



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

H01L 21/304 (2006.01)

H01L 21/02 (2006.01)

(45) 공고일자

2007년05월25일

(11) 등록번호

10-0720849

(24) 등록일자

2007년05월16일

| | | | |
|-------------|-------------------|-------------|-----------------|
| (21) 출원번호 | 10-2004-7013820 | (65) 공개번호 | 10-2004-0104480 |
| (22) 출원일자 | 2004년09월03일 | (43) 공개일자 | 2004년12월10일 |
| 심사청구일자 | 2004년09월03일 | | |
| 번역문 제출일자 | 2004년09월03일 | | |
| (86) 국제출원번호 | PCT/US2003/006373 | (87) 국제공개번호 | WO 2003/076134 |
| 국제출원일자 | 2003년02월28일 | 국제공개일자 | 2003년09월18일 |

(30) 우선권주장 10/090,869 2002년03월04일 미국(US)

(73) 특허권자 마이크론 테크놀로지 인코포레이티드
미국, 아이다호 83706-9632, 보이즈, 사우스 패더럴 웨이 8000(72) 발명자 무어스콧이.
미국 아이다호 83642 메리디안 이스트 메리 레인 1840이훈체
미국 아이다호 83709 보이스 사우스 랩토 레인 8998메이클리스콧지.
미국 버지니아 20155 가인스빌리 클럽하우스 로드 14433도안트롱티이.
미국 아이다호 83712 보이스 첸난도화 드라이브 1574(74) 대리인 장훈
이범래

(56) 선행기술조사문현 US5,807,165 US6,176,992

심사관 : 소재현

전체 청구항 수 : 총 42 항

(54) 마이크로 전자 워크피스의 전기화학적-기계적 처리 방법 및 장치

(57) 요약

마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 방법 및 장치가 개시되어 있다. 본 발명에 따른 전기화학적 처리 장치(100)의 일 실시예는 마이크로 전자 워크피스(110)를 수용하도록 구성된 워크피스 홀더(120)와, 워크피스 전극(130)

과, 제 1 원격 전극(142a), 및 제 2 원격 전극(142b)을 구비한다. 상기 워크피스 전극(142)은 워크피스가 워크피스 홀더(120) 내에 수용되면 워크피스(110)의 처리면(113)과 접촉하도록 구성된다. 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들(142)은 워크피스 홀더(120)로부터 소정 간격을 두고 있다. 상기 장치(100)는 또한 AC 전력 공급원(174), DC 전력 공급원(172), 및 스위칭 조립체(180)를 포함할 수 있다. 상기 스위칭 조립체(180)는 워크피스 전극(130)과, 제 1 원격 전극(142a)과, 제 2 원격 전극(142b)과, AC 전력 공급원(174), 및 DC 전력 공급원(172)에 접속된다. 작동시, 상기 스위칭 조립체(180)는 재료를 도금하고, 디플레이팅(deplating) 및/또는 기계적으로 제거하기 위해 AC 전력 공급원(174) 및/또는 DC 전력 공급원(172)을 워크피스 전극(130), 제 1 원격 전극(142a) 및/또는 제 2 원격 전극(142b)에 접속시킨다.

대표도

도 3

특허청구의 범위

청구항 1.

마이크로 전자 워크피스들(microelectronic workpieces)의 전기화학적-기계적 처리 장치에 있어서,

마이크로 전자 워크피스를 수용하도록 구성된 워크피스 홀더(workpiece holder);

상기 워크피스가 상기 워크피스 홀더 내에 수용될 때 상기 워크피스의 처리면과 접촉하도록 구성된 워크피스 전극;

상기 워크피스 홀더로부터 이격된 제 1 및 제 2 원격 전극;

상기 워크피스 홀더와 대면하는 베어링 표면(bearing surface)과 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들과 대면하는 배면을 갖는 기계적 매체;

AC 전력 공급원;

DC 전력 공급원; 및

상기 워크피스 전극, 상기 제 1 원격 전극, 상기 제 2 원격 전극, 상기 AC 전력 공급원 및 상기 DC 전력 공급원에 접속된 스위칭 조립체(switching assembly)로서, 상기 AC 전력 공급원 및 상기 DC 전력 공급원 중 적어도 하나를 상기 워크피스 전극과 상기 제 1 원격 전극 및 제 2 원격 전극 중 적어도 하나에 선택적으로 접속시키도록 구성된, 상기 스위칭 조립체를 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 워크피스 전극은 상기 워크피스 홀더에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 워크피스 전극은 상기 워크피스 홀더에 의해 지지되고,

상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극은 상기 워크피스 홀더와 별개인 원격 전극 조립체에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 워크피스 홀더는 상기 처리면이 하방으로 대면하도록 상기 워크피스를 유지하기 위해 구성된 척을 갖는 기판 캐리어, 및 상기 기판 캐리어를 이동시키도록 상기 기판 캐리어에 접속된 구동 조립체를 포함하고,

상기 워크피스 전극은 상기 워크피스 홀더에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 워크피스 홀더는 상기 처리면이 상방으로 대면하도록 상기 워크피스를 유지하기 위해 구성된 척을 갖는 기판 캐리어, 및 상기 기판 캐리어를 이동시키도록 상기 기판 캐리어에 접속된 구동 조립체를 포함하고,

상기 워크피스 전극은 상기 워크피스 홀더에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 워크피스 홀더로부터 이격된 전극 조립체를 더 포함하고, 상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극은 상기 전극 조립체에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 장치는 상기 워크피스 홀더로부터 이격된 가동 전극 조립체로서, 상기 워크피스 홀더에 관련하여 이동될 수 있는, 상기 가동 전극 조립체를 더 포함하고,

상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극은 상기 전극 조립체에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 장치는 상기 워크피스 홀더로부터 이격된 가동 전극 조립체로서, 상기 워크피스 홀더에 관련하여 이동될 수 있는, 상기 가동 전극 조립체를 더 포함하고,

상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극은 상기 전극 조립체에 의해 지지되고,

상기 기계적 매체는 상기 제 1 원격 전극에 의해 지지되는 제 1 연마 패드, 및 상기 제 2 원격 전극에 의해 지지되는 제 2 연마 패드를 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 9.

제 1 항에 있어서,

상기 장치는 테이블을 더 포함하고,

상기 기계적 매체는 상기 테이블에 의해 지지되는 연마 패드를 포함하며,

상기 워크피스 홀더는 상기 연마 패드 위에 위치되고, 상기 워크피스 전극은 상기 워크피스 홀더에 의해 지지되며,

상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극은 상기 테이블에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 10.

제 1 항에 있어서, (a) 상기 마이크로 전자 워크피스의 처리면을 전기화학적 처리 용액과 접촉시키는 단계, (b) 상기 워크피스가 상기 전기화학적 처리 용액과 접촉하는 동안에, 상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극 중 적어도 하나와 상기 워크피스 전극에 직류를 인가하는 단계, (c) 상기 워크피스가 상기 전기화학적 처리 용액과 접촉하는 동안에, 상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극 중 적어도 하나에 교류를 인가하는 단계, 및 (d) 적어도 상기 교류를 인가하는 동안에, 상기 워크피스의 처리면을 상기 기계적 매체에 대해 가압하는 단계를 포함하는 공정에 따라 상기 장치를 동작시키는 지시들을 포함하는 컴퓨터 작동가능 매체를 갖는 제어기를 더 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 11.

제 1 항에 있어서,

(a) 상기 마이크로 전자 워크피스의 처리면을 전기화학적 처리 용액과 접촉시키는 단계, (b) 상기 워크피스가 상기 전기화학적 처리 용액과 접촉하는 동안에, 상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극 중 적어도 하나와 상기 워크피스 전극에 직류를 인가하는 단계, (c) 상기 워크피스가 상기 전기화학적 처리 용액과 접촉하는 동안에, 상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극에 교류를 인가하는 단계, 및 (d) 적어도 상기 교류를 인가하는 동안에, 상기 워크피스의 처리면을 상기 기계적 매체에 대해 가압하는 단계를 포함하는 공정에 따라 상기 장치를 동작시키는 지시들을 포함하는 컴퓨터 작동가능 매체를 갖는 제어기를 더 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 12.

제 1 항에 있어서,

(a) 상기 마이크로 전자 워크피스의 처리면을 전기화학적 처리 용액과 접촉시키는 단계, (b) 상기 워크피스가 상기 전기화학적 처리 용액과 접촉하는 동안에, 상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극 중 적어도 하나와 상기 워크피스 전극에 직류를 인가하는 단계, 및 (c) 상기 직류를 인가하는 동안에, 상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극에 교류를 인가하는 단계를 포함하는 공정에 따라 상기 장치를 동작시키는 지시들을 포함하는 컴퓨터 작동가능 매체를 갖는 제어기를 더 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 13.

제 1 항에 있어서,

(a) 상기 마이크로 전자 워크피스의 처리면을 전기화학적 처리 용액과 접촉시키는 단계, (b) 상기 워크피스가 상기 전기화학적 처리 용액과 접촉하는 동안에, 상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극 중 적어도 하나와 상기 워크피스 전극에 직류를 인가하는 단계, (c) 상기 워크피스가 상기 전기화학적 처리 용액과 접촉하는 동안에, 상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극에 교류를 인가하는 단계, (d) 적어도 상기 교류를 인가하는 동안에, 상기 워크피스의 처리면을 상기 기계적 매체에 대해 가압하는 단계, 및 (e) 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들이 상기 워크피스의 처리면의 제 2 영역에서보다 상기 워크피스의 처리면의 제 1 영역에서 더 긴 체류 시간을 갖도록 상기 워크피스와 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들 중 적어도 하나를 이동시키는 단계를 포함하는 공정에 따라 상기 장치를 동작시키는 지시들을 포함하는 컴퓨터 작동가능 매체를 갖는 제어기를 더 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 14.

마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치에 있어서,

마이크로 전자 워크피스를 수용하도록 구성된 워크피스 홀더;

워크피스가 상기 워크피스 홀더 내에 수용되면 상기 워크피스의 처리면과 접촉하도록 구성된 워크피스 전극;

상기 워크피스가 상기 워크피스 홀더 내에 수용될 때 상기 워크피스의 처리면으로부터 이격되도록 상기 워크피스 홀더에 대해 병치되는 제 1 원격 전극과 제 2 원격 전극;

AC 전력 공급원;

DC 전력 공급원; 및

상기 워크피스 전극, 상기 제 1 원격 전극, 상기 제 2 원격 전극, 상기 AC 전력 공급원, 및 상기 DC 전력 공급원에 접속된 스위칭 조립체로서, 상기 AC 전력 공급원 및 상기 DC 전력 공급원 중 적어도 하나를 상기 워크피스 전극, 상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극 중 적어도 하나에 선택적으로 접속시키도록 구성된, 상기 스위칭 조립체를 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 15.

제 14 항에 있어서,

상기 워크피스 전극은 상기 워크피스 홀더에 의해 지지되고, 상기 장치는 상기 워크피스 홀더와 대면하는 베어링 표면과 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들과 대면하는 배면을 갖는 기계적 매체를 더 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 16.

제 15 항에 있어서,

상기 워크피스 전극은 상기 워크피스 홀더에 의해 지지되고,

상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극은 상기 워크피스 홀더와 별개인 전극 조립체에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 17.

