

**(19) 대한민국특허청(KR)**
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2021-0046883
(43) 공개일자 2021년04월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10M 169/04 (2006.01) *B23D 57/00* (2006.01)
B23Q 11/10 (2006.01) *C10N 30/04* (2006.01)
C10N 40/22 (2006.01) *C10N 40/32* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C10M 169/04 (2013.01)
B23D 57/0007 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0129592
(22) 출원일자 2019년10월18일
심사청구일자 2019년11월21일
- (71) 출원인
에스케이실트론 주식회사
경상북도 구미시 임수로 53 (임수동)
- (72) 발명자
김성호
경상북도 구미시 3공단3로 132-11
- (74) 대리인
이승찬

전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **절삭유 및 그를 포함하는 와이어 쓰임용 슬러리****(57) 요약**

본 발명은 베이스 오일; 올레인산(Oleic Acid); 노닐페닐 프리(nonylphenyl free) 계면활성제; 및 킬레이트 화합물(chelate complex) 포함하는 절삭유를 제공한다.

대표도 - 도4

구분	기능	성분	조성비 (wt%)
1	베이스 오일	Hydrotreated heavy naphthenic	80 ~ 90
2	증점제	Quaternary ammonium compounds	0 ~ 5
3	습윤제	Chelate agent	1 ~ 5
		Polyoxyethylene lauryl amine	0 ~ 5
4	마찰개질제	Oleic acid	1 ~ 5
5	세정제	Polyoxyalkylene alkyl ether	0 ~ 5
6	계면활성제	Polyethylene glycol monooleate	0 ~ 5
		Nonylphenyl free	1 ~ 5
7	유화제	Glycerol trioleate	0 ~ 5
8	소포제	Polyoxy(propylene, ethylene)glycol	0 ~ 5
합계			100

(52) CPC특허분류

B23Q 11/1061 (2013.01)
C10M 2203/1065 (2013.01)
C10M 2207/022 (2013.01)
C10M 2207/126 (2013.01)
C10M 2209/103 (2013.01)
C10M 2209/108 (2013.01)
C10M 2215/02 (2013.01)
C10N 2040/22 (2020.05)
C10N 2040/32 (2020.05)

명세서

청구범위

청구항 1

베이스 오일;
올레인산(Oleic Acid);
노닐페닐 프리(nonylphenyl free) 계면활성제; 및
킬레이트 화합물(chelate complex) 포함하는 절삭유.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 베이스 오일은 하이드로트레이티드 헤비 나프테닉(hydrotreated heavy naphthenic)을 포함하는 절삭유.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 베이스 오일은 80 wt% 내지 90 wt% 의 중량비를 갖는 절삭유.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 킬레이트 화합물은 1 wt% 내지 5 wt% 의 중량비를 갖는 절삭유.

청구항 5

제3항에 있어서,
상기 올레인산은 1 wt% 내지 5 wt% 의 중량비를 갖는 절삭유.

청구항 6

제3항에 있어서,
상기 노닐페닐 프리(nonylphenyl free) 계면활성제는 1 wt% 내지 5 wt% 의 중량비를 갖는 절삭유.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 절삭유는
폴리옥시에틸렌 화합물(Polyoxyethylene sorbitant);
폴리에틸렌 글리콜 모노올레이트(polyethylene glycol monooleate);
글리세린 트리올레이트(Glyceryl Trioleate);
제4기 암모늄 화합물(Quaternary ammonium compounds);
프로필렌 글리콜(Propylene glycol); 및
에틸렌 글리콜(Ethylene glycol)을 더 포함하는 절삭유.

청구항 8

베이스 오일;
 올레인산(Oleic Acid);
 노닐페닐 프리(nonylphenyl free) 계면활성제;
 킬레이트 화합물(chelate complex)을 포함하며,
 상기 베이스 오일은 80 wt% 내지 90 wt% 의 중량비를 갖고,
 상기 킬레이트 화합물, 상기 올레인산, 상기 노닐페닐 프리 계면활성제는 각각 1 wt% 내지 5 wt% 의 중량비를 갖는 절삭유.

청구항 9

연마재; 및
 제1항 내지 제8항 중 어느 한 항의 절삭유를 포함하는 와이어 쓰잉용 슬러리.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 슬러리에 관한 것으로, 와이어 쓰잉용 슬러리에 사용되는 절삭유에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 단결정 실리콘 잉곳(Single Crystal Silicon Ingot)은 일반적으로 초크랄스키법(Czochralski method)에 따라 성장되어 제조된다. 이 방법은 챔버 내의 도가니에서 다결정 실리콘(Polycrystal)을 용융시키고, 용융된 실리콘에 단결정인 종자 결정(seed crystal)을 담근 후, 이를 서서히 상승시키면서 원하는 지름의 단결정 실리콘 잉곳(이하, 잉곳)으로 성장시키는 방법이다.

[0003] 단결정 실리콘 웨이퍼(Single Silicon Wafer)의 제조 공정은 상술한 방법을 이용하여 잉곳을 만들기 위한 단결정 성장(Growing) 공정과, 잉곳을 슬라이싱(Slicing)하여 얇은 원판 모양의 웨이퍼를 얻는 슬라이싱(Slicing) 공정과, 슬라이싱 공정에 의해 얻어진 웨이퍼의 깨짐, 일그러짐을 방지하기 위해 그 외주부를 가공하는 외주 그라인딩(Edge Grinding) 공정과, 웨이퍼에 잔존하는 기계적 가공에 의한 손상(Damage)을 제거하여 웨이퍼의 평탄도를 향상시키기 위한 랍핑(Lapping) 공정과, 웨이퍼를 경면화하는 연마(Polishing) 공정과, 연마된 웨이퍼에 부착된 연마재나 이물질을 제거하는 세정(Cleaning) 공정으로 이루어진다.

