



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

(11) 공개번호 10-2025-0002132  
(43) 공개일자 2025년01월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H01L 23/00 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)	(71) 출원인 콜리케 앤드 소파 인더스트리즈, 인코포레이티드 미국 펜실베이니아 19034 포트 워싱턴 1005 버지니아 드라이브
(52) CPC특허분류 H01L 24/85 (2013.01) H01L 22/12 (2013.01)	(72) 발명자 밀턴 바실 미국 펜실베이니아 19034 포트 워싱턴 1005 버지니아 드라이브
(21) 출원번호 10-2024-7029174	(74) 대리인 특허법인태평양
(22) 출원일자(국제) 2023년03월23일 심사청구일자 없음	
(85) 번역문제출일자 2024년08월29일	
(86) 국제출원번호 PCT/US2023/015989	
(87) 국제공개번호 WO 2023/200565 국제공개일자 2023년10월19일	
(30) 우선권주장 63/331,130 2022년04월14일 미국(US)	

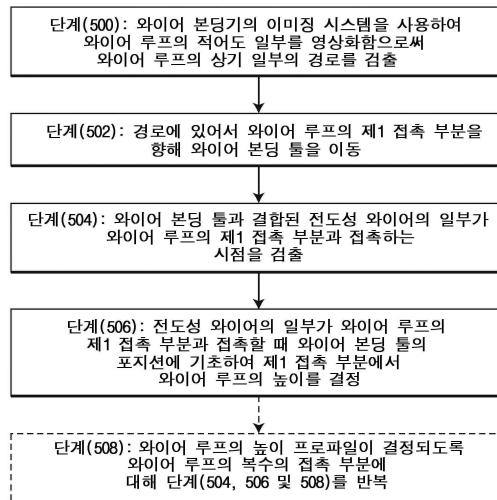
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **와이어 본딩기에서 와이어 루프의 높이 및 높이 프로파일을 결정하는 방법**

**(57) 요약**

와이어 본딩기에서 와이어 루프의 높이 값을 결정하는 방법이 제공된다. 이 방법은, (a) 와이어 본딩기의 이미징 시스템을 사용하여 와이어 루프의 적어도 일부를 영상화함으로써 와이어 루프의 상기 일부의 경로를 검출하는 단계; (b) 경로에 있어서 와이어 루프의 제1 접촉 부분을 향해 와이어 본딩 툴을 이동시키는 단계; (c) 와이어 본딩 툴과 결합된 전도성 와이어의 일부가 와이어 루프의 제1 접촉 부분과 접촉하는 시점을 검출하는 단계; 및 (d) 전도성 와이어의 일부가 와이어 루프의 제1 접촉 부분과 접촉할 때 와이어 본딩 툴의 포지션에 기초하여 제1 접촉 부분에서의 와이어 루프의 높이 값을 결정하는 단계를 포함한다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

*H01L 24/78* (2013.01)

*H01L 2224/789* (2013.01)

*H01L 2224/859* (2013.01)

(72) 발명자

**왕 즈지에**

미국 펜실베니아 19034 포트 워싱턴 1005 버지니아  
드라이브

**프리블라 블라디미르**

미국 펜실베니아 19034 포트 워싱턴 1005 버지니아  
드라이브

**슈사린 파벨**

미국 펜실베니아 19034 포트 워싱턴 1005 버지니아  
드라이브

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

와이어 본딩기에서 와이어 루프의 높이 값을 결정하는 방법으로서,

(a) 와이어 본딩기의 이미징 시스템을 사용하여 와이어 루프의 적어도 일부를 영상화함으로써 상기 와이어 루프의 상기 일부의 경로를 검출하는 단계;

(b) 상기 경로에 있어서 상기 와이어 루프의 제1 접촉 부분을 향해 와이어 본딩 툴을 이동시키는 단계;

(c) 상기 와이어 본딩 툴과 결합된 전도성 와이어의 일부가 상기 와이어 루프의 상기 제1 접촉 부분과 접촉하는 시점을 검출하는 단계; 및

(d) 상기 전도성 와이어의 상기 일부가 상기 와이어 루프의 상기 제1 접촉 부분과 접촉할 때 상기 와이어 본딩 툴의 포지션에 기초하여 상기 제1 접촉 부분에서의 상기 와이어 루프의 높이 값을 결정하는 단계

를 포함하는, 방법.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

(e) 복수의 높이 값이 결정되도록 상기 와이어 루프의 복수의 추가 접촉 부분에 대해 단계 (b), (c) 및 (d)를 반복하는 단계를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 와이어 루프의 상기 복수의 접촉 부분은 상기 와이어 루프의 제1 본딩 지점과 상기 와이어 루프의 제2 본딩 지점 사이에서 미리 결정된 증분으로 이격되는, 방법.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 전도성 와이어의 상기 일부는 상기 본딩 툴의 팁에 장착된 프리 에어 볼(free air ball)인, 방법.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

단계 (c)는 (i) 상기 와이어 루프의 제1 접촉 부분과 (ii) 상기 전도성 와이어의 상기 일부 사이에 전도성 경로가 확립되는 시점을 검출하는 것을 포함하는, 방법.

#### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

단계 (a)는 상기 이미징 시스템을 사용하여 상기 와이어 루프의 전체 길이를 영상화하는 것을 포함하는, 방법.

#### 청구항 7

청구항 1에 있어서,

단계 (a)는 상기 이미징 시스템의 단일 시야에서 상기 와이어 루프의 전체 길이를 영상화하는 것을 포함하는, 방법.

#### 청구항 8

청구항 1에 있어서,

단계 (a)는 상기 이미징 시스템의 복수의 시야에서 상기 와이어 루프의 전체 길이를 영상화하는 것을 포함하는, 방법.

**청구항 9**

청구항 1에 있어서,

단계 (a)는 상기 이미징 시스템을 사용하여 상기 와이어 루프의 일부만을 영상화하는 것을 포함하는, 방법.

**청구항 10**

청구항 1에 있어서,

상기 이미징 시스템을 사용하여 영상화된 상기 와이어 루프의 상기 일부가 상기 와이어 루프의 높은 지점을 포함하는, 방법.

**청구항 11**

청구항 1에 있어서,

상기 제1 접촉 부분은 상기 와이어 루프의 높은 지점에 있는, 방법.

**청구항 12**

청구항 1에 있어서,

단계 (a)에서의 영상화는 와이어 굴곡(wire sway)을 포함한 상기 와이어 루프의 상기 일부의 경로를 검출하는, 방법.

**청구항 13**

와이어 본딩기에서 와이어 루프의 높이 프로파일을 결정하는 방법으로서,

(a) 와이어 본딩기의 이미징 시스템을 사용하여 와이어 루프의 적어도 일부를 영상화함으로써 상기 와이어 루프의 상기 일부의 경로를 검출하는 단계;

(b) 상기 경로에 있어서 상기 와이어 루프의 제1 접촉 부분을 향해 와이어 본딩 툴을 이동시키는 단계;

(c) 상기 와이어 본딩 툴과 결합된 전도성 와이어의 일부가 상기 와이어 루프의 상기 제1 접촉 부분과 접촉하는 지점을 검출하는 단계;

(d) 상기 전도성 와이어의 상기 일부가 상기 와이어 루프의 상기 제1 접촉 부분과 접촉할 때 상기 와이어 본딩 툴의 포지션에 기초하여 상기 제1 접촉 부분에서의 상기 와이어 루프의 높이 값을 결정하는 단계; 및

(e) 복수의 높이 값이 결정되도록 상기 와이어 루프의 복수의 추가 접촉 부분에 대해 단계 (b), (c) 및 (d)를 반복하는 단계

를 포함하는, 방법.

**청구항 14**

청구항 13에 있어서,

상기 제1 접촉 부분 및 상기 복수의 추가 접촉 부분은 상기 와이어 루프의 제1 본딩 지점과 상기 와이어 루프의 제2 본딩 지점 사이에서 미리 결정된 증분으로 이격되는, 방법.

**청구항 15**

청구항 13에 있어서,

상기 전도성 와이어의 상기 일부는 상기 본딩 툴의 팁에 장착된 프리 에어 볼인, 방법.

**청구항 16**

청구항 13에 있어서,

단계 (b)는 (a) 상기 와이어 루프의 상기 제1 접촉 부분과 (b) 상기 전도성 와이어의 상기 일부 사이에 전도성 경로가 확립되는 시점을 검출하는 것을 포함하는, 방법.

**청구항 17**

청구항 13에 있어서,

단계 (a)는 상기 이미징 시스템의 단일 시야에서 상기 와이어 루프의 전체 길이를 영상화하는 것을 포함하는, 방법.

