



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년07월20일
(11) 등록번호 10-1641102
(24) 등록일자 2016년07월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/60 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-7012537
- (22) 출원일자(국제) 2010년03월26일
심사청구일자 2015년03월05일
- (85) 번역문제출일자 2011년06월01일
- (65) 공개번호 10-2011-0137767
- (43) 공개일자 2011년12월23일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2010/028824
- (87) 국제공개번호 WO 2010/120473
국제공개일자 2010년10월21일
- (30) 우선권주장
61/165,679 2009년04월01일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

JP05047770 A
KR1019980053197 A
US20040164128 A1
US20070199974 A1

전체 청구항 수 : 총 47 항

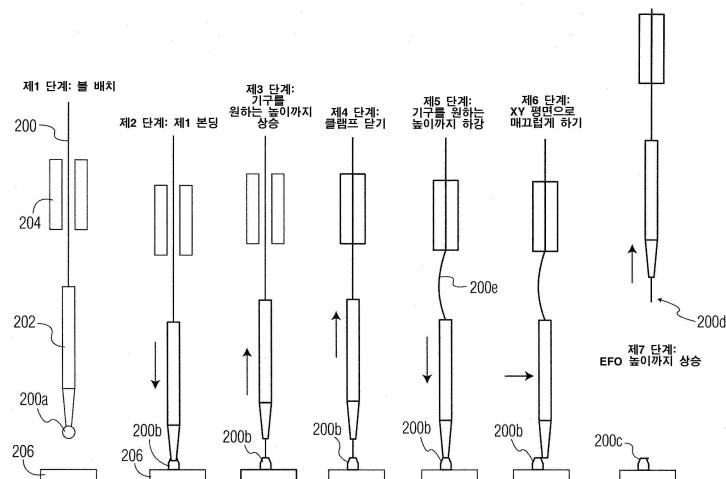
심사관 : 오순영

(54) 발명의 명칭 도전성 범프, 와이어 루프 및 그 형성 방법

(57) 요약

도전성 범프를 형성하는 방법이 개시된다. 상기 방법은, (1) 본딩 기구를 사용하여 자유 에어 볼을 본딩 위치에 본딩함으로써 본딩된 볼을 형성하는 단계; (2) 상기 본딩된 볼과 연속되는 와이어를 풀면서(pay out), 와이어 클램프를 열어둔 채로 상기 본딩 기구를 원하는 높이까지 상승시키는 단계; (3) 상기 와이어 클램프를 닫는 단계; (4) 상기 와이어 클램프를 여전히 닫아둔 채로 상기 본딩 기구를 매끄럽게 하기 높이(smoothing height)까지 하강시키는 단계; (5) 상기 와이어 클램프를 여전히 닫아둔 채로 상기 본딩 기구를 사용하여 상기 본딩된 볼의 상면을 매끄럽게 하는 단계; 및 (6) 상기 와이어 클램프를 여전히 닫아둔 채로 상기 본딩 기구를 상승시켜 상기 본딩된 볼을 상기 본딩 기구에 결합된 와이어로부터 분리시키는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

- (1) 본딩 기구를 사용하여 자유 에어 볼을 본딩 위치에 본딩함으로써 본딩된 볼을 형성하는 단계;
- (2) 상기 본딩된 볼과 연속되는 와이어를 풀면서(pay out), 와이어 클램프를 열어둔 채로, 상기 본딩된 볼이 상기 본딩 기구의 팁(tip)으로부터 이격되는 제1 높이까지 상기 본딩 기구를 상승시키는 단계;
- (3) 상기 와이어 클램프를 닫는 단계;
- (4) 상기 와이어 클램프를 여전히 닫아둔 채로, 상기 본딩 기구의 팁이 상기 본딩된 볼의 상면과 접촉하는 제2 높이까지 상기 본딩 기구를 하강시키는 단계;
- (5) 상기 와이어 클램프를 여전히 닫아둔 채로 상기 본딩 기구를 사용하여 상기 본딩된 볼의 상면을 매끄럽게 하는 단계; 및
- (6) 상기 와이어 클램프를 여전히 닫아둔 채로 상기 본딩 기구를 상승시켜 상기 본딩된 볼을 상기 본딩 기구에 결합된 와이어로부터 분리시키는 단계를 포함하며,

상기 본딩 기구를 사용하여 상기 본딩된 볼의 상면을 매끄럽게 하는 단계는 상기 본딩 기구를 적어도 하나의 수평 방향으로 이동시켜 상기 본딩된 볼의 상면을 매끄럽게 하는 것을 포함하는 도전성 범프 형성 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 (1) 단계는 초음파 에너지, 열 음파 에너지 및 열 압축 에너지 중 적어도 하나를 사용하여, 상기 자유 에어 볼을 상기 본딩 위치에 본딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 도전성 범프 형성 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 (1) 단계는 (i) 초음파 에너지, 열 음파 에너지 및 열 압축 에너지 중 적어도 하나 및 (ii) 와이어 본딩 머신의 XY 테이블의 스크러빙 동작을 사용하여, 상기 자유 에어 볼을 상기 본딩 위치에 본딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 도전성 범프 형성 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 (2) 단계는 상기 본딩 기구를 범평 공정의 꼬리 높이에 해당하는 상기 제1 높이까지 상승시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 도전성 범프 형성 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 (2) 단계는 상기 본딩 기구를 상기 본딩된 볼의 상면 위 5-20 mil 사이에 있는 상기 제1 높이까지 상승시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 도전성 범프 형성 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 (4) 단계는 상기 본딩 기구를 상기 (1) 단계에서의 상기 본딩 기구의 높이보다 0.1-0.2 mil 만큼 높은 상기 제2 높이로 하강시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 도전성 범프 형성 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 (4) 단계는 상기 와이어 클램프를 여전히 닫은 채로 상기 본딩 기구를 상기 제2 높이까지 하강시킴으로써, 상기 와이어 클램프와 상기 본딩 기구 사이에 와이어의 늘어진 길이를 형성하는 단계를 포

함하는 것을 특징으로 하는 도전성 범프 형성 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 (6) 단계는 상기 본딩 기구를 상승시키는 동안, 초음파 에너지를 인가하여 와이어의 상기 늘어진 길이의 적어도 일부를 상기 본딩 기구를 관통하여 통과시킴으로써 와이어 꼬리를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 도전성 범프 형성 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 (6) 단계는 초음파 에너지를 상기 본딩 기구를 상승시키는 동안 인가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 도전성 범프 형성 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 (4) 및 (5) 단계들은 적어도 부분적으로 동시에 수행되는 것을 특징으로 하는 도전성 범프 형성 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서, 상기 (4) 및 (5) 단계들은 상기 본딩 기구의 경사진 아래 방향으로의 동작을 통해 수행되는 것을 특징으로 하는 도전성 범프 형성 방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서, 상기 (5) 단계 동안, 상기 본딩된 볼의 상면이 상기 본딩 기구의 수평적 동작에 의해 매끄럽게 되는 것을 특징으로 하는 도전성 범프 형성 방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

제 1 항에 있어서, 상기 (5) 단계 동안, 상기 본딩된 볼의 상면이 위 방향 및 수평 방향 성분을 갖는 상기 본딩 기구의 동작에 의해 매끄럽게 되는 것을 특징으로 하는 도전성 범프 형성 방법.

