절제시 종래의 장치들은 주로 단일 영상으로 보여줘 정확한 판단이 어려운 문제점이 있다. 즉, 근적외선 카메라의 도움을 받아 전립선암에서 로봇수술을 통해 절제할 경우, 근적외선 형광의 투과력이 약해서 표적이 심부에 위치해 있을 경우 정확한 위치와 형태를 근적외선 카메라로 확인하기 어려운 문제점이 있다. 또한 감마카메라의 도움을 받아 로봇수술을 통해 절제할 경우 영상의 분해능이 낮아 정확한 형태와 위치를 감별하는데 어려움이 있다. 특히, 최근의 수술은 최소 침습수술로 기존의 수술방법과 달리 환자의 신체에 몇 개 또는 1개의 포트(port)만을 내어 수술하는 복강경수술 및 로봇수술의 비율이 점차 증가하고 있어 절제시 정확한 위치와 형태를 관찰하는 평가기술이 필요하다. 절제한 조직의 평가는 궁극적으로 수술장에서 얻어 확인해야 하기 때문에 수술장에서 기존의 수술에 최소한의 영향을 주면서 종양조직 또는 감시립프절을 평가할 수 있는 기술 및 장비가 필요하나 현재 까지 이러한 요건을 충족하는 장비가 없다. 이와 관련하여 대한민국 등록특허 제0980247호는 광각렌즈부, 광섬유 및 광 인터페이스부를 포함하는 복강경 및 이를 이용한 영상 처리 시스템을 개시하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 그러나 상기 선행기술의 경우, 단지 넓은 범위에서 복강 내의 가시광선 영상을 촬상하기 위한 장치로 가시광선 파장의 영역(400~700 nm)을 포함하는 해부학적 화상정보에 불과하므로 근적외선 형광물질 또는 방사성의약품을 이용한 종양조직 또는 감시립프절의 영상화는 기술적으로 불가능하다.

[0004] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 복강경 및 로봇 수술시 왜곡이 최소화되고 높은 민감도와 특이도로 종양조직 또는 감시립프절을 절제할 수 있는 복강경 수술용 삼중 융합 영상장치를 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 관점에 따르면, 가시광선과 근적외선 및 환부에 투여된 감마선 방사물질로부터 방출된 감마선과 반응하여 감마선 선평영상을 얻기 위한 선평결정, 상기 가시광선과 근적외선의 광신호를 집속 후 광섬유로 전달하는 내부에 광학렌즈가 부착된 전방집속렌즈; 광원에 의한 감마선 선평빛의 손실과 SiPM 검출기의 과부하를 방

지하는 광학필터, 감마선의 영상화 또는 계수방식을 위해 불필요한 배경감마선을 제거해주고 넓은 영역의 영상을 획득하기 위한 동시계수 회로, 융합영상 모듈과 체외 endo-PET 모듈간의 거리와 위치, 각도 등을 실시간으로 추적하여 표시하는 광학 추적기, 및 부품들 간의 거리를 변화시킴으로써 근적외선, 감마선의 민감도 및 분해능을 조절할 수 있는 광학 메커니즘을 포함하는 endo-PET/근적외선/가시광선 획득용 융합영상 모듈; 상기 융합영상 모듈 하부에 설치되고 상기 융합영상 모듈과 동시계수를 통해 상기 감마선을 검출하는 체외 endo-PET 모듈; 상기 융합영상 모듈로부터 획득된 삼중 영상을 전송하기 위한 광섬유; 가시광선 영상을 획득하기 위한 백색광과 환부에 근적외선 방출물질을 여기시켜 근적외선 영상을 획득하기 위해 근적외선 여기광을 생성하는 광원; 상기 광섬유를 통해 전달된 삼중 영상으로부터 가시광선, 근적외선 및 감마선의 개별 영상을 분리한 후 각각의 전기 신호로 변환하는 광전변환모듈; 상기 광전변환모듈의 가시광선 영상신호 근적외선 영상신호 및 감마선 영상신호를 하나의 영상으로 정합하기 위한 매칭수단; 및 상기 광전변환모듈의 영상 신호와 상기 체외 endo-PET 모듈의 영상신호를 획득하여 증폭하고 동시계수하여 영상신호를 표시하기 위한 영상 표시수단을 포함하는 제어부를 포함하는, 복강경 수술용 삼중 융합영상장치를 제공한다.

발명의 효과

[0006] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복강경 및 로봇 수술시 삼중 융합영상장치의 높은 민감도와 특이도로 왜곡이 최소화되어 효과적인 종양조직 또는 감시림프절의 절제효과를 구현할 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 복강경 수술용 삼중 융합영상장치의 개략적인 구조를 나타내는 구성도이다.
 도 2는 본 발명의 복강경 수술용 삼중 융합영상장치의 감마선 검출 구성도이다.
 도 3은 본 발명의 복강경 수술용 삼중 융합영상장치의 광학 추적기의 모습을 나타내는 사진이다.
 도 4는 본 발명의 복강경 수술용 삼중 융합영상장치의 근적외선 형광 및 가시광선 검출 구성도이다.
 도 5는 융합영상 모듈의 전방집속렌즈에 집속된 후 영상이 왜곡되어 보이는 것을 나타내고 있는 그림과 사진이다.
 도 6은 전방집속렌즈 내부에 GRIN 렌즈를 부착하는 방법으로 왜곡이 최소화된 근적외선 형광/가시광선 영상이다.
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 근적외선 형광/가시광선 영상 획득 실험방법을 개략적으로 나타내고 있는 그림이다.
 도 8은 가시광선 영상과 근적외선 형광을 동시에 획득한 모습을 나타내고 있는 사진이다.
 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 감마선/근적외선 형광/가시광선의 삼중 융합영상을 획득한 모습을 나타내고 있는 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] **용어의 정의:**

[0009] 본 문서에서 사용되는 용어 "종양조직(tumor tissue)"은 악성 신생물 (malignant neoplasm)로서 발육속도가 빠르고 침습적이고 전이성인 조직을 나타낸다.

[0010] 본 문서에서 사용되는 용어 "감시림프절(sentinel lymph node)"은 종양조직(tumor tissue)의 침윤이 진행되어 종양에서 전이가 일어날 경우 가장 먼저 전이가 일어나는 림프절로 종양에서의 전이 여부를 알 수 있는 중요한 지표로 작용한다.

[0011] 본 문서에서 사용되는 용어 "복강경 수술(laparoscopic surgery)"은 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 이용해 하는 미세수술을 의미한다.

[0012] 본 문서에서 사용되는 용어 "PET(positron emission tomography)"는 양전자단층촬영으로 생체 내에 양전자(positron)를 방출하는 방사성의약품을 주입한 후 양전자 소멸현상에 의해 발생한 511 keV 에너지를 가진 두 개

의 감마선(gamma ray) 원형 링 모양의 검출기로 측정하여 양전자 방출핵종의 체내분포를 단층영상으로 재구성하는 기술이다. 일반적으로 양전자 방출에 의해 발생하는 소멸감마선은 511 KeV의 에너지를 가지므로 이 소멸방사선을 동시계수에 의해 검출하는 방식을 PET 검출로 통틀어서 사용하고 있다.

