

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷ (11) 공개번호 10-2005-0044404
H01L 21/306 (43) 공개일자 2005년05월12일

(21) 출원번호 10-2004-7007132
(22) 출원일자 2004년05월11일
번역문 제출일자 2004년05월11일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/036567 (87) 국제공개번호 wo 2003/042433
국제출원출원일자 2002년11월13일 국제공개일자 2003년05월22일

(30) 우선권주장 60/332,417 2001년11월13일 미국(US)
60/372,567 2002년04월14일 미국(US)

(71) 출원인 에이씨엠 리서치, 인코포레이티드
미국 캘리포니아 프레몬트 프레몬트 블러바드 46520 스위트 610 (우:94538)

(72) 발명자 왕, 웨이
미국 94539 캘리포니아 프레몬트 자카란다 드라이브 340
이, 페이하우
미국 07005 뉴저지 분튼 알핀 로드 8
에프난, 무하메드
미국 94539 캘리포니아 프레몬트 부엘타 올리브 1048
누치, 보하
미국 95111 캘리포니아 샌어제이 로에이 브로프 웨이 2741
굿맨, 펠릭스
미국 95136 캘리포니아 샌어제이 밀 크릭 레인 5237

(74) 대리인 남상선

심사청구 : 없음

(54) 전도체층의 전해폴리싱 조립체 및 방법

명세서

기술분야

관련 출원

본 출원은 본원에 참조되고, 2001년 11월 13일에 출원된 전해폴리싱이라는 명칭의 미국 특허 가출원 제 60/332,417호 및 2002년 4월 4일에 출원된 기관 상의 금속 필름을 전해폴리싱하는 방법 및 장치라는 명칭의 미국 특허 가출원 제 60/372,567호를 우선권으로 주장한다.

본 발명은 일반적으로 반도체 프로세싱 장치에 관한 것이며, 보다 구체적으로 반도체 소자 상의 전도체층을 전해폴리싱하는 전해폴리싱 장치에 관한 것이다.

배경기술

반도체 소자는 트랜지스터 및 상호연결 소자를 형성하기 위해 수많은 상이한 프로세싱 단계를 이용하여 반도체 웨이퍼 상에 제조된다. 반도체 웨이퍼와 관련된 트랜지스터 터미널들을 전기적으로 연결시키기 위해, 전도체(예를 들어, 금속) 트랜치, 비어 등이 반도체 소자의 일부로서 유전체 재료 내에 형성된다. 트랜치 및 비어는 전기적 신호 및 전력을 트랜지스터, 반도체 소자의 내부 회로, 및 반도체 소자의 외부 회로 사이를 연결시킨다.

상호연결 소자를 형성할 때 반도체 웨이퍼는 반도체 소자의 바람직한 전자 회로를 형성하기 위해 예를 들어 마스크, 에칭, 및 증착 프로세스를 거친다. 특히, 다중 마스크 및 에칭 단계는 반도체 웨이퍼 상의 유전체층 내에 리세스 영역의 패턴을 형성하기 위해 수행될 수 있는데, 이들 리세스 영역은 상호연결용 트랜치 및 비어로서 작용한다. 그 후 증착 프로세스가 반

도체 웨이퍼 상에 금속층을 증착하기 위해 수행됨으로써 트렌치 및 비어 내에 그리고 반도체 웨이퍼의 리세스되지 않은 영역 상에 금속을 증착시킨다. 패턴화된 트렌치 및 비어와 같은, 상호연결부를 고립시키기 위해, 반도체 웨이퍼의 리세스되지 않은 영역 상에 증착된 금속은 제거된다.

반도체 웨이퍼 상에 있는 유전체층의 리세스되지 않은 영역에 증착된 금속 필름을 제거하는 종래의 방법으로는, 예를 들어 화학적 기계 연마(CMP)를 포함한다. 상호연결 라인을 형성하기 위해 유전체층의 리세스되지 않은 영역과 함께 트렌치 및 비어 내의 금속층을 폴리싱하고 평탄화하는 CMP 방법은 반도체 산업에서 광범위하게 이용된다.

CMP 프로세스에서, 웨이퍼 조립체는 플레이튼 또는 웨브 상에 위치된 CMP 패드 위에 위치된다. 웨이퍼 조립체는 유전체 내에 형성된 상호연결 소자와 같은 하나 이상의 미세구조물 및/또는 층을 갖는 기관을 포함한다. CMP 패드에 대항해 웨이퍼 조립체를 가압하기 위해 힘이 가해진다. CMP 패드와 기관 조립체는 웨이퍼의 표면을 폴리싱하고 평탄화하기 위해 힘을 가하면서 서로 이동된다. 종종 폴리싱 슬러리로 지칭되는 폴리싱 용액이 폴리싱을 용이하게 하기 위해 CMP 패드 상에 분배된다. 폴리싱 슬러리는 일반적으로 연마제를 함유하고 다른 재료, 예를 들어 유전체 재료 보다 신속하게 원치 않는 재료, 예를 들어 금속층을 웨이퍼로부터 선택적으로 제거하기 위해 화학적으로 반응성이 있다.

그러나, CMP 방법은 상당히 강한 기계적 힘과 관련되기 때문에 하부에 있는 반도체 구조물에 심각한 악영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 상호연결 구조가 0.13 μm 이하로 감소될 때, 전도체 재료, 예를 들어 구리와 일반적인 다마신 프로세스에서 사용되는 낮은 k 필름의 기계적 특성 사이에 큰 차이가 존재할 수 있다. 예를 들어, 낮은 k 유전체 필름의 영률(Young Modulus)은 구리의 영률 보다 10배수 이상 작을 수도 있다. 결국, 다른 프로세스 중 CMP 프로세스에서 유전체 필름과 구리에 가해진 상당히 큰 기계적 힘은 박리(delamination), 디싱(dishing), 부식, 필름 들뜸(lifting), 스크래칭 등을 포함하는 응력 관련 결함을 반도체 구조물에 야기시킬 수 있다.

그러므로 신규한 프로세싱 기술이 요구된다. 예를 들어 금속층은 전해폴리싱 프로세스를 이용하여 웨이퍼로부터 제거 또는 에칭될 수도 있다. 일반적으로, 전해폴리싱 프로세스에서 폴리싱되는 웨이퍼의 일부는 전해질 유체 용액 내에 침지되고 그 후 전하가 웨이퍼에 인가된다. 이러한 조건으로 인해 구리는 웨이퍼로부터 제거 또는 폴리싱된다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 일 측면에서, 웨이퍼 상의 전도체 필름을 전해폴리싱하는 예시적인 장치 및 방법이 제공된다. 일 예시적인 장치는 웨이퍼를 유지하기 위한 웨이퍼 척, 웨이퍼 척을 회전시키는 작동기, 웨이퍼를 전해폴리싱하도록 구성된 노즐, 및 웨이퍼의 에지 주변(around)에 위치된 보호덮개(shroud)를 포함한다. 웨이퍼 상의 전도체 필름을 전해폴리싱하는 일 예시적인 방법은 웨이퍼에 입사되는 전해질 유체가 웨이퍼의 표면 상에서 웨이퍼의 에지를 향해 유동하기에 충분한 속도로 웨이퍼 척을 회전시키는 단계를 포함한다.

본 발명은 첨부 도면 및 청구범위와 관련하여 후술되는 설명을 고려함으로써 보다 용이하게 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1a 및 도 1b는 각각 보호덮개를 포함하는 예시적인 반도체 프로세싱 장치의 횡단면도 및 평면도이며,

도 1c, 도 1d 및 도 1e는 반도체 프로세싱 장치의 예시적인 노즐의 횡단면도이며,

도 2는 반도체 프로세스 장치의 예시적인 노즐의 횡단면도이며,

도 3은 반도체 프로세스 장치의 예시적인 노즐의 횡단면도이며,

도 4는 반도체 프로세스 장치의 예시적인 노즐 및 블록의 횡단면도이며,

도 5a 내지 도 5h는 다양한 예시적인 노즐의 형상 및 구조의 횡단면도이며,

도 6a 및 도 6b는 예시적인 노즐 구조의 횡단면도 및 평면도이며,

도 6c 및 도 6i는 다양한 예시적인 노즐 구조의 평면도이며,

도 7은 전도체 부재를 포함하는 예시적인 반도체 프로세싱 장치의 횡단면도이며,

도 8a 및 도 8b는 전도체 부재를 포함하는 예시적인 반도체 프로세싱 장치의 횡단면도이며,

도 8c는 전도체 부재를 포함하는 예시적인 웨이퍼 척 조립체의 확대도이며,

도 9a 및 도 9b는 전도체 부재를 포함하는 예시적인 반도체 프로세싱 장치의 횡단면도이며,

도 10a 및 도 10b는 각각 하나 및 두 개의 광학 센서를 포함하는 예시적인 반도체 프로세싱 장치의 횡단면도이며,

도 11a 및 도 11b는 예시적인 반도체 프로세싱 장치의 평면도 및 횡단면도이며,

도 12는 예시적인 반도체 프로세싱 장치의 횡단면도이며,

도 13a 및 도 13e는 다중 회전식(rotary) 조립체를 구비한 예시적인 전해폴리싱 조립체를 도시하며,

도 14a 및 도 14b는 예시적인 다중 회전식 노즐 조립체의 횡단면도이며,

도 14c는 웨이퍼 상의 전도체층을 전해폴리싱하는 예시적인 공정을 도시하며,

도 15는 예시적인 다중 선형 이동가능한 노즐 조립체를 구비한 전해폴리싱 챔버의 횡단면도이며, 그리고

도 16a 내지 도 16e는 선형 이동가능한 다중 회전식 노즐을 구비한 전해폴리싱 장치의 예시적인 도면이다.

실시예

본 발명의 보다 완벽한 이해를 위해, 다음의 설명은 특정 재료, 파라미터 등과 같은 수많은 특정 상세를 설정한다. 그러나, 상기 설명은 본 발명의 범위를 제한하고자 의도된 것이 아니고 대신, 본 발명의 예시적인 실시예를 보다 양호하게 설명하기 위해 제공된다고 이해되어야 한다.

I. 예시적인 전해폴리싱 장치

도 1a 및 도 1b는 웨이퍼(1004)를 폴리싱하는데 이용될 수도 있는 예시적인 웨이퍼 전해폴리싱 장치의 횡단면도 및 평면도이다. 대체적으로, 예시적인 전해폴리싱 장치는 전하가 웨이퍼에 인가되면서 웨이퍼 상의 금속 필름을 향해 전해질 유체의 흐름을 지향(direct)시킴으로써 작동한다. 전하와 전해질 유체로 인해 금속 필름 내의 금속 이온은 전해질 유체 내로 용해된다. 전해질 유체의 전류 밀도와 전해질 유체 내의 금속 이온의 농도가 폴리싱 속도를 적어도 부분적으로 결정한다. 그러므로, 전류 밀도, 전해질 용액 농도 등을 제어함으로써, 전해폴리싱 장치는 반도체 웨이퍼 상에 배치된 금속층을 정확하게 폴리싱할 수도 있다.

도 1a에 도시된 바와 같이, 전해폴리싱 장치는 척(1002), 작동기(1000), 및 폴리싱 리셉터클(1008)을 포함할 수도 있다. 폴리싱 리셉터클(1008)은 폴리테트라플루오로에틸렌(상업적으로 TEFLON으로 공지됨), 폴리비닐 클로라이드(PVC), 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF), 폴리프로필렌 등과 같이 산 및 부식에 저항하고 전기적으로 절연된 소정의 재료로부터 제조될 수 있다. 바람직하게, 폴리싱 리셉터클(1008)은 PVDF로부터 형성될 수 있다. 그러나, 폴리싱 리셉터클(1008)은 적용분야에 따라 상이한 재료로 형성될 수 있음을 이해해야 한다.

도 1a에 도시된 바와 같이, 전해질 유체(1038)는 노즐(1010, 1012, 및/또는 1014)을 통해 폴리싱 리셉터클(1008) 내로 유동할 수 있다. 보다 구체적으로, 펌프(1020)는 전해질 유체 저장조(1070)로부터 리턴 밸브(1024)를 경유하여 패스 필터(1018)로 전해질 유체(1038)를 펌핑한다. 패스 필터는 노즐(1010, 1012, 및 1014)로 전달되는 전해질 유체(1038)의 양 및 속도를 제어할 수 있는 액체 유량 제어기(LMFC)를 포함할 수도 있다. 추가적으로, 패스 필터(1018)는 노즐(1010, 1012, 또는 1014)을 통해 폴리싱 리셉터클(1008)로 유입될 수 있고 전해폴리싱 프로세스를 열화시키거나 LMFC가 사용된다면 LMFC를 막히게 할 수 있는 오염물의 양을 감소시키기 위해 전해질 유체(1038)로부터 오염물을 필터링할 수 있다. 이러한 방식으로, 오염물이 폴리싱 리셉터클(1008)로 유입되거나 LMFC를 막는 것을 방지한다. 본 예에서, 패스 필터(1018)는 약 0.05 내지 약 0.1 μ m 이상의 입자를 적절히 제거한다. 그러나, 다양한 필터링 시스템이 특정 적용분야에 따라 사용될 수 있음을 이해해야 한다. 추가적으로, 오염물을 필터링하는 것이 유리함에도 불구하고, 패스 필터(1018)는 소정의 적용분야에서 웨이퍼 폴리싱 조립체로부터 생략될 수 있다.

전해질 유체(1038)는 인산 등과 같은 종래의 전해폴리싱 유체를 포함할 수 있다. 바람직하게, 전해질 유체(1038)는 약 60 중량% 내지 약 85중량% 범위, 바람직하게 약 76중량%의 농도를 갖는 오르쏘 인산(H_3PO_4)을 포함한다. 추가적으로, 전해질 유체(1038)는 바람직하게 약 10 내지 40중량% 범위의 글리콜을 포함하고, 그 나머지는 물과 약 1%의 알루미늄 금속(산의 중량에 대해)을 갖는 H_3PO_4 을 포함한다. 그러나, 전해질 유체(1038)의 농도 및 조성은 특정 적용분야에 따라 변할 수 있다.

펌프(1020)는 원심 펌프, 격막식 펌프, 벨로우 펌프 등과 같은 소정의 유압식 펌프를 포함할 수 있다. 추가적으로, 펌프(1020)는 산, 부식, 및 오염에 저항할 수 있다. 하나의 펌프(1020)가 도시되지만, 소정 수의 펌프(1020)가 사용될 수 있음을 인식해야 한다. 예를 들어, 별도의 펌프가 노즐(1010, 1012, 및 1014) 각각을 위해 사용될 수도 있다. 추가적으로, 전해질 유체(1038)는 소정의 적용분야에서 펌프(1020) 없이 노즐(1010, 1012, 및 1014)을 통해 폴리싱 리셉터클(1008) 내로 유동할 수 있다. 예를 들어, 전해질 유체(1038)는 전해질 유체 저장조(1070) 내의 압력으로 유지될 수 있다. 추가적으로, 전해질 유체 저장조(1070)와 노즐(1010, 1012, 및 1014) 사이의 공급 라인은 소정의 압력으로 유지될 수 있다.

LMFC는 보다 바람직하게 산, 부식, 및 오염에 저항하는 종래의 유량 제어기를 포함할 수 있다. 추가적으로, LMFC는 전해질 유체(1038)를 설정된 유량(flow rate)으로 노즐(1010, 1012, 및 1014)에 전달한다. 추가적으로, LMFC는 노즐(1010, 1012, 및 1014)의 횡단면적에 비례하는 유량으로 전해질 유체(1038)를 적절하게 전달할 수도 있다. 예를 들어, 노즐(1012)의 직경이 노즐(1014) 보다 크다면, LMFC가 노즐(1012)에서 보다 큰 유량으로 전해질 유체(1038)를 전달하는 것이 바람직할 수도 있다. 본 실시예에서, LMFC는 바람직하게 노즐 크기, 노즐과 웨이퍼 사이의 거리 등에 따라 분당 0.5리터 내지 분당 40리터 범위의 유량으로 전해질 유체(1038)를 전달하도록 구성된다.

유체 저장조(1070)는 열 교환기(1036), 냉각기/가열기(1034), 및 유체 저장조(1070) 내의 전해질 유체(1038)의 온도를 제어하기 위한 온도 센서(1032)를 더 포함할 수도 있다. 또한, 하나 이상의 전극(1028)이 저장조(1070) 내에 포함되어 전

력 공급원(1030)에 연결될 수도 있다. 전극(1028)에 전하를 인가하면 전해질 유체(1038)로부터 금속 이온이 제거되어 전해질 유체(1038)의 금속 이온 농도를 조절할 수 있다. 반대 전하가 전해질 유체(1038)에 금속 이온을 추가하기 위해 전극(1028)에 인가될 수도 있다.

예시적인 웨이퍼 폴리싱 조립체는 노즐(1012 및 1014) 내에 배치된 전극을 더 포함한다. 보다 자세히 후술되는 것처럼, 본 실시예가 두 개의 전극을 내부에 갖는 두 개의 노즐을 포함하지만, 소정 수의 노즐과 노즐당 전극이 2개 이상인 이하이든 사용될 수도 있다. 일반적으로, 노즐 내의 전극의 표면적을 증가시키면 전해질 유체(1038)의 흐름 프로파일에 걸쳐 전류 밀도와 전해폴리싱 속도가 증가한다.

도 1d 및 도 1e에 도시된 바와 같이, 노즐(1012 및 1014)은 각각 전극(1056 및 1060)을 포함한다. 전극(1056 및 1060)은 구리, 스테인레스 강, 탄탈(Ta), 티탄(Ti), TaN, TiN, 납, 백금 등과 같은 소정의 전기전도성 재료를 포함할 수도 있다.

전해폴리싱 프로세스 동안, 웨이퍼(1004) 상의 금속층으로부터 이동하는 금속 이온의 일부는 전극(1056 및 1060) 상에 축적될 수도 있다. 후술되는 것처럼, 금속 축적 또는 도금은 디플레이팅(deplating) 프로세스에서 제거될 수도 있다. 예를 들어, 전극(1056 및 1060)이 양으로 하전되고 웨이퍼(1002)가 음으로 하전될 때, 웨이퍼(1004)는 전해폴리싱되기 보다는 전기도금된다. 이러한 방식 및 이와 유사한 방식으로, 전극(1056 및 1060) 상에 도금된 금속은 제거, 즉 디플레이팅될 수도 있다. 대안적으로, 전극(1056 및 1060)은 적절한 시기에 적절히 대체될 수 있다. 예를 들어, 전극(1056 및 1060)은 약 100개의 웨이퍼를 처리한 후에 대체될 수 있다.

소정의 예에서, 금속층은 구리를 포함할 수도 있다. 따라서, 전해폴리싱 프로세스 동안, 폴리싱되는 금속층으로부터의 구리 이온의 일부가 이동하여 전극(1056 및 1060)을 전기도금한다. 그러나, 전극(1056 및 1060)이 구리를 포함한다면, 전극(1056 및 1060)은 디플레이팅 프로세스 동안 용해되고 변형된다. 그러므로, 소정의 예에서 전극(1056 및 1060)은 디플레이팅 프로세스 동안 용해되는 것에 저항하는 재료를 포함하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 전극(1056 및 1060)은 백금 또는 백금 합금을 포함할 수도 있다. 대안적으로, 전극(1056 및 1060)은 예를 들어 약 50미크론 내지 약 400미크론 범위의 두께를 갖는 백금층으로 적절하게 코팅된 티탄을 포함할 수도 있다.

본 예시적인 장치에서, 웨이퍼 척(1002)은 웨이퍼(1004)를 리셉터클(1008) 내에 또는 위에 적절히 유지 및 위치시킨다. 보다 구체적으로, 웨이퍼(1004)는 보호덮개(1006) 내에 그리고 노즐(1010, 1012, 및 1014)에 대향하게 적절히 위치된다. 보호덮개(1006)는 자세히 후술되는 것처럼 스플래싱(splashing)을 방지하기 위해 웨이퍼(1004) 주위에 선택적으로 포함될 수도 있다.

웨이퍼(1004)가 폴리싱 리셉터클(1008) 내에 적절히 위치된 후에, 전극(1056 및 1060)은 전력 공급원(1040)에 의해 전기적으로 하전된다. 추가적으로, 웨이퍼(1004)는 전력 공급원(1040)에 의해 전기적으로 하전된다. 대안적으로, 하나 이상의 전력 공급원이 전극(1056 및 1060) 및 웨이퍼(1004)를 하전시키는데 사용될 수도 있다. 전극(1056 및 1060)과 웨이퍼(1004)가 적절히 하전되고 전해질 유체(1038)가 노즐(1012 및 1014) 내의 전극(1056 및 1060)과 웨이퍼(1004)의 표면 사이로 유동할 때, 전기 회로가 형성된다. 보다 구체적으로, 전극(1056 및 1060)은 웨이퍼(1004)와 비교하여 음전위를 갖도록 전기적으로 하전된다. 전극(1056 및 1060)의 이러한 음전위에 반응하여, 금속 이온이 웨이퍼(1004)로부터 전해질 유체(1038)로 이동하여, 웨이퍼(1004)를 전해폴리싱한다. 그러나 회로의 극성이 바뀌면, 금속 이온이 웨이퍼(1004)를 향해 이동하여, 웨이퍼(1004)를 전기도금시킨다.

