



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.	(45) 공고일자	2007년01월03일
H01L 21/304 (2006.01)	(11) 등록번호	10-0663662
	(24) 등록일자	2006년12월26일

(21) 출원번호	10-2003-7016758	(65) 공개번호	10-2004-0010773
(22) 출원일자	2003년12월22일	(43) 공개일자	2004년01월31일
심사청구일자	2003년12월22일		
번역문 제출일자	2003년12월22일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2002/019495	(87) 국제공개번호	WO 2003/001581
국제출원일자	2002년06월20일	국제공개일자	2003년01월03일

(30) 우선권주장	09/887,767	2001년06월21일	미국(US)
	09/888,084	2001년06월21일	미국(US)
	09/888,002	2001년06월21일	미국(US)

(73) 특허권자 마이크론 테크놀로지 인코포레이티드
미국, 아이다호 83706-9632, 보이즈, 사우스 패더럴 웨이 8000

(72) 발명자 리,원체
미국아이다호83709보이스사우스랩터레인8998

메이클,스콧지.
미국아이다호83712보이스이스트제퍼슨1301

무어,스콧이.
미국아이다호83642메리디안이스트메리레인1840

도안,트렁티.
미국아이다호83712보이스세난도호드라이브1574

(74) 대리인 정상구
이병호
신현문
이범래

심사관 : 이상민

전체 청구항 수 : 총 121 항

(54) 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 전기적, 기계적 및/또는 화학적으로 제거하기 위한 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 마이크로전자 기판으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 일 실시예에서, 본 방법은 연마패드의 연마면과 마이크로전자 기판을 결합시키는 단계, 마이크로전자 기판의 도전성 물질을 전위원에 전기적으로 연결하는 단계 및 전위원으로부터의 전류를 도전성 물질을 통해 통과시킴으로써 도전성 물질의 적어도 일부를 산화시키는 단계를 포함한다. 예로서, 본 방법은 마이크로전자 기판의 표면으로부터 이격하여 제 1 및 제 2 전극을 위치시키고, 전해질 유체와 전극이 유체 소통하는 상태로 상기 전극과 상기 표면 사이에 전해질 유체를 배치하며, 마이크로전자 기판과 연마패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시키는 것을 포함한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

마이크로전자 기판의 표면(face surface)으로부터 물질을 제거하는 방법에 있어서:

상기 마이크로전자 기판을 연마 패드의 연마면과 결합시키는 단계;

제 1 및 제 2 전극들을 상기 마이크로전자 기판의 표면에 근접하게 그리고 그로부터 이격되게 위치시키고, 상기 표면이 상기 연마 패드의 연마면에 결합되는 동안, 전해질 유체를 상기 표면과 상기 전극들 사이에 배치함으로써, 상기 마이크로전자 기판의 도전성 물질을 전위원에 전기적으로 연결하는 단계로서, 상기 전극들 양자 모두는 서로 및 상기 전해질 유체와 유체 소통하는, 상기 연결 단계;

전류를 상기 전위원으로부터 상기 제 1 및 제 2 전극들 및 상기 도전성 물질을 통하여 통과시킴으로써, 상기 도전성 물질의 적어도 일부를 산화시키는 단계; 및

상기 마이크로전자 기판과 상기 연마 패드중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써, 상기 마이크로전자 기판으로부터 상기 도전성 물질의 일부를 제거하는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기판의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 전극들 양자 모두를 상기 마이크로전자 기판의 표면에 향하게 하는 단계를 더 포함하고,

상기 전극들 중 하나는 애노드를 형성하고, 다른 하나의 전극은 캐소드를 형성하는, 마이크로전자 기판의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

전류를 상기 도전성 물질을 통하여 통과시키는 것은 적어도 약 100 V까지의 전위로 전류를 통과시키는 것을 포함하는, 마이크로전자 기판의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 전류를 통과시키는 것은 약 1 A 내지 약 10 A의 전류를 통과시키는 것을 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 통과하는 전류의 특성들을 제어함으로써, 상기 도전성 물질의 산화 속도를 제어하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 통과하는 상기 전류의 주파수 및 진폭 중 적어도 하나를 제어함으로써, 상기 도전성 물질의 산화 속도를 제어하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 통과하는 전류의 흐름을 정지시킴으로써, 상기 마이크로전자 기관으로부터의 상기 도전성 물질의 제거를 정지시키는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 8.

제 1 항에 있어서,

별도의 연마 요소들을 갖지 않도록 상기 전해질 유체를 선택하는 단계; 및

별도의 연마 요소들을 갖지 않도록 상기 연마 패드를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 9.

제 1 항에 있어서,

약 50 ppm 내지 약 5,000 ppm의 농도를 갖는 염소 이온을 포함하도록 상기 전해질 유체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 10.

제 1 항에 있어서,

상기 연마면에 적어도 근접하여 상기 연마 패드에 고정적으로 부착된 복수의 연마 요소들을 포함하도록 상기 연마 패드를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 11.

제 1 항에 있어서,

복수의 현탁된(suspended) 연마 요소들을 포함하도록 상기 전해질 유체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 12.

제 1 항에 있어서,

금속을 포함하도록 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 13.

제 1 항에 있어서,

로듐, 이리듐, 금, 백금, 구리, 탄탈륨, 텅스텐 및 티타늄 중 적어도 하나를 포함하도록 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 14.

제 1 항에 있어서,

상기 도전성 물질과 상기 연마 패드의 연마면 사이에 액체를 배치하는 단계로서, 상기 액체는 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, H_2SO_4 , K_2SO_4 , MgSO_4 및 H_3PO_4 중 적어도 하나를 포함하는, 상기 액체 배치 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 15.

제 1 항에 있어서,

상기 마이크로전자 기관으로부터 물질을 제거하는 것은 상기 연마 패드의 연마면에 대하여 거의 가로 방향으로 이방적으로(anisotropically) 상기 물질을 제거하는 것을 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 16.

제 1 항에 있어서,

상기 도전성 물질은 상기 마이크로전자 기관의 배리어층에 인접하여 배치된 도전성 물질을 포함하고, 상기 방법은:

상기 도전성 물질의 적어도 일부를 제거한 후, 상기 마이크로전자 기판을 상기 연마 패드의 연마면과 결합시키는 단계;

상기 배리어층을 상기 전위원에 전기적으로 연결하는 단계;

상기 전위원으로부터 상기 배리어층을 통해 전류를 통과시킴으로써, 상기 배리어층의 적어도 일부를 산화시키는 단계; 및

상기 마이크로전자 기판과 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써, 상기 마이크로전자 기판으로부터 상기 배리어층의 적어도 일부를 제거하는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기판의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 17.

제 1 항에 있어서,

상기 전해질 유체내의 염소 이온의 농도를 제어함으로써, 상기 마이크로전자 기판으로부터 물질이 제거되는 속도를 제어하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기판의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 18.

제 1 항에 있어서,

상기 전해질 유체내의 알콜의 농도를 제어함으로써, 상기 마이크로전자 기판으로부터 물질이 제거되는 속도를 제어하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기판의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 19.

제 1 항에 있어서,

반도체 물질을 포함하도록 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기판의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 20.

제 19 항에 있어서,

폴리실리콘을 포함하도록 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기판의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 21.

제 19 항에 있어서,

인 또는 붕소로 도핑된 폴리실리콘을 포함하도록 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기판의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 22.

마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법에 있어서:

상기 마이크로전자 기관의 표면을 연마 패드의 연마면과 결합시키는 단계;

상기 연마 패드의 연마면에 인접하여 액체를 배치하는 단계로서, 상기 액체는 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, K_2SO_4 , H_2SO_4 , MgSO_4 , H_3PO_4 및 구연산 암모늄 중 적어도 하나를 포함하는, 상기 액체 배치 단계;

상기 도전성 물질을 전위원에 전기적으로 연결하는 단계; 및

상기 연마면이 상기 마이크로전자 기관에 결합되는 동안, 상기 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하기 위해, 상기 마이크로전자 기관과 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시키는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 23.

제 22 항에 있어서,

상기 마이크로전자 기관의 표면으로부터 이격되고 또한 상기 액체와 유체 소통하는 제 1 및 제 2 전극들을 위치시키는 단계; 및

상기 전극들 중 적어도 하나를 전위원에 연결하는 단계를 포함하고,

상기 전극들 중 하나가 애노드를 형성하고, 다른 하나의 전극이 캐소드를 형성하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 24.

제 22 항에 있어서,

약 50 ppm 내지 약 5,000 ppm의 농도를 갖는 염소 이온을 포함하도록 상기 액체를 선택하고, 상기 연마 패드의 연마면과 상기 마이크로전자 기관의 표면 사이에 상기 액체를 배치하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 25.

제 22 항에 있어서,

별도의 연마 요소들을 갖지 않도록 상기 액체 및 상기 연마 패드를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 26.

제 22 항에 있어서,

약 1 M 내지 약 5.5 M의 농도를 갖는 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 를 포함하도록 상기 연마 패드의 연마면에 인접한 상기 액체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 27.

제 22 항에 있어서,

약 0.5 M까지의 농도를 갖는 H_2SO_4 를 포함하도록 상기 연마 패드의 연마면에 인접한 상기 액체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 28.

제 22 항에 있어서,

상기 도전성 물질이 백금을 포함하는 경우에 약 1 내지 약 14가 되도록, 상기 도전성 물질이 텅스텐을 포함하는 경우에 약 3보다 작거나 약 4보다 크도록, 상기 도전성 물질이 구리를 포함하는 경우에 약 6보다 작거나 약 8보다 크도록 도전성 물질에 인접한 환경의 pH를 제어하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 29.

제 22 항에 있어서,

금속을 포함하도록 상기 마이크로전자 기관의 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 30.

제 22 항에 있어서,

백금을 포함하도록 상기 마이크로전자 기관의 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 31.

제 22 항에 있어서,

도프된 반도체 물질을 포함하도록 상기 마이크로전자 기관의 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 32.

제 22 항에 있어서,

상기 마이크로전자 기관으로부터 물질을 제거하는 것은 상기 마이크로전자 기관의 표면에 대하여 거의 가로 방향으로 이방적으로 상기 물질을 제거하는 것을 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 33.

마이크로전자 기관의 표면으로부터 백금을 제거하는 방법에 있어서:

상기 마이크로전자 기관의 표면의 백금 부분을 연마 패드의 연마면과 결합시키는 단계;

상기 마이크로전자 기관이 상기 연마 패드에 결합되는 동안, 제 1 및 제 2 전극들을 상기 표면에 근접하게 그리고 그로부터 이격되게 위치시키고, 전해질 유체를 상기 표면과 상기 전극들 사이에 배치함으로써 상기 백금 부분에 전류를 인가하는 단계로서, 상기 전극들 양자 모두는 상기 전해질 유체와 유체 소통하는, 상기 전류 인가 단계; 및

상기 마이크로전자 기관이 연마 패드에 결합되는 동안, 상기 전류를 상기 제 1 및 제 2 전극들 및 상기 백금 부분을 통하여 통과시키면서 상기 마이크로전자 기관 및 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써, 상기 마이크로전자 기관으로부터 상기 백금 부분의 적어도 일부를 이방적으로 제거하는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 백금을 제거하는 방법.

청구항 34.

제 33 항에 있어서,

별도의 연마 요소들을 갖지 않도록 상기 전해질 유체를 선택하는 단계; 및

별도의 연마 요소를 갖지 않도록 상기 연마 패드를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 백금을 제거하는 방법.

청구항 35.

제 33 항에 있어서,

약 50 ppm 내지 약 5,000 ppm의 농도를 갖는 염소 이온을 포함하도록 상기 전해질 유체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 백금을 제거하는 방법.

청구항 36.

제 33 항에 있어서,

상기 백금 부분에 전류를 인가하는 것은 적어도 약 100 V까지의 전위로 전류를 인가하는 것을 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 백금을 제거하는 방법.

청구항 37.

제 33 항에 있어서,

상기 전류를 인가하는 것은 약 1 A 내지 약 10 A의 전류를 인가하는 것을 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 백금을 제거하는 방법.

청구항 38.

제 33 항에 있어서,

상기 백금 부분에 인가된 전류의 특성들을 제어함으로써, 상기 백금 부분의 산화 속도를 제어하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 백금을 제거하는 방법.

청구항 39.

제 33 항에 있어서,

상기 백금 부분에 인가된 상기 전류의 주파수 및 진폭 중 적어도 하나를 제어함으로써, 상기 백금 부분의 산화 속도를 제어하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 백금을 제거하는 방법.

청구항 40.

마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법에 있어서:

상기 마이크로전자 기관의 도전성 물질을 연마 패드의 연마면과 결합시키는 단계;

상기 마이크로전자 기관이 상기 연마 패드에 결합되는 동안, 상기 도전성 물질에 가변 전류를 인가하면서 상기 마이크로전자 기관과 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시키는 단계; 및

상기 도전성 물질이 백금을 포함하는 경우에 약 1 내지 약 14가 되도록, 상기 도전성 물질이 텅스텐을 포함하는 경우에 약 3보다 작거나 약 6보다 크도록, 및 상기 도전성 물질이 구리를 포함하는 경우에 약 6보다 작거나 약 8보다 크도록 상기 도전성 물질에 인접한 환경의 pH를 제어하는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 41.

제 40 항에 있어서,

상기 도전성 물질은 상기 마이크로전자 기관의 표면에 배치되고, 상기 도전성 물질에 전류를 인가하는 것은 제 1 및 제 2 전극들을 상기 표면에 향하도록 위치시켜, 전극들 중 한쪽이 애노드를 형성하고, 다른 쪽의 전극이 캐소드를 형성하고, 상기 표면과 상기 제 1 및 제 2 전극들 사이에 전해질 유체를 배치하는 것을 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 42.

제 40 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 제거하는 것은 상기 도전성 물질의 적어도 일부를 이방적으로 제거하는 것을 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 43.

제 40 항에 있어서,

상기 전류를 인가하는 것은 상기 도전성 물질에 근접하게 제 1 및 제 2 전극들을 위치시키고, 상기 전극들과 상기 도전성 물질 사이에 전해질 유체를 배치하고, 상기 적어도 하나의 전극을 전위원에 연결하여, 상기 제 1 및 제 2 전극들이 상기 전해질 유체와 유체 소통하는 것을 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 44.

제 40 항에 있어서,

(NH₄)₂SO₄, H₂SO₄, MgSO₄ 및 H₃PO₄ 중 적어도 하나를 포함하도록 상기 전해질 유체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 45.

제 40 항에 있어서,

별도의 연마 요소들을 갖지 않도록 상기 전해질 유체 및 상기 연마 패드를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 46.

제 40 항에 있어서,

약 50 ppm 내지 약 5,000 ppm의 농도를 갖는 염소 이온을 포함하도록 상기 전해질 유체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 47.

화학 산화제(oxidizing chemical agent)에 노출될 때 제 1 속도로 산화될 수 있는 도전성 물질을 마이크로전자 기관의 표면으로부터 제거하는 방법에 있어서:

산화 물질을 형성하기 위해 전류를 상기 도전성 물질에 인가함으로써, 상기 제 1 속도보다 빠른 제 2 속도로 상기 마이크로전자 기관의 도전성 물질을 산화시키는 단계로서, 상기 도전성 물질이 상기 마이크로전자 기관의 표면에 위치되고, 상기 전류를 상기 도전성 물질에 인가하는 것은 제 1 및 제 2 전극들을 상기 제 1 표면으로부터 이격되게 위치시키고, 상기 표면과 상기 제 1 및 제 2 전극들 사이에 전해질 유체를 배치하여, 상기 전극들 양자 모두가 서로 및 상기 전해질 유체와 유체 소통하는 것을 포함하는, 상기 도전성 물질 산화 단계; 및

상기 전류를 상기 제 1 및 제 2 전극들을 통해 상기 도전성 물질에 인가하면서, 상기 마이크로전자 기관을 연마 패드의 연마면과 결합시키고, 상기 마이크로전자 기관 및 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써 상기 산화된 물질을 제거하는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 48.

제 47 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 통과하는 전류의 특성들을 제어함으로써, 상기 도전성 물질의 산화 속도를 제어하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 49.

제 47 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 통과하는 상기 전류의 주파수 및 진폭 중 적어도 하나를 제어함으로써, 상기 도전성 물질의 산화 속도를 제어하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 50.

제 47 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 통과하는 전류의 흐름을 정지시킴으로써, 상기 마이크로전자 기관으로부터의 물질의 제거를 정지시키는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 51.

제 47 항에 있어서,

별도의 연마 요소들을 갖지 않도록 상기 전해질 유체를 선택하는 단계; 및

별도의 연마 요소들을 갖지 않도록 상기 연마 패드를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 52.

제 47 항에 있어서,

약 50 ppm 내지 약 5,000 ppm의 농도로 염소 이온을 포함하도록 상기 전해질 유체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 53.

제 47 항에 있어서,

상기 연마면에 적어도 근접하게 상기 연마 패드에 고정적으로 부착된 복수의 연마 요소들을 포함하도록 상기 연마 패드를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 54.

제 47 항에 있어서,

복수의 현탁된 연마 요소들을 포함하도록 상기 전해질 유체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 55.

제 47 항에 있어서,

금속을 포함하도록 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 56.

