(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년09월18일
(11) 등록번호 10-2579552
(24) 등록일자 2023년09월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24B 37/26 (2012.01) *B24B 37/22* (2012.01)
H01L 21/67 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B24B 37/26 (2013.01)
B24B 37/22 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0073591
(22) 출원일자 2021년06월07일
심사청구일자 2021년06월07일
(65) 공개번호 10-2022-0009866
(43) 공개일자 2022년01월25일
(30) 우선권주장
1020200088114 2020년07월16일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020150032576 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 15 항

(73) 특허권자
한국생산기술연구원
충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89
(72) 발명자
김형재
부산광역시 북구 화명신도시로 156 롯데아파트낙천대105동 1403호
김도연
부산광역시 부산진구 전포대로275번길 20 서면롯데캐슬스카이 109동 2901호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김현재

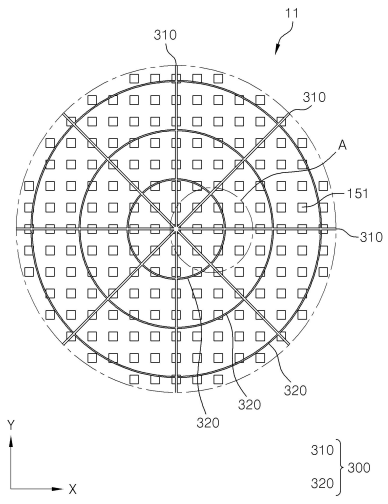
심사관 : 이길호

(54) 발명의 명칭 **연마면에 형성된 패턴 구조를 갖는 연마 패드, 이를 포함하는 연마 장치 및 연마 패드의 제조 방법**

(57) 요 약

연마율이 향상된 연마 패드, 이를 포함하여 연마율이 향상된 연마 장치, 및 연마율이 향상된 연마 패드를 제조하는 방법이 제공된다. 상기 연마 패드는 지지층; 및 상기 지지층의 일면 상에 배치된 패턴층으로서, 상기 지지층 상에서 서로 이격된 복수의 돌출 패턴을 포함하고, 상기 지지층의 강성(rigidity) 보다 큰 강성을 갖는 패턴층을 포함한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H01L 21/67092 (2013.01)
(72) 발명자
이태경
경상남도 양산시 웅상대로 866 대승하이아트1차아파트 2-106동 1106호
강필식
부산광역시 사상구 백양대로 880 우신모라아파트 107동 1303호

(56) 선행기술조사문헌
KR100377583 B1*
KR1019990045523 A*
KR1020030022388 A*
KR1020070032236 A*
KR1020070108546 A
KR1020080053268 A*
KR1020160056946 A*
KR1020170113203 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

지지층; 및 상기 지지층의 일면 상에 배치된 패턴층으로서, 복수의 돌출 패턴을 포함하는 패턴층을 포함하는 연마 패드로서,

복수의 돌출 패턴들 중 일부는 함께 하나의 돌출 패턴 그룹을 정의하고,

규칙적으로 배열된 상기 돌출 패턴 그룹과 돌출 패턴의 배열에 있어서,

어느 하나의 돌출 패턴 그룹에 속하는 복수의 돌출 패턴들의 배열 방향, 및

상기 복수의 돌출 패턴 그룹들의 배열 방향은 교차하고,

최인접한 상기 돌출 패턴 그룹 간의 최단 이격 거리는, 상기 어느 하나의 돌출 패턴 그룹에 속하는 최인접한 돌출 패턴들 간의 최단 이격 거리 보다 크고,

상기 어느 하나의 돌출 패턴 그룹에 속하는 돌출 패턴들은, 제1 돌출 패턴 및 상기 제1 돌출 패턴과 최인접하여 이격된 제2 돌출 패턴을 포함하고,

상기 제1 돌출 패턴은, 제1 연장 방향으로 연장된 제1-1 연장부, 및 상기 제1 연장 방향과 교차하는 제2 연장 방향으로 연장된 제1-2 연장부를 포함하고,

상기 제2 돌출 패턴은, 제3 연장 방향으로 연장된 제2-1 연장부, 및 상기 제3 연장 방향과 교차하는 제4 연장 방향으로 연장된 제2-2 연장부를 포함하고,

상기 제3 연장 방향은 상기 제1 연장 방향 및 제2 연장 방향과 교차하는 방향이고,

상기 제4 연장 방향은 상기 제1 연장 방향 및 제2 연장 방향과 교차하는 방향인, 연마 패드.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 돌출 패턴과 제2 돌출 패턴의 이격 방향,

상기 돌출 패턴 그룹들의 배열 방향 및

상기 연마 패드의 방사 방향은 모두 교차하는 연마 패드.

청구항 3

제2항에 있어서,

단위 검사 면적에 대해, 평면 시점에서, 상기 돌출 패턴들이 차지하는 연마 면적은 검사 면적에 대해 5.0% 이상 40.0% 이하이고,

단위 검사 면적에 대해, 상기 돌출 패턴들의 평면상 둘레가 형성하는 단위 면적당 둘레 길이는 1.0㎜/㎟ 이상 50.0㎜/㎟ 이하인 연마 패드.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 돌출 패턴 그룹 간의 최단 이격 거리는, 어느 돌출 패턴의 최소폭 보다 큰 연마 패드.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 돌출 패턴 그룹 간의 최단 이격 거리는, 어느 하나의 돌출 패턴 그룹의 최대폭 보다 작은 연마 패드.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제1 돌출 패턴과 제2 돌출 패턴 간의 최단 이격 거리는, 어느 돌출 패턴의 최소폭 보다 작은 연마 패드.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 돌출 패턴은 상기 제1-1 연장부 및 제1-2 연장부에 의해 평면상 만입부를 가지고,

상기 제2 돌출 패턴의 제2-1 연장부는, 상기 제1 돌출 패턴의 상기 만입부 측을 향해 연장된 연마 패드.

청구항 9

지지층; 및 상기 지지층의 일면 상에 배치된 패턴층으로서, 복수의 돌출 패턴을 포함하는 패턴층을 포함하는 연마 패드로서,

복수의 돌출 패턴들 중 일부는 함께 하나의 돌출 패턴 그룹을 정의하고,

규칙적으로 배열된 상기 돌출 패턴 그룹과 돌출 패턴의 배열에 있어서,

어느 하나의 돌출 패턴 그룹에 속하는 복수의 돌출 패턴들의 배열 방향, 및

상기 복수의 돌출 패턴 그룹들의 배열 방향은 교차하고,

최인접한 상기 돌출 패턴 그룹 간의 최단 이격 거리는, 상기 어느 하나의 돌출 패턴 그룹에 속하는 최인접한 돌출 패턴들 간의 최단 이격 거리 보다 크고,

상기 어느 하나의 돌출 패턴 그룹은,

임의의 제1 돌출 패턴,

상기 제1 돌출 패턴으로부터, 제1 패턴 배열 방향 측에 배치된 제2 돌출 패턴, 및

상기 제1 돌출 패턴으로부터, 상기 제1 패턴 배열 방향과 교차하는 제2 패턴 배열 방향 측에 배치된 제3 돌출 패턴을 포함하고,

상기 복수의 돌출 패턴 그룹은,

임의의 제1 돌출 패턴 그룹,

상기 제1 돌출 패턴 그룹으로부터, 제1 그룹 배열 방향 측에 배치된 제2 돌출 패턴 그룹, 및

상기 제1 돌출 패턴 그룹으로부터, 제1 그룹 배열 방향과 교차하는 제2 그룹 배열 방향 측에 배치된 제3 돌출 패턴 그룹을 포함하는 연마 패드.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 돌출 패턴 그룹에 속하는 어느 하나의 돌출 패턴은 적어도 부분적으로,

상기 제1 그룹 배열 방향으로 최인접한 제2 돌출 패턴 그룹과,

상기 제1 패턴 배열 방향 및 제2 패턴 배열 방향으로 중첩하도록 배열된 연마 패드.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 복수의 돌출 패턴 그룹은,

상기 제3 돌출 패턴 그룹으로부터, 상기 제1 그룹 배열 방향 측에 배치된 제4 돌출 패턴 그룹을 더 포함하고,

평면 시점에서, 상기 제2 돌출 패턴 그룹은 적어도 부분적으로,

상기 제1 돌출 패턴 그룹 및 제4 돌출 패턴 그룹의 사이에 위치하는 연마 패드.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 복수의 돌출 패턴 그룹은,

상기 제3 돌출 패턴 그룹으로부터, 상기 제1 그룹 배열 방향 측에 배치된 제4 돌출 패턴 그룹을 더 포함하고,

평면 시점에서, 상기 제1 돌출 패턴 그룹은 적어도 부분적으로,

상기 제2 돌출 패턴 그룹 내지 제4 돌출 패턴 그룹 모두와, 적어도 상기 제2 패턴 배열 방향으로 중첩하도록 배치된 연마 패드.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 패턴층은, 복수의 돌출 패턴 중 적어도 일부의 복수의 돌출 패턴을 서로 연결하는 베이스를 더 포함하고,

상기 베이스의 상면은 트렌치를 가지고,

상기 트렌치는 연마 패드의 방사 방향으로 갈수록 깊어지는 연마 패드.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 패턴층은, 복수의 돌출 패턴 중 적어도 일부의 복수의 돌출 패턴을 서로 연결하는 베이스를 더 포함하고,

상기 베이스의 상면은 트렌치를 가지고,

상기 트렌치는,

방사 방향으로 연장된 복수의 제1 트렌치,

연마 패드의 중심을 중심으로 하는 환 형상의 복수의 제2 트렌치, 및

상기 방사 방향 및 회전 방향의 접선 방향과 모두 교차하는 방향으로 연장된 제3 트렌치를 포함하되,

상기 제3 트렌치는, 서로 최인접한 2개의 제1 트렌치를 연결하고,

상기 제3 트렌치는, 복수의 제2 트렌치를 가로지르도록 구성된 연마 패드.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 제3 트렌치의 폭은 상기 제2 트렌치의 폭 보다 작은 연마 패드.

청구항 16

제1항 내지 제6항 및 제8항 내지 제15항 중 어느 한 항의 연마 패드를 포함하는 연마 장치.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 연마면에 형성된 패턴 구조를 갖는 연마 패드, 이를 포함하는 연마 장치 및 연마 패드의 제조 방법에 관한 것이다. 상세하게는, 연마율이 향상된 연마 패드, 이를 포함하여 연마율이 향상된 연마 장치, 및 연마율이 향상된 연마 패드를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 반도체, 디스플레이 등 고집적 회로 디바이스의 제조를 위해 화학기계적 연마(Chemical Mechanical Polishing, CMP) 공정이 수반된다. 화학기계적 연마 공정은 연마 대상 기판, 예컨대 웨이퍼 기판을 회전하는 연마 패드(polishing pad)와 가압 접촉시킴과 동시에 슬러리(slurry)와의 화학적 반응을 이용하여 연마를 수행한다. 화학기계적 연마 공정은 주로 연마 대상 표면의 평탄화 또는 불필요한 층(layer)의 제거를 목적으로 한다.

[0003] 연마 공정의 특성은 연마율(Removal Rate, RR), 연마 불균일도(Non-Uniformity, Nu), 연마 대상의 손상(scratch) 및 연마 대상의 평탄화도(planarization) 등으로 표현될 수 있다. 이 중에서 연마율은 연마 공정의 가장 중요한 특성 중 한가지로, 연마 패드의 연마면(polishing surface) 형상, 슬러리 조성, 연마 플레이튼(polishing platen)의 온도 등이 주요 요인으로 알려져 있다.

[0004] 종래의 연마 장치는 연마 패드의 표면, 즉 연마면 특성을 유지하기 위해 컨디셔너(conditioner)를 포함하여 구성된다. 컨디셔너는 연마 패드의 회전축에 대해 편심하여 위치하고, 컨디셔너는 연마 패드의 연마면과 접촉하도록 구성될 수 있다. 컨디셔너의 연마 패드와 맞닿는 면에는 다이아몬드 등으로 이루어진 절삭 입자가 배치되고, 상기 절삭 입자에 의해 연마 패드 표면에 요철 구조가 형성될 수 있다. 즉, 연마 공정이 진행되는 과정에서 컨디셔너는 연마 패드의 연마면을 지속적으로 연마하여 연마 패드의 표면 조도(surface roughness)를 최적의 상태로 유지하고, 연마 패드를 포함하는 연마 장치가 대략 일정한 연마율을 나타내도록 할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러나 연마 공정을 수행함에 따라 연마 패드가 지속적으로 마모되며 표면의 요철 구조 및 그 표면 조도가 일정치 않은 문제가 발생할 수 있다. 만일 표면 조도가 지나치게 작을 경우 연마 대상 기판과 실제로 접촉하는 실접촉 면적이 증가하거나 연마액 슬러리의 유동이 어려워지는 문제가 있다. 반면 표면 조도가 지나치게 클 경우 연마 대상 기판과의 불균일한 접촉으로 인해 요구되는 평탄화도를 만족하지 못하고 연마 대상에 스크래치가 발생할 수 있다. 이러한 문제는 연마면의 불균일성 문제는 연마 패드의 수명과 내구성을 짧게 만드는 요인이다.

[0006] 특히 반도체 등의 패턴 기판이 고집적화됨에 따라 이러한 문제는 심화될 수 있다. 예컨대 반도체의 고집적화를 위한 쉘로우 트렌치 분리(Shallow Trench Isolation, STI) 구조 형성을 위해서는 고도로 높은 수준의 평탄화도가 요구된다. 쉘로우 트렌치 분리 구조에 있어서 광역 평탄화(global planarization) 수준의 평탄화도가 요구되며 이는 반도체 특성에 직접적인 영향을 줄 수 있다. 그러나 종래의 연마 패드의 경우 내구성 문제로 인해 디싱(dishing)과 에로젼(erosion) 등의 결함(defect)에 취약한 문제가 있으며, 웨이퍼 등의 표면이 미세한 굴곡을 갖는 경우 이러한 문제는 매우 심각한 공정 불량을 야기할 수 있다. 따라서 쉘로우 트렌치 분리 공정과 같이 높은 수준의 평탄화도를 요구하는 경우에도 적용 가능한 연마 패드의 개발이 절실하게 요구되는 실정이다.

[0007] 이에 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 연마 공정이 지속됨에도 불구하고 연마면의 안정적인 토포그래피(topography)를 나타낼 수 있는 연마 패드를 제공하는 것이다. 또, 이를 통해 우수한 연마율과 균일도를

가지고, 연마액 슬러리의 사용 효율을 향상시킬 수 있는 연마 패드를 제공하는 것이다.

[0008] 나아가 연마율에 영향을 줄 수 있는 신규한 요인(factor)으로부터 연마 대상에 따라 연마율을 제어할 수 있는 연마 패드를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는 우수한 연마율과 균일도를 가지고, 슬러리의 사용 효율을 향상시킬 수 있는 연마 장치를 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는 우수한 연마율과 균일도를 가지고, 슬러리의 사용 효율을 향상시킬 수 있는 연마 패드의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 연마 패드는, 지지층; 및 상기 지지층의 일면 상에 배치된 패턴층으로서, 상기 지지층 상에서 서로 이격된 복수의 돌출 패턴을 포함하고, 상기 지지층의 강성(rigidity) 보다 큰 강성을 갖는 패턴층을 포함할 수 있다.

[0013] 평면 시점에서, 상기 돌출 패턴이 차지하는 연마 면적은 전체 면적에 대해 약 1.0% 이상 40.0% 이하일 수 있다.

[0014] 평면 시점의 단위 면적($1mm^2$)에서, 상기 돌출 패턴의 평면상 둘레가 형성하는 단위 면적당 둘레 길이는 약 $1.0mm/mm^2$ 이상 $50.0mm/mm^2$ 이하일 수 있다.

[0015] 또, 상기 돌출 패턴은, 수직한 측면을 갖는 제1 부분, 및 상기 제1 부분과 상기 지지층 사이에 배치되고, 경사진 측벽을 갖는 제2 부분을 포함하되, 상기 제1 부분의 높이는 약 0.01mm 이상 0.5mm 이하일 수 있다.

[0016] 상기 돌출 패턴은 평면상 규칙적으로 반복 배열되며, 적어도 2개의 방향을 따라 반복 배열될 수 있다.

[0017] 규칙적으로 배열된 복수의 돌출 패턴에 있어서, 어느 돌출 패턴은 서로 동일하거나 상이한 형상의 복수의 서브 패턴을 포함하여 이루어질 수 있다.

[0018] 이 경우 규칙적으로 배열되어 하나의 돌출 패턴을 형성하는 복수의 서브 패턴에 있어서, 어느 서브 패턴은 대략 '+'자 형상이고, 상기 서브 패턴은 서로 이격될 수 있다.

[0019] 또, 규칙적으로 배열된 복수의 돌출 패턴에 있어서, 어느 돌출 패턴은 서로 동일하거나 상이한 형상의 복수의 서브 패턴을 포함하여 이루어질 수 있다.

[0020] 이 경우 하나의 돌출 패턴을 형성하는 복수의 서브 패턴은 규칙적으로 배열되고, 상기 복수의 돌출 패턴의 반복 배열 방향은 상기 복수의 서브 패턴의 반복 배열 방향과 교차할 수 있다.

[0021] 상기 연마 패드의 일면은 적어도 상기 패턴층에 형성된 트렌치를 가지고, 상기 트렌치는, 원형의 패드 중심으로부터 방사상으로 연장된 복수의 제1 트렌치로서, 적어도 제1 방향 및 상기 제1 방향과 대략 수직한 제2 방향으로 연장된 제1 트렌치를 포함할 수 있다.

[0022] 또한 상기 제1 트렌치의 최대 깊이는 상기 돌출 패턴의 최대 높이 보다 클 수 있다.

[0023] 상기 트렌치는, 상기 원형의 패드 중심을 기준으로 동심원 배열된 복수의 제2 트렌치를 더 포함하되, 상기 제2 트렌치의 폭은 상기 제1 트렌치의 폭 보다 작을 수 있다.

[0024] 상기 트렌치는, 상기 제1 트렌치 및 상기 제2 트렌치와 교차하도록 연장되고, 상기 연마 패드의 회전 방향의 접선 방향과 교차하도록 연장된 복수의 제3 트렌치를 더 포함할 수 있다.

[0025] 여기서 상기 제3 트렌치의 폭은 상기 제2 트렌치의 폭 보다 작을 수 있다.

[0026] 몇몇 실시예에서, 상기 돌출 패턴은 평면상 규칙적으로 반복 배열되고, 상기 돌출 패턴의 반복 배열 방향은 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향과 교차할 수 있다.

[0027] 규칙적으로 배열된 복수의 돌출 패턴에 있어서, 어느 돌출 패턴은 서로 동일하거나 상이한 형상의 복수의 서브 패턴을 포함하여 이루어질 수 있다.

[0028] 여기서 하나의 돌출 패턴을 형성하는 복수의 서브 패턴은 규칙적으로 배열되고, 상기 서브 패턴의 반복 배열 방향은 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향과 교차할 수 있다.

[0029] 몇몇 실시예에서, 상기 패턴층은, 서로 이격된 복수의 베이스, 및 상기 베이스의 일면 상에서 서로 이격 배치된 상기 복수의 돌출 패턴을 포함하되, 상기 베이스 간의 이격 공간은 트렌치를 형성하고, 상기 이격 공간을 통해 상기 지지층의 상기 일면이 적어도 부분적으로 노출될 수 있다.

[0030] 몇몇 실시예에서, 상기 패턴층은, 베이스, 및 상기 베이스의 일면 상에서 서로 이격 배치된 상기 복수의 돌출 패턴을 포함하되, 상기 베이스의 상기 일면은 트렌치를 가지고, 상기 베이스의 최대 두께는 약 1.0㎜ 이상 3.0㎜ 이하이며, 상기 베이스의 트렌치는 상기 베이스를 관통하지 않을 수 있다.

[0031] 몇몇 실시예에서, 상기 지지층의 상기 일면은 트렌치를 가지고, 상기 지지층의 트렌치는 상기 돌출 패턴과 비중첩하며, 상기 지지층의 트렌치의 최대 깊이는 상기 지지층의 최대 두께의 약 50% 이하일 수 있다.

[0032] 여기서 상기 패턴층은, 서로 이격된 복수의 베이스, 및 상기 베이스의 일면 상에서 서로 이격 배치된 상기 복수의 돌출 패턴을 포함하되, 상기 베이스 간의 이격 공간은 트렌치를 형성하고, 상기 지지층의 트렌치는 상기 베이스의 트렌치와 연결될 수 있다.

[0033] 상기 지지층과 상기 패턴층은 서로 상이한 재질로 이루어질 수 있다.

[0034] 또, 상기 연마 패드는 상기 지지층과 상기 패턴층 사이에 개재된 접합층을 더 포함할 수 있다.

[0035] 상기 다른 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 연마 장치는 회전하도록 구성된 연마 플레이튼; 및 상기 연마 플레이튼 상에 배치된 연마 패드로서, 지지층, 및 상기 지지층의 일면 상에 배치된 패턴층으로서, 상기 지지층 상에서 서로 이격된 복수의 돌출 패턴을 포함하고 상기 지지층의 강성 보다 큰 강성을 갖는 패턴층을 포함하는 연마 패드를 포함할 수 있다.

[0036] 상기 또 다른 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 연마 패드의 제조 방법은 지지층을 권출롤로부터 권출하는 단계; 상기 지지층의 일면 상에 패턴층을 배치하는 단계로서, 서로 이격된 복수의 돌출 패턴을 포함하는 패턴층을 배치하는 단계; 및 적어도 상기 패턴층에 트렌치를 형성하는 단계로서, 상기 돌출 패턴 중 적어도 일부가 제거되도록 트렌치를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0037] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0038] 본 발명의 실시예들에 따르면, 연마 공정이 지속됨에도 불구하고 연마면의 표면 조도 내지는 토포그래피를 안정적으로 나타내고, 연마율과 연마 균일도를 향상시킬 수 있다. 또, 연마 대상의 표면이 미세한 굴곡을 갖는다 하더라도 대상 표면의 굴곡을 따른 수직 방향 추종(follow)이 가능하여 연마율과 연마 균일도를 개선하는 효과가 있다.

[0039] 뿐만 아니라, 연마 패드 표면의 패턴 구조, 패턴의 길이, 패턴의 접촉면 등의 인자로부터 연마율을 제어할 수 있고, 본 발명의 실시예들에 따른 특유의 돌출 패턴의 형상과 배열을 통해 슬러리의 사용 효율을 개선할 수 있다.

[0040] 본 발명의 실시예들에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 연마 장치의 사시도이다.

도 2는 도 1의 연마 장치의 연마 패드의 평면 레이아웃이다.

도 3은 도 2의 돌출 패턴의 배열을 나타낸 확대 평면도이다.

도 4는 도 2의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다.

도 5는 도 4의 B-B' 선을 따라 절개한 단면도이다.

도 6은 도 2의 연마 패드가 연마 대상 기판과 접촉한 상태를 나타낸 모식도이고, 도 7은 도 6과 비교되는 모식

도이다.

도 8은 도 2의 연마 패드가 연마 대상 기판과 접촉한 상태를 나타낸 다른 모식도이고, 도 9는 도 8과 비교되는 모식도이다.

도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 연마 패드의 단면도이다.

도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드의 단면도이다.

도 12 내지 도 15는 본 발명의 또 다른 실시예들에 따른 연마 패드의 단면도들이다.

도 16은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드의 평면 레이아웃이다.

도 17은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드의 평면 레이아웃이다.

도 18은 도 17의 돌출 패턴의 배열을 나타낸 확대 평면도이다.

도 19는 도 17의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다.

도 20은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드의 평면 레이아웃이다.

도 21은 도 20의 돌출 패턴의 배열을 나타낸 확대 평면도이다.

도 22는 도 20의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다.

도 23은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드의 평면 레이아웃이다.

도 24는 도 23의 돌출 패턴의 배열을 나타낸 확대 평면도이다.

도 25는 도 23의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다.

도 26은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드의 평면 레이아웃이다.

도 27은 도 26의 돌출 패턴의 배열을 나타낸 확대 평면도이다.

도 28은 도 26의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다.

도 29는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드의 평면 레이아웃이다.

도 30은 도 29의 돌출 패턴의 배열을 나타낸 확대 평면도이다.

도 31은 도 29의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다.

도 32는 도 31의 B-B' 선을 따라 절개한 단면도이다.

도 33 내지 도 38은 본 발명의 또 다른 실시예들에 따른 연마 패드의 단면도들이다.

도 39는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드의 평면 레이아웃이다.

도 40은 도 39의 돌출 패턴의 배열을 나타낸 확대 평면도이다.

도 41은 도 39의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다.

도 42는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드의 평면 레이아웃이다.

도 43은 도 42의 돌출 패턴의 배열을 나타낸 확대 평면도이다.

도 44는 도 42의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다.

도 45는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 돌출 패턴들 및/또는 서브 패턴들의 모식도들이다.

도 46은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 돌출 패턴들 및/또는 서브 패턴들의 모식도들이다.

도 47은 본 발명의 일 실시예에 따른 연마 패드의 제조 방법을 나타낸 공정 모식도이다.

도 48은 제조예 1에 따른 연마 패드들의 현미경 이미지들이다.

도 49 내지 도 51은 제조예 2에 따른 연마 패드들의 현미경 이미지이다.

도 52는 비교예에 따라 준비된 연마 패드의 현미경 이미지이다.

도 53 내지 도 56은 실험예 1에 따른 연마율 측정 결과를 나타낸 그래프들이다.

도 57 및 도 58은 실험예 2에 따른 연마율 측정 결과를 나타낸 그래프들이다.

도 59는 실험예 3에 따른 연마율 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

도 60 내지 도 62는 실험예 4에 따른 평탄화도 측정 결과를 나타낸 그래프들이다.

도 63은 실험예 5에 따른 연마 온도를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 즉, 본 발명이 제시하는 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있다. 아래 설명하는 실시예들은 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0043] 도면에 도시된 구성요소의 크기, 두께, 폭, 길이 등은 설명의 편의 및 명확성을 위해 과장 또는 축소될 수 있으므로 본 발명이 도시된 형태로 제한되는 것은 아니다.

[0044] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0045] 공간적으로 상대적인 용어인 '위(above)', '상부(upper)', '상(on)', '아래(below)', '아래(beneath)', '하부(lower)' 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 소자 또는 구성 요소들과 다른 소자 또는 구성 요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 소자의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 소자를 뒤집을 경우, 다른 소자의 '아래(below 또는 beneath)'로 기술된 소자는 다른 소자의 '위(above)'에 놓일 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 '아래'는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다.

[0046] 본 명세서에서, '및/또는'은 언급된 아이템들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 또, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 본 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. '내지'를 사용하여 나타낸 수치 범위는 그 앞과 뒤에 기재된 값을 각각 하한과 상한으로서 포함하는 수치 범위를 나타낸다. '약' 또는 '대략'은 그 뒤에 기재된 값 또는 수치 범위의 20% 이내의 값 또는 수치 범위를 의미한다.

[0047] 또, 본 명세서에서, 제1 방향(X)은 평면 내 임의의 방향을 의미하고, 제2 방향(Y)은 상기 평면 내에서 제1 방향(X)과 교차(예컨대, 직교)하는 다른 방향을 의미한다. 또, 제3 방향(Z)은 상기 평면과 수직한 방향을 의미한다. 몇몇 실시예에서 사용하는 용어 제1 대각 방향(D1), 제2 대각 방향(D2), 제3 대각 방향(D3) 및 제4 대각 "?*(D4)은 상기 평면 내에 속하며 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)과 교차하는 방향을 의미한다. 다르게 정의되지 않는 한, '평면'은 제1 방향(X)과 제2 방향(Y)이 속하는 평면을 의미한다. 또, 다르게 정의되지 않는 한, '중첩'은 상기 평면 시점에서 제3 방향(Z)으로 중첩하는 것을 의미한다.

[0048] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 대하여 상세하게 설명한다.

[0049] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 연마 장치(1)의 사시도이다.

[0050] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 장치(1)는 회전축과 연결된 연마 플레이튼(10), 연마 플레이튼(10) 상에 배치된 연마 패드(11) 및 연마 패드(11)의 연마면 상에 슬러리(70)를 공급하는 노즐(60)을 포함할 수 있다. 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니나, 본 실시예에 따른 연마 장치(1)는 연마 패드(11)의 연마면 표면 조도를 조절하기 위한 컨디셔너는 불요할 수 있다.

[0051] 연마 플레이튼(10)은 대략 원판 형태로 구성되어 회전, 예컨대 반시계 방향으로 회전할 수 있다. 또, 연마 플레

이튼(10)은 그 상부의 연마 패드(11)를 안정적으로 지지할 수 있다. 즉, 연마 플레이튼(10)은 회전 테이블과 같은 기능을 할 수 있다.

[0052] 연마 패드(11)는 연마 플레이튼(10) 상에 배치될 수 있다. 연마 패드(11)의 연마 대상 기판(50)과 맞닿는 상면은 연마면을 형성할 수 있다. 도 1에 나타내지 않았으나, 연마 패드(11)의 연마면(즉, 상면)에는 미세한 크기의 패턴(pattern) 또는 트렌치(trench)가 형성된 상태일 수 있다. 연마 패드(11)에 대해서는 도 2 등과 함께 상세하게 후술한다.

