



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. (11) 공개번호 10-2007-0026021  
H01L 21/304 (2006.01) (43) 공개일자 2007년03월08일

(21) 출원번호 10-2006-0079169  
(22) 출원일자 2006년08월22일  
심사청구일자 없음

(30) 우선권주장 JP-P-2005-00250124 2005년08월30일 일본(JP)

(71) 출원인 가부시킴가이샤 도쿄 세이미쓰  
일본국 도쿄 미타카시 시모렌자쿠 9쵸메 7-1

(72) 발명자 후지타 다카시  
일본국 도쿄도 미타카시 시모렌자쿠 9-7-1 가부시킴가이샤 도쿄세이미쓰 내

(74) 대리인 문두현  
문기상

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 연마 패드, 패드 드레싱 평가 방법, 및 연마 기기

(57) 요약

본 발명은 피가공물을 연마하기 위한 연마 기기로서, 표면 또는 표층부가 내부의 색과 다른 색으로 착색된 연마 패드, 상기 연마 패드의 드레싱을 수행하는 패드 드레서, 및 상기 연마 패드의 표면을 관측하는 관측 장치를 포함하는 연마 기기, 및 상기 연마 패드의 수명을 연장시키고 상기 패드 드레싱에서 이용되는 더미 웨이퍼의 수를 감소시키기 위해, CMP 장치와 같은 연마 기기의 연마 패드의 드레싱 시에 그 연마 패드의 드레싱 상태의 균일성을 간단하고 정확하게 감시하는 방법을 제공한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

피가공물(workpiece)을 연마하기 위한 연마 기기의 연마 패드로서,  
표면 또는 표층부가 내부의 색과는 다른 색으로 착색되어 있는 연마 패드.

## 청구항 2.

연마 기기의 연마 패드의 표면을 드레싱하는 패드 드레싱의 드레싱 상태를 평가하기 위한 패드 드레싱 평가 방법으로서,  
표면이 착색되었거나, 표면 또는 표층부가 내부의 색과는 다른 색으로 미리 착색된 연마 패드를 사용하여 소정 기간 동안  
상기 패드 드레싱을 수행하는 단계와,

상기 패드 드레싱에 의해 연마되는 상기 연마 패드 표면의 색 불균일성에 의거하여 상기 패드 드레싱의 드레싱 상태를 평  
가하는 단계를 포함하는 패드 드레싱 평가 방법.

## 청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 연마 패드 표면의 색 불균일성은 복수의 지점에서 패드 드레싱에 의해 연마되는 상기 연마 패드 표면의 색을 측정하  
여 정량화함으로써 얻어지는 패드 드레싱 평가 방법.

## 청구항 4.

제 2 항에 있어서,

상기 드레싱 상태의 평가는 상기 연마 패드의 표면에서의 드레싱 균일성을 평가하는 것인 패드 드레싱 평가 방법.

## 청구항 5.

제 3 항에 있어서,

상기 드레싱 상태의 평가는 상기 연마 패드의 표면에서의 드레싱 균일성을 평가하는 것인 패드 드레싱 평가 방법.

## 청구항 6.

피가공물을 연마하기 위한 연마 기기로서,

표면 또는 표층부가 내부의 색과는 다른 색으로 착색된 연마 패드와,

상기 연마 패드의 드레싱을 수행하는 패드 드레서와,

상기 연마 패드의 상기 표면을 관측하는 관측 장치

를 포함하는 연마 기기.

## 청구항 7.

피가공물을 연마하기 위한 연마 기기로서,

표면 또는 표층부가 내부의 색과는 다른 색으로 착색된 연마 패드와,

상기 연마 패드의 드레싱을 수행하는 패드 드레서와,  
 상기 연마 패드 표면의 색을 측정하여 정량화하는 측정 장치  
 를 포함하는 연마 기기.

## 청구항 8.

제 7 항에 있어서,

상기 정량화된 값이 미리 설정된 범위 내에 있는지의 여부를 판정하고, 그에 따라 상기 피가공물의 연마를 수행할지의 여부를 판정하는 판정 장치를 더 포함하는 연마 기기.

### 명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 연마 패드, 패드 드레싱 평가 방법, 및 연마 기기에 관한 것으로, 특히 반도체 웨이퍼 등의 피가공물(workpiece)의 연마를 위한 연마 기기에 이용되는 연마 패드, 연마 패드의 드레싱 상태를 평가하기 위한 패드 드레싱 평가 방법, 및 연마 기기에 관한 것이다.

반도체 디바이스 발전의 극소형화와 다층화에 따라, CMP(Chemical Mechanical Polishing) 기술은 반도체 디바이스의 제조 공정에 불가결한 기술이 되었다. CMP 기술은 층간 절연막의 편평화 뿐만 아니라, Cu 배선이나 소자 분리 등의 다양한 과정에도 이용된다.

편평화를 위한 CMP의 주요 사양들 중 하나는 연마율의 가공 평면 균일성(연마 균일성)이다. 연마 균일성을 향상시키기 위해서는 연마율에 영향을 미치는 요인들을 가공면에 균일하게 분포시키는 것이 중요하다.

상기 주요 요인들은 연마압, 상대 연마 속도 등을 포함하는데, 기존에 충족시키지 못했던 주요 요인은 연마 패드(이하, 간략하게 패드라고 지칭함)의 표면 상태이다. 패드 드레싱(이하, 간략하게 드레싱이라고 지칭함)에 의해 연마 패드의 양호한 표면 상태가 구현된다. 이는 연마 패드의 표면 상태의 정밀 제어가 중요한, 연마 중에 패드 드레싱이 동시에 수행될 수 있는, 소위 인시츄(in-situ) 드레싱에서 패드 드레싱이 중지될 때 연마율이 급격히 감소된다는 사실로부터 명백하다.

패드 드레싱은 다이아몬드 등의 연삭 슯돌(grinding wheel)이 부착된 패드 드레서(이하, 간략하게 드레서라고 지칭함)가 연마 패드와 접촉함으로써 연마 패드의 표면을 거칠게 하거나 깎아내어, 그 결과, 연마 가능한 상태로 연마 패드를 초기화하도록 슬러리(slurry) 유지 특성이 향상되며, 사용중인 연마 패드가 그 연마 성능을 유지하도록 슬러리 유지 특성을 회복시키는 공정을 의미한다.

패드 드레싱을 수행함에 있어서, 패드의 표면 형상은 패드 표면을 레이저 변위 센서로 스캔함으로써 측정되고, 마모 영역의 드레싱 기간과 거의 마모되지 않은 영역의 드레싱 기간을 변경하여 패드 드레싱의 평면 균일화를 달성하는 기술이 알려져 있다(예를 들면, 일본국 공개특허 2001-129754호 공보).

