



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0004872  
(43) 공개일자 2021년01월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/52 (2006.01) H01L 21/67 (2006.01)  
H01L 21/68 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 21/52 (2013.01)  
H01L 21/67144 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2020-0081938  
(22) 출원일자 2020년07월03일  
심사청구일자 2020년07월15일  
(30) 우선권주장  
16/503,678 2019년07월05일 미국(US)

(71) 출원인  
에이에스엠 테크놀로지 싱가포르 피티이 엘티디  
싱가포르 싱가포르 768924 이순 애비뉴 7 2  
(72) 발명자  
뎡 지앙웬  
홍콩 특별행정구 중국 엔.티. 칭 이 채웅 파이 로  
드 8 게이트웨이 티에스 19층  
윤 충 성  
홍콩 특별행정구 중국 엔.티. 칭 이 채웅 파이 로  
드 8 게이트웨이 티에스 19층  
제 위 풍  
홍콩 특별행정구 중국 엔.티. 칭 이 채웅 파이 로  
드 8 게이트웨이 티에스 19층  
(74) 대리인  
장훈

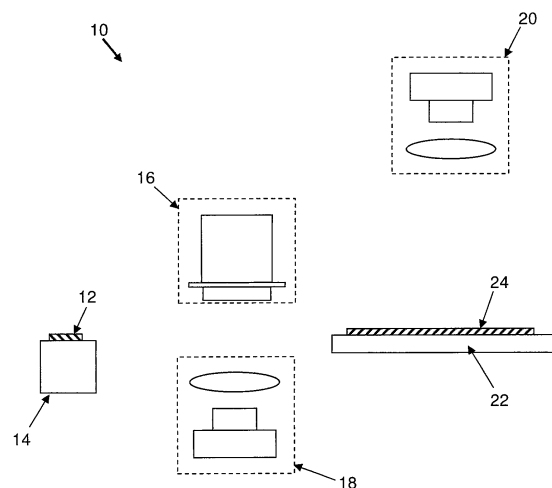
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 고정밀 본드 헤드 위치 결정 방법 및 장치

(57) 요약

다이가 본드 헤드에 의해 픽업된 후에, 제 1 광학 시스템이 상기 본드 헤드에 대한 상기 다이의 위치 및 배향을 관측 및 결정한다. 이와 별도로, 제 2 광학 시스템은, 제 2 광학 시스템이 상기 제 2 광학 시스템으로부터 제 1 거리에 구성되는 초점면을 가질 때, 상기 접착 위치의 위치와 배향을 관측 및 결정한다. 상기 본드 헤드가 상기 제 2 광학 시스템에 인접하게 이동한 후에, 상기 제 2 광학 시스템은, 상기 제 2 광학 시스템이 상기 제 2 광학 시스템으로부터의 제 2 거리에 구성되는 초점면을 가질 때, 상기 본드 헤드의 위치 및 배향을 관측 및 결정한다. 다음에, 상기 다이의 위치 및 배향은, 상기 다이를 상기 접착 위치 상에 적층하기 전에, 상기 다이와 상기 접착 위치 사이의 상대적인 오프셋을 보정하기 위해 조절될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*H01L 21/67259* (2013.01)

*H01L 21/67294* (2013.01)

*H01L 21/68* (2021.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

접착 위치에 다이를 장착시키기 위한 방법으로서,

상기 접착 위치에 상기 다이를 보유시키고 상기 다이를 접착시키기 위한 콜릿(collet)을 통합한 본드 헤드를 이용하여 다이를 픽업하는 단계;

상기 다이가 상기 콜릿에 의해 보유될 때, 제 1 광학 시스템으로, 상기 본드 헤드에 대한 상기 다이의 위치 및 배향을 관측 및 결정하는 단계;

제 2 광학 시스템이 상기 제 2 광학 시스템으로부터 제 1 거리에 구성되는 초점면(focal plane)을 가질 때, 상기 제 2 광학 시스템으로, 상기 접착 위치의 위치와 배향을 관측 및 결정하는 단계;

상기 본드 헤드를 상기 제 2 광학 시스템에 인접하게 이동시키고, 상기 제 2 광학 시스템이 상기 제 1 거리와는 상이한 상기 제 2 광학 시스템으로부터의 제 2 거리에 구성되는 초점면을 가질 때, 상기 제 2 광학 시스템으로, 상기 본드 헤드의 위치 및 배향을 관측 및 결정하는 단계; 및 그 후,

상기 다이를 상기 접착 위치 상에 적층하기 전에, 상기 다이와 상기 접착 위치 사이의 상대적인 오프셋을 보정하기 위해, 상기 다이의 위치 및 배향을 조절하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 본드 헤드는 상기 제 1 광학 시스템에 의해 관측 가능한 상기 다이의 위치 및 배향을 나타내는 제 1 기준 마크(fiducial mark), 및 상기 제 2 광학 시스템에 의해 관측 가능한 상기 본드 헤드의 위치 및 배향을 나타내되 상기 제 1 기준 마크와 별개인 제 2 기준 마크를 포함하는 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제 1 광학 시스템에 의해 캡처된 이미지는 상기 다이 및 상기 제 1 기준 마크를 포함하며, 상기 제 2 광학 시스템에 의해 캡처된 이미지들은 각각 상기 제 2 기준 마크 및 상기 접착 위치를 포함하는 방법.

#### 청구항 4

제2항에 있어서, 상기 제 2 기준 마크는 상기 본드 헤드 내의 중앙에 위치하는 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제 1 기준 마크는 상기 콜릿 상에 위치되며, 상기 다이가 상기 콜릿에 의해 보유될 때, 상기 제 1 광학 시스템에 가시화 가능하도록 배열되는 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 본드 헤드 상의 상기 제 2 기준 마크는 아핀 변환(affine transformation)에 의해 상기 콜릿 상의 상기 제 1 기준 마크에 수직으로 관련되는 방법.

#### 청구항 7

제2항에 있어서, 상기 제 2 거리에 있는 상기 제 2 광학 시스템의 초점면은 상기 제 2 기준 마크의 높이와 실질적으로 동일한 높이에 위치되는 방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 본드 헤드는 상기 제 2 거리에 상기 제 2 광학 시스템의 초점면을 구성하기 위해 상기 본드 헤드에 구성된 광학 조립체를 추가로 포함하는 방법.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 본드 헤드는 상기 제 2 광학 시스템으로부터 상기 본드 헤드 내에 구성된 상기 광학 조립체까지 광로를 형성하기 위한 중공형 공간을 포함하는 방법.

#### 청구항 10

제8항에 있어서, 상기 광학 조립체는 빔 스플리터 및 미러를 포함하는 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 미러는 상기 본드 헤드의 위치 및 배향을 나타내기 위한 기준 마크로 추가로 코팅되는 방법.

#### 청구항 12

제8항에 있어서, 상기 광학 조립체는 상기 본드 헤드의 위치 및 배향을 나타내기 위해 상기 본드 헤드 상에 위치한 기준 마크 상으로 광선을 수렴시키는 수렴 렌즈를 포함하는 방법.

#### 청구항 13

제1항에 있어서, 상기 제 2 광학 시스템은 상기 제 2 거리에 상기 제 2 광학 시스템의 초점면을 구성하도록 구성되는 광학 조립체를 추가로 포함하는 방법.

#### 청구항 14

제13항에 있어서, 상기 광학 조립체는 상기 제 2 광학 시스템으로부터 상기 제 1 및 제 2 거리에서의 상기 2개의 초점면들 상에 적어도 2개의 상이한 파장의 광을 집속시키는 방법.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 제 1 거리는 상기 본드 헤드의 위치 및 배향을 나타내기 위한 기준 마크의 높이이며, 상기 제 2 거리는 상기 접착 위치의 높이인 방법.

