



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2017-0023103  
(43) 공개일자 2017년03월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06T 7/80 (2017.01) H04N 5/225 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
G06T 7/80 (2017.01)  
H04N 5/2254 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7001650
- (22) 출원일자(국제) 2015년06월24일  
심사청구일자 2017년01월19일
- (85) 번역문제출일자 2017년01월19일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2015/064284
- (87) 국제공개번호 WO 2015/197710  
국제공개일자 2015년12월30일
- (30) 우선권주장  
10 2014 212 104.3 2014년06월24일 독일(DE)

- (71) 출원인  
프라운호퍼 게젤샤프트 쥘리 퍼르데롱 데어 안겐  
반텐 포르슈 에. 베.  
독일 80686 뮌헨 한자슈트라쎄 27 체
- (72) 발명자  
브뤼크너, 안드레아스  
독일 07743 예나, 도른부르크 스트라쎄 83  
비퍼만, 프랑크  
독일 98617 마이닝겐, 베를리너 스트라쎄 57  
브로이어, 안드레아스  
독일 07646 슬뢰벤, 라비스 19
- (74) 대리인  
특허법인 정안

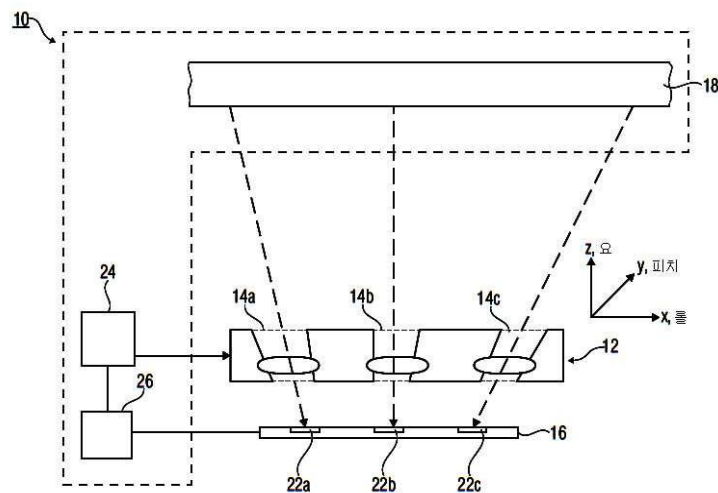
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **이미지 센서와 관련된 다수의 광 채널들을 갖는 복수 조리개 광학 유닛을 포지셔닝하기 위한 디바이스 및 방법**

**(57) 요약**

이미지 센서와 관련하여 여러 개의 광 채널들을 포함하는 복수 조리개 광학기의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스는 기준 대상, 포지셔닝 디바이스 및 계산 디바이스를 포함한다. 기준 대상은 복수 조리개 광학기에 의해 기준 대상이 광 채널들 내의 채널당 하나의 이미지 영역으로 이미징되도록 배열된다. 포지셔닝 디바이스는 복수 조리개 광학기와 이미지 센서 사이의 상대적 위치를 변경하도록 제어 가능하다. 계산 디바이스는 기준 대상의 이미지들 내의 적어도 3개의 이미지 영역들에서 기준 대상의 실제 위치들을 결정하고 실제 위치들과 위치들의 비교에 기초하여 포지셔닝 디바이스를 제어하도록 구성된다.

**대표도**



(52) CPC특허분류  
G06T 2207/30204 (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

이미지 센서(16)와 관련하여 여러 개의 광 채널들(14a-f)을 포함하는 복수 조리개 광학기(multi-aperture optics)(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10)로서,

기준 대상(18) - 상기 기준 대상(18)은 상기 광 채널들(14a-f)에서 복수 조리개 광학기(12)에 의해 상기 기준 대상(18)이 채널(14a-f)마다 이미지 영역(22a-e)으로 이미징되도록 배열됨 -;

상기 복수 조리개 광학기(12)와 상기 이미지 센서(16) 사이의 상대적 위치를 변경하도록 제어 가능한 포지셔닝 디바이스(24);

상기 기준 대상(18)의 이미지들 내의 적어도 3개의 이미지 영역들(22a-e)에서 상기 기준 대상의 실제 위치들을 결정하고 상기 실제 위치들과 위치들의 비교에 기초하여 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하도록 구성된 계산 디바이스(26)를 포함하는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10).

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 계산 디바이스(26)는 다른 이미지 영역들(22a-e)에서의 실제 위치들에 대한 이미지 영역(22a-e)의 실제 위치의 비교에 기초하여 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하도록 구성되는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10).

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 계산 디바이스(26)는 이미지 영역(22a-e)의 실제 위치와 상기 이미지 영역(22a-e)에 대한 타겟 위치의 비교에 기초하여 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하도록 구성되는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10).

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계산 디바이스(26)는 고정 디바이스(28)를 제어하도록 구성되며,

상기 고정 디바이스는 상기 복수 조리개 광학기(12)와 상기 이미지 센서(16) 사이에 또는 상기 복수 조리개 광학기(12)와 상기 이미지 센서(16)가 배열되는 인쇄 회로 기판(36) 사이에 배열된 접촉제(32)를 경화시키도록 구성되는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10).

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기준 대상(18)은 상기 적어도 3개의 이미지 영역들(22a-c) 중 하나에 하나의 기준 마킹(35a-c)이 이미징되도록, 기준 마킹(35a-c)을 포함하는 적어도 3개의 기준 영역들(33a-c)을 포함하고,

상기 계산 디바이스(26)는 상기 이미지 영역에서 상기 기준 마킹들(38a-e)의 위치에 기초하여 상기 실제 위치를 결정하도록 구성되는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10).

**청구항 6**

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 4개의 외측 이미지 영역들(22a-d) 및 하나의 내측 이미지 영역(22e)이 롤 축 및 피치 축을 따라 배열되고,

상기 외측 이미지 영역들(22a-c)은 상기 롤 축과 평행한 2개의 대향하는 쌍들로 그리고 상기 피치 축과 평행한 2개의 대향하는 쌍들로 배열되며,

상기 롤 축과 상기 피치 축은 서로 수직이 되도록 그리고 상기 이미지 센서의 표면 법선과 평행하게 배열된 요(yaw) 축에 수직이 되도록 배열되고,

상기 내측 이미지 영역들(22a)은 상기 롤 축, 상기 피치 축 및 상기 요 축의 교점(0)을 포함하며,

상기 계산 디바이스(26)는 상기 실제 위치들과 상기 위치의 비교에 기초하여, 상기 내측 이미지 영역(22e)에서 그리고 상기 적어도 4개의 외측 이미지 영역들(22a-d)에서 패턴(38)의 패턴 편차를 결정하도록 구성되는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10).

**청구항 7**

제 6 항에 있어서,

상기 계산 디바이스(26)는 상기 패턴 편차를 기초로 상기 내측 이미지 영역(22e)에 대한 실제 위치의 패턴 거리들의 거리(G)의 측정치를 결정하도록 구성되고,

상기 계산 디바이스(26)는 상기 거리(G)가 타겟 거리 값( $G_{target}$ )에 도달하도록 상기 포지셔닝 디바이스(24)가 상기 요 축을 따라 상기 복수 조리개 광학기(12)를 시프트하게 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하도록 구성되는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10).

**청구항 8**

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

상기 계산 디바이스(26)는 상기 피치 축을 따라 상기 패턴 편차에 기초하여 상기 내측 이미지 영역(22e)에 대한 제 2 횡 방향 차이( $\Delta R$ )의 측정치를 결정하기 위해 상기 롤 축을 따라 상기 패턴 편차를 기초로 상기 내측 이미지 영역(22e)에 대한 실제 위치의 제 1 횡 방향 차이( $\Delta R$ )의 측정치를 결정하도록, 그리고 상기 제 1 횡 방향 차이( $\Delta R$ )가 제 1 횡 방향 차이 타겟 값(0)에 도달하고 상기 제 2 횡 방향 차이가 제 2 횡 방향 차이 타겟 값(0)에 도달하게 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하도록 구성되는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10).

**청구항 9**

제 6 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계산 디바이스(26)는 상기 4개의 외측 이미지 영역들(22a-d) 각각에 대한 실제 위치의 패턴 거리들의 쌍기 에러 차이들( $\Delta tN$ )의 측정치를 결정하도록 그리고 상기 복수 조리개 광학기가 상기 롤 축 또는 상기 피치 축에 대해 기울어지게 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하여, 상기 쌍기 에러 차이들( $\Delta tN$ )이 타겟 롤 값(0) 또는 타겟 피치 값(0)에 도달하게 하도록 구성되는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10).

**청구항 10**

제 6 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계산 디바이스(26)는 상기 타겟 롤 값(0) 및 상기 타겟 피치 값(0)이 순차적으로 차례로(910, 950) 도달하게 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하도록 구성되는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10).

**청구항 11**

제 6 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계산 디바이스(26)는 제 1 국소(x) 및 제 2 국소(y) 횡 방향을 따라 각각, 상기 외측 이미지 영역들(22a-d) 각각에 대한 상기 패턴 편차의 회전 차( $\delta$ )의 측정치를 결정하도록, 그리고 상기 회전 차가 타깃 회전 값(0)에 도달하도록 상기 포지셔닝 디바이스(24)가 상기 요 축을 중심으로 상기 복수 조리개 광학기(12)를 회전시키게 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하도록 구성되는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10).

**청구항 12**

제 6 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계산 디바이스(26)는 상기 롤 축에 평행한 국소 방향(x)을 따라 그리고 상기 피치 축에 평행한 로컬 방향(y)을 따라 상기 외측 이미지 영역들(22a-d) 각각에 대한 상기 패턴 편차의 거리들의 차( $\Delta G$ )의 측정치를 결정하도록, 그리고 거리 차들( $\Delta G$ )이 타깃 값(0)에 도달하도록 상기 포지셔닝 디바이스(24)가 상기 요 축을 따라 상기 복수 조리개 광학기(12)를 시프트하게 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하도록 구성되는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10).

**청구항 13**

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계산 디바이스는,

상기 패턴 편차를 기초로 내측 이미지 영역(22e)에 대한 실제 위치의 패턴 거리들의 거리(G)의 측정치를 결정하고 - 상기 계산 디바이스(26)는 상기 거리(G)가 타깃 거리 값( $G_{target}$ )에 도달하도록 상기 포지셔닝 디바이스(24)가 상기 요 축을 따라 상기 복수 조리개 광학기(12)를 시프트하게 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하도록 구성됨 -,

피치 축을 따라 상기 패턴 편차에 기초하여 상기 내측 이미지 영역에 대한 제 2 횡 방향 차이의 측정치를 결정하기 위해 롤 축을 따라 상기 패턴 편차를 기초로 상기 내측 이미지 영역(22e)에 대한 실제 위치의 제 1 횡 방향 차이( $\Delta R$ )의 측정치를 결정하고, 그리고 상기 제 1 횡 방향 차이( $\Delta R$ )가 제 1 횡 방향 차이 타깃 값(0)에 도달하고 상기 제 2 횡 방향 차이가 제 2 횡 방향 차이 타깃 값(0)에 도달하게 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하며,

상기 롤 축과 평행한 2개의 대향하는 쌍들로 그리고 상기 피치 축과 평행한 2개의 대향하는 쌍들로 배열된 4개의 외측 이미지 영역들(22a-d)에 대한 실제 위치의 패턴 거리들의 췌기 에러 차이들( $\Delta tN$ )의 측정치를 결정하고, 그리고 상기 복수 조리개 광학기가 상기 롤 축 또는 상기 피치 축에 대해 기울어지게 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하여, 상기 췌기 에러 차이들이 타깃 롤 값 또는 타깃 피치 값(0)에 도달하게 하며;

제 1 국소(x) 및 제 2 국소(y) 횡 방향을 따라 각각, 상기 4개의 외측 이미지 영역들(22a-d)에 대한 상기 패턴 편차의 회전 차( $\delta$ )의 측정치를 결정하고, 그리고 회전 차들( $\delta$ )이 타깃 회전 값(0)에 도달하도록 상기 포지셔닝 디바이스(24)가 요 축을 중심으로 상기 복수 조리개 광학기(12)를 회전시키게 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하며; 그리고

상기 롤 축에 평행한 국소 방향(x)을 따라 그리고 상기 피치 축에 평행한 로컬 방향(y)을 따라 상기 외측 이미지 영역들(22a-d) 각각에 대한 상기 패턴 편차의 거리들의 차( $\Delta G$ )의 측정치를 결정하고, 그리고 거리 차들( $\Delta G$ )이 타깃 값(0)에 도달하도록 상기 포지셔닝 디바이스(24)가 상기 요 축을 따라 상기 복수 조리개 광학기(12)를 시프트하게 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하도록 구성되는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10).

**청구항 14**

제 13 항에 있어서,

상기 췌기 예러 차들( $\Delta tN$ )이 상기 타깃 롤 값(0) 또는 상기 타깃 피치 값(0)에 도달하도록 상기 계산 디바이스(26)가 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하기 전에, 상기 회전 차들이 상기 타깃 회전 값(0)에 도달하기 전에, 또는 상기 거리 차들( $\Delta G$ )이 상기 타깃 값(0)에 도달하기 전에, 상기 계산 디바이스(26)는, 상기 거리(G)가 타깃 거리 값( $\Delta G_{target}$ )에 도달하게, 상기 제 1 횡 방향 차이가 제 1 횡 방향 차이 타깃 값(0)에 도달하게, 그리고 상기 제 2 횡 방향 차이가 제 2 횡 방향 차이 타깃 값(0)에 도달하게, 각각의 경우에 상기 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하도록 구성되는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10).

**청구항 15**

이미지 센서(16)와 관련하여 여러 개의 광 채널들(14a-f)을 포함하는 복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 방법으로서,

상기 광 채널들(14a-f)에서 상기 복수 조리개 광학기(12)에 의해 기준 대상(18)이 채널(14a-f)마다 이미지 영역(22a-e)으로 이미징되도록 상기 기준 대상(18)을 배열하는 단계(12a);

상기 복수 조리개 광학기(12)와 상기 이미지 센서(16) 사이의 상대적 위치를 변경하도록 제어 가능한 포지셔닝 디바이스(24)를 제공하는 단계;

상기 기준 대상(18)의 이미지들 내의 적어도 3개의 이미지 영역들(22a-d)에서 상기 기준 대상의 실제 위치들(814, 854; 914, 954; 1006, 1106)을 결정하는 단계;

상기 실제 위치들(824, 864; 926, 966; 1016, 1116)을 위치들과 비교하는 단계; 및

상기 비교를 기초로 포지셔닝 디바이스(822, 862; 922, 962; 1014; 1114)를 제어하는 단계를 포함하는,

복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 여러 개의 광 채널들을 포함하는 복수 조리개 광학기(multi-aperture optics)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스 및 방법에 관한 것이다. 본 발명은 추가로, 복수 조리개 광학기를 디지털 이미지 센서와 능동적으로 정렬하기 위한 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 고해상도 소형 카메라 모듈들을 제조할 때, 대물렌즈(objective)를 집적하는 단계는 능동 정렬 프로세스를 수행하는 단계, 즉 발생하는 이미지를 관찰하고 평가하면서 이미지 센서에 대해 대물렌즈(object lens)를 능동적으로 정렬하는 단계를 포함한다. 이는 이미지 센서와 관련하여 대물렌즈를 이동시키고 발생하는 이미지를 이미지 선명도에 대한 사전 정의된 품질 기준들에 따라 평가(일반적으로 이미지의 서로 다른 위치들에서 이미지 콘트라스트 및/또는 모듈 전달 함수(module transfer function)[간단히: MTRF]를 측정)하는 것을 수반한다. 예를 들면, 측정된 품질 기준들을 최대화함으로써 포지셔닝이 최적화되고, 이미지 센서와 관련하여 이 위치에서 그에 따라 대물렌즈가 (예를 들면, 접착에 의해) 고정된다. 이를 위해 요구되는 하나의 전체 조건은 품질 기준들에 대해 의존하게 되는 대물렌즈의 특성들(예를 들면, 이미지 콘트라스트, MTF)이 예를 들어, US 2013/0047396 A1 또는 JP 20070269879로부터 공지된 바와 같이, 프로세스에서 사용된 위치의 시프트들에 대해 충분히 측정 가능한 정도로 변화할 것이라는 것이다.

[0003] 능동 정렬에 관한 한, 대물렌즈들의 파라미터들이 포지셔닝 단계들과 관련하여 약간만 다르다면 종래의 최적화 알고리즘들은 실패할 것이다. 후자는 예를 들면, 큰 초점 깊이들을 갖는 대물렌즈들(그리고 특히, 마이크로렌즈 어레이들로 구성된 복수 조리개 대물렌즈들)에 적용되며, 여기서 대물렌즈와 이미지 센서 사이의 z 거리의 변화는 이미지 선명도에 단지 약간의 변화들만을 야기하는데, 이는 실제 경우들에는 측정하기가 어렵다.

[0004] 광학(z) 축에 관한 소형 카메라들의 종래의 대물렌즈들의 회전 대칭 레이아웃으로 인해, 대부분의 경우들에 산업용 자동 조립 기계들은 이미지 센서와 관련하여 광학기의 상대적 포지셔닝에 대해 5 자유도(그리고 이에

따라, 5개의 축들)를 나타낸다(예를 들어, 도 18에 도시된 바와 같이, x축, y축, z축을 따라 3x 평행이동 + x축 및 y축을 중심으로 한 2x 기울기 [tx, ty]). 따라서 설정된 능동 조립 프로세스들 및 기계들은 z축을 중심으로 한 어떠한 회전 대칭도 포함하지 않는 대물렌즈들을 정렬하기에 적합하지 않다. 이들은 예를 들어, 애너모픽(anamorphic) 대물렌즈들, 방향 선택적 필터 컴포넌트들을 포함하는 대물렌즈들뿐만 아니라, 마이크로렌즈 어레이들로 구성된 복수 조리개 대물렌즈들도 포함한다.

[0005] 도 18은 필요한 자유도 x, y, z(평행이동), tx, ty 및 tz (회전)의 표기로 이미지 센서 칩(16)을 형성하기 위한 복수 조리개 이미징 광학기(12)의 조립 레이아웃의 개략적인 이미지를 보여준다.

[0006] 설명된 두 제한들은 WO 2011/045324 A2로부터 공지된 바와 같이, 소위 전자 클러스터 눈과 같은 간단한 복수 조리개 이미징 대물렌즈들에 대해 결합하여 적용된다. 복수 조리개 배열은 x-y 평면에서 1차원 또는 2차원으로 확장되는 광 채널들의 어레이로 구성되며, 각 광 채널은 전체 객체 필드의 정해진 부분을 캡처한다.

[0007] (각각의 경우 x-y 평면에서 보았을 때) 연관된 하위 이미지의 중심에 대한 각각의 개별 광 채널의 조리개의 중심 위치의 위치는 여기서 재구성의 정확도 및/또는 전체 이미지의 해상도 성능 면에서 주요한 역할을 한다. 조리개의 중심 위치와 연관된 하위 이미지의 중심 위치 간의 차이(피치 차이)는 사용되는 이미지 센서의 1/2 픽셀 피치와 1 픽셀 피치 사이의 정밀도로 x, y의 평행이동 자유도를 따라 조정되어야 한다.

[0008] 이러한 복수 조리개 광학기의 배열은 구체적으로, 소형 카메라 모듈들, 특히 (예를 들어, 스마트폰들, 태블릿들, 랩톱들 등과 같은 얇은 디바이스들에 사용되기 위한 목적으로) 초박형 구조 형태들을 갖는 것들을 실현하기 위해 개발되었다.

[0009] 이에 따라, 매우 작은 초점 길이들(예를 들면,  $f = 1.2\text{mm}$ ) 그리고 이에 따라 큰 초점 심도들을 갖는 마이크로렌즈들이 이용된다. 파장(W)의 회절 제한된 이미징을 갖는 이미지 공간(dz)에서의 초점 심도에 대한 공식  $dz = 4 * \lambda * (F/\#)^2$ 에 따라, 예를 들어, 550nm인 파장의 광 그리고  $F/\# = 2.4$ 인 f 번호에 대해  $dz = 12.7\mu\text{m}$ 의 값이 달성된다.

[0010] 도 19는 이미지 센서(16)의 이미지 평면(BE)과 복수 조리개 광학기(12)의 정렬에 관한 요건들을 개략적으로 예시한다. 복수 조리개 광학기(12)는 1차원 또는 2차원 어레이로 배열되고 중심을 포함하는 여러 광 채널들을 포함한다. 중심 바깥에 위치하는 광 채널들은 비스듬하게 입사된 주 광선(PR: principle ray)을 수신하도록 구성된다. 경사 입사에 의해, 외부 광 채널 내의 중심 필드 포인트의 주 광선의 광의 각도 알파 " $\alpha$ "에서, 초점 위치(= 예를 들어, 조립 동안 이미지 센서의 일시적인 위치)과의 교점은

[0011] z 위치의 차이(" $\Delta z$ ")로 인해 초점 심도 내에서 측면 오프셋(" $\Delta d$ ")을 겪음을 인식한다. 이미지 센서의  $p_{px} = 2\mu\text{m}$ 의 픽셀 피치로 그리고 대응하게 큰 최대 측면 오프셋이 주어지면, " $\Delta z$ "의 값은  $\alpha = 25^\circ$ 의 입사각에서  $\tan(\alpha) = \Delta d / \Delta z$ 의 기하학적 관계에 따라 최대  $\Delta z = 4.3\mu\text{m}$ 가 허용된다. 이 값은 초점 심도들의 범위 내에 있으므로, 이미지 콘트라스트의 평가에 기반한 기존의 능동 조립 기술들은 복수 조리개 이미징 광학기에 적용될 때 이미지 센서와 관련하여 대물렌즈를 정렬하는데 충분한 정확도를 허용하지 않는다. 따라서 도 19는 WO 2011/045324 A2에 따른 복수 조리개 이미징 대물렌즈를 통한 개략적인 단면도를 도시한다. 도시되는 것은 광 채널들의 평균 시선들에 대한 주 광선들이다. 배열은 초점 심도들의 이미지 축 범위 내의 그리고 주 광선(PR)의 입사각( $\alpha$ )의 서로 다른 초점 위치들( $\Delta z$ )로 인한 외부 광 채널의 하위 이미지 중심의 측면 오프셋( $\Delta d$ )을 보여준다.

[0012] 이것을 예시하기 위해, 수치 예들이 아래에 주어질 것이다.