[0004] 한편, 잉곳을 웨이퍼로 절단하는 슬라이싱 공정은 여러 가지 방식이 있다. 즉, 박판 외주 부분에 다이아몬드 입자를 고착시켜 잉곳을 절단하는 O.D.S(Out Diameter Saw) 방식, 도넛(doughnut)형의 박판 내주에 다이아몬드 입자를 고착시켜 잉곳을 절단하는 I.D.S(Inner Diameter Saw) 방식, 와이어를 빠른 속도로 주행시키면서 그 위에 슬러리(slurry)를 분사시켜 와이어에 묻은 슬러리와 마찰에 의해 잉곳을 절단하는 와이어 쓰우(Wire Saw) 방식 등이 있다.

[0005] 이 중에서 와이어 쓰우(W.S) 방식은 잉곳을 동시에 여러 개의 웨이퍼로 절단할 수 있어 단위 시간당 생산 수율을 향상시킬 수 있기 때문에 현재 널리 쓰이고 있는 절단 방법이다. 와이어 쓰잉 장치(Wire Sawing Apparatus)는 와이어 쓰우 방식을 이용하여 잉곳에 대한 슬라이싱 공정을 수행한다.

[0006] 도 1은 일반적인 와이어 쓰잉 장치의 개략적인 구성을 보여주는 정면도이다.

[0007] 도 1에 도시된 바와 같이 와이어 쓰잉 장치(1)는 챔버(2, Chamber), 잉곳 클램프(3, Ingot Clamp), 와이어(W), 제1 롤러(20, Main Roller), 제2 롤러(30, Slave Roller), 슬러리 공급 노즐(40, Slurry Suppling nozzle), 잉곳 피드 유닛(50, Ingot Feed Unit), 열교환기(60, Heat Exchanger), 슬러리 탱크(70, Slurry Tank) 등을 포함할 수 있다.

[0008] 챔버(2)는 잉곳(IG)에 대한 절단, 즉 슬라이싱 작업이 이루어지는 공간을 이루고, 잉곳 클램프(3)는 챔버(2) 내부에서 잉곳(IG)을 지지한다. 잉곳(IG)은 잉곳 클램프(3)의 승하강에 따라 와이어(W)를 향해 승하강할 수 있다.

[0009] 와이어(W)는 잉곳(IG)을 다수개의 박판인 웨이퍼(Wafer)로 절단할 수 있다. 와이어(W)는 제1 롤러(20)와 제2 롤러(30)의 외주면에 일정 간격으로 다수개가 감겨질 수 있다. 예를 들어 와이어(W)는 보빈(80, Bobbin)으로부터

제1 롤러(20)와 제2 롤러(30)에 감겨지도록 공급될 수 있다. 와이어 쓰임 동작시, 와이어(W)는 제1 롤러(20)와 제2 롤러(30)에서 감겨졌다 풀려지는 왕복 이동을 반복하면서 잉곳(IG)을 슬라이싱할 수 있다.

- [0010] 슬러리 공급 노즐(40)은 와이어(W)로 슬러리를 공급하기 위해 제1 롤러(20)와 제2 롤러(30)의 상부에 배치될 수 있다. 슬러리 공급 노즐(40)로부터 분사되는 슬러리들은 와이어(W)에 흡착되며, 슬러리가 흡착된 와이어(W)에 의해 잉곳(IG)의 슬라이싱 작업이 이루어진다. 이때, 슬러리에는 연마재(Abrasive)가 포함되어 있기 때문에 와이어(W)에 묻어 있던 슬러리의 연마재에 의해 잉곳(IG)이 절단될 수 있다.
- [0011] 슬러리에는 연마재 이외에도 절삭유(Cutting Oil)가 포함된다. 절삭유는 금속 재료를 절삭 가공할 때 공구와 재료와의 마찰열을 감소시키고 절삭날을 냉각시키기 위해서 사용하는 윤활유를 말한다.
- [0012] 슬러리는 슬러리 탱크(70)로부터 슬러리 공급 노즐(40)로 공급되어 와이어(W)에 분사되면서 슬라이싱 작업에 사용되고, 사용된 페슬러리는 다시 회수되어 재사용되는 재생 사이클을 갖는다.
- [0013] 한편, 슬라이싱 공정 동안, 고형분{잉곳으로부터 떨어진 SiC 입자, 와이어로부터 떨어진 금속 입자(예컨대 Cu) 등}은 슬러리의 절삭유 내부로 침투되면서 페슬러리로 회수된다. 상기와 같이 회수된 페슬러리 내의 고형분들은 원심분리 방법으로 액체와 분리되고, 그 중 일부는 추출되어 연마재로 재활용되기도 한다.
- [0014] 즉, 원심분리에 의한 방법으로 페슬러리를 재활용하는 경우, 1차 원심분리 단계에서는 고체의 연마재나 피연마재가 추출되어 회수되고, 2차 원심분리 단계에서는 절삭유를 추출하여 회수한다.
- [0015] 그런데, 와이어 쓰임용 절삭유는 화학적 특성 중 하나인 산가(pH) 수준이 알칼리(Alkali)에 가깝기 때문에 고형분의 침투시 금속 안정성을 확보하기 어려우므로 웨이퍼의 표면에 침투될 수 있다. 또한, 절삭유가 재활용을 거듭할 수록 금속 입자들의 분산성이 낮아지고, 절삭성이 떨어지므로 와이어 쓰임의 품질에 악영향을 미치는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 본 발명은 금속 안정성과 분산성 및 절삭성을 동시에 향상시킬 수 있는 절삭유 및 그를 포함하는 와이어 쓰임용 슬러리를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0017] 본 발명은 베이스 오일; 올레인산(Oleic Acid); 노닐페닐 프리(nonylphenyl free) 계면활성제; 및 킬레이트 화합물(chelate complex) 포함하는 절삭유를 제공한다.
- [0018] 상기 베이스 오일은 하이드로트레이티드 헤비 나프테닉(hydrotreated heavy naphthenic)을 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 베이스 오일은 80 wt% 내지 90 wt%의 중량비를 가질 수 있다.
- [0020] 상기 킬레이트 화합물은 1 wt% 내지 5 wt%의 중량비를 가질 수 있다.
- [0021] 상기 올레인산은 1 wt% 내지 5 wt%의 중량비를 가질 수 있다.
- [0022] 상기 노닐페닐 프리(nonylphenyl free) 계면활성제는 1 wt% 내지 5 wt%의 중량비를 가질 수 있다.
- [0023] 상기 절삭유는 폴리옥시에틸렌 화합물(Polyoxyethylene sorbitant); 폴리에틸렌 글리콜 모노올레이트(polyethylene glycol monooleate); 글리세린 트리올레이트(Glyceryl Trioleate); 제4기 암모늄 화합물(Quaternary ammonium compounds); 프로필렌 글리콜(Propylene glycol); 및 에틸렌 글리콜(Ethylene glycol)을 더 포함할 수 있다.
- [0024] 한편, 본 발명은 베이스 오일; 올레인산(Oleic Acid); 노닐페닐 프리(nonylphenyl free) 계면활성제; 킬레이트 화합물(chelate complex)을 포함하며, 상기 베이스 오일은 80 wt% 내지 90 wt%의 중량비를 갖고, 상기 킬레이트 화합물, 상기 올레인산, 상기 노닐페닐 프리 계면활성제는 각각 1 wt% 내지 5 wt%의 중량비를 가질 수 있다.
- [0025] 한편, 본 발명은 연마재; 상술한 어느 한 절삭유를 포함하는 와이어 쓰임용 슬러리를 제공한다.

