(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0130937
(43) 공개일자 2012년12월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 13/00 (2006.01) *G02B 26/10* (2006.01)
G02B 27/22 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0049015
(22) 출원일자 2011년05월24일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
유장우
경기도 용인시 기흥구 삼성2로 97, 기숙사 B-314 (농서동, 삼성종합기술원)
박용화
경기도 용인시 수지구 진산로 90, 삼성5차아파트 503동 204호 (풍덕천동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

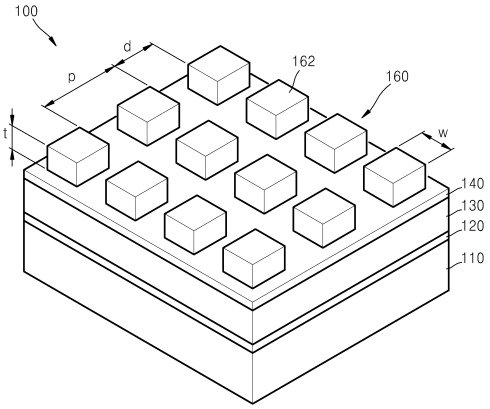
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **광결정형 광변조기 및 이를 구비하는 3차원 영상 획득 장치**

(57) 요 약

광결정형 광변조기가 개시된다. 개시된 광결정형 광변조기는 기판; 상기 기판 상에 형성된 제1전극; 상기 제1전극 상에 형성된 것으로, 전기장 인가에 따라 광학적 성질이 변하는 물질로 이루어진 활성층; 상기 활성층 위에 형성된 제2전극; 상기 제2전극 상에, 2차원 격자 형태로 형성된 광결정(photonic crystal)층;을 포함한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

이용호

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 물리학과 (용현동)

황보창권

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 물리학과 (용현동)

김진주

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 물리학과 (용현동)

특허청구의 범위

청구항 1

기판;

상기 기판 상에 형성된 제1전극;

상기 제1전극 상에 형성된 것으로, 전기장 인가에 따라 광학적 성질이 변하는 물질로 이루어진 활성층;

상기 활성층 위에 형성된 제2전극;

상기 제2전극 상에, 2차원 격자 형태로 형성된 광결정(photonic crystal)층;을 포함하는 광결정형 광변조기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 활성층은 전기장이 인가되면 굴절률이 변하는 물질로 이루어진 광결정형 광변조기.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 활성층은 KTN, $LiNbO_3$, PZT, PLZT, Liquid-Crystal 중 어느 하나를 포함하여 이루어지는 광결정형 광변조기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 활성층은 전기장이 인가되면 광 흡수율이 변하는 물질로 이루어진 광결정형 광변조기.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 활성층은 III-V족 반도체를 이용한 다중양자우물(multiple quantum well)구조를 포함하여 이루어지는 광결정형 광변조기.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광결정층은 2차원적으로 배열된 나노 사이즈의 다수의 단위 블록들을 포함하는 광결정형 광변조기.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 광결정형 광변조기에서 선택적으로 반사 또는 투과되는 광의 파장 대역은 상기 단위 블록들의 사이즈, 형상, 재질, 상기 단위 블록들 간의 간격, 상기 활성층의 재질 및 활성층에 형성되는 전기장에 의해 결정되는 광결정형 광변조기.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 단위 블록들의 단면은 정다각형 또는 원 형상을 갖는 광결정형 광변조기.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 단위 블록들은 단면 형상이 서로 다른 제1 단위블록들과 제2 단위블록들을 포함하며,

상기 제1 단위블록들과 제2 단위블록들이 교번 배열된 광결정형 광변조기.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 단위 블록들 사이의 간격은 50nm 이상 1000nm 이하의 범위를 갖는 광결정형 광변조기.

청구항 11

제6항에 있어서,

상기 단위 블록들은 1.4보다 큰 굴절률을 가지는 결정, 화합물, 또는 유기물로 이루어지는 광결정형 광변조기.

청구항 12

제6항에 있어서,

상기 단위 블록들은 Si, SiC, ZnS, AlN, BN, GaTe, AgI, TiO_2, SiON 또는 이들의 합성물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 광결정형 광변조기.

청구항 13

제6항에 있어서,

상기 단위 블록들은 음각으로 형성된 광결정형 광변조기.

청구항 14

제6항에 있어서,

상기 기판은 근적외선 대역에서 투명한 재질로 형성되는 광결정형 광변조기.

청구항 15

제6항에 있어서,

상기 제1전극과 제2전극은 투명 전도성 재질로 형성되는 광결정형 광변조기.

청구항 16

피사체에 광을 조사하는 조명부;

피사체에서 반사된 광을 포커싱하는 대물렌즈;

상기 대물렌즈를 투과한 광을 변조하는 것으로, 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 광결정형 광변조기;

상기 광변조기에서 변조된 광 신호를 감지하는 센서;

상기 센서에서 감지된 신호로부터 피사체의 깊이 영상 정보를 연산하는 연산부;를 포함하는 3차원 깊이 영상 촬영 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 조명부는 근적외선 대역의 광을 조사하는 광원을 포함하여 이루어지는 3차원 깊이 영상 촬영 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 대물렌즈와 광결정형 광변조기 사이에는 상기 광원에서 조사하는 근적외선 대역의 광만을 투과시키는 협대

역 투과필터(narrow bandpass filter)가 더 구비되는 3차원 깊이 영상 촬영 장치.

청구항 19

피사체에 적외선 광을 조사하는 조명부;

피사체에서 반사된 광을 포커싱하는 대물렌즈;

상기 대물렌즈에서 포커싱되는 가시광으로부터 피사체의 컬러영상신호를 형성하는 제1 이미지센서;

상기 대물렌즈에서 포커싱되는 적외선 광을 변조하는 것으로, 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 광결정형 광변조기;

상기 광결정형 광변조기에서 변조된 광으로부터 피사체의 깊이영상신호를 형성하는 제2 이미지센서;

상기 제1 이미지센서 및 제2 이미지센서에서 각각 형성되는 컬러영상신호 및 깊이영상신호로부터 피사체의 3차원 영상을 생성하는 영상처리부;를 포함하는 3차원 영상 획득 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

피사체에서 반사된 광 중, 가시광이 상기 제1 이미지센서를 향하고, 적외선광이 상기 제2 이미지센서를 향하도록 분기하는 빔스플리터가 더 구비된 3차원 영상 획득 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 광결정형 광변조기 및 이를 구비하는 3차원 영상 획득 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 광 이미지(Optical Image)를 제어 신호에 따라 투과 또는 차단하는 기능을 가진 광 셔터 (Optical Shutter)는 카메라 등과 같은 촬상용 기기와 LCD와 같은 디스플레이용 기기에 널리 사용되는 핵심 광학 모듈이다.