[0013] 본 문서에서 사용되는 용어 "endo-PET 모듈"은 본 발명의 상기 융합영상 모듈과 체외 endo-PET 모듈을 통틀어 지칭하며 섬광결정과 광센서(PMT 또는 SiPM)로 구성되어 동시계수가 가능하고 감도 향상과 배경사건을 제거할 수 있는 복수의 모듈을 말한다.

[0014] 본 문서에서 사용되는 용어 "SiPM(Silicon Photo-multiplier) 검출기"는 중앙에 집적된 추적자로부터 양전자(positron)가 방출되어 2개의 511 keV 소멸방사선이 방출되고 상기 2개의 소멸 감마선이 복강 내 융합영상 모듈과 체외 검출기의 섬광결정과 반응하여 발생하는 섬광을 검출하여 동시신호를 얻는 역할을 한다.

[0015] 본 문서에서 사용되는 용어 "광학 메커니즘"은 융합영상 모듈과 광전변환 모듈의 광학 부품들 간의 연결된 구조체, 그리고 상기 광학 부품 사이의 거리를 조절할 수 있는 구동장치 및 제어모듈을 포함하는 광학구조체를 의미하며, 상기 광학 메커니즘에 내장된 광학 부품간의 거리를 변화시킴으로써 근적외선, 가시광선의 민감도 및 분해능을 조절할 수 있다.

[0016] **발명의 상세한 설명:**

[0017] 본 발명의 일 관점에 따르면, 가시광선과 근적외선 및 환부에 투여된 감마선 방사물질로부터 방출된 감마선과 반응하여 감마선 섬광영상을 얻기 위한 섬광결정, 상기 가시광선과 근적외선의 광신호를 집속 후 광섬유로 전달하는 내부에 광학렌즈가 부착된 전방집속렌즈; 광원에 의한 감마선 섬광빛의 손실과 SiPM 검출기의 과부하를 방지하는 광학필터, 감마선의 영상화 또는 계수방식을 위해 불필요한 배경감마선을 제거해주고 넓은 영역의 영상을 획득하기 위한 동시계수 회로, 융합영상 모듈과 체외 endo-PET 모듈간의 거리와 위치, 각도 등을 실시간으로 추적하여 표시하는 광학 추적기, 및 부품들 간의 거리를 변화시킴으로써 근적외선, 감마선의 민감도 및 분해능을 조절할 수 있는 광학 메커니즘을 포함하는 endo-PET/근적외선/가시광선 획득용 융합영상 모듈; 상기 융합영상 모듈 하부에 설치되고 상기 융합영상 모듈과 동시계수를 통해 상기 감마선을 검출하는 체외 endo-PET 모듈; 상기 융합영상 모듈로부터 획득된 삼중 영상을 전송하기 위한 광섬유; 가시광선 영상을 획득하기 위한 백색광과 환부에 근적외선 방출물질을 여기시켜 근적외선 영상을 획득하기 위해 근적외선 여기광을 생성하는 광원; 상기 광섬유를 통해 전달된 삼중 영상으로부터 가시광선, 근적외선 및 감마선의 개별 영상을 분리한 후 각각의 전기신호로 변환하는 광전변환모듈; 상기 광전변환모듈의 가시광선 영상신호 근적외선 영상신호 및 감마선 영상신호를 하나의 영상으로 정합하기 위한 매칭수단; 및 상기 광전변환모듈의 영상 신호와 상기 체외 endo-PET 모듈의 영상신호를 획득하여 증폭하고 동시계수하여 영상신호를 표시하기 위한 영상 표시수단을 포함하는 제어부를 포함하는, 복강경 수술용 삼중 융합영상장치를 제공한다.

[0018] 상기 복강경 수술용 삼중 융합영상장치에 있어서, 상기 전방집속렌즈는 융합영상 모듈의 섬광결정 배열의 내부 또는 외부에 위치할 수 있고 상기 광학렌즈는 볼록렌즈, 양면 볼록렌즈, 비구면 렌즈 또는 그린 렌즈일 수 있다.

[0019] 상기 복강경 수술용 삼중 융합영상장치에 있어서, 상기 근적외선 방출물질은 인도시아닌 그린일 수 있고 상기 감마선 방사물질은 ¹¹C, ¹³N, ¹⁵O, ¹⁸F, ⁶⁸Ga, ⁶⁴Cu, ⁸⁹Zr 또는 ¹⁸F-FDG일 수 있다.

[0020] 상기 복강경 수술용 삼중 융합영상장치에 있어서, 상기 체외 endo-PET 모듈은 중앙에 집적된 중앙 탐지 추적자와 반응하여 섬광을 발생시키는 섬광결정; 및 상기 섬광을 검출하여 신호로 변환하는 감마선 검출기를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 복강경 수술용 삼중 융합영상장치에 있어서, 상기 중앙 탐지 추적자는 ¹⁸F-FDG(fluorodeoxyglucose), ⁶⁸Ga, ⁶⁴Cu, ICG, C¹⁵O, [¹³N]ammonia, H₂O 또는 antibody+IRDye(NIRF)일 수 있다.

[0022] 상기 복강경 수술용 삼중 융합영상장치에 있어서, 상기 제어부는 상기 광전변환모듈로부터 획득한 영상신호를 증폭하는 제1판별기; 상기 endo-PET 모듈로부터 획득한 영상신호를 증폭하는 제2판별기; 상기 양 판별기로부터 획득한 영상신호를 처리하는 동시계수 회로; 동시계수를 통해 전기신호로 변환하는 데이터획득장치; 및 상기 영상신호를 하나의 영상으로 정합하여 모니터로 출력하는 PC를 포함할 수 있다.

[0023] 상기 복강경 수술용 삼중 융합영상장치에 있어서, 상기 섬광결정은 구분(pixelated) 또는 일체(monolithic)형인 LYSO, GAGG, LaBr3(Ce), CsI(Na), NaI(Tl), YAP:Ce, CdTe, BGO(Bi₄Ge₃O₁₂), LSO(Lu₂SiO₅:Ce), YSO(Y₂SiO₅:Ce

and/or Tb), GSO(Ga₂SiO₅:Ce) 또는 LGSO(Lu_{1-x}GdxSiO₅)일 수 있다.