**청구항 18**

청구항 13에 있어서,

단계 (a)는 상기 이미징 시스템의 복수의 시야에서 상기 와이어 루프의 전체 길이를 영상화하는 것을 포함하는, 방법.

**청구항 19**

청구항 13에 있어서,

상기 제1 접촉 부분은 상기 와이어 루프의 높은 지점에 있는, 방법.

**청구항 20**

청구항 13에 있어서,

단계 (a)에서의 영상화는 와이어 굴곡을 포함한 상기 와이어 루프의 상기 일부의 경로를 검출하는, 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 출원은 2022년 4월 14일자로 출원된 미국 가출원 제63/331,130호의 이익을 주장하며, 상기 미국 가출원의 내용은 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0002] 본 발명은 와이어 본딩 작업, 특히 와이어 본딩기에서 와이어 루프의 높이 값 및 높이 프로파일을 결정하는 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 반도체 디바이스의 처리 및 패키징에 있어서, 와이어 본딩은 여전히 패키지 내의 두 위치 사이(예를 들어, 반도체 다이의 다이 패드와 리드프레임의 리드 사이)에 전기적 상호연결을 제공하는 주요한 방법이다. 보다 구체적으로, 와이어 본더(와이어 본딩기로도 알려져 있음)를 사용하여, 개개의 위치 사이에 와이어 루프를 형성함으로써 전기적으로 상호연결된다. 와이어 루프를 형성하는 주요 방법은 볼 본딩과 웨지 본딩이다. (a) 와이어 루프의 단부와 (b) 접합부(bond) 부위(예를 들어, 다이 패드, 리드 등) 사이에 접합부를 형성할 때, 예를 들어 초음파 에너지, 열음파 에너지, 열압축 에너지 등을 포함하여 다양한 유형의 본딩 에너지가 사용될 수 있다. 와이어 본딩기(예를 들어, 스테드 범핑기)는 와이어의 일부로부터 전도성 범프를 형성하는 데에도 사용된다.

[0004] 와이어 루프의 높이(예를 들어, 최대 높이, 또는 와이어 루프의 길이를 따라 주어진 위치에서의 다른 높이)를 아는 것이 종종 바람직하다. 국제 특허 출원 공보 WO 2009/002345("와이어 본딩기에서 와이어 루프의 높이 프로파일을 결정하는 방법(METHOD OF DETERMINING A HEIGHT PROFILE OF A WIRE LOOP ON A WIRE BONDING MACHINE)")는 와이어 루프의 높이 측정을 수행하는 종래의 기술을 설명하며, 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함된다. 이러한 종래의 기술은 원하는 경로를 따라 와이어 루프의 높이를 측정하는 데 사용될 수 있지만; 특정 상황에서는 와이어 루프의 실제 경로가 원하는 경로 또는 "설계(design)" 경로와는 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 와이어 굴곡(wire sway) 또는 와이어 기울어짐(wire leaning)은 와이어 루프의 실제 경로의 변동을 초래할

수 있으며, 이러한 종래 기술의 높이 측정을 신뢰할 수 없게 만든다.

[0005] 따라서, 와이어 루프의 높이 및/또는 와이어 루프의 높이 프로파일을 결정하는 개선된 방법을 제공하는 것이 바람직할 것이다

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

[0006] 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따르면, 와이어 본딩기에서 와이어 루프의 높이 값을 결정하는 방법이 제공된다. 이 방법은, (a) 와이어 본딩기의 이미징 시스템을 사용하여 와이어 루프의 적어도 일부를 영상화함으로써 와이어 루프의 상기 일부의 경로를 검출하는 단계; (b) 경로에 있어서 와이어 루프의 제1 접촉 부분을 향해 와이어 본딩 툴을 이동시키는 단계; (c) 와이어 본딩 툴과 결합된 전도성 와이어의 일부가 와이어 루프의 제1 접촉 부분과 접촉하는 시점을 검출하는 단계; 및 (d) 전도성 와이어의 일부가 와이어 루프의 제1 접촉 부분과 접촉할 때 와이어 본딩 툴의 포지션에 기초하여 제1 접촉 부분에서의 와이어 루프의 높이 값을 결정하는 단계를 포함한다.

[0007] 본 발명의 또 다른 예시적인 실시예에 따르면, 와이어 본딩기에서 와이어 루프의 높이 프로파일을 결정하는 방법이 제공된다. 이 방법은, (a) 와이어 본딩기의 이미징 시스템을 사용하여 와이어 루프의 적어도 일부를 영상화함으로써 와이어 루프의 상기 일부의 경로를 검출하는 단계; (b) 경로에 있어서 와이어 루프의 제1 접촉 부분을 향해 와이어 본딩 툴을 이동시키는 단계; (c) 와이어 본딩 툴과 결합된 전도성 와이어의 일부가 와이어 루프의 제1 접촉 부분과 접촉하는 시점을 검출하는 단계; (d) 전도성 와이어의 일부가 와이어 루프의 제1 접촉 부분과 접촉할 때 와이어 본딩 툴의 포지션에 기초하여 제1 접촉 부분에서의 와이어 루프의 높이 값을 결정하는 단계; 및 (e) 복수의 높이 값이 결정되도록 와이어 루프의 복수의 추가 접촉 부분에 대해 단계 (b), (c) 및 (d)를 반복하는 단계를 포함한다.

[0008] 본 발명의 방법은 또한 장치로서(예를 들어, 와이어 본딩기의 지능의 일부로서) 또는 컴퓨터 판독 가능 캐리어(예를 들어, 와이어 본딩기와 관련하여 사용되는 와이어 본딩 프로그램을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 캐리어)상의 컴퓨터 프로그램 명령으로서 구현될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0009] 본 발명은 첨부 도면과 관련하여 읽을 때 이하의 상세한 설명으로부터 가장 잘 이해될 수 있다. 통상의 관행에 따라, 도면의 다양한 특징부는 축척대로 그려지지 않는다는 것이 강조된다. 오히려 다양한 특징부의 치수는 명확성을 위해 임의로 확대 또는 축소되어 있다. 도면에는 이하의 도면이 포함되어 있다:

도 1a는 본 발명의 다양한 예시적인 실시예를 예시하는데 유용한 와이어 본딩기 및 와이어 본딩기 상의 공작물에 대한 측면 블록도이고;

도 1b는 도 1a의 공작물의 평면도이고;

도 2a 내지 도 2g는 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따른 와이어 루프의 높이 프로파일을 결정하는 방법을 예시하는 도 1a의 와이어 본딩기 및 공작물에 대한 측면 블록도이고;

도 3a 내지 도 3f는 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따른 와이어 루프의 높이 프로파일을 결정하는 다른 방법을 예시하는 도 1a의 와이어 본딩기 및 공작물에 대한 측면 블록도이고;

도 4a 내지 도 4b는 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따른 와이어 루프의 높이를 결정하는 방법을 예시하는 도 1a의 와이어 본딩기 및 공작물에 대한 측면 블록도이고;

도 5는 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따른 와이어 루프의 높이를 결정하는 방법을 예시하는 흐름도이고; 그리고

도 6은 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따른 와이어 루프의 높이 프로파일을 결정하는 방법을 예시하는 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0010] 당업자가 알 수 있듯이, 전형적으로 원하는 와이어 루프 형상과 실제 와이어 루프 형상 사이에는 차이가 있다.

앞서 언급한 국제 특허 출원 공보 WO 2009/002345에 개시된 것과 같은 기술을 사용하여, 루프 높이 측정을 완료할 수 있다. 그러나 실제 와이어 루프가 원하는(예를 들어, "설계(design)") 형상을 갖지 않는 경우 이러한 루프 높이 측정은 매우 부정확할 수 있다. 예를 들어, 실제 와이어 루프는 와이어 "굴곡" 또는 와이어 "기울어짐"을 경험할 수 있으며, 이로 인해 x-y 평면에서 서로 다른 형상을 초래할 수 있다.

