

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. ⁷
G01B 11/00

(11) 공개번호 특2002 - 0031068
(43) 공개일자 2002년04월26일

(21) 출원번호 10 - 2001 - 0064586
(22) 출원일자 2001년10월19일

(30) 우선권주장 JP - P - 2000 - 0032 2000년10월20일 일본(JP)
0715

(71) 출원인 마츠시타 덴끼 산교 가부시키가이샤
일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006

(72) 발명자 우오모리젠야
일본국오오사카후히라카타시고다1 - 3 - 18
모리무라아츠시
일본국나라켄나라시니시토미가오카4 - 14 - 8
와다조지
일본국가나가와켄요코하마시이즈미쿠오카즈쵸1500 - 2 - 533
아즈마다케오
일본국나라켄나라시아오노쵸88 - 비101

(74) 대리인 김영철

심사청구 : 없음

(54) 레인지 파인더장치, 3차원 계측방법 및 광원장치

요약

3차원 계측을 안정하게 장기간 실행가능한 레인지 파인더(range finder)장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

예를 들면 LED와 같은 광원을 복수개 배열한 광원 어레이부(11)를 이용하여, 피사체(被寫體)로 광패턴을 투사한다. LED 1개당의 광량이 작아도 광원 어레이부(11) 전체적으로는 충분한 광량을 피사체에 조사할 수 있기 때문에, 안정된 3차원 계측이 가능하게 된다. 또한, 광원 어레이부(11)의 각 LED의 발광상태를 제어함으로써 광패턴을 생성하기 때문에, 임의의 광패턴을 기계적인 기구를 필요로 하지 않고, 전기적으로 생성하는 것이 가능하게 된다.

대표도
도 2

색인어

광원 어레이부, 광원 제어부, 거리계산부

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 관한 레인지 파인더장치의 구성을 나타내는 블록도

도 2는 광원 어레이부의 구성의 일례를 나타내는 도면이며, 도 2의 (a)는 단면도, 도 2의 (b), (c)는 평면도

도 3은 광원 어레이부의 예의 외관을 나타내는 도면

도 4의 (a), (b)는 광원의 발광강도를 제어하여 생성한 2종류의 광패턴을 나타내는 도면

도 5는 광패턴의 전환 타이밍을 나타내는 도면

도 6의 (a), (b)는 광원의 발광시간을 제어하여 생성한 2종류의 광패턴을 나타내는 도면

도 7은 본 발명의 실시예에 관한 3차원 계측방법을 설명하기 위한 도면이고, 카메라 y좌표가 일정한 평면에서의 광원 어레이부, 카메라 및 피사체의 위치관계를 나타내는 도면

도 8은 광강도비가 일정한 공간궤적을 근사하는 곡선을 나타내는 도면

도 9는 본 발명의 실시예에 관한 3차원 계측방법을 설명하기 위한 도면이고, 미리 준비한 휘도비화상을 나타내는 도면

도 10은 휘도비화상에 있어서의 착목화소 부근의 평균휘도비의 산출을 나타내는 도면

도 11은 휘도비의 차 ($\zeta_m - \zeta_0$)와 각 휘도비화상의 안길이값의 관계를 나타내는 그래프

도 12는 본 실시예에 관한 3차원 계측방법의 다른 예를 나타내는 도면

도 13은 3차원 계측에서 이용하는 대표점을 나타내는 도면

도 14는 거리계산에 이용하는 유한요소 모델을 나타내는 도면

도 15는 광원 어레이의 발광광량의 보정에 대해서 설명하기 위한 도면

도 16은 본원 발명자가 실험에서 측정하여 얻은 광패턴과 밝기비의 관계를 나타내는 그래프

도 17은 본 발명의 제 2 실시예에서의 레인지 파인더장치의 구성을 나타내는 블록도

도 18은 본 발명의 제 2 실시예에서의 계측범위의 제어의 예를 나타내는 도면이며, 도 18의 (a)는 계측범위의 크기를 전환하는 경우, 도 18의 (b)는 계측범위의 위치를 전환하는 경우를 나타내는 도면

도 19는 본 발명의 제 2 실시예에 관한 측정 모드의 일례를 나타내는 도면

도 20은 유기 EL 소자의 구조를 나타내는 도면

도 21은 종래의 레인지 파인더장치의 구성을 나타내는 도면

도 22는 도 21에서의 광원의 구성의 일례를 나타내는 도면

도 23은 도 21의 구성에서의 투사광의 분포를 나타내는 도면

도 24는 도 21의 구성에서의 광패턴과 계측범위를 나타내는 그래프

도 25는 도 24의 그래프에서 얻은 투사광 각도와 광강도비의 관계를 나타내는 도면

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

11 : 광원 어레이부 12 : 광원 제어부

13 : 거리계산부(3차원 계측부) 14 : 투광패턴 제어부

20 : 투광부

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 피사체의 3차원 정보를 촬영가능한 레인지 파인더장치(거리화상을 측정할 수 있는 3차원 카메라)에 관한 것이다.

도 21은 종래의 레인지 파인더의 구성도이다. 도 21에 있어서, 51은 카메라, 52a, 52b는 광원, 55는 광원 제어부, 56은 거리계산부이다. 광원 제어부(55)는 카메라(51)의 수직동기신호에 동기하여 펄드주기마다 광원(52a, 52b)을 교대로 발광시킨다.

여기서, 카메라의 광학중심을 원점으로 하여, 카메라의 광축방향을 Z축, 수평방향에 X축, 수직방향에 Y축을 설정하고, 광원에서 본 착목점의 방향이 X축과 이루는 각을 ζ , 카메라에서 본 착목점의 방향과 X축이 이루는 각을 θ , 광원위치를 (0, -D), 즉 기선길이를 D로 하면, 착목점 P의 안길이값 Z는 삼각측량의 원리에 따라,

$$Z = D \tan \theta \tan \zeta / (\tan \theta - \tan \zeta) \cdots (1)$$

로서 계산할 수 있다. 각도 ζ 를 얻기 위해서 광원(52a, 52b)에 의해서 소정의 광패턴을 투사한다.

광원(52a, 52b)으로서는, 예를 들면 도 22의 (a)에 나타내는 바와 같은 크세논 플래시 램프 등의 섬광광원(57, 58)을 세로로 배치하고, 후방의 반사판(59, 60)의 방향을 좌우로 어긋난 것을 이용한다. 도 22의 (b)는 도 22의 (a)의 평면도이다. 광원(52a, 52b)은 각각 범위 A, B에 광을 복사(輻射)한다.

도 23은 이러한 광원(52a, 52b)으로부터 복사된 광패턴을 나타내는 도면이다. 도 23에서는 임시 스크린 Y에 광을 투사한 경우의 밝기를 도면 중의 화살표방향에 나타내고 있다. 즉, 각 광원(52a, 52b)으로부터 투사되는 광은 중심축 상이 가장 밝고, 주변이 될수록 어두워지는 특성을 갖는다. 이러한 특성을 갖는 것은 반원통형상의 반사판(59, 60)이 섬광광원(57, 58)의 배후에 배치되어 있기 때문이다. 또한, 반사판(59, 60)의 방향이 어긋나 있기 때문에, 각 광원(52a, 52b)의 투사범위는 그 일부가 겹쳐져 있다.

도 24는 도 23의 H 방향에서의 투사광 각도 θ 와 광강도의 관계를 나타내는 도면이다. 이 H 방향이란 광원중심과 렌즈중심을 포함하는 복수개의 면 중, 임의의 면 S와 임시 스크린 Y의 교차선의 방향이다. 도 24의 C 부분에서는 광원(52a, 52b)으로부터 투사된 광패턴은 한쪽은 우측이 상대적으로 밝고, 다른 쪽은 좌측이 상대적으로 밝아지고 있다. 단, 광패턴의 밝기는 높이 방향(Y축 방향)에 있어서도 다르다.

도 25는 도 24의 C 부분에서의 2종류의 투사광의 광강도비와, 투사광 각도 θ 의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 25에 나타내는 바와 같이, C 부분에서는 광강도비와 각도 θ 의 관계는 1 대 1로 대응하고 있다.

거리의 측정을 위해서는, 사전에 광원으로부터 소정거리 떨어져서 수직으로 세운 평면에 2종류의 광패턴을 교대로 투사하고, 그 반사광을 카메라(1)에서 촬상한 결과로부터, 각 Y좌표(CCD 상의 Y좌표에 대응한다)마다 도 25와 같은 광강도비와 투사광 각도의 관계의 데이터를 얻는다. Y좌표마다라는 것은 광원중심과 렌즈중심을 포함하는 복수개의 면마다라는 것이다. 또한, 카메라(51)의 렌즈중심과 광원(52a, 52b)을 연결하는 선분이 CCD 촬상면의 X축과 평행하게 되도록, 광원(52a, 52b)을 배치하면, 각 Y좌표마다 결정된 광강도비와 투사광의 각도의 관계의 데이터를 이용함으로써, 정확히 거리계산을 할 수 있다.

도 21의 점 P를 착목점으로 할 때, 2종류의 광패턴을 조사하였을 때의 촬상화상에서 얻은 점 P에서의 휘도비와, 점 P의 Y좌표값에 대응한 도 25의 관계를 이용함으로써, 광원에서 본 점 P의 각도 θ 를 계측한다. 또한, 카메라에서 본 점 P에 대한 각도 θ 는 화상 중에서의 위치(즉, 점 P의 화소좌표값)와 카메라 파라미터(초점거리, 렌즈계의 광학중심위치)로부터 결정한다. 그리고, 이러한 2개의 각도 θ , θ 와, 광원위치와 카메라의 광학중심위치간의 거리(기선길이) D에서 식(1)에 따라서 거리를 계산한다.

이와 같이, 도 24의 C 부분과 같이, 투사방향에 따라서 단조증가·감소하는 광패턴을 생성하는 광원이 있다면, 간단히 피사체의 3차원 계측을 행할 수 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 종래의 구성에서는 광원으로 크세논 플래시 램프를 이용하지만, 크세논 플래시 램프는 약 5000회 정도의 발광으로 수명이 다하기 때문에, 레인지 파인더장치를 장기간 사용하는 경우에는 램프의 교환 등의 유지보수가 빈번히 필요하게 된다. 또한, 플래시 램프의 발광량의 안정도는 수%이기 때문에, 그 이상의 측정정밀도를 얻을 수 없다는 문제도 있었다.

또한, 수명이 긴 광원으로서, 예를 들면 LED(발광 다이오드) 등이 있지만, LED는 1개당의 발광량이 작기 때문에, 이것을 단일로 이용한 경우에는 광량부족이 되어 안정된 3차원 계측을 할 수 없다는 문제가 생긴다.

게다가, 종래의 구성에서는 투사하는 광패턴은 반사판의 형상에 따라서 정해지기 때문에, 원칙적으로는 1세트의 광패턴만 생성할 수 있다.

상기의 문제에 감안하여, 본 발명은 장기간 사용가능하고, 또한 안정된 3차원 계측을 실행가능한 레인지 파인더장치를 제공하는 것을 과제로 한다. 또한, 레인지 파인더장치에 있어서, 임의의 광패턴을 용이하게 생성가능하게 하는 것을 과제로 한다.

발명의 구성 및 작용

상기의 과제를 해결하기 위해서, 청구항 1의 발명이 강구한 해결수단은 피사체에 광을 투사하고, 그 반사광을 받아 상기 피사체의 3차원 위치를 측정하는 레인지 파인더장치로서, 복수의 광원이 배열된 광원 어레이부와, 상기 광원 어레이부의 각 광원의 발광상태를 제어함으로써, 상기 광원 어레이부로부터 적어도 2종류의 광패턴을 투사시키는 광원 제어부를 구비한 것이다.

청구항 1의 발명에 의하면, 광원 어레이부가 갖는 복수의 광원으로부터 광패턴이 투사되기 때문에, 가령 광원 1개당의 광량이 작은 경우라도, 전체적으로 충분한 광량을 피사체에 조사할 수 있어, 안정된 3차원 계측이 가능하게 된다. 또한, 광패턴의 생성은 광원 어레이부의 각 광원의 발광상태를 제어함으로써 행해지기 때문에, 임의의 광패턴을 기계적인 기구를 필요로 하지 않고, 전기적으로 생성하는 것이 가능하게 된다.