[0003] 광 셔터를 기술별로 나열해 보면, 카메라 등에 사용되는 기계적 셔터, LCD에 사용되는 LC(Liquid Crystal) 셔터, 프로젝션 디스플레이에 사용되는 DMD, GLV 등의 MEMS 기반의 SLM(Spatial Light Modulator), 그리고 LADAR (Laser Radar) 및 최근 연구 중인 3D 카메라에 사용되는 강조 필터(Intensifier) 또는 반도체 기반 광 셔터 등이 있다.

[0004] 광 셔터를 구동 원리와 셔터속도 관점에서 나열해 보면, 기계적 셔터는 가리개를 전자기(Electro-magnetic) 모터로 구동하며 통상 1ms의 셔터 시간을 갖고, LC 셔터는 Electric Field에 반응하는 LC 결정의 회전운동에 의해 구동되며 수 ms의 셔터 시간을 갖고, MEMS 기반의 SLM은 미세구조를 정전력(Electrostatic force)으로 구동하여 수십 us의 동작 시간을 가지고 상 강조필터(image intensifier) 및 반도체 기반 광셔터는 반도체의 광전 변환으로 구동되며 수 ns의 셔터 시간을 갖는다.

[0005] 최근에 사물의 거리 정보를 촬영하는 3D camera 또는 LADAR 기술이 연구 중에 있는데, 빛의 왕복거리 측정법(Time-of-Flight)을 이용하여 촬상 장치와 촬영 대상의 거리를 측정하는 기능을 갖는다. 다양한 Time-of-Flight 방법 중에 SLP (Shuttered Light Pulse) 방법은, 촬영 대상으로 특정 파장의 빛 (예:NIR 850 nm) 을 투사하고 촬영 대상으로부터 반사된 동 파장의 광 이미지를 셔터링 한 후 촬상소자를 통해 이미지를 얻고 일련의 처리 과정을 거쳐 거리 정보를 얻는다. 이 때, 빛의 거리에 따른 이동 시간을 식별하기 위해 셔터 시간 1ns 내외의 빠른 속도가 필요하다. 따라서 이를 위해서는 초 고속의 광 이미지 셔터가 필요하다. 이와 같은 목적으로 상 강조필터(Image Intensifier) 또는 반도체 기반의 광셔터 (Optical Shutter) 기술이 제시되고 있으나, 상 강조필터(Image Intensifier)는 동작상 고전압 및 진공 패키징(packaging)이 필요한 고가의 장비이고 반도체 기반의 광셔터는 GaAs 기판에서 반도체 제조공정으로 제작되며 기존의 포토 다이오드(Photo-diode)나 LED 소자 대비 복잡한 구조를 가지므로 가격과 공정 난이도에 있어서 상대적으로 상용화가 쉽지 않다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 개시는 광결정형 광변조기 및 이를 구비하는 3차원 영상 획득 장치를 제시하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 일 유형에 따르는 광결정형 광변조기는 기판; 상기 기판 상에 형성된 제1전극; 상기 제1전극 상에 형성된 것으로, 전기장 인가에 따라 광학적 성질이 변하는 물질로 이루어진 활성층; 상기 활성층 위에 형성된 제2전극; 상기 제2전극 상에, 2차원 격자 형태로 형성된 광결정(photonic crystal)층;을 포함한다.

[0008] 상기 활성층은 전기장이 인가되면 굴절률이 변하는 물질로 이루어질 수 있으며, 예를 들어, 상기 활성층은 KTN, $LiNbO_3$, PZT, PLZT, Liquid-Crystal 중 어느 하나를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0009] 상기 활성층은 전기장이 인가되면 광 흡수율이 변하는 물질로 이루어질 수 있으며, 예를 들어, 상기 활성층은 III-V족 반도체를 이용한 다중양자우물(multiple quantum well)구조를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0010] 상기 광결정층은 2차원적으로 배열된 나노 사이즈의 다수의 단위 블록들을 포함할 수 있다.

[0011] 상기 광결정형 광변조기에서 선택적으로 반사 또는 투과되는 광의 파장 대역은 상기 단위 블록들의 사이즈, 형상, 재질, 상기 단위 블록들 간의 간격, 상기 활성층의 재질 및 활성층에 형성되는 전기장에 의해 결정될 수 있다.

[0012] 상기 단위 블록들의 단면은 정다각형 또는 원 형상을 가질 수 있다.

[0013] 상기 단위 블록들은 단면 형상이 서로 다른 제1 단위블록들과 제2 단위블록들을 포함하며, 상기 제1 단위블록들과 제2 단위블록들이 교번 배열된 형태를 가질 수 있다.

[0014] 상기 단위 블록들 사이의 간격은 50nm 이상 1000nm 이하의 범위를 가질 수 있다.

[0015] 상기 단위블록들은 1.4보다 큰 굴절률을 가지는 결정, 화합물, 또는 유기물로 이루어질 수 있다.

[0016] 상기 단위 블록들은 Si, SiC, ZnS, AlN, BN, GaTe, AgI, TiO_2, SiON 또는 이들의 합성물로 이루어질 수 있다.

[0017] 상기 단위 블록들은 음각으로 형성될 수 있다.

[0018] 상기 기판은 근적외선 대역에서 투명한 재질로 형성될 수 있다.

[0019] 상기 제1전극과 제2전극은 투명 전도성 재질로 형성될 수 있다.

[0020] 또한, 일 유형에 따른 3차원 깊이 영상 촬영장치는 피사체에 광을 조사하는 조명부; 피사체에서 반사된 광을 포커싱하는 대물렌즈; 상기 대물렌즈를 투과한 광을 변조하는 것으로, 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 광결정형 광변조기; 상기 광변조기에서 변조된 광을 센싱하는 센서; 상기 센서에서 감지된 신호로부터 피사체의 깊이 영상 정보를 연산하는 연산부;를 포함한다.

