

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
B24B 27/06

(11) 공개번호 특2000-0064902
(43) 공개일자 2000년11월06일

(21) 출원번호 10-1998-0708164
(22) 출원일자 1998년10월13일
 번역문제출일자 1998년10월13일
(86) 국제출원번호 PCT/JP1998/00532 (87) 국제공개번호 WO 1998/35784
(86) 국제출원출원일자 1998년02월09일 (87) 국제공개일자 1998년08월20일
(81) 지정국 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 핀란드
프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈
국내특허 : 아일랜드 중국 일본 대한민국 싱가포르

(30) 우선권 주장 97-47153 1997년02월14일 일본(JP)
97-316482 1997년10월30일 일본(JP)

(71) 출원인 스미토모덴키고교가부시기가이샤 오카야마 노리오
일본 오사카후 오사카시 쥬오쿠 기타하마 4초메 5반33고오사까 다이아몬드
고교 가부시기가이샤 가나이 도시히꼬
일본 593-8328 오사카후 사카이시 오토리끼따마찌 2쵸 80반지
(72) 발명자 우에오가 이사오
일본 554-0024 오사카후 오사카시 고노하나꾸 시마야1쵸메 1방 3고스미또모
덴기 고교 가부시기가이샤 오사까 세이사꾸쇼 내
스가와라 준
일본 554-0024 오사카후 오사카시 고노하나꾸 시마야1쵸메 1방 3고스미또모
덴기 고교 가부시기가이샤 오사까 세이사꾸쇼 내
미조구찌 아끼라
일본 554-0024 오사카후 오사카시 고노하나꾸 시마야1쵸메 1방 3고스미또모
덴기 고교 가부시기가이샤 오사까 세이사꾸쇼 내
오시따 히데오
일본 593-8328 오사카후 사카이시 오토리끼따마찌 2쵸 80반지오사까 다이아
몬드 고교 가부시기가이샤 내
야마나까 마사야끼
일본 593-8328 오사카후 사카이시 오토리끼따마찌 2쵸 80반지오사까 다이아
몬드 고교 가부시기가이샤 내
오가와 히데끼
일본 593-8328 오사카후 사카이시 오토리끼따마찌 2쵸 80반지오사까 다이아
몬드 고교 가부시기가이샤 내
우라카와 노부오
일본 593-8328 오사카후 사카이시 오토리끼따마찌 2쵸 80반지오사까 다이아
몬드 고교 가부시기가이샤 내
요시나가 히로또시
일본 593-8328 오사카후 사카이시 오토리끼따마찌 2쵸 80반지오사까 다이아
몬드 고교 가부시기가이샤 내

(74) 대리인 안국찬, 주성민

심사청구 : 있음

(54) 줄뜸 및 그 제조 방법

요약

본 발명은 전자 재료나 광학 재료의 절단 가공 등에 사용되는 줄뜸 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 그 주된 특징으로 하는 것은 다음과 같다.

줄뜸(1)은 고강도의 심선(2)의 외주면에 입경이 수지 접촉제 층두께의 2/3 이상이고 상기 심선 직경의

1/2 이하인 지립(3)이 입경이 수지 접착제 층두께의 2/3 미만인 필러(4)를 함유하는 수지 접착제(5)에 의해 용기 고착되어 이루어진다. 이 구성의 줄톱에 의해 절단 가공은 효율 좋게 행해지고, 또 가공 정밀도도 높다. 그리고, 이 구성의 줄톱은 에나멜 열처리 노를 이용하여 용이하게 제조할 수 있다.

대표도

도1

명세서

기술분야

본 발명은 주로 대구경 실리콘 잉곳으로부터의 실리콘 웨이퍼의 슬라이싱과 같은 전자 재료의 가공이나 유리 렌즈의 절단과 같은 광학 재료의 가공 등에 사용되는 줄톱 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

종래 실리콘 잉곳으로부터의 실리콘 웨이퍼의 슬라이싱 가공에는 주로 다이아몬드 내주날이 사용되어 왔지만, 실리콘 잉곳의 대구경화에 수반하여 수율, 생산성, 가공 변질층, 치수적인 제약 등으로부터 최근에는 유리 지립과 줄톱에 의한 가공이 많이 이용되게 되었다. 그러나, 유리 지립을 사용하는 가공은 환경 위생상의 문제가 있는 동시에 세정을 필요로 하는 등 작업 공정이 길어져 가공 능력 및 가공 정밀도에 있어서 모두 불충분하여 지립을 고착시킨 와이어를 사용한 줄톱에 의한 가공이 강하게 요구되고 있다.

상기 지립을 고착한 줄톱으로서 일본 특허 공개 소50-102993호 공보에 심선재에 지립을 결합하여 그 외면에 드레싱을 실시한 것이 제안되고, 특허 공개 평8-126953호 공보에는 실리콘 웨이퍼의 절단 가공에 있어서의 줄톱의 특징이 상세하게 기술되며, 이 가공에는 심선재로서 폴리에틸렌, 나일론 등의 소재를 사용하는 것이 좋다고 제안되어 있다.