#### 청구항 16

제14항에 있어서, 상기 광학 조립체는 축방향 색수차(chromatic aberration)를 갖는 수렴 렌즈를 포함하는 방법.

#### 청구항 17

제14항에 있어서, 상기 광학 조립체는 상기 2개의 상이한 파장의 광을 2개의 상이한 광로 상으로 지향시키는 이색성 빔 스플리터(dichroic beam splitter)를 포함하며, 각각의 광로는 상이한 이미지 센서에 의해 캡처되는 이미지를 형성하는 방법.

#### 청구항 18

제14항에 있어서, 상기 광학 조립체는 상기 상이한 파장의 광을 빔 스플리터로부터 상이한 거리들에 위치한 상이한 이색성 미러들로 지향시키는 상기 빔 스플리터를 포함하며, 상기 각각의 이색성 미러들은 상기 2개의 상이한 파장의 광을 동일한 이미지 센서 상으로 반사시키는 방법.

#### 청구항 19

접착 위치에 다이를 장착시키기 위한 장치로서,

상기 접착 위치에 상기 다이를 보유시키고 상기 다이를 접착시키기 위한 콜릿을 통합한 본드 헤드;

상기 다이가 상기 콜릿에 의해 보유될 때, 상기 본드 헤드에 대한 상기 다이의 위치 및 배향을 관측 및 결정하도록 작동하는 제 1 광학 시스템;

제 2 광학 시스템이 상기 제 2 광학 시스템으로부터 제 1 거리에 구성되는 초점면을 가질 때, 상기 접착 위치의

위치와 배향을 관측 및 결정하도록 작동하는 상기 제 2 광학 시스템을 포함하고,

상기 제 2 광학 시스템은, 상기 본드 헤드가 상기 제 2 광학 시스템에 인접하게 이동할 때, 상기 제 2 광학 시스템이 상기 제 1 거리와는 상이한 상기 제 2 광학 시스템으로부터의 제 2 거리에 구성되는 초점면을 가지는 경우, 상기 본드 헤드의 위치 및 배향을 관측 및 결정하도록 추가로 작동되며,

이에 의해, 상기 다이의 위치 및 배향은, 상기 다이를 상기 접착 위치 상에 적층하기 전에, 상기 다이와 상기 접착 위치 사이의 상대적인 오프셋을 보정하기 위해 조절 가능한 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 픽-앤-플레이스(pick-and-place) 작업에서 반도체 칩과 같은 전자 소자를 접착시키기 위해 본드 헤드를 위치 결정시키는 것에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 반도체 디바이스 및 회로의 크기와 패턴은 점차 소형화 추세에 있으며, 3nm 내지 7nm의 작은 피처 크기(feature size)를 갖는다. 입력/출력 연결부의 크기 또한 점차 소형화 추세를 가지며, 이는 픽-앤-플레이스 작업시에 매우 높은 장착 정확도를 요한다. 접착 처리량의 증가를 성취하기 위하여는, (1) 장치가 픽업된 후 본드 헤드에서 픽업된 장치의 위치를 결정하기 위해, 그리고 (2) 상기 장치를 접착하기 전에 기판 상의 대응 접착 위치를 결정하기 위해 비전 시스템(vision system)이 사용된다.

[0003] 상기 본드 헤드는 상기 픽업된 장치와 상기 접착 위치 사이의 계산된 오프셋에 따라 XY-세타(theta) 방향으로 조절되어야만 한다. 이와 같은 방식에 있어서, 상기 본드 헤드 상에 보유된 반도체 디바이스와 작업 홀더 상의 기판 사이의 상대적인 위치 결정 오차가 회피될 수 있다.

[0004] 예를 들어, 발명의 명칭이 "기판 상의 플립 칩을 장착하기 위한 방법"인 미국특허 제7,597,234호는 2개의 광학 시스템을 사용하여 본드 헤드를 정렬하는 기술을 설명한다. 기준 마크들이 상기 본드 헤드의 측면들에 부착되어, 업-룩(up-look) 광학 시스템을 이용하여 보유되는 반도체 칩의 실제 위치 및 다운-룩(down-look) 광학 시스템을 이용하여 기판의 접착 위치의 실제 위치를 측정할 수 있게 한다. 이와 같은 기준 마크들은 이미징 동안 각각의 광학 시스템에 가시화될 수 있다.

[0005] 그러나, 상기 광학 시스템들은, 상기 기준 마크들이 반도체 디바이스 또는 기판과 같은 높이나 레벨에 있지 않을 때, 상기 본드 헤드 및 상기 기준 마크, 그리고 상기 기판 및 상기 기준 마크 상의 반도체 디바이스를 검사해야만 한다. 상기 광학 시스템의 광학 해상도는 그의 필드 깊이에 의해 제한되며, 따라서, 상당히 상이한 높이 또는 레벨에 있는 다른 대상물들의 고해상도 이미지를 얻는 것은 불가능하게 된다.

[0006] 종래 기술에서 사용된 접근법에서 접하는 바와 같은 광학 시스템의 필드 깊이에 관한 상술된 제한을 받는 일 없이 본딩 머신에서의 광학적 정렬 정확도를 증가시키는 것은 유익할 것이다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 따라서, 본 발명의 목적은 본딩 머신에서 전자 소자를 기판에 정렬하기 위한 방법 및 장치를 제공하는 것이며, 이 경우 고해상도 광학 시스템에서 필드의 제한된 깊이뿐만 아니라 본딩 머신의 기계적 구조의 변화를 고려한다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 접착 위치에 다이를 장착시키기 위한 방법이 제공되며, 상기 방법은: 상기 접착 위치에 상기 다이를 보유시키고 상기 다이를 접착시키기 위한 콜릿(collet)을 포함하는 본드 헤드를 이용하여 다이를 픽업하는 단계; 상기 다이가 상기 콜릿에 의해 보유될 때, 제 1 광학 시스템으로, 상기 본드 헤드에 대한 상기 다이의 위치 및 배향을 관측 및 결정하는 단계; 제 2 광학 시스템이 상기 제 2 광학 시스템으로부터 제 1 거리에 구성되는 초점면(focal plane)을 가질 때, 상기 제 2 광학 시스템으로, 상기 접착 위치의 위치와 배향을 관측 및 결정하는 단계; 상기 본드 헤드를 상기 제 2 광학 시스템에 인접하게 이동시키고, 상기 제 2 광학

시스템이 상기 제 1 거리와는 상이한 상기 제 2 광학 시스템으로부터의 제 2 거리에 구성되는 초점면을 가질 때, 상기 제 2 광학 시스템으로, 상기 본드 헤드의 위치 및 배향을 관측 및 결정하는 단계; 및 그 후, 상기 다이를 상기 접착 위치 상에 적층하기 전에, 상기 다이와 상기 접착 위치 사이의 상대적인 오프셋을 보정하기 위해, 상기 다이의 위치 및 배향을 조절하는 단계를 포함한다.

[0009] 본 발명의 제 2 양태에 따르면, 접착 위치에 다이를 장착시키기 위한 장치가 제공되며, 상기 장치는: 상기 접착 위치에 상기 다이를 보유시키고 상기 다이를 접착시키기 위한 콜릿을 포함하는 본드 헤드; 상기 다이가 상기 콜릿에 의해 보유될 때, 상기 본드 헤드에 대한 상기 다이의 위치 및 배향을 관측 및 결정하도록 작동하는 제 1 광학 시스템; 제 2 광학 시스템이 상기 제 2 광학 시스템으로부터 제 1 거리에 구성되는 초점면을 가질 때, 상기 접착 위치의 위치와 배향을 관측 및 결정하도록 작동하는 상기 제 2 광학 시스템을 포함하고; 상기 제 2 광학 시스템은, 상기 본드 헤드가 상기 제 2 광학 시스템에 인접하게 이동할 때, 상기 제 2 광학 시스템이 상기 제 1 거리와는 상이한 상기 제 2 광학 시스템으로부터의 제 2 거리에 구성되는 초점면을 가질 때, 상기 본드 헤드의 위치 및 배향을 관측 및 결정하도록 추가로 작동하며, 상기 다이의 위치 및 배향은, 상기 다이를 상기 접착 위치 상에 적층하기 전에, 상기 다이와 상기 접착 위치 사이의 상대적인 오프셋을 보정하기 위해 조절 가능하다.