[0013] 카메라 파라미터들은 예를 들면, 1.2mm의 초점 길이(f),  $2\mu\text{m}$ 의 픽셀 피치( $p_{px}$ ), 수평으로  $59^\circ$ , 수직으로  $46^\circ$  (대각선으로  $0^\circ$ )의 조리개 각도를 갖는 시야 범위를 포함한다. 이미지 평면 상의 최대 입사각( $\alpha$ )은  $25^\circ$ 에 이른다. 마이크로렌즈 어레이의 치수들은 (H x W): 7.75mm x 4.65 mm에 이른다.

[0014] 이는 다음과 같이 연관된 정렬 공차들을 야기한다. x-y 평면에서의 허용 가능한 시프트는 최대 2개의 픽셀들, 즉  $\Delta x \leq 4\mu\text{m}$  및  $\Delta y \leq 4\mu\text{m}$ 에 이른다. x, y축(췌기 에러)에 대한 허용 가능한 비틀림은 픽셀의 최대 1/2, 즉  $\Delta t_x = \arctan\left(\frac{p_{px}}{2f}\right) \leq 0,05^\circ$  및  $\Delta t_y = \arctan\left(\frac{p_{py}}{2f}\right) \leq 0,05^\circ$ 에 이른다. z축에 의한 허용 가능한 비틀림은 외부 채널들에서 최대 1개의 픽셀, 즉  $\Delta t_z = \arctan\left(\frac{p_{pz}}{H/2}\right) \leq 0,03^\circ$ 에 이른다. z축의 시프트(거리 에러)는 외부 광

채널들에서 최대 1 픽셀 피치( $\Delta d$ )  $\rightarrow \Delta z = \frac{\Delta d}{\tan(\alpha)} \leq 4,3 \mu m$  에 이른다.

- [0015] 광학기를 이미지 센서와 정렬하기 위한 공지된 방법들은 예를 들어, 능동 정렬로서 알려져 있으며, 촬영된 각각의 이미지의 (대부분의 경우에는 콘트라스트의) 품질의 함수로써 이미지 센서와 관련하여 개개의 렌즈들 또는 전체 조립체들을 조정하려고 시도한다.
- [0016] 능동 카메라 대물렌즈 정렬을 위한 공지된 디바이스들은 주로 생산 환경의 이미지 센서와 관련하여 그리고 많은 수의 항목들에 대해 회전 대칭 광학기, 소위 5D 능동 정렬의 조립과 관련된다. 사용된 이러한 디바이스들 및 조립 기술들은 복수 조리개 대물렌즈들의 능동 조립 요구들에 맞게 수정할 수 없다. 예를 들어, 조립된 축들의 정확도가 너무 낮다. 예를 들어, [1]은 x, y, z 평행이동이  $\pm 5\mu m$ 의 정확도로 조정될 수 있으며 tx, ty 및/또는 tz 비틀림이  $\pm 0.1^\circ$ 의 정확도로 조정될 수 있다고 설명하는데, 이는 상기 수치 예에 따른 복수 조리개 광학기에는 불충분하다. 조립 프로세스들의 불충분한 정확도는 폐쇄된 시스템 환경에서, 그리고 이에 따라 포지셔닝 시스템의 구동 및 사용된 카메라 보드들의 관독에 대한 액세스 없이, 이미지 콘트라스트의 평가에 기반한다. 예를 들어, 디바이스의 제조업체는 어떤 클라이언트(광학기 제조업체)가 디바이스를 사용하는지와 관계없이 항상 동일한 테스트 패턴을 특정할 것이다.
- [0017] 수동 및 능동 정렬의 결합을 사용하는 조립 시스템은 US 2013/0047396으로부터 공지되어 있다. 상기 시스템은 앞서 설명한 것과 동일한 제한들을 나타낸다.
- [0018] 이미지 콘트라스트의 평가를 사용하면서 여러 카메라 모듈들의 능동 카메라 광학기 조립 방법은 JP 20070269879로부터 공지되어 있다. 이 방법은 복수 조리개 광학기의 요건들에 맞추기가 어렵거나 심지어는 불가능하다.
- [0019] 다른 개념들은 능동 대물렌즈 홀더를 설명한다. 능동 정렬 및 고정에 대한 대안으로서, 이미징 대물렌즈들은 예를 들어, US 2011/0298968 A1에 기술된 바와 같이, 나중 시점에 대물렌즈와 이미지 센서 사이의 차후의 포지셔닝이 실시될 수 있게 하는 홀더들에 장착될 수 있다. 이미지 센서, 평가 유닛 또는 센서에 대한 추가 피드백은 자동 초점 또는 광학 이미지 안정화와 같은 능동적인 기능에 의해 가능해진다. 이를 위해 요구되는 설계들은 많은 양의 노력을 수반하며, 따라서 비용이 많이 들고 카메라 모듈들의 소형화를 제한한다. 소형 복수 조리개 광학기 또는 매우 소형화된 복수 조리개 카메라들의 분야에서, 그러한 마이크로기계 컴포넌트들의 이용은 비용의 이유로 그리고 설계의 크기를 감소시키는 관점에서 지금까지 알려져 있지 않다.
- [0020] 따라서 바람직한 것은 증가된 이미지 품질 및 더 작은 제조 공차들을 포함하는 복수 조리개 카메라 디바이스들의 생산을 가능하게하는 개념이다.

**발명의 내용**

- [0021] 따라서 본 발명의 과제는 작은 생산 공차들뿐만 아니라 생산된 카메라 모듈의 높은 이미지 품질을 포함하는 복수 조리개 광학기를 포지셔닝하기 위한 디바이스를 제공하는 것이다.
- [0022] 이 목적은 독립 특허 청구항들의 요지에 의해 달성된다.
- [0023] 본 발명의 핵심 개념은, 이미지 센서와 관련하여 복수 조리개 광학기의 포지셔닝이 이미지 센서에 의해 캡처된 기준 대상에 기초하여 달성될 수 있고; 기준 대상 또는 기준 대상에 대한 기준 패턴이 이미지 센서의 이미지 영역들에서 이미징되는 위치들에 기초한 이미지 센서에 대한 복수 조리개 광학기의 정렬이 고정밀도로 수행될 수 있다는 점에서 상기 과제가 달성될 수 있음을 인식한 것에 있다. 실제 위치들과 위치들, 예를 들면 이미지 센서의 글로벌 또는 로컬 중심들의 비교는 위치들의 비교에 기초하여 조정을 가능하게 한다.
- [0024] 일 실시예에 따르면, 복수 조리개 광학기의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스는 기준 대상, 포지셔닝 디바이스 및 계산 디바이스를 포함한다. 기준 대상은 광 채널들에서 복수 조리개 광학기에 의해 기준 대상이 채널당 하나의 이미지 영역으로 이미징되도록 배열된다. 포지셔닝 디바이스는 복수 조리개 광학과 이미지 센서 사이의 상대적 위치를 변경하도록 제어 가능하다. 계산 디바이스는 기준 대상의 이미지들 내의 적어도 3개의 이미지 영역들에서 기준 대상의 실제 위치들을 결정하고 실제 위치들과 위치들의 비교에 기초하여 포지셔닝 디바이스를 제어하도록 구성된다. 위치들은 예를 들어, 각각의 이미지 영역에서 그리고/또는 다른 이미지 영역들에서 중앙 위치들 또는 다른 기준 위치들일 수 있다. 대안으로 또는 추가로, 위치들은 예를 들어, 비교를 위해 놓여진 타깃 위치들일 수 있다. 3개의 이미지 영역들에 대한 비교에 기초하여, 여러 개의 또는 심지어 모든 이미지 영역들에 대한 높은 이미지 품질, 작은 위치 편차, 및 이에 따라 전체 디바이스의 높은 생산 공차가 달성될 수 있다.

- [0025] 추가 실시예는 계산 디바이스가 복수 조리개 광학과 이미지 센서 사이에 배열된 접촉체를 경화시키도록 구성된 고정 디바이스를 제어하도록 구성되는 디바이스를 제공한다. 이는 복수 조리개 광학과 이미지 센서 사이의 조정된 상대적 위치의 고정을 가능하게 한다.
- [0026] 추가 실시예는 이미지 센서가 적어도 내측 이미지 영역 및 내측 이미지 영역 주변에 방사상으로 분산된 방식으로 배열된 4개의 외측 이미지 영역들을 포함하는 디바이스를 제공한다. 4개의 외측 이미지 영역들은 롤 축, 예를 들어 x축 및 피치 축, 예를 들어 y축을 따라 배열된다. 외측 이미지 영역들은 롤 축과 평행하게 그리고 피치 축과 평행하게, 예를 들어 직사각형으로 대향하는 쌍들로 배열된다. 계산 디바이스는 실제 위치들과 위치들의 비교를 기초로 내측 및 적어도 4개의 외측 이미지 영역들에서 패턴의 패턴 편차를 결정하도록 구성된다. 이는 내측 이미지 영역으로 테스트 이미지의 센터링 그리고 이후에 외측 이미지 영역들에서 각각의 이미지들의 조정을 가능하게 하여, 위치 편차들의 대칭성들을 이용하면서 롤 축, 피치 축 및 요(yaw) 축에 대한 위치 편차가 유리하게 감소될 수 있다.
- [0027] 추가 실시예는 계산 디바이스가 기준 대상으로부터 내측 이미지 영역에서 캡처된 이미지를 포커싱하도록 구성되는 디바이스를 제공하는데, 이는 롤 축을 따르는 그리고 피치 축을 따르는 패턴 편차에 기초하여 내측 이미지 영역에 대한 실제 위치의 횡 방향 차이를 결정하도록, 그리고 롤 축 및 피치 축에 대한 횡 방향 차이들이 각각의 타깃 값에 도달하게 포지셔닝 디바이스를 제어하도록 배울 거리가 배울 거리 타깃 값에 도달함을 의미하고, 그에 따라 이미지가 내측 이미지 영역에 포커싱 및 센터링되도록 이미지가 획득된다. 계산 디바이스는 4개의 외측 이미지 영역들에 대한 패턴 거리들의 썩기 에러 차이들의 측정치를 결정하도록 그리고 복수 조리개 광학기가 롤 축 및 피치 축에 대해 기울어지게 포지셔닝 디바이스를 제어하여, 썩기 에러 차이가 타깃 롤 값 및/또는 타깃 피치 값에 도달하게 하도록 추가로 구성된다. 계산 디바이스는 각각의 외측 이미지 영역들의 제 1 로컬 및 제 2 로컬 측면 방향을 따라 4개의 외측 이미지 영역들에 대한 패턴 편차의 회전 차를 결정하도록, 그리고 회전 차들이 타깃 회전 값에 도달하도록 포지셔닝 디바이스가 요 축을 중심으로 복수 조리개 광학기를 회전시키게 포지셔닝 디바이스를 제어하도록 추가로 구성된다. 계산 디바이스는 롤 축에 평행한 방향을 따라 그리고 피치 축에 평행한 방향을 따라 외측 이미지 영역들 각각에 대한 패턴 편차의 배울 차의 측정치를 결정하고, 그리고 배울 차들이 타깃 배울 값에 도달하도록 포지셔닝 디바이스가 요 축을 따라 복수 조리개 광학기를 시프트하게 포지셔닝 디바이스를 제어하도록 추가로 구성된다.
- [0028] 이 실시예에 관해 유리한 것은 고레벨의 포지셔닝 정확도가 달성되도록, 내측 이미지 영역과 관련한 이미지의 상기 포커싱 및 센터링에 기반하여 내측 이미지 영역에 대해 6 자유도로 이미지 센서에 대한 복수 조리개 광학기의 정렬이 가능해진다는 점이다.
- [0029] 추가 실시예에 따르면, 계산 디바이스는 내측 이미지 영역에 대한 외측 이미지 영역들의 썩기 에러들, 회전 에러들 및/또는 배울 에러들 각각이 감소될 수 있게, 외측 이미지 영역들에 대한 정렬 또는 임의의 정렬 이전에 내측 이미지 영역에 대한 이미지의 상기 포커싱 및 센터링을 수행하도록 구성된다.
- [0030] 이 실시예에 관해 유리한 것은 포지셔닝 정확도 레벨이 더 증가된다는 점이다.
- [0031] 추가 실시예는 이미지 센서와 관련하여 여러 개의 광 채널들을 포함하는 복수 조리개 광학기의 상대적 포지셔닝을 위한 방법을 제공한다.
- [0032] 추가 유리한 실시예들이 종속 청구항들의 대상이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0033] 본 발명의 선호되는 실시예들은 첨부 도면들을 참조하여 아래 설명될 것이다.
- 도 1은 일 실시예에 따라 이미지 센서와 관련하여 여러 개의 광 채널들을 포함하는 복수 조리개 광학기의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스의 개략적인 블록도를 보여준다.
- 도 2는 일 실시예에 따라 계산 디바이스가 고정 디바이스를 제어하도록 구성되는 도 1의 디바이스와 비교하여 업그레이드된 디바이스의 개략적인 블록도를 보여준다.
- 도 3a는 일 실시예에 따른 음의 롤 방향에 따라, 이미지 센서와 관련하여 위치 에러를 나타내는 복수 조리개 광학기의 개략적인 측단면도를 보여준다.
- 도 3b는 일 실시예에 따라 도 3a의 상황의 개략적인 상면도를 보여준다.

도 4a는 일 실시예에 따른 피치 축에 대해, 이미지 센서와 관련하여 썩기 에러를 나타내는 복수 조리개 광학기의 개략적인 측단면도를 보여준다.

도 4b는 일 실시예에 따라 도 4a의 상황의 개략적인 상면도를 보여준다.

도 5는 일 실시예에 따라 요 축 또는 z축에 관한 각도로 이미지 센서와 관련하여 기울어진 복수 조리개 광학기의 개략적인 상면도를 보여준다.

도 6a는 일 실시예에 따른 요 축을 따라 이미지 센서와 관련하여 너무 작은 거리를 나타내는 복수 조리개 광학기의 개략적인 측단면도를 보여준다.

도 6b는 일 실시예에 따라 도 6a의 상황의 개략적인 상면도를 보여준다.

도 7a는 일 실시예에 따라 이미지 센서와 관련하여 복수 조리개 광학기가 너무 큰 거리 나타내는 상황의 개략적인 측단면도를 보여준다.

도 7b는 일 실시예에 따라 도 7a의 상황의 개략적인 상면도를 보여준다.

도 8은 일 실시예에 따라, 도 3a 및 도 3b에 대해 설명된 것과 같이, x 평행이동 및/또는 y 평행이동에 의해 이미지 센서와 관련하여 복수 조리개 광학기의 오프셋을 보정하기 위한 방법의 개략적인 흐름도를 보여준다.

도 9는 일 실시예에 따라, 도 4a 및 도 4b에 대해 설명된 것과 같이, 썩기 에러를 보상하도록 계산 디바이스에 의해 수행될 수 있는 방법의 개략적인 흐름도를 보여준다.

도 10은 일 실시예에 따라, 도 5에 대해 설명된 것과 같이, 내측 이미지 영역의 요 축 또는 z축에 대한 비틀림을 보상하는 방법의 개략적인 흐름도를 보여준다.

도 11은 일 실시예에 따라, 도 6a, 도 6b, 도 7a 및 도 7b에 대해 설명된 것과 같이, z축 또는 요 축에 따른 평행이동에 의해 복수 조리개 광학기를 정렬하기 위한 방법의 개략적인 흐름도를 보여준다.

도 12는 일 실시예에 따라, 예를 들어 도 8, 도 9, 도 10 또는 도 11 중 임의의 도면의 방법들의 의 견고한 프로세스 흐름을 가능하게 하도록 상기 방법들 중 한 방법 이전에 수행될 수 있는 방법의 개략적 흐름도를 보여준다.

도 13은 일 실시예에 따라 6 자유도를 따라 높은 포지셔닝 정확도들이 유리하게 달성될 수 있는 방법의 개략적인 흐름도를 보여준다.

도 14는 일 실시예에 따라 이미지 영역에 대한 예로서 전역 좌표계와 국소 좌표계들 간의 관계들을 예시하기 위한 개략도를 보여준다.

도 15는 일 실시예에 따라 광 채널들의 2D 정렬을 갖는 이미지 센서 및 복수 조리개 광학기를 포함하는 복수 조리개 대물렌즈에 의해 대상 평면에서 스캔하는 개략적인 표현을 보여준다.

도 16은 일 실시예에 따라 도 15의 관계들을 예시하기 위해 복수 조리개 광학기 및 이미지 센서를 포함하는 개략적인 측단면도를 보여준다.

도 17a는 일 실시예에 따라 이미지 센서와 관련하여 조정되는 복수 조리개 광학기의 개략적인 측단면도를 보여준다.

도 17b는 일 실시예에 따라 도 17a의 상황의 개략적인 상면도를 보여준다.

도 18은 이미지 센서 칩을 형성하기 위한 복수 조리개 이미징 광학기의 조립 레이아웃의 개략적인 이미지를 보여준다.

도 19는 종래 기술에 따라 이미지 센서의 이미지 평면과 복수 조리개 광학기의 정렬에 관한 조건들을 예시하기 위한 개략적인 측단면도를 보여준다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0034] 도면에 의해 본 발명의 실시예들에 대한 상세한 설명들이 아래에 주어지기 전에, 동일하거나 동일한 기능들 또는 동일한 동작들을 갖는 엘리먼트들, 대상들 및/또는 구조들에는 다양한 도면들서 동일한 참조 부호들이 제공되어, 서로 다른 실시예들에 제시된 상기 엘리먼트들의 설명은 상호 교환 가능하고 그리고/또는 상호 적용 가능

하다는 점이 주목될 것이다.

- [0035] 다음에서, 서로 관련하여 여러 이미지 영역들을 갖는 이미지 센서와 복수 조리개 광학기의 정렬에 대한 참조가 이루어질 것이다. 상대적 정렬은 기본적으로 x축, y축 및 z축을 중심으로 한 회전뿐만 아니라, 3개의 공간적 방향들(x, y, z)에 따른 평행이동을 설명하는 6 자유도로 수행될 수 있다. 추가로, 이하의 설명들은 롤 축, 피치 축 및 요 축에 관한 것인데, 이들은 간단한 이해를 위해, 이미지 센서와 관련하여 복수 조리개 광학기의 이상적인 정렬의 경우에 3차원 공간에서 내측 이미지 영역의 x축, y축 및 z축 각각과 평행하게 또는 합동으로 배열된다. 이와 관련하여, x 좌표, y 좌표 및/또는 z 좌표는 이미지 센서의 이미지 영역 내의 각각의 국소 좌표계에 관련된다. 롤, 피치, 및/또는 요 좌표들 또는 방향들은 이미지 센서 및/또는 복수 조리개 광학기가 배열되는 전역 좌표계에 관련된다.
- [0036] 이미지 센서의 내부 이미지 영역의 좌표계와 롤 축, 피치 축 및 요 축에 의해 결정된 (전역) 좌표계는 동일한 원점을 그리고 결과적으로는, 예를 들어 복수 조리개 광학기가 전역 원점을 중심으로 비틀어지거나 이동하게 될 때 동일한 피벗점을 포함할 수 있다. 좌표계들은 데카르트 좌표계들로 설명되며, 기본적인 기준으로서 다른 좌표계들을 사용하는 것이 또한 가능하다. 이들은 좌표 변환을 통해 상호 변환 가능할 수도 있다. 아래 설명되는 실시예들은 다른 좌표계들이 기본적인 기준으로 사용되는 경우에도, 이점들에 관해서는 어떠한 제약도 없이 실행 또는 구현될 수 있다.
- [0037] 도 1은 이미지 센서(16)와 관련하여 여러 개의 광 채널들(14a-c)을 포함하는 복수 조리개 광학기(12)의 상대적 포지셔닝을 위한 디바이스(10)의 개략적인 블록도를 보여준다. 디바이스(10)는 기준 대상(18)을 포함하는데, 이는 광 채널들(14a-c)에서 복수 조리개 광학기(12)에 의해 기준 대상(18)이 채널마다 이미지 영역(22a-c)으로 이미징되도록 배열된다.
- [0038] 디바이스(10)는 복수 조리개 광학기(12)와 이미지 센서(16) 사이의 상대적 위치를 변경하도록 제어 가능한 포지셔닝 디바이스(24)를 포함한다. 유리하게, 포지셔닝 디바이스는 이미지 센서(16)와 관련하여 3차원 공간에서 6 자유도에 따라 복수 조리개 광학기(12)를 이동시키도록 구성된다. 그러나 포지셔닝 디바이스(24)가 3차원 공간에서 이미지 센서(16)를 이동시키도록 구성되는 것이 또한 실행 가능하다. 더욱이, 포지셔닝 디바이스가 3차원 공간에서 6 미만의 자유도를 따라 복수 조리개 광학기(12) 또는 이미지 센서(16)를 이동시키는 것이 생각될 수 있다.
- [0039] 디바이스(10)는 기준 대상(18)의 이미지들에서, 적어도 3개의 이미지 영역들(22a-c)에서의 기준 대상(18)의 실제 위치들을 결정하고 실제 위치들과 위치들의 비교에 기초하여 포지셔닝 디바이스(24)를 제어하도록 구성된 계산 디바이스(26)를 더 포함한다. 위치들은 기준 대상(18)이 조정된 상태, 예를 들어 이미지 영역들(22a-c)(국소)의 또는 이미지 센서(16)(전역)의 중심 위치들로 이미징되는 기준 위치들일 수도 있다.
- [0040] 예를 들어, 계산 디바이스(26)는 이미지 영역들(22a-c)에서 각각의 이미지를 수신하여 평가하도록 구성된다. 이미지 센서는 전하 결합 디바이스(CCD: charge-coupled device), 상보형 금속 산화물 반도체(CMOS: complementary metal-oxide semiconductor), 또는 임의의 다른 디지털 이미지 센서일 수도 있다.
- [0041] 이미지 영역들(22a-c)은 이미지 센서(16)에 또는 이미지 센서(16) 내에서 이들이 서로 이격되도록 배열될 수 있다. 대안으로, 이미지 영역들(22a-c)은 또한 예를 들어, 각각의 픽셀들을 어드레싱하는 서로 다른 방식들에 의해 서로 구별 가능할 수 있는 연속 픽셀 매트릭스의 일부일 수도 있다. 예를 들어, 이미지 영역들(22a-c) 각각은 기준 대상(18)의 일부를 캡처하도록 구성된다. 각각의 부분에서, 예를 들어, 테스트 패턴 또는 그 일부는 각각의 부분의 각각의 테스트 패턴이 각각의 이미지 영역(22a-c)에서 이미징되도록 배열될 수 있으며; 일단 배열되면, 테스트 패턴은 이미지 영역들(22a-c) 중 하나, 몇몇 또는 모두에 대해 캡처될 수 있도록 배치될 수 있다.
- [0042] 복수 조리개 광학기(12), 이미지 센서(16) 및 기준 대상(18)의 컴포넌트들 중 2개에 대해 정해진 정렬, 예를 들어 이미지 센서(16)와 관련하여 또는 복수 조리개 광학기(12)와 관련하여 기준 대상(18)의 정해진 정렬 및/또는 포지셔닝은, 복수 조리개 광학기(12)가 이미지 센서(16)와 관련하여 에러 없는 위치 또는 정렬을 갖거나 허용 가능한 공차들 내에 배열될 때 이미지 영역들(22a-c)에서 기준 대상(18)으로부터 캡처될 타겟 이미지의 평가를 가능하게 한다. 따라서 복수 조리개 광학기(12)와 이미지 센서(16)의 상대적 정렬은 실제 위치들과 (타겟) 위치들의 비교를 기초로 이루어질 수 있다. 이는 계산 디바이스가 다른 이미지 영역들에서의 실제 위치들에 대한 이미지 영역의 실제 위치의 비교에 기초하여 포지셔닝 디바이스를 제어하도록 구성된다는 것을 의미한다.
- [0043] 캡처된 이미지의 콘트라스트에 기초한 정렬과 비교하여, 이것은 복수 조리개 광학기(12)의 초점 심도 범위에 기

초한 콘트라스트가 부정확하거나 심지어 잘못된 결과들로 이어지기 때문에 높은 정밀도를 가능하게 한다. 기준 대상(18)과 이미지 센서(16) 사이의 거리는 예를 들어, 2m보다 작거나, 1m보다 작거나, 또는 50cm보다 작을 수도 있다. 원칙적으로, 기준 대상(18)과 이미지 센서(16) 사이의 거리는 이미지 센서(16)의 구현, 복수 조리개 광학기(12) 및/또는 예상된 배율 또는 해상도에 따라, 애플리케이션에 의존할 수 있다.