- [0011] 본 발명의 양태는 와이어 본딩기의 이미징 시스템(예를 들어, 카메라)을 사용하여(예를 들어, 와이어 본딩기의 컴퓨터와 연결하여) 와이어 루프의 실제 경로(임의의 와이어 굴곡 또는 와이어 기울어짐 포함)를 결정한다. 이미징 시스템을 사용하여 제공된 실제 경로를 통해, 실제 와이어 루프 높이가 결정될 수 있다.
- [0012] 본 발명의 양태는 이미징 시스템에 의해 제공되는 이미지를 사용하여 와이어 루프의 와이어 굴곡 및/또는 와이어 기울어짐 결함을 측정함으로써, 와이어 루프 형상의 폐쇄 루프 제어가 가능하도록 견고한 x-축, y-축 및/또는 z-축 정보의 피드백을 확립한다.
- [0013] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "반도체 요소(semiconductor element)"라는 용어는 반도체 칩 또는 다이로 포함하는(또는 이후 단계에서 포함하도록 구성되는) 임의의 구조물을 지칭하기 위한 것이다. 예시적인 반도체 요소는 특히, 베어 반도체 다이, 기판 상의 반도체 다이(예를 들어, 리드프레임, PCB, 캐리어 등), 패키지형 반도체 디바이스, 플립 칩 반도체 디바이스, 기판에 매립된 다이, 반도체 다이의 스택, 기판 상의 복수의 반도체 다이를 포함한다. 또한, 반도체 요소는 반도체 패키지에 접합되거나 달리 포함되도록 구성된 요소(예를 들어, 적층된 다이 구성에 접합될 스페이서, 기판 등)를 포함할 수 있다.
- [0014] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "높이 값(height value)"이라는 용어는 와이어 루프의 일부의 실제 높이 값 또는 와이어 루프의 상대적 높이 값을 지칭할 수 있다.
- [0015] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "높이 프로파일(height profile)"이라는 용어는 와이어 루프의 길이를 따르는 복수의 높이 값을 지칭한다.
- [0016] 이제 도 1a를 참조하면, 와이어 본딩기(100)가 예시되어 있다. 와이어 본딩기(100)는 이미징 시스템(예를 들어, 카메라)을 지지하는 본드 헤드(102)를 포함한다. 와이어 본딩 툴(104)은 본드 헤드(102)에 의해 지지된다. 전도성 와이어(112)는 와이어 본딩 툴(104)을 통해 예시되며, 와이어 본딩 툴(104)의 팁에 장착된 프리 에어 볼(FAB)(112a)에서 중단된다. 와이어 본딩기(100)는 또한 검출 시스템(120)(예를 들어, 때때로 BITS 시스템, 즉 본드 무결성 테스트 시스템으로도 지칭됨)을 포함한다. 검출 시스템(120)(컴퓨터 또는 컴퓨터 연결부를 포함함)은 프리 에어 볼(112a)과 와이어 루프(예를 들어, 와이어 루프(116))의 일부 사이의 전도성 결함 또는 연결을 검출하는 데 사용된다(여기서, 그러한 전도성 결함은 도 2d 내지 도 2g에 도시된 와이어 클램프(122)에 의해 확립될 수 있음). 반도체 요소(108)(예를 들어, 반도체 다이)는 기판(110)(예를 들어, 리드프레임) 상에 예시되어 있다. 와이어 루프(116 및 118)는 반도체 요소(108)(예를 들어, 도 1b에서와 같이 본딩 위치(108a)에 있는 "제1 접합부(first bond)"를 가짐)와 기판(110)(예를 들어, 도 1b에서와 같이 본딩 위치(110a)에 있는 "제2 접합부(second bond)"를 가짐) 사이의 전기적 상호연결을 제공하는 것으로 예시되어 있다.
- [0017] 이제 도 1b를 참조하면, 와이어 루프(116 및 118)의 전기적 상호연결이 반도체 요소(108) 및 기판(110)의 평면도에서 추가로 예시되어 있다. 기판(110)(예를 들어, 리드프레임)은 복수의 본딩 위치(110a)(예를 들어, 리드프레임의 리드)를 포함한다. 반도체 요소(108)는 복수의 본딩 위치(108a)(예를 들어, 본드 패드)를 포함한다. 와이어 루프(116 및 118)는 "점선 형태"("설계" 또는 "시뮬레이션된" 와이어 루프를 예시하기 위함) 및 "실선 형태"("실제" 또는 "형성된" 와이어 루프를 예시하기 위함)로 예시되어 있다.
- [0018] 이제 도 2a 내지 도 2c를 참조하면, 이미징 시스템(106)(예를 들어, 와이어 본딩기(100)의 이미징 시스템(106))은 와이어 루프(116)의 경로(예를 들어, x-y 평면에서의 경로)를 캡처하기 위해 와이어 루프(116)의 길이를 따라 영상화(예를 들어, "스캐닝")하는 것으로 예시되어 있다. 도 2a를 구체적으로 참조하면, 이미징 시스템(106)은 와이어 루프(116)의 일부, 보다 구체적으로 와이어 루프(116)의 "최상부"를 포함하는 일부(예를 들어, 기판(110)에 대한 "높이"가 가장 큰 와이어 루프의 부분)를 영상화하는 것으로 예시되어 있다. 도 2a는 또한 반도체 요소(108)의 일부 및/또는 와이어 루프(116)의 제1 접합부 위치를 포함하는 영역을 영상화하는 이미징 시스템(106)을 예시한다. 이제 도 2b를 참조하면, 이미징 시스템(106) 및 본드 헤드(102)가 x-축을 따라(즉, +x-방향을 따라) 이동되었다. 도 2b에서, 이미징 시스템(106)은 와이어 루프(116)의 다른 부분, 보다 구체적으로는 와이어 루프(116)의 "중간"을 포함하는 부분을 스캐닝하는 것으로 예시되어 있다. 이제 도 2c를 참조하면, 이미징 시스템(106) 및 본드 헤드(102)가 x-축을 따라(즉, +x-방향을 따라) 이동되었다. 도 2c에서, 이미징 시스템(106)은 와이어 루프(116)의 또 다른 부분, 보다 구체적으로는 와이어 루프(116)의 "최외측" 부분(즉, +x-방향

으로 가장 먼 부분)을 포함하는 부분을 스캐닝하는 것으로 예시되어 있다. 도 2c에서, 이미징 시스템(106)은 또한 기관(110)의 일부 및/또는 와이어 루프(116)의 제2 접합부 위치를 포함하는 영역을 영상화하는 것으로 예시되어 있다.

[0019] 도 2a 내지 도 2c의 영상화 작업을 통해, 와이어 루프(116)의 경로가 검출된다. 즉, 실제 와이어 루프(116)는 실제 와이어 루프(116)(도 1a 내지 도 1b 참조)와는 서로 다를 수 있기 때문에(예를 들어, 와이어 굴곡 및/또는 와이어 스위프(sweep)으로 인해), 도 2a 내지 도 2c의 영상화 작업은 와이어 루프(116)의 실제 경로(예를 들어, x-y 평면에서의 경로)를 제공한다. 이 실제 경로는 와이어 루프(116)의 일부의 높이 값을 측정하는 데 사용될 수 있다(예를 들어, 도 2d 내지 도 2g 참조). 도 2a 내지 도 2g에서, 와이어 루프(116)는 "점선 형태"("설계" 또는 "시뮬레이션된" 와이어 루프를 예시하기 위함) 및 "실선 형태"("실제" 또는 "형성된" 와이어 루프를 예시하기 위함)로 예시되어 있다. 보다 구체적으로, 영상화 작업(들)을 통해 결정된 경로는 높이 측정 동안 접촉될 와이어 루프의 위치(예를 들어, x-y 평면에서의 와이어 루프의 위치)를 결정하는 데 사용될 수 있다.

[0020] 이제 도 2d 내지 도 2g를 참조하면, (예를 들어, 와이어 본딩기(100)의) 와이어 본딩 툴(104)이 와이어 루프(116)를 따라서 복수의 포지션을 따라 예시되어 있다. 도 2d를 구체적으로 참조하면, 와이어 본딩 툴(104)은 전도성 와이어(112)의 프리 에어 볼(112a)이 와이어 루프(116)와 접촉하도록 (예를 들어, -z-방향으로) 하강되었다. 와이어 본딩 툴(104)은 (예를 들어, 와이어 루프(116)의 경로에 있어서) 와이어 루프(116)의 제1 접촉 부분을 향해 이동된다. 와이어 본딩 툴(104)은 도 2a 내지 도 2c와 관련하여 전술한 영상화 작업(들)을 통해 결정된 포지션 데이터(예를 들어, x-y 평면에서의 포지션)를 사용하여 이러한 제1 접촉 부분을 향해 하강한다. 검출 시스템(120)(예를 들어, BITS)은 프리 에어 볼(112a)(예를 들어, 와이어 본딩 툴(104)과 결합된 전도성 와이어(112)의 일부)이 와이어 루프(116)의 제1 접촉 부분과 접촉하는 시점을 검출하는 데 사용된다. 이러한 검출은, 예를 들어 프리 에어 볼(112a)과 와이어 루프(116)의 제1 접촉 부분 사이의 전기 전도성 경로를 검출함으로써 이루어진다(여기서, 폐쇄된 포지션의 와이어 클램프(122)가 전기 전도성 경로의 확립과 관련하여 사용될 수 있음) (예를 들어, 국제 특허 출원 공보 WO 2009/002345에 개시된 검출 방법 참조).