[0021] 상기 조명부는 근적외선 대역의 광을 조사하는 광원을 포함하여 이루어질 수 있으며, 상기 대물렌즈와 광결정형 광변조기 사이에는 상기 광원에서 조사하는 근적외선 대역의 광만을 투과시키는 협대역 투과필터(narrow bandpass filter)가 더 구비될 수 있다.

[0022] 또한, 일 유형에 따른 3차원 영상 획득 장치는 피사체에 적외선 광을 조사하는 조명부; 피사체에서 반사된 광을 포커싱하는 대물렌즈; 상기 대물렌즈에서 포커싱되는 가시광으로부터 피사체의 컬러영상신호를 형성하는 제1 이미지센서; 상기 대물렌즈에서 포커싱되는 적외선 광을 변조하는 것으로, 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 광결정형 광변조기; 상기 광결정형 광변조기에서 변조된 광으로부터 피사체의 깊이영상신호를 형성하는 제2 이미지센서; 상기 제1 이미지센서 및 제2 이미지센서에서 각각 형성되는 컬러영상신호 및 깊이영상신호로부터 피사체의 3차원 영상을 생성하는 영상처리부;를 포함한다.

[0023] 상기 3차원 영상 획득 장치는 피사체에서 반사된 광 중, 가시광이 상기 제1 이미지센서를 향하고, 적외선광이 상기 제2 이미지센서를 향하도록 분기하는 빔스플리터를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 상기 광결정형 광변조기는 EO(electro-optic) 효과 또는 EA(electro-absorption) 효과를 갖는 소재를 이용한

광결정 구조를 채용하여, 입사광의 고속 변조가 가능하다.

[0025] 상기 광결정형 광변조기는 또한, 입사각 변화에 둔감한 투과(또는 반사) 스펙트럼을 가진다.

[0026] 따라서, 상기 광결정형 광변조기는 이미징 광학계에 적용하기에 적합하며, 예를 들어, 3차원 깊이 영상 촬영 장치에 채용되어 정밀도가 향상된 깊이 영상을 제공할 수 있다.

[0027] 또한, 상기 광결정형 광변조기는 깊이영상센서 및 컬러영상센서와 함께 3차원 영상 획득 장치에 채용되어 고품질의 3차원 영상을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 실시예에 따른 광결정형 광변조기의 개략적인 구조를 보인다.

도 2는 도 1의 광결정형 광변조기가 전기장 인가에 따라 특정 파장 대역의 광을 온/오프할 수 있음을 보이는 전산모사 그래프이다.

도 3a 및 도 3b는 도 1의 광결정형 광변조기가 특정 파장 대역의 광에 대해 각각 온/오프 변조된 상태일 때, 입사각에 둔감한 성질을 갖는 것을 보이는 전산모사 그래프이다.

도 4a 및 도 4는 도 1의 광결정형 광변조기가 다른 특정 파장 대역의 광에 대해 각각 온/오프 변조된 상태일 때, 입사각에 둔감한 성질을 갖는 것을 보이는 전산모사 그래프이다.

도 5는 다른 실시예에 따른 광결정형 광변조기의 개략적인 구조를 보인다.

도 6은 또 다른 실시예에 따른 광결정형 광변조기의 개략적인 구조를 보인다.

도 7은 또 다른 실시예에 따른 광결정형 광변조기의 개략적인 구조를 보인다.

도 8은 또 다른 실시예에 따른 광결정형 광변조기의 개략적인 구조를 보인다.

도 9는 실시예에 따른 3차원 깊이 영상 촬영 장치의 개략적인 구조를 보인다.

도 10은 실시예에 따른 3차원 영상 획득 장치의 개략적인 구조를 보인다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

100, 200, 300, 400, 500...광결정형 광변조기

110...기판	120...제1전극
130...활성층	140...제2전극
160,260,360,460, 560...광결정층	162, 262, 362,562...단위 블록
700...3차원 깊이 영상 측정 장치	710...조명부
720...대물렌즈	730...협대역 투과필터
740, 850...광변조기	750...센서
800...3차원 영상 획득 장치	830...빔스플리터
840...제1 이미지센서	860...제2 이미지센서

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이하의 도면들에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 도면상에서 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성과 편의상 과장되어 있을 수 있다.

[0030] 도 1은 실시예에 따른 광결정형 광변조기(100)의 개략적인 구조를 보인다.

[0031] 도면을 참조하면, 광결정형 광변조기(100)는 전기장 인가에 따라 광학적 성질이 변하는 물질로 이루어진 활성층(130), 활성층(130)에 전기장을 형성하기 위해 전압이 인가되는 제1전극(120) 및 제2전극(140), 2차원 격자 형태로 형성된 광결정(photonic crystal)층(160)을 포함한다.

[0032] 광결정층(160)은 굴절률의 주기적 배열에 따라, 특정 파장 대역의 광만이 반사 또는 투과되는 성질이 나타남을 이용하는 것으로, 실시예에서는 이와 함께, 전기장에 따라 광학적 성질이 변하는 물질로 이루어진 활성층(130)을 함께 채용하여, 특정 파장 대역의 광이 온/오프 변조될 수 있고 또한 고속 변조가 가능한 광결정형 광변조기(100)를 제시하고 있다.

[0033] 구체적인 구성과 재질을 살펴보면 다음과 같다.

[0034] 광결정형 광변조기(100)는 기판(110), 기판(110) 상에 형성된 제1전극(120), 제1전극(120) 상에 형성된 활성층(130), 활성층(130) 위에 형성된 제2전극(140), 제2전극(140) 상에 형성된 광결정층(160)을 포함한다.

[0035] 기판(110)으로는 광학적으로 투명한 재질이 사용될 수 있으며, 예를 들어, 사파이어 기판, 유리 기판, 실리콘 기판, III-V족 GaAs 기판 등이 사용될 수 있다. 기판(110)의 재질은 광결정형 광변조기(100)에서 변조하고자 하는 광의 파장 대역이나 반사형 또는 투과형 여하에 따라 선택될 수 있다. 예를 들어, 광결정형 광변조기(100)가 3차원 깊이 영상을 촬영하는 장치에 채용되는 경우, 기판(110)은 근적외선 대역에서 투명한 재질로 이루어질 수 있다.