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 일본국 공개특허 2001-129754호 공보에 기재된 기술은 연마 패드의 전체 표면을 측정하는 데 긴 시간이 걸려, 연마 중에 적용하기에는 너무 비현실적인 기술이다. 또한, 상기 기술은 패드 드레싱이 수행되기 전에 패드의 표면 형상을 측정함으로써 드레싱 방식을 제어하기 위한 것이다. 따라서, 상기 기술은 패드 드레싱이 수행된 후에 드레싱이 균일하게 이루어졌는지의 여부를 평가하기 위한 것이 아니므로, 연마 패드의 전체 표면의 드레싱 상태를 파악할 수 없다.

또한, CMP 장치에서 사용되는 연마 패드는 그 자체에 두께 불균일성 및 연마 표면 플레이트(plate)로의 부착으로 인한 불균일성을 갖고 있으므로, 부착 후의 연마 패드 표면은 평평하지 않다. 부착 후의 연마 패드 표면은 일반적으로 30 $\mu$ m~50 $\mu$ m 정도의 고저차를 가진다.

그러나, CMP에서 웨이퍼 표면을 균일하게 연마하기 위해서는, 그와 같은 파상도(waviness)를 갖는 상기 연마 패드 표면이라도 연마 패드 표면을 따라서 균일하게 드레싱될 필요가 있다.

도 4는 CMP에 필요한 패드 드레싱 사양의 개념을 나타낸다. 도 4에 나타낸 바와 같이, 약 50 $\mu$ m의 고저차의 파상도가 약 100mm 폭으로 형성되는 연마 패드(20)의 드레싱의 경우에, 상기 파상도를 따라서 드레싱이 균일하게 수행될 필요가 있다. 따라서, 연마 패드가 탄성 재료로 만들어지므로, CMP 장치에서의 패드 드레싱은 탄성 재료의 기준면 연마 공정으로 여겨질 수 있다.

패드 표면의 파상도를 따라서 수행된 드레싱의 상태는 패드 표면의 형상 및 크기의 측정에 의해서조차도 판정될 수 없다.

또한, 패드 드레싱의 분포 상태에서, 원주(circumferential) 방향의 분포는 반경(radial) 방향의 분포에 비하여 매우 중요하다. 이는 연마 패드의 표면과 간헐적으로 접촉하지 않으면서 일정한 압력으로 고속 회전하는 연마 패드의 표면과 계속적으로 접촉하기 위해서 드레서가 필요하기 때문이다.

구체적으로, 플레이트 타입 패드 드레서가 도 5의 개념도에 나타낸 바와 같이 플렉시블 조인트를 이용하여 가압 장치에 연결되어, 패드 표면의 파상도를 따르도록 사용되는 경우에는, 고속으로 회전하는 연마 패드(20)와 접촉하는 패드 드레서 표면에 큰 마찰력이 인가되고, 그에 따라 연마 패드(20)에 대해서 패드 드레서가 경사지게 된다.

마찰력을 줄이기 위해 패드 드레서가 경사질 때, 패드 드레서가 원래의 자세로 돌아가는 경우가 발생한다. 이것은 단시간에 발생하며, 그 결과, 패드 드레서는 연마 패드(20)와 간헐적으로 접촉한다(스틱 슬립(stick slips)). 연마 패드(20)에 대해서 패드 드레서가 경사질 때, 드레싱은 부분적으로만 수행된다. 따라서, 드레싱은 연마 패드(20)의 원주 방향에서 변경된다는 것이 원칙적으로 명백해진다.

패드 표면에서 드레싱이 변경될 때, 드레싱은 전체 패드 표면이 정해진 양만큼 드레싱될 때까지 계속되어 드레싱 시간이 오래 걸리게 된다. 이 기간 동안 드레싱은 부분적으로 진행되어, 연마율(단위 시간당 연마량)을 점진적으로 증가시킨다. 전체 패드 표면이 소정의 양만큼 드레싱될 때, 연마율은 최종적으로 안정된다.

연마율이 점진적으로 증가되는 동안, 프로덕트 웨이퍼를 연마 처리하기는 어렵다. 프로덕트 웨이퍼는 연마율이 안정된 후에만 연마 처리될 수 있다. 결과적으로, 연마율을 안정시키기 위해서는 많은 더미 웨이퍼를 사용할 필요가 있다.

또한, 패드 드레싱 압력이 작아졌을 경우에는, 패드 표면에서 드레싱된 부분과 드레싱되지 않은 부분의 차이가 현저해진다. 이 때문에, 작은 드레싱량을 갖는 부분에서조차 최소 드레싱량을 확보할 필요가 있다. 따라서, 임의의 패드 부분이 최소 드레싱량만큼 드레싱될 수 있도록, 상기 드레싱 압력을 약간 더 높게 설정할 필요가 있다.

이런 목적으로, 패드 드레싱에 의해 제거되는 평균 패드량은 약간 더 크게 설정된다. 결과적으로, 패드 표면의 소모량이 증가되어, 연마 패드의 수명이 짧아지는 문제를 초래한다.

이런 문제가 알려지지 않는 것은 패드 표면에서의 드레싱 분포(연마 분포)를 신속하게 측정하는 유효한 방법이 없기 때문이다. 결과적으로, 설치 후의 상기 패드 수명이 짧아서, 연마 패드를 설치하는 데에 많은 더미 웨이퍼들이 사용된다.

본 발명은 상술한 사항들을 고려하여 이루어졌다. 본 발명의 목적은 CMP 장치와 같은 연마 기기의 연마 패드를 드레싱하는 데 있어서, 연마 패드의 드레싱 상태의 균일성을 간단하고 정확하게 모니터링하는 방법과, 상기 방법에서 사용되는 연마 패드와 연마 기기를 제공하는 것이다.

## 발명의 구성

상술한 목적을 구현하기 위해서는, 본 발명의 제 1 관점에 따르면, 피가공물을 연마하기 위한 연마 기기의 연마 패드가 제공되고, 상기 연마 패드는 그 표면 또는 표층부가 그 내부의 색과는 다른 색으로 착색되는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 상기 제 1 관점에 따르면, 연마 패드의 표면 또는 표층부는 그 내부의 색과는 다른 색으로 착색된다. 따라서, 연마 패드가 드레싱될 때, 드레싱된 부분에서는 연마 패드의 기저부(base)가 보일 수 있도록 착색된 부분이 제거되고, 드레싱되지 않은 부분에서는 착색된 부분이 그대로 남겨진다. 이는 연마 패드 표면의 색의 분포 상태에 의거하여 패드 드레싱에서의 연마 불균일성을 쉽게 파악할 수 있게 하여, 드레싱의 균일성이 쉽게 판정되도록 한다.

