



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년04월18일
(11) 등록번호 10-1254218
(24) 등록일자 2013년04월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/60 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0096872

(22) 출원일자 2011년09월26일

심사청구일자 2011년09월26일

(65) 공개번호 10-2012-0031909

(43) 공개일자 2012년04월04일

(30) 우선권주장

61/386,701 2010년09월27일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020100087214 A

KR100604316 B1

JP2000299348 A

KR1020090110406 A

(73) 특허권자

쿨리케 앤드 소파 인터스트리즈, 인코포레이티드
미국 펜실베이니아 19034 포트 워싱턴 1005 버지니아 드라이브

(72) 발명자

킨, 웨이

미국 19446 펜실베이니아주 랜스대일 4 앤드류 라인 브루너, 존 더블유.

미국 18960 펜실베이니아주 셀러스빌 18 텃지 런 로드

레이드, 폴 에이.

미국 19040 펜실베이니아주 해트보로 110 크랩애플 라인

(74) 대리인

박영우

전체 청구항 수 : 총 45 항

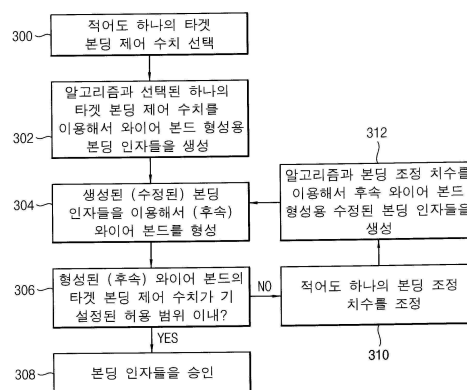
심사관 : 강병섭

(54) 발명의 명칭 와이어 루프와 도전성 범프들 간의 와이어 본드 형성 방법

(57) 요약

와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법은 적어도 하나의 타겟 본딩 제어 치수를 선택하는 단계, 알고리즘과 상기 선택된 적어도 하나의 타겟 본딩 제어 치수를 이용해서 와이어 본드 형성용 본딩 인자들을 생성하는 단계, 상기 생성된 본딩 인자들을 이용해서 와이어 본드를 형성하는 단계, 상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수가 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계, 상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수가 상기 허용 범위를 벗어나면 적어도 하나의 본딩 조정 치수를 조정하는 단계, 및 알고리즘과 상기 조정된 적어도 하나의 본딩 조정 치수를 이용해서 후속 와이어 본드 형성용 수정된 본딩 인자를 생성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

적어도 하나의 타겟 본딩 제어 치수를 선택하는 단계;

알고리즘과 상기 선택된 적어도 하나의 타겟 본딩 제어 치수를 이용해서 와이어 본드 형성용 본딩 인자들을 생성하는 단계;

상기 생성된 본딩 인자들을 이용해서 와이어 본드를 형성하는 단계;

상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수의 실제값이 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내 인지 여부를 판단하는 단계;

상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수의 실제값이 상기 허용 범위를 벗어나면 적어도 하나의 본딩 조정 치수를 조정하는 단계; 및

알고리즘과 상기 조정된 적어도 하나의 본딩 조정 치수를 이용해서 후속 와이어 본드 형성용 수정된 본딩 인자를 생성하는 단계를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 타겟 본딩 제어 치수는 와이어 본드의 본딩된 볼의 직경 또는 와이어 본드의 전단 강도를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 타겟 본딩 제어 치수는 와이어 본드의 본딩된 볼의 직경을 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 본딩 인자들은 와이어 본드 형성용 본딩 시간, 와이어 본드 형성용 초음파 에너지 프로파일, 와이어 본드 형성용 본딩 톨이 본이 위치까지 도달할때까지의 속도 프로파일, 와이어 본드 형성용 무공기 볼의 크기, 상기 무공기 볼 형성용 전자 플레임-오프 에너지 프로파일 및 와이어 본드 형성용 본딩력 프로파일로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 본딩 인자 생성용 알고리즘은 상기 수정된 본딩 인자 생성용 알고리즘과 다른 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 본딩 인자 생성용 알고리즘은 상기 수정된 본딩 인자 생성용 알고리즘과 동일한 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 와이어 본드를 형성하는 단계는 상기 생성된 본딩 인자들을 이용해서 복수의 와이어 본드들을 형성하는 단계를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수의 실제값이 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계는 상기 형성된 복수의 와이어 본드들의 타겟 본딩 제어 치수의 실제값이 상기 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의

형성 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수가 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계는 상기 와이어 본딩 기계와 연결되지 않은(offline) 상태에서 수행하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수가 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계는 상기 와이어 본딩 기계와 연결된 상태에서 수행하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 본딩 조정 치수는 본딩된 볼의 강도 조정, 본딩된 볼의 직경 조정, 본딩된 볼의 높이 조정, 금속간 프로파일 조정 및 본드 패드의 스플래시 조정으로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 12

와이어 본드의 본딩된 볼의 직경을 포함하는 적어도 하나의 타겟 본딩 제어 치수를 선택하는 단계;

알고리즘과 상기 선택된 적어도 하나의 타겟 본딩 제어 치수를 이용해서 와이어 본드 형성용 본딩 인자들을 생성하는 단계;

상기 생성된 본딩 인자들을 이용해서 와이어 본드를 형성하는 단계;

상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수의 실제값이 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계;

상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수의 실제값이 상기 허용 범위를 벗어나면 적어도 하나의 본딩 조정 치수를 조정하는 단계; 및

알고리즘과 상기 조정된 적어도 하나의 본딩 조정 치수를 이용해서 후속 와이어 본드 형성용 수정된 본딩 인자를 생성하는 단계를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 타겟 본딩 제어 치수는 와이어 본드의 전단 강도를 더 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서, 상기 타겟 본딩 제어 치수는 와이어 본드의 본딩된 볼의 직경을 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서, 상기 본딩 인자들은 와이어 본드 형성용 본딩 시간, 와이어 본드 형성용 초음파 에너지 프로파일, 와이어 본드 형성용 본딩 틀이 본이 위치까지 도달할때까지의 속도 프로파일, 와이어 본드 형성용 무공기 볼의 크기, 상기 무공기 볼 형성용 전자 플레임-오프 에너지 프로파일 및 와이어 본드 형성용 본딩력 프로파일로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 16