청구항 2의 발명에서는, 상기 청구항 1의 레인지 파인더장치에서의 광원은 LED인 것으로 한다.

청구항 2의 발명에 의하면, LED는 광량이 작지만 수명이 비교적 길다는 특징을 갖기 때문에, LED에 의해서 광원 어레이부를 구성함으로써, 장기간 사용가능한 레인지 파인더장치를 실현할 수 있다.

청구항 3의 발명에서는, 상기 청구항 1의 레인지 파인더장치에서의 광원 어레이부는 각 광원이 격자형상 또는 바둑판형상으로 배치된 것으로 한다.

청구항 4의 발명에서는, 상기 청구항 1의 레인지 파인더장치에서의 광원 어레이부는 각 광원이 곡면 상에 배치된 것으로 한다.

청구항 5의 발명에서는, 상기 청구항 1의 레인지 파인더장치에서의 광원 어레이부는 각 광원이 평면 상에, 또한 그 광축이 방사상이 되도록 배치된 것으로 한다.

청구항 6의 발명에서는, 상기 청구항 1의 레인지 파인더장치에서의 광원 어레이부는 광패턴의 투사범위가, 광패턴 형성 방향에 있어서 복수의 범위로 분할되어 있고, 분할된 각 범위에 관한 광원군은 광패턴 형성방향에 직교하는 방향으로 나란히 배치되어 있는 것으로 한다.

청구항 7의 발명에서는, 상기 청구항 1의 레인지 파인더장치에서의 광원 제어부는 각 광원의 발광강도를 그 광원의 위치에 따라 제어하여 광패턴을 생성하는 것으로 한다.

청구항 8의 발명에서는, 상기 청구항 1의 레인지 파인더장치에서의 광원 제어부는 각 광원의 발광시간을 그 광원의 위치에 따라 제어하여 광패턴을 생성하는 것으로 한다.

청구항 9의 발명에서는, 상기 청구항 7 또는 8의 레인지 파인더장치에서의 광원 제어부는 2종류의 광패턴이 투사되었을 때에, 3차원 위치의 측정이 가능한 공간 상의 범위가 보다 넓어지도록, 상기 광원 어레이부의 단부 근방에 배치된 광원에 대하여 그 발광강도 또는 발광시간을 보정하는 것으로 한다.

청구항 10의 발명에서는, 상기 청구항 1의 레인지 파인더장치에서의 광원 어레이부는 복수개 설치되어 있고, 상기 복수의 광원 어레이부는 그 투광방향이 서로 다르도록 배치되어 있는 것으로 한다.

청구항 11의 발명에서는, 상기 청구항 1의 레인지 파인더장치는 반사광화상으로부터 3차원 계측을 행하는 3차원 계측부를 구비하고, 상기 3차원 계측부는 상기 광원 어레이부로부터 투사되는 2종류의 광패턴에 대해서 그 광강도비가 일정한 공간궤적을 근사하는 계산식의 파라미터를 미리 기억해 두고, 상기 2종류의 광패턴을 투사하였을 때의 각각의 반사광화상으로부터 착목화소에서의 밝기의 비를 구하고, 구한 착목화소의 밝기의 비와 기억하고 있는 공간궤적의 파라미터를 기초로 하여 3차원 계측을 행하는 것으로 한다.

청구항 12의 발명에서는, 상기 청구항 1의 레인지 파인더장치는 반사광화상으로부터 3차원 계측을 행하는 3차원 계측부를 구비하고, 상기 3차원 계측부는 안길이값이 일정한 평면 상에 상기 광원 어레이부로부터 투사되는 2종류의 광패턴의 광강도비가 나타난 휘도비화상을, 다른 안길이값에 대하여 여러장 미리 기억해 두고, 상기 2종류의 광패턴을 투사하였을 때의 각각의 반사광화상으로부터 착목화소에서의 밝기의 비를 구하고, 구한 착목화소의 밝기의 비와 상기 각 휘도비화상의 상기 착목화소의 좌표근방에서의 광강도비를 비교하여 3차원 계측을 행하는 것으로 한다.

청구항 13의 발명에서는, 상기 청구항 1의 레인지 파인더장치는 반사광화상으로부터 3차원 계측을 행하는 3차원 계측부를 구비하고, 상기 3차원 계측부는 안길이값이 일정한 평면 상에, 상기 광원 어레이부로부터 투사되는 2종류의 광패턴의 광강도비가 나타난 휘도비화상을, 다른 안길이값에 대하여 여러장 미리 기억해 두고, 상기 휘도비화상 중에 대표점을 설정하여, 각 대표점에서의 광강도비와 안길이값의 관계식의 파라미터를, 상기 여러장의 휘도비화상 및 각각의 휘도비화상에 대응하는 안길이값으로부터 결정하며, 상기 2종류의 광패턴을 투사하였을 때의 각각의 반사광화상으로부터 착목화소에서의 광강도비를 구하고, 착목화소의 좌표값과, 상기 착목화소에서의 광강도비와, 상기 각 대표점에서의 광강도비와 안길이값의 관계식의 파라미터를 이용하여 3차원 계측을 행하는 것으로 한다.

또한, 청구항 14의 발명이 강구한 해결수단은 피사체에 적어도 2종류의 광패턴을 투사하여, 그 반사광화상으로부터 상기 피사체의 3차원 위치를 측정하는 방법으로서, 상기 2종류의 광패턴에 대하여 그 광강도비가 일정한 공간궤적을 근사하는 계산식의 파라미터를 미리 기억해 두고, 상기 2종류의 광패턴을 투사하였을 때의 각각의 반사광화상으로부터 착목화소에서의 밝기의 비를 구하고, 구한 착목화소의 밝기의 비와 기억하고 있는 공간궤적의 파라미터를 기초로 하여 3차원 계측을 행하는 것이다.

또한, 청구항 15의 발명이 강구한 해결수단은 피사체에 적어도 2종류의 광패턴을 투사하여, 그 반사광화상으로부터 상기 피사체의 3차원 위치를 측정하는 방법으로서, 안길이값이 일정한 평면 상에 상기 2종류의 광패턴의 광강도비가 나타난 휘도비화상을, 다른 안길이값에 대하여 여러장 미리 기억해 두고, 상기 2종류의 광패턴을 투사하였을 때의 각각의 반사광화상으로부터 착목화소에서의 밝기의 비를 구하고, 구한 착목화소의 밝기의 비와 상기 각 휘도비화상의 상기 착목화소의 좌표근방에서의 광강도비를 비교하여 3차원 계측을 행하는 것이다.

또한, 청구항 16의 발명이 강구한 해결수단은 피사체에 적어도 2종류의 광패턴을 투사하여, 그 반사광화상으로부터 상기 피사체의 3차원 위치를 측정하는 방법으로서, 안길이값이 일정한 평면 상에, 상기 2종류의 광패턴의 광강도비가 나타난 휘도비화상을, 다른 안길이값에 대하여 여러장 미리 기억해 두고, 상기 휘도비화상 중에 대표점을 설정하여, 각 대표점에서의 광강도비와 안길이값의 관계식의 파라미터를, 상기 여러장의 휘도비화상 및 각각의 휘도비화상에 대응하는 안길이값으로부터 결정하며, 상기 2종류의 광패턴을 투사하였을 때의 각각의 반사광화상으로부터 착목화소에서의 광강도비를 구하고, 착목화소의 좌표값과, 상기 착목화소에서의 광강도비와, 상기 각 대표점에서의 광강도비와 안길이값의 관계식의 파라미터를 이용하여 3차원 계측을 행하는 것이다.

또한, 청구항 17의 발명이 강구한 해결수단은 피사체에 광을 투사하고, 그 반사광을 받아 상기 피사체의 3차원 위치를 측정하는 레인지 파인더장치로서, 적어도 2종류의 광패턴을 투사하는 투광부와, 상기 투광부로부터 투사되는 광패턴의 세트를 변화시킴으로써, 계측범위 또는 계측정밀도를 가변시키는 투광패턴 제어부를 구비한 것이다.

청구항 17의 발명에 의하면, 투광부로부터 투사되는 광패턴의 세트를 변화시킴으로써, 계측범위 또는 계측정밀도를 제어하는 것이 가능하게 되고, 다양한 측정 모드를 실현하는 것이 가능하게 된다.

청구항 18의 발명에서는, 상기 청구항 17의 레인지 파인더장치에서의 투광부는, 복수의 광원이 배열된 광원 어레이부와, 상기 광원 어레이부의 각 광원의 발광상태를 제어함으로써, 상기 광원 어레이부로부터 광패턴을 투사시키는 광원 제어부를 구비한 것으로 하고, 상기 투광패턴 제어부는 상기 광원 제어부에 상기 광원 어레이부로부터 투사시키는 광패턴의 세트의 종류를 지시하는 것으로 한다.

청구항 19의 발명에서는, 상기 청구항 17의 레인지 파인더장치에서의 투광패턴 제어부는 통상의 투광범위를 갖는 제 1 광패턴의 세트를 투사시키는 통상측정 모드와, 투광범위가 상기 제 1 광패턴의 세트보다도 좁은 제 2 광패턴의 세트를, 복수의 방향으로 투사시키는 정밀측정 모드를 갖고 있는 것으로 한다.

청구항 20의 발명에서는, 상기 청구항 17의 레인지 파인더장치에서의 투광패턴 제어부는, 계측 당초에는 상대적으로 넓은 투광범위를 갖는 제 1 광패턴의 세트를 투사시키고, 그 후 상기 넓은 투광범위 중의 특정한 영역에 대하여, 상대적으로 좁은 투광범위를 갖는 제 2 광패턴의 세트를 투사시키는 측정 모드를 갖고 있는 것으로 한다.

또한, 청구항 21의 발명이 강구한 해결수단은 복수의 광원이 배열된 광원장치로서, 각 광원의 발광상태를 제어함으로써 소정의 광패턴을 투사가능하게 구성되어 있고, 또한 각 광원은 평면 상에, 또한 그 광축이 방사상이 되도록 배치되어 있는 것이다.

또한, 청구항 22의 발명이 강구한 해결수단은 복수의 광원이 배열된 광원장치로서, 각 광원의 발광상태를 제어함으로써 소정의 광패턴을 투사가능하게 구성되어 있고, 또한 광패턴의 투사범위가 광패턴 형성방향에 있어서 복수의 범위로 분할되어 있으며, 분할된 각 범위에 관한 광원군은 광패턴 형성방향에 직교하는 방향으로 나란히 배치되어 있는 것이다.

(실시예)

이하, 본 발명의 실시예에 대해서 도면을 참조하여 설명한다.

(제 1 실시예)

도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 관한 레인지 파인더장치의 구성을 나타내는 도면이다. 도 1에 있어서, 1은 카메라, 11은 복수의 광원이 배열된 광원 어레이부, 12는 광원 어레이부(11)의 각 광원의 발광상태를 제어하는 광원 제어부, 13은 카메라(1)에 의해서 촬영된 반사광화상으로부터 3차원 계측을 행하는 3차원 계측부로서의 거리계산부이다.

도 1에 나타내는 구성에서는, 도 23에 나타내는 바와 같은 2종류의 광패턴을 광원 어레이부(11)로부터 투광하여, 피사체로부터의 반사광을 카메라(1)에서 촬상하여, 피사체의 3차원 위치를 계측한다.

도 2는 광원 어레이부(11)의 구성의 일례를 나타내는 도면이다. 도 2 중, (a)는 단면도, (b), (c)는 평면도이다. 도 2에 나타내는 광원 어레이부(11)에서는 광원으로서 적외 LED(발광 다이오드)를 이용하고 있다. 도 2의 (a)에 나타내는 바와 같이, 복수개의 LED를 원통면 또는 구면 등의 곡면 상에 배치하고 있다. 이것은 LED 단체에서는 광의 복사범위(복사각도)가 약 20도 정도이며, 넓은 범위에 광을 투광할 수는 없기 때문에, 각 LED의 광축을 방사상으로 하기 위해서이다.

또한, 평면적으로는 도 2의 (b)에 나타내는 바와 같이 LED를 격자형상으로 정렬시켜 배치하거나, 또는 도 2의 (c)에 나타내는 바와 같이 바둑판형상(지그재그 격자형상)으로 배치하여도 된다. 도 2의 (c)의 경우, 도 2의 (b)보다도 단위 면적당의 LED의 개수가 많아져, 동일면적당의 광량을 크게 할 수 있기 때문에, 광원 어레이부(11)의 크기를 보다 작게 할 수 있다. 광원의 배열상태로서는 그 밖에도 동심원형상 등을 생각할 수 있다.