본 발명의 제 2 관점에 따르면, 연마 기기의 연마 패드 표면을 드레싱하는 패드 드레싱의 드레싱 상태를 평가하기 위한 패드 드레싱 평가 방법이 제공되고, 상기 패드 드레싱 평가 방법은 그 표면이 착색되었거나, 그 표면 또는 표층부가 연마 패드 내부의 색과는 다른 색으로 미리 착색된 연마 패드가 사용되는 것을 특징으로 하며, 상기 패드 드레싱은 소정의 기간 동안 수행되고, 상기 패드 드레싱의 드레싱 상태는 패드 드레싱에 의해 연마된 연마 패드 표면의 색 불균일성에 의거하여 평가된다.

또한, 본 발명의 제 3 관점에 따르면, 제 2 관점에서 패드 드레싱에 의해 연마된 연마 패드 표면의 색이 바람직하게는 복수의 지점에서 측정되고 정량화되어, 연마 패드의 색 불균일성을 확보할 수 있다.

또한, 본 발명의 제 4 관점에 따르면, 제 2 관점 또는 제 3 관점 중 어느 하나에서 드레싱 상태의 평가는 연마 패드 표면에서 드레싱 균일성을 평가함으로써 수행될 수 있다.

본 발명의 상기 패드 드레싱 평가 방법에 따르면, 패드 드레싱의 평면 균일성을 질적 및 양적으로 파악할 수 있다. 이는 패드 드레싱으로 인한 과도한 연마를 막아, 연마 패드의 수명이 길어지게 한다.

본 발명의 제 5 관점에 따르면, 피가공물을 연마하기 위한 연마 기기가 제공되며, 상기 연마 기기는 표면 또는 표층부가 내부의 색과는 다른 색으로 착색된 연마 패드와, 상기 연마 패드의 드레싱을 수행하는 패드 드레서와, 상기 연마 패드의 표면을 관측하는 관측 장치를 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명의 제 6 관점에 따르면, 피가공물을 연마하기 위한 연마 기기가 제공되며, 상기 연마 기기는 표면 또는 표층부가 내부의 색과는 다른 색으로 착색된 연마 패드와, 상기 연마 패드의 드레싱을 수행하는 패드 드레서와, 상기 연마 패드 표면의 색을 측정하여 정량화하는 측정 장치를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따른 제 6 관점에서, 정량화된 값이 미리 설정된 범위 내에 있는지의 여부를 판정하고, 그에 따라 피가공물의 연마를 수행할 것인지의 여부를 판정하는 판정 장치를 제공할 수 있다.

본 발명의 상기 연마 기기에 따르면, 연마 패드의 연마 상태를 쉽게 체크할 수 있다. 또한, 연마 패드의 표면 상태는 수치로 표시될 수 있다. 따라서, 패드 드레싱이 수행된 후, 피가공물의 연마 수행 여부는 패드의 표면 상태가 정상인지의 여부를 결정함으로써 판정될 수 있다. 결과적으로, 패드 드레싱에 사용되는 더미 웨이퍼의 수는 실질적으로 감소될 수 있다.

상술한 바와 같이, 본 발명의 연마 패드와 패드 드레싱 평가 방법에 따르면, 상기 패드 드레싱에서 연마 불균일성을 쉽게 파악할 수 있고, 그에 따라 드레싱의 균일성이 쉽게 판정된다. 또한, 본 발명의 연마 기기에 따르면, 패드 드레싱에서의 과도한 연마가 방지되며, 그에 따라 상기 연마 패드의 수명이 연장되고, 패드 드레싱에서 사용되는 더미 웨이퍼의 수가 감소될 수 있다.

이하에서, 본 발명에 따른 연마 패드, 패드 드레싱 평가 방법, 및 연마 기기의 바람직한 실시예를 관련 도면을 참조하여 상세하게 기술한다. 각 도면에서, 동일한 부재에는 동일한 참조 번호 또는 동일한 참조 기호로 표기하였다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 연마 기기의 구성을 나타낸다. 도 1에 나타내는 연마 기기(10)는 주로 연마 표면 플레이트(11), 연마 패드(20), 웨이퍼 캐리어(도시 생략), 패드 드레서(30), 연마 패드(20) 표면을 관측하는 관측 장치를 구성하는 카메라(41) 및 모니터 TV(42), 연마 패드(20) 표면의 색을 측정하여 정량화하는 측정 장치(51), 및 연마 기기(10)의 각부의 작동을 제어하는 컨트롤러(60)로 구성된다.

연마 표면 플레이트(11)는 회전축(11a)에 연결된 모터(도시 생략)의 구동에 의해 도 1의 화살표 E 방향으로 회전된다. 피가공물로서의 웨이퍼를 고정하기 위한 웨이퍼 캐리어는 모터(도시 생략)에 의해 회전되도록 구동된다. 또한, 연마 패드(20)는 상기 연마 표면 플레이트(11)의 상면(上面)에 부착되고, 상기 연마 패드(20)의 표면에는 슬러리 공급 노즐(도시 생략)로부터 슬러리가 공급된다.

연마 패드(20)는 발포 폴리우레탄으로 이루어진 탄성 기재로 형성된 박형의 디스크형 플레이트이다. 연마 패드의 상면에는, 슬러리 유지 특성을 향상시키기 위해 다수의 얇은 홈들이 격자 형상으로 형성된다. 또한, 연마 패드(20) 상면의 표면 또는 표층부는 연마 패드(20)의 내부 색과는 다른 색으로 착색된다.

연마 패드는 그 표층부에서는 연마 패드 내부의 안료와는 다른 안료를 혼합 및 적층(laminate)함으로써, 또는 연마 패드의 표면에서는 연마 패드 내부의 색과는 다른 색의 막을 형성함으로써 착색될 수 있다. 예를 들면, 오오츠키 화학 주식회사(Otsuka Chemical Co.,Ltd)에서 제조하는 파이로킵 TS(Pyrokeep TS), 닛신 화학 주식회사(Nissin Kasei Co.,Ltd)에서 제조하는 어번 세라(Urban Cera), 일본 특수 도료 주식회사(Nihon Tokushu Toryo Co.,Ltd)에서 제조하는 실비아 SP 더러움 가드(Silvia SP Yogore Guard), 다이도 주식회사(Daido Co.,Ltd)에서 제조하는 레지 가드 FA 리뉴 앤 하이 클린(Regi Guard FA Renew and High Clean), NOF 주식회사(NOF Co.,Ltd)에서 제조하는 벨 클린(Bell Clean), 아토믹스 주식회사(Atomix Co.,Ltd)에서 제조하는 아믹스 콘(Amix Cone), 스미토모 세이카 화학 주식회사(Sumitomo Seika Chemicals Co.,Ltd)에서 제조하는 아쿠아 탑 F-2(Aqua Top F-2), 테라니시 화학 산업 주식회사(Teranishi Chemical Industry Co.,Ltd)에서 제조하는 매직 잉크(Magic Ink) 등, 연마 패드의 표면을 착색하기 위한 다양한 도료와 염료가 있다.

