



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0062813
(43) 공개일자 2012년06월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/60 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-7007378

(22) 출원일자(국제) 2010년09월30일

심사청구일자 2012년03월22일

(85) 번역문제출일자 2012년03월22일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2010/067114

(87) 국제공개번호 WO 2011/040543

국제공개일자 2011년04월07일

(30) 우선권주장

JP-P-2009-228080 2009년09월30일 일본(JP)

JP-P-2010-220356 2010년09월30일 일본(JP)

(71) 출원인

토토 가부시카이가이사

일본 후쿠오카현 기타큐슈시 고쿠라키타쿠 나카시마 2초메1반 1고

(72) 발명자

와다 마사테루

일본 후쿠오카현 기타큐슈시 고쿠라키타쿠 나카시마 2초메1반 1고 토토 가부시카이가이사 나이

사쿠라이 마모루

일본 후쿠오카현 기타큐슈시 고쿠라키타쿠 나카시마 2초메1반 1고 토토 가부시카이가이사 나이

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

하영욱

전체 청구항 수 : 총 4 항

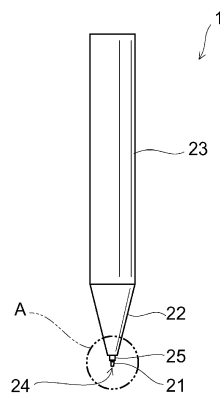
(54) 발명의 명칭 본딩 캐피러리

(57) 요약

본 발명에 의한 본딩 캐피러리는 본딩 장치에 기계적으로 고정되는 제 1 원통부와, 상기 제 1 원통부의 본딩을 행하는 측에 설치된 원뿔부와, 상기 원뿔부의 상기 본딩을 행하는 측에 설치된 보틀넥부를 갖고, 상기 원뿔부와 상기 보틀넥부 사이에는 상기 원뿔부의 상기 본딩을 행하는 측의 단부의 직경 치수보다는 작고, 상기 보틀넥부의 상기 본딩을 행하는 측과는 반대측의 단부의 직경 치수보다는 큰 직경 치수를 가진 감쇠부를 설치한 것을 특징으로 한다.

동선의 와이어 본딩에 있어서, 접합 강도를 확보한 상태에서 알루미늄 전극이나 반도체 소자로의 기계적인 손상의 발생을 억제할 수 있는 본딩 캐피러리를 실현시킬 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

요시이 유이치

일본 후쿠오카켄 기타큐슈시 고쿠라키타쿠 나카시
마 2초메1반 1고 토토 가부시킴가이샤 나이

우치무라 타케시

일본 후쿠오카켄 기타큐슈시 고쿠라키타쿠 나카시
마 2초메1반 1고 토토 가부시킴가이샤 나이

특허청구의 범위

청구항 1

본딩 장치에 기계적으로 고정되는 제 1 원통부와,

상기 제 1 원통부의 본딩을 행하는 측에 설치된 원뿔부와,

상기 원뿔부의 상기 본딩을 행하는 측에 설치된 보틀넥부를 갖고;

상기 원뿔부와 상기 보틀넥부 사이에는 상기 원뿔부의 상기 본딩을 행하는 측의 단부의 직경 치수보다는 작고, 상기 보틀넥부의 상기 본딩을 행하는 측과는 반대측의 단부의 직경 치수보다는 큰 직경 치수를 가진 감쇠부를 설치한 것을 특징으로 하는 본딩 캐피러리.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 감쇠부는 상기 보틀넥부의 강성보다는 높고, 상기 제 1 원통부의 강성보다는 낮은 강성을 가진 것을 특징으로 하는 본딩 캐피러리.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 감쇠부의 직경 치수는 $\phi 0.3\text{mm}$ 이하인 것을 특징으로 하는 본딩 캐피러리.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 감쇠부의 길이는 0.1mm 이상, 0.5mm 이하인 것을 특징으로 하는 본딩 캐피러리.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명의 형태는 일반적으로 반도체 소자에 형성된 전극과 리드프레임 사이의 전기적인 도통을 얻기 위해서 금속세션으로 결선을 행할 때에 사용하는 본딩 캐피러리에 관한 것이고, 특히 금속세션의 재질이 동 또는 동합금일 경우에 적합한 본딩 캐피러리에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래의 금속세션에 금을 사용하는 와이어 본딩에서는 본딩 사이클을 단축시킬 목적으로 본딩 캐피러리가 금속세션을 알루미늄 전극이나 리드프레임에 압박하기 위한 하중을 늘림과 아울러 본딩 캐피러리에 인가하는 초음파의 파워를 강하게 해서 고속으로 접합을 행해도 강한 접합 강도가 얻어지도록 하려는 경향이 있다(예를 들면 비특허문헌 1 참조).

[0003] 이러한 경우, 접합시의 응력으로 알루미늄 전극이나 반도체 소자 자체에 기계적인 손상을 주어버릴 우려가 있었다.

[0004] 최근에는 금속세션의 재질로서 금보다 저비용인 동을 사용하는 시도가 확대되고 있고, 동은 금보다 단단하기 때문에 고속으로 접합하려고 본딩 하중이나 초음파의 파워를 늘리면 한층 더 알루미늄 전극이나 반도체 소자로의 기계적인 손상을 주기 쉬워진다고 하는 문제가 있다.

[0005] 또한, 금선을 사용했을 경우 본드 하중(본딩 하중)이나 초음파의 파워를 조정해서 본딩 캐피러리 선단의 무부하시의 진폭을 일정한 범위로 제한함으로써 알루미늄 전극이나 반도체 소자로의 손상을 억제할 수 있다고 하는 것도 있다(예를 들면 특허문헌 1 참조).

[0006] 이 경우도 동선을 사용하면 동선 선단의 일정한 찌그러짐 형상을 얻기 위해서 특허문헌 1에서 말하는 제한 범

위를 초과해서 본드 하중을 강하게 하지 않을 수 없고, 알루미늄 전극이나 반도체 소자로의 기계적인 손상을 억제하기 위해서는 초음파의 파워를 본드 하중에 맞춰서 대폭 저하시킬 필요가 있었다.

[0007] 그러나, 시장에서는 이미 금선에 최적화된 본딩 장치가 다수 도입된 상태이며, 동선의 와이어 본딩에도 금선에 최적화된 기존의 본딩 장치를 사용하는 것이 통상이고, 금선에 사용되고 있었던 종래의 본딩 캐피러리와 동선의 조합으로는 일정한 찌그러짐 형상을 얻기 위해서 강하게 설정한 본드 하중 하에서는 초음파 발전기의 전력 조정만으로 최적의 초음파의 파워를 안정 발전 범위로 설정하는 것이 곤란해서, 결과적으로 필요 이상의 초음파 파워가 알루미늄 전극이나 반도체 소자로 전달되어 기계적인 손상을 준다고 하는 문제가 있다.

[0008] 또한, 금선용 본딩 캐피러리에 있어서 집적화 칩의 와이어와의 간섭을 막기 위해서 충분한 보틀넥 높이를 확보한 본딩 캐피러리가 제안되어 있다(특허문헌 2 참조).