[0044] 도 2는 계산 디바이스(26)가 고정 디바이스(28)를 제어하도록 구성된다는 점에서 디바이스(10)와 비교하여 업그레이드되는 디바이스(20)의 개략적인 블록도를 보여준다. 고정 디바이스(28)는 복수 조리개 광학기(12)와 이미지 센서(16) 사이에 배열된 접착제(32)를 경화시키도록 구성된다. 예를 들어, 이미지 센서(16)와 관련하여 복수 조리개 광학기(12)가 포지셔닝될 때, 상기 복수 조리개 광학기(12)는 접착제(32)에 의해 이미지 센서(16)와 접촉될 수 있다. 접착제(32)는 예를 들어, 자외선(UV: ultraviolet) 광으로 경화될 수 있는 접착제일 수 있다. 고정 디바이스(28)는 예를 들어, 접착제(32)를 경화시키기 위해 계산 디바이스(26)에 의해 구동되는 것에 기초하여 UV 광을 방출하는 UV 광원일 수도 있다. 대안으로, 접착제(32)는 열경화성 접착제일 수도 있고, 고정 디바이스(28)가 열원으로서 구성되는 것이 가능하다. 원칙적으로, 고정 디바이스(28)는 이미지 센서(16)와 복수 조리개 광학기(12) 사이에 상이한 기계적 연결, 예를 들어 클램핑, 나사, 리벳 연결 및/또는 납땜 연결을 설정하도록 또한 구성될 수도 있다.

[0045] 상기에서 유리한 것은 복수 조리개 광학기(12)와 이미지 센서(16) 사이에 설정된 상대적 위치가 어떠한 추가 중간 단계도 없이 가능하게 고정될 수 있으며, 따라서 포지셔닝 에러들의 추가가 방지될 수 있다는 점이다. 대안으로, 고정 디바이스(28)는 또한 디바이스(20)의 일부일 수도 있다.

[0046] 기준 대상(18)은 기준 영역들(33a-c)에 배열된 서브패턴들 및/또는 마킹들(35a-c) 형태의 패턴을 가져, 각각의 경우에 광 채널들(14a-c) 중 하나에 의해 하나의 서브패턴(35a-c)이 캡처되어 마커로서 각각의 이미지 영역(22a-c)으로 이미징된다. 이는 복수 조리개 광학기의 후속 조정을 위해 기준 대상(18)에 대한 기준 패턴과 이미지 센서(16)의 정렬을 가능하게 하는데, 예를 들어, 광학 법칙들 및 제로 편차 복수 조리개 광학기를 사용하여 정렬이 수행되는 것이 가능하다

[0047] 기준 대상에 대한 테스트 패턴의 이용은 예를 들어, 이미지 영역들(22a-c)에서의 에지 검출에 기초하여 계산 디바이스(26)에 의한 이미지 영역들(22a-c)의 평가를 가능하게 한다. 이를 위한 알고리즘들은 정확하고 견고한 방식으로 이용될 수 있다. 기준 대상에 적합한 마킹들은 예를 들어, 기하학적 배열을 따르는 십자형들, 원들 또는 H 구조들일 수 있다. 원칙적으로, 다른 구조들, 그러나 바람직하게는 점 구조들과 관련하여 긴 에지 길이들을 나타내는 구조들이 또한 배열될 수도 있다. 위의 설명들에서 마커들의 배열은 항상 x 구성으로 설명되었지만, 마커들이 스타형 배치(constellation), 원형 배치 등에서 발생함으로써, 마커들이 가능하게는 더 많거나 더 적게 투사되고 그리고/또는 이미지 센서 상의 다른 이미지 영역들이 되는 것이 또한 실행 가능하다. 앞서 설명한 실시예들은 위치들의 결정 및 위치 편차들의 평가의 간단한 적용을 가능하게 하여, 상이한 테스트 패턴들이 용이하게 적용될 수 있게 한다.

[0048] 계속되는 설명들은 계산 디바이스(26)로부터 포지셔닝 디바이스(24)로 전달되어 각각의 복수 조리개 광학기가 이미지 센서와 관련하여 3차원 공간에서 이동하게 되도록 포지셔닝 디바이스(24)를 구동시키기 위한 구동 단계들에 관한 것이다. 아래 설명되는 에러 보상 단계들은 유리하게는 이미지 센서와 관련하여 6 자유도로 복수 조리개 광학기의 정확한 정렬을 가능하게 하는 순서로 설명될 것이다. 포지셔닝 디바이스(26)는 대안으로, 설명된 에러 보상 단계들 중 하나 이상만을 수행하고 그리고/또는 수정된 시퀀스에서 이러한 단계를 수행하도록 구성될 수도 있다.

[0049] 도 3a는 이미지 센서(16)와 관련하여 음의 롤 방향에 따라 위치 에러를 나타내는 복수 조리개 광학기(12)의 개략적인 측단면도를 보여준다. 도 3b는 이러한 상황의 개략적인 상면도를 보여준다. 도 3a에서, 이미지 센서(16)는 인쇄 회로 기판(36)에 배치되고 그와 접촉하여, 이미지 센서(16)로부터의 이미지 영역들(22a-f)의 캡처된 이미지들이 인쇄 회로 기판(36)에서 계산 디바이스에 의해 획득될 수 있다.

[0050] 음의 롤 방향을 따른 횡 방향 위치 에러는 이미지 센서(16)와 복수 조리개 광학기(12) 사이의 위치들의 차( $\Delta R$ )를 야기한다. 광학 디바이스의 마이크로 이미지 중심들, 즉 광 채널들(14a-f)의 중심들(37)은 예로서, 음의 롤 방향을 따라 위치들의 차( $\Delta R$ )만큼 선형 시프트를 겪었다.

[0051] 기준 대상은 테스트 대상 구조를 포함한다. 이를 위해, 예를 들어, 하나 이상의 십자들 "+"의 형태인 마킹들이 각각의 이미지 영역들(22a-e)에서 광 채널들(14a-f)에 의해 마커들(38a-e)로서 캡처되는 마킹들, 예를 들어 기준 대상 상의 마킹들(35)로서 배열된다.

[0052] 를 축, 피치 축 및 요 축에 걸친 좌표계의 좌표 원점은 내측 이미지 영역(22e)의 국소 x/y/z 좌표계의 원점에 배열될 수 있다. 계산 디바이스, 예를 들어 계산 디바이스(26)는 이미지 영역(22e)에 관련하여 마킹(38e)을 포커싱하도록 구성된다. 이를 위해, 계산 디바이스는 포지셔닝 디바이스가 이미지 영역(22e)에 대해 z축을 따라 이미지 센서(16)와 관련하여 복수 조리개 광학기(12)의 거리를 변화시켜, 마커(38e)가 이미지 영역(22e)에 포커싱되게 포지셔닝 디바이스, 예를 들면 포지셔닝 디바이스(24)를 구동하도록 구성될 수도 있다. 이것은 계산 디바이스가 내측 이미지 영역(22e)에 대한 실제 위치(마커(38)가 이미징되는 위치)의 패턴 거리들의 배율 거리의 측정치를 결정하고, 배율 거리가 배율 거리 타깃 값에 도달하도록 포지셔닝 디바이스가 z축 또는 요 축을 따라 복수 조리개 광학기(12)를 시프트하게 포지셔닝 디바이스를 제어하도록 구성됨을 의미한다. 예를 들어, 계산 디바이스(26)는 내측 이미지 영역(22e)의 하나 또는 두 축들(x 및/또는 y)을 따라 패턴(38e)의 확장을 결정하고 이를 비교 값과 비교하도록 구성될 수 있다. 마커(38e)의 캡처된 패턴이 더 크거나 더 작다면, 복수 조리개 광학기(12)와 이미지 센서(16) 사이의 거리가 각각 증가 또는 감소될 수 있다.

[0053] 계산 수단은 예를 들어, 이후에 패턴 편차에 기초하여 내측 이미지 영역(22e)에 대한 마커(38e)의 실제 위치의 횡 방향 차이의 측정치를, 예를 들어 x축과 y축의 좌표 원점에 대해 결정하도록 구성된다. 이는 계산 디바이스가 x축을 따른 횡 방향 차이의 측정치 및 y축을 따른 패턴 편차에 대한 횡 방향 차이의 측정치를 결정하도록 구성된다는 것을 의미한다. 계산 수단은 횡 방향 차이들이 각각의 타깃 값에 도달하게 포지셔닝 디바이스를 제어하도록 구성된다.

[0054] 간단히 말하면, 이것은 횡 방향 차이 타깃 값들에 도달하게 될 때까지 포지셔닝 디바이스가 (롤 축 및/또는 피치 축을 따라 전역 좌표계에서) x축 및/또는 y축을 따라 복수 조리개 광학기(12) 및/또는 이미지 센서(16)를 시프트한다는 것을 의미한다. 예를 들어, 마커(38e)를 이미지 영역(22e)의 국소 좌표계의 좌표 원점으로 보호함으로써 하나 또는 두 횡 방향 차이 타깃 값들에 도달할 수 있다. 공차 범위는 예를 들어, 허용 가능한 편차, 예를 들어 하나 또는 2개의 픽셀들씩의 시프트로 또는 달성 가능한 측정 정확도로 정의될 수 있다. 달성 가능한 측정 정확도는 예를 들어, 2개의 픽셀들의 거리에 기초할 수 있어, 편차가 픽셀 거리보다 더 작고 가능하게는 검출되지 않는, 이미지 영역(22e)의 좌표 원점에 대한 마커(38e)의 투사 편차는 각각의 횡 방향 차이 타깃 값에 도달하도록 충분히 정확한 것으로 간주되지 않을 수 있다.

[0055] 인쇄 회로 기판(36)과 복수 조리개 광학기(12) 사이에 접촉체(32)가 배열되어, 이미지 센서(16)와 관련하여 복수 조리개 광학기(12)의 설정된 위치가 고정될 수 있다.

[0056] 즉, 도 3a과 도 3b는 x 평행이동에 의한 대물렌즈의 오프셋을 보여준다. y 평행이동으로 인한 위치 에러는 해당 단면도에서 동일한 결과 이미지를 생성할 수 있다.

[0057] 모든 마이크로 이미지 중심들(점선 원들의 중심)은 롤 축을 따라 거리(ΔR)만큼 각각의 이미지 영역들의 중심들에 대해 x 및/또는 y 차원(들)에서 선형으로 시프트된다. 정렬은 예를 들어, 도 15에 대한 기준 대상에 대한 위치들에 대해 설명된 바와 같이 각각의 이미지 영역의 상대적 위치를 나타내는 좌표들(x<sub>0,0</sub>, y<sub>0,0</sub>, x<sub>i,j</sub> 및/또는 y<sub>i,j</sub>)을 포함하는 중앙 광 채널(14e) 내의 테스트 대상 구조의(즉, 마커(38e)의) 결정된 이미지 좌표들에 의해서만 가능하게 이루어진다.

[0058] 처음에, 테스트 대상 구조의 이미지가 중앙 광 채널에 포커싱된다(z축을 따라 평행이동). 이후에, 중심 테스트 대상의 이미지의 기하학적 중심이 이미지 매트릭스의 중심에, 즉 전역 좌표계의 원점(O)에 위치할 때까지, 대물렌즈가 x축을 따라 그리고/또는 y축을 따라 시프트된다. 테스트 대상 구조의 측정된 이미지 좌표에 대해 다음의 동등한 조건들이 충족될 수 있는데:

[0059] 
$$r_{i,j} = \sqrt{x_{i,j}^2 + y_{i,j}^2}$$
 에 따라

$$(x_{0,0}, y_{0,0}) \xrightarrow{\text{시프트}} 0 = (0,0)$$

[0060] 
$$r_{0,0} - O = 0$$

[0061] 여기서 r<sub>i,j</sub>는 예를 들어, 전역 이미지 좌표계에서 인덱스들(i, j)을 갖는 비트 필드의 반경 좌표를 기술한다.

[0062] r<sub>imax</sub>, r<sub>jmax</sub>, r<sub>-imax</sub> 및 r<sub>-jmax</sub>는 +i, -i, +j 및 -j에서 각각, 마커들이 이미징되는 그러한 이미지 영역들에 대한 최대 위치를 포함하는 해당 외측 이미지 영역의 방사 좌표와 관련된다.

- [0063] "0"의 결과는 가능하게는, 측정된 이미지 좌표들의 차이에 의해 실제로 달성되지 않을 수도 있기 때문에, 편차들이 공차 범위 내에 있도록, 원하는 조립 정밀도에 해당하는 양(배율 거리 타깃 값 및/또는 횡 방향 차이 타깃 값들)으로 결과를 반올림한 것, 또는 규칙으로부터 발생하는 차이보다 더 높은 대응하는 제어 값이 정의된다. 이는 또한 아래 설명되는 미세 정렬 단계들의 조건들에 적용된다.
- [0064] 이미지 센서에 대한 복수 조리개 광학기의 정렬뿐만 아니라, 이와 관련하여 정렬이 설명되는 도 3a와 도 3b는 아래에 설명되는 조정 단계들 중 하나, 몇몇 또는 임의의 조정 단계에 선행하는 개략적 정렬로서 수행될 수 있다.
- [0065] 도 4a는 이미지 센서(16)와 관련하여 피치 축에 대해 췌기 에러( $\Delta tN$ )를 나타내는 복수 조리개 광학기(12)의 개략적인 측단면도를 보여준다. 즉, 피치 축에 관련하여, 복수 조리개 광학기(12)는 이미지 센서(16)에 대해 각도( $\Delta tN$ )만큼 기울어진다. 도 4b는 도 4a의 상황의 개략적인 상면도를 보여준다. 기준 대상에 대한 테스트 패턴은 중심 이미지 영역(22a)에 대해 센터링되고 포커싱되는데, 이는 x축 및 y축에 관한 거리 타깃 값 및 횡 방향 차이 타깃 값들에 도달하게 되도록 마커(38e)가 이미지 영역(22e)으로 투사되는 것을 의미한다. 췌기 에러는 마커들(38a-d)이 x 및/또는 y 방향(들)으로 편차들을 나타내는 결과를 야기한다.
- [0066] 계산 디바이스는 이미지 영역들(22a-d)의 중심들, 예컨대 기하학적 중심들에 대한 마커들(38a-d)의 시프트들을 결정하도록 구성된다. 예를 들어, 복수 조리개 광학기(12)의 초점 위치가 이미지 센서(16)와 관련하여 에러들을 나타낸다면, 이미지 영역들(22a-d)과 관련하여 마커들(38a-e)의 거리들이 각각의 쌍에 대해 동일하다는 사실에 의해 계산 디바이스에 의해 췌기 에러가 결정될 수 있다. 예를 들어, 마커들(38a와 38c, 38b와 38d) 각각의 거리들이 이미지 영역들(22a-d)의 각각의 중심들에 대해 동일할 때까지 복수 조리개 광학기(12)가 롤 축을 중심으로 회전되도록 계산 디바이스가 포지셔닝 디바이스를 구동한다는 점에서, 롤 축을 중심으로 한(x축을 중심으로 한 - tx) 복수 조리개 광학기(12)의 회전시 한 쌍이 보상될 수 있다.
- [0067] 추가로, 마커들(38a와 38b, 38c와 38d) 각각의 거리들이 이미지 영역들(22a-d)의 각각의 중심들에 대해 동일할 때까지 포지셔닝 디바이스가 복수 조리개 광학기(12)를 회전시키도록 계산 디바이스가 포지셔닝 디바이스를 구동한다는 점에서, 피치 축을 중심으로 한(y축을 중심으로 한 - ty) 회전에 의해 야기되는 췌기 에러가 보상될 수 있다. 이는 이미지 영역들(22a-d)의 중심들에 대한 마커들(38a-d)의 각각의 거리들이 각각의 외측 이미지 영역(22a-d)에 대한 실제 위치의 패턴 거리들의 췌기 에러 차이의 측정치를 포함할 수 있으며, 계산 디바이스는 상기 췌기 에러 차이를 결정하도록 구성된다는 것을 의미한다. 롤 축 또는 피치 축과 관련하여 복수 조리개 광학기(12)를 기울임으로써, 췌기 에러 차이들이 앞서 설명한 바와 같이, 공차 범위 내의 0 값 주위에 있을 수 있는 타깃 롤 값 또는 타깃 피치 값에 도달하도록 이러한 차이들이 변경될 수 있다. 췌기 에러 보상 전에, 도 3a와 도 3b에 대해 설명한 개략적 정렬이 수행될 수 있다.
- [0068] 즉, x축을 중심으로 한 비틀림(tx) 동안 그리고/또는 y축을 중심으로 한 비틀림(ty) 동안 복수 조리개 광학기(12)를 정렬하기 위해, 이는 췌기 에러 보상 동안을 의미하며, 처음에 테스트 대상 구조의 이미지가 중앙 광 채널에 포커싱되는데, 즉 z축을 따른 평행이동이 수행된다. 그 후, 이미지는 x축 및/또는 y축을 따라 시프트됨으로써 이미지 원점(O) = (0,0)으로 센터링된다. 췌기 에러는 각각의 이미지 원점들로부터 코너 채널들에서, 즉 외측 이미지 영역들(22a-d)의 테스트 대상 구조들의 이미지들의 측정된 위치들의 서로 다른 방사상 거리들을 야기한다. 이는 외측 이미지 영역들(22a-d)에 대한 다음 조건들이 충족될 때까지 복수 조리개 대물렌즈를 x축 및/또는 y축(롤 축 및/또는 피치 축)에 의해 회전시킴으로써 적어도 부분적으로 보정될 수 있는데:
- [0069] x축을 중심으로 한 회전시( $t_x$ ):  $r_{i \max, j \max} \xrightarrow{\text{분자}} r_{i \max, -j \max}$  는  $r_{i \max, j \max} - r_{i \max, -j \max} = 0$  와 같을 뿐만 아니라  $r_{-i \max, j \max} \xrightarrow{\text{분자}} r_{-i \max, -j \max}$  는  $r_{-i \max, j \max} - r_{-i \max, -j \max} = 0$  과 같음
- [0070] y축을 중심으로 한 회전시( $t_y$ ):  $r_{i \max, j \max} \xrightarrow{\text{분자}} r_{-i \max, j \max}$  는  $r_{i \max, j \max} - r_{-i \max, j \max} = 0$  과 같을 뿐만 아니라  $r_{i \max, -j \max} \xrightarrow{\text{분자}} r_{-i \max, -j \max}$  는  $r_{i \max, -j \max} - r_{-i \max, -j \max} = 0$  과 같음
- [0071] 췌기 에러들은 4개의 외측 이미지 영역들에 대해 롤 축(롤 축에 대한 비틀림)에 대해 그리고/또는 피치 축(피치 축에 대한 비틀림)에 대해 축 대칭이 될 수 있다.
- [0072] 따라서 도 4a와 도 4b는 y축에 대한 비틀림(y 췌기 에러)에 의한 대물렌즈의 오프셋을 보여주는데 - x축에 대한 비틀림은 대응하는 대등한 측면도에서 동등한 결과 이미지를 생성할 수 있다. 양 또는 음의 회전 각에 대한 비

틀림의 결과들은 또한 상기 설명들과 유사하게 결정 및/또는 보상될 수도 있다.

[0073] 도 5는 중심 이미지 영역(22e)의 요 축 또는 z축에 관한 각도( $\delta$ )로 이미지 센서(16)와 관련하여 기울어진 복수 조리개 광학기(12)의 개략적인 상면도를 보여준다. 계산 디바이스는 예를 들어, 각각의 외측 이미지 영역들(22a-d)의 중심들로부터 마커들(38a-d)의 거리를 결정하도록 구성된다. 각도( $\delta$ )만큼의 회전을 기초로, 마커들(38a-d) 각각은 각각의 중심으로부터의 거리를 갖는다. 상기 거리는 이미지 영역들(22a, 22b)에 대한 각각의 x 방향을 따라 더 또는 덜 동일하다. 마찬가지로, 이미지 영역들(22c, 22d)에 대한 거리는 x 방향으로 동일하다. 각각의 이미지 영역의 y 방향에서, 거리는 이미지 영역들(22a와 22c, 22b와 22d)에 대해 각각 개략적으로 동일하다. 각각 이미지 영역들(22a와 22b, 22c와 22d)에 대한 x 거리들의 측정뿐만 아니라, 각각 이미지 영역들(22a와 22c, 22b와 22d)에 대한 y 방향을 따른 거리들의 측정은 외측 이미지 영역들(22a-d) 각각에 대한 패턴 편차의 회전 차의 측정치로서 계산 디바이스에 의해 결정될 수 있다.

[0074] 계산 디바이스는 포지셔닝 디바이스가 요 축을 중심으로 복수 조리개 광학기(12) 및/또는 이미지 센서(16)를 회전시키게 포지셔닝 디바이스를 제어하도록 구성된다. 회전 차( $\delta$ )는 예를 들어, 공차 범위 내에서 0인 타깃 회전 값에 도달할 때까지 요 축을 중심으로 한 회전에 의해 감소될 수 있다. 회전 에러는 전역 좌표계의 원점과 관련하여 4개의 외측 이미지 영역들(22a-d)에 대해 회전 대칭일 수 있다.