- [0024] 상기 복강경 수술용 삼중 융합영상장치에 있어서, 상기 광전변환모듈은 광섬유를 통해 입사된 광에서 350~480 nm대의 감마선 섬광을 분리하기 위한 제1 다이크로익 미러; 상기 350~480 nm대의 감마선 섬광을 집속시키기 위한 제1 후방집속렌즈; 상기 350~480 nm대의 감마선 섬광만을 통과시키기 위한 제1 밴드패스필터; 상기 350~480 nm대의 감마선 섬광을 전기신호로 변환하기 위한 SiPM 검출기; 상기 제1 다이크로익 미러를 통과한 광에서 500~700 nm대의 가시광선을 분리하기 위한 제2 다이크로익 미러; 상기 500~700 nm대의 가시광선만을 집속시키기 위한 제2 후방집속렌즈(136); 상기 500~700 nm대의 가시광선만을 통과시키기 위한 제2 밴드패스필터; 상기 500~700 nm대의 가시광선을 전기신호로 변환하기 위한 제1 CCD 카메라; 상기 제2 다이크로익 미러를 통과한 광에서 780~820 nm대의 근적외선만 집속시키기 위한 제3 후방집속렌즈; 상기 780~820 nm대의 근적외선만을 통과시키기 위한 제3 밴드패스필터; 및 상기 780~820 nm대의 근적외선을 전기신호로 변환하기 위한 제2 CCD 카메라를 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 복강경 수술용 삼중 융합영상장치에 있어서, 상기 광전변환모듈은, 광섬유를 통해 입사된 광으로부터 500~700 nm대의 가시광선만을 집속시키기 위한 제2 후방집속렌즈와 가시광선을 통과시키기 위한 제2밴드패스필터, 780~820 nm대의 근적외선만을 집속시키기 위한 제3 후방집속렌즈와 근적외선을 통과시키기 위한 제3밴드패스필터로 구성된 필터 회전체 및 CCD를 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 복강경 수술용 삼중 융합영상장치에 있어서, 상기 매칭수단은 상기 광전변환모듈에서 입력된 각 CCD 영상을 동일 시야를 갖도록 컴퓨터(PC)로 구현되어 감마선 섬광 신호 영상을 일련의 수학적 알고리즘으로 재구성하여 프레임마다 미디언 필터로 잡음을 제거하고 사전에 계산된 역치값 이상을 가지는 픽셀의 개수와 총 밝기 값을 계산하여 실시간 카운팅 모드로도 사용이 가능한 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0027] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 여러 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.
- [0028] 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려 이들 실시예들은 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다. 또한, 도면에서 각 층의 두께나 크기는 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장된 것이다.
- [0029] 명세서 전체에 걸쳐서, 막, 영역 또는 기판과 같은 하나의 구성요소가 다른 구성요소 "상에", "연결되어", "적층되어" 또는 "커플링되어" 위치한다고 언급할 때는, 상기 하나의 구성요소가 직접적으로 다른 구성요소 "상에", "연결되어", "적층되어" 또는 "커플링되어" 접촉하거나, 그 사이에 개재되는 또 다른 구성요소들이 존재할 수 있다고 해석될 수 있다. 반면에, 하나의 구성요소가 다른 구성요소 "직접적으로 상에", "직접 연결되어", 또는 "직접 커플링되어" 위치한다고 언급할 때는, 그 사이에 개재되는 다른 구성요소들이 존재하지 않는다고 해석된다. 균일한 부호는 균일한 요소를 지칭한다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는"은 해당 열거된 항목 중 어느 하나 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.
- [0030] 본 명세서에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 부재, 부품, 영역, 층들 및/또는 부분들을 설명하기 위하여 사용되지만, 이들 부재, 부품, 영역, 층들 및/또는 부분들은 이들 용어에 의해 한정되어서는 안 됨은 자명하다. 이들 용어는 하나의 부재, 부품, 영역, 층 또는 부분을 다른 영역, 층 또는 부분과 구별하기 위하여만 사용된다. 따라서, 이하 상술할 제1 부재, 부품, 영역, 층 또는 부분은 본 발명의 가르침으로부터 벗어나지 않고서도 제2 부재, 부품, 영역, 층 또는 부분을 지칭할 수 있다.
- [0031] 또한, "상의" 또는 "위의" 및 "하의" 또는 "아래의"와 같은 상대적인 용어들은 도면들에서 도해되는 것처럼 다른 요소들에 대한 어떤 요소들의 관계를 기술하기 위해 여기에서 사용될 수 있다. 상대적 용어들은 도면들에서 묘사되는 방향에 추가하여 소자의 다른 방향들을 포함하는 것을 의도한다고 이해될 수 있다. 예를 들어, 도면들에서 소자가 뒤집어 진다면(turned over), 다른 요소들의 상부의 면 상에 존재하는 것으로 묘사되는 요소들은 상기 다른 요소들의 하부의 면 상에 방향을 가지게 된다. 그러므로, 예로써 든 "상의"라는 용어는, 도면의 특정한 방향에 의존하여 "하의" 및 "상의" 방향 모두를 포함할 수 있다. 소자가 다른 방향으로 향한다면(다른 방향에 대하여 90도 회전), 본 명세서에 사용되는 상대적인 설명들은 이에 따라 해석될 수 있다.
- [0032] 본 명세서에서 사용된 용어는 특정 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명을 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 단수 형태는 문맥상 다른 경우를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 경우 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는

(comprising)"은 언급한 형상들, 숫자, 단계, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 하나 이상의 다른 형상, 숫자, 동작, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.