[0009] 이 특허문헌 2에 개시된 본딩 캐피러리에 있어서는 보틀넥 높이를 과도하게 높게 하면 전단 파괴되어버리기 때문에 2단 하이 보틀넥형으로 해서 와이어 접촉을 회피하기 위한 높이를 확보하도록 하고 있다. 그리고, 또한 제 2 보틀넥부와 스트레이트부에 단차를 설치해서 초음파 전달의 배가 효과를 노림으로써 종래에 비교해 낮은 본드 하중 및 낮은 초음파 파워라도 본딩 캐피러리 선단부에서의 진폭을 증가시킬 수 있으므로, 접합 부분의 인장 강도 및 전단 강도를 증대시킬 수 있다.

[0010] 그러나, 이 특허문헌 2에 개시된 기술의 경우 본딩 캐피러리 선단부의 진폭 증가에 의해 접합 부분의 전단 강도가 증가한다고 해도 그것에 따라 본딩 캐피러리 선단부로부터 알루미늄 전극이나 반도체 소자에 작용하는 국소적인 수직 방향 응력도 증가하고, 결과적으로 알루미늄 전극이나 반도체 소자에 기계적 손상을 줄 가능성도 증가해버린다고 하는 문제가 있다. 특히, 동선을 사용한 와이어 본딩에 있어서는 동이 금보다 단단한 것 및 본드 하중 조건이 다르기 때문에 이 경향은 현저한 것이 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 일본 특허번호 3086158호 공보(제 1 항, 도 1)

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 2007-150225호 공보(도 4)

비특허문헌

[0012] (비특허문헌 0001) 일본 기계학회 논문집 62권 595호, 논문번호 95-1149, 1996년 3월

발명의 내용

[0013] 본 발명의 실시형태는 상기 문제를 해결하기 위해 이루어진 것이고, 금선에 최적화된 기존의 본딩 장치로 동선의 와이어 본딩을 행할 경우라도 과도한 초음파 파워의 전달에 의한 알루미늄 전극이나 반도체 소자의 손상이 생기지 않도록 한 본딩 캐피러리를 제공하는 것에 있다.

[0014] 제 1 발명은 본딩 장치에 기계적으로 고정되는 제 1 원통부와, 상기 제 1 원통부의 본딩을 행하는 측에 설치된 원뿔부와, 상기 원뿔부의 상기 본딩을 행하는 측에 설치된 보틀넥부를 갖고, 상기 원뿔부와 상기 보틀넥부 사이에는 상기 원뿔부의 상기 본딩을 행하는 측의 단부의 직경 치수보다는 작고, 상기 보틀넥부의 상기 본딩을 행하는 측과는 반대측의 단부의 직경 치수보다는 큰 직경 치수를 갖는 감쇠부를 설치한 것을 특징으로 하는 본딩 캐피러리이다.

[0015] 이 본딩 캐피러리에는 감쇠부가 설치되어 있기 때문에 보틀넥부의 과도한 경사를 억제할 수 있다. 그 때문에, 알루미늄 전극이나 반도체 소자로의 기계적인 손상이 없는 본딩이 가능해진다.

[0016] 이 경우, 금선에 최적화된 기존의 본딩 장치로 동선의 와이어 본딩을 행할 경우라도 과도한 초음파 파워의 전달에 의한 알루미늄 전극이나 반도체 소자의 손상을 억제할 수 있다.

[0017] 또한, 제 2 발명은 제 1 발명에 있어서 상기 감쇠부는 상기 보틀넥부의 강성보다는 높고, 상기 제 1 원통부의 강성보다는 낮은 강성을 가진 것을 특징으로 하는 본딩 캐피러리이다.

- [0018] 이 본딩 캐피러리에 의하면, 본딩 캐피러리의 선단측에 있어서 과도한 변형이 발생하는 것을 보다 억제할 수 있다. 즉, 보틀넥부의 과도한 경사를 보다 억제할 수 있다.
- [0019] 또한, 제 3 발명은 제 1 발명 또는 제 2 발명에 있어서 상기 감쇠부의 직경 치수는 $\phi 0.3\text{mm}$ 이하인 것을 특징으로 하는 본딩 캐피러리이다.
- [0020] 이 본딩 캐피러리에 의하면, 알루미늄 전극이나 반도체 소자로의 과도하고 국부적인 수직 방향 응력의 발생을 보다 억제할 수 있다. 또한, 이러한 직경 치수를 갖는 감쇠부로 함으로써 보틀넥부의 과도한 경사를 보다 억제할 수 있다.
- [0021] 또한, 제 4 발명은 제 1 발명?제 3 발명 중 어느 1개의 발명에 있어서 상기 감쇠부의 길이는 0.1mm 이상, 0.5mm 이하인 것을 특징으로 하는 본딩 캐피러리이다.
- [0022] 이 본딩 캐피러리에 의하면, 알루미늄 전극이나 반도체 소자로의 과도하고 국부적인 수직 방향 응력의 발생을 보다 억제할 수 있다. 또한, 이러한 길이 치수를 갖는 감쇠부로 함으로써 보틀넥부의 과도한 경사를 보다 억제할 수 있다.
- [0023] (발명의 효과)
- [0024] 본 발명의 실시형태에 의하면, 동선의 와이어 본딩에 있어서 접합 강도를 확보한 상태에서 알루미늄 전극이나 반도체 소자로의 기계적인 손상의 발생을 억제할 수 있는 본딩 캐피러리를 실현할 수 있다고 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서의 본딩 캐피러리를 나타내는 모식도이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서의 본딩 캐피러리의 선단 형상을 나타내는 모식 확대도이다.
- 도 3은 본딩 캐피러리의 진동 거동을 예시하기 위한 해석도이다. 도 3(a)는 비교예 1에 의한 본딩 캐피러리의 경우, 도 3(b)는 본 발명의 실시형태에 의한 본딩 캐피러리의 경우이다.
- 도 4는 접합 부분에 발생하는 국소적인 수직 방향 응력에 대하여 예시를 하기 위한 해석도이다.
- 도 5는 알루미늄 스플래시와 반도체 소자의 손상을 예시하는 사진이다. 도 5(a)는 접합 부분의 주사형 전자현미경 사진이다. 도 5(b)는 알루미늄 전극의 하층에 설치된 반도체 소자 표면의 주사형 전자현미경 사진이다.
- 도 6은 접합 부분에 발생하는 수직 방향 응력을 예시하기 위한 그래프도이다.
- 도 7은 비교예 1에 의한 본딩 캐피러리를 나타내는 모식도이다.
- 도 8은 비교예 1에 의한 본딩 캐피러리의 선단 형상을 나타내는 모식 확대도이다.
- 도 9는 비교예 2에 의한 본딩 캐피러리를 나타내는 모식도이다.
- 도 10은 비교예 2에 의한 본딩 캐피러리의 선단 형상을 나타내는 모식 확대도이다.
- 도 11은 실시예 1에 의한 본딩 캐피러리의 선단 형상을 나타내는 모식 확대도이다.
- 도 12는 실시예 7에 의한 본딩 캐피러리의 선단 형상을 나타내는 모식 확대도이다.
- 도 13은 실시예 4에 의한 본딩 캐피러리의 선단 형상을 나타내는 모식 확대도이다.
- 도 14는 알루미늄 스플래시량을 예시하기 위한 그래프도이다.
- 도 15는 알루미늄 스플래시량의 측정 데이터를 예시하기 위한 도면이다.
- 도 16은 볼 전단 강도를 예시하기 위한 그래프도이다.
- 도 17은 볼 전단 강도의 측정 데이터를 예시하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 본 발명자들은 본딩 캐피러리의 선단 부분의 구성에 의해 와이어 본딩 프로세스 중에 있어서의 본딩 캐피러리의 진폭 거동이 다른 것이 된다는 지견을 얻었다.