[0021] 프리 에어 볼(112a)과 와이어 루프(116)의 제1 접촉 부분 사이의 접촉이 검출된 후에, 높이가 결정된다(예를 들어, 와이어 본딩기의 메모리에 보고 및 저장됨). 예를 들어, 제1 접촉 부분에서의 와이어 루프(116)의 높이는 본딩 툴의 z-높이(즉, 와이어 본딩 작업의 z-축 또는 수직 축을 따르는 높이)를 결정하기 위한 와이어 본딩 시스템의 종래 구성요소인 z-엔코더를 사용하여 결정될 수 있다.

[0022] 이제 도 2e를 참조하면, 와이어 본딩 툴(104)은 x-축을 따라(즉, +x-방향을 따라) 그리고 z-축을 따라(즉, +z-방향을 따라) 이동되었다. 보다 구체적으로, 와이어 본딩 툴(104)은 와이어 루프(116)의 "최상부"에서 프리 에어 볼(112a)이 와이어 루프(116)와 접촉하도록 이동되었다. 이제 도 2f를 참조하면, 와이어 본딩 툴(104)은 x-축을 따라(즉, +x-방향을 따라) 그리고 z-축(즉, -z-방향을 따라) 이동되었다. 보다 구체적으로, 와이어 본딩 툴(104)은 와이어 루프(116)의 "중간" 부분에서 프리 에어 볼(112a)이 와이어 루프(116)와 접촉하는 것으로 예시되는 것처럼 이동되었다. 이제 도 2g를 참조하면, 와이어 본딩 툴(104)은 x-축을 따라(즉, +x-방향을 따라) 그리고 z-축을 따라(즉, -z-방향을 따라) 이동되었다. 보다 구체적으로, 와이어 본딩 툴(104)은 와이어 루프(116)의 "최외측" 부분(즉, +x-방향으로 가장 먼 부분)에서 프리 에어 볼(112a)이 와이어 루프(116)와 접촉하도록 이동되었다. 도 2d 내지 도 2g에 예시된 움직임 전체에서, 검출 시스템(120)은 전도성 와이어(112)와 와이어 루프(116) 사이의 접촉을 검출하는 데 사용된다. 특정 부분에서의 와이어 루프(116)의 높이는 와이어 본딩 툴(104)의 움직임과 전도성 와이어(112)(프리 에어 볼(112a)을 통해)와 와이어 루프(116) 사이의 접촉의 검출에 기초하여 결정될 수 있다. 이는 와이어 루프(116)의 높이 프로파일이 결정되도록, 와이어 루프(116)의 복수의 접촉 부분에 대해 반복될 수 있다(예를 들어, 와이어 루프의 복수의 접촉 부분은 와이어 루프의 제1 본딩 지점과 와이어 루프의 제2 본딩 지점 사이에 미리 결정된 증분으로 이격될 수 있음).

[0023] 이제 도 3a 내지 도 3e를 참조하면, 도 2a 내지 도 2g에 설명된 것과 유사한 공정이 예시되고, 여기서 같은 요소는 같은 참조 번호를 갖는다. 그러나, 도 3a에서는 (와이어 루프(116)가 복수의 시야에서 영상화되는 도 2a 내지 도 2c와 비교하여) 와이어 루프(116)의 전체 길이가 이미징 시스템(106)의 단일 시야에서 영상화된다.

[0024] 도 3a를 구체적으로 참조하면, 이미징 시스템(106)(예를 들어, 와이어 본딩기(100)의 이미징 시스템(106))은 와이어 루프(116) 전체를 영상화(예를 들어, "스캐닝")하는 것으로 예시된다. 따라서, 도 3a에 예시된 영상화는 와이어 루프(116)의 다양한 부분(예를 들어, 와이어 루프(116)의 "최상부", 제1 접합부 위치에서 반도체 요소(108)에 인접한 부분, 제2 접합부 위치에서 기관에 인접한 부분, 반도체 요소(108)의 일부 및 기관(110)의 일부)을 포함한다.

- [0025] 도 3a의 영상화 작업을 통해, 와이어 루프(116)의 경로가 검출된다. 즉, 실제 와이어 루프(116)는 설계 와이어 루프(116)와는 서로 다를 수 있기 때문에(예를 들어, 와이어 굵기 및/또는 와이어 스위프로 인해), 도 3a의 영상화 작업은 와이어 루프(116)의 실제 경로를 제공한다. 이 실제 경로는 와이어 루프(116)의 일부의 높이 값을 측정하는 데 사용될 수 있다(예를 들어, 도 3b 내지 도 3e 참조). 도 3a 내지 도 3e에서, 와이어 루프(116)는 "점선 형태"("설계" 또는 "시뮬레이션된" 와이어 루프를 예시하기 위함) 및 "실선 형태"("실제" 또는 "형성된" 와이어 루프를 예시하기 위함)로 예시된다.
- [0026] 이제 도 3b 내지 도 3e를 참조하면, (예를 들어, 와이어 본딩기(100)의) 와이어 본딩 톨(104)이 와이어 루프(116)를 따라서 복수의 포지션을 따라 예시되어 있다. 도 3b를 구체적으로 참조하면, 와이어 본딩 톨(104)은 전도성 와이어(112)의 프리 에어 볼(112a)이 와이어 루프(116)와 접촉하도록 (예를 들어, -z-방향으로) 하강되었다. 와이어 본딩 톨(104)은 (예를 들어, 와이어 루프(116)의 경로에 있어서) 와이어 루프(116)의 제1 접촉 부분으로 이동된다. 검출 시스템(120)(예를 들어, BITS)은 프리 에어 볼(112a)(예를 들어, 와이어 본딩 톨(104)과 결합된 전도성 와이어(112)의 일부)이 와이어 루프(116)의 제1 접촉 부분과 접촉하는 시점을 검출하는 데 사용된다. 이제 도 3c를 참조하면, 와이어 본딩 톨(104)은 x-축을 따라(즉, +x-방향을 따라) 그리고 z-축을 따라(즉, +z-방향을 따라) 이동되었다. 보다 구체적으로, 와이어 본딩 톨(104)은 와이어 루프(116)의 "최상부"에서 프리 에어 볼(112a)이 와이어 루프(116)와 접촉하는 것으로 예시되는 것처럼 이동되었다. 이제 도 3d를 참조하면, 와이어 본딩 톨(104)은 x-축을 따라(즉, +x-방향을 따라) 그리고 z-축을 따라(즉, -z-방향을 따라) 이동되었다. 보다 구체적으로, 와이어 본딩 톨(104)은 와이어 루프(116)의 "중간" 부분에서 프리 에어 볼(112a)이 와이어 루프(116)와 접촉하는 것으로 예시되는 것처럼 이동되었다. 이제 도 3e를 참조하면, 와이어 본딩 톨(104)은 x-축을 따라(즉, +x-방향을 따라) 그리고 z-축을 따라(즉, -z-방향을 따라) 이동되었다. 보다 구체적으로, 와이어 본딩 톨(104)은 와이어 루프(116)의 "최외측" 부분(즉, +x-방향으로 가장 먼 부분)에서 프리 에어 볼(112a)이 와이어 루프(116)와 접촉하는 것으로 예시되는 것처럼 이동되었다. 도 3a 내지 도 3e에 예시된 움직임 전체에서, 검출 시스템(120)은 전도성 와이어(112)(프리 에어 볼(112a)을 통해)와 와이어 루프(116) 사이의 접촉을 검출하는 데 사용된다. 특정 부분에서의 와이어 루프(116)의 높이는 와이어 본딩 톨(104)의 움직임 및 전도성 와이어(112)와 와이어 루프(116) 사이의 접촉 검출에 기초하여 결정될 수 있다. 이는 와이어 루프(116)의 높이 프로파일이 결정되도록, 와이어 루프(116)의 복수의 접촉 부분에 대해 반복될 수 있다(예를 들어, 와이어 루프의 복수의 접촉 부분은 와이어 루프의 제1 본딩 지점과 와이어 루프의 제2 본딩 지점 사이에서 미리 결정된 증분으로 이격될 수 있음).
- [0027] 본 발명의 특정 예시적인 실시예에 따르면, 단일 높이 값만이 결정될 수 있다는 것이 이해될 것이다(와이어 루프의 경로를 따라 복수의 높이 값을 결정하는 것과는 대조적으로, 여기서 복수의 높이 값이 "높이 프로파일"로 지칭될 수 있음). 도 4a 내지 도 4b는 와이어 루프의 경로를 따라 단일 높이 값을 결정하는 공정을 예시한다.
- [0028] 이제 도 4a 내지 도 4b를 참조하면, 도 2a 내지 도 2g 및 도 3a 내지 도 3e에 설명된 것과 유사한 공정이 예시되어 있으며, 여기서 같은 요소는 같은 참조 번호를 갖는다. 도 4a를 구체적으로 참조하면, 이미징 시스템(106)(예를 들어, 와이어 본딩기(100)의 이미징 시스템(106))은 와이어 루프(116)의 일부, 특히 와이어 루프(116)의 "최상부"를 포함하는 부분 및/또는 제1 접합부 위치에서 반도체 요소(108)에 인접한 부분을 영상화(예를 들어, "스캐닝")하는 것으로 예시되어 있다. 도 4b에서, 와이어 본딩 톨(104)은 전도성 와이어(112)의 프리 에어 볼(112a)이 와이어 루프(116)와 접촉하도록 (예를 들어, -z-방향으로) 하강되었다. 와이어 본딩 톨(104)은 (예를 들어, 와이어 루프(116)의 경로에 있어서) 와이어 루프(116)의 제1 접촉 부분으로 이동된다. 검출 시스템(120)(예를 들어, BITS)은 프리 에어 볼(112a)(예를 들어, 와이어 본딩 톨(104)과 결합된 전도성 와이어(112)의 일부)이 와이어 루프(116)의 제1 접촉 부분과 접촉하는 시점을 검출하여 와이어 루프(116)의 높이 값을 결정하는 데 사용된다.
- [0029] 도 5는 와이어 루프의 높이를 결정하는 방법을 예시하는 흐름도이고, 도 6은 와이어 루프의 높이 프로파일을 결정하는 방법을 예시하는 흐름도이다. 당업자에게 이해되는 바와 같이, 흐름도에 포함된 특정 단계는 생략될 수 있고; 특정 추가 단계가 추가될 수 있고; 그리고 단계의 순서는 예시된 순서로부터 변경될 수 있으며, 이들 모두는 본 발명의 범위 내에 있다.
- [0030] 이제 도 5를 참조하면, 단계(500)에서, 와이어 루프의 적어도 일부가 와이어 본딩기의 이미징 시스템을 사용하여 영상화됨으로써 와이어 루프의 상기 일부의 경로를 검출한다(예를 들어, 도 2a 내지 도 2c, 도 3a 및 도 4a 참조). 와이어 루프의 상기 일부의 검출된 경로는 단계(502)에서 사용하기 위해 와이어 루프의 상기 일부의 x-y 평면에서의 위치 데이터를 제공한다. 단계(502)에서, 와이어 본딩 톨은 경로에 있어서 와이어 루프의 제1 접촉 부분을 향해 이동된다(예를 들어, 도 2d, 도 3b 및 도 4b 참조). 단계(504)에서, 와이어 본딩 톨과 결합된 전도