[0053] 연마 대상 기판(50)은 연마 플레이튼(10)의 회전축 또는 연마 패드(11)의 회전축과 편심하여 위치가 고정된 상태일 수 있다. 연마 대상 기판(50)은 회전축과 연결된 캐리어(40)에 의해 고정되고 캐리어(40)와 함께 회전하는 상태일 수 있다. 연마 대상 기판(50)의 회전 방향은 연마 패드(11)의 회전 방향과 반대 방향일 수 있으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 또, 연마 패드(11)와 맞닿아 연마되는 연마 대상 기판(50)은 반도체 웨이퍼 기판, 디스플레이 기판 등을 예시할 수 있으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0054] 노즐(60)은 연마 패드(11) 상에 이격 배치되어 연마 패드(11)의 연마면에 슬러리(70)를 공급할 수 있다. 본 명세서에서, 용어 '슬러리'는 연마액 내지는 연마 입자 등과 대략 동일한 의미로 사용될 수 있다. 슬러리(70)는 연마 패드(11)의 회전에 의해 발생하는 원심력에 의해 연마 패드(11)의 연마면 상에서 유동하며, 적어도 일부는 연마 패드(11)와 연마 대상 기판(50) 사이에 침투하여 화학 반응을 통해 연마율 향상에 기여할 수 있다.

[0055] 이하, 도 2 내지 도 5를 더 참조하여 연마 패드(11)에 대해 보다 상세하게 설명한다.

[0056] 도 2는 도 1의 연마 장치(1)의 연마 패드(11)의 평면 레이아웃이다. 도 3은 도 2의 돌출 패턴(151)의 배열을 나타낸 확대 평면도이다. 도 4는 도 2의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다. 도 5는 도 4의 B-B' 선을 따라 절개한 단면도로서, 두 개의 돌출 패턴(151)과 제1 트렌치(310)를 나타내도록 절개한 단면도이다.

[0057] 도 2 내지 도 5를 더 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(11)는 평면 시점에서 대략 원형일 수 있다. 또, 연마 패드(11)는 지지층(200) 및 지지층(200) 상에 배치된 패턴층(101)을 포함할 수 있다. 패턴층(101)의 상면은 전체적으로 연마면(polishing surface)을 형성할 수 있다. 지지층(200) 및 패턴층(101)은 각각 소정의 유연성(flexibility)을 갖는 재질을 포함하여 이루어질 수 있다.

[0058] 예시적인 실시예에서, 지지층(200)의 강도(strength), 강성(rigidity) 및/또는 경도는 패턴층(101)의 강도, 강성 및/또는 경도 보다 작을 수 있다. 즉, 지지층(200)은 패턴층(101) 보다 유연성이 크고 탄성 계수(modulus of elasticity)가 작을 수 있다. 상기 탄성 계수는 손실 탄성 계수(loss modulus) 및 저장 탄성 계수(storage modulus)를 포함하는 의미이다.

[0059] 이를 통해 연마 대상 기판(50)의 표면이 미세한 굴곡을 갖는 경우, 및/또는 연마 패드(11)가 미세한 굴곡을 갖는 경우에도, 연마 패드(11)의 상면에 형성된 돌출 패턴(151)이 연마 대상 기판(50)의 굴곡을 따라 밀착하여 연마(polishing)을 수행하도록 할 수 있다. 즉, 연마 패드(11)가 연마 대상 기판(50)의 굴곡을 따라 추종(follow)하도록 할 수 있다. 이에 대해서는 후술한다.

[0060] 지지층(200) 및 패턴층(101)은 동일하거나 상이한 재질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 지지층(200) 및 패턴층(101)은 각각 고분자 재료로 이루어질 수 있다. 상기 고분자 재료의 예로는 (폴리)우레탄((poly)urethane, PU), (폴리)(메트)아크릴레이트((poly)(meth)acrylate), (폴리)에폭시((poly)epoxy), 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS), (폴리)에테르이미드((poly)etherimide), (폴리)아미드((poly)amide), (폴리)프로필렌((poly)propylene), (폴리)부타디엔((poly)butadiene), 폴리알킬렌옥사이드(polyalkylene oxide), (폴리)에스테르((poly)ester), (폴리)아이소프렌((poly)isoprene), (폴리)스티렌((poly)styrene), (폴리)에틸렌((poly)ethylene), (폴리)카보네이트((poly)carbonate), 폴리플루오렌, 폴리페닐렌, 폴리아줄렌, 폴리피렌, 폴리나프탈렌, 폴리-p-페닐렌비닐렌, 폴리피롤, 폴리카바졸, 폴리인돌, 폴리아닐린 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 지지층(200)과 패턴층(101)이 서로 상이한 강성 등을 가지되, 동일한 고분자 재료로 이루어지는 경우 지지층(200)과 패턴층(101)이 갖는 물리화학적 결합력으로 인해 지지층(200)과 패턴층(101) 사이에 별도의 접합층이 불필요할 수 있다. 지지층(200)과 패턴층(101)의 강성 등은 고분자 재료의 가교도 등을 통해 제어될 수 있으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0061] 지지층(200)은 평면 시점에서 대략 원형을 가지고, 그 상부의 패턴층(101)을 지지하는 역할을 할 수 있다. 지지층(200)의 최소 두께(T_{200})는 특별히 제한되지 않으나, 예를 들어 약 1mm 내지 5mm, 또는 약 2mm 내지 4mm, 또는 약 3mm일 수 있다. 본 명세서에서, 용어 '최소 두께(minimum thickness)'는 제3 방향(Z)의 길이로서, 판상의 구

성요소가 일정치 않은 두께를 갖는 경우 최소 두께를 갖는 부분에서의 두께를 의미한다. 지지층(200)의 두께가 상기 범위보다 작을 경우 지지층(200)이 충분한 탄성 또는 변형율을 나타내지 못하고, 연마 대상 기판(50)의 굴곡을 따라 연마 패드(11)가 추종하도록 하기 곤란할 수 있다.

[0062] 패턴층(101)은 지지층(200) 상에 배치될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 패턴층(101)은 별도의 접합층 없이 지지층(200) 상에 직접 배치될 수 있다. 패턴층(101)은 베이스(130) 및 베이스(130) 상에 배치된 복수의 돌출 패턴(151)을 포함할 수 있다. 베이스(130)와 돌출 패턴(151)은 물리적 경계 없이 일체로, 및 연속적으로 형성되며, 동일한 재질로 이루어질 수 있다. 돌출 패턴(151)은 베이스(130) 상에서 서로 이격되어 복수개일 수 있다.

[0063] 도면으로 표현하지 않았으나, 다른 실시예에서 베이스(130)와 돌출 패턴(151)은 물리적 경계를 가지고 서로 다른 재질로 이루어질 수도 있다. 이 경우 베이스(130)의 강도, 강성 및/또는 경도는 돌출 패턴(151)의 강도, 강성 및/또는 경도 보다 작을 수 있다.

[0064] 베이스(130)는 복수의 돌출 패턴(151)과 제3 방향(Z)으로 중첩하는 부분일 수 있다. 또, 베이스(130)는 평면 시점에서, 실질적으로 대부분의 면적을 차지하며 지지층(200)을 커버하는 부분일 수 있다. 어느 베이스(130)는 후술할 트렌치(300)를 기준으로 인접한 다른 베이스(130)와 이격된 상태일 수 있다. 베이스(130)의 최대 두께(T_{130})는 약 0.01mm 내지 3.0mm, 또는 약 0.1mm 내지 2.5mm, 또는 약 0.5mm 내지 2.0mm, 또는 약 1.0mm 내지 1.5mm 범위에 있을 수 있다.

[0065] 복수의 돌출 패턴(151)은 베이스(130) 상에 배치될 수 있다. 돌출 패턴(151)은 평면 시점에서 대략 사각 형상일 수 있으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 돌출 패턴(151)은 대략 사각 형상을 가지되, 후술할 트렌치(300)와 중첩하는 부분은 제거되어 트렌치(300)와 제3 방향(Z)으로 비중첩하도록 가공된 상태일 수 있다.

[0066] 또, 도 2 등은 복수의 돌출 패턴(151)이 규칙적으로 배열된 상태를 예시하고 있으나, 다른 실시예에서 돌출 패턴(151)은 대략 불규칙하게, 또는 임의의 배열(random arrangement)을 가질 수 있다.

[0067] 예시적인 실시예에서, 돌출 패턴(151)은 적어도 2개의 방향을 따라 반복 배열되어 규칙적 배열을 형성할 수 있다. 예를 들어, 돌출 패턴(151)은 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)을 따라 동일한 이격 거리를 가지고 반복 배열되어 대략 매트릭스(matrix) 배열될 수 있다.

[0068] 돌출 패턴(151)의 크기 등은 연마 패드(11)의 연마율(polishing rate), 연마 불균일도(NU) 등에 영향을 미치는 주요 요인이 될 수 있다. 본 발명의 발명자들은 돌출 패턴(151)의 둘레 길이 및/또는 면적에 의해 연마율을 제어할 수 있음을 확인하고 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

[0069] 예시적인 실시예에서, 평면 시점에서, 돌출 패턴(151)이 차지하는 연마 면적은 전체 면적에 대해 약 1.0% 이상 50.0% 이하, 또는 약 1.0% 이상 50.0% 미만, 또는 약 1.0% 이상 45.0% 이하, 또는 약 1.0% 이상 40.0% 이하, 또는 약 1.0% 이상 35.0% 이하, 또는 약 1.0% 이상 30.0% 이하, 또는 약 3.0% 이상 30.0% 이하, 또는 약 5.0% 이상 30.0% 이하, 또는 약 10.0% 이상 30.0% 이하일 수 있다. 즉, 전체 면적에 대한 연마 면적의 하한은 약 1.0%, 또는 약 3.0%, 또는 약 5.0%일 수 있다. 또, 전체 면적에 대한 연마 면적의 상한은 약 50.0%, 또는 약 45.0%, 또는 약 40.0%, 또는 약 35.0%, 또는 약 30.0%일 수 있다.

[0070] 본 명세서에서 용어 '연마 면적'은 돌출 패턴(151)의 상단이 연마 대상 기판(50)과 맞닿아 연마에 기여하는 면적을 의미한다. 즉, 연마 패드(11)의 패턴층(101) 중에 최대 높이를 형성하는 부분이 차지하는 면적을 의미할 수 있다.

[0071] 예를 들어, 도 3에 도시된 것과 같이 어느 돌출 패턴(151)의 평면상 형상이 한변의 길이가 W인 정사각형 형상인 경우, 상기 연마 면적은 연마 패드(11)의 평면상 전체 면적에 대한 n×W×W(여기서, n은 돌출 패턴의 총 개수)로 표현될 수 있다.

[0072] 다른 예를 들어, 상기 연마 면적은 연마 패드(11)의 임의의 확인 대상 면적에 대한 상기 확인 대상 면적에 속하는 돌출 패턴(151)이 차지하는 면적으로 표현될 수 있다. 이 경우, 확인 대상 면적(예컨대, 검사 면적)을 x축으로 하고 그 경우의 돌출 패턴(151)이 차지하는 면적을 y축으로 하는 경우, 상기 연마 면적은 상기 그래프의 기울기로 표현될 수도 있다.

[0073] 상기 연마 면적이 상기 범위에 있을 때 우수한 연마율을 나타내며, 돌출 패턴(151)의 배열, 형상 및/또는 크기의 변형을 통해 연마율 등의 연마 특성을 제어할 수 있다. 또, 연마 면적이 너무 클 경우 연마율이 되려 감소할

수 있다.

[0074] 또, 평면 시점의 단위 면적($1mm^2$)에서, 돌출 패턴(151)의 평면상 둘레가 형성하는 단위 면적당 둘레 길이는 약 $1.0mm/mm^2$ 이상 $250.0mm/mm^2$ 이하, 또는 약 $1.0mm/mm^2$ 이상 $200.0mm/mm^2$ 이하, 또는 약 $1.0mm/mm^2$ 이상 $150.0mm/mm^2$ 이하, 또는 약 $1.0mm/mm^2$ 이상 $100.0mm/mm^2$ 이하, 또는 약 $1.0mm/mm^2$ 이상 $50.0mm/mm^2$ 이하일 수 있다.

[0075] 본 명세서에서 용어 '단위 면적당 둘레 길이'는 단위 면적, 예컨대 $1mm^2$ 당 돌출 패턴(151)의 연마 면적이 형성하는 외곽 길이를 의미한다.

[0076] 예를 들어, 도 3에 도시된 사각형이 $1mm^2$의 면적을 갖는 것으로 가정할 경우, 상기 단위 면적당 돌출 패턴(151)의 둘레 길이는 $4\times4\times Wmm/mm^2$(4개의 돌출 패턴, 4개의 변, 한변의 길이는 W)로 표현될 수 있다.

[0077] 다른 예를 들어, 상기 둘레 길이는 연마 패드(11)의 임의의 확인 대상 면적에 대한 상기 확인 대상 면적에 속하는 돌출 패턴(151)이 형성하는 둘레 길이로 표현될 수 있다. 이 경우, 확인 대상 면적(예컨대, 검사 면적)을 x축으로 하고 그 경우의 돌출 패턴(151)이 형성하는 둘레 길이를 y축으로 하는 경우, 상기 돌출 패턴의 단위 면적당 둘레 길이는 상기 그래프의 기울기로 표현될 수도 있다.

[0078] 단위 면적당 돌출 패턴(151)의 둘레 길이가 상기 범위에 있을 때 우수한 연마율을 나타낼 수 있다. 이에 대해서는 실험예 등과 함께 후술한다.

[0079] 돌출 패턴(151)이 평면상 대략 사각형인 예시적인 실시예에서, 돌출 패턴(151)의 최대폭(W_{151})은 대략 대각선 방향으로 형성될 수 있다. 돌출 패턴(151)의 최대폭(W_{151})은 돌출 패턴(151)의 평면상 형상에 따라 달라질 수 있으나, 예를 들어 돌출 패턴(151)의 최대폭(W_{151})은 약 0.8mm 이하, 또는 약 0.5mm 이하, 또는 약 0.3mm 이하일 수 있다.

[0080] 돌출 패턴(151)의 높이(H_{151})는 연마 패드(11)의 연마 특성 및 내구성에 영향을 줄 수 있다. 돌출 패턴(151)의 최소 높이는 약 0.01mm 이상 1.5mm 이하, 또는 약 0.01mm 이상 1.0mm 이하, 또는 약 0.01mm 이상 0.5mm 이하, 또는 약 0.01mm 이상 0.3mm 이하 범위에 있을 수 있다. 돌출 패턴(151)의 높이(H_{151})가 1.5mm를 초과할 경우, 연마 패드(11)가 회전하며 연마 대상 기판(50)과 밀착하는 과정에서, 평면 방향(예컨대, 제1 방향(X) 또는 제2 방향(Y)이 속하는 방향)으로의 기울어짐 또는 찌그러짐 변형이 발생할 수 있고, 설계된 연마를 온전히 수행하지 못할 수 있다. 반면 돌출 패턴(151)의 높이(H_{151})가 0.01mm에 미달할 경우, 연마 공정이 반복됨에 따라 돌출 패턴(151) 상단에 발생하는 손상 또는 마모 등으로 인해 연마 패드(11)의 수명이 지나치게 짧을 수 있어 비경제적이다.

[0081] 이하, 연마 패드(11)의 트렌치(300)에 대해 설명한다. 연마 패드(11)의 일면(도 5 기준 상면)은 트렌치(300)를 가질 수 있다. 트렌치(300)는 연마 패드(11)의 상면에 적하된 슬러리(70) 등을 이송 및 배출하는 채널 기능을 수행할 수 있다. 필요한 경우, 본 명세서에서 사용되는 용어 '트렌치(trench)'는 채널(channel), 그루브(groove), 홈 등의 용어와 혼용될 수 있다.

[0082] 예시적인 실시예에서, 트렌치(300)는 제1 방향(X) 및/또는 제2 방향(Y)으로 연장된 제1 트렌치(310)를 포함할 수 있다. 제1 트렌치(310)는 원형의 연마 패드(11)의 중심으로부터 대략 방사상(radial shape)으로 연장된 형상일 수 있다.

[0083] 몇몇 실시예에서, 제1 트렌치(310)는 제1 방향(X) 및 제1 방향(X)과 수직한 제2 방향(Y) 뿐 아니라, 연마 패드(11)의 중심으로부터 방사상으로 연장되되, 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)과 교차하는 방향으로 더욱 연장될 수도 있다. 도 2는 제1 방향(X)으로 연장된 2개의 트렌치, 제2 방향(Y)으로 연장된 2개의 트렌치, 및 제1 방향(X)과 ±45도 방향으로 연장된 4개의 트렌치가 형성되어 제1 트렌치(310)가 총 8개 마련된 경우를 예시하고 있다. 이에 따라 연마 패드(11)는 중심각이 대략 45도인 8개의 부채꼴 영역으로 구획될 수 있다. 본 실시예에 따른 연마 패드(11)의 제1 트렌치(310)의 적어도 일부는 돌출 패턴(151)의 배열 방향과 동일한 방향, 즉 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)으로 연장된 상태일 수 있다.

[0084] 다만 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며, 다른 실시예에서, 제1 트렌치(310)는 12개 형성되어 연마 패드(1

1)를 중심각이 대략 30도인 12개의 부채꼴 영역으로 구획할 수도 있다. 또 다른 실시예에서, 제1 트렌치(310)는 4개 형성되거나, 16개 이상 형성될 수도 있다.

[0085] 제1 트렌치(310)는 연마 패드(11)의 회전에 따라 발생하는 원심력 등으로 인해 슬러리(70)가 연마 패드(11)의 방사측 외곽 방향으로 이동하거나, 내지는 유동하도록 유도할 수 있다. 이를 통해 노즐(60)이 이동하지 않고 슬러리(70)를 적하하는 경우에도 슬러리(70)가 연마 패드(11)의 전면(全面)에 도포되도록 할 수 있고, 일부분에 과도하게 뭉치는 것을 방지하여 슬러리의 활용 효율을 향상시킬 수 있다. 몇몇 실시예에서, 제1 트렌치(310)는 연마 패드(11)의 외곽 방향으로 갈수록 깊이가 깊어지도록 구성될 수도 있다.

[0086] 또, 트렌치(300)는 원형의 연마 패드(11)의 중심을 기준으로 동심원(concentric circle) 배열된 제2 트렌치(320)를 더 포함할 수 있다. 도 2는 제2 트렌치(320)가 3개인 경우를 예시하고 있으나, 본 발명이 이에 제한되지 않음은 물론이다. 어느 제2 트렌치(320)는 복수의 제1 트렌치(310)와 교차하도록 마련될 수 있다. 제2 트렌치(320)는 연마 패드(11)의 회전에 따라 발생하는 원심력 등으로 슬러리(70)가 연마 패드(11)의 회전 방향으로 이동하거나, 내지는 유동하도록 유도할 수 있다. 이를 통해 노즐(60)이 이동하지 않고 슬러리(70)를 적하하는 경우에도 슬러리(70)가 연마 패드(11)의 전면(全面)에 도포되도록 할 수 있고, 일부분에 과도하게 뭉치는 것을 방지할 수 있다.

[0087] 뿐만 아니라, 본 실시예에서 제1 트렌치(310) 및 제2 트렌치(320)는 각각 패턴층(101)에 소정의 유동성을 부여하고, 전술한 것과 같이 연마 패드(11)의 돌출 패턴(151)이 연마 대상 기판(50)의 굴곡을 따라 추종하도록 할 수 있다.

[0088] 즉, 제1 트렌치(310) 및 제2 트렌치(320)에 의해 지지층(200)의 상면은 부분적으로 노출될 수 있고, 인접한 패턴층(101)은 제1 트렌치(310) 및 제2 트렌치(320)를 기준으로 서로 이격될 수 있다. 즉, 하나의 지지층(200) 상에서 제1 트렌치(310) 등을 기준으로 구획되어 이격된 베이스(130)가 배치될 수 있다. 이에 따라 패턴층(101)에 가해지는 제3 방향(Z)으로의 압력에 의해 평면 방향으로의 유동성을 갖도록 할 수 있고, 연마 대상 기판의 굴곡 표면을 따른 수직 방향의 추종을 더욱 유연하게 할 수 있다.

[0089] 몇몇 실시예에서, 제1 트렌치(310)의 폭(W_{310})은 제2 트렌치(320)의 폭(W_{320}) 보다 클 수 있다. 예를 들어, 제1 트렌치(310)의 폭(W_{310}) 및 제2 트렌치(320)의 폭(W_{320})은 각각 약 0.1㎜ 이상 3.0㎜ 미만, 또는 약 0.3㎜ 이상 2.5㎜ 이하, 또는 약 0.5㎜ 이상 2.0㎜ 이하, 또는 약 1.0㎜ 이상 1.5㎜ 이하의 범위에 있되, 제1 트렌치(310)의 폭(W_{310})은 제2 트렌치(320)의 폭(W_{320}) 보다 클 수 있다. 본 명세서에서 '트렌치의 폭'은 트렌치의 연장 방향에 대략 수직한 방향으로의 최단 길이를 의미한다.

[0090] 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니나, 우선적으로 제1 트렌치(310)에 의해 연마 패드(11) 외곽 방향으로 이동한 슬러리(70)는 제2 트렌치(320)에 의해 연마 패드(11)의 회전 방향으로 이동할 수 있다. 따라서 제1 트렌치(310)의 폭(W_{310})을 제2 트렌치(320)의 폭(W_{320}) 보다 크게 형성하는 것이 슬러리(70)의 뭉침 방지 측면에서 바람직할 수 있다.

[0091] 도면으로 표현하지 않았으나, 몇몇 실시예에서, 제1 트렌치(310)의 깊이, 예컨대 최대 깊이는 제2 트렌치(320)의 최대 깊이 보다 클 수 있다. 본 명세서에서, '트렌치의 깊이'는 기준면으로부터의 제3 방향(Z)으로의 최단 길이를 의미하며, 제1 트렌치(310)의 깊이는 베이스의 상면으로부터의 깊이를 의미한다. 즉, 패턴층(101)에 형성된 트렌치의 깊이는 베이스(130)의 최대 레벨을 갖는 상면을 기준면으로 할 수 있다. 본 실시예에서, 제1 트렌치(310)의 깊이는 베이스(130)의 두께(T_{130})와 실질적으로 동일할 수 있다.

[0092] 또, 제1 트렌치(310)의 깊이(T_{130})는 돌출 패턴(151)의 최대 높이(H_{151}) 보다 클 수 있다. 패턴층(101)에 트렌치(300)가 형성된 예시적인 실시예에서, 제1 트렌치(310)의 최대 깊이(T_{130})가 돌출 패턴(151)의 높이(H_{151}) 보다 큰 것이 패턴층(101)의 유동성 및 연마 대상 기판의 추종 측면에서 바람직할 수 있다.

[0093] 이하, 도 6 내지 도 9를 더 참조하여 본 실시예에 따른 연마 패드(11)가 갖는 추종(follow) 특성 및 연마 특성에 대해 설명한다.

[0094] 도 6은 연마 패드(11)가 연마 대상 기판(50)과 접촉한 상태를 나타낸 예시적인 모식도이고, 도 7은 종래의 컨디셔너에 의해 연마된 연마 패드가 연마 대상 기판(50)과 접촉한 상태를 나타낸 예시적인 모식도이다.

[0095] 우선 도 6을 참조하면, 연마 대상 기판(50)의 하면 표면이 미세한 굴곡을 갖는 경우에, 본 실시예에 따른 연마

패드(11)는 지지층(200)이 충분한 유연성을 가짐으로써 수직 방향(예컨대, 중력 방향)으로의 탄성 변형이 가능할 수 있다. 이를 통해 연마면을 형성하는 돌출 패턴(151)의 상면은 연마 대상 기판(50)의 굴곡면에 밀착할 수 있고 패턴층(101)과 연마 대상 기판(50) 사이에는 슬러리(70)가 고르게 분포하며 우수한 연마율을 달성할 수 있다.

[0096] 또한, 상대적으로 하측으로 볼록하게 돌출된 연마 대상 기판(50)이 연마 패드(11)와 접촉하는 부분은, 상대적으로 상측으로 오목하게 만입된 연마 대상 기판(50)이 연마 패드(11)와 접촉하는 부분에 비해 상대적으로 더 큰 압력이 작용할 수 있고, 이에 따라 연마 불균일도(NU)를 최소화하고 균일한 연마를 달성할 수 있다.

[0097] 특히 본 실시예에 따른 연마 패드(11)는 패턴층(101)의 강성을 지지층(200)의 강성 보다 크게 형성함으로써, 연마 패드(11)가 연마 대상 기판(50)과 가압되는 경우 패턴층(101)의 돌출 패턴(151) 및 베이스(130)의 변형 정도보다 지지층(200)의 변형 정도를 크게 구성할 수 있다. 비제한적인 예시로, 패턴층(101)은 실질적으로 변형되지 않으면서 지지층(200)만이 유연하게 변형되도록 구성할 수 있다. 만일 돌출 패턴(151)이 지나치게 과도한 유연성을 가지고 수직 압력에 의해 변형이 발생할 경우, 돌출 패턴(151)의 연마 면적이 변형되고, 수직 방향으로 기울어지는 변형이 발생하는 등으로 인해 의도된 연마율을 나타내지 못할 수 있다.

[0098] 따라서 패턴층(101)이 아닌 지지층(200)이 변형되도록 함으로써 연마 대상 기판(50) 표면의 굴곡을 추종하도록 하는 동시에 우수한 연마율을 나타낼 수 있다. 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니나, 비제한적인 예시로서 돌출 패턴(151)을 포함하는 패턴층(101), 또는 패턴층(101)을 구성하는 재료의 수직 방향(예컨대, 제3 방향(Z)) 압력에 대한 평면 방향으로의 최대 변화율은 약 20.0% 이하, 또는 약 15.0% 이하, 또는 약 10.0% 이하, 또는 약 5.0% 이하가 되도록 재료를 선정할 수 있다.

[0099] 반면 도 7을 더 참조하면, 종래의 연마 패드(11')의 경우 컨디셔너(미도시)에 의해 표면 조도가 유지됨에도 불구하고 연마 패드(11') 전면(全面)에 걸쳐 균일한 조도를 나타내기가 실질적으로 곤란하고, 이에 따라 굴곡진 표면을 갖는 연마 대상 기판(50)에 밀착할 수 없어 연마 불균일도가 증가하며 심지어 스크래치(scratch) 불량(defect)를 야기하기도 한다.

[0100] 도 8은 연마 패드(11)가 연마 대상 기판(50)과 접촉한 상태를 나타낸 다른 예시적인 모식도이고, 도 9는 종래의 컨디셔너에 의해 연마된 연마 패드가 연마 대상 기판(50)과 접촉한 상태를 나타낸 예시적인 모식도이다. 도 8 및 도 9는 연마 대상 기판(50)이 베이스 기판(50a) 상에 배치된 소자 패턴(50b) 및 그 상부의 오버코팅층(50c)을 포함하는 경우를 예시한다. 소자 패턴(50b)은 금속 등으로 이루어진 배선 패턴, 반도체 물질을 포함하는 액티브 패턴 등일 수 있으나 특별히 제한되는 것은 아니다.

[0101] 우선 도 8을 참조하면, 연마 대상 기판(50)의 하면 표면에 매우 미세한 정도의 굴곡 또는 단차(step)를 갖는 오버코팅층(50c)이 위치한 경우에, 본 실시예에 따른 연마 패드(11)는 패턴층(101)의 상단이 균일한 높이를 가짐에 따라 오버코팅층(50c)을 균일하게 평탄화할 수 있다. 즉, 상대적으로 하측으로 볼록하게 돌출된 오버코팅층(50c) 만을 선택적으로 연마하고, 상대적으로 상측으로 오목하게 만입된 오버코팅층(50c)에는 물리적 가압을 최소화함으로써 연마 대상 기판(50)의 소자의 손상 없이 광역 평탄화(global planarization)를 달성할 수 있다. 따라서 본 실시예에 따른 연마 패드(11)는 STI 구조 공정 등에 적용 가능할 수 있다. 이에 대해서는 실험예 4와 함께 후술한다.

[0102] 반면 도 9를 더 참조하면, 종래의 연마 패드(11')의 경우 전면에 걸쳐 균일한 조도를 나타내기가 실질적으로 곤란하고, 경우에 따라 상대적으로 상측으로 오목하게 만입된 오버코팅층(50c)까지 연마를 하게 된다. 이에 따라 연마 대상 기판(50)의 소자에 손상이 발생하거나, 부분적 평탄화(partial planarization) 정도만을 달성할 수 있기 때문에 정밀 평탄화 공정에 이용하기 적합하지 않다.

[0103] 이하, 본 발명의 다른 실시예들에 대하여 설명한다. 다만 전술한 일 실시예에 따른 연마 패드(11)와 동일하거나 극히 유사한 구성에 대한 설명은 생략하며, 이는 첨부된 도면으로부터 본 기술분야에 속하는 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다. 또한 다른 실시예들에 따른 연마 패드가 적용된 연마 장치를 용이하게 생각해 낼 수 있음은 물론이다.

[0104] 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 연마 패드(12)의 단면도로서, 도 5와 대응되는 위치를 나타낸 단면도이다.

[0105] 도 10을 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(12)는 지지층(200) 및 지지층(200) 상에 배치된 패턴층(102)을 포함하되, 패턴층(102)이 별도의 베이스를 갖지 않고 돌출 패턴(152)을 포함하는 점이 도 5 등의 실시예에 따른

연마 패드(11)와 상이한 점이다.

[0106] 예시적인 실시예에서, 복수의 돌출 패턴(152)은 지지층(200) 상에 직접 배치되고, 복수의 돌출 패턴(152)은 서로 이격될 수 있다. 이에 따라 제1 트렌치(310)를 포함하는 트렌치의 경우 돌출 패턴(152)의 높이에 상응하는 깊이를 가질 수 있다.