- [0027] 또한, 응력 해석 및 실기 평가를 행함으로써 알루미늄 전극이나 반도체 소자로의 기계적인 손상을 억제하는데에 적합한 본딩 캐피러리의 선단 부분의 구성에 관한 지견을 얻었다.
- [0028] 이하, 도면을 참조하면서 본 발명의 실시형태에 대하여 예시를 한다. 또한, 각 도면 중 같은 구성 요소에는 동일한 부호를 붙여서 상세한 설명은 적당하게 생략한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 의한 본딩 캐피러리를 나타내는 모식도이다.
- [0030] 본 발명의 일 실시형태에 의한 본딩 캐피러리(1)는 본딩 장치에 기계적으로 고정하기 위한 직경을 갖는 제 1 원통부(23)와, 감쇠부(25)에 연결되는 원뿔부(22)와, 근접하는 배선이 끝난 금속세선을 피해서 원하는 위치에 본딩을 행하기 위한 보틀넥부(21)와, 보틀넥부(21)의 선단면에 선단부(24)를 구비한다.
- [0031] 즉, 도 1에 나타내는 바와 같이 본 실시형태에 의한 본딩 캐피러리(1)는 제 1 원통부(23), 원뿔부(22), 감쇠부(25), 보틀넥부(21)를 구비하고 있다.
- [0032] 또한, 본딩 캐피러리(1)의 내부에는 금속세선을 관통시키기 위한 구멍이 축방향으로 관통되도록 해서 형성되어 있다.
- [0033] 제 1 원통부(23)는 본딩 장치에 기계적으로 고정된다. 그 때문에, 제 1 원통부(23)는 본딩 장치에 기계적으로 고정할 수 있는 직경 치수를 갖고 있다.
- [0034] 원뿔부(22)는 제 1 원통부(23)의 본딩을 행하는 측[본딩 캐피러리(1)의 선단측]에 설치되어 있다. 또한, 원뿔부(22)는 선단부(24)측으로 됨에 따라서 직경 치수가 작아지는(단면적이 작아지는) 원뿔대 형상을 나타내고, 제 1 원통부(23)와 연결되는 측의 단부의 직경 치수가 제 1 원통부(23)의 직경 치수와 대략 동일하게 되어 있다.
- [0035] 감쇠부(25)는 원뿔부(22)와 보틀넥부(21) 사이에 설치되어 있다. 또한, 감쇠부(25)는 원뿔부(22)의 본딩을 행하는 측의 단부의 직경 치수보다는 작고, 보틀넥부(21)의 본딩을 행하는 측과는 반대측의 단부의 직경 치수보다는 큰 직경 치수를 갖고 있다. 즉, 감쇠부(25)의 직경 치수는 원뿔부(22)의 선단부(24)측의 직경 치수보다는 작고, 보틀넥부(21)의 선단부(24)측과는 반대측의 단부의 직경 치수보다는 크게 되어 있다.
- [0036] 감쇠부(25)는 보틀넥부(21)의 강성보다는 높고, 제 1 원통부(23)의 강성보다는 낮은 강성을 갖고 있는 것으로 할 수 있다.
- [0037] 보틀넥부(21)는 원뿔부(22)의 본딩을 행하는 측에 설치되어 있다. 또한, 보틀넥부(21)는 이미 배선되어 있는 이웃의 금속세선을 피해서 소정의 접합 위치에 와이어 본딩을 행할 수 있는 직경 치수를 갖고 있다. 또한, 보틀넥부(21)의 선단면을 선단부(24)로 하고 있다.
- [0038] 본딩 캐피러리(1)의 보틀넥부(21)의 외경을 작게 함으로써 본드 위치(접합 위치)의 피치가 예를 들면 50 μ m 이하로 작아 고밀도의 와이어 본딩을 행하는 것에 대응할 수 있다.
- [0039] 즉, 보틀넥부(21)의 직경 치수를 작게 하면 접합 위치의 간격이 좁을 경우(고밀도의 와이어 본딩을 행할 경우)라도 이미 배선되어 있는 이웃의 금속세선과 보틀넥부(21)가 간섭하는 것을 억제할 수 있다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 일 실시형태에 의한 본딩 캐피러리의 선단 형상을 나타내는 모식 확대도이다.
- [0041] 또한, 도 2는 도 1에 있어서의 A부를 확대한 것이다.
- [0042] 원뿔부(22)와 보틀넥부(21) 사이에 초음파 진동에 의해 발생하는 알루미늄 전극이나 반도체 소자로의 과도하고 국부적인 수직 방향 응력을 억제시키는 효과가 있는 일 실시형태로서 감쇠부(25)가 설치되어 있다.
- [0043] 즉, 감쇠부(25)를 설치함으로써 알루미늄 전극이나 반도체 소자에 과도하고 국부적인 수직 방향 응력이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 또한, 과도하고 국부적인 수직 방향 응력의 발생에 관한 상세한 것은 후술한다.
- [0044] 감쇠부(25)는 감쇠부 길이(26)와 감쇠부 지름(27)을 갖고 있다.
- [0045] 즉, 감쇠부(25)의 축방향 길이를 감쇠부 길이(26)로 하고, 직경 치수를 감쇠부 지름(27)으로 하고 있다.
- [0046] 원뿔부(22)의 감쇠부(25)와 연결되는 하방부의 직경 치수에 비해서 감쇠부 지름(27)은 작게 형성되어 있다. 또한, 감쇠부 지름(27)은 선단부(24)의 직경 치수보다 크게 형성되어 있다.
- [0047] 즉, 상술한 바와 같이 감쇠부 지름(27)[감쇠부(25)의 직경 치수]은 원뿔부(22)의 선단부(24)측의 직경 치수보

다는 작고, 보틀넥부(21)의 선단부(24)측과는 반대측의 단부의 직경 치수보다는 크게 되어 있다.