[0075] 즉, 중심 이미지 영역의 z축에 대한 비틀림( $t_z$ )시, 이것은 z 비틀림을 보정하기 위해, 정렬이 처음에 중앙 광 채널에서 테스트 대상 구조의 이미지를 포커싱(z축을 따라 평행이동)하고, 그 후에 그 이미지를 x축 및/또는 y 축을 따라 시프트함으로써 이를 이미지 원점(O) = (0,0)에서 센터링하는 것을 수반함을 의미한다. z축에 대한 비틀림은 각각의 국소 좌표계에서 테스트 구조들(38a-d)의 이미지들의 중심 내측 이미지 영역(22e)에 대해 대칭적으로 포지셔닝된 광 채널들(14a-d)에 대해 양이 같은 시프트를 야기하는데, 즉:

[0076] 인덱스(i, j)를 갖는 각각의 외부 광 채널(14a-e) 및/또는 연관된 이미지 영역(22a-e)에서 방사상 국소 좌표들 ( $r'_{i,j} = \sqrt{x_{i,j}^2 + y_{i,j}^2}$ )에 따라  $r'_{-imax,jmax} = r'_{-imax,-jmax} = r'_{imax,-jmax} = r'_{imax,jmax}$  가 된다.

[0077] 도 6a는 이미지 센서(16)와 관련하여 요 축을 따라 타깃 값( $G_{target}$ )과 비교하여 너무 작은 거리(G)를 포함하는 복수 조리개 광학기(12)의 개략적인 측단면도를 보여준다. 거리(G)는 복수 조리개 광학기(12)에서, 복수 조리개 광학기(12)의 스피리우스 광 억제 구조(39)의, 이미지 센서(16)를 향하는 표면과 스피리우스 광 억제 구조(39)를 향하는 이미지 센서(16)의 표면 사이의 거리와 관련될 수 있다. 대안으로, 거리(G)는 또한, 복수 조리개 광학기(12)를 향하는 이미지 센서(16)의 표면과 복수 조리개 광학기(12)의 상이한 기준 평면, 예를 들어 대상 영역 또는 이미지 센서를 향하는 렌즈 평면, 또는 다른 기준 평면의 표면 사이의 거리와 관련될 수도 있다. 더욱이, 거리(G)는 또한 이미지 센서(16)에 대한 상이한 기준 평면에, 예를 들어 이미지 센서(16)가 인쇄 회로 기판(32)에 배치되는 표면에 관련될 수 있다. 타깃 값( $G_{target}$ )은 복수 조리개 광학기(12)의 후방 초점 거리에 그리고/또는 이미지 평면에 투사되는 이미지의 원하는 또는 최적 선명도가 얻어질 수 있는 복수 조리개 광학기(12)와 이미지 센서(16) 사이의 거리(G)에 관련될 수 있다. 타깃 값( $G_{target}$ )은 거리 타깃 값으로 지칭될 수 있다. 대안으로 또는 추가로, 타깃 값( $G_{target}$ )은 복수 조리개 광학기(12)와 이미지 센서(16) 사이의 거리의 임의의 다른 타깃 값에 관련될 수도 있다. 거리 타깃 값( $G_{target}$ )과 거리(G) 간의 편차, 예를 들어 차이는 예를 들어,  $\Delta G = G - G_{target}$  또는  $\Delta G = G_{target} - G$ 로 표현되는 거리들의 차이( $\Delta G$ )로 지칭될 수 있다. 거리들의 차이가 0과는 다른 값을 갖는다면, 이는 결정 가능한 배율 에러를 야기할 수 있는데, 이는 대상 영역이 가능하게는 너무 큰 또는 너무 작은 이미지로 이미징됨을 의미한다.

[0078] 도 6b는 이 상황에 대한 복수 조리개 광학기(12) 및 이미지 센서(16)의 개략적인 상면도를 보여준다. 예를 들어, 거리들의 차이( $\Delta G$ )가 개략적으로 0의 값을 갖도록 정확하게 설정된 거리(G)와 비교하여, 마커들(38a-e)을 포함하는 기준 대상은 너무 작은 거리(G) 그리고 결과적으로 0과는 다른(예를 들면, 0보다 더 작은) 값을 갖는 거리들의 차이( $\Delta G$ )를 기초로 한 확대 방식으로 표현되거나 이미징될 수 있다. 이것은 외측 이미지 영역들(22a-d)에 이미징된 마커들이 중앙의 내측 이미지 영역(22e)의 중심에 대해 전역 롤 축 및 피치 축을 따라 증가된 방사 거리를 포함하는 결과를 가져온다. 각각의 국소 x/y 좌표계들과 관련하여, 이것은 마커(38a)가 이미지 영역(22a) 내에서 음의 x 및 양의 y 값들로 시프트되고, 마커(38b)가 양의 x 및 양의 y 값들 쪽으로 시프트되고, 마커(38c)가 음의 x 및 음의 y 값들 쪽으로 시프트되고, 마커(38d)가 양의 x 및 음의 y 값들 쪽으로 시프트됨을 의미한다. 대응하는 시프트는 각각 이미지 영역들(22b와 22d, 22a와 22c)에 대한 각각의 x 방향을 따라서는 물론, 각각 이미지 영역들(22a와 22b, 22c와 22d)에 대한 각각의 y 방향을 따라서도 더 많이 또는

더 적게 동일하여, 여기서는 국소 및/또는 전역 좌표 원점들에 대한 대칭이 역시 존재한다.

[0079] 도 6a를 참조하면, 계산 디바이스는 예를 들어, 외측 이미지 영역들(22a-d) 중 적어도 하나, 몇몇 또는 각각에 대해, 각각의 마커(38a-d)가 이미징되는 방사상 국소 좌표들을 을 결정함으로써 거리들의 차이들( $\Delta G$ )의 측정치를 결정하도록 구성된다. 각각의 마커(38a-d)가 각각의 이미지 영역(22a-d)의 각각의 중심( $x = 0, y = 0$ ) 외부에 포지셔닝되는 것을 의미하는 0 값으로부터의 편차는 계산 디바이스에 의해 패턴 편차의 거리들의 차이( $\Delta G$ )의 측정치로서 결정될 수 있다. 계산 디바이스는 이미지 영역들(22a-d)의 거리의 차이들( $\Delta G$ )이 타겟 거리 값( $G_{target}$ )에 도달하도록, 예를 들면, 마커들(38a-d)이 이미지 영역들(22a-d)의 중심들에 이미징될 때까지 이러한 시간 동안 거리가 변경 또는 변화된다는 점에서, 포지셔닝 디바이스가 요 축을 따라 복수 조리개 광학기(12)를 시프트하게 포지셔닝 디바이스를 제어하도록 구성된다.

[0080] . 거리들의 차이 타겟 값은 예를 들어, 거리들의 차이( $\Delta G$ )에 대한 공차 범위 내의 0 값 주위에 또는 공차 범위 내의 타겟 값( $\Delta G_{target}$ ) 주위에 있을 수 있다. 예를 들어, 도 4a 및 도 4b에 대해 설명된 바와 같이 임의의 기울기 에러들이 보상되었다면, 거리들의 차이( $\Delta G$ )는 외측 이미지 영역들(22a-d)에 대해 동일할 수도 있다.

[0081] 도 7a는 이미지 센서(16)와 관련된 복수 조리개 광학기(12)가 타겟 값( $G_{target}$ )과 비교하여 너무 큰 거리( $G$ )를 포함하는, 즉 마커들(38a-d)이 각각의 경우에 내측 이미지 영역(22d)의 방향으로 시프트되는 상황의 개략적인 측면도를 보여준다. 도 7b는 도 7a의 상황의 개략적인 측면도를 보여준다. 계산 디바이스는 거리( $G$ ) 그리고 결과적으로는 거리들의 차이( $\Delta G$ )의 측정치가 감소되어 거리의 차이들( $\Delta G$ )이 (거리의 차이) 타겟 값에 도달하는 식으로 포지셔닝 디바이스를 제어하여 복수 조리개 광학기(12) 및/또는 이미지 센서(16)를 이동시키도록 구성된다.

[0082] 즉, 타겟 초점 거리와 실제 초점 거리의 차이는 가능한 한 감소되어야 한다. 이를 위해, 이미지 영역(22a)에서의 배율 결정이 사용될 수 있다. 제조 공차들로 인해, 타겟 초점 길이 및 이에 따라 광학기의 후방 초점 거리에 대한 타겟 값에 정확하게 도달하지 못한다면, 개략적 정렬 후에 이미지 영역(22e)의 배율이 측정될 수 있고, 실현된 배율의(또는 이로부터 유도된 초점 길이의) 지식을 사용함으로써 미세 정렬을 위한 테스트 패턴이 그에 따라 적용될 수 있다. 후방 초점 거리의 정확한 수치값은 가능하게 무시될 수 있다.

[0083] 이를 위해, 예를 들어 z축을 따른 평행이동 동안의 정렬(거리 에러의 보정) 동안, 테스트 대상 구조의 이미지는 처음에 중앙 광 채널에 대략적으로 포커싱되고(z축을 따른 평행이동), 이후에 z축 및/또는 y축을 따라 시프트됨으로써 이미지 원점(0) = (0,0)에 센터링된다. 이미지 센서와 관련하여 복수 조리개 대물렌즈의 z거리가 너무 작은 경우, 어레이 코너들에 있는 테스트 구조들의 이미지들은 (크기 면에서) 더 큰 전역 이미지 좌표들 쪽으로 시프트된다. 거리가 너무 큰 경우, 상기 시프트가 반전되어, 테스트 구조들의 이미지들은 (크기 면에서) 더 작은 전역 이미지 좌표들 쪽으로 시프트된다. 이에 따라, z 거리는 테스트 구조들의 이미지들이 각각의 채널들의 중심들 내에 놓일 때까지 그리고/또는 공차 범위를 고려하면서 다음 조건이 충족될 때까지 달라진다:

[0084] 
$$r'_{-i \max, j \max} = r'_{-i \max, -j \max} = r'_{i \max, -j \max} = r'_{i \max, j \max} = 0$$

[0085] 도 8은 도 3a 및 도 3b에 대해 설명된 것과 같이, x 평행이동 및/또는 y 평행이동에 의해 이미지 센서와 관련하여 복수 조리개 광학기의 오프셋을 보정하기 위한 방법(800)의 개략적인 흐름도를 보여준다. 방법(800)은 2개의 프로세스 스테이지들(810, 850)을 포함한다. 프로세스 스테이지(810)에 의해, x축 또는 롤 축에 따른 위치 에러가 보상될 수 있다. 프로세스 스테이지(850)에 의해, y 방향 또는 피치 방향을 따른 평행이동에 의해 위치 에러가 보상될 수 있는데, 일단 프로세스 스테이지(810 또는 850)가 수행되었다면, 각각 다른 프로세스 스테이지로 스위칭하거나 프로세스(800)를 종료하는 것이 가능하다. 프로세스(800)는 대안으로, 프로세스 스테이지(810) 또는 프로세스 스테이지(850)로 시작될 수 있는데, 다음 예시들은 예로서 프로세스 스테이지(810)에 의한 방법(800)의 시작을 설명한다. 이는 프로세스 스테이지들(810, 850) 그리고 결과적으로 x 방향 및 y 방향을 따른 위치의 보정이 순차적으로 수행될 수 있고 결과적으로 타겟 롤 값 및 타겟 피치 값이 순차적으로 차례로 도달하게 된다는 것을 의미한다.

[0086] 프로세스 스테이지(810)의 단계(812)는 중앙 광 채널 또는 중앙 광 채널과 관련하여 기준 대상의 하위 영역에 초점을 맞추는 단계를 수반한다. 단계(812)에 이어지는 단계(814)는 예를 들어, 계산 디바이스에 의해 각각의 이미지에서  $P_{0,0}$ 으로부터 각각의 테스트 구조의, 즉 내측 이미지 영역에서 이미징된 마커의 위치를 결정하는 단계를 수반한다. 따라서 결정은 도 15에 대해 설명되는 바와 같이, 중앙 광 채널( $P_{0,0}$ )의 전역 좌표들을 기초로

한다.

- [0087] 단계(814)에 이어지는 단계(816)는 롤 축 또는 로컬 x축을 따라 결정된 위치를 예를 들어, 계산 디바이스의 기준값 저장소에 시작 값( $x_{0,0}$ )으로서 저장하는 단계를 수반한다.
- [0088] 단계(818)는 평행이동 단계에서 x축을 따라 이미지 센서와 관련하여 복수 조리개 광학기를 시프트하는 단계를 수반한다. 평행이동 단계의 초점 거리는 예를 들어, 포지셔닝 디바이스의 모터 또는 액추에이터의 또는 포지셔닝 디바이스를 제어하기 위한 제어량의 초점 거리일 수도 있다. 단계(818)에 이어지는 단계(822)는 단계(814)에 대해 설명된 바와 같이, 내측 이미지 영역에서  $P_{0,0}$ 으로부터 테스트 구조의 위치를 결정하는 단계를 수반한다.
- [0089] 단계(822)에 이어지는 비교(824)에서, 계산 디바이스는 결정된 위치를 전역 좌표계의 원점(0)과 예를 들어, 차를 형성함으로써 비교하도록 구성된다. 그 차가 공차 범위 내에서 0과는 다른 값을 갖는다면("아니오" 결정), 단계(826)에서 계산 디바이스는 단계(816)에서 저장된 시작 값을 기초로 나머지 초점 거리를 계산하고, x축을 따라 추가 평행이동 단계를 수행하도록 상태(818)로 스위칭한다. 결정(824)에서, 그 차가 공차 범위 내에서 0 값을 갖는다면("예" 결정), 복수 조리개 광학기는 x축 또는 롤 축을 따라 이미지 센서와 관련하여 정렬되는 것으로 언급될 수 있어, 종료(828)에 도달하게 되고, 그로부터 프로세스 스테이지(850)로 스위칭할 수 있다. 이는 목표 롤 값에 도달하게 될 때까지 그러한 시간 동안 단계(818)가 가능하게 반복된다는 것을 의미한다.
- [0090] 프로세스 스테이지(850)의 단계(852)는 중앙 광 채널, 예를 들어 광 채널(14e)과 관련하여, 수신된 이미지, 예를 들어 마커(38e)에 초점을 맞추는 단계를 수반한다. 단계(852)에 이어지는 단계(854)는 이미지에서 테스트 구조의 위치를 결정하는 단계를 수반한다. 피치 축 또는 로컬 y축을 따라 결정된 위치는 단계(856)에서 시작 값( $y_{0,0}$ )으로서 저장된다.
- [0091] 단계(854)에 또한 이어지는 단계(858)는 y축 또는 피치 축을 따라 평행이동 단계를 수행하는, 즉 y축을 따라 이미지 센서와 복수 조리개 광학기 사이의 상대적 위치를 변경하는 단계를 수반한다. 단계(858)에 이어지는 단계(862)는 내측 이미지 영역에서 다시 테스트 구조의 위치를 결정하는 단계를 수반한다. 결정(824)에 대해 설명된 바와 같이, 단계(862)에 이어지는 결정(864)은 위치( $y_{0,0}$ )가 전역 좌표계의 중심(0)과 일치하는지 여부에 관한 비교를 수행하는 단계를 수반한다. 이것이 그러한 경우가 아니라면, 즉, 결정이 "아니오" 응답을 낸다면, 단계(866)는 단계(856)에서 저장된 시작 값 및 위치를 기초로 나머지 초점 거리를 계산하는 단계를 수반한다. 단계(866)로부터, 다시 단계(858)로 스위칭하여 y축을 따라 다른 평행이동 단계를 수행한다. 이것은 결정(864)이 "예"의 결과를 제공할 때까지 이러한 시간 동안 계속되어, 복수 조리개 광학기가 y축을 따라 이미지 센서와 관련하여 정렬되는 것으로 간주될 수 있고, 단계(868)에서 프로세스 스테이지(810)로 또는 단계(812)로 스위칭할 수 있다. 대안으로, 결정(824 또는 864)이 "예"로 응답된다면 결정(824 또는 864) 이후에 방법(800)이 종료될 수 있다. 이는 계산 디바이스가 이미지 영역의 실제 위치와 이미지 영역에 대한 타깃 위치, 예를 들면 좌표 원점의 비교에 기초하여 포지셔닝 디바이스를 제어하도록 구성된다는 것을 의미한다.
- [0092] 즉, 도 8은 센터링을 목적으로 한 미세 정렬의 요약 개요를 보여준다. 프로세스는 x 또는 y 차원에서 동일하게 시작될 수 있다.
- [0093] 도 9는 도 4a 및 도 4b에 대해 설명된 것과 같이, 썩기 에러를 보상하도록 계산 디바이스에 의해 수행될 수 있는 방법(900)의 개략적인 흐름도를 보여준다. 방법(900)은 프로세스 스테이지(910) 및 프로세스 스테이지(950)를 포함한다. 프로세스 스테이지(910)에 의해, x축, 즉 롤 축과 관련한 썩기 에러가 감소되거나 보상될 수 있다. 프로세스 스테이지(950)에 의해, y축, 즉 피치 축과 관련한 썩기 에러가 감소되거나 보상될 수 있다. 프로세스 스테이지들(910, 950)은 서로 독립적으로 수행될 수 있고, 프로세스 스테이지(910)에서 프로세스 스테이지(950)로 스위칭하거나 프로세스 스테이지(950)가 수행되었다면, 프로세스 스테이지(950)로부터 프로세스 스테이지(910)로 스위칭하는 것이 가능하다. 이는 방법(900)이 프로세스 스테이지(910)로 또는 프로세스 스테이지(950)로 시작될 수 있음을 의미한다.
- [0094] 예로서, 방법(900)은 프로세스 스테이지(910)로 시작하는 식으로 아래에서 설명될 것이다. 단계(912)는 이미지 영역(22e)과 관련하여 중앙 광 채널, 예를 들면 광 채널(14e)에 초점을 맞추는 단계를 수반한다. 이 단계는 단계(812)와 동일한 방식으로 수행될 수 있다. 단계(912)에 이어지는 단계(914)는 x-y 평면에서 평행이동에 의해 중앙 광 채널을 중심에 두는 단계를 수반한다. 단계(914)는 단계(814)와 동일한 방식으로 수행될 수 있다.
- [0095] 단계(914)에 이어지는 단계(916)는 이미지의 코너 포인트들로부터 테스트 구조의 위치를 결정하는 단계를 수반

하는데, 이는 예를 들면, 외측 기준 마킹들, 예를 들어 마커들(38a-d)이 각각의 외측 이미지 영역들 및 그 안에서 이들의 위치들에 대해 결정되는 것을 의미한다. 결정된 위치들은 단계(918)에서, 후속 포지셔닝을 위한 시작 값들로서 저장된다. 시작 값( $r_{imax,jmax}$ ,  $r_{imax,-jmax}$ ,  $r_{-imax,jmax}$ ,  $r_{-imax,-jmax}$ )은 롤 축(i) 및 피치 축(j)을 따라 각각 최대(또는 음의 최대) 방향에 의해 외측 이미지 영역들에서 테스트 구조의 위치를 기술할 수 있다.

[0096] 단계(916)에서부터 시작하여, 단계(922)는 복수 조리개 광학기가 이미지 센서와 관련하여 롤 축을 중심으로 각도 증분으로 회전되도록 포지셔닝 디바이스를 제어하는 단계를 수반한다. 단계(916)에서 이루어진 것과 같이, 단계(922)에 이어지는 단계(924)는 이미지의 코너 포인트들로부터 테스트 구조들의 위치들을 결정하는 단계를 수반한다. 단계(924)에서의 위치들의 결정에 뒤따르는 결정(926)에서는, 반경 거리들 또는 차이( $r_{imax,jmax} - r_{imax,-jmax}$ )가 공차 범위 내의 0의 값을 포함하는지 여부, 또는 차이( $r_{-imax,jmax} - r_{-imax,-jmax}$ )가 공차 범위 내의 0의 값을 포함하지 여부에 관한 비교가 수행되는데, 이는 쉼기 에러 차이의 측정이 타깃 롤 값 또는 타깃 피치 값에 도달하는지 여부에 대한 결정이 이루어지는 것을 의미한다.

[0097] 결정(926)이 "아니오"로 응답된다면, 즉 목표 롤 및 목표 피치 값들 중 적어도 하나에 도달하게 되지 않는다면, 단계(928)는 단계(918)에서 저장된 시작 값들을 고려하면서 나머지 초점 거리를 계산하는 단계를 수반한다. 단계(928)에서부터 시작하여, 프로세스는 각도 증분만큼 롤 축을 중심으로 한 다른 회전을 수행하도록 단계(922)로 돌아간다. 그러나 결정(926)이 "예"로 응답된다면, 즉 두 타깃 값들에 도달한다면, 롤 축을 중심으로 한 회전에 관한 쉼기 에러가 보상된 것으로 간주될 수 있으며, 최종 상태(932)로부터 시작하여, 프로세스는 프로세스 스테이지(950)로 스위칭할 수도 있고, 또는 방법이 종료될 수도 있다.

[0098] 프로세스 스테이지(950)의 단계(952)는 단계(912)에 대해 설명된 바와 같이, 중앙 광 채널에 초점을 맞추는 단계를 수반한다. 단계(952)에 이어지는 단계(954)는 단계(914)에 대해 설명된 바와 같이, 중앙 광 채널에 초점을 맞추는 단계를 수반한다. 단계(954)에 이어지는 단계(956)는 단계(916)에 대해 설명된 것과 같이, 이미지의 코너 포인트들로부터 외측 테스트 구조들의 위치들을 결정하는 단계를 수반한다. 단계(946)를 기초로, 단계(918)에 대해 설명된 바와 같이, 단계(958)에 시작 값들이 저장된다. 단계(956)에 이어지는 단계(962)는 복수 조리개 광학기가 피치 축과 관련하여 회전되도록(기울어지도록) 포지셔닝 디바이스를 제어하는 단계를 수반한다. 이는 이 단계 역시, 프로세스 스테이지(910), 즉 단계(922)와 유사하게 수행되는데, 그 차이점은 회전이 피치 축을 중심으로 수행된다는 것이다. 단계(962)에 이어지는 단계(964)는 단계(962)에 의해 달성된 위치 변화를 결정하도록, 예를 들어 단계(956)에서 수행된 것과 같이 위치를 결정하는 단계를 수반한다.