[0107] 다른 실시예에서, 도면에 도시된 것과 달리 지지층(200)의 상면은 부분적으로 트렌치를 가질 수도 있다.

[0108] 돌출 패턴(152)의 위치, 배열, 크기, 형상 및 재료 등에 대해서는 전술한 돌출 패턴(151)과 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.

[0109] 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(13)의 단면도로서, 도 5와 대응되는 위치를 나타낸 단면도이다.

[0110] 도 11을 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(13)는 베이스(130) 및 돌출 패턴(153)을 포함하는 패턴층(103)을 포함하되, 별도의 지지층을 갖지 않는 점이 도 5 등의 실시예에 따른 연마 패드(11)와 상이한 점이다. 이 경우 패턴층(103)은 연마 플레이튼(미도시) 상에 직접 배치될 수 있다.

[0111] 돌출 패턴(153)의 위치, 배열, 크기, 형상 및 재료 등에 대해서는 전술한 돌출 패턴(151)과 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.

[0112] 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(14)의 단면도로서, 도 5와 대응되는 위치를 나타낸 단면도이다.

[0113] 도 12를 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(14)는 지지층(200)과 패턴층(104) 사이에 개재된 접합층(210)을 더 포함하는 점이 도 5 등의 실시예에 따른 연마 패드(11)와 상이한 점이다.

[0114] 접합층(210)은 지지층(200)과 패턴층(104) 사이에 개재되어 이들을 결합시킬 수 있다. 접합층(210)은 감압 접착제(Pressure Sensitive Adhesive, PSA) 등을 포함할 수 있으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 비제한적인 예시로서, 지지층(200)과 패턴층(104)이 서로 상이한 재질로 이루어진 경우 접합층(210)을 개재하여 지지층(200)과 패턴층(104)을 결합시킬 수 있다.

[0115] 접합층(210)의 상면은 제1 트렌치(310) 및 제2 트렌치(미도시)를 포함하는 트렌치에 의해 부분적으로 노출될 수 있다. 도면으로 표현하지 않았으나, 다른 실시예에서, 접합층(210)의 일면(도 12 기준 상면)은 부분적으로 트렌치가 형성될 수도 있다. 즉, 접합층(210)의 트렌치는 패턴층(104)의 트렌치와 중첩하여 연결되어 하나의 트렌치를 형성할 수 있다. 또는, 제1 트렌치(310)와 중첩하는 위치의 접합층(210)은 완전히 제거되어 트렌치를 형성할 수도 있다.

[0116] 돌출 패턴(154)의 위치, 배열, 크기, 형상 및 재료 등에 대해서는 전술한 돌출 패턴(151)과 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.

[0117] 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(15)의 단면도로서, 도 5와 대응되는 위치를 나타낸 단면도이다.

[0118] 도 13을 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(15)는 제1 트렌치(311) 및 제2 트렌치(미도시)를 포함하는 트렌치를 가지되, 트렌치가 패턴층(105)의 베이스(130)를 완전히 관통하지 않고 부분적으로 함몰된 점이 도 5 등의 실시예에 따른 연마 패드(11)와 상이한 점이다.

[0119] 전술한 것과 같이 돌출 패턴(155)의 높이(H_{155}), 예컨대 최소 높이는 약 0.01㎜ 이상 1.5㎜ 이하, 또는 약 0.01㎜ 이상 1.0㎜ 이하, 또는 약 0.01㎜ 이상 0.5㎜ 이하, 또는 약 0.01㎜ 이상 0.3㎜ 이하 범위에 있을 수 있다. 또, 베이스(130)의 두께(T_{130}), 예컨대 최대 두께는 약 0.01㎜ 내지 3.0㎜, 또는 약 0.1㎜ 내지 2.5㎜, 또는 약 0.5㎜ 내지 2.0㎜, 또는 약 1.0㎜ 내지 1.5㎜ 범위에 있을 수 있다.

[0120] 이 경우 트렌치의 깊이(D_{311}), 예컨대 최대 깊이는 베이스(130)의 두께(T_{130}) 보다 작을 수 있다. 도면에 도시된 것과 달리, 트렌치의 깊이(D_{311})는 돌출 패턴(155)의 높이(H_{155}) 보다 클 수 있다. 제1 트렌치(311) 등은 베이스(130)를 완전히 관통하지 못하고 일부 잔여 부분을 가질 수 있다. 또, 지지층(200)의 상면은 노출되지 않고 패턴층(105)에 의해 완전히 커버될 수 있다. 이 경우 상기 잔여 부분은 베이스(130)의 최소 두께를 형성할 수 있으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0121] 돌출 패턴(155)의 위치, 배열, 크기, 형상 및 재료 등에 대해서는 전술한 돌출 패턴(151)과 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.

[0122] 도 14는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(16)의 단면도로서, 도 5와 대응되는 위치를 나타낸 단면도이다.

[0123] 도 14를 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(16)는 제1 트렌치(312) 및 제2 트렌치(미도시)를 포함하는 트렌치를 가지되, 트렌치가 패턴층(106) 뿐 아니라 지지층(200)까지 형성된 점이 도 5 등의 실시예에 따른 연마 패드(11)와 상이한 점이다.

[0124] 예시적인 실시예에서, 지지층(200)의 일면(도 14 기준 상면)은 부분적으로 트렌치가 형성될 수 있다. 즉, 지지층(200)의 트렌치는 패턴층(106)의 트렌치와 중첩하여 연결되어 하나의 트렌치를 형성할 수 있다.

[0125] 이 경우 지지층(200)의 트렌치의 최대 깊이(D_{200})는 지지층(200)의 최대 두께(T_{200})와 소정의 관계에 있을 수 있다. 예를 들어, 지지층(200)의 트렌치의 최대 깊이(D_{200})는 지지층(200)의 최대 두께(T_{200})의 약 50% 이하, 또는 약 40% 이하, 또는 약 30% 이하, 또는 약 20% 이하의 범위에 있을 수 있다.

[0126] 만일 지지층(200)의 최대 두께(T_{200})의 50%를 초과하는 범위로 트렌치가 형성될 경우 지지층(200)의 내구성이 저하될 수 있고, 연마 패드(16) 전체의 수명 및 내구성이 단축될 수 있다. 또한, 연마 대상 기판과의 가압을 통해 연마 대상 기판의 굴곡 표면을 따른 수직 방향 추종 특성에 있어서, 지지층(200)의 트렌치가 너무 깊게 형성될 경우 지지층(200)이 수평 방향으로 변형될 가능성이 있어 바람직하지 않을 수 있다.

[0127] 지지층(200)에 형성된 트렌치의 깊이는 지지층(200)의 상면으로부터의 깊이를 의미한다. 즉, 지지층(200)에 형성된 트렌치의 깊이는 지지층(200)의 최대 레벨을 갖는 상면을 기준면으로 할 수 있다.

[0128] 본 실시예에서 제1 트렌치(312)의 깊이(D_{312})는 베이스(130)의 두께와 지지층(200)의 트렌치의 깊이(D_{200})의 합으로 표현될 수 있다.

[0129] 돌출 패턴(156)의 위치, 배열, 크기, 형상 및 재료 등에 대해서는 전술한 돌출 패턴(151)과 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.

[0130] 도 15는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(17)의 단면도로서, 도 5와 대응되는 위치를 나타낸 단면도이다.

[0131] 도 15를 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(17)의 패턴층(107)의 돌출 패턴(157)은 부분적으로 경사진 측벽을 갖는 점이 도 5 등의 실시예에 따른 연마 패드(11)와 상이한 점이다. 예를 들어, 돌출 패턴(157)은 도 15를 기준으로 상측에서 하측으로 갈수록 폭이 증가하는 형상일 수 있다.

[0132] 예시적인 실시예에서, 돌출 패턴(157)은 평면 시점에서 대략 사각 형상이되, 대략 수직한 측벽을 갖는 제1 부분(157a) 및 경사진, 또는 테이퍼진 측벽을 갖는 제2 부분(157b)을 포함할 수 있다. 제1 부분(157a)과 제2 부분(157b)은 서로 물리적 경계 없이 연속적으로 일체로 형성될 수 있다. 또, 제2 부분(157b)은 베이스(130)와 서로 물리적 경계 없이 연속적으로 일체로 형성될 수 있다. 즉, 제1 부분(157a)과 제2 부분(157b)은 측벽의 기울기에 따라 구별될 수 있다.

[0133] 이 경우 돌출 패턴(157)의 연마 면적 및 단위 면적당 둘레 길이는 제1 부분(157a)의 크기를 기준으로 결정될 수 있다. 이는 제2 부분(157b)이 아닌 제1 부분(157a)이 실질적으로 연마에 기여하기 때문일 수 있다. 예를 들어, 제1 부분(157a)이 한변의 길이가 W인 정사각형 형상이고, 제2 부분(157b)은 한변의 길이가 W 보다 큰 정사각형 형상이며, $1mm^2$의 면적 내에 4개의 돌출 패턴(157)이 위치하는 경우, 돌출 패턴(157)의 연마 면적은 연마 패드(17)의 평면상 전체 면적에 대한 $n\times W\times W$(여기서, n은 돌출 패턴의 총 개수)로 표현될 수 있다. 또, 단위 면적당 돌출 패턴(157)의 둘레 길이는 $4\times4\times Wmm/mm^2$로 표현될 수 있다.

[0134] 또, 돌출 패턴(157) 중 제1 부분(157a)의 높이(H_{157a})는 연마 패드(17)의 연마 특성 및 내구성에 영향을 줄 수 있다. 제1 부분(157a)의 최소 높이는 약 0.01mm 이상 1.0mm 이하, 또는 약 0.01mm 이상 0.5mm 이하, 또는 약 0.01mm 이상 0.3mm 이하 범위에 있을 수 있다. 또, 제2 부분(157b)의 높이(H_{157b})는 특별히 제한되지 않으나, 제1 부분(157a)과 제2 부분(157b)의 높이의 합($H_{157a}+H_{157b}$)은 약 1.5mm 이하의 범위에 있는 것이 바람직할 수

있다. 만일 돌출 패턴(157)의 높이(H_{157a}+H_{157b})가 1.5㎜를 초과할 경우 연마 과정에서 돌출 패턴(157)의 변형이 발생할 수 있다.

[0135] 도면으로 표현하지 않았으나, 다른 실시예에서, 돌출 패턴(157)은 제2 부분(157b)과 베이스(130) 사이에 위치하고 수직한 측벽을 갖는 제3 부분(미도시) 등을 더 포함할 수도 있다. 또는 다른 실시예에서, 제2 부분(157b)의 측벽 기울기는 점진적, 또는 비점진적으로 변화하거나, 단차를 갖거나, 또는 임의의 기울기를 가질 수도 있다.

[0136] 그 외 돌출 패턴(157)의 위치, 배열 및 재료 등에 대해서는 전술한 돌출 패턴(151)과 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.

[0137] 도 16은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(18)의 평면 레이아웃이다.

[0138] 도 16을 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(18)는 제3 트렌치(330)를 더 포함하는 점이 도 2 등의 실시예에 따른 연마 패드(11)와 상이한 점이다.

[0139] 제1 트렌치(310)는 원형의 연마 패드(18)의 중심으로부터 대략 방사상으로 연장된 형상이며, 도 16은 제1 트렌치(310)가 8개 마련된 경우를 예시하고 있다. 또, 제2 트렌치(320)는 원형의 연마 패드(18)의 중심을 기준으로 동심원 배열된 형상이며, 도 16은 제2 트렌치(320)가 3개인 경우를 예시하고 있다.

[0140] 예시적인 실시예에서, 제3 트렌치(330)는 제1 트렌치(310) 및 제2 트렌치(320)와 교차하도록 연장되어 제1 트렌치(310) 및 제2 트렌치(320)와 연결된 구조를 가질 수 있다. 구체적으로, 복수의 제3 트렌치(330)는 원형의 연마 패드(18)의 회전 방향의 접선 방향과 교차하는 방향으로 연장될 수 있다. 도 16은 도 16을 기준으로 연마 패드(18)가 반시계 방향으로 회전하는 경우의 제3 트렌치(330)의 배열을 예시하고 있으나 본 발명이 이에 제한되지 않음은 물론이다.

[0141] 또, 제1 트렌치(310)가 8개 마련되어 연마 패드(18)가 중심각이 대략 45도인 8개의 부채꼴 영역으로 구획된 경우, 어느 하나의 부채꼴 영역 내에서 제3 트렌치(330)는 서로 대략 평행한 방향으로 연장될 수 있다. 또, 인접한 두개의 부채꼴 영역 내에 위치하는 제3 트렌치(330)들의 연장 방향은 서로 대략 45도의 각도 차이를 가질 수 있다. 다시 말해서, 연마 패드(18)는 어느 부채꼴 형상의 영역이 원형 배열된 상태일 수 있다.

[0142] 제3 트렌치(330)는 연마 패드(18)의 회전에 따라 발생하는 원심력 등으로 슬러리(미도시)가 연마 패드(18)의 전면(全面)에 걸쳐 고르게 이동하거나, 내지는 유동하도록 유도할 수 있다. 비제한적인 예를 들어, 방사상으로 연장된 제1 트렌치(310)에 의해 1차적으로 퍼진 슬러리(미도시)는 제1 트렌치(310)와 연결된 제2 트렌치(320)를 통해 회전 방향으로 이동할 수 있다. 또, 슬러리(미도시)는 제2 트렌치(320)(또는 제1 트렌치(310))와 연결된 제3 트렌치(330)를 통해 대각 방향으로 이동할 수 있다.

[0143] 몇몇 실시예에서, 제1 트렌치(310)의 폭은 제2 트렌치(320)의 폭 보다 크고, 제2 트렌치(320)의 폭은 제3 트렌치(330)의 폭 보다 클 수 있다. 예를 들어, 제1 트렌치(310)의 폭, 제2 트렌치(320)의 폭 및 제3 트렌치(330)의 폭은 각각 약 0.1㎜ 이상 3.0㎜ 미만, 또는 약 0.3㎜ 이상 2.5㎜ 이하, 또는 약 0.5㎜ 이상 2.0㎜ 이하, 또는 약 1.0㎜ 이상 1.5㎜ 이하의 범위에 있되, 서로 다른 폭을 가질 수 있다.

[0144] 도면으로 표현하지 않았으나, 몇몇 실시예에서, 제1 트렌치(310)의 최대 깊이는 제2 트렌치(320)의 최대 깊이 보다 크고, 제2 트렌치(320)의 최대 깊이는 제3 트렌치(330)의 최대 깊이 보다 클 수 있다.

[0145] 도 17은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(19)의 평면 레이아웃이다. 도 18은 도 17의 돌출 패턴(159)의 배열을 나타낸 확대 평면도이다. 도 19는 도 17의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다.

[0146] 도 17 내지 도 19를 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(19)의 패턴층(109)의 돌출 패턴(159)은 평면 시점에서 정사각형 형상이 아니라 대략 '+'자 형상을 갖는 점이 도 2 등의 실시예에 따른 연마 패드(11)와 상이한 점이다.

[0147] 복수의 돌출 패턴(159)은 베이스(130) 상에 배치될 수 있다. 돌출 패턴(159)은 적어도 2개의 방향을 따라 반복 배열되어 규칙적 배열을 형성할 수 있음은 전술한 바와 같다. 예를 들어, 돌출 패턴(159)은 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)을 따라 동일한 이격 거리를 가지고 반복 배열되어 대략 매트릭스 배열될 수 있다. 제1 트렌치(310)의 적어도 일부는 돌출 패턴(159)의 배열 방향과 실질적으로 동일한 방향으로 연장될 수 있다. 또, 돌출 패턴(159)은 트렌치(300)와 비중첩하도록 부분적으로 제거된 형상인 점은 전술한 바와 같다.

[0148] 돌출 패턴(159)은 대략 '+'자 형상을 가질 수 있다. 구체적으로 임의의 지점을 기준으로 상기 배열 방향과 동일한 방향, 예컨대 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)으로 연장된 연장부를 가질 수 있다. 이에 따라 돌출 패턴(159)은

평면 시점에서, 좌상부, 우상부, 우하부, 좌하부에 4개의 만입부(159p)를 가질 수 있다. 이 경우 돌출 패턴(159)의 최대폭(W_{159})은 서로 평행한 두 개의 연장부 길이로 표현될 수 있다.

[0149] 돌출 패턴(159)의 크기 등은 연마 패드(19)의 연마율, 연마 불균일도 등에 영향을 미칠 수 있다. 본 실시예와 같이 $2\times W_1+W_2=W_{159}$를 만족하는 정십자가 형상의 돌출 패턴(159)의 경우, 어느 돌출 패턴(159) 하나가 이루는 연마 면적은 $W_{159}\times W_{159}-4\times W_1\times W_1$로 표현될 수 있다. 또, 어느 돌출 패턴(159) 하나의 둘레 길이는 $4\times W_{159}$로 표현될 수 있다.

[0150] 도 20은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(20)의 평면 레이아웃이다. 도 21은 도 20의 돌출 패턴(160)의 배열을 나타낸 확대 평면도이다. 도 22는 도 20의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다.

[0151] 도 20 내지 도 22를 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(20)의 패턴층(110)의 돌출 패턴(160)은 평면 시점에서 대략 피봇된 '+'자 형상을 갖는 점이 도 17 등의 실시예에 따른 연마 패드(19)와 상이한 점이다. 즉, 돌출 패턴(160)은 평면 시점에서 대략 'X'자 형상을 가질 수 있다. 본 명세서에서, '+'자 형상과 'X'자 형상은 피봇된 점을 제외하고는 동일한 형상으로 간주될 수 있다.

[0152] 복수의 돌출 패턴(160)은 베이스(130) 상에 배치될 수 있다. 돌출 패턴(160)은 적어도 2개의 방향을 따라 반복 배열되어 규칙적 배열을 형성할 수 있음은 전술한 바와 같다. 예를 들어, 돌출 패턴(160)은 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)을 따라 동일한 이격 거리를 가지고 반복 배열되어 대략 매트릭스 배열될 수 있다. 제1 트렌치(310)의 적어도 일부는 돌출 패턴(160)의 배열 방향과 실질적으로 동일한 방향으로 연장될 수 있다. 또, 돌출 패턴(160)은 트렌치(300)와 비중첩하도록 부분적으로 제거된 형상인 점은 전술한 바와 같다.

[0153] 돌출 패턴(160)은 대략 '+'자 형상을 가지되, 구체적으로 임의의 시점을 기준으로 상기 배열 방향(즉, 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y))과 상이한 제1 대각 방향(D1) 및 제2 대각 방향(D2)으로 연장된 연장부를 가질 수 있다. 이에 따라 돌출 패턴(160)은 평면 시점에서 4개의 만입부를 가질 수 있다. 제1 대각 방향(D1) 및 제2 대각 방향(D2)은 서로 수직하고, 제1 대각 방향(D1)은 제1 방향(X)과 약 40도 내지 50도, 또는 약 45도의 각도를 이룰 수 있다.

[0154] 본 실시예와 같이 돌출 패턴(160)의 배열 방향(arranging direction, X, Y)과, 어느 돌출 패턴(160)의 연장부의 연장 방향(extending direction, D1, D2)이 상이할 경우, 연마 패드(20)의 상면 상에서 유동하는 슬러리(미도시)가 돌출 패턴(160)의 상면을 타고 반대 방향으로 유동하는 구조를 형성할 수 있다. 즉, 슬러리가 베이스(130) 상면 뿐 아니라 돌출 패턴(160)의 만입부에 의해 흐름이 트랩(trap) 및/또는 제어되어 돌출 패턴(160)의 상면으로 강제적으로 유동하도록 구성할 수 있고, 이를 통해 슬러리의 활용 효율을 높일 수 있다.

[0155] 도 23은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(21)의 평면 레이아웃이다. 도 24는 도 23의 돌출 패턴(161)의 배열을 나타낸 확대 평면도이다. 도 25는 도 23의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다.

[0156] 도 23 내지 도 25를 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(21)의 어느 돌출 패턴(161)은 복수의 서브 패턴(161s)을 포함하는 점이 도 20 등의 실시예에 따른 연마 패드(20)와 상이한 점이다.

[0157] 복수의 돌출 패턴(161)은 베이스(130) 상에 배치될 수 있다. 돌출 패턴(161)은 적어도 2개의 방향을 따라 반복 배열되어 규칙적 배열을 형성할 수 있음은 전술한 바와 같다. 예를 들어, 돌출 패턴(161)은 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)을 따라 동일한 이격 거리를 가지고 반복 배열되어 대략 매트릭스 배열될 수 있다. 제1 트렌치(310)의 적어도 일부는 돌출 패턴(161)의 배열 방향과 실질적으로 동일한 방향으로 연장될 수 있다. 또, 돌출 패턴(161)은 트렌치(300)와 비중첩하도록 부분적으로 제거된 형상인 점은 전술한 바와 같다.

[0158] 돌출 패턴(161)은 대략 'X'자 형상을 가지되, 복수의 서브 패턴(161s)을 포함하여 이루어질 수 있다. 각 서브 패턴(161s)은 서로 동일한 형상이고, 하나의 돌출 패턴(161)을 형성하는 서브 패턴(161s)은 대략 규칙적으로 배열될 수 있다. 서브 패턴(161s)들의 높이는 실질적으로 동일할 수 있다.

[0159] 예시적인 실시예에서, 평면 시점에서 서브 패턴(161s)은 정사각형 형상일 수 있다. 또, 각 서브 패턴(161s)은 서로 적어도 부분적으로 맞닿을 수 있다. 인접한 서브 패턴(161s) 사이에는 돌출 패턴(161)의 만입부가 형성될 수 있다.

[0160] 구체적으로, 어느 돌출 패턴(161)은 어느 서브 패턴(161s)을 기준으로 돌출 패턴(161)의 배열 방향(즉, 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y))과 상이한 제1 대각 방향(D1) 일측 및 타측에 배치된 두개의 서브 패턴(161s) 및 제2 대각 방향(D2) 일측 및 타측에 배치된 두개의 서브 패턴(161s)을 포함하여 5개의 서브 패턴(161s)으로 이루어질

수 있으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0161] 본 실시예와 같이 돌출 패턴(161)이 서브 패턴(161s)으로 이루어지되, 서브 패턴(161s) 간의 배열 방향(D1, D2)과 돌출 패턴(161) 간의 배열 방향(X, Y)을 상이하게 하여 슬러리의 활용 효율을 높일 수 있다.

[0162] 도 26은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(22)의 평면 레이아웃이다. 도 27은 도 26의 돌출 패턴(162)의 배열을 나타낸 확대 평면도이다. 도 28은 도 26의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다.

[0163] 도 26 내지 도 28을 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(22)의 어느 돌출 패턴(162)은 복수의 서브 패턴(162a, 162b)을 포함하되, 서브 패턴(162a, 162b)의 적어도 일부는 서로 상이한 형상을 갖는 점이 도 23 등의 실시예에 따른 연마 패드(21)와 상이한 점이다.

[0164] 복수의 돌출 패턴(162)은 베이스(130) 상에 배치될 수 있다. 돌출 패턴(162)은 적어도 2개의 방향을 따라 반복 배열되어 규칙적 배열을 형성할 수 있음은 전술한 바와 같다. 예를 들어, 돌출 패턴(162)은 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)을 따라 동일한 이격 거리를 가지고 반복 배열되어 대략 매트릭스 배열될 수 있다. 제1 트렌치(310)의 적어도 일부는 돌출 패턴(162)의 배열 방향과 실질적으로 동일한 방향으로 연장될 수 있다. 또, 돌출 패턴(162)은 트렌치(300)와 비중첩하도록 부분적으로 제거된 형상인 점은 전술한 바와 같다.

[0165] 돌출 패턴(162)은 대략 'X'자 형상을 가지되, 제1 서브 패턴(162a) 및 제2 서브 패턴(162b)을 포함하는 복수의 서브 패턴을 포함하여 이루어질 수 있다. 제1 서브 패턴(162a)과 제2 서브 패턴(162b)은 서로 상이한 형상이고, 하나의 돌출 패턴(162)을 형성하는 서브 패턴들은 대략 규칙적으로 배열될 수 있다. 또한 제1 서브 패턴(162a) 및 제2 서브 패턴(162b)의 높이는 실질적으로 동일할 수 있다. 또, 제1 서브 패턴(162a)과 제2 서브 패턴(162b)은 적어도 부분적으로 맞닿을 수 있다.

[0166] 예시적인 실시예에서, 평면 시점에서 제1 서브 패턴(162a)은 대략 정사각형 형상이고, 제2 서브 패턴(162b)은 대략 'X'자 형상일 수 있다. 구체적으로, 제1 서브 패턴(162a)을 기준으로 돌출 패턴(162)의 배열 방향(즉, 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y))과 상이한 제1 대각 방향(D1) 일측 및 타측에 배치된 두개의 제2 서브 패턴(162b) 및 제2 대각 방향(D2) 일측 및 타측에 배치된 두개의 제2 서브 패턴(162b)을 포함하여 5개의 서브 패턴으로 이루어질 수 있으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0167] 본 실시예와 같이 돌출 패턴(162)이 제1 서브 패턴(162a) 및 제2 서브 패턴(162b)을 포함하는 상이한 형상의 서브 패턴으로 이루어지되, 서브 패턴 중 적어도 일부의 형상을 제어하여 돌출 패턴(162)이 형성하는 연마 면적 및 둘레 길이를 제어할 수 있다.

[0168] 도 29는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(23)의 평면 레이아웃이다. 도 30은 도 29의 돌출 패턴(163)의 배열을 나타낸 확대 평면도이다. 도 31은 도 29의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다. 도 32는 도 31의 B-B' 선을 따라 절개한 단면도로서, 두 개의 돌출 패턴(163)과 제1 트렌치(310)를 나타내도록 절개한 단면도이다.

[0169] 도 29 내지 도 32를 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(23)의 어느 돌출 패턴(163)은 복수의 서브 패턴(163a, 163b)을 포함하되, 서브 패턴(163a, 163b)이 서로 맞닿지 않고 이격된 점이 도 26 등의 실시예에 따른 연마 패드(22)와 상이한 점이다.

[0170] 복수의 돌출 패턴(163)은 베이스(130) 상에 배치될 수 있다. 돌출 패턴(163)은 적어도 2개의 방향을 따라 반복 배열되어 규칙적 배열을 형성할 수 있음은 전술한 바와 같다. 예를 들어, 돌출 패턴(163)은 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)을 따라 동일한 이격 거리를 가지고 반복 배열되어 대략 매트릭스 배열될 수 있다. 제1 트렌치(310)의 적어도 일부는 돌출 패턴(163)의 배열 방향과 실질적으로 동일한 방향으로 연장될 수 있다. 또, 돌출 패턴(163)은 트렌치(300)와 비중첩하도록 부분적으로 제거된 형상인 점은 전술한 바와 같다.

[0171] 돌출 패턴(163)은 대략 'X'자 형상을 가지되, 제1 서브 패턴(163a) 및 제2 서브 패턴(163b)을 포함하는 복수의 서브 패턴을 포함하여 이루어질 수 있다. 제1 서브 패턴(163a)과 제2 서브 패턴(163b)은 서로 동일한 형상이고, 하나의 돌출 패턴(163)을 형성하는 서브 패턴들은 대략 규칙적으로 배열될 수 있다. 제1 서브 패턴(163a) 및 제2 서브 패턴(163b)의 높이는 실질적으로 동일할 수 있다.

[0172] 예시적인 실시예에서, 평면 시점에서 제1 서브 패턴(163a) 및 제2 서브 패턴(163b)은 모두 대략 '+'자 형상이되, 제2 서브 패턴(163b)은 제1 서브 패턴(163a)에 비해 피봇되어 대략 'X'자 형상일 수 있다. 구체적으로, 제1 서브 패턴(163a)을 기준으로 돌출 패턴(163)의 배열 방향(즉, 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y))과 상이한 제1 대각 방향(D1) 일측 및 타측에 배치된 두개의 제2 서브 패턴(163b) 및 제2 대각 방향(D2) 일측 및 타측에

배치된 두개의 제2 서브 패턴(163b)을 포함하여 5개의 서브 패턴으로 이루어질 수 있으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0173] 전술한 것과 같이, 돌출 패턴(163)의 높이(H_{163}), 예컨대 최소 높이는 약 0.01mm 이상 1.5mm 이하, 또는 약 0.01mm 이상 1.0mm 이하, 또는 약 0.01mm 이상 0.5mm 이하, 또는 약 0.01mm 이상 0.3mm 이하 범위에 있을 수 있다. 또, 베이스(130)의 두께(T_{130}), 예컨대 최대 두께는 약 0.01mm 내지 3.0mm, 또는 약 0.1mm 내지 2.5mm, 또는 약 0.5mm 내지 2.0mm, 또는 약 1.0mm 내지 1.5mm 범위에 있을 수 있다.

[0174] 몇몇 실시예에서, 제1 트렌치(310)의 최대 깊이(T_{130})는 돌출 패턴(163)의 높이(H_{163}) 보다 클 수 있다. 패턴층(113)에 트렌치가 형성된 예시적인 실시예에서, 제1 트렌치(310)의 최대 깊이(T_{130})가 돌출 패턴(163)의 높이(H_{163}) 보다 큰 것이 패턴층(113)의 유동성 및 연마 대상 기판의 추종 측면에서 바람직할 수 있다.

