(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
H01L 21/304

(45) 공고일자 2003년07월31일
(11) 등록번호 10-0393368
(24) 등록일자 2003년07월21일

(21) 출원번호 10-2000-0035531
(22) 출원일자 2000년06월27일

(65) 공개번호 특2001-0007534
(43) 공개일자 2001년01월26일

(30) 우선권주장 99-181545 1999년06월28일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시끼가이샤 도시바
일본국 도꾜도 미나또꾸 시바우라 1쪼메 1방 1고

(72) 다떼야마요시꾸니
발명자 일본가나가와껭요꼬하마시이소고꾸신스기따쪼8가부시끼가이샤도시바요꼬하마패실러티어드미니스트레이션센터내

히라노도모유끼
일본가나가와껭요꼬하마시이소고꾸신스기따쪼8가부시끼가이샤도시바요꼬하마시패실러티어드미니스트레이션센터내

(74) 대리인 주성민
안국찬

심사관 : 김갑병

(54) CMP 연마 방법 및 반도체 제조 장치

요약

반도체 기판 표면에 형성된 요철면을 갖는 피연마막을 이 피연마막에 연마제를 공급하면서 연마포로 연마하고, 평탄화하는 CMP 연마 방법에 있어서, 상기 연마제는, 마이너스로 조정된 표면 전위를 갖는 연마 입자와, 수용성 고분자로 구성되는 계면 활성제를 함유하는 CMP 연마 방법. 연마 입자로서는, 산화세륨 또는 산화실리콘이 이용되고, 계면 활성제로서는 폴리알칼리산 암모늄염 또는 유기아민염을 이용할 수 있다.

대표도

도 2

색인어

반도체 기판, 피연마막, 연마제, 연마포, CMP 연마 방법, 표면 전위, 수용성 고분자, 계면 활성제

명세서

도면의 간단한 설명

도1a 및 도1b는 본 발명 및 종래의 계면 활성제를 흡착하는 연마 입자를 모식적으로 도시한 도면.

도2는 본 발명의 CMP 연마 방법을 실시하는 폴리싱 장치의 단면도.
도3은 폴리싱 장치의 연마포(연마 패드)를 반도체 기판에 맞닿았을 때의 상태를 도시하는 단면도.
도4는 본 발명의 CMP 연마 방법을 실시하는 폴리싱 장치의 부분 단면도.
도5는 고분자 화합물(폴리아크릴산 암모늄)의 중화도의 차이에 의한 계면 활성제로서의 특성의 변화를 설명하는 그래프.
도6은 배선 패선을 피복하는 절연막을 폴리싱하는 방법을 설명하는 반도체 기판의 단면도.
도7은 본 발명의 방법에 이용하는 연마제와 종래의 연마 입자를 이용한 연마제의 작용 효과의 차이를 설명하는 그래프.
도8은 본 발명의 방법에 이용하는 연마제와 종래의 연마 입자를 이용한 연마제의 작용 효과의 차이를 설명하는 그래프.
도9는 본 발명의 방법에 이용하는 연마제와 종래의 연마 입자를 이용한 연마 제의 작용 효과의 차이를 설명하는 그래프.
도10은 연마포가 반도체 기판을 가압하는 가압력과 연마율의 상호관계를 도시하는 그래프.
도11은 연마 입자의 표면 전위(제타 전위)의 pH 의존성을 설명하는 그래프.
〈도면의 주요부분에 대한 부호의 설명〉
20 : 웨이퍼
21 : 스테이지
22 : 베어링
24, 31 : 연마반
25 : 연마포
26, 32 : 구동 샤프트
33 : 모터
36 : 구동 다이
45 : 계면활성제 탱크

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 반도체 기판상의 피폴리싱막을 CMP(Chemical Mechanical Polishing)에 의해 폴리싱하여 평탄화하는 CMP 연마 방법에 관한 것으로, 특히, 폴리싱에 이용하는 연마제에 포함되는 신규 연마 입자에 관한 것이다.
종래, IC와 LSI등의 반도체 장치의 웨이퍼 처리 공정에 있어서, 트렌치와 콘택트 홀 등의 홈(트렌치)부에 금속, 폴리실리콘, 실리콘 산화막(SiO_2)등 임의의 재료를 채워넣은 후, 그 표면을 평탄화하는 방법으로서, 엣치 백 RIE(Reactive Ion Etching)법이 알려지고 있다.
그러나, 이 엣치 백 RIE 방법은, 엣치 백 레지스트의 도포 등의 공정이 필요하게 되고, 공정수가 많아지는 것, 웨이퍼 표면에 RIE 대미지가 생기기 쉬운 것, 양호한 평탄화가 어려운 것, 또, 진공계의 장치를 이용하기 때문에, 장치의 구조가 복잡하게 되고, 또한 위험한 에칭 가스를 사용할 필요가 있는 것 등의 다양한 문제점이 많다.
그래서 최근에는, 반도체 기판 표면의 평탄화 방법으로서, 폴리싱 장치를 이용한 CMP 연마 방법이 엣치 백 RIE 대신 이용되어 오고 있다.
최근, LSI등의 반도체 장치의 고집적화, 고성능화를 위해, 다양한 미세 가공 기술이 연구 개발되고 있다. 전술한 CMP 기술은, 이와 같은 강한 미세화의 요구를 충족시키기 위해 개발이 진행되고 있는 기술의 하나이고, 특히, 층간 절연막의 평탄화, 매립 소자 분리 공정 등에 있어서 필수 기술이다.
CMP 연마 방법의 중요한 과제의 하나로서, 피연마막면의 평탄화, 즉 디싱의 방지가 있고, 이를 해결하기 위해, 피연마막과 상호 작용이 매우 강한 유기 화합물을 연마제에 가하는 것으로, 디싱 작용을 억제해 왔다. 그러나, 이 계면활성제로서 첨가한 유기화합물이 연마 입자에도 강하게 상호작용을 하게 하고, 연마 입자의 표면을 둘러싸고, 연마 속도를 현저하게 저하시켜 버린다는 문제가 있었다.
폴리싱 장치는, 연마포를 표면에 붙이고, 모터 등으로 회전되는 연마반과, 반도체 등의 기판을 회전 자유롭게 지지하고 회전하는 기판을 연마반에 밀어 붙이는 흡착반을 구비하고 있다. 이와 같은 구조의 폴리싱 장치를 이용하여 기판을 폴리싱하는 데는 회전하는 기판의 폴리싱하는 면을 회전하는 연마반 상의 연마포에 밀어 붙이고, 연마포의 가공점에 연마제를 공급하면서 폴리싱하는 것이 일반적이다.
연마제에 포함되는 연마 입자로서는, 세리어(산화 세륨), 실리카(산화실리콘), 질화 규소(Si_3N_4)등이 이용되고 있다. 폴리싱 장치를 이용하여, 예를들면, 반도체 기판 상에 형성된, 스토퍼막을 갖는 리세스 구조상에, 리세스를 매립하도록 CVD 산화막을 형성하고, 이어서 스토퍼막에 도달하기까지 CVD 산화막을 연마하고, 매립한 CVD 산화막을 완전히 평탄화할 수 있다.