추가적으로, 도 1a 및 도 1c에 도시된 바와 같이, 노즐(1010)은 분사 노즐(1052)과 종결 탐지기(1016)를 포함한다. 전해폴리싱 프로세스 동안, 분사 노즐(1052)은 전해질 유체(1038)를 공급하도록 구성되고 종결 탐지기(1016)는 웨이퍼(1004) 상의 금속층의 두께를 탐지하도록 구성될 수 있다. 종결 탐지기(1016)는 초음파 센서, 광학 반사 센서, 에디 전류(Eddy-current) 센서와 같은 전자기 센서 등과 같은 다양한 센서를 포함할 수 있다. 분사 노즐(1052)에 의해 공급된 전해질 유체(1038)는 매체로서 작용하는데, 상기 매체를 통해 종결 탐지기(1016)가 신호를 방출하고 금속 필름 두께를 측정한다. 신호를 전송하기 위해 단일 매체로서 전해질(1038)을 이용하면 전해질 유체(1038)가 단일 페이스를 제공하기 때문에 종결 탐지기(1016)에 의해 취해지는 측정 정확도가 증가한다. 반대로, 분사 노즐(1052)이 전해질 유체(1038)를 제공하지 않으면, 종결 탐지기로부터의 방출 및 측정은 노즐(1012 또는 1014)에 의해 웨이퍼(1004)에 가해지는 전해질 유체(1038)를 통과하기 전에 공기 등과 같은 다른 다양한 매체를 관통할 수도 있다. 후술되는 것처럼, 시간에 따라 변할 수도 있는 전해질 유체(1038)의 업데이트된 또는 실시간 특성으로 인해 종결 측정의 정확도가 증가한다. 또한, 하나의 종결 탐지기(1016)를 갖는 하나의 노즐(1010)이 도시되지만, 소정 수의 종결 탐지기를 갖는 소정 수의 노즐이 사용될 수도 있다.

도 1a에 도시된 바와 같이, 작동기(1000)는 척(1002) 및 웨이퍼(1004)를 z 축 주위로 회전시킬 수 있다. 더욱이, 소정의 적용분야에서 작동기(1000)는 척(1002) 및 웨이퍼(1004)를 x 방향을 따라 이동시킬 수 있고, 노즐(1010, 1012, 및 1014)은 고정 유지된다. 소정의 적용분야에서, 노즐(1010, 1012, 및 1014)은 x 방향을 따라 이동할 수 있고, 척(1002) 및 웨이퍼(1004)는 x 방향을 따라 고정 유지된다. 다른 적용분야에서, 작동기(1000)는 척(1002) 및 웨이퍼(1004)를 x 방향으로 이동시킬 수 있고, 노즐(1010, 1012, 및 1014) 또한 x 방향을 따라 이동한다.

더욱이, 전기도금 장치는 대안적인 형태로 지향될 수도 있다. 예를 들어, 노즐(1010, 1012, 및 1014)은 전해질 유체가 웨이퍼(1004)를 향해 아래로 지향되도록 웨이퍼(1004) 상에 위치될 수도 있다. 추가적으로, 웨이퍼(1004)는 전해질 유체를 웨이퍼(1004)를 향해 지향시키는 노즐(1010, 1012, 및 1014)과 수직으로 지향될 수도 있다.

예시적인 웨이퍼 전해폴리싱 장치의 추가적인 내용에 대해서는 본원에 참조되고 1999년 7월 2일에 출원된 반도체 소자 상의 금속 상호연결부를 전해폴리싱하는 방법 및 장치라는 명칭의 미국 특허 제 6,395,152호를 참조한다. 더욱이, 예시적인 종결 탐지기의 추가적인 내용에 대해서는 본원에 참조되고 2000년 5월 12일에 출원된 종결 탐지용 방법 및 장치라는 명칭의 미국 특허 제 6,447,688호를 참조한다.

II. 전해질 유체 스플래쉬 보호

예시적인 전해폴리싱 방법은 전해질 유체(1038)가 웨이퍼(1004)의 표면에 지향되면서 웨이퍼(1004)를 회전시키는 단계를 포함한다. 웨이퍼(1004)는 입사되는 전해질 유체(1038)가 웨이퍼(1004)의 표면을 가로질러 웨이퍼(1004)의 에지를 향해 유동하도록 야기시키는 원심력을 발생시키기 위해 충분한 속도로 회전된다. 바람직하게, 전해질 유체(1038)는 표면으로부터 떨어지기 전에 웨이퍼(1004)의 에지로 유동한다. 유동을 웨이퍼(1004)의 표면을 가로질러 지향시킴으로써 유체가 웨이퍼 표면으로부터 떨어지고 전해질 유체(1038)의 흐름을 방해하거나 리셉터클(1008) 내에 전해질 유체의 연속적인 컬럼을 형성하는 것이 방지될 수 있다. 그러나, 프로세스는 전해질 유체가 리셉터클 내에서 스플래쉬되게 하고 장치를 벗어나거나 전해질 유체의 흐름을 방해할 수도 있다. 그러므로, 예시적인 전해폴리싱 장치는 원심력의 작용을 받는 액체가 리셉터클(1008) 내에서 스플래쉬되거나 리셉터클(1008)에서 벗어나는 것을 감소시키거나 방지하기 위해 웨이퍼(1004) 주변에 위치한 보호덮개(1006)를 포함한다.

도 1a 및 도 1b는 웨이퍼(1004)와 척(1002)을 둘러싸도록 구성된 보호덮개(1006)를 도시한다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 노즐(1012)은 전해질 유체의 흐름을 웨이퍼(1004) 표면에 공급할 수 있다. 웨이퍼(1004) 상의 금속 필름을 보다 균일하게 폴리싱하기 위해, 웨이퍼(1004)는 전해질이 웨이퍼(1004) 표면으로부터 폴리싱 리셉터클(1008) 내로 떨어지게 허용함이 없이 웨이퍼(1004)를 가로질러 척(1002)의 노출 부분으로 전해질(1038)을 유동시키는 방식으로 회전될 수 있다. 웨이퍼(1004)로부터 떨어져 웨이퍼(1004)와 폴리싱 리셉터클(1008) 사이에 연속적인 컬럼의 전해질 유체를 형성하는 소정의 전해질은 웨이퍼(1004)의 오버-폴리싱(over-polishing)을 야기하여 컬럼이 형성된다. 추가적인 폴리싱은 금속층의 불균일하고 예측불가능한 폴리싱 속도를 야기할 수도 있다.

추가적으로, 웨이퍼(1004)로부터 떨어지거나 리셉터클(1008) 내로 스플래쉬되는 소정의 전해질 유체는 노즐(1012)에 의해 공급된 전해질 유체의 흐름을 방해할 수 있다. 전해질 유체(1038) 흐름의 형성, 또는 보다 구체적으로 프로파일은 교대 로 전류 밀도와 전해폴리싱 장치의 폴리싱 속도에 영향을 준다. 그러므로 전해질 유체(1038)를 웨이퍼(1004) 표면을 따라 웨이퍼(1004)의 에지를 향해 그리고 웨이퍼(1004)에 지향된 전해질 유체(1038)의 흐름으로부터 떨어지게 유동시키는 것이 바람직하다.

웨이퍼(1004)는, 전해질이 웨이퍼(1004)를 가로질러 웨이퍼(1004)의 에지를 향해 또는 척(1002)의 노출 부분을 향해 유동하도록, 사용되는 전해질 유체의 점성에 따라 적절한 회전 속도로 회전될 수 있다. 회전 속도는 전해질 유체(1038)가 웨이퍼(1004)의 표면으로부터 떨어져 연속적인 컬럼을 형성하거나 전해질 유체(1038)의 흐름을 방해함이 없이 웨이퍼(1004)를 가로질러 유동하도록 설정되어야 한다. 특히, 전해질 유체의 점성이 낮으면, 요구되는 원심 가속도는 높아진다. 예를 들어, 85% 인산에 대해, 원심 가속도는 약 $1.5m/s^2$ 이상으로 선택될 수 있다. 예시적인 방법에서, 300mm 직경의 웨이퍼는 약 100rpm 내지 약 2,000rpm 이상, 바람직하게 약 1,500rpm 내지 약 2,000rpm 범위에서 회전된다.

일반적으로, 노즐(1012 또는 1014)은 웨이퍼(1004)를 보다 균일하게 폴리싱하기 위해 웨이퍼(1004)의 전체 표면을 스캔할 것이다. 노즐(1012)이 웨이퍼(1004)의 상이한 부분을 스캔하고 있을 때, 웨이퍼(1004)는 입사되는 전해질 유체(1038)에 대해 일정한 원심 가속도를 형성하도록 회전될 수 있다. 예를 들어, 원심 가속도는 웨이퍼의 중심으로부터의 반경과 회전 속도의 제곱에 비례한다. 그러므로, 웨이퍼(1004)가 회전되는 속도는, 노즐(1012 또는 1014)이 웨이퍼(1004)의 에지 부근, 즉 큰 반경에서 웨이퍼(1004)의 부분을 폴리싱할 때 감소되고, 웨이퍼(1004)의 중심, 즉 작은 반경에서 웨이퍼의 부분을 폴리싱할 때 증가된다.

일반적으로, 전해질 유체가 전술된 방식으로 웨이퍼(1004)에 공급될 때, 전해질 유체는 웨이퍼(1004)의 에지를 향해 유동하고 웨이퍼(1004)를 지나 폴리싱 리셉터클(1008)의 벽을 향한다. 보호덮개(1006)가 없으면, 전해질 유체(1038)는 폴리싱 리셉터클(1008)의 벽과 접촉하고 리셉터클(1008) 내에서 스플래쉬되어 전해질 유체(1038)의 흐름을 방해하거나 폴리싱 리셉터클(1008)로부터 벗어난다.

도 1a 및 도 1b에 도시된 바와 같이, 보호덮개(1006)는 전해질 유체(1038)가 폴리싱 리셉터클(1008) 내에서 스플래쉬되거나 폴리싱 리셉터클(1008)로부터 벗어나는 것을 감소 또는 방지하기 위해 웨이퍼(1004) 및 척(1002) 주위에 위치될 수도 있다. 더욱이, 보호덮개(1006)는 폴리싱 프로세스 동안 척(1002) 및 작동기(1000)와 함께 x 방향으로 이동할 수 있다. 특히, 보호덮개(1006)는 기계적 부착물, 조인트 등으로 척(1002) 및/또는 작동기(1000)에 부착될 수 있다. 대안적으로, 척(1002) 및 작동기(1000)와 함께 보호덮개(1006)의 이동을 동기화시킬 수 있는 또다른 작동기가 보호덮개(1006)를 별도로 구동시킬 수도 있다. 보호덮개(1006)는 또한 척(1002)과 조화하거나 척(1002)과 별도로 회전될 수도 있다.

보호덮개(1006)는 원형, 다각형 등과 같은 소정의 적절한 형태로 형성될 수 있다. 바람직하게 보호덮개(1006)는 전해질 유체가 웨이퍼(1004)로부터 유동한 후 전해질 유체(1038)의 스플래시를 감소시키고 리셉터클(1008) 내에 전해질 유체(1038)를 함유하도록 형성된다. 척(1002)과 보호덮개(1006) 사이의 갭은 예를 들어 약 1mm 내지 약 10mm 범위, 바람직하게 약 5mm일 수 있다. 추가적으로, 도 1a에 도시된 바와 같이, 보호덮개(1006)의 측벽의 횡단면은 전해질 유체가 보호덮개(1006) 또는 척(1002) 위에서 스플래쉬되는 것을 방지하기 위해 L 형상으로 형성될 수 있다. 그러나, 보호덮개(1006)의 횡단면은 다양한 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 보호덮개(1006)의 측벽, 즉 L 형상의 수직 부분은 C-형상 등과 같은 다른 형상으로 형성될 수 있다. 또한, 보호덮개(1006)는 스플래싱 등을 감소시키기 위해 내부로 또는 외부로 테이퍼질 수도 있다. 보호덮개(1006)는 도 1a에 도시된 것보다 웨이퍼(1004) 및 척(1002) 위 또는 아래로 연장할 수도 있다.

보호덮개(1006)는 플라스틱, 세라믹 등 또는 탄탈, 티탄, 300계열의 스테인레스 강 등과 같은 내부식성 금속 또는 합금으로부터 제조될 수 있다. 추가적으로, 보호덮개(1006)는 테프론 등과 같은 전해질 유체에 저항하는 재료로 코팅될 수 있다.

그러나, 전술된 전해폴리싱 방법은 전해질 유체(1038)가 웨이퍼의 에지를 지나 유동하고 보호덮개(1006)로 입사될 것을 요하지 않음을 인식해야 한다. 리셉터클(1008)과 함께 연속적인 컬럼을 형성하고 리셉터클(1008) 내로 또는 외부로 스플래쉬되는 전해질 유체(1038)의 문제점은 완전히 웨이퍼(1004)를 가로질러 유동하는 전해질 유체 없이 감소되거나 방지될 수도 있다. 예를 들어, 전해질 유체가 웨이퍼(1004)로부터 떨어지기 전에 웨이퍼(1004)의 표면 일부를 따라 웨이퍼(1004) 에지를 향해 유동하도록 웨이퍼(1004)를 단지 회전시킴으로써 바람직하지 않은 효과를 감소 또는 방지할 수도 있다.

III. 에지 오버-폴리싱 감소

또다른 측면에서, 웨이퍼의 에지 또는 에지 부근에서 오버-폴리싱을 감소시키는 전해폴리싱 방법 및 장치가 개시된다. 일반적으로, 웨이퍼의 에지 또는 에지 부근에 있는 금속층의 일부는 웨이퍼의 다른 영역 상의 금속층의 부분 보다 빨리 폴리싱된다. 웨이퍼의 에지에 연결된 전극은 웨이퍼의 에지 영역 부근에서 전해질 유체 내에서의 전류 밀도를 증가시켜 증가된 폴리싱 속도를 초래한다. 일반적으로, 웨이퍼 에지 부근에서의 보다 높은 전류 밀도와 폴리싱 속도는 웨이퍼의 에지 또는 에지 부근에 위치한 링 등과 같은 전도체 부재로 전해질 유체를 통해 전류 밀도의 일부를 흡수함으로써 감소될 수도 있다. 에지 부근에서의 전류 밀도는 흡수되는 전류의 양을 변경시키기 위해 전도체 부재를 하전시킴으로써 조절될 수도 있어서 전류 밀도를 상당한 정도로 제어할 수 있다.

도 7을 참조하면, 에지의 오버 폴리싱을 감소시키기 위한 예시적인 장치 및 방법이 도시된다. 전해질 유체(7080)의 흐름이 노즐(7054)로부터 웨이퍼(7004)에 가해진다. 웨이퍼(7004)는 웨이퍼(7004) 상의 금속층을 폴리싱할 수 있는 박층의 전해질 유체(7081)를 형성하기 위해 충분한 회전 속도로 회전된다. 일반적으로, 전극이 웨이퍼(7004)의 에지에 연결되면 웨이퍼(7004)의 에지 또는 에지 부근에 있는 금속층은 전해질 유체(7081)의 박층에 의해 웨이퍼(7004)의 다른 영역 상의 금속 보다 신속하게 폴리싱된다. 따라서, 웨이퍼(7004)의 에지 또는 에지 부근에 있는 금속층이 오버 폴리싱될 수 있다.

척(7002)은 웨이퍼(7004)의 에지 또는 에지 부근에서 오버 폴리싱의 양을 감소시킬 수 있는 전도체 부재(7114)를 포함한다. 예를 들어, 웨이퍼(7004)와 전도체 부재(7114)는 전해질 유체(7081)의 박층 내의 폴리싱 전류의 일부가 전도체 부재(7114)에 의해 흡수되도록 전력 공급원(7110)에 연결되고 하전될 수 있다. 폴리싱 전류의 일부를 흡수함으로써, 전도체 부재(7114)는 웨이퍼(7004)의 에지 또는 에지 부근에 있는 금속층의 폴리싱 속도를 감소시키고 오버 폴리싱을 감소 또는 방지할 수 있다.

전도체 부재(7114)는 웨이퍼(7004)의 에지 또는 에지 부근에 위치한 단일 링을 포함할 수도 있다. 대안적으로 전도체 부재는 웨이퍼(7004)의 에지 또는 에지 부근에 배열된 두 이상의 섹션을 포함할 수도 있다. 전도체 부재(7114)는 탄탈, 티탄, 스테인레스 강 등과 같은 금속 또는 합금 뿐만 아니라 전해질 유체(7081)와의 접촉을 위해 적절한 다른 전도체 재료를 포함할 수 있다.

또한, 웨이퍼(7004)는 도 7에 도시된 바와 같이 웨이퍼 척(7002)과 전도체 부재(7114) 사이에 위치될 수도 있다. 예를 들어, 로봇 아암 등이 웨이퍼(7004)를 웨이퍼 척(7002)에 인접하게 또는 웨이퍼 척(7002)과 전도체 부재(7114) 사이에 위치시킬 수도 있다. 웨이퍼 척(7002)과 전도체 부재(7114)는 그 사이에 웨이퍼(7004)를 유지시키기 위해 근접하게 될 수도 있다. 그러므로 예시적인 조립체는 웨이퍼 척(7002)과 전도체 부재(7114)를 정렬하고 유지시키기 위해 홀더 또는 위치결정기(positioner)와 같은 추가 부재 뿐만 아니라 웨이퍼(7004)를 하전시키도록 형성된 콘택과 전도체 부재(7114) 사이의 절연 부재를 포함할 수도 있다.

도 7에 도시된 예시적인 장치는 또한 도 1a에 도시된 다른 구조물을 포함할 수도 있지만, 특정 예를 설명하기 위해 생략되었음을 이해해야 한다. 예를 들어, 다양한 펌프, 노즐, 필터 등 뿐만 아니라 보호덮개(1006, 도 1a 및 도 1b)가 예시적인 장치에 사용될 수도 있다.

도 8a는 웨이퍼의 에지 부근에서 폴리싱 속도를 감소시키는데 유용한 또다른 예시적인 전해폴리싱 장치를 도시한다. 웨이퍼(8004)의 에지 또는 에지 부근에서의 오버 폴리싱의 양을 감소시킬 수도 있는 전도체 부재(8114)를 갖는 척(8002)이 도시된다. 도 8a는 전도체 부재(8114)가 스페이스 소자(8118)에 의해 웨이퍼(8004)로부터 분리되어 있다는 것을 제외하고는 도 7과 유사하다. 스페이스 소자(8118)는 예를 들어 O-링이다. 스페이스 소자(8118)는 폴리테트라플루오로에틸렌(상업적으로 테플론으로 공지됨), 폴리비닐 클로라이드(PVC), 폴리비닐인덴 플루오라이드(PVDF), 폴리프로필렌, 실리콘 고무, 비톤(Viton) 고무 등과 같이 전기절연체이고 산과 부식에 또한 저항하는 재료로 제조될 수도 있다. 전도체 부재(8114)는 전력 공급원(8112)에 연결되고, 스프링 부재(8119)와 같은 제 2 전도체 부재 또는 전극은 전력 공급원(8110)에 연결된다. 도시된 바와 같이, 전도체 부재(8114)를 통해 흐르는 전류는 웨이퍼(8004)의 에지 또는 에지 부근에서 금속층의 폴리싱 속도를 제어하기 위해 전력 공급원(8112)에 의해 조절되는 제어될 수 있다. 일반적으로, 바닥 척(8114)에 의해 흡수된 전류의 양이 증가함에 따라, 웨이퍼(8004)의 에지 또는 에지 부근에서 금속층의 폴리싱 속도는 증가한다.

전력 공급원(8112)은 DC 전력 공급원, 주 폴리싱 전력 공급원(8110) 등과 동기화되는 AC 전력 공급원 동일 수 있다. AC 전력 공급원은 전진 펄스 전력 공급원과, 전진 및 후진 전력 공급원을 포함할 수 있다. 더욱이, 전력 공급원(8112)은 일정 전류 모드, 일정 전압 모드, 또는 일정 전류 및 일정 전압의 조합으로 작동될 수 있고, 여기서 일정 전류 모드는 폴리싱의 일부 시간 동안 인가되고 일정 전압 모드는 폴리싱의 다른 시간 동안 인가된다. 전력 공급원(8112)을 가변 저항기로 대체함으로써 전도체 부재(8114)에 가변 전하를 인가할 수 있다(예를 들어 도 9a 참조). 더욱이, 가변 저항기는 전도체 부재(8114)와 스프링 부재(8119) 사이에 포함될 수도 있다.

전도체 부재(8114)는 유사하게 탄탈, 티탄, 스테인레스 강 등과 같은 금속 또는 합금 뿐만 아니라 다른 전도체 재료를 포함할 수도 있다. 또한, 전도체 부재(8114)는 웨이퍼(8004)의 에지 또는 에지 부근에 위치한 하나 이상의 섹션을 포함할 수도 있다.

그러므로, 상기 예시적인 전해폴리싱 장치에서, 스프링 부재(8119)와 전도체 부재(8114)를 통해 웨이퍼(8004)에 인가된 전하는 전력 공급원(8110 및 8112) 각각에 의해 독립적으로 제어될 수 있다. 이로 인해 웨이퍼(8004)의 에지 영역 부근에서 전류 밀도를 보다 잘 제어할 수 있어서 에지 영역의 오버 폴리싱을 제어 및 감소시킬 수 있다.