이 재료들 외에도, 연마 패드(20) 깊숙이 침투하지 않으면서 연마 패드(20)의 매우 얇은 표층에만 부착될 수 있는 것이라면, 다양한 종류의 색 재료가 이용될 수 있다.

패드 드레서(30)는 도 1의 화살표 F 방향으로 회전되고, 연마 패드(20)의 표면을 연마하여 거칠게 하기 위해, 회전하는 연마 패드(20)의 표면에 가압된다. 그 때문에, 연마 패드(20)는 연마할 수 있는 상태로 초기화되도록 양호한 슬러리 유지 특성을 가지게 되고, 사용중인 연마 패드(20)는 연마 성능을 유지하도록 상기 슬러리 유지 특성을 회복하게 된다.

연마 패드(20) 표면을 관측하는 관측 장치를 구성하는 카메라(41)는 연마 패드(20) 위쪽에 배치되고, 캡처(capture)된 이미지는 따로 배치되는 모니터 TV(42)에 표시된다. 또한, 연마 패드(20) 표면의 색을 측정하여 정량화하는 측정 장치(51)는 카메라(41)에 접속된다.

카메라(41)와 측정 장치(51)는 연마 패드(20)의 중앙부로부터 주변까지 관측할 수 있도록, 구동 장치(도시 생략)에 의해 도 1의 화살표 G 방향으로 이동할 수 있도록 제공된다. 이로써 연마 패드(20)의 회전과 조합하여 연마 패드(20)의 전체 표면을 관측할 수 있게 된다.

색은 색상(단색광의 파장에 대응함), 채도(밝기, 예를 들면, 백화(whiten)되지 않은 정도), 명도(광도, 예를 들면, 빛의 세기)의 세 가지 요소에 의해 결정된다. 본 발명의 측정 장치(51)에는, 바람직하게는 색상을 측정하는 스펙트럼 색차계(spectral color difference meter), 또는 채도를 측정하는 색채색차계 등이 이용된다.

스펙트럼 색차계로서는 일본 일루미네이션 공업 주식회사(Nihon Densyoku Kogyo Co.,Ltd)에서 제조하는 제품 번호 NF 333 등이 있다. 색채색차계로서는 코니카 미놀타 주식회사(Konika Minolta Co.,Ltd)에서 제조하는 제품 번호 CR-400, CR-410 등이 있다.

연마 기기(10) 각부의 동작을 제어하는 컨트롤러(60)에 포함된 컴퓨터로 구성된 판정 장치(61)는, 측정 장치(51)에 의해 정량화된 연마 패드(20) 표면의 색상값으로 패드의 드레싱 상태를 판정한다.

연마 기기(10)에는 관측 장치인 카메라(41)와 측정 장치(51)가 제공되지만, 연마 기기(10)에는 시각적 관측을 수행하도록 카메라(41)만 제공되거나, 또는 패드 표면 상태를 정량화하도록 측정 장치(51)만 제공될 수도 있다.

다음으로, 본 발명에 따른 패드 드레싱 평가 방법을 도 2에 나타내는 플로 차트를 이용하여 설명한다. 우선, 표면 또는 표층부가 내부의 색과는 다른 색으로 착색된 연마 패드(20)가 회전되는 동안, 물(water)이 연마 패드(20)의 표면에 공급되고, 회전하는 패드 드레서(30)에 의해 소정의 기간 동안 패드 드레싱이 수행된다(스텝 S1).

다음으로, 패드 드레싱이 수행된 연마 패드(20)의 표면은 카메라(41)에 의해 이미지화되어, 연마 패드(20)의 드레싱 상태, 특히 상기 패드 표면의 드레싱 균일성이 모니터 TV(42)를 이용하여 패드 표면의 색 불균일성으로부터 평가된다. 이때, 이미지는 드레싱 상태가 허용 범위 내인지의 여부를 판정하기 위해 미리 획득한 샘플 이미지와 비교될 수 있다(스텝 S2).

또한, 카메라 대신에, 연마 패드(20)의 표면은 드레싱 상태의 디지털화가 가능하도록 하기 위해 측정 장치(51)로서의 색차계에 의해 직접 측정된다. 또한, 카메라(41)로 획득한 이미지는 색차계에 의해 디지털화되어도 된다. 이 경우, 디지털화는 연마 패드(20)의 복수의 지점을 측정함으로써 수행되는 것이 바람직하다.

이미지의 디지털화에서, 일반색을 디지털화하는 데 사용되는 RGB값과 먼셀(Munsell)값은 디지털화를 수행하는 데에 이용될 수도 있다. 또한, 색 변화는 각 스테이지에 수치값을 할당하기 위해서 복수의 스테이지(stage)에서 설정되어, 그 결과, 색 변화가 원래의 평가 방법에 의해 정량화될 수도 있다.

이렇게, 패드 표면의 수치값의 표준 편차는 연마 패드(20)의 각 지점에 대한 디지털화를 수행함으로써 획득된다. 패드 표면의 드레싱 상태의 균일성은 획득된 표준 편차를 상기 수치값의 평균값으로 나눔으로써 획득된다(스텝 S3).

다음으로, 연마 패드(20) 표면의 상기 획득된 드레싱 균일성이 미리 설정된 범위 내인지의 여부는 컨트롤러(60) 내의 판정 장치(61)에 의해 판정된다(스텝 S4). 드레싱의 평면 균일성이 미리 설정된 범위 내에 있을 경우, 공정은 프로덕트 웨이퍼의 연마 공정으로 이동한다(스텝 S5).

드레싱의 평면 균일성이 스텝 S4에서 미리 설정된 상기 범위에서 벗어났을 경우, 패드 드레싱을 지속할지의 여부는 상기 설정 범위에서 벗어난 정도에 의거하여 판정 장치(61)에 의해 판정된다(스텝 S6).

스텝 S6에서 재드레싱을 수행하도록 판정되었을 경우, 공정은 스텝 S1로 돌아간다. 드레싱을 지속하지 않는다고 판정되었을 경우, 알람이 출력되고, 연마 기기(10)는 일시적으로 정지된다(스텝 S7).

도 2에 나타낸 플로 차트에서는, 스텝 S3이 스텝 S2 후에 수행되는 것으로 기술되어 있지만, 스텝 S2와 스텝 S3의 순서는 바뀌어도 되고, 또는 드레싱 상태는 스텝 S2와 스텝 S3 중 어느 하나로만 평가되어도 된다.

#### [예 1]

우선, 발포 폴리우레탄으로 이루어진 연마 패드(20)의 표면은 연마 패드(20)의 표면에 유성 컬러 스프레이를 균일하게 분무함으로써 착색된다. 상기 착색층의 두께는 약  $5\mu\text{m}$ 로 설정된다. 상기 연마 패드(20)는 연마 표면 플레이트(11)에 부착되어 회전된다. 이 상태에서, 패드 드레싱은 동일한 기간 동안 두 종류의 패드 드레서(A 드레서와 B 드레서라고 지칭함)를 사용함으로써 각각 수행된다. 이어서, 드레싱 상태(패드 표면의 드레싱 균일성)가 상기 패드 표면의 색 불균일성에 의거하여 비교된다.

