

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

|                                           |                            |
|-------------------------------------------|----------------------------|
| (51) Int. Cl. <sup>6</sup><br>H01L 21/304 | (45) 공고일자<br>1999년06월01일   |
|                                           | (11) 등록번호<br>10-0189970    |
|                                           | (24) 등록일자<br>1999년01월19일   |
| (21) 출원번호<br>10-1995-0024297              | (65) 공개번호<br>특1997-0013078 |
| (22) 출원일자<br>1995년08월07일                  | (43) 공개일자<br>1997년03월29일   |

|           |               |                                |
|-----------|---------------|--------------------------------|
| (73) 특허권자 | 삼성전자주식회사      | 윤종용                            |
| (72) 발명자  | 이병훈           | 경기도 수원시 팔달구 매탄3동 416번지         |
| (74) 대리인  | 권석흠, 노민식, 이영필 | 경기도 수원시 팔달구 매탄동 삼성 2차아파트 2-208 |

심사관 : 박형식

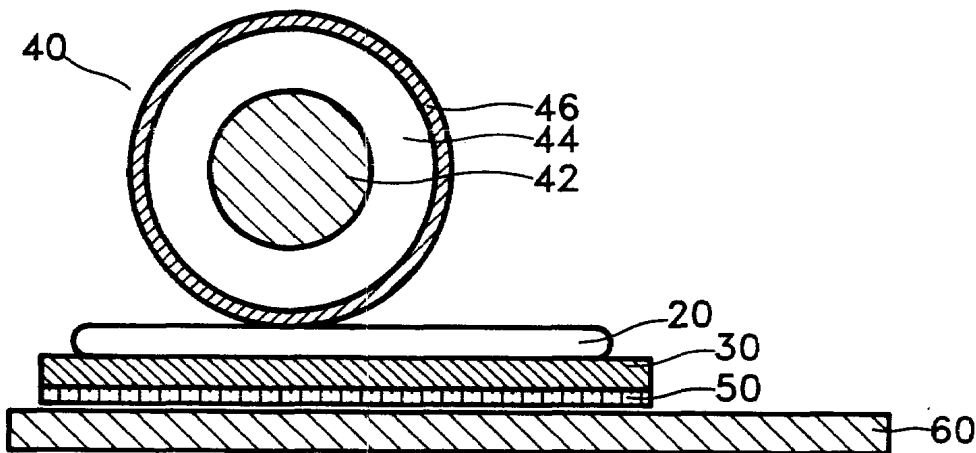
(54) 웨이퍼 연마장치

요약

반도체 웨이퍼의 표면을 화학 기계적으로 평탄화하기 위한 개선된 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 장치를 개시한다.

본 발명은 연마하고자 하는 소재의 표면인 웨이퍼의 경면이 위를 향하도록 상기 반도체 웨이퍼를 적재 및 고정하기 위한 평탄화 웨이퍼 스테이지(stage), 및 상기 노출된 웨이퍼의 경면 상부에 형성되고 상기 웨이퍼와의 접촉점이 선형운동을 할 수 있도록 고속 회전이 가능한 실린더(cylinder) 형상의 연마 패드(pad)를 포함한다. 상기 스테이지는 다수개의 진공 홀을 통하여 진공 흡착(vacuum sucking) 방식으로 웨이퍼를 지지할 수 있도록 구성되며, 상기 실린더 형상의 연마 패드는 그 중심에 회전운동을 전달하는 회전축을 구비하고 이 회전축의 외주면에는 서로 다른 경도(Hardness)를 갖는 2중층의 연마부재를 구비한다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

웨이퍼 연마 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 종래 기술에 의한 화학 기계적 연마장치의 구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.

제2도는 본 발명에 따른 화학 기계적 연마장치의 구조를 도시한 단면도.

제3도는 제2도의 평면도이다.

제4a도는 본 발명에 의한 연마장치의 웨이퍼 스테이지를 확대도시한 도면.

제4b도는 제4a도의 평면도이다.