청구항 16

제 1 항에 있어서, 상기 (5) 단계의 적어도 일부 동안 초음파 에너지가 상기 본딩 기구에 인가되는 것을 특징으로 하는 도전성 범프 형성 방법.

청구항 17

(1) (a) 본딩 기구를 사용하여 자유 에어 볼을 본딩 위치에 본딩함으로써 본딩된 볼을 형성하는 단계;

(b) 상기 본딩된 볼과 연속되는 와이어를 풀면서(pay out), 와이어 클램프를 열어둔 채로, 상기 본딩된 볼이 상기 본딩 기구의 팁(tip)으로부터 이격되는 제1 높이까지 상기 본딩 기구를 상승시키는 단계;

(c) 상기 와이어 클램프를 닫는 단계;

(d) 상기 와이어 클램프를 여전히 닫아둔 채로, 상기 본딩 기구의 팁이 상기 본딩된 볼의 상면과 접촉하는 제2 높이까지 상기 본딩 기구를 하강시키는 단계;

(e) 상기 와이어 클램프를 여전히 닫아둔 채로 상기 본딩 기구를 사용하여 상기 본딩된 볼의 상면을 매끄럽게 하는 단계; 및

(f) 상기 와이어 클램프를 여전히 닫아둔 채로 상기 본딩 기구를 상승시켜 상기 본딩된 볼을 상기 본딩 기구에 결합된 와이어로부터 분리시킴으로써, 도전성 범프를 본딩 위치에 형성하는 단계를 포함하며,

상기 본딩 기구를 사용하여 상기 본딩된 볼의 상면을 매끄럽게 하는 단계는 상기 본딩 기구를 적어도 하나의 수평 방향으로 이동시켜 상기 본딩된 볼의 상면을 매끄럽게 하는 것을 포함하는 도전성 범프 형성 단계;

- (2) 상기 본딩 기구를 사용하여 와이어의 일부를 다른 본딩 위치에 본딩하는 단계;
- (3) 상기 와이어의 본딩된 부분으로부터 와이어의 길이를 상기 도전성 범프로 연장시키는 단계; 및
- (4) 상기 와이어 길이의 말단을 상기 도전성 범프에 본딩시키는 단계를 구비하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 상기 (3) 단계는 상기 와이어의 길이를 상기 본딩된 부분으로부터 연장시켜, 상기 와이어의 길이가 상기 본딩된 부분에 연속되도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 19

제 17 항에 있어서, 상기 (a) 단계는 초음파 에너지, 열 음파 에너지 및 열 압축 에너지 중 적어도 하나를 사용하여, 상기 자유 에어 볼을 상기 본딩 위치에 본딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 20

제 17 항에 있어서, 상기 (a) 단계는 (i) 초음파 에너지, 열 음파 에너지 및 열 압축 에너지 중 적어도 하나 및 (ii) 와이어 본딩 머신의 XY 테이블의 스크러빙 동작을 사용하여, 상기 자유 에어 볼을 상기 본딩 위치에 본딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 21

제 17 항에 있어서, 상기 (b) 단계는 상기 본딩 기구를 범핑 공정의 꼬리 높이에 해당하는 상기 제1 높이까지 상승시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 22

제 17 항에 있어서, 상기 (b) 단계는 상기 본딩 기구를 상기 본딩된 볼의 상면 위 5-20 mil 사이에 있는 상기 제1 높이까지 상승시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 23

삭제

청구항 24

제 17 항에 있어서, 상기 (d) 단계는 상기 본딩 기구를 상기 (a) 단계에서의 상기 본딩 기구의 높이보다 0.1-0.2 mil 만큼 높은 상기 제2 높이로 하강시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 25

제 17 항에 있어서, 상기 (d) 단계는 상기 와이어 클램프를 여전히 닫은 채로 상기 본딩 기구를 상기 제2 높이 까지 하강시킴으로써, 상기 와이어 클램프와 상기 본딩 기구 사이에 와이어의 늘어진 길이를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서, 상기 (f) 단계는 상기 본딩 기구를 상승시키는 동안, 초음파 에너지를 인가하여 와이어의 상기 늘어진 길이의 적어도 일부를 상기 본딩 기구를 관통하여 통과시킴으로써 와이어 꼬리를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 27

제 17 항에 있어서, 상기 (f) 단계는 초음파 에너지를 상기 본딩 기구를 상승시키는 동안 인가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 28

제 17 항에 있어서, 상기 (d) 및 (e) 단계들은 적어도 부분적으로 동시에 수행되는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 29

제 17 항에 있어서, 상기 (d) 및 (e) 단계들은 상기 본딩 기구의 경사진 아래 방향으로의 동작을 통해 수행되는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 30

삭제

청구항 31

제 17 항에 있어서, 상기 (e) 단계 동안, 상기 본딩된 볼의 상면이 아래 방향과 수평 방향 성분을 갖는 상기 본딩 기구의 동작에 의해 매끄럽게 되는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 32

제 17 항에 있어서, 상기 (e) 단계 동안, 상기 본딩된 볼의 상면이 위 방향 및 수평 방향 성분을 갖는 상기 본딩 기구의 동작에 의해 매끄럽게 되는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 33

제 17 항에 있어서, 상기 (e) 단계의 적어도 일부 동안 초음파 에너지가 상기 본딩 기구에 인가되는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 34

제 17 항에 있어서, 상기 (4) 단계 동안, 상기 본딩 기구의 z-위치가 모니터 되며, 상기 (4) 단계의 본딩 동안 인가되는 초음파 에너지가 상기 본딩 기구가 특정한(predetermined) z-위치에 도달하면 커지는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 35

제 34 항에 있어서, 상기 특정 z-위치는 기준 z-위치에 대해 상대적으로 선택되며, 상기 기준 z-위치는 상기 (e) 단계 동안 상기 본딩 기구의 제2 높이인 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 36

제 34 항에 있어서, 상기 특정 z-위치는 기준 z-위치에 대해 상대적으로 선택되며, 상기 기준 z-위치는 상기 (4) 단계 동안 초음파 에너지가 커지는 최초 z-위치인 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 37