제 15 항에 있어서,

상기 워크피스 홀더로부터 이격된 전극 조립체를 더 포함하고, 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들은 상기 전극 조립체에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 18.

제 15 항에 있어서,

상기 장치는 상기 워크피스 홀더로부터 이격된 가동 전극 조립체로서, 상기 워크피스 홀더에 대해 이동될 수 있는, 상기 가동 전극 조립체를 더 포함하고,

상기 제 1 및 제 2 원격 전극들은 상기 전극 조립체에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 19.

제 15 항에 있어서,

상기 장치는 상기 워크피스 홀더로부터 이격된 가동 전극 조립체를 더 포함하고,

상기 제 1 및 제 2 원격 전극들은 상기 전극 조립체에 의해 지지되고,

상기 기계적 매체는 상기 제 1 원격 전극에 의해 지지되는 제 1 연마 패드 및 상기 제 2 원격 전극에 의해 지지되는 제 2 연마 패드를 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 20.

제 15 항에 있어서,

상기 장치는 테이블을 더 포함하고,

상기 기계적 매체는 상기 테이블에 의해 지지되는 연마 패드를 포함하며,

상기 워크피스 홀더는 상기 연마 패드 위에 위치되고, 상기 워크피스 전극은 상기 워크피스 홀더에 의해 지지되며,

상기 제 1 및 제 2 원격 전극들은 상기 테이블에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 21.

마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치에 있어서,

마이크로 전자 워크피스를 수용하도록 구성된 워크피스 홀더;

워크피스가 상기 워크피스 홀더 내에 수용될 때 상기 워크피스의 처리면과 접촉하도록 구성된 제 1 전극;

상기 워크피스 홀더로부터 이격된 제 2 전극 및 제 3 전극;

상기 워크피스 홀더와 상기 제 2 및 제 3 전극들 각각의 사이에 있는 기계적 매체;

AC 전력 공급원;

DC 전력 공급원; 및

상기 제 1 전극, 상기 제 2 전극, 상기 제 3 전극, 상기 AC 전력 공급원 및 상기 DC 전력 공급원에 접속된 스위칭 조립체로서, 상기 AC 전력 공급원 및 상기 DC 전력 공급원 중 적어도 하나를 상기 제 1, 제 2 및 제 3 전극들 중 적어도 하나에 선택적으로 접속시키도록 구성된, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 22.

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 전극은 상기 워크피스 홀더에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 23.

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 전극은 상기 워크피스 홀더에 의해 지지되고,

상기 제 2 및 제 3 전극들은 상기 워크피스 홀더와 별개인 전극 조립체에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 24.

제 21 항에 있어서,

상기 워크피스 홀더는 상기 처리면이 하방으로 대면하도록 상기 워크피스를 유지하기 위해 구성된 척을 갖는 기판 캐리어, 및 상기 기판 캐리어를 이동시키도록 상기 기판 캐리어에 접속된 구동 조립체를 포함하고,

상기 제 1 전극은 상기 워크피스 홀더에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 25.

제 21 항에 있어서,

상기 워크피스 홀더는 상기 처리면이 상방으로 대면하도록 상기 워크피스를 유지하기 위해 구성된 척을 갖는 기판 캐리어, 및 상기 기판 캐리어를 이동시키도록 상기 기판 캐리어에 접속된 구동 조립체를 포함하고,

상기 제 1 전극은 상기 워크피스 홀더에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 26.

제 21 항에 있어서,

상기 워크피스 홀더로부터 이격된 전극 조립체를 더 포함하고, 상기 제 2 및 제 3 전극들은 상기 전극 조립체에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 27.

제 21 항에 있어서,

상기 장치는 상기 워크피스 홀더로부터 이격된 가동 전극 조립체를 더 포함하고,

상기 제 2 및 제 3 전극들은 상기 전극 조립체에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 28.

제 21 항에 있어서,

상기 장치는 상기 워크피스 홀더로부터 이격된 가동 전극 조립체를 더 포함하고,

상기 제 2 및 제 3 전극들은 상기 전극 조립체에 의해 지지되고,

상기 기계적 매체는 상기 제 2 전극에 의해 지지되는 제 1 연마 패드 및 상기 제 3 전극에 의해 지지되는 제 2 연마 패드를 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 29.

제 21 항에 있어서,

상기 장치는 테이블을 더 포함하고,

상기 기계적 매체는 상기 테이블에 의해 지지되는 연마 패드를 포함하며,

상기 워크피스 홀더는 상기 연마 패드 위에 위치되고, 상기 제 1 전극은 상기 워크피스 홀더에 의해 지지되며,

상기 제 2 및 제 3 전극들은 상기 테이블에 의해 지지되는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 30.

제 21 항에 있어서,

(a) 상기 마이크로 전자 워크피스의 처리면을 전해질 용액과 접촉시키는 단계, (b) 상기 워크피스가 상기 전해질 용액과 접촉하는 동안에, 상기 제 2 및 제 3 전극들 중 적어도 하나와 상기 제 1 전극에 직류를 인가하는 단계, (c) 상기 워크피스가 상기 전해질 용액과 접촉하는 동안에, 상기 제 2 및 제 3 전극들 중 적어도 하나에 교류를 인가하는 단계, 및 (d) 적어도 상기 교류를 인가하는 동안에, 상기 워크피스의 처리면을 상기 기계적 매체에 대해 가압하는 단계를 포함하는 공정에 따라 상기 장치를 동작시키는 지시들을 포함하는 컴퓨터 작동가능 매체를 갖는 제어기를 더 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 31.

제 21 항에 있어서,

(a) 상기 마이크로 전자 워크피스의 처리면을 전해질 용액과 접촉시키는 단계, (b) 상기 워크피스가 상기 전해질 용액과 접촉하는 동안에, 상기 제 2 및 제 3 전극들 중 적어도 하나와 상기 제 1 전극에 직류를 인가하는 단계, (c) 상기 워크피스가 상기 전해질 용액과 접촉하는 동안에, 상기 제 2 및 제 3 전극들에 교류를 인가하는 단계, 및 (d) 적어도 상기 교류를 인가하는 동안에, 상기 워크피스의 처리면을 상기 기계적 매체에 대해 가압하는 단계를 포함하는 공정에 따라 상기 장치를 동작시키는 지시들을 포함하는 컴퓨터 작동가능 매체를 갖는 제어기를 더 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 32.

제 21 항에 있어서,

(a) 상기 마이크로 전자 워크피스의 처리면을 전해질 용액과 접촉시키는 단계, (b) 상기 워크피스가 상기 전해질 용액과 접촉하는 동안에, 상기 제 2 및 제 3 전극들 중 적어도 하나와 상기 제 1 전극에 직류를 인가하는 단계, 및 (c) 상기 직류를 인가하는 동안에, 상기 제 2 및 제 3 전극들에 교류를 인가하는 단계를 포함하는 공정에 따라 상기 장치를 동작시키는 지시들을 포함하는 컴퓨터 작동가능 매체를 갖는 제어기를 더 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 33.

제 21 항에 있어서,

(a) 상기 마이크로 전자 워크피스의 처리면을 전해질 용액과 접촉시키는 단계, (b) 상기 워크피스가 상기 전해질 용액과 접촉하는 동안에, 상기 제 2 및 제 3 전극들 중 적어도 하나와 상기 제 1 전극에 직류를 인가하는 단계, (c) 상기 워크피스가 상기 전해질 용액과 접촉하는 동안에, 상기 제 2 및 제 3 전극들에 교류를 인가하는 단계, (d) 적어도 상기 교류를 인가하는 동안에, 상기 워크피스의 처리면을 상기 기계적 매체에 대해 가압하는 단계, 및 (e) 상기 제 2 및 제 3 전극들이 제 2 영역에서 보다 상기 워크피스의 제 1 영역에서 더 긴 체류 시간을 갖도록 상기 워크피스와 상기 제 2 및 제 3 전극들 중 적어도 하나를 이동시키는 단계를 포함하는 공정에 따라 상기 장치를 동작시키는 지시들을 포함하는 컴퓨터 작동가능 매체를 갖는 제어기를 더 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 34.

마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치에 있어서,

마이크로 전자 워크피스를 수용하도록 구성된 워크피스 홀더;

워크피스가 상기 워크피스 홀더 내에 수용될 때 상기 워크피스의 처리면과 접촉하도록 구성된 워크피스 전극;

상기 워크피스 홀더로부터 이격된 제 1 원격 전극 및 제 2 원격 전극;

상기 워크피스 홀더와 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들 각각의 사이에 있는 기계적 매체;

AC 전력 공급원;

DC 전력 공급원;

상기 워크피스 전극, 상기 제 1 원격 전극, 상기 제 2 원격 전극, 상기 AC 전력 공급원, 및 상기 DC 전력 공급원에 접속된 스위칭 조립체; 및

상기 스위칭 조립체에 접속된 제어기로서, (a) 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들 중 적어도 하나와 상기 워크피스 전극을 상기 스위칭 조립체를 통해 상기 DC 전력 공급원에 접속하는 단계, 및 (b) 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들을 상기 스위칭 조립체를 통해 상기 AC 전력 공급원에 접속하는 단계를 포함하는 공정에 따라 상기 스위칭 조립체를 동작시키는 지시들을 포함하는 컴퓨터 작동가능 매체를 포함하는, 상기 제어기를 포함하는 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 35.

마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치에 있어서,

마이크로 전자 워크피스를 수용하도록 구성된 워크피스 홀더;

워크피스가 상기 워크피스 홀더 내에 수용될 때 상기 워크피스의 처리면과 접촉하도록 구성된 워크피스 전극;

상기 워크피스 홀더로부터 이격된 제 1 원격 전극 및 제 2 원격 전극;

상기 워크피스 홀더와 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들 각각의 사이에 있는 기계적 매체;

상기 워크피스 전극, 상기 제 1 원격 전극, 및 상기 제 2 원격 전극에 접속된 스위칭 조립체;

폐쇄 회로를 형성하는 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들과 전기적 도통(electrical communication)하기 위해 상기 스위칭 조립체에 전기적으로 접속된 AC 전력 공급원; 및

한쪽 극성에 상기 워크피스 전극 및 대향 전극에 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들 중 적어도 하나와 상기 스위칭 조립체를 통해 전기적 도통하기 위해 상기 스위칭 조립체에 전기적으로 접속된 DC 전력 공급원을 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 36.