[0099] 결정(966)은 쉼기 에러 차이들이 타깃 피치 값에 도달했는지 여부를 검증하는 것을 수반한다. 이것은 예를 들어,  $r_{imax,jmax} - r_{-imax,jmax}$  뿐만 아니라  $r_{imax,-jmax} - r_{-imax,-jmax}$ 의 차이 형성에 의해 이루어질 수 있다. 그 차이들은 이들이 공차 범위 내에서 0 값을 채택하는지 여부에 대해 검증될 수 있는데, 이는  $r_{imax,jmax}$ ,  $r_{-imax,jmax}$ ,  $r_{imax,-jmax}$  및  $r_{-imax,-jmax}$ 의 차이 형성의 각각의 편차들이 크기가 동일하다는 것을 의미한다. 결정이 "아니오"로 응답된다면, 단계(968)는 단계(958)로부터의 시작 값들을 고려하면서 나머지 초점 거리를 계산하고, 단계(962)로 다시 스위칭하여 피치 축을 중심으로 한 복수 조리개 광학기의 다른 회전을 수행하는 것을 수반한다. 결정(966)("예" 결정)에서 쉼기 에러 차이가 타깃 피치 값에 도달했다면, 피치 쉼기 에러는 보상된 것으로 간주될 수 있고, 방법이 종료될 수 있거나, 프로세스 스테이지(910)로 스위칭할 수 있다.

[0100] 도 10은 내측 이미지 영역(22e)의 요 축 또는 z축에 대한 비틀림을 보상하기 위한 방법(1000)의 개략적인 흐름도를 보여준다. 이 방법(1000)은, 도 5에 대해 설명된 바와 같은 에러 상황을 보상하기 위해 이용될 수 있다. 단계(1002)는 단계들(812, 852, 912, 952)에 대해 설명된 바와 같이, 중앙 광 채널에 초점을 맞추는 단계를 수반한다. 단계(1004)는 단계들(814, 854, 914 또는 954)에 대해 설명된 바와 같이, 내측 이미지 영역을 중심에 두는 단계를 수반한다. 단계(1004)에 이어지는 단계(1006)는 또한 이미지의 코너 포인트들로부터 테스트 구조들의, 즉 마커들(38a-d)의 위치들을 결정하는 단계를 수반한다. 위치들은 각각의 이미지 영역에서, 예를 들어 외측 이미지 영역들(22a-d) 중 하나에 위치하는 것으로 결정되고, 시작 값들( $(x,y)_{imax,jmax}$ ,  $(x,y)_{imax,-jmax}$ ,  $(x,y)_{-imax,jmax}$ ,  $(x,y)_{-imax,-jmax}$ )로서 저장된다(단계(1008)).

[0101] 단계(1012)는 복수 조리개 광학기가 내측 이미지 영역의 요 축 또는 z축과 관련하여 적어도 하나의 각도 증분에 대한 회전을 수행하도록 포지셔닝 디바이스를 제어하는 단계를 수반한다. 각도 증분은 예를 들면, 복수 조리개 광학기를 이동시키는 액추에이터의 또는 모터의 초점 거리일 수도 있고, 또는 포지셔닝 디바이스의 제어 파라미터일 수도 있다.

- [0102] 단계(1012)에 이어지는 단계(1014)는 단계(1006)에 대해 설명된 바와 같이, 다른 포지셔닝 결정을 수행하는 단계를 수반한다. 위치 결정(1014)에 이어지는 결정(1016)은 예를 들어,  $X_{-imax,jmax} - X_{imax,jmax} = 0$ ,  $X_{-imax,-jmax} - X_{imax,-jmax} = 0$ ,  $Y_{-imax,jmax} - Y_{-imax,-jmax} = 0$  그리고/또는  $Y_{imax,jmax} - Y_{imax,-jmax} = 0$ 의 차이 형성에 의해 회전 차가 타깃 회전 값에 도달했는지 여부를 확인하는 것을 수반하는데, 0 값에는 여기서 역시 공차들이 적용된다. 식들 중 적어도 하나가 충족되지 않는다면, 즉 결정(1016)이 "아니오"라는 응답을 낸다면, 단계(1018)로 스위칭하는데, 이는 단계(1008)에서 저장된 시작 값들을 고려하면서 나머지 초점 거리를 계산하는 단계를 수반한다. 단계(1018)에서부터 시작하여, 단계(1012)로 다시 스위칭하며 복수 조리개 광학기의 다른 회전을 수행한다. 그러나 결정(1016)에서 모든 식들이 충족된다면, 즉 결정이 "예"의 결과를 낸다면, 회전 에러는 보상된 것으로 간주될 수 있고, 방법(1000)은 단계(1022)에서 종료될 수 있다. 단계(1022)에서부터 시작하여, 예를 들어 복수 조리개 광학기를 z축 또는 y 축을 따라 평행이동함으로써 배울 에러들을 보상하도록 스위칭할 수 있다.
- [0103] 도 11은 도 6a, 도 6b, 도 7a 및 도 7b에 대해 설명된 것과 같이, z축 또는 y 축에 따라 복수 조리개 광학기를 평행이동함으로써 이를 정렬하기 위한 방법(1100)의 개략적인 흐름도를 보여준다.
- [0104] 단계(1102)는 중앙 광 채널에 초점을 맞추는 단계를 수반한다. 단계(1102)에 이어지는 단계(1104)는 예를 들면, 단계(914)에 대해 설명된 바와 같이, x/y에서 평행이동에 의해 중심을 정하는 단계를 수반한다.
- [0105] 단계(1104)에 이어지는 단계(1106)는 이미지의 코너 포인트들로부터 테스트 구조들의 위치들을 결정하는 단계를 수반하는데, 외측 이미지 영역들(22a-d)의 각각의 국소 좌표계들을 사용하면서 위치들의 결정이 수행되는 것이 가능하다. 결정된 위치들은 단계(1108)에서 시작 값들( $r'_{-imax,-jmax}$ ,  $r'_{imax,-jmax}$ ,  $r'_{-imax,jmax}$ ,  $r'_{imax,jmax}$ )로서 저장된다. 단계(1112)는 단계(1106)로부터 시작하여, z축 또는 y 축을 따라 평행이동을 수행하는, 즉 y 축을 따라 복수 조리개 광학기가 시프트되도록 포지셔닝 디바이스를 구동하는 단계를 수반한다.
- [0106] 단계(1112)에 이어지는 단계(1114)는 단계(1106)에 대해 설명된 바와 같이, 다른 위치 결정을 수행하는 단계를 수반한다. 결정(1116)은 단계(1114)에서 결정된 위치들이 각각의 국소 좌표 원점들에 대응하는지 여부를, 예를 들어 식  $r'_{-imax,jmax} = r'_{-imax,-jmax} = r'_{imax,-jmax} = r'_{imax,jmax} = 0$ 의 형태로 검증하는 것을 수반한다. 이것은 거리들의 차이가 거리들의 차이 타깃 값에 도달하는지 여부에 대해 검증이 수행되는 것을 의미한다. 여기서 거리들의 차이의 측정치는 예를 들어, 각각의 테스트 패턴이 투사되는 검출된 위치와 국소 좌표 원점 간의 차이(거리)에 의해 얻어질 수 있다. 결정(1116)이 "아니오"라는 결과를 낸다면, 단계(1118)는 단계(1108)에서 저장된 시작 값들을 고려하면서 나머지 초점 거리를 계산하는 단계를 수반할 것이다. 단계(1118)에서부터 시작하여, 예를 들어 이미지 센서와 관련하여 복수 조리개 광학기의 위치의 다른 변경을 수행하도록 다시 단계(1112)로 스위칭한다. 결정(1116)이 "예"의 결과들을 낸다면, 배울 에러, 즉 y 축에 따른 편차( $\Delta G$ )가 보상된 것으로 간주될 수 있고, 방법(1100)이 종료될 수 있다. 예를 들어, 방법(1100)의 마지막 단계(1122)는 대물렌즈의 고정을 시작하는 단계를 수반할 수 있다.
- [0107] 도 11은 z축을 따라 평행이동의 미세한 정렬에 대한 개요의 요약으로서 설명될 수 있다.
- [0108] 도 12는 예를 들면, 방법들(800, 900, 1000 또는 1100)의 견고한 흐름을 가능하게 하도록 상기 방법들 중 임의의 방법 이전에 수행될 수 있는 방법(1200)의 개략적 흐름도를 보여준다. 단계(1202)는 이미지 센서와 관련하여 복수 조리개 대물렌즈의, 즉 복수 조리개 광학기의 개략적 정렬을 수반한다. 이것은 예를 들어, 테스트 마커들(38)이 이미지 센서의 대응하는 이미지 영역(22)에 투사되도록 테스트 패턴에 관련하여 이미지 센서를 정렬하는 것을 포함할 수 있다. 추가로, 복수 조리개 광학기는 마커들이 이미지 영역들로 계속 투사되도록 배열될 수 있다. 이는 예를 들어, 이미지 영역들에서 텍스트 마커들이 이미징될 때까지 x/y 평면 또는 롤/피치 평면에서 정렬을 수행함으로써 이미지 센서와 관련하여 복수 조리개 광학기가 정렬된다는 점에서, 단계(1202)에 이어지는 단계(1204)에 의해 보완될 수 있다. 단계(1206)는 중앙 광 채널에 초점을 맞추는 단계를 수반한다.
- [0109] 단계(1206)에 이어지는 단계(1208)는 중앙 광 채널에서 또는 내측 이미지 영역에 대한 배울을 결정하는 단계를 수반한다. 이것은 예를 들어, 테스트 대상의, 즉 기준 대상의 이미지 크기(실제 크기)를 측정함으로써 수행될 수 있다. 복수 조리개 광학기의 광학 특성들뿐만 아니라 기준 대상과 이미지 영역들 사이의 거리들이 알려지기 때문에, 이것은 광학 법칙들에 기초하여 수행될 수도 있다. 단계(1208)에 이어지는 단계(1212)는 결정된 배울이 테스트 패턴의 선택된 설계와 매칭하는지 여부를 검증하는 단계를 수반한다. 결정(1212)이 "예"로 응답된다면, 방법은 예를 들어, 방법들(800, 900, 1000 및/또는 1100) 중 하나 이상에 의해 이미지 센서와 관련하여 복수 조리개 광학기의 미세 정렬을 수행함으로써 단계(1214)로 스위칭한다.

[0110] 결정(1212)이 "아니오"라는 결과를 낸다면, 단계(1216)는 테스트 패턴을 적용시키는 단계를 수반하며, 이어서 방법은 단계(1214)로 스위칭한다. 따라서 테스트 패턴이 각각의 이미지 센서 및/또는 복수 조리개 광학기에 적합한지 여부를 결정하는 것이 가능하다. 테스트 패턴의 적용은 예를 들어, 테스트 패턴이 이미지 영역들로 투사될 수 있도록 패턴의 하나 이상의 위치들 및/또는 형상들을 변경하는 것을 포함할 수 있다.

[0111] 즉, 이미지 센서와 관련하여 복수 조리개 광학기를 능동적으로 정렬하는 프로세스는 개개의 광 채널들 의해 대상 구조들로부터 취해진 이미지 매트릭스 내에서 이미지들의 상대적 위치 및 절대적 위치의 평가에 의해 수행된다.

[0112] 실제 구현의 경우, 광학기 모듈은 처음에 이미지 센서와 개략적으로 정렬되고, 포커싱된 이미지가 중앙 광 채널에 설정된다. 다음 단계에서, 공지된 공식( $m = \frac{B}{G}$ )에 따라 테스트 대상의 이미지 크기(B)(이미지 내의 대상 치수: B = 측정된 대상 에지를 따라 픽셀들의 수 \* 픽셀 피치)를 측정함으로써 중앙 광 채널에서의 배율(m)이 결정된다 그 안의 양(G)은 대상의 크기, 즉 대상 평면에서의 테스트 대상의 알려진 확장이다. 상기 양(G)은 광학기의 구성(예를 들면, 광 채널의 시야 범위의 크기)으로부터 알려진 복수 조리개 대물렌즈의 파라미터들과 함께, 대상 거리(들)에 따라 미리 정의된다. 계산된 배율은 다음에 따라 중앙 광 채널의 제조 프로세스에 의해 실제로 생성되는 초점 거리(f)를 야기한다:

$$f = \frac{s}{\left(\frac{1}{m} - 1\right)}$$

[0113] 식의 이러한 형태에서, 카메라-피사체 거리(들)에는 음수 부호가 삽입되어야 한다.

[0114] 그러나 중앙 채널의 실제 초점 길이(f)는 또한 다른 방법들(예를 들면, 무엇보다도, 자동 시준 방법, 광학 스캐닝, 또는 비접촉 프로파일 측정들)에 의해 미리 결정될 수도 있고, 또는 이미 알려져 있을 수도 있다. 실제 초점 길이가 광학기의 구성에서 목표로 하는 초점 길이로부터 벗어나는 경우, 복수 조리개 대물렌즈의 포커싱 동안 대상 평면 내의 평균 시선들의 기하학적 분포의 스케일링이 발생한다. 따라서 이 경우, 능동 정렬의 전체 조건인 대상 구조들의 배치가 적용되어야 한다(도 7 참조). 광 채널들의 평균 시선들과 대상 평면과의 새로운 교점들은 광학기의 설계(예를 들면, 광선 추적(Raytracing) 시뮬레이션 소프트웨어)로부터 초점 길이를 실제 값으로 변경함으로써 결정될 수 있다.

[0115] 즉, 도 12는 미세 정렬 프로세스의 준비의 흐름의 요약 개요를 보여준다. 방법(1200)에 의해, 복수 조리개 광학기에 의해 기준 대상이 광 채널들 내의 채널당 하나의 이미지 영역으로 이미징되도록 기준 대상이 배열된다.

[0116] 도 13은 방법(1300)의 개략적인 흐름도를 보여주는데, 여기서는 6 자유도에 따른 포지셔닝 부정확성들이 유리한 방식으로 감소되거나 보상된다. 첫 번째 단계는 이미지 센서와 관련하여 복수 조리개 광학기의 개략적 정렬을 위한 방법(1200)을 수행하는 단계를 수반한다. 방법(1200)에 이어, x-y 평면에서 평행이동에 의한 센터링이 수행되도록 방법(800)이 수행된다. 방법(800)에 이어, 프로세스 스테이지(910)를 수행함으로써 롤 축을 따라 췌기 에러 보상이 수행된다. 프로세스 스테이지(910)에 이어, 피치 축과 관련한 췌기 에러를 보상하기 위한 프로세스 스테이지(950)가 수행된다. 프로세스 스테이지들(910, 950)은 또한 다른 시퀀스로 수행될 수도 있으며 공동으로 방법(900)을 구성할 수도 있다. 방법(900)에 이어, z 비틀림(또는 요 비틀림)을 보상하기 위한 방법(1000)이 수행된다. 방법(1000)에 이어, 거리 에러를 보정하기 위한 방법(1100)이 수행된다. 방법(1100)에 이어, 대물렌즈가 고정될 수 있다(1302). 즉, 복수 조리개 대물렌즈는 정렬된 위치에서, 예를 들어 하우징과 인쇄 회로 기판 사이의 접촉 결합된 접합부에 의해, 미세 정렬의 전체 프로세스에 따라 고정될 수 있다.

[0117] 대안으로, 방법(1300)은 개개의 부분적인 방법들의 수정된 시퀀스로 수행될 수도 있다. 대안으로 또는 추가로, 방법들(800, 900, 1000, 1100 및/또는 1200) 중 하나 이상만을 수행하는 것이 또한 가능하다.

[0118] 즉, 조립 프로세스의 시작시, 이전에 조립된 복수 조리개 대물렌즈는 가능하게는, 기밀 하우징 내에 통합되는 방식으로 존재하며, 이것과 별개로, 인쇄 회로 상에 이미 접촉되어 있으며 판독될 수 있는 이미지 센서가 존재한다(도 3의 예시적인 표현 참조). 능동 정렬 프로세스의 경우, 이미지 필드의 중심(= 픽셀 매트릭스의 기하학적 중심)과 대상 평면의 중심(= 테스트 패턴 평면) 사이의 연결선이 이미지 평면에 수직이 되고 이에 따라 이미지 센서의 법선에 해당하는 식으로 이미지 센서가 포지셔닝된다. 이것은 이미지 센서 또는 이미지 센서가 통합되는 인쇄 회로 기판을 적어도 상당히 양호한 근사치로 유지함으로써 유리하게 달성된다. 능동 정렬 프로세스를 수행할 때 조립 디바이스에 가해지는 다음 요건들이 존재할 수 있다. 조립 디바이스는 유리하게, 테스트 패

턴과 관련하여 정렬되는 방식으로, 판독 인터페이스를 포함하는 인쇄 회로 기판 상에 이미지 센서를 유지하기 위한 디바이스; 복수 조리개 대물렌즈(예를 들면, 그립퍼, 기계식, 공압식, 진공식 등)를 유지하기 위한 디바이스; 6 자유도(x, y, z 방향들의 평행이동뿐만 아니라 x축, y축 및 z축에 의한 비틀림)로 이미지 센서에 대한 대물렌즈의 상대적 위치를 변경하기 위한 디바이스 - 공유 피벗점이 3의 회전 자유도에 대해 복수 조리개 대물렌즈의 중심에 가깝게 설정되는 것이 가능함 -; 충분히 균일한 방식으로 조명되는 복수 조리개 대물렌즈로부터 적당한 거리(= 대상 거리)에 있는 패턴 투사의 테스트 패턴 또는 스크린; 이미지 센서(예를 들면, 평가 및 제어 소프트웨어를 포함하는 PC)에 대한 대물렌즈의 상대적 위치를 변경하기 위해 액추에이터들/모터들을 구동하기 위한 인터페이스를 포함하는 이미지 판독 및 이미지 평가 디바이스; 및 이미지 분할, 대상 인식, 및 복수 조리개 광학기에 의한 이미지 중심 상의 테스트 패턴의 이미징된 구조들의 위치 결정을 위한 알고리즘을 포함한다.

[0120] 도 14는 이미지 영역(22a)에 대한 예로서 전역 좌표계( $\Sigma$ )와 국소 좌표계들( $\Sigma'$ ) 간의 관계들을 예시하기 위한 개략도를 보여준다. 예를 들어, 도 3a 및 도 3b에 대해 설명된 바와 같이, 전역 좌표계( $\Sigma$ )는 롤 축, 피치 축 및 요 축의 교점을 포함하며, 공유 교점이 또한 복수 조리개 광학기와 관련하여 포지셔닝 디바이스에 의해 개시되는 6 자유도에서의 이동의 공유 피벗점이 되는 것이 가능하다. 복수 조리개 광학기의 광 채널(14e)은 이미지 영역(22e)에 대해 배열되고, 광 채널(14e)은 광 중심(37e)을 포함한다.

[0121] 이미지 영역들(22a-c)은 각각 x축, y축 및 z축을 포함하는 국소 좌표계( $\Sigma'$ )를 포함하는데, 이들 모두의 공유 교점은 이미지 영역(22a-c)의 기하학적 중심에 배열된다. 국소 좌표계들( $\Sigma'$ )은 예를 들어, x축, y축 및 z축이 서로에 대해 직각으로 중심에서 교차하는 데카르트 좌표계일 수 있다. 이미지 영역(22a)으로 투사되는 마커(38)의 위치는 국소 좌표들( $y'_{i,j}$  및/또는  $x'_{i,j}$ )에 의해 그리고 전역 좌표들( $y_{i,j}$  또는  $x_{i,j}$ )에 의해서도 모두 표시될 수 있다. 인덱스들(i, j)은 예를 들어, 롤 축 및/또는 피치 축을 따르는 이미지 영역들(22a-d)의 넘버링을 나타내는 인덱스들일 수 있다.

[0122] 즉, 도 14는 복수 조리개 카메라 모듈의 이미지 평면에서의 좌표들을 상면도로 설명하기 위한 스케치를 도시한다. 이미지 평면( $\Sigma$ )의 전역 좌표계는 이미지 필드의 기하학적 중심에서 그 원점을 갖는 한편, 국소 좌표계( $\Sigma'$ )는 각각의 광 채널의 이미지 필드의 기하학적 중심에서 그 원점을 갖는다. 도시된 것은 4개의 인접한 광 채널들의 이미지 원들(중앙 마킹들을 포함하는 점선 원들)이 각각의 채널과 연관된, 이미지 센서 상의 이미지 필드들(사각형들)과 비-최적 방식으로 정렬되는 경우이다. 상부 좌측 광 채널에 도시된 십자는 연관된 광 채널에 의해 생성되는 바와 같이 이미지 평면 내의 대응하게 미리 정해진 위치에 포지셔닝된 대상 구조의 이미지를 나타낸다.

[0123] 도 15는 광 채널들의 2차원 배열을 갖는 이미지 센서(16) 및 복수 조리개 광학기(12)를 포함하는 복수 조리개 대물렌즈에 의해 대상 평면(44)에서의 스캔에 대한 개략적인 표현을 보여준다. 점들( $P_{i,j}$ )은 예러가 없는 경우에 각각의 광 채널(i, j)의 각각의 평균 시선들의 교점을 대상 평면에 마킹한다.

[0124] 대상 평면은 예를 들어, i 방향으로 7개의 광 채널로 그리고 j 방향으로 5개의 광 채널로 스캐닝되도록 도시되는데, 이는  $i_{max} = 3$ ,  $-i_{max} = -3$ ,  $j_{max} = 2$ ,  $-j_{max} = -2$ 를 의미한다. 마커들(38)은 위치들( $P_{-3,2}$ ,  $P_{3,2}$ ,  $P_{-3,-2}$ ,  $P_{3,-2}$ )에 배열될 수 있다. 마커는(38) 또한 위치( $P_{0,0}$ )에 배열될 수도 있다. 대안으로, 마커들은 또한 대상 영역(44) 내의 그리고/또는 기준 대상 위의 상이한 위치에 배열될 수 있으며, 마커들 사이의 기술된 최대 거리가 유리하다.

[0125] 즉, 복수 조리개 대물렌즈의 2차원 배열은 x 차원에서 ( $2*i_{max} + 1$ )개의 채널을 그리고 y 차원에서 ( $2*j_{max} + 1$ )개의 채널들을 갖는 광 채널들의 어레이로 구성된다. 도 15 및 후속하는 도 16에서 알 수 있듯이, 복수 조리개 대물렌즈의 각각의 광 채널은 (WO 2011/045324 A2로부터 또한 공지된 바와 같이) 대상 공간에서 상이한 시야각을 나타내고, 그리고/또는 다양한 광 채널들은 대상 평면의 서로 다른 영역들을 이미징한다. 이는 각각의 광 채널(= 각각의 광학 축)의 평균 시선들의 축들과 대상 평면의 교점들이 (설계로부터 공지된) 사전 정의된 분포를 산출함을 의미한다(후속하는 도 16). 예를 들어, 왜곡이 없는 이미징이 요구되는 경우에는 등거리들을 갖는 그리드가 사용된다.