발명의 효과

[0026] 본 발명의 절삭유 및 그를 포함하는 와이어 쓰잉용 슬러리에 따르면, 산가(pH)를 중성으로 조정하여 금속 안정성을 높일 수 있고, 계면 활성제를 추가하여 분산성을 높이고, 마찰개질제를 첨가하여 절삭성을 동시에 개선할 수 있다.

[0027] 따라서 와이어 쓰잉 품질을 높일 수 있으며, 슬러리의 수명을 연장시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 일반적인 와이어 쓰잉 장치의 개략적인 구성을 보여주는 정면도이다.

도 2는 절삭유의 분산성이 좋은 경우와 나쁜 경우를 보여준다.

도 3은 분산력이 양호한 슬러리와 분산력이 열위한 슬러리에 절삭유를 더 첨가하였을 경우의 반응들을 보여준다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 절삭유의 조성 성분을 보여주는 도표이다.

도 5는 킬레이트제, 올레인산 화합물, 계면활성제의 화학구조를 보여준다.

도 6은 올레인산 화합물에 의한 금속 안정성 개선을 보여준다.

도 7은 와이어 쓰잉 과정에서 분산성, 금속 안정성, 절삭성이 동시에 개선되는 특징을 보여준다.

도 8 및 도 9는 본 발명의 실시예들에 따른 구체적인 절삭유의 조성 성분과 실험결과들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 실시 예들은 첨부된 도면 및 실시 예들에 대한 설명을 통하여 명백하게 드러나게 될 것이다. 실시 예의 설명에 있어서, 각 층(막), 영역, 패턴 또는 구조물들이 기판, 각 층(막), 영역, 패드 또는 패턴들의 "상/위(on)"에 또는 "하/아래(under)"에 형성되는 것으로 기재되는 경우에 있어, "상/위(on)"와 "하/아래(under)"는 "직접(directly)" 또는 "다른 층을 개재하여 (indirectly)" 형성되는 것을 모두 포함한다. 또한 각 층의 상/위 또는 하/아래에 대한 기준은 도면을 기준으로 설명한다.

[0030] 도면에서 크기는 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시되었다. 또한 각 구성요소의 크기는 실제크기를 전적으로 반영하는 것은 아니다. 또한 동일한 참조번호는 도면의 설명을 통하여 동일한 요소를 나타낸다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시 예를 설명한다.

[0031] 본 발명의 절삭유 및 그를 포함하는 와이어 쓰잉용 슬러리는 웨이퍼의 슬라이싱 공정의 품질과 슬러리의 수명을 증가시키기 위한 요건으로 먼저 분산성 개선(강화)을 고려한다.

[0032] 도 2는 절삭유의 분산성이 좋은 경우와 나쁜 경우를 보여준다. 즉, 도 2의 (a)는 절삭유의 금속 입자들의 분산성이 좋은 경우이고, 도 2의 (b)는 절삭유의 분산성이 좋지 않아서 침전과 층분리 현상을 보이는 경우이다.

[0033] 먼저 절삭유에 고형물(예를 들어 SiC, Silicon Carbide)을 연마제로 배합하여 슬러리를 제조할 수 있다. 이하, 설명의 편의상 SiC를 연마제로 칭한다.

[0034] 도 2의 (a)와 같이 연마제(SiC)가 절삭유(Oil)에 고르게 퍼져 있는 상태가 분산성이 좋은 경우이다. 분산성은 연마제(SiC)가 절삭유(Oil)에 장기간 부유할 수 있는 부유성과도 연관된다. 분산성과 부유성이 확보되면 와이어 쓰잉 장치에서 와이어(W)의 표면에 도포된 슬러리에 의해 균일한 절삭이 이루어지므로 아울러 절삭성이 향상될 수 있다.

[0035] 그러나 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이, 절삭유(Oil)의 분산성이 나쁘면 연마제(SiC)가 절삭유(Oil)에서 침전하거나 뭉치는 현상이 발생한다. 이 경우, 와이어 쓰잉용 슬러리에 상술한 슬러리가 포함되면 불균일한 절삭이 이루어지므로 절삭성도 아울러 나빠진다.

[0036] 도 3은 분산력이 양호한 슬러리와 분산력이 열위한 슬러리에 절삭유를 더 첨가하였을 경우의 반응들을 보여준다.