## [발명의 상세한 설명]

본 발명은 반도체 웨이퍼의 표면을 평탄화하기 위한 장치에 관한 것으로서, 특히 개선된 화학-기계적 폴리싱(Chemical Mechanical Polishing; 이하, CMP라 약함) 장치에 관한 것이다.

집적회로의 집적도가 증가함과 더불어 다층배선 공정이 실용화됨에 따라, 층간절연막의 글로벌(Global) 평탄화의 중요성이 더해오고 있으며, 이런 가운데 새로운 평탄화 기술로서 주목받기 시작한 것이 CMP이다.

CMP 장치는 폴리싱 패드와 연마제를 이용한 기계적 성분과 슬러리(slurry) 용액내의 화학적 성분에 의해서 웨이퍼의 표면을 기계-화학적으로 연마한다. 이 때문에, 당초에는 청정(Clean)도 문제 등 실용성에 의문을 갖기도 했으나, 종래 방법에 비해 수직방향의 형상 제어성이 뛰어나서 실용화에 대한 기대가 커지고 있다. 이런 상황을 감안하여 반도체 제조장치 메이커에서도 양산 레벨에 대응할 수 있는 CMP 장치에 대한 연구가 심화되고 있는 실정이다.

제1도는 종래의 화학적 기계 연마장치를 개략적으로 도식화한 단면도이다. 도면을 참조하여, 종래 CMP 장치의 구성은 회전 및 좌우이동 가능한 연마정반(Platen)(11)과, 웨이퍼 캐리어(carrier)(19)로 대별할 수 있다. 상기 웨이퍼 캐리어(19) 하단에는 캐리어(19) 양단 하부의 지지링(Retaining ring)(17)에 의해 웨이퍼(10)가 고정되어 있으며, 상기 연마정반(11)의 전면에는 상기 웨이퍼(10)의 정면과 마주보는 연마포(Pad)(13)가 접촉 고정되어 있다.

이하, 상술한 구성을 갖는 종래 CMP 장치의 문제점을 작용과 연계지어 요약한다.

첫째, 상술한 기존의 CMP 장치는 연마하고자 하는 소재의 표면 즉, 웨이퍼 경면이 아래로 향하기 때문에, 웨이퍼 핸들링(handling)이 매우 불편하다는 문제점을 갖고 있다.

구체적으로, 웨이퍼(10)의 이탈을 방지하는 상기 지지 링(17)과 상기 패드(13) 사이의 간격이 상기 웨이퍼(10) 두께의 1/3이 되도록 조정해야 최적의 결과를 얻을 수 있는데, 이를 유지하는 것이 어려울 뿐만 아니라, 이 간격이 적절하지 못할 경우 웨이퍼가 파손되는 일이 빈번히 발생한다. 또한, 웨이퍼의 플랫-존(Flat-zone) 부위는 비어있기 때문에 이 부분에 슬러리(15)가 축적되게 된다. 이러한 불균일한 슬러리 분포로 인하여, 웨이퍼의 플랫-존 부분이 먼저 연마되는 플랫-존 결함(defect)이 발생된다. 또한, 웨이퍼 로딩(loading)이 번거로울 뿐만 아니라 스크래치(scratch) 발생의 우려가 있고 장비가격 상승의 요인이 된다.

둘째, 상기 패드(13)가 웨이퍼(10)의 경면과 전면 접촉되기 때문에 웨이퍼 중심부로의 슬러리(15) 공급이 원활하지 못하다. 따라서, 연마 균일성이 저하될 뿐만 아니라, 이를 개선하기 위해 상기 웨이퍼 캐리어(19)의 가압 분포를 세밀히 조절해야 하는 등의 번거로움이 있다. 이러한 전면 접촉 방식은 CMP 장비의 대규모화에 결정적인 제한 요소가 된다.