성 와이어의 일부가 와이어 루프의 제1 접촉 부분과 접촉하는 시점이 (예를 들어, 검출 시스템(120)을 사용하여) 검출된다(도 2d, 도 3b 및 도 4b 참조). 단계(506)에서, 전도성 와이어의 일부가 와이어 루프의 제1 접촉 부분과 접촉할 때 와이어 본딩 톨의 포지션에 기초하여 제1 접촉 부분에서의 와이어 루프의 높이 값이 결정된다. 임의 선택적 단계(508)에서, 복수의 높이 값이 결정되도록 와이어 루프의 복수의 접촉 부분에 대해 단계(502, 504 및 506)가 반복된다(예를 들어, 도 2d 내지 도 2g 참조).

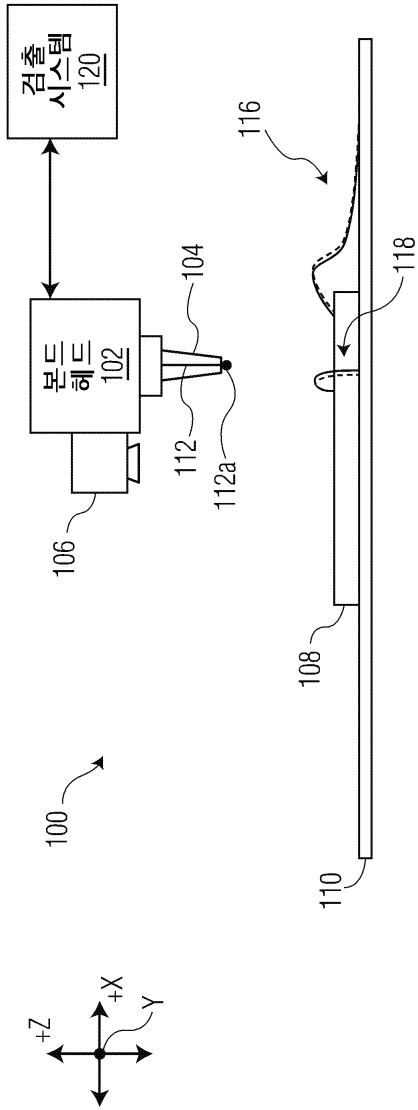
[0031] 이제 도 6을 참조하면, 단계(600)에서, 와이어 루프의 적어도 일부가 와이어 본딩기의 이미징 시스템을 사용하여 영상화됨으로써 와이어 루프의 상기 일부의 경로를 검출한다(예를 들어, 도 2a 내지 도 2c, 도 3a 및 도 4a 참조). 와이어 루프의 상기 일부의 검출된 경로는 단계(602)에서 사용하기 위해, 와이어 루프의 상기 일부의 x-y 평면에서의 위치 데이터를 제공한다. 단계(602)에서, 와이어 본딩 톨은 경로에 있어서 와이어 루프의 제1 접촉 부분을 향해 이동된다(예를 들어, 도 2d, 도 3b 및 도 4b 참조). 단계(604)에서, 와이어 본딩 톨과 결합된 전도성 와이어의 일부가 와이어 루프의 제1 접촉 부분과 접촉하는 시점이 검출된다(예를 들어, 도 2d, 도 3b 및 도 4b 참조). 단계(606)에서, 전도성 와이어의 일부가 와이어 루프의 제1 접촉 부분과 접촉할 때 와이어 본딩 톨의 포지션에 기초하여 제1 접촉 부분에서의 와이어 루프의 높이 값이 결정된다. 단계(608)에서는, 복수의 높이 값이 결정되도록 와이어 루프의 복수의 접촉 부분에 대해 단계(602, 604 및 606)가 반복된다.

[0032] 본 발명은 주로 특정의 단순한 와이어 루프(예를 들어, 반도체 요소(108) 상의 제1 본딩 위치 및 기관(110) 상의 제2 본딩 위치를 포함하는 와이어 루프(116))와 관련하여 예시되고 설명되었지만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 와이어 루프는 (기관 상의 반도체 요소뿐만 아니라) 모든 유형의 공작물에서 전기적 상호연결을 제공할 수 있다. 또한, 와이어 루프는 임의의 개수의 접합된 부분을 가질 수 있다. 예를 들어, 와이어 루프는 2 개의 접합된 부분(예를 들어, 와이어 루프(116)와 같이 제1 접합부 및 제2 접합부), 3 개의 접합된 부분 등을 가질 수 있다. 또한, 와이어 루프는 단일의 접합된 부분(예를 들어, 전도성 범프)을 가질 수 있다. 즉, 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "와이어 루프(wire loop)"라는 용어는 와이어의 일부를 사용하여 형성된 전도성 범프를 포함할 수 있다(예를 들어, 미국 특허 제7,188,759호 참조).