또, 일본 특허 공개 평9-155631호 공보에는 심선재에 다이아몬드 입자를 전해 도금 또는 합성 수지 바인더 용액을 사용하여 고착하는 것이 제안되어 있다.

이들 제안은 각각 우수한 것이다.

그러나, 이들을 공업적으로 제조하여 충분한 실용 단계에 이르게 하려면 SiC, Al₂O₃ 등의 일반 지립으로부터 초지립이라고 일컬어지는 다이아몬드나 CBN을 함유하는 경질 지립을 고착한 줄톱 자체의 구성과 그 구성에 의한 효과를 한층 명확하게 하는 동시에 그 줄톱의 제조 방법을 개발할 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 상기와 같은 과제를 해결하기 위해 이루어진 것으로, 그 제1 특징은 고강도의 심선의 외주면에 고착되는 지립으로서 수지 접착제 층두께의 2/3 이상 심선 직경의 1/2 이하의 입경의 것을 사용하고, 수지 접착제는 탄성율이 100 kg/mm² 이상이고 연화 온도가 200 °C 이상의 수지인 동시에 상기 수지에 입경이 수지 접착제 층두께의 2/3 미만인 필러를 함유한 것을 사용하는 것이다.

상기 지립 직경이 층두께의 2/3 미만이면 수지 접착제 층표면에 적어도 그 일부가 존재하고, 또한 상기 표면으로부터 용기 돌출하는 것이 어려워지므로 그 이상으로 할 필요가 있다.

그리고, 심선 직경의 1/2을 초과하면 수지 접착제에 의한 유지는 곤란해지며 절단성이 저하한다. 또, 절단 가공 정밀도를 양호하게 유지하기 위해서는 심선 직경의 1/3 정도까지가 바람직하다.

필러는 수지 접착제층 속에 매몰되어 상기 접착제의 보강 효과를 발휘하는 것이므로 수지 접착제 층두께의 2/3 이하이면 된다.

고강도의 심선으로서는 금속 재료, 금속 산화물, 금속 탄화물, 금속 질화물, 유기 재료, 탄소 재료로 이루어진 선형 부재를 사용할 수 있지만, 용이하게 극히 가는 선으로 완성되어져 균질하고 강도도 높은 피아노 선이 가장 바람직하다.

피아노 선은 그 자체로도 충분히 사용할 수 있지만, 수지 접착제와의 밀착성을 높이고 지립의 유지 강도를 높이기 위해 표면 처리를 실시한 것을 사용하는 것이 바람직하다.

이와 같은 표면 처리로서는 피아노 선 표면에 미리 황동이나 구리 등의 도금을 실시하는 것과 수지의 예비 도포를 실시하는 방법이 있다.

제2 특징은 사용하는 지립 및 필러의 함유량을 특정하는 것이다. 수지 접착제 속의 지립의 함유량은 용적%로 1 % 이상 30 % 이하, 필러는 마찬가지로 1 % 이상 50 % 이하로 했다.

지립의 경우 1 % 미만에서는 지립당 절삭 저항이 지나치게 크기 때문에 절삭 속도의 저하가 현저하고, 30 % 이상에서는 절삭에 의해 발생하는 절삭밥의 배제가 불충분해지므로 마찬가지로 절삭 속도가 저하한다.

따라서, 보다 바람직한 것은 4 % 이상 25 % 이하이다.

필러의 경우 1 % 이상으로 함으로써 지립의 유지 강도, 내마모성, 열전도도를 향상시키는 것이 가능하지만, 50 %를 초과하면 수지 접착제층의 가요성이 저하하여 역으로 유지 강도와 내마모성이 저하한다.

따라서, 보다 바람직한 것은 5 % 이상 40 % 이하이다.

제3 특징은, 사용하는 지립으로서는 다이아몬드와 같은 초지립이 절삭성 및 수명의 점에서 가장 바람직한

것이다. 이 초지립과 수지 접착제의 결합력을 향상시키기 위해 초지립의 표면에 미리 Ni나 Cu 등의 금속 도금을 실시해 두는 것이 바람직하다. 또, 사용하는 필러로서는 상기 유지 강도와 내마모성, 열전도도 면에서 초지립이나 일반 지립과 같은 경질재가 바람직하다.

상기와 같이 특정 입径의 지립과 필러가 탄성율과 연화 온도가 높은 수지속에 함유되어 수지 접착제층이 형성되어 있으므로, 지립의 유지력이 강해 줄뜸에 의한 절단 등의 가공을 연속해서 행할 수 있다.

또, 지립은 필러보다도 큰 특정 직경으로 구성되어 지립이 수지 접착제 층표면과 대략 동일하며, 상기 표면으로부터 용기되어 있지 않아도 절단시는 지립 단부가 피가공물에 접촉하여 절단 가공을 행할 수 있다. 그리고, 그대로 가공을 계속하면 수지 접착제 층표면은 연삭 마모에 의해 점점 후퇴하여 지립이 돌출하기 시작하므로 절삭성이 좋아진다. 단, 줄뜸 제작 초기부터 수지 접착제 층표면으로부터 지립의 일부가 용기하여 돌출해 있는 경우는 그 돌출 단부가 절단 가공 개시부터 절삭날이 되어 칩 포켓의 작용도 수반하므로, 이와 같이 구성해 두는 것이 바람직한 것은 물론이다.