제 12 항에 있어서, 상기 본딩 인자 생성용 알고리즘은 상기 수정된 본딩 인자 생성용 알고리즘과 다른 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 17

제 12 항에 있어서, 상기 본딩 인자 생성용 알고리즘은 상기 수정된 본딩 인자 생성용 알고리즘과 동일한 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 18

제 12 항에 있어서, 상기 와이어 본드를 형성하는 단계는 상기 생성된 본딩 인자들을 이용해서 복수의 와이어 본드들을 형성하는 단계를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서, 상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수의 실제값이 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계는 상기 형성된 복수의 와이어 본드들의 타겟 본딩 제어 치수의 실제값이 상기 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 20

제 12 항에 있어서, 상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수가 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계는 상기 와이어 본딩 기계와 연결되지 않은(offline) 상태에서 수행하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 21

제 12 항에 있어서, 상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수가 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계는 상기 와이어 본딩 기계와 연결된 상태에서 수행하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 22

제 12 항에 있어서, 상기 본딩 조정 치수는 본딩된 볼의 강도 조정, 본딩된 볼의 직경 조정, 본딩된 볼의 높이 조정, 금속간 프로파일 조정 및 본드 패드의 스프래시 조정으로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 23

와이어 본드의 전단 강도를 포함하는 적어도 하나의 타겟 본딩 제어 치수를 선택하는 단계;

알고리즘과 상기 선택된 적어도 하나의 타겟 본딩 제어 치수를 이용해서 와이어 본드 형성용 본딩 인자들을 생성하는 단계;

상기 생성된 본딩 인자들을 이용해서 와이어 본드를 형성하는 단계;

상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수의 실제값이 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계;

상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수의 실제값이 상기 허용 범위를 벗어나면 적어도 하나의 본딩 조정 치수를 조정하는 단계; 및

알고리즘과 상기 조정된 적어도 하나의 본딩 조정 치수를 이용해서 후속 와이어 본드 형성용 수정된 본딩 인자를 생성하는 단계를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서, 상기 타겟 본딩 제어 치수는 와이어 본드의 본딩된 볼의 직경을 더 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 25

제 23 항에 있어서, 상기 타겟 본딩 제어 치수는 와이어 본드의 전단 강도를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용

한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 26

제 23 항에 있어서, 상기 본딩 인자들은 와이어 본드 형성용 본딩 시간, 와이어 본드 형성용 초음파 에너지 프로파일, 와이어 본드 형성용 본딩 톨이 본이 위치까지 도달할때까지의 속도 프로파일, 와이어 본드 형성용 무공기 볼의 크기, 상기 무공기 볼 형성용 전자 플레임-오프 에너지 프로파일 및 와이어 본드 형성용 본딩력 프로파일로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 27

제 23 항에 있어서, 상기 본딩 인자 생성용 알고리즘은 상기 수정된 본딩 인자 생성용 알고리즘과 다른 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 28

제 23 항에 있어서, 상기 본딩 인자 생성용 알고리즘은 상기 수정된 본딩 인자 생성용 알고리즘과 동일한 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 29

제 23 항에 있어서, 상기 와이어 본드를 형성하는 단계는 상기 생성된 본딩 인자들을 이용해서 복수의 와이어 본드들을 형성하는 단계를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 30

제 29 항에 있어서, 상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수의 실제값이 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계는 상기 형성된 복수의 와이어 본드들의 타겟 본딩 제어 치수의 실제값이 상기 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 31

제 23 항에 있어서, 상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수가 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계는 상기 와이어 본딩 기계와 연결되지 않은(offline) 상태에서 수행하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 32

제 23 항에 있어서, 상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수가 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계는 상기 와이어 본딩 기계와 연결된 상태에서 수행하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 33

제 23 항에 있어서, 상기 본딩 조정 치수는 본딩된 볼의 강도 조정, 본딩된 볼의 직경 조정, 본딩된 볼의 높이 조정, 금속간 프로파일 조정 및 본드 패드의 스플래시 조정으로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 34

적어도 하나의 타겟 본딩 제어 치수를 선택하는 단계;

알고리즘과 상기 선택된 적어도 하나의 타겟 본딩 제어 치수를 이용해서 와이어 본드 형성용 본딩 인자들을 생성하는 단계;

상기 생성된 본딩 인자들을 이용해서 와이어 본드를 형성하는 단계;

상기 형성된 와이어 본드의 선택된 본드 와이어 특성의 실제값이 기 설정된 상기 선택된 본드 와이어 특성의 허

용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계;

상기 형성된 와이어 본드의 선택된 본드 와이어 특성의 실제값이 상기 허용 범위를 벗어나면 적어도 하나의 본딩 조정 치수를 조정하는 단계; 및

알고리즘과 상기 조정된 적어도 하나의 본딩 조정 치수를 이용해서 후속 와이어 본드 형성용 수정된 본딩 인자를 생성하는 단계를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 35

제 34 항에 있어서, 상기 타겟 본딩 제어 치수는 와이어 본드의 본딩된 볼의 직경 또는 와이어 본드의 전단 강도를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 36

제 34 항에 있어서, 상기 타겟 본딩 제어 치수는 와이어 본드의 본딩된 볼의 직경을 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 37

제 34 항에 있어서, 상기 본딩 인자들은 와이어 본드 형성용 본딩 시간, 와이어 본드 형성용 초음파 에너지 프로파일, 와이어 본드 형성용 본딩 톨이 본이 위치까지 도달할때까지의 속도 프로파일, 와이어 본드 형성용 무공기 볼의 크기, 상기 무공기 볼 형성용 전자 플레임-오프 에너지 프로파일 및 와이어 본드 형성용 본딩력 프로파일로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 38

제 34 항에 있어서, 상기 본딩 인자 생성용 알고리즘은 상기 수정된 본딩 인자 생성용 알고리즘과 다른 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 39

제 34 항에 있어서, 상기 본딩 인자 생성용 알고리즘은 상기 수정된 본딩 인자 생성용 알고리즘과 동일한 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 40