- [0048] 이와 같이, 제 1 원통부(23)보다 적어도 가는 감쇠부(25)를 설치함으로써 본딩 캐피러리(1)에 전달된 초음파 진동에 의해 발생하는 알루미늄 전극이나 반도체 소자에 대한 수직 방향 응력을 억제시키는 효과를 얻을 수 있다. 초음파 진동에 의해 선단부(24)도 진동하지만, 보틀넥부(21)와 원뿔부(22) 사이에 감쇠부(25)를 설치해 줌으로써 본딩 캐피러리(1) 전체의 진폭 거동을 제어하고, 본딩 캐피러리(1)의 선단[선단부(24)]의 수직 방향의 거동을 억제할 수 있다. 그 때문에, 알루미늄 전극이나 반도체 소자에 대하여 수직 방향으로 작용하는 국소적인 집중 응력을 감소시킬 수 있다.
- [0049] 또한, 알루미늄 전극이나 반도체 소자에 대하여 수직 방향의 국소적인 집중 응력을 감소시키고 아울러 금속세선의 단부에 형성되어 있는 볼과 알루미늄 전극 사이의 접촉면 전체에서 보다 균일한 수직 방향의 응력을 발생시킬 수 있다. 그 때문에, 와이어 본딩 프로세스 중에 있어서의 볼과 알루미늄 전극 사이 전체에서 마찰 에너지의 발생 효율을 개선할 수 있다. 그 때문에, 본딩 전단 강도를 높게 유지할 수 있다. 이에 따라, 금속세선의 선단과 알루미늄 전극의 접합 강도를 높게 유지하면서 알루미늄 전극이나 반도체 소자가 기계적인 손상에 의해 박리된다고 하는 문제를 해소할 수 있다.
- [0050] 감쇠부(25)로서는 감쇠부 지름(27)을 갖는 것을 예시했지만, 외관이 원기둥 형상에 한정되지 않고 원뿔부(22)로부터 보틀넥부(21)에 걸쳐서 지름이 작아지는 원뿔대 형상도 적합하다.
- [0051] 즉, 감쇠부(25)의 외관의 형상으로서 직경 치수가 감쇠부 지름(27)인 원기둥 형상을 예시했지만 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 원뿔부(22)측으로부터 보틀넥부(21)측으로 뒀에 따라서 직경 치수가 작아지는(단면적이 작아지는) 원뿔대 형상으로 할 수도 있다.
- [0052] 그 외에 감쇠부(25)의 외관 형상으로서 타원 형상, 다각기둥 형상 또는 다각뿔대 형상이 적합하다.
- [0053] 여기에서, 감쇠부(25)에 대하여 더 설명한다.
- [0054] 본 발명자들이 얻은 지견에 의하면, 본딩 캐피러리의 선단 부분의 구성에 의해 와이어 본딩 프로세스 중에 있어서의 본딩 캐피러리의 진폭 거동이 다른 것이 된다.
- [0055] 도 3은 본딩 캐피러리의 진동 거동을 예시하기 위한 해석도이다. 또한, 도 3(a)는 후술하는 비교예 1에 의한 본딩 캐피러리의 경우(도 7, 도 8을 참조), 도 3(b)는 본 발명의 실시형태에 의한 본딩 캐피러리의 경우이다. 즉, 도 3(a)는 특허문헌 2에 개시된 본딩 캐피러리와 마찬가지로 감쇠부(25)를 설치하고 있지 않은 본딩 캐피러리의 경우, 도 3(b)는 후술하는 실시예 3에 의한 본딩 캐피러리의 경우이다.
- [0056] 또한, CAE(Computer Aided Engineering) 해석에 의해 본딩 캐피러리의 진폭 거동을 해석하는 것으로 했다. 또한, 가진 방향은 본딩 캐피러리의 축방향에 수직인 방향으로 하고, 진폭을 1 μ m, 주파수를 120kHz로 했다.
- [0057] 도 3(a)으로부터 알 수 있는 바와 같이, 비교예 1에 의한 본딩 캐피러리의 경우에는 본딩 캐피러리의 선단측에 있어서 변형이 커진다. 즉, 보틀넥부가 과도하게 경사져 있다.
- [0058] 이에 대하여 도 3(b)으로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 실시형태에 의한 본딩 캐피러리의 경우에는 본딩 캐피러리의 선단측에 있어서의 변형을 억제할 수 있다. 즉, 보틀넥부의 경사를 억제할 수 있다.
- [0059] 여기에서, 본딩 캐피러리의 선단부는 금속세선의 단부에 형성되어 있는 볼을 통해서 1st측의 전극에 압박된다. 또는, 본딩 캐피러리의 선단부는 금속세선을 통해서 2nd측의 전극에 압박된다.
- [0060] 그 때문에, 본딩 캐피러리의 선단측에 있어서의 변형이 커지면 전극이나 전극의 하층에 설치되어 있는 반도체 소자에 기계적인 손상을 줄 우려가 있다. 특히, 1st측의 전극이 알루미늄 전극일 경우에는 본딩 캐피러리의 선단측에 있어서의 변형의 영향이 현저해진다. 또한, 금속세선이 동선일 경우에는 금선의 경우와 비교해서 경도가 높아지기 때문에 본딩 캐피러리의 선단측에 있어서의 변형의 영향이 더욱 현저해진다.
- [0061] 이 경우, 본딩 캐피러리의 선단측에 있어서의 변형이 커지면 알루미늄 전극이나 반도체 소자에 작용하는 국소적인 수직 방향 응력이 과대한 것이 될 우려가 있다.
- [0062] 도 4는 접합 부분에 발생하는 국소적인 수직 방향 응력에 대하여 예시를 하기 위한 해석도이다.
- [0063] 또한, 도 4는 금속세선의 단부에 형성되어 있는 볼을 통해서 접합할 경우에 발생하는 국소적인 수직 방향 응력을 CAE 해석에 의해 해석한 것이다.
- [0064] 도 4에 나타내는 바와 같이, 본딩 캐피러리의 선단측에 있어서의 변형이 커져서 보틀넥부(21)가 크게 기울면

접합 부분의 둘레 가장자리(볼의 둘레 가장자리)에 국소적으로 큰 수직 방향 응력이 발생한다. 이 경우, 도 4 중의 우측에 있어서는 압축 응력이 발생하고, 도 4 중의 좌측에 있어서는 인장 응력이 발생한다. 또한, 본딩 캐피러리는 도 4 중의 좌우 방향으로 가진(可振)되므로 압축 응력과 인장 응력이 교대로 발생하게 된다.

[0065] 이러한 국소적으로 큰 수직 방향 응력이 발생하면 알루미늄 전극에 소위 알루미늄 스플래시가 발생하거나 반도체 소자에 손상이 발생하거나 할 우려가 있다.

[0066] 도 5는 알루미늄 스플래시와 반도체 소자의 손상을 예시하는 사진이다.

[0067] 또한, 도 5(a)는 접합 부분의 주사형 전자현미경(SEM; Scanning Electron Microscope) 사진이다. 도 5(b)는 알루미늄 전극의 하층에 설치된 반도체 소자 표면의 주사형 전자현미경 사진이다.

[0068] 도 5(a)에 나타내는 바와 같은 알루미늄 스플래시가 발생하면 인접하는 전극과 단락될 우려가 있다. 또한, 알루미늄 전극은 그 하층에 설치된 반도체 소자를 보호하는 기능도 갖고 있기 때문에 반도체 소자의 보호 작용이 저감될 우려도 있다.

[0069] 또한, 접합 부분의 둘레 가장자리(볼의 둘레 가장자리)에 국소적으로 큰 수직 방향 응력이 발생하면 도 5(b)에 나타내는 바와 같은 손상이 반도체 소자의 표면에 발생할 우려도 있다.

[0070] 그 때문에, 본 발명의 실시형태에 있어서는 원뿔부(22)와 보틀넥부(21) 사이에 감쇠부(25)를 설치함으로써 과도하고 국부적인 수직 방향 응력이 발생하는 것을 억제하도록 하고 있다.

[0071] 도 6은 접합 부분에 발생하는 수직 방향 응력을 예시하기 위한 그래프도이다.

[0072] 또한, 도 6의 세로축은 수직 방향 응력을 나타내고, 가로축은 접합 부분에 있어서의 위치를 나타내고 있다. 이 경우, 가로축의 0(제로)은 접합 부분의 중심 위치(압박된 볼 부분의 중심 위치)이다.