- [0033] 이하, 본 발명의 실시예들은 본 발명의 이상적인 실시예들을 개략적으로 도시하는 도면들을 참조하여 설명한다. 도면들에 있어서, 예를 들면, 제조 기술 및/또는 공차(tolerance)에 따라, 도시된 형상의 변형들이 예상될 수 있다. 따라서, 본 발명 사상의 실시예는 본 명세서에 도시된 영역의 특정 형상에 제한된 것으로 해석되어서는 아니 되며, 예를 들면 제조상 초래되는 형상의 변화를 포함하여야 한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 일부 실시예에 따른 복강경 수술용 삼중 융합영상장치(100)의 개략적인 구성도로서 감마선, 근적외선 및 가시광선의 동시 검출의 예를 도시하고 있다. 본 발명의 복강경 수술용 삼중 융합영상장치(100)는 511 KeV 감마선(gamma ray)에 반응하는 섬광결정에서 발생한 350~480 nm대의 감마선 섬광 영상과, 500~700nm 대의 가시광선(visible light) 영상 및 723~758 nm파장 대의 근적외선(near infrared: NIR) 여기광(excitation light)에 의해 근적외선 형광에서 방출되는 780~820nm 파장 대의 근적외선(NIR) 영상을 획득한다. 이후 신호처리를 거쳐 감마선, 근적외선 및 가시광선 영상을 하나의 영상으로 융합시켜 수술 중인 의사에게 중앙의 정보를 실시간 영상으로 제공하여 중앙조직 또는 감시킵프질을 효과적으로 절제할 수 있다.
- [0035] 작동 원리를 설명하면 도시한 바와 같이, 먼저, 본 발명의 복강경 수술용 삼중 융합영상장치(100)는 양전자(positron)를 방출하는 방사성물질에서 발생한 511 KeV 에너지의 소멸 감마선과 반응한 섬광결정(113,116)에서 발생하는 섬광, 광 방출 다이오드(light emitting diode: LED) 또는 할로겐램프로 중앙에 집적된 근적외선 형광 물질을 여기시켜 발생된 근적외선과 가시광선을 광섬유(120)로 이송시켜 CCD 카메라(138 및 141)로 검출한다. 각각 다른 파장대를 검출함으로써 감마선, 근적외선 및 가시광선을 분리 측정할 수 있으며, 각각의 융합영상 또한 얻을 수 있다.
- [0036] 복강경 수술용 삼중 융합영상장치(100)를 사용하기 위해서는 중앙에 특이적으로 집적되는 다중영상 추적자(multimodal tracer)를 인체에 투여할 필요가 있는데 PET 영상검사를 위해서는 방사성의약품을 인체에 투여하면 인체 내에 주입된 방사성의약품은 체내에서 양전자를 방출하는데 이때 상기 양전자는 주위의 전자와 결합하여 소멸(annihilation)하면서 511 keV의 에너지를 가진 두 개의 감마선을 180° 방향으로 방출시킨다. 서로 마주보고 있는 두개의 검출기에 의해 동시 검출(coincident detection)되고 이를 수학적 알고리즘을 이용하여 재구성하면 체내의 방사성의약품의 분포를 영상화할 수 있고 체외 endo-PET 모듈(125)가 그 역할을 한다. 일반적으로 악성 중앙조직은 양성 및 정상조직에 비해 포도당을 월등하게 많이 소모하기 때문에 PET 검사를 통해 포도당의 분포 이상을 보고 각종 암을 발견할 수 있고 수술 후에 남아 있을 수 있는 암조직의 존재 여부, 암의 재발, 뼈 및 기타 장기로의 전이 등을 보다 정확하게 진단하고 치료하는데 큰 도움을 받을 수 있다.
- [0037] 본 발명의 복강경 수술용 삼중 융합영상장치(100)는 가시광선, 근적외선 및 감마선의 삼중 영상을 각각 획득하기 위한 융합영상 모듈(123)이 구성되어 있고 융합영상 모듈(123)에는 섬광결정(116)으로 인한 근적외선 형광의 굴절과 반사를 최소화하기 위해 융합영상 모듈(123)의 섬광결정 배열의 외부 또는 내부에 전방집속렌즈(124)가 형성되어 있어 여기광에 반응하여 발생한 720~280 nm 파장의 근적외선 형광이 전방집속렌즈(124) 거쳐 집속된 후 광섬유(120)를 통해 광신호가 전달된다. 또한 융합영상 모듈(123)의 전면부에 위치하여 복강경을 이용한 수술시 외부 광원에 의한 감마선 섬광빛의 손실과 SiPM 검출기(134)의 과부하를 최소화할 수 있는 광학필터(127)가 구성되어 있는데 이는 감마선 획득 과정 중 외부 빛을 차단해 전방집속렌즈(124)를 열어놓은 상태에서 감마선 영상을 획득할 수 있어 복강경 수술 중 감마선 섬광빛의 손실없이 세 영상(감마선/가시광선/근적외선)을 효율적으로 수집하여 화면에 개시할 수 있다. 이때 전방집속렌즈(124)는 볼록렌즈(plano convex lens), 양면 볼록렌즈(double convex lens), 비구면 렌즈(aspheric lens) 또는 그린 렌즈(gradient index lens)를 포함한 모든 광학렌즈가 사용가능하나 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0038] 한편, 융합영상 모듈(123) 상부에는 광섬유(120)가 연결되어 전달된 융합영상으로부터 가시광선, 근적외선 및 감마선의 개별영상을 분리한 후 각각의 전기신호로 변환하는 광전변환모듈(130)이 구성되어 있으며 상기 양 모듈로부터 획득한 신호를 증폭하고 에너지 스펙트럼을 획득하며 온도 보상 및 전원을 공급해주는 제어부(152)가 형성되어 있다. 또한, 융합영상 모듈(123) 하부에는 섬광을 발생시키는 섬광결정(113)과 감마선 검출기(114)가 결합되어 동시계수가 가능하고 감도 향상과 배경사건을 제거할 수 있는 복수의 체외 endo-PET 모듈(125)이 구성되어 있다.
- [0039] 상기 획득한 각각의 개별영상을 처리하는 광전변환모듈(130)은 도시한 바와 같이, 감마선 영상을 처리하기 위한 제1 다이크로익 미러(131), 제1 후방집속렌즈(132), 제1 밴드패스필터(133) 및 SiPM 검출기(134)로 구성되어 있고 가시광선 영상을 처리하기 위한 제2 다이크로익 미러(135), 제2 후방집속렌즈(136), 제2 밴드패스필터(137)

및 제1 CCD 카메라(138)로 구성되어 있으며 근적외선 영상을 처리하기 위한 제3 후방집속렌즈(139), 제3 밴드패스필터(140) 및 제2 CCD 카메라(141)로 구성되어 있다. 일반적으로 광전변환모듈(130)로부터 제어부(152)로 전달된 신호는 제1 판별기(153)로 전달되고 체외 endo-PET 모듈(125)의 신호는 제어부(152)의 제2 판별기(151)로 전달되어 동시계수 회로(155)를 통해 처리되고 데이터획득장치(154)에 의해 전기신호로 변환되며 그 후 PC(150)에 의해 가시광선 영상신호, 근적외선 영상신호 및 감마선 영상신호를 하나의 영상으로 정합하여 표시된다.

[0040] 본 발명의 복강경 수술용 삼중 융합영상장치(100)를 이용하여 감마선, 근적외선 및 가시광선을 검출하는 과정은 도 2 내지 3에서 자세히 설명하기로 한다.

[0041] 도 2는 본 발명의 일 실시예 따른 복강경 수술용 삼중 융합영상장치(100)의 감마선 검출 구성도를 도시하고 있다. 상술한 바와 같이, 가시광선, 근적외선 및 감마선의 삼중 영상을 각각 획득하기 위한 융합영상 모듈(123)은 환부에 투여된 양전자방출 방사성물질로부터 감마영상을 얻기 위한 감마선 섬광결정(113,116)과 감마선 섬광을 전달해주는 광섬유(120)로 구성된다. 또한 도면에는 도시하지 않았으나 융합영상 모듈(123)에는 부품들 간의 거리를 변화시킴으로써 근적외선, 가시광선의 민감도 및 분해능을 조절할 수 있는 광학 메커니즘이 구비되어 있다.

[0042] 감마선 검출 과정을 설명하면 감마선 영상획득을 위해서는 융합영상 모듈(123)의 전방집속렌즈(124)의 기능은 제외되고 종양에 집적된 추적자로부터 양전자(positron)가 방출되어 2개의 511 keV 소멸방사선(annihilation radiation)이 방출되고 상기 2개의 소멸 감마선은 복강 내 융합영상 모듈(123)의 섬광결정(116)과 체외 endo-PET 모듈(125)의 섬광결정(113)과 반응하여 섬광(scintillation)을 발생시킨다. 상기 섬광을 감마선 검출기(114)와 SiPM 검출기(134)로 검출하여 동시신호를 얻는다. 이 후 융합영상 모듈(123)과 광섬유(120)로 연결되어 삼중 영상으로부터 가시광선, 근적외선 및 감마선의 개별 영상을 분리한 후 각각의 전기신호로 변환하는 광전변환모듈(130)은 광섬유(120)를 통해 입사된 광에서 400~500 nm대의 감마선 섬광을 제1 다이크로익 미러(131)가 분리하고 제1 후방집속렌즈(132)는 감마선 섬광을 집속시킨다. 제1 밴드패스필터(133)는 350~480 nm대의 감마선 섬광만을 통과시키고 노이즈를 제거하며, SiPM 검출기(134)는 350~480 nm대의 감마선 섬광을 전기신호로 변환하여 제어부(152)로 전달된다. 이 후 광전변환모듈(130)에서 생성된 광신호는 제1판별기(153)를 거치고 체외 endo-PET 모듈(125)에서 생성된 광신호는 제2판별기(151)를 거쳐 동시계수 회로(155)를 통해 신호를 증폭시키고 데이터획득장치(154)에 의해 전기신호로 변환되며 제어부(152)에서 처리된 영상신호들은 일련의 과정을 거쳐 하나의 영상으로 나타나게 된다.