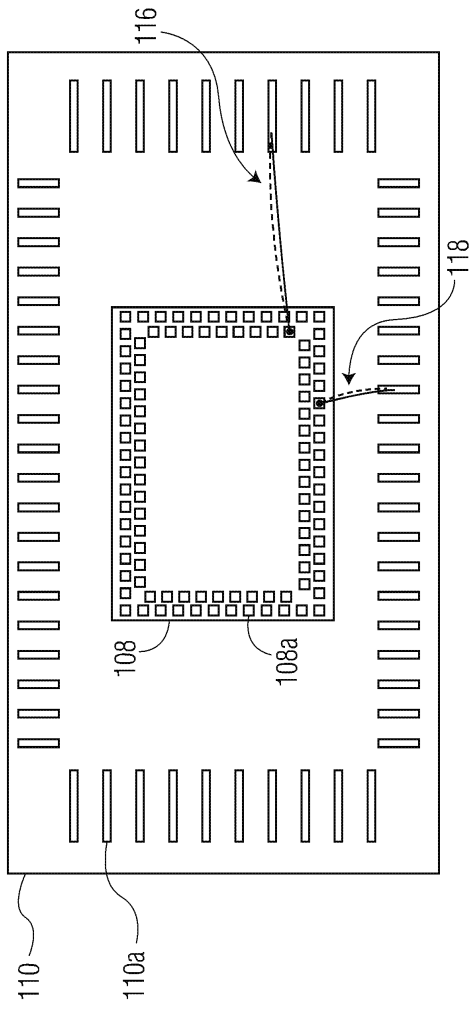
[0033] 본 발명은 특정 실시예를 참조하여 본 명세서에 예시되고 설명되었지만, 본 발명이 도시된 세부 사항으로 제한되는 것은 아니다. 오히려, 본 발명으로부터 벗어남이 없이 청구범위의 범주 및 균등물의 범위 내에서 세부 사항에 다양한 수정이 이루어질 수 있다.