[0073] 또한, 도 6 중의 B는 후술하는 비교예 1에 의한 본딩 캐피러리의 경우, 도 6 중의 C는 본 발명의 실시형태에 의한 본딩 캐피러리의 경우이다. 즉, 도 6 중의 B는 특허문헌 2에 개시된 본딩 캐피러리와 마찬가지로 감쇠부(25)를 설치하고 있지 않은 본딩 캐피러리의 경우, 도 6 중의 C는 후술하는 실시예 3에 의한 본딩 캐피러리의 경우이다.

[0074] 도 6으로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 실시형태에 의한 본딩 캐피러리에 의하면 접합 부분의 둘레 가장자리(볼의 둘레 가장자리)에 발생하는 수직 방향 응력을 대폭 저감시킬 수 있다. 또한, 접합 부분의 전역에 있어서 발생하는 수직 방향 응력도 저감시킬 수 있다.

[0075] 다음에, 본 발명의 실시형태에 의한 본딩 캐피러리의 실시예에 대하여 설명한다.

[0076] (실시예)

[0077] 표 1은 본 발명의 실시형태에 의한 본딩 캐피러리의 실시예와 비교예의 비교를 정리한 것이다.

표 1

판정	반도체 소재 표면의 손상	알루미늄 스플래시 표준 편차 (mm)	알루미늄 스플래시 폭 (mm)	불 전단 강도 (gf)	불 전단 강도 표준 편차 (gf)	불 전단 강도 (gf)	본드 하중 (gf)	본딩 변수 (gf)	초음파 파워 (mW)	수직 방향 응력 해석 값 (%)	※비교예 1을 100% 로 했을 경우	보틀넥 부의 길이 (mm)	선단부의 직경 치수 (mm)	검査부 지름 (mm)	검査부 길이 (mm)	검査부 깊이 (mm)	판정
NG	×	—	—	18.91	—	—	18	—	—	100.0%	153.0%	0.300	0.075	—	—	—	NG
OK	×	1.01	4.240	18.91	1.87	—	18	—	—	65.6%	100.0%	0.150	0.075	0.300	—	—	NG
OK	○	—	—	—	—	—	18	18	110	71.8%	—	0.150	0.075	0.252	0.100	0.500	OK
OK	○	0.75	3.790	18.89	1.61	—	18	90	110	61.4%	—	0.150	0.075	0.180	0.500	0.500	OK
OK	○	—	—	—	—	—	18	110	110	—	—	0.150	0.075	0.220	0.500	0.500	OK
OK	○	—	—	—	—	—	18	110	110	—	—	0.150	0.075	0.168	0.200	0.200	OK
OK	○	0.61	3.333	18.00	1.42	—	18	90	110	72.0%	—	0.150	0.075	0.180	0.200	0.100	OK
OK	○	—	—	—	—	—	18	—	110	—	—	0.150	0.075	0.140	0.100	0.100	OK
OK	○	0.61	3.870	18.91	1.67	—	18	110	110	71.7%	—	0.150	0.075	0.168	0.100	0.100	OK

[0078]

[0079] (비교예 1)

[0080] 비교예 1은 특허문헌 2에 개시된 본딩 캐피러리와 마찬가지로 감쇠부(25)를 구비하고 있지 않은 본딩 캐피러리의 경우이다.

[0081] 도 7은 비교예 1에 의한 본딩 캐피러리를 나타내는 모식도이다.

[0082] 도 8은 비교예 1에 의한 본딩 캐피러리의 선단 형상을 나타내는 모식 확대도이다.

[0083] 또한, 도 8은 도 7에 있어서의 D부를 확대한 것이다.

[0084] 도 7에 나타내는 바와 같이, 비교예 1에 의한 본딩 캐피러리는 제 1 원통부(13), 원뿔부(12), 보틀넥부(11)를 구비하고 있다. 또한, 보틀넥부(11)의 선단면이 선단부(14)로 되어 있다. 즉, 비교예 1에 의한 본딩 캐피러리는 감쇠부가 설치되어 있지 않다.

[0085] 도 7, 도 8에 나타내는 종래의 본딩 캐피러리의 형상에 있어서, 선단부(14)의 직경 치수를 0.075mm, 보틀넥부(11)의 길이를 0.150mm로 한 보틀넥을 갖는 본딩 캐피러리에 있어서 불 전단 강도는 18.91gf로 충분하지만, 반도체 소자 표면에 손상의 발생이 확인되었다. 또한, 수직 방향으로 발생하는 응력의 최대값의 해석을 실시

하여 이때의 응력 최대값을 1로 한다. 또한, 1st층의 접합 강도를 볼 전단 강도라고 칭하고 있다.

- [0086] 즉, 표 1에 나타내는 바와 같이 비교예 1에 의한 본딩 캐피러리의 경우에는 양호한 볼 전단 강도를 얻을 수 있지만, 반도체 소자 표면에 손상이 발생했다. 또한, 알루미늄 스플래시도 커졌다.
- [0087] 반도체 소자 표면의 손상의 발생이나 알루미늄 스플래시의 증대는 알루미늄 전극이나 반도체 소자에 작용하는 국소적인 수직 방향 응력이 과대한 것이 되었기 때문이다.
- [0088] 그 때문에, 실시예와 비교하기 위해서 비교예 1에 있어서 수직 방향으로 발생하는 응력의 최대값을 CAE 해석에 의해 해석하고, 이 해석값을 「100%」(기준값)로 하기로 했다.
- [0089] (비교예 2)
- [0090] 비교예 2는 특허문헌 2에 개시된 본딩 캐피러리와 동등한 본딩 캐피러리의 경우이다. 즉, 비교예 2도 감쇠부(25)를 구비하고 있지 않은 본딩 캐피러리의 경우이다.
- [0091] 도 9는 비교예 2에 의한 본딩 캐피러리를 나타내는 모식도이다.
- [0092] 도 10은 비교예 2에 의한 본딩 캐피러리의 선단 형상을 나타내는 모식 확대도이다.
- [0093] 또한, 도 10은 도 9에 있어서의 E부를 확대한 것이다.
- [0094] 도 9에 나타내는 바와 같이, 비교예 2에 의한 본딩 캐피러리는 제 1 원통부(13), 원뿔부(12a), 보틀넥부(11)를 구비하고 있다. 또한, 보틀넥부(11)의 선단면이 선단부(14)로 되어 있다. 즉, 비교예 2에 의한 본딩 캐피러리에 감쇠부가 설치되어 있지 않다. 또한, 제 1 원통부(13)와 원뿔부(12a) 사이에는 단차부(103')가 설치되어 있다.
- [0095] 표 1에 나타내는 바와 같이, 비교예 2에 의한 본딩 캐피러리에 대하여 응력 해석을 하면 수직 방향 응력의 해석값은 비교예 1의 153%가 되어 오히려 수직 방향 응력이 증대되는 것이 판명되었다. 따라서, 반도체 소자 표면에 손상을 발생시킬 가능성이 높다.
- [0096] (실시예 1)
- [0097] 도 11에 나타내는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 선단부(24)의 직경 치수를 0.075mm, 보틀넥부(21)의 길이를 0.150mm로 하고, 도 2에 나타내는 감쇠부 길이(26)를 0.100mm, 감쇠부 지름(27)을 0.168mm로 했을 때의 수직 방향의 응력 최대값은 71.7%이며, 알루미늄 전극이나 반도체 소자로서의 기계적인 손상으로 연결되는 수직 방향 응력을 저감시킬 수 있다는 것을 알 수 있다. 또한, 본딩 평가에 있어서 볼 전단 강도는 18.91gf이고, 알루미늄 스플래시량은 비교예 1보다 작게 할 수 있고, 반도체 소자 표면에 있어서의 손상의 발생도 확인되지 않았다. 또한, 알루미늄 스플래시량, 볼 전단 강도와 함께 수치 불균형이 작아져 종래와 비교해서 안정된 와이어 본딩이 가능해지고 있다.
- [0098] 즉, 도 11은 실시예 1에 의한 본딩 캐피러리의 선단 형상을 나타내는 모식 확대도이다.
- [0099] 실시예 1은 도 1, 도 2에 나타낸 본딩 캐피러리(1)의 감쇠부 길이(26), 감쇠부 지름(27), 선단부(24)의 직경 치수, 보틀넥부(21)의 길이를 표 1의 실시예 1에 나타내는 것으로 했을 경우이다.
- [0100] 도 11에 나타내는 것의 경우에는 감쇠부(25a)의 외관은 원뿔대 형상을 나타내고 있다. 이와 같이 감쇠부(25a)의 외관이 원뿔대 형상을 나타내고 있을 경우에는, 감쇠부 지름은 보틀넥부(21)측의 끝면의 직경 치수(최소 직경 치수)로 하기로 한다. 또한, 감쇠부(25a)의 경우에는 중심축과 능선이 이루는 각도를 10° (양쪽 각에서 20°)로 하고 있다.
- [0101] 표 1에 나타내는 바와 같이, 실시예 1에 의하면 수직 방향 응력의 해석값을 비교예 1의 71.7%로 할 수 있다. 그리고, 비교예 1의 경우와 비교해서 알루미늄 스플래시량을 억제할 수 있다. 이 경우, 반도체 소자 표면에 있어서의 손상의 발생도 확인되지 않았다.
- [0102] 또한, 볼 전단 강도도 18.91gf로 할 수 있어 양호한 볼 전단 강도를 얻을 수 있다.
- [0103] (실시예 7)
- [0104] 도 12에 나타내는 본 발명의 일 실시예에 있어서 선단부(24)의 지름을 0.075mm, 보틀넥부(21)의 길이를 0.150mm로 하고, 도 2에 나타내는 감쇠부 길이(26)를 0.100mm, 감쇠부 지름(27)을 0.252mm로 했을 때의 알루미늄 전극에 있어서의 수직 방향의 응력 최대값은 71.8%였다. 또한, 본딩 평가에 있어서 볼 전단 강도는