제 34 항에 있어서, 상기 와이어 본드를 형성하는 단계는 상기 생성된 본딩 인자들을 이용해서 복수의 와이어 본드들을 형성하는 단계를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 41

제 40 항에 있어서, 상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수의 실제값이 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계는 상기 형성된 복수의 와이어 본드들의 타겟 본딩 제어 치수의 실제값이 상기 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 42

제 34 항에 있어서, 상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수가 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계는 상기 와이어 본딩 기계와 연결되지 않은(offline) 상태에서 수행하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 43

제 34 항에 있어서, 상기 형성된 와이어 본드의 타겟 본딩 제어 치수가 기 설정된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단하는 단계는 상기 와이어 본딩 기계와 연결된 상태에서 수행하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 44

제 34 항에 있어서, 상기 본딩 조정 치수는 본딩된 볼의 강도 조정, 본딩된 볼의 직경 조정, 본딩된 볼의 높이 조정, 금속간 프로파일 조정 및 본드 패드의 스프래시 조정으로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

청구항 45

제 34 항에 있어서, 상기 선택된 와이어 본드 특성은 본딩된 볼의 강도 조정, 본딩된 볼의 직경 조정, 본딩된 볼의 높이 조정, 금속간 프로파일 조정 및 본드 패드의 스프래시 조정으로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 와이어 본딩 기계를 이용한 와이어 본드의 형성 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 와이어 루프와 도전성 범프들 간의 와이어 본드를 형성하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 장치를 패키징하는데 있어서, 와이어 본딩은 패키지 내의 두 영역(즉, 반도체 다이의 다이 패드와 리드 프레임의 리드) 사이에 전기적 연결을 제공하는 주된 방법이다. 구체적으로, 와이어 루프들은 와이어 본딩 머신으로 알려진 와이어 본딩을 이용해서 상기 두 영역 사이에 형성되어 상기 두 영역을 상호 연결시킨다. 와이어 본딩 루프를 형성하는 방법은 볼 본딩과 웨지 본딩이다.

[0003] 종래의 볼 본딩 공정은 무공기(free air) 볼을 본딩 툴로부터 연장된 와이어의 단부 상에 형성하는 단계, 무공기 볼을 사용해서 반도체 다이의 다이 패드 상에 제 1 본드를 형성하는 단계, 다이 패드와 리드 프레임의 리드 사이에서 와이어를 길이 방향을 따라 원하는 형상으로 연장시키는 단계, 와이어를 리드 프레임의 리드에 본딩하는 단계, 및 와이어를 절단하는 단계를 포함한다. 와이어 루프의 단부들과 본드 사이트(site), 즉 다이 패드, 리드 등 사이에 본드들을 형성하는 공정에서, 초음파 에너지, 열이온 에너지, 열압축 에너지 등과 같은 다양한 형태의 본딩 에너지들이 사용된다.

[0004] 볼 본드, 스티치(stitch) 본드 등과 같은 와이어 본드들을 연결하는데 있어서, 본딩력, 초음파 에너지 등과 같은 본딩 인자들이 사용된다. 본딩 인자들은 작업자 또는 본딩 기계의 다른 사용자에게 의해서 본딩 프로그램에 입력된다. 그러나, 선택된 본딩 인자들은 원하는 와이어 본드를 제공하지 못한다. 와이어 본딩을 개선하기 위한 시도에 따라 본딩 인자들을 계속적으로 변경시키는 것은 작업자의 추측을 포함하게 된다.

[0005] 따라서, 와이어 루프들과 도전성 범프들 간의 와이어 본드들을 형성하는 방법을 개선하는 것이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 와이어 루프들과 도전성 범프들 간의 와이어 본드들을 형성하는 방법을 개선하는 것이 요구된다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 예시적인 실시예에 따라, 와이어 본딩 기계를 이용해서 와이어 본드를 형성하는 방법이 제공된다. 상기 형성 방법은 적어도 하나의 타겟 본딩 제어 치수(target bonding control value)를 선택하는 단계, 상기 선택된 타겟 본딩 제어 치수와 알고리즘을 이용해서 와이어 본드를 형성하기 위한 본딩 인자들을 발생시키는 단계, 발생된 본딩 인자들을 이용해서 와이어 본드를 형성하는 단계, 상기 형성된 와이어 본드의 선택된 타겟 본딩 제어 치수가 상기 선택된 타겟 본딩 제어 치수의 기 설정된 허용 오차 내에 있는지 여부를 판단하는 단계, 상기 형성된 와이어 본드의 선택된 타겟 본딩 제어 치수가 상기 선택된 타겟 본딩 제어 치수의 기 설정된 허용 오차를 벗어나면 적어도 하나의 본딩 조정 치수를 조정하는 단계, 및 상기 적어도 하나의 조정된 본딩 조정 치수와 알고리즘을 이용해서 후속 와이어 본드 형성을 위한 수정된 본딩 인자들을 발생시키는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 따르면, 와이어 본딩 공정을 개선할 수 있고, 특히 구리 와이어 본딩 공정을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1a 내지 도 1d는 본 발명의 예시적인 실시예에 따라 와이어 본드들을 형성하는 방법을 설명하기 위한 볼 본드들을 나타낸 블록도들이다.

도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 예시적인 실시예에 따라 와이어 본드를 형성하는 방법을 나타낸 와이어 본딩 기계의 스크린 사진들을 나타낸 블록도들이다.

도 3 내지 도 5는 본 발명의 예시적인 실시예에 따라 와이어 본드들을 형성하는 방법을 나타낸 흐름도들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본 발명의 예시적인 실시예들에 따라서, 와이어 본드들(즉, 와이어 루프들, 도전성 범프들의 볼 본드들 등)을 형성하는 공정들이 제공된다. 구체적으로, 와이어 본드 형성 방법들은 사전 테스트와 개발 작업으로부터 공지된 공정 지식들을 포함한다. 예를 들어, 상기 공정 지식들은 데이터 베이스 구조들, 검색 테이블(look-up table) 등과 같은 데이터 구조들에 저장된다. 데이터 구조에 저장된 공정 지식 정보들은 본드 인자 최적 기술과 연계되어 사용될 수 있다. 즉, 와이어 본딩 기계의 사용자에게 의한 응답을 형성하는데 제공된 특정 정보들은 형성된 와이어 본드들과 관련된다. 이러한 정보들은 공정 지식들과 연계된 정보를 사용할 수 있는 알고리즘에 제공되어 수정된 본딩 인자들을 제공한다.