그리고, 상기 구성의 와이어를 제조하는 방법으로서 상기 수지를 용제에 녹인 용액속에 상기 지립과 필러를 혼합한 도료를 상기 심선에 도포 열처리하여 행하는 방법이 지립도 용기, 돌출하기 쉬워 유리하다.

이 도포 열처리는 소위 에나멜 방식이라고 일컬어지는 것으로, 상기 심선을 도료조 속을 통과시킨 후 건조부에 도입하여 건조 경화함으로써 용이하게 행할 수 있다. 이 건조부로의 도입 부분과 건조 부분은 모두 지립의 균일한 분산과 수지 접착제의 두께의 균일성을 유지하기 위해서는 수직형으로 하는 것이 바람직하다.

또, 도입부에는 부상 다이스를 사용하여 수지 용액의 부착 상태를 제어하는 것이 바람직하다.

지립속의 용제량은 용량비로 도료 전체의 25 % 이상 75 % 이하인 것이 바람직하다. 도포 및 건조 경화에 따른 지립의 용기에는 25 % 이상인 것이 필요하지만, 75 %를 초과하면 건조 속도가 느려지거나 또는 건조시의 용제 휘발이 급격하게 일어나 수지 접착제층에 발포가 발생하여 지립의 유지 강도 및 내마모성을 손상시키는 등의 문제가 있다. 점도 등에 의한 작업성 및 지립 용기 등의 구성면으로부터 40 % 이상 60 % 이하가 가장 바람직하다.

접착제로서 사용하는 수지로서는 상기 탄성율, 연화 온도를 구비하는 수지는 모두 사용할 수 있지만, 성형성이나 물성의 견지로부터 알키드 수지, 페놀 수지, 포름알린 수지, 폴리우레탄 수지, 폴리에스테르 수지, 폴리이미드 수지, 에폭시 수지, 멜라민 수지, 우레아 수지, 불포화 폴리에스테르 수지, 아릴 수지, 폴리에스테르 이미드 수지, 폴리아미드 이미드 수지, 폴리에스테르 우레탄 수지, 비스마레 이미드 수지, 비스마레 이미드 트리아민 수지, 시아네이트 에스테르 수지, 폴리에테르 이미드, 폴리파라반산, 방향족 폴리아미드 등이 바람직하다.

용제는 수지를 용해할 수 있는 것이면 어떠한 것이라도 되지만, 사용하는 수지의 종류에 따라 크실렌, 톨루엔, 벤젠, 에틸벤젠 등의 알킬 벤젠류, 크레졸, 페놀, 크실레놀 등의 페놀류, 에타놀, 부타놀 등의 알코올류, 아세톤, 메틸에틸 케톤, 시클로헥산 등의 케톤류, 테트라히드로푸란, 디옥산 등의 에테르류, NM_2P , DMF, DMAC, DMSO 등의 비프로톤계 용제 등을 구분하여 사용한다.

또, 상기 수지 용액속에 필러로서 미립 다이아몬드, Al_2O_3 , SiC, SiO_2 , CrO_2 , BN, 마이카, 타르크, 탄산 칼슘, 카올린, 클레이, 산화티탄, 황산바륨, 산화아연, 수산화 마그네슘, 티탄산 칼륨, 황산 마그네슘이나 Cu, Fe 등의 금속 분말 등을 함유시킴으로써 수지 접착제층의 강도와 내마모성을 향상시킬 필요가 있는데, 미립 다이아몬드가 그 효과가 높고 열전도성도 향상하므로 줄뜸의 수명, 절단 정밀도 면에서 가장 바람직하다. 다이아몬드 다음으로 SiC, Al_2O_3 등의 경질의 것이 바람직하다. 필러의 크기는 수지 접착제 층두께의 2/3 미만이지만, 편평한 형상, 침상 등의 필러에 대해서는 그 두께 또는 직경이 수지 접착제 층두께의 2/3 미만이면 사용 가능하며 본 발명속에 포함된다.

그리고, 접착제로서 사용하는 수지를 가열 용융하여 그 용융 용액속에 지립과 필러를 혼합하여 이 혼합 용액을 용융 압출기에 충전하고, 그 속을 심선을 통과시켜 상기 혼합 용액을 심선 외주상에 압출 피복하는 것도 가능하다.

이 경우, 지립의 용기 및 돌출은 적어지고, 도2에 도시한 바와 같은 구성의 줄뜸이 되지만 줄뜸으로서는 사용 가능하다.

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 줄뜸의 구성을 설명하는 줄뜸 단면의 개략도로 심선, 지립, 필러, 수지 접착제로 이루어지고, 수지 접착제의 외표면으로부터 지립의 적어도 그 일부가 돌출하도록 용기, 고착되어 있다.