[0010] 본 발명의 특정한 적합한 실시예를 설명하는 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명을 보다 상세하게 기술하는 것이 편리할 것이다. 도면의 특수성 및 그와 관련된 설명은 청구범위에 의해 정의된 본 발명의 폭넓은 식별의 일반성을 대체하는 것으로 이해되지 않는다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] 본 발명에 따라 반도체 디바이스를 정렬하기 위한 예시적인 장치 및 방법은 이제 첨부된 도면들에 대해 기술될 것이며,

도 1은 본 발명의 적합한 실시예에 따른 접착 시스템의 개략도.

도 2는 본드 헤드 상에 위치한 기준 마크들을 설명하는 상기 접착 시스템의 본드 헤드에 대한 단면도

도 3a 내지 도 3f는 도 1의 접착 시스템을 사용하여 예시적인 반도체 디바이스 정렬 공정을 설명하는 도면.

도 4는 본드 헤드 내부에 중공형 공간을 포함하는 본드 헤드의 실시예에 대한 단면도.

도 5는 본드 헤드 내부에 빔 스플리터 및 미러를 포함하는 본드 헤드의 실시예에 대한 단면도.

도 6은 다운-룩 광학 시스템에 의해 관측되는 이미지의 초점 길이를 변경시키기 위한 렌즈를 포함하는 본드 헤드의 실시예에 대한 단면도.

도 7은 사진 건판(photographic plate)을 포함하는 본드 헤드의 실시예에 대한 단면도.

도 8a 내지 도 8c는 다운-룩 광학 시스템에 대한 2개의 분리된 초점 거리를 생성하기 위해 2개의 상이한 광 파장들 또는 광 컬러들을 사용하는 본드 헤드의 실시예에 대한 단면도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 도 1은 접착 위치에서 반도체 칩 또는 다이를 장착하기 위한 본 발명의 적합한 실시예에 따른 접착 시스템(10)의 개략도이다. 상기 접착 시스템(10)은 일반적으로 반도체 다이(12)와 같은 전자 소자를 보유하기 위한 다이 홀더(14), 상기 다이 홀더(14)로부터 다이(12)를 픽업하고 기판(24) 위에 상기 다이(12)를 접착하도록 구성되는 본드 헤드(16), 업-룩 광학 시스템(18) 형태의 제 1 광학 시스템 및 다운-룩 광학 시스템(20) 형태의 제 2 광학 시스템을 포함한다. 상기 기판(24)은 본드 스테이지(22) 상에 배열된다.

[0013] 작동 시, 다이를 보유하기 위한 콜릿을 포함하는 상기 본드 헤드(16)는 상기 다이 홀더(14)로부터 반도체 다이(12)를 픽업하고, 다이가 상기 본드 헤드(16)의 콜릿에 의해 보유될 때, 상기 본드 헤드(16)에 대한 상기 다이(12)의 배향 및 위치를 결정하기 위해 상기 다이(12)를 상기 업-룩 광학 시스템(18) 위의 위치로 이동시킨다. 동시에, 상기 다운-룩 광학 시스템(20)은 전형적으로 본드 패드를 포함하는 상기 기판(24) 위에 고정되고, 상기 기판(24) 상의 접착 위치를 검사하며, 상기 다이는 상기 접착 위치의 위치와 배향을 결정하기 위해 본드 패드 상에 접착되도록 적응된다. 다음에, 상기 본드 헤드(16)는 상기 본드 헤드(16)의 배향 및 위치를 결정하기 위해 상기 다이(12)를 상기 기판(24) 위로, 그리고 상기 다운-룩 광학 시스템(20)에 인접하게 운반한다. 상기 다이(12)의 위치는 필요하면, 상기 다이(12)를 재배향 및 이동시키는 것에 의해 조절되어, 상대적인 오프셋을 보

정하고 상기 접착 위치의 배향 및 위치와 다이를 정렬시켜야만 한다. 일단 정렬되면, 상기 다이(12)는 상기 콜릿에 의해 상기 기관(24) 상의 접착 위치 위로 접착된다.

[0014] 도 2는 상기 본드 헤드(16) 상에 놓인 기준 마크들(36, 38)과 같은 분리된 기준 마크들을 설명하는 상기 접착 시스템(10)의 본드 헤드(16)에 대한 단면도이다. 상기 본드 헤드(16)는 미러(32) 및 콜릿(34)뿐만 아니라 광학 렌즈(30)와 같은 기준 마크 광학 소자를 포함한다. 상기 콜릿(34)은 본드 헤드(16)에 의해 수행되는 픽-앤-플레이스 작업 동안 일반적으로 진공 흡입에 의해 상기 다이(12)를 보유하도록 작동한다.

[0015] 도 2의 우측에 도시된 바와 같은 미러(32)의 평면도로부터, 미러 기준 마크들(36)과 같은 기준 마크 세트가 상기 본드 헤드(16)의 배향을 결정하기 위해 상기 미러(32)의 반대편 코너들에서 상기 본드 헤드(16) 상의 또는 상기 본드 헤드 내의 중앙에 위치된다. 상기 미러 기준 마크(36)를 상기 본드 헤드(16) 상의 중앙에 위치시킴으로써, 예를 들어, 상기 본드 헤드(16)의 측면들에 기준 마크를 위치시키는 것보다 상기 접착 위치에 대한 상기 본드 헤드(16)의 구조에 대한 변형을 결정할 때, 더욱 큰 정밀성이 가능하게 된다.

[0016] 또한, 도 2의 우측에 도시된 바와 같은 콜릿(34)의 저면도로부터, 콜릿 기준 마크들(38)과 같은 다른 기준 마크 세트가 상기 콜릿(34)의 반대편 코너들에 위치되며, 진공 흡입 포트(39)는 상기 다이(12)가 진공 흡입력에 의해 보유된 상기 콜릿(34)의 중심에 위치된다. 그러나, 상기 본드 헤드(16)의 배향 및 위치를 허용하는 어떠한 형상들도 그 대신에 사용될 수 있음을 인식해야 할 것이다. 또한, 상기 콜릿 기준 마크들(38)은, 중심 위치가 다이(12)에 의해 차단되지 않는 경우 상기 콜릿(34)의 코너들에 위치될 필요가 없으며, 상기 다이(12)가 상기 콜릿(34)에 의해 보유될 때, 상기 업-룩 광학 시스템(18)에 가시화되도록 배열될 수 있다.

[0017] 도 3a 내지 도 3f는 도 1의 접착 시스템을 사용하여 예시적인 반도체 디바이스 정렬 공정을 설명한다.