셋째, 공정 온도조절 관점에서, 종래 장치는 연마정반(11)을 이용하기 때문에 비효율적이다. 그 이유는, 웨이퍼(10)가 패드(13)에 의해 열적으로 차단되어 있기 때문이다. 더욱이, 마찰력이 클 경우에는 온도 조절기능을 상실하게 되고, 고속 회전이 요구되는 공정에는 적용될 수 없다.

넷째, 연마 특성 향상을 위한 회전기능을 매우 무거운 상기 연마정반(11)이 구비하기 때문에 고속 회전을 요구하는 낮은 디싱 공정(low dishing process)에 사용하기가 적합하지 않다. 즉, 200rpm 이상의 고속회전을 필요로 하는 연마공정에서는 기계적으로 불안정하게 되어 적합하지 않다. 또한, 150rpm에서조차도 종래 장치는 슬러리 공급문제, 공정온도 상승 등의 여러가지 난제를 안고 있다.

다섯째, 낮은 디싱공정(low dishing process)을 구현하기 위해서는 보다 낮은 압력(low work pressure)이 필요하지만, 압력을 균일성 개선을 위해 요구되는 최소한의 압력(back pressure) 이하로 낮추는 것이 어려울 뿐만 아니라, 상기 웨이퍼 캐리어(19) 자체의 무게를 상쇄시키는 것도 어렵다. 따라서, 상기 정반(11)의 연동시 웨이퍼 전면에 가해지는 가압분포를 낮고 균일하게 유지할 수 없는 문제점을 갖는다.

본 발명의 목적은 상술한 문제점들을 해결할 수 있고 웨이퍼의 평탄도 및 연마 균일도를 향상시킬 수 있는 연마패드를 갖는 CMP 장치를 제공하는데 있다.

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은 반도체 웨이퍼를 화학 기계적인 방법으로 평탄화하기 위한 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 장치에 있어서, 연마하고자 하는 소재의 표면인 웨이퍼의 경면이 위를 향하도록 상기 반도체 웨이퍼를 수평 로딩(loading) 방식으로 적재하고, 이 적재된 웨이퍼를 진공 흡착(vacuum sucking) 방식으로 지지할 수 있도록 다수개의 진공 홀(vacuum hole)을 구비한 평탄화 웨이퍼 스테이지(stage)와, 상기 노출된 웨이퍼의 경면 상부에 형성되고 상기 웨이퍼와의 접촉점이 선형운동을 할 수 있도록 고속 회전이 가능하고, 회전하는 회전축의 외주면이 다층구조의 연마부로 이루어지되, 연마되는 웨이퍼의 평탄도와 균일도를 향상시키기 위하여 상기 외주면의 다층구조는 외층이 단단한 경도를 갖는 물질로 구성되고 내층이 부드러운 재질로 구성된 실린더(cylinder) 형상의 연마 패드(pad) 및 상기 웨이퍼 스테이지 하부에 접촉되어 상기 웨이퍼의 온도를 직접 제어할 수 있도록 구성된 냉각수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 CMP 장치를 제공한다.

바람직하게, 상기 반도체 웨이퍼를 수평 로딩(loading) 방식으로 적재하고 이 적재된 웨이퍼를 지지하기 위한 웨이퍼 스테이지는, 스테이지 전면에 걸쳐 동일 패턴으로 형성된 다수개의 진공 홀(vacuum hole)을 구비하고, 이 진공 홀을 통하여 진공 흡착(vacuum sucking) 방식으로 웨이퍼를 지지할 수 있도록 구성된다.

또한, 상기 웨이퍼 스테이지는 연마제로 인한 장치 내부의 오염을 방지하기 위해 스테이지를 주기적으로 세정할 수 있는 탈 이온수 세정(D.I. water rinse) 기능 및 공기 분출(air blowing) 기능을 구비하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 웨이퍼 스테이지는 금속 오염을 방지하기 위해 다공성 세라믹(porous ceramic) 재질로 구성되는 것이 바람직하다.

바람직하게, 상기 실린더 형상의 연마 패드는 그 중심에 회전운동을 전달하는 회전축(Rotating axis)을 구비하고 있으며, 이 회전축의 외주면에는 서로 다른 정도(Hardness)를 갖는 2중층의 연마부재를 구비한다.