도2는 도1과는 다른 형태의 본 발명의 줄뜸의 단면 개략도로 지립의 수지 접착제의 외표면으로부터의 돌출량이 극히 적으며, 극단적인 경우는 거의 동일 표면이 되는 것을 도시한 것이다.

도3은 실시예 1의 줄뜸의 외주면을 관찰한 200배의 현미경 사진으로 외표면에 입상으로 용기되어 있는 것이 지립으로서 사용한 다이아몬드 입자이다.

실시예

우선, 본 발명의 줄뜸의 구성을 확실하게 하기 위해 행한 다음의 4가지 시험예, 이어서 각 구성 요건을 확인하기 위해 행한 29가지 실시예와 5가지 비교예를 이하에 열거하여 본 발명의 내용을 설명한다.

(시험예 1)

폴리우레탄 수지를 크레졸류와 알킬 벤젠류의 혼합물에 용융시킨 도토크 도료사제 폴리우레탄 수지 용액 (폴리우레탄 수지 함유 용량 : 45 %)에 평균 입径 25 μm 의 다이아몬드 지립, 평균 입径 10 μm 의 SiO_2 를 각

각 2.2 ct/cm²의 비율이 되도록 첨가하여 혼합 용액을 제작했다. 이 혼합 용액을 직경이 0.18 mm인 황동 도금 피아노 선에 도포하여 베어링 직경 0.24 mm의 부상 다이스를 통과시킨 후, 노 온도가 300 °C인 수직형 열처리 노에서 건조 경화하여 줄톱을 작성했다.

줄톱의 선 직경은 0.22 mm, 수지 막두께(수지 접착제 층두께)는 약 14 μm였다.

(시험예 2)

페놀 수지(스미또모 베이크라이트사제)를 크레졸에 용해시킨 페놀 수지 용액(페놀 수지 함유 용량 : 50 %)에 평균 입경 25 μm의 다이아몬드 지립을 2.2 ct/cm², 평균 입경이 5 μm인 SiC를 1.1 ct/cm²가 되도록 혼합한 혼합 용액을 제작하고, 그 이외는 시험예 1과 동일한 조건에서 줄톱을 제작했다.

얻어진 줄톱의 선 직경은 0.22 mm, 수지 막두께는 15 μm였다.

(시험예 3)

비스마레 이미드 수지(미쯔이 도아쓰사제)를 페놀 수지 대신 사용하고, 그 이외는 시험예 2와 동일하게 하여 제작한 비스마레 이미드 용액에 평균 입경 25 μm의 다이아몬드 지립을 3.3 ct/cm², 평균 입경 5 μm의 Cu 분말을 6.3 용량%가 되도록 혼합했다. 이 혼합 용액을 사용하고, 그 이외는 시험예 2와 동일한 조건에서 줄톱을 제작했다.

얻어진 줄톱의 선 직경은 0.22 mm이고, 수지 막두께가 약 15 μm였다.

(시험예 4)

페놀 수지(스미또모 베이크라이트사제)를 크레졸에 페놀 수지의 함유 용량이 45 %가 되도록 용해시킨 용액을 작성했다. 이 용액에 다시 평균 입경이 35 μm인 다이아몬드 지립과 평균 입경이 5 μm인 SiC를 페놀 수지 용액 : 다이아몬드 지립 : SiC=60 : 10 : 30(용량비)이 되도록 혼합한 혼합 용액을 만들었다.

이 혼합 용액을 직경이 0.18 mm인 황동 도금 피아노 선에 도포하여 베어링 직경이 0.28 mm인 부상 다이스를 통과시킨 후, 노 온도 300 °C의 열처리 노에서 건조, 경화시켰다.

얻어진 줄톱의 선 직경은 0.25 mm, 수지 막두께는 약 18 μm였다.

(시험예 줄톱에 의한 절단 가공예)

시험예 3에서 작성한 줄톱을 사용하여 단결정 실리콘의 절단 테스트를 행하였다.

단결정 실리콘의 크기는 100 mm 스퀘어×30 mm 두께이고, 100×30 mm의 절단 면적을 얻을 수 있는 것을 사용했다.

사용한 와이어는 30 m의 길이이고, 가공 조건은 줄톱의 왕복 운동 속도가 400 mm/분, 와이어 장력이 2.5 kgf, 가공액은 수도물이다.

절단 흠폭은 0.25 mm이고, 1500 cm²의 절단 가공에 걸쳐 안정하게 3.7 mm/분의 절단 이송 속도에서의 가공이 가능했다.

시험예 4에서 작성한 줄톱을 사용하여 단결정 실리콘의 절단 테스트를 행하였다.

단결정 실리콘의 크기는 100 mm 스퀘어×30 mm 두께이고, 100×30 mm의 절단 면적을 얻을 수 있는 것을 사용했다.

사용한 와이어는 30 m의 길이이고, 가공 조건은 줄톱의 왕복 운동 속도가 500 mm/분, 와이어 장력이 2.5 kgf, 가공액은 수도물이다.