[0043] 상기 511 keV 이상의 감마선 검출에 사용할 수 있는 섬광결정(crystal scintillators)의 요건은 조해성이 없어야 하고, 자체 자연방사능을 포함해서는 안 되며 가능한한 섬광량이 많아야 하기 때문에 LYSO가 적합하나 이외에도 감마선 검출에 적합한 섬광량을 나타내는 섬광결정으로 LYSO, GAGG, LaBr3(Ce), CsI(Na), NaI(Tl), YAP:Ce, CdTe, BGO(Bi₄Ge₃O₁₂), LSO(Lu₂SiO₅:Ce), YSO(Y₂SiO₅:Ce and/or Tb), GSO(Ga₂SiO₅:Ce) 또는 LGSO(Lu_{1-x}Gd_xSiO₅)가 사용될 수 있고 종양 탐지 추적자는 ¹⁸FDG(flucoseoxyglucose), ⁶⁸Ga, ⁶⁴Cu, [¹³N]ammonia, H₂O 또는 antibody+IRDye(NIRF), ICG, ⁶⁸Ga-HSA, ⁶⁸Ga-HSA-ICG, ⁶⁸Ga-labeled IRDye 800CW-tilmanocept가 사용될 수 있다.

[0044] 도 3은 본 발명의 복강경 수술용 삼중 융합영상장치(100)의 융합영상 모듈(123)에 결합되어 융합영상 모듈(123)과 체외 endo-PET 모듈(125)간의 거리와 위치, 각도 등을 실시간으로 추적하여 표시하는 광학 추적기(optical tracking sensor, 126)의 모습을 나타내는 사진이다. 일반적으로 수술용 장비는 의사의 편의에 따라 자유롭게 위치의 이동이 가능해야 하지만 원래의 위치가 이동하면 감마선 영상을 수학적 기법으로 재구성할 때 해상도가 낮아지는 문제점이 발생한다. 이때 광학 추적기(126)는 0.1 mm 단위로 위치를 반영하는 보정을 통해 위치에 대한 불확실성을 최대한 배제하는 역할을 담당한다.

[0045] 도 4는 본 발명의 일 실시예 따른 복강경 수술용 삼중 융합영상장치(100)의 근적외선 형광 및 가시광선 검출하기 위한 구성도를 도시하고 있다. 근적외선 형광 및 가시광선 검출을 위한 구성은 감마선 검출을 위한 구성과 거의 유사하나 융합영상 모듈(123)에서 광섬유(120)를 통해 가시광선 영상을 획득하기 위한 백색광과 환부에 근적외선 방출 물질(ICG;indocyanine green)을 여기시켜 근적외선 영상을 획득하기 위한 723~758 nm대의 근적외선 여기광(excitation light)을 생성하는 광원(177)이 구성되어 있다. 상기 여기광에 반응하여 발생한 720~280 nm 파장의 근적외선 형광은 상술한 바와 같이 융합영상 모듈(123)의 내부 또는 외부에 위치한 전방 집속렌즈(124)를 거쳐 집속된 후 광섬유(120)를 통해 광신호가 전달된다.

[0046] 먼저, 융합영상 모듈(123)에 발생한 삼중 영상으로부터 가시광선, 근적외선 및 감마선의 개별 영상을 분리한 후

각각의 전기신호로 변환하는 광전변환모듈(130)은 광섬유(120)를 통해 입사된 광에서 400~500 nm대의 감마선 섬광을 제1 다이크로익 미러(131)가 분리하고 제2 다이크로익 미러(135)는 제1 다이크로익 미러(131)를 통과한 광에서 500~700 nm대의 가시광선을 분리한다. 그 후, 제2 후방집속렌즈(136)는 제2 다이크로익 미러(135)에서 분리된 500~700 nm대의 가시광선을 집속시키고 제2 밴드패스필터(137)는 500~700 nm대의 가시광선만을 통과시키고 노이즈를 제거하며, 제1 CCD 카메라(138)는 500~700 nm대의 가시광선을 전기신호로 변환한다. 또한, 제3 후방집속렌즈(139)는 제2 다이크로익 미러(135)를 통과한 광에서 780~820 nm대의 근적외선을 집속시키며 제3 밴드패스필터(140)는 제2 다이크로익 미러(135)를 통과한 광에서 780~820 nm대의 근적외선만을 통과시키고 노이즈를 제거하며, 제2 CCD 카메라(141)는 780~820 nm대의 근적외선을 전기신호로 변환한다. 최종적으로 PC(150)가 광전변환모듈(130)에서 데이터획득장치(154)에서 발생한 전기신호와 USB를 통해 입력된 각 개별 CCD 카메라 영상을 동일 시야를 갖도록 매칭시키고 잡음을 제거하는 소프트웨어를 실행하여 합성된 영상을 모니터를 통해 출력한다.

[0047] 본 발명의 복강경 수술용 삼중 융합영상장치(100)의 기술적 특징은 전방집속렌즈(124)의 기능 개선을 통해 근적외선 형광 및 가시광선 검출에 있어서 종래의 융합영상과 비교하여 영상의 품질을 획기적으로 향상시켰다는 것이 핵심이라 할 수 있다. 이는 도 5에 도시한 바와 같이 융합영상 모듈(123)의 전방집속렌즈(124)는 여기광에 반응하여 발생하는 근적외선형광/가시광선의 굴절과 반사를 최소화하는 역할을 하는데 종래의 전방집속렌즈(124)는 집속된 후 영상이 왜곡되어 보이는 문제점이 있었다. 상기와 같은 영상의 왜곡은 중앙조직 또는 감시립프절을 정확히 진단하고 절제해야 하는 복강경 수술에 있어서 큰 방해요소로 작용할 수 있다. 따라서 본 발명자들은 상기 문제점을 해결하고자 예의노력한 결과, 도 6에 도시한 바와 같이, 전방집속렌즈(124) 내부에 GRIN 렌즈를 부착하는 방법으로 근적외선형광/가시광선의 광간섭 감소에 따른 왜곡이 최소화된 근적외선 형광/가시광선 영상 획득을 구현하였다.

[0048] 이하, 실험예를 통하여 본 발명을 더 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실험예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있는 것으로, 이하의 실험예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.

[0049] **실험예 1: 근적외선 형광/가시광선 영상 획득 실험**

[0050] 본 발명의 일실시예에 따라 복강경 수술용 삼중 융합영상장치(100)를 이용한 근적외선 형광/가시광선 영상획득을 위해 섬광결정 5 x 5 배열 정중앙을 비우고 그 공간에 GRIN 렌즈를 수용하였고 팬텀의 구멍에 ICG 라는 근적외선 형광 방출물질을 집어넣고 30 mm 거리에서 30 mm의 영역을 관찰하기 위해 실험을 수행하였다(도 7).

[0051] 그 결과, 가시광선 영상과 근적외선 형광(하얀색)을 동시에 정합한(빨간 박스) 영상을 획득하였다(도 8).

[0052] **실험예 2: 삼중 융합영상 획득 실험**

[0053] 상기 실시예 1의 결과를 기초로 도 1의 융합영상 모듈(123)을 제작하여 삼중 융합영상을 획득하는 실험을 수행하였다. 근적외선 형광/가시광선의 획득은 상기 실험예 1과 동일한 방법으로 수행하였고 감마선 영상은 22-Na라는 동위원소를 이용하여 해당 선원에서 발생하는 감마선을 검출하였다. 또한, 융합영상 모듈(123)과 체외 endo-PET 모듈(125) 간의 거리는 70 mm이고 22-Na 선원은 융합모듈과 10 mm, 체외 모듈과는 60 mm 거리를 두고 영상을 획득하였다.