마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치에 있어서,

마이크로 전자 워크피스를 수용하도록 구성된 워크피스 홀더;

상기 워크피스 홀더에 의해 지지되는 워크피스 전극으로서, 상기 워크피스 전극은 워크피스가 상기 워크피스 홀더 내에 수용되면 상기 워크피스의 처리면과 접촉하도록 구성된, 상기 워크피스 전극;

상기 워크피스 홀더와 대면하는 전극 조립체, 상기 전극 조립체에 의해 지지되는 제 1 원격 전극, 상기 전극 조립체에 의해 지지되는 제 2 원격 전극, 및 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들에 의해 지지되는 기계적 매체를 포함하는 재료 제거 장치로서, 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들이 상기 워크피스 홀더로부터 이격된, 상기 재료 제거 장치;

AC 전력 공급원;

DC 전력 공급원; 및

상기 워크피스 전극, 상기 제 1 원격 전극, 상기 제 2 원격 전극, 상기 AC 전력 공급원, 및 상기 DC 전력 공급원에 접속된 스위칭 조립체로서, 상기 스위칭 조립체는:

상기 AC 전력 공급원이 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들에 접속되는 동안에, 상기 DC 전력 공급원은 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들과 상기 워크피스 전극으로부터 단락되는 제 1 구성;

상기 AC 전력 공급원이 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들로부터 단락되는 동안에, 상기 DC 전력 공급원은 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들 둘 모두와 상기 워크피스 전극에 접속되는 제 2 구성; 및

상기 AC 전력 공급원이 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들에 접속되는 동안 동시에, 상기 DC 전력 공급원은 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들 둘 모두와 상기 워크피스 전극에 접속되는 제 3 구성을 포함하는 적어도 3개의 구성들을 포함하는, 상기 스위칭 조립체를 포함하는 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 37.

마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치에 있어서,

마이크로 전자 워크피스를 수용하도록 구성된 워크피스 홀더;

상기 워크피스 홀더에 의해 지지되고, 워크피스가 상기 워크피스 홀더 내에 수용되면 상기 워크피스의 처리면과 접촉하도록 구성된 워크피스 전극;

상기 워크피스 홀더와 대면하는 전극 조립체, 상기 전극 조립체에 의해 지지되는 제 1 원격 전극, 상기 전극 조립체에 의해 지지되는 제 2 원격 전극, 및 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들에 의해 지지되는 기계적 매체를 포함하는 재료 제거 장치로서, 상기 전극 조립체가 상기 워크피스 홀더에 대해 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들을 이동시키기 위해 이동할 수 있는, 상기 재료 제거 장치;

AC 전력 공급원;

DC 전력 공급원; 및

상기 워크피스 전극, 상기 제 1 원격 전극, 상기 제 2 원격 전극, 상기 AC 전력 공급원, 및 상기 DC 전력 공급원에 접속된 스위칭 조립체로서, 상기 스위칭 조립체는:

상기 AC 전력 공급원이 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들에 접속되는 동안에, 상기 DC 전력 공급원은 상기 워크피스 전극 및 상기 제 1 원격 전극에 접속되는 제 1 구성, 및

상기 AC 전력 공급원이 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들에 접속되는 동안 동시에, 상기 DC 전력 공급원은 상기 워크피스 전극 및 상기 제 2 원격 전극에 접속되는 제 2 구성을 포함하는 적어도 2개의 구성들을 포함하는, 상기 스위칭 조립체를 포함하는 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 장치.

청구항 38.

마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 방법에 있어서,

마이크로 전자 워크피스의 처리면을 전해질 용액과 접촉시키는 단계;

상기 워크피스의 처리면과 상기 워크피스의 처리면으로부터 이격된 제 1 원격 전극과 접촉하는 워크피스 전극에 직류를 인가하는 단계로서, 상기 워크피스 전극과 상기 제 1 원격 전극이 상기 전해질 용액과 전기적 도통하는, 상기 직류 인가 단계;

상기 제 1 원격 전극 및 상기 워크피스의 처리면으로부터 또한 이격된 제 2 원격 전극에 교류를 인가하는 단계로서, 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들은 상기 전해질 용액과 전기적 도통하는, 상기 교류 인가 단계; 및

적어도 상기 교류를 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들에 인가하는 동안에, 상기 워크피스의 처리면을 기계적 매체와 접촉시키는 단계를 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 방법.

청구항 39.

마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 방법에 있어서,

마이크로 전자 워크피스의 처리면을 전해질 용액과 접촉시키는 단계;

상기 워크피스의 처리면과 상기 워크피스 처리면으로부터 이격된 제 1 원격 전극 및 제 2 원격 전극 중 적어도 하나와 접촉하는 워크피스 전극에 직류를 인가하는 단계로서, 상기 워크피스 전극, 상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극이 상기 전해질 용액과 전기적 도통하는, 상기 직류 인가 단계;

폐쇄 회로를 형성하는 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들에 교류를 인가하는 단계; 및

적어도 상기 교류를 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들에 인가하는 동안에, 상기 워크피스의 처리면을 기계적 매체와 접촉시키는 단계를 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 방법.

청구항 40.

마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 방법에 있어서,

마이크로 전자 워크피스의 처리면을 전해질 용액과 접촉시키는 단계;

상기 워크피스의 처리면과 제 1 원격 전극 및 제 2 원격 전극 중 적어도 하나와 접촉하는 워크피스 전극에 직류를 인가하는 단계로서, 상기 워크피스 전극, 상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극은 상기 전해질 용액과 전기적 도통하는, 상기 직류 인가 단계; 및

상기 워크피스 전극과 상기 제 1 원격 전극 및 제 2 원격 전극에 상기 직류를 인가하는 동안에, 폐쇄 회로를 형성하는 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들에 교류를 인가하는 단계를 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 방법.

청구항 41.

마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 방법에 있어서,

마이크로 전자 워크피스의 처리면을 전해질 용액과 접촉시키는 단계;

상기 워크피스의 처리면과 상기 워크피스의 처리면으로부터 이격된 제 1 원격 전극 및 제 2 원격 전극 중 적어도 하나와 접촉하는 워크피스 전극에 직류를 인가하고, 동시에 폐쇄 회로를 형성하는 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들에 교류를 인가하는 단계로서, 상기 워크피스 전극, 상기 제 1 원격 전극, 및 상기 제 2 원격 전극은 상기 전해질 용액과 전기적 도통하는, 상기 인가 단계; 및

상기 제 1 및 제 2 원격 전극들이 상기 워크피스의 제 2 영역보다 상기 워크피스의 제 1 영역에서 더 긴 체류 시간을 갖도록 상기 직류 및 교류를 인가하는 동안에 상기 마이크로 전자 워크피스와 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들 중 적어도 하나를 서로에 대해 이동시키는 단계를 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 방법.

청구항 42.

마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 방법에 있어서:

마이크로 전자 워크피스의 처리면을 전해질 용액과 접촉시키는 단계;

상기 워크피스의 처리면과 제 1 원격 전극 및 제 2 원격 전극 중 적어도 하나와 접촉하는 워크피스 전극에 직류를 인가하고, 동시에 폐쇄 회로를 형성하는 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들에 교류를 인가하는 단계로서, 상기 워크피스 전극, 상기 제 1 원격 전극 및 상기 제 2 원격 전극이 상기 전해질 용액과 전기적 도통하는, 상기 인가 단계; 및

상기 제 1 및 제 2 원격 전극들이 보다 두꺼운 도금된 재료의 층을 갖는 상기 워크피스의 영역들에서 더 긴 체류 시간을 갖도록 상기 직류 및 교류를 인가하는 동안에, 마이크로 전자 워크피스와 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들 중 적어도 하나를 서로에 대해 이동시키는 단계를 포함하는, 마이크로 전자 워크피스들의 전기화학적-기계적 처리 방법.

명세서

기술분야

본 출원은 명칭이 "마이크로 전자 기판으로부터 도전성 재료를 제거하기 위한 방법 및 장치"인 2000년 8월 30일자로 출원된 미국특허 출원 번호 제09/651,779호, 명칭이 "마이크로 전자 기판으로부터 도전성 재료의 전기적, 기계적 및/또는 화학적 제거용 방법 및 장치"인 2001년 6월 21일자로 출원된 미국특허 출원 번호 제09/888,084호, 명칭이 "도전성 재료를 제거하기 위해 무딘 코너식 장치와 관련 방법과 함께 도전성 재료를 갖는 마이크로 전자 기판"인 2001년 6월 21일자로 출원된 미국특허 출원 제09/887,767호의 일부 연속 출원이고, 이들 모두는 본 명세서에서 참조로 인용했다.

본 발명은 전기화학적-기계적 공정들을 이용하여 마이크로 전자 워크피스(workpieces)를 도금하고 그 마이크로 전자 워크피스로부터 재료를 제거하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

마이크로 전자 워크피스는 일반적으로 도선들 및 그 외에 주요부와 상호 연결되는 복수 개의 구성 요소들, 예컨대 메모리 셀들을 갖는 기판을 포함한다. 상기 도선들은 워크피스에 트렌치들 또는 다른 리세스들을 형성한 다음, 상기 트렌치들에 도전성 재료 또는 다른 화합물을 증착시킴으로서 형성될 수 있다. 이어서, 트렌치 위에 있는 도전성 재료의 부분인 과다한 도전성 재료를 제거하여 트렌치들에 도전성 재료의 불연속 선이 생기게 한다.

전기화학적 공정들이 금속층들을 증착하고 제거하기 위해 사용되어 왔다. 통상적인 전기화학적 도금 공정들은 화학적 기상 증착(CVD), 물리적 기상 증착(PVD) 또는 다른 적합한 공정들을 이용하여 워크피스의 표면 위에 시드층을 증착하는 것을 포함한다. 상기 시드층을 형성한 후에, 전자 처리 용액(예컨대, 전해액)이 존재하는 상태에서 시드층과 전극 사이에 적절한 전위를 인가함으로써, 금속의 덮개층 또는 패턴층을 워크피스 위에 도금한다. 대부분의 금속의 경우에, 캐소드는 시드층에 접속되고 애노드는 전자 처리 용액에 침지되어 시드층과 애노드 사이에 전계를 형성한다.

마이크로 전자 워크피스로부터 금속을 제거하기 위해서 전자 처리 기법을 이용하였다. 예컨대, 워크피스의 표면으로부터 금속을 제거하기 위해 애노드는 워크피스 상의 금속층에 접속될 수 있고, 캐소드는 전해액에 침지될 수 있다. 다른 예에 있어서, 전해질을 통해 도전층에 교류를 인가하여 금속 부분을 제거할 수 있다. 예컨대, 도 1은 제 1 전극(20a)과, 전력 공급원(21)에 접속된 제 2 전극(20b)을 포함하는 교류를 이용하여 금속을 제거하는 종래의 장치(60)를 도시하고 있다. 제 1 전극(20a)은 반도체 기판(10) 상의 금속층(11)에 직접 부착되고, 제 2 전극(20b)은 금속층(11)의 표면 위에 배치된 액상 전해질(31)에 적어도 부분적으로 침지된다. 제 2 전극(20b)은, 예컨대 전해질(31)과 접촉할 때까지 하방으로 이동될 수 있다. 배리어(22)가 전해질(31)과의 직접 접촉으로부터 제 1 전극(20a)을 보호한다. 전력 공급원(21)은 제 1 전극(20a), 제 2 전극(20b) 및 전해질(31)을 경유하여 기판에 교류를 인가함으로써, 금속층(11)으로부터 도전성 재료를 제거한다. 교류 신호는 다양한 파형, 예컨대 전체가 본 명세서에 참고로 인용된, 명칭이 "실리콘 접적 회로들 상에서 티타늄-백금-금의 금속화 중에 백금의 전자 에칭"(벨 연구소)인 프랭켄탈 등에 의해 개시된 파형을 가질 수 있다.