종래, 폴리싱 장치를 이용하여 반도체 기판의 피처리막을 폴리싱하는 CMP 연마 처리를 행하는 경우, 반도체 기판상의 산화막등의 피처리막을 소정의 두께로 되기까지 폴리싱하고, 피처리막의 평탄화 처리가 완료하면 반도체 기판의 폴리싱을 중지한다. 그리고, 연마제 대신 물을 공급하여 반도체 기판을 다시 후처리 폴리싱한다. 이것이, 하나의 반도체 기판을 폴리싱하여 표면을 평탄화하는 CMP의 전체 공정이다.
종래의 연마제(또는 연마 슬러리)는, 세리어(산화세륨(CeO_2)) 입자와 실리카(SiO_2) 입자등의 연마 입자를, 용매인, 예를 들면 순수나 초순수에 분산한 것이다. 이 연마제에는, 유기 화합물로 구성되는 계면 활성제를 필요에 따라 첨가하고 있다.
이와 같은 CMP 연마 처리에 있어서, 전술한 바와 같이 연마제에 계면 활성제로서 첨가한 유기 화합물이 연마 입자에도 강한 상호작용을 행하여, 연마 입자의 표면을 둘러싸고, 연마 속도를 현저하게 저하시켜 버린다는 문제가 있었다. 즉, 도1a에 도시한 종래의 연마 입자(CeO_2)는, 표면 전위(제타 전위라고도 말한다)가 플러스이기 때문에, 연마제에 첨가된 계면 활성제인, 마이너스 전위를 가진 유기 화합물이 연마 입자의 표면을 둘러싸고, 연마 입자 본래의 활동을 중지시켜 버린다.
그런데, 실리콘 반도체 기판 표면과 피처리막 혹은 반도체 기판에 부착한 연마 입자의 표면이 갖고 있는 제타 전위(ζ : Zeta Potential)(고체와 액체의 계면을 횡으로 잘라 존재하는 전기적 포텐셜)는, pH에 의해 극성이 변한다. 즉, 도11의 제타 전위의 pH 의존성을 설명하는 그래프에도 도시되어 있는 것 같이, 예를 들면, 세리어 입자를 연마 입자로 하는 연마제는, pH가 7이상이면 제타 전위는 마이너스이고, pH가 7 보다 작으면 세리어 입자의 제타 전위는 플러스이다. 실리카 입자를 연마 입자로 하는 연마제는, pH.가 4.8이상이면 제타 전위는 마이너스이고, pH가 4.8보다 작으면 실리카 입자의 제타 전위는 플러스이다.
CMP처리를 행하는 폴리싱 장치에 있어서는, 반도체 기판상의 피처리막의 종류에 따라 다양한 연마제를 이용한다. 연마제에 포함되는 연마 입자의 종류에 의 해, 각각 가지고 있는 제타 전위가 다름과 동시에, 그 제타 전위는 pH 의존성을 가지고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은, 계면 활성제의 연마 입자로의 흡착 상태가 약해 물리 흡착으로 되고, 연마시에 계면 활성제가 용이하게 이탈하고, 그 결과, 연마 입자로서의 활동이 충분히 얻어지고, 또한 종래에 비해 높은 연마 속도를 얻을 수 있고, 또한 우수한 평탄화 특성을 동시에 얻을 수 있는 반도체 기판상의 피처리막을 CMP 연마하는 방법을 제공하는 것에 있다.
본 발명의 다른 목적은, 상기 방법을 실시하는 반도체 제조 장치를 제공하는 것에 있다.
본 발명에 의하면, 반도체 기판 표면에 형성된 요철면을 갖는 피연마막을 이 피연마막에 연마제를 공급하면서 연마포로 연마하고, 평탄화하는 CMP 연마 방법에 있어서, 상기 연마제는 마이너스로 조정된 표면 전위를 갖는 연마 입자와, 수용성 고분자로 구성되는 계면 활성제를 함유하는 CMP 연마 방법이 제공된다.
또한, 본 발명에 의하면, 표면에 연마포를 고정시킨 연마반과, 반도체 기판을 고정하는 흡착반과, 상기 연마반 또는 상기 흡착반 혹은 이 양자를 회전시키는 구동 수단과, 상기 연마포에 연마제를 공급하는 수단과, 상기 연마포에 공급되는 연마제에 음이온성의 수용성 고분자로 구성되는 계면 활성제를 첨가하는 수단을 구비하고, 상기 계면 활성제가 첨가된 연마제는, 마이너스 조정된 표면 전위를 갖는 연마 입자를 포함하는 반도체 제조 장치가 제공된다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은, 반도체 기판에 대한 CMP 연마 처리를 행하는 연마제로서, 마이너스 대전한 연마 입자를 이용함과 동시에, 음이온성의 수용성 고분자로 구성되는 계면 활성제를 첨가하는 것을 특징으로 하고 있다.
마이너스로 대전한 연마 입자를 이용하여, 음이온성의 수용성 고분자로 구성되는 계면 활성제를 첨가함으로써, 계면 활성제의 연마 입자로의 흡착 상태가 약해 물리 흡착(수소 결합)으로 되고, 연마시, 계면 활성제가 용이하게 연마 입자에서 이탈하기 때문에, 연마 입자로서의 활동을 충분히 얻을 수 있고, 종래의 방법에 비해, 높은 연마 속도를 얻을 수 있다. 또한, 우수한 평탄화 특성이 된다.
도1a에 도시한 바와 같이, 종래의 연마 입자(CeO_2)는, 표면 전위(제타 전위)가 플러스이기 때문에, 연마제에 첨가된 음이온성의 계면 활성제는, 이온 결합으로 연마 입자의 표면을 둘러싸도록 결합하고, 연마 입자 본래의 활동을 멈춰 버리기 때문에, 연마 입자 본래의 기능을 다할 수 없었다.
그러나, 도1b에 도시한 바와 같이, 표면 전위(제어 전위)를 마이너스로 유지한 본 발명의 연마제(CeO_2)는 계면 활성제가 수소 결합으로 흡착되어 있다. 이 흡착은 물리적인 흡착이고, 결합력이 화학적 결합보다 약하다. 이하, 이 연마제를 이용하여 도2에 기재된 CMP 폴리싱 장치에서 CMP 연마를 행하였을 때의 메카니즘에 대해서 설명한다.
도3은 폴리싱 장치의 연마포(연마 패드라고도 한다)가 반도체 기판에 맞닿았을 때의 상태를 도시한 단면도이다. 실리콘 반도체 기판(20)의 위에는, CVD(Chemical Vapour Deposition)등으로 형성된 실리콘 산화막(SiO_2)등의 층간 절연막(40)이 형성되어 있다. 이 층간 절연막(40)의 평탄화된 표면에 알루미늄 등의 금속 배선 패턴(41)이 형성되어 있다. 이 금속 배선 패턴(41)을 피복하도록 CVD 등에 의해 형성된 실리콘 산화막(SiO_2) 등의 층간 절연막(42)이 퇴적되어 있다.
이 층간 절연막(42)은, 금속 배선 패턴(41)이 피복되어 있기 때문에, 도면에 도시한 바와 같이 표면이 요철이고, 이 위에 다시 배선 패턴을 형성하기 위해서는, 평탄화 처리가 필요하다. 그러기 위해서는 도2에 도시한 폴리싱 장치의 연마포(25)를 이용하여 표면을 폴리싱한다.