[0037] 도 3에 도시된 바와 같이, 연마제(SiC)와 절삭유(Oil)가 포함된 슬러리(Slurry)가 든 병에서 슬러리의 분산력에 따라서 침전물 반응은 차이를 보인다. 예를 들어, 장시간 슬러리와 절삭유를 더 추가한 병을 층분리가 될 정도로 장시간 방치한 후, 병을 거꾸로 뒤집어서 그 반응을 관찰할 수 있다.

- [0038] 먼저 도 3의 좌측에 도시된 바와 같이, 용기에 절삭유(Oil)와 연마재(SiC)가 포함된 슬러리(Slurry)를 장시간 동안 방치하거나 강제로 층 분리를 진행하면, 절삭유(Oil)가 상부에 오고 연마재(SiC)의 침전물들은 아래에 위치할 수 있다.
- [0039] 이때, 용기를 거꾸로 뒤집으면, 분산력이 양호한 슬러리(Slurry)는 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이 바닥부에 위치한 침전물들이 절삭유(Oil)와 섞이면서 재분산이 잘된다. 즉, 침전물이 고착화되지 않는다.
- [0040] 그러나 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이, 분산력이 열위한 슬러리는 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이 침전물이 고착되어 하드 케이크(Hard Cake)가 형성되면서 하부의 절삭유(Oil)와 층이 분리되는 현상이 발생한다.
- [0041] 이와 같이 와이어 쓰잉용 슬러리에 사용되는 절삭유는 와이어 쓰잉 품질 개선을 위해서 도 2의 (a) 및 도 3의 (a)와 같이 분산성이 좋아야 한다.
- [0042] 다음으로 금속 안정성이 요구된다. 절삭유는 pH 특성상 알칼리(Alkali)를 보이는 경향이 있다. 따라서 와이어, 잉곳 등의 금속과 절삭유가 접촉하였을 경우, 절삭유가 묻은 웨이퍼 표면(계면)으로 금속 이온이 침투하면서 웨이퍼를 손상시킬 수 있다. 그러므로 본 발명의 절삭유는 pH 특성을 중성화 시켜 금속 안정성을 향상시키면서 웨이퍼 표면에 금속 이온이 침투되지 않도록 할 수 있다.
- [0043] 다음으로 절삭성을 향상시키는 것이다. 절삭성은 상술한 분산성, 금속 안정성이 개선되면 아울러 향상되지만 와이어와 잉곳 간의 접촉 환경을 개선함으로써 동시에 높일 수 있다.
- [0044] 이하, 상술한 효과를 제공할 수 있는 본 실시예의 절삭유의 조성물에 대해서 상술하기로 한다.
- [0045] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 절삭유의 조성 성분을 보여주는 도표이고, 도 5는 킬레이트제, 올레인산 화합물, 계면활성제의 화학구조를 보여주며, 도 6은 올레인산 화합물에 의한 금속 안정성 개선을 보여주고, 도 7은 와이어 쓰잉 과정에서 분산성, 금속 안정성, 절삭성이 동시에 개선되는 특징을 보여준다.
- [0046] 도 4에 도시된 표와 바와 같이, 본 실시예의 절삭유는 베이스 오일, 증점제, 습윤제, 마찰개질제, 세정제, 계면활성제, 유화제 및 소포제를 조성물질로 포함할 수 있다.
- [0047] 1. 베이스 오일(Base oil)은 절삭유 내에서 대부분의 성분을 차지하는 조성물이다. 예를 들어 베이스 오일은 하이드로트레이티드 헤비 나프테닉(hydrotreated heavy naphthenic)을 포함할 수 있다. 베이스 오일은 절삭유의 80 wt% 내지 90 wt%의 중량비를 가질 수 있다.
- [0048] 2. 증점제(增粘劑, Thickener)는 절삭유의 점도를 조정해주는 조성물을 말한다. 증점제의 조성비에 따라서 절삭유의 점도가 증가되거나 감소될 수 있다. 예를 들어 증점제는 제4기 암모늄 화합물(Quaternary ammonium compounds)일 수 있다.
- [0049] 증점제는 절삭유의 0 wt% 내지 5 wt%의 중량비를 가질 수 있다(여기서 0 wt%는 실시예에 따라 포함하지 않을 수 있음을 의미한다).
- [0050] 3. 습윤제(濕潤劑, wetting agents)는 표면장력을 작게 하여 침투력과 표면 마찰력을 감소시키는 용도로 사용되는 조성물이다. 예를 들어 절삭유에 포함되는 습윤제로는 카르복시산류 킬레이트제(Chelate agent)과, 폴리옥시에틸렌 라우릴 아민(polyoxyethylene lauryl amine)이 사용될 수 있다.
- [0051] 여기서 카르복시산류 킬레이트제, 킬레이트 화합물(Chelate Complex), Chelate Agent, Metal Chelate 등으로 불릴 수 있으며 설명의 편의상, 킬레이트제라고 부르기로 한다.
- [0052] 킬레이트제는 절삭유의 1 wt% 내지 5 wt%의 중량비를 가질 수 있으며, 폴리옥시에틸렌 라우릴 아민은 절삭유의 0 wt% 내지 5 wt%의 중량비를 가질 수 있다.
- [0053] 즉, 본 발명의 실시예에서 습윤제로 킬레이트제는 반드시 포함하지만 폴리옥시에틸렌 라우릴 아민은 생략할 수 있다. 이는 킬레이트제가 폴리옥시에틸렌 라우릴 아민의 경우보다 더 많은 효과를 갖기 때문이다. 특히 킬레이트제는, 절삭 공정에서 발생하는 금속이온(Cu, Fe 등)과 결합함으로써 웨이퍼에 금속이온이 침투되는 것을 방지하여 금속 안정성을 높일 수 있다.
- [0054] 킬레이트제는 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이 결합구조가 길게 나열된 화학 구조를 가질 수 있기 때문에 금속이온과 쉽게 결합하며 알칼리를 중성화할 수 있다.
- [0055] 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이 절삭유에 킬레이트제가 포함되면, 절삭유가 금속이온(M)가 결합함으로써, 금속

이온(M)이 웨이퍼 내부로 침투하려는 것을 막을 수 있다. 반면에 절삭유에 킬레이트제가 포함되지 않으면 금속 이온(M)은 웨이퍼로 침투하면서 웨이퍼를 오염시킬 수 있다.