도 1에 도시된 시스템의 한가지 단점은 제 1 전극(20a)이 기판(10)에 부착된 영역에서 도전층(11)으로부터 금속을 제거할 수 없다는 것인데, 그 이유는 이 영역에서 배리어(22)가 전해질(31)과 기판(10)의 접촉을 방해하기 때문이다. 이와 달리, 제 1 전극(20a)이 전해질과의 접촉시 소모될 수 있는 전극이면, 전해질 공정이 제 1 전극(20a)을 열화시킬 수 있다. 또 다른 단점은 전해질 공정이 기판(10)으로부터 재료를 균일하게 제거할 수 없다는 것이다. 예컨대, 제 1 전극(20a; 예컨대 "아

일랜드")과 직접적으로 전기 접속되지 않는 나머지 도전성 재료의 불연속 영역이 도전층(11)에 형성될 수도 있다. 나머지 도전성 재료의 불연속 영역은 도선의 형성 및/또는 동작을 방해할 수 있고, 제 1 전극(20a)이 그러한 "아일랜드"에 접속되도록 재위치되지 않으면 그러한 나머지 재료를 전해질 공정으로 제거하는 것이 어려울 수도 있다.

상술한 몇몇 단점을 완화시키는 한가지 방안은 복수 개의 전극(20a)을 기판(10) 주변 둘레에 부착하여 도전성 재료가 제거되는 균일성을 증가시키는 것이다. 그러나, 나머지 도전성 재료의 불연속 영역은 기판(10)과 접촉하는 전극의 수를 추가함에도 불구하고 여전히 잔류할 수 있다. 다른 방안은 배리어(22)가 필요없도록 전극들(20a, 20b)을 불활성 재료, 예컨대 탄소로 형성하는 것이다. 이 방안은 보다 많은 도전층(11)의 영역이 전해질(31)과 접촉되게 하지만, 불활성 전극은 도전성 재료의 제거시에 보다 반응성인 전극(예컨대, 소모성 전극)만큼 효과적이지 못할 수도 있다. 그 결과, 불활성 전극들은 기판(10) 위에 나머지 도전성 재료를 여전히 남길 수 있다.

도 2는 상술한 몇몇 단점을 완화시키는 다른 방안을 도시하는 것으로서, 2개의 기판(10)이 전해질(31)을 수용한 용기(30)에 부분적으로 침지되어 있다. 제 1 전극(20a)은 하나의 기판(10)에 부착되고, 제 2 전극(20b)은 다른 기판(10)에 부착된다. 이러한 방안의 이점은 전극들(20a, 20b)이 전해질과 접촉하지 않는다는 것이다. 그러나, 도전성 재료의 아일랜드가 전해질 공정을 완료한 후에 여전히 잔류하며, 전극들(20a, 20b)이 기판들(10)에 부착된 지점에서 도전성 재료를 제거하는 것이 어려울 수도 있다.

국제 특허 출원 PCT/US00/08336호(공보 번호 WO/00/59682호)는 도전성 재료를 반도체 웨이퍼에 부착하기 위한 제 1 챔버와, 전해 연마 또는 화학적-기계적 연마에 의해 도전성 재료를 반도체 웨이퍼로부터 제거하기 위한 제 2 챔버를 갖는 장치를 개시하고 있다. 상기 제 2 챔버는 애노드와 웨이퍼가 수직 축선을 중심으로 회전할 때 전해질 및 웨이퍼의 표면과 모두 접촉하는 원통형 기계적 패드가 있는 페인트 롤러 구조를 갖는 애노드를 포함한다. 전해질 욕조로부터 격리된 도전성 액체를 포함할 수 있는 캐소드는 웨이퍼의 에지에 전기적으로 접속된다. 이 장치의 한가지 단점은 또한 웨이퍼 상에 나머지 도전성 재료의 아일랜드가 남을 수 있다는 것이다.

다른 기존의 장치는 캘리포니아주의 Nutool에게 허여된 미국 특허 제6,176,992 B1호에 개시되어 있다. 이 특허는 웨이퍼의 처리면과 접촉하는 제 1 전극과, 웨이퍼의 처리면의 다른 부분과 맞물리는 연마 패드와, 상기 연마 패드 아래에 위치한 제 2 전극을 갖는 전기화학적 중착기를 개시하고 있다. 전해질은 연마 패드를 통과하여 제 1 전극과, 제 2 전극 및 웨이퍼의 표면과 접촉한다. 도금 사이클 동안에, 직류는 웨이퍼의 표면 위에 금속 이온을 도금하도록 제 1 전극과 제 2 전극을 통과한다. 디플레이팅(deplating)/평탄화 사이클 중에, 연마 패드를 웨이퍼의 표면에 마찰하는 동안에 직류의 극성이 스위칭되어 웨이퍼로부터 금속을 디플레이팅한다.

미국 특허 제6,176,992호에 개시된 장치의 한가지 관심은 디플레이팅/평탄화 사이클이 웨이퍼의 중앙보다 웨이퍼의 주변에서 훨씬 빨리 재료를 제거할 수 있다는 것이다. 보다 구체적으로, 디플레이팅/평탄화 사이클이 진행함에 따라, 웨이퍼를 가로지르는 과정은 웨이퍼의 주변과 중앙 사이에 상당한 전압 강하가 발생하도록 매우 얇아진다. 이 전압 강하는 보다 많은 재료가 웨이퍼의 중앙보다 웨이퍼의 주변으로부터 디플레이팅되게 한다. 또한, 직류는 전압 강하를 심화시키는 금속 층의 표면 위에 패시베이션층을 형성할 수 있다. 이 현상은 특히 대형 웨이퍼(예컨대, 300mm)의 처리에 있어서 문제가 되는데, 그 이유는 이를 웨이퍼의 큰 직경이 더 큰 전압 강하를 생성하기 때문이다. 따라서, 웨이퍼의 표면으로부터 금속을 보다 균일하게 제거하는 것이 요망된다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 마이크로 전자 워크피스의 전기화학적-기계적 처리 방법 및 장치에 관한 것이다. 상기 "마이크로 전자 워크피스"라는 용어는 전반적으로 기판으로부터 형성된 워크피스를 포함하는 것으로 사용되고, 상기 기판 위에 및/또는 내에 마이크로 전자 회로 또는 많은 다른 구성 요소들(예컨대, 데이터 저장 소자들, 상호 접속 주요부들, 트랜지스터들 및/또는 마이크로 전자 기계적 소자들 등)이 제조된다. 본 발명에 따른 전기화학적 처리 장치의 일 실시예는 마이크로 전자 워크피스를 수용하도록 구성된 워크피스 홀더와, 워크피스 전극과, 제 1 원격 전극과, 제 2 원격 전극을 구비한다. 상기 워크피스 전극은 워크피스가 워크피스 홀더 내에 수용되면 워크피스의 처리면과 접촉하도록 구성된다. 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들은 워크피스 홀더로부터 소정 간격을 두고 이격되어 있다. 상기 장치는 또한 AC 전력 공급원, DC 전력 공급원 및 스위칭 조립체를 포함할 수 있다. 상기 스위칭 조립체는 워크피스 전극, 제 1 원격 전극, 제 2 원격 전극, AC 전력 공급원 및 DC 전력 공급원에 접속된다. 작동시, 스위칭 조립체는 AC 전력 공급원 및/또는 DC 전력 공급원을 워크피스 전극, 제 1 원격 전극 및/또는 제 2 원격 전극의 임의의 조합에 접속시킨다.

상기 장치의 다른 실시예는 워크피스 홀더와 제 1 및 제 2 원격 전극들 사이에 기계적 매체를 포함한다. 예컨대, 상기 기계적 매체는 제 1 전극에 의해 지지되는 제 1 패드와 제 2 전극에 의해 지지되는 제 2 패드를 구비할 수 있다. 다른 실시예에 있어서, 상기 기계적 매체는 회전하는 플래튼 또는 고정식 테이블에 의해 지지되는 패드를 구비한다. 상기 기계적 매체는 화학적-기계적 평탄화 공정들에 사용되는 비연마 패드 또는 고정된 연마 패드일 수 있다.

다른 실시예에 있어서, 상기 장치는 또한 워크피스 홀더로부터 소정 간격을 두고 이격된 가동 원격 조립체를 구비한다. 제 1 및 제 2 원격 전극들은 전극 조립체에 의해 지지되고, 기계적 매체는 제 1 원격 전극에 의해 지지되는 제 1 연마 패드와 제 2 원격 전극에 의해 지지되는 제 2 연마 패드를 구비한다. 상기 가동 전극 조립체는 워크피스 홀더에 대해 이동하여 (a) 제 1 및 제 2 연마 패드들을 워크피스의 표면과 마찰시키고, (b) 제 1 및 제 2 원격 전극들을 워크피스의 표면 상에 불연속 영역들에 대해 위치시킬 수 있다.

워크피스 홀더는 워크피스의 처리면이 상방으로 대면하도록 워크피스를 유지하도록 구성된 척이 있는 기판 캐리어를 구비할 수 있다. 변형예에 있어서, 워크피스 홀더는 처리면이 하방으로 대면하도록 워크피스를 유지하도록 구성된 척이 있는 기판 캐리어를 구비한다. 다른 실시예에 있어서, 상기 워크피스 홀더는 제 1 및 제 2 원격 전극들을 워크피스에 대해 이동시키는 것에 추가하여 또는 그 대신에 기판 캐리어를 이동시키도록 기판 캐리어에 접속되는 구동 조립체를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에 있어서, 워크피스 전극은 워크피스가 홀더 내에 수용되면 워크피스 전극이 워크피스 처리면 상의 시드층 또는 다른 종류의 층과 접촉하도록 워크피스에 의해 지지된다.

다른 실시예에 있어서, 상기 장치는 스위칭 조립체에 접속되는 제어기를 포함한다. 상기 제어기는 직류, 교류 및/또는 워크피스에 대한 기계적 연마의 적용을 제어하도록 스위칭 조립체를 작동시키는 컴퓨터 작동가능 매체 함유 지시를 갖는 컴퓨터를 구비한다. 보다 구체적으로, 제어기는 스위칭 조립체가 도금, 디플레이팅 및/또는 워크피스의 처리면으로부터 재료를 기계적으로 제거하는 처리 사이클에 걸쳐 직류, 교류 및/또는 기계적 매체를 워크피스로 동시에 또는 별개의 단계에서 인가할 수 있게 한다. 컴퓨터 작동가능 매체에 의해 수행되는 방법의 한가지 실시예는 워크피스의 처리면을 전해질 용액과 접촉하는 단계와, 워크피스 전극과 적어도 제 1 원격 전극에 직류를 인가하는 단계를 포함한다. 이 실시예에 있어서, 워크피스 전극과 제 1 원격 전극은 전해질 용액에 자계를 생성한다. 본 발명의 이 실시예는 직류가 워크피스 전극으로 인가되는 동안, 또는 직류를 종료한 후에 교류를 제 1 원격 전극 및 제 2 원격 전극에 인가하는 것을 더 포함한다. 상기 방법은 적어도 상기 교류를 제 1 및 제 2 원격 전극들에 인가하는 동안에 워크피스의 처리면을 기계적 매체와 접촉시키는 것을 더 포함한다.