이 때 이용하는 연마제는, 순수와 초순수 등의 용매에 연마 입자로서 세리어(산화 세륨)입자를 분산시켜 형성된다. 연마제에는 연마 입자를 균일하게 분산시키기 위해 음이온성의 고분자 계면 활성제를 첨가한다. 계면 활성제를 첨가함으로써, 연마 입자는, 상기 계면 활성제로 싸여져 있다. 계면 활성제로 싸여져 있어도, 연마 입자의 표면 전위(제타 전위)는 마이너스이기 때문에, 계면 활성제와 연마 입자와는 물리적인 흡착에 의해 결합되어 있다.

따라서, 그 결합력은 종래의 연마 입자와 계면 활성제의 결합인 화학적인 결합보다 약하다. 그 때문에, 연마 입자(43)와 계면 활성제(44)를 포함하는 연마제를 개재시켜 연마포(25)를 이용하여 층간 절연막(42)의 표면을 폴리싱하면, 층간 절연막(42)의 표면의 오목부에는 계면 활성제(44)가 개재하여, 연마 입자(43)가 층 간 절연막(42)의 표면에 접하는 것은 아니다.

그런데, 배선 패턴(41)이 피복된 상부의 볼록부의 각부에는 연마포(25)가 작은 가압력에 의해 계면 활성제(44)가 이 각부에서 멀어진다. 따라서, 연마 입자(43)는 직접 각부에 접하고, 이 부분에서 먼저 폴리싱되어 간다.

그 결과, 볼록부만 먼저 폴리싱되어 가기 때문에, 결국 평탄화가 효율 좋게 행하여진다. 평탄화가 진행되면, 연마 입자(43)와 층간 절연막(42)의 표면의 사이의 전체면에 계면 활성제(44)가 개재하고 있기 때문에, 한결같이 폴리싱이 늦어진 상태에서 진행하고, 폴리싱이 종료한다.

본 발명의 CMP 연마 방법은, 반도체 기판에 연마제를 공급하면서, 이 반도체 기판 표면상의 요철부를 갖는 피연마막을 연마 정반의 연마포에 가압하여 피연마막을 평탄화하는 CMP 연마 방법에 있어서, 연마제를 구성하는 연마 입자로서 표면 전위를 마이너스로 조정하고, 또한 연마제에 수용성 고분자로 구성되는 계면 활성제를 첨가하는 것을 특징으로 하고 있다.

계면 활성제는, 반도체 기판상에 연마제를 공급할 때에, 연마제에 첨가되도록 해도 좋다. 연마 입자로서는, 산화세륨, 산화실리콘, 질화규소등을 이용할 수 있다. 연마 입자로서 산화 세륨을 이용하는 경우, 이 연마 입자가 포함되는 연마제의 pH를 7 이상으로 하는 것이 바람직하다. 연마 입자로서 산화실리콘을 이용하는 경우, 이 연마 입자가 포함되는 연마제의 pH를 5 이상으로 하는 것이 바람직하다.

연마제의 pH의 조정은, 연마제에 수산화 암모늄, 수산화 칼륨등의 알칼리를 첨가함으로써 행할 수 있다.

본 발명에 사용되는 계면 활성제로서는, 카르복실기 또는 술포기를 갖는 수산화 고분자등을 이용할 수 있다. 이들 중에서는 특히, 폴리아크릴산 암모늄염과 유기아민을 이용하는 것이 바람직하다.

계면 활성제를 구성하는 수용성 고분자의 분자량은, 100 내지 10,000인 것이 바람직하다. 또한, 계면 활성제의 첨가량은, 연마제에 대해, 0.3 내지 5.0 중량%인 것이 바람직하다.

본 발명의 반도체 제조 장치는, 표면에 연마포를 고정시킨 연마반과, 반도체 기판을 고정하는 흡착반과, 연마반과 흡착반 또는 이 양자를 회전시키는 구동 수단과, 연마포에 연마제를 공급하는 수단과, 연마포에 공급되는 연마제에 음이온성의 수용성 고분자로 구성되는 계면 활성제를 첨가하는 수단을 구비하고, 연마시에, 연마제에 포함되는 연마 입자가 마이너스로 조정된 표면 전위를 갖는 것을 특징으로 하고 있다.

이하, 도면을 참조하여, 본 발명의 다양한 양태에 대해서 설명한다.

우선, 도2를 참조하여 본 발명의 CMP법을 실시하는 폴리싱 장치에 대해서 설명한다. 도2는 폴리싱 장치의 단면도이다. 도2에 있어서 스테이지(21) 상에 베어링(22)을 통해 연마반 받침(23)이 배치되어 있다. 이 연마반 받침(23) 상에는 연마반(24)이 부착되어 있다. 이 연마반(24)의 위에는 웨이퍼(반도체 기판)를 폴리싱하는 연마포(25)가 부착되어 있다.

연마반 받침(23) 및 연마반(24)을 회전시키기 위해, 이들 중심부분에 구동 샤프트(26)가 부착되어 있다. 이 구동 샤프트(26)는 모터(27)에 의해 회전 벨트(28)를 통해 회전된다. 한편, 웨이퍼(20)는 연마포(25)와 대향하는 위치에 배치되고, 진공 또는 판자에 붙임등으로 흡착반(31)에 부착된 흡착포(30) 및 템플레이트(29)에 고정되어 있다.

이 흡착반(31)은, 구동 샤프트(32)에 접속되어 있다. 또한, 이 구동 샤프트(32)는 모터(33)에 의해 기어(34 및 35)를 통해 회전된다. 구동 샤프트(32)는 구동대(36)에 고정되어 있다. 또한, 구동대(36)는 실린더(37)에 부착되고, 이 실린더(37)에 의한 상하의 이동에 따라, 구동대(36)는 상하로 하고, 이로써 흡착반(31)에 고정된 웨이퍼(20)와 연마포(25)의 사이에는 연마제가 공급된다. 이로써 웨이퍼(20)의 폴리싱이 행하여진다.