제 47 항에 있어서,

반도체 물질을 포함하도록 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 57.

제 47 항에 있어서,

귀금속(noble metal)을 포함하도록 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 58.

마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법에 있어서:

상기 마이크로전자 기관을 연마 패드의 연마면과 결합시키는 단계;

상기 마이크로전자 기관의 귀금속 물질을 전위원에 전기적으로 연결하는 단계;

제 1 및 제 2 전극들을 상기 표면으로부터 이격되게 위치시키고, 상기 표면과 상기 전극들 사이에 전해질 유체를 배치함으로써, 상기 전위원으로부터 상기 제 1 및 제 2 전극들과 상기 도전성 물질을 통과하는 전류로 상기 도전성 물질의 적어도 일부를 산화시키는 단계로서, 상기 전극들 양자 모두는 서로 및 상기 전해질 유체와 유체 소통하는, 상기 산화 단계; 및

상기 마이크로전자 기관과 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써, 상기 마이크로전자 기관으로부터 상기 도전성 물질의 일부를 제거하는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 59.

제 58 항에 있어서, 백금을 포함하도록 상기 마이크로전자 기관을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 60.

마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법에 있어서:

상기 마이크로전자 기관을 연마 패드의 연마면과 결합시키는 단계;

상기 표면으로부터 이격되도록 제 1 및 제 2 전극들을 위치시키고, 상기 표면과 상기 전극들 사이에 전해질 유체를 배치하는 단계로서, 상기 전극들 양자 모두는 상기 전해질 유체와 유체 소통하는, 상기 배치 단계;

전류를 전위원으로부터 상기 제 1 및 제 2 전극들과 백금 물질을 통하여 통과시킴으로써, 상기 마이크로전자 기관의 상기 백금 물질의 적어도 일부를 산화시키는 단계; 및

상기 마이크로전자 기관과 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써, 상기 마이크로전자 기관으로부터 상기 백금 물질의 일부를 제거하는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 61.

제 60 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 통과하는 전류의 특성들을 제어함으로써, 상기 도전성 물질의 산화 속도를 제어하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 62.

제 60 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 통과하는 전류의 흐름을 정지시킴으로써, 상기 마이크로전자 기관으로부터의 물질의 제거를 정지시키는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 63.

제 60 항에 있어서,

별도의 연마 요소를 갖지 않도록 상기 전해질 유체를 선택하는 단계; 및

별도의 연마 요소를 갖지 않도록 상기 연마 패드를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 64.

제 60 항에 있어서,

약 50 ppm 내지 약 5,000 ppm의 농도를 갖는 염소 이온을 포함하도록 상기 전해질 유체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 65.

제 60 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 전극들을 위치시키는 것은 상기 제 1 및 제 2 전극들을 상기 마이크로전자 기관의 표면에 향하여 위치시키는 것을 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 66.

제 60 항에 있어서,

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, H_2SO_4 , K_2SO_4 , MgSO_4 및 H_3PO_4 중 적어도 하나를 포함하도록 상기 전해질 유체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 67.

제 60 항에 있어서,

상기 마이크로전자 기관으로부터 물질을 제거하는 것은 상기 연마 패드의 연마면에 거의 가로 방향으로 이방적으로 상기 물질을 제거하는 것을 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 68.

마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법에 있어서:

상기 마이크로전자 기관을 연마 패드의 연마면과 결합시키는 단계;

상기 마이크로전자 기관과 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써, 상기 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질의 일부를 제거하는 단계;

상기 표면으로부터 이격되게 제 1 및 제 2 전극들을 위치시키고, 상기 표면과 상기 전극들 사이에 전해질 유체를 배치함으로써, 상기 도전성 물질을 전위원에 전기적으로 연결하는 단계로서, 상기 전극들 양자 모두는 서로 및 상기 전해질 유체와 유체 소통하는, 상기 연결 단계; 및

상기 마이크로전자 기관이 상기 연마 패드의 연마면에 결합되는 동안, 상기 제 1 및 제 2 전극들과 상기 도전성 물질을 통하는 전류의 흐름을 제어함으로써, 상기 마이크로전자 기관으로부터 제거되는 도전성 물질의 양을 제어하는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 69.

제 68 항에 있어서,

상기 마이크로전자 기관으로부터 상기 도전성 물질을 제거하기 전, 상기 전류의 흐름을 상기 도전성 물질을 통하여 통과시킴으로써, 상기 마이크로전자 기관으로부터 제거되는 상기 도전성 물질의 부분 중 적어도 일부를 산화시키는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 70.

제 68 항에 있어서,

상기 전류의 흐름을 제어하는 것은 전류의 흐름을 선택적으로 시작 및 정지시키는 것을 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 71.

제 68 항에 있어서,

상기 전류의 흐름을 제어하는 것은, 선택된 양의 상기 도전성 물질이 상기 마이크로전자 기관으로부터 제거되었을 때, 상기 전류의 흐름을 정지시키는 것을 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 72.

제 68 항에 있어서,

상기 전류의 흐름을 제어하는 것은 상기 도전성 물질을 통과하는 상기 전류의 주파수 및 진폭 중 적어도 하나를 제어함으로써, 상기 도전성 물질의 산화 속도를 제어하는 것을 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 73.

제 68 항에 있어서,

별도의 연마 요소들을 갖지 않도록 상기 전해질 유체를 선택하는 단계; 및

별도의 연마 요소들을 갖지 않도록 상기 연마 패드를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 74.

제 68 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 전극들을 상기 마이크로전자 기관의 표면에 향하도록 위치시키는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 75.

제 68 항에 있어서,

금속을 포함하도록 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 76.

제 68 항에 있어서,

폴리실리콘을 포함하도록 상기 도전성 물질을 택하는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 77.

마이크로전자 기관으로부터 물질을 제거하기 위한 방법에 있어서:

상기 마이크로전자 기관을 연마면을 갖는 연마 패드와 상기 연마면에 인접하여 배치된 전해질 유체를 포함하는 물질 제거 매체(material removal medium)에 결합시키는 단계로서, 상기 물질 제거 매체는 별도의 연마 요소들을 갖지 않는, 상기 결합 단계;

상기 마이크로전자 기관의 도전성 물질을 전위원에 전기적으로 연결하는 단계; 및

전류를 상기 전해질 유체, 상기 도전성 물질, 및 서로 이격되고 상기 마이크로전자 기관의 표면에 향하는 제 1 및 제 2 전극들을 통하여 통과시키고, 상기 마이크로전자 기관 및 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써, 상기 마이크로전자 기관으로부터 상기 도전성 물질의 일부를 제거하는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 78.

제 77 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 통과하는 전류의 특성들을 제어함으로써, 상기 도전성 물질의 산화 속도를 제어하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 79.

제 77 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 통과하는 전류의 주파수 및 진폭 중 적어도 하나를 제어함으로써, 상기 도전성 물질의 산화 속도를 제어하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 80.

제 77 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 통과하는 전류의 흐름을 정지시킴으로써, 상기 마이크로 기관으로부터 물질의 제거를 정지시키는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 81.

제 77 항에 있어서,

상기 마이크로전자 기관은 표면을 가지며, 상기 도전성 물질을 상기 전위원에 전기적으로 연결하는 단계는 제 1 및 제 2 전극들을 상기 표면에 향하도록 위치시키고, 상기 도전성 물질과 상기 전극들 사이에 상기 전해질 유체를 배치하는 단계를 포함하며,

하나의 전극은 애노드를 형성하고, 다른 하나의 전극은 캐소드를 형성하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 82.

제 77 항에 있어서,

금속을 포함하도록 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 83.

제 77 항에 있어서,

도프된 반도체를 포함하도록 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 84.

마이크로전자 기관으로부터 물질을 제거하는 방법에 있어서:

상기 마이크로전자 기관을 연마 패드의 연마면과 결합시키는 단계;

상기 마이크로전자 기관을 약 50 ppm 내지 약 5,000 ppm의 염소 이온 농도를 갖는 액체에 노출시키는 단계;

상기 마이크로전자 기관의 도전성 물질을 전위원에 전기적으로 연결하는 단계; 및

전류를 상기 도전성 물질을 통하여 통과시키면서, 상기 마이크로전자 기관과 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써, 상기 마이크로전자 기관으로부터 상기 도전성 물질의 일부를 제거하는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 85.

제 84 항에 있어서,

상기 도전성 물질은 상기 마이크로전자 기관의 표면에 위치되고, 상기 도전성 물질을 상기 전위원에 전기적으로 연결하는 단계는 제 1 및 제 2 전극들을 상기 표면에 향하게 하고, 상기 표면과 상기 제 1 및 제 2 전극들 사이의 상기 액체를 통해 전류를 통과시키는 단계를 포함하며,

상기 전극들 중 하나는 애노드를 형성하고, 다른 하나의 전극은 캐소드를 형성하고, 상기 제 1 및 제 2 전극들 양자 모두는 서로 및 상기 액체와 유체 소통하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 86.

제 84 항에 있어서,

상기 도전성 물질은 백금을 포함하고, 상기 방법은:

약 100 ppm 내지 약 5,000 ppm의 염소 이온 농도를 갖도록 상기 액체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 87.

제 84 항에 있어서,

(NH₄)₂SO₄, K₂SO₄, MgSO₄, H₃PO₄ 및/또는 H₂SO₄를 포함하도록 상기 액체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로 전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 88.

제 84 항에 있어서,

상기 도전성 물질이 백금을 포함하는 경우에 약 1 내지 약 14, 상기 도전성 물질이 텅스텐을 포함하는 경우에 약 3보다 작거나 약 4보다 큰, 상기 도전성 물질이 구리를 포함하는 경우에 약 6보다 작거나 약 8보다 큰 pH를 갖도록 상기 액체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로 전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 89.

제 84 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 산화시키는 단계를 더 포함하는, 마이크로 전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 90.

마이크로 전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법에 있어서:

제 2 도전성 물질에 인접하여 배치된 제 1 도전성 물질을 갖는 상기 마이크로 전자 기관을 제공하는 단계로서, 상기 제 2 도전성 물질은 상기 제 1 도전성 물질과 다른 조성을 갖는, 상기 제공 단계;

상기 제 1 도전성 물질을 연마 패드의 연마면과 결합시키는 단계;

제 1 및 제 2 전극들을 상기 표면으로부터 이격되게 위치시키고, 상기 표면이 상기 연마 패드의 연마면에 결합되는 동안, 상기 표면과 상기 전극들 사이에 제 1 전해질 유체를 배치함으로써, 상기 마이크로 전자 기관의 제 1 도전성 물질을 전위원에 전기적으로 연결하는 단계로서, 상기 전극들 양자 모두는 상기 제 1 전해질 유체와 유체 소통하는, 상기 연결 단계;

상기 제 1 도전성 물질이 상기 연마면에 결합되는 동안, 전류를 상기 제 1 및 제 2 전극들과 상기 제 1 도전성 물질을 통하여 통과시킴으로써, 상기 제 1 도전성 물질의 적어도 일부를 산화시키는 단계;

상기 마이크로 전자 기관과 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써, 상기 마이크로 전자 기관으로부터 상기 제 1 도전성 물질의 일부를 제거하는 단계;

상기 제 1 도전성 물질의 일부를 제거한 후, 상기 제 2 도전성 물질을 상기 연마 패드의 연마면과 결합시키는 단계;

상기 제 1 및 제 2 전극들을 상기 표면으로부터 이격되게 위치시키고, 상기 표면이 상기 연마 패드의 연마면에 결합되는 동안, 상기 표면과 상기 전극들 사이에 제 2 전해질 유체를 배치함으로써, 상기 마이크로 전자 기관의 제 2 도전성 물질을 전위원에 전기적으로 연결하는 단계로서, 상기 전극들 양자 모두는 상기 제 2 전해질 유체와 유체 소통하는, 상기 연결 단계;

상기 제 2 도전성 물질이 상기 연마면에 결합되는 동안, 전류를 상기 제 1 및 제 2 전극들과 상기 제 2 도전성 물질을 통하여 통과시킴으로써, 상기 제 2 도전성 물질의 적어도 일부를 산화시키는 단계; 및

상기 마이크로 전자 기관과 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써, 상기 마이크로 전자 기관으로부터 상기 제 2 도전성 물질의 일부를 제거하는 단계를 포함하는, 마이크로 전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 91.

제 90 항에 있어서,

구리 및/또는 알루미늄을 포함하도록 상기 제 1 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 92.

제 90 항에 있어서,

다공성 실리카를 포함하도록 상기 제 2 도전성 물질에 인접하는 기관 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 93.

제 90 항에 있어서,

약 1.5 내지 약 3의 유전 상수를 갖도록 상기 제 2 도전성 물질에 인접하는 유전체 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 94.

제 90 항에 있어서,

탄탈륨, 탄탈륨 질화물, 텅스텐, 텅스텐 질화물, 티타늄, 티타늄 질화물, 티타늄 실리콘 질화물 및/또는 탄탈륨 실리콘 질화물을 포함하도록 상기 제 2 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 95.

제 90 항에 있어서,

상기 마이크로전자 기관의 제 1 도전성 물질과 기관 물질 사이에 배리어를 형성하도록 상기 제 2 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 96.

제 90 항에 있어서,

상기 마이크로전자 기관은 유전체 부분을 포함하고, 상기 방법은:

상기 유전체 부분내에 리세스를 형성하는 단계;

배리어층을 형성하도록 상기 리세스내 및 상기 유전체 부분상에 제 2 도전성 물질을 배치하는 단계; 및

상기 제 2 도전성 물질상에 상기 제 1 도전성 물질을 배치하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 97.

제 90 항에 있어서,

서로 다른 화학 조성을 갖도록 상기 제 1 및 제 2 전해질 유체들을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 98.

제 90 항에 있어서,

복수의 연마 요소들을 갖도록 상기 전해질 유체들 중 적어도 하나를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 99.

제 90 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 전극들을 상기 마이크로전자 기관의 표면에 향하도록 위치시키는 단계를 더 포함하고,

하나의 전극은 애노드를 형성하고, 다른 하나의 전극은 캐소드를 형성하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 100.

제 90 항에 있어서,

흑연 및/또는 백금을 포함하도록 상기 전극들 중 적어도 하나를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 101.

제 90 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 전해질 유체들 중 적어도 하나의 염소 이온 및/또는 알콜의 농도를 제어함으로써, 상기 도전성 물질들 중 적어도 하나가 상기 마이크로전자 기관으로부터 제거되는 속도를 제어하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 102.

제 90 항에 있어서,

H₃PO₄ 및/또는 유기산을 포함하도록 상기 제 2 전해질 유체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 103.

제 90 항에 있어서,

HCl, NH₄Cl, 유기산 및/또는 무기산을 포함하도록 상기 제 2 전해질 유체를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 104.

제 90 항에 있어서,

부식 억제제(corrosion inhibiting agent)를 포함하도록 상기 제 1 및 제 2 전해질 유체들 중 적어도 하나를 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법.

청구항 105.

마이크로전자 기관으로부터 물질의 제거를 종료하는 방법에 있어서:

상기 마이크로전자 기관을 연마 패드의 연마면과 결합시키는 단계로서, 상기 마이크로 전자 기관은 기관 물질, 상기 기관 물질에 인접한 유전체 물질 및 상기 유전체 물질에 인접한 도전성 물질을 갖는, 상기 결합 단계;

상기 마이크로전자 기관의 도전성 물질을 전위원에 전기적으로 연결하는 단계;

상기 마이크로전자 기관이 상기 연마 패드의 연마면에 결합되는 동안, 전류를 상기 전위원으로부터 상기 도전성 물질을 통하여 통과시킴으로써 상기 도전성 물질 중 적어도 일부를 산화시키는 단계;

상기 유전체 물질을 노출시키기 위해, 상기 마이크로전자 기관과 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써 상기 마이크로전자 기관으로부터 상기 도전성 물질의 일부를 제거하는 단계; 및

상기 유전체 물질을 상기 연마 패드의 연마면과 결합시킴으로써, 상기 마이크로전자 기관으로부터의 물질의 추가 제거를 정지시키는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 물질의 제거를 종료하는 방법.

청구항 106.

제 105 항에 있어서,

상기 도전성 물질을 상기 전위원에 전기적으로 연결하는 단계는 제 1 및 제 2 전극들을 상기 도전성 물질에 근접하고 또한 이격되게 위치시키고, 상기 전극들 및 상기 도전성 물질 사이에 전해질 유체를 배치하여, 상기 전극들이 상기 전해질 유체와 유체 소통하는 단계를 포함하고,

상기 방법은 산화물을 포함하도록 상기 유전체 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 물질의 제거를 종료하는 방법.

청구항 107.

제 105 항에 있어서,

금속을 포함하도록 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 물질의 제거를 종료하는 방법.

청구항 108.

연마 패드에 결합되어 상기 연마 패드의 연마면에 대하여 직각인 제 1 힘을 받을 때, 마이크로전자 기관으로부터 선택된 속도로 제거될 수 있는 도전성 물질을 마이크로전자 기관으로부터 제거하는 방법에 있어서:

상기 도전성 물질을 전위원에 연결하는 단계;

상기 마이크로전자 기관을 상기 연마 패드의 연마면에 접촉시키는 단계; 및

도전성 물질의 산화된 일부를 형성하기 위해 전류를 상기 도전성 물질에 인가함으로써, 상기 연마 패드의 연마면에 대하여 직각이고 상기 제 1 힘보다 작은 제 2 힘으로 상기 산화된 일부를 제거하는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 109.