도 3의 (a)는 본원 발명자가 시작(試作)한 광원 어레이부(11)의 일례의 외관을 나타내는 사시도이다. 도 3의 (a)에서는, 200개 정도의 LED가 곡면으로서의 원통면 상에 바둑판형상으로 배치되어 있다.

도 3의 (b)는 본원 발명자가 시작한 광원장치로서의 광원 어레이부(11)의 다른 예의 외관을 나타내는 도면, 도 3의 (c)는 그 단면도이다. 도 3의 (c)에서는, 각 LED가 평면 상에, 또한 그 광축이 방사상이 되도록 배치되어 있다. 이와 같이, LED를 거의 평판형상으로 실장함으로써, 광원 어레이부(11)의 안길이 방향의 크기를 작게 할 수 있다.

또한, 도 3의 (a)에서는, LED가 광패턴 형성방향(도면에서는 횡방향)에 있어서 일렬로 배치되어 있다. 이것에 대하여, 도 3의 (b)에서는, 광패턴을 투사하는 범위가 우측과 좌측의 2개의 범위로 분할되어 있고, 수평방향 각 열의 LED가, 분할된 어느 하나의 투사범위에 대응한 구조로 되어 있다. 다시 말하면, 분할된 각 범위에 관한 광원군(도면에서는 G1, G2)은 광패턴 형성방향에 직교하는 방향(도면에서는 종방향)으로 나란히 배치되어 있다. 이러한 구조로 함으로써, 광원 어레이부(11)의 횡방향의 크기를 약 1/2로 소형화할 수 있어, 도 3의 (a)와 비교하여 점광원에 보다 가까운 구조가 된다.

또, 도 3의 (b)에서는, LED의 각 군 G1, G2는 3열로 이루어지는 것으로 하고, LED의 방사방향을 3열마다 바꾸는 것으로 하고 있지만, 1열마다 바꾸어도 되고, 3열 이외의 복수열마다 바꾸어도 된다.

또한, 도 3의 (b)에서는 광패턴 투사범위를 2개로 분할하였지만, 이것을 3개 이상으로 분할하여, 각 범위에 관한 광원군을 종방향으로 나열하여도 된다. 이 경우, 분할수를 늘림으로써, 광원 어레이부(11)의 횡방향의 크기를 더욱 작게 할 수 있다. 단, 반대로 종방향의 크기가 커지기 때문에, 도 15의 (a)에 나타내는 바와 같은 광강도분포가 화상의 종방향으로 변동될 우려가 있다. 단, 이 변동의 정도가 후술하는 계산 알고리즘에 의하여 광강도 패턴을 정밀하게 근사할 수 있는 범위 내라면, 사실상 광원으로서 사용가능하다.

도 4의 (a), (b)는 광원 어레이부(11)를 이용하여 생성한 2종류의 광패턴을 나타내는 도면이다. 광원 제어부(12)는 광원 어레이부(11)의 각 LED의 발광강도(밝기)를 그 LED의 위치에 따라 제어함으로써, 광패턴을 생성한다. 여기서는, 광원이 되는 LED에 부여하는 전압(즉, LED를 흐르는 전류)을 제어함으로써, 그 발광강도를 제어하는 것으로 한다. 도 4의 (a)에 나타내는 광패턴 A는 LED의 광량을 열번호에 따라서 단조롭게 증가시키는 패턴, 도 4의 (b)에 나타내는 광패턴 B는 LED의 광량을 열번호에 따라서 단조롭게 감소시키는 패턴이다.

광원 제어부(12)는 도 5에 나타내는 바와 같이, 카메라(1)의 노출 타이밍(노출기간)에 맞추어, 도 4에 나타내는 광패턴 A와 광패턴 B를 교대로 순차 전환한다. 이것에 의해서, 카메라(1)로부터 광패턴 A가 투사되었을 때의 반사광화상과 광패턴 B가 투사되었을 때의 반사광화상을 교대로 얻는다. 즉, 도 24에 나타내는 C 부분과 동일한 광패턴이 피사체에 투사되어, 그 촬상결과를 교대로 얻는다.

또, 여기서는, 동화상을 촬상하기 위해서 2종류의 광패턴 A, B를 연속하여 교대로 투사하는 것으로 하였지만, 정지화상을 촬상하는 경우는, 광패턴 A, B를 1회씩 투광하여 2장의 화상을 카메라(1)에 의해서 촬상하는 것만으로 좋다.

또한, 상술한 예에서는, LED의 광량을 제어하기 위해서 LED 자체의 밝기를 제어하는 것으로 하였지만, 그 대신에 광원 제어부(12)가 각 LED의 발광시간을 그 LED의 위치에 따라 제어함으로써, 광패턴을 생성하여도 상관없다. 이 경우는, LED에 흐르는 전류는 일정하게 해주면 되고, 카메라의 노광시간 내에서의 각 LED의 발광시간만을 제어하면 된다.

도 6의 (a), (b)는 발광시간의 제어에 의해서 생성한 2종류의 광패턴을 나타내는 도면이다. 도 6 중, (a)에 나타내는 광패턴 A는 LED의 발광시간을 열번호에 따라서 단조롭게 증가시키는 패턴, (b)에 나타내는 광패턴 B는 LED의 발광시간을 열번호에 따라서 단조롭게 감소시키는 패턴이다. 카메라(1)의 노광시간 내에서, 장시간 투광할수록 총광량이 커지기 때문에, 광패턴의 생성이 가능하게 된다.

LED는 LED 자체가 열을 가진 경우, 또는 LED 구동회로의 온도특성에 따라서 LED를 흐르는 전류가 시간적으로 변화한 경우에는, 그 밝기가 변화한다. 이 경우, 발광강도를 제어하는 수법에서는 생성한 광패턴에 오차가 생길 가능성이 있다. 그러나, LED에 흐르는 전류를 일정하게 하고, 발광시간을 변화시켜 광량을 제어하는 경우에는, LED 구동회로가 안정되고, LED 자체의 발열을 억제할 수도 있기 때문에, 광패턴의 형태 자체는 거의 변화하지 않는다. 따라서, 반사광의 광강도비를 이용하는 본 3차원 측정방식에서는 그 영향이 거의 없다고 할 수 있다. 또한, 발광강도가 일정하게 시간을 변화시키기 때문에, 개개의 LED의 성능이 떨어져도 정확히 광량비를 설정할 수 있다. 게다가, LED의 전류에 의해서 광강도를 제어하는 경우, 그 제어는 아날로그 회로가 되지만, 발광시간의 제어는 디지털 회로에 의해서 용이하게 실현할 수 있기 때문에, 발광제어의 정밀도를 향상시키는 것은 용이하다. 즉, 발광시간의 제어에 의해 각 LED의 광량을 제어함으로써, 정밀도가 높고 안정된 광패턴을 생성할 수 있다.

(3차원 계측방법)

다음에, 얻어진 반사광화상으로부터 3차원 계측을 행하는 방법에 대해서 설명한다. 이것은, 도 1에서의 거리계산부(13)가 행하는 처리내용에 상당한다.

여기서, 본 실시예에 있어서도 종래 기술의 항에서 설명한 계산방법을 이용하여도 상관없지만, 종래의 3차원 계산은 광원이 점광원인 것을 전제로 한 방법이다. 이 때문에, 본 실시예와 같이 LED 어레이를 광원으로서 이용하는 경우에는, 광원 자체가 크기를 갖고 있기 때문에, 종래의 방법을 그대로 이용한 경우에는 오차가 발생할 가능성이 있다. 그래서, 여기서는 광원 자체가 크기를 갖고 있는 경우라도 오차의 발생을 막고, 정확히 3차원 계측을 행할 수 있는 방법에 대해서 상세히 설명한다.

도 7은 카메라의 y좌표가 일정(y_1)한 평면에서의 광원 어레이부(11), 카메라(1) 및 피사체의 위치관계를 나타내는 도면이다. 도 7에 나타내는 바와 같이, 광패턴 A, B를 투사하여 촬상한 각각의 화상으로부터 구한, 밝기비의 값 ξ (광강도비)가 일정한 장소($\xi = \xi_0, \xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4$)는 곡선군 F에 의해서 나타난다. 그래서, 이들 곡선을 근사하는 방정식 $f(\xi, x, z) = 0$ 을, 레인지 파인더장치의 사용 전에 미리 구해 둔다.

방정식 f 를 구하는 방법은 다음과 같다. 도 7에 있어서, 카메라(1) 앞에 Z좌표가 일정한 평면(전면 평행면으로서 배치한 평면)을 다양한 거리의 위치($Z = z_0, z_1, \dots$)에 두고, 광원 어레이부(11)로부터 광패턴 A, B를 조사하여 그 화상을 카메라(1)에서 촬상한다.

다음에, 도 8에 나타내는 바와 같이, 광패턴 A, B에 대응하는 화상의 화소마다 밝기 비의 값을 구하여, 동일한 y좌표값 y_0 에 대하여 밝기 비의 값 ξ 가 동일한 점을 연결하는 곡선(도 8에서의 점선)을 회귀곡선에 적용시킨다. 여기서, 회귀곡선을 적용시키지 않고, 직선의 꺾임선 근사를 이용하여도 된다. 이러한 ξ 를 파라미터로 한 회귀곡선의 식을 화상의 각 y좌표에 대하여 구해 둔다. 즉, 광강도비 ξ 가 일정한 공간궤적을 근사하는 계산식의 파라미터를 3차원 계측을 행할 준비를 위해 미리 기억해 둔다.

다음에, 촬영된 화상 데이터로부터 실제로 3차원 계측을 행한다.

지금, 착목하는 화소의 좌표가 (x_1, y_1) 이라고 한다. 좌표 (x_1, y_1) 에 있어서, 광패턴 A, B를 투사하였을 때의 화상에서의 휘도비의 값을 계산한다. 이 휘도비가 $\rho = 1$ 이었다고 하면, $y = y_1$ 의 평면 상에 있어서, $\rho = \rho = 1$ 을 만족하는 등휘도비곡선(도 7에서의 곡선 f1)을 선택한다. 이 때, 선택한 곡선 f0과, CCD 상의 착목점 (x_1, y_1) 과 카메라의 렌즈중심을 지나는 직선 1과의 교점 C가 구하는 3차원 위치가 된다.

이와 같이, 2장의 화상으로부터 각 화소에 대해서 그 밝기의 비를 구하고, 착목하는 화소에 대해서 그 휘도비로부터 해당하는 등휘도비곡선을 결정한다. 그리고, 이 등휘도비곡선과 직선 1의 교점을 구함으로써, 촬상화상의 각 화소에 대해서 3차원 측정을 행할 수 있다.

또한, 등휘도비곡선의 근사방정식 f에 y의 항도 넣어, $f(\rho, x, y, z) = 0$ 으로서 3차원적으로 회귀곡선을 적용시키면, 휘도비의 값 ρ 로부터 3차원 계산에 이용하는 곡선 f를 직접 결정할 수 있다. 이 경우, 도 7의 직선 1과 곡선 f의 교점이 없는 경우도 있지만, 이 경우에는, 예를 들면 직선 1과 곡선 f의 거리가 가장 가까워지는 점의 평균값이나, 또는 ZX 평면에 투영되었을 때의 교점을 그 교점으로서 구하여도 된다.

또한, 3차원 계측을 행하는 다른 방법에 대해서 다음에 설명한다.

도 9에 나타내는 바와 같이, 카메라(1) 전면 Z값(안길이값)이 일정(Z_0)한 평면을 두고, 이 평면에 광패턴 A, B를 투사하여, 각각의 화상을 카메라(1)에 의해서 촬상한다. 그리고, 각 화상에서의 밝기 비의 값을 구하고, 이 휘도비가 나타난 화상을 휘도비화상 C0으로서 미리 기억해 둔다. 마찬가지로, 다른 안길이값 $Z_1 \sim Z_5$ 에 대해서 휘도비화상 C1 ~ C5를 각각 기억한다.

다음에, 촬영된 화상 데이터로부터 실제로 3차원 계측을 행한다.