패드 드레싱 조건들은 연마 패드(20)의 회전 속도가 30rpm이고 패드 드레서의 회전 속도가 80rpm으로 되도록 설정된다. 이 조건 하에서, 연마 패드(20)의 표면에 순수(pure water)를 공급면서 패드 드레싱이 수행된다.

도 3은 패드 드레싱의 결과를 나타낸다. 도 3에서 명백하듯이, 드레서 A를 이용하여 패드 드레싱을 수행한 결과, 패드 표면에서 색 불균일성이 관측되고, 상기 드레싱은 평면 균일성에서 열등하다는 것을 알 수 있다.

한편, 드레서 B를 이용하여 패드 드레싱을 수행한 결과, 패드 표면에서 색 불균일성이 거의 관측되지 않고, 상기 드레싱은 평면 균일성에서 우수하다는 것을 알 수 있다. 이 경우, 연마 패드(20)의 상기 표면 거칠기(roughness)는 Ra  $0.5\mu\text{m}$ 이고, 표면은 균일하게 거칠어진다.

#### [예 2]

예 1에서는 상대적으로 작은 직경의 연마 패드가 드레싱되고, 드레싱 효과는 색 불균일성을 관측함으로써 간단하게 검증된다. 본 예 2에서는 연마 기기(10)에서 실제로 이용되는 큰 직경의 연마 패드가 드레싱되고, 패드 드레싱의 균일성이 정량화된다.

본 예 2에서는, 패드 드레싱의 균일성은 다음의 두 경우, 즉 직경 100mm의 디스크 위에 다이아몬드 연마 입자를 전착 (electrodeposit)함으로써 만들어지는 종래 형태의 패드 드레서(4인치 디스크형 드레서라고 지칭함)를 이용하여 드레싱이 수행되는 경우(제 1 경우라고 지칭함)와, 직경 100mm의 디스크 위에, 선단부에 다이아몬드 연마 입자가 전착된 복수의 피아노선(선형 탄성체)을 브러시 형상으로 심어서 만들어지는 새로운 형태의 패드 드레서(4인치 탄성 브러시형 드레서라고 지칭함)를 이용하여 드레싱이 수행되는 경우(제 2 경우라고 지칭함)로 정량화된다. 상세는 이하에 설명한다.

우선, 발포 폴리우레탄(닛타 하스 주식회사(Nitta Haas Incorporated)에서 제조하는 IC1400)으로 형성된 직경 760mm의 연마 패드(20)의 표면은 테라니시 화학 산업 주식회사(Teranishi Chemical Industry Co.,Ltd)에서 제조하는 매직 잉크(검정)(Magic Ink(black))로 착색된다. 상기 착색층의 두께는 약 5 $\mu$ m로 설정된다.

패드 드레싱 조건들은 연마 패드(20)의 회전 속도가 30rpm이고 패드 드레서의 회전 속도가 80rpm이 되도록 설정된다. 이런 조건 하에서, 패드가 반경 방향으로 요동하고 연마 패드(20)의 표면에 순수가 공급되는 동안, 패드 드레싱이 수행된다. 드레싱 압력은 4Kgf로 설정되고, 드레싱 기간은 상기 제 1 경우에서는 15분, 상기 제 2 경우에서는 21분으로 각각 설정된다.

상기 드레싱 조건들은 도 6과 도 7에서 요약된다. 패드 드레서가 패드의 반경 방향으로 요동하게 되는 경우, 그 영역은 반경이 증가함에 따라 증가된다. 따라서, 요동 속도는 영역의 증가에 대응한 양만큼 감소되어, 패드 상의 패드 드레서 체재 시간이 증가된다. 구체적으로, 도 7의 도표에서 나타낸 바와 같이, 연마 패드(20)는 11 스테이지로 나누어지는데, 제 1 스테이지 내지 제 10 스테이지는 연마 패드(20)를 반경 75mm인 중앙부로부터 주변으로 30mm의 증분으로 나눔으로써 설정되고, 제 11 스테이지는 5mm의 마지막 부분으로 설정된다. 이 상태에서, 상기 각 스테이지의 체재 시간이 바뀐다.

제 1 경우 및 제 2 경우 각각에서, 패드 표면의 색은 드레싱 후의 연마 패드(20)의 표면의 81 지점에서 측정되어 정량화된다. 연마 패드(20)의 표면의 측정 지점을 도 8에 나타내고, 각 측정 지점의 좌표값을 도 9의 표에 나타낸다.

색의 측정에 이용되는 상기 기기는 코니카 미놀타 주식회사(Konica Minolta Co.,Ltd)에서 제조하는 상기 색채색차계 CR-400이고, 색은 도 10에 나타낸 바와 같이 0~20으로 지정된 수치값 정의에 의거하여 디지털화된다. 즉, 착색되지 않은 부분은 20(상한값)으로 지정되고, 완전히 착색된 부분은 0(하한값)으로 지정되며, 연속적인 수치값은 상기 하한값과 상한값 사이로 지정된다.

도 11은 각각의 측정 지점에서의 XY 좌표와, 상기 제 1 경우 및 상기 제 2 경우에 있어서 각각의 측정 지점에 대응하는 측정값을 나타내는 표이다. 도 12는 상기 각 측정 지점의 평균값이 10.46이고, 1 $\sigma$ 의 값으로 환산한 표준 편차가 2.379인 상기 제 1 경우의 결과를 나타내는 조감도이다. 드레싱 균일성이 "모든 측정 지점의 표준 편차를 그들의 평균값으로 나누어서 획득한 값"으로 정의되는 경우, 상기 드레싱 균일성은 22.73%이다.

마찬가지로 도 13은 상기 각 측정 지점의 평균값이 10.93이고, 1 $\sigma$ 의 값으로 환산한 표준 편차가 0.65인 상기 제 2 경우의 결과를 나타내는 조감도이다. 드레싱 균일성이 "모든 측정 지점의 표준 편차를 그들의 평균값으로 나누어서 획득한 값"으로 정의되는 경우, 상기 드레싱 균일성은 6.03%이다.

도 12와 도 13에서 나타내는 조감도에서 명백해지듯이, 상기 제 1 경우에서는 다량의 색 불균일성이, 상기 제 2 경우에서는 소량의 색 불균일성이 관측된다. 또한, 드레싱 균일성이 상술한 대로 정의되므로, 더 작은 수치값은 더 양호한 드레싱 균일성을 가리키는 것이다. 이렇게 하여 드레싱 균일성은 쉽게 디지털화될 수 있고, 그에 따라 상기 제 1 경우와 상기 제 2 경우 사이의 질적 및 양적 비교를 수행할 수 있게 된다.