제 108 항에 있어서,

상기 도전성 물질은 상기 마이크로전자 기관의 표면에 위치되고, 상기 도전성 물질을 전위원에 전기적으로 연결하는 단계는 제 1 및 제 2 전극을 상기 표면으로부터 이격되게 위치시키고, 상기 표면과 상기 제 1 및 제 2 전극들 사이에 전해질 유체를 배치하는 단계를 포함하며,

상기 전극들 중 하나는 애노드를 형성하고, 다른 하나의 전극은 캐소드를 형성하고, 상기 제 1 및 제 2 전극들은 서로 및 상기 전해질 유체와 유체 소통하는, 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 110.

제 108 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 전극들을 상기 마이크로전자 기관의 표면에 향하도록 위치시키는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 111.

제 108 항에 있어서,

구리를 포함하도록 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 112.

제 108 항에 있어서,

다공성 실리카를 포함하도록 상기 마이크로전자 기판의 기판 물질을 선택하는 단계를 더 포함하고,

상기 기판 물질은 상기 도전성 물질을 지지하도록 위치되는, 마이크로전자 기판으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 113.

제 108 항에 있어서,

약 1.5 내지 약 3의 유전 상수를 갖도록 상기 마이크로전자 기판의 기판 물질을 선택하는 단계를 더 포함하고,

상기 기판 물질은 상기 도전성 물질을 지지하도록 위치되는, 마이크로전자 기판으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 114.

제 108 항에 있어서,

상기 도전성 물질은 상기 마이크로전자 기판의 배리어층에 인접하게 배치된 도전성 물질을 포함하고, 상기 방법은:

상기 도전성 물질의 적어도 일부를 제거한 후, 상기 마이크로전자 기판을 상기 연마 패드의 연마면과 결합시키는 단계;

상기 배리어층을 상기 전위원에 전기적으로 연결하는 단계;

전류를 상기 전위원으로부터 상기 배리어층을 통하여 통과시킴으로써 상기 배리어의 적어도 일부를 산화시키는 단계; 및

상기 마이크로전자 기판과 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써, 상기 마이크로전자 기판으로부터 상기 배리어층의 적어도 일부를 제거하는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기판으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 115.

마이크로전자 기판의 표면으로부터 물질을 제거하는 방법에 있어서:

상기 마이크로전자 기판을 연마 패드의 연마면과 결합시키는 단계;

애노드와 캐소드를 마이크로전자 기판의 표면에 향하지만 이격되게 위치시키고, 상기 마이크로전자 기판과 상기 애노드 및 캐소드 사이에 전해질 유체를 배치하고, 상기 애노드 및 캐소드 중 적어도 하나를 전위원에 연결함으로써, 상기 마이크로전자 기판의 도전성 물질을 상기 전위원에 전기적으로 연결하는 단계로서, 상기 애노드 및 캐소드는 서로 및 상기 전해질 유체와 유체 소통하는, 상기 연결 단계;

상기 마이크로전자 기판이 상기 연마 패드의 연마면에 결합되는 동안, 전류를 상기 전위원으로부터 상기 도전성 물질과 상기 애노드 및 캐소드를 통하여 통과시킴으로써, 상기 도전성 물질의 적어도 일부를 산화시키는 단계; 및

상기 마이크로전자 기판과 상기 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써, 상기 마이크로전자 기판으로부터 상기 도전성 물질의 일부를 제거하는 단계를 포함하는, 마이크로전자 기판으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 116.

제 115 항에 있어서,

구리, 알루미늄, 백금, 로듐, 이리듐, 금, 폴리실리콘, 티타늄, 티타늄 질화물, 탄탈륨, 탄탈륨 질화물, 텅스텐, 텅스텐 질화물, 티타늄 실리콘 질화물 및 탄탈륨 실리콘 질화물 중 적어도 하나를 포함하도록 상기 도전성 물질을 선택하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 117.

제 115 항에 있어서,

상기 전해질 액체내에 배치된 염소 이온의 농도를 제어함으로써, 상기 도전성 물질이 제거되는 속도를 제어하는 단계를 더 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 118.

제 115 항에 있어서,

상기 염소 이온의 농도를 제어하는 것은 약 50 ppm 내지 약 5,000 ppm의 농도를 선택하는 것을 포함하는, 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법.

청구항 119.

마이크로전자 기관으로부터 물질을 제거하는 장치에 있어서:

상기 마이크로전자 기관과 결합하도록 구성된 기관 지지부; 및

상기 기관 지지부에 근접하게 위치된 물질 제거 매체를 포함하고,

상기 물질 제거 매체는 동작중 상기 마이크로전자 기관과 결합하도록 위치된 연마면을 갖는 연마 패드를 포함하고, 상기 물질 제거 매체는 상기 연마 패드상에 배치된 액체를 더 포함하고, 상기 기관 지지부가 상기 마이크로전자 기관과 결합할 때, 상기 물질 제거 매체는 서로 이격된 제 1 및 제 2 전극들 및 상기 마이크로전자 기관을 또한 더 포함하고, 상기 전극들 중 적어도 하나는 전위원에 연결될 수 있으며, 상기 연마 패드도 상기 액체도 별도의 연마 요소들을 갖지 않으며, 상기 기관 지지부 및 상기 물질 제거 매체가 상기 마이크로전자 기관과 결합할 때, 상기 물질 제거 매체와 상기 기관 지지부 중 적어도 하나는 서로에 대하여 이동할 수 있는, 마이크로전자 기관으로부터 물질을 제거하는 장치.

청구항 120.

제 119 항에 있어서,

상기 액체는 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, K_2SO_4 , MgSO_4 , H_3PO_4 및 H_2SO_4 , 중 적어도 하나를 포함하도록 선택되는, 마이크로전자 기관으로부터 물질을 제거하는 장치.

청구항 121.

제 119 항에 있어서,

상기 연마 패드의 연마면에 근접하게 또한 이격되게 위치되는 제 1 및 제 2 전극들을 더 포함하고,

상기 제 1 및 제 2 전극들 양자 모두는, 상기 기관 지지부가 상기 마이크로전자 기관과 결합할 때, 상기 마이크로전자 기관의 표면에 향하는, 마이크로전자 기관으로부터 물질을 제거하는 장치.

명세서

기술분야

관련 출원의 상호 참조

본 발명은 2000년 8월 30일에 출원된 "마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법 및 장치"라고 불리는 미국특허출원 제09/651,779호 및 2001년 6월 21일자로 출원된 "둔하고 각진 개구를 구비한 도전성 물질을 갖는 마이크로전자 기관"이라고 불리는 미국특허출원 제09/887,767호(대리인 도켓 번호 108298515US2) 및 2001년 6월 21일자에 출원된 "마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 전기적으로 및/또는 화학-기계적으로 도전성 물질을 제거하는 방법 및 장치"라고 불리는 미국특허출원 제09/888,002호(대리인 도켓 번호 108298515US3)의 부분 계속이고, 이들 모두는 그 전체가 참조로서 본원에 함체된다.

관련 기술

본 발명은 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

마이크로전자 기관들 및 기관 조립체들은 일반적으로 도전성 라인들로 연결된 메모리 셀과 같은 특징부들을 갖는 반도체 물질을 포함한다. 도전성 라인들은 먼저 트랜치들 또는 다른 리세스들을 반도체 물질에 형성한 후, 트랜치들 내에 (금속과 같은) 도전성 물질을 증착시킴으로써 형성될 수 있다. 그 후, 도전성 물질은 선택적으로 제거되어 반도체 물질내의 하나의 형상부로부터 다른 형상부로 연장하는 도전성 라인들을 남기게 된다.

반도체 기관들로부터 금속층들을 증착 및 제거하기 위해 전해질 기술이 사용되어 왔다. 예를 들어, 층의 부분들을 제거하기 위해 중간 전해질을 통해 도전층에 교류 전류(alternating current)가 인가될 수 있다. 도 1에 도시된 일 구성에서, 종래 장치(60)는 전류원(21)에 연결된 제 1 전극(20a) 및 제 2 전극(20b)을 포함한다. 제 1 전극(20a)은 반도체 기관(10)의 금속층(11a)에 직접 부착되고, 제 2 전극(20b)은 전해질(31)과 접촉할 때까지 제 2 전극을 아래로 이동시킴으로써, 금속층(11a)의 표면에 배치된 액체 전해질(31)에 적어도 부분적으로 침지된다. 배리어(22)는 제 1 전극(20a)을 전해질(31)과의 직접 접촉으로부터 보호한다. 전류원(21)은 제 1 전극들(20a) 및 제 2 전극들(20b)을 통해 기관에 교류 전류를 인가하여, 도전층(11a)으로부터 도전성 물질을 제거한다. 교류 전류 신호는 "실리콘 집적 회로상의 티타늄-백금-금 금속화의 백금의 전기에칭"(벨 연구소)라고 불리는 프란켄탈(Frankenthal) 등에 의해 개시된 것과 같은 여러 가지의 파형들을 가질 수 있으며, 그 전체는 참조로서 본원에 함체된다.

도 1에 도시된 구성의 하나의 단점은, 제 1 전극(20a)이 부착된 영역에서 도전층(11)으로부터 물질을 제거하는 것이 가능하지 않을 수 있다는 것이다. 왜냐하면, 배리어(22)가 이 영역에서 전해질(31)이 기관(10)에 접촉하는 것을 방지하기 때문이다. 대안으로, 만약, 제 1 전극(20a)이 이 영역에서 전해질과 접촉한다면, 전해질 공정은 제 1 전극(20a)을 악화시킬 수 있다. 다른 단점은, 전해질 공정이 상기 기관(10)으로부터 물질을 균일하게 제거하지 않는다는 것이다. 예를 들어, 제 1 전극(20a)에의 직접 전기 접속부를 갖지 않는 잔류 도전성 물질의 "섬부(island)"가 도전층(11a)에서 개발될 수 있다. 잔류 도전성 물질은 도전성 라인들의 형성 및/또는 작용에 간섭할 수 있고, 제 1 전극(20a)이 이러한 "섬부"에 연결되도록 재배치되지 않는 한, 전해질 공정으로 제거하는 것은 어렵고 불가능할 수 있다.

상기한 단점들 중 일부를 처리하는 하나의 해결법은, 도전성 물질이 제거되는 균일성을 증가시키기 위해 기관(10)의 주위에 복수의 제 1 전극들(20a)을 부착하는 것이다. 그러나, 도전성 물질의 섬부들은 추가의 제 1 전극들(20a)임에도 불구하고 아직 남아있을 수 있다. 다른 해결법은 탄소와 같은 불활성 물질(inert material)로부터 전극들(20a, 20b)을 형성하고, 배리어(22)를 제거하여 전해질(31)과 접촉하는 도전층(11)의 영역을 증가시키는 것이다. 그러나, 그러한 불활성 전극들은 도전성 물질의 제거 때에 반응성 전극들만큼 효과적이지 않을 수도 있고, 불활성 전극들은 기관(10) 상에 잔류 도전성 물질을 아직 남길 수 있다.

도 2는 상기한 단점들 중 일부를 처리하는 다른 해결법을 나타내고, 이 해결법에서는 두 개의 반도체 기관들(10)이 전해질(31)을 수용하는 용기(30)에 부분적으로 침지된다. 제 1 전극(20a)은 하나의 기관(10)에 부착되고, 제 2 전극(20b)은 다른

기관(10)에 부착된다. 이 해결법의 장점은, 전극들(20a, 20b)이 전해질과 접촉하지 않는다는 것이다. 그러나, 전해질 공정이 완료된 후, 도전성 물질의 섬부들이 아직 남아 있을 수 있고, 전극들(20a, 20b)이 기관들(10)에 부착되는 지점들에서 도전성 물질을 제거하는 것은 어려울 수 있다.

반도체 기관으로부터 물질을 제거하는 다른 방법은 화학 기계적 평탄화("CMP; chemical-mechanical planarization")가 있다. 종래의 CMP 기술들은 화학적 활성 환경에서 기관을 연마 패드(polishing pad)와 결합시킨 후, 연마 패드 및/또는 기관을 서로에 대하여 이동시켜, 기관의 표면으로부터 물질을 화학적 및/또는 기계적으로 제거하는 것을 포함한다. 연마 패드는 기관으로부터 물질을 연마하기 위해 고정된 연마 입자들(fixed abrasive particles)을 포함하고, 또는 연마 입자들은 연마 패드와 기관 사이에 배치된 액체 슬러리(liquid slurry)내에 현탁될 수 있다.

종래의 CMP 기술들의 하나의 단점은, 이러한 기술들을 사용하여 기관으로부터 (백금과 같은) 어떤 물질들을 제거하는 것이 극히 어렵거나 불가능하다는 것이다. 대안으로, 백금과 같은 물질들을 화학적으로 에칭하는 것은, 물질이 임의의 방향(등방적으로)이 아닌 단일 방향으로(즉, 이방적으로) 제거될 때에는 부적합하다. 종래의 CMP 기술들의 다른 단점은, 어떤 경질 물질들이 기관에 대단히 큰 항력(normal force)을 인가하지 않고 제거하기 어려울 수 있다는 것이다. 이러한 힘은 기관을 손상시킬 수 있고, CMP 장비의 수명을 감소시킬 수 있다.

국제 출원 PCT/US00/08336(WO/00/59682)는 반도체 웨이퍼에 도전성 물질을 인가하기 위한 제 1 챔버와, 전해연마 또는 화학-기계적 연마에 의해 반도체 웨이퍼로부터 도전성 물질을 제거하기 위한 제 2 챔버를 갖는 장치를 개시한다. 제 2 챔버는 원통형 기계 패드(cylindrical mechanical pad)를 구비한 페인트 롤러 구성(paint roller configuration)을 갖는 애노드를 구비하고, 상기 원통형 기계 패드는 애노드 및 웨이퍼가 수직축 주위를 회전하면, 전해조(electrolyte bath)와 웨이퍼의 표면 양자 모두에 접촉한다. 전해조로부터 격리된 도전성 액체를 포함할 수 있는 캐소드는 웨이퍼의 에지에 전기적으로 연결된다. 이 장치의 하나의 단점은 역시 웨이퍼상에 잔류 도전성 물질의 섬부들을 남길 수 있다는 것이다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명의 일 형태에 따른 방법은, 마이크로전자 기관을 연마 패드의 연마면과 결합시키고, 마이크로전자 기관이 연마 패드의 연마면에 결합되는 동안, 마이크로전자 기관의 도전성 물질을 전위원에 전기적으로 연결시키는 단계를 포함한다. 예를 들어, 상기 방법은 제 1 및 제 2 전극들을 마이크로전자 기관의 표면에 근접하게 그리고 그로부터 이격되게 위치시키고, 표면과 전극들 사이에 전해질 유체를 배치시키는 단계를 포함하며, 상기 전극들은 서로 및 전해질 유체와 유체 소통한다. 본 발명의 또 다른 양태에서, 제 1 및 제 2 전극들은 마이크로전자 기관의 표면에 향할 수 있고, 하나의 전극은 캐소드를 형성하고, 다른 전극은 애노드를 형성한다. 상기 방법은 또한 전류를 전위원으로부터 도전성 물질을 통하여 통과시킴으로써 도전성 물질의 적어도 일부를 산화시키는 단계, 상기 마이크로전자 기관 및 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질의 일부를 제거하는 단계를 포함한다. 도전성 물질은 백금 또는 다른 귀금속과 같은 금속, 또는 도프된 폴리실리콘과 같은 반도체 물질을 포함할 수 있다.

본 발명의 또 다른 양태에서, 상기 방법은 전해질 유체의 특성들을 선택하는 단계를 포함할 수 있다. 예를 들어, 유체는 약 50 ppm 내지 약 5,000 ppm의 염소 이온(chlorine ions)의 농도를 포함할 수 있다. 유체는 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, H_2SO_4 , MgSO_4 , K_2SO_4 , 및 H_3PO_4 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 유체의 pH는, 도전성 물질이 백금을 포함할 때 약 3보다 작거나 약 10보다 크고, 상기 도전성 물질이 텅스텐을 포함할 때 약 3보다 작거나 약 4보다 크고, 상기 도전성 물질이 구리를 포함할 때 약 6보다 작거나 약 8보다 클 수 있다.