상술한 폴리싱 장치에서는, 이와 같은 구조에 의해, 실린더(37)에 의한 상하의 이동에 따라, 구동대(36)가 상하로 하고, 흡착반(31)에 고정된 웨이퍼(20)와 연마포(25)의 사이에는 목적으로 하는 피처리막에 따른 다양한 종류의 연마제가 선택되어 연마포(25)의 가공점에 공급된다. 폴리싱은, 예를들면 100rpm 정도로 회전하는 연마반(24)의 위에 웨이퍼(20)가 눌러져 행하여진다. 연마반(24)의 회전수는 20 내지 200rpm이고, 누름 압력은 50 내지 500g/cm ^{2} 이다.

도4는 도2에 도시한 폴리싱 장치의 연마제 공급 수단을 도시한, 폴리싱 장치의 부분 확대 단면도이다. 이 양태에서는, 연마제가 가공점에 공급되기 직전에 연마제에 계면 활성제가 첨가된다.

도4에 있어서, 회전하는 연마반(24)에 지지된 연마포(25) 상의 가공점 근방에 연마제를 공급하는 수단으로써, 연마제 탱크(47)에 연결된 파이프(48)에 접속된 연마제 공급 노즐이 배치되어 있다. 또한, 계면 활성제를 연마제에 첨가하는 수단으로써, 계면 활성제 탱크(45)에 연결된 파이프(46)가 연마포(25) 상에 배치되고, 이 파이프(4)가 연마포(25) 상의 연마제 공급 노즐에 접속되어 있다.

이와 같은 구성에 의해, 계면 활성제는, 연마제를 사용하기 직전에 첨가되기 때문에, 연마제의 변질과 pH의 변화가 방지된다. 계면 활성제는, 물등의 용매에 녹은 용액의 상태(계면 활성제의 함유량은, 30wt%)로 연마제에 첨가된다. 연마포(25)에 공급될 때의 연마제의 계면 활성제의 함유량은 0.3 내지 5.0wt% 바람직하게는 0.5 내지 1.5wt%가 적당하다. 파이프(48)로부터의 연마제 공급량은, 200ml/min이고, 파이프(46)로부터의 계면 활성제 공급량은 6.2ml/min이다.

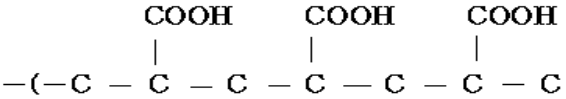
이 양태에서는, 연마제는 연마 입자로서 세리어 입자를 이용하고 있지만, 본 발명에서는 마이너스의 표면 전위를 갖는 연마 입자이면 좋고, 따라서, 세리어입자에 한정되지 않고, 예를 들면, 실리카(산화 실리콘) 입자 등을 이용할 수 있다.

연마 입자는, 0.2㎛의 입자 지름을 갖고, 연마제에 첨가되었을 때의 pH는 8.5이다. 또한, 연마제에 있어서 함유량은 0.5wt%이다. 한편, 종래의 CMP 연마 방법에 있어서 연마제의 연마 입자(세리어 입자)는, 입자 지름이 0.2㎛, pH가 5.5 연마 입자의 연마제에 대한 함유량은 3.0wt%이다.

연마 입자의 표면 전위(제타 전위)는, 도11에 도시한 바와 같이, 연마제의 pH에 의존하고 있다. 도11의 종축은, 연마 입자(세리어)의 제타 전위(mV)를 나타 내고, 횡축은 연마제의 pH를 나타내고 있다. 도11에 도시한 바와 같이, 연마제의 pH가 7을 넘으면, 세리어 입자는, 표면 전위가 마이너스로 되고, 본 발명의 연마 입자로서 이용된다. 또한, 실리카 입자는 연마제의 pH가 4.8을 넘으면, 표면 전위가 마이너스로 되고, 따라서 이 범위에서 본 발명의 연마 입자로서 이용할 수 있다.

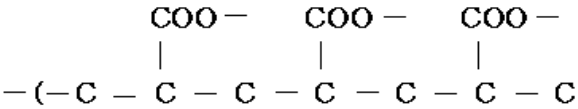
본 발명에 있어서, 세리어 입자의 연마제에 대한 첨가량은, 안정된 연마가 가능하게 되기 때문에, 0.1 내지 3wt%가 적당하다.

이 양태에 이용되는 음이온성의 고분자 계면 활성제로서는, 예를들면, 폴리싱 산화 암모늄으로 일부 중화 또는 완전 중화한 폴리아크릴산 암모늄이 있다. 여기서 이용하는 폴리아크릴산은, 다음식 (A)로 나타난다.



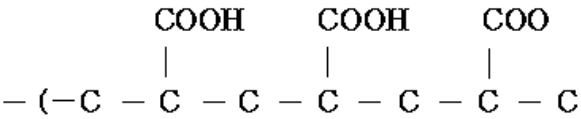
. . . . (A)

이 폴리아크릴산(A)에 암모니아(NH_3)를 넣어 완전하게 중화하면, 다음식 (B)로 나타나는 암모늄염이 형성된다.



. . . . (B)

이 암모늄염(B)은, 완전하게 중화되어 있지(중화도 1.0)만, 다음식(B')에서 나타나는 중화도가 거의 0.33의 암모늄염도, 본 발명에 있어서 계면 활성제로서 이용할 수 있다. 또한, 중화에 이용하는 알칼리성 화합물로서 유기아민도 이용할 수 있다.(중화도=알칼리성 화합물/카르본산의 당량비)



. . . . (B`)

계면 활성제는, 상기 음이온성의 고분자 화합물로 구성되고, 순수 혹은 초순수등의 용매에 녹아 용액의 상태로 사용된다. 이 실시예에서는, 고분자 화합물인 암모늄 폴리아크릴레이트의 분자량은, 3000이고, 그 용액에 대한 함유량은, 30wt%이다. 또한, 계면 활성제의 pH는 5.6 내지 6.0이다.

본 발명의 CMP 연마 방법에 이용되는 연마제는, 이와 같은 마이너스의 표면 전위를 갖는 연마 입자, 음이온성의 고분자 화합물로 구성되는 계면 활성제 및 용매로 구성되고, 연마 입자가 연마율을 향상시키고, 계면 활성제가 디싱량을 감소시키는 작용을 행한다.

이어서, 도5를 참조하여 고분자 화합물(암모늄 폴리아크릴레이트)의 중화도의 차이에 의한 계면 활성제로서의 특성의 변화를 설명한다. 도5의 종축은, 반도체 기판상의 스페이스 300㎛의 복수의 배선을 피복하는 절연막(SiO_2)을 폴리싱하였을 때의 디싱량(nm)을 나타내고, 횡축은, 평탄화가 이루어진 후의 절연막에 대한 연마율(nm/min)를 나타내고 있다.

중화도가 어떠한 값이라도, 본 발명의 방법에서 이용하는 연마제에 의하면, 플러스의 표면 전위(제타 전위)를 갖는 종래의 연마 입자를 포함하는 연마제를 사용한 경우에 비해 디싱량은 저하하고 있다. 그러나, 중화도가 크면, 절연막이 CMP에 의해 평탄화되어도 연마율이 저하되지 않고, 폴리싱이 진행되어 버린다. 또한 중화도가 낮으면, 이상 폴리싱 영역에 들어가 버리고, 정상 폴리싱을 할 수 없게 된다. 이상의 것을 고려하면, 중화도가 바람직한 범위는 0.6에서 0.94가 적당하다.