[0054] 그 결과, 선명한 감마선/가시광선/근적외선의 삼중 융합영상을 획득하였다(도 9)

[0055] 결론적으로, 종래에 복강경 수술 또는 로봇 수술시 중앙조직 또는 감시립프절의 평가에서 근적외선은 투과력이 약해 심부에 위치한 중앙조직 또는 감시립프절을 절제하는데 어려움이 있었다. 감마선은 투과력이 좋아 근적외선이 가지는 단점을 보완할 수 있으나 체강(body cavity) 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. 또한, 종래 전방집속렌즈에 집속된 광신호는 영상이 왜곡되는 문제점이 있어 이를 개선하는 것이 우선 과제였다. 이에 본 발명자들은 상기와 같은 문제점을 해결하고자 전방집속렌즈 내부에 GRIN 렌즈를 부착하는 방법으로 근적외선형광/가시광선의 광간섭 감소에 따른 왜곡이 최소화된 복강경 또는 로봇 수술용 삼중 융합영상장치를 개발하였다. 따라서 endo-PET/근적외선/가시광선 융합 영상을 빠른 시간에 제공하여 복강경 및 로봇 수술시 높은 민감도와 특이도로 중앙조직 또는 감시립프절 절제할 수 있고 불필요하게 광범위한 정상조직을 절제함으로써 발생하는 부작용을 줄일 수 있어 최적화된 의료 서비스를 제공하고 고령노인의 생활의 질을 크게 향상시킬 수 있다.

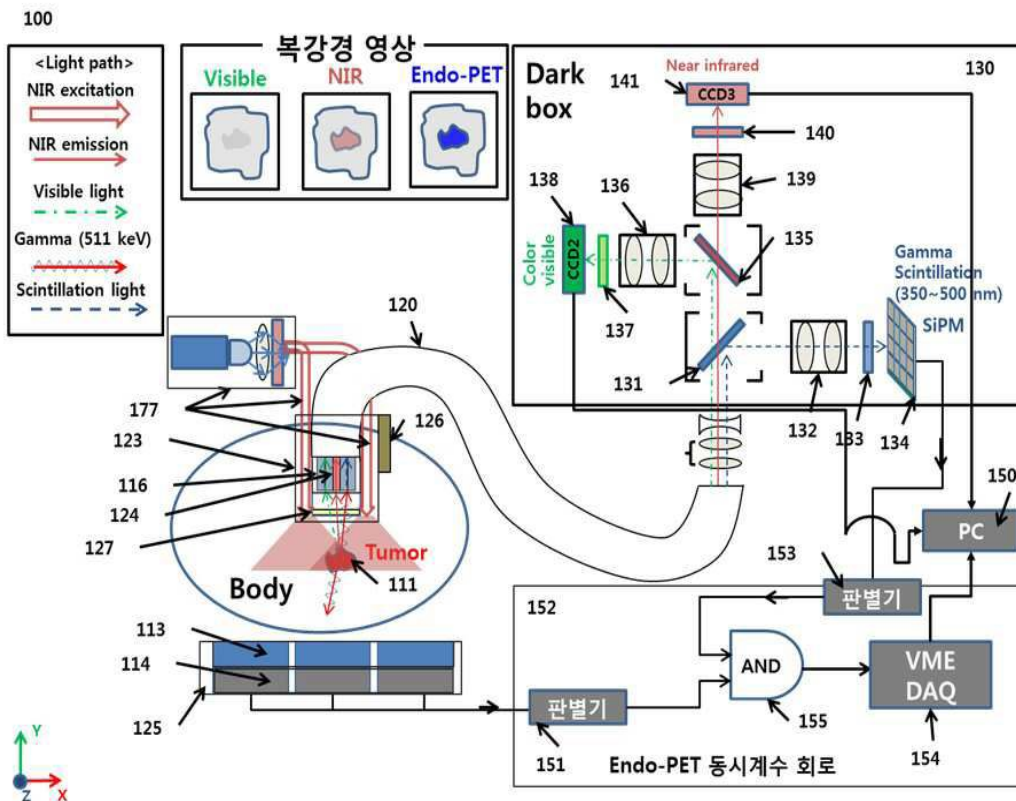
[0056] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

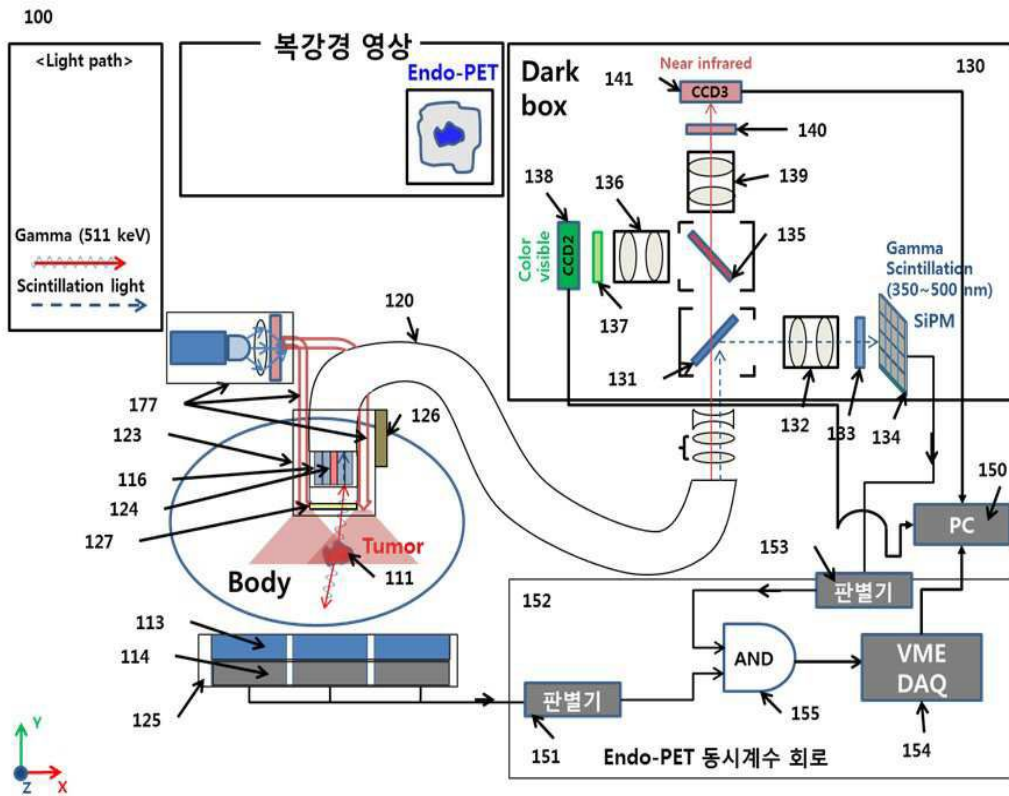
- [0057] 100: 복강경 수술용 삼중 융합영상장치 120: 광섬유
 123: 융합영상 모듈 125: 체외 endo-PET 모듈
 177: 광원 124: 전방집속렌즈 111: 종양 조직
 126: 광학 추적기 127 : 전방 광학필터
 113,116: 섬광결정 114: 감마선 검출기 134: SiPM 검출기
 130: 광전변환모듈 131,135: 다이크로익 미러
 132,136,139 : 후방집속렌즈
 133,137,140: 밴드패스필터
 138,141: CCD 카메라
 152: 제어부 153, 151: 판별기 150: PC
 154 : 데이터획득장치 155: 동시계수회로