제 34 항에 있어서, 상기 특정 z-위치는 기준 z-위치에 대해 상대적으로 선택되며, 상기 기준 z-위치는 (i) 상기 본딩 기구와 상기 와이어 길이의 말단 및 (ii) 상기 도전성 범프 사이의 충격 변형 이후 일정 시각에 상기 본딩 기구의 위치인 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 38

제 17 항에 있어서, 상기 (4) 단계 동안, 상기 본딩 기구의 z-위치가 모니터 되며, 상기 (4) 단계 동안 인가되는 초음파 에너지는 상기 본딩 기구가 일정한 시간 지연 이후 특정(predetermined) z-위치에 도달하면 커지는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 39

제 38 항에 있어서, 상기 특정 z-위치는 기준 z-위치에 대해 상대적으로 선택되며, 상기 기준 z-위치는 상기 (e) 단계 동안 상기 본딩 기구의 제2 높이인 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 40

제 38 항에 있어서, 상기 특정 z-위치는 기준 z-위치에 대해 상대적으로 선택되며, 상기 기준 z-위치는 상기 (4) 단계 동안 초음파 에너지가 켜지는 최초 z-위치인 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 41

제 38 항에 있어서, 상기 특정 z-위치는 기준 z-위치에 대해 상대적으로 선택되며, 상기 기준 z-위치는 (i) 상기 본딩 기구와 상기 와이어 길이의 말단 및 (ii) 상기 도전성 범프 사이의 충격 변형 이후 일정 시각에 상기 본딩 기구의 위치인 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 42

제 17 항에 있어서, 상기 (4) 단계 동안, 상기 본딩 기구의 z-위치가 모니터 되며, 상기 (4) 단계 동안 인가되는 초음파 에너지는 상기 본딩 기구가 특정한(predetermined) z-위치에 도달하면 감소하는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 43

제 42 항에 있어서, 상기 초음파 에너지는 상기 본딩 기구가 특정한 z-위치에 도달하면 적어도 50% 만큼 감소하는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 44

제 42 항에 있어서, 상기 특정 z-위치는 기준 z-위치에 대해 상대적으로 선택되며, 상기 기준 z-위치는 상기 (e) 단계 동안 상기 본딩 기구의 제2 높이인 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 45

제 42 항에 있어서, 상기 특정 z-위치는 기준 z-위치에 대해 상대적으로 선택되며, 상기 기준 z-위치는 상기 (4) 단계 동안 초음파 에너지가 켜지는 최초 z-위치인 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 46

제 42 항에 있어서, 상기 특정 z-위치는 기준 z-위치에 대해 상대적으로 선택되며, 상기 기준 z-위치는 (i) 상기 본딩 기구와 상기 와이어 길이의 말단 및 (ii) 상기 도전성 범프 사이의 충격 변형 이후 일정 시각에 상기 본딩 기구의 위치인 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 47

제 17 항에 있어서, 상기 (4) 단계 동안, 상기 본딩 기구의 z-위치가 모니터 되며, 상기 (4) 단계 동안 인가되는 초음파 에너지는 상기 본딩 기구가 특정한(predetermined) z-위치에 도달하면 감소하는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 48

제 47 항에 있어서, 상기 초음파 에너지는 상기 본딩 기구가 특정한 z-위치에 도달하면 적어도 50% 만큼 감소하는 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 49

제 47 항에 있어서, 상기 특정 z-위치는 기준 z-위치에 대해 상대적으로 선택되며, 상기 기준 z-위치는 상기 (e) 단계 동안 상기 본딩 기구의 제2 높이인 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 50

제 47 항에 있어서, 상기 특정 z-위치는 기준 z-위치에 대해 상대적으로 선택되며, 상기 기준 z-위치는 상기 (4) 단계 동안 초음파 에너지가 켜지는 최초 z-위치인 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

청구항 51

제 47 항에 있어서, 상기 특정 z-위치는 기준 z-위치에 대해 상대적으로 선택되며, 상기 기준 z-위치는 (i) 상기 본딩 기구와 상기 와이어 길이의 말단 및 (ii) 상기 도전성 범프 사이의 충격 변형 이후 일정 시각에 상기 본딩 기구의 위치인 것을 특징으로 하는 와이어 루프 형성 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 도전성 범프, 도전성 범프를 활용하는 와이어 루프 및 그 형성 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 장치의 공정 및 패키징에서, 도전성 범프들은 전기적 상호 접속을 제공하는 데 사용되도록 형성된다. 예를 들어, 상기 범프들은 여러 다른 것들 중에서, (1) 플립-칩 애플리케이션들에서의 사용, (2) 원격 도전체들로서의 사용, (3) 와이어 루프 애플리케이션들, (4) 테스트 애플리케이션들을 위한 테스트 포인트들을 위해 제공될 수 있다. 상기 도전성 범프들은 다양한 기술로 형성될 수 있다. 그러한 기술들 중의 하나는 와이어 본딩 머신(wire bonding machine) 혹은 봇 범프 머신 상에서 와이어를 사용하여 상기 도전성 범프들을 형성하는 것이다.

[0003] 와이어 본딩 머신 혹은 범핑 머신 상에 도전성 범프들을 형성하기 위한 다양한 기술들이 미국등록특허 제7,229,906호(제목: 와이어 본딩 머신을 사용하여 반도체 상호 접속을 위해 범프를 형성하는 방법 및 장치) 및 미국등록특허 제7,188,759호(제목: 도전성 범프들 및 와이어 루프들을 형성하는 방법)에 개시되어 있으며, 상기 두 특허들의 내용은 여기에 참조로서 병합된다.

[0004] 도 1은 와이어 본딩 머신 혹은 범핑 머신 상에 도전성 범프를 형성하는 예시적인 단계를 설명한다. 제1 단계에서, 자유 에어 볼(free air ball)(100a)이 본딩 기구(102)의 팁(tip)에 놓여진다. 당업자에 의해 이해될 수 있는 것처럼, 제1 단계 이전에, 자유 에어 볼(100a)은 본딩 기구(102)의 상기 팁 아래에 매달린 와이어(100)의 말단 상에 전자 플레임-오프(electronic flame-off) 장치 혹은 이와 비슷한 장치를 사용하여 형성되었다. 와이어 클램프(104)는 제1 단계에서 열린 위치로 도시되어 있다. 당업자에 의해 이해될 수 있는 것처럼, 와이어(100)는 머신(도시되지 않음) 상에 와이어 꾸러미(spool)에 의해 제공된다. 와이어(100)는 상기 와이어 꾸러미로부터 와이어 클램프(104)(및 도시되지 않은 다른 구조물들을) 거쳐 본딩 기구(102)에까지 연장된다.