### 발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명의 연마 패드, 패드 드레싱 평가 방법, 및 연마 기기에 따르면, 연마 패드의 드레싱 상태의 평면 균일성은 간단하고 정확하게 평가될 수 있다. 이는 패드 드레싱의 과도한 연마를 방지함으로써 연마 패드의 수명을 연장시키는 것을 가능하게 한다. 또한, 이는 패드 드레싱을 효과적으로 수행함으로써 더미 웨이퍼의 수를 감소시키는 것을 가능하게 한다.

### 도면의 간단한 설명

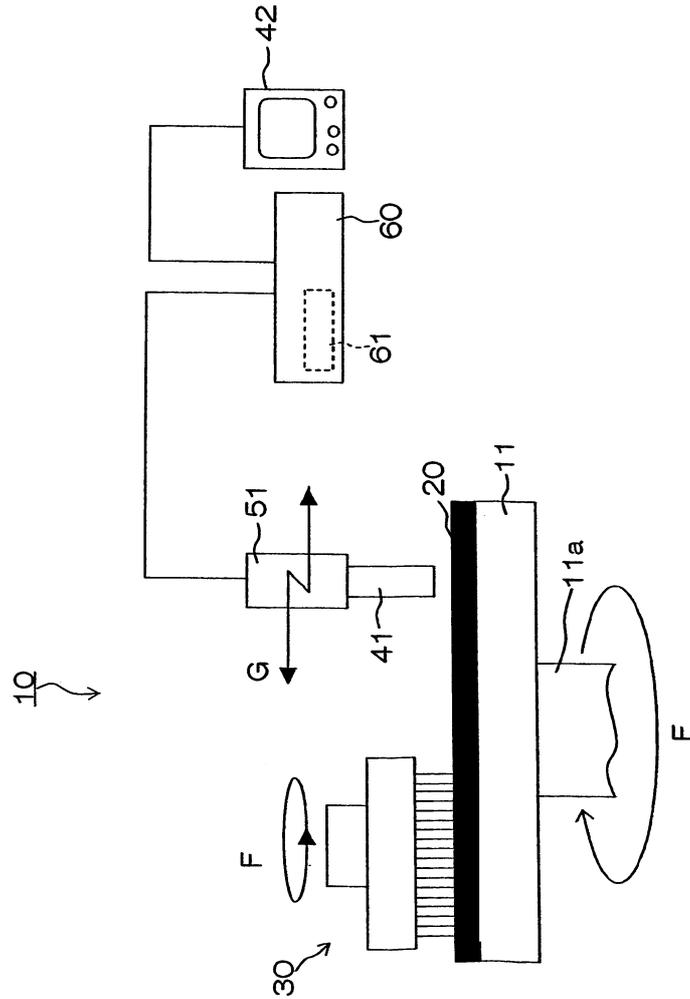
- 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 연마 기기의 구성을 나타내는 도면.
- 도 2는 본 발명에 따른 패드 드레싱 평가 방법을 나타내는 플로 차트.
- 도 3은 본 발명의 일례의 결과를 나타내는 도면.
- 도 4는 CMP에 필요한 패드 드레싱의 개념을 나타내는 도면.
- 도 5는 종래의 패드 드레서의 구성을 나타내는 개념도.
- 도 6은 본 발명의 예들의 조건을 나타내는 표.
- 도 7은 본 발명의 예들의 드레서 요동 조건을 나타내는 표.
- 도 8은 본 발명의 예들의 연마 패드 내 측정 지점을 나타내는 도면.
- 도 9는 본 발명의 예들의 연마 패드 내 측정 지점의 XY 좌표를 나타내는 표.
- 도 10은 본 발명의 예들의 컬러 디지털화의 정의를 나타내는 도면.
- 도 11은 본 발명의 예들의 측정 데이터를 나타내는 표.
- 도 12는 본 발명의 예들의 측정 결과를 나타내는 제 1 조감도.
- 도 13은 본 발명의 예들의 측정 결과를 나타내는 제 2 조감도.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

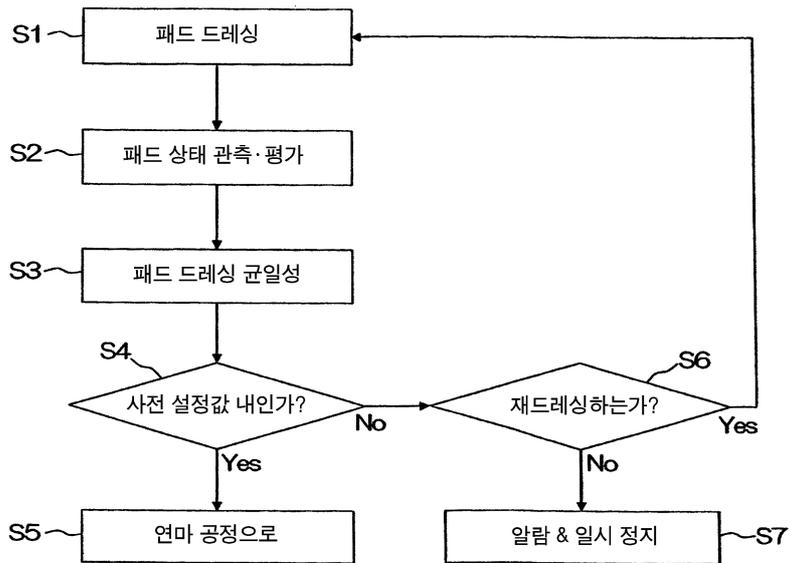
- 10...연마 기기 11...연마 표면 플레이트
- 11a...회전축 20...연마 패드
- 30...패드 드레서 41...카메라
- 42...모니터 TV 51...측정 장치
- 60...컨트롤러 61...관정 장치