[0175] 본 실시예에 따른 연마 패드(23)의 돌출 패턴(163)은 서로 동일하거나, 또는 도면에 도시된 것과 달리 상이한 형상의 복수의 서브 패턴(163a, 163b)을 포함하되, 이들이 소정 거리만큼 이격되어 배치될 수 있다. 돌출 패턴(163)이 전체적으로 대략 '+'자, 또는 'X'자 형상을 갖게 하여 슬러리가 돌출 패턴(163)의 상면을 타고 반대 방향으로 강제적으로 유동하는 구조를 형성하는 동시에, 서브 패턴(163a, 163b) 간의 이격 공간을 통해 슬러리 내 큰 입자 내지는 불순물이 통과하게 할 수 있다. 즉, 연마 대상 기판에 손상을 유발하는 물질 등은 돌출 패턴(163)의 상면으로 유동하지 않고 서브 패턴(163a, 163b) 사이를 통과하게 구성하여 연마 특성을 더욱 향상시킬 수 있다.

[0176] 도 33은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(24)의 단면도로서, 도 32와 대응되는 위치를 나타낸 단면도이다.

[0177] 도 33을 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(24)는 지지층(200) 및 지지층(200) 상에 배치된 패턴층(114)을 포함하되, 패턴층(114)이 별도의 베이스를 갖지 않고 돌출 패턴(164)을 포함하는 점이 도 32 등의 실시예에 따른 연마 패드(23)와 상이한 점이다.

[0178] 예시적인 실시예에서, 제1 서브 패턴(164a) 및 제2 서브 패턴(164b)을 포함하여 이루어진 복수의 돌출 패턴(164)은 지지층(200) 상에 직접 배치되고, 복수의 돌출 패턴(164)은 서로 이격될 수 있다. 이에 따라 제1 트렌치(310)를 포함하는 트렌치의 경우 돌출 패턴(164)의 높이에 상응하는 깊이를 가질 수 있다.

[0179] 다른 실시예에서, 도면에 도시된 것과 달리 지지층(200)의 상면은 부분적으로 트렌치를 가질 수도 있다.

[0180] 서브 패턴(164a, 164b)과 돌출 패턴(164)의 위치, 배열, 크기, 형상 및 재료 등에 대해서는 전술한 돌출 패턴(163)과 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.

[0181] 도 34는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(25)의 단면도로서, 도 32와 대응되는 위치를 나타낸 단면도이다.

[0182] 도 34를 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(25)는 베이스(130) 및 돌출 패턴(165a, 165b)을 포함하는 패턴층(115)을 포함하되, 별도의 지지층을 갖지 않는 점이 도 32 등의 실시예에 따른 연마 패드(23)와 상이한 점이다. 이 경우 패턴층(115)은 연마 플레이튼(미도시) 상에 직접 배치될 수 있다.

[0183] 서브 패턴(165a, 165b)과 돌출 패턴의 위치, 배열, 크기, 형상 및 재료 등에 대해서는 전술한 돌출 패턴(163)과 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.

[0184] 도 35는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(26)의 단면도로서, 도 32와 대응되는 위치를 나타낸 단면도이다.

[0185] 도 35를 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(26)는 지지층(200)과 패턴층(116) 사이에 개재된 접합층(210)을 더 포함하는 점이 도 32 등의 실시예에 따른 연마 패드(23)와 상이한 점이다.

[0186] 접합층(210)은 지지층(200)과 패턴층(116) 사이에 개재되어 이들을 결합시킬 수 있다. 접합층(210)의 상면은 제1 트렌치(310) 및 제2 트렌치(미도시)를 포함하는 트렌치에 의해 부분적으로 노출될 수 있다. 도면으로 표현하지 않았으나, 다른 실시예에서, 접합층(210)의 일면(도 35 기준 상면)은 부분적으로 트렌치가 형성될 수도 있다. 또는, 제1 트렌치(310)와 중첩하는 위치의 접합층(210)은 완전히 제거되어 트렌치를 형성할 수도 있다.

[0187] 서브 패턴(166a, 166b)과 돌출 패턴의 위치, 배열, 크기, 형상 및 재료 등에 대해서는 전술한 돌출 패턴(163)과

동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.

[0188] 도 36은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(27)의 단면도로서, 도 32와 대응되는 위치를 나타낸 단면도이다.

[0189] 도 36을 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(27)는 제1 트렌치(311) 및 제2 트렌치(미도시)를 포함하는 트렌치를 가지되, 트렌치가 패턴층(117)의 베이스(130)를 완전히 관통하지 않고 부분적으로 함몰된 점이 도 32 등의 실시예에 따른 연마 패드(23)와 상이한 점이다.

[0190] 전술한 것과 같이 돌출 패턴(167a, 167b)의 높이(H_{167}), 예컨대 최소 높이는 약 0.01mm 이상 1.5mm 이하, 또는 약 0.01mm 이상 1.0mm 이하, 또는 약 0.01mm 이상 0.5mm 이하, 또는 약 0.01mm 이상 0.3mm 이하 범위에 있을 수 있다. 또, 베이스(130)의 두께(T_{130}), 예컨대 최대 두께는 약 0.01mm 내지 3.0mm, 또는 약 0.1mm 내지 2.5mm, 또는 약 0.5mm 내지 2.0mm, 또는 약 1.0mm 내지 1.5mm 범위에 있을 수 있다.

[0191] 이 경우 트렌치의 깊이(D_{311}), 예컨대 최대 깊이는 베이스(130)의 두께(T_{130}) 보다 작을 수 있다. 도면에 도시된 것과 달리, 트렌치의 깊이(D_{311})는 돌출 패턴의 높이(H_{167}) 보다 클 수 있다.

[0192] 서브 패턴(167a, 167b)과 돌출 패턴의 위치, 배열, 크기, 형상 및 재료 등에 대해서는 전술한 돌출 패턴(163)과 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.

[0193] 도 37은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(28)의 단면도로서, 도 32와 대응되는 위치를 나타낸 단면도이다.

[0194] 도 37을 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(28)는 제1 트렌치(312) 및 제2 트렌치(미도시)를 포함하는 트렌치를 가지되, 트렌치가 패턴층(118) 뿐 아니라 지지층(200)까지 형성된 점이 도 32 등의 실시예에 따른 연마 패드(23)와 상이한 점이다.

[0195] 예시적인 실시예에서, 지지층(200)의 일면(도 37 기준 상면)은 부분적으로 트렌치가 형성될 수 있다. 즉, 지지층(200)의 트렌치는 패턴층(118)의 트렌치와 중첩하여 연결되어 하나의 트렌치를 형성할 수 있다.

[0196] 이 경우 지지층(200)의 트렌치의 최대 깊이(D_{200})는 지지층(200)의 최대 두께(T_{200})와 소정의 관계에 있을 수 있다. 예를 들어, 지지층(200)의 트렌치의 최대 깊이(D_{200})는 지지층(200)의 최대 두께(T_{200})의 약 50% 이하, 또는 약 40% 이하, 또는 약 30% 이하, 또는 약 20% 이하의 범위에 있을 수 있다. 만일 지지층(200)의 최대 두께(T_{200})의 50%를 초과하는 범위로 트렌치가 형성될 경우 지지층(200)의 내구성이 저하될 수 있고, 연마 패드(16) 전체의 수명 및 내구성이 단축될 수 있다.

[0197] 본 실시예에서 제1 트렌치(312)의 깊이(D_{312})는 베이스(130)의 두께와 지지층(200)의 트렌치의 깊이(D_{200})의 합으로 표현될 수 있다.

[0198] 서브 패턴(168a, 168b)과 돌출 패턴의 위치, 배열, 크기, 형상 및 재료 등에 대해서는 전술한 돌출 패턴(163)과 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.

[0199] 도 38은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(29)의 단면도로서, 도 32와 대응되는 위치를 나타낸 단면도이다.

[0200] 도 38을 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(29)는 제1 트렌치(312) 및 제2 트렌치(320)를 포함하되, 제1 트렌치(312)의 최대 깊이(D_{312})가 제2 트렌치(320)의 최대 깊이(D_{320}) 보다 큰 점이 도 37의 실시예에 따른 연마 패드(28)와 상이한 점이다.

[0201] 예시적인 실시예에서, 평면 시점에서 원형의 연마 패드(29)의 중심으로부터 방사 방향으로 연장된 복수의 제1 트렌치(312)는 패턴층(119)의 베이스(130) 및 지지층(200)의 일부에 걸쳐 형성되어 제1 깊이(D_{312})를 가질 수 있다. 이에 따라 제1 트렌치(312)는 지지층(200)을 부분적으로 노출할 수 있다.

[0202] 반면, 평면 시점에서 원형의 연마 패드(29)의 중심을 기준으로 동심원 배열된 복수의 제2 트렌치(320)는 패턴층(119)의 베이스(130)를 완전히 관통하지 않고 부분적으로 함몰되어 형성고 제2 깊이(D_{320})를 가질 수 있다. 이에 따라 제2 트렌치(320)는 지지층(200)을 노출하지 않을 수 있다.

[0203] 도면으로 나타내지 않았으나, 제1 트렌치(312)의 폭은 제2 트렌치(320)의 폭 보다 클 수 있다.

[0204] 서브 패턴(169a, 169b)과 돌출 패턴의 위치, 배열, 크기, 형상 및 재료 등에 대해서는 전술한 돌출 패턴(163)과 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.

[0205] 도 39는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(30)의 평면 레이아웃이다. 도 40은 도 39의 돌출 패턴(170)의 배열을 나타낸 확대 평면도이다. 도 41은 도 39의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다.

[0206] 도 39 내지 도 41을 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(30)의 어느 돌출 패턴(170)은 복수의 서브 패턴(170a, 170b)을 포함하되, 제1 서브 패턴(170a)과 제2 서브 패턴(170b) 복수개가 교번적으로 규칙적 배열되는 점이 도 29 등의 실시예에 따른 연마 패드(23)와 상이한 점이다.

[0207] 복수의 돌출 패턴(170)은 베이스(130) 상에 배치될 수 있다. 돌출 패턴(170)은 적어도 2개의 방향을 따라 반복 배열되어 규칙적 배열을 형성할 수 있음은 전술한 바와 같다. 예를 들어, 돌출 패턴(170)은 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)을 따라 동일한 이격 거리를 가지고 반복 배열되어 대략 매트릭스 배열될 수 있다. 제1 트렌치(310)의 적어도 일부는 돌출 패턴(170)의 배열 방향과 실질적으로 동일한 방향으로 연장될 수 있다. 또, 돌출 패턴(170)은 트렌치(300)와 비중첩하도록 부분적으로 제거된 형상인 점은 전술한 바와 같다.

[0208] 돌출 패턴(170)은 대략 'X'자 형상을 가지되, 제1 서브 패턴(170a) 및 제2 서브 패턴(170b)을 포함하는 복수의 서브 패턴을 포함하여 이루어질 수 있다. 제1 서브 패턴(170a)과 제2 서브 패턴(170b)은 서로 동일한 형상이고, 하나의 돌출 패턴(170)을 형성하는 서브 패턴들은 대략 규칙적으로 배열될 수 있다. 제1 서브 패턴(170a) 및 제2 서브 패턴(170b)의 높이는 실질적으로 동일할 수 있다.

[0209] 예시적인 실시예에서, 평면 시점에서 제1 서브 패턴(170a) 및 제2 서브 패턴(170b)은 모두 대략 '+'자 형상이되, 제2 서브 패턴(170b)은 제1 서브 패턴(170a)에 비해 피봇되어 대략 'X'자 형상일 수 있다.

[0210] 구체적으로, 제1 서브 패턴(170a)을 기준으로 돌출 패턴(170)의 배열 방향(즉, 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y))과 상이한 제1 대각 방향(D1) 일측 및 타측, 그리고 제2 대각 방향(D2) 일측 및 타측에 제1 서브 패턴(170a) 및 제2 서브 패턴(170b)이 배치될 수 있다. 또, 제1 서브 패턴(170a)과 제2 서브 패턴(170b)은 서로 교번적으로 배열되어 돌출 패턴(170)이 총 13개의 서브 패턴으로 이루어질 수 있으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 즉, 서브 패턴(170a, 170b)들의 배열 방향은 제1 대각 방향(D1) 및 제2 대각 방향(D2)일 수 있다.

[0211] 도 42는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 연마 패드(31)의 평면 레이아웃이다. 도 43은 도 42의 돌출 패턴(171)의 배열을 나타낸 확대 평면도이다. 도 44는 도 42의 A 영역을 확대한 확대 사시도이다.

[0212] 도 42 내지 도 44를 참조하면, 본 실시예에 따른 연마 패드(31)의 돌출 패턴(171)의 배열 방향은 제1 트렌치(310)의 연장 방향과 교차하고, 또, 돌출 패턴(171)의 배열 방향은 서브 패턴(171a, 171b)들의 배열 방향과 교차하는 점이 도 39 등의 실시예에 따른 연마 패드(30)와 상이한 점이다.

[0213] 복수의 돌출 패턴(171)은 베이스(130) 상에 배치될 수 있다. 돌출 패턴(171)은 적어도 2개의 방향을 따라 반복 배열되어 규칙적 배열을 형성할 수 있음은 전술한 바와 같다.

[0214] 예시적인 실시예에서, 돌출 패턴(171)은 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)과 교차하는 제3 대각 방향(D3) 및 제4 대각 방향(D4)을 따라 동일한 이격 거리를 가지고 반복 배열될 수 있다. 제3 대각 방향(D3) 및 제4 대각 방향(D4)은 서로 수직하고, 제3 대각 방향(D3)은 제1 방향(X)과 약 20도 내지 40도, 또는 약 25도 내지 35도, 또는 약 30도의 각도를 이룰 수 있다.

[0215] 또, 제1 트렌치(310)의 적어도 일부, 또는 모두는 돌출 패턴(171)의 배열 방향(즉, 제3 대각 방향(D3) 및 제4 대각 방향(D4))과 교차하는 방향으로 연장될 수 있다. 돌출 패턴(171)이 트렌치(300)와 비중첩하도록 부분적으로 제거된 형상인 점은 전술한 바와 같다.

[0216] 돌출 패턴(171)은 대략 'X'자 형상을 가지되, 제1 서브 패턴(171a) 및 제2 서브 패턴(171b)을 포함하는 복수의 서브 패턴을 포함하여 이루어질 수 있다. 평면 시점에서, 제1 서브 패턴(171a) 및 제2 서브 패턴(171b)은 모두 대략 '+'자 형상이되, 제2 서브 패턴(171b)은 제1 서브 패턴(171a)에 비해 피봇되어 대략 'X'자 형상일 수 있다. 또, 제1 서브 패턴(171a)을 기준으로, 제1 대각 방향(D1) 일측 및 타측, 그리고 제2 대각 방향(D2) 일측 및 타측에 제1 서브 패턴(171a) 및 제2 서브 패턴(171b)이 배치될 수 있다. 제1 서브 패턴(171a)과 제2 서브 패턴(171b)은 서로 교번적으로 배열되어 돌출 패턴(171)이 총 13개의 서브 패턴으로 이루어질 수 있다. 즉, 서브 패턴(171a, 171b)들의 배열 방향은 제1 대각 방향(D1) 및 제2 대각 방향(D2)이고, 서브 패턴(171a, 171b)들의

배열 방향은 제1 트렌치(310)의 연장 방향(제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)) 및 돌출 패턴(171)들의 배열 방향(제3 대각 방향(D3) 및 제4 대각 방향(D4))과 교차할 수 있다.

[0217] 도 45는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 돌출 패턴들 및/또는 서브 패턴들의 모식도들로서, 7가지 패턴 배열 및 형상을 예시한다.

[0218] 도 45를 참조하면, 또 다른 몇몇 실시예에서 돌출 패턴은 평면 시점에서 서로 이격된 사각형 형상의 서브 패턴들로 이루어지거나, 서로 이격된 원형 형상의 서브 패턴들로 이루어지거나, 대략 'X'자 형상의 서브 패턴들로 이루어지거나, 임의의 형상을 가지고 곡면을 이루는 측면을 갖는 서브 패턴들로 이루어지거나, 선형으로 연장된 서브 패턴들로 이루어지거나, 사각형과 'X'자 형상의 서브 패턴들로 이루어질 수 있다.

[0219] 도 46은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 돌출 패턴들 및/또는 서브 패턴들의 모식도들로서, 8가지 패턴 배열 및 형상을 예시한다.

[0220] 도 46을 참조하면, 또 다른 몇몇 실시예에서 돌출 패턴은 평면 시점에서 원형을 가지고 규칙적으로 매트릭스 배열되거나, '+'자 또는 'X'자 형상을 가지고 규칙적으로 배열되거나, 돌출부를 갖는 '+'자 또는 'X'자 형상을 가질 수 있다. 또, 가로 방향(예컨대, 제1 방향(X)) 및 세로 방향(예컨대, 제2 방향(Y)) 외 대각 방향으로 배열되어 매트릭스 배열될 수 있다.

[0221] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 연마 패드의 제조 방법에 대하여 설명한다.

[0222] 본 실시예에 따른 연마 패드의 제조 방법은 지지층 상에 돌출 패턴을 갖는 패턴층을 배치하는 단계, 및 적어도 패턴층에 트렌치를 형성하는 단계를 포함한다.

[0223] 도 47은 본 발명의 일 실시예에 따른 연마 패드의 제조 방법, 구체적으로 지지층(200) 상에 패턴층(101)을 배치하는 단계를 나타낸 공정 모식도이다.

[0224] 도 47를 참조하면, 지지층(200)은 필름 형태로 권출롤(1001)에 권취된 상태일 수 있다. 권출롤(1001)에 권취된 지지층(200)은 권출되며 복수의 이송롤(1002)을 통해 이송될 수 있다.

[0225] 패턴 조성물 노즐(1005)은 패턴층(101)을 형성하기 위한 조성물을 지지층(200)의 일면 상에 제공하며, 패터닝 몰드(1003)에 의해 의도한 돌출 패턴을 가공하고 경화부(1007)에 의해 경화되어 패턴층(101)을 형성할 수 있다. 도 47은 패턴층(101)으로서 돌출 패턴만을 도시하였으나 본 발명이 이에 제한되지 않음은 물론이며, 패턴층(101)은 베이스 및 돌출 패턴을 포함할 수 있다. 패터닝 몰드(1003)는 소프트 몰드 또는 하드 몰드를 포함할 수 있다. 또, 경화부(1007)는 광경화 수단 및/또는 열경화 수단을 포함할 수 있다.

[0226] 지지층(200) 상에 패턴층(101)이 형성된 필름은 이송롤(1002)에 의해 이송되어 후처리될 수 있다. 다른 실시예에서, 지지층(200) 상에 패턴층(101)이 형성된 필름은 권취롤(미도시) 등에 의해 권취될 수도 있다.

[0227] 즉, 본 실시예에 따른 제조 방법에 의할 경우 롤-투-롤(roll-to-roll) 공정을 통해 용이한 방법으로 지지층(200) 및 패턴층(101)을 포함하는 필름을 제조할 수 있다.

[0228] 도면으로 표현하지 않았으나, 지지층(200) 상에 패턴층(101)을 배치한 후, 트렌치를 형성하는 단계를 수행할 수 있다. 상기 트렌치는 방사상으로 연장된 제1 트렌치, 동심원 배열된 제2 트렌치, 및/또는 대각선 방향으로 연장된 제3 트렌치를 포함할 수 있다. 트렌치를 형성하는 단계는 레이저 가공 내지는 레이저 트리밍 등을 포함할 수 있다.

[0229] 또, 본 단계에서 패턴층(101)의 돌출 패턴 중 적어도 일부는 부분적으로 제거되며, 이를 통해 트렌치와 돌출 패턴이 비중첩하도록 구성될 수 있다. 상기 트렌치는 패턴층(101)을 부분적으로 함몰하여 지지층(200)이 노출되지 않도록 형성되거나, 패턴층(101)을 완전히 관통하여 지지층(200)이 부분적으로 노출되도록 형성되거나, 또는 패턴층(101)을 완전히 관통하고 지지층(200)을 부분적으로 함몰하도록 형성될 수 있다.

[0230] 이후 트렌치가 형성된 지지층(200) 및 패턴층(101)을 포함하는 필름을 원형 등으로 가공하는 단계가 더 수행될 수도 있다.

[0231] 이하, 구체적인 제조예, 비교예 및 실험예를 참조하여 본 발명에 대해 더욱 상세하게 설명한다.

[0232] **<제조예 1: 다양한 형상의 돌출 패턴 제조>**

[0233] 전술한 방법을 통해 다양한 형상, 배열 및 크기를 갖는 돌출 패턴을 포함하는 연마 패드를 제조하였다. 지지층 및 패턴층으로는 모두 폴리우레탄을 이용하였다. 그리고 그 이미지를 도 48에 나타내었다. 도 48을 참조하면,

원하는 형상, 배열 및 크기를 갖는 돌출 패턴을 제조할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0234] **<제조예 2: '+'자 형상을 갖는 돌출 패턴 제조>**

[0235] 도 48의 우측 이미지 및 도 42와 같은 형상을 갖는 돌출 패턴을 포함하는 연마 패드를 제조하였다. 지지층 및 패턴층으로는 모두 폴리우레탄을 이용하였다. 또 돌출 패턴 및 서브 패턴의 크기를 유지한 채로 배열 밀도를 변경하여 다양한 단위 면적당 둘레 길이 및 연마 면적을 갖는 연마 패드를 제조하였다. '+'자 형상을 갖는 하나의 서브 패턴의 연장부의 폭은 대략 20㎛이고, 하나의 돌출 패턴이 13개의 서브 패턴으로 구성되게 하였다.

[0236] 이 때 전체 면적에 대한 연마 면적은 각각 2.5±0.5%, 5.0±0.5%, 12±0.5%, 15±0.5%, 20±0.5%, 30±0.5% 및 50±0.5%가 되게 하였다. 이 중 5.0±0.5%, 15±0.5%, 20±0.5%인 연마 패드의 현미경 이미지를 각각 도 49 내지 도 51에 나타내었다.

[0237] 도 49 내지 도 51을 참조하면, 원하는 형상, 배열 및 크기를 가지며 설계된 연마 면적 및 둘레 길이를 갖는 돌출 패턴을 포함하는 연마 패드를 제조할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0238] **<제조예 3: 원형 돌출 패턴 제조>**

[0239] 도 48의 중앙 하단 이미지와 같은 형상을 갖는 돌출 패턴을 포함하는 연마 패드를 제조하였다. 전체 면적에 대한 연마 면적은 약 10±0.5%가 되게 하였다.

[0240] **<비교예: 종래 CMP 연마 패드>**

[0241] 판매 중인 다우(Dow) 사의 IC1010(제품명) 연마 패드를 준비하였다. 그리고 그 단면의 현미경 이미지를 도 52에 나타내었다.

[0242] **<실험예 1: 단위 면적당 둘레 길이에 대한 연마율 측정>**

[0243] 단위 면적당 둘레 길이가 연마율 특성에 미치는 영향을 확인하기 위해 압력, 전체 면적에 대한 연마 면적이 차지하는 비율 및 단위 면적당 둘레 길이를 변화시켜 연마율을 측정하였다. 연마 실험은 8인치 옥사이드 웨이퍼와 옥사이드용 슬러리인 솔브레인사(KR)의 TSO-12를 사용하였다. 그리고 그 결과를 도 53 내지 도 56에 나타내었다.

[0244] 여기서 압력, 구체적으로 겉보기 접촉 압력(apparent contact pressure, Pa)는 캐리어에 의해 연마 대상 기판에 가해진 전체 하중을 연마 대상 기판의 면적으로 나눈 값으로 정의될 수 있다.

[0245] 도 53은 연마 패드의 회전 속도를 61rpm으로 고정하고, 압력을 150g/cm^2 및 300g/cm^2로 변경하며, 제조예 2에 따른 연마 패드를 이용하되, 전체 면적에 대한 연마 면적의 비율이 약 2.5%인 경우의 연마율을 나타낸다.

[0246] 도 54는 연마 패드의 회전 속도를 61rpm으로 고정하고, 압력을 150g/cm^2 및 300g/cm^2로 변경하며, 제조예 2에 따른 연마 패드를 이용하되, 전체 면적에 대한 연마 면적의 비율이 약 5.0%인 경우의 연마율을 나타낸다.

[0247] 도 55는 연마 패드의 회전 속도를 61rpm으로 고정하고, 압력을 150g/cm^2 및 300g/cm^2로 변경하며, 제조예 3에 따른 연마 패드를 이용하되, 전체 면적에 대한 연마 면적의 비율이 약 10%인 경우의 연마율을 나타낸다.

[0248] 도 56은 연마 패드의 회전 속도를 61rpm으로 고정하고, 압력을 150g/cm^2 및 300g/cm^2로 변경하며, 제조예 2에 따른 연마 패드를 이용하되, 전체 면적에 대한 연마 면적의 비율이 약 30%인 경우의 연마율을 나타낸다.

[0249] 도 53 내지 도 56을 참조하면, 연마 압력 및 면적 비율과 무관하게 돌출 패턴의 둘레 길이가 증가함에 따라 연마율이 증가하는 것을 확인할 수 있다. 그리고 면적 비율(전체 면적에 대한 연마 면적 비율)이 증가함에 따라 연마율이 증가하는 경향을 확인할 수 있다. 그래프로 표현하지 않았으나, 연마 면적의 비율이 50%를 초과할 경우 연마율의 상승 폭이 저하되고 둔화되는 것을 확인할 수 있었다.

[0250] 결론적으로, 면적 비율과 둘레 길이에 따라 연마율을 다변화하여 제어 가능함을 확인할 수 있다. 특히 단위 면적당 둘레 길이가 연마율에 영향을 미치는 1차 요인임을 확인할 수 있었다.

[0251] **<실험예 2: 단위 면적당 둘레 길이에 대한 연마율 상세 측정>**

[0252] 단위 면적당 둘레 길이를 더욱 다변화하여 단위 면적당 둘레 길이에 대한 연마율을 상세하게 측정하였다. 그리고 그 결과를 도 57 및 도 58에 나타내었다.

[0253] 도 57은 회전 속도를 61rpm으로 고정하고, 압력을 150g/cm^2 및 300g/cm^{2}로 변경하며, 제조예 3에 따른 연마 패드(원형 돌출 패턴)를 이용한 것으로서, 상기 도 53 내지 도 55의 원형패턴에 대한 모든 데이터를 취합한 것이며, 돌출패턴의 단위면적당 둘레 길이와 연마면적의 비율에 따라 연마율이 제어됨을 확인할 수 있다.

[0254] 도 58은 회전 속도를 61rpm으로 고정하고, 압력을 150g/cm^2 및 300g/cm^{2}로 변경하며, 제조예 2 및 제조예 3의 경우를 연마면적 비율 혹은 단위면적당 둘레길이에 상관없이 모두 취합한 데이터이다.

[0255] 도 57 및 도 58을 참조하면, 연마율을 제어하는 데 있어 단위면적당 둘레길이와 연마면적의 비율이 모두 주요 제어인자임을 알 수 있다. 그러나, 단위 면적당 둘레 길이가 증가함에 따라 연마율이 증가하다가, 점차 증가폭이 감소하는 것을 확인할 수 있다. 그래프로 표현하지 않았으나, 단위 면적당 둘레 길이가 50mm/mm^{2}를 초과할 경우 연마율이 더 이상 비례적으로 증가되지 않고 증가폭이 둔화되는 경향을 확인할 수 있었다.

[0256] 결론적으로, 둘레 길이에 따라 연마율을 다변화하여 제어 가능함을 확인할 수 있다. 특히 단위 면적당 둘레 길이가 연마율에 영향을 미치는 1차 요인임을 확인할 수 있었다.

[0257] **<실험예 3: 종래 연마 패드와의 특성 비교>**

[0258] 비교예에서 준비된 종래의 연마 패드와 제조예 2의 연마 패드(연마면적 비율 12.0%)를 이용하여 연마율을 측정 및 비교하였다. 연마조건은 패드 회전속도 93rpm, 61rpm조건과 연마압력 150g/cm^2 및 300g/cm^{2}로 공정조건을 결정하고, 연마용 슬러리는 히다치(JP)사의 HS-9400D 1:1 희석된 조건을 사용하였다. 연마 압력과 회전 속도의 곱을 x축에 나타내었다. 그리고 그 결과를 도 59에 나타내었다.

[0259] 도 59를 참조하면, 본 발명에 따른 연마 패드가 모든 조건에서 비교예에 따른 연마 패드보다 우수한 것을 확인할 수 있다.

[0260] **<실험예 4: 평탄화도 특성 측정>**

[0261] 제조예 2의 연마 패드(연마면적 비율 12.0%) 중에, 서브 패턴의 폭이 60㎛, 20㎛, 인 것을 준비(SP-60MD, SP-20MD)하여 임의의 웨이퍼 기판의 오버코팅층의 평탄화를 수행하였다. 또 비교예에 따라 준비된 연마 패드(IC1010)를 이용하여 오버코팅층의 평탄화를 수행하였다. 그리고 그 결과를 서브 패턴의 폭에 따라 각각 도 60 내지 도 62에 나타내었다. 실험에 사용된 패턴 웨이퍼 내 패턴의 밀도가 모두 약 50%이고, 도 60 내지 도 62의 경우 각각 패턴의 선폭이 5㎛, 10㎛, 50㎛인 경우를 나타내었다.

[0262] 도 60 내지 도 62의 x축은 오버코팅층의 돌출 부분(상부)의 두께를 나타내고, y축은 오버코팅층의 함몰 부분(하부)의 두께를 의미한다. 본 그래프들의 기울기는 오버코팅층의 돌출 부분(제거되어야 할 부분)의 제거 정도에 대한 함몰 부분(제거되지 말아야할 부분)의 제거 정도가 작은 것을 의미하며, 기울기가 작을수록 우수한 평탄화 특성을 갖는 것을 의미한다. 즉, 본 그래프의 기울기가 0(수평)일 경우 돌출 부분만을 제거하고 함몰 부분은 전혀 제거되지 않는 이상적인 연마 패드임을 의미할 수 있다.