[0011] 본 발명의 예시적인 실시예들은 종래의 와이어 본딩 방법과 비교해서, 본딩 인자들은 입력 인자들에 해당하지 않는다. 대신에, 본 발명에서의 입력 인자들은 타겟 본드 볼 직경과 같은 원하는 본딩 응답(response)들이다. 일반적으로, 데이터 구조들에 저장된 공정 지식들은 멀티 와이어 직경들, 와이어 종류들, 패드 물질 등을 수반한 와이어 본딩 어플리케이션(application)과 연관된다. 알고리즘은 본 발명에서의 입력 인자들과 저장된 공정 지식들을 사용해서 본딩 인자들을 추출함으로써, 원하는 와이어 본드 특성들(즉, 원하는 본딩 볼 직경)을 달성한다. 초기에 추출된 본딩 인자들로 원하는 와이어 본드 특성들을 얻을 수 없고, 와이어 본딩 기계의 사용자로 부터 본딩 조정 치수들을 수신한 이후에 알고리즘이 수정된 본딩 인자들을 추출하게 된다.

[0012] 여기에서 사용되는 용어 "타겟 본딩 제어 수치"는 알고리즘과 연관되어 사용되는 와이어 본딩 시스템에 제공되는 수치를 나타내어, 와이어 본드를 형성하기 위한 본딩 인자들을 제공한다. 이러한 수치들은 볼 본드의 특성과 같은 와이어 본드의 특성과 관련된다. 타겟 본딩 제어 수치의 예들은 본드 볼 직경, 본드 볼의 전단 강도 수치를 포함한다.

[0013] 여기에서 사용되는 "본딩 조정 수치"는 알고리즘과 연결되어 사용되는 와이어 본드 특성을 형성하기 위한 수치로서, 와이어 본드를 형성하기 위한 수정된 본딩 인자를 제공한다. 본딩 조정 수치의 예들은 본드 볼의 강도 조정, 본드 볼의 직경 조정, 본드 볼의 높이 조정, 금속간 프로파일 조정 및 본드 볼의 스플래시(splash) 조정을 포함한다.

[0014] 여기에서 사용되는 "와이어 본드 특성"은 본드 볼의 강도, 본드 볼의 직경, 본드 볼의 높이, 금속간 프로파일 및 본드 볼의 스플래시 등과 같은 와이어 본드, 즉 볼 본드의 특성을 나타낸다.

[0015] 여기에서 사용되는 "본딩 인자"는 와이어 본드, 즉 볼 본드 형성을 위한 와이어 본드 기계에 사용되는 인자를 나타낸다. 본딩 인자의 예들은 와이어 본드 형성을 위한 본딩 시간, 와이어 본드 형성을 위한 초음파 에너지 프로파일, 본딩 톨이 와이어 본드 형성을 위한 본딩 위치까지 도달할때까지의 속도 프로파일, 와이어 본드 형성을 위해 사용되는 무공기 불의 크기, 무공기 불 형성을 위한 전자 화염-오프(electronic flame-off) 에너지를 포함한다.

[0016] 도 1a는 본딩 톨(102)를 이용해서 본딩 위치(104), 즉 본드 패드/다이 패드(104) 상에 형성되는 와이어 본드(100)를 나타낸다. 구체적으로, 무공기 불(미도시)이 전자 플레임-오프 어셈블리를 이용해서 와이어(100a)의 단부 상에 형성된다. 본딩 톨(102)의 단부에 장착된 무공기 불은 본딩 위치(104)로 하강된다. 본 실시예에서, 본딩 위치(104)는 본딩 패드(104)로 칭한다. 그러나, 다른 형태의 본딩 위치도 고려될 수 있다. 무공기 불은 본딩력, 초음파력 등을 이용해서 본딩 패드(104)에 접합된다. 이러한 방법에 의해 본딩된 볼(100) 또는 볼 본드(100)로 칭해질 수 있는 와이어 본드(100)이 형성된다. 와이어 본드(100)는 본딩된 볼의 직경(d), 즉 본딩된 볼

의 가장 긴 직경, 및 본딩된 볼의 높이(h)에 의해 정의된다. 직경(d)은 도 1b의 본딩된 볼(100)의 평면에서 도시된다.

[0017] 도 1c는 본딩된 볼(100)의 형성 중의 잠재적 문제를 나타낸다. 본딩된 볼(100)과 본딩 패드(104) 사이에 계면(106)이 형성된다. 계면(106)은 본딩된 볼(100)과 본딩 패드(104) 사이에 불완전한 금속간 연결을 나타낸다. 계면(106)은 불량한 전기적 연결을 야기하여, 본딩된 볼(100)이 본딩 패드(104)로부터 벗겨지게 된다. 도 1d는 패드 스플래시(108)를 나타낸다. 즉, 본딩된 볼로 전환되는 무공기 볼이 본딩 패드(104)에 접합되면, 이것은 본딩 공정 중에 본딩 패드(104)이 원하지 않는 레벨로 붕괴되는 것을 의미하는 패드 스플래시를 야기한다. 패드 스플래시를 수반한 문제들은 구리 와이어의 단단함으로 인해서 구리 와이어 본딩 공정을 악화시킨다. 도 1d의 "스플래시 거리"는 본딩 패드(104)를 가로지르는 패드 스플래시의 정도를 나타낸다.