[0126] 특정 대상 구조들(예를 들어, 십자형들, 원들, 사각형들 등)은 테스트 패턴 평면에서 대상 평면과의 상기 교점들의 여러 개(예를 들어, 3개 또는 5개)의 선택된 위치들에(예를 들어, 점들( $P_{0,0}$ ,  $P_{-i_{max},j_{max}}$ ,  $P_{i_{max},-j_{max}}$ ,  $P_{i_{max},j_{max}}$ )) 배치된다. 대상 구조들의 중심들의 선택은 여기서, 대상 평면의 중심(예를 들면,  $P_{0,0}$ ), 롤 축과 관련하여 적어도 한 쌍의 유리하게 거울 대칭으로 포지셔닝된 점들 또는 영역들(예를 들면,  $P_{-i_{max},-j_{max}}$ 와  $P_{i_{max},j_{max}}$ )에 배치된다.

$i_{max, j_{max}}$  또는  $P_{i_{max, j_{max}}}$ 와  $P_{i_{max, -j_{max}}}$ ) 및/또는 피치 축과 관련하여 적어도 한 쌍의 유리하게 거울 대칭으로 포지셔닝 된 점들 또는 영역들(예를 들면,  $P_{i_{max, j_{max}}}$ 와  $P_{-i_{max, j_{max}}}$  또는  $P_{i_{max, -j_{max}}}$ 와  $P_{-i_{max, -j_{max}}}$ )을 포함한다.

- [0127] 이후에 설명되는 능동 정렬의 개개의 단계들의 정확도 레벨은 대상 평면에서 2개의 선택된 점들의 각각의 거리에 정비례하여 증가될 수 있다.
- [0128] 이와 관련하여, 정렬에서 가능한 가장 높은 레벨의 정확도는 연관된 점들의 가능한 한 큰 거리에 의해 달성된다. 위치들( $P_{i, j}$ ) 사이의 각도 편차는 각도( $\theta_{i, j}$ )로, 예를 들어 위치들( $P_{0,0}$ ,  $P_{0,1}$ ) 사이의 편차에 대한 각도( $\theta_{0,1}$ )로 표시될 수 있다. 대안으로, 예를 들어, 각도( $\theta_{0,-2}$ )는 위치들( $P_{0,0}$ ,  $P_{0,-2}$ ) 사이의 각각의 광 채널들의 시야각의 편차 및/또는 차이를 포함한다.
- [0129] 도 16은 도 15의 관계들을 예시하기 위해 복수 조리개 광학기(12) 및 이미지 센서(16)를 포함하는 개략적인 측단면도를 보여준다.  $y = -2, \dots, 2$ 인 각도( $\theta_{i,y}$ )는 캡처된 대상 공간과 평행하게 배열된 평면에 대해, 평면(46)에 수직인 법선에 대한 각을 포함한다.
- [0130] 각도들( $\alpha_{i,j}$ )은 이미지 영역들(22a-e)에서 이미지 센서(16)의 각각의 표면 법선 사이의 각도들을 기술한다.
- [0131] 즉, 도 16은 복수 조리개 이미징 시스템의 단순화된 단면도를 도시한다. 이 실시예에서, 복수 조리개 대물렌즈(전방 및 후방에 마이크로렌즈들을 갖는 스택 형성)는 - 이미지의 측면에서, 광학 크로스토크(블랙 칩)를 방지하기 위한 플레이트에 연결되도록 - 접촉된 디지털 이미지 센서(갈색)가 위치한 인쇄 회로 기판(아래 녹색) 상에 능동 정렬 프로세스에서 고정된 하우징(회색, 측면)에 집적된다. 대상 공간에서의 각각의 광 채널( $i, j$ )의 평균 시선들은 각도( $\theta_{i,j}$ )에 의해 지정된다. 각각의 광 채널의 평균 시선들( $\theta_{i,j}$ )은 광학기의 구성에 의해 특정되며, 각각의 연관된 렌즈 시스템의 광학 특성들(초점 길이, 재료들의 굴절률 등), 각각의 마이크로 이미지의 중심에서의 입사각( $\alpha_{i,j}$ )에 기인한다.
- [0132] 능동 정렬의 프로세스 흐름의 상기 설명은 중앙 광 채널( $P_{0,0}$ )뿐만 아니라 어레이의 4개의 코너들에서의 광 채널들( $P_{-3,d}$ ,  $P_{-3,-2}$ ,  $P_{3,-2}$ ,  $P_{3,2}$ )의 평균 시선의 교점의 대상 구조들인 십자형 및
- [0133] 7x5 광 채널들을 포함하는 복수 조리개 대물렌즈의 예에 대해 도 15에 의해 보편성의 손실 없이 표현된다, 도 17a 및 도 17b는 이미지 센서와 관련하여 복수 조리개 대물렌즈의 연속적인 능동 정렬 이후의 타깃 위치를 보여준다.
- [0134] 도 17a는 이미지 센서(16)와 관련하여 정렬되는, 즉 조정되는 복수 조리개 광학기(12)의 개략적인 측단면도를 보여준다. 도 17b는 도 17a의 이러한 상황의 개략적인 상면도를 보여준다. 마커들(38a-e)은 6 자유도와 관련하여 각각의 이미지 영역들(22a-e)에 대해 정렬된다. 마커들(38a-d)이 이미지 영역들(22a-e) 상에 투사되는 위치들의 편차는 각각의 국소 좌표 중심들에 대해 최소화이다. 즉, 도 17a 및 도 17b는 성공적인 능동 정렬 이후의 타깃 위치를 보여준다. 마이크로 이미지들(점선 원들)의 래스터는 이미지 센서의 픽셀 필드들의 래스터와 일치한다. (정사각형들) 즉, 각각의 광 채널에서, 연관된 이미지 원의 중심은 대응하는 마이크로 이미지 필드의 기하학적 중심에 직접 위치한다. 선택된 대상 구조들의 이미지들은 대응하는 마이크로 이미지 필드들의 기하학적 중심들에서 대칭으로 위치한다. 왼쪽: 측면 뷰; 오른쪽: 상단 뷰.
- [0135] 앞서 설명한 실시예들은 이미징 광학기를 정렬하기 위해 설정된 방법들 및 기계들, 특히 작은 설계의 디바이스들을 위한 복수 조리개 광학기의 적용과 비교하여 증가된 레벨의 정확도를 가능하게 한다. 실시예들은 제조 프로세스에서 빠른 사이클 시간들을 달성하기 위해 미세 정렬의 각각의 공정을 자동화할 가능성을 가능하게 한다. 추가로, 빠른 정렬이 고품질로 달성될 수 있기 때문에, 장착된 카메라 모듈들에 대한 증가된 수율 및 그에 따른 낮은 테스트 및 거부 비용이 얻어질 수 있다.
- [0136] 이것은 능동 정렬을 위한 실시예들이 세그먼트화된 시야 범위들을 갖는 복수 조리개 대물렌즈들의 아키텍처를 위해 구체적으로 구성될 수 있고 따라서 상기 이점들을 가능하게 할 수 있다는 것을 의미한다. 복수 조리개 이미징 시스템들은 이들의 울트라-플랫(ultra-flat) 설계 및 잠재적으로 저가의 생산 및 조립 기술로 인해, 가전 제품들(예를 들면, 랩톱들, 게임 콘솔들 또는 장난감들)에 사용하기 위해, 그리고 구체적으로는 예를 들어, 모바일 전화들, 태블릿들, 개인용 디지털 보조기기(PDA = personal digital assistant) 등과 같은 휴대용 디바이스들에 사용되기 위해 찾아온다. 애플리케이션의 추가 분야들은 예를 들어, 카메라형 센서들에서의 센서 기술, 예를 들어 생산 기술에서의 이미징 센서들이다. 더욱이, 자동차 기술에서의, 예를 들면 자동차들의 내부들

에 있는 광학 안전 센서들에서의, 예를 들어 역전 카메라들 또는 차선 검출용과 같은 운전 보조 시스템들에서의 이용이 실현 가능하다. 실시예들은 보안 및 감시 분야들에, 예를 들어 건물들, 박물관들 또는 대상들에서 그리고/또는 그 내부에서 넓은 시야 범위들을 갖는 눈에 띄지 않는 주변 카메라들에 또한 이용될 수 있다. 추가로, 실시예들은 예를 들어, 내비게이션용, 그리퍼들 및/또는 컴포넌트 픽업 디바이스들을 광학적으로 제어하기 위한 광학 센서들과 같은 로봇들의 분야에서 이용될 수도 있다. 앞서 설명한 실시예들의 추가 적용 분야는 의료 기술의 분야에서, 예를 들어 내시경 검사와 같은 이미징 진단 프로세스들의 이용에서 발견될 수 있다. 그러나 앞서 설명한 실시예들의 적용은 상기 적용 분야들에 한정되는 것은 아니다.

[0137] 앞서 설명한 실시예들이 적은 수, 예를 들어 5x7의 광 채널들을 포함하는 복수 조리개 광학기 및/또는 이미지 센서들을 기술한다 하더라도, 상기 실시예들은 또한 예를 들면, 5개 이상, 50개 이상, 또는 500개 이상의 광 채널들을 포함하는 다른 복수 조리개 광학기 및/또는 이미지 센서들에 또한 적용될 수도 있다.

[0138] 앞서 설명한 실시예들은 계산 디바이스가 패턴들이 이미지 영역들로 이미징되는 위치들의 비교를 수행하는 이미지 영역의 국소 또는 전역 중심과 관련하여도 설명되었지만, 시프트 또는 비틀림이 결정되는 것과 관련한 기준 점은 또한 임의의 다른 점과 관련하여 달성될 수도 있다.

[0139] 앞서 설명한 실시예들과 관련하여 이미지 영역들(22a-e)의 2차원 배열이 설명되었지만, 이미지 영역들(22a-e)이 1차원 선 구조를 따라 배열되는 것이 또한 실현 가능하다. 이는 두 개의 인덱스들(i 또는 j) 중 하나가 1차원으로 간주되고 그 위치 결정이 3개의 기준 영역들 또는 이미지 영역들에 기초하여 달성될 수 있음을 의미한다.

[0140] 일부 양상들은 디바이스와 관련하여 설명되었지만, 상기 양상들은 또한 대응하는 방법의 설명을 나타내므로, 디바이스의 구조적 컴포넌트 또는 블록은 또한 대응하는 방법 단계로서 또는 방법 단계의 특징으로서 이해될 것이라고 이해된다. 이와 비슷하게, 방법 단계의 맥락 내에서 또는 방법 단계로서 설명된 양상들은 또한 대응하는 디바이스의 대응하는 블록 또는 세부사항 또는 특징의 설명을 나타낸다.

[0141] 일반적으로, 본 발명의 실시예들은 프로그램 코드를 갖는 컴퓨터 프로그램 제품으로서 구현될 수 있는데, 프로그램 코드는 컴퓨터 프로그램 제품이 컴퓨터 상에서 실행될 때 방법들 중 임의의 방법을 수행하기에 효과적이다. 프로그램 코드는 또한 예를 들어, 기계 판독 가능 반송과 상에 저장될 수도 있다.

[0142] 다른 실시예들은 본 명세서에서 설명한 방법들 중 임의의 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 포함하는데, 상기 컴퓨터 프로그램은 기계 판독 가능 반송과 상에 저장된다.

[0143] 즉, 본 발명의 방법의 한 실시예는 이에 따라, 컴퓨터 상에서 컴퓨터 프로그램이 실행될 때 본 명세서에서 설명한 방법들 중 임의의 방법을 수행하기 위한 프로그램 코드를 갖는 컴퓨터 프로그램이다. 따라서 본 발명의 방법들의 추가 실시예는 본 명세서에서 설명한 방법들 중 임의의 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 기록된 데이터 반송과(또는 디지털 저장 매체 또는 컴퓨터 판독 가능 매체)이다.

[0144] 추가 실시예는 처리 수단, 예를 들어 본 명세서에서 설명한 방법들 중 임의의 방법을 수행하도록 구성 또는 적응된 컴퓨터 또는 프로그래밍 가능 로직 디바이스를 포함한다.

[0145] 추가 실시예는 본 명세서에서 설명한 방법들 중 임의의 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 설치되는 컴퓨터를 포함한다.

[0146] 일부 실시예들에서, 프로그래밍 가능 로직 디바이스(예를 들어, 필드 프로그래밍 가능 게이트 어레이, FPGA)는 본 명세서에서 설명한 방법들의 기능들 중 일부 또는 전부를 수행하는데 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 필드 프로그래밍 가능 게이트 어레이는 본 명세서에서 설명한 방법들 중 임의의 방법을 수행하기 위해 마이크로 프로세서와 협력할 수 있다. 일반적으로, 방법들은 일부 실시예들에서 임의의 하드웨어 디바이스에 의해 수행된다. 상기 하드웨어 디바이스는 컴퓨터 프로세서(CPU)와 같은 임의의 범용적으로 적용 가능한 하드웨어일 수도 있고, 또는 방법에 특정한 하드웨어, 예컨대 ASIC일 수도 있다.

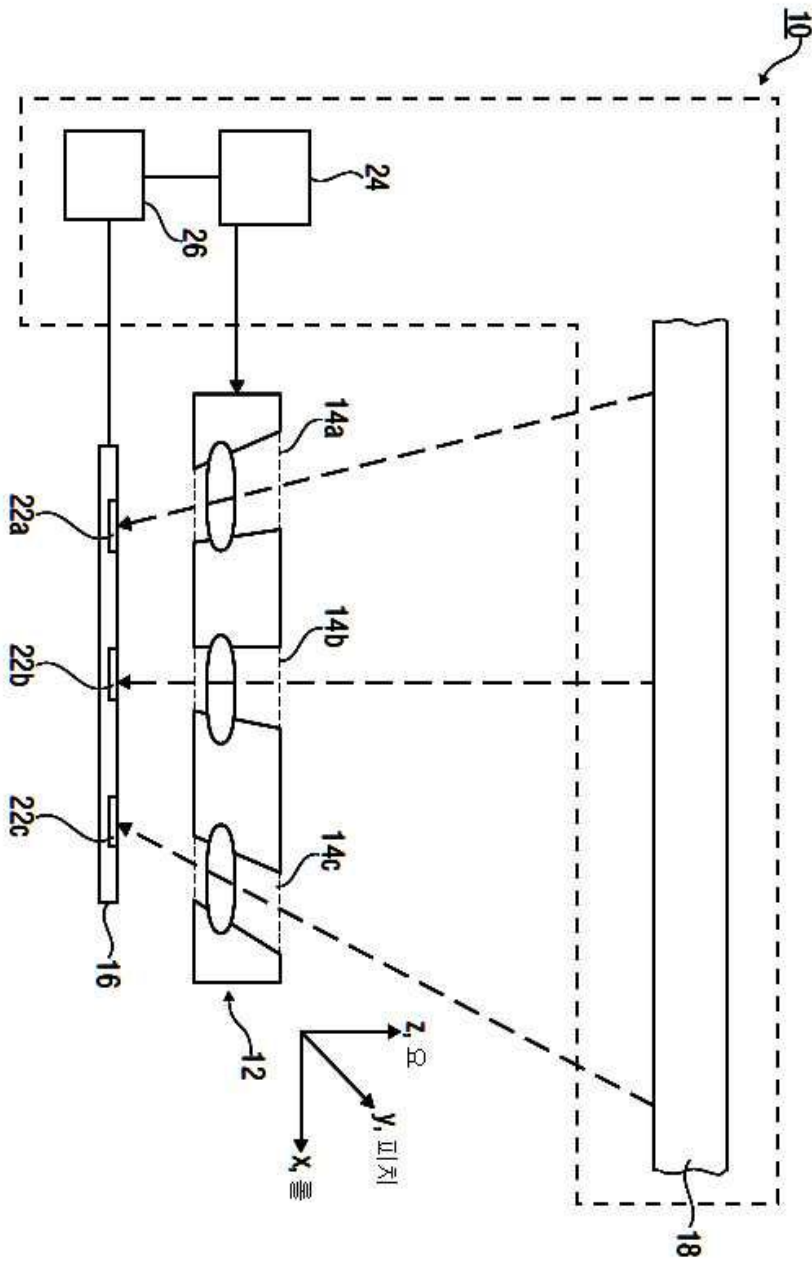
[0147] 앞서 설명한 실시예들은 단지 본 발명의 원리들에 대한 예시를 나타낼 뿐이다. 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 다른 자들은 본 명세서에서 설명한 어레이먼트들 및 세부사항들의 수정들 및 변형들을 인식할 것이라고 이해된다. 이는 본 발명이 실시예들의 설명 및 논의에 의해 본 명세서에서 제시된 특정 세부사항들로가 아닌, 단지 다음의 청구범위로만 한정되는 것으로 의도되기 때문이다.

[0148] 문헌

[0149] [1] [www.aeiboston.com/platform\\_cmat.htm](http://www.aeiboston.com/platform_cmat.htm), 2014년 5월