본 발명은 또한 워크피스를 전기화학적 및/또는 기계적으로 처리하기 위한 방법의 여러 추가의 또는 상이한 실시예들을 포함할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 불연속 도금 단계 동안에 워크피스 전극과 제 1 원격 전극에 직류가 인가되고, 이어서 불연속 디플레이팅/평탄화 단계 중에 기계적 매체를 워크피스의 처리면에 대해 마찰하는 동안 단지 제 1 및 제 2 원격 전극들에 교류만이 인가된다. 따라서, 직류는 도금 단계의 말단과 이 특정한 실시예의 도금/평탄화 단계 전에 종결된다. 변형예는 직류를 워크피스 전극 및 제 1 원격 전극으로 인가하는 동안에 기계적 매체를 워크피스의 처리면에 대해 마찰하는 것을 포함한다. 또 다른 변형예에 있어서, 교류를 제 1 및 제 2 원격 전극들에 동시에 인가하는 동안에, 워크피스 전극 및 제 1 원격 전극에 직류가 인가된다. 또한, 교류를 인가하여 워크피스의 선택된 영역으로부터 보다 많은 재료를 제거하는 동안에, 워크피스의 불연속 영역에 걸쳐서 제 1 및 제 2 원격 전극들의 체류 시간이 변화될 수 있다. 예컨대, 제 1 및 제 2 원격 전극들의 체류 시간은 과하중을 보다 균일하게 제거하도록 보다 두꺼운 과하중의 도전성 재료를 갖는 웨이퍼의 영역에 걸쳐 증가될 수 있다.

실시예

본 명세서는 반도체 장치들, 마이크로 기계적 장치들 및 다른 종류의 장치들의 제조에 사용되는 마이크로 전자 워크피스로부터 재료를 제거하는 여러 방법들 및 장치들을 설명하고 있다. 이를 실시예들의 완전한 이해를 제공하기 위해 본 발명의 특정 실시예들의 많은 구체적인 상세는 다음의 설명과 도 3 내지 도 7에 기재되어 있다. 그러나, 당업자라면 본 발명이 추가의 실시예들을 갖거나 본 발명이 후술하는 구체적인 상세 중 몇 가지가 없어도 실시될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 마이크로 전자 워크피스(110)를 처리하는 전기화학적-기계적(ECM) 장치(100)의 실시예를 도시하고 있다. 상기 ECM 장치(100)는 워크피스(110)의 처리면(113) 위에 재료의 표면층(111)을 도금하고 및/또는 표면층(111)으로부터 재료를 제거하기 위해 사용될 수 있다. ECM 장치(100)는 DC 전력, AC 전력 및 기계적 연마의 다양한 조합을 이용하여 워크피스(110) 상에 도선들 또는 그 외에 주요부를 형성할 수 있다.

ECM 장치(100)는 워크피스(110)를 받아 원하는 위치에 유지하도록 구성된 워크피스 홀더(120)를 포함한다. 워크피스 홀더(120)는 처리면(113)이 상방 또는 하방을 향할 수 있도록 워크피스(110)를 유지하는 척이 있는 기판 캐리어(121)를 구비한다. 도 3에 도시된 실시예에 있어서, 워크피스 홀더(120)는 처리면(113)이 상방을 향하도록 워크피스(110)를 유지하게 구성된 척이 있는 기판 캐리어(121)이다. 워크피스 홀더(120)는 고정된 위치에 워크피스를 유지하도록 고정될 수 있으며, 워크피스(110)를 회전 또는 병진시키도록(화살표 A와 B로 도시됨) 구동 시스템(122)에 연결될 수 있다.

ECM 장치(100)는 또한 워크피스(110)가 워크피스 홀더(120)에 수용될 때, 워크피스(110)의 처리면(113)과 접촉하도록 구성된 워크피스 전극(130)을 포함한다. 워크피스 전극(130)은 워크피스 홀더(120)에 의해 지지될 수 있다. 변형예에 있어서, 상기 워크피스 전극(130)은 워크피스 홀더(120)와 별개인 지지부(도시 생략)에 의해 지지될 수 있다. 워크피스 전극(130)은 워크피스(110)의 주변과 접촉하는 링형 접점 또는 복수 개의 점 접점일 수 있다. 표면층(111)에 전류를 제공하기 위한 많은 적절한 워크피스 전극들이 전기화학적 도금 분야에서 알려져 있다. 워크피스 전극(130)은 일반적으로 전기화학적 처리 용액에 침지되거나 상기 용액에 의해 코팅될 수 있는 금속으로 제조된다. 작동시, 워크피스 전극(130)은 특정한 공정 및 용도에 따라 워크피스(110) 상의 표면층(111)에 양전하 또는 음전하를 제공한다.

ECM 장치(100)는 또한 워크피스 전극(130)과 별개인 원격 전극 조립체(140)를 포함할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 원격 전극 조립체(140)는 전극 캐리어(144)에 의해 지지되는 복수 개의 전극들(142)을 갖는다. 원격 전극 조립체(140)는 단일의 원격 전극(142) 또는 복수 개의 분리된 원격 전극들을 포함할 수 있다. 도 3에 도시된 실시예에 있어서, 원격 전극 조립체(140)는 제 1 원격 전극(142a)과, 이 제 1 원격 전극(142a)으로부터 소정 간격을 두고 이격된 제 2 원격 전극(142b)을 포함한다. 상기 원격 전극들(142)은 또한 워크피스 홀더(120)로부터 소정 간격을 두고 이격되어 있으므로 원격 전극들(142)이 처리 사이클 동안 표면층(111)과 접촉하지 않는다.

원격 전극 조립체(140)는 또한 전극들의 승강(화살표 "F"로 지시됨), 회전(화살표 "G"로 지시됨) 및/또는 병진(화살표 "H"로 지시됨)을 제어하기 위해 전극들(142)을 워크피스(110)에 대해 이동시키는 구동 조립체(146)를 포함한다. 다른 실시예에 있어서, 원격 전극 조립체(140)가 고정되고, 구동 조립체(146)를 물론 포함하지 않는다. 원격 전극 조립체(140)가 고정된 상태로 있으면, 워크피스 홀더(120)와 관련된 구동 시스템(122)이 워크피스(110)와 전극들(142) 사이에 상대 운동을 제공한다.

ECM 장치(100)는 또한 워크피스(110)를 기계적으로 연마하기 위해 워크피스 홀더(120)와 원격 전극들(142) 사이에 기계적 매체(150)를 포함한다. 도 3에 도시된 특정 실시예에 있어서, 상기 기계적 매체(150)는 제 1 원격 전극(142a)의 단부에 부착된 제 1 연마 패드(152a)와 제 2 원격 전극(142b)의 단부에 부착된 제 2 연마 패드(152b)를 포함한다. 기계적 매체(150)는 연마 입자가 없는 비연마성 요소 또는 고정된 연마 입자를 갖는 연마 요소일 수 있다. 또한, 기계적 매체(150)는 불연속 상승 형태 또는 흠이 있는 패터닝된 표면을 갖거나 실질적으로 평坦할 수 있다. 평탄화 패드들(152a, 152b)의 표면들은 표면층(111)과 접촉하는 베어링 표면(153)을 형성할 수 있다. 원격 전극들(142)에 부착될 수 있는 적절한 유형의 기계적 매체(150)는 미네소타주 세인트 폴의 3M사와 멜라웨어주의 Rodel사에 의해 제조된다.

워크피스 홀더(120), 워크피스 전극(130) 및 원격 전극 조립체(140)는 전기화학적 처리 용액(161)을 수용하는 용기(160) 내에 위치될 수 있다. 변형예에 있어서, 전기화학적 처리 용액(161)은 노즐 또는 화학적-기계적 평탄화 절차에서 연마 패드들 위에 평탄화 용액을 증착시키기 위해 사용되는 분배 장치와 유사한 다른 유형의 장치를 이용하여 워크피스(110) 위에 분배될 수 있다. 따라서, 용기(160)는 그러한 변형예에서는 필요하지 않다. 전기화학적 처리 용액(161)은 워크피스(110) 상의 표면층(111)으로부터 재료를 도금 및/또는 디플레이팅하는 조성을 갖는 액체 또는 젤일 수 있다. 예컨대, 전기화학적 처리 용액(161)은 금속 표면층(111) 위에 금속 이온을 도금하는 데 적합한 금속 이온 및 다른 성분을 갖는 전해질일 수 있다. 예컨대, 전기화학적 처리 용액(161)은 표면층(111) 위에 백금, 텅스텐, 금, 구리 또는 다른 금속들을 도금하는 금속 이온들을 포함할 수 있다.

ECM 장치(100)는 워크피스(110) 상의 표면층(111)으로부터 재료를 도금, 디플레이팅 및/또는 기계적으로 제거한다. 워크피스 전극(130)과, 원격 전극들(142) 중 적어도 하나는 전기화학적 처리 용액과 전기적으로 도통되므로 워크피스 전극(130)과 원격 전극(142)중 어느 하나 사이에 전위가 존재하면 전류가 표면층(111)을 통해 흐르게 한다. 제 1 원격 전극(142a)과 제 2 원격 전극(142b) 사이에 전위가 존재하면, 별도의 전류가 또한 표면층(111)을 통해 흐를 수도 있다. 이에 따라, ECM 장치(100)는 DC 전력 공급원(172), AC 전력 공급원(174) 및 스위칭 조립체(180)를 포함할 수 있다. 스위칭 조립체(180)는 워크피스 전극(130), 원격 전극들(142), DC 전력 공급원(172), AC 전력 공급원(174)에 연결된다. 작동시, 스위칭 조립체(180)는 워크피스(110)로부터 재료를 도금 및/또는 제거하도록 선택된 전극들(130, 142)의 조합으로 DC 전력 공급원(172) 및/또는 AC 전력 공급원(174)을 연결 또는 단락시킨다.

ECM 장치(100)는 또한 스위칭 조립체(180)를 작동시키는 지시를 받는 컴퓨터 작동가능 매체를 갖는 제어기(190)를 포함할 수 있다. 제어기(190)는 또한 DC 전력 공급원(172)과 AC 전력 공급원(174)에 작동 가능하게 연결되어 워크피스 전극(130)과 원격 전극(142)에 인가되는 전류의 전기적 변수를 조정할 수 있다. 컴퓨터 작동가능 매체는 (a) 스위칭 조립체(180)가 워크피스 전극(130) 및/또는 원격 전극(142)의 선택된 조합으로 DC 전력 공급원(172)과 AC 전력 공급원(174)을 선택적으로 접속하게 하고, 및/또는 (b) 제어기(190)가 기계적 매체(150)를 표면층(111)의 표면에 대해 가압하게 하는 소프트웨어 또는 하드웨어일 수 있다. 예컨대, 제어기의 컴퓨터 작동가능 매체는 스위칭 조립체(180), DC 전력 공급원(172), AC 전력 공급원(174), 구동 조립체(146) 및 구동 시스템(122)을 제어하는 지시를 받아 표면층(111) 위에 재료를 도금 및/또는 표면층(111)을 디플레이팅/평탄화한다.