본 발명의 다른 양태에 따른 방법은 제 2 도전성 물질에 인접하여 배치된 제 1 도전성 물질을 갖는 마이크로전자 기관을 제공하는 단계를 포함하며, 상기 제 2 도전성 물질은 제 1 도전성 물질과 다른 조성을 갖는다. 제 1 도전성 물질은 연마 패드의 연마면에 결합되고, 제 1 및 제 2 전극들을 표면으로부터 이격되게 위치시키고, 표면과 전극들 사이에 제 1 전해질 유체를 배치함으로써, 전위원에 전기적으로 연결되며, 상기 전극들 양자 모두는 제 1 전해질 유체와 유체 소통한다. 제 1 도전성 물질의 적어도 일부는, 제 1 도전성 물질이 연마면에 결합되는 동안, 전류를 제 1 도전성 물질을 통하여 통과시킴으로써 산화된다. 상기 방법은 마이크로전자 기관 및 연마 패드 중 적어도 하나를 서로에 대하여 이동시킴으로써, 마이크로전자 기관으로부터 제 1 도전성 물질의 일부를 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다. 그 후, 제 2 도전성 물질이 연마면에 결합되고, 제 2 전해질 유체를 갖는 제 1 및 제 2 전극들에 연결되며, 전류를 제 2 도전성 물질을 통하여 통과시킴으로써 산화된다. 그 후, 제 2 도전성 물질의 적어도 일부는 연마 패드에 대한 기관의 상대 이동에 의해 마이크로전자 기관으로부터 제거된다. 상기 방법의 다른 양태에서, 마이크로전자 기관으로부터의 물질의 추가 제거는 도전성 물질들 중 하나의 아래에 위치한 산화물층과 연마면을 결합시킴으로써 정지될 수 있다.

본 발명은 또한 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 장치에 관한 것이다. 본 발명의 일 형태에서, 상기 장치는 마이크로전자 기관에 결합되도록 구성된 기관 지지부, 및 상기 기관 지지부에 근접하여 위치된 물질 제거 매체(material removal medium)를 포함한다. 물질 제거 매체는 동작중 마이크로전자 기관에 결합되도록 위치된 연마면을 갖는 연마 패드를 포함할 수 있다. 물질 제거 매체는 상기 연마 패드상에 배치된 액체 및 기관 지지부에 적어도 근접하게 위치되고 전위원에 연결가능한 적어도 하나의 전극을 더 포함한다. 연마 패드도 액체도 별도의 연마 요소들(discrete abrasive elements)을 갖지 않는다. 물질 제거 매체 및 기관 지지부 중 적어도 하나는, 기관 지지부 및 물질 제거 매체가 마이크로전자 기관에 결합될 때 서로에 대하여 이동가능하다.

실시예

본 개시는 마이크로전자 장치들의 제조시에 사용되는 마이크로전자 기관 및/또는 기관 조립체로부터 도전성 물질들을 제거하는 방법들 및 장치들에 관한 것이다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 도전성 물질이라는 용어는 구리, 백금 및 알루미늄과 같은 금속들과, 도프된 폴리실리콘과 같은 반도체 물질들을 포함하지만, 그에 제한되지는 않는다. 본 발명의 어떤 실시예들의 많은 특정한 상세는 이 실시예들의 충분한 이해를 제공하기 위해 하기의 설명 및 도 3 내지 14B에 설명된다. 그러나, 당업자는, 본 발명이 추가의 실시예들을 갖거나, 이하에 기재된 상세의 몇 개 없이도 실시될 수 있다는 것을 알 것이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 마이크로전자 기관 또는 기관 조립체(110)로부터 도전성 물질을 제거하는 장치(160)의 부분 개략 측면도이다. 본 실시예의 일 형태에서, 상기 장치(160)는 전해질(131)을 수용하는 용기(130)를 포함하며, 이 전해질은 액체 또는 겔 상태일 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 전해질 및 전해질 유체라는 용어는 일반적으로 전해질 액체들 및 겔들을 지칭한다. 따라서, 전해질 유체들과 유체 소통하는 구조체들은 전해질 액체들 또는 겔들과 유체 소통한다.

마이크로전자 기관(110)은 에지면(112)과 2개의 표면들(113)을 갖는다. 지지 부재(140)는, 기관(110)의 표면들(113) 중 적어도 하나상의 도전층(111)이 전해질(131)과 접촉하도록, 용기(130)에 대하여 마이크로전자 기관(110)을 지지한다. 도전층(111)은 백금, 텅스텐, 탄탈륨, 금, 구리, 로듐, 이리듐, 티타늄과 같은 금속들 또는 도프된 폴리실리콘과 같은 다른 도전성 물질들을 포함할 수 있다. 본 실시예의 다른 양태에서, 지지 부재(140)는 지지 부재(140)와 기관(110)을 용기(130)에 대하여 이동시키는 기관 구동 유닛(141)에 연결된다. 예를 들어, 기관 구동 유닛(141)은 지지 부재(140)를 병진(화살표 "A"로 표시) 및/또는 지지 부재(140)를 회전(화살표 "B"로 표시)시킬 수 있다.

상기 장치(160)는 지지 부재(124)에 의해 마이크로전자 기관(110)에 대해 지지된 제 1 전극(120a) 및 제 2 전극(120b)(총칭하여 전극들(120)이라고 함)을 더 포함할 수 있다. 본 실시예의 일 형태에서, 지지 암(124)은 마이크로전자 기관(110)에 대하여 전극들(120)을 이동시키기 위해 전극 구동 유닛(123)에 결합된다. 예를 들어, 전극 구동 유닛(123)은 전극들을 도전층(111)에 대략 평행한 평면에서 마이크로전자 기관(110)의 도전층(111)에 향하고 또한 그로부터 멀어지게(화살표 "C"로 표시) 및/또는 가로 방향("화살표 "D"로 표시)으로 이동시킬 수 있다. 대안으로, 전극 구동 유닛(123)은 전극을 다른 방법들로 이동시킬 수 있거나, 기관 구동 유닛(141)이 기관(110)과 전극들(120) 사이의 충분한 상대 운동을 제공하는 경우에, 전극 구동 유닛(123)이 제거될 수 있다.

도 3을 참조로 상술한 실시예에서, 전극들(120)은 전해질(131)과 도전층(111)에 전류를 공급하기 위해 리드들(128)로 전류원(121)에 연결된다. 동작시, 전류원(121)은 교류 전류(단상 또는 다상)를 전극들(120)에 공급한다. 전류는 전해질(131)을 통과하고, 도전층(111)과 전기화학적으로 반응하여 도전층(111)으로부터 물질(예를 들어, 원자 또는 원자들의 그룹들)을 제거한다. 전극들(120) 및/또는 기관(110)은 도전층(111)의 선택된 부분들로부터 또는 전체 도전층(111)으로부터 물질을 제거하기 위해 서로에 대해 이동될 수 있다.

도 3에 도시된 장치(160)의 실시예의 일 형태에서, 전극들(120)과 도전층(111) 사이의 거리(D_1)는 제 1 전극(120a)과 제 2 전극(120b) 사이의 거리(D_2) 보다 작게 설정된다. 또한, 전해질(131)은 대략 도전층(111) 보다 높은 저항을 갖는다. 따라서, 교류 전류는 제 1 전극(120a)으로부터 직접 전해질(131)을 통해 제 2 전극(120b)으로 보다는, 제 1 전극(120a)으로부터 전해질(131)을 통해 도전층(111)으로, 또한 전해질(131)을 통해 제 2 전극(120b)으로 되돌아가는 최저 저항의 경로를 따른다. 대안으로, 저 유전성 물질(도시안됨)이 도전층(111)을 처음에 통과하지 않는 전극들(120) 사이의 직접 전기적 소통을 단절시키기 위해 제 1 전극(120a)과 제 2 전극(120b) 사이에 배치될 수 있다. 도 3에 도시된 장치(160)의 실시예의 일 특징은 전극(120)이 기관(110)의 도전층(111)과 접촉하지 않는다는 것이다. 이 배열의 장점은 도 1 및 도 2를 참고

로 상술한 전극(120)과 도전층(111) 사이에 직접 전기 접촉으로부터 초래되는 잔류 도전성 물질을 제거할 수 있게 하는 것이다. 예로서, 장치(160)는 전극(120)이 도전층(111)과 접촉하지 않기 때문에, 도전층과 전극 사이의 접촉 영역에 인접한 잔류 도전성 물질을 제거할 수 있다.

도 3을 참조로 상술된 장치(160)의 실시예의 다른 특징은 기관(110) 및/또는 전극(120)이 서로에 대해 이동하여 전극(120)을 도전층(111)에 인접한 소정의 지점에 위치시킬 수 있다는 것이다. 이 배열의 장점은, 전극들(120)이 전체 도전층(111)으로부터 물질을 제거하도록 도전층의 모든 부분에 인접하게 순차적으로 위치될 수 있다는 것이다. 대안으로, 도전층(111)의 선택된 부분만을 제거하기를 원할 때, 전극들(120)은 도전층(111)의 잔여 부분들을 그대로 두어 이 선택된 부분들로 이동될 수 있다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 기관(110)을 지지하기 위해 위치한 지지 부재(240)를 포함하는 장치(260)의 부분 개략 측면도이다. 이 실시예의 형태에서, 지지 부재(240)는 도전층(111)을 상향 방향에 향하여 기관(110)을 지지한다. 기관 구동 유닛(241)은 도 3을 참조로 상술된 바와 같이 기관(110)과 지지 부재(240)를 이동시킬 수 있다. 제 1 및 제 2 전극들(220a 및 220b)은 도전층(111) 위에 위치되고, 전류원(221)에 연결된다. 지지 부재(224)는 기관(110)에 대하여 전극들(220)을 지지하고, 실질적으로 도 3을 참조로 상술된 바와 동일한 방식으로 지지 도전층(111)의 표면 위로 전극들(220)을 이동시키도록 전극 구동 유닛(223)에 연결된다.

도 4에 도시된 실시예의 일 형태에서, 장치(260)는 전극들(220)에 인접하게 위치한 개구(238)를 갖는 공급 도관(237)을 구비한 전해질 용기(230)를 더 포함한다. 따라서, 전해질(231)은 전체 도전층(111)을 덮을 필요 없이, 도전층(111)과 전극들(220) 사이의 인터페이스 영역(239)에 국부적으로 배치될 수 있다. 전해질(231) 및 도전층(111)으로부터 제거된 도전성 물질은 기관(110) 위로 흐르고, 전해질 용기(232)에 수집된다. 전해질(231) 및 도전성 물질의 혼합물은 전해질(231)로부터 대부분의 도전성 물질을 제거하는 재생기(233; reclaimer)로 흐를 수 있다. 재생기(233)의 하류에 위치한 필터(234)는 전해질(231)의 부가적인 여과를 제공하고, 펌프(235)는 재조절된 전해질(231)을 복귀 도관(236)을 경유하여 전해질 용기(230)로 복귀시킨다.

도 4에 도시된 실시예의 다른 양태에서, 장치(260)는 도전층(111)에 인접하여 위치한 센서(251)를 구비한 센서 조립체(250)와, 센서(251)에 의해 생성된 신호들을 처리하기 위해 센서(251)에 연결된 센서 제어 유닛(252)을 포함할 수 있다. 또한, 제어 유닛(252)은 기관(110)에 대하여 센서(251)를 이동시킬 수도 있다. 본 실시예의 다른 양태에서, 센서 조립체(250)는 피드백 경로(253)를 경유하여 전극 구동 유닛(223) 및/또는 기관 구동 유닛(241)에 연결될 수 있다. 따라서, 센서(251)는 도전층(111)의 어떤 영역들이 부가적인 물질 제거를 필요로 하는지를 결정할 수 있으며, 전극들(220) 및/또는 기관(110)을 서로에 대해 이동시켜 전극들(220)을 이들 영역들 위에 위치시킬 수 있다. 대안으로(예를 들어, 제거 프로세스가 매우 반복적일 때), 전극들(220) 및/또는 기관(110)은 미리결정된 운동 스케줄에 따라 서로에 대해 이동할 수 있다.

센서(251)와 센서 제어 유닛(252)은 다수의 적절한 구성 중 어느 하나를 가질 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 센서(251)는 도전성 물질이 제거될 때, 기관(110)으로부터 반사된 빛의 강도, 파장 또는 위상 변화의 변화를 검출함으로써 도전층(111)의 제거를 검출하는 광학 센서일 수 있다. 대안으로, 센서(251)는 방출하여, 다른 파장들을 갖는 방사선, 예를 들어, x-레이 방사선의 반사를 검출할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 센서(251)는 두 선택된 지점들 사이의 도전층(111)의 저항 또는 용량의 변화를 측정할 수 있다. 본 실시예의 또 다른 양태에서, 전극들(220) 중 하나 또는 양자 모두는 센서(251)의 기능(상술한 물질 제거 기능 뿐만 아니라)을 수행할 수 있고, 별도의 센서(251)에 대한 필요성을 제거한다. 또 다른 실시예에서, 센서(251)는 도전층(111)이 제거될 때, 전류원(221)으로부터 인출된 전압 및/또는 전류의 변화를 검출할 수 있다.

도 4를 참조로 상술한 실시예들 중 임의의 실시예에서, 센서(251)는 전해질(231)로부터 이격되게 위치될 수 있으며, 그 이유는 전해질(231)이 전극들(220)과 도전층(111) 사이의 인터페이스 영역(239)내에 농축되기 때문이다. 따라서, 전해질(231)이 센서(251)의 동작을 덜 간섭할 것 같기 때문에, 센서가 전해 프로세스의 진행을 결정하는 정확도가 향상될 수 있다. 예를 들어, 센서(251)가 광학 센서일 때, 센서(251)가 인터페이스 영역(239)으로부터 떨어져 위치되기 때문에, 전해질(231)이 기관(110)의 표면으로부터 반사된 방사선을 덜 왜곡시킬 것 같다.

도 4를 참조로 상술된 장치(260)의 실시예의 다른 특징은, 인터페이스 영역(239)에 공급된 전해질(231)이 재조절된 전해질 또는 새로운 전해질 중 어느 하나라도 연속적으로 재보급된다는 것이다. 이 특징의 장점은, 전극들(220)과 도전층(111) 사이의 전자화학 반응이 높고 일정한 수준으로 유지될 수 있다는 것이다.

도 5는 제 1 전해질(331a)과 제 2 전해질(331b)을 통하여 기관(110)에 교류 전류를 안내하는 장치(360)의 부분 개략 측면도이다. 본 실시예의 일 형태에서, 제 1 전해질(331a)은 2개의 제 1 전해질 용기들(330a)내에 배치되고, 제 2 전해질

(331b)은 제 2 전해질 용기(330b)내에 배치된다. 제 1 전해질 용기들(330a)은 제 2 전해질(331b)내에 부분적으로 침지된다. 장치(360)는 제 1 전극(320a) 및 제 2 전극(320b)으로서 도식된 전극들(320)을 더 포함할 수 있으며, 각각 전류원(321)에 연결되고, 각각 제 1 전해질 용기들(330a) 중 하나에 수용된다. 대안으로, 전극들(320) 중 하나는 접지에 연결될 수 있다. 전극들(320)은 은, 백금, 구리 및/또는 기타 물질들 같은 물질들을 포함할 수 있으며, 제 1 전해질(331a)은 염화나트륨, 염화칼륨, 황산동 및/또는 전극들(320)을 형성하는 물질들과 호환가능한 기타 전해질들을 포함할 수 있다.

본 실시예의 일 형태에서, 제 1 전해질 용기들(330a)은 TeflonTM, 소결 유리, 석영 또는 사파이어와 같은 소결 물질, 또는 제 1 전해질 용기들(330a)과 제 2 전해질 용기(330b) 사이에서 전후로 이온이 통과할 수 있게 하지만, (예를 들어, 염(salt) 브리지와 실질적으로 유사한 방식으로) 제 2 전해질(330b)은 전극들(320)에 향하여 내향에 통과시키지 않는 기타 적절한 다공성 물질들로 형성된 침투성 격리막(permeable isolation membrane)과 같은 흐름 제한 장치(322)를 포함한다. 대안으로, 제 1 전해질(331a)은 제 1 전해질(331a) 또는 제 2 전해질(330b)을 흐름 제한 장치(322)를 통해 복귀시키지 않고 흐름 제한 장치(322)를 통해 외향으로 제 1 전해질(331a)을 안내하기에 충분한 압력 및 속도로 제 1 전해질 소스(339)로부터 전극 용기들(330a)로 공급될 수 있다. 어느쪽의 실시예에서, 제 2 전해질(331b)은 흐름 제한 장치(322)를 통한 제 1 전해질(331a)의 흐름에 의해 전극들(320)에 전기적으로 연결된 상태로 남는다.

본 실시예의 일 형태에서, 장치(360)는 또한 도전층(111)을 전극들(320)을 향하여 기관(110)을 지지하는 지지 부재(340)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 지지 부재(340)는 제 2 전해질 용기(330b)내에 위치될 수 있다. 본 실시예의 다른 양태에서, 지지 부재(340) 및/또는 전극들(320)은 하나 이상의 구동 유닛들(도시안됨)에 의해 서로에 대해 이동될 수 있다.

도 5를 참조로 상술된 장치(360)의 실시예의 일 특징은, 제 1 전해질(331a)이 전극(320)과 호환가능하도록 선택될 수 있다는 것이다. 이 특징의 장점은, 제 1 전해질(331a)이 종래의 전해질들 보다 전극들(320)을 덜 열화시킨다는 것이다. 반대로, 제 2 전해질(331b)은 전극들(320)로부터 흐름 제한 장치(322)에 의해 화학적으로 격리될 수 있기 때문에 전극들(320)에 미치는 작용을 고려하지 않고 선택될 수 있다. 따라서, 제 2 전해질(331b)은 염화수소산 또는 기관(110)의 도전층(111)과 적극적으로 반응하는 다른 보조제를 포함할 수 있다.