상기 2중층 연마부재의 외층 재질은 상기 웨이퍼 경면의 일부분과 접촉하여 평탄성 있는 연마작용을 수행할 수 있도록 내부재질 보다 단단한 경도를 갖는 재질로 구성되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 2중층 연마부재의 내층은 상기 연마부재의 외층을 지지함과 아울러 완충 역할을 수행하며, 이 외층과 상기 웨이퍼와의 접촉면적을 조절하여 연마 균일성을 향상시킬 수 있을 정도의 부드러운 경도를 갖는 재질로 구성되는 것이 바람직하다.

또한, 본 발명은 상기 웨이퍼 스테이지 하부에 선형운동 및/또는 회전운동이 가능한 평활한 작업대(Table)를 더 구비하여 상기 패드의 회전운동, 이 작업대의 선형 및 회전운동, 및 이들 운동방향의 조합에 의해 웨이퍼 전면을 고르게 연마할 수 있다.

더욱 바람직하게, 상기 웨이퍼 스테이지와 작업대와의 사이에 냉각수단을 더 포함하여 이 냉각수단에 의해 상기 웨이퍼의 온도를 직접 제어할 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에 의하면, 연마공정이 수행될 웨이퍼의 경면이 위를 향하도록 수평 로딩(loading) 방식으로 웨이퍼를 적재하고, 진공 흡착 및 냉각 기능이 부가된 스테이지를 이용하여 웨이퍼를 고정하며, 실린더 형상의 폴리싱 패드를 이용하여 웨이퍼 경면의 일부분만이 접촉된 상태에서 패드의 회전으로 연마공정을 수행함으로써, 웨이퍼 핸들링이 용이하면서도 연마 균일성 및 평탄성을 향상시키고, 연마되는 웨이퍼에 대한 공정 온도조제어를 용이하게 할 수 있다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명한다.

제2도는 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 CMP 장치의 단면구조를, 제3도는 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 CMP 장치의 평면구조를 각각 나타낸다.

제2도 및 제3도를 참조하여, 연마를 원하는 소재의 표면 즉, 웨이퍼의 경면이 노출되도록 웨이퍼(20)는 평탄한 웨이퍼 스테이지(stage)(30) 상면에 놓인다. 즉, 상기 웨이퍼(20)는 수평 로딩 방식에 의해 상기 스테이지(30) 위에 장착 및 탈착(loading/unloading)된다.

상기 노출된 웨이퍼(20)의 경면 상부에는 상기 웨이퍼(20)와의 접촉점이 선형운동을 할 수 있도록 고속회전이 가능한 실린더(cylinder) 형상의 연마 패드(pad)(40)가 형성된다.

연마 패드(40)는 연마 균일성 및 연마 평탄성 측면에 있어서, 그 경도(Hardness)가 매우 중요하다. 예를 들어, 단단한 것을 사용하면 평탄성은 좋지만 연마 균일성이 떨어지는 반면에, 부드러운 것을 사용하는 경우에는 균일성은 향상되지만 평탄성이 떨어져서 연마면이 경사지게 된다.

따라서, 본 발명의 연마 패드(40)는 그 중심에서 회전운동을 전달하는 회전축(Rotating axis)(42)을 구비하고 있으며, 이 회전축(42)의 외주면에 형성된 연마부재는 서로 다른 경도(Hardness)를 갖는 2층 구조로 구성된다.

제2도를 참조하여, 상기 2중층 연마부재의 외층(46)은 상기 웨이퍼(20) 경면의 일부분과 접촉하여 평탄성 있는 연마작용을 수행할 수 있도록 내부재질 보다 단단한 경도를 갖는 재질로 구성된다. 또한, 상기 2중층 연마부재의 내층(44)은 상기 연마부재의 외층(46)을 지지함과 아울러 완충 역할을 수행하며, 이 외층(46)과 상기 웨이퍼(20)와의 접촉면적을 조절하여 연마 균일성을 향상시킬 수 있도록 상기 외층(46)보다 부드러운 경도를 갖는 재질로 구성된다.