도 8b는 도 8a의 전도체 부재(8114) 및 웨이퍼(8004)로 형성된 구조 및 연결의 확대도이다. 특히, 전도체 부재(8114)는 전력 공급원(8112)에 의해 하전되고 스페이스 소자(8118)에 의해 웨이퍼(8002)로부터 이격되어 있다. 웨이퍼(8004)는 웨이퍼(8004)의 에지 주위에 위치한 스프링 부재(8119)에 결합된 전력 공급원(8110)에 의해 별도로 하전된다. 스프링 부재(8119)는 웨이퍼(8004)에 전하를 제공하며, 상기 전하는 예를 들어 웨이퍼(8004)의 에지 주위에 위치한 다수의 전극 보다 웨이퍼(8004) 주위에 균일하게 분포된다. 별도의 전하가 전도체 부재(8114)와 스프링 부재(8119)에 인가될 때 절연 부재(8121)가 전도체 부재(8114)와 스프링 부재(8119) 사이에 위치될 수도 있다. 스프링 부재(8119)는 링 내에 형성된 코일 스프링으로서 형성될 수도 있지만(예를 들어 도 8c 참조), 타원형 횡단면 프로파일과 같은 다른 횡단면 프로파일이 가

능하다. 또한, 소정 수의 코일 스프링이 적용 분야에 따라 사용될 수도 있다. 스프링 부재는 스테인레스 강, 스프링 강, 티탄 등과 같은 소정의 전기 전도성 재료로부터 형성될 수 있다. 스프링 부재(8119)는 내부식성 재료로 형성되거나 백금, TiN, TaN 등과 같은 내부식성 재료로 코팅될 수도 있다.

웨이퍼(8004)와 전력 공급원 사이에 형성된 접촉 포인트의 수는 스프링 부재(8119) 내의 코일의 수를 변경함으로써 변경될 수 있다. 이러한 방식으로, 웨이퍼(8004)에 인가된 전하는 웨이퍼(8004)의 외측 주변에서 보다 균일하게 분포될 수도 있다. 예를 들어, 200mm 웨이퍼에 대해 약 1 내지 약 10 압페어를 갖는 전하가 일반적으로 인가된다. 웨이퍼(8004)와 약 1,000개의 접촉 포인트를 형성하기 위해 스프링 부재(8119)를 구성하는 것은 전하를 접촉 포인트 당 약 1 내지 약 10 밀리암페어로 감소시킨다.

그러나, 웨이퍼(8004)는 하나 이상의 전기적 콘택에 의해 하전될 수도 있음을 인식해야 한다. 또한, 전하를 웨이퍼(8004) 부근에 분포시키는 소정 수단이 유리하게 사용될 수도 있다.

전도체 부재(8114)가 스페이스 소자(8118)에 의해 웨이퍼(8004)로부터 분리될 때 스프링 부재(8119)가 전해질에 노출된다면 쇼팅(shorting)이 일어날 수도 있다. 스프링 부재(8119)의 쇼팅은 웨이퍼(8004)의 에지 부분 부근에서 폴리싱 속도의 균일성을 감소시킬 수도 있다. 그러므로, 일 실시예에서, 스페이스 소자(8118)는 스프링 부재(8119)를 전해질로부터 고립시키는 시일(seal)로서 작용한다. 스페이스 소자(8118)는 비톤(플루오로카본) 고무, 실리콘 고무 등과 같은 내부식성 재료로 형성될 수도 있다. 또한, 스페이스 소자(8118)는 특정 적용 분야에 따라 다양한 형태와 구조를 가질 수도 있다.

도 8c는 웨이퍼의 에지 부근에서 폴리싱 속도를 감소시키는데 유용한 예시적인 전해폴리싱 장치와 함께 이용될 수 있는 예시적인 웨이퍼 척 홀더의 확대도를 도시한다. 예시적인 웨이퍼 척은 본체의 상부에 있는 베이스 섹션(8002)과 전도체 부재(8114)를 갖는 본체를 포함하며, 여기서 웨이퍼(8004)는 본체의 베이스 섹션(8002)과 전도체 부재(8114) 사이에 유지된다. 웨이퍼 척은 웨이퍼(8004)와 조립체를 함께 고정시키거나 유지시키기 위한 상부 홀더(도시 않음)를 더 포함할 수도 있다. 제 1 전도체 부재(8114) 외에, 웨이퍼 척은 전하를 웨이퍼(8004)에 인가하기 위한 스프링 부재(8119)와 같은 제 2 전도체 부재를 포함한다. 소정의 실시예에서, 웨이퍼 척은 본체의 하부에 포함된 전도체 부재(8114)와 베이스 섹션(8002) 사이에 배치된 스페이스 소자(8118)와 절연 부재(8121)를 더 포함할 수도 있다. 그러나, 소정의 실시예에서 스프링 부재(8119)와 스페이스 소자(8118)는 예를 들어 도 7에 도시된 바와 같이 생략될 수도 있음을 인식해야 한다. 스프링 부재(8119)가 생략된 경우에, 전극 등이 웨이퍼(8004)에 전하를 인가하기 위한 제 2 전도체 부재로서 포함될 수도 있다.

본 실시예에서, 스프링 부재(8119)는 웨이퍼(8004)와 스페이스 소자(8118) 사이에 배치된다. 전도체 부재(8114)와 베이스 섹션(8002)을 함께 유지하기 위해 압력이 가해질 때, 스프링 부재(8119)는 웨이퍼(8004)로의 전기적 콘택을 유지하도록 형성된다. 또한, 스페이스 소자(8118)는 스프링 부재(8119)를 전해질로부터 보호하고 요구된다면 스프링 부재(8119)와 전도체 부재(8114) 사이에 절연을 제공하는 시일을 형성하도록 전도체 부재(8114)와 웨이퍼(8004) 사이에 형성된다.

일반적으로 반도체 웨이퍼는 실질적으로 원형의 형태이다. 따라서, 웨이퍼 척의 다양한 부품이 실질적으로 원형을 갖도록 도시된다. 그러나, 웨이퍼 척의 다양한 부품이 특정 적용 분야 및/또는 웨이퍼의 형상에 따라 다양한 형상을 가질 수도 있음을 인식해야 한다. 예를 들어, 반도체 웨이퍼는 웨이퍼 척의 부품이 일치되게 형성된 원뿔 형상을 가질 수도 있다.

전술된 장치 및 방법에서 적절한 웨이퍼를 유지하고 웨이퍼에 전하를 인가하는 웨이퍼 척 조립체의 다른 예시적인 구성이 본원에 참조되고 2001년 6월 19일에 허여된 피가공재의 전해폴리싱 및/또는 전기 도금 중에 반도체 피가공재를 유지 및 위치시키는 방법 및 장치라는 명칭의 미국 특허 제 6,248,222호에 개시되어 있다.

도 9a는 웨이퍼의 에지 부근에서 폴리싱 속도를 감소시키는데 유용한 또다른 예시적인 전해폴리싱 장치를 도시한다. 특히, 웨이퍼 척(9002)은 전술된 바와 같이 웨이퍼(9004)의 에지 또는 에지 부근에서 오버 폴리싱의 양을 감소시킬 수도 있는 전도체 부재(9114)를 포함한다. 도 9a는 전도체 부재(9114)가 절연 링(9115)과 절연 링(9115) 내에 형성된 전도체 링(9116)을 포함한다는 것을 제외하고는 도 8a와 유사하다. 절연 링(9115)은 플라스틱, 세라믹 등과 같은 부식이 일어나지 않는 절연 재료를 포함할 수 있다. 전도체 링(9116)은 백금, 탄탈, 티탄, 스테인레스 강 등과 같은 금속 또는 합금을 포함할 수 있다. 전도체 링(9116)은 가변 저항기(9112) 등을 통해 전력 공급원(9110)에 연결될 수도 있다. 추가적으로, 스페이스 소자(9118), 예를 들어 O-링 등은 전해질이 하나 이상의 전극을 통해 전력 공급원(9110)에 연결된 웨이퍼(9004)의 부분과 접촉하는 것을 방지하기 위해 전도체 부재(9114)와 웨이퍼(9004) 사이에 위치될 수 있다. 또한, 스프링 부재 등(도시 않음)이 전하를 웨이퍼(9004)에 보다 균일하게 분포시키기 위해 포함될 수도 있다.

도 9a의 예시적인 장치는 보다 적은 양의 전도체 재료가 전도체 부재(9114)와 함께 이용되도록 허용한다. 이로 인해 장치는 보다 저가이고, 경량이며, 작동 중에 보다 적은 동력을 소모한다. 또한, 전도체 부재(8114, 도 8a, 도 8b)와 비교할 때, 전도체 부재(9115)의 보다 적은 표면적으로 인해, 웨이퍼(8004)의 에지 영역에서의 전류 밀도를 보다 잘 제어할 수 있다. 또한, 도 9a(및 도 7)의 구성은 도 7 및 도 8a 내지 도 8c의 구성과 함께 유리하게 사용될 수도 있다.

도 9b는 또다른 실시예의 전해폴리싱 장치의 확대도를 도시한다. 도 9b는 전도체 부재(9114)가 전도체 부재(9114)의 하부, 즉 웨이퍼(9004)에 대항하는 측면에 형성된 절연 부재(9121)를 포함한다. 또한, 웨이퍼 조립체는 웨이퍼(9004) 상의 금속층(9005)이 전도체 스페이스 소자(9118)를 통해 에지 부근에서 하전되도록 구성된다.

그러므로, 도 9b에서 알 수 있는 바와 같이, 전해질 유체(9080)가 웨이퍼(9004)의 에지 부근으로 향할 때 전류의 일부(I_1)는 금속층(9005)으로 흐르고 전류의 제 2 부분(I_2)은 전도체 부재(9114)로 흐른다. 전도체 부재(9114)의 하부에 형성된 절연 부재(9121)는 전류 I_2 를 감소시키고 금속층(9005)으로 흐르는 전류 I_1 을 증가시키는 작용을 한다. 그러므로 절연 부재(9121)와 전도체 부재(9114)의 상호 두께는 전류(I_1 과 I_2)를 대응되게 조절하도록 조절될 수도 있다.

IV. 웨이퍼 상의 분리된 금속층을 전해연마하는 방법

웨이퍼 상에 형성된 금속층은 전해폴리싱 프로세스 중에 분리될 수도 있다. 예를 들어, 웨이퍼의 표면 상에 하나 이상의 불연속적인 금속 영역이 존재할 수도 있다. 이러한 현상이 발생할 때 금속층의 소정 분리부는 전극이 위치되는 웨이퍼의 에지로부터 고립될 수도 있다. 이러한 경우에, 종래의 전해폴리싱 방법은 전극이 분리된 금속층을 하전시키지 않기 때문에 이러한 분리된 섹션을 효과적으로 폴리싱할 수 없다. 일 예시적인 방법에서, 금속층의 분리부 주위에 배치된 전도체 부재와 함께 웨이퍼를 충분한 회전 속도로 회전시킴으로써, 박층의 전해질 유체가 분리부 상에 형성되고 전도체 부재와 접촉하게 될 수도 있다. 박층의 전해질 유체와 전도체 링은 분리부가 전해폴리싱되게 허용한다.

도 11a 및 도 11b에 도시된 바와 같이, 금속층(11150)은 예를 들어 폴리싱 프로세스 중에 분리된다. 금속층(11150)의 분리부는 전극(도시 않음)이 전력 공급원(11110)에 연결되는 웨이퍼(11004)의 에지에 연결되거나 위치되지 않는다. 금속층(11150)의 분리부는 웨이퍼(11004)의 에지에 위치되지 않거나 금속에 의해 이들 에지에 연결되지 않기 때문에, 전류는 웨이퍼(11004)의 에지에서 분리부를 통해 전극에 연결될 수 없다. 그러므로, 웨이퍼를 폴리싱 패스에 침지시키는 것과 같은 종래의 폴리싱 방법은 일반적으로 이러한 분리부의 폴리싱에 효과적이지 못하다.

예를 들어 금속층의 금속층(11150) 분리부는 구리층이 폴리싱된 후에 반도체 소자의 트렌치되지 않은 부분 상에 남아있는 배리어층의 노출 부분을 포함할 수도 있다. 또한, 금속층(11150)의 분리부는 예를 들어 에지 영역에서의 불균일한 폴리싱 또는 오버 폴리싱의 결과일 수도 있다.

도 11b를 참조하면 웨이퍼(11004) 상의 금속층(11150)의 분리부를 전해폴리싱하기 위한 예시적인 전해폴리싱 장치가 도시된다. 시스템은 척(11002), 작동기(11000), 고정 노즐(11054), 및 전력 공급원(11110)을 포함한다. 고정 노즐(11054)이 웨이퍼(11004)에 전해질 유체(11080)의 흐름을 도포할 때, 작동기(11000)는 전해질 유체(11080)가 전술한 것처럼 웨이퍼(11004)의 표면을 가로질러 유동하고, 금속층(11150)의 분리부 상으로 연장하는 박층(11081)을 형성하도록 척(11002)을 회전시킬 수 있다. 예를 들어, 웨이퍼 척(11002)은 300mm 직경의 웨이퍼에 대해 약 100rpm 내지 약 2000rpm 범위, 바람직하게 약 1500rpm의 속도로 회전될 수 있다. 박층(11081)은 금속층(11150)의 분리부를 가로지르는 경로를 제공하여 전해질 유체(11080)의 흐름과 척(11002)의 전도체 부재(11114) 사이에 전류를 흐르게 한다. 이러한 전류로 인해 장치는 웨이퍼(11004) 상의 금속층(11150)의 고립된 분리부를 전기적으로 폴리싱할 수 있다.

추가적으로, 도 11b에 도시된 예시적인 장치는 도 1a에 도시된 조립체와 같은 대형의 전해폴리싱 조립체의 일부일 수도 있다. 예를 들어, 스플래싱, 불균일 폴리싱, 또는 전해질 유체(1038)의 폴리싱 흐름의 분열을 방지하기 위해 보호덮개(도 1)가 포함될 수도 있다. 또한, 에지 폴리싱의 감소와 관련하여 전술된 전도체 부재(11114)의 다양한 예시적인 실시예가 도 11b의 장치와 관련하여 사용될 수도 있다.

도 12는 웨이퍼(12004) 상의 금속층의 분리부를 전해폴리싱하는데 사용될 수 있는 또다른 시스템을 도시한다. 도 12는 작동기(12000)가 고정 위치에서 척(12002)을 회전시키면서 작동기(12180 및 12182)가 x-방향을 따라 노즐(12054)을 이동시킬 수 있다는 점을 제외하고는 도 11과 유사하다.

도 11b 및 도 12는 척 또는 노즐이 x-방향을 따라 이동하는 시스템을 도시하지만, 척 및 노즐이 특정 적용 분야에 따라 가변 방향으로 이동될 수 있음을 인식해야 한다.

V. 금속 농도 측정 및 종결 탐지 제어

대량 생산시 웨이퍼의 보다 일정하고 허용가능한 폴리싱 품질을 달성하는 하나의 인자는 웨이퍼를 폴리싱하는데 사용되는 전해질 유체 공급물 내의 금속의 농도를 제어하는 것이다. 전해질 유체 공급물 내의 금속 농도가 소정의 값에 도달할 때, 전해질 유체는 심지어 전류가 인가되지 않을 때에도 매우 활성일 수 있다. 이는 사후(post)-전해폴리싱 프로세스 중에 웨이퍼의 화학적 에칭 또는 부식을 야기할 수도 있다. 그러므로, 프로세스 작동 중에 전해질 유체 내의 금속 농도를 모니터링하고 실시간으로 조절하는 것이 바람직하다.

또한, 종결 탐지기 센서는 일반적으로 전해질 유체를 통해 측정하는 광학 탐지기를 이용한다. 그러므로 측정 결과는 적어도 부분적으로 전해질 유체의 광학 특성에 의존한다. 그러나 전해질 유체의 광학 특성은 전해질 유체 내에 용해된 금속의 농도 뿐만 아니라 오염 입자, 전해질 유체 내의 수소 가스 버블 형성 등과 같은 다른 인자에 의존하여 시간에 따라 변할 수도 있다. 그러므로, 전해질 유체의 광학 특성이 프로세스 작동 중에 변하기 때문에, 종결 탐지기로부터의 측정 결과는 종결 탐지 측정치의 정확도를 증가시키기 위해 조절될 수 있다.

도 10a는 전해질 유체 저장조(도 1a) 등과 같은 전해질 유체(10038)의 공급물 내의 금속 농도를 측정하는데 이용될 수도 있는 예시적인 시스템을 도시한다. 예시적인 시스템은 섬유 탐침(10102), 광섬유 센서(10104), 및 반사기(10100)를 포함한다. 섬유 탐침(10102)과 반사기(10100)는 전해질 유체(10038) 내에 침지되고, 섬유 탐침(10102)은 반사기(10100)와 관련하여 섬유 탐침(10102)으로부터 방출된 빛이 반사기(10100)에 의해 섬유 탐침(10102)으로 최대 광도를 갖고 반사되는 방식으로 위치될 수 있다. 예를 들어, 섬유 탐침(10102)은 도 10a에 도시된 바와 같이, 반사기(10100)의 표면에 수직인 방향으로 빛을 방출하도록 위치될 수 있다.

추가적으로, 반사기(10100)와 섬유 탐침(10102) 사이의 거리(H)는 전해질 유체 내의 금속 농도의 정확한 측정에 유효할 수도 있다. 따라서, 거리(H)는 금속 농도가 전해질 유체(10038)의 공급물 내에서 최대 농도를 달성할 때 광학 센서(10104)에 의해 수용되는 광도가 최대값이 되도록 선택될 수 있다. 적용 분야 및 소정의 경로 길이에 따라 다중 경로 및 다중 반사도를 갖는 경로를 포함하여 광학 센서(10104)와 반사기(10100) 사이의 다른 경로가 선택될 수도 있음을 인식해야 한다. 섬유 탐침(10102)은 전해질 유체(10038)의 일부를 가로지르는 경로를 가지면서 유체 저장조 외부에 위치될 수도 있다. 또한, 광학 센서(10104)에 의해 수용되는 광도를 탐지하도록 위치된 광학 센서가 반사기(10100)를 대체할 수도 있다.

일반적으로, 전해질의 색상은 전해질에 용해되는 금속 이온의 종류 및 농도에 의존한다. 예를 들어, 인산(H₃PO₄) 내의 구리 이온은 푸른 색을 갖는다. 추가적으로, 전해질 유체를 통과하는 빛의 강도는 전해질 유체의 색상에 따라 붕괴할 수 있다. 일반적으로, 전해질 유체 내의 금속 이온의 농도가 증가함에 따라, 광도의 붕괴는 증가한다.

도 10a에 도시된 시스템에 대해, 전해질 유체 내의 금속 농도와 광도 붕괴 사이의 관계는 시스템과 함께 사용되는 특정 금속 및 전해질 유체에 대해 다음과 같이 테이블화된다.

금속 농도(중량%)	광도 붕괴
0	Y1
0.2	Y2
0.4	Y3
0.6	Y4
0.8	Y5
1.0	Y6

상기 테이블화된 정보는 컴퓨터(10105) 내에 저장될 수 있다. 테이블화된 정보를 이용하여, 컴퓨터는 보간법, 라운딩(rounding), 또는 다른 근사법을 이용함으로써 광학 센서(10104)에 의해 탐지된 광도에 기초하여 전해질 유체 내의 금속 농도를 자동적으로 계산할 수 있다. 금속 농도(중량%)에 대해 소정의 값이 상기 테이블에 리스트되지만, 소정 값이 이용될 수 있고, 소정 수의 값들이 이용될 수 있다.

섬유 탐침(10102)에 의해 방출된 빛의 색상은 광학 센서(10104)에 의해 탐지된 측정치의 민감도를 증가시키도록 선택될 수 있다. 특히, 섬유 탐침(10102)에 의해 방출된 빛의 색상은 특정 금속 이온에 대한 민감도를 증가시키기 위해 전해질 유체 공급물 내의 금속 이온의 색상과 상이할 수 있다. 예를 들어, 인산 공급물 내의 구리 이온에 대해, 붉은 빛의 방출은 녹색 빛의 방출 보다 구리 이온 농도에 대해 보다 높은 민감도를 제공하고, 녹색 빛의 방출은 푸른 빛의 방출 보다 높은 민감도를 제공한다. 그러나, 전해질 유체 내의 금속 이온의 소정의 색상에 대해, 백색 빛이 방출될 수도 있다.

도 10a는 전해질 유체(10038) 공급물로부터 금속 이온을 제거하는데 사용될 수 있는 전술된 예시적인 시스템의 또다른 측면을 도시한다. 상기 시스템은 두 개의 전극(10028 및 10029), 및 전력 공급원(10030)을 더 포함한다. 전해질 유체(10038) 공급물 내의 금속 이온 농도가 제 1 설정값에 도달했을 때를 광학 센서(10104)가 측정할 때, 컴퓨터(10105)는 전해질 유체 공급물로부터 금속 이온을 제거하기 위해 전압을 전극(10028 및 10029)에 인가하도록 전력 공급원(10030)에 지시할 수 있다. 전압이 전극(10028 및 10029)에 인가될 때, 전해질 유체(10038) 공급물로부터의 금속 이온이 전극(10029) 상에 도금되기 시작한다. 금속 이온 농도가 제 2 설정값 이하로 떨어질 때를 광학 센서(10104)가 탐지할 때, 컴퓨터(10105)는 전해질 유체(10038) 공급물로부터 금속 이온의 제거를 정지시키기 위해 전압을 전극(10028 및 10029)에 인가하는 것을 정지시키도록 전력 공급원(10030)에 지시할 수 있다. 이러한 방식으로, 전해질 유체(10038) 공급물 내의 금속 이온의 농도는 예를 들어 전해폴리싱 프로세스 중에 제 1 및 제 2 설정값 사이로 유지될 수 있다.