[0005] 자유 에어 볼(100a)이 (제1 단계 이전에) 형성된 후, 와이어(100)가 위로 끌어 당겨져서(예를 들어, 진공 제어 텐션너(tensioner) 혹은 이와 유사한 것을 사용하여), 자유 에어 볼(100a)이 도 1의 제1 단계에 도시된 것과 같이, 본딩 기구(102)의 상기 팁에 위치한다. 제2 단계에서, 본딩 기구(102)(와이어 클램프(104)를 포함하는 본딩 헤드 어셈블리의 다른 요소들과 함께)가 하강하고, 자유 에어 볼(100a)이 본딩 위치(106)(예를 들어, 반도체 다이(106)의 다이 패드)에 본딩된다. 당업자에 의해 이해될 수 있는 것처럼, 자유 에어 볼(100a)의 본딩 위치(106)으로의 본딩은 다른 기술들 중에서, 초음파 에너지, 열 음파 에너지, 열 압축 에너지, XY 테이블 스크럽(scrub) 및 이들의 조합을 사용하여 수행될 수 있다.

[0006] 자유 에어 볼(100a)이 제2 단계에서 본딩 위치(106)에 본딩된 후(상기 본딩된 자유 에어 볼은 이제 본딩된 볼(100b)로 참조될 수 있다), 와이어 클램프(104)가 여전히 열린 채로, 본딩 기구(102)가 원하는 높이로 상승한다. 상기 높이는 분리 높이(도 1의 제3 단계를 살펴보면, 본딩 기구(102)가 상승하여 본딩된 볼(100b)이 더 이상 본딩 기구(102)의 상기 팁 내에 놓이지 않음을 알 수 있다)로 참조될 수 있다. 제4 단계에서, 와이어 클램프(104)는 여전히 열린 채로, 본딩 기구(102)가 적어도 하나의 수평 방향(예를 들어, 상기 머신의 X축 혹은 Y축을 따라)으로 이동하여 본딩된 볼(100b)의 상면을 매끄럽게 한다. 이와 같이 본딩된 볼(100b)의 상면을 매끄럽게 함에 따라, 도전성 범프는 원하는 상면을 갖게 되고, 본딩된 볼(100b)과 상기 와이어의 나머지 부분 사이의 연결이 약화되어 이를 사이의 분리가 용이해진다. 제5 단계에서, 본딩 기구(102)가 다른 높이(와이어 꼬리 높이로 참조될 수 있다)로 상승하며, 이후 와이어 클램프(104)가 닫힌다. 이후 제6 단계에서, 본딩 기구(102)가 상승하여 본딩된 볼(100b)(이제 도전성 범프(100c)로 명명될 수 있다)과 와이어(100)의 나머지 부분과의 연결이 끊어진다. 예를 들어, 본딩 기구(102)는 전자 플레임-오프 장치가 와이어(100)의 와이어 꼬리(100d) 상에 자유 에어 볼을 형성하는 위치인 EFO 높이까지 상승할 수 있다.

[0007] 종래 기술을 사용하여 도전성 범프들을 형성하는 것은 몇몇 결점들을 안고 있다. 예를 들어, 제4 단계의 매끄럽게 하는 동작 동안, 본딩된 볼(100b)과 상기 와이어의 나머지 부분 사이의 연결이 약화된다; 하지만, 어떤 공정

들 동안에는, 상기 연결이 너무 일찍 끊어질 정도(즉, 클램프(104)를 닫기 이전에, 제5 단계에서 도시된 꼬리 높이까지의 상승 동안에 상기 연결이 분리될 수 있다)로 약화될 수 있다. 만약 상기 조기 연결 끊어짐이 발생할 경우, 다음 번 자유 에어 볼(즉, 와이어 꼬리(100d))을 위해 제공되는 상기 와이어 꼬리가 짧아질 수 있다(즉, 짧은 꼬리 컨디션). 이러한 문제를 회피하기 위하여, 제4 단계에서의 매끄럽게 하는 동작을 줄여서 상기 연결이 과도하게 약화되지 않도록 할 수 있다; 하지만, 이렇게 매끄럽게 하는 동작을 줄이는 것은 결과적인 범프 표면의 측면에서 해로운 영향을 끼칠 수 있다. 나타날 수 있는 또 다른 문제는 긴 꼬리 즉, 너무 많은 와이어가 상기 와이어 꼬리 상에 있는 것이다. 이러한 문제들은 수율의 감소와 도전성 범프들 사이의 불균일성을 낳는 경향을 갖는다.

[0008] 나아가, 종래 범프 상에 제2 본드들을 형성하는 것(예를 들어, SSB 타입 공정에서와 같이)은, 예를 들어, 상기 범프의 순응하는 성질 및 상기 범프 상면의 물리적 구조에 관련되는 어떤 저항들(challenges)에 연관된다. 이러한 저항들에 의해 제2/스티치 본드들의 형성이 형편없어지고, 잠재적으로 짧은 꼬리 컨디션을 야기하는 경향을 갖는다.

[0009] 따라서 향상된 도전성 범프들 및 이의 향상된 제조 방법들을 제공하는 것이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 목적은 향상된 도전성 범프 및 이를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 예시적인 실시예들에 따르면, 도전성 범프를 형성하는 방법이 개시된다. 상기 방법은, (1) 본딩 기구를 사용하여 자유 에어 볼을 본딩 위치에 본딩함으로써 본딩된 볼을 형성하는 단계; (2) 상기 본딩된 볼과 연속되는 와이어를 풀면서(pay out), 와이어 클램프를 열어둔 채로 상기 본딩 기구를 원하는 높이까지 상승시키는 단계; (3) 상기 와이어 클램프를 닫는 단계; (4) 상기 와이어 클램프를 여전히 닫아둔 채로 상기 본딩 기구를 매끄럽게 하기 높이(smoothing height)까지 하강시키는 단계; (5) 상기 와이어 클램프를 여전히 닫아둔 채로 상기 본딩 기구를 사용하여 상기 본딩된 볼의 상면을 매끄럽게 하는 단계; 및 (6) 상기 와이어 클램프를 여전히 닫아둔 채로 상기 본딩 기구를 상승시켜 상기 본딩된 볼을 상기 본딩 기구에 결합된 와이어로부터 분리시키는 단계를 포함한다.

[0012] 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따르면, 와이어 루프를 형성하는 방법이 개시된다. 상기 방법은, (1) 본 발명에 따라 도전성 범프를 본딩 위치에 형성하는 단계; (2) 상기 본딩 기구를 사용하여 와이어의 일부를 다른 본딩 위치에 본딩하는 단계; (3) 상기 와이어의 본딩된 부분으로부터 와이어의 길이를 상기 도전성 범프로 연장시키는 단계; 및 (4) 상기 와이어 길이의 말단을 상기 도전성 범프에 본딩시키는 단계를 구비한다.