[0018] 도 2a 내지 도 2c는 예시적인 와이어 본딩 기술들을 나타내는 와이어 본딩 기계의 단순화된 스크린 사진이다. 도 2a를 참조하면, 와이어 본딩 기계의 사용자는 하나 또는 그 이상의 타겟 본딩 제어 치수들을 선택한다. 본 실시예에서, 본딩된 볼의 직경과 본딩된 볼의 전단 강도인 2개의 타겟 본딩 제어 치수들이 예시적으로 선택된다. 그러나, 추가적으로 및/또는 다른 수치들이 선택될 수도 있다. 도 2a에서, 사용자는 타겟 본딩 제어 치수로서 본딩된 볼의 직경을 선택하고, 40 마이크론의 타겟 치수를 입력한다. 선택된 타겟 제어 치수에 따라, 와이어 본딩 기계의 알고리즘은 와이어 본드, 즉 와이어 루프의 볼 본드 형성을 본딩 인자들을 발생시킨다. 와이어 본드 형성 후, 사용자는 형성된 와이어 본드를 분석하여 설정된 기준을 만족하는지 여부를 판단한다. 예를 들어, 기준/특성들은 타겟 본딩 제어 수치 또는 다른 기준/특성들을 포함할 수 있다. 이러한 기준/특성들의 예들은 본딩된 볼의 전단 강도, 본딩된 볼의 직경, 본딩된 볼의 높이, 금속간 프로파일 및 본딩된 볼의 스플래시를 포함한다. 이러한 기준/특성들이 바람직하지 않다면, 사용자는 기준/특성들을 조정하여 와이어 본딩 기계의 알고리즘에 의해 결정될 수 있는 본딩 인자들을 변경시킨다. 구체적으로, 도 2b를 참조하면, 사용자에게는 본딩 조정 수치들을 변경시킬 수 있는 1회 또는 수회의 기회가 주어진다. 본 실시예에서, 본딩 조정 수치들의 예들은 본딩된 볼의 전단 강도 조정, 본딩된 볼의 직경 조정, 본딩된 볼의 높이 조정, 금속간 프로파일 조정 및 본드 볼의 스플래시 조정을 포함한다.

[0019] 도 2a에 도시된 40 마이크론의 직경을 갖는 볼 본드가 형성된 후, 본딩된 볼의 실제 직경이 38 마이크론인 것으로 가정하자. 이러한 경우에서, 사용자는 본딩된 볼의 직경을 수정 또는 조정하길 원한다. 도 2b에 도시된 바와 같이, 사용자는 본딩된 볼의 직경 조정을 선택한다. 사용자에게는 본딩된 볼의 직경을 길게 하기 위한 플러스 사인(+)과 짧게 하기 위한 마이너스 사인(-)을 두드릴 수 있는 사용자 그래픽 인터페이스가 제공된다. 물론, 다른 형태의 인터페이스가 본딩 조정 치수를 조정하기 위해 제공될 수 있다. 도 2c에 도시된 바와 같이, 사용자는 본딩된 볼의 직경을 증가시키는 것으로 도시되어 있다. 이러한 변경은 와이어 본딩 기계의 알고리즘에 의해 결정되는 본딩 인자들의 변화를 초래하여, 본딩된 볼의 직경이 원하는 40 마이크론에 근접하도록 증가된다.

[0020] 도 3 내지 도 5는 본 발명의 실시예들에 따라 와이어 본드들을 형성하는 방법들을 순차적으로 나타낸 흐름도들이다. 당업자는 흐름도들에서 소정의 단계들은 생략되고, 소정의 단계들은 부가될 수 있으며, 단계들의 순서는 변경될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0021] 도 3을 참조하면, 단계 300에서, 적어도 하나의 타겟 본딩 제어 치수, 즉 본딩된 볼의 직경, 본딩된 볼의 전단 강도 등을 선택한다. 도 2a를 참조하면, 사용자는 타겟 본딩 제어 치수로서 본딩된 볼의 직경을 40 마이크론으로 선택하였다. 단계 302에서, 알고리즘과 선택된 하나의 타겟 본딩 제어 치수를 이용해서 와이어 본드 형성을 위한 본딩 인자들이 발생된다. 단계 304에서, 발생된 본딩 인자들을 이용해서 와이어 본드가 형성된다. 단계 306에서, 형성된 와이어 본드가 선택된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인지 여부를 판단한다. 형성된 와이어 본드가 선택된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내이면, 단계 308에서 본딩 인자들이 승인된다. 반면에, 형성된 와이어 본드가 선택된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위를 벗어나면, 단계 310에서, 적어도 하나의 본딩 조정 치수가 조정된다. 단계 312에서, 알고리즘과 선택된 하나의 본딩 조정 치수를 이용해서 후속 와이어 본드 형성을 위한 수정된 본딩 인자들이 발생된다. 단계 304에서, 후속 본드가 형성되고, 단계 306의 판단에 의해서 단계 308의 승인이 될 때까지 후속 공정들이 수행된다.

[0022] 단계 306에서, 형성된 와이어 본드가 선택된 타겟 본딩 제어 치수의 허용 범위 이내인 것으로 판단되었다. 그러나, 부가적인 판단 또는 다른 판단들이 형성된 와이어 본드에 대해서 내려질 수도 있다. 예를 들어, 도 4의 단계 406에서, 형성된 와이어 본드가 선택된 와이어 본드 특성의 허용 범위 이내인 것으로 판단될 수도 있다. 또한, 도 5를 참조하면, 도 4의 단계 406의 판단들은 단계 506, 508, 510, 512 및 514에 도시된 단계들로 나타내어질 수도 있다.