도면

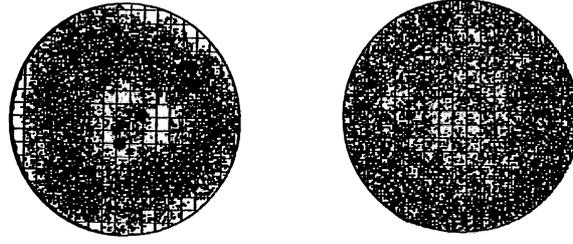
도면1



도면2

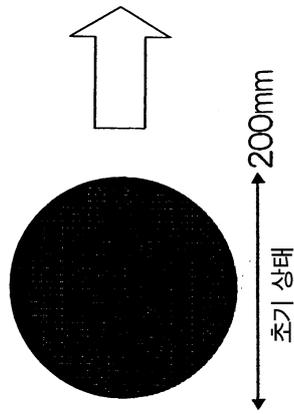


도면3

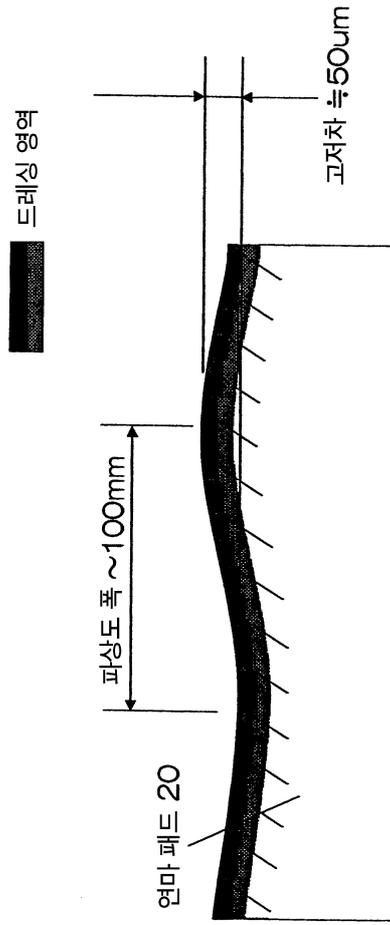


A 드레서 사용

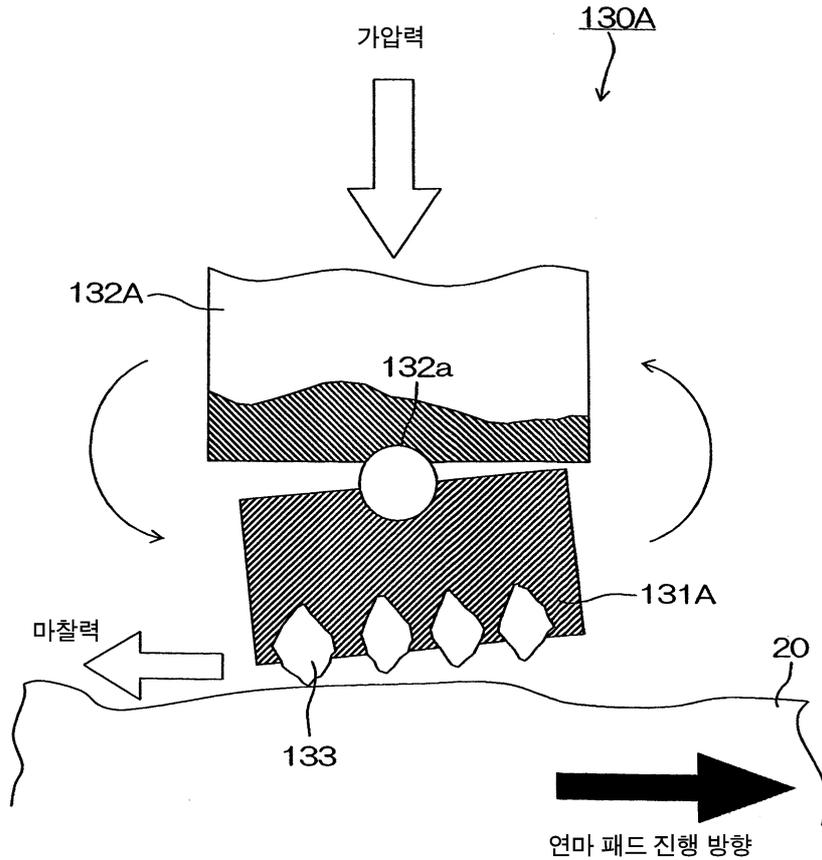
B 드레서 사용



도면4



도면5



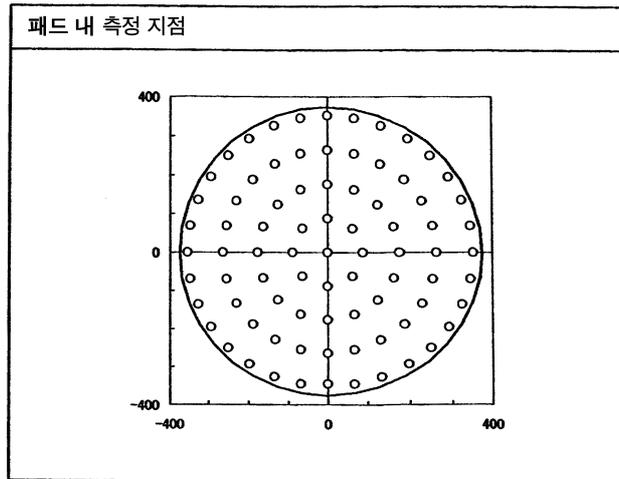
도면6

드레서	Case1:4인치 디스크 타입 Case2:4인치 탄성 브러시 타입
하중	4Kgf
드레싱 시간	15분 (4인치 디스크 타입) 21분 (4인치 탄성 브러시 타입)
패드	발포 폴리우레탄 패드 IC1400 (닛타하스사제)
패드 직경	760mm
착색제	테라니시 화학공업사제 매직잉크검정
패드 반경마다의 체제 시간 비율	도 7 참조

도면7

드레서 요동 조건						
No.	1	2	3	4	5	6
개시 반경	75	105	135	165	195	225
종료 반경	105	135	165	195	225	255
체제 시간 비율	1.7%	3.4%	5.1%	6.8%	8.5%	10.3%
No.	7	8	9	10	11	
개시 반경	255	285	315	345	375	
종료 반경	285	315	345	375	380	
체제 시간 비율	12.0	13.7%	15.4%	17.1%	6.0%	

도면8



도면9

INO.	X Pos	Y Pos	INO.	X Pos	Y Pos
1	0	0	41	-187.0992	-187.1016
2	0	88.2	42	-229.1496	-132.3
3	62.3664	62.3664	43	-255.5832	-68.484
4	88.2	0	44	-264.6	0
5	62.3664	-62.3664	45	-255.5832	68.4816
6	0	-88.2	46	-229.152	132.3
7	-62.3664	-62.3664	47	-187.1016	187.0992
8	-88.2	0	48	-132.3	229.1496
9	-62.3664	62.3664	49	-68.484	255.5832
10	0	176.4	50	0	352.8
11	67.5048	162.972	51	68.8272	346.02
12	124.7328	124.7328	52	135.0096	325.944
13	162.972	67.5048	53	196.0056	293.3424
14	176.4	0	54	249.468	249.468
15	162.972	-67.5048	55	293.3424	196.0056
16	124.7328	-124.7328	56	325.944	135.012
17	67.5048	-162.972	57	346.02	68.8272
18	0	-176.4	58	352.8	0
19	-67.5048	-162.972	59	346.02	-68.8272
20	-124.7328	-124.7352	60	325.944	-135.0096
21	-162.972	-67.5048	61	293.3424	-196.0056
22	-176.4	0	62	249.468	-249.4656
23	-162.972	67.5048	63	196.0056	-293.3424
24	-124.7352	124.7328	64	135.012	-325.944
25	-67.5072	162.972	65	68.8296	-346.02
26	0	264.6	66	0	-352.8
27	68.484	255.5832	67	-68.8272	-346.0224
28	132.3	229.1496	68	-135.0096	-325.944
29	187.0992	187.1016	69	-196.0032	-293.3424
30	229.1496	132.3	70	-249.4656	-249.468
31	255.5832	68.484	71	-293.3424	-196.0056
32	264.6	0	72	-325.944	-135.012
33	255.5832	-68.484	73	-346.02	-68.8296
34	229.1496	-132.3	74	-352.8	-0.0024
35	187.1016	-187.0992	75	-346.0224	68.8272
36	132.3	-229.1496	76	-325.9464	135.0096
37	68.484	-255.5832	77	-293.3424	196.0032
38	0	-264.6	78	-249.468	249.4656
39	-68.4816	-255.5832	79	-196.0056	293.3424
40	-132.3	-229.1496	80	-135.012	325.944
			81	-68.8296	346.02