또한, 중화도는 불순물로서 포함되는 Na, K등의 알칼리 금속 이온에도 영향을 준다. 따라서, Na, K등의 알칼리 금속의 총량은, 30ppm 이하가 바람직하고, 10ppm 이하가 더욱 바람직하다.

이어서, 도6 및 도7을 참조하여 본 발명의 CMP 연마 방법의 작용 효과에 대해서 설명한다.

도6은 CMP 연마에 의한 폴리싱을 행한 후의 절연막의 상태를 설명하는 배선 패턴이 형성된 반도체 기판의 단면도, 도7은 본 발명의 방법에 이용되는 연마재와 종래의 연마 입자를 포함하는 연마제의 작용 효과의 차이를 설명하는 그래프이다. 도7의 종축은 폴리싱 후의 고밀도 배선 영역의 두께와 저밀도 배선 영역의 두께의 차를 도시하는 단차(nm)를 나타내고, 횡축은 폴리싱 시간(min)을 나타내고 있다.

도6에 있어서, 실리콘 등의 반도체 기판(50) 상에는, 실리콘 산화막(SiO_2) 등의 제 1 절연막(51)이 형성되어 있다. 이 절연막의 평탄화된 표면에는, 알루미늄등으로 구성되는 배선 패턴(52)이 형성되어 있다. 반도체 기판의 고밀도 배선 영역(Ⅰ)에는 라인폭 300㎛, 배선 간격 30㎛(L/S=300/30㎛)의 고밀도 배선 패턴(52a)이 형성되어 있다. 저밀도 배선 영역(Ⅱ)에는 L/S=30/300㎛의 저밀도 배 선 패턴(52b)이 형성되어 있다. 배선 패턴(52)을 피복하도록 제1 절연막(51) 상에 실리콘 산화막(SiO_2) 등의 제 2 절연막(53)이 형성되어 있다.

본 발명의 CMP 연마는, 이 제 2 절연막(53)에 대해 행하여진다.

CMP 연마에 의해 제 2 절연막(53)을 폴리싱하면, CMP 전에는 도시한 바와 같이 요철이 현저했지만, CMP 후에는 점선으로 도시한 바와 같이 평탄화된다. 이 경우, 배선 패턴이 적은 저밀도 배선 영역(Ⅱ)의 쪽이 고밀도 배선 영역(Ⅰ)보다 연마율이 크기 때문에, 양 영역의 사이에는 단차(S)가 생긴다.

그러나, 본 발명의 연마제를 이용하면 연마율이 증가하기 때문에, 단시간에 처리가 종료하고, 볼록부에 대한 폴리싱 처리를 효율적으로 행할 수 있기 때문에 평탄화 처리의 능력이 향상한다. 도7에 있어서 선(A)은, 본 발명의 연마제를 이용하여 행한 CMP 연마 방법에 의한 폴리싱 특성을 도시하고, 선(B)은 종래의 플러스의 표면 전위를 갖는 연마 입자(세리어 입자)를 포함하는 연마제를 이용하여 행한 CMP 연마 방법에 의한 폴리싱 특성을 도시하고, 선(C)은, 종래의 플러스의 표면 전위를 갖는 연마 입자(실리카 입자)를 포함한 연마제를 이용하여 행한 CMP 연마 방법에 의한 폴리싱 특성을 도시한다.
도7의 그래프에서 본 발명의 CMP 연마 방법에 의하면, 종래의 방법에 비해, 폴리싱 시간은 짧아지고, 저밀도 배선 영역과 고밀도 배선 영역의 사이에 생기는 단차(S)는 현저하게 작아지고, 평탄화가 충분히 유지되는 것을 알 수 있다.
이어서, 도8을 참조하여 본 발명의 CMP 연마 방법에 의해 얻어지는 디싱량의 감소 효과에 대해서 설명한다.
도8은 본 발명의 발명에 이용하는 연마제와 종래의 연마 입자를 이용한 연마제의 작용 효과의 차이를 설명하는 그래프이다. 도8의 종축은 도6에 도시한 절연막(53)의 디싱량(D)(nm)을 나타내고, 횡축은 폴리싱 후의 고밀도 배선 영역의 두께와 저밀도 배선 영역의 두께의 차를 나타내는 단차(S)를 나타내고 있다.
도8에 있어서 선(A)은, 본 발명의 연마제를 이용하여 행한 CMP 연마 방법에 의한 폴리싱 특성을 도시하고, 선(B)은, 종래의 플러스의 표면 전위를 갖는 연마 입자(세리어 입자)를 포함하는 연마제를 이용하여 행한 CMP 연마 방법에 의한 폴리싱 특성을 도시하고, 선(C)은, 종래의 플러스의 표면 전위를 갖는 연마 입자(실리카입자)를 포함한 연마제를 이용하여 행한 CMP 연마 방법에 의한 폴리싱 특성을 도시한다.
도8의 그래프에서 본 발명의 CMP 연마 방법에 의하면, 종래의 연마 방법에서는 컸던 디싱량(D)은 적게되고, 저밀도 배선 영역과 고밀도 배선 영역의 사이에 생기는 단차(S)는 현저하게 작게되어, 평탄성이 충분이 유지되는 것을 알 수 있다.
이어서, 도9를 참조하여, 본 발명의 CMP 연마 방법에 의해 얻어지는 폴리싱의 안정성에 대해서 설명한다.
도9는 본 발명의 방법에 이용하는 연마제와 종래의 연마 입자를 포함하는 연마제의 작용 효과의 차이를 설명하는 그래프이다. 도9의 종축은 도6에 도시한 절연막(53)의 저밀도 배선 영역(Ⅱ)의 배선 패턴(52b) 상의 폴리싱량(제거량)(R)(nm)을 나타내고, 횡축은 폴리싱 시간(min)을 나타내고 있다.
도9에 있어서 선(A)은 본 발명의 연마제를 이용하여 행한 CMP 연마 방법에 의한 폴리싱 특성을 도시하고, 선(B)은 종래의 마이너스의 표면 전위를 갖는 연마 입자(세리어 입자)를 포함하는 연마제를 이용하여 행한 CMP 연마 방법에 의한 폴리싱 특성을 도시하고, 선(C)은 종래의 플러스의 표면 전위를 갖는 연마 입자(실리카 입자)를 포함하는 연마제를 이용하여 행한 CMP 연마 방법에 의한 폴리싱 특성을 도시한다.
도9의 그래프에서, 본 발명의 CMP 연마 방법에 의하면, 종래의 방법에서는, 소정량의 폴리싱이 행하여진 후에도 폴리싱이 진행하여 오버 폴리싱되는 경향이 있으며, 게다가 폴리싱 시간도 긴 데 반해, 본 발명의 방법에서는 폴리싱 시간이 짧아지는 동시에, 폴리싱 종료 후에는 폴리싱이 더 이상 진행하지 않기 때문에, 오버 폴리싱이 없고, 평탄성도 충분히 유지되는 것을 알았다.
이어서 도10을 참조하여 도3에 있어서 설명한 연마포가 반도체 기판에 미치는 영향에 대해서 설명한다. 도10은 연마포가 반도체 기판을 가압하는 가압력과 연마율의 상호 관계를 도시하는 그래프이다. 도10의 종축은, 연마율(nm/min)을 나타내고, 횡축은, 가압력(kPa)을 나타내고 있다.
도10에 있어서 선(A)은, 본 발명의 연마제를 이용하여 행한 CMP 연마 방법에 의한 폴리싱 특성을 도시하고, 선(B)는 종래의 플러스의 표면 전위를 갖는 연마 입자(세리어 입자) 및 계면 활성제를 포함하는 연마제를 이용하여 행한 CMP 연마 방법에 의한 폴리싱 특성을 도시하고, 선(C)은 종래의 플러스의 표면 전위를 갖는 연마 입자(실리카 입자)를 포함하고, 계면 활성제를 첨가하지 않은 연마제를 이용하 여 행한 CMP 연마 방법에 의한 폴리싱 특성을 도시한다.
도10에서 명백한 바와 같이, 연마제에 계면 활성제를 첨가하지 않은 종래의 CMP 연마에서는, 연마포(25)의 가압력은, 직접 연마 입자(43)에 영향을 미치기 때문에, 선(C)에 도시한 바와 같이, 가압력에 비례하여 연마율이 변화한다. 그런데 연마제에 계면 활성제가 첨가되면, 연마 입자가 갖는 폴리싱 작용이 제동되어 연마율은 저하하지만, 연마포의 가압력이 어느 임계점을 넘으면, 계면 활성제는 배제되고, 직접 반도체 기판과 연마 입자가 접촉하게 된다(선B).