전해질 유체(10038) 내의 금속 이온의 농도값은 또한 종결 탐지기(1016, 도 1a, 도 1b)를 돕는데 이용될 수도 있다. 종결 탐지기(1016)는 웨이퍼(1004) 상의 금속층 두께를 결정하는데 사용될 수도 있다. 정보는 웨이퍼(1004)의 특정 영역 상에서 전해폴리싱 프로세스를 계속 진행할지 또는 중단할지를 결정하기 위해 전해폴리싱 장치에 의해 이용될 수도 있다. 정보는 또한 적절한 폴리싱 속도를 결정하는데 사용될 수도 있다. 종결 탐지기(1016)는 초음파 센서, 광학 센서, 전자기 센서 등과 같은 다양한 센서를 포함할 수도 있다. 신호를 전송하고 측정하는 매체로서 전해질 유체(1038)를 이용하는 것은 매체 인터페이스, 예를 들어 전해질(1038)에 대한 공기가 고려될 필요가 없기 때문에 측정 정확도를 증가시킨다. 그러나 센서에 영향을 주는 전해질 유체(1038)의 특성이 변한다면, 측정치는 시간에 걸쳐 정확하지 않을 수도 있다. 그러므로, 종결 탐지기의 측정은 전해질 유체(1038)의 변화 특성을 고려함으로써 개선될 수도 있다.

도 10b는 예를 들어 종결점 탐지 측정을 조절하는데 사용될 수도 있는, 전해질 유체의 광학 특성을 모니터링하는 또다른 예시적인 시스템을 도시한다. 도 10b는 제 2 광학 센서(10204)와 광학 섬유(10202)가 포함되어 있다는 것을 제외하고는 도 10a와 유사하다. 광학 센서(10104), 광학 섬유(10102) 및 반사기(10100)는 도 10a를 참조하여 설명된 것과 유사한 방식으로 작동한다. 제 2 광학 센서(10204) 및 광학 섬유(10202)는 또한 광학 센서(10104) 및 광학 섬유(10102)와 유사하게 작동하지만, 광학 센서(10204) 및 광학 섬유(10202)는 전해질 유체의 다른 광학 특성을 측정한다. 예를 들어, 전해폴리싱 프로세스 중에, 수소 버블이 종종 전극 상에 형성된다. 버블은 전해질 유체 내에서 측정 비임의 강도를 회절시키고 감소 시킴으로써 종결 탐지기에 악영향을 줄 수도 있다. 강도의 감소는 금속 이온 농도의 측정에 영향을 줄 수도 있지만, 상이한 특성에 민감한 다중 탐지기를 이용함으로써 금속 이온 농도는 정확하게 결정될 수 있다.

버블로 인한 전해질 유체의 광학 특성을 결정하는 예에서, 섬유 탐침(10202)에 의해 방출된 빛의 색상은 광학 센서(10204)에 의해 탐지된 측정치의 민감도를 증가시키도록 선택될 수 있다. 이 경우에, 섬유 탐침(10202)에 의해 방출된 빛의 색상은 버블에 대한 민감도를 증가시키고 금속 이온에 대한 민감도를 감소시키기 위해 전해질 유체 공급물 내의 금속 이온의 색상과 동일하게 선택될 수 있다. 예를 들어, 인산 공급물 내의 구리에 대해, 푸른 빛의 방출은 백색의 방출 보다 버블에 대한 보다 높은 민감도를 제공하고 구리 이온에 대한 보다 낮은 민감도를 제공하며, 백색의 방출은 붉은 색의 방출 보다 버블에 대한 보다 높은 민감도를 제공하고 구리 이온에 대한 보다 낮은 민감도를 제공한다.

추가적으로, 섬유 탐침(10102)으로부터 붉은 빛의 강도는 전해질 유체 내의 소정 버블로 인해 감소되어 구리 이온 농도의 측정치가 정확하지 않을 것이다. 그러나, 제 2 광학 센서(10204)는 섬유 탐침(10202)의 민감도가 구리 이온 농도에 민감하지 않도록 선택되기 때문에 구리 이온 농도가 아닌 주로 버블로 인해 민감도의 감소 부분을 나타낼 것이다. 그러므로 붉은 빛의 민감도 감소는 제 2 광학 센서(10204)에 의해 결정되는 버블로 인한 부분을 고려함으로써 결정될 수도 있다. 또

한, 종결 탐지기(도 1a)는 컴퓨터(10105)로부터 전해질 유체의 광학 특성을 정정하고 웨이퍼(1004, 도 1a) 상의 금속 두께를 정확하게 측정할 수 있을 것이다. 그러므로, 제 2 광학 센서(10204)는 종결 탐지기 측정 및 금속 이온 농도 측정의 정밀도를 증가시킬 수도 있다.

소정 수의 센서가 전해질 유체의 다양한 특성을 측정하기 위해 사용될 수도 있음을 인식해야 한다. 다양한 특성, 예를 들어 광학 특성 등은 저장되어 종결 탐지기 측정치 등을 조절 또는 결정하는데 사용될 수도 있다.

VI. 노즐 구성

본 발명의 또다른 측면에 따라, 웨이퍼 상의 금속 필름을 전해폴리싱하는 예시적인 방법 및 장치는 상이한 폴리싱 속도를 갖는 다중 크기의 노즐을 이용한다. 일반적으로, 큰 노즐은 웨이퍼 상에 형성된 금속 필름, 예를 들어 구리의 보다 높은 폴리싱 속도를 허용하고 작은 노즐은 보다 낮은 폴리싱 속도를 형성한다. 그러므로 큰 노즐이 금속층의 거친 폴리싱을 위해 사용되고 그 후 작은 노즐이 전해폴리싱 프로세스를 보다 정확하게 제어하기 위해 사용된다. 그러므로 다중 노즐은 웨이퍼의 상이한 영역을 보다 정확하게 폴리싱하는데 유리하다. 그러나, 클린 룸 내의 제한된 공간 때문에, 예를 들어 다중 노즐을 갖는 장치는 바람직하게 소형이다. 그러므로 회전하는 노즐 홀더에 구성된 많은 노즐을 갖는 예시적인 장치는 좁은 공간 내에 다중 노즐의 이용을 허용한다.

도 13a, 도 13b, 도 13c, 도 13d, 및 도 13e는 다중 회전식 노즐 조립체를 포함하는 예시적인 전해폴리싱 조립체를 도시한다. 도 13a 내지 도 13e는 광학 종결 탐지기(1016) 주위에 위치한 다중 노즐을 갖는 회전식 노즐(1012)과 에디 전류 두께/종결 탐지기(1009)가 추가된 점을 제외하고는 도 1a 내지 도 1e와 유사하다. 도 1a에서 화살표로 도시된 바와 같이, 회전식 노즐(2012)은 전해질 유체(1038)의 흐름을 웨이퍼(1004)로 지향시키기 위해 다양한 크기 및/또는 형태의 노즐(1014)을 회전 및 위치시킬 수도 있다. 그러므로, 펌프(1018)는 전해질 유체(1038)를 종결 탐지기(1016)의 노즐(1010) 및 단일 노즐(1014)에 지향시키는 반면, 도 1a에서 전해질(1038)은 여기서 사용된 각각의 개별적인 노즐에 지향된다.

종결 탐지기(1009)는 웨이퍼(1004) 상에 형성된 금속 필름의 두께를 측정하도록 작동할 수도 있다. 탐지기(1009)는 전해 폴리싱 프로세스 전에, 중에 그리고 후에 금속 필름의 두께를 측정할 수도 있다. 일 예시적인 방법에서, 종결 탐지기(1009)는 예를 들어 에지 전류 종결 탐지기를 이용하여 전해폴리싱 전에 웨이퍼(1004) 전체에 걸쳐 금속 필름의 두께를 결정하는데 이용된다. 그 후 금속 필름 두께는 전류 밀도 및/또는 흐름 프로파일을 제어함으로써 웨이퍼(1004) 상의 다양한 위치에 대한 국부적인 폴리싱 속도를 제어하는데 사용될 수도 있다. 종결 탐지기(1009)와 웨이퍼(1004) 사이의 거리는 예를 들어 약 5미크론 내지 약 1000미크론 범위이다. 웨이퍼 전체에 대한 필름 두께는 종결 탐지기(1009)가 웨이퍼(1004)의 전체 표면을 스캔하도록 허용하는 동시에 웨이퍼(1004)를 회전시키고 수평 방향으로 척(1002)을 이동시킴으로써 결정될 수도 있다. 그러나, 대안적으로 종결 탐지기(1009)가 고정 웨이퍼(1004)를 스캔할 수 있음을 이해해야 한다.

회전식 노즐(2012)은 그 후 폴리싱되는 웨이퍼(1004)의 일부, 금속 필름 두께 등에 따라 소정의 노즐(1014)을 선택하도록 회전할 수도 있다. 예를 들어, 금속층이 두꺼운 영역에서 보다 큰 노즐이 이용될 수도 있고, 금속층이 얇은 영역에서 작은 노즐이 이용될 수도 있다. 신속하고 용이하게 상호교환될 수도 있는 단순하고 소형의 전해폴리싱 조립체 내에 다양한 크기와 프로파일의 많은 노즐을 포함하는 것은 폴리싱의 정확도를 향상시킨다.

도 14a를 참조하면, 예시적인 다중 회전식 노즐 홀더(2012)의 횡단면도가 도시된다. 회전식 노즐 홀더(2012)는 노즐(2014)을 유지시킨다. 구동 수단(2070)은 전해질 유체의 흐름을 지향시키도록 신규 노즐을 위치시키는 구동 조인트(2068)를 통해 회전식 노즐(2012)을 회전시킨다. o-링(2066)은 예를 들어 구동 조인트(2068)를 밀봉시킨다. 구동 수단(2070)은 스테퍼 모터, 서보모터, 유압(압축 가스 또는 액체) 구동 회전 수단 등일 수도 있다. 회전식 노즐 홀더(2012) 내의 노즐(2014)은 전류 공급 관통부(2062)를 통해 외부 전력 공급원(1040, 도 13a)에 전기적으로 연결될 수도 있는 전극(2056)을 포함한다. 회전식 노즐 홀더(2012)는 o-링(2072) 및 볼트(2074)에 의해 챔버(1008)와 밀봉되는 플레이트(2084) 상에 놓인다.

노즐 홀더(2012)는 PVC, PVD, TEFLON, 폴리프로필렌 등과 같은 플라스틱으로 제조되거나 일반적으로 절연체이고 부식되지 않는 재료로 코팅될 수도 있다. 노즐(2014)은 탄탈, 티탄, 백금, 스테인레스 강 등으로 제조될 수도 있다.

도 14c는 도 14a의 장치를 이용하여 웨이퍼(1002)로부터 금속 필름을 전해폴리싱하는 예시적인 프로세스를 도시한다. 블록 1에서 웨이퍼(1004)가 전술한 것처럼 회전될 때 예를 들어 x-방향으로 이동하는 종결 탐지기(1009)에 의해 금속 필름 두께 프로파일이 결정된다. 블록 2에서, 금속 필름은 큰 노즐(2014)을 이용하여 높은 폴리싱 속도로 초기에 폴리싱될 수 있다. 높은 폴리싱 속도 후에 노즐 홀더(2012)는 블록 3에서 작은 노즐(2014)을 이용하여 보다 낮은 폴리싱 속도로 회전될 수도 있다. 블록 1 및/또는 블록 2에서 초기 폴리싱 후에 잔류하는 금속 두께 프로파일은 종결 탐지기(1009), 예를 들어 에디 전류 종결 탐지기, 광학 종결 탐지기 등을 이용하여 블록 4에서 결정될 수도 있다. 블록 4에서 결정된 잔류 금속 두께 프로파일에 기초하여, 폴리싱 전류는 두꺼운 필름 위치를 보다 큰 속도로 폴리싱하고, 얇은 필름 위치를 낮은 속도로 폴리싱하고, 그리고 0의 필름 두께 위치에서 폴리싱을 정지시키도록 블록 5에서 조절 또는 조정될 수도 있다. 폴리싱 전류는 예를 들어 상이한 노즐의 이용(2014) 및/또는 전력 공급원에 의해 공급되는 전하의 변경에 의해 조정될 수도 있다. 블록 6에서, 두께 프로파일의 측정이 반복되고, 즉 블록 4가 반복된다. 금속층의 두께가 예비 설정값에 도달하면 폴리싱 프로세스는 정지될 수도 있다. 그러나, 금속의 두께가 예비 설정값에 도달하지 않으면, 블록 5는 소정 두께가 달성될 때까지 반복될 수도 있다.

도 14c를 참조하여 설명된 프로세스에 수많은 수정 및 변형예가 가능함을 인식해야 한다. 또한, 수많은 다른 프로세스가 도 14a의 예시적인 장치와 함께 이용될 수도 있다.

도 14b를 참조하면, 또다른 예시적인 다중 회전식 노즐 조립체가 도시된다. 도 14b에 도시된 회전식 노즐 조립체는 구동 조인트(2068)가 자기결합된 조인트(2078 및 2082)로 대체되었다는 것을 제외하고는 도 14a와 유사하다. 자기결합된 조인트(2078 및 2082)의 이용 장점은 구동 조인트(2078)가 노즐 홀더(2012)에 직접 연결되지 않고 도 14a의 o-링(2066)이 생략될 수도 있다는 것이다. 이는 전해질 유체(1038)가 구동 조인트(2068)로 누설될 수 있는 경우를 감소시킨다. 그러므로 구동 조인트(2068)를 회전식 노즐(2012)에 결합시키는 다양한 방법이 가능함을 인식해야 한다.

도 15를 참조하면, 예시적인 선형 이동 가능한 다중 노즐 조립체가 도시된다. 선형 이동 가능 다중 노즐 조립체는 노즐이 회전 이동과 반대로 선형 이동한다는 점을 제외하고는 도 13a 내지 도 13e의 회전식 노즐(2012)과 유사하게 작동한다. 선형 이동 가능한 다중 노즐 조립체는 전극(3056, 3220, 및 3224)을 각각 포함하는 노즐(3054, 3222, 및 3226)을 포함한다. 세 개의 노즐(3054, 3222, 및 3226)은 상이한 프로파일, 예를 들어 상이한 직경을 갖도록 구성될 수도 있어서, 상이한 폴리싱 속도를 제공할 수도 있다.

노즐(3054, 3222, 및 3226)은 노즐 홀더(3180) 및 이동 가이드(3182)를 통해 수평 방향, 즉 x-방향으로 이동 가능하다. 전극(3056, 3220, 및 3224)은 또한 전기적 관통부(도시 않음)를 통해 전력 공급원(3110)과 연결된다. 전해질 유체(3080)는 노즐 홀더(3180)를 통해 노즐(3054, 3222, 및 3226)에 공급된다. 도 14c를 참조하여 설명된 바와 같이, 상이한 크기의 노즐(3054, 3222, 및 3226)이 웨이퍼(1004) 상에 배치된 금속 필름을 제거하기 위한 전해폴리싱 프로세스 중에 상호교환적으로 이용될 수도 있다. 일반적으로, 금속 필름이 두꺼울 때 큰 노즐이 금속 필름을 보다 큰 폴리싱 속도에서 폴리싱하기 위해 사용되고, 금속 필름이 얇거나, 작은 양의 금속이 제거되는 것이 바람직한 경우 작은 노즐이 금속 필름을 보다 낮은 폴리싱 속도에서 폴리싱하기 위해 사용될 수도 있다.

도 16a 내지 도 16e는 다중 회전식 노즐 조립체를 포함하는 예시적인 전해폴리싱 조립체를 도시한다. 도 16a 내지 도 16e는 회전식 노즐(4012 및 4014)을 상부에 장착한 선형 이동 가능한 베이스(4180) 및 이동 가이드(4182)를 추가한 것을 제외하고는 도 13a 내지 도 13e와 유사하다.

특히, 회전식 다중 노즐(4014), 광학 중결 탐지기(4016), 및 에디 전류 두께/중결 탐지기(4060)가 선형 이동 가능한 베이스(4180) 상에 장착된다. 선형 이동 가능한 베이스 부재는 이동 가이드(4182)를 따라 수평 방향, 즉 x-방향으로 이동될 수도 있다. 상기 조립체로 인해 다중 노즐이 소형 공간 내에 포함될 수 있다.

다중 노즐(4014)의 구조와 작동은 도 14a 및 도 14b에 도시된 것과 유사하지만, 회전 구동 수단, 구동 조인트, 전류 공급 관통부, 및 전해질 공급 관통부와 같은 구조는 설명의 목적을 위해 생략되었다.

VII. 노즐 자체-세정 프로세스

본 발명의 또다른 측면에 따라, 전해폴리싱 노즐을 자체-세정하는 예시적인 프로세스가 설명된다. 일반적인 전해폴리싱 프로세스 중에 전해질 유체 내에 용해된 금속은 노즐 전극 상에 도금될 수도 있다. 도금된 금속은 노즐의 개구를 제한 또는 변형시킴으로써 전해질 유체의 형태 및/또는 방향을 변경시킨다. 흐름 형태의 변화는 흐름의 전류 밀도를 변경시키고 결국 전해폴리싱 장치의 폴리싱 속도를 변경시킨다. 노즐은 금속 이온이 전해질 용액 내로 다시 용해되도록 노즐에 역 전압을 인가함으로써 디플레이트 또는 세정될 수도 있다. 예를 들어, 금속은 또다른 노즐, 희생 재료 등에 도금될 수도 있다.

도 1a 내지 도 1e를 다시 참조하면, 웨이퍼(1004)로부터 폴리싱되는 금속층의 금속은 전해질 유체(1038) 내에 용해되어 용해된 금속의 일부가 노즐 전극(1056 및/또는 1060) 상에 도금된다. 노즐 전극(1056 및/또는 1060)으로부터 금속을 제거하기 위해, 역 전압이 노즐 전극(1056 및/또는 1060)에 인가될 수 있다. DC 또는 AC 전력 공급원이 역 전압을 인가하기 위해 사용될 수 있다. 일 예시적인 프로세스에서, 역 전압은 금속 축적물을 전해질 유체 내에 용해시키기 위해 인가된다. 또다른 예시적인 프로세스에서, 역 전압은 금속 축적물을 처리가능한 웨이퍼 상에 도금시키기 위해 인가된다. 또다른 실시 예에서, 역 전압은 금속 축적물을 블록 상에 도금시키기 위해 인가된다.

A. DC 전력 공급원을 이용하여 금속 축적물을 전해질 유체 내에 용해

도 1a를 참조하면, 노즐(1012) 상의 금속 축적물은 DC 전력 공급원을 이용하여 폴리싱되고 전해질 유체(1038) 내로 용해될 수 있다. 보다 구체적으로, 선 C는 선 b에 연결되고 선 B는 선 a에 연결되어, 노즐 전극(1056, 도 1b 내지 도 1e)이 양극으로 작용하고 노즐 전극(1060)이 음극으로 작용한다. 전해질 유체(1038)는 노즐(1012) 상의 금속 축적물이 노즐(1012)로부터 제거되고 전해질 유체(1038) 내에 용해되도록 허용하는 전극(1056 및 1060) 사이의 전기 회로를 형성하기 위해 노즐(1012 및 1014)을 통해 공급될 수 있다. 전해질 유체(1038) 내에 용해된 금속의 일부는 노즐(1014) 상에 도금될 수도 있다.

상기 프로세스가 단지 하나의 노즐로부터 금속을 이동시켜 다른 노즐에 금속을 도금시키는 것 같지만, 노즐(1012)로부터 제거된 금속의 대부분은 전해질 유체(1038) 내에 용해된다. 예시적인 전해폴리싱 프로세스에 대한 전해질 유체(1038) 내의 금속 농도는 일반적으로 낮고, 예를 들어 3 중량% 이하이어서, 전해폴리싱은 전해질 용액(1038)의 화학물에 의해서가 아니라 전극(1012 및 1014)을 전기적으로 하전시킴으로써 구동된다. 그러므로, 노즐(1012)로부터 폴리싱된 금속의 양은 노즐(1014)에 도금된 금속의 양보다 많다. 예를 들어, 노즐(1014)에 도금된 하나의 금속 이온에 대해 10개의 금속 이온이 노즐(1012)로부터 제거되어 대부분의 금속 이온이 전해질 유체(1038) 내에 용해될 수도 있다.

도 1a를 계속 참조하면, 상기 프로세스는 노즐(1014) 상의 금속 축적물이 DC 전력 공급원을 이용하여 폴리싱되고 전해질 유체(1038) 내에 용해되도록 역전될 수 있다. 보다 구체적으로, 선 B는 선 b에 연결되고 선 C는 선 a에 연결되어, 노즐 전극(1060, 도 1b 내지 도 1e)이 양극으로 작용하고 노즐 전극(1056)이 음극으로 작용한다. 전해질 유체(1038)는 노즐(1014) 상의 금속 축적물이 노즐(1014)로부터 제거되고 전해질 유체(1038) 내로 용해되도록 허용하는 전기 회로를 형성하기 위해 노즐(1012 및 1014)을 통해 공급될 수 있다. 다시, 전해질 유체(1038) 내에 용해된 금속의 일부는 노즐(1012) 상에 도금될 수 있다.

상기 프로세스를 반복함으로써, 즉 상기 장치에 사용되는 각각의 노즐에 대한 전압을 역전시킴으로써, 노즐이 세정될 수 있다. 일 예시적인 프로세스에서, 노즐은 디플레이팅 노즐(1014) 및 도금 노즐(1012)을 수반하여, 제 1 디플레이팅 노즐(1012) 및 도금 노즐(1014)에 의해 연속적인 웨이퍼를 전해폴리싱함으로써 신속하게 세정된다. 두 노즐은 전술한 것처럼 대부분의 금속이 대향 노즐에 도금되는 대신 전해질 유체(1038) 내에 용해되기 때문에 효과적으로 세정된다.