[0036] 활성층(130)은 전기장이 인가되면 굴절률이 변하는 물질, 즉, EO(electro-optic) 효과를 나타내는 재료로 이루어질 수 있는데, 이러한 재질은 전기장의 크기에 따라 공진되는 빛의 파장을 변화시키는 성질을 갖는다. 예를 들어, KTN, $LiNbO_3$, PZT, PLZT, 액정(Liquid Crystal) 중 어느 하나를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0037] 활성층(130)은 또한, 전기장이 인가되면 광 흡수율이 변하는 물질, 즉, EA(electro-absorption), 효과를 나타내는 재료로 이루어질 수 있다. 예를 들어, III-V족 반도체를 이용한 다중양자우물(multiple quantum well; MQW) 구조를 포함하여 이루어질 수 있으며, 전기장 인가에 따라 MQW 내의 흡수 파장이 이동(shift)되는 성질이 이용된다.

[0038] 제1전극(120)과 제2전극(140)은 활성층(130)에 전기장이 형성되도록 전압을 인가하기 위해 마련된 것으로, 투명 전도성 재질로 이루어질 수 있다.

[0039] 광결정층(160)은 나노 사이즈의 다수의 단위 블록(162)들이 2차원적으로 소정 주기를 가지며 배열되어 이루어진다. 광결정층(160)은 서브 파장 격자(sub-wavelength grating; SWG) 구조를 적용한 형태로서, 단위 블록(162)들 사이의 간격은 대략 100nm~1000nm가 될 수 있다. 하지만 이에 한정되는 것은 아니며, 다양한 간격으로 배열될 수 있다. 단위 블록(162)들은 굴절률이 1보다 큰, 대략, 1.4보다 큰 결정, 화합물 또는 유기물로 이루어질 수 있다. 예를 들면 Si, SiC, ZnS, AlN, GaTe, AgI, TiO_2, SiON 또는 이들의 합성물로 이루어질 수 있다. 단위 블록(162)들의 단면 형상은 도시된 정사각형 외에도, 정다각형 또는 원 형상을 가질 수 있다.

[0040] 광결정형 광변조기(100)에서 선택적으로 반사 또는 투과되는 광의 파장 대역은 단위 블록(162)들의 사이즈(w, t), 형상, 재질, 단위 블록(162)들 간의 간격(d), 활성층(130)의 재질 및 활성층(130)에 형성되는 전기장에 의해 정해진다.

[0041] 구체적으로 살펴보면, 광결정층(160)의 나노블록(162)들이 형성하는 나노 사이즈의 주기적인 격자 구조에 의해 어떤 파장 대역의 광은 활성층(130)내에서 가이드되고, 특정 파장 대역의 광은 활성층(130)을 투과하거나 반사하게 된다. 이를 도파 모드 공명(GMR: guided mode resonance)라 한다. 여기서, 격자 간격, 즉, 단위 블록(162)들 사이의 간격을 조절하여 활성층(130)을 투과 또는 반사하게 되는 특정 파장 대역을 조절할 수 있다. 한편, 활성층(130)이 전기장 인가에 따라 광학적 성질이 변하는 물질로 이루어짐으로써, 활성층(130)에 인가되는 전기장 여하에 따라 투과 또는 반사되는 특정 파장 대역이 조절될 수 있다. 예를 들어, 활성층(130)의 양면에 마련된 제1전극(120) 및 제2전극(140)에 인가되는 전압이 제어부(미도시)에 의해 조절, 공급됨으로써, 광결정형 광변조기(100)가 특정 파장 대역의 광을 온/오프 변조할 수 있게 된다.

[0042] 도 2는 도 1의 광결정형 광변조기(100)가 전기장 인가에 따라 특정 파장 대역의 광을 온/오프할 수 있음을 보이는 전산모사 그래프이다.

[0043] 도시된 그래프는 광결정형 광변조기(100)에서 단위 블록(162)들 간의 피치(p)가 500nm, 단위 블록(162)들의 폭(w) 250nm, 두께(t) 370nm, 단위 블록(162)들의 재질은 Si, 활성층(130)은 KTN이 300nm 두께로 형성된 경우이다. 활성층(130)의 굴절률이 2.0, 2.1, 2.2로 달라짐에 따라 광결정형 광변조기(100)를 투과하는 광의 파장 대역이 달라지고 있으며, 구체적으로, 레이저 다이오드(LD)에서 조사되는 약 915nm 파장의 광에 대해 굴절률 2.0일 때는 오프(off) 모드로, 굴절률 2.1일 때는 온(on) 모드로 동작함을 알 수 있다.

[0044] 도 3a 및 도 3b는 도 1의 광결정형 광변조기(100)가 특정 파장 대역의 광에 대해 각각 온/오프 변조된 상태일 때, 입사각에 둔감한 성질을 갖는 것을 보이는 전산모사 그래프이다.

[0045] 도시된 그래프는 광결정형 광변조기(100)에서 단위 블록(162)들 간의 피치(p)가 460nm, 단위 블록(162)들의 폭(w) 240nm, 두께(t) 370nm, 단위 블록(162)들의 재질은 Si, 활성층(130)은 KTN이 270nm로 형성된 경우이다.

[0046] 도 3a는 광결정형 광변조기(100)가 활성층(130)의 굴절률이 2.1일 때, 레이저 다이오드(LD)에서 조사되는 약 850nm의 광에 대해 온(on) 모드로 동작하는 경우이다. 광결정형 광변조기(100)에 광이 수직 입사, 즉, 입사각이 0도인 경우, 입사각이 10도인 경우, 20도인 경우에 있어서, 양호한 투과율 특성을 보이며 온 모드를 잘 유지하고 있다.

[0047] 도 3b는 광결정형 광변조기(100)에서 활성층(130)의 굴절률이 2.0일 때, 레이저 다이오드(LD)에서 조사되는 약 850nm의 광에 대해 오프(off) 모드로 동작하는 경우이다. 광결정형 광변조기(100)에 광이 수직 입사, 즉, 입사각이 0도인 경우, 입사각이 10도인 경우, 20도인 경우에 있어서, 낮은 투과율 특성을 보이며 오프 모드를 잘 유지하고 있다.

[0048] 도 4a 및 도 4b는 도 1의 광결정형 광변조기(100)가 다른 특정 파장 대역의 광에 대해 각각 온/오프 변조된 상태일 때, 입사각에 둔감한 성질을 갖는 것을 보이는 전산모사 그래프이다.