상기 웨이퍼 스테이지(30) 하부에는 냉각수단(50)을 구비하여 이 냉각수단(50)에 의해 그 상부의 웨이퍼 스테이지(30)의 온도를 조절하여 웨이퍼(20) 온도를 직접 제어할 수 있다.

또한, 연마특성을 더욱 향상시키기 위하여, 상기 웨이퍼(20)가 적재되고 고정된 스테이지(30) 하부에 선형운동 및/또는 회전운동이 가능한 평활한 작업대(Table)(60)를 더 포함할 수 있다. 따라서, 이 작업대(60)의 선형 및 회전운동, 상기 실린더형 연마패드(40)의 회전운동 및 이들 운동방향의 조합에 의해 웨이퍼(20) 전면을 고르게 연마할 수 있다.

제4a도는 상술한 구성을 갖는 CMP 장치의 웨이퍼 스테이지(30)를 확대 도시한 단면도를, 제4b도는 웨이퍼 스테이지(30)의 평면구조를 확대도시한 도면을 각각 나타낸다.

제4a도 및 제4b도를 참조하여, 상기 반도체 웨이퍼(20)를 수평 로딩(loading) 방식으로 적재하고 이 적재된 웨이퍼를 지지하기 위한 웨이퍼 스테이지(30)는, 스테이지 전면면에 걸쳐 동일 패턴으로 형성된 다수개의 진공 홀(vacuum hole)(31)을 구비하고 있으며, 이 진공 홀(31)을 통하여 진공 흡착(vacuum sucking) 방식으로 웨이퍼를 고정할 수 있도록 구성된다.

부수적으로, 향후 CMP 장치에 있어서 중요한 과제중의 하나로 장치 클린(Clean)화 문제가 있다. 전술한 바와같이, CMP 장치는 연마제를 사용하기 때문에 장치 내부가 오염되기 쉽다.

본 발명에서는 연마제로 인한 장치 내부의 오염을 방지하기 위한 간이 세정기능을 상기 웨이퍼 스테이지(30)에 채용하였다. 즉, 웨이퍼(20)가 놓여지는 상기 스테이지(30)를 주기적으로 세정할 수 있도록 진공 흡착을 위한 진공장치(33)와의 인-라인(In-line)화로 탈이온수 세정(D.I. water rinse) 장치(35) 및 공기 분출(air blowing) 장치(37)를 구비하여 세정기능을 향상시킬 수 있다.

이러한 웨이퍼 스테이지(30)의 구성 물질로는 금속 오염을 방지하기 위해 다공성 세라믹(porous ceramic) 재질로 구성되는 것이 바람직하다.

다음은 상술한 구성을 갖는 본 발명의 CMP 장치가 갖는 장점을 종래기술(제1도 참조)과 대비하여 설명한 것이다.

1) 종래의 장치에서의 웨이퍼 핸들링시 생기는 문제점을 수평 로딩방식을 사용하여 해결할 수 있다. 즉, 장/탈착이 용이할 뿐만 아니라, 종래와 같이 웨이퍼를 지지하기 위한 지지 링(제1도의 17)을 사용하지 않기 때문에 웨이퍼 깨짐(breakage)도 방지할 수 있다. 이러한 특성을 얻기 위해, 본 발명에서는 진공 흡착 방식의 웨이퍼 스테이지(제4도 참조)를 사용한다.

2) 공정 온도제어가 매우 용이하다. 이는 웨이퍼 스테이지(30)와 밀착된 냉각수단(50)에 의해 웨이퍼(20)의 온도를 직접 제어할 수 있기 때문이다.

3) 기존의 전면 접촉방식의 패드(13)에 비해 본 발명의 실린더 형상의 패드(40)는 다음과 같은 유리한 특성을 갖고 있다.