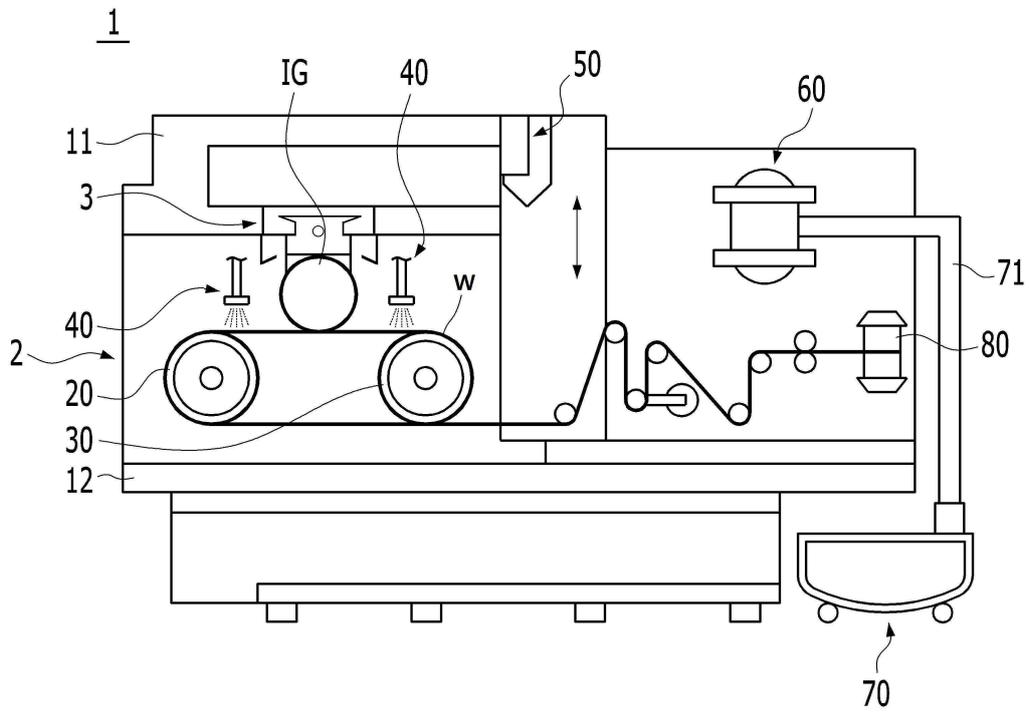
- [0056] 이와 같이 킬레이트제가 절삭유에 포함되지 않으면, 금속이온 불순물(Metal Impurity)이 증가하고 세정력이 감소되며 마찰계수 증가에 따른 잉곳의 절삭면 변형(Thermal deformation)이 일어날 수 있다.
- [0057] 따라서 킬레이트제를 포함하는 실시예의 절삭유는 pH를 중성화하여 금속 안정성을 강화시킴으로써 금속이온으로부터 웨이퍼가 오염되는 것을 방지하고, 표면장력을 크게 감소시켜 극압효과와 경계윤활 효과를 향상시킬 수 있다. 아울러 잉곳과 와이어간의 윤활성이 개선되고 마찰력이 감소될 수 있다.
- [0058] 4. 마찰개질제(摩擦改質劑)는 열이나 촉매의 작용에 의해 탄화수소의 분자구조를 변화시켜 마찰계수를 조절하는 용도로 사용되는 조성물이다. 예를 들어 마찰개질제로는 도 5의 (b)와 같은 화학구조를 갖는 지방산 에스테르, 즉 올레인산 또는 올레인산 화합물(Oleic acid)이 사용될 수 있다.
- [0059] 도 7에 도시된 바와 같이 올레인산 화합물은 불포화 지방산으로서, 절삭유에 포함되는 SiC와 같은 미세 연마입자들이 폴리머 체인(Polymer Chain)에 의해 각각 둘러 싸이면서 서로 접촉하는 것을 방지하여 미세 연마입자(SiC)의 분산성을 확보할 수 있다.
- [0060] 올레인산 화합물은 구성 성분의 양극성, 즉 화합성에 의하여 절삭 공정시 절삭유와 잉곳의 계면장력을 감소시키고 웨이퍼의 절삭면에는 전단강도가 낮은 유기질막을 생기게 한다. 이렇게 형성된 막은 와이어와 잉곳 간의 마찰을 줄여줌으로써 절삭시 발생하는 열발생을 최소화할 수 있다. 이에 따라 와이어의 수명이 연장되고 잉곳의 휘어짐(WARP) 발생을 줄이는 등 절삭성 개선의 효과가 있다.
- [0061] 또한, 절삭유에 올레인산 화합물이 포함되면 잉곳과 와이어의 마찰계수를 줄임으로써 열 안정성을 높일 수 있기 때문에 와이어로부터 Cu가 적출되는 것을 방지할 수 있다. 즉, 과도한 열 발생으로 와이어에 코팅되어 있던 Cu가 슬라이싱 공정동안 벗겨지면서 절삭유에 포함될 수 있는 종래의 문제점을 개선할 수 있다.
- [0062] 만약 절삭유에 올레인산 화합물이 없으면 상술한 바와 같이 슬라이싱 공정시 와이어의 단선, Cu의 적출, 웨이퍼의 크랙, 평탄도 품질 저하가 발생할 수 있다. 따라서 올레인산 화합물은 절삭유의 1 wt% 내지 5 wt%의 중량비를 가질 수 있다.
- [0063] 5. 세정제는 잉곳 슬라이싱 후, 웨이퍼로부터 슬러리가 쉽게 제거되도록 하는 세정력 개선 목적으로 절삭유의 조성물로 사용될 수 있다. 예를 들어 세정제는 폴리옥시에틸렌 화합물(Polyoxyethylene sorbitant)이 사용될 수 있다. 폴리옥시에틸렌 화합물은 비이온계면활성제로서, 세정이 잘 되도록 세정제 분자 내에 친수기와 친유기 양쪽을 모두 함유하고 있다. 따라서 서로 섞이지 않는 물질을 잘 섞이게 하여 절삭공정 후 세정 과정에서 웨이퍼 표면의 절삭유 제거력이 향상될 수 있다.
- [0064] 세정제는 절삭유의 1 wt% 내지 5 wt%의 중량비를 가질 수 있다. 만약, 절삭유의 조성물로 세정제가 적거나 없으면, 웨이퍼 표면의 절삭유가 오랜시간 잔류할 경우 절삭유 내에 포함된 오염인자(ex, metal ion)가 웨이퍼에 침투하여 후공정에서 불량을 발생시킬 수 있다.
- [0065] 6. 계면활성제(界面活性劑, surfactant)는 성질이 다른 두 물질이 맞닿은 경계면에서 두 물질과 달라붙어 물질의 표면장력을 약하게 하여 두 물질이 잘 섞이게 하는 물질을 말한다. 예를 들어 계면활성제로는 폴리에틸렌 글리콜 모노올레이트(polyethylene glycol monooleate)와, 노닐페닐 프리(Nonyphenyl free)가 사용될 수 있다.
- [0066] 계면활성제는 절삭유의 분산력을 강화시킨다. 분산력이 강화되면 절삭유와 혼합되는 연마재 또는 고형물이 절삭유 내에서 침전하거나 뭉치는 현상을 방지할 수 있다. 또한, 분산력이 강화되면 금속 성분이 부식되는 것을 방지할 수 있다.
- [0067] 분산력을 높일 수 있는 계면활성제는 환경규제에 부합하도록 도 5의 (c)와 같이 페놀 성분이 없는(Nonyphenyl free) 물질이 사용되어야 한다. 노닐페닐 프리 계면활성제는 절삭유의 1 wt% 내지 5 wt%의 중량비를 가질 수 있다.
- [0068] 노닐페닐 프리 계면활성제는 도 7에 도시된 바와 같이, 잉곳의 절삭 공정시 절삭유의 연마재가 균일하게 산포하도록 함으로써 균일한 와이어 쓰임이 이루어지도록 할 수 있다. 이에 따라 와이어의 수명이 연장되고 잉곳의 휘어짐(WARP) 발생을 줄이는 등 절삭성 개선의 효과가 있다.
- [0069] 7. 유화제(乳化劑, Emulsifying Agent)는 어떤 액체가 다른 액체에 부유하도록 하는 첨가물을 말한다. 절삭유의 조성물로 유화제가 포함되면 상술한 계면활성제와 함께 분산력이 개선될 수 있다. 예를 들어 유화제는 글리세린