도면의 간단한 설명

[0013] 본 발명은 아래의 상세한 설명이 이에 수반되는 도면과 연결되어 읽혀질 때 가장 잘 이해될 수 있다. 통상적으로, 도면의 다양한 특징들은 스케일링되지 않을 뿐만 아니라, 오히려 반대로, 상기 다양한 특징들의 치수들은 명확성을 위해 임의로 확장 혹은 축소될 수 있다는 점이 강조되어야 한다. 상기 도면은 아래의 도면들을 포함한다.

도 1은 도전성 범프를 형성하기 위한 종래 기술을 설명하기 위한 일련의 다이어그램들이다.

도 2는 본 발명의 예시적인 실시예에 따라 도전성 범프를 형성하는 방법을 설명하기 위한 일련의 다이어그램들이다.

도 3a-3b는 도 1의 기술에 따라 형성된 도전성 범프의 축부 및 상부 블록 다이어그램들이다.

도 3c-3d는 도 2의 기술에 따라 형성된 도전성 범프의 축부 및 상부 블록 다이어그램들이다.

도 4a-4b는 본 발명의 예시적인 실시예에 따라 와이어 루프를 형성하는 방법을 설명하기 위한 다이어그램들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명의 예시적인 실시예에 있어서, 도전성 범프들이 형성된다. 도전성 범프의 상면은, 예를 들어, 본딩 기구의 XY 매끄럽게 하는 동작(XY smoothing motion)을 사용하여 매끄러워진다. 자유 에어 볼을 증착하고 본딩하여

상기 도전성 범프를 형성한 후, 상기 상면을 매끄럽게 하기 이전에, 와이어 클램프가 열린 상태로 상기 본딩 기구는 원하는 높이(예를 들어, 꼬리 높이)까지 상승한다. 이후, 상기 와이어 클램프가 닫히고 상기 본딩 기구가 하강하여 상기 도전성 범프의 상면을 매끄럽게 한다. 이러한 공정에 의해, 상기 본딩 기구의 꼭대기와 상기 와이어 클램프의 바닥 사이에 와이어의 늘어진 길이가 형성된다. 상기 범프의 상면을 매끄럽게 하는 동작을 완료한 후, 상기 본딩 기구가 상승하여 상기 도전성 범프를 상기 와이어의 나머지 부분으로부터 분리시킨다. 이러한 공정에서, 와이어의 상기 늘어진 길이는 이제 원하는 와이어 꼬리 길이를 가능하게 하여, 짧은 꼬리 발생 가능성 및 이와 관련된 문제들을 실질적으로 감소시킬 수 있다.

[0015] 따라서 본 발명에 따르면, "매끄럽게 하기(smoothing)" 공정 동안에(도 2의 제6 단계를 참조하라), 상기 와이어 클램프는 닫힌 상태로 있으며, 이는 상기 와이어가 상기 본딩 기구를 통과하여 공정의 중단(이것으로 인해 짧은 꼬리 애러가 발생할 수 있다)을 일으키는 가능성을 실질적으로 줄여준다(혹은 방지한다). 종래 기술(상기 와이어 꼬리가 상기 매끄럽게 하기 동작이 완료된 후 형성되는)과는 대비되도록, 상기 와이어 꼬리는 상기 매끄럽게 하기 동작 이전에 형성된다. 또 다른 장점은, 상기 와이어 꼬리를 약화시키는 매끄럽게 하기 동작이 발생하지 않았기 때문에 종래 공정들에 비해 상기 와이어 꼬리가 보다 강한 경향을 갖는다는 것이며, 이에 따라 추가적인 애러 발생 가능성을 줄여준다.

[0016] 도 2는 본 발명의 예시적인 실시예에 따라 와이어 본딩 머신 혹은 범핑 머신 상에 도전성 범프를 형성하는 단계를 설명한다. 제1 단계에서, 자유 에어 볼(200a)이 본딩 기구(202)의 텁에 놓여진다. 당업자에 의해 이해될 수 있는 것처럼, 제1 단계 이전에, 자유 에어 볼(200a)은 전자 플레임-오프 장치 혹은 이와 유사한 장치를 사용하여 본딩 기구(202)의 상기 텁 아래에 매달린 와이어(200)의 말단 상에 형성되었다. 와이어 클램프(204)는 제1 단계에서 열린 위치로 도시된다.

[0017] 자유 에어 볼(200a)이 형성된 이후(제1 단계 이전), 와이어(200)가 위로 끌어 당겨져서(예를 들어, 진공 제어 텐서너 혹은 이와 유사한 것을 사용하여), 자유 에어 볼(200a)이 도 2의 제1 단계에 도시된 것과 같이, 본딩 기구(202)의 상기 텁에 위치한다. 제2 단계에서, 본딩 기구(202)(와이어 클램프(204)를 포함하는 본딩 헤드 어셈블리의 다른 요소들과 함께)가 하강하고, 자유 에어 볼(200a)이 본딩 위치(206)(예를 들어, 반도체 다이(206)의 다이 패드)에 본딩된다. 당업자에 의해 이해될 수 있는 것처럼, 자유 에어 볼(200a)의 본딩 위치(206)으로의 본딩은 다른 기술들 중에서, 초음파 에너지, 열 음파 에너지, 열 압축 에너지, XY 테이블 스크립(scrub) 및 이들의 조합을 사용하여 수행될 수 있다.

[0018] 제2 단계에서의 자유 에어 볼(200a)의 본딩 이후에(하지만, 제3 단계 이전에), 다른 동작들이 원하는 대로 완료될 수 있다. 예를 들어, 미국등록특허 제 7,229,906호에 기술된 것처럼, 제3 단계 이전에 한 폴드(fold)의 와이어가 본딩된 볼(200b) 상에 형성될 수 있다. 물론, 본딩된 볼(200b)의 다른 동작들 및 다른 구조들도 고려될 수 있다.