18.89gf이고, 알루미늄 스플래시량은 종래의 비교예보다 작게 할 수 있고, 알루미늄 전극 손상의 발생도 확인되지 않았다. 본 실시예에 있어서도 알루미늄 스플래시량, 불 전단 강도 모두 수치 불균형이 작아져서 종래와 비교해서 안정된 와이어 본딩이 가능해지고 있다.

- [0105] 즉, 도 12는 실시예 7에 의한 본딩 캐피러리의 선단 형상을 나타내는 모식 확대도이다.
- [0106] 실시예 7은 도 1, 도 2에 나타난 본딩 캐피러리(1)의 감쇠부 길이(26), 감쇠부 지름(27), 선단부(24)의 직경 치수, 보틀넥부(21)의 길이를 표 1의 실시예 7에 나타내는 것으로 했을 경우이다.
- [0107] 도 12에 나타내는 것의 경우에는 감쇠부(25b)의 외관은 원뿔대 형상을 나타내고 있다. 그 때문에, 표 1에 나타난 감쇠부 지름은 보틀넥부(21)측의 끝면의 직경 치수(최소 직경 치수)이다. 또한, 감쇠부(25b)의 경우도 중심축과 능선이 이루는 각도를 10° (양쪽 각에서는 20°)로 하고 있다.
- [0108] 표 1에 나타내는 바와 같이, 실시예 7에 의하면 수직 방향 응력의 해석값을 비교예 1의 71.8%로 할 수 있다. 그리고, 비교예 1의 경우와 비교해서 알루미늄 스플래시량을 억제할 수 있다. 이 경우, 반도체 소자 표면에 있어서의 손상의 발생도 확인되지 않았다.
- [0109] 또한, 불 전단 강도도 18.89gf로 할 수 있어 양호한 불 전단 강도를 얻을 수 있다.
- [0110] 또한, 표 1에 나타내는 바와 같이 실시예 3, 실시예 6, 실시예 8의 경우도 수직 방향 응력의 해석값을 비교예 1의 경우와 비교해서 작게 할 수 있다. 또한, 실시예 3의 경우도 비교예 1의 경우와 비교해서 알루미늄 스플래시량을 억제할 수 있다. 또한, 실시예 2?실시예 6, 실시예 8의 경우도 반도체 소자 표면에 있어서의 손상의 발생이 확인되지 않았다. 그리고, 실시예 3의 경우도 불 전단 강도를 18.00gf로 할 수 있어 양호한 불 전단 강도를 얻을 수 있다.
- [0111] 이 경우, 실시예 2, 실시예 3, 실시예 5?실시예 8의 감쇠부의 외관은 원뿔대 형상을 나타내고 있다. 그 때문에, 표 1에 나타난 감쇠부 지름은 보틀넥부(21)측의 끝면의 직경 치수(최소 직경 치수)이다. 또한, 이들의 감쇠부의 경우도 중심축과 능선이 이루는 각도를 10° (양쪽 각에서는 20°)로 하고 있다.
- [0112] 이에 대하여, 실시예 4의 감쇠부의 외관은 원기둥 형상을 나타내고 있다.
- [0113] 도 13은 실시예 4에 의한 본딩 캐피러리의 선단 형상을 나타내는 모식 확대도이다.
- [0114] 이와 같이, 감쇠부(25c)의 외관이 원기둥 형상을 나타내고 있을 경우에는 표 1에 나타난 감쇠부 지름은 감쇠부(25c)의 직경 치수가 된다.
- [0115] 이상에서 설명한 바와 같이, 감쇠부의 직경 치수는 $\phi 0.3\text{mm}$ 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0116] 또한, 감쇠부의 길이는 0.1mm 이상, 0.5mm 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0117] 도 14는 알루미늄 스플래시량을 예시하기 위한 그래프도이다.
- [0118] 도 15는 알루미늄 스플래시량의 측정 데이터를 예시하기 위한 도면이다. 또한, 도 14는 도 15에 예시를 한 데이터에 의거한 그래프도이다. 또한, 「Ave」는 평균값, 「Max」는 최대값, 「Min」은 최소값, 「 σ 」은 편차를 나타내고 있다.
- [0119] 도 16은 불 전단 강도를 예시하기 위한 그래프도이다.
- [0120] 도 17은 불 전단 강도의 측정 데이터를 예시하기 위한 도면이다. 또한, 도 16은 도 17에 예시를 한 데이터에 의거한 그래프도이다. 또한, 「Ave」는 평균값, 「Max」는 최대값, 「Min」은 최소값, 「 σ 」은 편차를 나타내고 있다.
- [0121] 도 14, 도 15에 나타내는 바와 같이, 실시예 1, 실시예 7에 의하면 비교예 1의 경우와 비교해서 알루미늄 스플래시량을 적게 할 수 있음과 아울러 알루미늄 스플래시량의 불균일(편차)을 작게 할 수 있다.
- [0122] 또한, 도 16, 도 17에 나타내는 바와 같이 실시예 1, 실시예 7에 의하면 비교예 1의 경우와 비교해서 불 전단 강도를 거의 동등하게 할 수 있음과 아울러 불 전단 강도의 불균일(편차)을 작게 할 수 있다.
- [0123] 즉, 이것은 비교예 1의 경우와 비교해서 안정된 와이어 본딩이 가능해지는 것을 의미한다.
- [0124] 본딩 캐피러리에 있어서는 사용 중에 보틀넥부(21)가 접히지 않을 것이 요구되므로, 본 실시예에서는 경도가 1900HV 이상, 굽힘 강도가 1100MPa 이상의 물성값을 갖는 세라믹스가 바람직하고, 예를 들면 산화 알루미늄을 중량비로 75% 이상 포함하는 세라믹스 재료가 바람직하다.