[0018] 다음의 기술 내용은 본 공정의 일반적인 원리들을 설명한다. 이미지에서 대상물의 위치 및 각도 배향은  $(x, y, \theta)$ 로서 나타낼 수 있으며, 여기서  $x$  및  $y$ 는 각각  $x$ -축 및  $y$ -축을 따르는 이미지 시스템의 이미지 평면의 평면 좌표이며,  $\theta$ 는  $x$ -축으로부터 대상물의 각도 오프셋이다. 다음에, (상기 콜릿 기준 마크들(38)과 같은 기준 마크들에 대해 측정된) 본드 헤드(16)의 물리적 좌표는  $(X, Y, \Theta)$ 로서 나타낸다. 광학 시스템의 이미지 평면 또는 초점면이 대상물의 평면과 평행하게 정렬될 때,  $(x, y, \theta)$  및  $(X, Y, \Theta)$ 은 척도(scale), 회전 및 전환을 갖는 아핀 변환(affine transformation)과 관련이 있으며, 다음과 같이 표현될 수 있다:

[0019] 
$$X = s \cdot \cos(\theta) \cdot x - s \cdot \sin(\theta) \cdot y ;$$

[0020] 
$$Y = s \cdot \sin(\theta) \cdot x + s \cdot \cos(\theta) \cdot y ; \text{ 및}$$

[0021] 
$$\Theta = \theta + \theta'$$

[0022] 여기서,  $s$ 는 픽셀로 나타낸 이미지 시스템의 해상도이고,  $\theta'$ 는 이미지 좌표와 본드 헤드 좌표 사이의 각도 차이이며, 이는 실제 접착 전에 교정을 통해 결정할 수 있다.

[0023] 도 3a에 있어서, 상기 본드 헤드(16)는 다이(12)를 운반하고, 그것을 업-룩 광학 시스템(14) 위에 보유한다. 상기 업-룩 광학 시스템(14)에 의해 관측된 바와 같은 이미지는 도 3a의 우측에 설명되어 있다. 상기 다이(12)는 상기 콜릿(34) 상에 놓인 콜릿 기준 마크들(38)의 형태로 제 1 기준 마크들에 대해 각도( $\theta'$ )로 배향된다.

[0024] 상기 콜릿 기준 마크들(38)에 대한 다이(12)의 이미지 좌표, 및 그에 따른 상기 본드 헤드(16)에 대한 그의 물리적 좌표는 다음과 같은 공식들을 사용하여 결정될 수 있다:

[0025] 
$$X' = s' \cdot \cos(\theta') \cdot x' - s' \cdot \sin(\theta') \cdot y'$$

[0026] 
$$Y' = s' \cdot \sin(\theta') \cdot x' + s' \cdot \cos(\theta') \cdot y'$$

[0027] 
$$\Theta' = \theta' + \theta''$$

[0028] 여기서,  $s'$ 는 픽셀로 나타낸 업-룩 광학 시스템(14)의 해상도이고,  $\theta''$ 는 상기 업-룩 광학 시스템(14)과 본드 헤드 좌표 사이의 각도 차이이다.  $x'$  및  $y'$ 는 각각  $x$ - 및  $y$ -축을 따르는 이미지 시스템의 이미지 평면의 평면 좌표이다.



- [0029] 그러므로, 상기 이미지로부터 상기 콜릿(34) 상에 보유되는 다이(12)의 중심 좌표( $X'$ ,  $Y'$ ), 및 그의 각도 배향이 계산될 수 있다.
- [0030] 도 3b에서, 상기 다운-룩 광학 시스템(20)은 상기 기관(24) 상의 다이 패드(40) 형태로 접촉 위치를 보여주고 있다. 도 3a에 설명된 다이(12)는 이와 같은 다이 패드(40) 위에 접촉될 것이다. 상기 다운-룩 광학 시스템(20)에서 볼 수 있듯이, 그로부터 제 1 거리에 구성되는 상기 다운-룩 광학 시스템(20)의 초점면 상에 놓인 상기 다이 패드(40)의 이미지는 도 3b의 우측에 설명되어 있다. 상기 다이 패드(40)는 상기 다운-룩 광학 시스템(20)에 대해 각도( $\theta$ )로 배향되며, 상기 다이 패드(40)의 중심 좌표( $X$ ,  $Y$ )가 또한 계산된다. 상기 다운-룩 광학 시스템(20)의 좌표들에 대한 상기 다이 패드(40)의 좌표 및 배향이 기록된다.
- [0031] 도 3c에서, 상기 본드 헤드(16)는 상기 다이(12)가 접촉될 본드 패드(40) 위로 뿐만 아니라, 상기 다운-룩 광학 시스템(20)에 인접하고 상기 시스템 아래의 위치로 상기 다이(12)를 이동시킨다. 이와 같은 본드 헤드(16)의 위치에서, 상기 다운-룩 광학 시스템(20)의 초점면 상의 제 2 거리에 놓인, 미러(32)의 반대편 코너들에 위치한 미러 기준 마크들(36)의 이미지는 도 3c의 우측의 이미지에 도시된 바와 같이 상기 다운-룩 광학 시스템(20)에 의해 캡처된다. 따라서, 상기 제 2 거리에서 상기 다운-룩 광학 시스템(20)의 초점면은 상기 미러 기준 마크들(36)의 초점면과 동일한 높이에 위치된다. 상기 다운-룩 광학 시스템(20)의 좌표들에 대한 (실제로 생성되는) 상기 미러 기준 마크들(36)의 좌표 및 배향은 기록된다.
- [0032] 상기 미러 기준 마크들(36)의 가상 생성에 대한 기준은 상기 본드 헤드(16)가 상기 본드 헤드(16)의 틱에 콜릿 기준 마크들(38)의 세트 및 상기 본드 헤드(16)의 몸체 내에 미러 기준 마크들(36)의 세트( $R_v$ , 도 5 참조)를 갖는다는 사실로부터 기인한다. 광학 조립체는, 다운-룩 광학 시스템(20)에 의해 관측될 때 상기 미러 기준 마크들(36)의 이미지( $R_v \cdot i$ 에서 가상 기준 마크들이 추가로 생성되는,  $R_v$ )가 상기 광학 시스템을 통한 기관(24)의 레벨에서 다운-룩 광학 시스템(20)의 가상 초점면에 정렬되도록, 상기 본드 헤드(16) 내에 적절히 구성된다. 상기 미러 기준 마크들(36)이 상기 콜릿 기준 마크들(38)에 대한 아핀 변환에 의해 수직으로 관련됨에 따라, 이와 같은 방식으로, 상기 본드 헤드(16)의 정렬은 상기 콜릿 기준 마크들(38)이 숨겨지고 상기 다운-룩 광학 시스템(20)에 의해 관측될 수 없을지라도 상기 다운-룩 광학 시스템(20)의 위치에서 검사될 수 있다.
- [0033] ( $X$ ,  $Y$ ,  $\theta$ )로서 표시된 상기 미러 기준 마크들(36)에 대한 상기 다이 패드(40)의 이미지 좌표들에 기초하여, 상기 본드 헤드(16)의 물리적 좌표들은 다음과 같이 계산될 수 있다:
- [0034] 
$$X'' = s'' \cdot \cos(\theta'') \cdot x'' - s'' \cdot \sin(\theta'') \cdot y''$$
- [0035] 
$$Y'' = s'' \cdot \sin(\theta'') \cdot x'' + s'' \cdot \cos(\theta'') \cdot y''$$
- [0036] 
$$\theta'' = \theta' + \theta''$$
- [0037] 따라서, 상기 본드 헤드(16)가 상기 다운-룩 광학 시스템(20)과 상기 본드 패드(40) 사이의 위치에 고정될 때, 상기 접촉 시스템(10)의 프로세서(미도시)는, 상기 본드 헤드(16)의 실제 위치를 나타내는 상기 미러 기준 마크들(36)에 대하여 상기 본드 패드(40)의 이미지를 중첩할 수 있다. 도 3d의 우측 이미지에서 볼 수 있는 바와 같은 도입은 상기 본드 헤드(16)와 본드 패드(40) 사이의 상대적인 오프셋을 설명하고, 상기 본드 헤드(16) 상에 보유되는 다이(12)를 상기 본드 패드(40)에 대해 정렬시키는데 사용될 수 있다.
- [0038] 그 후에, 상기 프로세서는 (도 3e에 설명된) 상기 다이(12) 및 상기 콜릿 기준 마크들(38)의 이미지를 (도 3f에 설명된) 상기 미러 기준 마크들 상에 중첩된 본드 패드(40)의 이미지와 비교한다. 상기 미러 기준 마크들(36)의 위치가 상기 콜릿 기준 마크들(38)의 위치와 수직으로 대응하도록 제조되므로, 상기  $X$ ,  $Y$  및 각도 방향들에서 상기 다이(12)와 상기 본드 패드 사이의 오프셋이 정확하게 결정될 수 있다. 상기 결정된 오프셋에 기초하여, 상기 다이(12)의 중심( $X'$ ,  $Y'$ )은 상기 본드 패드(40)의 중심( $X''$ ,  $Y''$ ) 위의 위치로 조절될 수 있으며, 상기 다이(12)의 각도 배향( $\theta'$ )은 상기 본드 패드(40)의 각도 배향과 정렬되도록 상기 본드 헤드(16)에 의해 회전될 수 있다. 이와 같은 방식에 있어서, 상기 정렬된 다이(12)는 상기 본드 패드(40) 위로 정확하게 위치 및 접촉될 수 있다.
- [0039] 특히, 접촉 전에, 상기 본드 패드(16)의 위치 및 각도는 다음과 같은 정확하게 조절될 수 있다:
- [0040] 
$$\Delta X = X'' - X'$$
- [0041] 
$$\Delta Y = Y'' - Y'$$