발명의 효과

본 발명의 연마제는, 물리적인 흡착력에 의해 연마 입자와 계면 활성제가 접합하고 있기 때문에, 양자의 접근/이탈 작용이 민감하고, 선(A)에 도시한 바와 같이, 계면 활성제가 연마 입자에서 배제된 후, 즉, 임계점 이후의 폴리싱 특성은 크게된다. 본 발명의 폴리싱이 선(A)과 같이 작용하기 때문에, 그 폴리싱 특성은 현저하게 안정화하고, 양호한 평탄화 특성을 얻을 수 있습니다.
이상, 상세하게 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 양호한 평탄화 특성을 얻기 위해 연마액에 수용성 고분자 계면 활성제를 첨가하지만, 마이너스로 대전한 연마 입자를 이용한 연마액에 음이온성의 계면 활성제를 첨가함으로써, 계면 활성제의 연마 입자로의 흡착 상태가 약해 물리 흡착(수소 결합)으로 되어, 연마시 용이하게 이탈한다. 그 결과, 연마 입자로서의 활동이 충분히 얻어지고 종래에 비해 높은 연마 속도와 우수한 평탄화 특성을 얻을 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

반도체 기판 표면에 형성되고 요철면을 갖는 피연마막을 이 피연마막에 연마제를 공급하면서 연마포를 사용하여 연마하고, 평탄화하는 CMP 연마 방법이며,

상기 연마제는 마이너스로 조정된 표면 전위를 갖는 연마 입자와, 수용성 고분자로 구성되는 계면 활성제를 함유하고, 상기 계면 활성제의 첨가량은 연마포의 제1 가압력에서 연마율을 억제하고 임계점을 초과하는 연마포의 제2 가압력에서 연마율을 급격하게 증가시키는 것을 허용하기 위한 충분한 양이고, 상기 연마제의 중량을 기초로 했을 경우 0.5 내지 1.5 중량%인 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 계면 활성제는, 상기 피연마막에 상기 연마제를 공급할 때에, 상기 연마제에 첨가되는 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 연마 입자는 산화세륨, 산화실리콘 및 질화규소로 구성되는 군에서 선택된 적어도 하나의 재료인 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 연마 입자는 산화세륨 입자이고, 상기 피연마막에 공급되는 상기 연마제의 pH가 7이상인 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 연마 입자는 산화실리콘 입자이고, 상기 피연마막에 공급되는 상기 연마제의 pH가 5이상인 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 수용성 고분자는 음이온성의 고분자인 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 음이온성 고분자는 폴리아크릴산 암모늄염 및 유기아민염으로 구성되는 군으로부터 선택된 적어도 하나의 재료인 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 수용성 고분자는 100 내지 10,000의 분자량을 갖는 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 9.

삭제

청구항 10.

제1항에 있어서, 상기 연마제 알칼리를 가함으로써, 상기 연마제의 pH가 조정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11.

삭제

청구항 12.

반도체 기판 표면에 형성되고 요철면을 갖는 피연마막을 이 피연마막에 연마제를 공급하면서 연마포에 의해 연마하고, 평탄화하는 CMP 연마 방법이며,

상기 연마제는 마이너스로 조정된 표면 전위를 갖는 연마 입자와, 수용성 고분자로 구성되는 계면 활성제를 함유하고, 상기 계면 활성제의 첨가량은 연마포의 제1 가압력에서 연마율을 억제하고 임계점을 초과하는 연마포의 제2 가압력에서 연마율을 급격하게 증가시키는 것을 허용하기 위한 충분한 양이고, 상기 연마 입자의 중량을 기초로 했을 경우 10 내지 5000중량%인 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 13.

제12항에 있어서, 상기 계면 활성제는 연마제가 연마포에 공급되는 동안 연마제에 부착되는 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 14.

제12항에 있어서, 상기 연마 입자는 산화세륨, 산화실리콘 및 질화규소로 구성되는 군에서 선택된 적어도 하나의 재료인 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 15.

제12항에 있어서, 상기 연마 입자는 산화세륨 입자이고, 상기 피연마막에 공급되는 상기 연마제의 pH가 7이상인 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 16.

제12항에 있어서, 상기 연마 입자는 산화실리콘 입자이고, 상기 피연마막에 공급되는 상기 연마제의 pH가 5이상인 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 17.

제12항에 있어서, 상기 수용성 고분자는 음이온성의 고분자인 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 18.

제17항에 있어서, 상기 음이온성 고분자는 폴리아크릴산 암모늄염 및 유기아민염으로 구성되는 군으로부터 선택된 적어도 하나의 재료인 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 19.

제12항에 있어서, 상기 수용성 고분자는 100 내지 10,000의 분자량을 갖는 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 20.

제12항에 있어서, 상기 연마제의 pH는 알칼리를 연마제에 첨가함으로써 조정되는 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 21.