절단 흠폭은 0.29 mm이고, 1500 cm²의 절단 가공에 걸쳐 안정하게 4.6 mm/분의 절단 이송 속도에서의 가공이 가능했다.

(실시에 1)

페놀 수지 도료(쇼와 고분시제 BRP-5980을 크레졸에 의해 용해한 도료), 평균 입경 2.6 μm의 다이아몬드 필러(도오메이 다이아몬드제 IRM 2-4), 평균 입경 30 μm의 다이아몬드 지립(도오메이 다이아몬드제 IRM 30-40)을 각각의 고형분비가 60 용량%, 20 용량%, 20 용량%가 되도록 혼합하고, 그리고 이것에 용제인 크레졸을 가하여 도료속의 용제량이 50 용량%인 혼합 도료를 제작했다. 이 혼합 도료를 외경 0.18 mm의 황동 도금 피아노 선에 도포하여 직경 0.28 mm의 다이스를 통과시킨 후, 노 온도 300 °C의 수직형 에나멜 노에서 건조 경화하여 줄톱을 제작했다. 얻어진 줄톱의 외경은 0.239 mm이고, 건조 경화에 의해 형성된 수지 접착제의 층두께는 약 19 μm였다. 도1은 상기 줄톱의 단면으로부터의 구성을 도시한 개략도이고, 도3은 그 외주면의 상태를 관찰한 200배의 전자 현미경 사진이다.

표1은 상기 평균 입경 2.6 μm의 다이아몬드 필러와 평균 입경 30 μm의 다이아몬드 지립의 실제 입경 분포를 레이저 회절식 입도 분포 측정 장치(시마즈제 SALD-2000A)에 의해 측정된 결과를 표시한다.

[표 1]

IRM 2-4		IRM 30-40		IRM 20-30	
표시 평균 입경 2.6 μm		표시 평균 입경 30 μm		표시 평균 입경 21 μm	
입경	존재량	입경	존재량	입경	존재량
(μm)	(%)	(μm)	(%)	(μm)	(%)

1.1 미만	2	12.5 미만	0	10.0 미만	2
1.1~2.1	17	12.5~15.3	4	10.0~14.0	10
2.1~3.1	55	15.3~18.7	9	14.0~16.0	5
3.1~4.6	20	18.7~22.9	4	16.0~18.0	8
4.6~6.9	3	22.9~28.0	18	18.0~20.0	11
6.9~10.3	1	28.0~34.3	32	20.0~22.0	15
10.3~15.3	1	34.3~41.9	24	22.0~25.0	21
15.3 이상	1	41.9~51.2	8	25.0~30.0	18
		51.2 이상	1	30.0~40.0	9
				40.0 이상	1

본 발명의 줄톱에 있어서의 수지 접착제의 총두께(피막두께)가 20 μm인 경우를 가정하면, 지립의 입경은 20 μm×2/3=13 μm 이상이고 필터 입경은 13 μm 미만이 된다.

따라서, 표1의 분포로 하면 IRM 2-4는 약 1%의 지립을 함유하는 필터, IRM 30-40은 약 4%의 필터를 함유하는 지립, IRM 20-30은 약 12%의 필터를 함유하는 지립을 의미하게 된다.

실시에 1에 사용한 페놀 수지 도료를 알루미늄박에 도포하여 200 °C의 상온조에서 2시간 열처리 경화하여 약 30μm의 페놀 수지 필름을 제작했다. 제작한 필름의 탄성율을 인장 시험기(시마즈 세이사쿠쇼제 AG-1000E)로 측정된 결과 170 kg/mm²였다.

또, 실시예 1의 줄톱의 수지 접착제의 연화 온도를 JISC-3003 에나멜 선의 평가 방법에 따라 측정된 결과 330 °C였다.

이상의 구성을 구비한 실시예 1의 줄톱을 사용하여 100 mm 스퀘어의 단결정 실리콘을 줄톱 속도 400 m/분, 가압력 2.5 kgf로 냉각수를 유출시키면서 절단 시험을 실시한 결과, 절단 개시 직후가 6.8 mm/분, 1시간 후가 4.6 mm/분의 속도로 절단 가공을 행할 수 있었다.

(실시에 2 내지 6, 비교예 1 내지 3)

페놀 수지 도료 대신 폴리에스테르 도료(닛포 덴코제 데라코트 E-220, 실시예 2), 에스테르 이미드 도료(니혼 쇼쿠바이제 Isomid 40, 실시예 3), 아마이드 이미드 도료(히다찌 가세이제 HI-406, 실시예 4), 폴리우레탄 도료(도오도꾸 도료제 TPU-6155, 실시예 5), 비스마레 이미드 수지(미쯔이 도아프제 BMI-S를 크레졸에 용해한 도료, 실시예 6), 폴리아미드 수지 도료(도레제 CM 3001을 크레졸에 용해한 도료, 비교예 1), 페녹시 수지(도모 가세이제 YP-50을 크레졸에 용해한 도료, 비교예 2), 실리콘 수지(도레 실리콘제 H-19를 크레졸에 용해한 도료, 비교예 3)로 한 이외는 실시예 1과 동일하게 하여 줄톱을 제작하고, 단결정 실리콘의 절단 시험을 실시한 결과를 표2에 표시한다.