도 6은 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 형상들 및 구성들을 갖는 복수의 전극들 아래에 위치한 마이크로전자 기관(110)의 상면도이다. 예시를 위해, 몇몇 서로 다른 유형의 전극들이 동일 마이크로전자 기관(110)에 근접하게 위치되어 있지만, 그러나, 실제로, 동일 유형의 전극들이 단일 마이크로전자 기관(110)에 대하여 위치될 수 있다.

일 실시예에서, 전극들(720a 및 720b)은 전극 쌍(770a)을 형성하도록 그룹화될 수 있고, 각 전극(720a 및 720b)은 전류원(121)(도 3)의 대향 단자에 연결된다. 전극들(770a 및 770b)은 세장형 또는 스트립형 형상을 가질 수 있고, 기관(110)의 직경에 걸쳐 서로 평행하게 연장하도록 배열될 수 있다. 전극 쌍(770a)의 인접 전극들 사이의 간격은 도 3을 참조로 상술된 바와 같이 전류를 기관(110)에 안내하도록 선택될 수 있다.

대안의 실시예에서, 전극들(720c 및 720d)은 전극 쌍(770b)을 형성하도록 그룹화될 수 있고, 각 전극(720c 및 720d)은 마이크로전자 기관(110)의 중앙에 향하여 안쪽으로 테이퍼진 웨지(wedge) 또는 "파이(pie)" 형상을 가질 수 있다. 또 다른 실시예에서, 좁은 스트립형 전극들(720e 및 720f)은 전극 쌍들(770c)을 형성하도록 그룹화될 수 있고, 각 전극(720e 및 720f)은 마이크로전자 기관(110)의 중앙(113)으로부터 마이크로전자 기관(110)의 주변(112)에 향하여 반경방향 외향으로 연장한다.

또 다른 실시예에서, 단일 전극(720g)은 마이크로전자 기관(110)의 영역의 거의 절반에 걸쳐 연장할 수 있으며, 반원형 평면형 형상(semicircular planform shape)을 가질 수 있다. 전극(720g)은 전극(720g)의 경면상(mirror image)에 대응하는 형상을 갖는 다른 전극(미도시)과 그룹화될 수 있으며, 전극들 양자 모두는 도 3 내지 도 5를 참조로 상술된 방식 중 어느 하나의 방식으로 마이크로전자 기관에 교류 전류를 제공하기 위해 전류원(121)에 연결될 수 있다.

도 7은 도 6을 참조로 상술된 전극(720c) 아래에 위치한 기관(110)의 일부의 부분 개략 측면면도이다. 본 실시예의 일 형태에서, 전극(720c)은 상부면(771) 및 상기 상부면(771)에 대향하고, 기관(110)의 도전층(111)에 면하는 하부면(772)을 갖는다. 하부면(772)은 전극(720c)에 웨지 형상의 프로파일을 주기 위한 본 실시예의 일 형태에서, 기관(110)의 중앙(113)으로부터 기관(110)의 주변(112)에 향하여 하향으로 테이퍼될 수 있다. 대안으로, 전극(720c)은 도 7에 도시된 바와 같이 위치한 하부면(772)과 하부면(772)에 평행한 상부면(771)을 갖는 평판형 구조를 가질 수 있다. 어떤 실시예의 한 특징은, 전극(720c)과 기관(110) 사이의 전기적 결합이 기관(110)의 중앙(113)을 향하여 보다 기관(110)의 주변(112)을 향

하여 더 강해질 수 있다는 것이다. 이 특징은 기관(110)의 주변(112)이 기관(110)의 중앙(113) 보다 빠른 속도로 전극(720c)에 대하여 이동할 때, 예를 들어, 기관(110)이 그 중심(113) 둘레로 회전할 때 유리하다. 따라서, 전극(720c)은 전극과 기관(110) 사이의 상대 운동을 일으키도록 성형될 수 있다.

다른 실시예에서, 전극(720c)은 다른 형상들을 가질 수 있다. 예를 들어, 하부면(772)은 평평한 프로파일 대신 만곡 프로파일을 가질 수 있다. 대안으로, 도 6을 참조로 상술된 전극들 중 어느 하나(또는 도 6에 도시된 것들 이외의 형상을 갖는 다른 전극)는 경사 또는 만곡된 하부면을 가질 수 있다. 또 다른 실시예에서, 전극들은 전극들과 기관(110) 사이의 상대 운동을 일으키는 다른 형상을 가질 수 있다.

도 8a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 전극들을 지지하기 위한 전극 지지부(473)의 부분 개략도이다. 본 실시예의 일 형태에서, 전극 지지부(473)는 복수의 전극 개구들(474)을 포함할 수 있고, 그 각각은 제 1 전극(420a) 또는 제 2 전극(420b) 중 어느 하나를 수용한다. 제 1 전극들(420a)은 개구들(474)을 통해 제 1 리드(428a)에 연결되고, 제 2 전극들(420b)은 제 2 리드(428b)에 연결된다. 리드들(428a 및 428b) 양자 모두는 전류원(421)에 연결된다. 따라서, 제 1 및 제 2 전극들(420a 및 420b)의 각 쌍(470)은 도 3 내지 도 5를 참조로 상술된 전해질(들) 및 기관(110)에 의해 완성되는 회로의 일부를 형성한다.

본 실시예의 한 형태에 있어서, 제 1 리드(428a)는 리드들 사이의 용량성 결합 및/또는 단락 회로에 대한 가능성을 감소시키기 위하여, 제 2 리드(428b)로부터 오프셋될 수 있다. 본 실시예의 추가 형태에 있어서, 전극 지지체(473)는 일반적으로 도 1 내지 도 7에 대해서 상술한 것 중 어느 하나와 유사한 구성을 가질 수 있다. 예를 들어, 도 6을 참고로 상술한 개별 전극들(즉, 320a, 320c, 320e 또는 320g) 중 어느 하나는 같은 전체 형상을 갖고, 또한 각각이 제 1 전극(420a) 또는 제 2 전극(420b) 중 하나를 수용하는 복수의 개구들(474)을 포함하는 전극 지지체(473)로 대체될 수 있다.

본 실시예의 추가 형태에 있어서, 도 8A에 도시된 전극 쌍들(470)은 전극들(420a, 420b)과 마이크로전자 기관(110)(도 7) 사이의 근접에 대응하는 방식으로 배열될 수 있고, 및/또는 전극 쌍들(470)은 전극들(420a, 420b)과 마이크로전자 기관(110) 사이의 상대 운동의 속도에 대응하도록 배열될 수 있다. 예를 들어, 전극 쌍들(470)은 마이크로전자 기관(110)의 주변(112)에 또는 전극 쌍들(470)과 마이크로전자 기관(110) 사이의 상대 속도가 상대적으로 높은 다른 영역들(도 7 참조)에 더 심하게 집중될 수 있다. 따라서, 전극 쌍들(470)의 증가하는 농도는 높은 상대 속도를 보상하도록 증가한 전해질 전류를 제공할 수 있다. 또한, 각 전극 쌍(470)의 제 1 전극(420a) 및 제 2 전극(420b)은, 전극들이 도전층(111)에 더 가까운(마이크로전자 기관(110)의 주변(112)과 같은) 영역들에서 서로 비교적 더 가까워질 수 있는데, 그 이유는 도전층(111)(도 7 참조)에 더 가까운 인접이 제 1 전극(420a) 및 제 2 전극(420b) 사이의 직접 전기 결합의 가능성을 감소시키기 때문이다. 본 실시예의 추가 형태에 있어서, 다른 전극 쌍들(470)에 공급되는 진폭, 주파수 및/또는 파형은 전극 쌍(470)과 마이크로전자 기관(110) 사이의 간격과, 전극 쌍(470) 및 마이크로전자 기관(110) 사이의 상대 속도와 같은 요소들에 따라서 변화할 수 있다.

도 8B와 도 8C는 본 발명의 추가 실시예에 따라서 동심으로 배열된(제 1 전극들(820a) 및 제 2 전극들(820b)로 도시된) 전극들(820)을 예시한다. 도 8B에 도시된 일 실시예에서, 제 1 전극(820a)은 제 2 전극(820b) 주위에서 동심으로 위치될 수 있으며, 유전체 물질(829)은 제 1 전극(820a) 및 제 2 전극(820b) 사이에 배치될 수 있다. 제 1 전극(820a)은 도 8B에 도시된 바와 같이, 제 2 전극(820b) 주위의 완전한 360도의 원호(arc)를 규정할 수 있으며, 또는 대안으로 제 1 전극(820a)은 360도 이하의 원호를 규정할 수 있다.

다른 실시예에서, 도 8C에 도시된 제 1 전극(820a)은 2개의 제 2 전극들(820b) 사이에서 동심으로 배치될 수 있고, 유전체 물질(829)은 이웃하는 전극들(820) 사이에 배치된다. 본 실시예의 한 형태에서, 전류가 각 제 2 전극들(820b) 각각에 위상 변화없이 공급될 수 있다. 대안으로, 하나의 제 2 전극(820b)에 공급된 전류는 다른 제 2 전극(820b)에 공급된 전류에 대해서 위상 변화될 수 있다. 본 실시예의 추가 형태에 있어서, 각 제 2 전극(820b)에 공급된 전류는 위상이 아닌 특성들, 예를 들어, 진폭이 상이할 수 있다.

도 8b 및 8c와 관련하여 상술된 전극들(820)의 일 특징은, 제 1 전극(820a)이 다른 전류원들로부터의 간섭으로부터 제 2 전극(들)(820b)을 차폐할 수 있다는 것이다. 예를 들어, 제 1 전극(820a)은 제 2 전극들(820b)을 차폐하도록 접지에 연결될 수 있다. 이 배열의 장점은 전극들(820)을 경유하여 기관(110)(도 7)에 인가된 전류가 보다 정확하게 제어될 수 있다는 것이다.

도 9는 본 발명에 따라 화학적, 기계적 및/또는 전해적으로 마이크로전자 기관(110)을 처리하기 위한 장치(560)를 예시한다. 본 실시예의 일 형태에서, 장치(560)는 연마 패드(582)의 동작 부분 "W"이 위치될 수 있는 워크스테이션에서 상단 패널(581)을 갖는 지지 테이블(580)을 구비한다. 상단 패널(581)은 일반적으로 물질 제거 프로세스들 중에 연마 패드(582)의 특정 부분이 고정될 수 있는 평평한 고정 표면을 제공하는 강성판이다.

장치(560)는 또한 상단 패널(581) 위에 연마 패드(582)를 안내, 위치 및 유지하기 위해 복수의 롤러들을 가질 수 있다. 롤러들은 공급 롤러(583), 제 1 및 제 2 아이들러 롤러들(584a 및 584b), 제 1 및 제 2 가이드 롤러들(585a, 585b) 및 인수 롤러(586)를 포함한다. 공급 롤러(583)는 연마 패드(582)의 미사용 또는 이전 작동 부분을 지지하고, 인수 롤러(586)는 연마 패드(582)의 사용 또는 이후 작동 부분을 지지한다. 부가적으로, 제 1 아이들러 롤러(584a) 및 제 1 가이드 롤러(585a)는 동작 동안 연마 패드(582)를 정지상태로 유지하도록 상단 패널(581) 위에 연마 패드(582)를 신장시킬 수 있다. 모터(도시안됨)는 공급 롤러(583) 및 인수 롤러(586) 중 적어도 하나를 구동하여 연마 패드(582)를 상단 패널(581)을 가로질러 순차적으로 전진시킨다. 따라서, 연마 패드(582)의 청정 이전 작동 부분들은 기관(110)을 연마 및/또는 청정하기 위한 일정한 표면을 제공하도록 사용된 부분들로 신속히 교체될 수 있다.

장치(560)는 또한 물질 제거 프로세스들 동안 기관(110)을 제어 및 보호하는 캐리어 조립체(590)를 가질 수 있다. 캐리어 조립체(590)는 물질 제거 프로세스의 적절한 단계에서 기관(110)을 픽업, 유지 및 해제하도록 기관 홀더(592)를 포함할 수 있다. 캐리어 조립체(590)는 또한 지지대(594)를 따라 병진할 수 있는 구동 조립체(595)를 지지하는 지지대(594)를 구비할 수 있다. 구동 조립체(595)는 작동기(596), 작동기에 연결된 구동축(597) 및 구동축(599)으로부터 돌출하는 아암(598)을 구비할 수 있다. 아암(598)은, 구동 조립체(595)가 기관 홀더(592)를 (화살표 "R₁"으로 나타내는 바와 같이) 축 E-E를 따라 회전시키도록 말단축(599)을 경유하여 기관 홀더(592)를 지지한다. 말단축(599)은 기관 홀더(592)를 (화살표 "R₂"로 나타내는 바와 같이) 그 중앙축 F-F를 따라 회전시킬 수도 있다.

일 실시예에서, 연마 패드(582) 및 평탄화 용액(587)은 기계적 및/또는 화학 기계적으로 기관(110)의 표면으로부터 물질을 제거하는 물질 제거 매체의 적어도 일부를 형성한다. 장치(560)에 사용되는 연마 패드(582)는 현탁 매체에 고정적으로 접합된 연마 요소들을 갖는 고정된 연마식 연마 패드일 수 있다. 따라서, 평탄화 용액(587)은 연마 입자들이 없는 "청정 용액"일 수 있고, 그 이유는 연마 입자들이 연마 패드(582)의 연마면(588)을 가로질러 고정적으로 분포되어 있기 때문이다. 다른 응용에서, 연마 패드(582)는 연마 입자들이 없는 비연마 패드일 수 있으며, 평탄화 용액(587)은 기관(110)으로부터 물질을 제거하기 위해 연마 입자들 및 화학제들을 구비한 슬러리일 수 있다. 다른 응용에서, 도 9 내지 도 11을 참조로 후술된 바와 같이, 연마 패드(582) 및 평탄화 용액(587) 양자 모두는 연마 입자들 또는 요소들 없이 구성될 수 있다.

장치(560)를 사용하여 기관(110)으로부터 물질을 제거하기 위해서, 캐리어 조립체(590)는 평탄화 용액(587)의 존재하에 연마 패드(582)의 연마면(588)에 대하여 기관(110)의 표면(113)을 가압한다. 구동 조립체(595)는 그후, 기관 홀더(592)를 축 E-E를 따라 회전시키며, 평탄화면(588)을 가로질러 기관(110)을 병진시키기 위해 선택적으로 기관 홀더(592)를 축 F-F에 대하여 회전시킨다. 결과로서, 물질 제거 매체내의 연마 입자들 및/또는 화학제들은 화학 및/또는 화학-기계적 평탄화(CMP) 프로세스로 기관(110)의 표면으로부터 물질을 제거한다. 따라서, 일 실시예에서, 연마 패드(582)는 기관(110)의 도전층(111)으로부터 돌출하는 거친 특징들을 제거함으로써 기관(110)을 매끄럽게 할 수 있다.

본 실시예의 다른 양태에서, 장치(560)는 전해질 공급 용기(530)를 포함하며, 상기 전해질 공급 용기(530)는 도 10을 참조로 상세히 설명된 바와 같이 도관(537)을 사용하여 전해질을 연마 패드(582)의 평탄면(588)에 전달한다. 장치(560)는 지지 테이블(580) 및/또는 상단 패널(581)에 위치된 전극들에 전류를 공급하기 위해 지지 테이블(580) 및/또는 상단 패널(581)에 연결된 전류원(521)을 더 포함할 수 있다. 따라서, 장치(560)는 도 1 내지 8c를 참조로 상술한 바와 유사한 방식으로 도전층(111)으로부터 전해적으로 물질을 제거할 수 있다.

도 9를 참조로 상술된 장치(560)의 실시예의 일 형태에서, 물질은 먼저 전해 프로세스 및 그후 CMP 프로세스에 의해 기관(110)의 도전층(111)으로부터 순차적으로 제거될 수 있다. 예를 들어, 전해 프로세스는 도전층(111)을 조면화하는 방식으로 도전층(111)으로부터 물질을 제거할 수 있다. 선택된 전해 처리 시간 주기가 경과한 이후에, 전해 처리 동작은 정지될 수 있고, 부가의 물질이 CMP 처리를 경유하여 제거될 수 있다. 대안으로, 전해 프로세스 및 CMP 프로세스는 동시에 수행될 수 있다. 이들 처리 배열 중 어느 하나에서, 도 9를 참조로 상술된 장치의 실시예(560)의 일 특징은, 동일 장치(560)가 CMP를 경유하여 기관(110)을 평탄화하고, 전해 프로세스를 경유하여 기관(110)으로부터 물질을 제거할 수 있다는 것이다. 이 배열의 장점은 CMP 및 전해 처리 양자 모두를 겪도록 일 장치로부터 다른 장치로 이동될 필요가 없다는 것이다.

도 9를 참조로 상술된 장치(560)의 일 실시예의 다른 장점은, 서로에 관련하여 사용될 때, 이 프로세스가 일부 종래의 프로세스보다 정확하고 신속하게 기관(110)으로부터 물질을 제거하는 것으로 기대된다는 것이다. 예를 들어, 상술한 바와 같이, 전해 프로세스는 비교적 큰 양의 물질을 마이크로전자 기관(110)을 조면화하는 방식으로 제거할 수 있으며, 평탄화 프로세스는 마이크로전자 기관(110)을 매끄럽게 및/또는 평탄하게 하는 방식으로 보다 미세한 스케일로 물질을 제거할 수 있다.