제12항에 있어서, 상기 수용성 고분자는 카르복실기 또는 술포기를 갖는 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 22.

반도체 기판 표면에 형성되고 요철면을 갖는 피연마막을 이 피연마막에 연마제를 공급하면서 연마포에 의해 연마하고, 평탄화하는 CMP 연마 방법이며,

상기 피연마막은 반도체 기판에 형성된 제1 절연층과, 상기 제1 절연층에 형성된 금속 배선 패턴과, 상기 제1 절연층 및 금속 배선 패턴에 형성된 제2 절연층을 포함하고,

상기 연마제는 마이너스로 조정된 표면 전위를 갖는 연마 입자와 수용성 고분자로 형성된 계면 활성제를 포함하고,

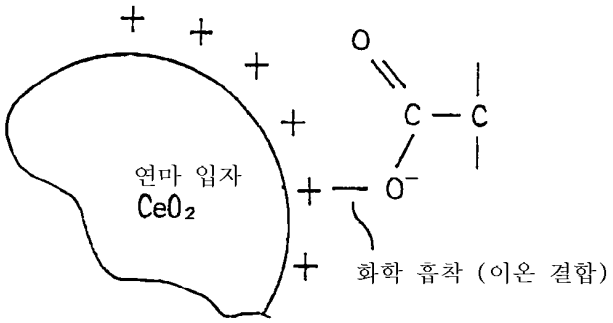
상기 계면 활성제의 첨가량은 연마포의 제1 가압력에서 연마율을 억제하고 임계점을 초과하는 연마포의 제2 가압력에서 연마율을 급격하게 증가시키는 것을 허용하기 위한 충분한 양이고, 상기 연마제의 중량을 기초로 했을 경우 0.5 내지 1.5 중량%인 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

청구항 23.

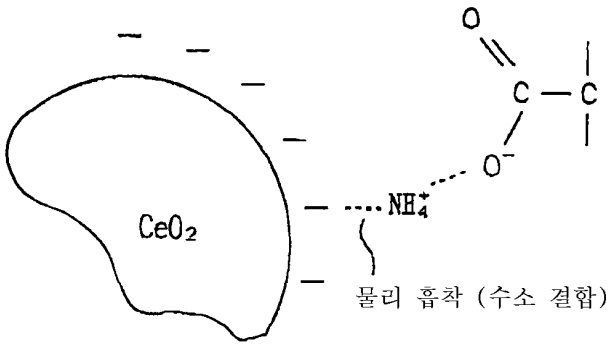
제22항에 있어서, 상기 제1 및 제2 절연층은 산화 실리콘으로 형성되고, 상기 금속 배선 패턴은 알루미늄으로 형성된 것을 특징으로 하는 CMP 연마 방법.