[0263] 도 60 내지 도 62를 참조하면, 오버코팅층의 평탄화를 수행함에 있어 본 발명에 따른 연마 패드는 기울기가 약 200 내지 400 범위(SP-60MD의 경우) 및 200 내지 600(SP-20MD)의 경우에 있는 반면, 비교예에 따른 연마 패드는 기울기가 약 800 내지 1,000(IC1010의 경우) 범위에 있어, 본 발명에 따른 연마 패드가 상대적으로 우수한 평탄화도 및 연마 선택도를 나타냄을 알 수 있다. 특히 서브 패턴의 폭이 작은 경우 큰 경우에 비해 더 우수한 평탄화도를 나타냄을 확인할 수 있었다.

[0264] **<실험예 5: 연마 온도 상승 측정>**

[0265] 본 발명에 따른 연마 패드(SP-60MD) 및 비교예에 따른 연마 패드(IC1010)를 이용하여 연마 공정을 수행하고, 연마 시간에 따른 연마 온도 상승을 측정하였다. 그리고 그 결과를 도 63에 나타내었다.

[0266] 도 63을 참조하면, 본 발명에 따른 연마 패드는 연마 시간이 약 150초를 경과할 경우 연마 온도가 다시 감소하나, 비교예에 따른 연마 패드는 연마 시간이 약 220초를 경과하여야 온도가 감소하여 연마 공정의 안정화까지 시간이 오래 걸리는 것을 확인할 수 있다. 이는 돌출 패턴의 형상에 기인한 것일 수 있으나 본 발명이 어떠한 이론에 국한되는 것은 아니다.

[0267] 이상에서 본 발명의 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에

서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다.

[0268] 예를 들어, 본 발명에 따른 연마 장치는 전술한 다양한 실시예에 따른 연마 패드 중 어느 하나의 것을 포함할 수 있다. 또, 본 발명에 따른 연마 패드는 다른 실시예에서 기술한 다양한 단면 구조 중 어느 하나의 것을 가질 수 있다.

[0269] 따라서 본 발명의 범위는 이상에서 예시된 기술 사상의 변경물, 균등물 내지는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, 본 발명의 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성요소는 변형하여 실시할 수 있다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0270] 1: 연마 장치

10: 연마 플레이튼

11: 연마 패드

40: 캐리어

50: 연마 대상 기판

60: 노즐

70: 슬러리

101: 패턴층

130: 베이스

151: 돌출 패턴

200: 지지층

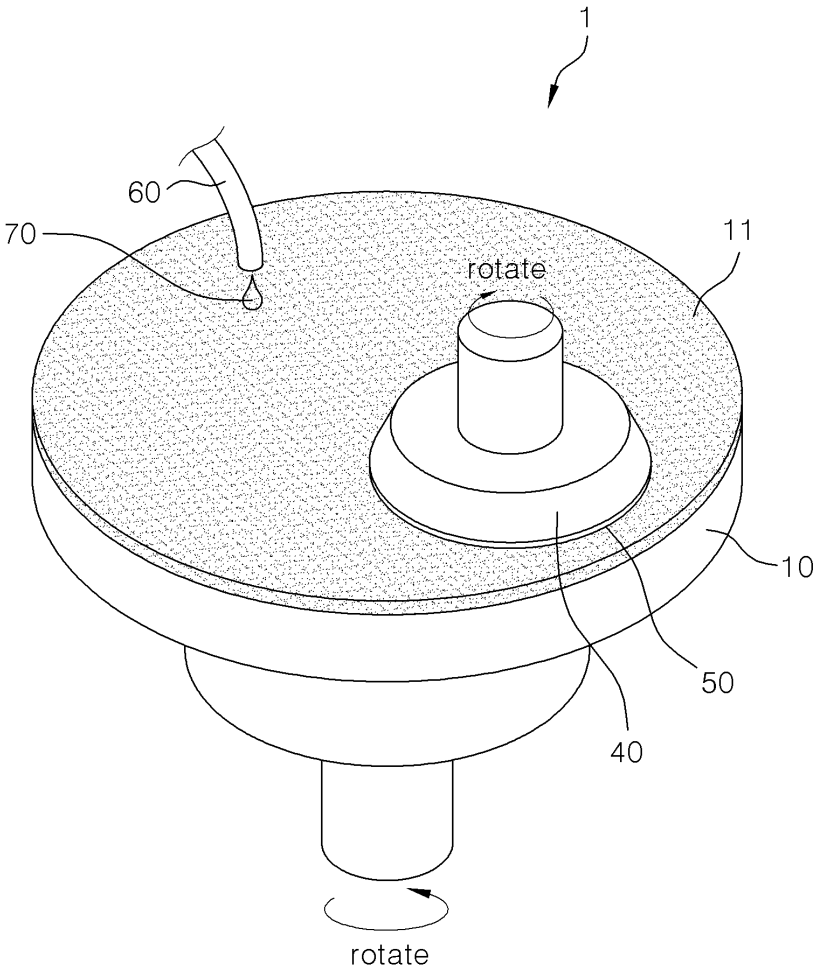
300: 트렌치

310: 제1 트렌치

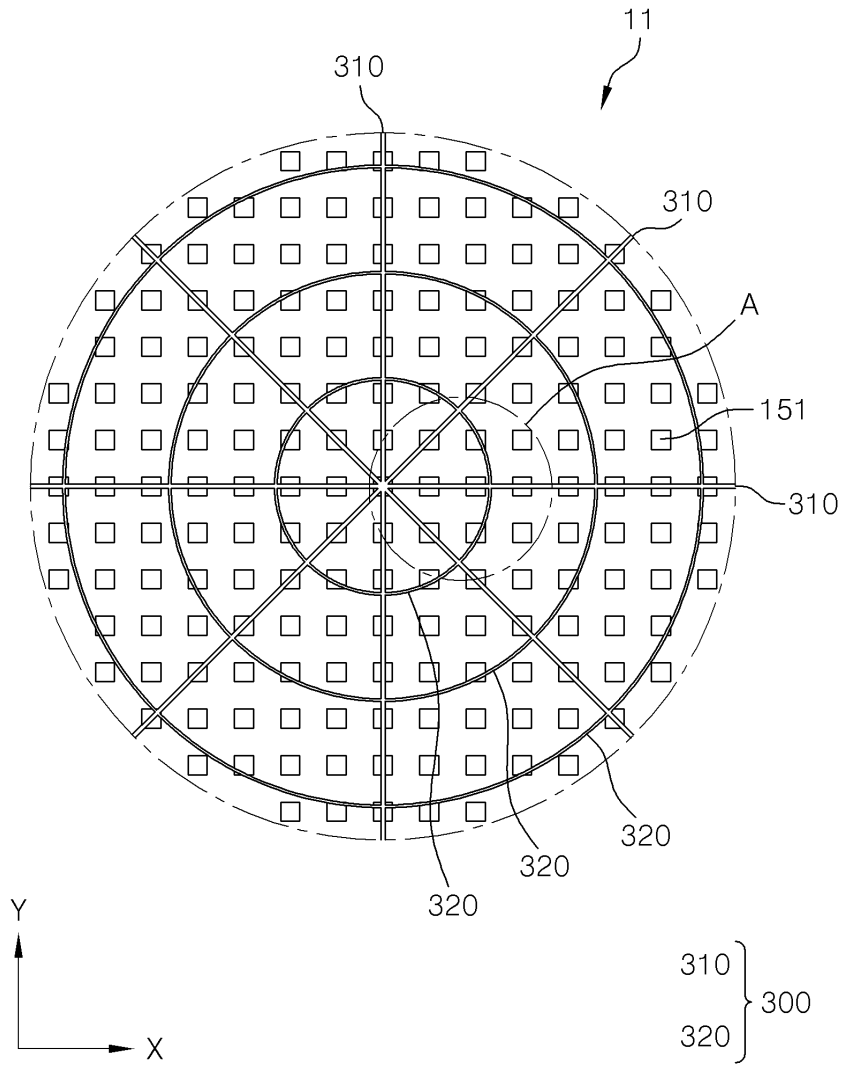
320: 제2 트렌치

도면

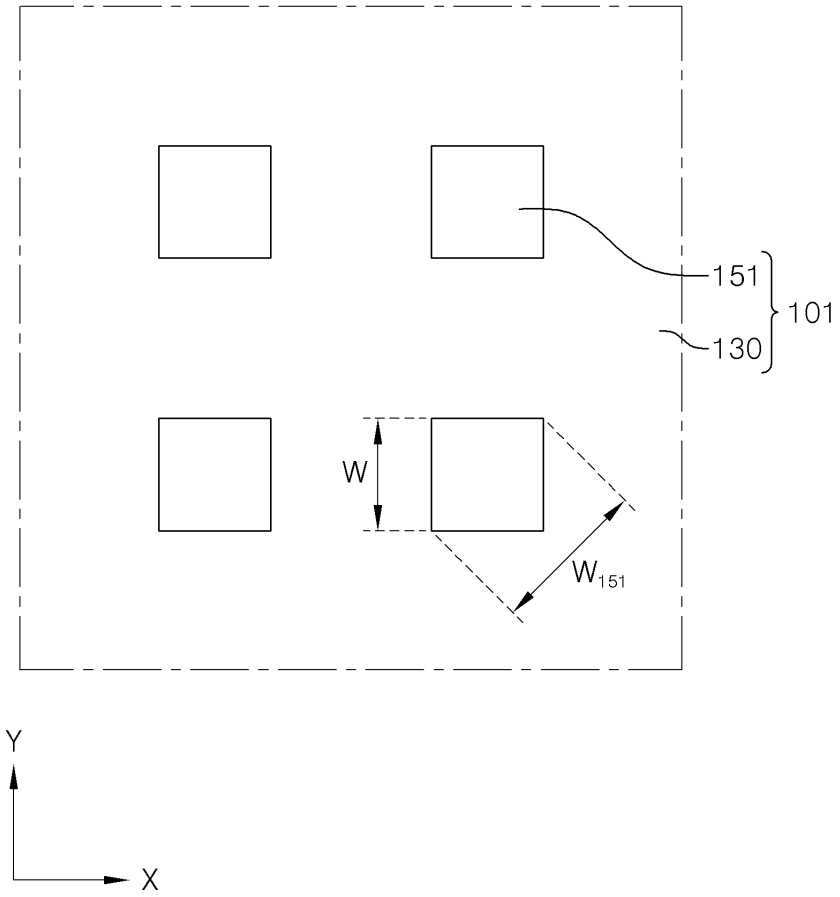
도면1



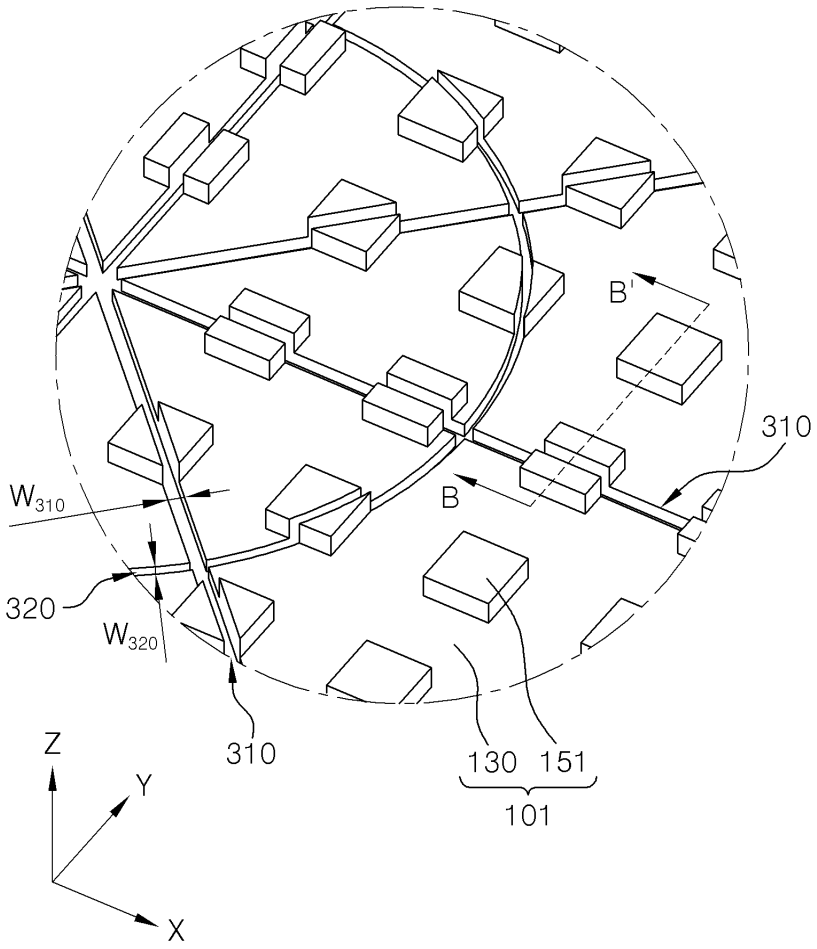
도면2



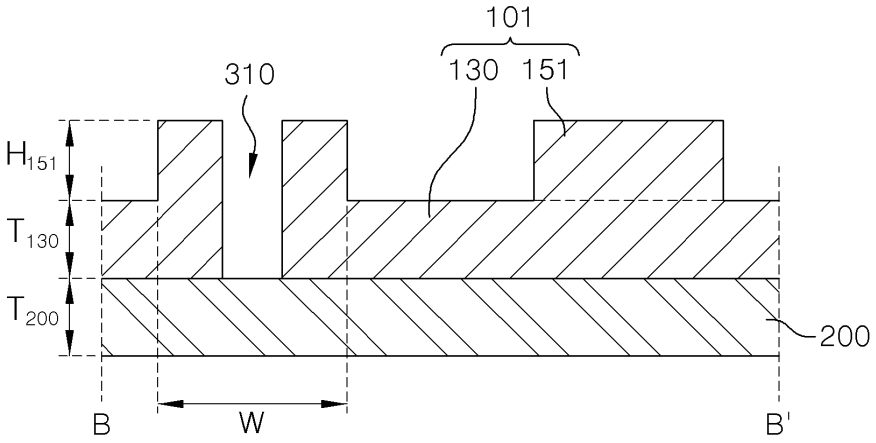
도면3



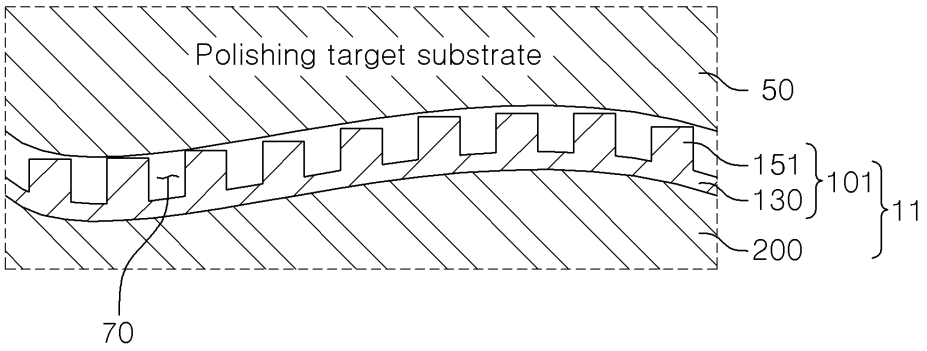
도면4


B'
310
B
W_{310}
320
W_{320}
310
130 151
101
Z
Y
X

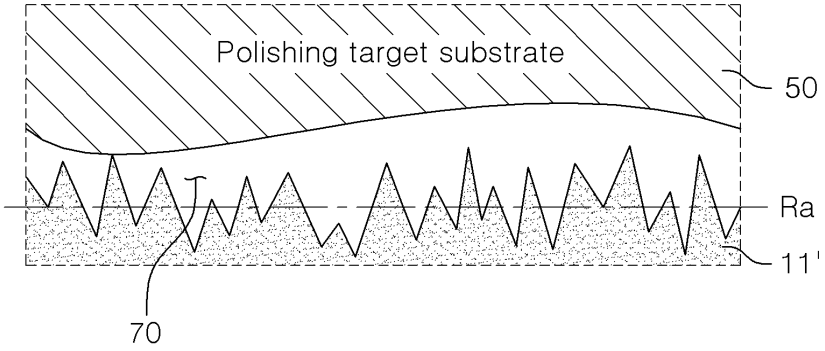
도면5


101
130 151
310
H_{151}
T_{130}
T_{200}
200
B
W
B'