[0042]  $\Delta \Theta = \Theta'' - \Theta'$

[0043] 도 4는 본드 헤드(50) 내부에 중공형 공간(52)을 포함하는 본드 헤드(50)의 실시예에 대한 단면도이다. 상기 본드 헤드(16)에 중공형 공간(52)을 생성함으로써, 상기 다운-룩 광학 시스템(20)은 위에서 설명된 바와 같이 가상 마크들을 생성할 필요 없이 상기 콜릿 기준 마크들(38)을 직접 관측하기 위해 상기 본드 헤드(16)를 통해 상기 콜릿(34)까지 완전히 관측할 수 있게 한다. 그럼에도 불구하고, 상기 다운-룩 광학 시스템(20)의 관측을 차단하는 히터와 같은 일부 다른 요소가 상기 본드 헤드(16)의 중공형 공간(52) 내에 존재할 경우, 이와 같은 접근은 불가능하게 된다. 이 경우, 광학 조립체는 대신에, 상기 중공형 공간(52)이 상기 다운-룩 광학 시스템(20)으로부터 상기 광학 조립체까지 광로를 생성하도록, 상기 본드 헤드(50) 내부에 구성되어야 한다.

[0044] 예를 들어, 도 5는 상기 본드 헤드(50) 내부에 빔 스플리터(56) 및 미러(58)를 포함하는, 본드 헤드(16) 상에 구성된 광학 조립체를 구비하는 본드 헤드(50)의 실시예에 대한 단면도로서, 상기 빔 스플리터(56) 및 미러(58)의 원리를 설명한다. 상기 미러(58)는 바람직하게는 상기 본드 헤드(50)의 위치 및 배향을 나타내기 위해 미러 기준 마크들(미도시)로 코팅되며, 상기 다운-룩 광학 시스템(20)의 초점면은 상기 광학 조립체에 의해 상기 미러 기준 마크들이 위치한 상기 제 2 거리에 있도록 구성된다.

[0045] 광선(64)은 상기 본드 헤드(50)의 상부로부터 상기 본드 헤드(50)에 통합된 빔 스플리터(56) 위의 상기 중공형 공간(52)을 통해 상기 본드 헤드(50) 내로 도입된다. 상기 광선(64)의 일부는 상기 제 1 빔 스플리터(56)로부터 거리(D1)에 있는 기준 높이(Rv)에서 상기 빔 스플리터(56)를 통해 상기 미러(58) 위로 전달된다. 상기 미러(56)는 상기 본드 헤드(50)의 위치를 결정하기 위한 미러 기준 마크들을 갖는다.

[0046] 비록 입사 광선(64)이 실제로 상기 미러(58)를 통과하지 않을지라도, 가상 광선(66)이 상기 미러(58) 너머에 생성되어, 상기 가상 광선(66)이 상기 미러(58)로부터 거리(D2)에 있는 가상 초점면(62)에서(높이 Rv\_i에서) 상기 기관(24)의 위치를 향해 수렴한다. 상기 거리(D2)는 상기 거리(D1)의 2배인 것으로 이해되어야 한다. 이와 같은 배열에 있어서, 상기 다운-룩 광학 시스템(20)의 필드 깊이는 기관 상의 본드 패드의 배향을 검사하도록 하면서, 또한 상기 다운-룩 광학 시스템(20)은 상기 본드 헤드(50)가 상기 다운-룩 광학 시스템(20)과 기관(24) 사이에 위치될 때 상기 미러(58) 상의 미러 기준 마크들을 관측할 수 있게 한다. 따라서, 상기 본드 헤드(50)의 위치는 상기 본드 헤드(50)가 상기 기관 위치의 위에 있을 때 정렬하는 동안 상기 다운-룩 광학 시스템(20)에 의해 관측될 수 있다.

[0047] 도 6은 다운-룩 광학 시스템(20)에 의해 관측된 이미지의 초점 길이를 변화시키기 위한 렌즈(72)를 포함하는 광학 조립체가 통합된 본드 헤드(70)의 실시예에 대한 단면도이다. 상기 렌즈(72)는 수렴 렌즈이며, 상기 본드 헤드(70)의 중공형 공간(52)(도 5 참조) 내부에 장착될 수 있다. 상기 본드 헤드(70)의 상부로부터의 광선(78)은 렌즈(72)를 통해 미러(74) 위로 통과하며, 상기 미러 상에는 상기 본드 헤드(70)의 위치 및 배향을 결정하기 위한 미러 기준 마크들(미도시) 형태의 제 2 기준 마크들이 존재한다. 상기 미러(74)는 기준 위치(Rv)에 배열된다.

[0048] 비록 광선(78)이 실제로 미러(74)를 통과하지 않을지라도, 가상 초점면(76)에서 기관(24)의 위치에서 수렴하는 경향을 갖는 가상 광선(80)이 생성된다. 상기 미러(74)와 가상 초점면(76)을 분리하는 거리(D2)는 도 7에 도시된 바와 같이 렌즈(72)와 미러(74)를 분리하는 거리(D1)의 2배이어야 한다. 이와 같은 배열에서, 다운-룩 광학 시스템(20)은 기관 상의 본드 패드의 배향을 검사할 수 있는 반면에, 또한 상기 다운-룩 광학 시스템(20)은 상기 본드 헤드(70)가 상기 다운-룩 광학 시스템(20)과 기관(24) 사이에 위치될 때 상기 미러(74) 상의 기준 마크들을 관측할 수 있을 것이며, 따라서, 상기 본드 헤드(70)의 위치는 정렬하는 동안 상기 다운-룩 광학 시스템(20)에 의해 관측될 수 있다.

[0049] 도 7은 본드 헤드(82)에 사진 건판(86)을 포함하는 광학 조립체를 구비하는 상기 본드 헤드(82)의 실시예에 대한 단면도이다. 상기 사진 건판(86)은 상기 본드 헤드(82)의 위치를 나타내는 기준 마크들(미도시)을 갖는다. 상기 본드 헤드(82)가 상기 다운-룩 광학 시스템(20)과 기관 사이의 위치로 이동할 때, 상기 다운-룩 광학 시스템(20)은 상기 사진 건판(86)을 관측할 수 있게 될 것이다. 상기 사진 건판(86)은 거리(D2)만큼 기관(24)으로부터 분리될 수 있다. 입사 레이저 빔(84)이 상기 사진 건판(86)을 향할 때, 상기 사진 건판(86) 상의 기준 마크들의 홀로그램 이미지(holographic image)가 재생되고, 그의 이미지는 기준 높이(Rr)에서 상기 다운-룩 광학 시스템(20)에 의해 실질적으로 검출된다. 따라서, 상기 본드 헤드(84)의 정렬은 상기 사진 건판(86) 상에 나타나는 기준 마크들에 의해 정렬될 수 있다.