[0019] 자유 에어 볼(200a)이 제2 단계에서 본딩 위치(206)에 본딩된 후(이제 본딩된 자유 에어 볼은 본딩된 볼(200b)로 명명될 수 있다), 와이어 클램프(204)는 여전히 열린 상태로, 제3 단계에서 본딩 기구(202)가 원하는 높이로 상승한다. 상기 높이는 꼬리 높이(도 2의 제3 단계를 살펴보면, 이 높이에서 본딩 기구(202)의 상기 텁이 본딩된 볼(200b)로부터 분리됨을 알 수 있다)로 참조될 수 있다; 하지만, 서로 다른 높이들이 선택될 수도 있음이 이해될 수 있을 것이다. 본 발명이 반드시 이에 국한되는 것은 아니지만, 이 높이에 대한 예시적인 범위는 본딩된 자유 에어 볼(200b)의 꼭대기로부터 위로 5-20 mil 사이 및 10-20 mil 사이에 있을 수 있다. 제4 단계에서, 와이어 클램프(204)가 닫힌다. 제5 단계에서, 본딩 기구(202)는 원하는 높이로 하강한다. 이 높이는 분리 높이(도 2의 제5 단계를 살펴보면, 상기 기구가 하강하여 본딩 기구(202)의 상기 텁이 본딩된 볼(200b)의 상면에 가까스로 접촉함을 알 수 있을 것이다)로 참조될 수 있다. 본 발명이 반드시 이에 국한되는 것은 아니지만, 이 높이에 대한 예시적인 범위는 제2 단계에서의 본딩 기구(202)의 높이로부터 위로 0.1-0.2 mil 사이에서 1-2 mil 사이에 있을 수 있다. 제5 단계에서, 상기 와이어 클램프는 닫힌 채로 본딩 기구(202)가 하강함으로써, 와이어(200e)의 늘어진 길이가 와이어 클램프(204)의 바닥 아래와 본딩 기구(202)의 위에 제공된다. 제6 단계에서, 와이어 클램프(204)는 여전히 닫힌 채로, 본딩 기구(202)가 적어도 하나의 수평 방향으로(예를 들어, X축 혹은 Y축을 따라, 혹은 X 및 Y축 모두를 따라, 혹은 또 다른 수평 방향을 따라) 이동하여 본딩된 볼(200b)의 상면을 매끄럽게 한다. 이와 같이 본딩된 볼(200b)의 상면을 매끄럽게 함에 따라, 도전성 범프는 원하는 상면을 갖게 되고, 상기 본딩된 볼과 상기 와이어의 나머지 부분 사이의 연결이 약화되어 이들 사이의 분리가 용이해진다. 제7 단계에서, 본딩 기구(202)가 상승하여 본딩된 볼(200b)(이제 도전성 범프(200c)로 명명될 수 있다)과 와이어(200)의 나머지 부분과의 연결이 끊어진다. 예를 들어, 본딩 기구(202)는 전자 플레임-오프 장치가 와이어(200)의 와이어 꼬리(200d) 상에 자유 에어 볼을 형성하는 위치인 EFO 높이까지 상승할 수 있다. 제7 단계에서

본딩 기구(202)를 상승시켜 연결을 끊어지게 하는 것과 관련하여, 초음파 에너지 혹은 이와 유사한 에너지를 인가하여, 본딩 기구(202)의 상기 텁을 관통하여 와이어(200e)의 늘어진 길이를 퀘어 와이어 꼬리(200d)를 제공할 수 있다.

[0020] 도 2에서, 제5 단계 및 제6 단계에서의 본딩 기구(202)의 높이는 동일하다; 하지만, 원하는 정도로 매끄럽게 하기 위해 하나의 단계에서 다음 단계로 갈 때 상기 높이는 변화될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0021] 와이어(200)를 찢어 도전성 범프(200b)를 와이어(200)의 나머지로부터 분리시키기 이전에, 이 공정에서 와이어(200e)의 늘어진 길이를 제공함으로써, 원하는 와이어 꼬리(200d)가 제공된다. 따라서 짧은 꼬리(본딩 기구(202)의 상기 텁 아래에 매달리는 다음 번 자유 에어 볼을 형성하기에 충분하지 않은 와이어가 될 수 있다)의 위험이 실질적으로 감소된다. 따라서 조기 분리에 관련된 실질적인 위험 없이, 원하는 정도의 수평적 매끄러움이 도 2의 제6 단계에서 획득될 수 있다.

[0022] 도 2의 제6 단계에서의 매끄럽게 하기는 꽤 다양하게 수행될 수 있다. 예를 들어, 상기 매끄럽게 하기 동작은 도 2에 도시된 바와 같이, 본딩 기구(202)의 본딩된 볼(200b) 상면을 가로지르는 하나의 수평적 동작으로 구성될 수 있다. 하지만, 복수의 동작들(예를 들어, 뒤로 및 앞으로, 서로 다른 방향들을 따라 등등)이 상기 매끄럽게 하기 동작에 제공될 수 있다. 나아가, 상기 매끄럽게 하기 동작은 제6 단계에 도시된 바와 같이, 완전히 수평적이거나, 혹은 수평적 및 수직적(예를 들어, 위로 혹은 아래로) 요소들 모두를 포함할 수 있다. 따라서 매끄러워진 표면이 원하는 대로 원하는 방향으로 경사질 수 있다. 더 나아가, 제6 단계의 매끄럽게 하기 동작은 제5 단계의 본딩 기구(202)의 하강과 결합되어 하나의(예를 들어, 동시에) 동작으로 병합될 수도 있다. 즉, 본딩 기구(202)의 동작은 경사진 경로(예를 들어, 도 2에 도시된 것처럼 아래 방향으로 그리고 오른쪽으로)를 따를 수 있으며, 이에 따라 제5 단계의 하강 및 제6 단계의 매끄럽게 하기는 하나의 동작에서 완료될 수도 있다.

[0023] 도전성 범프 상면의 원하는 수준의 수평적 매끄러움이 획득될 수 있으므로, 보다 바람직한 도전성 범프가 제공될 수 있다. 도 3a-3b를 참조하면, 종래 기술에 따라 형성된 도전성 범프(100c)의 측부 및 상부 블록 다이어그램이 도시되어 있다. 상기 도면들은 설명의 편의를 위한 것이며, 상기 도전성 범프의 실제 형상을 설명하기 위한 것은 아니다. 도전성 범프(100c)는 본딩 위치(도 1의 본딩 위치(106)와 같은)에 본딩되는 하면(100c2)과, 매끄럽게 된 상면(100c1)(예를 들어, 도 1의 제4 단계를 사용하여)을 포함한다. 도전성 범프(100c)의 상면도를 살펴보면 알 수 있듯이, 상면(100c1) 영역은 하면(100c2) 영역에 비해 상당히 작다. 예를 들어, 상면(100c1)의 표면 영역은 하면(100c2)의 표면 영역의 50-80% 정도 될 수 있다.