도 2 및 도 3은 세정 프로세스 중에 노즐(1012 및 1014)의 두 예시적인 구조를 도시한다. 노즐(1012 및 1014)은 서로 인접하게 위치되고 전해질은 노즐(1012 및 1014)을 통해 유동하도록 허용되어 그 사이에 전해질 유체의 경로 또는 필름을 형성한다. 도 3에 도시된 것처럼, 노즐(1012 및 1014)이 보다 더 가깝게 위치될 때, 노즐(1012 및 1014) 사이로 흐르는 전해질 유체(1038)의 두 필름 또는 두 경로는 단일 경로를 형성하도록 결합될 수 있다. 단일 경로는 전기 회로의 길이를 감소시켜, 금속 축적물 제거 프로세스의 효율을 증가시킨다. 물론 상기 예시적인 프로세스가 둘 이상의 노즐과 함께 채용될 수도 있음을 인식해야 한다.

B. DC 전력 공급원을 이용하여 웨이퍼 상에 금속 축적물을 도금

도 1a를 참조하면, 노즐(1012) 상의 금속 축적물은 또다른 예시적인 프로세스에 따라 DC 전력 공급원을 이용하여 폴리싱되고 웨이퍼(1004) 상에 도금된다. 보다 구체적으로, 선 A는 선 b에 연결되고 선 B는 선 a에 연결되어, 웨이퍼(1004)는 음극으로 작용하고 노즐 전극(1056, 도 1b 내지 도 1e)은 양극으로 작용한다. 전해질 유체(1038)는 노즐(1012) 상의 금속 축적물이 웨이퍼(1004) 상에 도금되도록 허용하는 전기 회로를 형성하기 위해 노즐(1012)을 통해 웨이퍼(1004)에 공급될 수 있다. 웨이퍼(1004)는 노즐(1012) 상의 금속 축적물이 제거된 후에 폐기될 수 있다.

유사하게, 도 1a를 참조하면 노즐(1014) 상의 금속 축적물은 DC 전력 공급원을 이용하여 폴리싱되고 웨이퍼(1004) 상에 도금될 수 있다. 보다 구체적으로, 선 A는 선 b에 연결되고 선 C는 선 a에 연결되어, 웨이퍼(1004)는 음극으로 작용하고 노즐 전극(1060, 도 1b 내지 도 1e)은 양극으로 작용한다. 전해질 유체(1038)는 노즐(1014) 상의 금속 축적물이 웨이퍼(1004) 상에 도금되도록 허용하는 전기 회로를 형성하기 위해 노즐(1014)을 통해 웨이퍼(1004)에 공급될 수 있다. 전해폴리싱 프로세스에서 노즐(1012), 또는 다른 노즐은 노즐(1014)과 병렬로 또는 직렬로 세정될 수도 있다. 웨이퍼(1004)는 노즐(1014) 상의 금속 축적물이 제거된 후에 폐기될 수 있다.

C. DC 전력 공급원을 이용하여 블록 상에 금속 축적물을 도금

도 4를 참조하면, 노즐(1012) 상의 금속 축적물(1057)은 또다른 예시적인 프로세스에 따라 DC 전력 공급원을 이용하여 폴리싱되고 블록(1082) 상에 도금될 수 있다. 보다 구체적으로, 선 B는 선 a에 연결되고 선 D는 선 a에 연결되어, 블록(1082)이 음극으로 작용하고 노즐 전극(1056)이 양극으로 작용한다. 전해질 유체(1038, 도 1)는 노즐(1012) 상의 금속 축적물이 블록(1082) 상에 도금되도록 허용하는 전해질 유체(1038)를 통한 전기 회로를 형성하기 위해 노즐(1012)을 통해 공급되고 블록(1082)과 접촉하도록 허용될 수 있다. 블록(1082)은 노즐(1012) 상의 금속 축적물이 제거된 후에, 또는 편리할 때 폐기될 수 있다.

유사하게, 도 4를 참조하면, 노즐(1014) 상의 금속 축적물(1057)은 DC 전력 공급원을 이용하여 폴리싱되고 블록(1082) 상에 도금될 수 있다. 보다 구체적으로, 선 C는 선 a에 연결되고 선 D는 선 b에 연결되어, 블록(1082)이 음극으로 작용하고 노즐 전극(1060)이 양극으로 작용한다. 전해질 유체(1038, 도 1)는 노즐(1014) 상의 금속 축적물이 블록(1082) 상에 도금되도록 허용할 수 있는 전기 회로를 형성하기 위해 노즐(1014)을 통해 공급되고 블록(1082)과 접촉하도록 허용될 수 있다. 블록(1082)은 노즐(1014) 상의 금속 축적물이 제거된 후에, 또는 편리할 때 폐기될 수 있다. 또한, 전극(1056 및 1060)은 직렬로 또는 병렬로 세정될 수도 있다.

D. AC 전력 공급원을 이용하여 금속 축적물을 제거

또다른 예시적인 노즐 세정 프로세스에서, DC 전력 공급원 대신에 AC 전력 공급원이 노즐(1012 및 1014)로부터 금속 축적물을 제거하기 위해 상기 구조와 함께 이용될 수도 있다. 특히, AC 전력 공급원은 금속 축적물을 전해질 유체 내에 용해시키고, 금속 축적물을 폐기되는 웨이퍼 상에 도금시키고, 또는 금속 축적물을 블록 또는 다른 희생 재료 상에 도금시키는 데 이용된다.

AC 전력 공급원을 이용한 노즐로부터 금속 축적물의 제거는 전해질 유체 내의 금속 농도가 감소할 때 보다 효과적이다. 따라서, 금속 농도는 일반적으로 약 0.1 중량% 내지 약 5 중량% 범위, 바람직하게 제거 프로세스 중에 약 0.5 중량% 이하일 수 있다.

VIII. 노즐 형태

전술된 소정의 예시적인 실시예에서, 다양한 형태의 노즐이 유리하게 사용될 수도 있다. 상이한 형태의 노즐, 예를 들어 상이한 크기, 프로파일, 횡단면 형태 등은 상이한 폴리싱 특성을 제공하고 특정 적용 분야에 따라 유리하게 사용될 수도 있다. 예를 들어, 도 1b에서 알 수 있는 바와 같이, 예시적인 전해폴리싱 장치는 웨이퍼(1004)의 상이한 섹션을 전해폴리싱하기 위해 사용될 수도 있는 두 개의 상이한 크기의 노즐(1012 및 1014)을 포함할 수도 있다.

추가적으로, 도 5a 내지 도 5h는 다양한 형태와 구조를 갖는 다양한 예시적인 노즐을 도시한다. 노즐의 형태, 예를 들어 채널 및 말단부는 노즐로부터 흐르는 전해질 유체의 프로파일, 전해질 유체의 흐름 내의 전류 밀도 등을 변경시킬 수 있다. 도 5a 내지 도 5e는 절연체(5054)와 전극(5056)을 포함하는 다양한 노즐 구조 및 형태를 도시한다. 도 5f 내지 도 5h는 절연체가 없는 노즐을 도시한다. 곡선의 전극(5056)은 전극의 날카로운 지점에서의 전기적 피크를 방지시켜, 전해질 유체의 흐름에 보다 균일한 전류 밀도의 형성을 돕는다. 도 5h는 전극의 표면적을 증가시키고 보다 균일한 전류 밀도를 형성하기 위해 전극(5056)과 노즐의 중심 주위에 위치한 로드(5058)를 포함하는 노즐을 도시한다.

전술한 각각의 노즐에 대해, 전극(5056)은 탄탈, 티탄, 스테인레스 강 등과 같은 금속 또는 합금을 포함할 수 있다. 추가적으로, 절연체(5054)는 PVC, PVD, 테플론 등과 같은 플라스틱, 또는 Al₂O₃, ZrO₂, SiO₂, 등과 같은 세라믹을 포함할 수 있다. 따라서, 금속 및 합금이 일반적으로 플라스틱 및 세라믹 보다 다양한 형태로 형성하기 용이하기 때문에, 곡선 또는 테이퍼형을 갖는 전극과 직선 형태를 갖는 절연체를 갖는 노즐은 다른 형태 보다 제조 비용이 저렴할 수 있다. 더욱이, 도 5f, 도 5g, 및 도 5h에 도시된 것과 같이, 단지 하나의 전극(506)을 갖는 노즐은 단순한 형태와 보다 큰 표면적을 가질 수 있다.

추가적으로, 도 5h에 도시된 노즐은 전극(5056)의 일부로서 로드(5058)를 포함하며, 이는 전극에 보다 큰 표면적을 제공하고 노즐로부터 흐르는 전해질 유체(1038, 도 1a)를 가로질러 보다 균일하게 전위를 분포시킬 수도 있다. 보다 균일하게 분포된 전위는 웨이퍼(1004)의 보다 균일한 전해폴리싱을 야기한다.

도 6a 및 도 6b는 절연체(6054), 전극(6056), 및 전도성 내부 구조물(6086)을 갖는 또다른 예시적인 노즐을 도시한다. 내부 구조물(6086)은 탄탈, 티탄, 스테인레스 강 등과 같은 금속 또는 합금을 포함한다. 추가적으로, 내부 구조물(6086)은 전극의 표면적을 증가시키고, 노즐(6056)을 가로질러 전위를 보다 균일하게 분포시킬 수 있는 다중 채널을 포함한다. 채널의 크기는 노즐의 직경 및 특정 적용 분야에 따라, 약 0.1mm 내지 약 10mm 범위일 수 있다. 바람직하게, 각각의 노즐의 크기는 노즐 직경의 약 1/10일 수 있다.

채널은 도 6b 내지 도 6i에 도시된 바와 같이 다양한 횡단면 형태로 형성될 수 있다. 예를 들어, 채널은 정사각형, 삼유형, 직선 슬롯형, 금속 로드형, 웨이브 슬롯형, 직사각형, 벌집형(honeycomb) 등일 수 있다. 게다가, 특별한 횡단면 형태가 도 6b 내지 도 6i에 도시되지만, 채널은 삼각형, 다각형, 타원형 등과 같은 소정의 횡단면 형태로 형성될 수 있다.

전술한 설명은 예시적인 실시예를 설명하기 위한 것이지 본 발명의 범위를 제한하고자 하는 것은 아니다. 수많은 수정예 및 변형예가 본 발명의 범위로부터 벗어남이 없이 가능하다는 것은 당업자에게 명백하다. 예를 들어, 상이한 예시적인 전해폴리싱 장치, 예를 들어 보호덮개, 전도체 부재, 다양한 노즐, 종결 탐지기, 등은 단일 조립체에 함께 이용되거나 종래의 전해폴리싱 장치를 향상시키기 위해 별도로 이용될 수도 있다. 따라서, 본 발명은 상세한 설명에 의해 제한되어서는 안 되고 청구범위에 의해 한정된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

웨이퍼의 전해폴리싱 장치로서,
 상기 웨이퍼를 유지시키는 웨이퍼 척,
 상기 웨이퍼 척을 회전시키는 작동기,
 상기 웨이퍼를 전해폴리싱하도록 구성된 노즐, 및
 상기 웨이퍼의 에지 주위에 위치된 보호덮개를 포함하는,
 웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,
 상기 작동기는 상기 웨이퍼 상에 입사되는 전해질 유체 흐름이 상기 웨이퍼의 에지를 향해 흐르도록 충분한 회전 속도로 상기 웨이퍼 척을 회전시키도록 구성되는,
 웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,
 상기 전해질 유체는 상기 웨이퍼의 에지를 지나 흐르고 상기 보호덮개로 입사되는,
 웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 4.

제 2 항에 있어서,
 상기 웨이퍼는 아래를 향하도록 지향되고 상기 웨이퍼로 입사되는 전해질 유체의 흐름은 상기 웨이퍼의 표면으로부터 멀어지기 전에 상기 웨이퍼의 에지로 흐르는,

웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 작동기는 전해폴리싱되는 웨이퍼의 부분에 따라 상기 척의 회전을 변경시키도록 구성되는,

웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 작동기는 상기 웨이퍼의 전해폴리싱 부분이 중심에 가까울 때 상기 척을 보다 큰 속도로 회전시키도록 구성되는,

웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 웨이퍼 척은 상기 노즐과 관련되어 이동하도록 구성되는,

웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 8.

제 7 항에 있어서,

상기 보호덮개는 상기 노즐과 관련하여 상기 웨이퍼 척과 함께 이동하도록 구성되는,

웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 9.

제 7 항에 있어서,

상기 보호덮개와 상기 웨이퍼 척은 상기 노즐과 관련하여 함께 이동하도록 기계적으로 연결되는,

웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 10.

제 1 항에 있어서,

상기 노즐은 상기 웨이퍼 척과 관련하여 이동하도록 구성되는,

웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 11.

제 1 항에 있어서,
상기 보호덮개는 상기 척의 에지로부터 약 1mm 내지 약 10mm 범위에 위치되는,
웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 12.

제 1 항에 있어서,
상기 보호덮개는 상기 척의 에지로부터 약 5mm에 위치되는,
웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 13.

제 1 항에 있어서,
상기 보호덮개의 측벽은 L 형태의 횡단면을 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 14.

제 1 항에 있어서,
상기 보호덮개의 측벽이 테이퍼진,
웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 15.

제 1 항에 있어서,
상기 보호덮개의 측벽이 상기 척 위로 또는 아래로 연장하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 16.

제 1 항에 있어서,
상기 보호덮개가 플라스틱 또는 세라믹 재료를 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 17.

제 1 항에 있어서,
상기 보호덮개가 내부식성 금속 또는 합금을 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 18.

제 1 항에 있어서,
상기 보호덮개가 전해질 유체에 저항하는 재료로 코팅되는,
웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 19.

반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법으로서,
상기 웨이퍼를 전해질 유체의 흐름으로 전해폴리싱하는 단계,
상기 웨이퍼로 입사되는 상기 전해질 유체가 상기 웨이퍼 표면 전체를 가로질러 상기 웨이퍼의 에지를 향해 흐르도록 상기 웨이퍼를 회전시키는 단계, 및
상기 웨이퍼의 에지에 인접하게 보호덮개를 위치시키는 단계를 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 20.

제 19 항에 있어서,
상기 웨이퍼로 입사되는 전해질 유체가 상기 웨이퍼의 표면을 떠나지 않고 상기 웨이퍼의 에지로 흐르도록 상기 웨이퍼가 충분한 회전 속도로 회전되는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 21.

제 19 항에 있어서,
상기 전해질 유체는 상기 웨이퍼의 에지를 지나 흐르고 상기 보호덮개로 입사되는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 22.

제 19 항에 있어서,
전해폴리싱되는 웨이퍼의 부분에 따라 상기 척의 회전을 변경시키는 단계를 더 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 23.

제 22 항에 있어서,
상기 웨이퍼의 전해폴리싱 부분이 중심에 가까울 때 상기 웨이퍼가 보다 큰 속도로 회전되는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 24.

제 19 항에 있어서,
상기 웨이퍼를 상기 노즐과 관련하여 이동시키는 단계를 더 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 25.

제 19 항에 있어서,
상기 보호덮개를 상기 노즐과 관련하여 이동시키는 단계를 더 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 26.

제 19 항에 있어서,
상기 노즐과 관련하여 상기 보호덮개와 상기 웨이퍼를 함께 이동시키는 단계를 더 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 27.

제 19 항에 있어서,
상기 노즐을 상기 웨이퍼와 관련하여 이동시키는 단계를 더 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 28.

웨이퍼 유지 장치로서,
웨이퍼를 지지하고 상기 웨이퍼의 일 측면을 전해질 유체의 흐름에 노출시키는 본체,
상기 웨이퍼에 전하를 인가하도록 구성된 제 1 전도체 부재, 및
상기 전해질 유체의 흐름에 노출되도록 구성된 제 2 전도체 부재를 포함하는,
웨이퍼 유지 장치.

청구항 29.

제 28 항에 있어서,
상기 제 1 전도체 부재는 상기 전해질 유체의 흐름으로부터 고립되도록 구성되는,
웨이퍼 유지 장치.

청구항 30.

제 28 항에 있어서,
상기 제 2 전도체 부재에 전하가 인가되는,
웨이퍼 유지 장치.

청구항 31.

제 28 항에 있어서,
상기 제 2 전도체 부재에 인가되는 상기 전하는 상기 웨이퍼에 인가되는 전도성 전하와 다른,
웨이퍼 유지 장치.

청구항 32.

제 28 항에 있어서,
상기 제 2 전도체 부재는 링인,
웨이퍼 유지 장치.

청구항 33.

제 28 항에 있어서,
상기 제 2 전도체 부재는 상기 웨이퍼의 주변 부근에 위치되는,
웨이퍼 유지 장치.

청구항 34.

제 28 항에 있어서,
상기 제 2 전도체 부재는 금속을 포함하는,
웨이퍼 유지 장치.

청구항 35.

제 28 항에 있어서,
상기 제 2 전도체 부재는 상기 웨이퍼와 접촉하는,
웨이퍼 유지 장치.

청구항 36.

제 28 항에 있어서,
상기 웨이퍼와 상기 제 2 전도체 부재 사이에 절연 부재가 위치되는,

웨이퍼 유지 장치.

청구항 37.

제 36 항에 있어서,

상기 절연 부재는 상기 전도체 부재와 상기 웨이퍼 사이에 밀봉부를 형성하는,

웨이퍼 유지 장치.

청구항 38.

제 36 항에 있어서,

상기 절연 부재는 o-링을 포함하는,

웨이퍼 유지 장치.

청구항 39.

제 36 항에 있어서,

상기 절연 부재는 합성 고무를 포함하는,

웨이퍼 유지 장치.

청구항 40.

제 28 항에 있어서,

상기 제 1 전도체 부재는 스프링 부재를 포함하는,

웨이퍼 유지 장치.

청구항 41.

제 40 항에 있어서,

상기 스프링 부재는 상기 웨이퍼의 외주변과 접촉하도록 구성되는,

웨이퍼 유지 장치.

청구항 42.

제 40 항에 있어서,

상기 스프링 부재는 스프링을 포함하는,

웨이퍼 유지 장치.

청구항 43.

제 40 항에 있어서,

상기 스프링 부재는 상기 웨이퍼의 외주변 주위에 배열된 다수의 코일 스프링을 포함하는,
웨이퍼 유지 장치.

청구항 44.

제 40 항에 있어서,

상기 스프링 부재와 상기 제 2 전도체 부재 사이에 제 2 절연 부재가 삽입되는,
웨이퍼 유지 장치.

청구항 45.

제 28 항에 있어서,

상기 제 1 전도체 부재에 의해 인가된 전하와 상기 제 2 전도체 부재에 의해 인가된 전하 중 하나가 서로에 대해 변할 수도 있는,
웨이퍼 유지 장치.

청구항 46.

제 28 항에 있어서,

상기 전하를 인가하도록 구성된 DC 전력 공급원을 더 포함하는,
웨이퍼 유지 장치.

청구항 47.

제 28 항에 있어서,

상기 전하를 인가하도록 구성된 AC 전력 공급원을 더 포함하는,
웨이퍼 유지 장치.

청구항 48.

제 28 항에 있어서,

상기 제 2 전도체 부재가 절연 부재 내에 위치되는,
웨이퍼 유지 장치.

청구항 49.

제 48 항에 있어서,

상기 절연 부재는 링인,

웨이퍼 유지 장치.

청구항 50.

제 28 항에 있어서,

상기 웨이퍼에 인가되는 전하 또는 상기 제 2 전도체 부재에 인가되는 전하를 변경시키는 하나 이상의 저항기를 더 포함하는,

웨이퍼 유지 장치.

청구항 51.

제 28 항에 있어서,

상기 제 2 전도체 부재는 절연 코팅층을 갖는,

웨이퍼 유지 장치.

청구항 52.

제 28 항에 있어서,

제 2 절연 부재가 상기 웨이퍼에 대향해서 상기 제 2 전도체 부재의 일 측면 상에 위치되는,

웨이퍼 유지 장치.

청구항 53.

전해폴리싱 프로세스 중 반도체 웨이퍼의 유지 방법으로서,

상기 웨이퍼의 표면을 전해질 유체의 흐름 내에 위치시키는 단계,

제 1 전도체 부재로 상기 웨이퍼에 전하를 인가시키는 단계, 및

전하를 제 2 전도체 부재에 인가시키는 단계를 포함하며,

상기 제 2 전도체 부재는 상기 웨이퍼 표면 상의 상기 전해질 유체로부터 전류를 흡수하도록 구성되는,

반도체 웨이퍼의 유지 방법.

청구항 54.

제 53 항에 있어서,

상기 제 2 전도체 부재는 폴리싱 속도를 감소시키기 위해 상기 웨이퍼의 에지 부근에서 전류를 흡수하는,

반도체 웨이퍼의 유지 방법.

청구항 55.

제 53 항에 있어서,

상기 전해질 유체가 상기 웨이퍼의 에지를 향해 흐르도록 상기 웨이퍼가 회전되는,
반도체 웨이퍼의 유지 방법.

청구항 56.

제 53 항에 있어서,
상기 제 2 전도체 부재는 상기 웨이퍼의 에지 부근에 위치되는,
반도체 웨이퍼의 유지 방법.

청구항 57.

제 53 항에 있어서,
상기 제 2 전도체 부재는 금속 링인,
반도체 웨이퍼의 유지 방법.

청구항 58.

제 53 항에 있어서,
상기 웨이퍼와 상기 제 2 전도체 부재 사이에 위치되는 절연 부재를 더 포함하는,
반도체 웨이퍼의 유지 방법.