지금, 착목하는 화소의 좌표가 (x_1, y_1) 이라고 한다. 좌표 (x_1, y_1) 에 있어서, 광패턴 A, B를 투사하였을 때의 화상에서의 휘도비의 값이 $\rho = 0$ 이었다고 한다. 이 때, 도 10에 나타내는 바와 같이, 미리 준비한 각 휘도비화상 $C_i (i=0 \sim 5)$ 에 있어서, 착목화소의 좌표 (x_1, y_1) 의 근방의 범위 ($\Delta x, \Delta y$)에 있어서, 휘도비의 평균값 ρ_m 을 구한다. 그리고, 착목화소의 휘도비 $\rho = 0$ 과, 그 좌표근방에서의 휘도비평균값 ρ_m 을 비교함으로써, 3차원 위치의 계측을 행한다.

도 11은 휘도비의 차 ($\rho_m - \rho = 0$)와 각 휘도비화상의 안길이값의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 11에 나타내는 바와 같이, ($\rho_m - \rho = 0$)이 0이 되는 위치, 즉 착목화소 (x_1, y_1) 에 있어서 계측된 휘도비 $\rho = 0$ 이, 그 좌표근방에서의 휘도비평균값 ρ_m 과 동일해진다고 상정되는 휘도비화상의 Z값 Z_m 이, 그 착목화소 (x_1, y_1) 의 안길이값으로서 구해진다. 이 경우에는, 미리 회귀곡선을 구할 필요 없이, 단순한 계산에 의해서 3차원 계측을 실현할 수 있다.

도 12는 본 실시예에 관한 3차원 계측방법의 다른 예를 나타내는 도면이다. 도 12에 있어서, 100은 복수의 안길이값에 대한 휘도비화상을 미리 기억해 두는 메모리, S11은 안길이값 계산용 파라미터 계산단계, S12는 광패턴 A와 광패턴 B로부터 광강도비화상을 계산하는 광강도비 계산단계, S13은 안길이값 계산단계, S14는 3차원 좌표값 계산단계이다. 메모리(100)는 도 1의 구성에서의 거리계산부(13)에 설치되어 있고, 각 단계 S11 ~ S14는 이 거리계산부(13)에 의해서 실행된다.

메모리(100)는 도 9에 나타난 상술한 3차원 계측방법과 마찬가지로, 복수의 안길이값에 대한 휘도비화상을 미리 기억해 둔다.

다음에, 3차원 좌표값 중 안길이값 Z의 계산에 대해서 설명한다. 안길이값 Z는 도 13에 나타내는 바와 같이, 휘도비화상 중에 직사각형으로 배치한 절점(대표점)에서의 광강도비 ρ 와 안길이값 Z의 관계식을 이용하여, 보간계산에 의해 각 화소에 대하여 계산한다. 즉, 도 13에 있어서, 절점을 지나는 Z축에 평행한 직선(절선) 상에서의 광강도비 ρ 와 안길이값 Z의 관계식을 이용하여, 보간계산에 의해서 절선 사이에서의 광강도비 ρ 와 안길이값 Z의 관계를 결정한다.

절선에서의 광강도비 ρ 와 안길이값 Z의 관계식의 계산방법(즉, 교정(calibration) 방법)에 대하여 설명한다.

절선에서의 광강도비 ρ 와 안길이값 Z의 관계는 복수의 거리값에 배치한 평면(교정면) 상에서의 광강도비에 대하여, 광강도비의 공간분포 모델을 적용시킴으로써 구한다. 이것에 의해, 광강도비 ρ 와 거리값 Z가 관계되어, 안길이값의 계산이 가능하게 된다.

도 14에 거리계산에 이용하는 유한요소 모델을 나타낸다. 도면 중, x, y는 화소좌표값, Z는 안길이값(3차원 좌표값)이다. 요소는 xy 면에 수직인 4개의 절선으로 이루어지는 사각기둥으로서 정의한다. 이 모델에서는, xyZ의 3차원 공간에서의 광강도비 ρ 의 분포로부터 거리 Z를 구한다. 즉, $\rho(x, y, Z)$ 를 관측하고, 이것을 Z에 대하여 풀면 된다.

본 실시예에서는 각 절선에 있어서,

수학식 1

$$Z = X_p = \frac{(\rho^3 \rho^2 \rho^1)}{\begin{pmatrix} a_i \\ b_i \\ c_i \\ d_i \end{pmatrix}} \quad (i=0, 1, 2, 3)$$

로 하여, 광강도비 ρ 와 거리 Z의 관계를 3차식으로서 모델화한다. 위 수학식에 있어서, ρ 는 광강도비, $p=(a, b, c, d)$ t는 파라미터 벡터이다. 도 13에 나타내는 바와 같이, 절선을 2차원적으로 배치함으로써, 파라미터 벡터 p의 임의의 변화에 대하여 일정한 정밀도를 유지한 거리계측이 가능해진다. 즉, 절선을 조밀하게 배치하면, 연산량은 늘어나지만 안길이값의 계측정밀도는 향상되고, 반대로 절선을 드문드문하게 배치하면, 안길이값의 정밀도는 저하되지만 연산량을 저감할 수 있다.

절선 사이의 화소좌표값에서는 파라미터 벡터 p를 절선에서의 파라미터 벡터 $p_0 \sim p_3$ 의 선형보간에 의해서 결정하고,

수학식 2

$$Z = X_p$$

로 한다. 여기서,

수학식 3

$$p = (1-s)(1-t)p_0 + s(1-t)p_1 + (1-s)tp_2 + stp_3$$

이고, s, t는 x 방향, y 방향에 대한 선형가중값이다. 각 절선에서의 파라미터 벡터 p0, p1, p2, p3은 미리 기억하고 있는 복수의 평면(교정면)에 대한 거리오차가 요소 내에서 작아지도록, 즉,

수학식 4

$$J = \sum_{k=1}^n \sum_{W \in X, Y} (X_{xy} p - Z_k)^2$$

를 최소화하도록 결정한다. 여기서, W는 도 14에 나타내는 바와 같이, 4개의 절선으로 둘러싸인 요소의 저면영역을 나타내고, n은 Z 방향으로 배치된 평면(교정면)의 면수이다. 수학식 4를 최소화하는 조건,

수학식 5

$$\frac{\partial J}{\partial p_0} = \frac{\partial J}{\partial p_1} = \frac{\partial J}{\partial p_2} = \frac{\partial J}{\partial p_3} = 0$$

로부터

수학식 6

$$\begin{aligned} \frac{\partial J}{\partial p_0} &= 2 \sum_{k=1}^n \sum_{W \in X, Y} (1-s_x)(1-t_y) X_{xy}^t (X_{xy} p - Z_k) = 0 \\ \frac{\partial J}{\partial p_1} &= 2 \sum_{k=1}^n \sum_{W \in X, Y} s_x (1-t_y) X_{xy}^t (X_{xy} p - Z_k) = 0 \\ \frac{\partial J}{\partial p_2} &= 2 \sum_{k=1}^n \sum_{W \in X, Y} (1-s_x) t_y X_{xy}^t (X_{xy} p - Z_k) = 0 \\ \frac{\partial J}{\partial p_3} &= 2 \sum_{k=1}^n \sum_{W \in X, Y} s_x t_y X_{xy}^t (X_{xy} p - Z_k) = 0 \end{aligned}$$

가 된다. 이것을 정리하여

수학식 7

$$= \begin{pmatrix} \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} (1-s_x)(1-t_y) X'_k Z_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} s_x (1-t_y) X'_k Z_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} (1-s_x) t_y X'_k Z_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} s_x t_y X'_k Z_k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} (1-s_x)^2 (1-t_y)^2 X'_k X_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} (1-t_y)^2 X'_k X_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} (1-s_x)^2 (1-t_y) X'_k X_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} s_x (1-s_x) (1-t_y)^2 X'_k X_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} s_x (1-t_y)^2 X'_k X_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} s_x (1-s_x) t_y (1-t_y) X'_k X_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} s_x^2 t_y (1-t_y) X'_k X_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} s_x (1-s_x) t_y^2 X'_k X_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} s_x^2 t_y^2 X'_k X_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} s_x (1-s_x) t_y (1-t_y) X'_k X_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} s_x (1-s_x)^2 (1-t_y) X'_k X_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} s_x^2 t_y (1-t_y) X'_k X_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} s_x (1-s_x) t_y^2 X'_k X_k \\ \sum_{k=1}^n \sum_{x \in W_{k,y}} s_x^2 t_y^2 X'_k X_k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_0 \\ p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{pmatrix}$$

가 된다. 상기는 국소적인 요소에 대한 연립방정식이다. 복수의 요소로 이루어지는 시스템 전체에 대해서는 국소적인 연립방정식을 가산하여 시스템 전체의 연립방정식을 결정하고, 이것을 풀어 각 절선에서의 파라미터 a, b, c, d를 모두 구할 수 있다.

폭 640화소, 높이 480화소의 휘도비화상에 대하여 절선간격을 중형 10화소로 하면, $65 \times 49 = 3185$ 개의 절선을 배치하게 된다. 각 절선은 a, b, c, d의 4개의 파라미터를 갖고 있기 때문에, $3185 \times 4 = 12740$ 원(元)의 연립방정식을 풀어서, 입력화상의 각 화소에 대한 안길이값(Z값) 계산에 필요한 파라미터를 결정할 수 있다.

안길이계산용 파라미터 계산단계 S11은, 메모리(100)에 미리 기억하고 있는 복수의 교정용 휘도비화상에 대하여, 상술한 계산을 행함으로써, 안길이계산에 필요한 파라미터를 결정한다.

광강도비 계산단계 S12는 입력화상(광패턴 A, 광패턴 B)에 대하여, 화소마다 광강도비 ρ 를 계산한다.

안길이값 계산단계 S13은 착목화소의 좌표값 x, y 와 착목화소에서의 광강도비 ρ 와, 근방 4절선에서의 파라미터를 이용하여, 수학적 2, 3의 계산에 의해 각 화소에서의 안길이값 Z 를 계산한다.

3차원 좌표값 계산단계 S14는 나머지의 3차원 좌표값 X, Y 를, 화소좌표값 x, y 와 안길이값 Z 로부터 계산한다. 화소좌표값 x, y 와 안길이값 Z 로부터 3차원 좌표값 X, Y 로의 변환은 촬상 시스템의 기하학적인 특성(1화소당의 시야각, 렌즈 왜곡)을 이용하여 행한다.

또, 입력의 광패턴 A, B와 교정용 광강도비의 계산에 이용하는 복수의 화상에 저역 필터를 걸어, 화상에 포함되는 노이즈의 영향을 저감할 수 있다. 또한, 안길이값에 저역 필터를 걸거나 중간 필터를 걸어도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

또, 절점의 간격은 작게 하면 계산시에 이용하는 파라미터수는 증가하지만 거리측정 정밀도는 좋아지고, 반대로 크게 하면 파라미터수는 감소하지만 거리측정 정밀도는 나빠진다. 현재의 실험결과에서는 종 480화소, 횡 640화소의 화상에 대하여, 종횡 50화소 정도의 간격까지 절점간격을 넓히더라도, 거리측정 정밀도는 거의 열화되지 않는 것이 판명되어 있다.

이상과 같은 3차원 계측계산에 의해서, 광원이 점광원이 아니라, 본 실시예에 관한 광원 어레이부(11)와 같이 소정의 크기를 갖는 경우에도, 정확히 3차원 계측을 행할 수 있다. 물론, 점광원을 이용한 경우에도, 여기서 나타난 3차원 계측의 방법을 이용하여도 상관없다. 또한, 광원 어레이 이외의 광원이며, 소정의 크기를 갖는 것을 이용한 장치에서도, 여기서 나타난 방법이 유효한 것은 말할 필요도 없다.

(발광광량의 보정)

도 15의 (a)는 카메라의 전면에 설치한 전면 평행면에 도 4에 나타내는 광패턴 A, B를 투사하였을 때의 밝기비의 분포를 나타내는 그래프이다. 또한, 도 15의 (b)는 광패턴 A일 때의 광원 어레이부(11)의 각 LED의 발광강도를 나타내고 있다.