도면

도면1



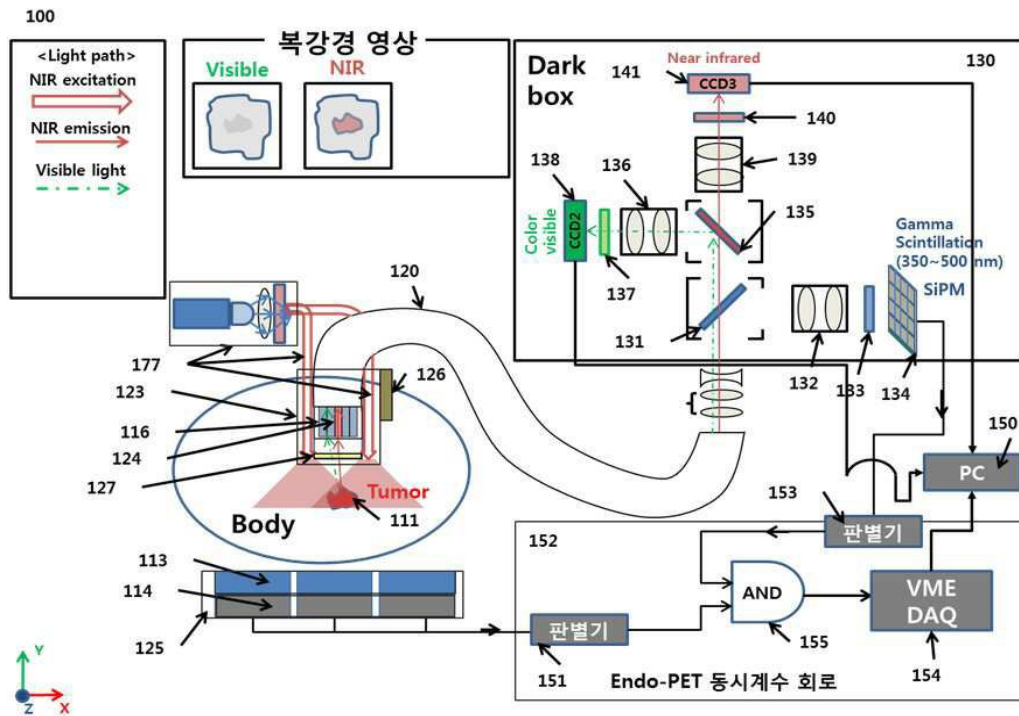
도면2



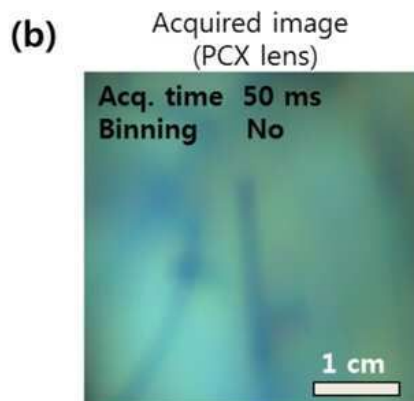
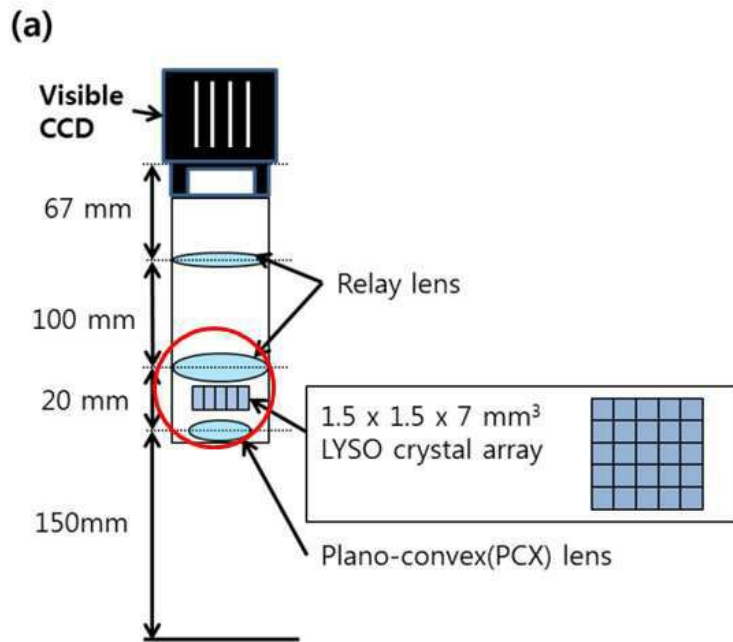
도면3