컴퓨터 작동가능 매체에서 받은 지시에 의해 수행되는 방법의 실시예는 불연속 도금 단계와, 이 도금 단계와 별개인 불연속 디플레이팅/평탄화 단계를 포함한다. 제어기(190)의 컴퓨터 작동가능 매체는 워크피스(110)의 처리면(113)을 전기화학적 처리 용액(161)과 접촉시키고 워크피스(130)와 적어도 하나의 원격 전극(142)에 직류를 인가함으로써, 이 실시예의 도금 단계를 개시한다. 워크피스(110)의 처리면(113)은 용기(160)를 용액(161)으로 충전하거나 용액(161)을 표면층(111) 위에 직접 분배함으로써 전기화학적 처리 용액(161)과 접촉하게 된다. 직류는 워크피스 전극(130)을 DC 전력 공급원(172)의 한 단자에 접속하고 원격 전극들(142) 중 한쪽 또는 양쪽을 DC 전력 공급원(172)의 다른 단자에 접속함으로써, 워크피스 전극(110)에 인가될 수 있다. AC 전력 공급원(174)은 원격 전극들(142)과 워크피스 전극(130)으로부터 분리될 수 있으므로, 이 특정 실시예의 도금 단계 중에 직류만이 워크피스(110)에 인가된다. 표면층(111) 위에 금속을 도금하기 위한 최상의 실시예에 있어서, 워크피스 전극(130)은 캐소드이고 원격 전극(142)은 애노드이다. 그러나, 워크피스 전극(130)이 애노드이고 원격 전극들(142)이 캐소드가 되도록 그 극성은 다른 유형의 재료들을 위해 스위칭될 수 있다.

충분한 양의 재료가 표면층(111) 위에 도금된 후에, 제어기(190)의 컴퓨터 작동가능 매체는 DC 전력 공급원(172)을 워크피스 전극(130)과 원격 전극(142)으로부터 분리시킴으로써 디플레이팅/평탄화 단계를 개시한다. 제어기(190)는 또한 (a) 스위칭 조립체(180)가 AC 전력 공급원(174)을 제 1 및 제 2 원격 전극들(142a, 142b)에 접속시키게 하고, 및/또는 (b) 구동 조립체(146)가 연마 패드들(152a, 152b)의 베어링 표면(153)을 표면층(111)의 표면에 대해 가압하게 한다. 제어기(190)는 또한 구동 조립체(146) 및/또는 구동 시스템(122)이 워크피스(110)와 전극 조립체(140) 사이에 상대 운동을 가능하게 하여 연마 패드들(152a, 152b)을 표면층(111)의 표면을 가로질러 마찰한다.

디플레이팅/평탄화 단계의 일 실시예에 있어서, 기계적 매체(150)가 이 표면에 대해 마찰하는 동안에 제 1 및 제 2 원격 전극들(142a, 142b)들에 교류가 인가된다. 상기 제 1 및 제 2 전극들(142a, 142b) 사이의 교류는 더욱 쉽게 기계적으로 제거되도록 표면층(111)의 표면을 변경시키는 것으로 예상된다. 예컨대, 교류는 백금, 구리 및 다른 금속을 산화시켜서 기계적 연마에 더욱 민감한 표면층을 형성한다. 교류는 또한 특정 유형의 표면층들로부터 재료를 디플레이팅할 수 있다. 그 결과, 재료는 전기화학적 처리 용액(161)과 교류에 의해 유도된 표면층(111) 사이의 전기화학적 상호 작용과, 기계적 매체(150)에 의해 야기된 기계적 연마 때문에 디플레이팅/평탄화 단계 중에 표면층의 표면으로부터 제거된다.

제어기(190)의 컴퓨터 작동가능 매체에서 받은 지시에 의해 수행되는 방법의 다른 실시예는 워크피스 전극 및 제 1 및 제 2 원격 전극들 중 적어도 하나에 직류를 인가함과 동시에, 교류를 제 1 및 제 2 원격 전극들에 인가함으로써 도금 및 디플레이팅/평탄화를 동시에 수행하는 것을 포함한다. 이 실시예는 또한 워크피스(110)의 표면으로부터 재료를 기계적으로 연마하도록 직류 및 교류를 인가하는 동안 마이크로 전자 워크피스 및/또는 원격 전극 조립체(140) 중 적어도 하나는 서로에 대해 이동시키는 것을 포함한다. 이 실시예에 있어서, 직류가 교류를 사실상 지지하도록 교류는 직류보다 상당히 작을 수 있다. 원격 전극 조립체(140)와 워크피스(110)는 이 공정 동안에 고정 상태로 유지될 수 있거나, 적어도 원격 전극 조립체(140) 또는 워크피스(110)가 원격 전극들(142)을 표면층(111)의 표면에 대해 위치시키도록 서로에 대해 이동할 수 있다. 예컨대, 원격 전극들(142)은 이하에서 상세히 설명하는 바와 같이 선택된 워크피스(110)의 영역에 걸쳐 체류 시간이 길 수 있다.

제어기(190)의 컴퓨터 작동가능 매체는 또한 처리 사이클의 여러 단계들에서 표면층(111)으로부터 재료의 기계적 제거를 유발하는 지시를 받을 수 있다. 예컨대, 제어기(190)는 (a) 직류가 워크피스 전극(130)과 원격 전극들(142)에 인가되어 재료를 워크피스(110) 위에 도금하는 동안, (b) 교류가 제 1 및 제 2 원격 전극들(142a, 142b)에 인가되는 동안, 또는 (c) 전류가 워크피스 전극(130), 제 1 원격 전극(142a) 또는 제 2 원격 전극(142b) 중 어느 것에 인가되는 동안에, 구동 조립체(146)가 연마 패드들(152a, 152b)의 베어링 표면(153)을 표면층(111)에 대해 가압하도록 지시할 수 있다. 따라서, 전기화학적 처리 용액(161)의 화학적 작용과 기계적 매체(150)만을 이용한 화학적-기계적 평탄화 공정은 표면층(111)의 전기 처리가 있든지 없든지 간에 수행될 수 있다.

상기 방법의 다른 실시예에 있어서, 원격 전극 조립체(140)의 체류 시간은 원격 전극(142)이 제 2 영역과 상이한 시간 주기 동안 처리면(113)의 제 1 영역에 병치되도록 조정될 수 있다. 예컨대, 표면층(111)의 두께가 워크피스(110)의 중앙보다 주변에서 크면, 전극 조립체(140)는 워크피스로부터 보다 많은 재료를 제거하도록 디플레이팅/평탄화 단계 동안 중앙보다 주변에서 체류 시간이 길 수 있다. 디플레이팅/평탄화 단계 중에 전극 조립체의 체류 시간은 통상적으로 표면층(111)이 두꺼운 워크피스의 영역에 걸쳐 더 길다. 원격 전극 조립체(140)의 체류 시간은 워크피스(110)의 표면에 걸쳐 균일하거나, 본 발명의 다른 실시예들의 다른 변수에 따라 변화될 수 있다는 것을 인지해야 한다.

ECM 장치(100)의 여러 실시예들은 워크피스(110) 상에 매우 평탄한 표면을 제공한다고 생각된다. 교류를 원격 전극(142)들에 인가하고 기계적 매체(150)를 표면층(111)에 마찰시킴으로써, 표면층(111)으로부터 재료를 제거하는 주요 인자들은 (a) 표면층(111)의 표면에서 재료의 산화와, (b) 산화된 재료의 기계적 제거이다. 또한, 전류가 표면층(111)과 접촉하지 않는 원격 전극들(142)을 경유하여 표면층(111)에 인가되기 때문에, 원격 전극(142)이 워크피스(110)에 대해 이동되어[또는 워크피스(110)가 전극들(142)에 대해 이동] 표면층의 과하중이 디플레이팅/평탄화 사이클의 말단을 향해 매우 얇아질 때 표면층(111)에 걸쳐 일관된 전압 강하의 발생을 방지할 수 있다. 이는 표면층(111) 상에 매우 평탄한 표면을 제공한다고 생각된다.

도 4a 내지 도 4c는 전기화학적-기계적 공정들 중에 발생된 가스를 수용하고 마이크로 전자 워크피스(110) 및/또는 원격 전극으로부터 멀리 가스를 안내하는 여러 가지 상이한 원격 전극 조립체들을 도시하고 있다. 도 4a를 참조하면, ECM 장치(200)의 일 실시예는 전극 캐리어(244)에 의해 지지되는 제 1 및 제 2 원격 전극들(242a, 242b)이 있는 원격 전극 조립체(240a)를 포함한다. 원격 전극 조립체(240a)는 또한 기계적 매체(250)[제 1 원격 전극(242a)에 인접한 제 1 기계적 매체(250a)와 제 2 원격 전극(242b)에 인접한 제 2 기계적 매체(250b)로서 식별됨]를 포함한다. 이 실시예의 한 양태에 있어서, 기계적 매체(250)는 각 원격 전극들(242a, 242b)의 표면과 하방으로 대면하는 전체보다 작게 덮는 대체로 비다공성의 재료일 수 있다. 각 원격 전극들(242a, 242b)의 노출된 표면(245)은 이에 따라 워크피스(110)와 직접 대면한다. 이들 노출된 표면(245)은 워크피스(110) 및/또는 원격 전극들(242a, 242b)에 인접한 영역으로 멀리 가스를 수집하여 안내하도록 채널 표면들(248)에 의해 형성된 채널(247)을 포함할 수 있다.

이 실시예의 다른 양태에 있어서, 원격 전극들(242a, 242b)은 이 원격 전극들(242a, 242b) 사이에 직접적인 전기 커플링을 감소시키거나 제거할 수 있는 간극(249)만큼 서로로부터 분리될 수 있다. 그 결과, 전류는 하나의 원격 전극(242a 또는 242b)으로부터 마이크로 전자 기판(110)의 도전성 재료(111)를 통과한 다음 다른 하나의 원격 전극(242a 또는 242b)으로 흐른다. 또한, 상기 간극(249)은 채널(247)에 추가하여 또는 그 대신에 동작하여 전극들(242a, 242b) 및/또는 마이크로 전자 워크피스(110)로부터 멀리 가스를 안내할 수 있다. 이 실시예의 또 다른 양태에 있어서, 전극 캐리어(244)는 원심력에 의해 반경 방향 외측으로 가스를 가압하기에 충분한 속도로 회전할 수 있다(화살표 "G"로 지시됨).

도 4a에 도시된 ECM 장치(200)의 다른 특징은 기계적 매체(250a, 250b)의 종류 및 위치가 원격 전극들(242a, 242b)과 마이크로 전자 워크피스(110) 사이의 전기 커플링을 제어할 수 있다는 것이다. 예컨대, 기계적 매체(250a, 250b)는 전극들(242a, 242b)의 노출된 부분만이 전기화학적 처리 용액(161)을 경유하여 워크피스(110)에 전기적으로 접속되도록 대체로 비다공성 패드일 수 있다. 변형예에 있어서, 기계적 매체(250a, 250b)는 이 기계적 매체(250a, 250b)가 워크피스(110)와 전극들(242a, 242b) 사이에 끼워 영역에서 원격 전극들(242a, 242b)과 워크피스(110) 사이에 일부 전기 커플링이 가능하도록 다공성 또는 부분적 다공성 패드일 수 있다. 기계적 매체(250a, 250b)를 통한 전기적 커플링 정도는 전극들(242a, 242b)의 노출된 부분과 워크피스(110) 사이의 전기적 커플링 정도보다 작을 수 있다.