트리올레이트(Glyceryl Trioleate)가 사용될 수 있다.

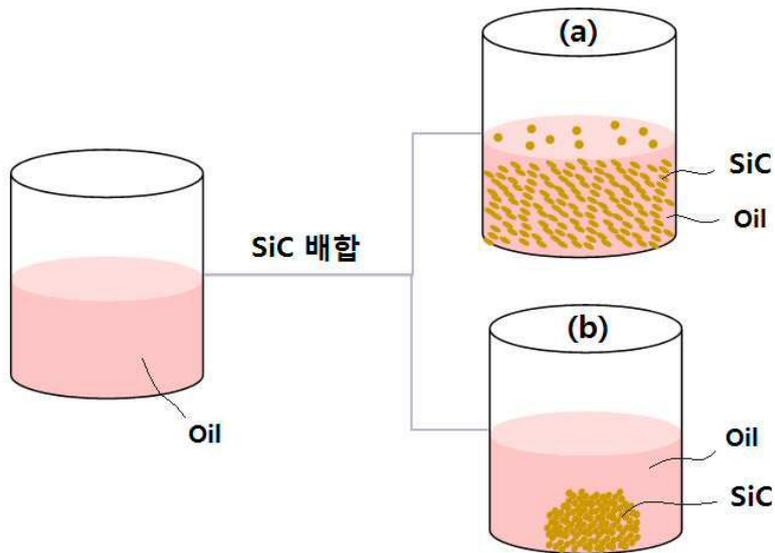
- [0070] 유화제는 절삭유의 0 wt% 내지 5 wt%의 중량비를 가질 수 있다.
- [0071] 8. 소포제(消泡劑, defoaming agent)는 액체 표면에 생긴 거품을 제거하는데 사용된다. 절삭유에 소포제가 포함되면 오일 순환 과정에서 발생하는 기포 발생 억제할 수 있다. 따라서 슬러리에서의 기포 발생을 억제함으로써 와이어 슬라이싱 공정 품질이 우수해진다. 예를 들어 소포제로서 프로필렌 글리콜(Propylene glycol), 에틸렌 글리콜(Ethylene glycol) 등이 사용될 수 있다.
- [0072] 소포제는 절삭유의 0 wt% 내지 5 wt%의 중량비를 가질 수 있다.
- [0073] 이와 같은 조성 물질들을 포함하는 실시예의 절삭유 및 그를 포함하는 와이어 쓰잉용 슬러리는 다양한 특징을 갖는 조성물질을 포함하므로 종래의 절삭유에 비하여 와이어 쓰잉 품질을 높일 수 있으며, 슬러리의 수명을 연장시킬 수 있다.
- [0074] 특히 본 발명의 절삭유는 습윤제로 산가(pH)를 중성으로 조정하여 금속 안정성을 높일 수 있고, 계면 활성제를 추가하여 분산성을 높이고, 마찰개질제를 첨가하여 절삭성을 동시에 개선할 수 있다.
- [0075] 도 8 및 도 9는 본 발명의 실시예들에 따른 구체적인 절삭유의 조성 성분과 실험결과들이다.
- [0076] 도 8에 도시된 바와 같이, 본 실시예들은 절삭유에 대한 구성 성분을 각각 4개의 형태로 나누어서 제조하였다. 여기서 베이스 오일은 일정한 중량비(86 wt% 또는 87 wt%)를 유지하였으며, 상술한 구성 성분 중에서 습윤제(킬레이트제), 계면 활성제(노닐페닐 프리), 마찰개질제(올레인산 화합물)의 중량비를 주로 변화시켰다.
- [0077] 또한, 비교예로서 종래의 절삭유의 구성은 베이스 오일이 매우 높은 중량비(88 wt% 내지 90%)를 보이며, 상대적으로 나머지 구성 성분들이 더 적은 중량비를 갖는 것을 알 수 있다.
- [0078] 또한, 종래의 절삭유는 본 실시예들이 포함하고 있는 습윤제(킬레이트제), 계면 활성제(노닐페닐 프리), 마찰개질제(올레인산 화합물)는 포함하고 있지 않았다.
- [0079] 도 9에 도시된 바와 같이, 평가 항목으로서 전산가, 점도, 세정성, 웨이퍼 표면의 금속(Cu) 오염 여부, 절삭부 칩투성, 하드 케이크 생성 억제 등을 선정하였다. 앞선 4개는 본 실시예의 평가결과이고, 뒤의 3개는 비교예(종래)의 평가 결과이다.
- [0080] 평가 결과표에서 알 수 있듯이, 전산가, 점도 등을 통해 금속 안정성은 기존 절삭유 대비 60% 개선된 것으로 확인되었으며, 세정성, 웨이퍼 표면의 금속(Cu) 오염 여부, 절삭부 칩투성, 하드 케이크 생성 억제 등면에서도 양호, 가장 양호한 평가들을 받았다.
- [0081] 따라서 상술한 실험 결과와 같이 본 발명의 절삭유 및 그를 포함하는 슬러리는 종래의 절삭유에 비해서 현저하게 개선된 효과를 가져올 수 있음이 확인되었다.
- [0082] 이상에서 실시 예들에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시 예에 포함되며, 반드시 하나의 실시 예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시 예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시 예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의해 다른 실시 예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