[0050] 도 8a 내지 도 8c는, 2개의 상이한 광 파장 또는 2개의 상이한 광 컬러들이 다운-룩 광학 시스템(20)에 통합된

수렴 렌즈(90)와 다른 거리에서 집속되도록, 다운-룩 광학 시스템(20) 아래에 위치한 본드 헤드(89)의 실시예에 대한 단면도들이다. 예를 들어, 적색 광(96)은 기관이 위치되는 상기 다운-룩 광학 시스템(20)으로부터 제 1 거리에 위치한 초점면(97) 위에 집속될 수 있으며, 반면 청색 광(95)은 상기 다운-룩 광학 시스템(20)으로부터 제 2 거리에 위치한 초점면(98) 상에 위치되는 기준 마크에 집속될 수 있다. 따라서, 검사를 위한 각각의 초점면들(97, 98)을 얻기 위해 상이한 광 파장들 또는 광 컬러들이 사용된다.

[0051] 상술된 목적들을 성취하기 위한 몇가지 방법들이 존재한다. 도 8a에 있어서, 수렴 렌즈(90)는 축상 색수차(chromatic aberration) 특성으로 설계되어, 상이한 광 파장들 또는 광 컬러들이 상기 수렴 렌즈(90)의 광축을 따라 상이한 거리에 있는 초점면들(97, 98) 상에 집속된다. 이와 같은 설정에 있어서, 상기 청색 및 적색 광들(5, 96)로부터 얻은 이미지들의 정렬은 광학적 설계에 의해 보장될 수 있으며, 따라서 어떠한 추가적인 기계적 조절도 필요로 하지 않는다.

[0052] 도 8b에서는, 상이한 광학적 길이들에 종속되는 2개의 상이한 광로들을 따라 2개의 광 파장 또는 광 컬러를 지향시키기 위해 이색성 빔 스플리터(dichroic beam splitter; 91)가 사용된다. 이 때, 2개의 상이한 컬러들로부터 얻은 이미지들은 2개의 분리된 이미지 센서들(92a, 92b)에 의해 캡처된다. 이와 같은 예에 있어서, 제 1 초점면(97)을 따르는 이미지는 제 1 이미지 센서(92a)에 의해 캡처되며, 반면 제 2 초점면(98)을 따르는 이미지는 제 2 이미지 센서(92b)에 의해 캡처된다. 이와 같은 시스템에 있어서, 상기 이미지 센서들(92a, 92b)의 좌표(오프셋 및 배향)는 사전에 계산될 수 있다.

[0053] 도 8c에 있어서, 다운-룩 광학 시스템(20)에 통합된 빔 스플리터(91)는 상기 2개의 광 파장들 또는 광 컬러들을 2개의 분리된 이색성 미러들(93a, 93b)로 분할한다. 상기 이색성 미러들(93a, 93b)은 상기 2개의 상이한 광 파장들 또는 광 컬러들(95, 96)을 동일한 카메라(94)로 다시 반사시키도록 배열된다. 상기 이색성 미러들(93a, 93b)은 상기 빔 스플리터(91)로부터 상이한 거리에 위치되어, 상기 상이한 광 파장들 또는 컬러들은 각각 상기 다운-룩 광학 시스템(20)으로부터 제 1 거리 및 제 2 거리에서 상기 2개의 초점면들(97, 98)에 집속될 수 있다.

[0054] 기관(24)에 대한 본드 헤드(16)의 위치 결정 오류들이 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 접착 시스템(10)에 의해 측정 및 제거될 수 있어, 접착 정확도가 더욱 개선될 수 있음을 이해해야 한다.

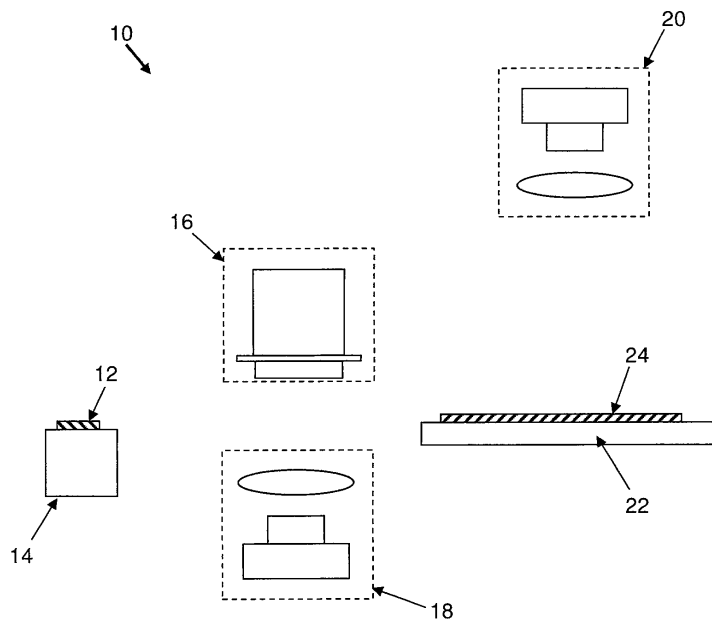
[0055] 비록, 본드 헤드(50)의 설계는 중공형 공간(52)을 포함할 수 있고, 상기 중공형 공간(52)은 투명 또는 L자 형태의 중간층을 추가로 포함할 수 있을지라도, 가상 기준 마크들이 기관(24)의 레벨에서 생성되어 본드 헤드(16)의 위치를 찾을 수 있기 때문에, 시야 라인이 다운-룩 광학 시스템(20)으로부터 콜릿(34)까지 엄격하게 이용되어야 할 필요는 없다. 특히, 이와 같은 접근 방법은 열적 및 힘적 요구 사항을 갖는 대형 반도체 칩들을 장착할 때 중공형 공간(52)이 불가능한 상황을 해결할 수 있다.

[0056] 기준 마크들(36, 38)의 캡처된 다양한 이미지들이 단시간 및 단거리 상대 측정만을 필요로 하기 때문에, 본드 헤드(16)의 조절은 정렬 중 열적 및 기타 시스템적 오류들로 인해 과도하게 영향을 받는 측정 없이도 수행될 수 있다. 또한, 접착 시스템(10)은 기계 구조를 구성하기 위한 고가의 재료의 필요성뿐만 아니라 전체 기계에 대한 매우 엄격한 온도 제어의 필요성도 회피한다.