- [0023] 도 4의 단계 400에서, 적어도 하나의 타겟 본딩 제어 치수, 즉 본딩된 볼의 직경, 본딩된 볼의 전단 강도 등을 선택한다. 도 2A를 참조하면, 사용자는 타겟 본딩 제어 치수로서 본딩된 볼의 직경을 40 마이크론으로 선택하였다. 단계 402에서, 알고리즘과 선택된 하나의 타겟 본딩 제어 치수를 이용해서 와이어 본드 형성을 위한 본딩 인자들이 발생된다. 단계 404에서, 발생된 본딩 인자들을 이용해서 와이어 본드가 형성된다. 단계 406에서, 형성된 와이어 본드가 선택된 와이어 본드 특성의 허용 범위 이내인지 여부를 판단한다. 형성된 와이어 본드가 선택된 와이어 본드 특성의 허용 범위 이내이면, 단계 408에서 본딩 인자들이 승인된다. 반면에, 형성된 와이어 본드가 선택된 와이어 본드 특성의 허용 범위를 벗어나면, 단계 410에서, 적어도 하나의 본딩 조정 치수가 조정된다. 단계 412에서, 알고리즘과 선택된 하나의 본딩 조정 치수를 이용해서 후속 와이어 본드 형성을 위한 수정된 본딩 인자들이 발생된다. 단계 404에서, 후속 본드가 형성되고, 단계 406의 판단에 의해서 단계 408의 승인이 될 때까지 후속 공정들이 수행된다.
- [0024] 도 4의 단계 406은 형성된 와이어 본드의 특성에 관한 수 회의 판단들로 대체될 수 있다. 도 5의 단계 506, 508, 510, 512 및 514들은 이러한 판단들의 예이다. 도 5를 참조하면, 단계 500에서, 적어도 하나의 타겟 본딩 제어 치수, 즉 본딩된 볼의 직경, 본딩된 볼의 전단 강도 등을 선택한다. 단계 502에서, 알고리즘과 선택된 하나의 타겟 본딩 제어 치수를 이용해서 와이어 본드 형성을 위한 본딩 인자들이 발생된다. 단계 504에서, 발생된 본딩 인자들을 이용해서 와이어 본드가 형성된다. 단계 506에서, 형성된 와이어 본드가 선택된 본딩된 볼의 높이의 허용 범위 이내인지 여부를 판단한다. 형성된 와이어 본드가 선택된 본딩된 볼의 높이의 허용 범위 이내이면, 단계 508에서 본딩 인자들이 승인된다. 반면에, 형성된 와이어 본드가 선택된 본딩된 볼의 높이의 허용 범위를 벗어나면, 단계 510에서, 볼 높이 본딩 조정 치수가 조정된다(도 2b를 참조로 설명한 공정과 유사하다). 알고리즘과 조정된 볼 높이 조정 치수를 이용해서 후속 와이어 본드 형성을 위한 수정된 본딩 인자들이 발생된다. 후속 와이어 본드가 형성된 후, 단계 506이 수행된다. 단계 506의 판단에 의해서 승인이 되면, 단계 508이 수행된다.
- [0025] 단계 508에서, 형성된 와이어 본드가 선택된 본딩된 볼의 높이의 허용 범위 이내인지 여부를 판단한다. 형성된 후속 와이어 본드가 선택된 본딩된 볼의 높이의 허용 범위 이내이면, 단계 510의 공정이 수행된다. 반면에, 형성된 와이어 본드가 선택된 본딩된 볼의 높이의 허용 범위를 벗어나면, 단계 520에서, 볼 높이 본딩 조정 치수가 조정된다(도 2b를 참조로 설명한 공정과 유사하다). 알고리즘과 조정된 볼 높이 조정 치수를 이용해서 후속 와이어 본드 형성을 위한 수정된 본딩 인자들이 발생된다. 후속 와이어 본드가 형성된 후, 단계 506 및 508의 판단에 의해서 승인이 되면, 단계 510이 수행된다.
- [0026] 단계 510에서, 형성된 와이어 본드가 선택된 본딩된 볼의 전단 강도 허용 범위 이내인지 여부를 판단한다. 형성된 와이어 본드가 선택된 본딩된 볼의 전단 강도의 허용 범위 이내이면, 단계 512의 공정이 수행된다. 반면에, 형성된 와이어 본드가 선택된 본딩된 볼의 전단 강도의 허용 범위를 벗어나면, 단계 522에서, 볼 전단 강도 본딩 조정 치수가 조정된다(도 2b를 참조로 설명한 공정과 유사하다). 알고리즘과 조정된 볼 전단 강도 조정 치수를 이용해서 후속 와이어 본드 형성을 위한 수정된 본딩 인자들이 발생된다. 후속 와이어 본드가 형성된 후, 단계 506, 508 및 510의 판단들에 의해서 승인이 되면, 단계 512가 수행된다.
- [0027] 단계 512에서, 형성된 와이어 본드가 선택된 본딩된 볼의 금속간 프로파일의 허용 범위 이내인지 여부를 판단한다. 형성된 와이어 본드가 선택된 금속간 프로파일의 허용 범위 이내이면, 단계 514의 공정이 수행된다. 반면에, 형성된 와이어 본드가 선택된 금속간 프로파일의 허용 범위를 벗어나면, 단계 524에서, 금속간 프로파일 본딩 조정 치수가 조정된다(도 2b를 참조로 설명한 공정과 유사하다). 알고리즘과 조정된 금속간 프로파일 조정 치수를 이용해서 후속 와이어 본드 형성을 위한 수정된 본딩 인자들이 발생된다. 후속 와이어 본드가 형성된 후, 단계 506, 508, 510 및 512의 판단들에 의해서 승인이 되면, 단계 514가 수행된다.
- [0028] 단계 514에서, 형성된 와이어 본드가 선택된 본딩된 볼의 본딩 패드 스플래시의 허용 범위 이내인지 여부를 판단한다. 형성된 와이어 본드가 선택된 금속간 프로파일의 허용 범위 이내이면, 단계 516의 공정이 수행된다. 반면에, 형성된 와이어 본드가 선택된 본딩된 볼의 본딩 패드 스플래시의 허용 범위를 벗어나면, 단계 526에서, 스플래시 레벨 본딩 조정 치수가 조정된다(도 2b를 참조로 설명한 공정과 유사하다). 알고리즘과 조정된 스플래시 레벨 조정 치수를 이용해서 후속 와이어 본드 형성을 위한 수정된 본딩 인자들이 발생된다. 후속 와이어 본드가 형성된 후, 단계 506, 508, 510, 512 및 514의 판단들에 의해서 승인이 되면, 단계 516이 수행된다.
- [0029] 단계 506, 508, 510, 512 및 514의 판단들은 제한되지 않는다. 즉, 이러한 판단들은 주어진 방법 내에서 부분적으로 수행된다. 또한, 부가적인 판단들 또는 다른 판단들도 수행될 수 있다.
- [0030] 도 5를 참조하면, 단계 506, 508, 510, 512 및 514의 판단들은 후속 판단에 따른 방법을 수행하기 전에 충족된

다. 즉, 단계 508에서의 판단에 따른 방법 수행 전에 단계 506으로 승인 반응이 제공되어야 한다. 그러나, 이러한 순서가 반드시 요구되지는 않는다. 즉, 각 판단들은 개별적으로 수행되어 모든 조정들이 수행된 이후, 본딩 인자들이 변경되거나 조정될 수 있다.