도 15의 (a)에서 알 수 있는 바와 같이, 밝기비의 변화가 단조감소(또는 단조증가)인 부분, 즉 3차원 계측에 이용되는 범위는, 광패턴의 조사범위 중의 ζ 부분에 한정된다. 이것은 광패턴의 조사범위의 단부 근방에서는 광원 어레이부(11)의 광량이 저하되고, 광량변화가 직선적이 아닌 것에 기인한다. 즉, 각 LED의 복사각도는 서로 오버랩하고 있고, 그들의 결합에 의해서 광패턴이 똑같은 광량변화를 실현하고 있는 것이지만, 어레이의 단부 근방에서는 결합에 유효한 LED의 개수가 감소하기 때문에, 상대적으로 광량이 저하된다. 또한, 카메라(1)에서 촬상할 때, 화상의 주변에서는 렌즈의 주변감광에 기인하여 수광량이 줄어드는 것도 그 하나의 요인이다.

이러한 이유에 의해서, 3차원 계측에 이용되는 범위가 광패턴의 조사범위보다도 좁게 한정된다. 그래서, 여기서는 3차원 위치의 측정이 가능한 공간 상의 범위가 보다 넓어지도록, 도 15의 (c)에 나타내는 바와 같은 보정계수를 이용하여 각 LED의 광량보정을 행한다.

구체적으로는, 도 15의 (b)에 나타내는 바와 같은 광패턴에 따른 광량제어값에, 도 15의 (c)에 나타내는 바와 같은 보정계수를 곱한 것을 새로운 광량제어값으로 한다. 이것은 2종류의 광패턴의 광량비를 바꾸지 않고, 광원 어레이부(11)의 단부 근방의 광원의 광량을 중심부와 비교하여 소정의 비율로 증대시켜, 광원 어레이부(11) 단부에서의 광량저하를 억제하고, 도 15의 (a)에 나타내는 ζ 부분의 범위를 크게 하는 것이다. 즉, 광원 어레이부(11)의 단부 근방에 배치된 광원에 대해서 그 발광강도를 보정하면, 밝기가 큰 공간 상의 범위가 넓어지고, 또한 밝기비가 단조롭게 변화하는 공간 상의 범위가 넓어지기 때문에, 3차원 위치의 측정이 가능한 공간 상의 범위가 더욱 넓어진다.

도 16은 본원 발명자가 실험에서 측정하여 얻은 광패턴과 밝기비의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 16 중 (a)는 보정 전, (b)는 보정 후의 데이터이다. 상술한 바와 같이 보정함으로써, 보정 전에는 도 16의 (a)와 같이 피크점과 단부 근방의 최소점과의 휘도차 $d1$ 이 크고, 주변부에서 계측불능한 상태가, 보정 후에는 도 16의 (b)에 나타내는 바와 같이, 밝기비는 도 16의 (a)와 동일하게 유지하면서, 피크점과 단부 근방의 최소점과의 휘도차 $d2$ 를 작게 할 수 있어, 계측가능범위를 확대할 수 있다.

또, 발광강도 대신에 발광시간을 제어하여 광패턴을 생성하고 있는 경우에는 그 발광시간에 도 15의 (c)에 나타내는 바와 같은 보정계수를 곱함으로써, 동일한 효과를 얻는다.

(제 2 실시예)

도 17은 본 발명의 제 2 실시예에 관한 레인지 파인더장치의 구성을 나타내는 도면이다. 도 17 중, 도 1과 공통의 구성요소에는 도 1과 동일한 부호를 부여하고 있다. 도 17의 구성에서는, 광원 어레이부(11)로부터 투사시키는 광패턴의 세트의 종류를 광원 제어부(12)에 지시하는 투광패턴 제어부(14)가 추가로 설치되어 있다. 광원 어레이부(11) 및 광원 제어부(12)에 의해서 투광부(20)가 구성되어 있다.

본 실시예의 특징은 투광패턴 제어부(14)가 투사되는 광패턴의 세트를 변화시킴으로써, 계측범위나 계측정밀도를 바꿀 수 있는 점이다. 또, 본 실시예의 기본적인 동작은 제 1 실시예와 동일하며, 도 4에 나타내는 바와 같은 2종류의 광패턴을 투사하고, 피사체로부터의 반사광을 카메라(1)에서 촬상하여, 피사체의 3차원 위치를 계측한다. 3차원 계측방법도 또한, 제 1 실시예와 동일하게 실현된다. 투광패턴 제어부(14)는 광원 제어부(12)에 지시한 광패턴의 세트의 종류에 따라 3차원 계측을 위해서 필요한 계산 파라미터 정보를 거리계산부(13)에 부여한다.

도 18은 계측범위의 제어의 예를 나타내는 도면이다. 도 18의 (a)에서는, 계측범위의 대소가 전환되어 있다. 즉, ①의 경우는, 제 1 실시예와 마찬가지로, 광원 어레이부(11)의 광투사범위 모두에 걸쳐 광강도를 변화시키고 있고, 이 결과 얻어진 계측범위 $AR①$ 은 가장 넓어진다. 이것에 대하여, ②의 경우는, 광투사범위의 거의 중심에 있는 일부의 범위에 있어서만 광강도를 변화시키고 있고, 이것에 의해 측정범위 $AR②$ 가 좁아진다. 단, ②의 경우, 계측범위는 좁아지지만, 측정범위 내의 광강도의 변화는 ①의 경우보다도 크기 때문에, 계측정밀도는 ①보다도 향상된다.

또한, 도 18의 (b)에서는, 계측범위의 위치가 전환되어 있다. 즉, ③의 경우는, 광패턴의 투사범위 중 좌측의 일부가 계측범위 $AR③$ 으로 되어 있고, ④의 경우는, 우측의 일부가 계측범위 $AR④$ 로 되어 있다. 즉, 카메라 시야범위 내에 있어서, 계측범위를 임의로 이동시키는 것이 가능하게 된다. 이것은 다시 말하면, 계측방향을 변화시키는 것이 가능하다는 것에 상당한다.

광원 어레이부(11)를 이용한 경우에는, 각 광원으로의 공급전압을 제어함으로써, 도 18에 나타내는 바와 같은 임의의 광패턴을 전자적으로 매우 용이하게 생성할 수 있다. 이것에 의해, 레인지 파인더장치에 다양한 측정 모드를 갖게 하는 것이 가능하게 된다.

도 19는 측정 모드의 일례이다. 도 19의 (a)에 나타내는 바와 같이, 계측범위를 복수(도면에서는 7개)로 분할하여, 각 계측범위에 대해서 도 18의 (b)에 나타내는 바와 같은 광패턴을 투사하여, 순차 3차원 계측하여 이들의 결과를 합성하면, 카메라의 시야 전체에 걸쳐 정밀도가 높은 3차원 계측을 행할 수 있다. 즉, 도 18의 (a)의 ①과 같은 통상의 투광범위를 갖는 제 1 광패턴의 세트를 투사시키는 통상측정 모드와는 달리, 도 19의 (a)에 나타내는 바와 같이, 이 제 1 광패턴의 세트보다도 투광범위가 좁은 제 2 광패턴의 세트를 복수의 방향으로 투사시키는 정밀측정 모드를 설치할 수 있다.

또한, 도 19의 (b)에 나타내는 바와 같이, 우선 계측 당초에는 카메라의 시야 전체에 광패턴을 투사하여 3차원 계측을 행하고, 그 후 얻어진 화상 데이터로부터 흥미 있는 부분 등을 특정하여, 그 특정한 영역에 대하여 좁은 투광범위를 갖는 제 2 광패턴의 세트를 투사시켜, 정밀도가 높은 계측을 행하도록 하여도 된다. 이러한 지능적인 동작을 하는 측정 모드를 갖게 하는 것도 가능하다.

이상과 같이 본 실시예에 의하면, 3차원 계측을 행하는 범위나 방향을 전자적으로 변화시킬 수 있다. 또한, 3차원 계측의 정밀도도 필요에 따라 제어할 수 있다.

또한, 본 실시예에서는, 광원 어레이부를 이용하여 임의의 광패턴을 생성하는 것으로 하였지만, 예를 들면 점광원을 갈바노 미러 등으로 주사하는 구성에 의해서도, 임의의 광패턴을 생성하는 것은 가능하다. 즉, 미러 주사에서의 광원의 광강도를 시간적으로 가변하면, 동일한 효과를 얻을 수 있다. 또한, 광원으로서 동화상을 재생하는 프로젝터를 이용하여도 동일한 광패턴을 생성할 수 있다. 즉, 프로젝터에 표시시키는 화상을 도 18에 나타내는 바와 같은 광패턴으로 하는 것만으로, 실현할 수 있다.

또, 본 발명의 각 실시예에 있어서, 광원 어레이부를 복수개 설치하고, 각 광원 어레이부를 그 투광방향이 서로 다르도록 배치하여도 된다. 이것에 의해, 보다 넓은 공간 상의 범위에 광패턴을 투사할 수 있다.

또, 본 발명의 각 실시예에서는, 복수의 광패턴 A, B를 시분할로 생성하는 것으로 하였지만, 파장이 서로 다른 광원을 이용함으로써, 2종류의 광패턴을 동시에 조사할 수 있다. 이 경우, 예를 들면 광원 어레이부(11)에 파장이 다른 2종류의 광원을 균일하게 섞어 배치해 두고, 각 파장의 광원을 이용하여 광패턴 A, B를 각각 생성시키면 된다. 단, 이 경우에는, 카메라측에는 필터 등의 파장을 선별하기 위한 기구가 필요하게 된다. 또한, 복수의 파장의 광을 출력가능한 광원을 이용하여도 동일한 구성을 실현할 수 있다.

또한, 본 발명에 관한 광원 어레이부는 LED 이외의 다른 광원, 예를 들면 유기 EL(전계발광(electroluminescence)) 소자 등을 이용하여도, 동일하게 실현할 수 있다.

도 20은 EL 디스플레이의 1화소 구조를 나타내는 도면이다. 도 20에 나타내는 바와 같이, 유기 EL 소자는 양극과 음극에 의하여 유기박막을 삽입한 구조로 이루어지고, 이것에 직류전압을 부여하면 양극으로부터는 정공이, 음극으로부터는 전자가 주입되어, 유기박막 중에서 정공과 전자의 재결합이 일어나, 이 때 발생한 에너지가 유기재료를 여기하여, 유기재료 고유의 색의 발광이 일어난다. 유기재료로부터 방출된 광은 적어도 한쪽의 전극(이 경우는 양극)이 투명하기 때문에 외부로 출력된다.

유기 EL 디스플레이는 도 20과 같은 소자를 RGB 각 화소로서 2차원 배치함으로써 형성된다. 이것은 도 3에 나타내는 바와 같은 광원 어레이와 동일한 구조이고, 따라서 본 실시예에서 나타낸 광패턴을 생성할 수 있다. 이 경우, 각 화소에 마이크로 렌즈를 배치하면 광의 확산이 줄어들어, 더욱 효율적으로 광을 투사할 수 있다.

또한, 단일소자의 구조를 크게 함으로써, 면발광의 광원을 만드는 것도 가능하다. 이 경우, 전극의 위치에 따라 다른 전압을 인가함으로써, 도 15와 같은 광분포를 얻는 것도 가능하다.

또한, 각 실시예에서 설명한 레인지 파인더장치는, 피사체의 3차원 위치를 측정할 수 있기 때문에, 예를 들면 인간의 홍채를 이용한 개인인증을 행하는 장치에 사용할 수 있다. 이 경우, 우선 인간의 눈의 3차원 위치를 레인지 파인더장치로

측정하고, 그 위치를 향하여 카메라를 정확히 줌 업하여, 인간의 홍채패턴을 크게 촬상한다. 그리고, 촬상한 홍채화상을 이용하여 인증처리를 행한다. 또는, 레인지 파인더장치는 피사체의 입체형상 데이터의 작성에도 이용할 수 있다. 이 경우는, 레인지 파인더장치에 의해서 측정한 안길이화상을 기초로, 피사체를 3차원 CG(컴퓨터 그래픽스)에서 이용되는 폴리곤 표현으로 표현한다. 이것에 의해, 피사체의 입체형상을 일반적인 CG 데이터로서 취급할 수 있다.