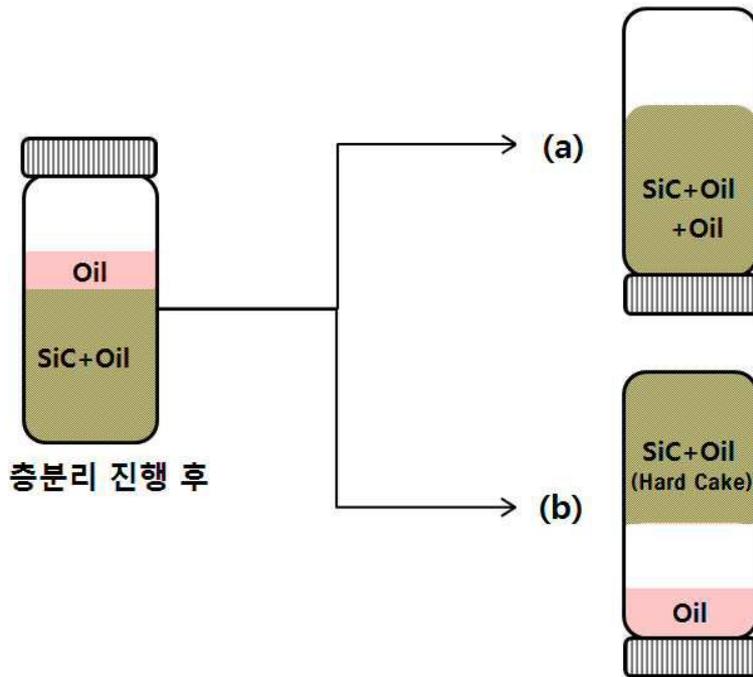
도면1



도면2



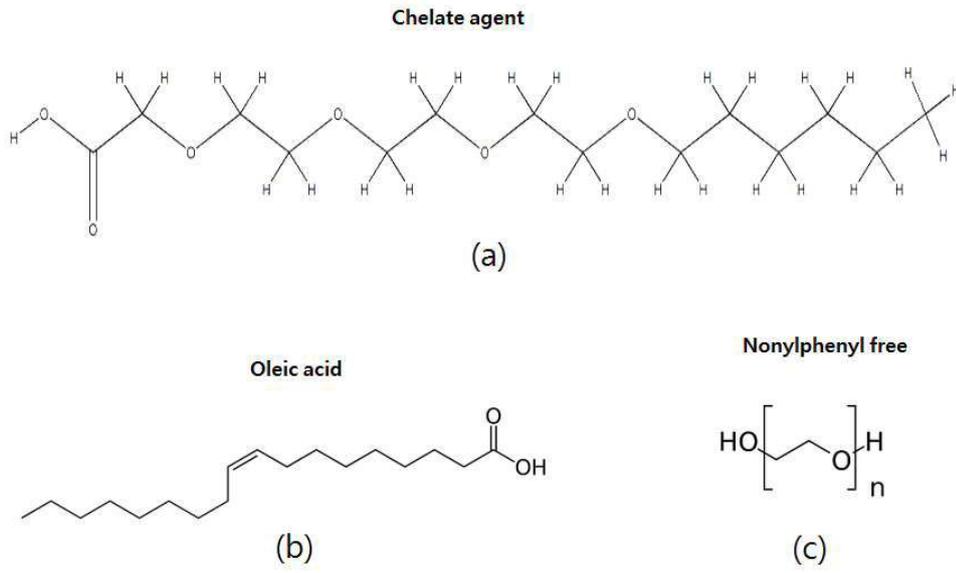
도면3



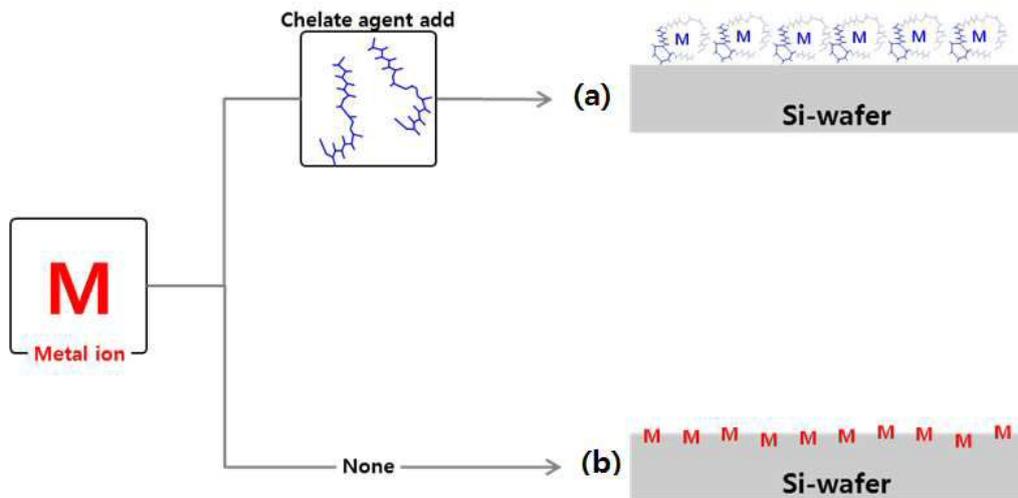
도면4

구분	기능	성분	조성비 (wt%)
1	베이스 오일	Hydrotreated heavy naphthenic	80 ~ 90
2	증점제	Quaternary ammonium compounds	0 ~ 5
3	습윤제	Chelate agent	1 ~ 5
		Polyoxyethylene lauryl amine	0 ~ 5
4	마찰개질제	Oleic acid	1 ~ 5
5	세정제	Polyoxyalkylene alkyl ether	0 ~ 5
6	계면활성제	Polyethylene glycol monooleate	0 ~ 5
		Nonylphenyl free	1 ~ 5
7	유화제	Glycerol trioleate	0 ~ 5
8	소포제	Polyoxy(propylene, ethylene)glycol	0 ~ 5
합계			100

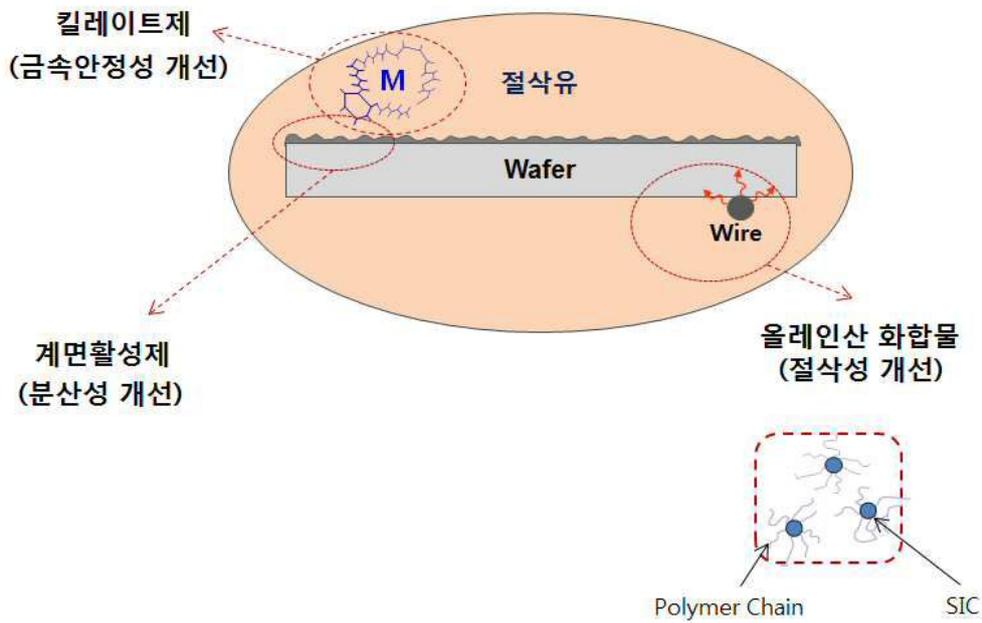
도면5



도면6



도면7



도면8

구분	기능	성분	실시에 (wt%)				비교예 (종래, wt%)		
			1	2	3	4	1	2	3
1	베이스 오일	Hydrotreated heavy naphthenic	87	86	86	86	90	89	88