도면10

측정 장치 : 코니카 미놀타사제 색채색차계 CR-400  
 색 정의 :



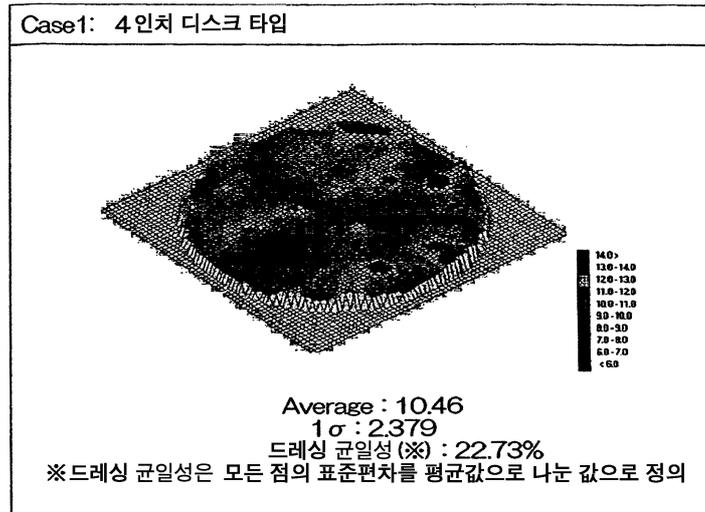
완전 착색해 있는 부분 : O (하한)  
 착색해 있지 않은 부분(패드 내부의 색) : 2 O (상한)  
 으로 한다. 그 사이의 착색을 위와 같이 연속적인 수치로 지정한다.

도면11

각 점에서의 패드 색의 수치 데이터

No.	X	Y	Case1	Case2
1	0	0	11.28	8.57
2	0	88.2	11.32	6.98
3	62.3664	62.3664	10.87	13.26
4	88.2	0	11.1	10.82
5	62.3664	-62.3664	11.17	7.33
6	0	-88.2	11.08	13
7	-62.3664	-62.3664	11.48	10.03
8	-88.2	0	11.69	9.15
9	-62.3664	62.3664	11.17	13.56
10	0	176.4	10.55	10.07
11	67.5048	162.972	10.39	12.21
12	124.7328	124.7328	10.41	9.18
13	162.972	67.5048	9.72	12.77
14	176.4	0	9.16	13.51
15	162.972	-67.5048	11.56	7.11
16	124.7328	-124.7328	11.7	9.18
17	67.5048	-162.972	11.75	9.85
18	0	-176.4	11.44	8.31
19	-67.5048	-162.972	10.77	11.05
20	-124.7328	-124.7328	10.26	9.91
21	-162.972	-67.5048	10.02	6.53
22	-176.4	0	9.86	6.78
23	-162.972	67.5048	9.83	12.99
24	-124.7328	124.7328	11.76	10.96
25	-67.5048	162.972	11.84	7.87
26	0	176.4	11.01	7.35
27	68.484	255.5832	11.21	11.32
28	132.3	229.1496	10.74	12.13
29	187.0992	187.1016	10.12	12.21
30	229.1496	132.3	10.05	10.84
31	255.5832	68.484	10.17	13.08
32	264.6	0	10.15	6.91
33	255.5832	-68.484	12.06	14.47
34	229.1496	-132.3	11.86	11.38
35	187.1016	-187.0992	11.6	9.32
36	132.3	-229.1496	10.77	11.96
37	68.484	-255.5832	11.36	13.22
38	0	-264.6	10.91	10.8
39	-68.4816	-255.5832	10.66	14.08
40	-132.3	-229.1496	10.38	12.37
41	-187.0992	-187.1016	10.11	11.77
42	-229.1496	-132.3	12.01	7.97
43	-255.5832	-68.484	11.79	9.19
44	-264.6	0	11.74	6.74
45	-255.5832	68.4816	11.08	12.54
46	-229.152	132.3	11.03	12.09
47	-187.1016	187.0992	10.14	9.44
48	-132.3	229.1496	11.52	12.47
49	-68.484	255.5832	9.96	10.92
50	0	352.8	10.45	12.86
51	68.8272	346.02	11.62	7.05
52	135.0096	325.944	11.3	10.81
53	196.0056	293.3424	11.21	8.35
54	249.468	249.468	10.96	13.84
55	293.3424	196.0056	10.55	14.32
56	325.944	135.012	10.04	12.98
57	346.02	68.8272	10.35	7.46
58	352.8	0	10.32	9.24
59	346.02	-68.8272	10.63	13.44
60	325.944	-135.0096	12.13	7.61
61	293.3424	-196.0056	11.21	8.77
62	249.468	-249.4656	10.96	11.48
63	196.0056	-293.3424	10.69	7.06
64	135.012	-325.944	10.89	13.56
65	68.8296	-346.02	10.96	14.12
66	0	-352.8	10.12	9.8
67	-68.8272	-346.0224	9.82	8.2
68	-135.0096	-325.944	11.32	9.74
69	-196.0032	-293.3424	12.03	13.96
70	-249.4656	-249.468	11.32	8.8
71	-293.3424	-196.0056	11.27	12.48
72	-325.944	-135.012	10.89	7.28
73	-346.02	-68.8296	11.19	10.22
74	-352.8	-0.0024	10.73	9.33
75	-346.0224	68.8272	10.14	10.63
76	-325.9464	135.0096	11.73	8.53
77	-293.3424	196.0032	11.61	9.26
78	-249.468	249.4656	11.28	13.79
79	-196.0056	293.3424	11.33	7.17
80	-135.012	325.944	10.97	6.81
81	-68.8296	346.02	11.17	12.82

도면12



도면13