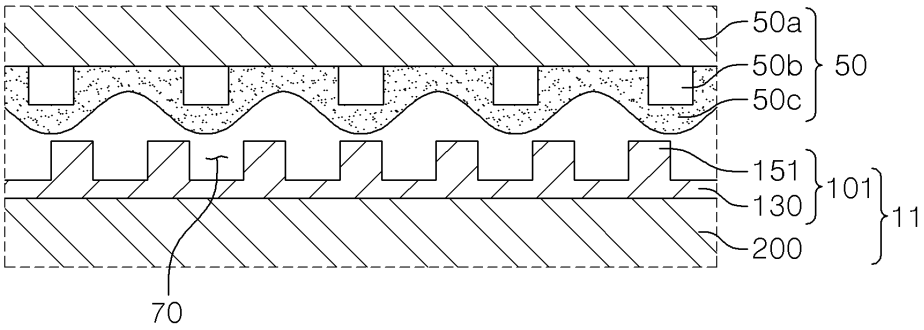
도면6



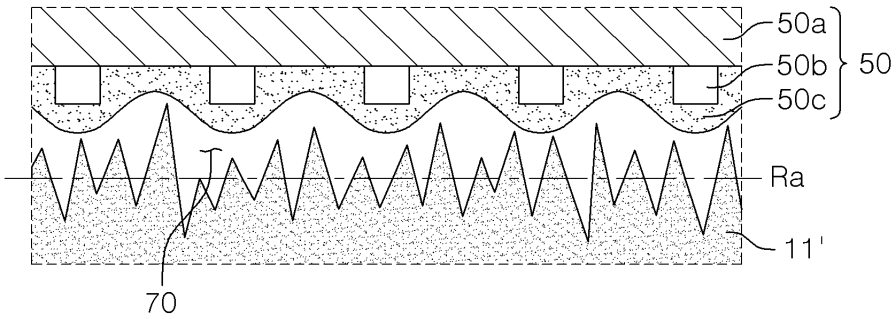
도면7



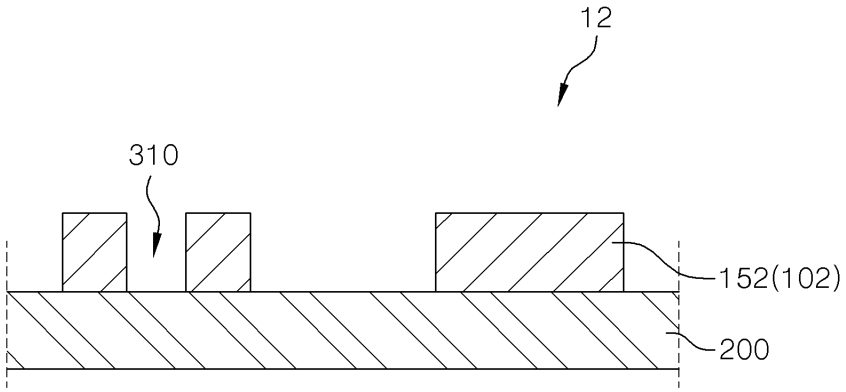
도면8



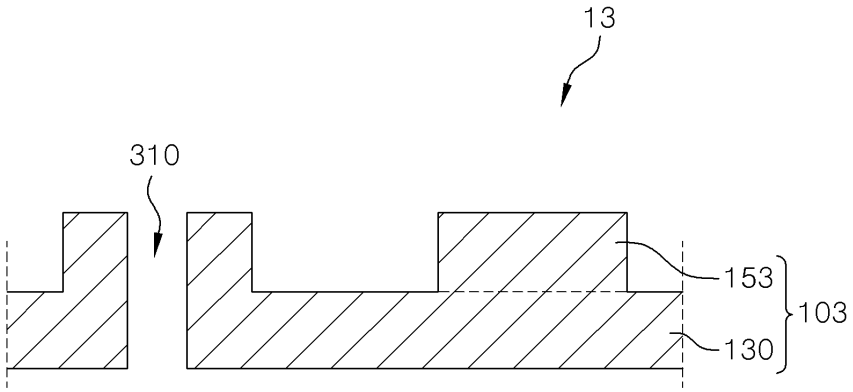
도면9



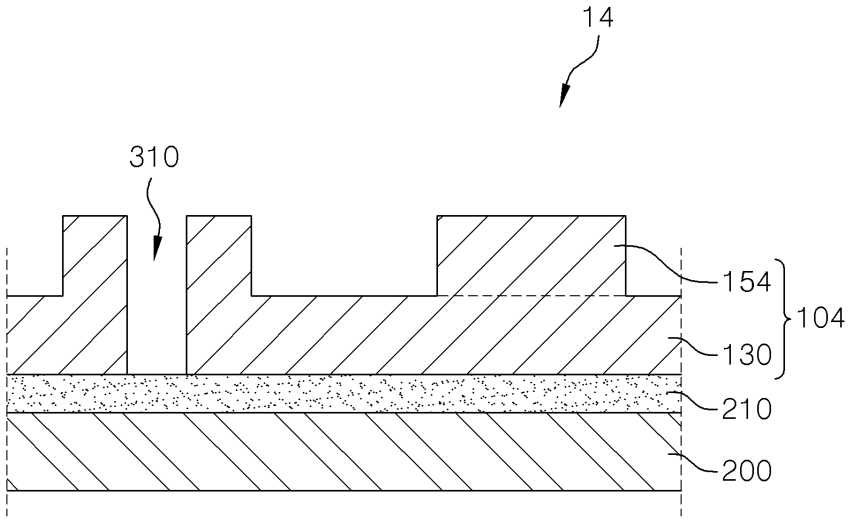
도면10



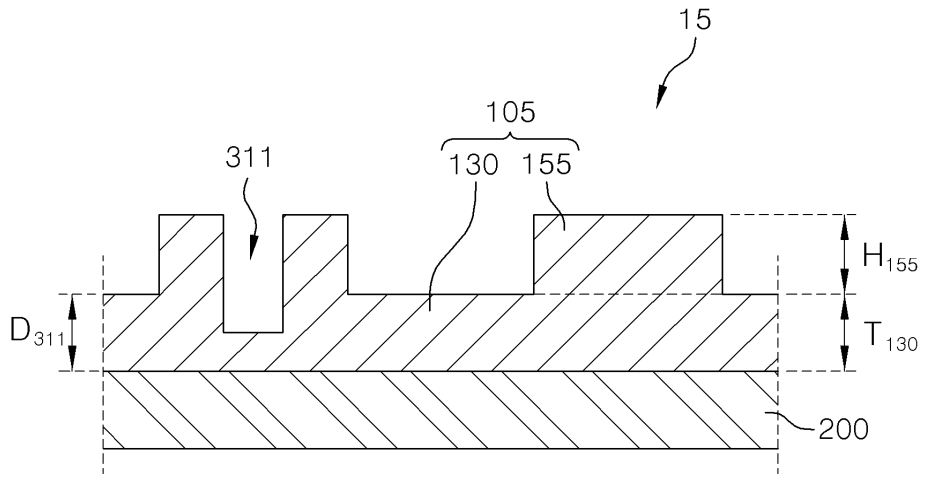
도면11



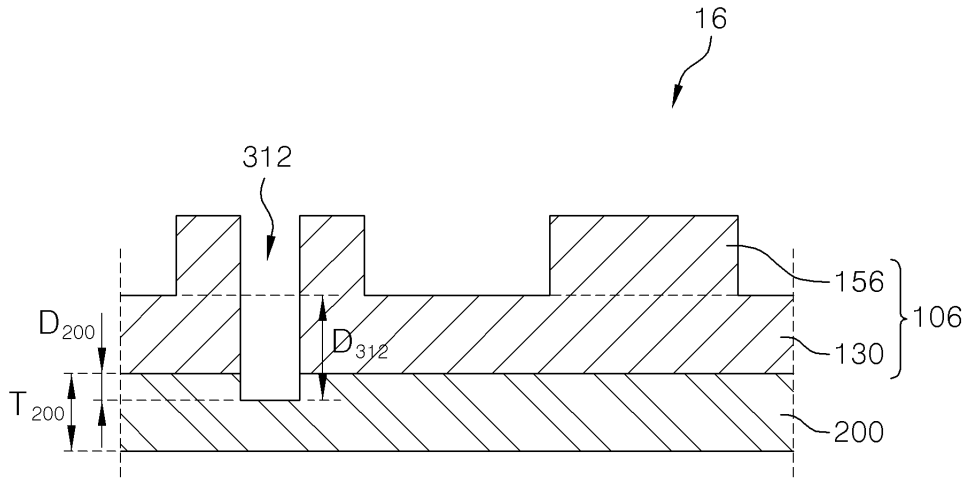
도면12



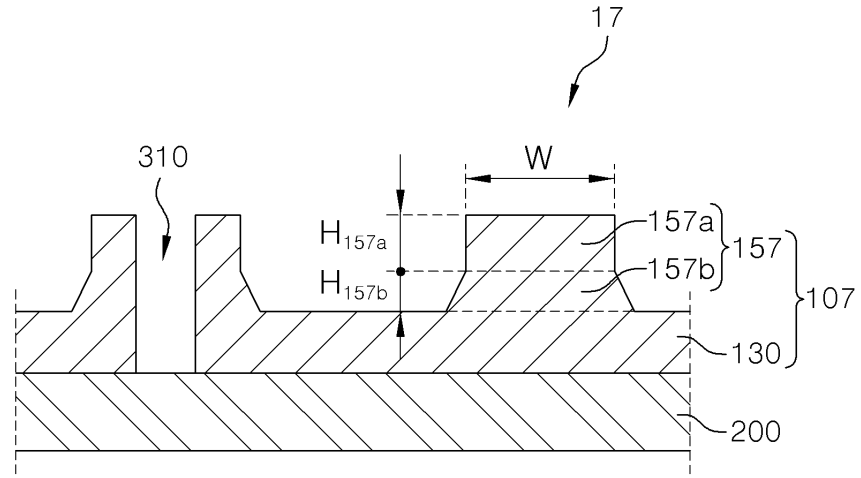
도면13



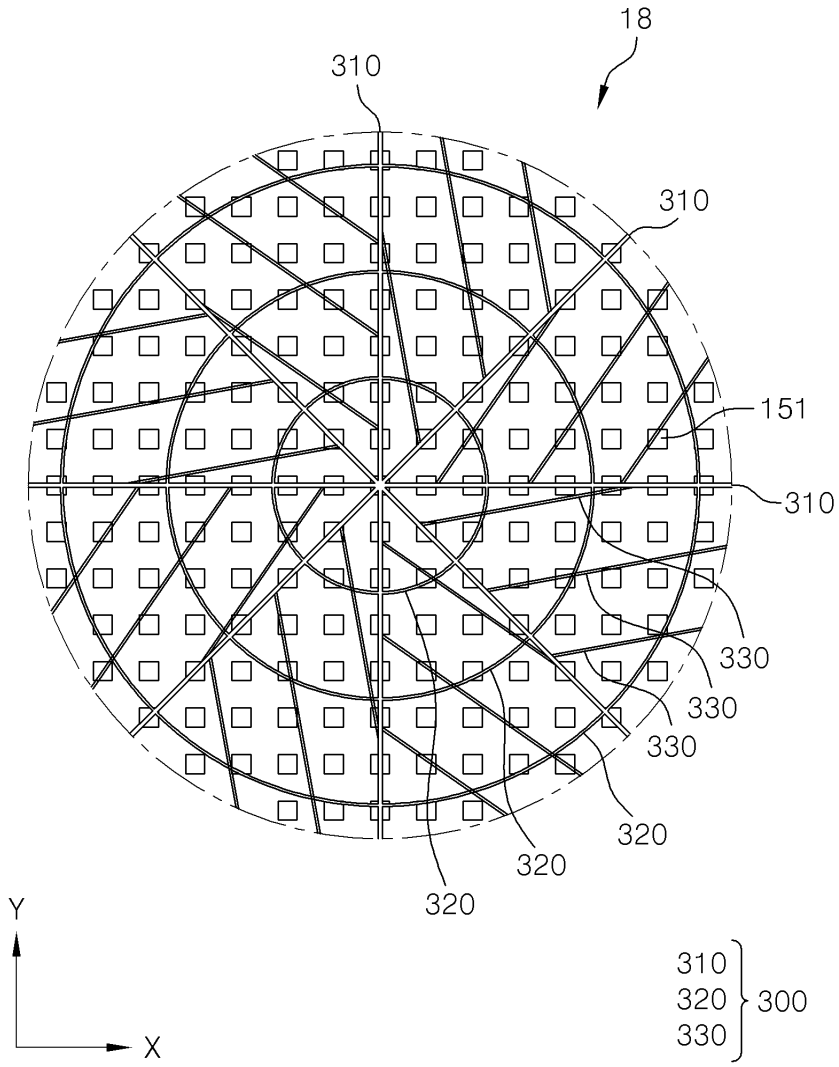
도면14



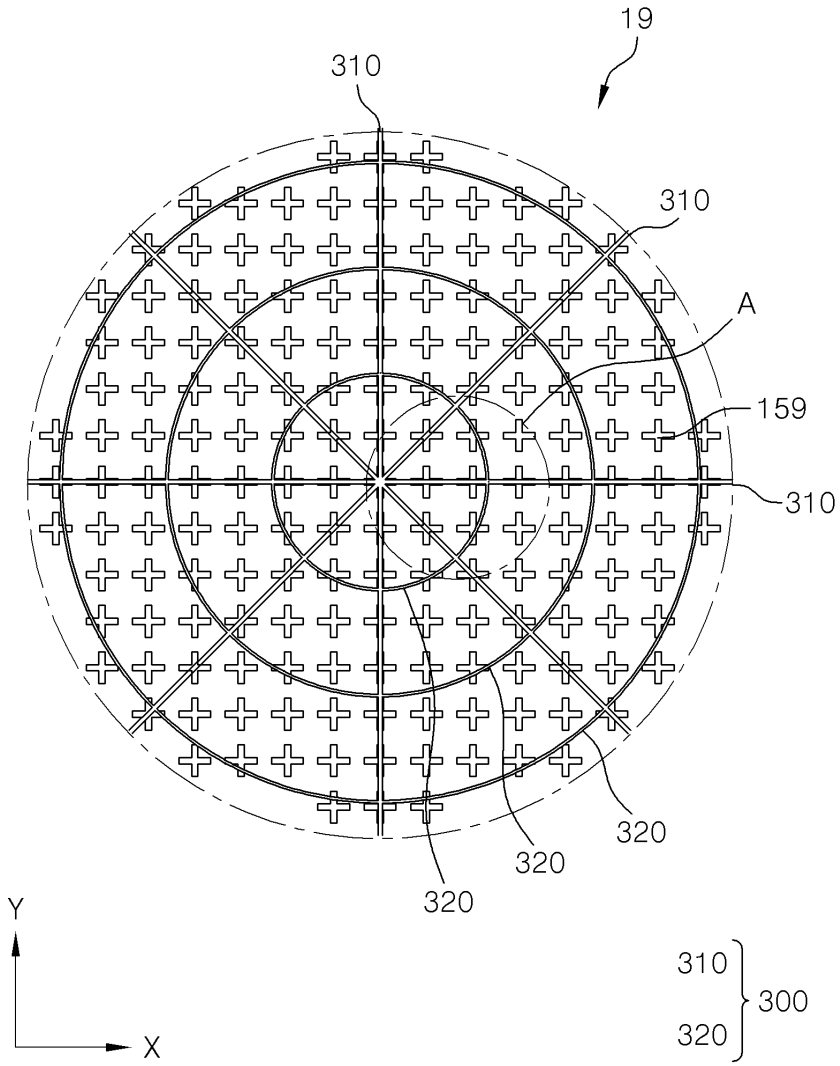
도면15



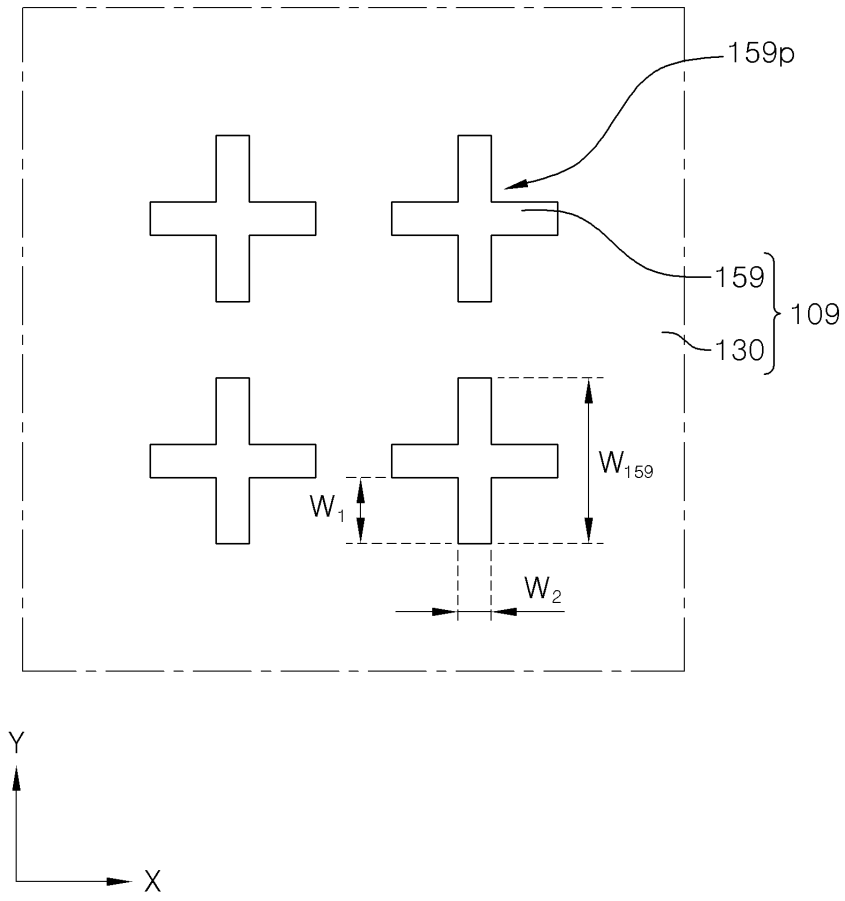
도면16



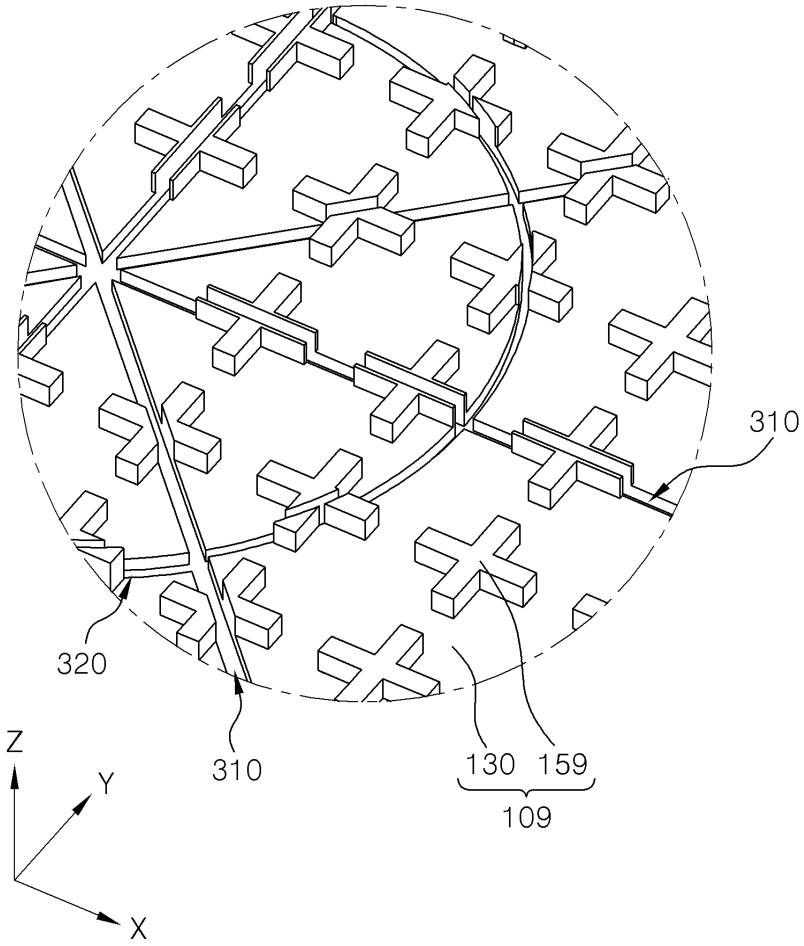
도면17



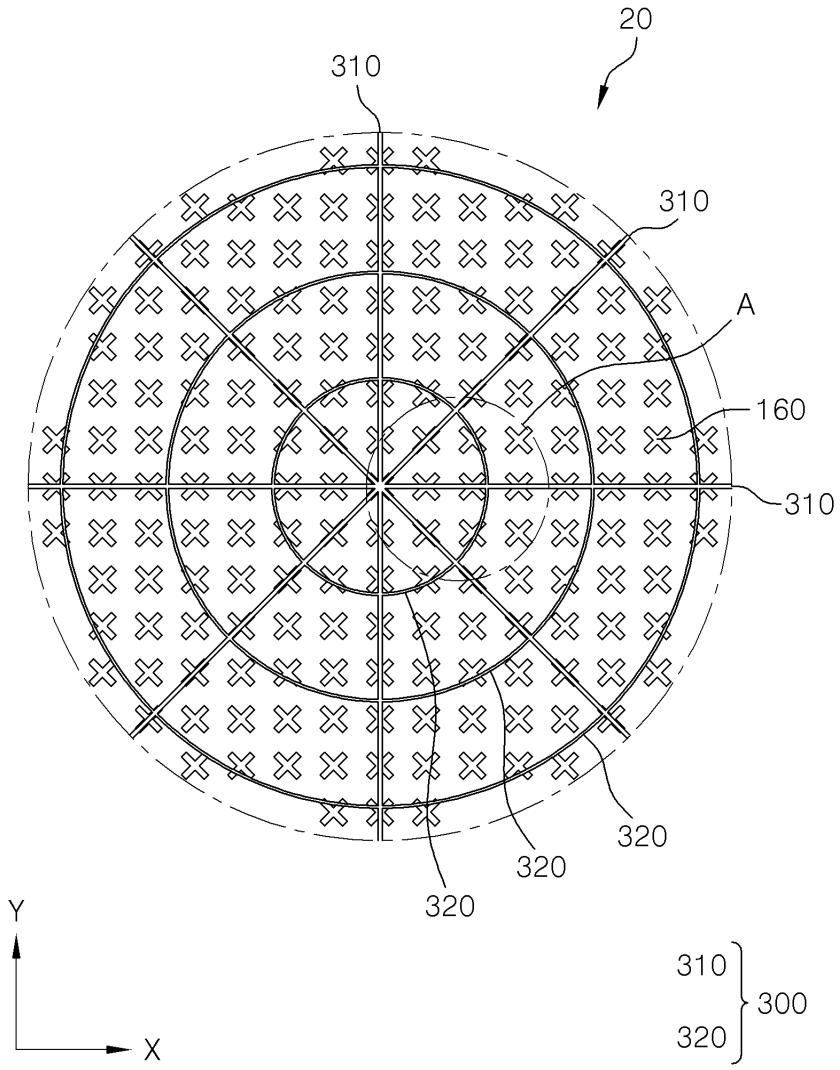
도면18



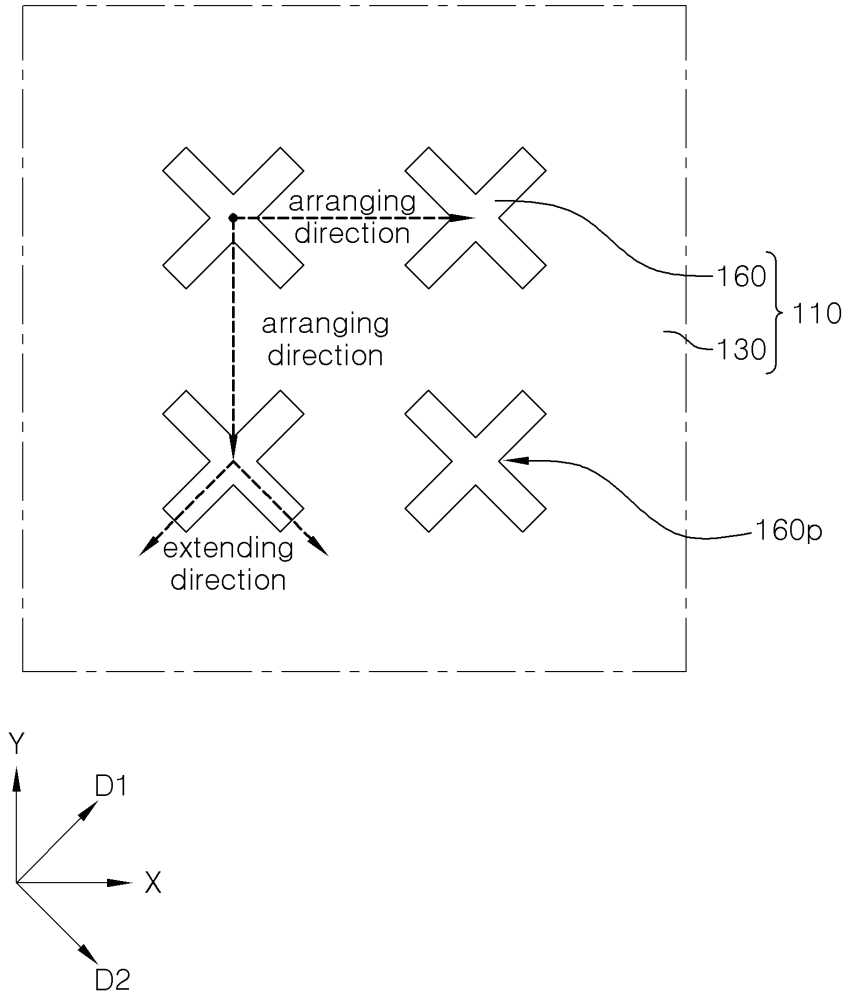
도면19



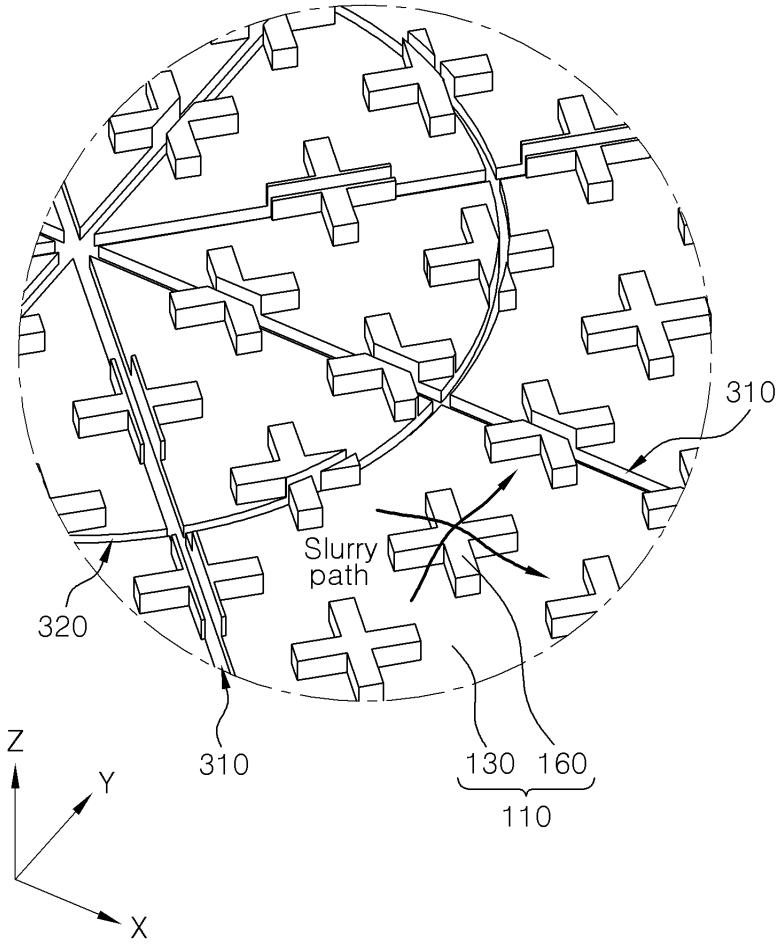
도면20



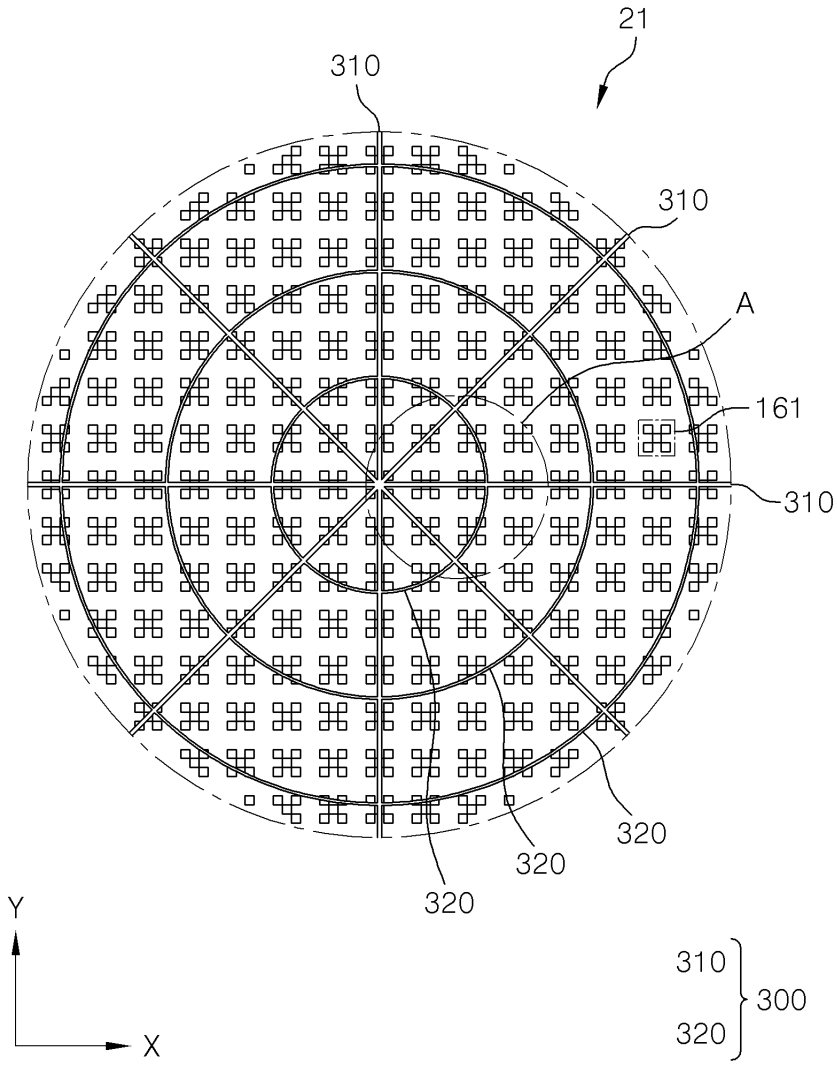
도면21


arranging
direction
arranging
direction
extending
direction
160
110
130
160p
Y
D1
X
D2