청구항 59.

제 53 항에 있어서,
상기 전도체 부재는 상기 웨이퍼에 인접하게 위치되는,
반도체 웨이퍼의 유지 방법.

청구항 60.

제 53 항에 있어서,
상기 웨이퍼에 인가되는 전하와 상기 제 2 전도체 부재에 인가되는 전하 중 하나를 서로에 대해 조절하는 단계를 더 포함하는,
반도체 웨이퍼의 유지 방법.

청구항 61.

제 53 항에 있어서,
상기 전하는 DC 전력 공급원에 의해 인가되는,
반도체 웨이퍼의 유지 방법.

청구항 62.

제 53 항에 있어서,
상기 전하는 AC 전력 공급원에 의해 인가되는,
반도체 웨이퍼의 유지 방법.

청구항 63.

제 53 항에 있어서,
상기 제 2 전도체 부재는 절연 부재 내에 위치되는,
반도체 웨이퍼의 유지 방법.

청구항 64.

제 53 항에 있어서,
상기 절연 부재는 링인,
반도체 웨이퍼의 유지 방법.

청구항 65.

웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치로서,
상기 금속층을 전해폴리싱하도록 구성된 노즐,
상기 노즐에 인접하게 배치된 종결 탐지기,
전해질 유체를 함유하고 상기 노즐에 연결된 저장조,
상기 저장조 내에 배치된 유체 탐지기를 포함하며,
상기 유체 탐지기는 상기 유체의 특성을 측정하고, 상기 종결 탐지기는 상기 유체의 측정된 특성을 고려하여 웨이퍼 특성을 측정하도록 구성되는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 66.

제 65 항에 있어서,
상기 웨이퍼의 측정된 특성이 목표값에 도달할 때 상기 전해폴리싱 프로세스를 종결하도록 구성되는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 67.

제 65 항에 있어서,

상기 노즐과 상기 종결 탐지기는 상기 웨이퍼의 별도 부분을 전해폴리싱하기 위해 함께 이동되도록 구성되는, 웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 68.

제 65 항에 있어서,
상기 노즐은 고정 노즐로서 구성되고 상기 웨이퍼는 상기 노즐에 대해 이동되는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 69.

제 65 항에 있어서,
상기 웨이퍼를 회전시키도록 구성된 웨이퍼 척을 더 포함하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 70.

제 65 항에 있어서,
상기 유체 탐지기는 상기 유체 내의 금속 이온 농도를 측정하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 71.

제 70 항에 있어서,
상기 금속 이온 농도가 예비 설정값에 도달하면 상기 전해질 유체로부터 금속 이온을 제거하도록 구성되고 상기 전해질 유체 내에 침지된 전극을 더 포함하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 72.

제 71 항에 있어서,
상기 금속 이온 농도가 제 2 예비 설정값에 도달하면 상기 전극이 상기 전해질 유체로부터 금속 이온의 제거를 정지시키도록 구성되는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 73.

제 65 항에 있어서,
상기 유체 탐지기는 광학 탐지기를 포함하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 74.

제 73 항에 있어서,
상기 광학 탐지기는 붉은 빛을 포함하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 75.

제 73 항에 있어서,
상기 광학 탐지기는 백색 빛을 포함하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 76.

제 73 항에 있어서,
반사기를 더 포함하며,
상기 광학 탐지기는 빛을 반사시키는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 77.

제 65 항에 있어서,
상기 종결 탐지기는 광학 반사 탐지기를 포함하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 78.

제 65 항에 있어서,
상기 종결 탐지기는 초음파 탐지기를 포함하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 79.

제 65 항에 있어서,
상기 종결 탐지기는 전자기 탐지기를 포함하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 80.

제 65 항에 있어서,
상기 종결 탐지기는 에디 전류 탐지기를 포함하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 81.

제 65 항에 있어서,
상기 유체의 제 2 특성을 측정하는 제 2 유체 탐지기를 더 포함하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 82.

제 81 항에 있어서,
상기 종결 탐지기는 상기 유체의 제 2 측정된 특성을 고려하여 웨이퍼 특성을 측정하도록 구성되는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 83.

제 81 항에 있어서,
상기 제 2 유체 탐지기는 광학 탐지기를 포함하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 84.

제 81 항에 있어서,
상기 광학 탐지기는 푸른 빛을 포함하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 85.

제 81 항에 있어서,
상기 광학 탐지기는 백색 빛을 포함하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 86.

제 81 항에 있어서,
상기 광학 탐지기는 상기 전해질 유체 내의 버블을 탐지하는,
웨이퍼 상에 형성된 금속층의 전해폴리싱 프로세스 종결의 모니터링 장치.

청구항 87.

웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법으로서,

전해질 유체를 이용하여 상기 웨이퍼를 전해폴리싱하는 단계,

종결 탐지기를 이용하여 상기 웨이퍼의 특성을 측정하는 단계,

유체 탐지기를 이용하여 상기 전해질 유체의 특성을 측정하는 단계, 및

상기 유체 탐지기에 의해 측정된 상기 유체의 특성을 고려하여 상기 종결 탐지기에 의해 측정된 상기 웨이퍼의 특성을 평가하는 단계를 포함하는,

웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 88.

제 87 항에 있어서,

상기 전해폴리싱 단계는 상기 웨이퍼의 측정된 특성이 목표값에 도달할 때 종결되는,

웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 89.

제 87 항에 있어서,

상기 종결 탐지기와 노즐은 상기 웨이퍼의 별도 부분을 전해폴리싱하기 위해 함께 이동되도록 구성되는,

웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 90.

제 87 항에 있어서,

상기 웨이퍼를 고정 노즐과 관련하여 이동시키는 단계를 더 포함하는,

웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 91.

제 87 항에 있어서,

상기 웨이퍼를 웨이퍼 척과 함께 회전시키는 단계를 더 포함하는,

웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 92.

제 87 항에 있어서,

상기 유체 탐지기로 상기 유체의 금속 이온 농도를 측정하는 단계를 더 포함하는,

웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 93.

제 92 항에 있어서,

상기 금속 이온 농도가 예비 설정값에 도달하면 상기 전해질 유체로부터 금속 이온을 제거하는 단계를 더 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 94.

제 92 항에 있어서,

상기 금속 이온 농도가 제 2 예비 설정값에 도달하면 금속 이온이 상기 전해질 유체로부터 더 이상 제거되지 않는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 95.

제 87 항에 있어서,

상기 유체 탐지기는 광학 탐지기를 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 96.

제 87 항에 있어서,

상기 광학 탐지기는 붉은 빛을 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 97.

제 96 항에 있어서,

상기 광학 탐지기는 백색 빛을 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 98.

제 96 항에 있어서,

반사기로부터 상기 광학 탐지기로 빛을 반사시키는 단계를 더 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 99.

제 87 항에 있어서,
상기 종결 탐지기는 광학 반사 탐지기를 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 100.

제 87 항에 있어서,
상기 종결 탐지기는 초음파 탐지기를 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 101.

제 87 항에 있어서,
상기 종결 탐지기는 전자기 탐지기를 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 102.

제 87 항에 있어서,
상기 유체의 제 2 특성을 측정하는 단계를 더 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 103.

제 102 항에 있어서,
상기 종결 탐지기는 상기 유체의 상기 제 2 측정된 특성을 고려하여 웨이퍼 특성을 측정하도록 구성되는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 104.

제 103 항에 있어서,
상기 유체의 상기 제 2 특성은 제 2 탐지기로 측정되는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 105.

제 102 항에 있어서,
상기 제 2 유체 탐지기는 광학 탐지기를 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 106.

제 102 항에 있어서,
상기 제 2 광학 탐지기는 푸른 빛을 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 107.

제 102 항에 있어서,
상기 제 2 광학 탐지기는 백색 빛을 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 108.

제 102 항에 있어서,
상기 제 2 광학 탐지기는 상기 전해질 유체 내의 버블을 탐지하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 프로세스의 종결 탐지 방법.

청구항 109.

반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치로서,
상기 웨이퍼를 유지시키는 웨이퍼 척,
상기 웨이퍼 척 원주면에 있는 전도체 부재,
전해질 유체의 흐름을 상기 웨이퍼의 표면에 지향시키도록 구성된 노즐, 및
상기 웨이퍼의 표면 전체에 걸쳐 전해질 유체의 박막을 형성하여 상기 분리된 금속층을 전기적으로 연결시키기에 충분한 회전 속도로 상기 웨이퍼 척을 회전시키도록 구성된 작동기를 포함하는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 110.

제 109 항에 있어서,
상기 전해질 유체의 박막은 상기 전해질 유체와 상기 전도체 부재 사이에 전류를 전도시키는 경로를 형성하는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 111.

제 109 항에 있어서,
상기 웨이퍼는 아래를 향하도록 지향되고 상기 웨이퍼로 입사되는 전해질 유체의 흐름은 상기 웨이퍼의 표면으로부터 멀어지기 전에 상기 웨이퍼의 에지로 흐르는,

반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 112.

제 109 항에 있어서,

상기 작동기는 전해폴리싱되는 웨이퍼의 부분에 따라 상기 척의 회전을 변경시키도록 구성되는,

반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 113.

제 112 항에 있어서,

상기 작동기는 상기 웨이퍼의 전해폴리싱 부분이 중심에 가까울 때 상기 척을 보다 큰 속도로 회전시키도록 구성되는,

반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 114.

제 109 항에 있어서,

상기 웨이퍼 척은 상기 노즐과 관련되어 상기 웨이퍼를 이동시키도록 구성되는,

반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 115.

제 109 항에 있어서,

상기 노즐은 상기 웨이퍼 척과 관련하여 이동하도록 구성되는,

반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 116.

제 109 항에 있어서,

상기 웨이퍼 척을 둘러싸는 보호덮개를 더 포함하는,

반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 117.

제 116 항에 있어서,

상기 보호덮개는 상기 노즐과 관련하여 상기 웨이퍼 척과 함께 이동하는,

반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 118.

제 116 항에 있어서,
상기 보호덮개와 상기 웨이퍼 척은 상기 노즐과 관련하여 함께 이동하도록 기계적으로 연결되는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 119.

제 116 항에 있어서,
상기 보호덮개는 상기 웨이퍼 척의 에지로부터 약 1mm 내지 약 10mm 범위에 위치되는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 120.

제 116 항에 있어서,
상기 보호덮개는 상기 척의 에지로부터 약 5mm에 위치되는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 121.

제 116 항에 있어서,
상기 보호덮개의 측벽은 L 형태의 횡단면을 포함하는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 122.

제 116 항에 있어서,
상기 보호덮개의 측벽이 테이퍼진,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 123.

제 116 항에 있어서,
상기 보호덮개의 측벽이 상기 척 위로 또는 아래로 연장하는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 124.

제 116 항에 있어서,
상기 보호덮개가 플라스틱 또는 세라믹 재료를 포함하는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 125.

제 116 항에 있어서,
상기 보호덮개가 내부식성 금속 또는 합금을 포함하는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 126.

제 116 항에 있어서,
상기 보호덮개가 전해질 유체에 내성을 가지는 재료로 코팅되는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 장치.

청구항 127.

반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 방법으로서,
상기 웨이퍼의 원주면에 위치된 전도체 부재를 포함하는 웨이퍼 척으로 상기 웨이퍼를 유지시키는 단계,
상기 웨이퍼를 전해질 유체의 흐름으로 전해폴리싱하는 단계, 및
상기 웨이퍼로 입사되는 상기 전해질 유체가 상기 웨이퍼의 표면 상에 전해질 유체의 박막을 형성하도록 상기 웨이퍼를 회전시키는 단계를 포함하는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 방법.

청구항 128.

제 127 항에 있어서,
상기 웨이퍼로 입사되는 전해질 유체가 상기 웨이퍼의 표면을 떠나지 않고 상기 웨이퍼의 에지로 흐르도록 상기 웨이퍼가 충분한 회전 속도로 회전되는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 방법.

청구항 129.

제 127 항에 있어서,
전해폴리싱되는 웨이퍼의 부분에 따라 상기 척의 회전을 변경시키는 단계를 더 포함하는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 방법.

청구항 130.

제 129 항에 있어서,
상기 웨이퍼의 전해폴리싱 부분이 중심에 가까울 때 상기 웨이퍼가 보다 큰 속도로 회전되는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 방법.

청구항 131.

제 127 항에 있어서,
상기 웨이퍼를 상기 노즐과 관련하여 이동시키는 단계를 더 포함하는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 방법.

청구항 132.

제 127 항에 있어서,
상기 웨이퍼 척 주위에 보호덮개를 위치시키는 단계를 더 포함하는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 방법.

청구항 133.

제 127 항에 있어서,
상기 전해질 유체는 상기 웨이퍼의 에지를 지나 흐르고 상기 보호덮개로 입사되는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 방법.

청구항 134.

제 127 항에 있어서,
상기 보호덮개를 상기 노즐과 관련하여 이동시키는 단계를 더 포함하는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 방법.

청구항 135.

제 127 항에 있어서,
상기 노즐과 관련하여 상기 보호덮개와 상기 웨이퍼를 함께 이동시키는 단계를 더 포함하는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 방법.

청구항 136.

제 127 항에 있어서,
상기 노즐을 상기 웨이퍼와 관련하여 이동시키는 단계를 더 포함하는,
반도체 웨이퍼 상의 분리된 금속층의 전해폴리싱 방법.

청구항 137.

웨이퍼의 전해폴리싱 장치로서,

둘 이상의 노즐을 전해질 유체의 공급 라인에 인접하게 유지시키도록 구성된 노즐 홀더를 포함하며,

상기 노즐 홀더와 상기 공급 라인 중 하나 이상은 상기 둘 이상의 노즐 중 하나를 상기 전해질 유체의 공급 라인에 연결시키도록 다른 것에 대해 상대적으로 이동하는,

웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 138.

제 137 항에 있어서,

작동기를 더 포함하며,

상기 작동기는 상기 둘 이상의 노즐 중 하나에 연결시키기 위해 상기 노즐 홀더를 회전시키도록 구성되는,

웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 139.

제 137 항에 있어서,

상기 노즐 홀더는 절연 재료를 포함하는,

웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 140.

제 137 항에 있어서,

상기 노즐 홀더는 부식되지 않는 재료를 포함하는,

웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 141.

제 137 항에 있어서,

상기 노즐 홀더는 플라스틱으로 제조되는,

웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 142.

제 137 항에 있어서,

상기 노즐 홀더와 상기 하나 이상의 노즐은 일체식으로 형성되는,

웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 143.

제 137 항에 있어서,

상기 둘 이상의 노즐은 둘 이상의 상이한 프로파일을 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 144.

제 137 항에 있어서,
상기 노즐 홀더에 인접하게 위치된 종결 탐지기를 더 포함하는,
웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 145.

제 137 항에 있어서,
이동 가능한 베이스를 더 포함하며,
상기 노즐 홀더는 상기 이동 가능한 베이스에 연결되는,
웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 146.

제 145 항에 있어서,
상기 이동 가능한 베이스는 직선 방향으로 이동하도록 구성되고 상기 노즐 홀더는 회전하도록 구성되는,
웨이퍼의 전해폴리싱 장치.

청구항 147.

반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법으로서,
웨이퍼를 제공하는 단계,
전해질 유체 공급물을 제공하는 단계,
서로 기계적으로 연결된 둘 이상의 노즐을 제공하는 단계,
상기 웨이퍼를 향해 전해질 유체의 흐름을 지향시키도록 상기 둘 이상의 노즐 중 하나를 상기 전해질 유체 공급물에 이동 가능하게 위치시키는 단계를 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 148.

제 147 항에 있어서,
상기 둘 이상의 노즐은 노즐 홀더를 통해 기계적으로 연결되는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 149.

제 148 항에 있어서,
상기 둘 이상의 노즐 중 하나를 이동 가능하게 위치시키는 단계는 상기 노즐 홀더를 회전시키는 단계를 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 150.

제 148 항에 있어서,
상기 노즐을 이동 가능하게 위치시키는 단계는 상기 노즐 홀더를 직선 방향으로 이동시키는 단계를 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 151.

제 147 항에 있어서,
상기 둘 이상의 노즐은 둘 이상의 상이한 노즐 프로파일을 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 152.

제 147 항에 있어서,
상기 웨이퍼 상의 금속층의 프로파일을 결정하는 단계, 및
상기 금속층의 특정 프로파일에 따라 가변 노즐 프로파일로 전해질 유체 흐름을 상기 금속층에 지향시키는 단계를 더 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 153.

제 152 항에 있어서,
상기 가변 노즐은 둘 이상의 상이한 노즐 프로파일을 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 154.

제 152 항에 있어서,
상기 가변 노즐은 가변 폴리싱 속도를 형성하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 155.

제 152 항에 있어서,

상기 가변 노즐은 상기 금속층의 두꺼운 부분에서 상대적으로 큰 폴리싱 속도와 상기 금속층의 얇은 부분에서 상대적으로 작은 폴리싱 속도를 포함하도록 선택되는,

반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 156.

제 152 항에 있어서,

상기 금속층의 프로파일은 상기 둘 이상의 노즐에 인접하게 위치한 종결 탐지기로 결정되는,

반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 방법.

청구항 157.

반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 노즐로서,

전해질 유체를 지향시키는 말단 개구와 측벽을 갖는 채널을 포함하며,

상기 채널은 전도체 재료를 포함하고, 그리고 상기 측벽은 상기 말단 개구 주위에서 곡선인,

반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 노즐.

청구항 158.

제 157 항에 있어서,

상기 채널과 관련하여 상기 측벽의 외부에 배치된 절연체를 더 포함하는,

반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 노즐.

청구항 159.

제 157 항에 있어서,

상기 채널은 원통형을 포함하는,

반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 노즐.

청구항 160.

제 157 항에 있어서,

상기 채널은 원뿔 원통형을 포함하는,

반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 노즐.

청구항 161.

제 157 항에 있어서,

상기 채널 내에 배치된 전도체 구조물을 더 포함하는,

반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 노즐.

청구항 162.

제 161 항에 있어서,
상기 전도체 구조물은 로드를 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 노즐.

청구항 163.

제 161 항에 있어서,
상기 전도체 구조물은 상기 채널 내에 위치한 로드를 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 노즐.

청구항 164.

제 161 항에 있어서,
상기 전도체 구조물은 다수의 채널을 포함하는,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 노즐.

청구항 165.

제 164 항에 있어서,
상기 다수의 채널의 횡단면 크기는 약 0.1 내지 10mm 범위인,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 노즐.

청구항 166.

제 164 항에 있어서,
상기 다수의 채널의 횡단면 크기는 상기 채널의 직경의 약 1/10인,
반도체 웨이퍼의 전해폴리싱 노즐.

청구항 167.

전해폴리싱 장치에 사용되는 노즐의 디플레이팅 방법으로서,
상기 노즐을 통해 전해질 유체를 제공하는 단계, 및
상기 노즐에 전하를 인가하는 단계를 포함하며,
상기 전하는 상기 노즐로부터 금속 이온을 제거하는,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 168.

제 167 항에 있어서,
제 2의 반대 전하를 제 2 노즐에 인가하는 단계를 더 포함하며,
상기 전해질 유체는 상기 제 1 노즐과 상기 제 2 노즐 사이에 경로를 형성하는,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 169.

제 168 항에 있어서,
상기 노즐과 상기 제 2 노즐은 상기 디플레이팅 프로세스 중에 서로 가깝게 되는,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 170.

제 168 항에 있어서,
상기 노즐은 양극이고 상기 제 2 노즐은 음극인,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 171.

제 168 항에 있어서,
상기 디플레이팅된 금속의 일부는 상기 전해질 유체 내에 용해되는,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 172.

제 168 항에 있어서,
상기 전해질 유체 내의 금속 이온의 농도는 약 3 중량% 이하인,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 173.

제 168 항에 있어서,
상기 제 2 노즐을 디플레이팅하기 위해 상기 노즐과 상기 제 2 노즐에 인가되는 상기 전하를 역전시키는 단계를 더 포함하
는,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 174.

제 168 항에 있어서,
상기 노즐은 양극이고 상기 제 2 노즐은 음극인,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 175.

제 167 항에 있어서,
상기 노즐은 DC 전력 공급원으로 하전되는,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 176.

제 167 항에 있어서,
상기 노즐은 AC 전력 공급원으로 하전되는,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 177.

제 167 항에 있어서,
제 2 반대 전하를 웨이퍼에 인가하는 단계를 더 포함하는,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 178.

제 177 항에 있어서,
상기 디플레이팅되는 금속의 일부는 상기 전해질 유체 내에 용해되는,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 179.

제 177 항에 있어서,
상기 전해질 유체 내의 금속 이온의 농도는 약 3 중량% 이하인,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 180.

제 177 항에 있어서,
상기 노즐은 DC 전력 공급원으로 하전되는,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 181.

제 177 항에 있어서,
상기 노즐은 AC 전력 공급원으로 하전되는,
노즐의 디플레이팅 방법.

청구항 182.

제 167 항에 있어서,
제 2 반대 전하를 전도체 재료에 인가하는 단계를 더 포함하는,
노즐의 디플레이팅 방법.