[0049] 도시된 그래프는 광결정형 광변조기(100)가 단위 블록(162)들 간의 피치(p)가 500nm, 단위 블록(162)들의 폭(w) 250nm, 두께(t) 370nm, 단위 블록(162)들의 재질은 Si, 활성층(130)은 KTN이 300nm 두께로 형성된 경우이다.

[0050] 도 4a는 광결정형 광변조기(100)가 활성층(130)의 굴절률이 2.1일 때, 레이저 다이오드(LD)에서 조사되는 약 916nm의 광에 대해 온(on) 모드로 동작하는 경우이다. 광결정형 광변조기(100)에 광이 수직 입사, 즉, 입사각이 0도인 경우, 입사각이 10도인 경우, 20도인 경우에 있어서, 양호한 투과율 특성을 보이며 온 모드를 잘 유지하고 있다.

[0051] 도 4b는 광결정형 광변조기(100)가 활성층(130)의 굴절률이 2.0일 때, 레이저 다이오드(LD)에서 조사되는 약 916nm의 광에 대해 오프(off) 모드로 동작하는 경우이다. 광결정형 광변조기(100)에 광이 수직 입사, 즉, 입사각이 0도인 경우, 입사각이 10도인 경우, 20도인 경우에 있어서, 낮은 투과율 특성을 보이며 오프 모드를 잘 유지하고 있다.

[0052] 도 5는 다른 실시예에 따른 광결정형 광변조기(200)의 개략적인 구조를 보인다. 본 실시예는 광결정층(260)을 이루는 단위 블록(262)들의 단면 형상이 원형인 점에서 도 1의 실시예와 차이가 있다.

[0053] 도 6은 또 다른 실시예에 따른 광결정형 광변조기(300)의 개략적인 구조를 보인다. 광결정형 광변조기(300)는 광결정층(360)을 이루는 단위 블록(362)들의 단면이 정육각형 형상을 가지고 있다.

[0054] 도 7은 또 다른 실시예에 따른 광결정형 광변조기(400)의 개략적인 구조를 보인다. 광결정형 광변조기(400)는 단면 형상이 정사각형인 단위 블록(162)들과 단면 형상이 정육각형인 단위 블록(362)들이 교번 배열된 형태로 광결정층(460)이 형성되어 있다.

[0055] 도 1, 도 5 내지 도 7에서 설명된 광결정층(160,260,360,460)의 형상들은 예시적인 것이며, 이외에도 다양한 변형이 가능하다. 예를 들어, 광결정층의 영역을 분할하고 분할된 영역마다 다른 형상(피치, 폭, 두께 등)의 단위 블록들이 형성되는 형태가 채용될 수도 있다.

[0056] 도 8은 또 다른 실시예에 따른 광결정형 광변조기(500)의 개략적인 구조를 보인다.

[0057] 본 실시예의 광결정형 광변조기(500)는 광결정층(560)을 이루는 단위 블록(562)들이 음각된 형태로 형성된 점에서 다른 실시예들과 차이가 있다. 단위 블록(562)들의 음각된 형상은 정육면체 형상으로 도시되어 있으나, 이에 한정되지 않으며, 다양한 음각 형상을 가질 수 있다.

[0058] 도 9는 실시예에 따른 3차원 깊이 영상 촬영 장치(700)의 개략적인 구조를 보인다.

[0059] 깊이 영상 촬영 장치(700)는 피사체에 광을 조사하는 조명부(710), 피사체에서 반사된 광을 포커싱하는 대물렌즈(720), 대물렌즈(720)를 투과한 광을 변조하는 광변조기(740), 광변조기(740)에서 변조된 광 신호를 감지하는 센서(750), 센서(750)에서 감지된 신호로부터 피사체의 깊이 영상 정보를 연산하는 연산부(770)를 포함한다.

[0060] 조명부(710)는 근적외선 대역의 광(IR)을 조사하는 광원을 포함하여 이루어질 수 있으며, 광변조기(740)로는 전술한 광결정형 광변조기(100, 200, 300, 400, 500)들이 사용될 수 있으며, 변조 파장 대역이 조명부(710)에서

출사하는 광의 파장 대역이 되도록 구체적인 재질, 치수등이 정해진다.

[0061] 조명부(710)에서는 소정 주파수로 변조된 광을 피사체에 조사하며, 광변조기(740)도 이에 동기하여, 동일한 주파수로, 위상차를 두어 피사체로터 반사된 광을 변조한다. 연산부(770)는 이러한 변조 조건에 따라 센서(750)에 감지되는 이미지들로부터 광 비행시간(TOF: time of flight)을 연산하여 깊이 정보를 추출한다. 즉, 광변조기(740)에 의해 센서(750)에 입사될 광이 고속으로 투과/차단되고, 연산부(770)는 빛의 비행시간을 변조된 신호의 위상 지연(delay)으로부터 추출하여 깊이 영상을 획득한다.

[0062] 여기서, 광변조기(740)가 조명부(710)에서 출사되는 광의 변조 주파수와 동일한 주파수로 광을 변조하는 방식(homodyne 방식)이나, 또는, 다른 주파수로 광을 변조하는 방식(heterodyne 방식)이 모두 사용될 수 있다.

[0063] 또한, 대물렌즈(720)와 광변조기(740) 사이에는 피사체로부터 반사되는 광(R, G, B, IR)중, 조명부(710)에서 조사하는 근적외선 대역의 광(IR)만을 투과시키는 협대역 투과필터(narrow bandpass filter)(730)가 더 구비될 수 있다.

[0064] 도면에서는 광변조기(740)가 투과형으로 설계된 것을 예시하여 광학적 배치를 도시하고 있으나, 광변조기(740)는 반사형으로 설계될 수도 있으며, 이 경우, 광변조기(740)에서 반사된 광이 센서(750)에 입사되는 광학적 배치로 변경될 수 있다.

[0065] 도 10은 실시예에 따른 3차원 영상 획득 장치(800)의 개략적인 구조를 보인다.