도면

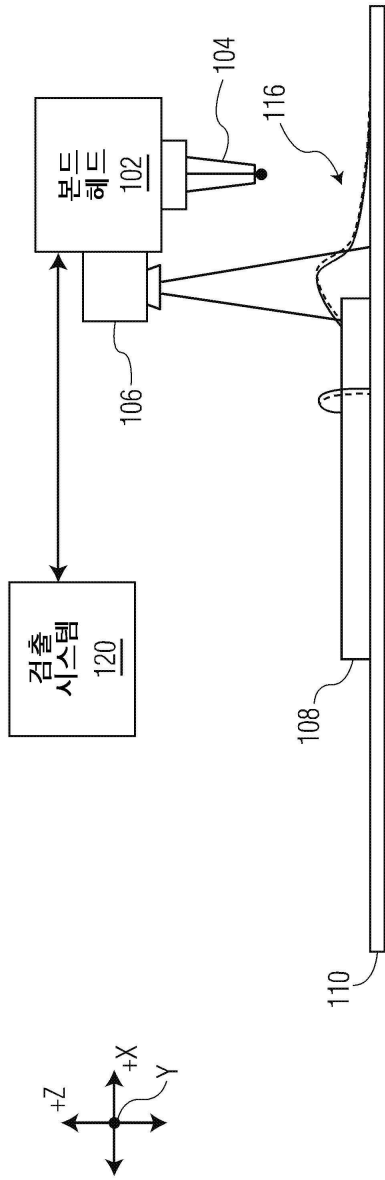
도면1a



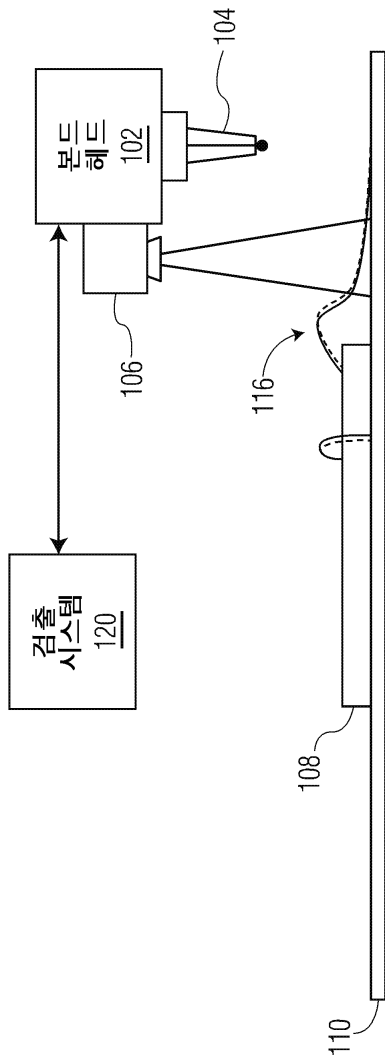
도면1b



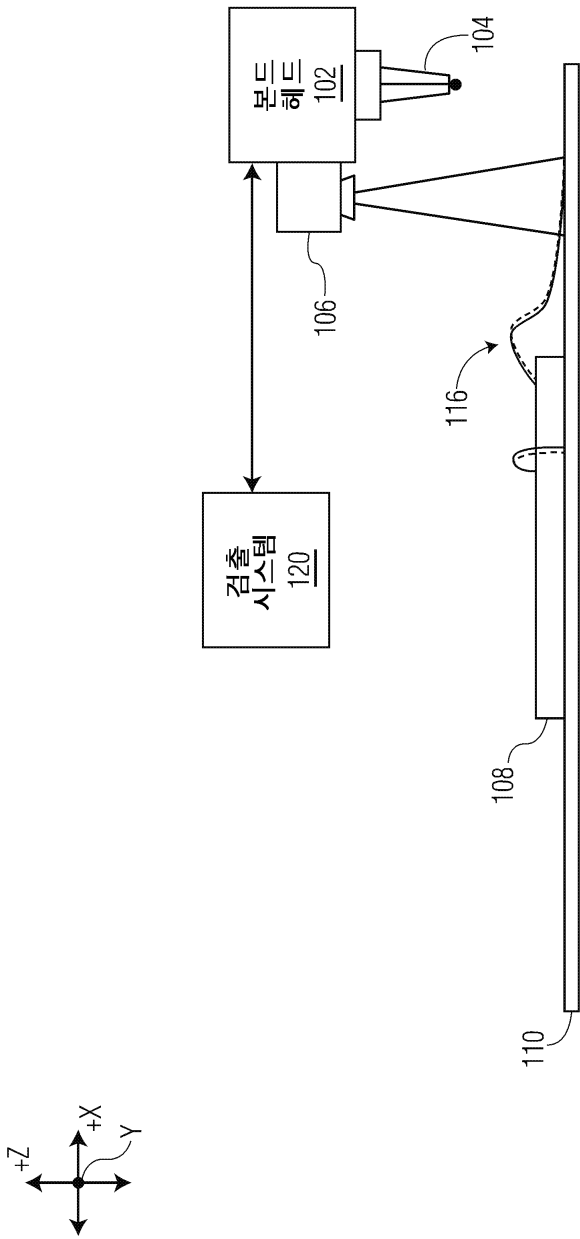
도면2a



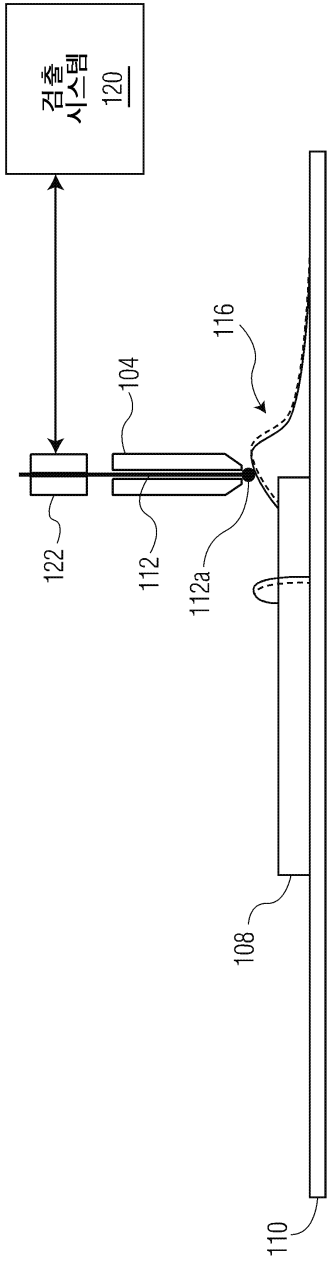
도면2b



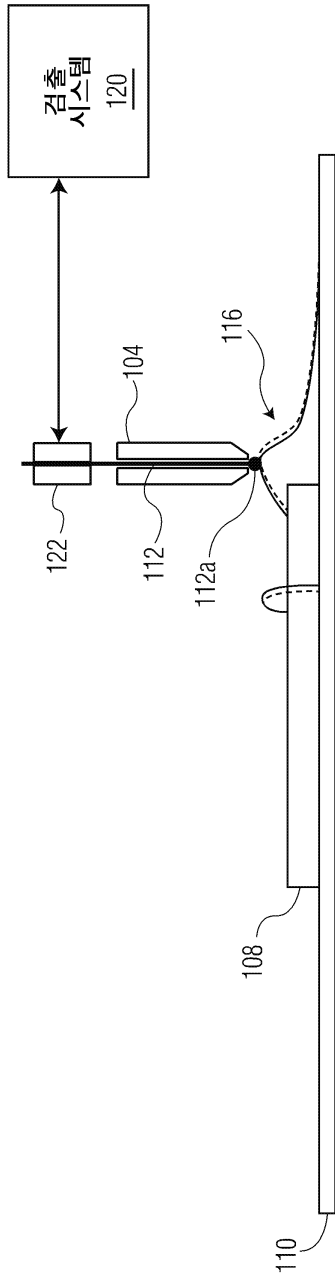
도면2c



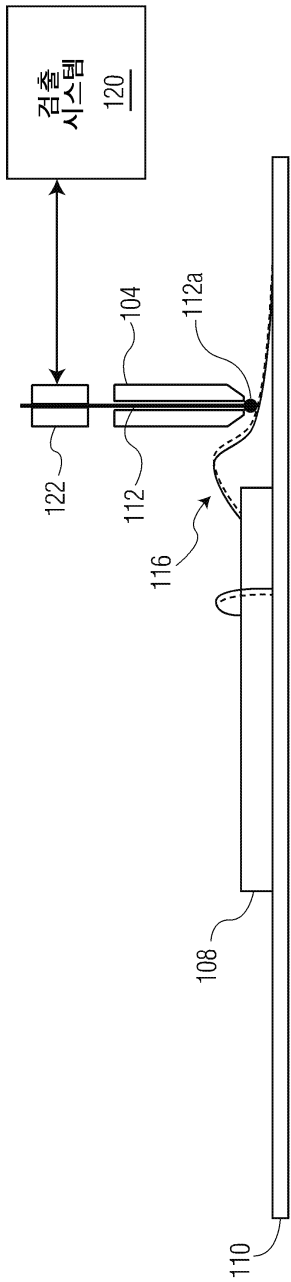
도면2d



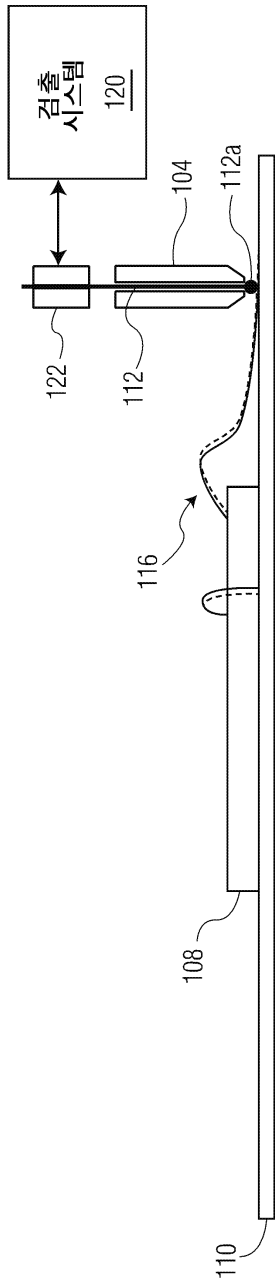
도면2e



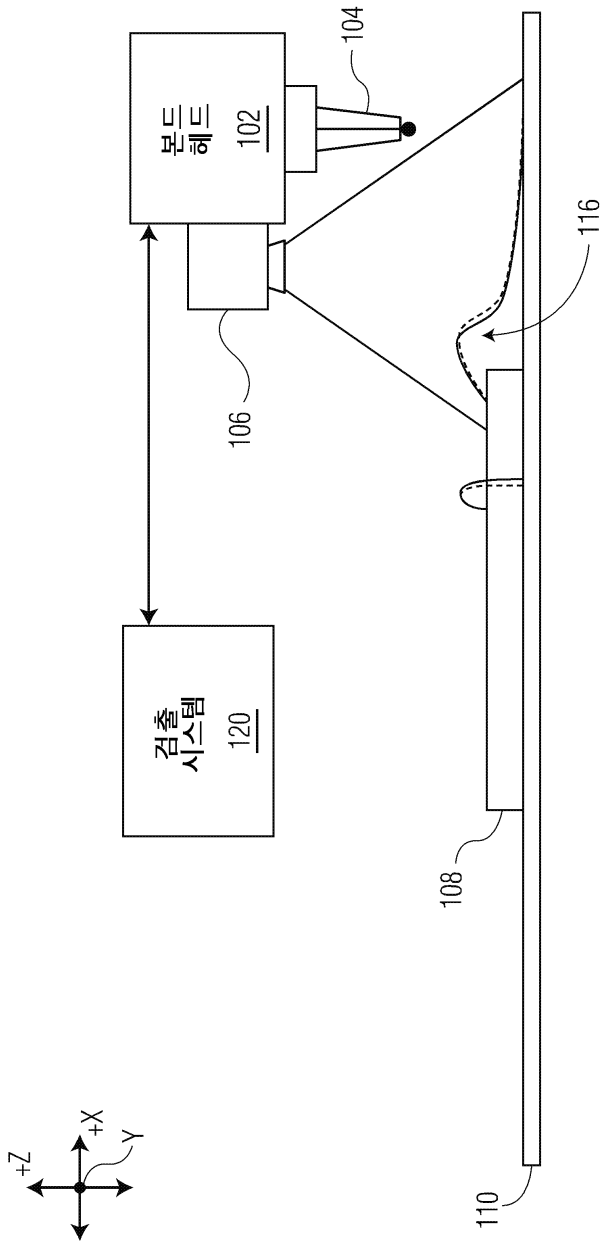