도 10은 도 9를 참조로 상술된 장치(560)의 일부의 부분 분해 부분 개략 등각도이다. 도 10에 도시된 실시예의 일 형태에서, 상단 패널(581)은 복수의 전극 쌍들(570)을 수용하고, 이들 각각은 제 1 전극(520a)과 제 2 전극(520b)을 포함한다. 제 1 전극들(520a)은 제 1 리드(528a)에 연결되고, 제 2 전극들(520b)은 제 2 리드(528b)에 연결된다. 제 1 및 제 2 리드들(528a, 528b)은 전류원(521)에 연결된다(도 9). 본 실시예의 형태에서, 제 1 전극(520a)은 TeflonTM 또는 다른 적절한 유전성 물질을 포함하는 전극 유전층(529a)에 의해 제 2 전극들(520b)로부터 분리될 수 있다. 따라서, 전극 유전층(529a)은 전극들 사이의 전기적 결합을 제어하기 위해 제 1 및 제 2 전극들(520a 및 520b) 사이의 영역의 체적 및 유전 상수를 제어할 수 있다.

전극들(520a, 520b)은 연마 패드(582)에 의해 마이크로전자 기관(110)(도 9)에 전기적으로 연결될 수 있다. 본 실시예의 일 형태에서, 연마 패드(582)는 연마 패드(582) 바로 아래의 상단 패널(581)내의 장치(538)를 통해 공급 도관들(537)에 의해 공급된 전해질(531)로 포화된다. 따라서, 전극들(520a, 520b)은 전해질(531)과 호환가능하도록 선택된다. 대안적인 배열에서, 전해질(531)은 상단 패널(581)을 통해서가 아니라 위로부터(예를 들어, 평탄화 액체(587)내에 전해질(531)을 배치함으로써) 연마 패드(582)에 공급될 수 있다. 따라서, 연마 패드(582)는 전극들(520a 및 520b)과 연마 패드(582) 사이에 위치한 패드 유전층(529b)을 포함할 수 있다. 패드 유전층(529b)이 적소에 있을 때, 전극들(520a, 520b)은 전해질(531)과의 물리적 접촉으로부터 단절될 수 있으며, 따라서, 전해질(531)과 필수적으로 호환가능하지 않은 물질로부터 선택될 수 있다. 어느 쪽의 실시예에서, 전극들(520a, 520b)은 공통 체적의 전해질(531)을 경유하여 도전층(111) 및 서로 유체 소통할 수 있다. 각 전극(520a, 520b)은 전류가 하나의 전극으로부터 도전층(111)을 통하여 다른 전극으로 통과하도록 다른 전극에 보다 도전층(111)(도 9)에 보다 직접 전기적으로 연결될 수 있다.

도 10에 도시된 장치의 일 실시예의 형태에서, 전극들(520a, 520b)은 마이크로전자 기관(110)의 표면(113)(도 9)에 향하고, 연마 패드(582)는 전극들(520a, 520b) 및 표면(113) 사이에 개재된다. 마이크로전자 기관(110) 및 전극들(520a, 520b)이 서로에 대해 이동할 때, 전극들은 표면(113)의 적어도 상당한 부분에 전기적으로 연결될 수 있다. 따라서, 표면(113)에서 도전층(111)(도 9)내에 전기적으로 격리된 "섬부"를 형성하는 가능성이 종래의 장치들에 비해 감소될 수 있다. 대안으로, 장치가 각각 표면(113)의 1/2에 대하여 향하도록 구성된 단 2개의 전극들을 포함하는 경우에(도 6의 전극(220g)에 관련하여 상술한 바와 유사한 방식으로), 이때, 전극들은 표면(113)의 적어도 상당한 부분에 전기적으로 연결될 수 있다.

도 10을 참조로 상술한 실시예들 중 어느 한 실시예에서, 연마 패드(582)는 일부 종래의 전해질 배열보다 다수의 부가적인 장점을 제공할 수 있다. 예를 들어, 연마 패드(582)는 마이크로전자 기관(110)(도 9)으로부터 전극들(520a, 520b)을 균일하게 분리시킬 수 있으며, 이는 전해 프로세스가 도전층(111)으로부터 물질을 제거하는 균일성을 향상시킬 수 있다(도 9). 연마 패드(582)는 또한, 도 9를 참조로 상술한 방식으로 마이크로전자 기관(110)을 평탄화하기 위해 연마 입자들(589)을 가질 수도 있다. 또한, 연마 패드(582)는 전극들(520a, 520b)로부터 떨어져나온 탄소 또는 다른 물질을 여과하여 전극 물질이 마이크로전자 기관(110)에 접촉하는 것을 방지할 수 있다. 또한, 연마 패드(582)는 마이크로전자 기관(110)에 매우 근접하게 전해질(531)을 유지하기 위해 스폰지처럼 작용할 수 있다.

도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 마이크로전자 기관(110)을 기계적, 화학적 및/또는 전해적으로 처리하기 위한 회전 장치(660)의 부분 개략 단면도이다. 본 실시예의 일 형태에서, 장치(660)는 실질적인 원형 플레이트 또는 테이블(680), 캐리어 조립체(690), 테이블(680)상에 위치한 연마 패드(682) 및 연마 패드(682)상의 평탄화 액체(687)를 가진다. 연마 패드(682)가 고정된 연마식 연마 패드이거나, 또는 대안으로 평탄화 액체(687)가 연마 요소들의 현탁액을 갖는 슬러리일 수 있으며, 연마 패드(682)는 비연마 패드일 수 있다. 구동 조립체(695)는 플레이트(680)를 회전(화살표 "G") 및/또는 왕복 운동(화살표 "H")시켜, 평탄화 동안 연마 패드(682)를 이동시킬 수 있다. 따라서, 연마 패드(682)에 대한 마이크로전자 기관(110)의 운동은 원형, 타원형, 궤도형, 진자형 또는 비진자형 운동들을 포함할 수 있다.

캐리어 조립체(690)는 물질 제거 프로세스 도중에 마이크로전자 기관(110)을 제어 및 보호한다. 캐리어 조립체(690)는 통상적으로 마이크로전자 기관(110)을 흡입에 의해 유지하는 패드(694)를 갖는 기관 홀더(692)를 구비한다. 캐리어 조립체(690)의 구동 조립체(696)는 통상적으로 기관 홀더(692)를 회전 및/또는 병진시킨다(각각, 화살표 "I" 및 "J"로 표시). 대안으로, 기관 홀더(692)는 연마 패드(682) 위에서 슬라이딩하는 중량의 자유 흐름 디스크(도시안됨)를 포함할 수 있다.

마이크로전자 기관(110)을 일 실시예의 장치(660)를 사용하여 평탄화하기 위해, 캐리어 조립체(690)는 연마 패드(682)의 연마면(688)에 대해 마이크로전자 기관(110)을 가압한다. 그후, 플랫(680) 및/또는 기관 홀더(692)는 서로에 대해 이동하여 마이크로전자 기관(110)을 연마면(688)을 가로질러 병진시킨다. 결과로서, 연마 패드(682) 내의 연마 요소들 및/또는 평탄화 액체(687)내의 화학물질은 마이크로전자 기관(110)의 표면에서 물질을 제거한다.

장치(660)는 하나 이상의 전극 쌍들(670)(그 중 하나가 도 11에 도시됨)에 리드선들(628a 및 628b)에 의해 연결된 전류원(621)을 포함할 수도 있다. 전극 쌍들(670)은 평판(680)과 일체화될 수 있으며, 일반적으로 동일한 방식으로 전극들(520a 및 520b)(도 10 참조)은 상부 패널(581)(도 10 참조)과 일체화될 수 있다. 대안으로, 전극 쌍들(670)은 연마 패드(682)와 일체화될 수 있다. 어느 하나의 실시예에 있어서, 전극 쌍들(670)은 일반적으로 마이크로전자 기관(110)에서 도전성 물질을 전해적으로 제거하기 위해 도 3 내지 도 10을 참조로 상술된 형상 및 구조들과 유사한 형상 및 구조를 갖는 전극을 포함할 수 있다. 전해 프로세스는 도 9를 참조로 상술된 바와 같이 CMP 프로세스 이전에, 도중에 또는 이후에 수행될 수 있다.

본 발명의 다른 실시예에서, 도 3 내지 도 11을 참조로 상술된 장치는 다른 방법들에 따라 사용될 수 있다. 예를 들어, 전해 프로세스는 마이크로전자 기관(110)의 도전성(반도전성을 포함) 부분들을 산화하기 위해 직접적인 화학적 상호작용에 더하여 또는 대신하여 사용될 수 있다. 본 실시예의 일 형태에서, 전해 프로세스는 정상적으로는 산화가 곤란하거나 거의 불가능한 금속(예를 들어, 백금 로듐, 이리듐, 또는 금)을 산화할 수 있다. 이러한 구성의 장점은 마이크로전자 분야에 금속들을 사용할 수 있도록 한다는 점이다. 예를 들어, 산화를 촉진하는 백금 및 다른 귀금속들은 일반적으로, 연마 패드(682)에 의해 마이크로전자 기관에 가해지는 매우 큰 하향력 및/또는 등방성 에칭 화학물질(즉, 모든 방향으로 무차별적으로 에칭하는 화학물질)을 사용하지 않고는 마이크로전자 기관(110)에서 제거하기 어렵다. 전해 프로세스는 일반적으로, 연마 패드(682)의 연마면(688)에 수직한 방향으로 백금(또는 다른 도전성 물질)을 이방적으로 산화할 수 있다.

도전성 물질은 산화된 후에 마이크로전자 기관(110)에서 제거될 수 있다. 예를 들어, 전해질 산화 프로세스는 도전성 물질의 표면을 조면으로 만들고 표면 아래로 짧은 거리만을 관통한다. 그후, 산화된 물질은 연마 패드 및/또는 평탄화 용액을 사용한 화학적 및/또는 기계적 상호작용에 의해 제거될 수 있다. 또한, 산화된 물질을 제거하는데 필요한 하향력은 전해 프로세스를 포함하지 않는 기술에 필요한 하향력보다 작을 수 있다. 한가지 특정예에 있어서, 본 발명의 실시예를 사용하여 대략 0.2psi의 압력이 1,000Å의 백금을 제거하는 것으로 결정되었지만, 종래의 CMP 기술을 사용하여 임의의 속도로 백금을 이방적으로 제거하는 것은 불가능하다. 대안으로, 도 9 내지 도 11을 참조로 상술된 장치는 백금 이외의 물질을 보다 빠른 속도로 및/또는 통상적으로 종래의 CMP 장치에 필요한 하향력보다 작은 하향력으로 산화 및 제거할 수 있다.

마이크로전자 기관(110)에서 도전성 물질을 산화 및 제거할 수 있는 속도 증가의 장점은, 마이크로전자 기관(110)의 처리량이 종래 기술에 비해 증가될 수 있다는 점이다. 마이크로전자 기관(110)에서 도전성 물질을 이방적으로 산화 및 제거하는 장점은, 이러한 기술이 인접하는 기관들을 가로방향으로 언더컷하지 않고도 도전성 물질의 상부층들을 제거할 수 있다는 점이다. 따라서, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 마이크로전자 기관(110)에 비아, 도전성 라인, 및 다른 도전성 구조를 보다 신뢰도 있게 형성할 수 있다. 처리 중에 마이크로전자 기관(110)에 가해지는 하향력을 감소시키는 장점은, 이러한 기술이 마이크로전자 기관(110)을 손상시킬 확률을 감소시킬 수 있으며 하향력을 적용하는 장치의 기대 수명을 증가시킬 수 있다는 점이다.

본 발명의 다른 실시예에 따른 방법에 있어서, 마이크로전자 기관(110)에 적용되는 전기 신호의 특징은 마이크로전자 기관(110)에서 물질을 제거하는 속도 및/또는 방식을 제어하도록 선택될 수 있다. 예를 들어, 전류의 진폭은 상기 도전성 물질을 산화시키는 속도를 증가시키고 그와 같이 증가된 속도로 산화된 물질을 용이하게 제거하도록 증가될 수 있다. 대안으로, 상기 전류의 진폭은 산화 속도를 감소시키도록 감소될 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 전류는 상기 마이크로전자 기관(110)에서 도전성 물질을 제거하는 속도를 제어하도록 단속될 수 있다. 예를 들어, 상기 전류가 단속된 후에도 여전히 상기 물질이 기계적으로 및/또는 화학적으로 제거되기 쉬우면, 상기 전류의 단속은 느려질 수 있지만 정지되는 것은 아니며, 그 속도에서 물질이 제거된다. 대안으로, 기계식 제거 및/또는 이방성 화학적 제거가 불가능하면(예를 들어, 상기 물질이 백금을 포함할 경우), 상기 물질의 제거는 상기 도전성 물질에 적용되는 전류의 단속시에(또는 직후에) 중지될 수 있다. 임의의 실시예에서, 상기 전류 진폭은 소망 산화 및 제거 속도에 따라, 또한 상기 마이크로전자 기관(110)에서 제거되는 물질의 형태에 따라 대략 1A 내지 대략 10A에서 변경될 수 있다.

다른 실시예에서, 상기 전기 신호의 다른 특징은 물질의 산화 및 제거 속도를 제어하도록 제어될 수 있다. 예를 들어, 상기 물질에 적용되는 전압은 각각 상기 물질의 산화 및 제거 속도를 증가 또는 감소시키도록 증감될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 전압은 대략 100 V까지 변경될 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 전기 신호가 적용되는 주파수는 상기 물질의 산화 및 제거 속도를 제어하도록 변경될 수 있다. 특정한 일 실시예에 있어서, 대략 10 V rms의 전위는 대략 60Hz 주파수에서 상기 마이크로전자 기관의 백금 층에 적용될 수 있고, 상기 마이크로전자 기관(110)은 상기 백금의 일부분을 상기 마이크로전자 기관(110)에서 이방적으로 제거하기 위해 상기 연마 패드(582)에 결합된다.

전술한 실시예들 중 어느 하나에 있어서, 상기 연마 패드(582)는 IC 1000 연마 패드(아리조나, 피닉스 소재의 Rodell, Inc.에서 시판)와 같은 종래의 패드일 수 있다. 본 실시예의 일양태에서, 상기 연마 패드(582)는 부유 매체에 고정식으로 분포된 연마 요소들을 가질 수 있다. 대안으로, 상기 연마 요소들은 상기 연마 패드(582)와 상기 마이크로전자 기관(110) 사이에 배치된 평탄화 액체 또는 슬러리에서 부유될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 연마 요소들은 이산화 크롬, 산화 알루미늄, 또는 이산화 실리콘을 포함할 수 있고, 상기 평탄화 액체는 상기 마이크로전자 기관을 전위 공급원에 전기적으로 연결하도록 전해질을 포함할 수 있다. 또다른 실시예에서, 상기 연마 요소들은 전체적으로 상기 물질 제거 매체로부터 제거될 수 있으며, 상기 물질은 상기 전해 프로세스의 결과로서 상기 마이크로전자 기관(110)에서 제거되어 상기 연마 패드(582)에 접촉할 수 있다.

또다른 실시예에서, 상술된 전기-기계식 상호작용에는 상기 마이크로전자 기관(110)을 하나 이상의 화학 반응성 액상 수용액에 노출시킴으로써 화학적 상호작용이 부가될 수 있다. 이러한 실시예의 일양태에서, 상기 화학적 수용액은 일반적으로 CMP 공정에서 통상적으로 사용되는 것과 유사할 수 있다. 대안으로, 상기 화학적 수용액, 화학적 환경, 및 화학적 상호작용은 종래의 CMP 기술에 관련된 것들과는 상이할 수 있다. 예를 들어, 상기 수용액은 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, H_2SO_4 , K_2SO_4 , MgSO_4 , 및/또는 H_3PO_4 를 갖는 전해질 유체를 포함할 수 있다. 대안으로, 상기 유체는 도 13a 내지 도 13c를 참조로 후술되는 바와 같이 다른 조성을 가질 수도 있다. 상기 유체는 상대적으로 낮은 농도의 염소 이온(예를 들어, 구리 제거를 위해서는 대략 50ppm 내지 5,000ppm, 그리고 백금 제거를 위해서는 대략 100ppm 내지 5,000ppm)을 포함할 수도 있다. 특정한 일예에 있어서, 백금 제거에 적합한 액체는 대략 1M(몰/리터) 내지 5.5M 농도의 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 대략 0.5M까지의 농도의 H_2SO_4 , 및 대략 500ppm의 염소 이온의 혼합물을 포함할 수 있다. 이는 염소 기반의 물질(예를 들어, KCl 또는 HCl)을 포함하며 보다 높은 농도의 염소 이온(예를 들어, 대략 100,000ppm)을 갖는 통상적인 평탄화 액체와는 다르다.

상술된 화학적 수용액의 장점은, 그러한 수용액이 상기 마이크로전자 기관(100)에서 제거하기 곤란한 백금과 같은 물질을 더욱 효과적으로 제거할 수 있다는 점이다. 본 실시예의 일양태에 있어서는, 상기 염소 이온은 상기 금속 표면에 흡수되며 상기 도전성 물질의 노출된 표면을 조면으로 만들 수 있으므로, 상기 마이크로전자 기관에서의 상기 도전성 물질의 제거가 보다 용이해진다.