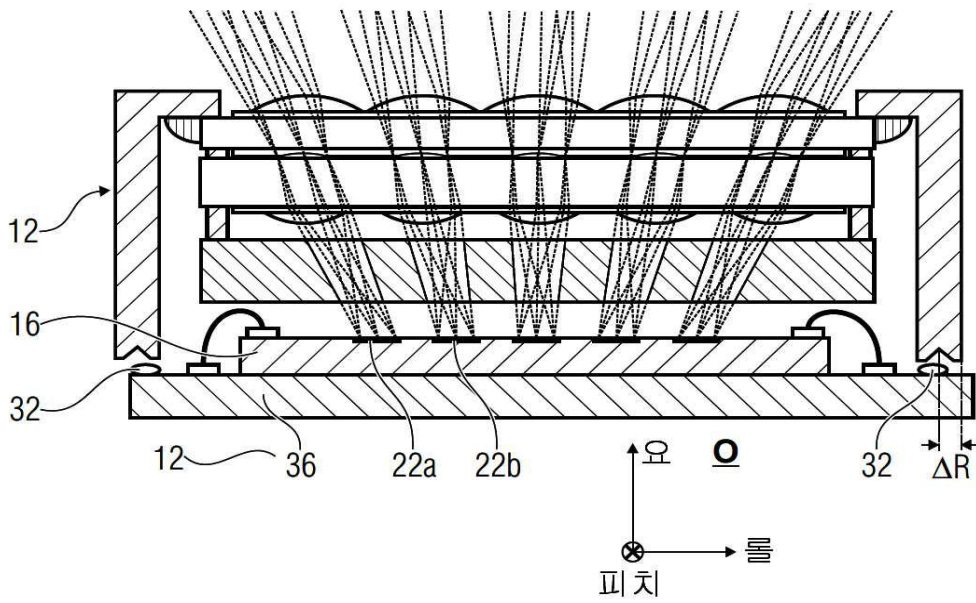
도면

도면1

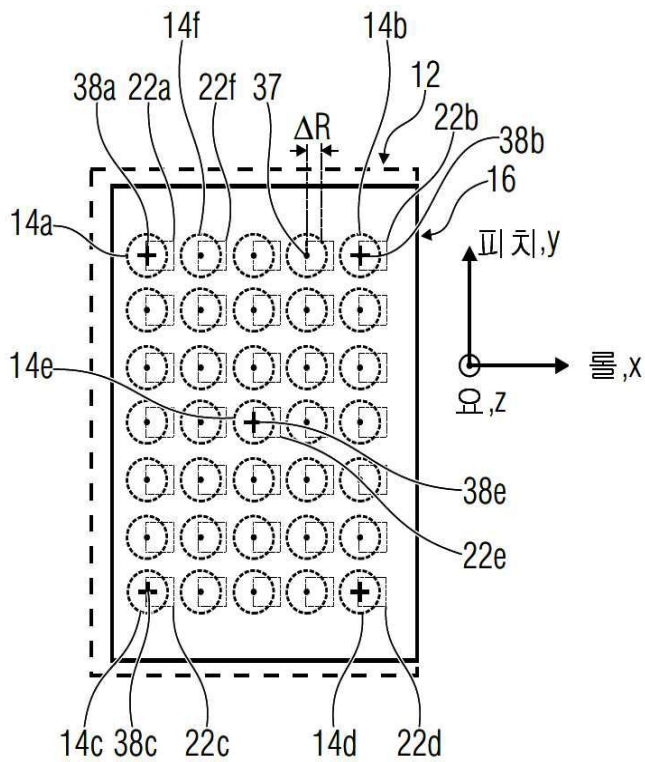




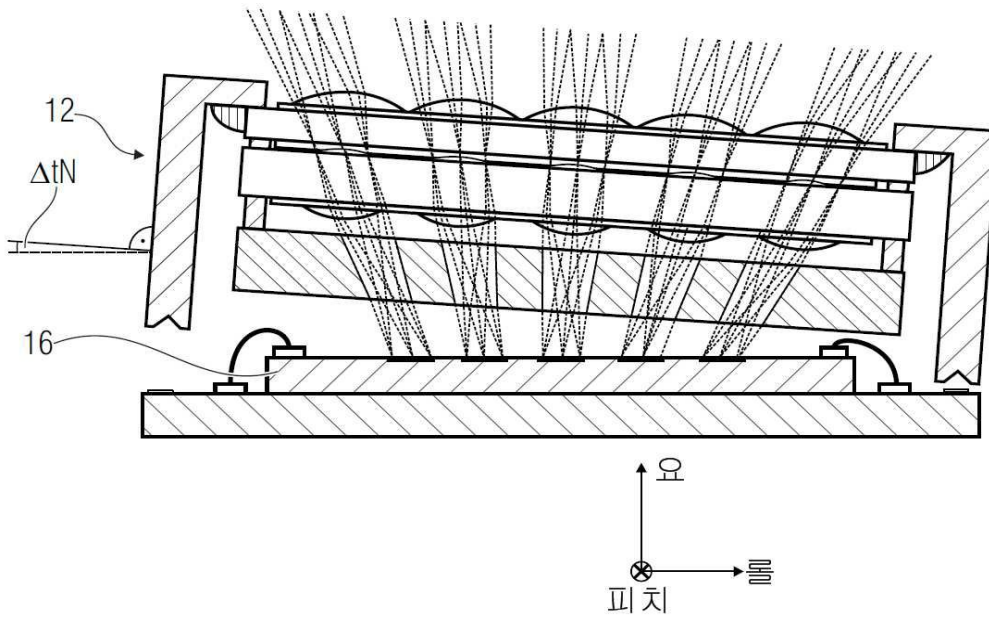
도면3a



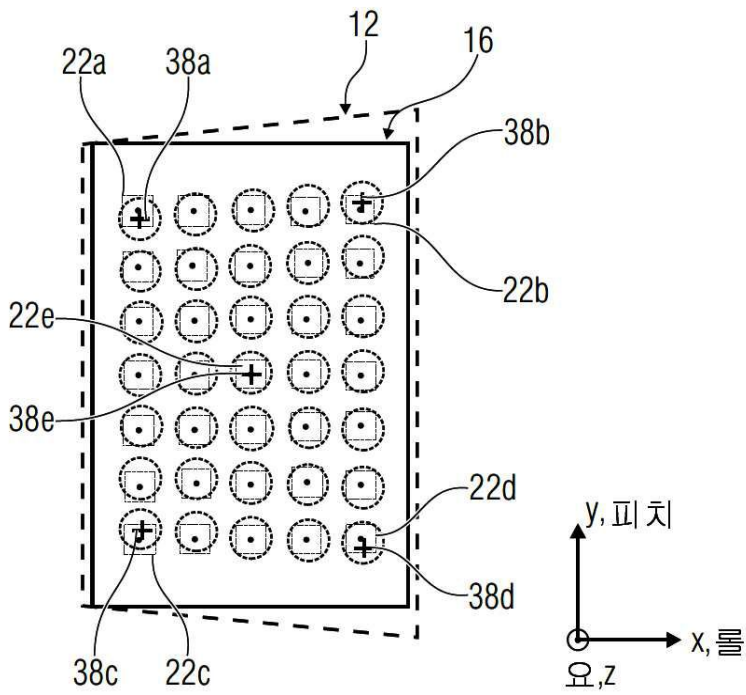
도면3b



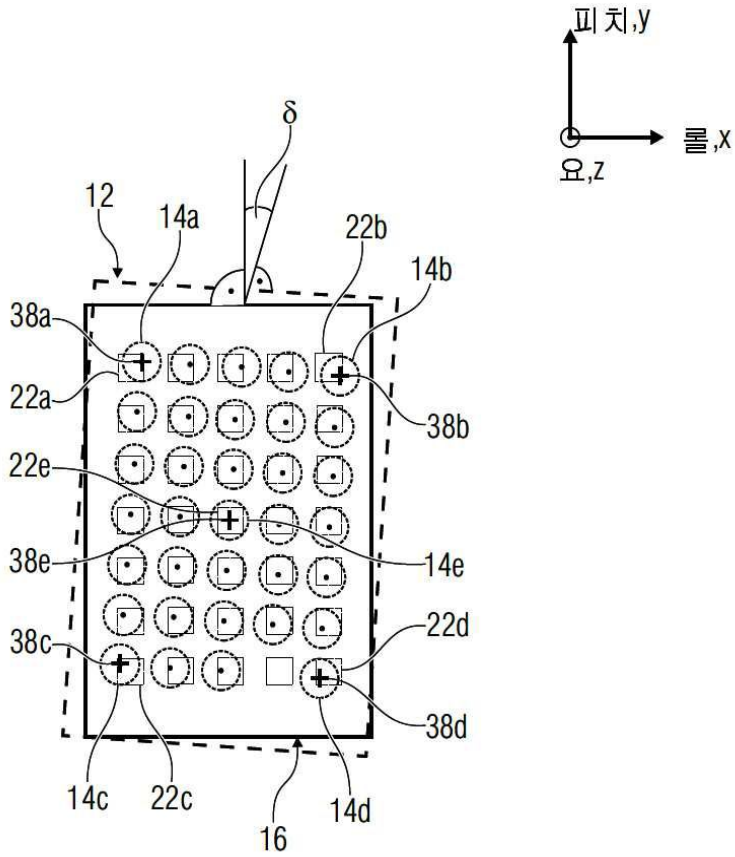
도면4a



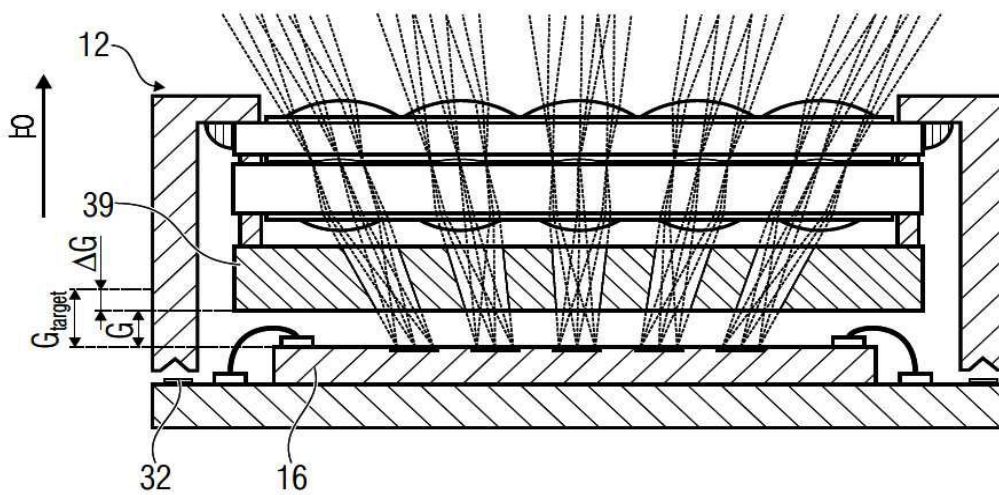
도면4b



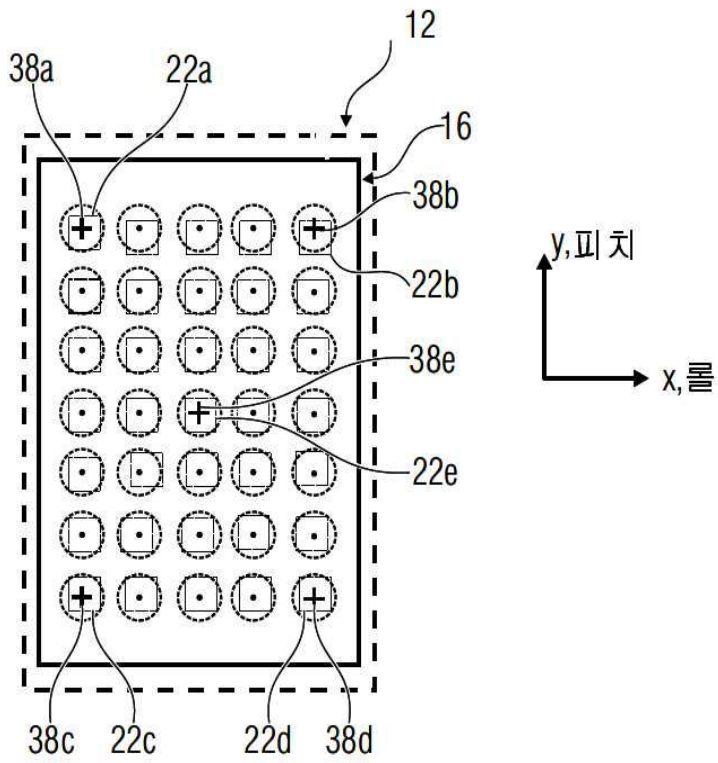
도면5



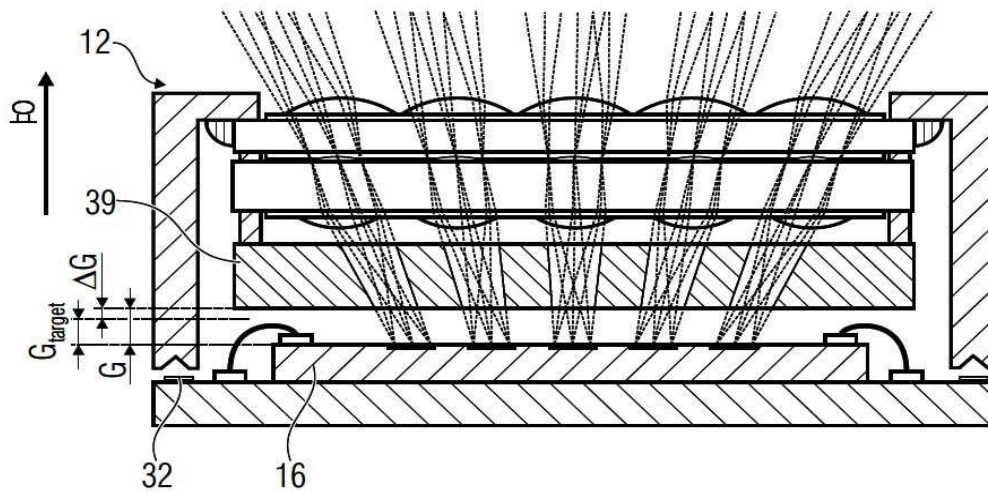
도면6a



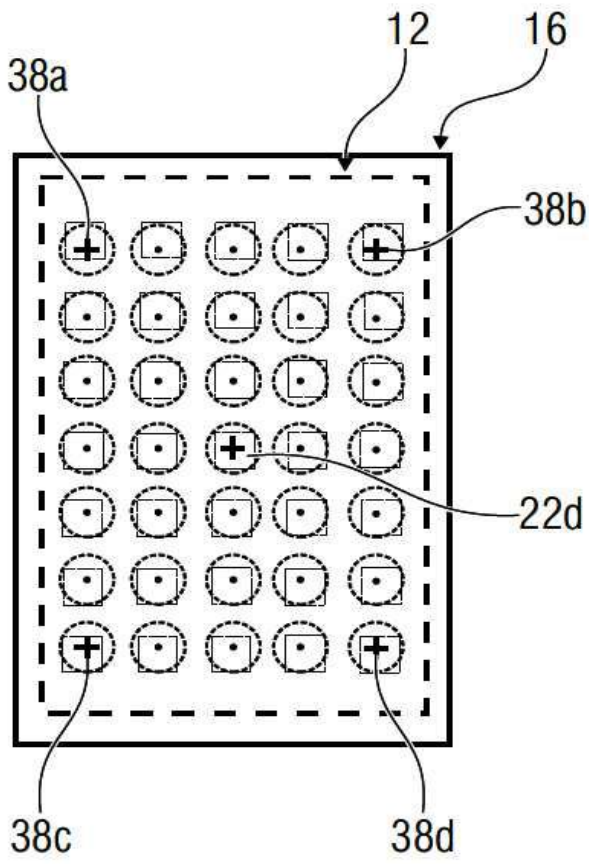
도면6b



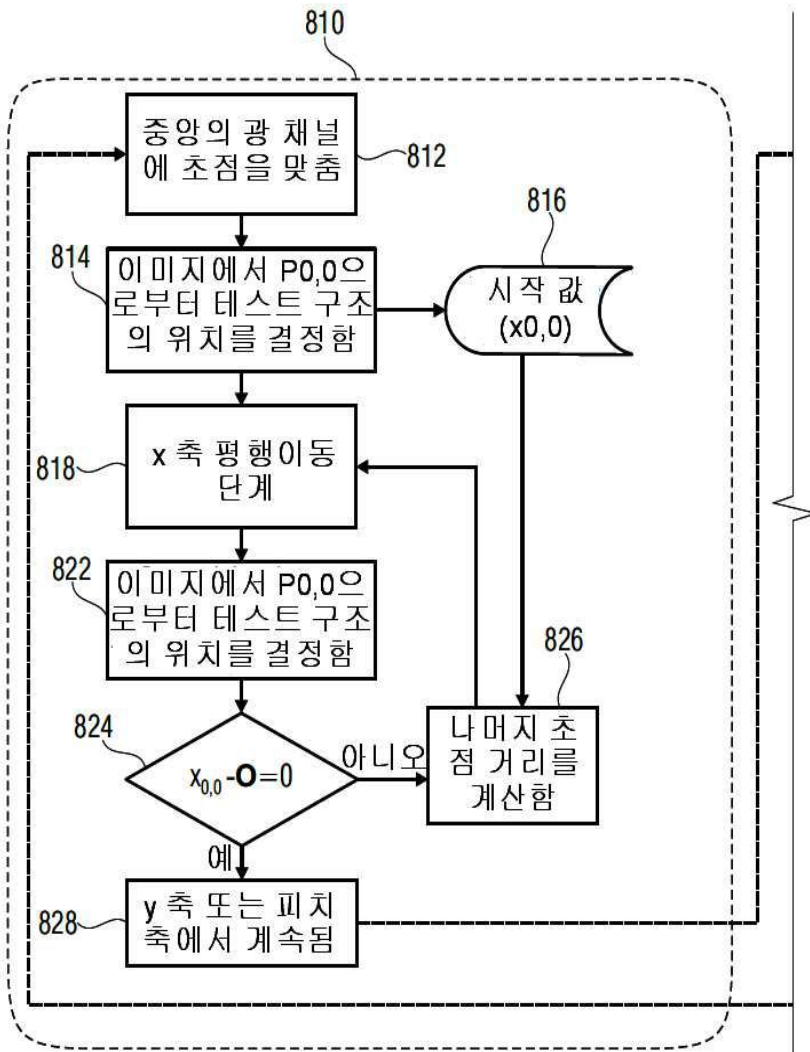
도면7a



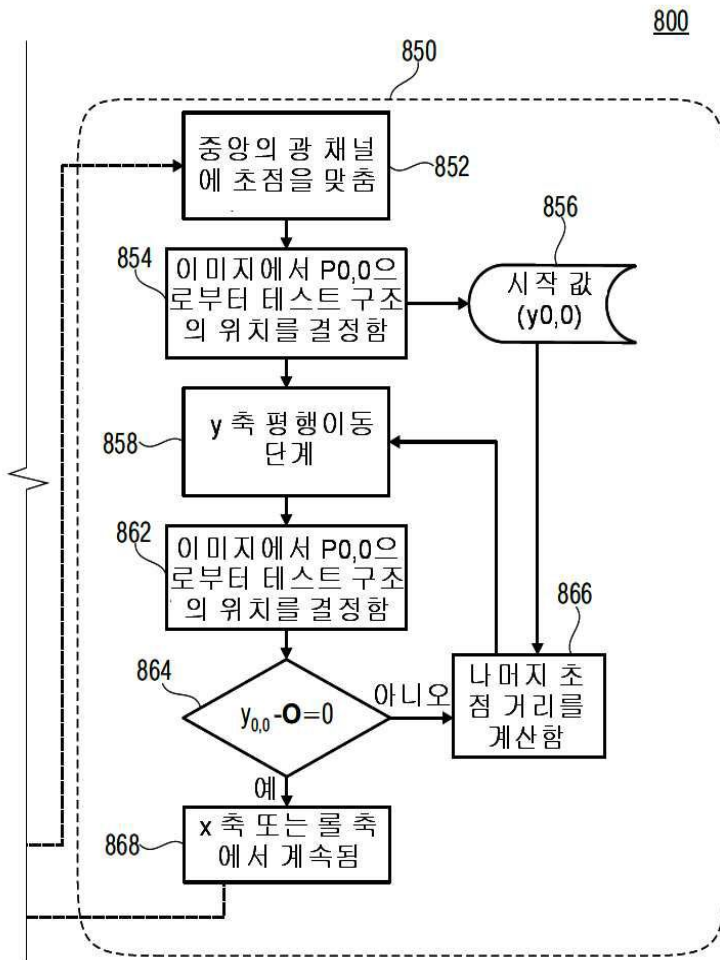
도면7b



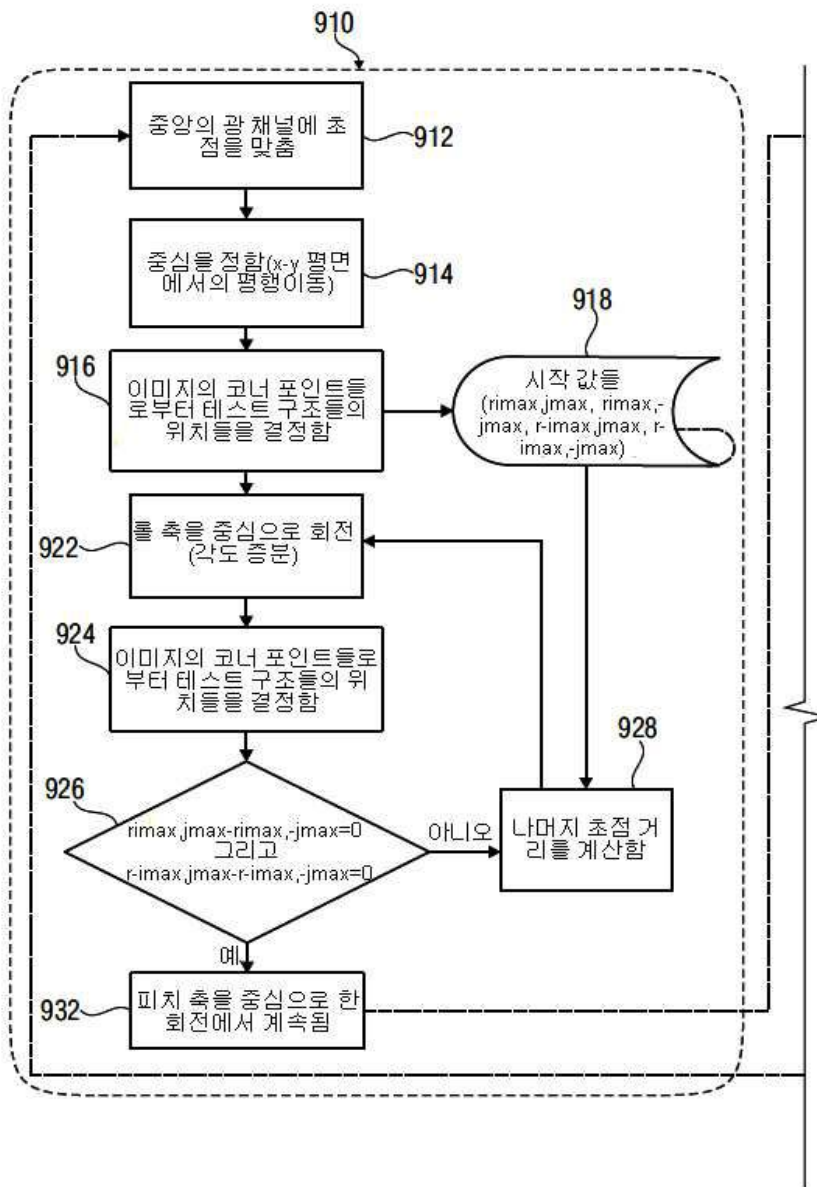