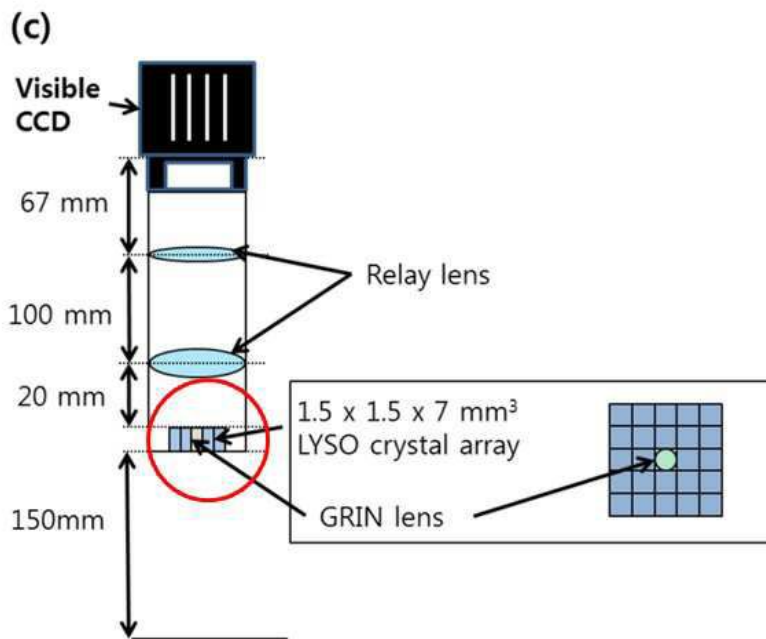
도면4



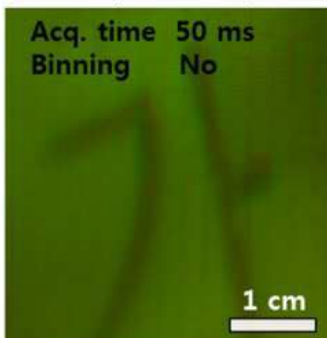
도면5



도면6



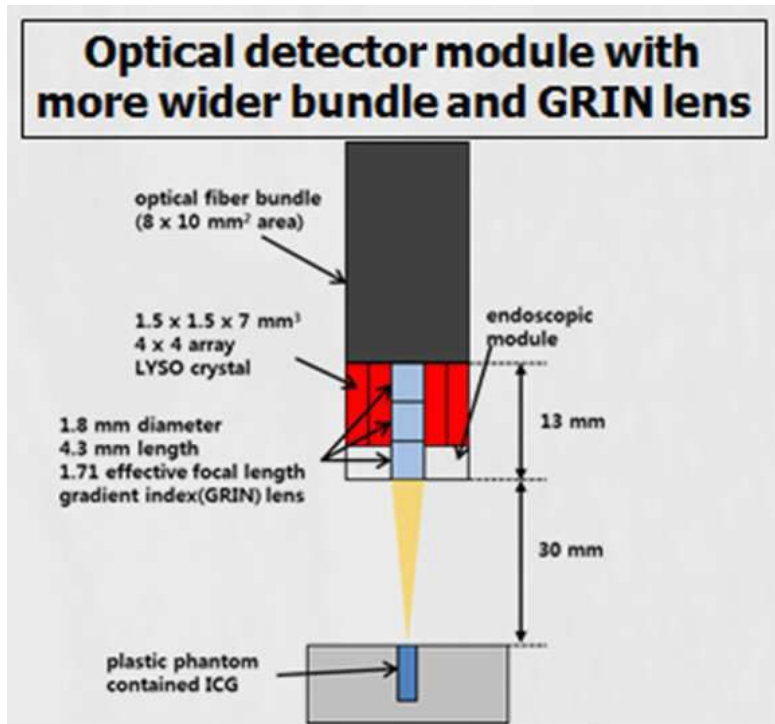
(d) Acquired image (GRIN lens)



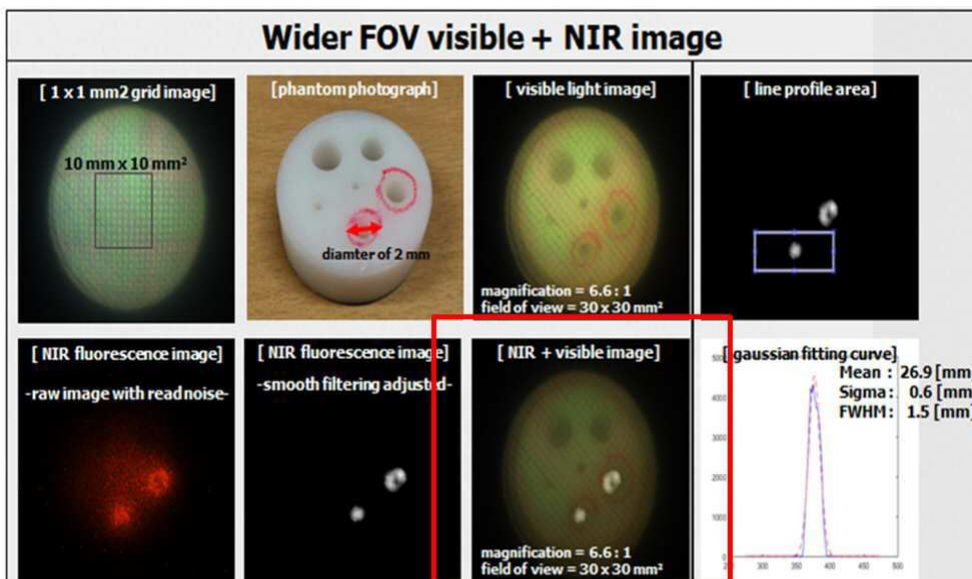
(e)



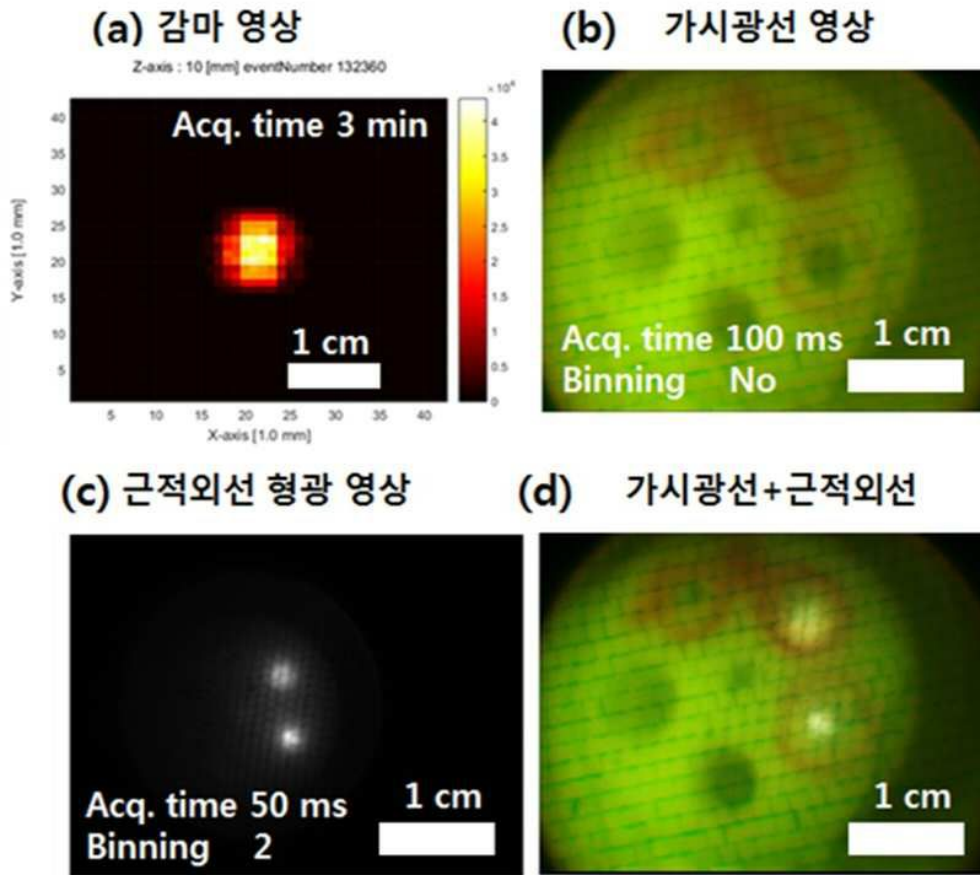
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	用于腹腔镜手术的三重融合成像装置		
公开(公告)号	KR101941223B1	公开(公告)日	2019-01-22
申请号	KR1020170043736	申请日	2017-04-04
[标]申请(专利权)人(译)	EULJI UNIV标志ACAD合作 韩国原子力医学院		
申请(专利权)人(译)	选择加入大学学术合作 核电的韩国研究所		
当前申请(专利权)人(译)	选择加入大学学术合作 核电的韩国研究所		
[标]发明人	홍성종 강한규 송성현 김경민 이호영 정대홍		
发明人	홍성종 강한규 송성현 김경민 이호영 정대홍		
IPC分类号	A61B1/06 A61B1/07 A61B1/313 G02B13/18 G02B27/14		
CPC分类号	A61B1/0638 A61B1/07 A61B1/313 G02B13/18 G02B27/141 A61B1/06 G02B27/14		
代理人(译)	Hanyunho		
审查员(译)	Yijaegyun		
其他公开文献	KR1020180112534A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供了一种用于腹腔镜手术的三重融合成像设备，利用该设备，在腹腔镜手术或机器人手术期间，可以最小化畸变并且可以高灵敏度和特异性准确地切除肿瘤组织或前哨淋巴结。