[0066] 3차원 영상 획득 장치(800)는 피사체에 적외선 광을 조사하는 조명부(710), 피사체에서 반사된 광을 포커싱하는 대물렌즈(720), 대물렌즈(720)에서 포커싱되는 가시광(R, G, B)으로부터 피사체의 컬러 영상 신호를 형성하는 제1 이미지센서(840), 대물렌즈(720)에서 포커싱되는 적외선 광(IR)을 변조하는 광변조기(850), 광변조기(850)에서 변조된 광으로부터 피사체의 깊이 영상 신호를 형성하는 제2 이미지센서(860), 제1 이미지센서(840) 및 제2 이미지센서(860)에서 각각 형성되는 컬러 영상 신호 및 깊이 영상 신호로부터 피사체의 3차원 영상을 생성하는 영상처리부(870)를 포함한다.

[0067] 광변조기(850)로는 전술한 광결정형 광변조기(100, 200, 300, 400, 500)들이 사용될 수 있으며, 변조 파장 대역이 조명부(710)에서 출사하는 광의 파장 대역이 되도록 구체적인 재질, 치수등이 정해진다.

[0068] 또한, 피사체에서 반사된 광 중, 가시광(R, G, B)이 제1 이미지센서(840)를 향하고, 적외선광(IR)이 제2 이미지센서(860)를 향하도록 분기하는 빔스플리터(830)가 광경로상에 더 마련될 수 있다.

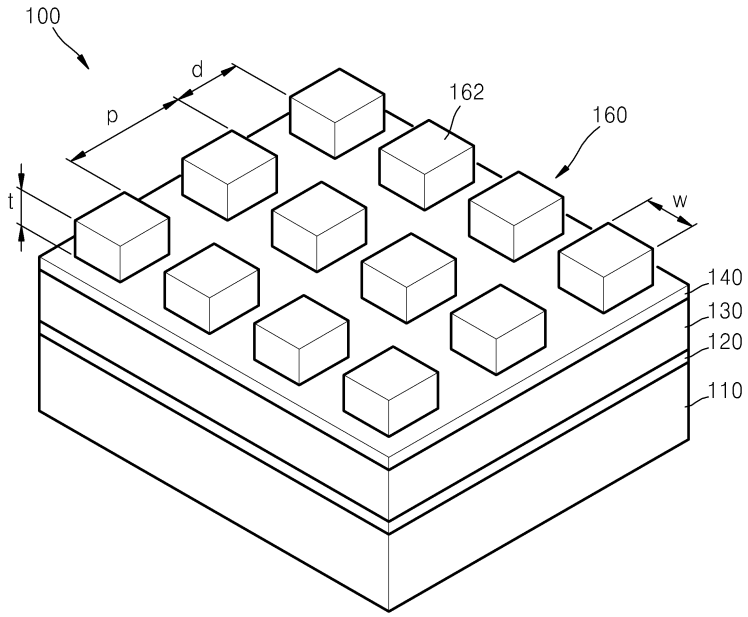
[0069] 도면에서는 컬러 영상의 결상을 위한 렌즈와 깊이 영상의 결상을 위한 렌즈가 대물렌즈(720)로써 공유되는 형태로 도시하고 있으나, 이는 예시적인 것이고, 컬러 영상용 렌즈와 깊이 영상 결상용 렌즈를 별개로 구성하는 광학적 배치로 변경될 수 있다.

[0070] 또한, 광변조기(850)는 투과형 타입으로 도시되어 광변조기(850)를 투과한 광이 제2 이미지센서(860)에 입사하는 것으로 도시되고 있으나, 이는 예시적인 것이고, 광변조기(850)가 반사형 타입으로 채용되고, 광변조기(850)에서 반사된 광이 제2 이미지센서(860)에 입사되는 광학적 배치로 변경되는 것도 가능하다.

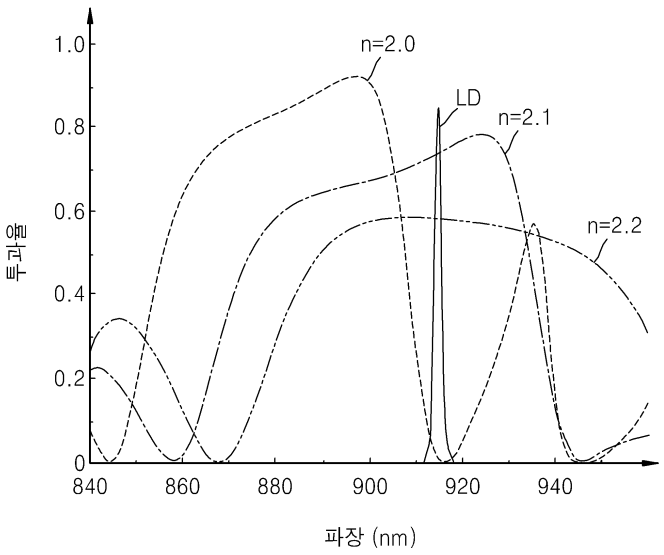
[0071] 이러한 본원 발명은 이해를 돕기 위하여 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