- 기존의 패드(13)가 고정된 연마정반(Platen)(11)과는 비교가 되지않을 정도로 고속회전이 가능하므로 웨이퍼 전면을 접촉하지 않더라도 충분한 연마율(polishing rate)을 확보할 수 있으며, 고속회전으로 디싱(dishing)을 감소시킬 수 있다.

- 단단한 하드(hard) 패드부(46) 내부의 소프트 지지부(soft supporter)(44)의 경도를 조절하여 웨이퍼의 경면과의 접촉면적을 변화시킬 수 있으므로, 공정 조건에 따라 연마율 등의 특성을 조정할 수 있다.

- 웨이퍼와 패드의 접촉점이 선형운동을 하기 때문에 평탄성 및 균일성 제어가 용이하다.

4) 연마 압력 제어가 용이하다. 즉, 상기 실린더형 패드(40)의 높이를 조절하거나 실린더형 패드(40)의 소프트 지지부(44)의 경도를 조절하여 연마 압력을 매우 낮게 제어할 수 있기 때문에 연마특성(평탄성)을 향상시킬 수 있다. 또한, 종래 장치와 같이 웨이퍼 캐리어(19) 자체의 자중을 상쇄시키기 위한 별도의 장치 없이도 연마 압력을 매우 낮게 조절할 수 있다.

5) 종래와 달리, 슬러리가 축적되는 부분이 없기 때문에 플랫-존 결함(flat zone defect)이 발생되지 않는다.

6) 기존의 장치에 비해, 제작이 용이하며, 자동화, 소형화가 가능하고 웨이퍼 대구경화에 대한 대응도 용이하다.

이상 설명한 바와같이 본 발명에 따른 CMP 장치에 의하면, 연마공정이 수행될 웨이퍼의 경면이 위를 향하도록 수평 로딩/loading) 방식으로 웨이퍼를 적재하고, 진공 흡착 및 세정 기능이 부가된 스테이지를 이용하여 웨이퍼를 고정하며, 실린더 형상의 폴리싱 패드를 이용하여 웨이퍼 경면의 일부분만이 접촉된 상태에서 패드의 회전에 의해 연마공정을 수행함으로써, 웨이퍼 핸들링이 용이하고, 제작이 용이하며, 세정 기능을 채용하여 자동화에 유리하며, 연마 균일성 및 평탄성을 향상시킬 수 있는 효과를 발휘한다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

반도체 웨이퍼를 화학 기계적인 방법으로 평탄화하기 위한 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 장치에 있어서, 연마하고자 하는 소재의 표면인 웨이퍼의 경면이 위를 향하도록 상기 반도체 웨이퍼를 수평 로딩/loading) 방식으로 적재하고, 이 적재된 웨이퍼를 진공 흡착(vacuum sucking) 방식으로 지지할 수 있도록 다수개의 진공 홀(vacuum hole)을 구비한 평탄한 웨이퍼 스테이지(stage), 상기 노출된 웨이퍼의 경면 상부에 형성되고 상기 웨이퍼와의 접촉점이 선형운동을 할 수 있도록 고속 회전이 가능하고, 회전하는 회전축의 외주면이 다층구조의 연마부로 이루어지되, 연마되는 웨이퍼의 평탄도와 균일도를 향상시키기 위하여 상기 외주면의 다층구조는 외층이 단단한 경도를 갖는 물질로 구성되고 내층이 부드러운 재질로 구성된 실린더(cylinder) 형상의 연마 패드(pad), 및 상기 웨이퍼 스테이지 하부에 접촉되어 상기 웨이퍼의 온도를 직접 제어할 수 있도록 구성된 냉각수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 CMP 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 웨이퍼 스테이지 하부에 선형운동과 회전운동이 가능한 평활한 작업대(Table)를 더 구비하여 상기 연마패드의 회전운동, 상기 작업대의 선형 및 회전운동, 및 이들 운동방향의 조합에 의해 웨이퍼 전면을 고르게 연마하는 것을 특징으로 하는 CMP 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 웨이퍼 스테이지는 연마제로 인한 장치 내부의 오염을 방지할 수 있도록 탈 이온수 세정(D.I. water rinse) 기능을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 CMP 장치.