[0024] 도 3c-3d를 참조하면, 본 발명의 예시적인 실시예에 따라 형성된 도전성 범프(200c)의 측부 및 상부 블록 다이어그램이 도시되어 있다. 상기 도면들은 설명의 편의를 위한 것이며, 상기 도전성 범프의 실제 형상을 설명하기 위한 것은 아니다. 도전성 범프(200c)는 본딩 위치(도 2의 본딩 위치(206)와 같은)에 본딩되는 하면(200c2)과, 매끄럽게 된 상면(200c1)(예를 들어, 도 2의 제6 단계를 사용하여)을 포함한다. 도전성 범프(200c)의 상면도를 살펴보면 알 수 있듯이, 상면(200c1)은 하면(200c2)과 거의 동일한 영역을 차지하고 있다. 예를 들어, 상면(200c1)의 표면 영역은 하면(200c2)의 표면 영역의 80-98% 정도 될 수 있다. 이렇게 범프의 하면에 대해 상면이 차지하는 영역이 증가하는 이유는 적어도 부분적으로는, 본 발명에 따라 수평적으로 매끄럽게 하는 것이 향상되었기 때문이다.

[0025] 본 발명은 다양한 애플리케이션들에서 도전성 범프들을 형성하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 범프들은 플립칩 상호 접속들에 관련되어 사용될 수 있다. 또 다른 예시적인 애플리케이션은 장치의 웨이퍼 테스트에 관련된 도전성 범핑이다. 상기 도전성 범프의 또 다른 예시적인 사용은 원격 구조체들(stand offs)이다. 예를 들어, 상기 도전성 범프들은 접적된 다이 와이어 본딩에 연결된 원격 구조체로 사용될 수 있다. 나아가, 상기 도전성 범프들은 도 4a-4b에 도시된 것처럼 원격 스티치 본딩(stand off stitch bonding)(즉, SSB 본딩)에 연결된 원격 구조체로 사용될 수 있다.

[0026] 도 4a는 본딩 위치(406a) 상에 형성된 도전성 범프(400c)(예를 들어, 반도체 다이(406)의 다이 패드(406a))를 도시한다. 반도체 다이(406)는 기판(408)(예를 들어, 리드 프레임(408))에 의해 지지된다. 예를 들어, 도전성 범프(400c)는 도 2에 기재된 방법에 혹은 본 발명에 따른 다른 방법에 따라 형성되었다. 이제 본딩 위치(408a)(예를 들어, 리드 프레임(408)의 리드 평거(408a))를 도전성 범프(400c)에 전기적으로 연결하는 것이 바람직하다. 도 4b는 리드 평거(408a)와 도전성 범프(400c) 사이의 전기적 상호 접속을 제공하는 연속적인 와이어 루프(410)를 도시한다. 당업자에게 잘 알려진 것처럼, 본딩 위치(410a)(예를 들어, 제1 본드(410a))는 리드 평거(408a) 상에 형성된다. 이후, 와이어(410b)(제1 본드(410a)에 연속되는)의 길이는 도전성 범프(400c)를 향해 연장된다. 이후, 와이어 부분(410c)이 도전성 범프(400b) 상에 형성된다(예를 들어, 제2 본드(410c)가 스티치 본

드로 형성된다). 따라서 도전성 범프(400b)는 와이어 루프(410)를 위한 원격 구조물로서 작용한다.

[0027] 와이어 부분(410c)(예를 들어, 제2 본드(410c))의 도전성 범프(400c)에의 본딩은 닫힌 루프 제어 공정일 수 있다. 예를 들어, 상기 본딩 기구의 z-위치(z축 방향의 위치)가 모니터 되며, 와이어 부분(410c)이 도전성 범프(400c)에 본딩되는 동안 인가되는 초음파 에너지가 상기 본딩 기구가 일정한 z-위치에 도달하면 꺼지게 된다. 보다 자세하게는, 제2 본드(410c)를 도전성 범프(400c) 상에 형성하기 이전에, 상기 본딩 기구는 도전성 범프(400c)를 향해 하강한다. 상기 본딩 기구(상기 본딩 기구에 의해 운반되는 와이어 부분(410c)을 포함하여)와 도전성 범프(400c) 사이의 특정 z-위치에서의 충격 이후에, 기준 위치가 설정될 수 있다(상기 기준 위치는, 다른 것들 중에서, 예를 들어, 충격 z-위치, 상기 충격 위치보다 약간 상부의 z-위치, 매끄럽게 하는 동작 시의 z-위치, 제2 본드를 형성하는 동안 초음파 에너지가 인가되는 z-위치, 상기 본딩 기구 및 상기 범프 사이의 충격 이후 일정한 시각에서의 z-위치 등일 수 있다). 이후, 상기 초음파 에너지가 인가되어 제2 본드(410c)를 형성할 수 있다, 즉, 와이어 부분(410c)을 도전성 범프(400c)에 본딩할 수 있다(상기 초음파 에너지는 충격 이전에, 충격이 일어나면, 혹은 상기 본딩 기구가 상기 기준 위치에 도달하면 켜질 수 있다).

[0028] 이후, 상기 초음파 에너지는 상기 본딩 기구가 특정한 z-위치에 도달하면 꺼지며(혹은 예를 들어, 적어도 에너지 레벨의 50%만큼 감소되며), 이에 따라 상기 본딩 기구는 도전성 범프(400c) 속으로 너무 깊이 들어가지 않는다. 예를 들어, 상기 특정 z-위치는 기준 z-위치에 대해 상대적으로 선택될 수 있다. 즉, 상기 본딩 기구가 상기 선택된 기준 위치에 도달한 후, 상기 z-위치가 모니터 되어(예를 들어, z축 인코더 혹은 다른 기술들을 사용하여) 상기 본딩 기구가 상기 특정 위치에 도달하는 때를 결정한다. 물론, 본 발명의 범위 내에서 상기 특정 z-위치(및/또는 상기 기준 z-위치)를 결정하는 다른 기술들이 고려될 수도 있다.

[0029] 여기에 개시된 본 발명의 기술들은 구체적으로 구리 와이어 본딩에 적용될 수 있다. 구리 와이어는 특정한 물리적 특성을 가지고 있으며, 종래 범프 기술을 사용하면 짧은 꼬리 가능성을 더욱 더 크게 하는 경향이 있다. 따라서 본 발명은 구리 와이어 범프 및 본딩 공정들에 예외적인 장점을 갖는다. 물론, 본 발명의 기술들은 다른 유형의 와이어 본딩(예를 들어, 구리 와이어 본딩에 코팅된 금, 알루미늄 및 팔라듐)에도 적용될 수 있다.