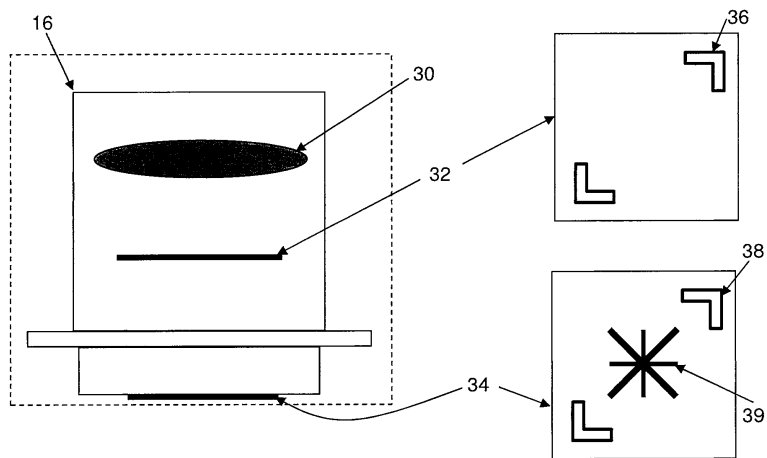
[0057] 본 명세서에 기술된 발명은 구체적으로 기술된 것 이외의 변화, 변형 및/또는 부가물에 영향을 받기 쉬우며, 본 발명은 상기 기술된 정신 및 범위 내에 속하는 모든 변형, 변경 및/또는 부가물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면