상술된 화학적 수용액의 다른 양태는, 그러한 수용액이 대부분의 종래의 CMP 작업에서 통용되는 것보다 넓은 범위의 pH 범위를 갖는 물질 제거 환경을 규정할 수 있다는 점이다. 실질적으로, 본 실시예의 일양태에서, 상기 환경의 pH는 대략 1 내지 대략 14 범위에서 임의의 값을 가질 수 있다. 상기 화학적 수용액이 백금의 제거에 사용될 경우에는, 상기 환경의 pH는 대략 1 내지 대략 14일 수 있거나, 특정 실시예에서는 3 이하 또는 대략 10 이상일 수 있다. 텅스텐의 평탄화에 통상적으로 사용되는 액체의 pH는 대략 3 내지 대략 4 범위를 가지지만, 본 발명의 다른 양태에 따른 액체는 대략 3 이하 또는 대략 4 이상의 pH를 가질 수 있다. 또한, 구리의 평탄화에 통상적으로 사용되는 액체의 pH는 대략 7이고, 본 발명의 다른 양태에 따른 액체의 pH는 대략 6 이하 또는 대략 8 이상일 수 있다. 전술한 실시예들의 장점은 사용자가 마이크로전자 기관(110)에서 도전성 물질을 제거하기 위한 화학물질 및 화합물을 보다 넓은 범위에서 선택할 수 있기 때문에, 상기 도전성 물질이 인접하는 전극들에 전기적으로 연결할 수 있는 한 상기 화합물은 pH에 기초하여 선택될 필요는 없다는 점이다. 결과적으로, 사용자는 통상적인 CMP 화학물질보다 화학적으로 덜 민감하며, 취급이 용이하고, 또는 사용후의 처분이 용이한 화학물질을 선택할 수 있다.

도 12a 및 도 12b는 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로전자 기관(1210)에서의 반도체 물질(1211)의 제거에 전술한 방법 및 장치들을 적용하는 예를 개략적으로 도시한다. 본 실시예의 일양태에 있어서, 상기 마이크로전자 기관(1210)은 내부에 반도체 물질(1211)이 배치되는 리세스(1212)를 갖는 기판 물질(1215)을 포함한다. 상기 기판 물질은 보로포스페이트 실리콘 글래스(BPSG) 또는 다른 기판 물질을 포함할 수 있다. 일 실시예에서는, 상기 반도체 물질(1211)은 인 또는 붕소로 도핑된 폴리실리콘을 포함할 수 있으며, 다른 실시예에서는, 상기 반도체 물질(1211)은 다른 조성물을 포함할 수 있다. 이러한 실시예들 중 어느 하나에 있어서, 상기 반도체 물질(1211)은 상기 리세스(1212) 바로 위에 오목한 표면

(1214a)을 가질 수 있다. 상기 반도체 물질(1211)의 일부분은 상기 반도체 물질(1211)을 전해 산화하고 일반적으로 상술된 바와 같이, 화학적 및/또는 기계적 힘으로 상기 반도체 물질(1211)을 제거함으로써 편평한 표면(1214b)(도 12b 참조)을 형성하도록 제거될 수 있다.

도프된 폴리실리콘을 제거하기 위한 종래의 기술은 대략 10.5 내지 대략 11.5의 pH를 갖는 슬러리를 사용하여 폴리실리콘을 평탄화하는 기술을 포함한다. 종래의 슬러리는 통상적으로, 테트라메틸 암모늄 하이드록사이드(TMAH)와 이산화 실리콘 연마 요소로 이루어진 현탁액을 포함한다. 본 발명의 실시예에 따른 폴리실리콘 및 다른 반도체 물질을 제거하기 위한 방법의 장점은, 상기 물질이 연마 요소를 사용하지 않고도 제거될 수 있다는 점이며, 상기 물질은 10.5 이하 또는 11.5 이상의 pH를 갖는 전해질 유체를 사용하여 제거될 수 있다. 따라서, 사용자는 종래에 사용된 것보다 넓은 범위의 pH를 갖는 전해질 유체(상술된 바와 같음)를 선택할 수 있다. 예를 들어, 특정한 일실시예에서, 상기 전해질 유체는 희석된 하이드로플루오릭 산 또는 암모늄 하이드록사이드 및 TMAH의 혼합물을 포함할 수 있다. 상기 반도체 물질(1211)에 가해진 전압은 인 도프된 폴리실리콘에 대해서 대략 25 V rms 내지 대략 100 V rms의 범위일 수 있다. 붕소 도프된 폴리실리콘에 대해서는, 상기 전해질 유체는 하이드로플루오릭 산 및 TMAH의 혼합물을 포함할 수 있으며, 상기 반도체 물질에 적용된 전압은 대략 상기 인 도프된 폴리실리콘에 대해서 상술된 것과 동일할 수 있다.

본 발명의 실시예에 따른 방법의 다른 장점은, 상기 마이크로전자 기관(1210)에서 상기 반도체 물질(1211)을 제거하기 위해 선택된 전해질 유체가 상기 기관 물질(1215)과 거의 또는 전혀 화학적으로 상호작용하지 않도록 선택될 수 있다는 점이다. 따라서, 상기 반도체 물질(1211)이 상기 기관 물질(1215)의 수준으로 제거되는 분야에서는, 상기 제거 공정은 상기 기관 물질(1215)이 노출되면 자동으로 정지(즉, 종점설정)될 수 있다. 따라서, 상기 공정은 보다 번잡하며 낮은 정밀도를 갖는 종래의 종점설정 기술을 배제할 수 있다.

도 13a 내지 도 13c는 마이크로전자 기관(1310)에서의 제 1 도전성 물질(1311) 및 제 2 도전성 물질(1317)의 제거에 전술한 기술들 및 장치들을 적용하는 방법을 개략적으로 도시한다. 상기 마이크로전자 기관(1310)은 리세스(1312) 또는 다른 형상부가 형성되어 있는 유전체 부분(1316)(예를 들어, 산화물 층)을 갖는 기관 물질(1315)을 포함할 수 있다. 상기 제 2 도전성 물질(1317)은 상기 리세스(1312)내 및 상기 유전체 부분(1316)상에 배치되며(예를 들어, 배리어 층 형태), 상기 제 1 도전성 물질(1311)은 상기 제 2 도전성 물질(1317)상에 배치된다. 일실시예에서, 상기 제 1 도전성 물질(1311)은 구리를 포함할 수 있으며, 상기 제 2 도전성 물질(1317)은 탄탈륨, 탄탈륨 니트라이드, 텅스텐, 텅스텐 니트라이드, 티타늄, 티타늄 니트라이드, 티타늄 실리콘 니트라이드, 및/또는 탄탈륨 실리콘 니트라이드를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 제 1 및 제 2 도전성 물질(1311, 1317)은 다른 조성을 포함할 수 있다.

이제 도 13b를 참조하면, 제 1 도전성 물질(1311)은 도 9 내지 도 11을 참조로 상술된 소정의 장치를 사용하여 제 2 도전성 물질(1317)의 레벨까지 하향 제거될 수 있다. 본 실시예의 일 형태에서, 제 1 도전성 물질(1311)을 제거하기 위해 사용되는 제 1 전해질 유체는 구연산 암모늄 같은 유기산 또는 희석 H_3PO_4 를 포함할 수 있다. 전해질 액체는 상술한 것들과 실질적으로 유사한 농도의 염소 이온을 포함할 수 있다. 본 실시예의 일 형태에서, 염소 이온의 농도는 제 1 도전성 물질(1311)이 제거되는 속도를 제어하기 위해 사용될 수 있다. 예로서, 정점 제거율은 제 1 도전성 물질(1311)의 조성 및 전해질 유체의 다른 성분들에 의존하는 염소 이온의 선택된 농도로 달성될 수 있다. 물질 제거율은 선택된 농도로부터 염소 이온의 농도를 증가 또는 감소시킴으로써 감소될 수 있다. 본 실시예의 다른 양태에서, 알콜(이소프로필 알콜 또는 아세톤 같은)이 물질 제거 속도를 늦추기 위해, 염소 이온의 농도를 제어하는 것과 연계하여, 또는 그 대신에 사용될 수 있다.

제 1 도전성 물질(1311)이 구리를 포함하는 경우에, 연마 패드에 의해 제 1 도전성 물질(1311)에 인가되는 하향력은 1 psi 내지 수 psi 까지 변할 수 있다. 또한, 제 1 도전성 물질(1311)에 가장 근접하게 위치된 전극은 백금 또는 흑연을 포함할 수 있고, 전극에 인가된 전위는 약 1 V로부터 약 15 V까지 전해질 액체의 조성에 따라 변할 수 있다. 제 1 도전성 물질(1311)이 구리 또는 다른 원소, 콤파운드 또는 혼합물을 포함하는지 여부에 따라, 제 1 도전성 물질(1311)과의 화학적 상호작용은 에칭 프로세스, 복합 프로세스 및/또는 토텔레이팅(chelating) 프로세스를 포함할 수 있다.

이제 도 13c를 참조하면, 제 2 도전성 물질(1317)은 상술한 것과 실질적으로 유사한 장치 및 방법을 사용하여 유전체부(1316)의 높이를 하향 제거할 수 있다. 제 2 도전성 물질(1317)이 탄탈륨을 포함하는 본 실시예의 일 특정 양태에서, 제 2 도전성 물질(1317)상에 배치되는 전해질 유체는 희석 염화수소산, NH_4Cl , 및/또는 희석 인산이나 소정의 유기 또는 무기산을 포함할 수 있다. 본 실시예의 다른 양태에서, 전해질 유체는 노출된 제 1 도전성 물질(1311)의 부식을 억제하기 위해 부식 억제제를 포함할 수 있다. 예로서, 제 1 도전성 물질(1311)이 구리를 포함하는 경우에, 부식 억제제는 BTA를 포함할 수 있다. 본 실시예의 다른 양태에서, 제 2 도전성 물질(1317)에 인접하여 배치된 전극은 흑연을 포함하고, 전극에 인가되는 전압은 제 1 도전성 물질(1311)에 인가되는 전압과 실질적으로 동일할 수 있다. 대안으로, 제 2 도전성 물질에 인가되

는 전압은 서로 다를 수 있다. 일 실시예에서, 제 2 도전성 물질(1317)에 인가되는 하향력은 제 1 도전성 물질(1311)에 인가되는 하향력과 동일할 수 있으며, 대안으로 제 2 도전성 물질(1317)에 인가되는 하향력은 제 1 도전성 물질(1311)에 인가되는 하향력과 다를 수 있다.

본 실시예의 다른 양태에서, 제 2 도전성 물질(1317)을 제거하기 위한 프로세스는 연마 패드가 최초 매립된 유전체부(1316)와 결합할 때 자동으로 정지할 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 방법의 장점은 제 2 도전성 물질(1317)의 제거를 위한 프로세스가 종래의 기술 보다 단순하며, 그 이유는 단계가 특별히 중점을 지정하는 것을 필요로 하지 않기 때문이다.

상술된 본 발명의 실시예에 따른 방법의 다른 양태는 제 1 도전성 물질(1311) 및 제 2 도전성 물질(1317)이 제거되는 동안 마이크로전자 기관(1310)에 인가된 하향력이 종래의 CMP 작업 동안에 인가되는 하향력 보다 작을 수 있다는 것이다(즉, 제 1 및 제 2 도전성 물질의 전해 산화를 포함하지 않는 CMP 작업). 상술한 바와 같이, 이 특징의 장점은 하향력을 인가하는 장치가 보다 긴 수명을 가질 수 있다는 것이다. 다른 장점은 하향력이 작으면 작을수록 기관 물질(1315) 및/또는 하향력이 인가되기 이전에 기관 물질(1315)상에 형성된 구조에 대해 종래의 하향력에 비해 덜 손상을 유발한다는 것이다. 이 특징은 특히 기관 물질(1315)이 낮은 유전 상수, 예로서, 약 1.5 내지 약 3.0의 유전 상수를 가질 때 유리하다. 이런 물질은 다공성 실리카를 포함할 수 있다.

도 14a는 도 10을 참조로 상술된 콤포넌트 중 일부의 개략적인 회로도이다. 유사 회로가 도 3 내지 도 13c를 참조로 상술된 배열 중 소정의 것에 적용될 수 있다. 도 14a에 개략적으로 도시된 바와 같이, 전류원(521)은 각각 리드(528a, 528b)로 제 1 전극(520a) 및 제 2 전극(520b)에 결합된다. 전극(520a, 520b)은 두 세트의 병렬 커패시터 및 레지스터에 의해 개략적으로 표현될 수 있는 배열내의 전해질(531)과 함께 마이크로전자 기관(110)에 결부될 수 있다. 제 3 커패시터 및 레지스터는 마이크로전자 기관(110)이 접지 또는 다른 전위에 대하여 "부유"하는 것을 개략적으로 나타낸다.

도 14a에 도시된 실시예의 일 형태에서, 전류원(521)은 도 14b에 도시된 바와 같이 전류원(521)에 의해 생성된 신호를 변조하는 진폭 변조기(522)에 결합될 수 있다. 따라서, 전류원(521)은 고주파수 파(1404)를 생성할 수 있고, 진폭 변조기(522)는 저주파수 파(1402)를 고주파수파(1404)상에 중첩시킬 수 있다. 예로서, 고주파수 파(1404)는 저주파수파(1402)에 의해 규정된 방향과 인벨로프내에 포함되는 일련의 양 또는 음 전압 스파이크를 포함할 수 있다. 고 주파수 파(1404)의 각 스파이크는 유전체를 통해 전해질로 전하를 전달하기 위해 비교적 급준한 상승 시간 경사를 가지며, 보다 점진적인 하강 시간 경사를 가질 수 있다. 하강 시간 경사는 고주파수 파(1404)에 의해 지시된 바와 같이, 직선을 규정하거나, 고주파수파(1404a)에 의해 지시된 바와 같이 곡선을 형성할 수 있다. 다른 실시예에서, 고 주파수 파(1404) 및 저 주파수 파(1402)는 예로서, 전극(420)에 인접한 전해질 및 유전물질의 특정 특성, 기관(110)의 특성 및/또는 물질이 기관(110)으로부터 제거되는 목표 속도에 의존하는 기타 형상을 가질 수 있다.

본 배열의 다른 장점은 고주파수 신호가 전극(520a, 520b)으로부터 마이크로전자 기관(110)으로 필요한 에너지를 전달할 수 있으며, 저주파수 중첩 신호가 마이크로전자 기관(110)의 도전층(111)과 전해질(531) 사이의 전자화학 반응을 보다 효과적으로 촉진할 수 있다는 것이다. 따라서, 도 3 내지 13c를 참조로 상술된 소정의 실시예는 전류원에 부가하여 진폭 변조기를 포함할 수 있다.

상술한 바로부터, 본 발명의 특정 실시예를 예시를 위해 상술하였지만, 본 발명의 개념 및 범주로부터 벗어나지 않고, 다양한 변형이 이루어질 수 있다는 것을 인지하여야 한다. 예로서, 웹-포맷 장치(도 9에 도시된 것 같은)와 관련하여 설명된 일부 또는 모든 기술은 회전식 장치(도 11에 도시된 것 같은)에도 양호하게 적용될 수 있으며, 그 반대도 마찬가지이다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구항에 의해서만 제한되어야 한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 기술에 따른 반도체 기관으로부터 도전성 물질을 제거하는 장치를 부분 개략 측면도.

도 2는 종래 기술에 따른 2개의 반도체 기관들로부터 도전성 물질을 제거하는 다른 장치의 부분 개략 측면도.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 마이크로전자 기관으로부터 도전성 물질을 제거하기 위해 지지 부재 및 한 쌍의 전극들을 갖는 장치의 부분 개략 측면도.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따라 물질이 제거되는 마이크로전자 기관의 도전성 물질을 제거하고 특성들을 감지하는 장치의 부분 개략 측면도.

도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 2개의 전해질들을 포함하는 장치의 부분 개략 측면도.

도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 복수의 전극들에 인접한 기관의 부분 개략 평면도.

도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전극과 기관의 측단면도.

도 8a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전극 쌍들을 수용하기 위한 지지부의 일부의 부분 개략 등각도.

도 8b 및 도 8c는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전극들의 등각도.

도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 마이크로전자 기관들을 평탄화 및 전해 처리 양자 모두를 위한 장치의 부분 개략 측면도.

도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 전극들과 평탄화 패드의 부분 개략 분해 등각도.

도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 마이크로전자 기관들의 평탄화 및 전해 처리 양자 모두를 위한 장치의 부분 개략 측면도.

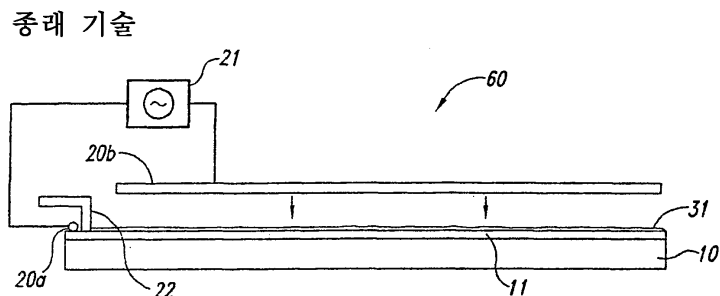
도 12a 및 도 12b는 본 발명의 실시예에 따른 마이크로전자 기관으로부터 반도체 물질을 제거하기 위한 공정을 개략적으로 예시하는 도면.