[0031] 본 실시예에서 제공된 방법을 이용해서 와이어 본딩 공정을 개선할 수 있고, 특히 구리 와이어 본딩 공정을 개선할 수 있다. 예시적인 개선들은 시간당 단위 생산량의 개선, 와이어 본드의 일관성 개선, 생산성 개선 등을 포함할 수 있다.

[0032] 비록 본 실시예에서는 하나의 와이어 본드를 형성하는 것으로 기술하였으나, 본 발명은 상기된 구조로 한정되지 않는다. 즉, 복수개의 와이어 본드들을 초기에 발생된 본딩 인자들을 이용해서 원하는 형상으로 형성될 수 있음은 명백하다. 복수의 와이어 본드들의 본딩 특성들은 분석될 수 있다. 이러한 분석은 보다 정확한 방법론을 제공할 수 있다. 예를 들어서, 다수의 와이어 본드들의 적어도 하나의 선택된 타겟 본딩 제어 치수 및/또는 적어도 하나의 선택된 와이어 본딩 특성의 종합이 허용 범위 이내인지 여부에 대한 판단이 수행될 수 있다. 이러한 종합은 평균 접근식, 평균치 접근식 등을 포함할 수 있다.

[0033] 비록 본 발명이 구리 와이어 본딩 공정에서의 특정 잇점을 갖는 것으로 예시하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 본 발명에서 개시된 내용은 알루미늄, 금 등과 같은 다른 물질의 와이어 본딩 공정에도 적용될 수 있다.

[0034] 비록 본 발명이 와이어 루프의 제 1 와이어 본드를 형성하는 공정에 우선적인 것으로 예시하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 본 발명의 개시 내용은 와이어 본딩 기계 또는 범펄 기계를 이용해서 형성되는 도전 범프, 즉 스테드 범프 뿐만 아니라 와이어 루프의 제 2 본드와 같은 다른 형태의 와이어 본드에도 적용될 수 있다.