### 청구항 4

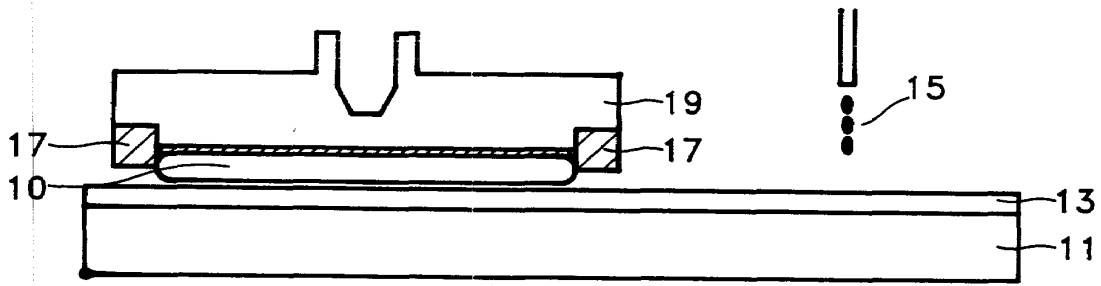
제1항에 있어서, 상기 웨이퍼 스테이지는 연마제로 인한 장치 내부의 오염을 방지할 수 있도록 탈 이온수 세정기능에 더하여 공기 분출(air blowing) 기능을 구비하는 것을 특징으로 하는 CMP 장치.

### 청구항 5

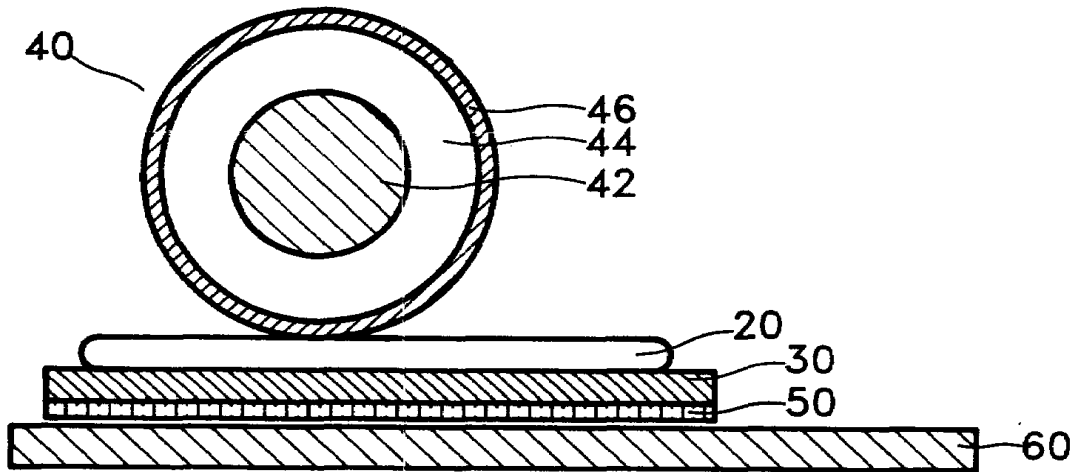
제1항에 있어서, 상기 웨이퍼 스테이지는 금속 오염을 방지하기 위해 다공성 세라믹(porous ceramic) 재질로 구성된 것을 특징으로 하는 CMP 장치.