발명의 효과

이상과 같이 본 발명에 의하면, 1개당의 광량이 작은 광원을 이용하여도, 전체적으로 충분한 광량을 피사체에 조사할 수 있기 때문에, 안정된 3차원 계측이 가능하게 된다. 또한, 임의의 광패턴을 기계적인 기구를 필요로 하지 않고, 전기적으로 생성하는 것이 가능하게 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

피사체에 광을 투사하고, 그 반사광을 받아 상기 피사체의 3차원 위치를 측정하는 레인지 파인더장치에 있어서,

복수의 광원이 배열된 광원 어레이부와,

상기 광원 어레이부의 각 광원의 발광상태를 제어함으로써, 상기 광원 어레이부로부터 적어도 2종류의 광패턴을 투사시키는 광원 제어부를 구비한 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 광원은 LED인 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 광원 어레이부는 각 광원이 격자형상 또는 바둑판형상으로 배치된 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 4.

제 1항에 있어서,

상기 광원 어레이부는 각 광원이 곡면 상에 배치된 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 5.

제 1항에 있어서,

상기 광원 어레이부는,

각 광원이 평면 상에, 또한 그 광축이 방사상이 되도록 배치된 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 6.

제 1항에 있어서,

상기 광원 어레이부는,

광패턴의 투사범위가 광패턴 형성방향에서, 복수의 범위로 분할되어 있고,

분할된 각 범위에 관한 광원군은 광패턴 형성방향에 직교하는 방향으로 나란히 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 7.

제 1항에 있어서,

상기 광원 제어부는,

각 광원의 발광강도를 그 광원의 위치에 따라 제어하여 광패턴을 생성하는 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 8.

제 1항에 있어서,

상기 광원 제어부는,

각 광원의 발광시간을 그 광원의 위치에 따라 제어하여 광패턴을 생성하는 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 9.

제 7항 또는 제 8항에 있어서,

상기 광원 제어부는,

2종류의 광패턴이 투사되었을 때에, 3차원 위치의 측정이 가능한 공간 상의 범위가 보다 넓어지도록, 상기 광원 어레이부의 단부 근방에 배치된 광원에 대해서, 그 발광강도 또는 발광시간을 보정하는 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 10.

제 1항에 있어서,

상기 광원 어레이부는 복수개 설치되어 있고,

상기 복수의 광원 어레이부는 그 투광방향이 서로 다르도록 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 11.

제 1항에 있어서,

반사광화상으로부터 3차원 계측을 행하는 3차원 계측부를 구비하고,

상기 3차원 계측부는,

상기 광원 어레이부로부터 투사되는 2종류의 광패턴에 대하여 그 광강도비가 일정한 공간궤적을 근사하는 계산식의 파라미터를 미리 기억해 두고,

상기 2종류의 광패턴을 투사하였을 때의 각각의 반사광화상으로부터 착목화소에서의 밝기의 비를 구하고,

구한 착목화소의 밝기의 비와, 기억하고 있는 공간궤적의 파라미터를 기초로 하여 3차원 계측을 행하는 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 12.

제 1항에 있어서,

반사광화상으로부터 3차원 계측을 행하는 3차원 계측부를 구비하고,

상기 3차원 계측부는,

안길이값이 일정한 평면 상에, 상기 광원 어레이부로부터 투사되는 2종류의 광패턴의 광강도비가 나타난 휘도비화상을 다른 안길이값에 대하여 여러장 미리 기억해 두고,

상기 2종류의 광패턴을 투사하였을 때의 각각의 반사광화상으로부터 착목화소에서의 밝기의 비를 구하고,

구한 착목화소의 밝기의 비와, 상기 각 휘도비화상의 상기 착목화소의 좌표 근방에서의 광강도비를 비교하여 3차원 계측을 행하는 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 13.

제 1항에 있어서,

반사광화상으로부터 3차원 계측을 행하는 3차원 계측부를 구비하고,

상기 3차원 계측부는,

안길이값이 일정한 평면 상에, 상기 광원 어레이부로부터 투사되는 2종류의 광패턴의 광강도비가 나타난 휘도비화상을 다른 안길이값에 대하여 여러장 미리 기억해 두고,

상기 휘도비화상 중에 대표점을 설정하여, 각 대표점에서의 광강도비와 안길이값의 관계식의 파라미터를 상기 여러장의 휘도비화상 및 각각의 휘도비화상에 대응하는 안길이값으로부터 결정하며,

상기 2종류의 광패턴을 투사하였을 때의 각각의 반사광화상으로부터 착목화소에서의 광강도비를 구하고,

착목화소의 좌표값과, 상기 착목화소에서의 광강도비와, 상기 각 대표점에서의 광강도비와 안길이값의 관계식의 파라미터를 이용하여 3차원 계측을 행하는 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 14.

피사체에 적어도 2종류의 광패턴을 투사하여, 그 반사광화상으로부터 상기 피사체의 3차원 위치를 측정하는 방법에 있어서,

상기 2종류의 광패턴에 대하여 그 광강도비가 일정한 공간궤적을 근사하는 계산식의 파라미터를 미리 기억해 두고,

상기 2종류의 광패턴을 투사하였을 때의 각각의 반사광화상으로부터 착목화소에서의 밝기의 비를 구하고,

구한 착목화소의 밝기의 비와, 기억하고 있는 공간궤적의 파라미터를 기초로 하여 3차원 계측을 행하는 것을 특징으로 하는 3차원 계측방법.

청구항 15.

피사체에 적어도 2종류의 광패턴을 투사하여, 그 반사광화상으로부터 상기 피사체의 3차원 위치를 측정하는 방법에 있어서,

안길이값이 일정한 평면 상에, 상기 2종류의 광패턴의 광강도비가 나타난 휘도비화상을 다른 안길이값에 대하여 여러장 미리 기억해 두고,

상기 2종류의 광패턴을 투사하였을 때의 각각의 반사광화상으로부터 착목화소에서의 밝기의 비를 구하고,

구한 착목화소의 밝기의 비와, 상기 각 휘도비화상의 상기 착목화소의 좌표 근방에서의 광강도비를 비교하여 3차원 계측을 행하는 것을 특징으로 하는 3차원 계측방법.

청구항 16.

피사체에 적어도 2종류의 광패턴을 투사하여, 그 반사광화상으로부터 상기 피사체의 3차원 위치를 측정하는 방법에 있어서,

안길이값이 일정한 평면 상에, 상기 2종류의 광패턴의 광강도비가 나타난 휘도비화상을 다른 안길이값에 대하여 여러장 미리 기억해 두고,

상기 휘도비화상 중에 대표점을 설정하여, 각 대표점에서의 광강도비와 안길이값의 관계식의 파라미터를 상기 여러장의 휘도비화상 및 각각의 휘도비화상에 대응하는 안길이값으로부터 결정하며,

상기 2종류의 광패턴을 투사하였을 때의 각각의 반사광화상로부터 착목화소에서의 광강도비를 구하고,

착목화소의 좌표값과, 상기 착목화소에서의 광강도비와, 상기 각 대표점에서의 광강도비와 안길이값의 관계식의 파라미터를 이용하여 3차원 계측을 행하는 것을 특징으로 하는 3차원 계측방법.

청구항 17.

피사체에 광을 투사하고, 그 반사광을 받아 상기 피사체의 3차원 위치를 측정하는 레인지 파인더장치에 있어서,

적어도 2종류의 광패턴을 투사하는 투광부와,

상기 투광부로부터 투사되는 광패턴의 세트를 변화시킴으로써, 계측범위 또는 계측정밀도를 가변시키는 투광패턴 제어부를 구비한 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 18.

제 17항에 있어서,

상기 투광부는,

복수의 광원이 배열된 광원 어레이부와,

상기 광원 어레이부의 각 광원의 발광상태를 제어함으로써, 상기 광원 어레이부로부터 광패턴을 투사시키는 광원 제어부를 구비한 것이며,

상기 투광패턴 제어부는 상기 광원 제어부에, 상기 광원 어레이부로부터 투사시키는 광패턴의 세트의 종류를 지시하는 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 19.

제 17항에 있어서,

상기 투광패턴 제어부는,

통상의 투광범위를 갖는 제 1 광패턴의 세트를 투사시키는 통상측정 모드와,

투광범위가 상기 제 1 광패턴의 세트보다도 좁은 제 2 광패턴의 세트를 복수의 방향으로 투사시키는 정밀측정 모드를 갖고 있는 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 20.

제 17항에 있어서,

상기 투광패턴 제어부는,

계측 당초에는 상대적으로 넓은 투광범위를 갖는 제 1 광패턴의 세트를 투사시키고,

그 후, 상기 넓은 투광범위 중의 특정한 영역에 대하여, 상대적으로 좁은 투광범위를 갖는 제 2 광패턴의 세트를 투사시키는 측정 모드를 갖고 있는 것을 특징으로 하는 레인지 파인더장치.

청구항 21.

복수의 광원이 배열된 광원장치에 있어서,

각 광원의 발광상태를 제어함으로써, 소정의 광패턴을 투사가능하게 구성되어 있고, 또한,

각 광원은 평면 상에, 또한 그 광축이 방사상이 되도록 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 광원장치.

청구항 22.

복수의 광원이 배열된 광원장치에 있어서,

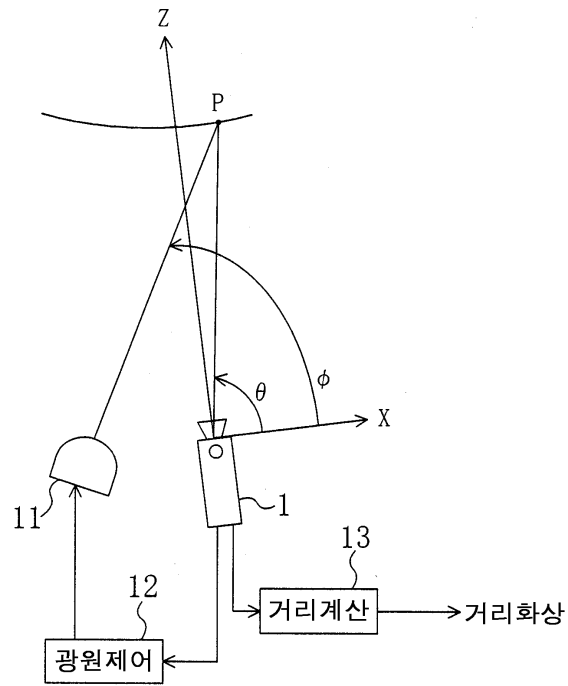
각 광원의 발광상태를 제어함으로써, 소정의 광패턴을 투사가능하게 구성되어 있고, 또한,

광패턴의 투사범위가 광패턴 형성방향에서, 복수의 범위로 분할되어 있으며,

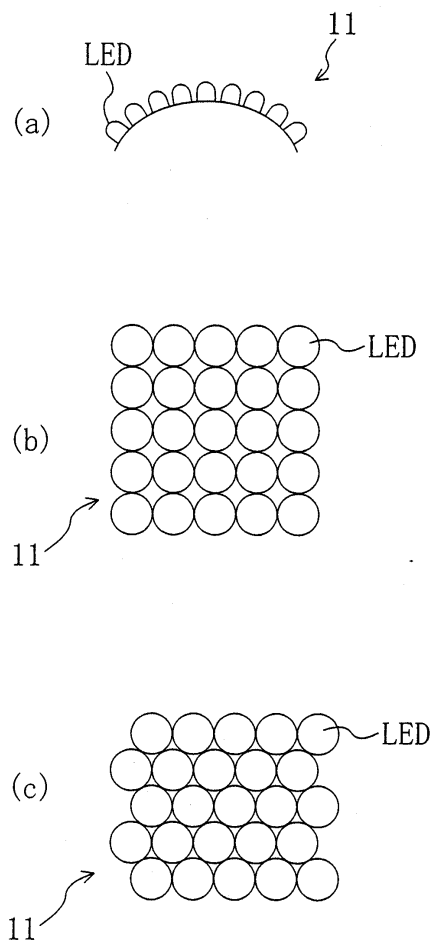
분할된 각 범위에 관한 광원군은 광패턴 형성방향에 직교하는 방향으로 나란히 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 광원장치.