도 4b는 제 1 및 제 2 원격 전극들(242a, 242b)과, 상기 제 1 및 제 2 원격 전극들(242a, 242b)을 지지하는 전극 캐리어(244)가 있는 원격 전극 조립체(240b)를 포함하는 ECM 장치(200)의 다른 실시예를 도시하고 있다. 이 실시예의 ECM 장치(200)는 또한 각 제 1 및 제 2 원격 전극들(242a, 242b)에 의해 지지되는 제 1 및 제 2 기계적 매체(250a, 250b)를 포함할 수 있다. 각 기계적 매체(250a, 250b)는 구멍(251)과, 이 구멍(251)으로부터 원격 전극들(242a, 242b)을 향해 상방으로 연장되는 통로(252)를 포함하는 다공성 패드이다. 원격 전극들(242a, 242b)은 통로들(252)과 유체 연통 상태로 하방 대면하는 채널들(247)을 포함할 수 있다. 따라서, 통로들(252)은 가스들이 워크피스(110)로부터 채널들(247)에 수집되는 기계적 매체(250)를 통해서 상승하게 할 수 있다. 또한, 통로들(252)이 용액(161)으로 충전되면, 통로들(252)은 전극들(242a, 242b)과 워크피스(110) 사이에 전기적 링크를 제공할 수 있다.

도 4c는 제 1 및 제 2 원격 전극들(242a, 242b)과, 대응하는 제 1 및 제 2 기계적 매체(250a, 250b)를 포함하는 원격 전극 조립체(240c)를 갖는 ECM 장치(200)의 다른 실시예를 도시하고 있다. 이 실시예의 한 양태에 있어서, 기계적 매체(250a, 250b)는 가스 기포를 워크피스(110)로부터 멀리 안내하도록 다공성일 수 있다. 이 실시예의 다른 양태는 가스 기포를 전극들(242a, 242b)로부터 멀리 수집하여 안내하도록 전극들(242a, 242b) 내에서 하방으로 대면하는 채널(247)을 포함할

수 있다. 원격 전극 조립체(240c)는 또한 선택된 경사 각도로 통로(247)를 배향시키는 경사진 하부면들(270)을 갖는 전극 캐리어(244)를 포함할 수 있다. 이 실시예의 한 양태에 있어서, 각 전극들(242a, 242b)의 하방으로 대면하는 표면(272)도 또한 경사진다. 상기 경사 각도는 전극 조립체(240c)의 중앙으로부터 외주를 향한 워크피스(110)와 전극들(242a, 242b) 사이의 거리차를 감소시키도록 얇을 수 있다. 변형예에 있어서, 상기 경사 각도는 전극들(242a, 242b)의 주변과 워크피스(110) 사이의 전기적 커플링을 신중히 감소시키도록 가파를 수 있다. 다른 실시예에 있어서, 전극들(242a, 242b)의 하부 면이 수평이더라도(참조 번호 245로 도 4c에서 점선으로 도시됨), 채널(247)이 상방으로 경사질 수 있다(도 4c에 도시됨).

도 5a 내지 도 5e는 본 발명의 부가적인 실시예들에 따른 ECM 장치에 사용하기 위한 여러 원격 전극 조립체들(340)을 도시하고 있다. 도 5a를 참조하면, 이 도면은 전극 캐리어(341)와, 상기 전극 캐리어(341)에 의해 지지되는 제 1 및 제 2 원격 전극들(342a, 342b)과, 이 제 1 및 제 2 원격 전극들(342a, 342b)에 의해 지지되는 기계적 매체(350)를 구비하는 원격 전극 조립체의 실시예를 도시하고 있다. 상기 기계적 매체(350)는 상이한 전기적 특성을 갖는 복수 개의 영역들(352a-352d)을 포함할 수 있다. 예컨대, 상기 영역들(352b-352d)은 일 실시예에서 중앙 영역(352a) 둘레에 환형으로 배치될 수 있거나, 다른 실시예에서 상기 영역은 다른 패턴 또는 구조(예컨대, 격자)를 가질 수 있다. 상기 영역들(352a-352d)은 표면층(111)을 공간적으로 가로질러 워크피스(110)와 원격 전극들(342a, 342b) 사이의 전기적 커플링 정도를 변화시키도록 상이한 유전체 상수 및/또는 도전성을 가질 수 있다. 따라서, 원격 전극들(342a, 342b)과 표면층(111)에 의해 형성된 회로의 임피던스는 재료가 전기적으로 제거되거나 그렇지 않으면 변경되는 속도로 변동을 제공하도록 워크피스(110)의 표면에 걸쳐 변할 수 있다. 대안적으로, 공간적으로 변하는 전기적 특성들은 공간적으로 불균일한 재료 제거 속도를 생기게 하는 인자[예컨대, 워크피스(110)와 기계적 매체(350) 사이의 상태 속도의 일관된 차이]를 보정할 수 있다.

도 5b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 다공성 기계적 매체(350)를 갖는 원격 전극 조립체(340)를 도시하고 있다. 이 실시예의 한 양태에 있어서, 기계적 매체(350)는 처리 용액(161)이 원격 전극들(342a, 342b)을 워크피스(110)의 표면층(111)에 전기적으로 접속하도록 수용될 수 있는 통로(354)와 구멍(353)을 포함할 수 있다. 이 실시예의 다른 양태에 있어서, 기계적 매체(350)의 다공성은 한 구역으로부터 다른 구역으로 연속적인 방식으로 변할 수 있다. 예컨대, 다공성은 워크피스(110)의 주변에서 전기적 커플링을 감소시키도록 반경 방향 외측 방향으로 감소될 수 있다. 다른 실시예에 있어서, 다공성은 워크피스(110)의 상이한 부분들에 걸쳐 상이한 레벨의 전기적 커플링을 제공하도록 다른 방식으로 변할 수 있다.

도 5c는 상이한 다공성을 각각 갖는 3개의 동심 영역들(355a-355c)이 있는 기계적 매체(350)를 포함하는 원격 전극 조립체(340)를 도시하고 있다. 예컨대, 제 1 영역(355a)은 이 제 1 영역(355a)에 걸쳐 균일한 제 1 다공성을 가질 수 있고, 제 2 영역(355b)은 이 제 2 영역(355b)에 걸쳐 균일한 제 2 다공성을 가질 수 있으며, 제 3 영역(355c)은 이 제 3 영역(355c)에 걸쳐 균일한 제 3 다공성을 가질 수 있다. 이 실시예의 한 양태에 있어서, 기계적 매체(350)의 다공성은 반경 방향 외측 방향으로 감소될 수 있거나, 다른 실시예에서 다공성은 다른 방식으로 변화될 수 있다. 또 다른 실시예에 있어서, 기계적 매체(350)는 별개의 3개 영역(355a-355c)보다 많거나 작은 영역을 가질 수 있다.

도 5d는 본 발명의 다른 실시예에 따른 다공성 및 비다공성 영역들이 있는 기계적 매체(350)를 갖는 원격 전극 조립체(340)를 도시하고 있다. 예컨대, 기계적 매체(350)는 중앙의 다공성 영역(356a)과 외측의 비다공성 영역(356b)을 포함할 수 있다. 외측의 비다공성 영역(356b)은 중앙의 다공성 영역(356a) 주위에 동심적으로 위치될 수 있다. 따라서, 원격 전극들(342a, 342b)은 원격 전극 조립체(340)의 중앙 영역에서만 워크피스(110)와 전기적으로 접속될 수 있고, 기계적 매체는 보다 큰 접촉 영역에 걸쳐 재료를 기계적으로 제거할 수 있다. 도 5e는 원격 전극 조립체(340)가 균일한 다공성을 갖는 기계적 매체(350)를 포함하는 다른 구조를 도시하고 있다. 기계적 매체(350)는 마스크(357)가 워크피스(110)와 전극들(342a, 342b) 사이에 개재되는 영역에서 원격 전극들(342a, 342b)과 워크피스(110) 사이의 전기적 커플링을 방지하거나 적어도 제한하는 마스크(357)에 부착될 수 있다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따라 마이크로 전자 워크피스(110)를 전기화학적-기계적 처리하는 ECM 처리 장치(600)의 횡단면 측면도이다. ECM 처리 장치(600)의 여러 구성 요소들이 도 6에 개략적으로 도시되어 있으며, 동일한 참조 번호를 갖는 구성 요소들은 도 2 내지 도 6에서 동일한 구성 요소를 가리킨다. 이 실시예의 한 양태에 있어서, ECM 처리 장치(600)는 플래튼 또는 테이블(610)과, 워크피스 캐리어 조립체(620)와, 이 워크피스 캐리어 조립체(620)에 의해 지지되는 워크피스 전극(630)과, 테이블(610)에 의해 지지되는 원격 전극들(642a, 642b)을 갖는 원격 전극 조립체(640)를 포함한다. 상기 ECM 처리 장치(600)는 또한 테이블(610)에 의해 지지되는 기계적 매체(650)를 포함할 수 있다. 구동 시스템(612)은 테이블(610)을 회전(화살표 G) 및/또는 순환(화살표 H)시키고, 구동 시스템(622)은 워크피스 캐리어(620)를 회전(화살표 I) 또는 병진(화살표 J)시킨다. 테이블(610)과 워크피스 캐리어(620)의 운동은 워크피스(110)의 처리면(113)을 기계적 매체(650)의 베어링 표면(653)에 대해 가압하도록 협동될 수 있다.

처리 사이클 동안에, 하나 이상의 처리 용액(660)이 기계적 매체(650)의 베어링 표면(653) 위에 증착될 수 있다. 기계적 매체(650)와 처리 용액(660)은 워크피스(110)를 처리하는 데 적절한 전기적, 화학적 및 기계적 특성들을 제공하도록 선택

된다. 예컨대, 기계적 매체(650)는 고정된 마모식 연마 패드 또는 비마모식 패드일 수 있다. 처리 용액(660)은 도금하거나 워크피스(110)로부터 재료를 디플레이팅하는 전해질 용액 및/또는 워크피스(110)로부터 재료를 화학적 및/또는 기계적으로 제거하는 평탄화 용액일 수 있다. 따라서, 처리 용액(660)은 전해질 및/또는 마모 입자 뿐만 아니라 워크피스(110)와 특정한 반응을 수행하도록 선택되는 화학물을 포함할 수 있다.

ECM 처리 장치(600)는 또한 스위치 조립체(180), DC 전력 공급원(172), AC 전력 공급원(174) 및 제어기(190)를 포함할 수 있다. 워크피스 전극(630)과 원격 전극들(642a, 642b)은 직류 및/또는 교류를 여러 전극들에 선택적으로 인가하도록 스위치 조립체(180)에 접속된다. 따라서, 도 6에 도시된 전기화학적 처리 장치(600)는 도 3을 참조하여 상술한 여러 개의 동일한 방법들을 수행할 수 있다.