요약

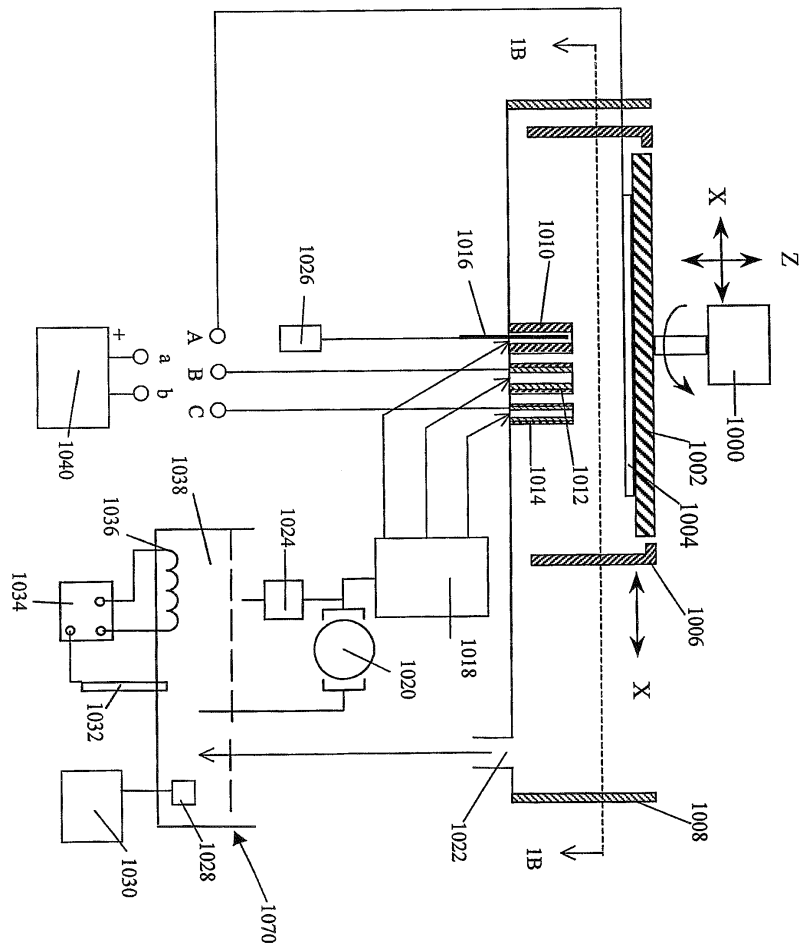
본 발명의 일 측면에서, 웨이퍼(1004) 상의 전도체 필름을 전해폴리싱하는 예시적인 장치 및 방법이 개시된다. 장치는 웨이퍼를 유지시키는 웨이퍼 척(1002), 웨이퍼 척을 회전시키는 작동기(1000), 및 웨이퍼를 전해폴리싱하도록 구성된 노즐(1010)을 포함한다. 상기 장치는 또한 전도체 링 또는 보호덮개(1006)를 포함할 수도 있다. 웨이퍼 상의 전도체 필름을 전해폴리싱하는 방법은 웨이퍼로 입사되는 전해질 유체가 웨이퍼의 에지를 향해 웨이퍼의 표면으로 흐르기에 충분한 속도로 웨이퍼 척을 회전시키는 단계를 포함한다.