## 도면

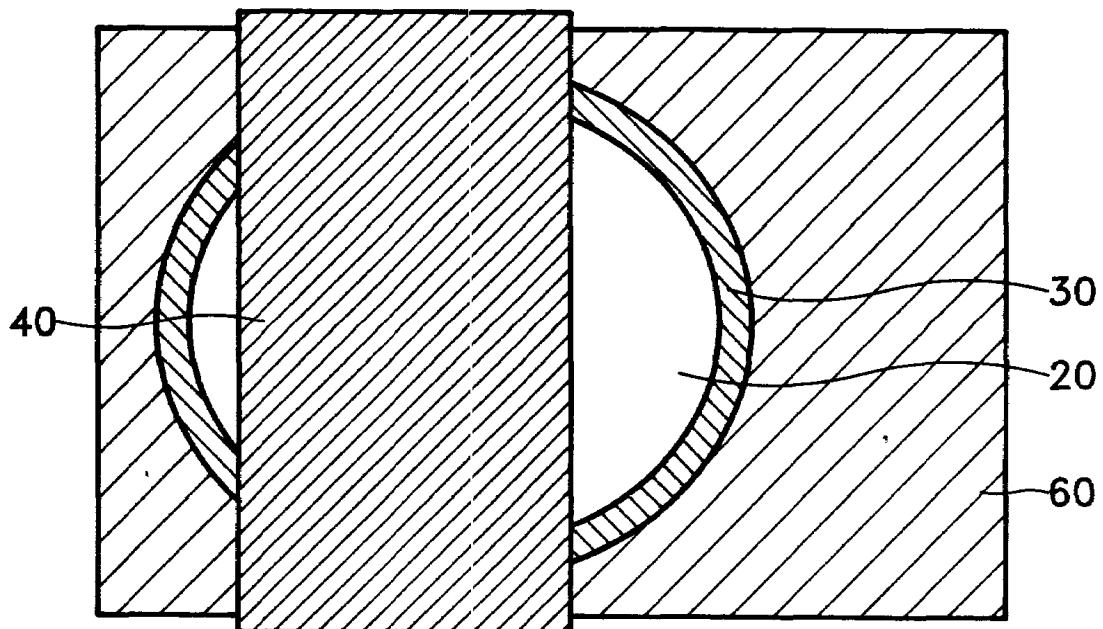
도면1



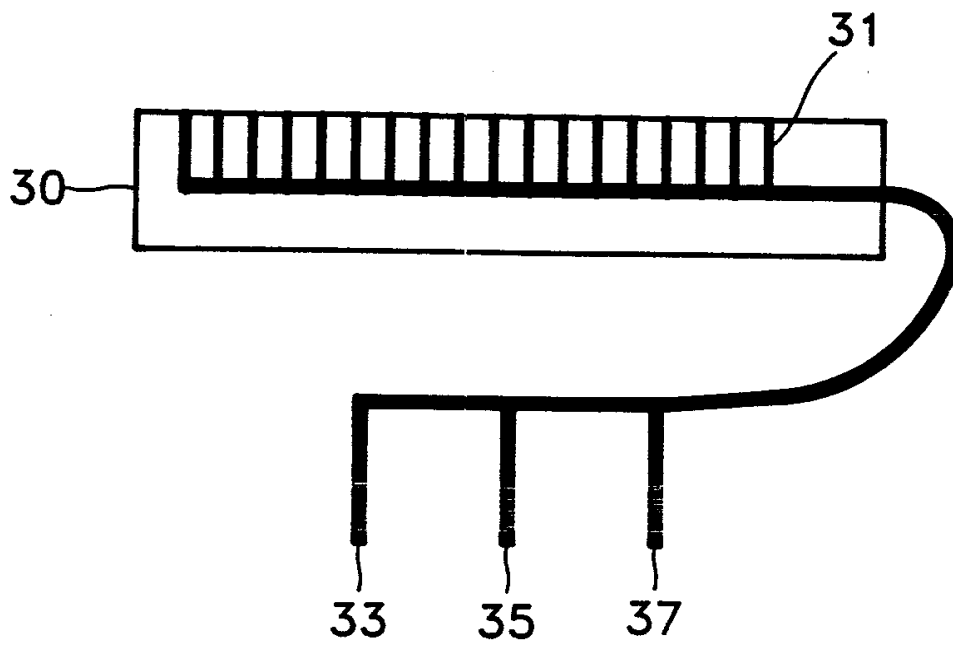
도면2



도면3



도면4a



도면4b