또, 줄톱의 연화 온도, 필름의 탄성율을 인장 시험기로 측정된 결과도 동 표중에 기재한다.

[표 2]

	실시에 1	실시에 2	실시에 3	실시에 4	실시에 5	실시에 6	비교예 1	비교예 2	비교예 3
사용 수지의 탄성율 (kg/mm ²)	170	160	180	200	190	220	50	140	30
사용 수지의 연화 온도 (°C)	330	320	360	410	250	380	60	110	50
와이어 외경 (mm)	0.239	0.237	0.237	0.236	0.238	0.236	0.238	0.239	0.237
수지 접착제 총두께 (mm)	0.019	0.017	0.018	0.017	0.018	0.017	0.018	0.019	0.018
절단 속도 A (mm/분)	6.8	6.5	6.7	7.1	6.3	6.7	2.5	4.1	3.1
절단 속도 B (mm/분)	4.6	4.6	4.8	4.9	4.3	5.1	1.3	1.8	1.6

절단 속도 A : 절단 개시 직후의 절단 속도

절단 속도 B : 절단 개시 1시간 후의 절단 속도

(실시에 7 내지 13)

페놀 수지 도료, 다이아몬드 필터, 다이아몬드 지립을 각각의 고형분비를 75 용량%, 5 용량%, 20 용량% (실시에 7), 70 용량%, 10 용량%, 20 용량%(실시에 8), 50 용량%, 30 용량%, 20 용량%(실시에 9)로 한 이외는 실시예 1과 동일하게 하여 줄톱을 제작했다. 얻어진 줄톱의 단결정 실리콘의 절단 시험을 실시한 결과를 표3에 표시한다. 그리고, 동 표중에는 필터량이 극히 적은 실시예 10, 11, 역으로 많은 실시예

12, 13의 절단 결과도 기재했다. 실시예 10의 경우, 필러는 배합으로서는 0 %이지만, 지립의 입자 분포의 불균일로부터 발생한 지립으로부터 필러로의 치환분이 1 %로서 표시되어 있는 것이다.

[표 3]

	실시예 1	실시예 7	실시예 8	실시예 9	실시예 10	실시예 11	실시예 12	실시예 13
지립	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드
평균 지립 직경 (μm)	30	30	30	30	30	30	30	30
필러	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드
평균 필러 직경 (μm)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
필러량 (용량%)	20.6	5.8	10.7	30.5	1.0	2.0	40.0	50.0
와이어 외경 (mm)	0.239	0.236	0.238	0.239	0.222	0.227	0.224	0.225
수지 접착제 층 두께 (mm)	0.019	0.016	0.018	0.019	0.012	0.013	0.015	0.016
절단 속도 A (mm/분)	6.8	4.5	5.7	6.7	4.1	4.2	5.3	4.3

절단 속도 A : 절단 개시 직후의 절단 속도

필러량 : (수지 + 필러 + 지립) 100에 대한 용량비(분포를 기본으로 계산한 값)

(실시예 14 내지 16)

평균 입경 30 μm 의 다이아몬드 지립 대신 평균 입경 21 μm 의 다이아몬드 지립(도오메이 다이아몬드제 IRM 20-30, 실시예 14), 평균 입경 30 μm 의 Ni 도금한 다이아몬드 지립(도오메이 다이아몬드제 IRM-NP 30-40, 실시예 15), 평균 입경 21 μm 의 Ni 도금한 다이아몬드 지립(도오메이 다이아몬드제 IRM-NP 20-30, 실시예 16)으로 한 이외는 실시예 1과 동일하게 하여 줄톱을 제작했다. 얻어진 줄톱의 단결정 실리콘의 절단 시험을 실시한 결과를 표4에 표시한다.

또, 평균 입경 21 μm 의 다이아몬드 지립의 입도 분포를 실시예 1과 동일하게 하여 측정된 결과를 상기 표 1에 표시한다.

[표 4]

	실시예 14	실시예 15	실시예 16	실시예 17	실시예 18
지립	다이아몬드	Ni 도금 다이아몬드	Ni 도금 다이아몬드	SiC	다이아몬드
평균 지립 직경 (μm)	21	30	21	32	30
필러	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	SiC
평균 필러 직경 (μm)	2.6	2.6	2.6	2.6	1.2
필러량 (용량%)	22.2	20.6	22.2	19.8	20.0
와이어 외경 (mm)	0.233	0.238	0.232	0.237	0.238
수지 접착제 층 두께 (mm)	0.018	0.018	0.017	0.017	0.017
절단 속도 A (mm/분)	5.6	8.7	6.5	4.6	6.5
절단 속도 B (mm/분)		6.9	4.2		

절단 속도 A : 절단 개시 직후의 절단 속도

절단 속도 B : 절단 개시 1시간 후의 절단 속도

필러량 : (수지 + 필러 + 지립) 100에 대한 용량비(분포를 기본으로 계산한 값)

(실시예 17 내지 18)

평균 입경 30 μm 의 다이아몬드 지립 대신 평균 입경 32 μm 의 SiC 지립(FUJIMI 겐마자이제 그린 SiC 메쉬 400, 실시예 17), 평균 입경 2.6 μm 의 다이아몬드 필러 대신 평균 입경 1.2 μm 의 SiC(FUJIMI 겐마자이제

그린 SiC 메쉬 8000, 실시예 18)로 한 이외는 실시예 1과 동일하게 하여 줄톱을 제작했다. 얻어진 줄톱의 단결정 실리콘의 절단 시험을 실시한 결과를 표4에 표시한다.