대표도

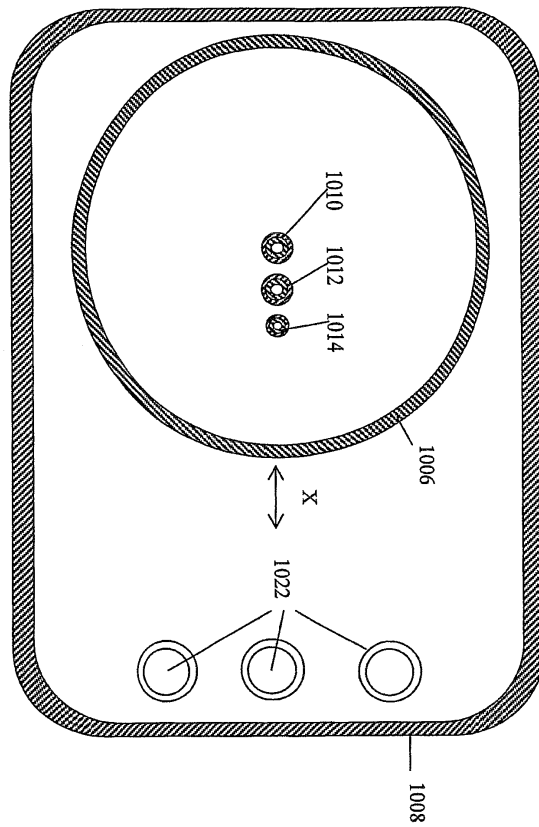
도 1a

도면

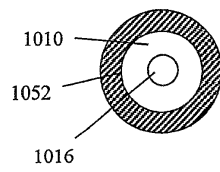
도면1a



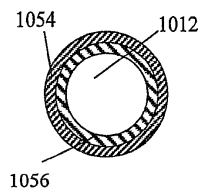
도면1b



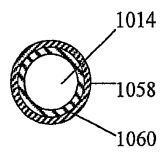
도면1c



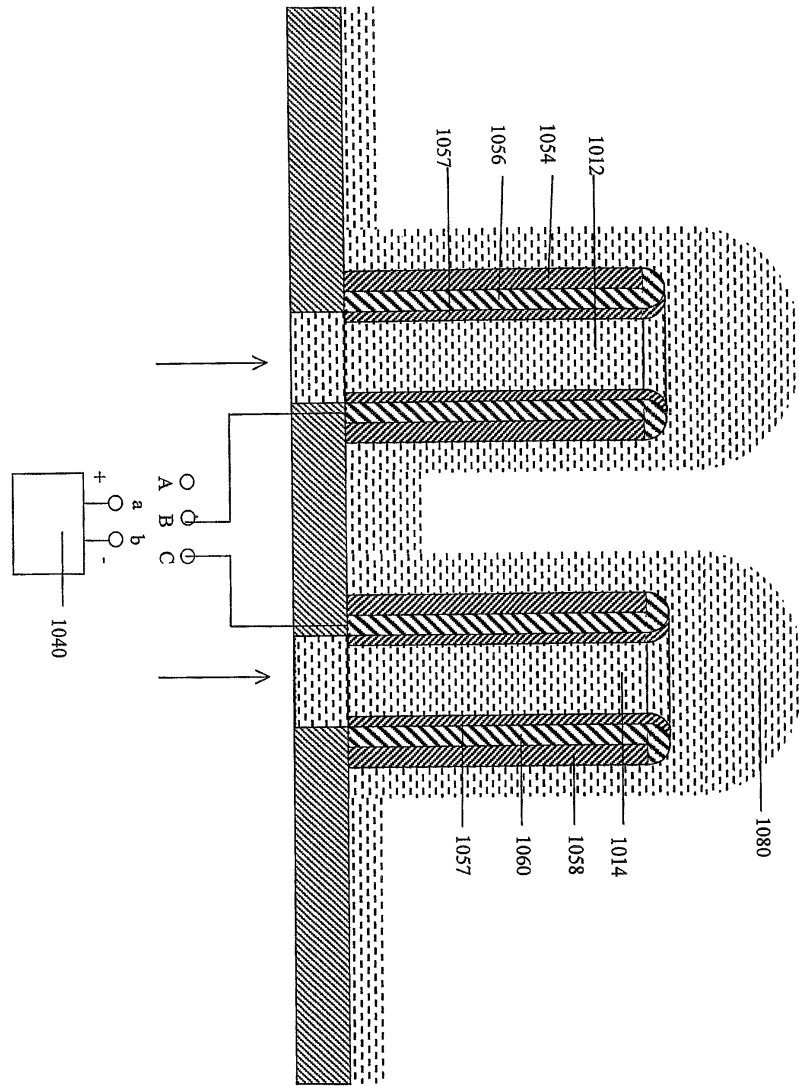
도면1d



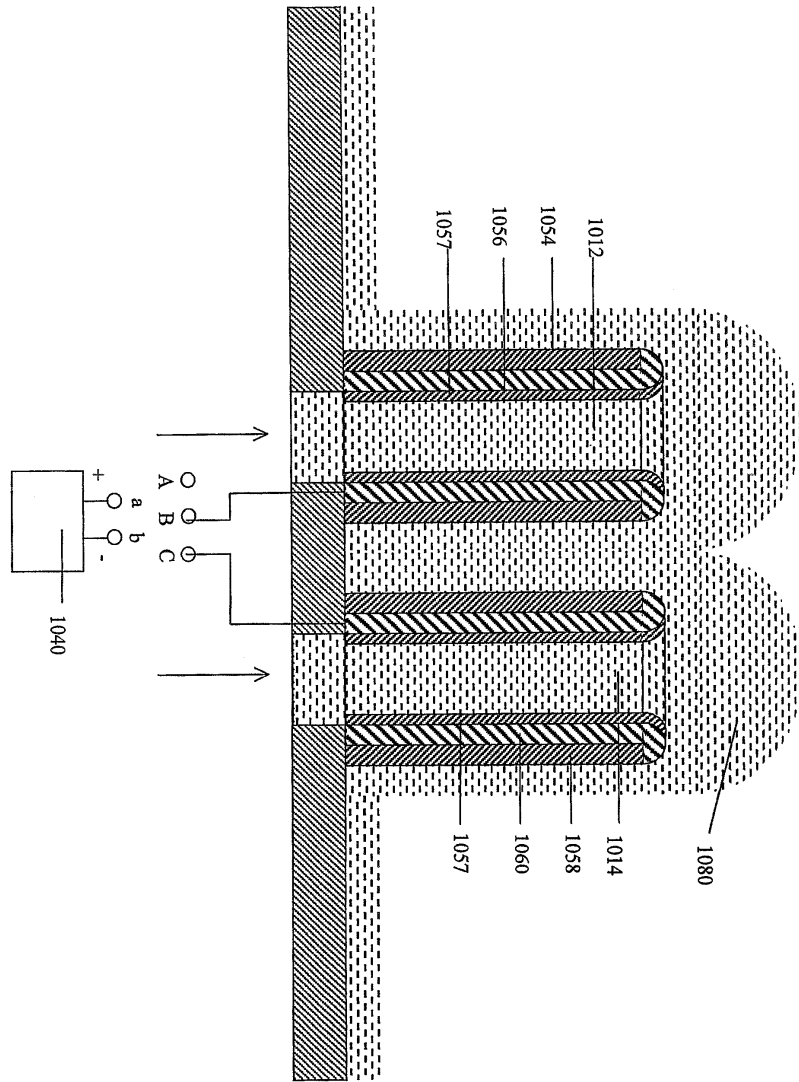
도면1e



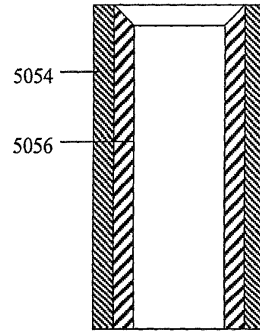
도면2



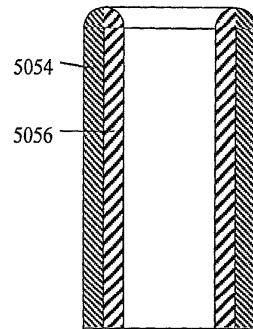
도면3



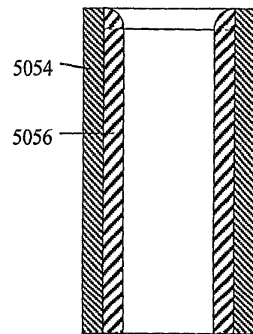
도면5b



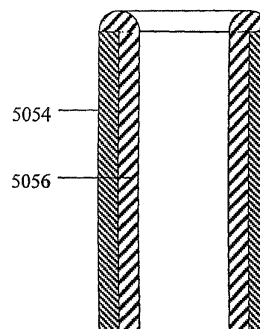
도면5c



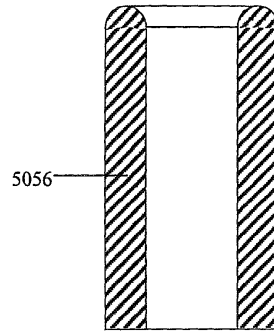
도면5d



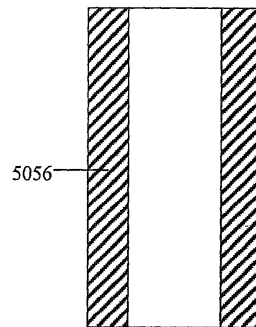
도면5e



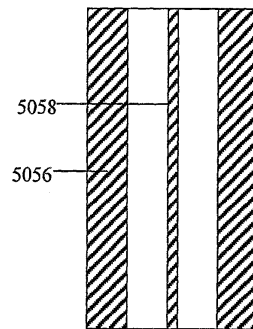
도면5f



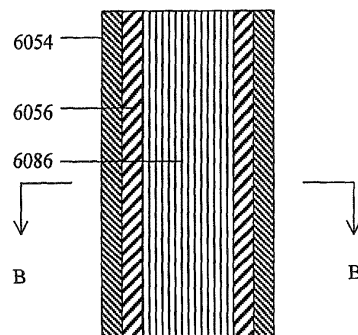
도면5g



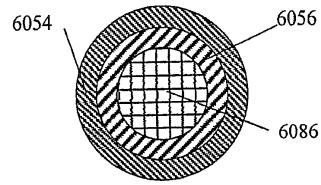
도면5h



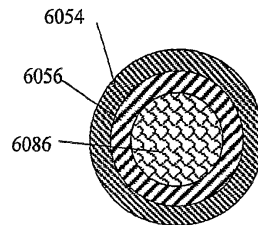
도면6a



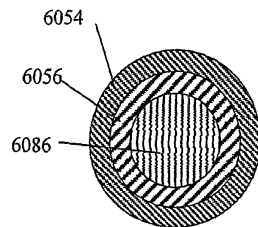
도면6b



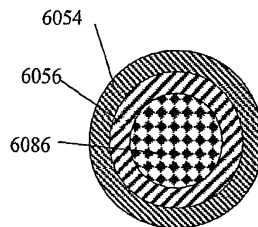
도면6c



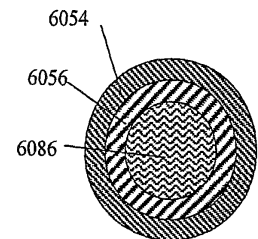
도면6d



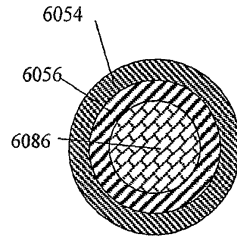
도면6e



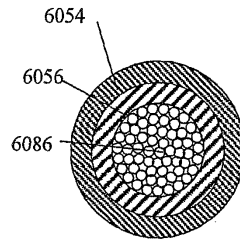
도면6f



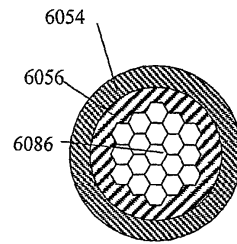
도면6g



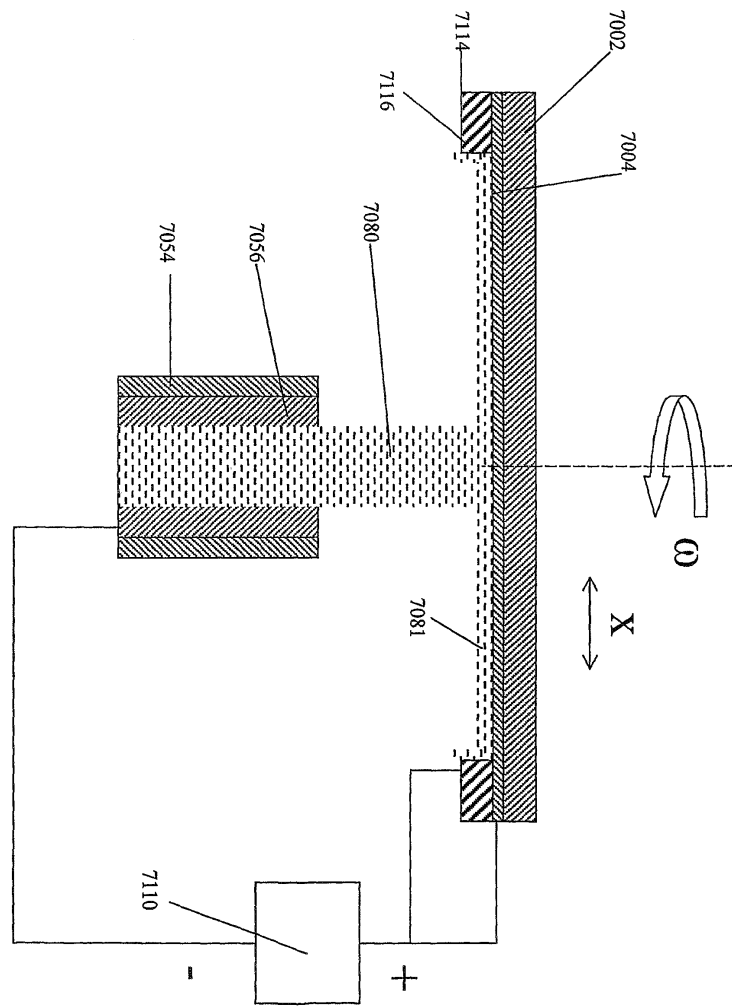
도면6h



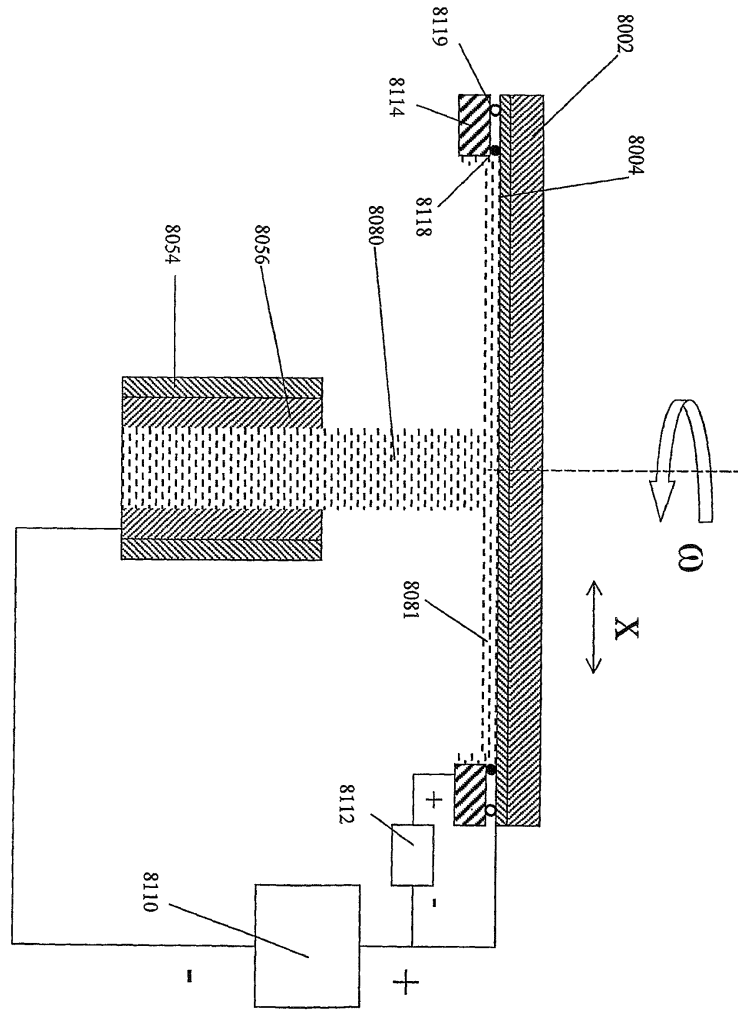
도면6i



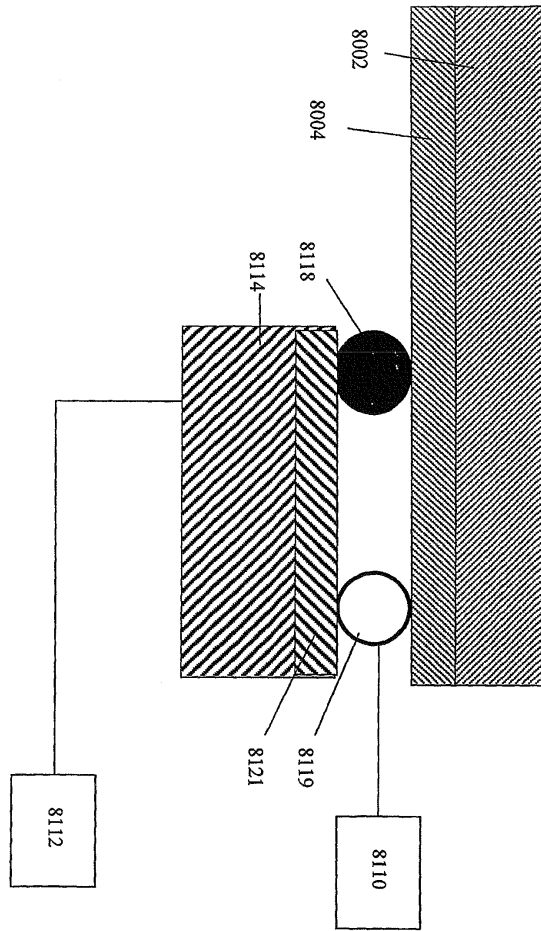
도면7



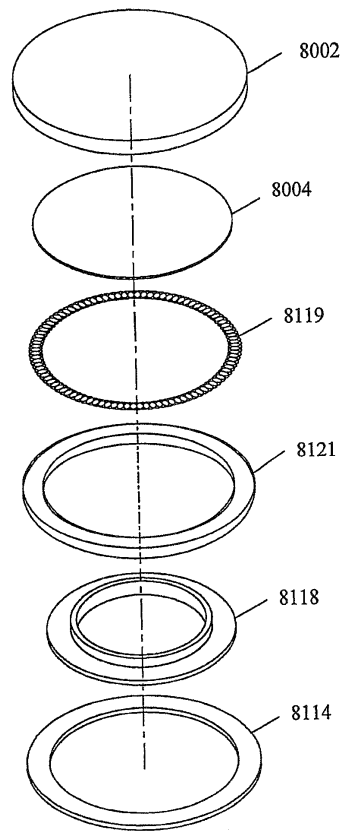
도면8a



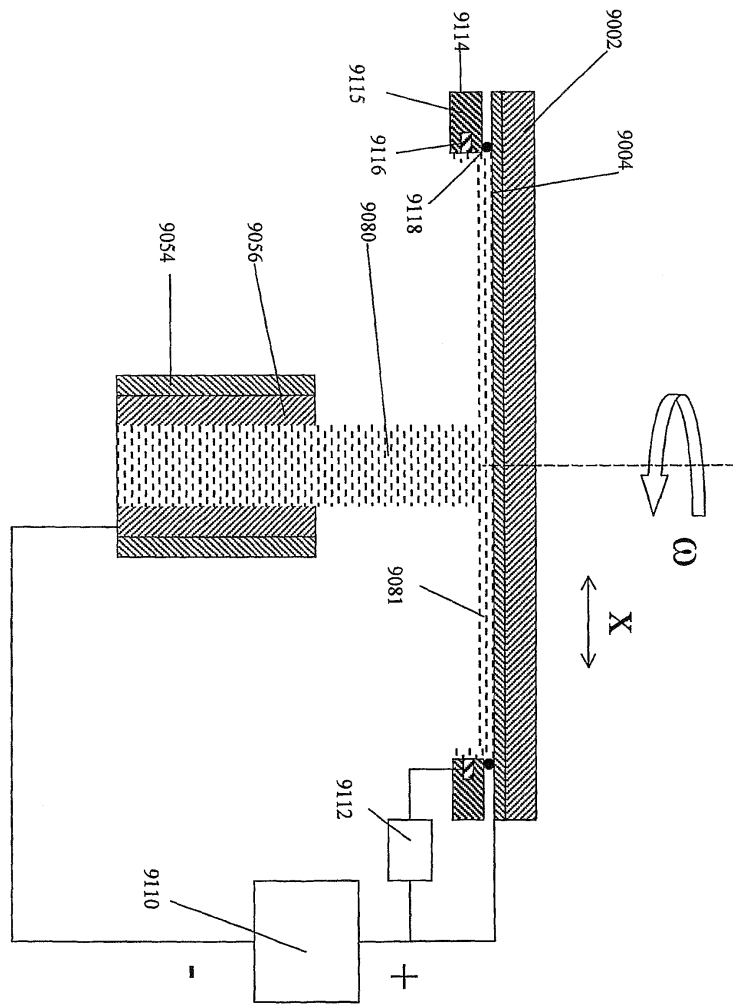
도면8b



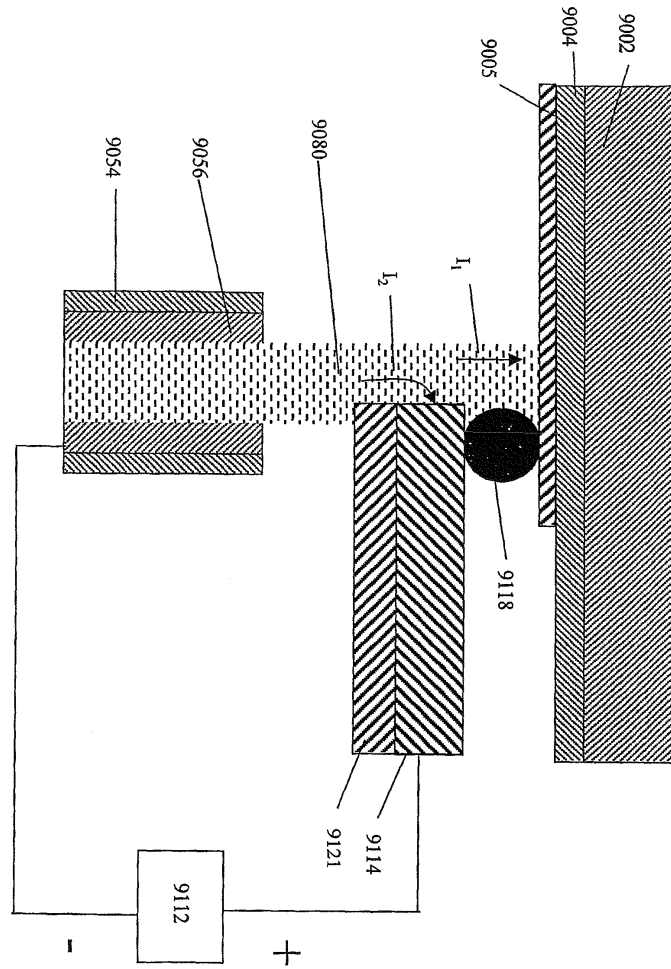
도면8c



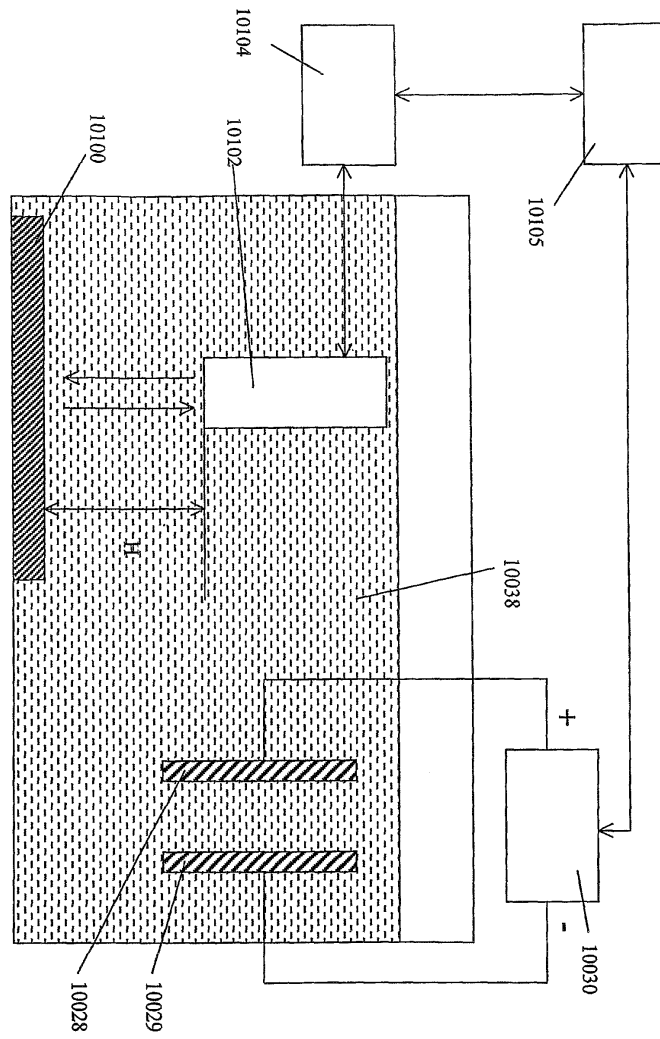
도면9a



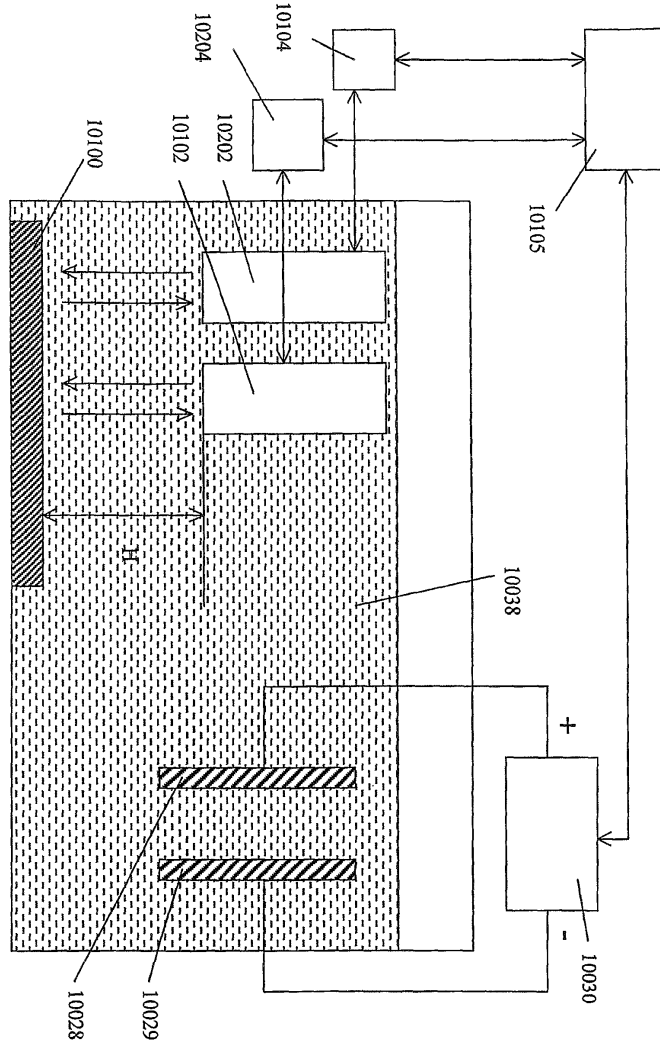
도면9b



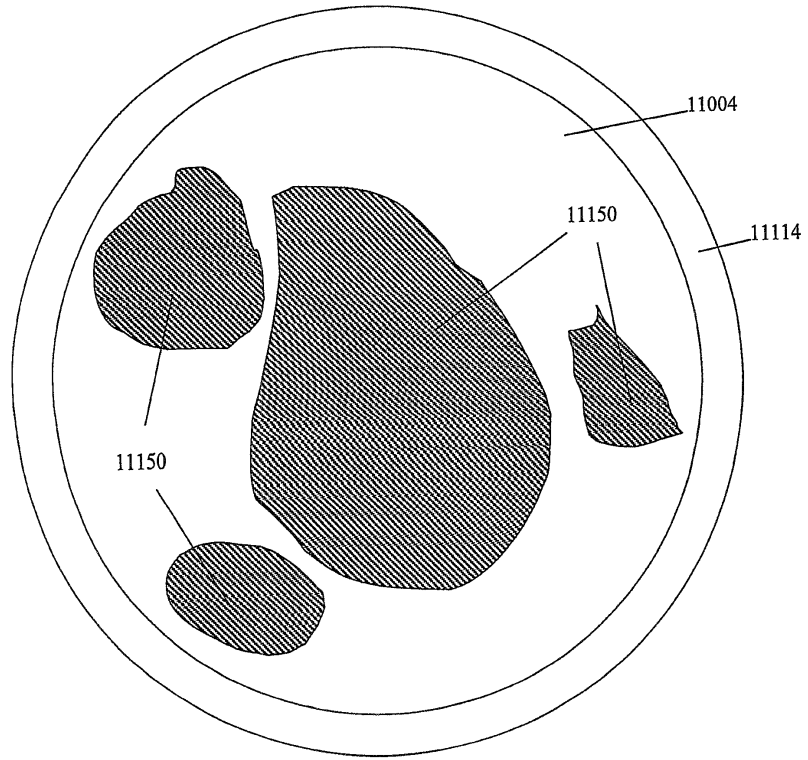
도면10a



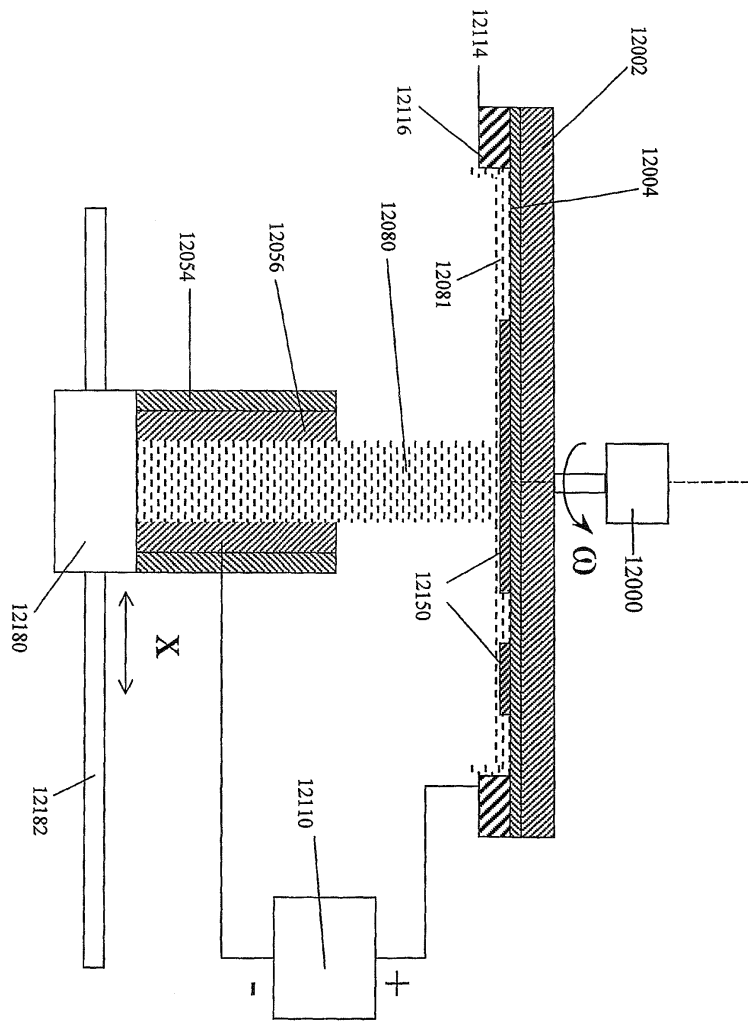
도면10b



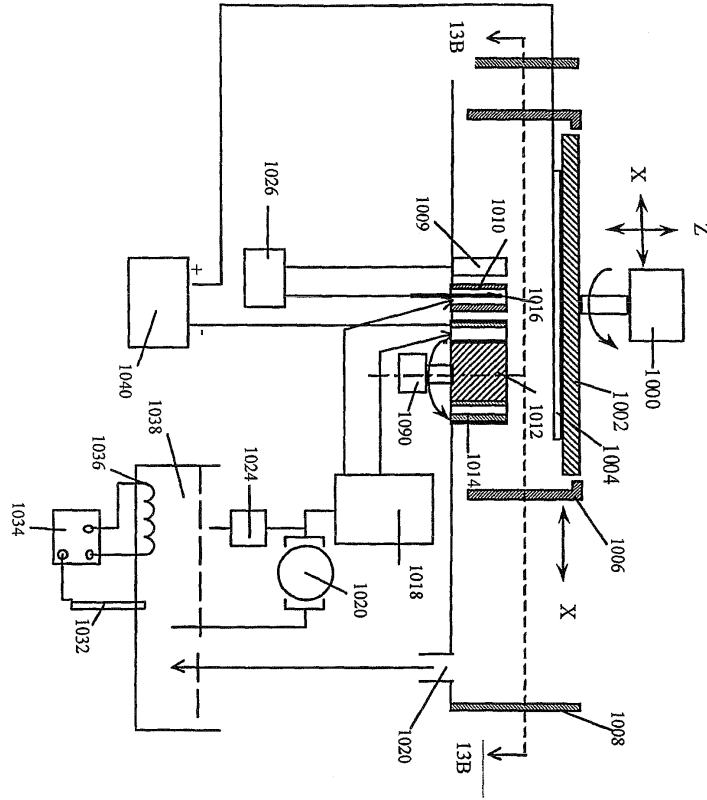
도면11a



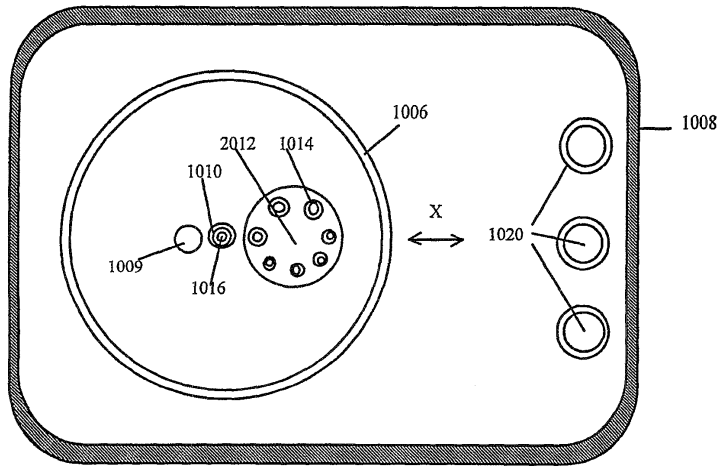
도면12



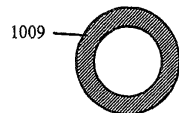
도면13a



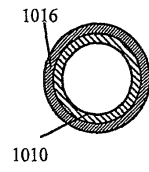
도면13b



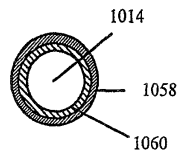
도면13c



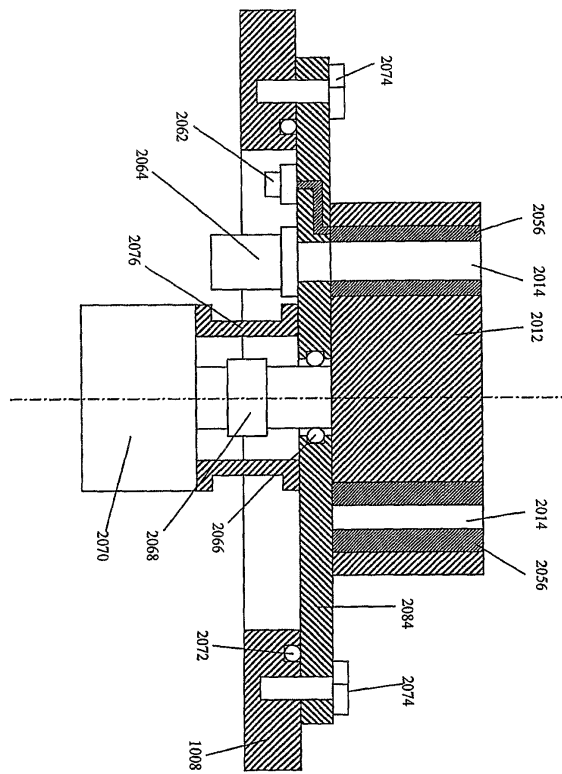
도면13d



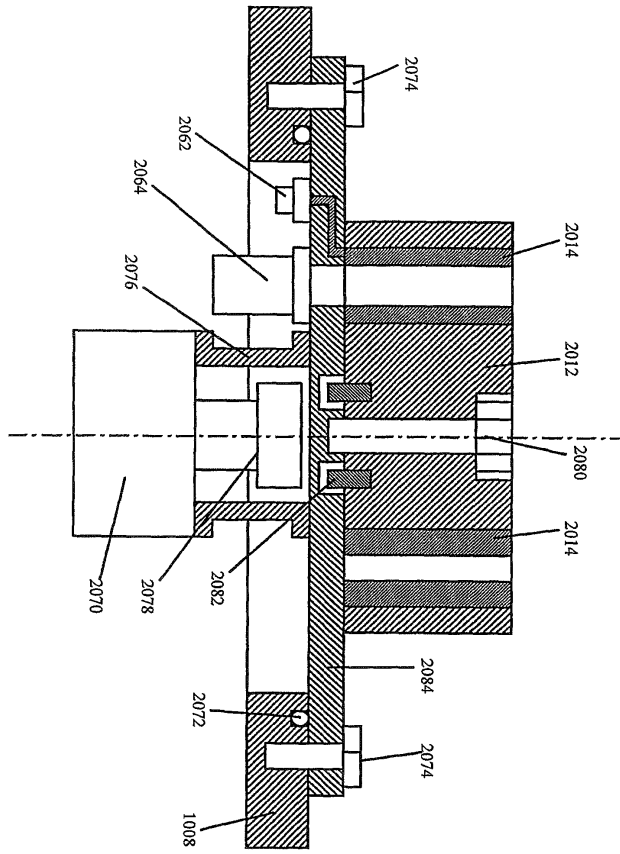
도면13e



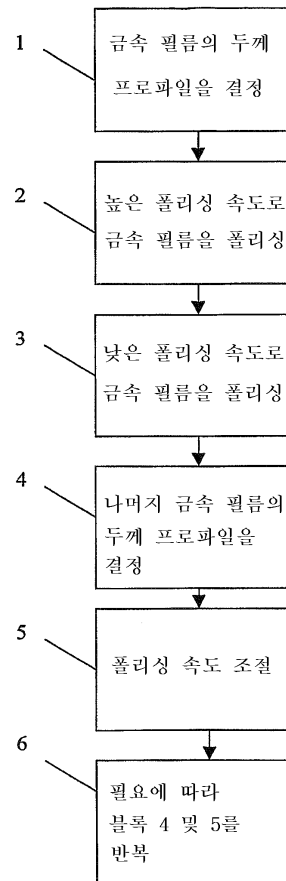
도면14a



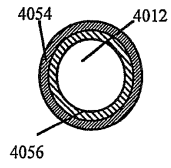
도면14b



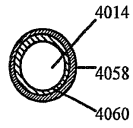
도면14c



도면16c



도면16d



도면16e