[0125] (산업상의 이용 가능성)

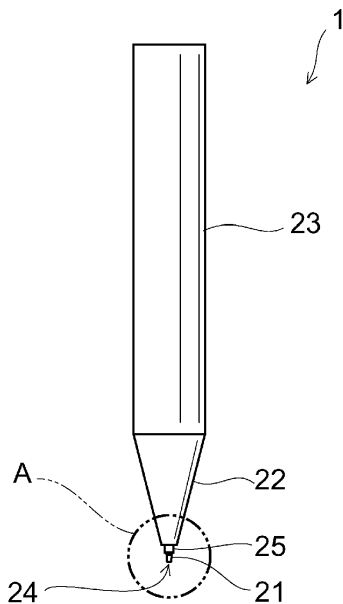
[0126] 이상에서 상세하게 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면 금선에 최적화된 기존의 본딩 장치로 동선의 와이어 본딩을 행할 경우라도 과도한 초음파 파워의 전달에 의한 알루미늄 전극이나 반도체 소자의 손상이 생기지 않도록 한 본딩 캐피러리를 제공할 수 있어 산업상의 메리트는 엄청나다.

부호의 설명

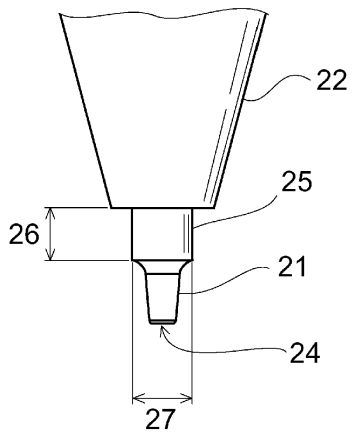
[0127]	11 : 보틀넥부	12 : 원뿔부
	12a : 원뿔부	13 : 제 1 원통부
	14 : 선단부	21 : 보틀넥부
	22 : 원뿔부	23 : 제 1 원통부
	24 : 선단부	25 : 감쇠부
	25a?25c : 감쇠부	26 : 감쇠부 길이
	27 : 감쇠부 지름	