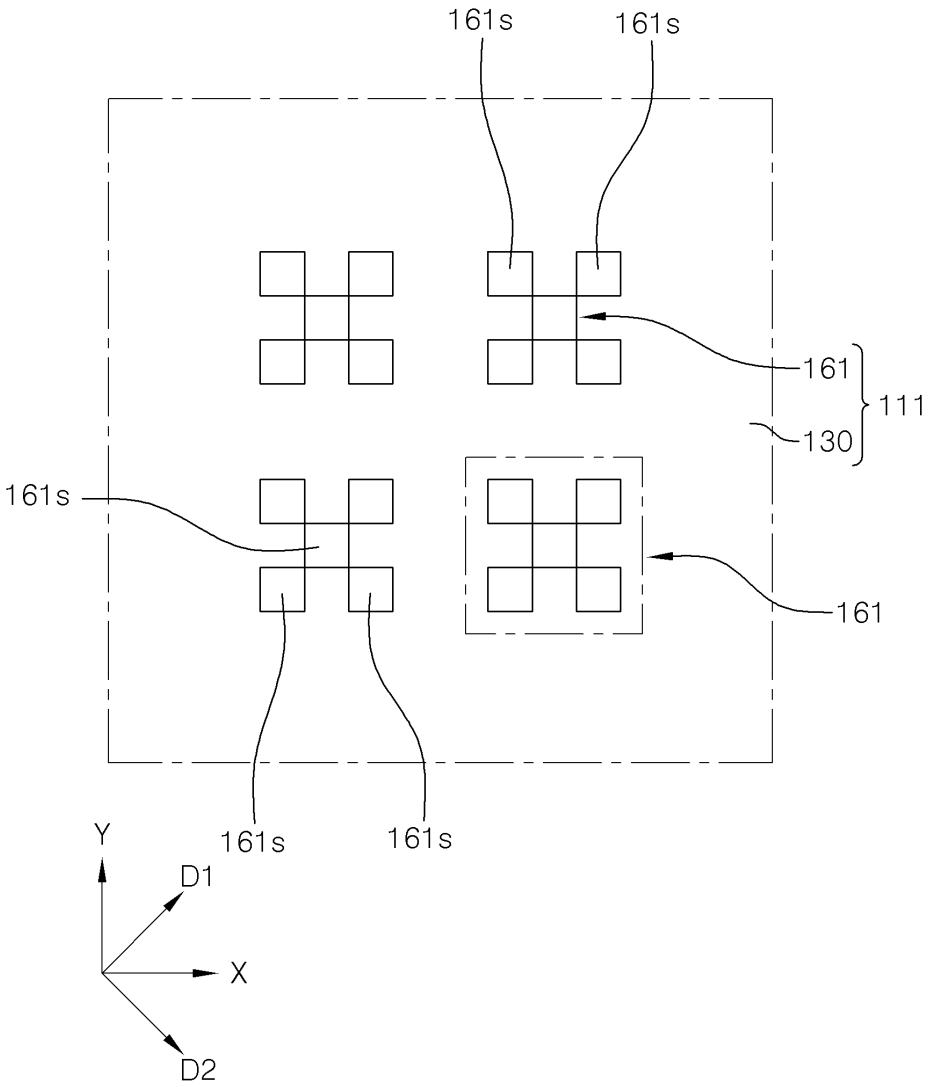
도면22



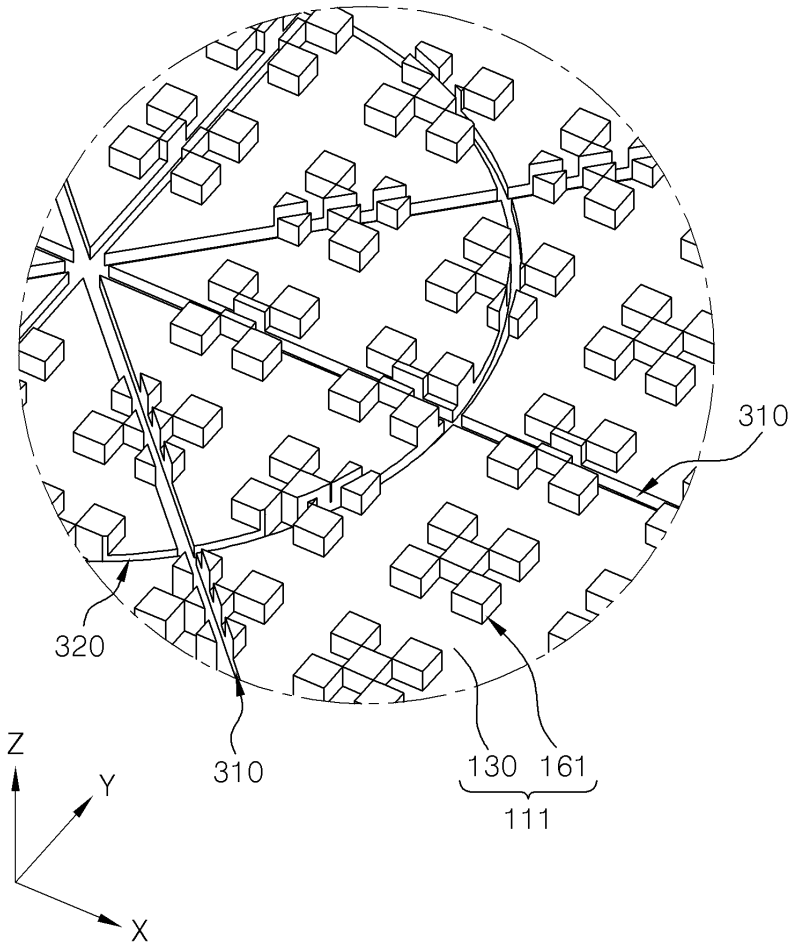
도면23



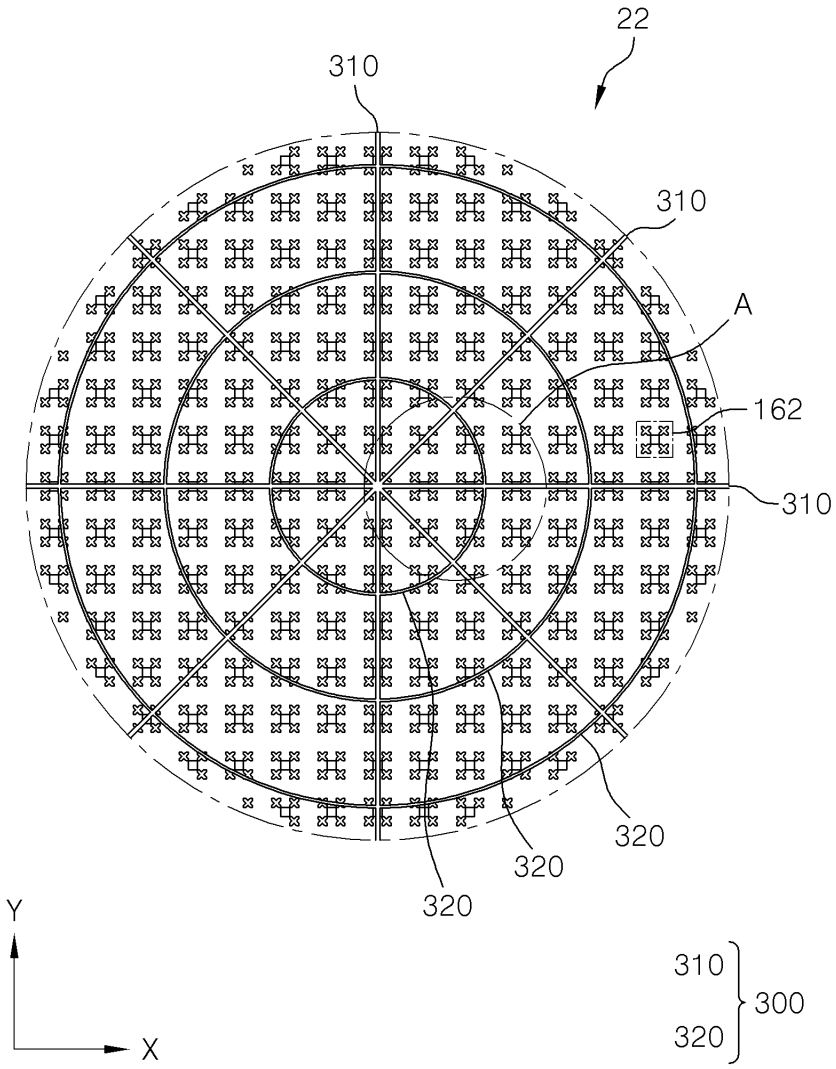
도면24



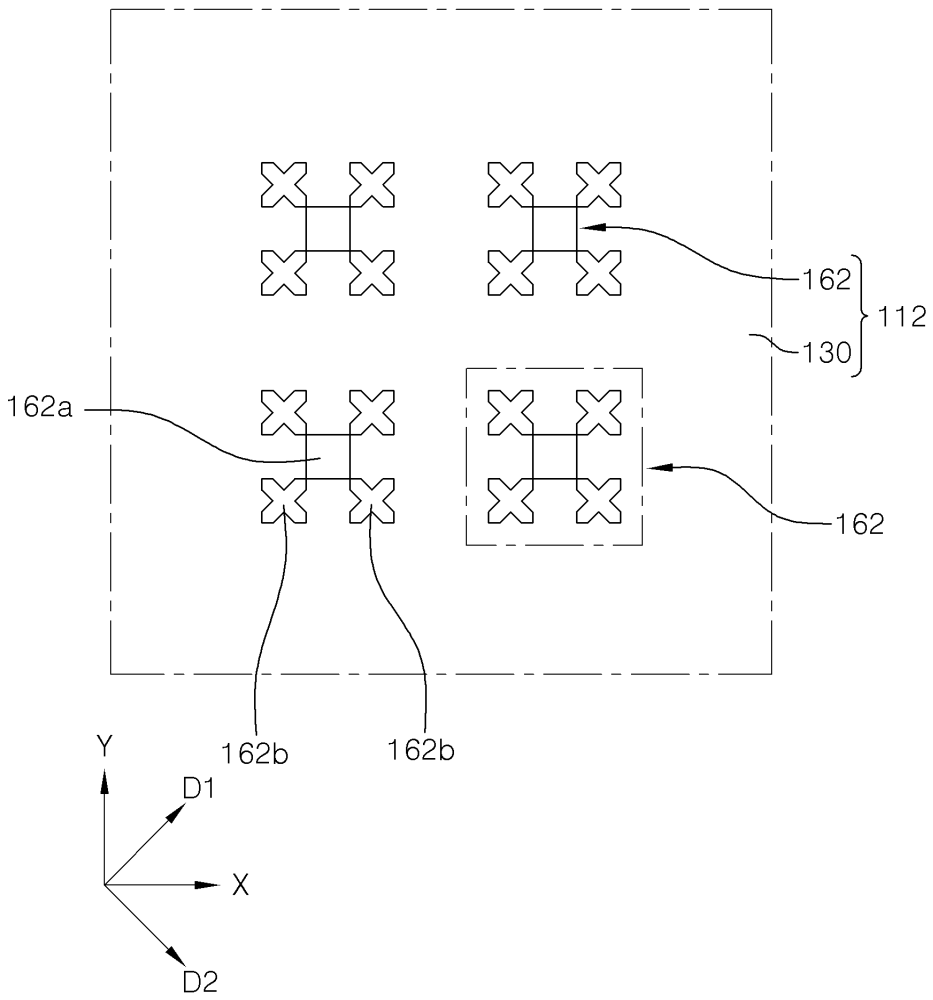
도면25



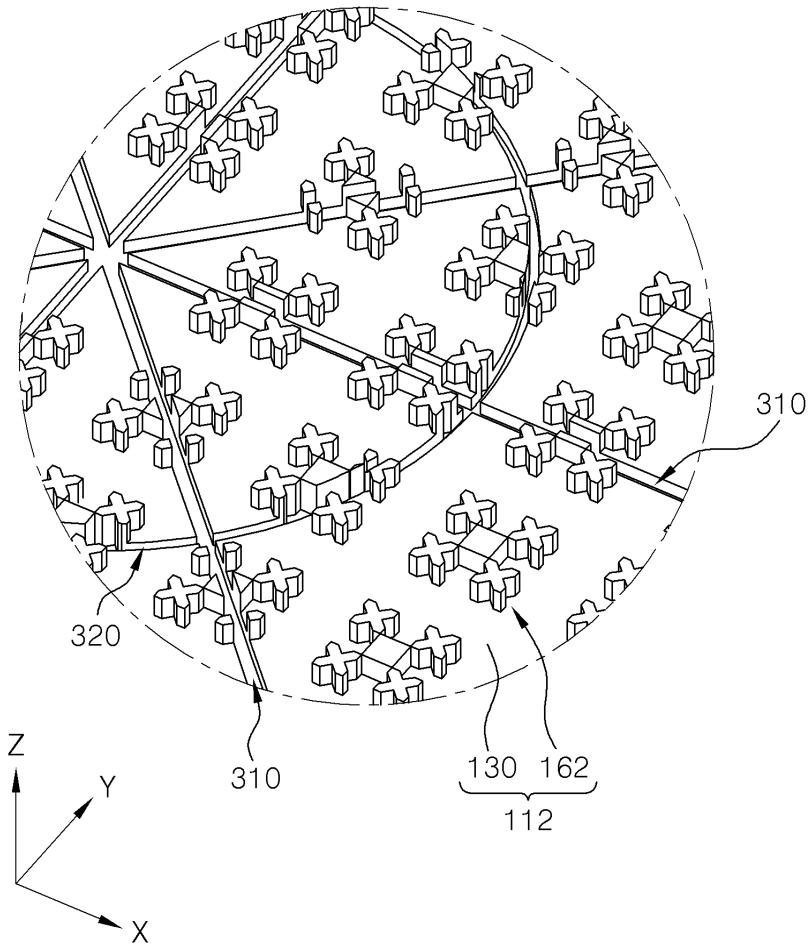
도면26



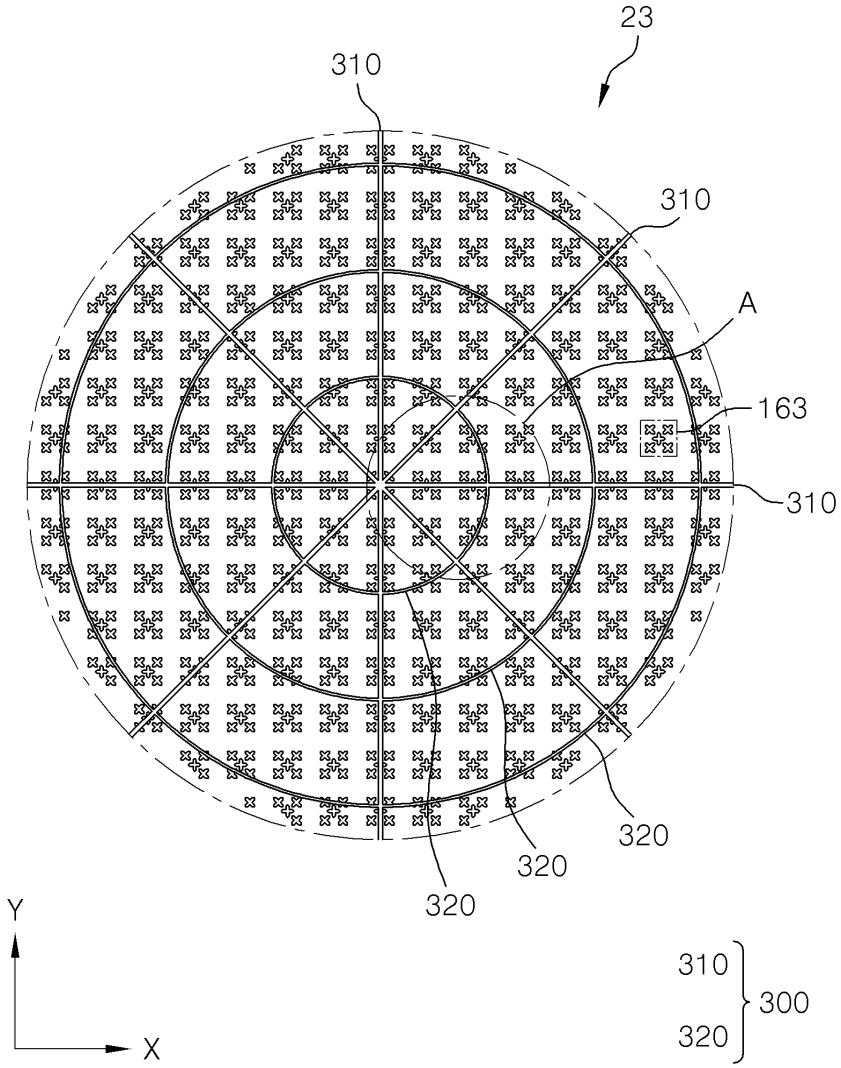
도면27



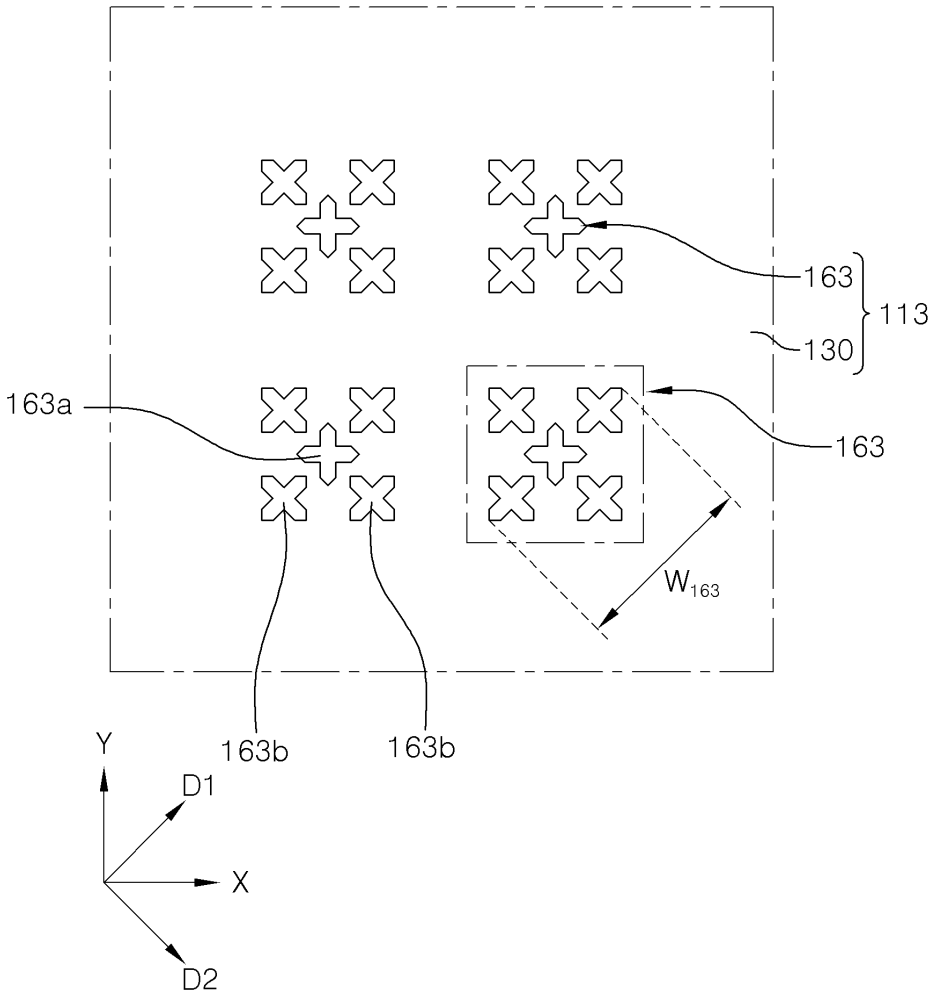
도면28



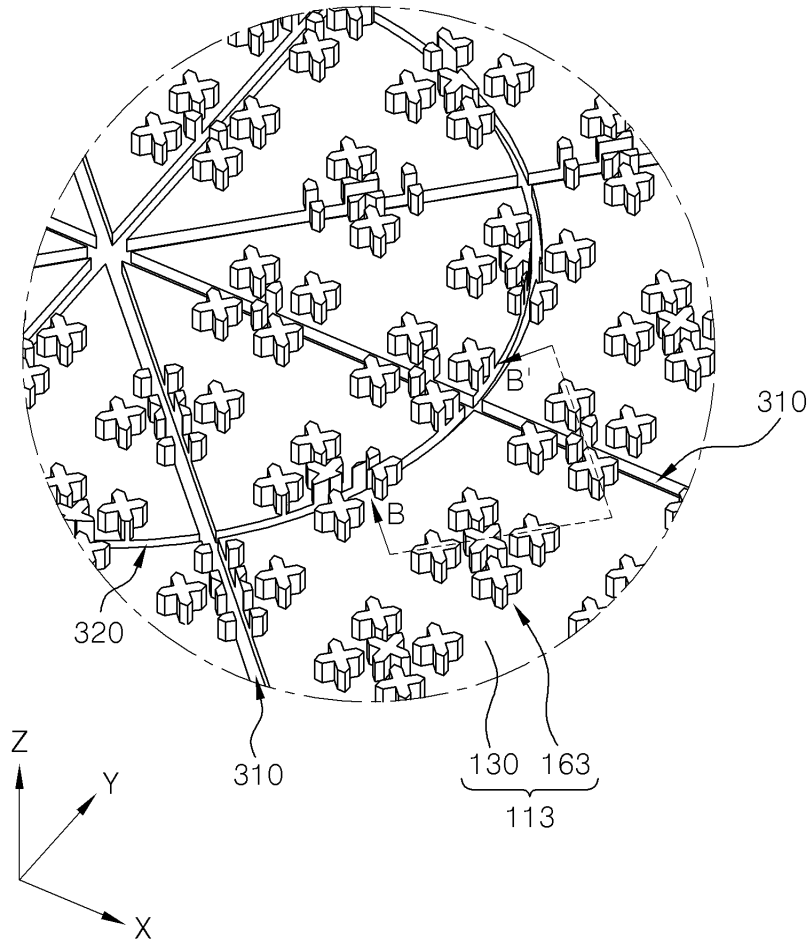
도면29



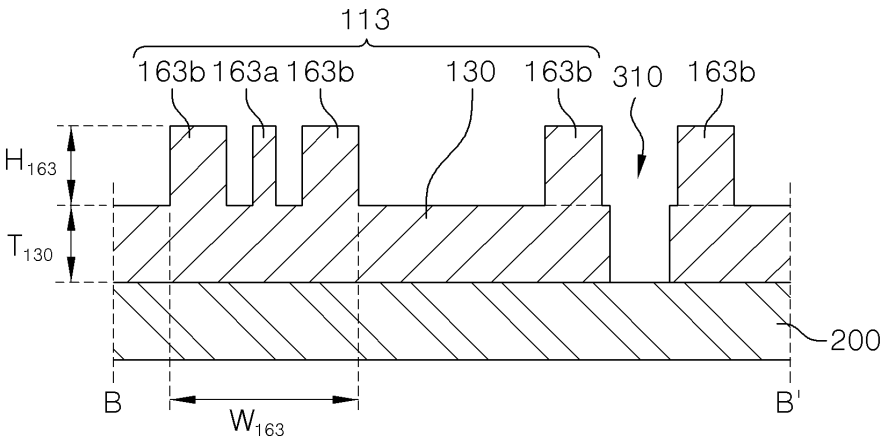
도면30



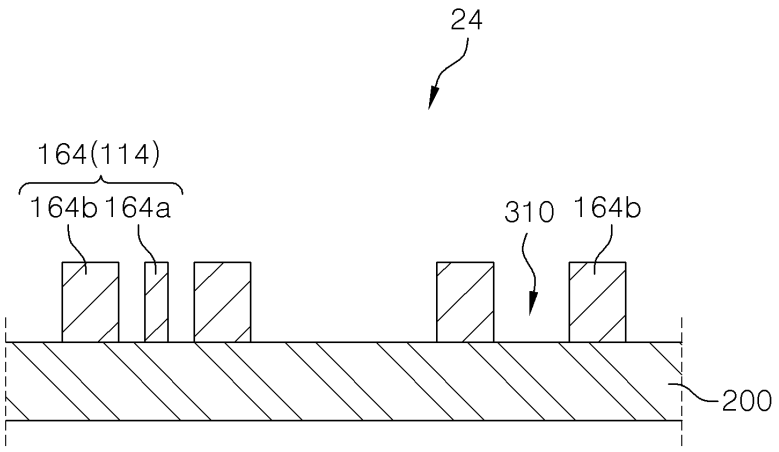
도면31


B'
310
B
320
310
130
163
113
Z
Y
X

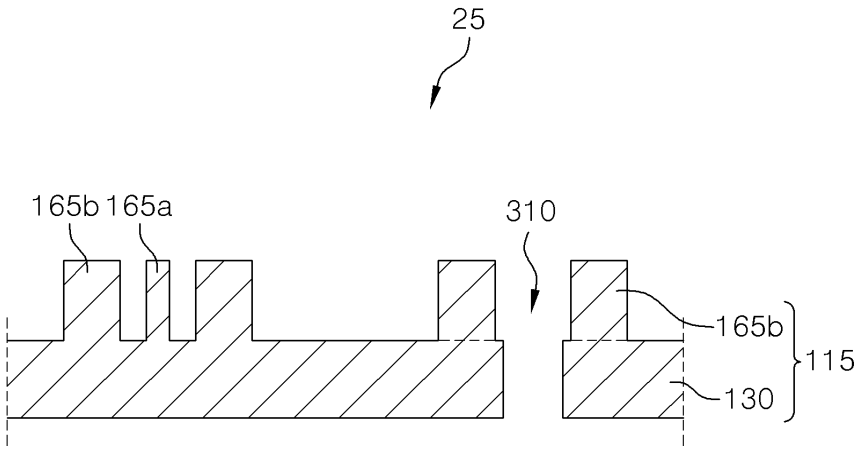
도면32


113
163b
163a
163b
130
163b
310
163b
H_{163}
T_{130}
200
B
W_{163}
B'