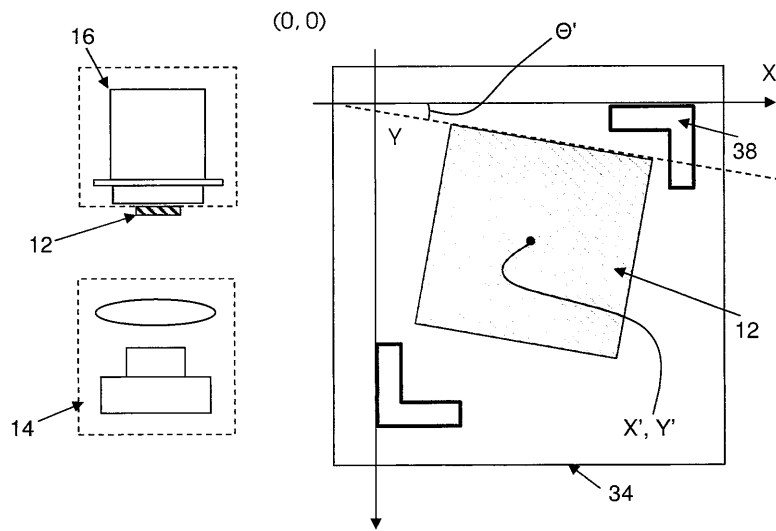
도면1



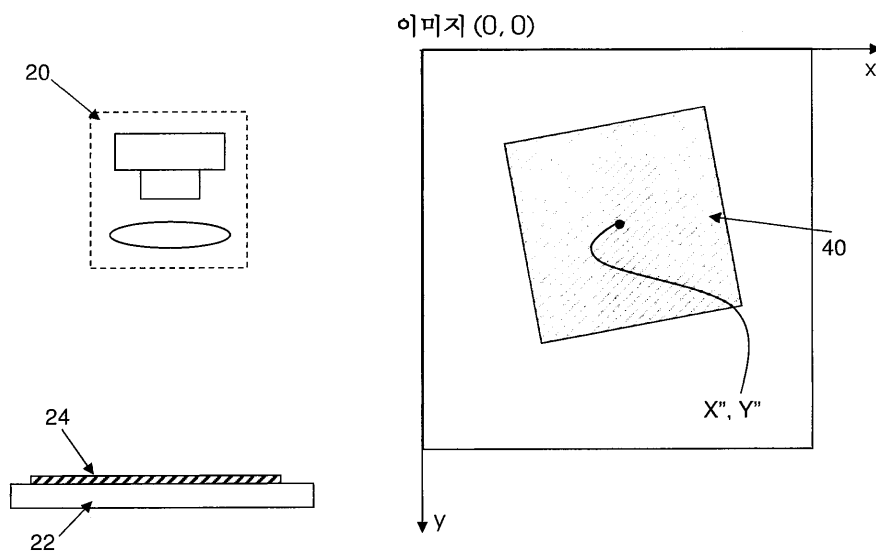
도면2



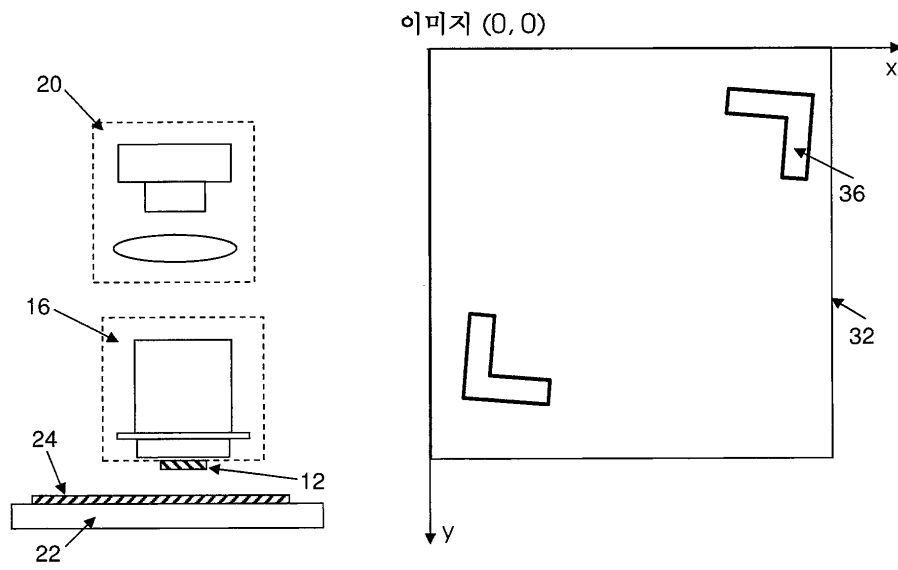
도면3a



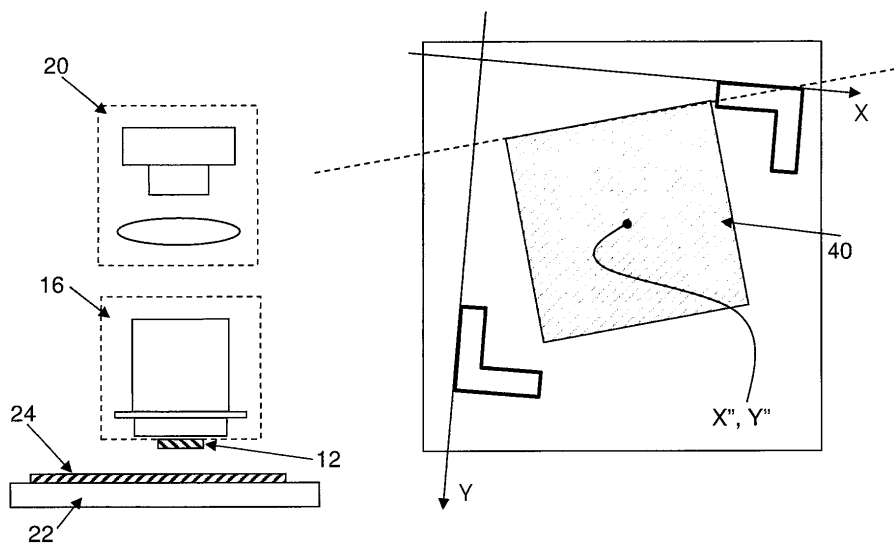
도면3b



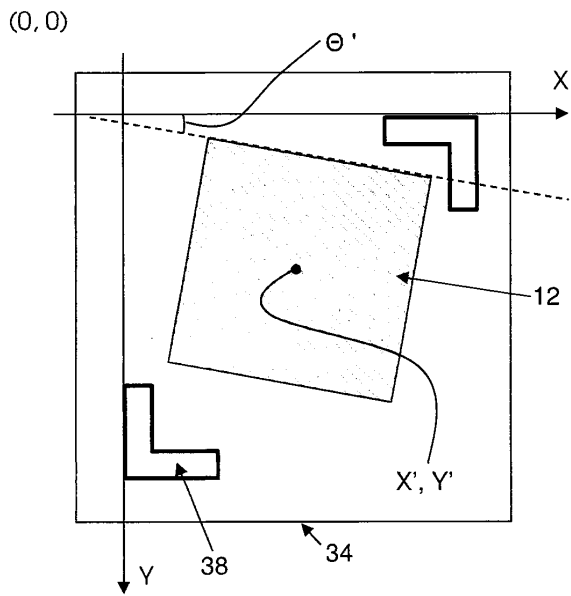
도면3c



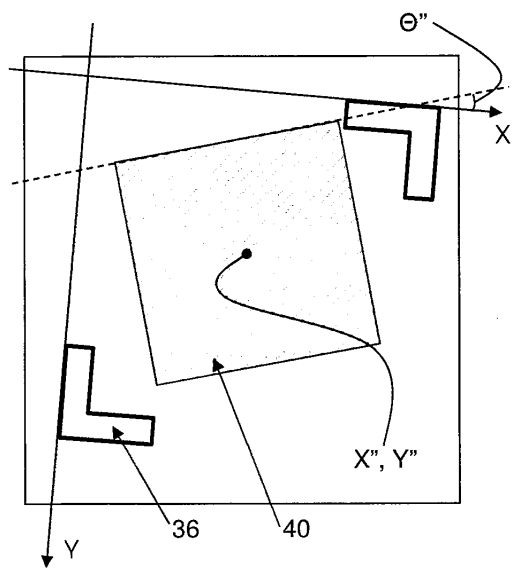
도면3d



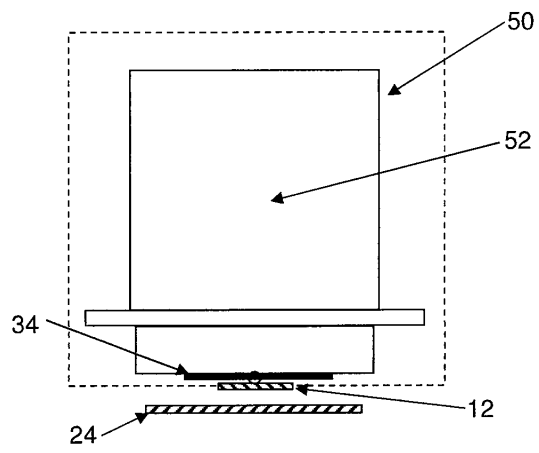
도면3e



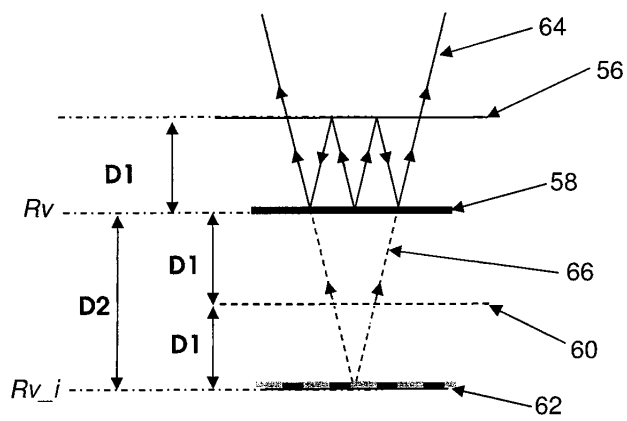
도면3f



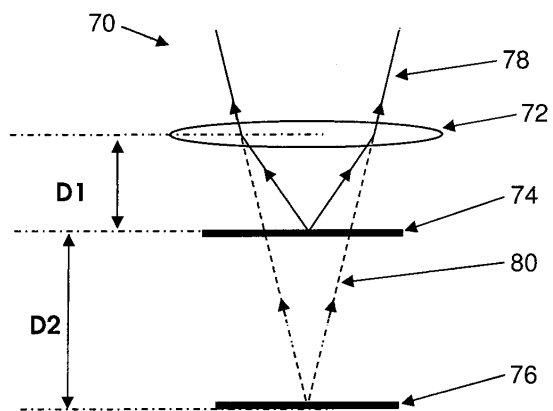
도면4



도면5

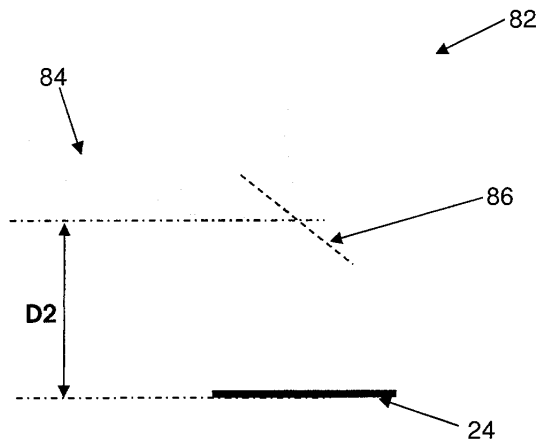


도면6

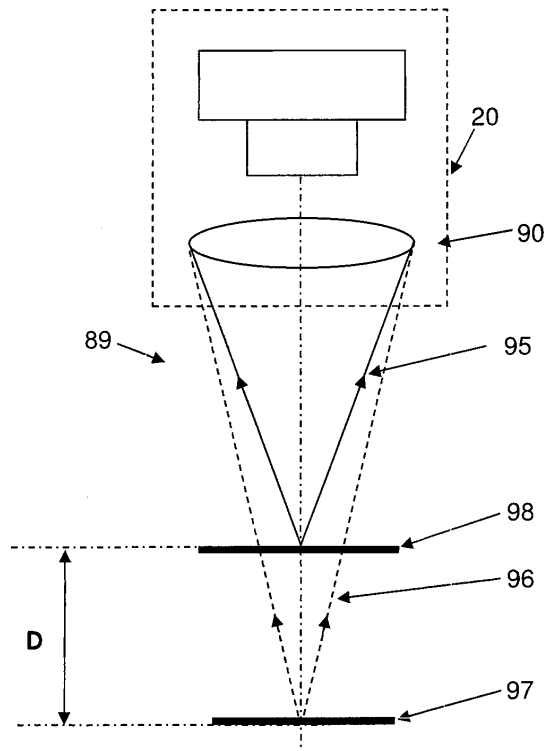




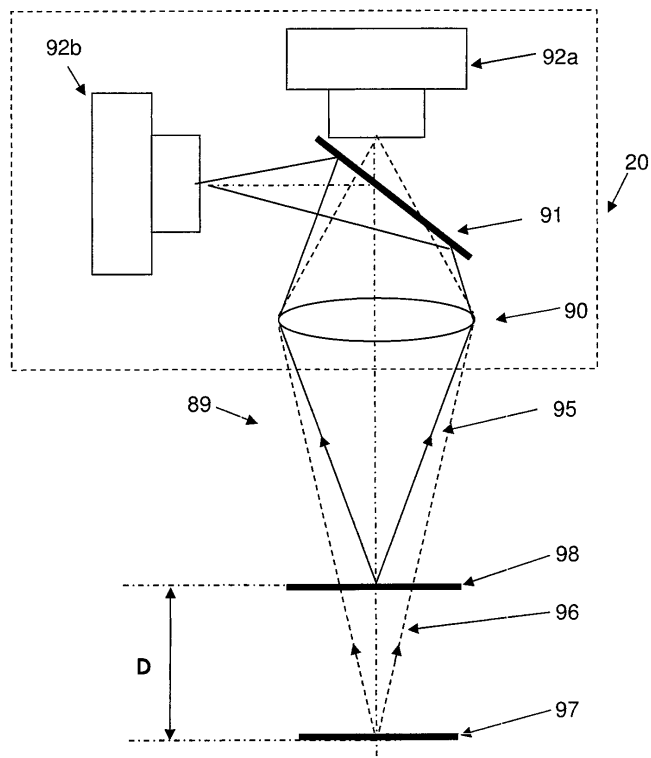
도면7



도면8a



도면8b



도면8c