도 13a 내지 도 13c는 본 발명의 실시예에 따라 마이크로전자 기관으로부터의 2개의 도전성 물질들을 제거하고 산화물층 상에서 제거를 정지하는 공정을 개략적으로 예시하는 도면.

도 14a 및 도 14b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 마이크로전자 기관을 전해 처리하기 위한 회로 및 파형을 개략적으로 예시하는 도면.

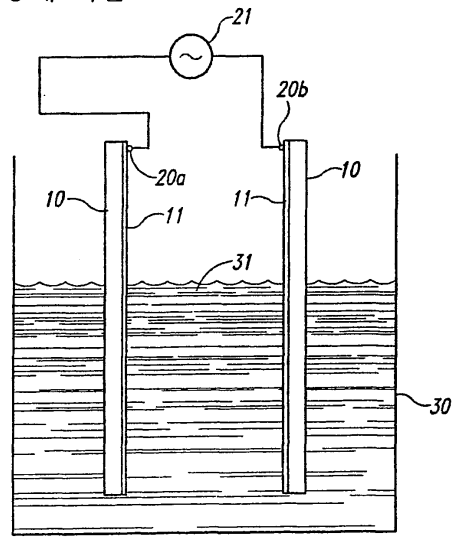
도면

도면1

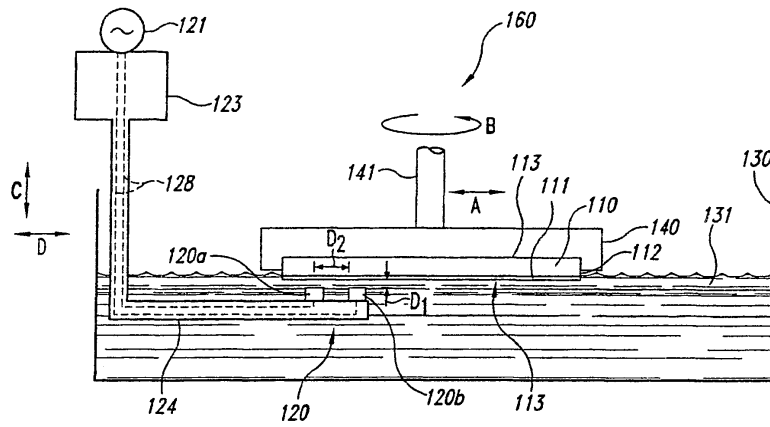


도면2

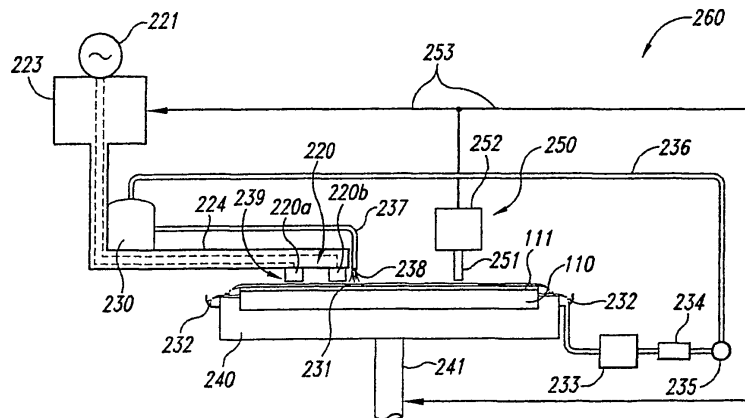
종래 기술



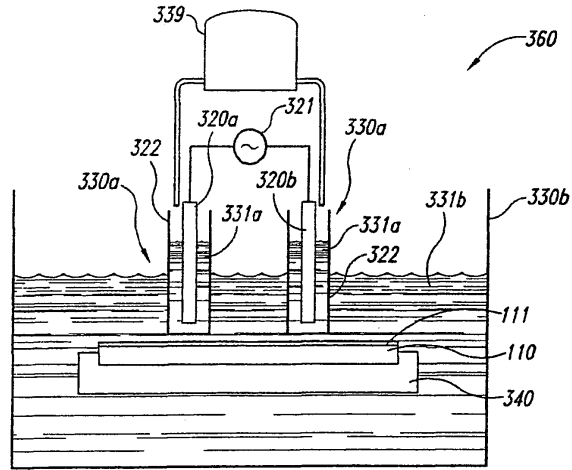
도면3



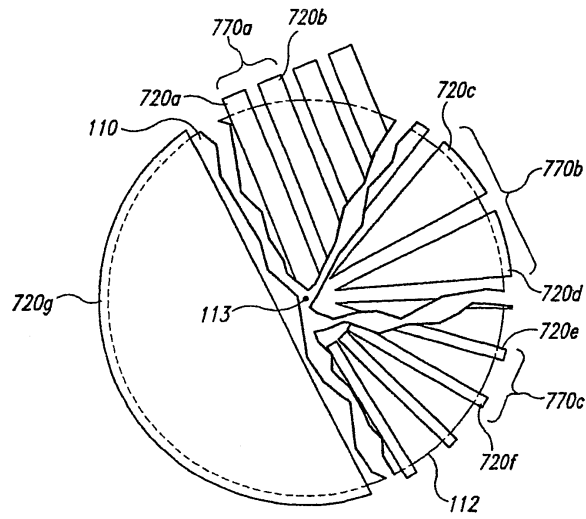
도면4



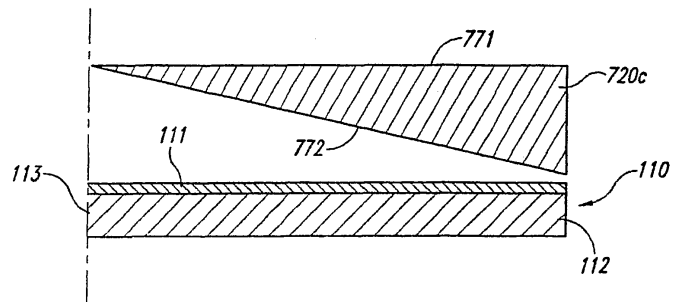
도면5



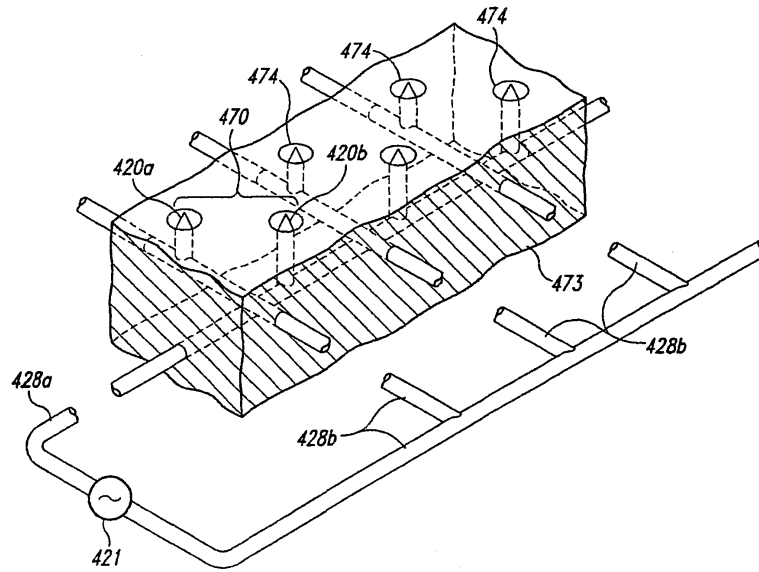
도면6



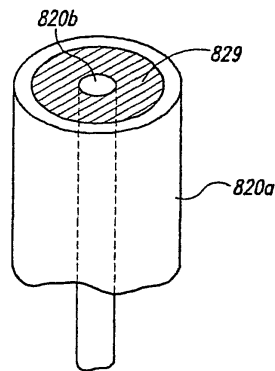
도면7



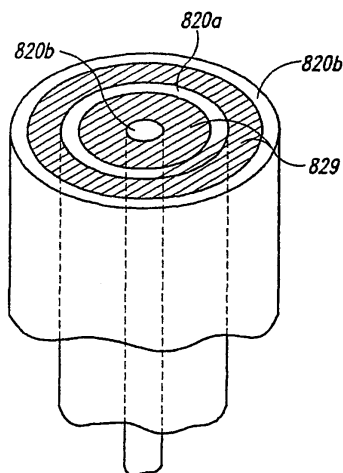
도면8a



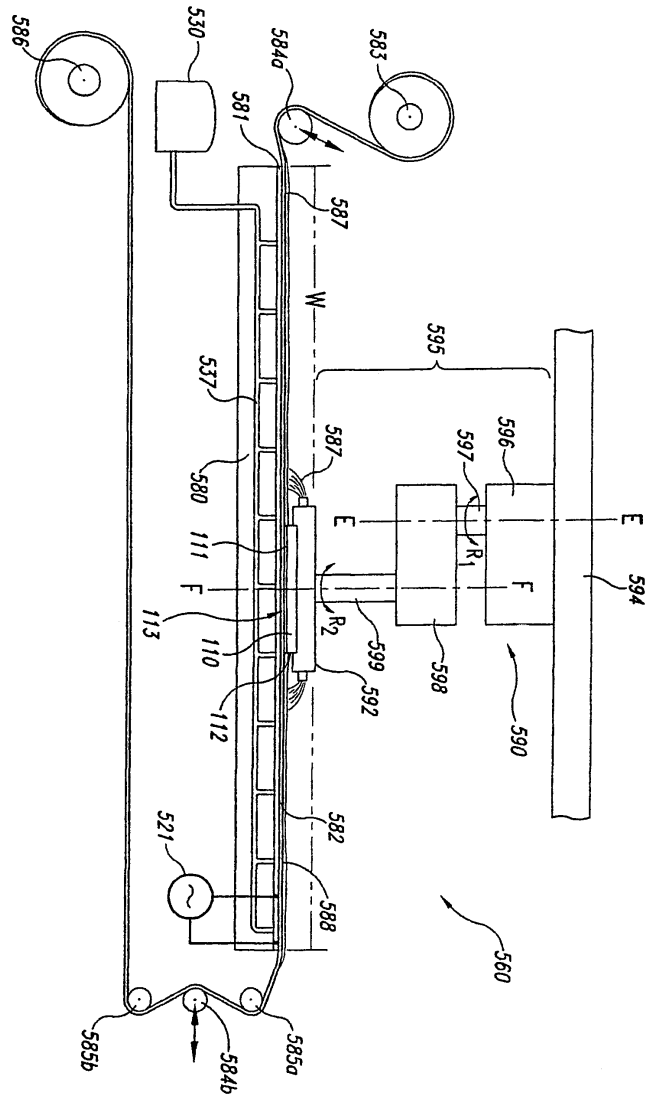
도면8b



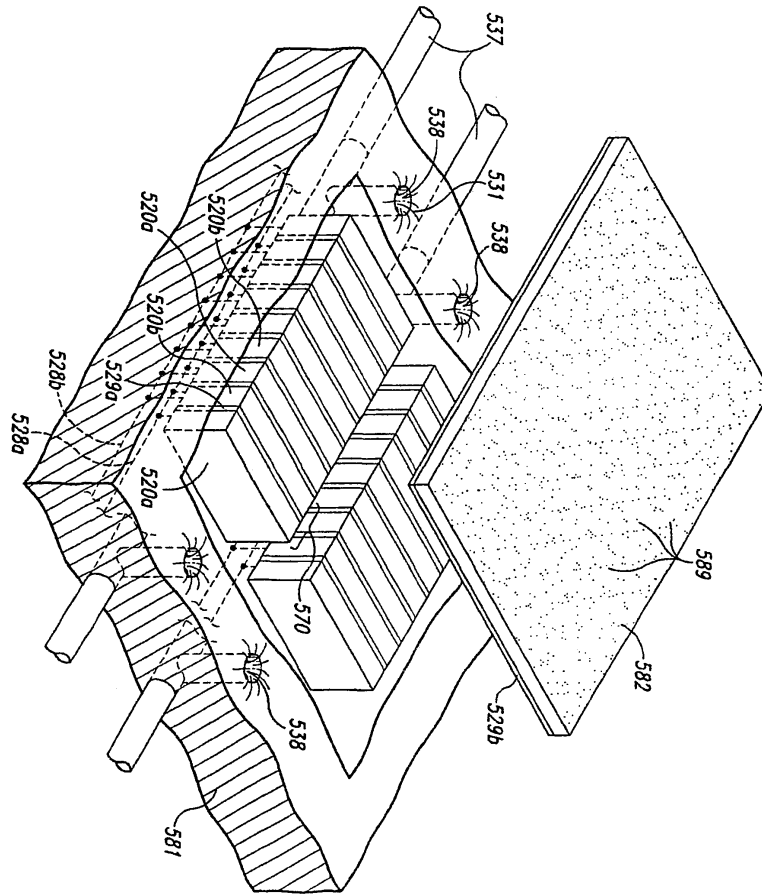
도면8c



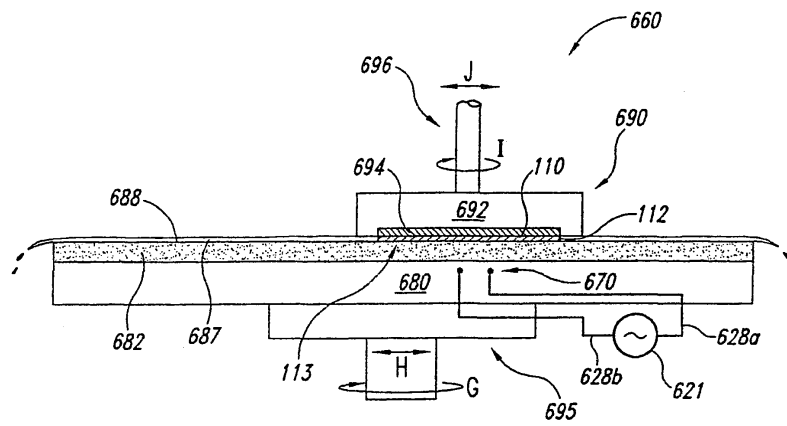
도면9



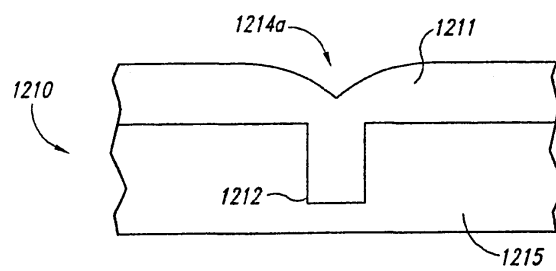
도면10



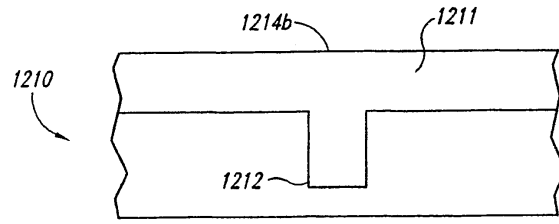
도면11



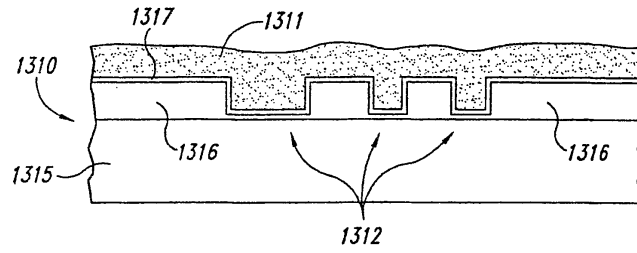
도면12a



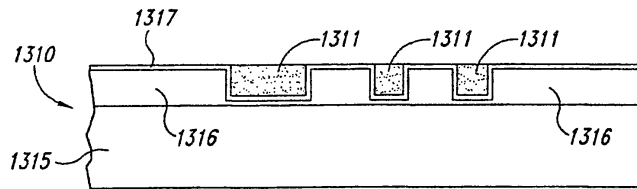
도면12b



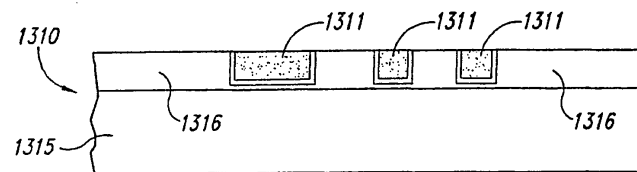
도면13a



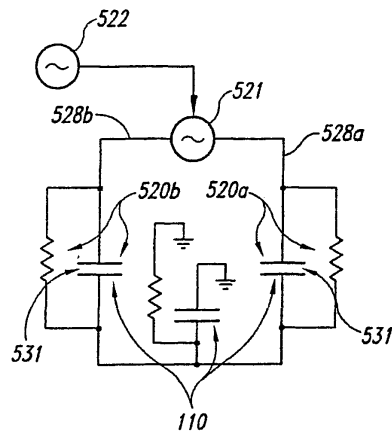
도면13b



도면13c



도면14a



도면14b