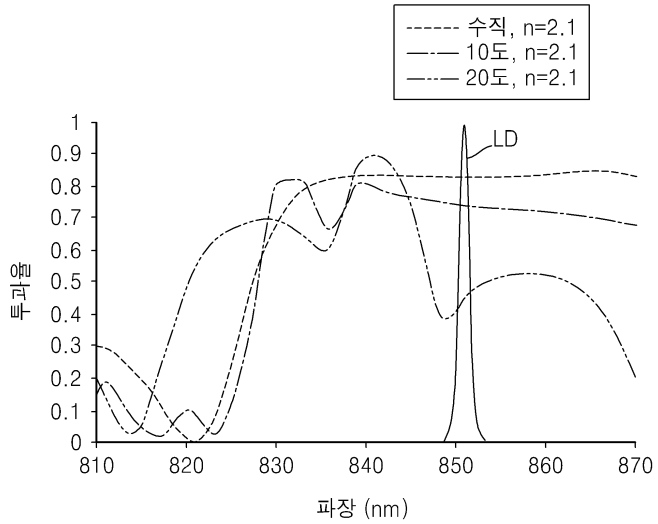
도면1


100
d
p
t
162
160
w
140
130
120
110

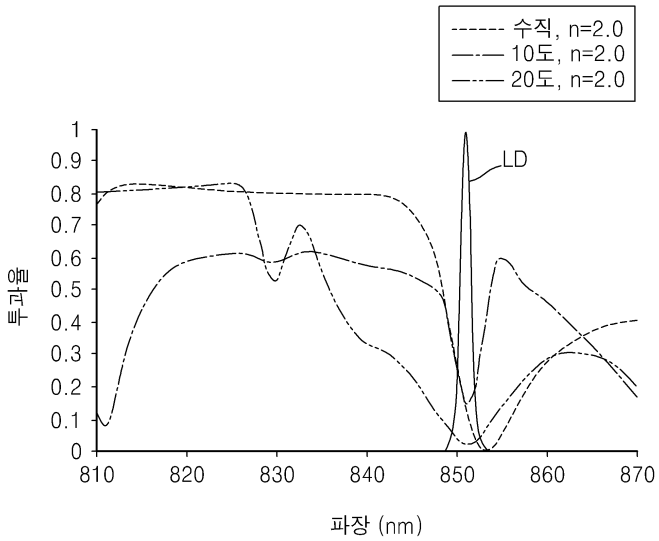
도면2


1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
투과율
n=2.0
LD
n=2.1
n=2.2
840
860
880
900
920
940
파장 (nm)

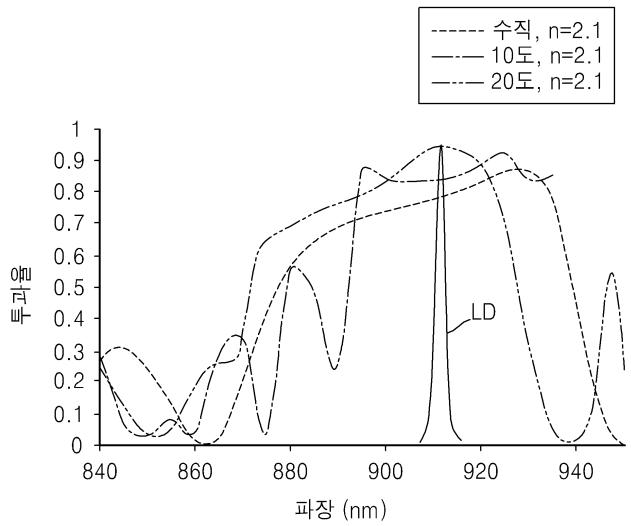
도면3a


수직, n=2.1
10도, n=2.1
20도, n=2.1
LD
투과율
파장 (nm)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
810
820
830
840
850
860
870

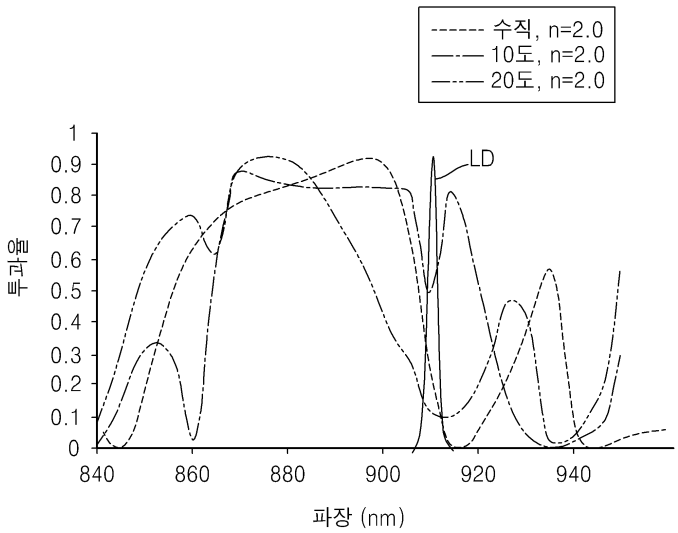
도면3b


수직, n=2.0
10도, n=2.0
20도, n=2.0
LD
투과율
파장 (nm)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
810
820
830
840
850
860
870

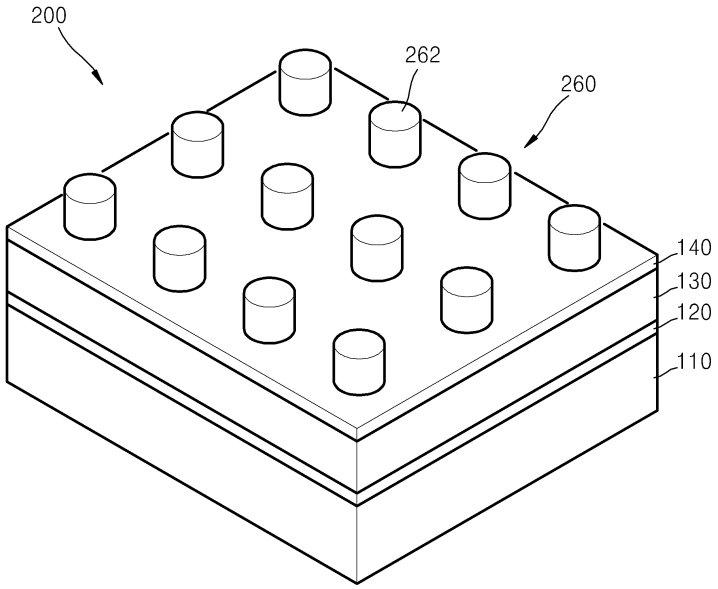
도면4a


------ 수직, n=2.1
—·— 10도, n=2.1
—··— 20도, n=2.1
투과율
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
LD
840
860
880
900
920
940
파장 (nm)

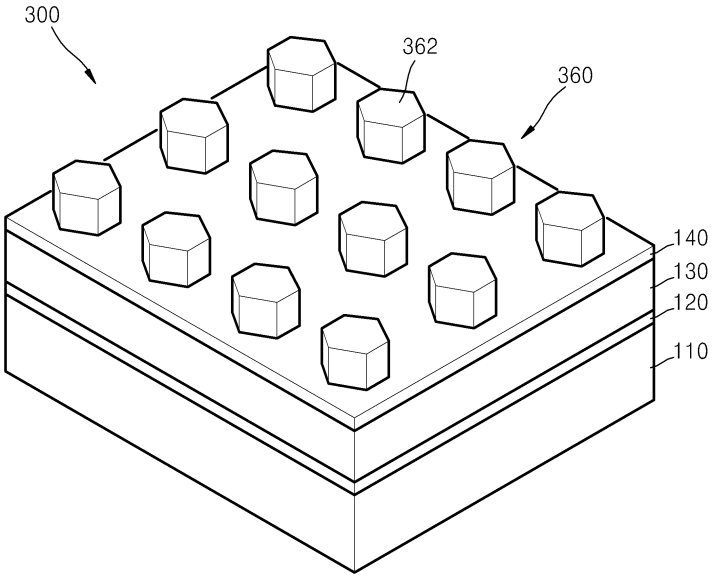
도면4b


------ 수직, n=2.0
—·— 10도, n=2.0
—··— 20도, n=2.0
투과율
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
LD
840
860
880
900
920
940
파장 (nm)