(실시예 19 내지 21, 비교예 4 내지 5)

지립으로서 Ni 도금 다이아몬드, 필러로서 다이아몬드를 사용하고, 그 입경 및 용량비를 표5로 한 이외는 실시예 1과 동일하게 하여 줄톱을 제작했다. 얻어진 줄톱의 단결정 실리콘의 절단 시험 결과를 동 표5에 표시한다. 실시예 21은 절단 속도 A, B가 모두 높지만, 절단면의 요철이 다른 실시예와 비교하여 약간 크다. 그리고, 평균 지립 직경이 작은 비교예 4는 절단 가공 속도가 극히 낮고, 평균 지립 직경이 심선 직경의 1/2 이상되는 비교예 5는 지립의 열처리 고착이 불가능했다.

[표 5]

	실시예 19	실시예 20	실시예 21	비교예 4	비교예 5
지립	Ni 도금 다이아몬드	Ni 도금 다이아몬드	Ni 도금 다이아몬드	Ni 도금 다이아몬드	Ni 도금 다이아몬드
평균 지립 직경 (μm)	16	14	85	7	115
필러	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드
평균 필러 직경 (μm)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
필러량 (용량%)	20.9	21.8	20.9	30.2	20.9
와이어 외경 (mm)	0.195	0.196	0.288	0.212	-
수지 접착제 층 두께 (mm)	0.019	0.017	0.018	0.017	-
절단 속도 A (mm/분)	6.3	5.5	9.5	1.9	-
절단 속도 B (mm/분)	2.1	1.8	7.0	0.0	-

(실시예 22 내지 29)

지립으로서 Ni 도금 다이아몬드, 필러로서 다이아몬드를 사용하고, 그 입경 및 용량비를 표6으로 한 이외는 실시예 1과 동일하게 하여 줄톱을 제작했다. 얻어진 줄톱의 단결정 실리콘의 절단 시험 결과를 동 표 6에 표시한다.

[표 6]

	실시예 22	실시예 23	실시예 24	실시예 25	실시예 26	실시예 27	실시예 28	실시예 29
지립	Ni 도금 다이아몬드	Ni 도금 다이아몬드	Ni 도금 다이아몬드	Ni 도금 다이아몬드	Ni 도금 다이아몬드	Ni 도금 다이아몬드	Ni 도금 다이아몬드	Ni 도금 다이아몬드
평균 지립 직경 (μm)	30	30	30	30	30	30	30	30
필러	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드	다이아몬드
지립량 (용량%)	4.2	7.9	11.3	15.0	18.7	22.4	1.5	30.0
평균 필러 직경 (μm)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
필러량 (용량%)	23.6	22.7	22.0	21.1	20.2	19.3	20.9	20.9
와이어 외경 (mm)	0.222	0.227	0.230	0.231	0.233	0.230	0.223	0.227
수지 접착제 층 두께 (mm)	0.015	0.017	0.018	0.018	0.019	0.018	0.015	0.017
절단 속도 A (mm/분)	5.5	7.5	8.3	9.5	9.0	7.6	4.4	4.5
절단 속도 B (mm/분)	3.2	4.8	5.0	5.0	4.9	2.0	2.8	1.9

상기 각 시험예, 실시예 및 비교예에 있어서의 절단 시험 결과에 의해 명확해진 바와 같이, 본 발명의 줄톱은 비교예의 줄톱에 비해 절단 개시 직후의 절단 속도와 절단 개시 1시간 후의 절단 속도에 있어서 훨씬

씬 우수하다. 게다가 계속해서 절단 시험을 행한 결과, 절단 개시 1시간 후의 절단 속도는 그 후에도 비교예에 비해 저하가 적었다.

이것은 지립이 필러를 함유한 수지 접착제에 의해 고강도의 심선의 외주면상에 견고하게, 게다가 용기 돌출하여 고착되고, 또 절단 가공시의 가공압, 가공열에 견디는 내열성과 내마모성을 구비하기 때문이라고 생각된다. 이 견고한 용기 돌출한 고착을 위해서는 상기한 바와 같이 수지로서는 그 탄성율이 100 kg/mm² 이상인 동시에 경질재의 필러를 함유하고 연화 온도가 200 °C 이상인 것이 필요하다.