도 7은 상술한 ECM 처리 장치(600)의 실시예의 측면도로서, 상기 장치의 일부를 더욱 상세히 도시하고 있다. 이 실시예의 한 양태에 있어서, ECM 장치(600)는 기계적 매체(650)의 아래 및/또는 일체로 복수 개의 제 1 및 제 2 원격 전극들(642a, 642b)을 더 포함할 수 있다. 예컨대, 원격 전극들(642a, 642b)은 쌍으로 배열되어 테이블(610)에 의해 지지될 수 있다. 각 원격 전극들(642a, 642b)은 마이크로 전자 워크피스(110)를 향해 대면하는 표면(643)을 가질 수 있고, 각 원격 전극들(642a, 642b)은 제 1 및 제 2 전극들(642a, 642b)을 서로로부터 전기적으로 격리시키는 분할기(644)에 인접할 수 있다. 제 1 및 제 2 전극들(642a, 642b)은 또한 복수 개의 유체 도관들(663)에 의해 불연속 군으로 분할될 수 있고, 상기 도관을 통해 처리 용액(661)이 기계적 매체(650)의 바닥면으로 흐를 수 있다. 따라서, 기계적 매체(650)는 처리 용액(661)이 베어링 표면(653)으로 흐를 수 있는 구멍들 또는 통로들을 가질 수 있다(도 7에 도시 않됨). 기계적 매체(650)는 또한 (a) 기계적 매체(650)의 표면을 가로질러 처리 용액(661)을 지지하고, (b) 워크피스(110)로부터 멀리 가스 기포를 수집 및 이동시키는 복수 개의 채널(654)을 베어링 표면(653)에 포함할 수 있다.

도 7을 다시 참조하면, ECM 처리 장치(600)는 처리 사이클 동안에 처리 용액(661)에 근접한 비접촉 에너지 공급원(699)을 선택적으로 포함할 수 있다. 비접촉 에너지 공급원(699)은 초음파 에너지를 처리 유체(661)로 전달하는 초음파 에너지 이미터일 수 있다. 초음파 에너지를 처리 용액(661)에 가하면 가스 기포가 워크피스(110)에 근접한 영역으로부터 제거되는 속도 및/또는 효율이 증가된다고 생각된다.

상술한 내용으로부터, 본 발명의 특정한 실시예들을 본 명세서에서 예시할 목적으로 설명하였지만, 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 다양한 수정이 이루어질 수 있다는 것을 인지해야 한다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구 범위를 제외하고는 제한되지 않는다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 기술에 따라 마이크로 전자 워크피스로부터 도전성 재료를 제거하는 장치의 측면도.

도 2는 종래 기술에 따라 복수 개의 마이크로 전자 워크피스로부터 도전성 재료를 제거하는 다른 장치의 측면도.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 마이크로 전자 워크피스의 전기화학적-기계적 처리 장치의 측면도로서, 선택된 구성 요소들이 개략적으로 도시된 도면.

도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 여러 실시예에 따른 전기화학적-기계적 장치에 사용하기 위한 원격 전극 조립체들의 측면도로서, 이들 도면들에서 원격 전극 조립체의 여러 구성 요소들이 개략적으로 도시된 도면.

도 5a 내지 도 5e는 본 발명의 여러 실시예에 따른 전기화학적-기계적 장치에 사용하기 위한 원격 전극 조립체들의 측면도로서, 이들 도면들에서 원격 전극 조립체의 여러 구성 요소들이 개략적으로 도시된 도면.

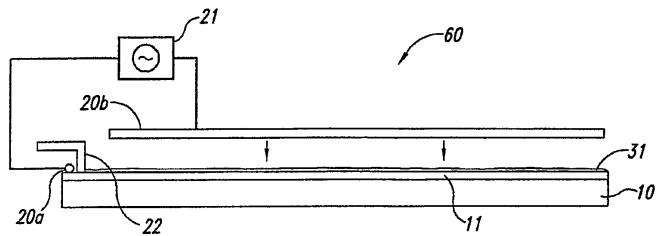
도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 마이크로 전자 워크피스를 전기화학적-기계적으로 처리하는 장치의 측면도로서, 선택된 구성 요소들이 개략적으로 도시된 도면.

도 7은 본 발명의 특정 실시예들에 따른 전기화학적-기계적 장치에 사용하기 위한 워크피스 홀더와 원격 전극 조립체의 측면도.

도면

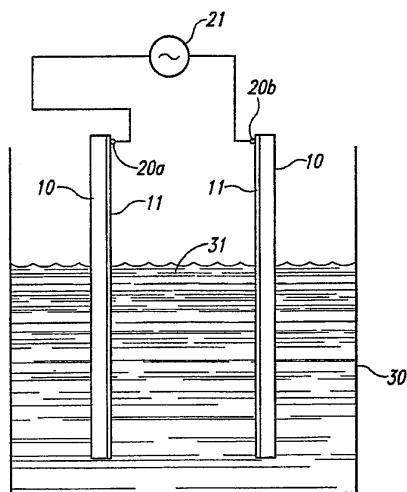
도면1

(종래기술)

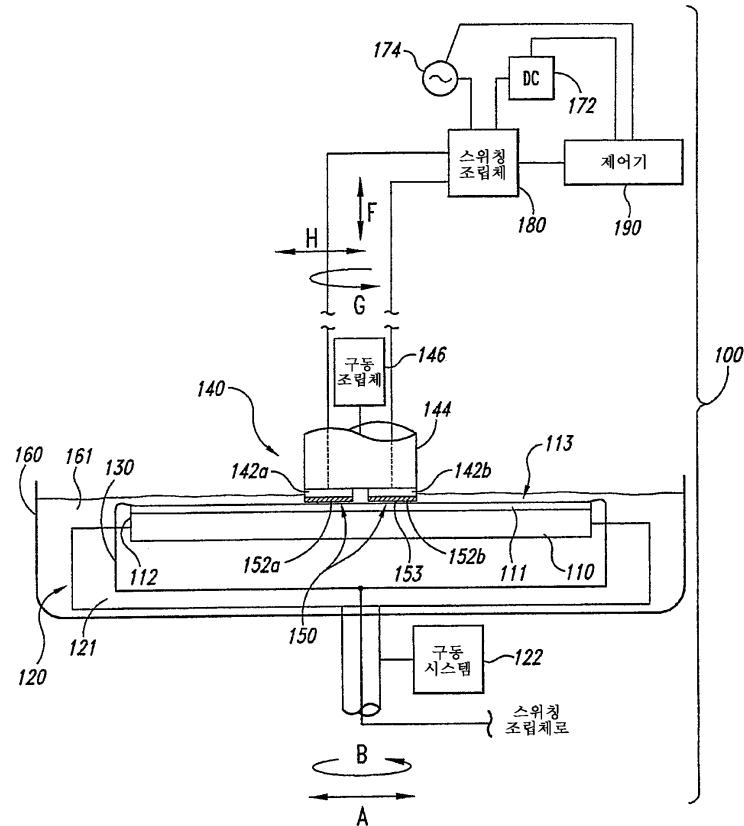


도면2

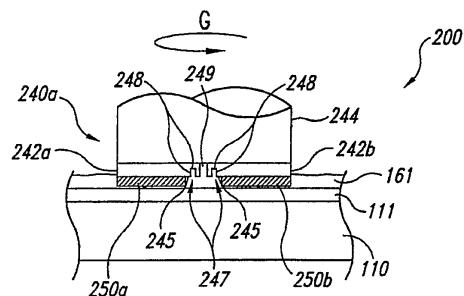
(종래기술)



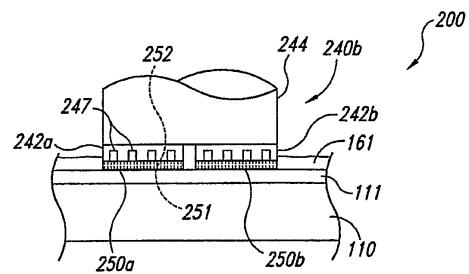
도면3



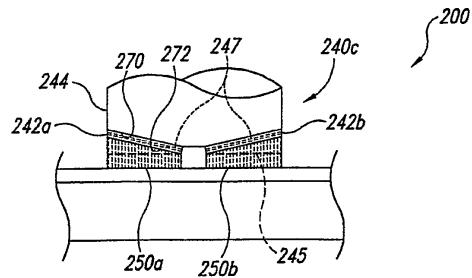
도면4a



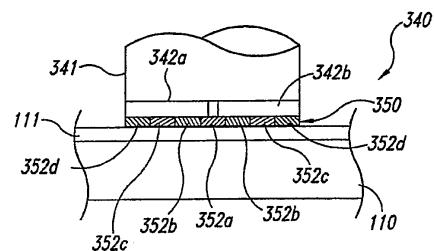
도면4b



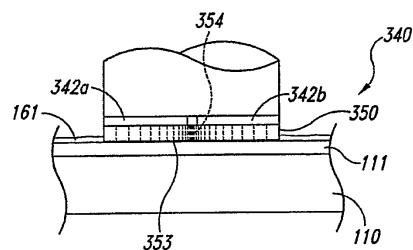
도면4c



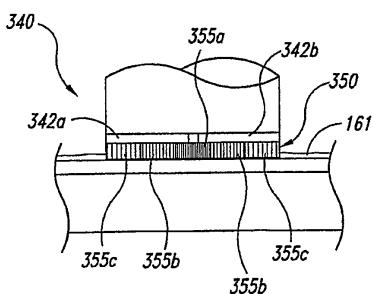
도면5a



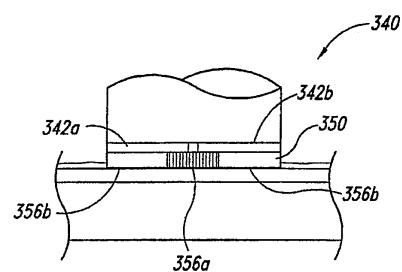
도면5b



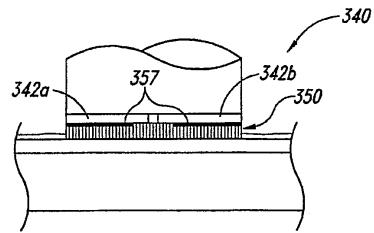
도면5c



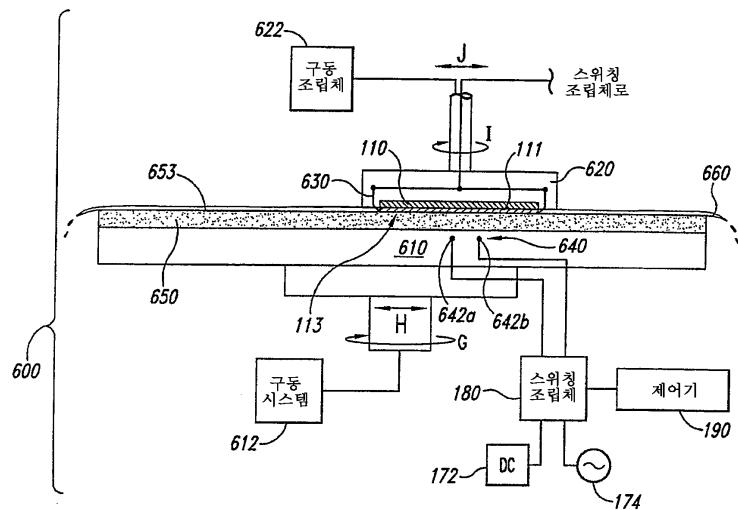
도면5d



도면5e



도면6



도면7