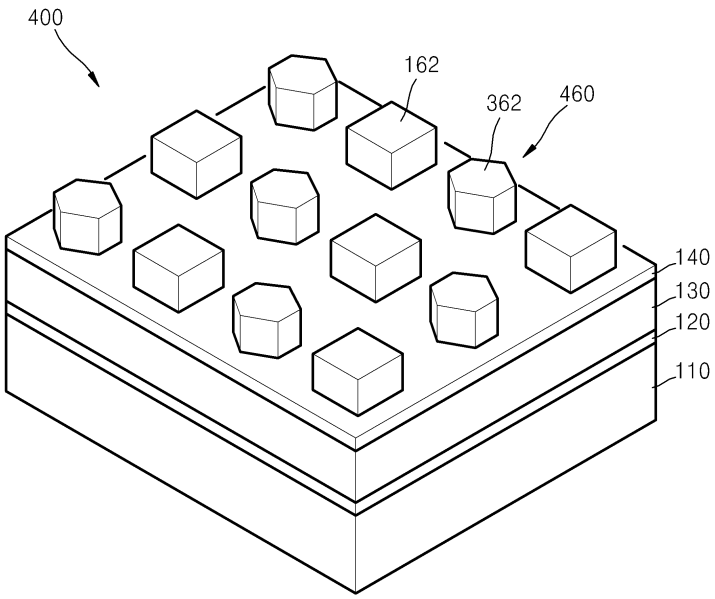
도면5



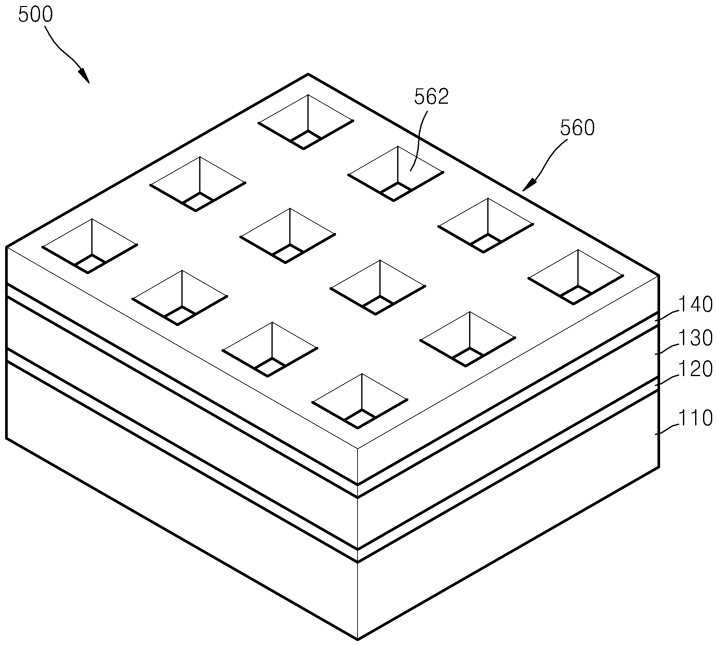
도면6



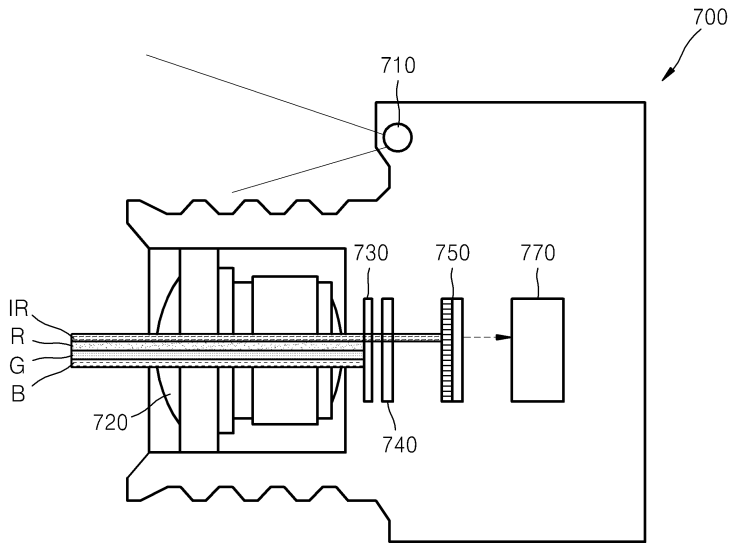
도면7



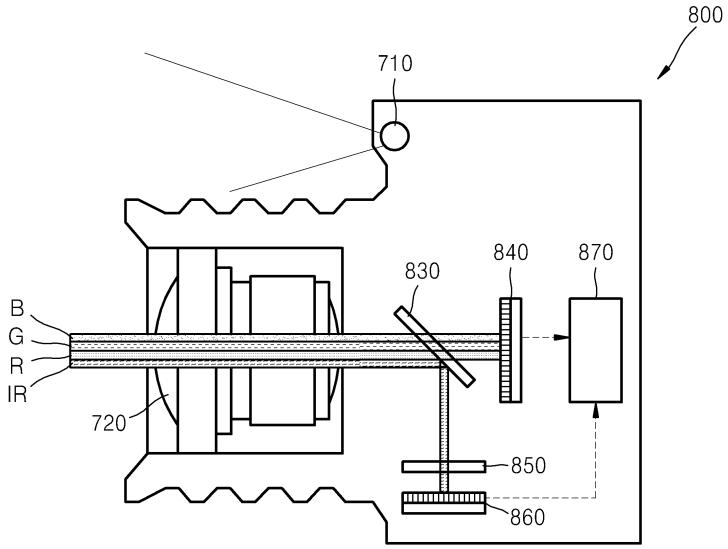
도면8



도면9


700
710
730
750
770
IR
R
G
B
720
740

도면10


800
710
840
870
830
B
G
R
IR
720
850
860