2	증점제	Quaternary ammonium compounds	2	2	2	2	4	3	3
3	습윤제	Chelate agent	1	2	2	1			
		Polyoxyethylene lauryl amine	2	2	2	2	2	2	2
4	마찰개질제	Oleic acid	1	2	1	2			
5	세정제	Polyoxyalkylene alkyl ether	1	1	1	1		1	
6	계면활성제	Polyethylene glycol monooleate						1	1
		Nonylphenyl free	1	2	2	2			
7	유화제	Glycerol trioleate	1	1	1	1	1	1	
8	소포제	Polyoxy(propylene, ethylene)glycol	3	2	3	3	3	3	3
합계			100	100	100	100	100	100	

도면9

평 가 항목							
전산가 (mg KOH/g)	3.9~4.1	4.0~4.2	3.9~4.1	4.0~4.2	0.4~0.6	0.4~0.6	0.4~0.6
점도, cP@25°C	60	60	60	60	90	80	80
세정성	○	◎	◎	○	X	X	△
Wafer 표면의 금속 오염(Cu) 여부	△	◎	○	○	X	X	X
절삭부 침투성	○	◎	○	◎	X	X	X
Hard cake 생성 억제 (Slurry 침전 방지)	○	◎	○	◎	X	X	X
◎(가장 양호), ○(양호), △(보통), X(나쁨)							