도면8a



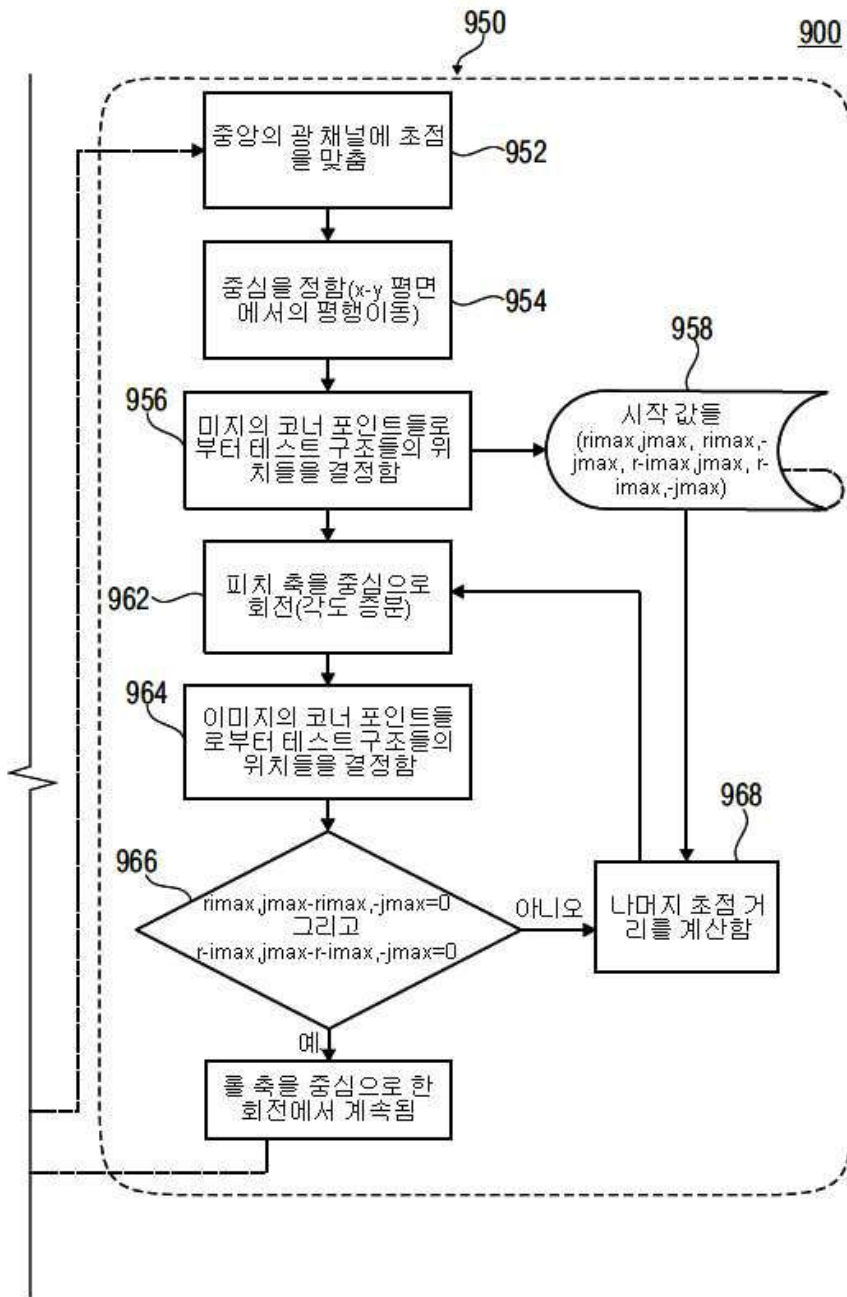
도면8b



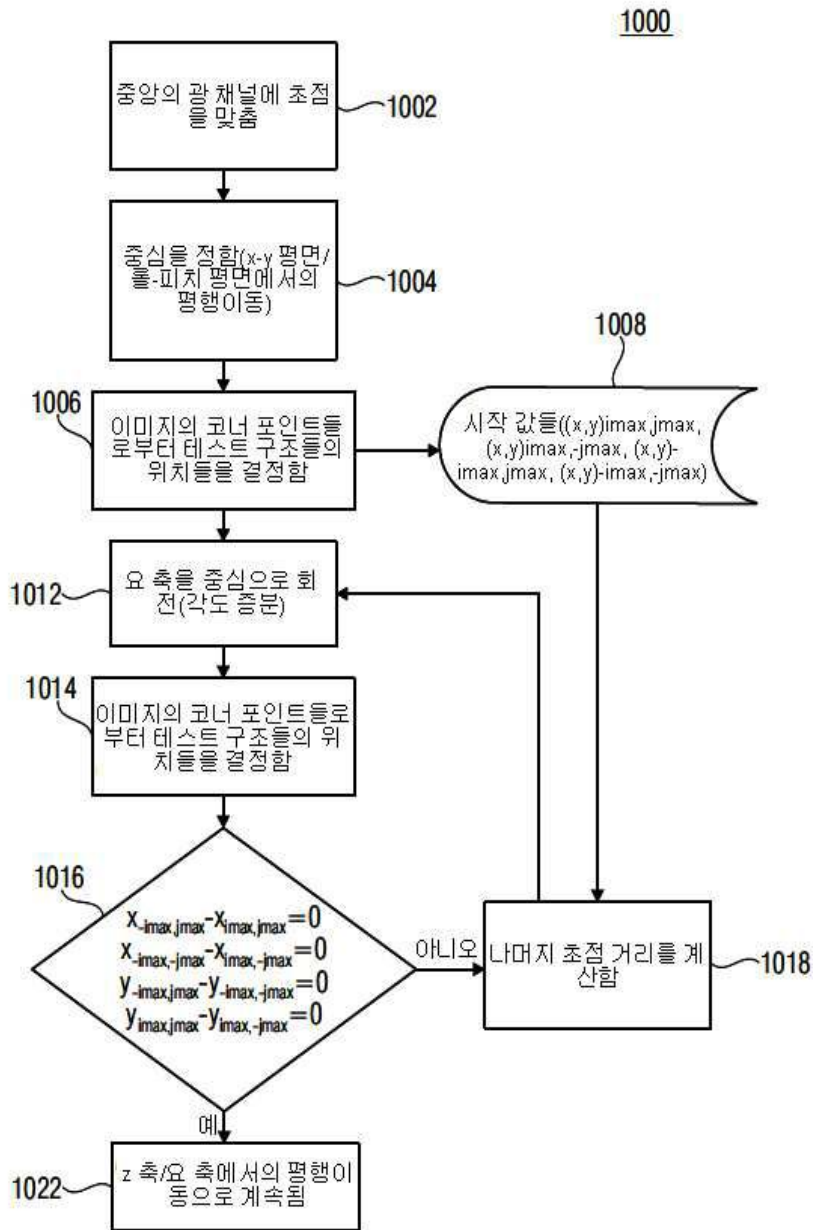
도면9a



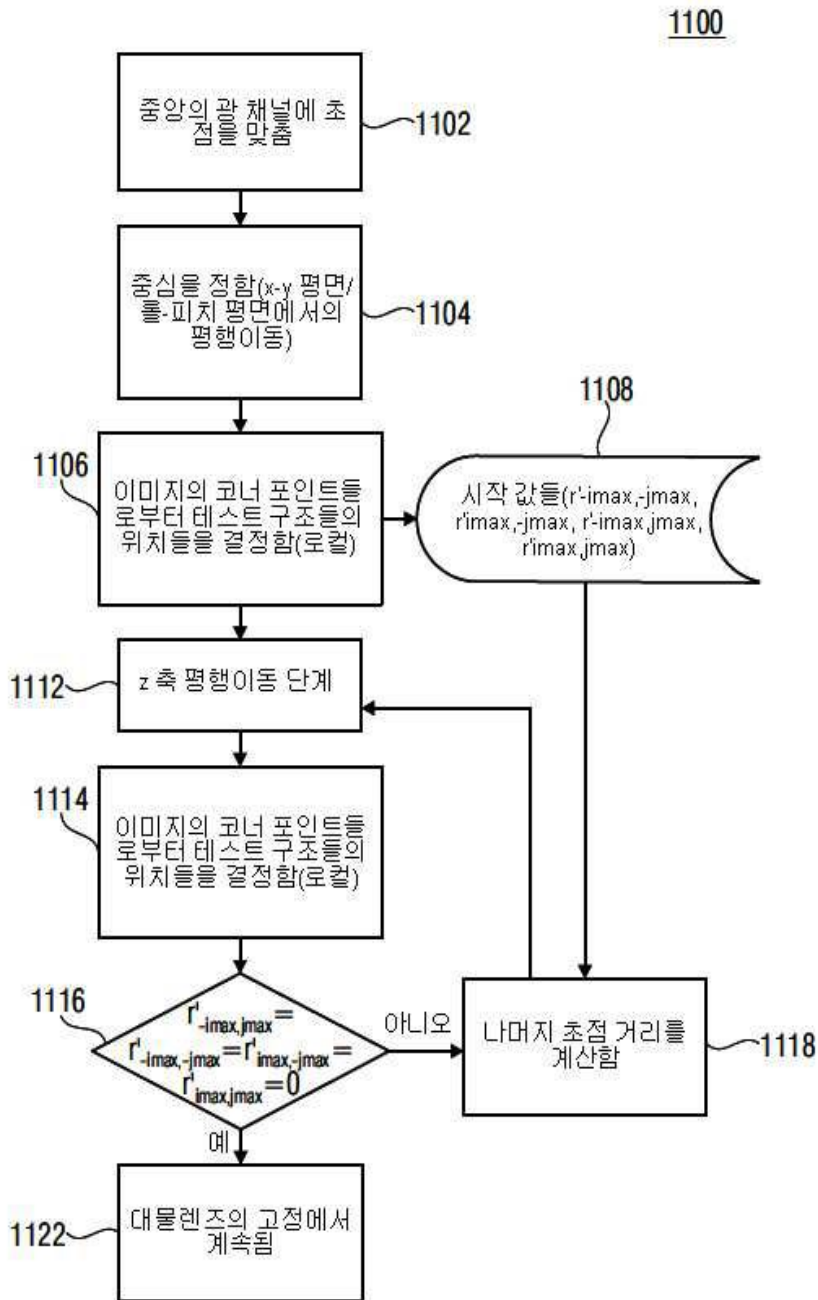
도면9b



도면10

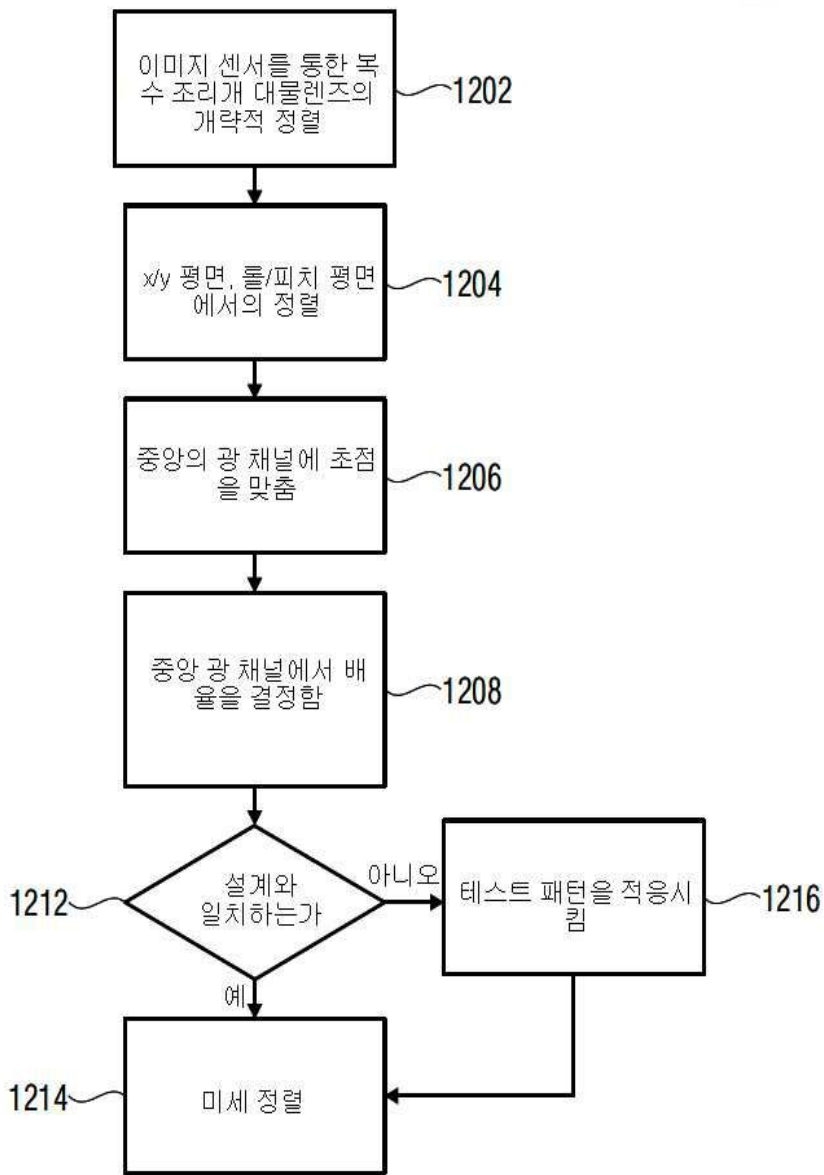


도면11



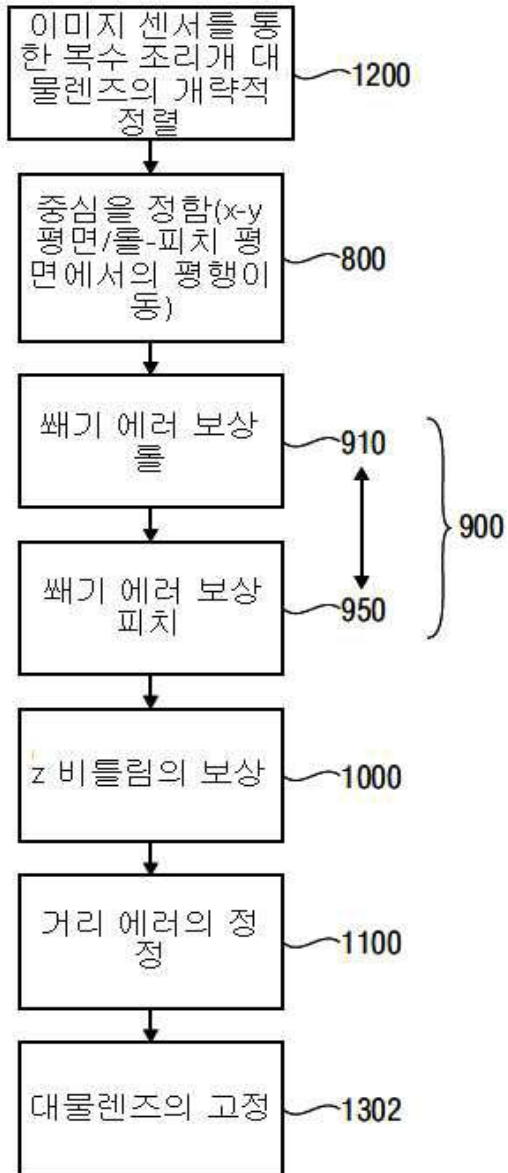
도면12

1200

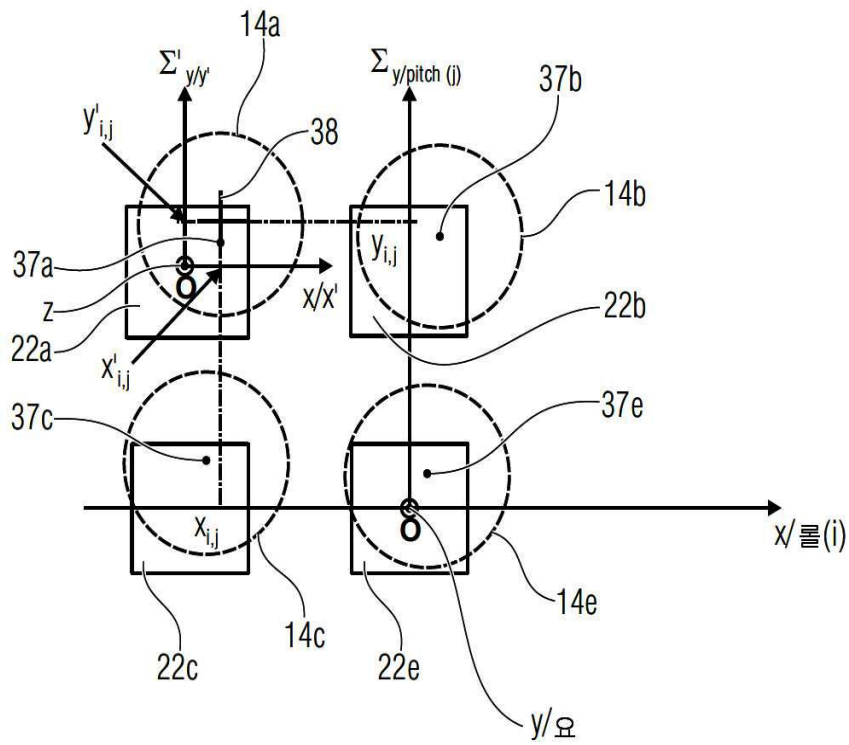


도면13

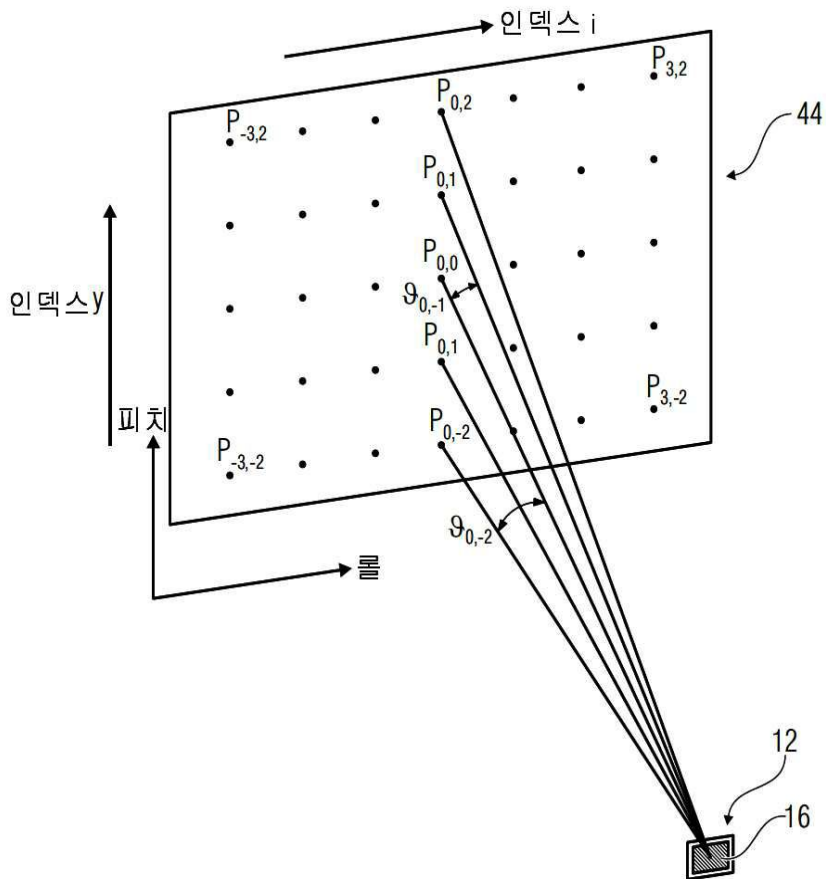
1300



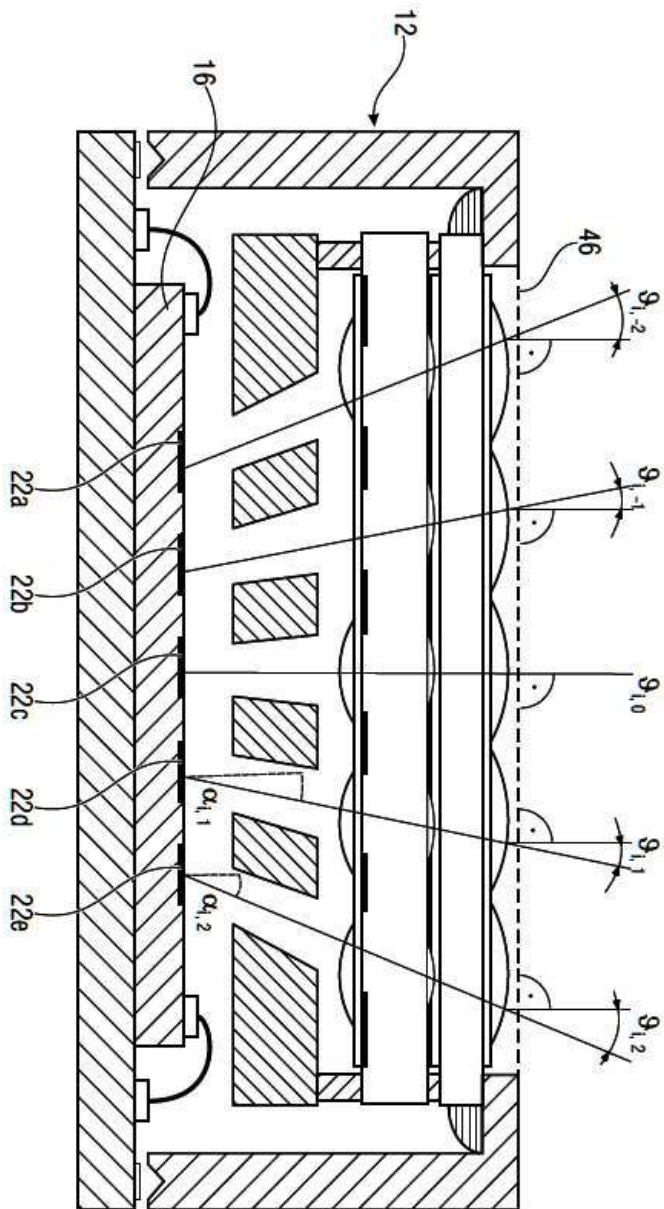
도면14



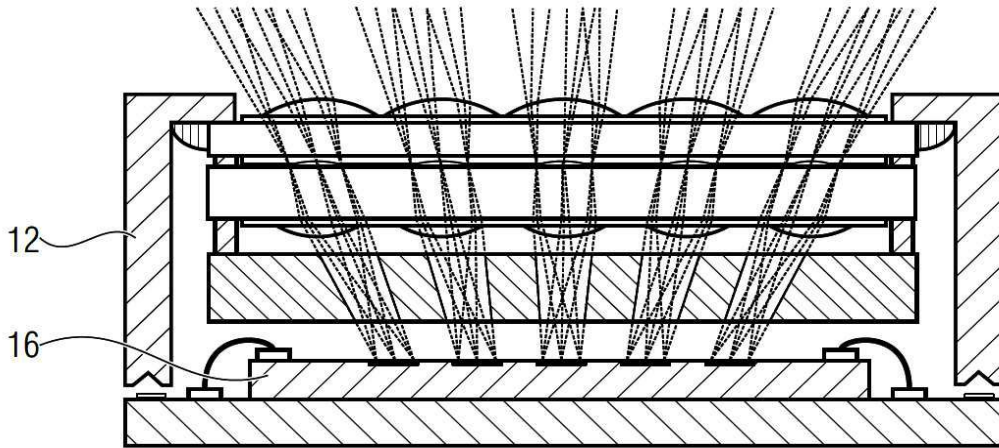
도면15



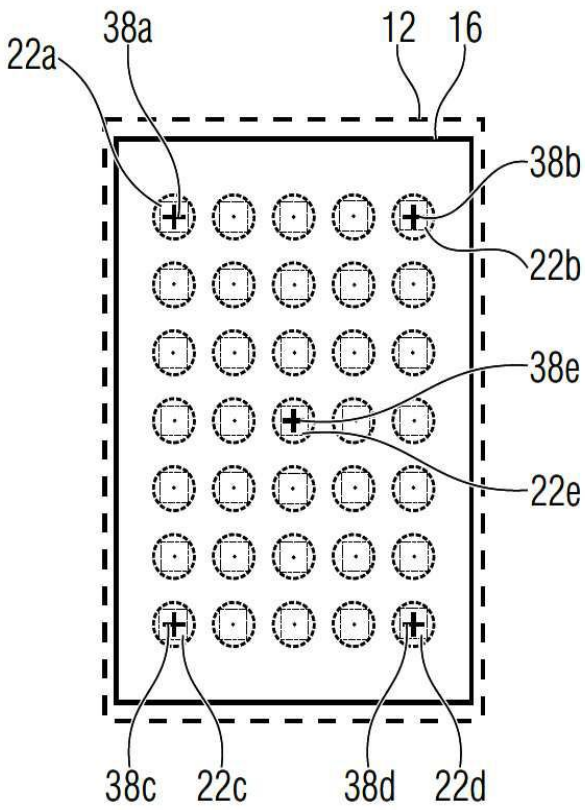
도면16



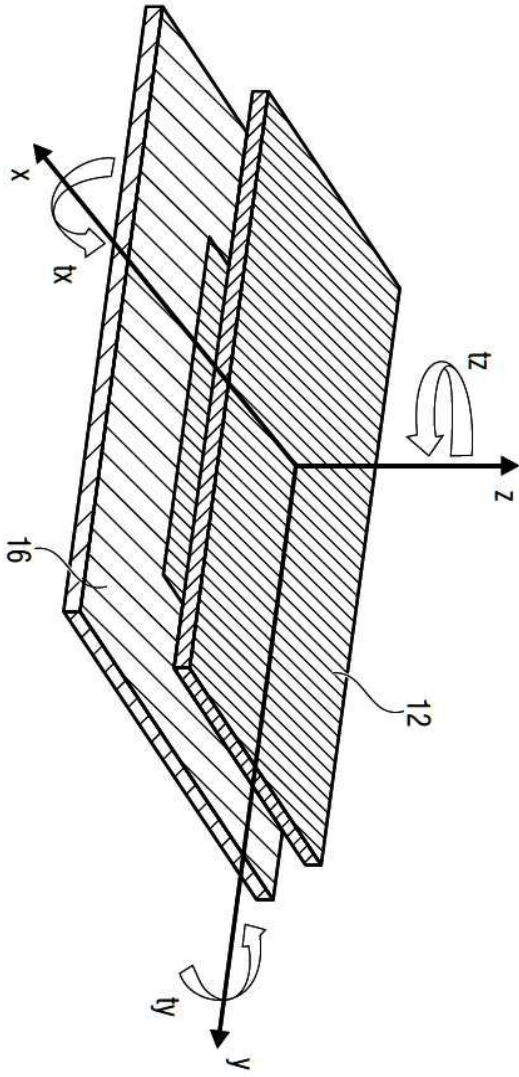
도면17a



도면17b



도면18



도면19