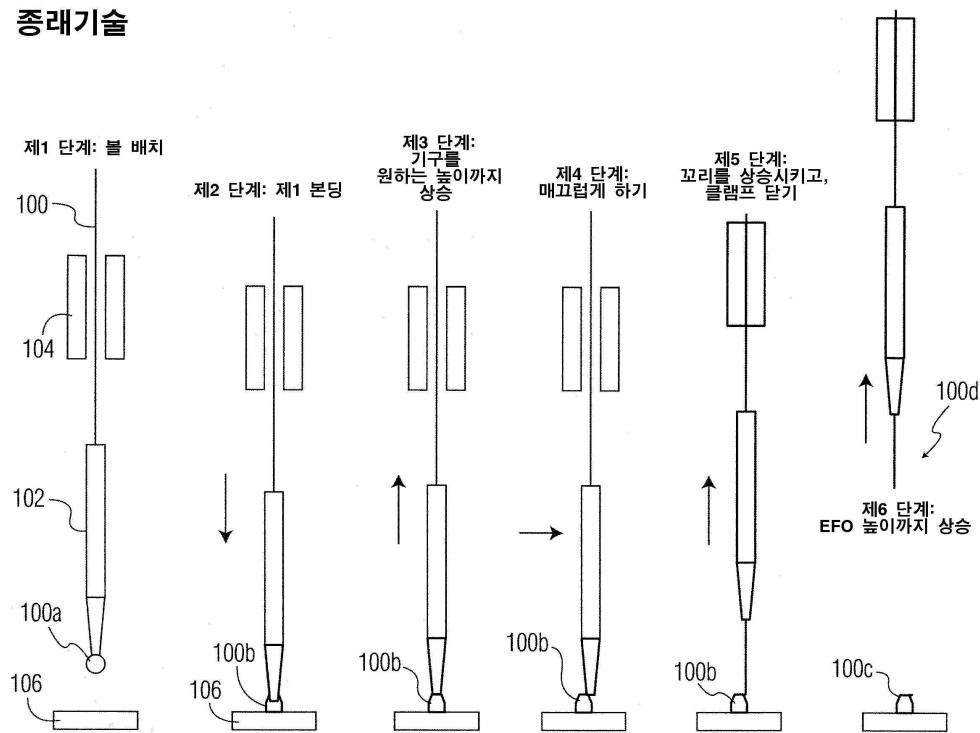
[0030] 비록 본 발명이 예시적인 단계들에 관해 특정 순서에 따라 기술되었지만, 여기에 한정되지는 않는다. 본 발명의 범위 내에서, 상기 단계들 중 이루는 재배열되거나 생략될 수 있으며, 다른 단계들이 추가될 수도 있다.

[0031] 비록 본 발명이 특정 실시예들을 참조하여 설명되었으나, 본 발명은 도시된 세부 사항들에 한정되지는 않는다. 반대로, 클레임들과 동등성을 갖는 범위 내에서, 그리고 본 발명을 벗어나지 않는 범위 내에서, 세부적으로는 다양한 변형예들이 만들어질 수 있다.

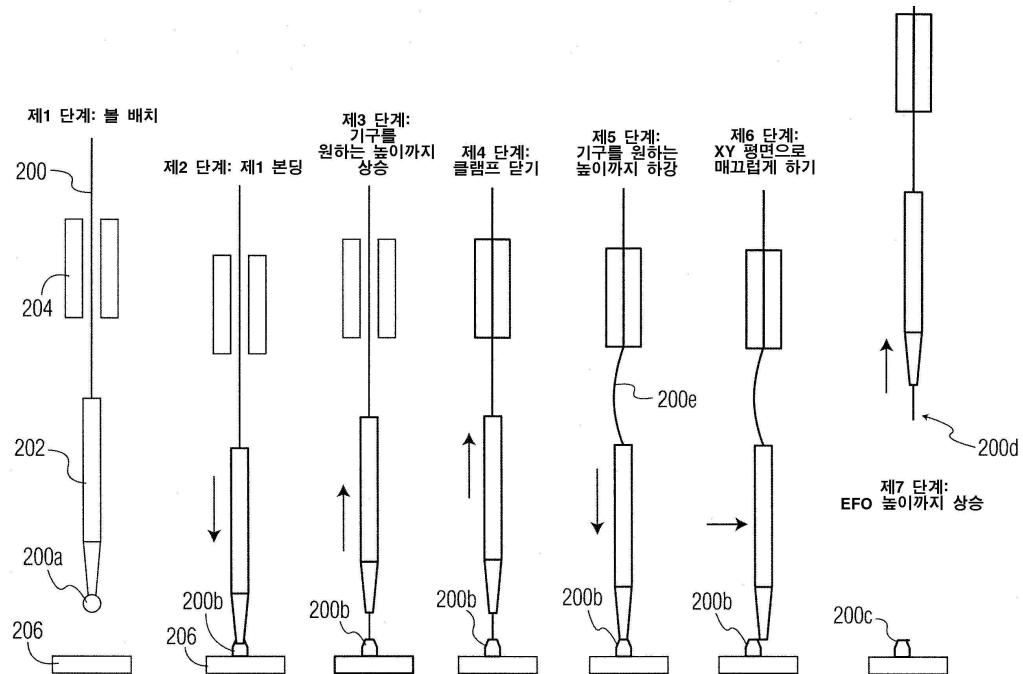
도면

도면1

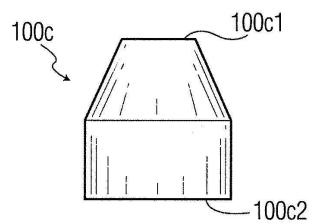
종래기술



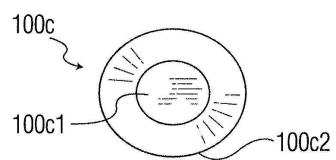
도면2



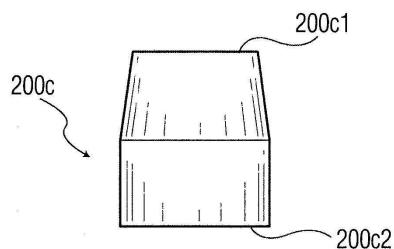
도면3a



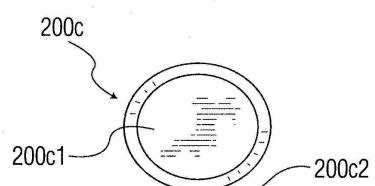
도면3b



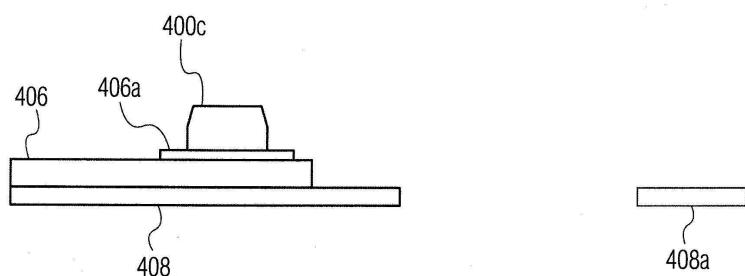
도면3c



도면3d



도면4a



도면4b