도면

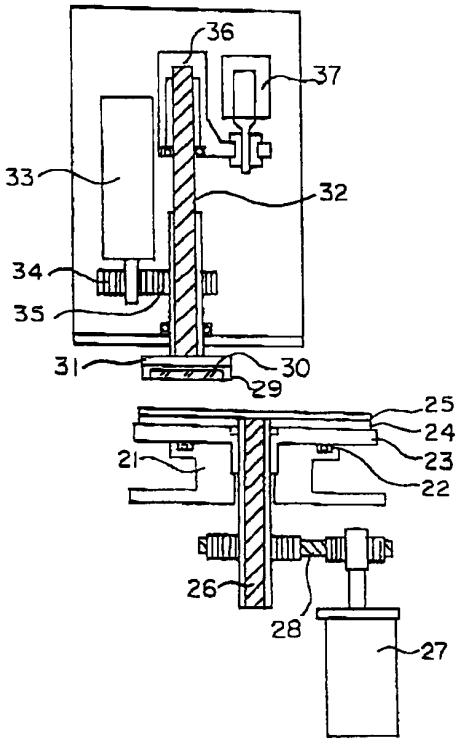
도면1a



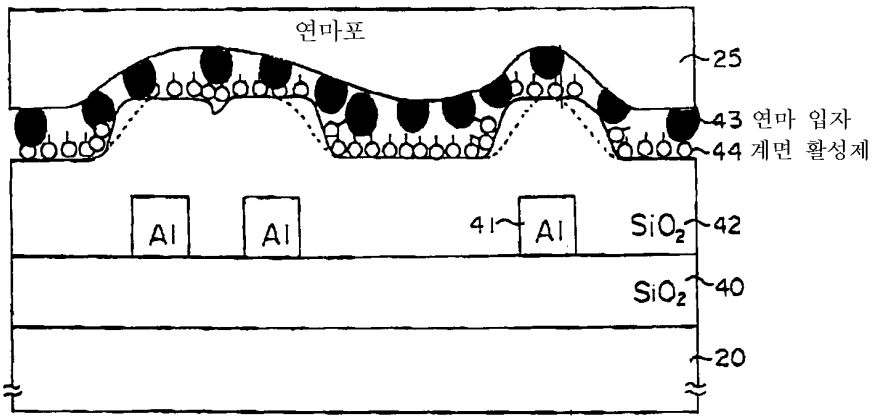
도면1b



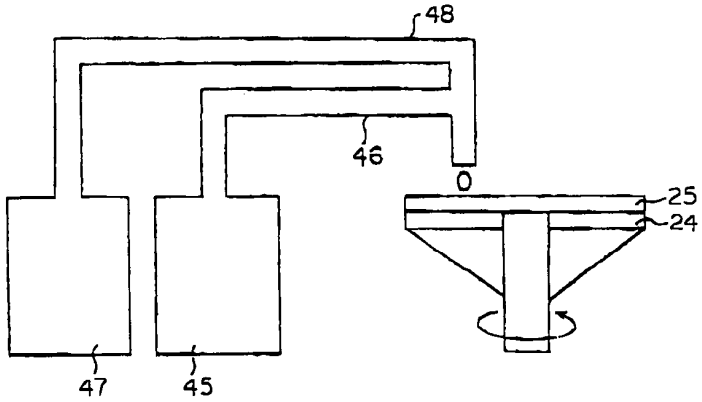
도면2


36
37
33
32
34
35
31
30
29
25
24
21
23
22
26
28
27

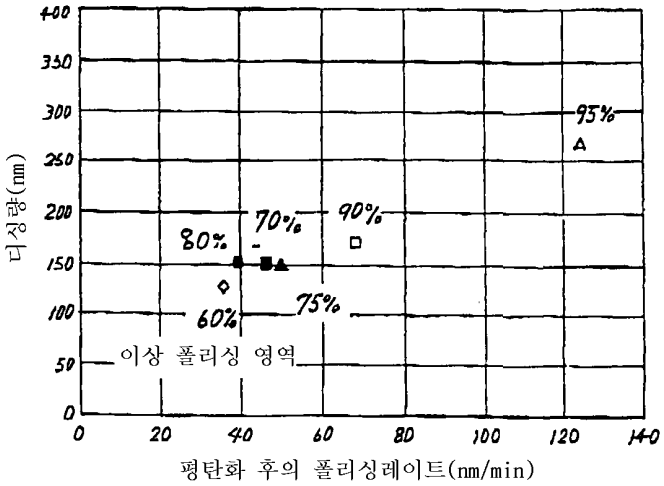
도면3


연마포
25
43 연마 입자
44 계면 활성제
Al
Al
41
Al
SiO2
42
SiO2
40
20

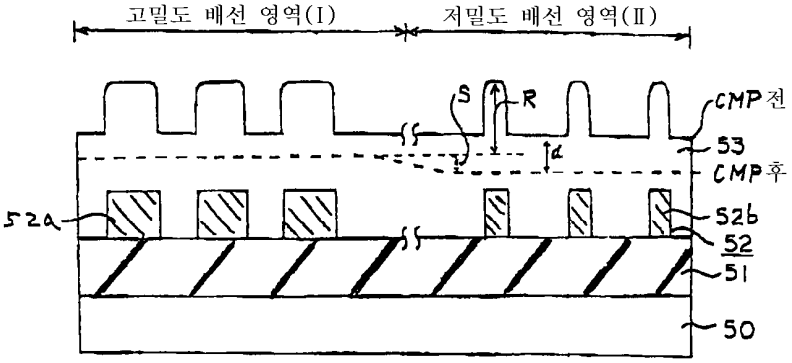
도면4


48
46
0
25
24
47
45

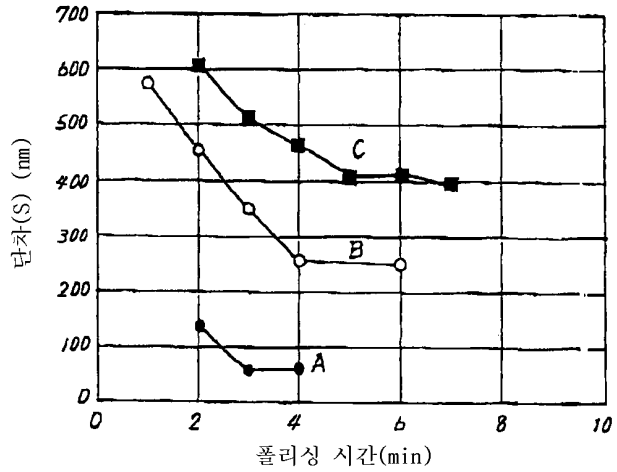
도면5


400
350
300
250
200
150
100
50
0
디싱량(nm)
95%
A
80%
70%
90%
60%
75%
이상 폴리싱 영역
0
20
40
60
80
100
120
140
평탄화 후의 폴리싱레이트(nm/min)

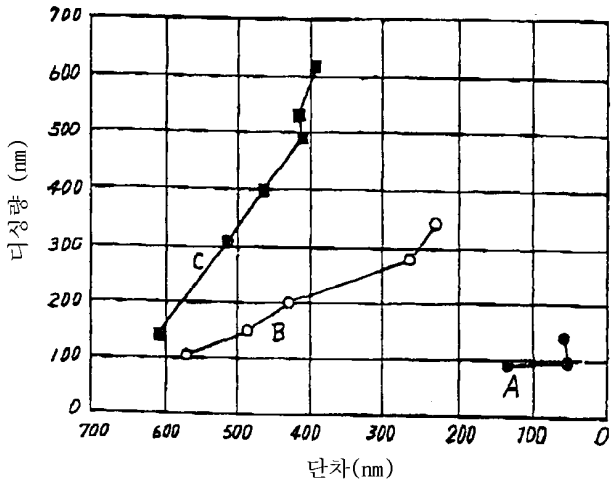
도면6


고밀도 배선 영역(I)
저밀도 배선 영역(II)
S
R
CMP전
53
α
CMP후
52a
52b
52
51
50

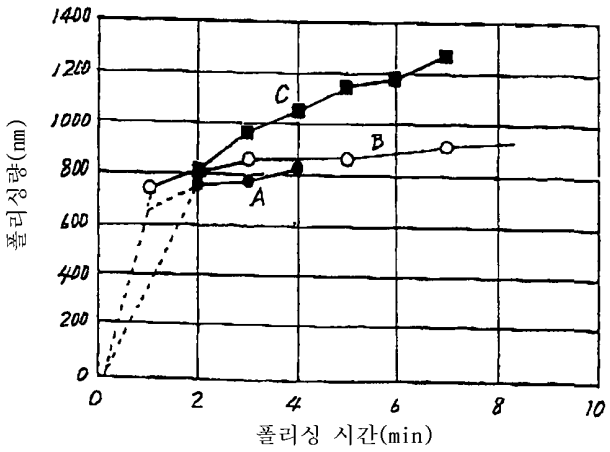
도면7


700
600
500
400
300
200
100
0
단차(S) (nm)
C
B
A
0
2
4
6
8
10
폴리싱 시간(min)

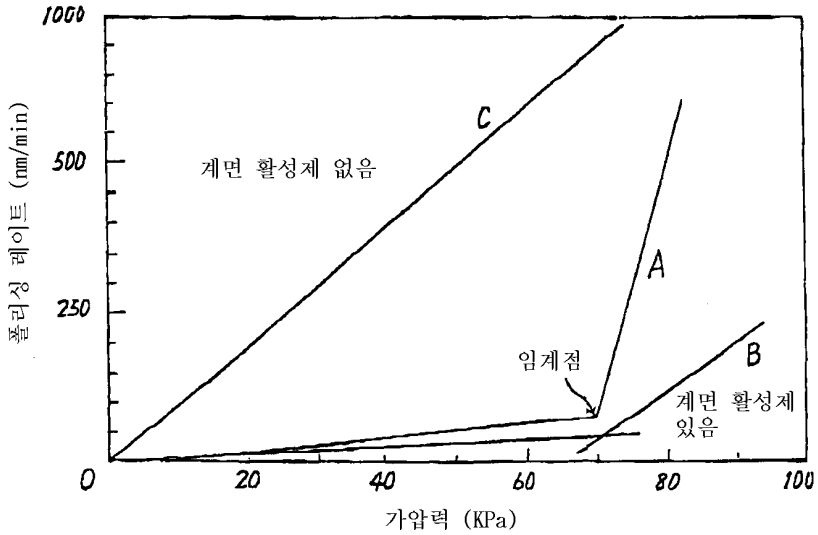
도면8


700
600
500
400
300
200
100
0
디싱량 (nm)
C
B
A
700 600 500 400 300 200 100 0
단차(nm)

도면9


1400
1200
1000
800
600
400
200
0
폴리싱량(nm)
C
B
A
0 2 4 6 8 10
폴리싱 시간(min)

도면10


1000
500
250
0
폴리싱 레이트 (nm/min)
계면 활성제 없음
C
A
B
임계점
계면 활성제
있음
20 40 60 80 100
가압력 (KPa)

도면11