그리고, 상기 필러는 수지 접착제 총두께의 2/3 미만의 입경을 구비한 것을 사용함으로써 주로 수지 접착제층 내에 매몰되어 접착제를 보강하고, 지립은 수지 접착제 총두께의 2/3 이상의 입경을 구비한 것을 사용함으로써 상기 심선 외주면에 도료가 열처리 고화되는 동시에 수지 접착제 총표면상에 지립이 용기 돌출하여 절삭날, 칩 포켓을 형성하는 것이다.

따라서, 심선의 직경 및 수지, 지립, 필러의 종류, 양, 입도, 지립의 용기 돌출도는 절단 대상, 절단 조건에 따라 가장 높은 가공 효율, 가공 정밀도를 나타내는 것을 청구 범위에 기재된 범위내에 있어서 선택 실시할 필요가 있는 것은 물론이다.

산업상이용가능성

이상, 각 항목에서 기술한 바와 같이 본 발명에 의하면 종래의 유리 지립에 의한 실리콘 웨이퍼의 슬라이싱 가공 대신에 줄톱에 의한 슬라이싱 가공이 가능한 지립 줄톱을 용이하게 경제적으로 제공할 수 있다. 게다가, 제공된 줄톱의 절단 능력은 유리 방식에 비해 10배 이상이나 높고, 가공 성능 및 가공 정밀도도 충분한 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

고강도의 심선의 외주면상에 입경이 수지 접착제 총두께의 2/3 이상이고 상기 심선 직경의 1/2 이하인 지립이 탄성율 100 kg/mm² 이상인 동시에 연화 온도 200 °C 이상인 수지속에 입경이 수지 접착제 총두께의 2/3 미만인 필러를 함유하는 수지 접착제 속에 고착되어 있는 것을 특징으로 하는 줄톱.

청구항 2

제1항에 있어서, 지립의 일부가 수지 접착제층 외표면으로부터 용기되어 있는 것을 특징으로 하는 줄톱.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 지립의 함유량은 용적%로 수지, 필러, 지립으로 이루어진 수지 접착제의 1 내지 30 %인 것을 특징으로 하는 줄톱.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 필러의 함유량은 용적%로 수지, 필러, 지립으로 이루어진 수지 접착제의 1 내지 50 %인 것을 특징으로 하는 줄톱.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 지립이 다이아몬드나 CBN 등의 초지립인 것을 특징으로 하는 줄톱.

청구항 6

제5항에 있어서, 초지립은 금속 도금되어 있는 것을 특징으로 하는 줄톱.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 필러가 다이아몬드나 CBN 등의 초지립 또는 SiC나 Al₂O₃ 등의 일반 지립인 것을 특징으로 하는 줄톱.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서, 고강도의 심선이 표면 처리를 실시한 피아노 선인 것을 특징으로 하는 줄톱.

청구항 9

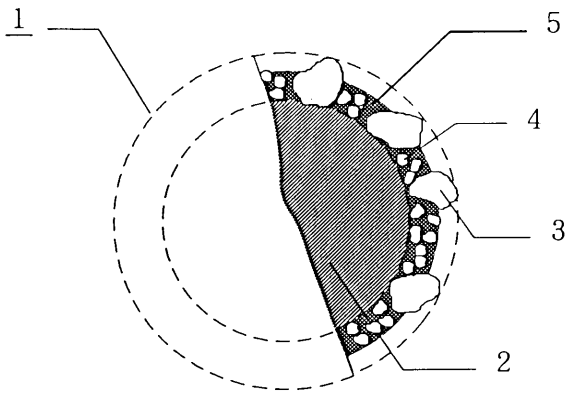
고강도의 심선의 외주면상에 입경이 수지 접착제 총두께의 2/3 이상이고 상기 심선 직경의 1/2 이하인 지립과 입경이 수지 접착제 총두께의 2/3 미만인 필러를 탄성율 100 kg/mm² 이상인 동시에 연화 온도 200 °C 이상인 수지를 용제에 녹인 액체속에 혼합한 도료를 도포 가열하여 상기 심선의 외주면상에 수지 접착제층을 고착시키는 것을 특징으로 하는 줄톱의 제조 방법.

청구항 10

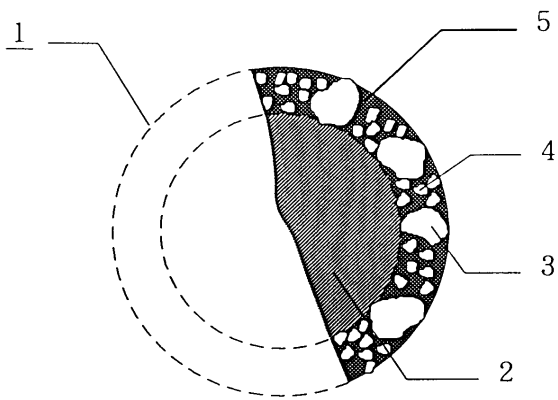
제9항에 있어서, 도료속의 용제량은 용량비로 도료 전체의 25 내지 75 %인 것을 특징으로 하는 줄톱의 제조 방법.

도면

도면1



도면2



도면3