도면

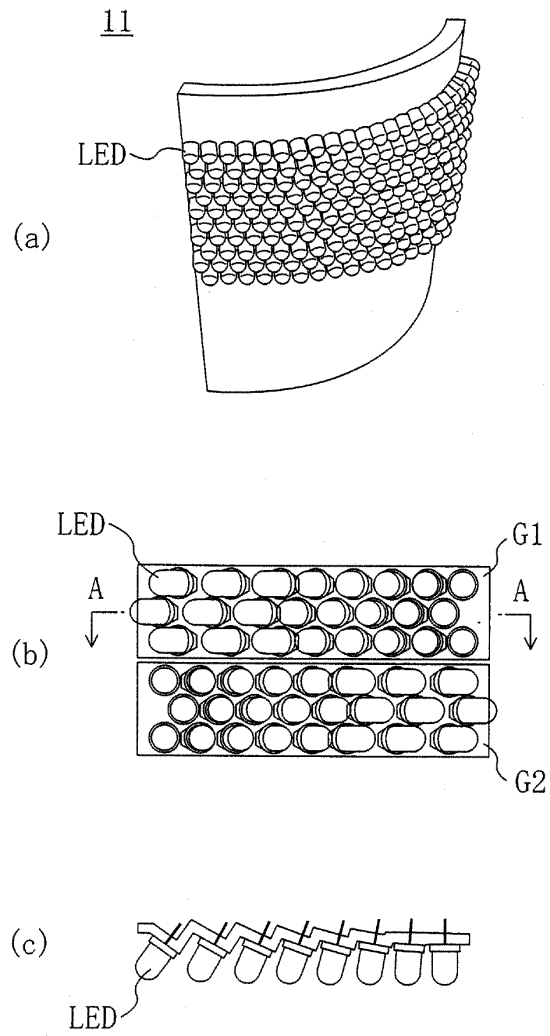
도면 1



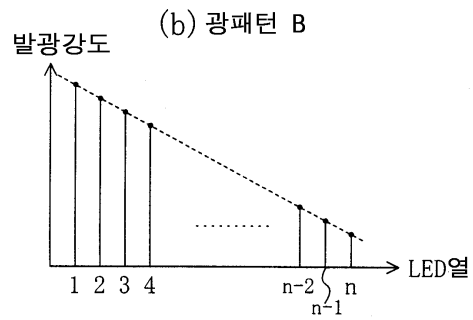
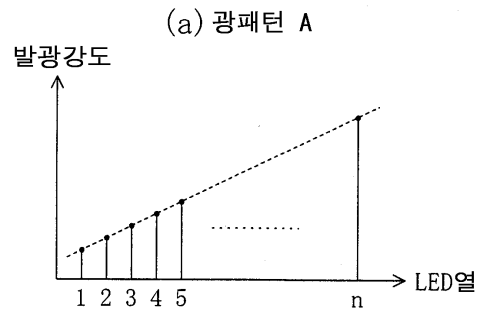
도면 2



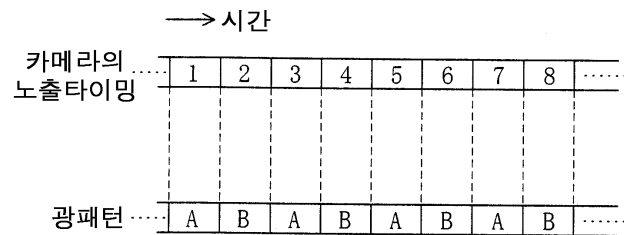
도면 3



도면 4

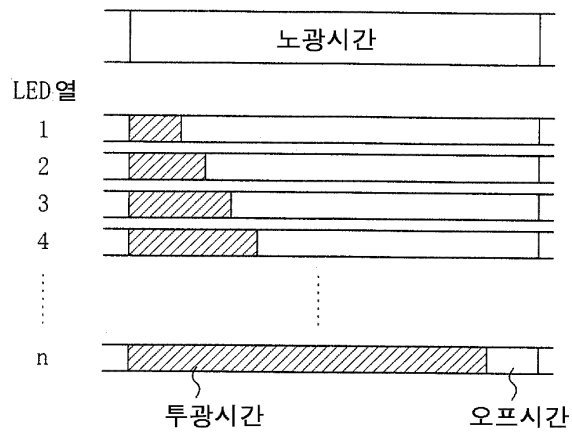


도면 5

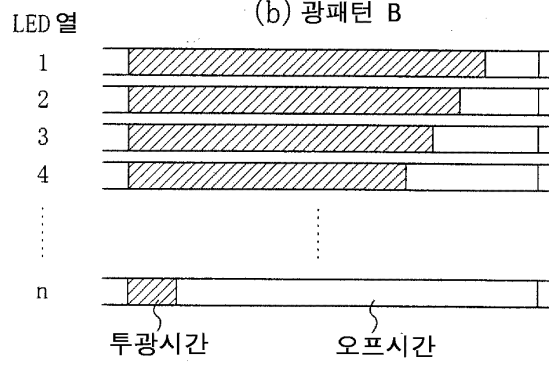


도면 6

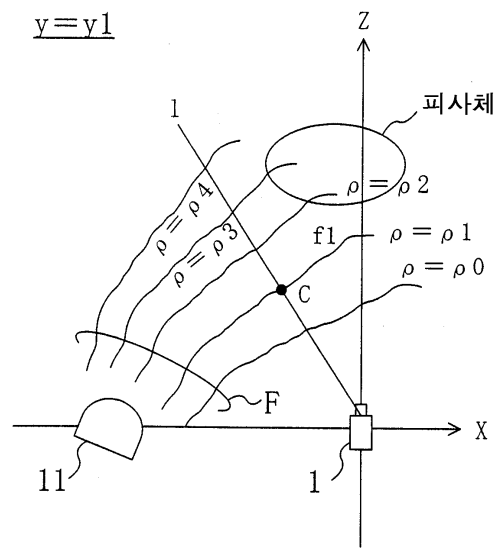
(a) 광패턴 A



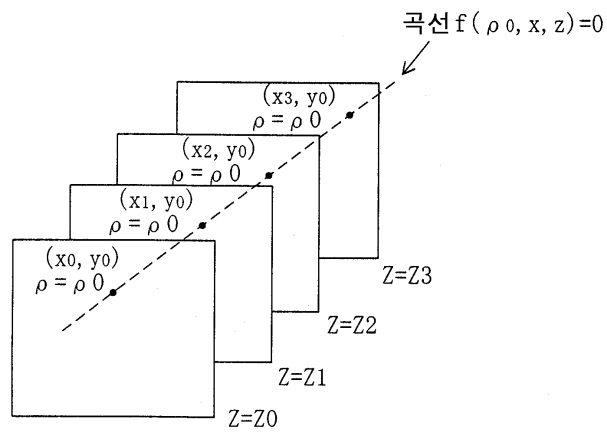
(b) 광패턴 B



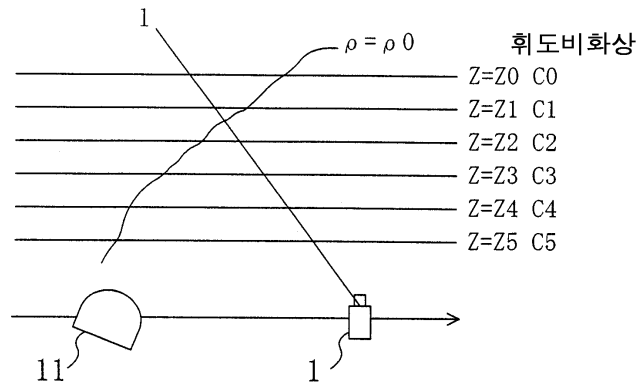
도면 7



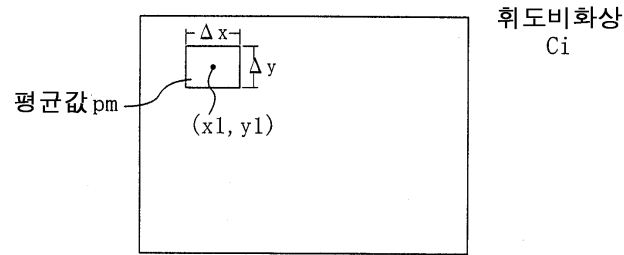
도면 8



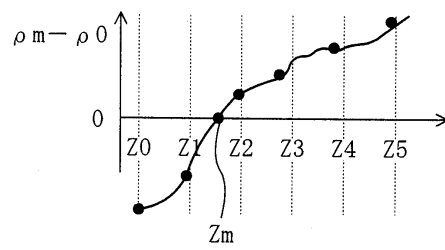
도면 9



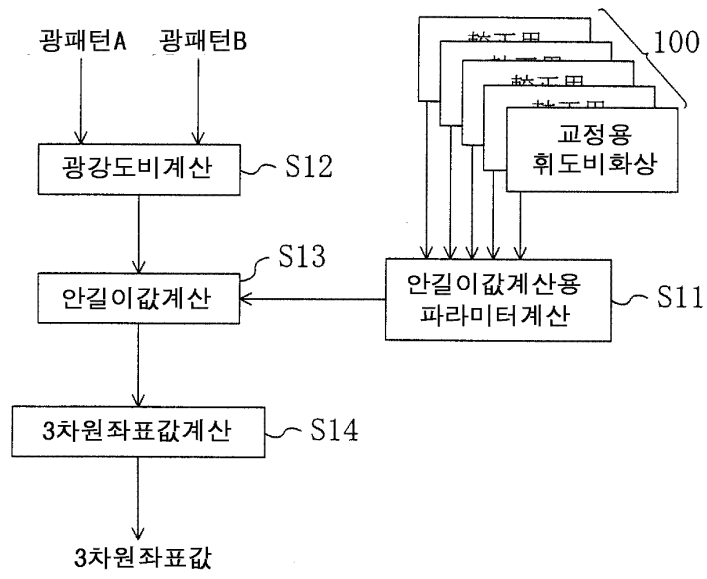
도면 10



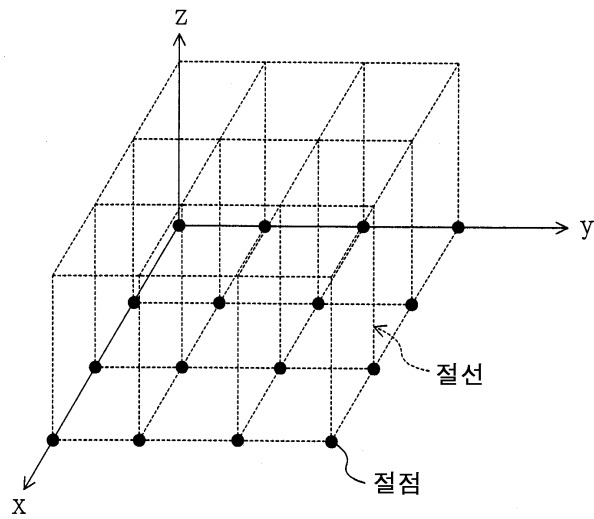
도면 11



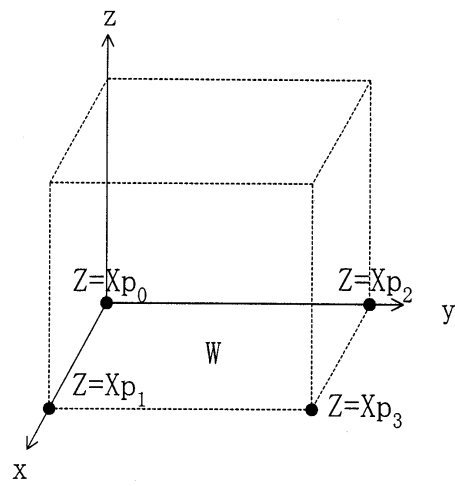
도면 12



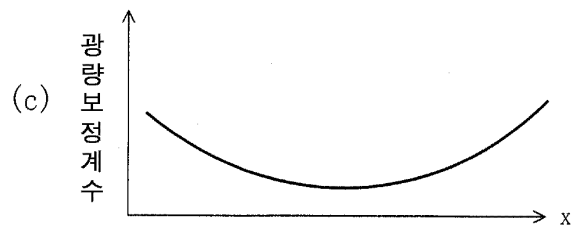
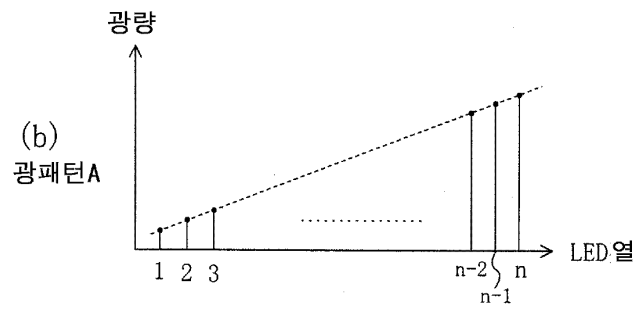
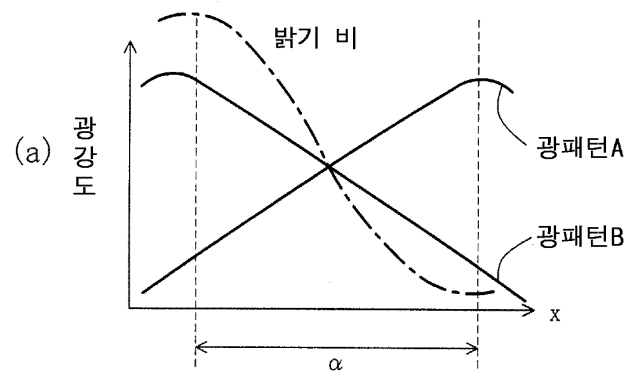
도면 13