도면2f



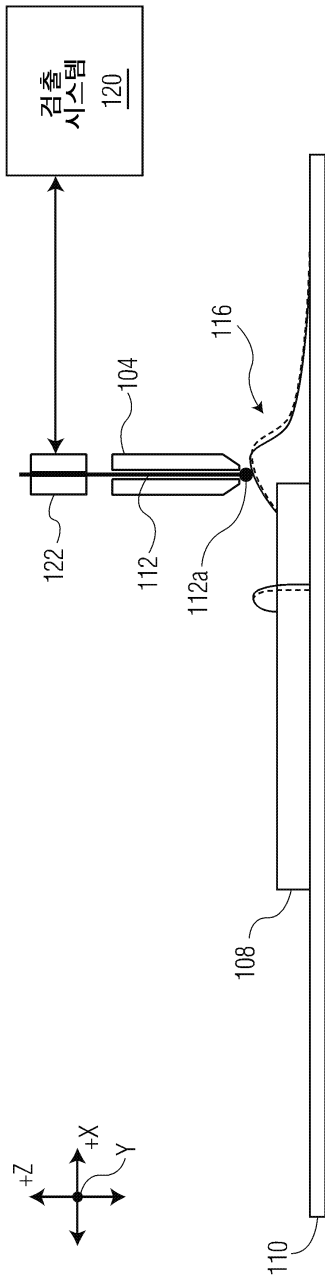
도면2g



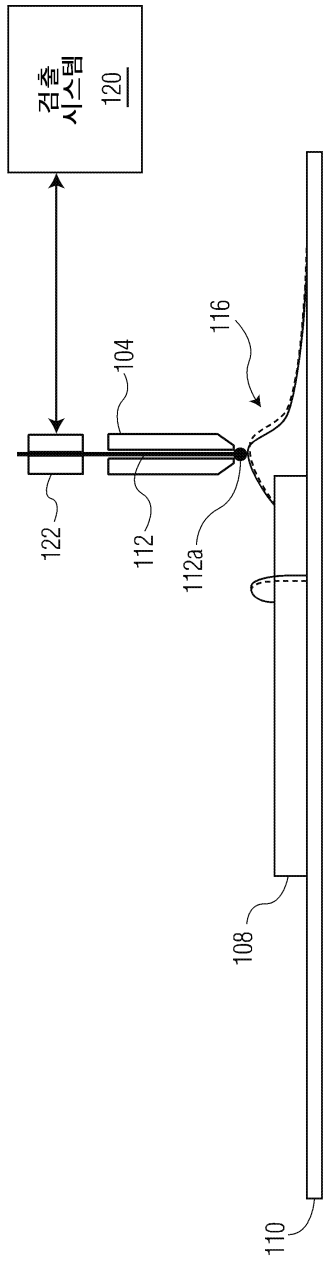
도면3a



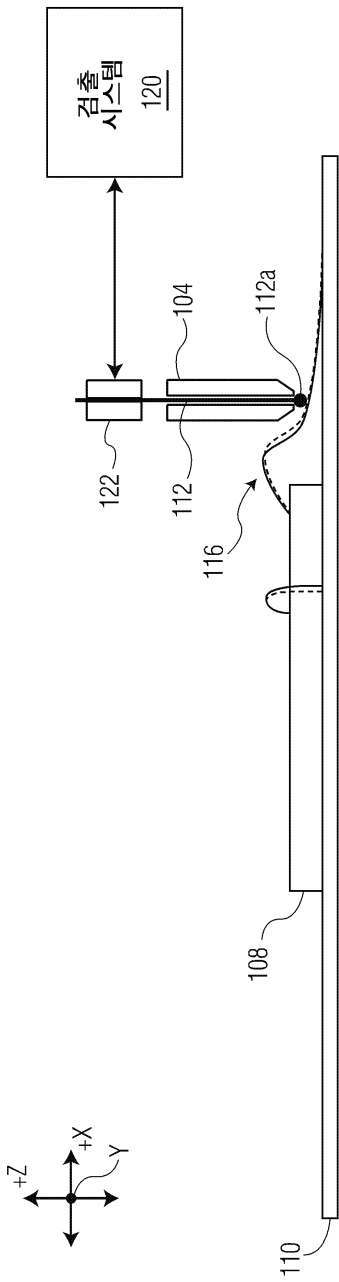
도면3b



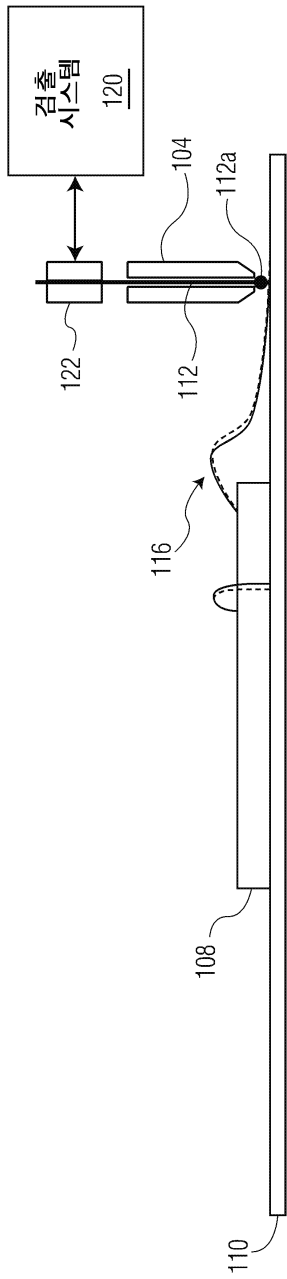
도면3c



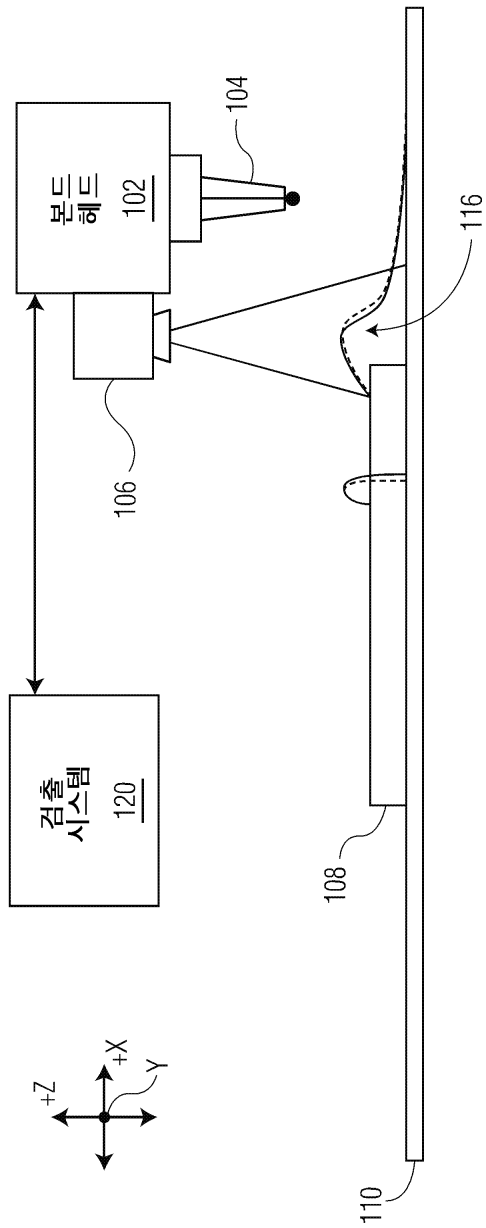
도면3d



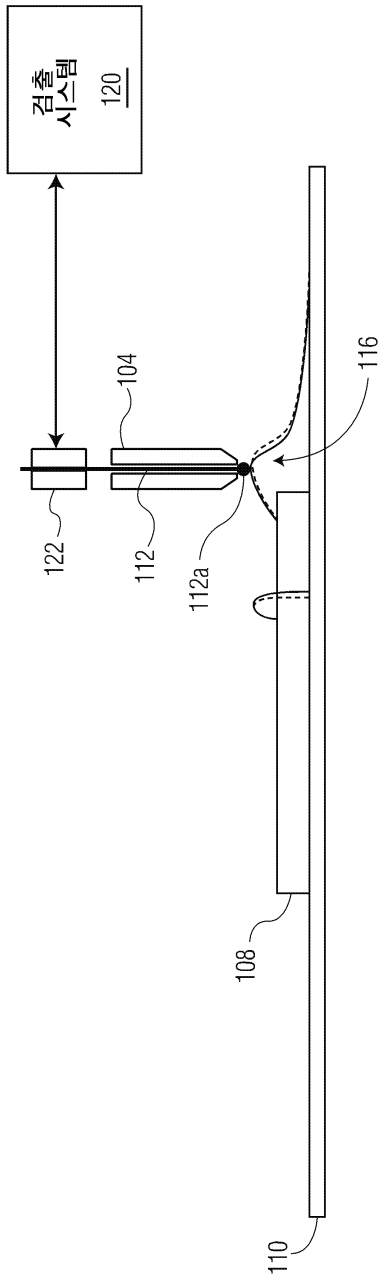
도면3e



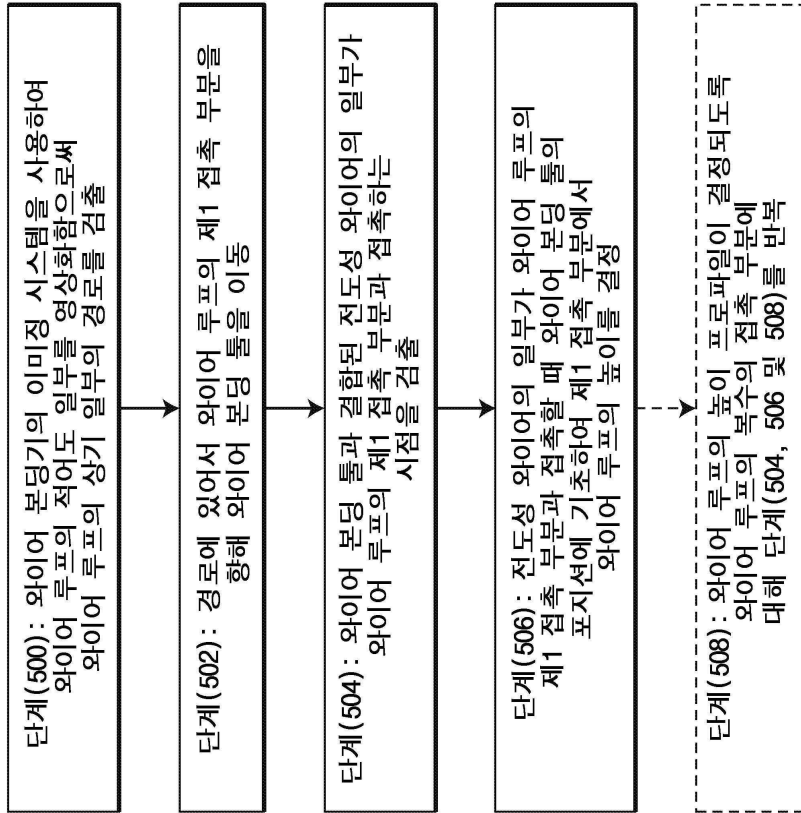
도면4a



도면4b



도면5



도면6