[0035] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

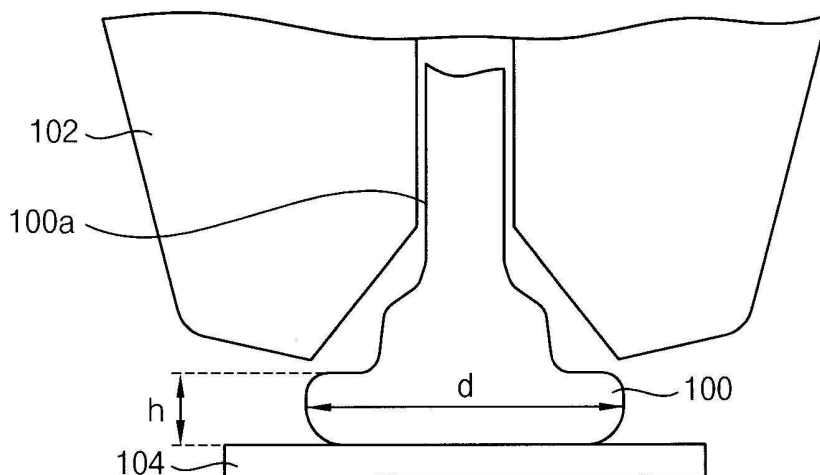
[0036] 100 ; 와이어 본드

102 ; 본딩 톨

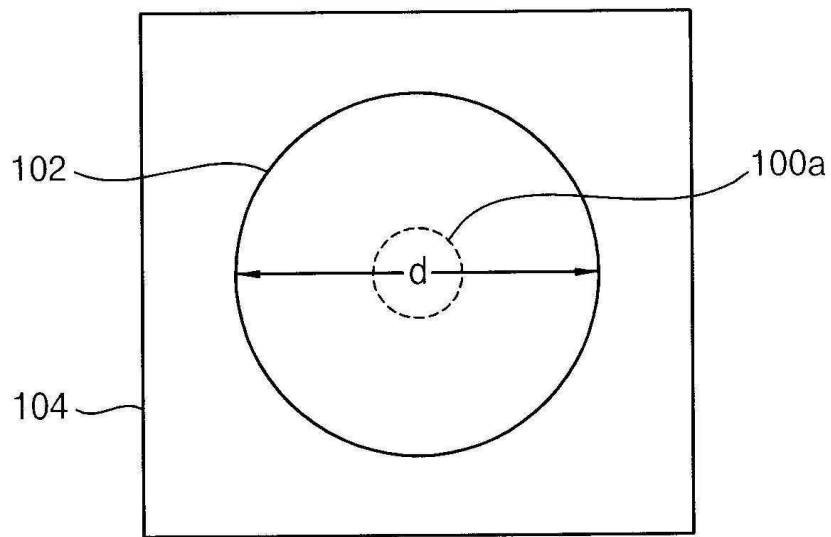
104 ; 본딩 패드

도면

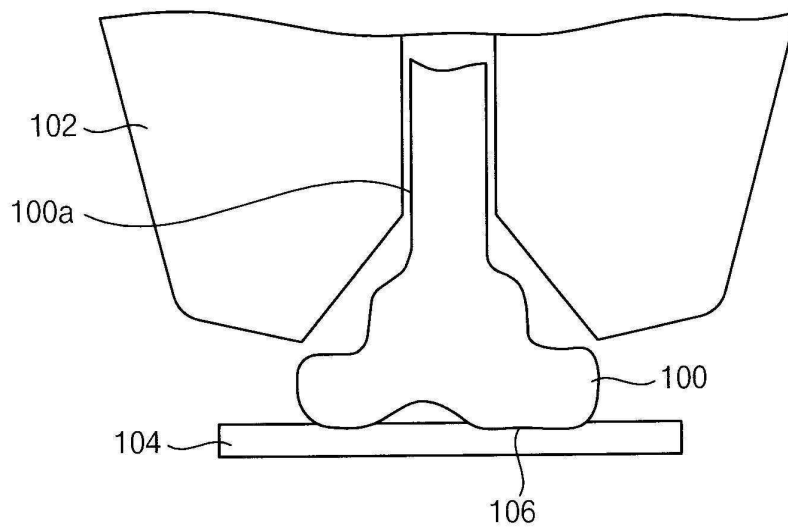
도면 1a



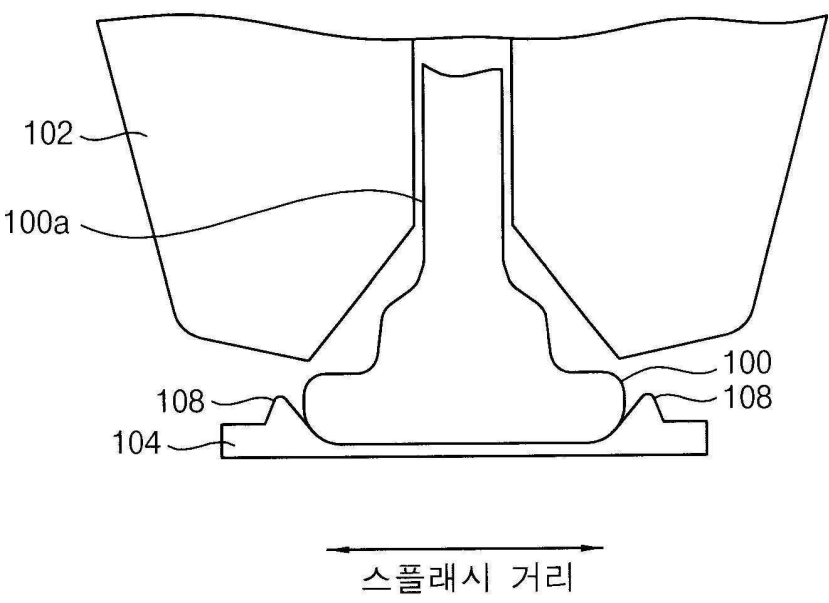
도면1b



도면1c



도면1d



도면2a

적어도 하나의 타겟 본딩 제어 수치들을 선택

☒ 본딩된 볼의 직경 40 마이크론

☐ 본딩된 볼의 전단 강도

도면2b

본딩 조정 치수들을 조정

☐ 본딩된 볼의 전단 강도 조정

☒ 본딩된 볼의 직경 조정

☐ 본딩된 볼의 높이 조정

☐ 금속간 프로파일 조정

☐ 본드 패드의 스플래시 조정

도면2c

본딩 조정 치수들을 조정

☐ 본딩된 볼의 전단 강도 조정

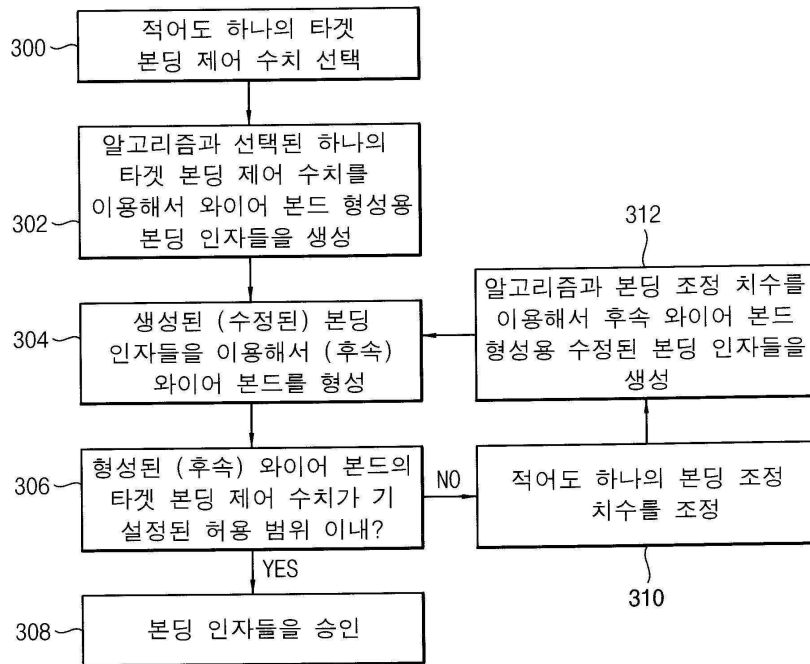
☒ 본딩된 볼의 직경 조정

☐ 본딩된 볼의 높이 조정

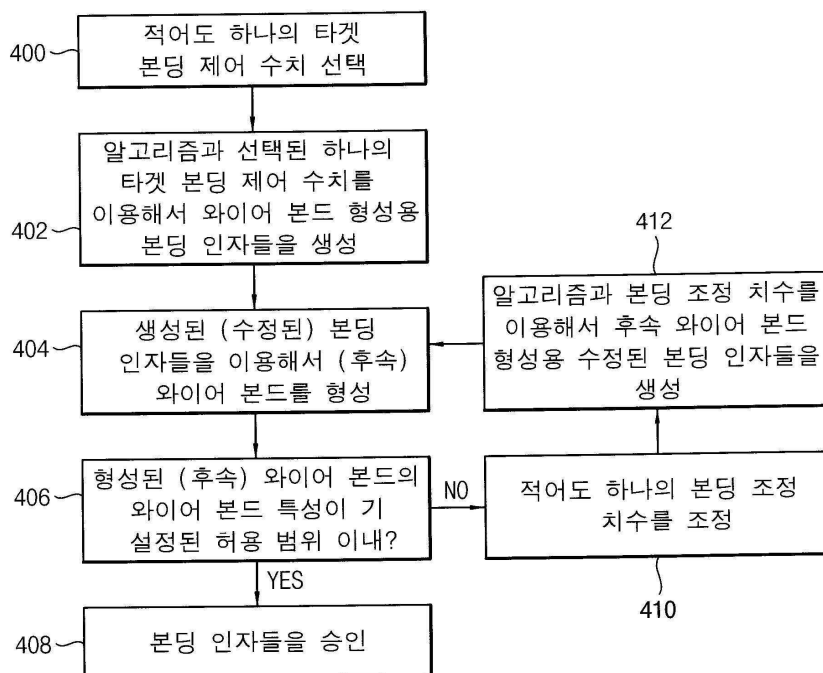
☐ 금속간 프로파일 조정

☐ 본드 패드의 스플래시 조정

도면3



도면4



도면5