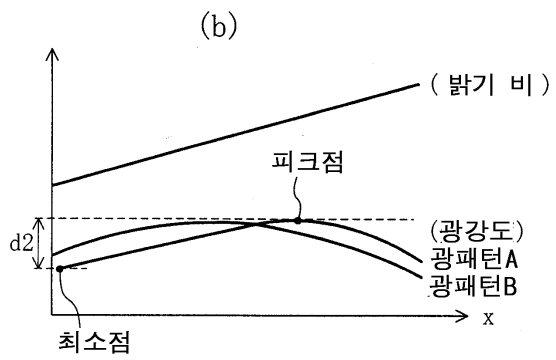
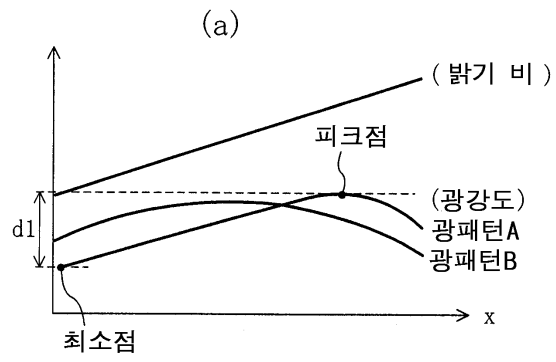
도면 14



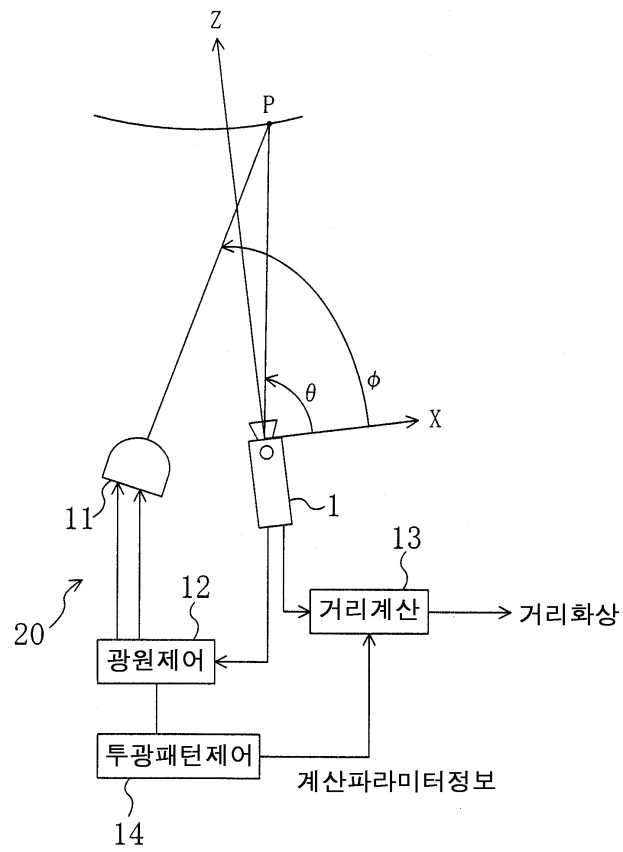
도면 15



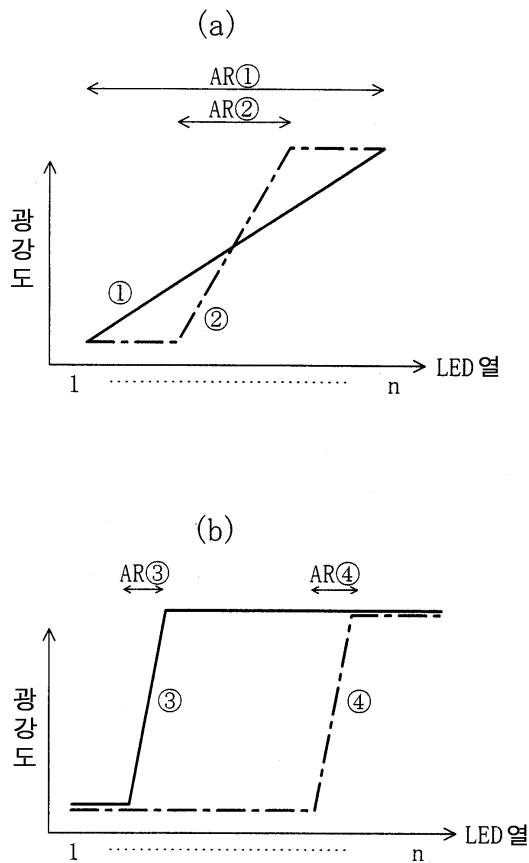
도면 16



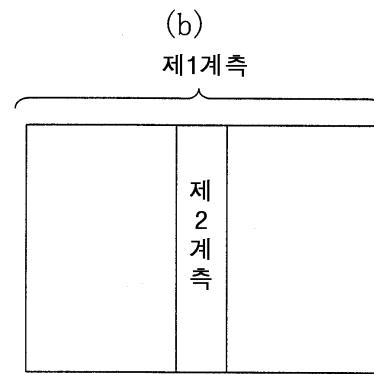
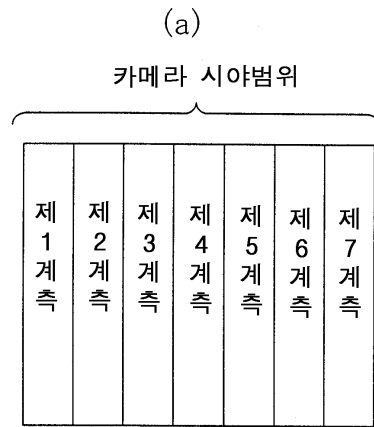
도면 17



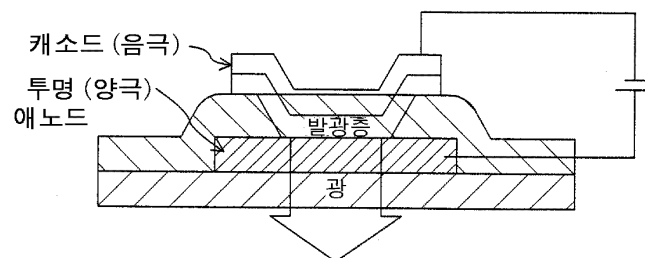
도면 18



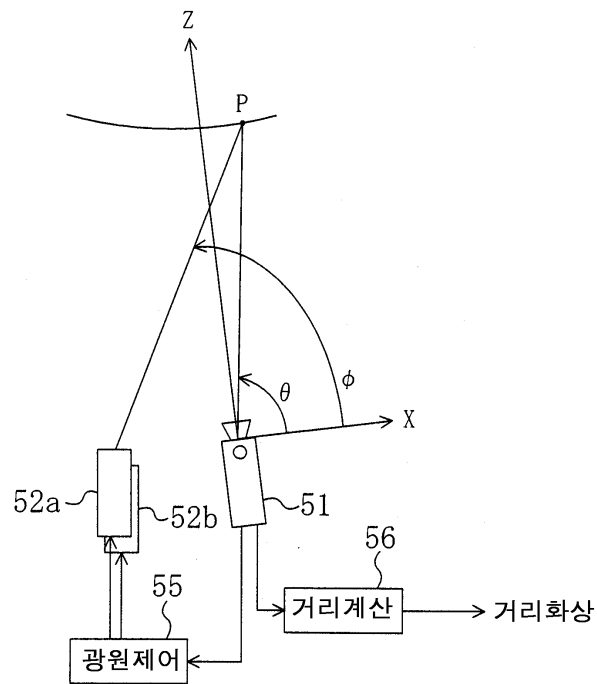
도면 19



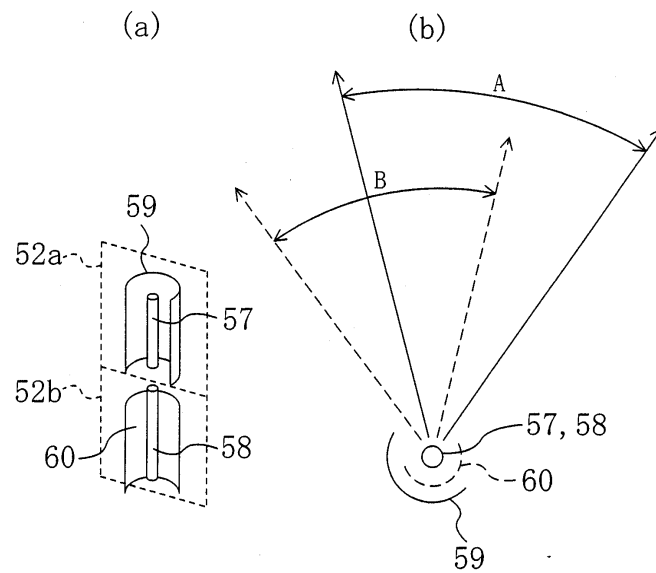
도면 20



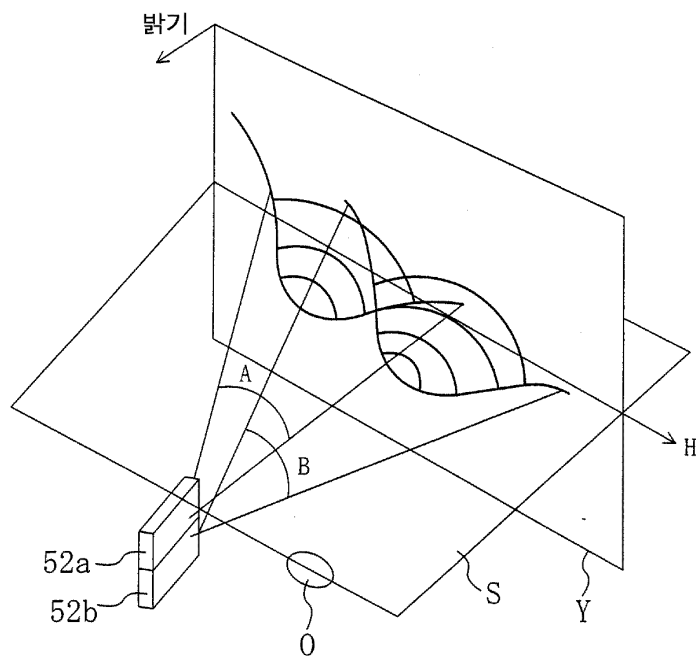
도면 21



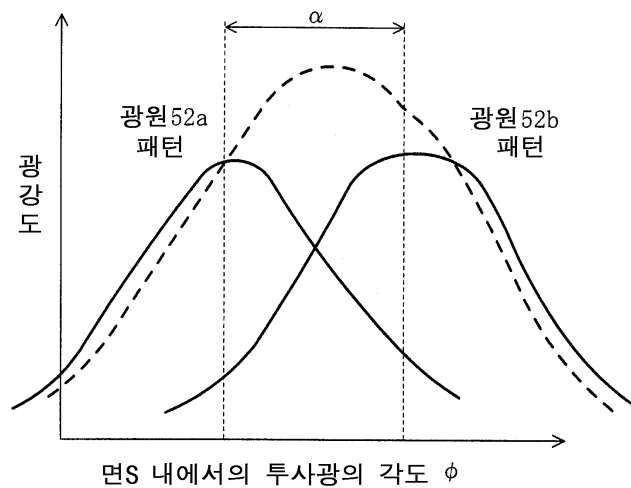
도면 22



도면 23



도면 24



도면 25