도면

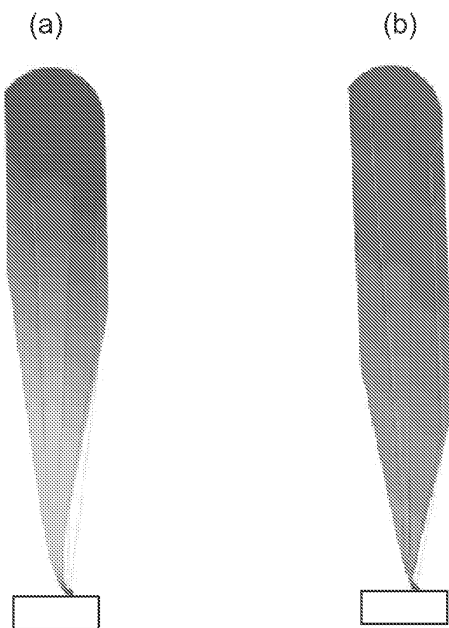
도면1



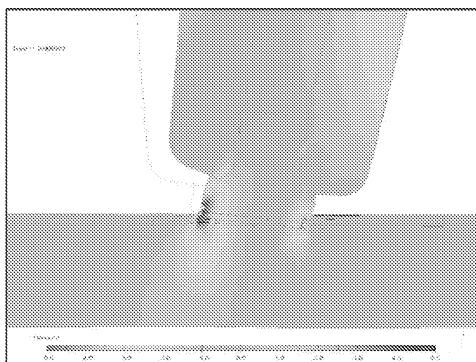
도면2



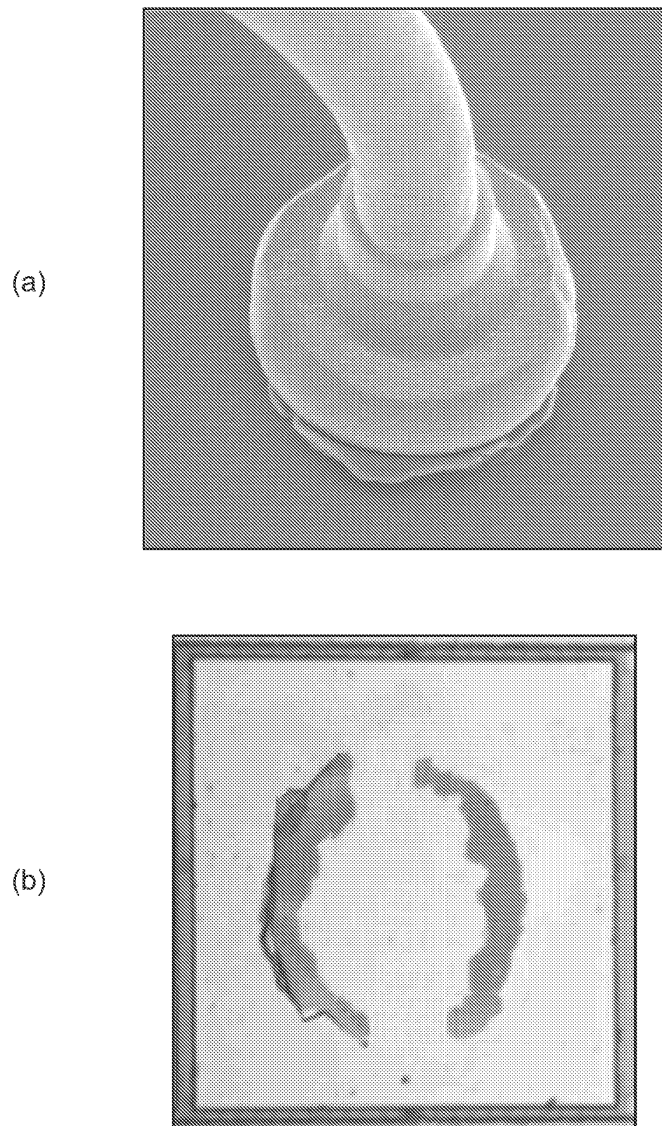
도면3



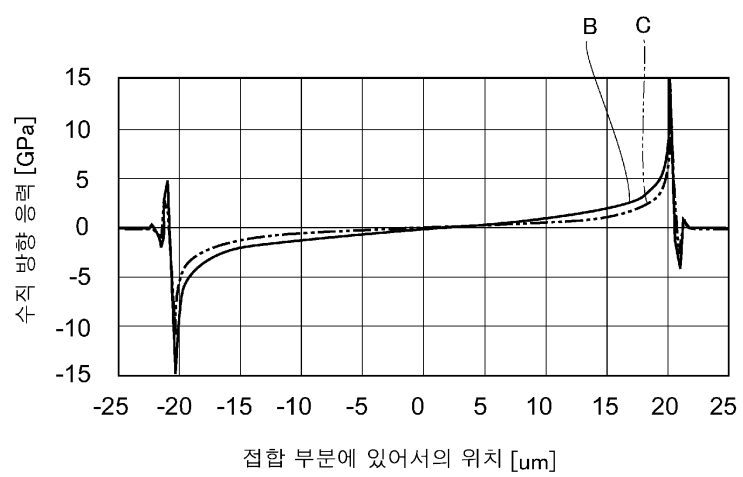
도면4



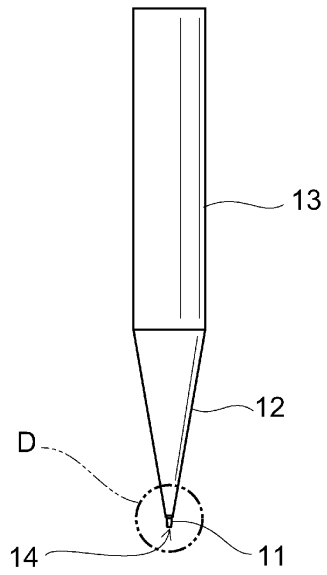
도면5



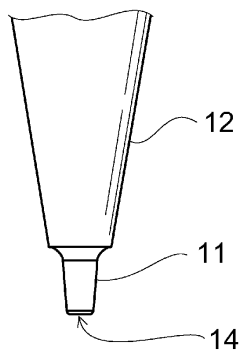
도면6



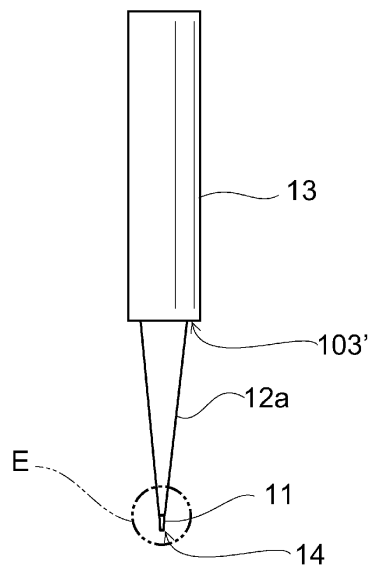
도면7



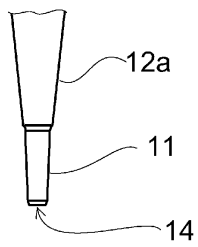
도면8



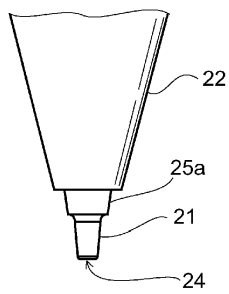
도면9



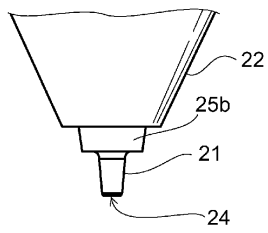
도면10



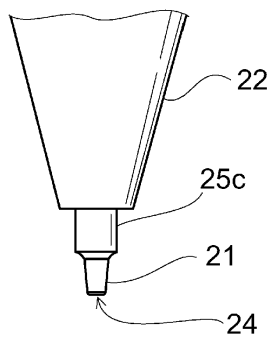
도면11



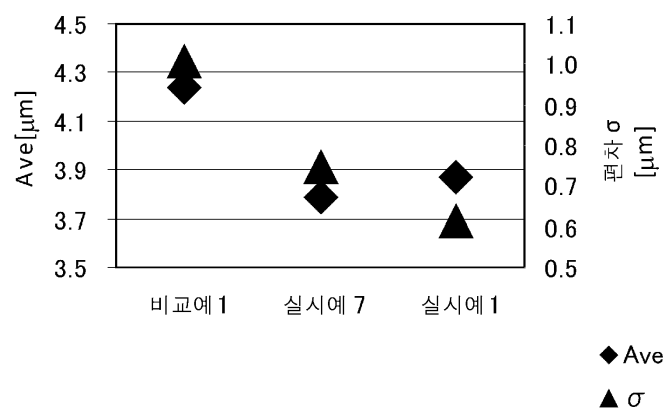
도면12



도면13



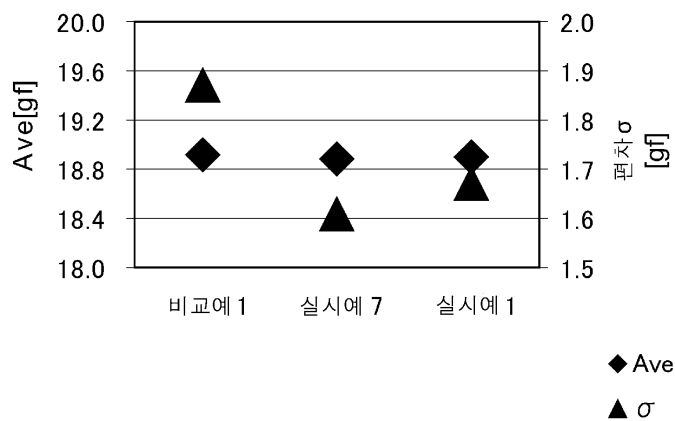
도면14



도면15

샘플 No.	비교예 1	실시예 7	실시예 1
1	5.72	3.40	4.18
2	6.50	3.09	4.18
3	4.49	4.64	4.02
4	3.71	2.94	3.87
5	3.87	3.71	3.71
6	3.87	2.17	4.33
7	5.42	3.87	4.49
8	4.49	4.80	5.57
9	4.80	4.02	4.03
10	5.88	2.48	4.18
11	2.94	4.18	3.56
12	3.56	3.56	3.72
13	3.09	4.02	4.02
14	3.25	4.64	3.40
15	2.63	4.18	3.87
16	4.64	3.40	2.78
17	4.03	5.11	2.94
18	4.49	4.33	4.02
19	3.56	3.25	3.71
20	3.87	4.02	2.78
Ave	4.24	3.79	3.87
Max	6.50	5.11	5.57
Min	2.63	2.17	2.78
σ	1.01	0.75	0.61

도면16



도면17

샘플 No.	비교예 1	실시예 7	실시예 1
1	19.66	19.56	17.00
2	18.67	16.60	17.61
3	15.96	19.31	18.06
4	17.57	16.68	17.31
5	17.28	17.14	16.90
6	21.47	21.41	22.58
7	20.70	20.59	21.36
8	19.18	20.36	20.84
9	20.82	20.07	18.30
10	20.13	20.04	18.75
11	15.61	18.23	17.36
12	17.60	17.89	18.21
13	16.48	18.49	17.01
14	19.67	17.54	18.51
15	16.11	16.15	18.92
16	20.63	18.81	19.72
17	22.07	18.22	20.92
18	19.18	18.61	20.54
19	19.87	22.26	17.47
20	19.54	19.82	20.77
Ave	18.91	18.89	18.91
Max	22.07	22.26	22.58
Min	15.61	16.15	16.90
σ	1.87	1.61	1.67