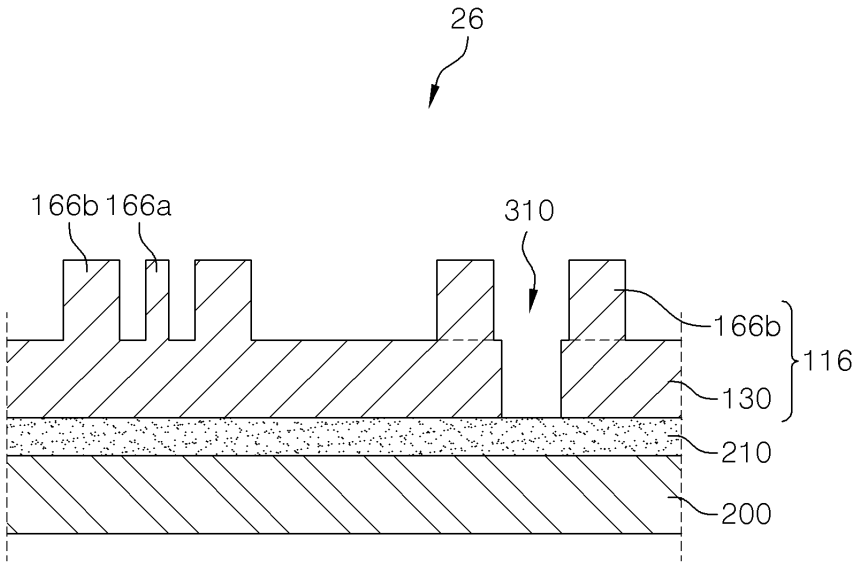
도면33



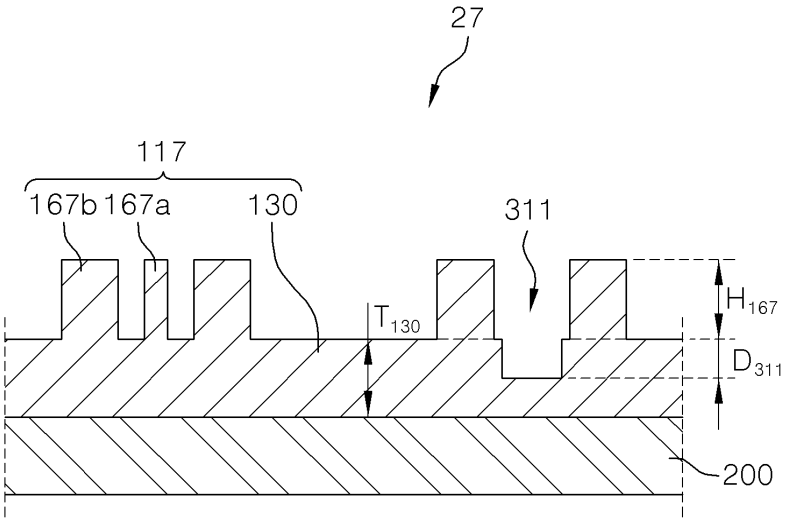
도면34



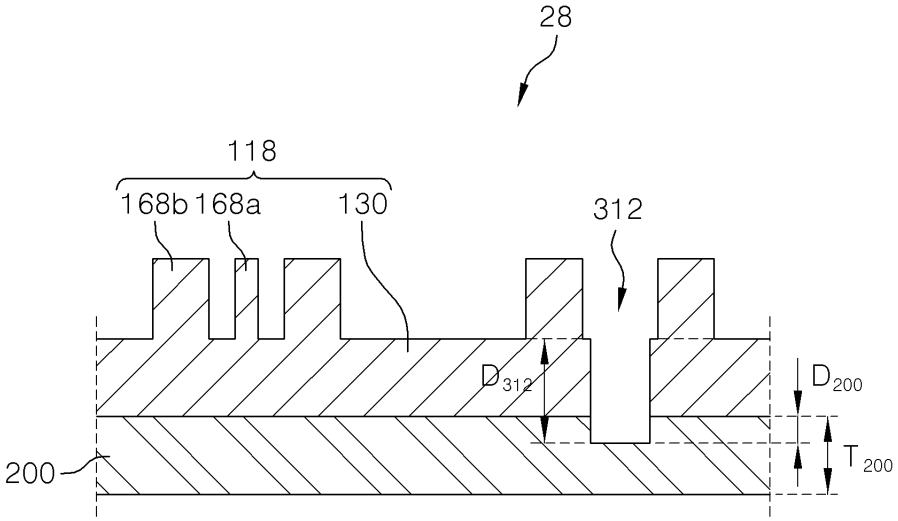
도면35



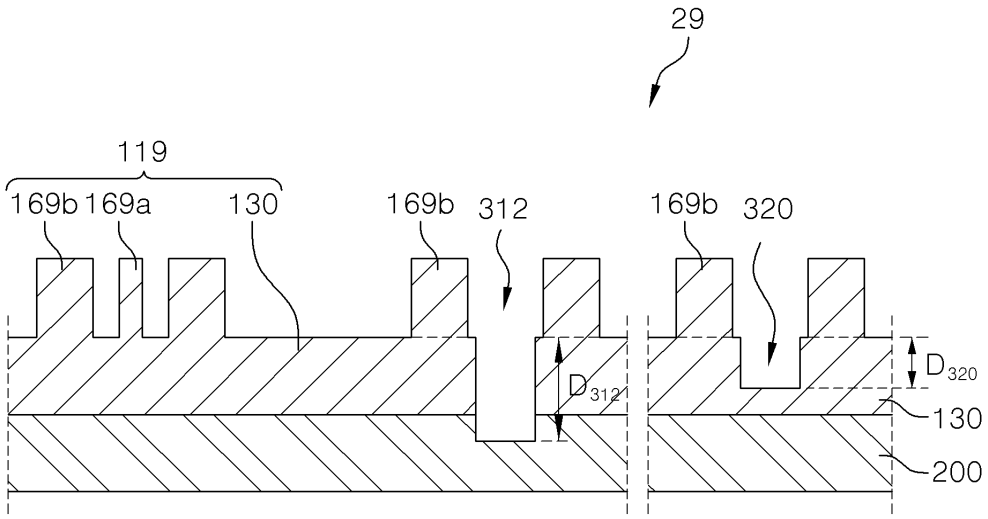
도면36


27
117
167b
167a
130
311
T_{130}
H_{167}
D_{311}
200

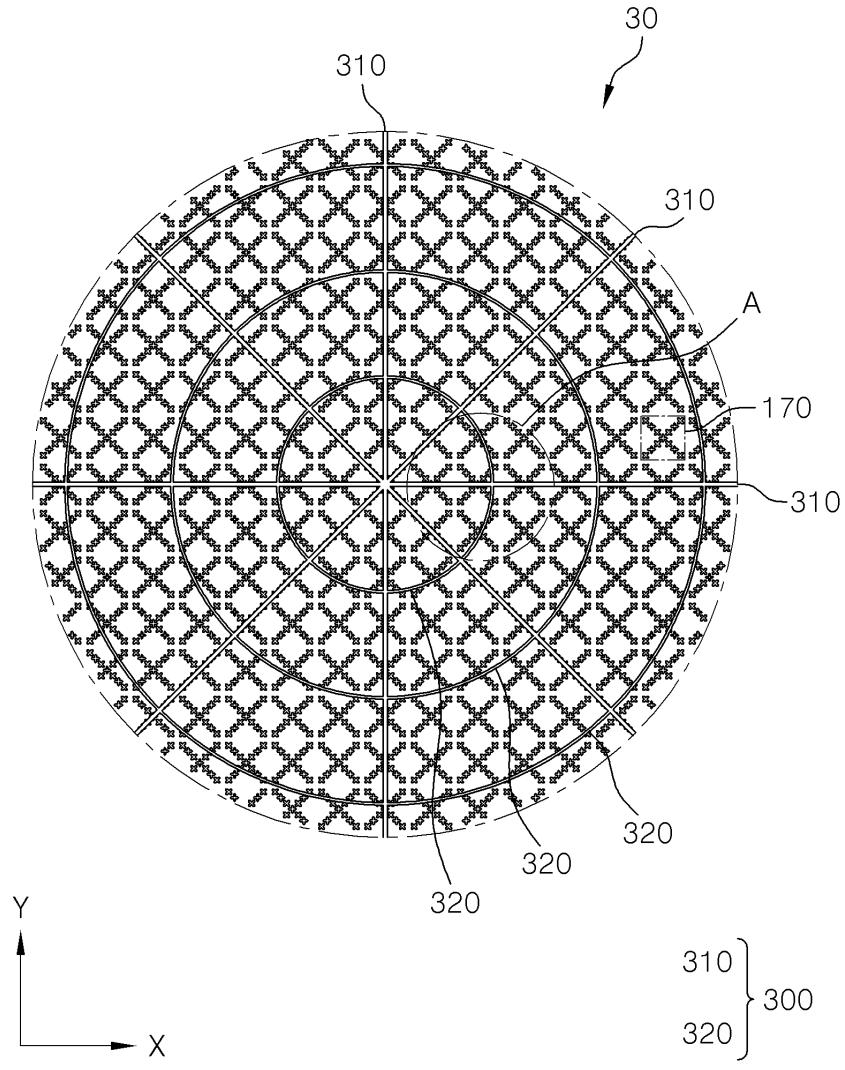
도면37


28
118
168b
168a
130
312
D_{312}
D_{200}
T_{200}
200

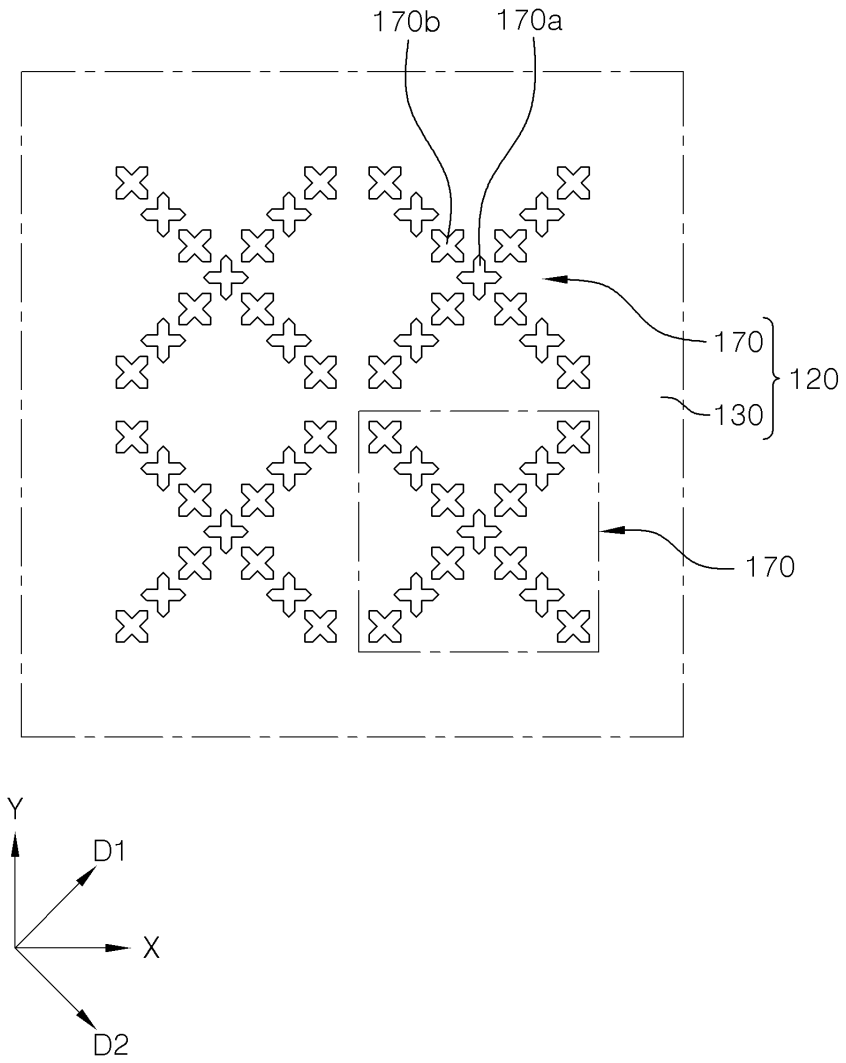
도면38


29
119
169b
169a
130
169b
312
169b
320
D_{320}
D_{312}
130
200

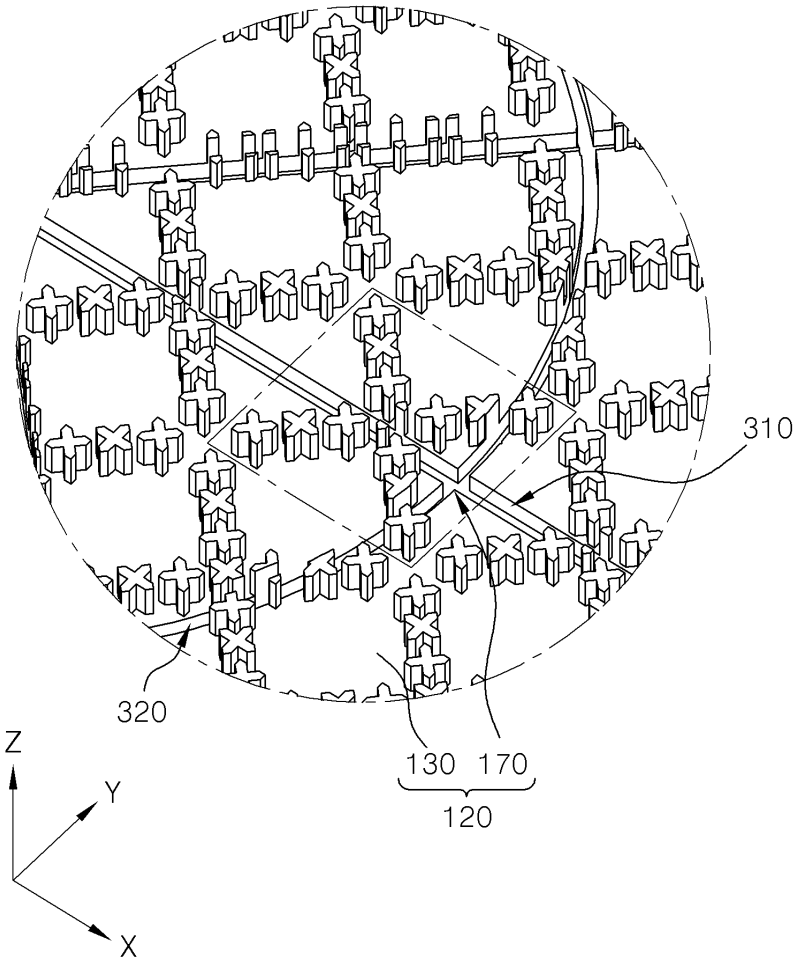
도면39


30
310
310
A
170
310
320
320
320
Y
X
310
320
300

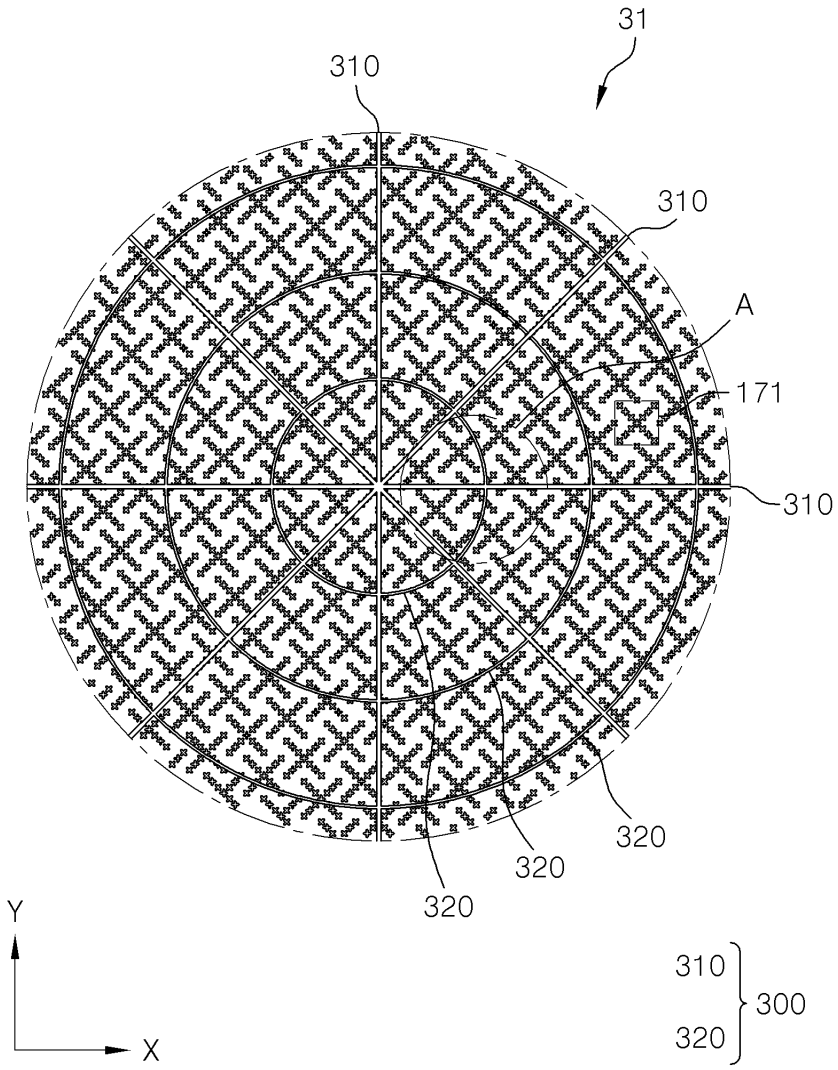
도면40



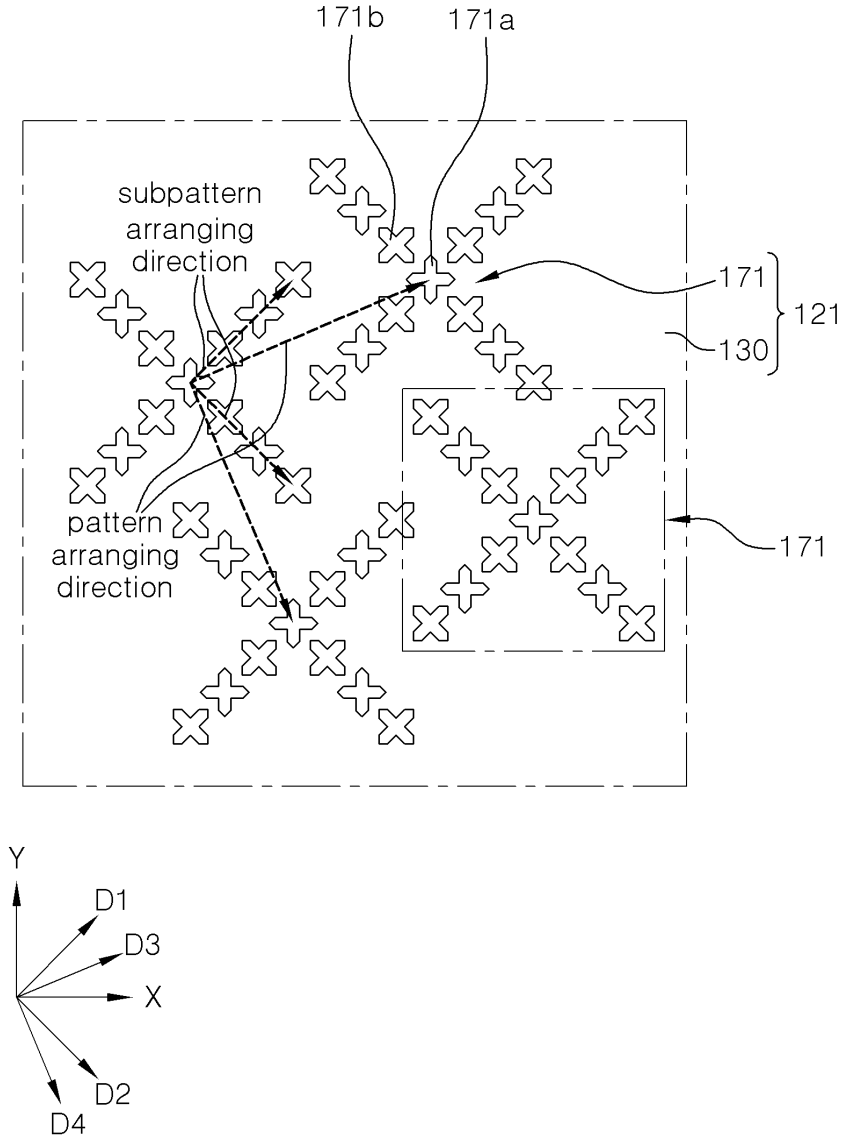
도면41



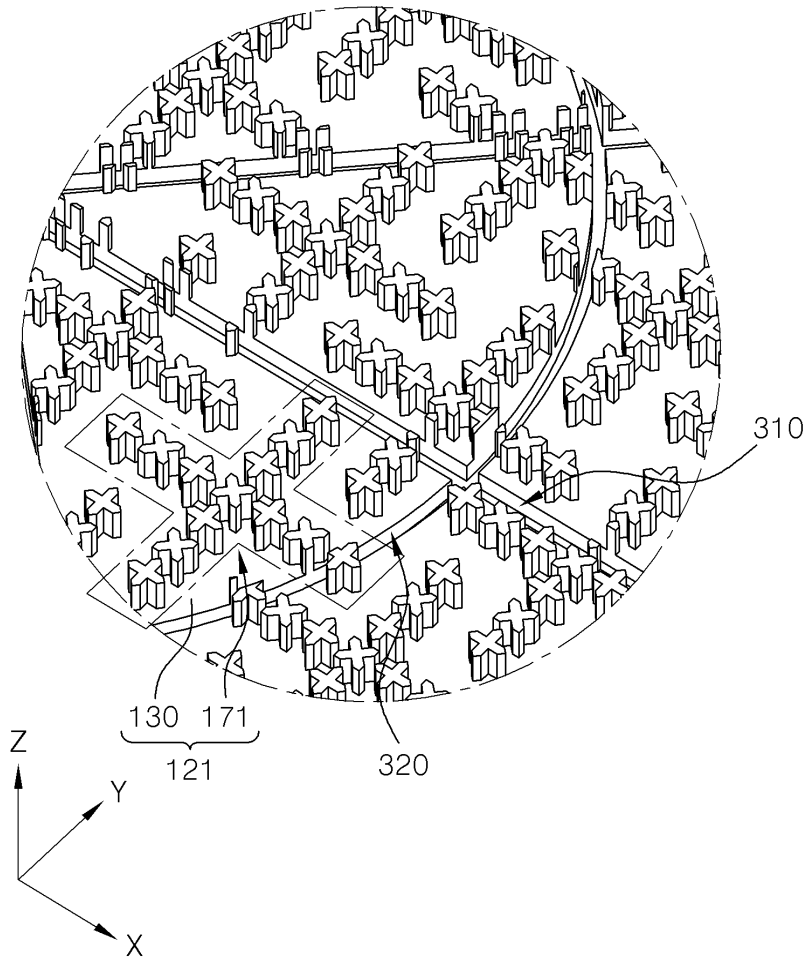
도면42



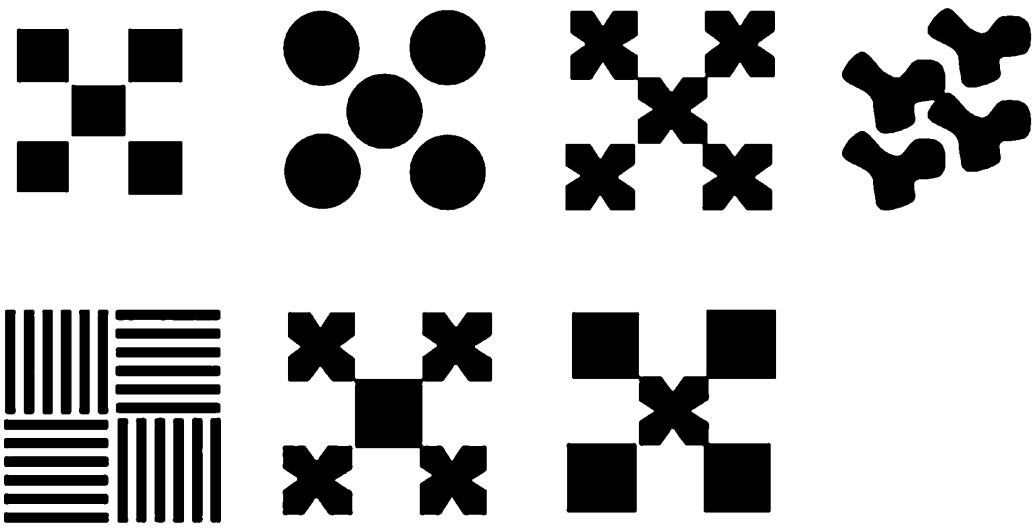
도면43


171b
171a
subpattern
arranging
direction
171
121
130
171
pattern
arranging
direction
Y
D1
D3
X
D2
D4

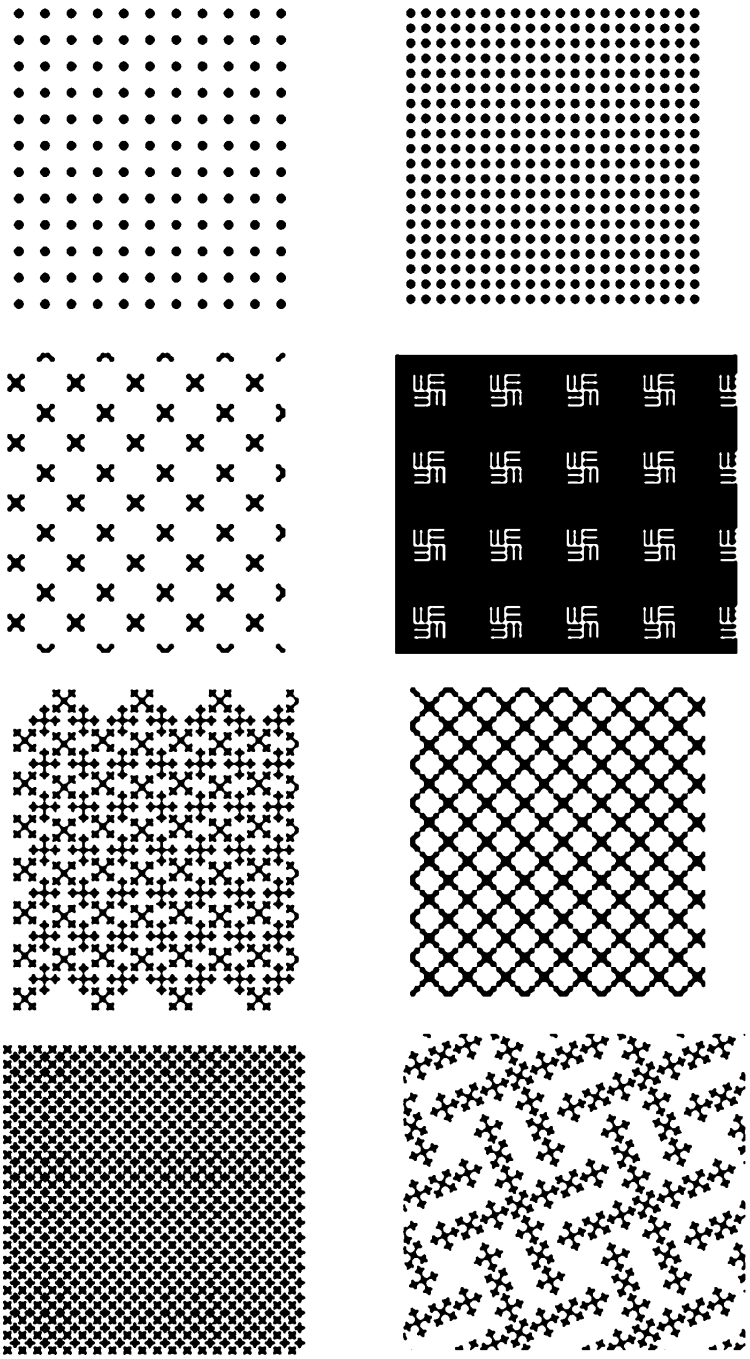
도면44



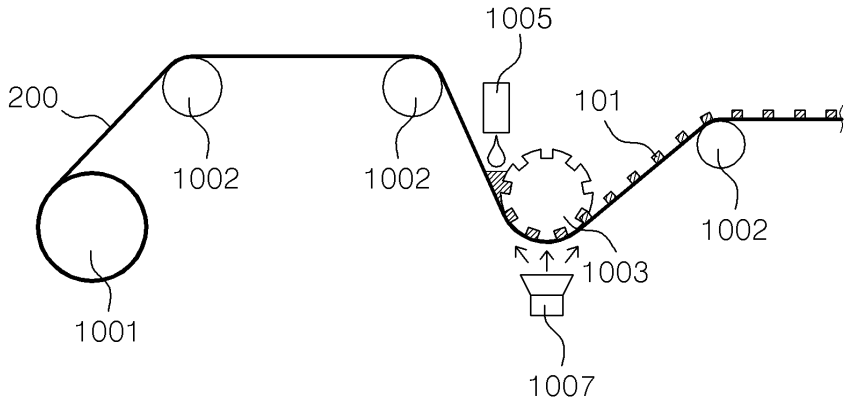
도면45



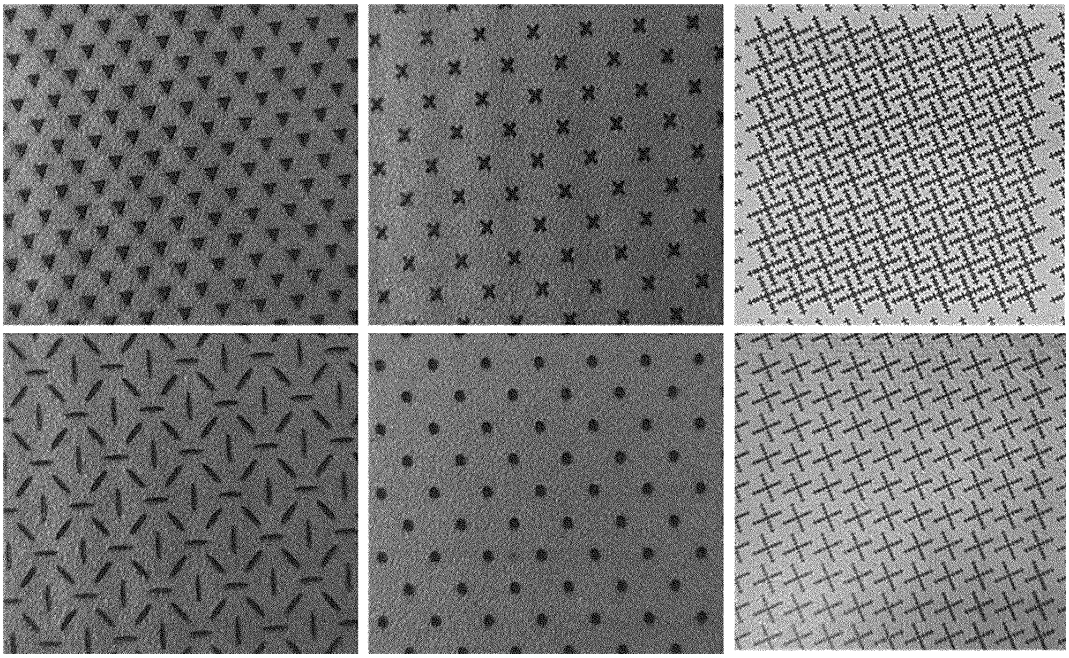
도면46



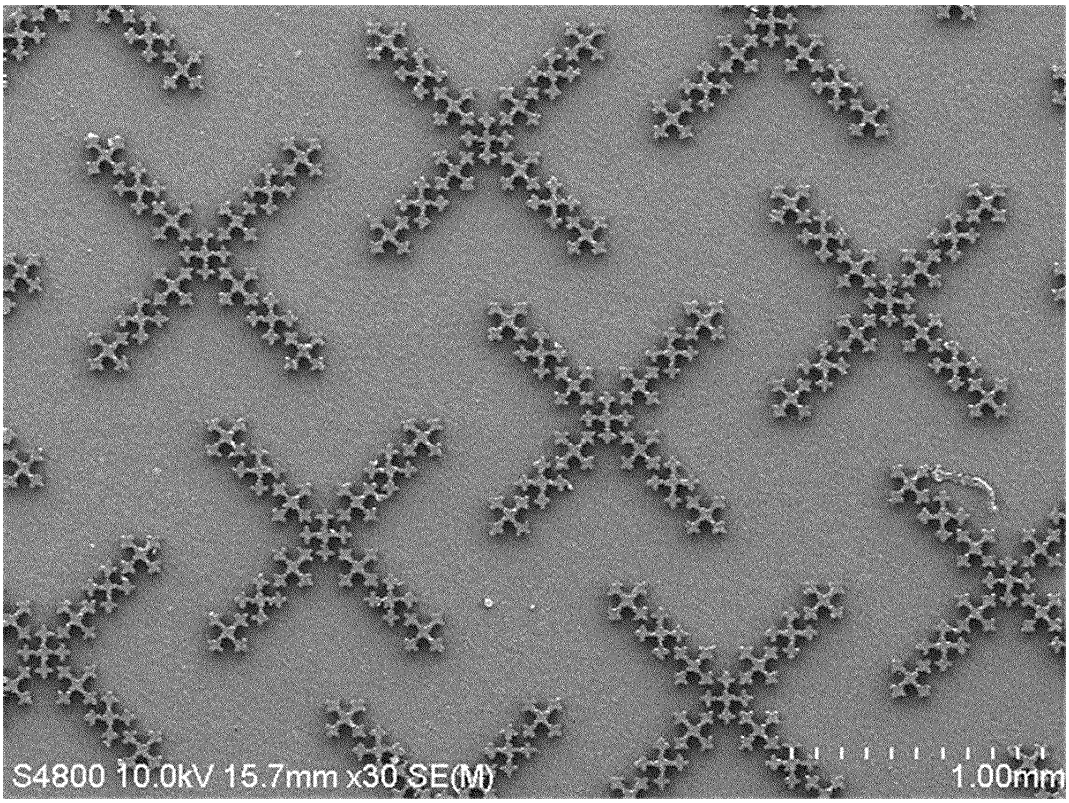
도면47



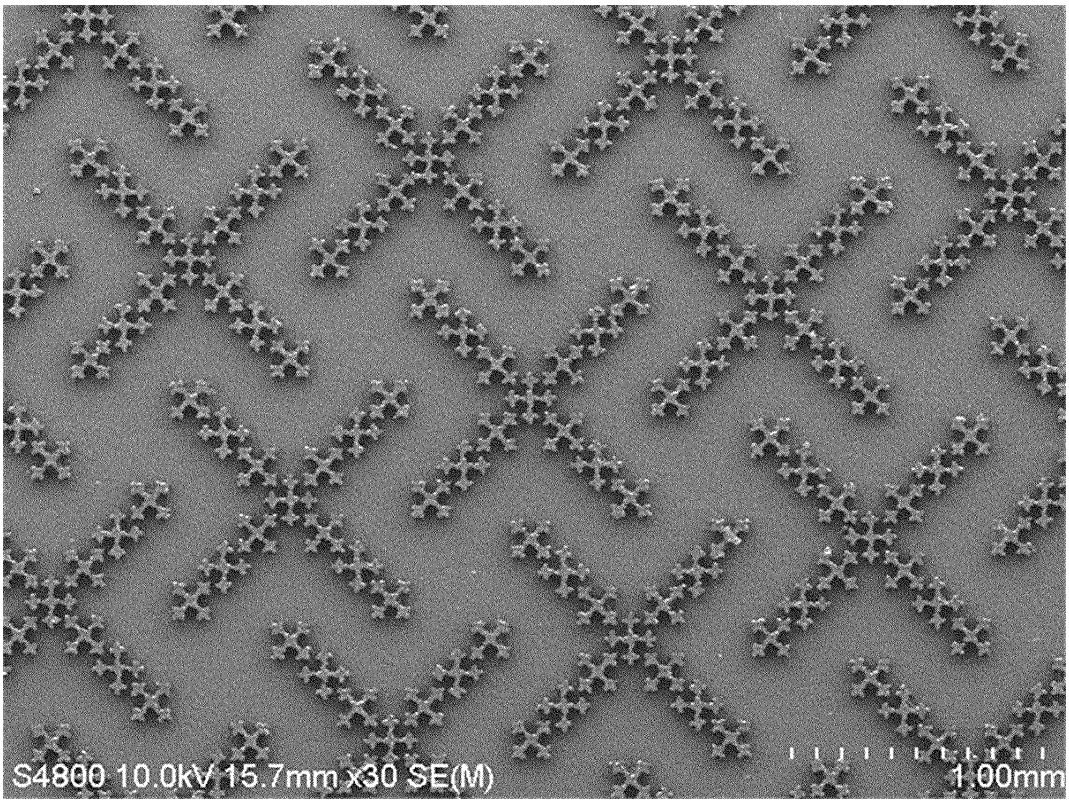
도면48



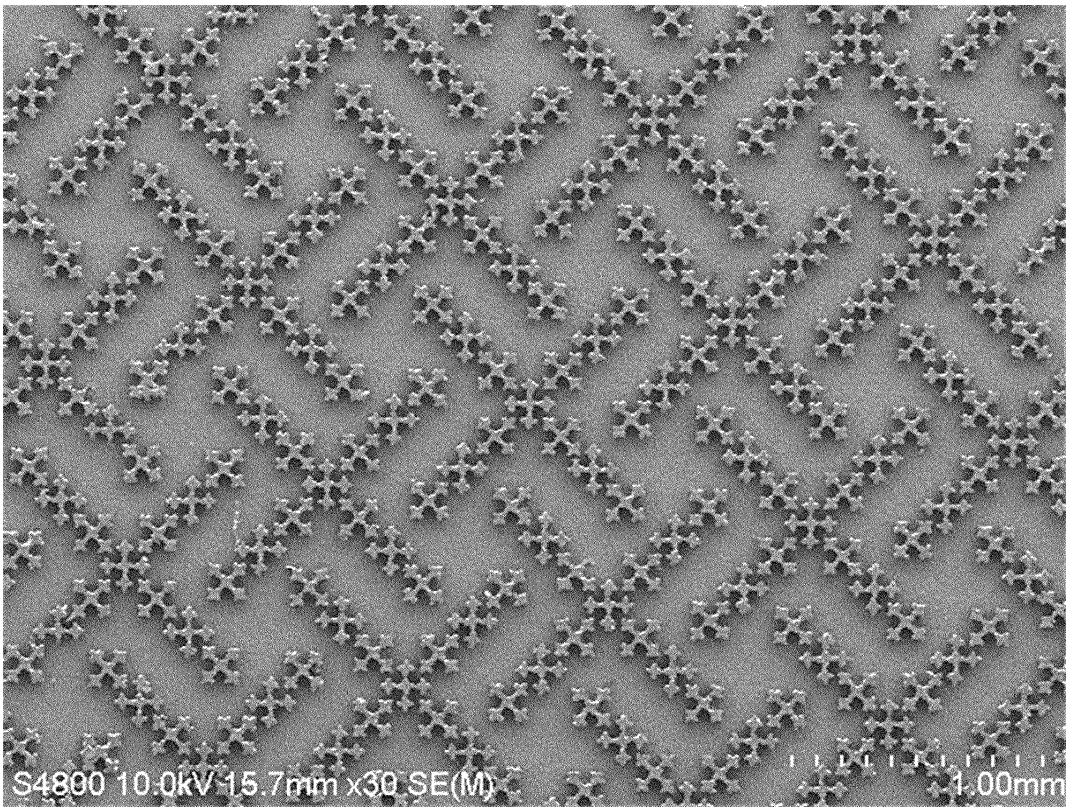
도면49


S4800 10.0kV 15.7mm x30 SE(M)
1.00mm

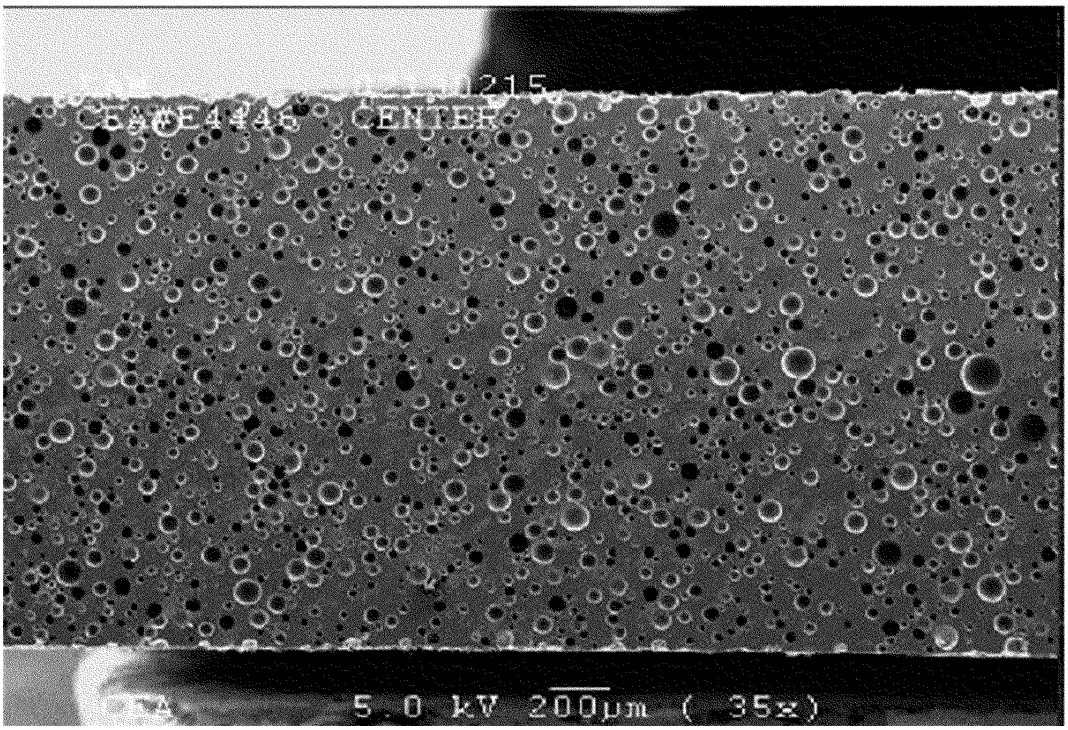
도면50


S4800 10.0kV 15.7mm x30 SE(M)
1.00mm

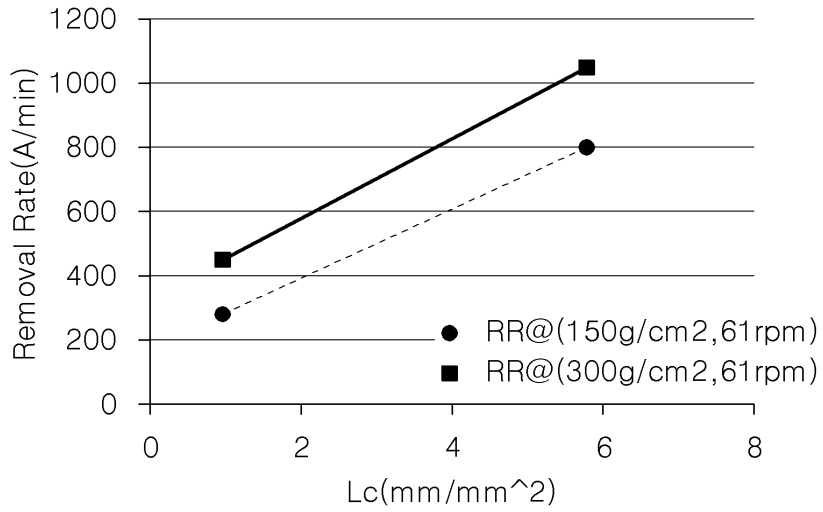
도면51



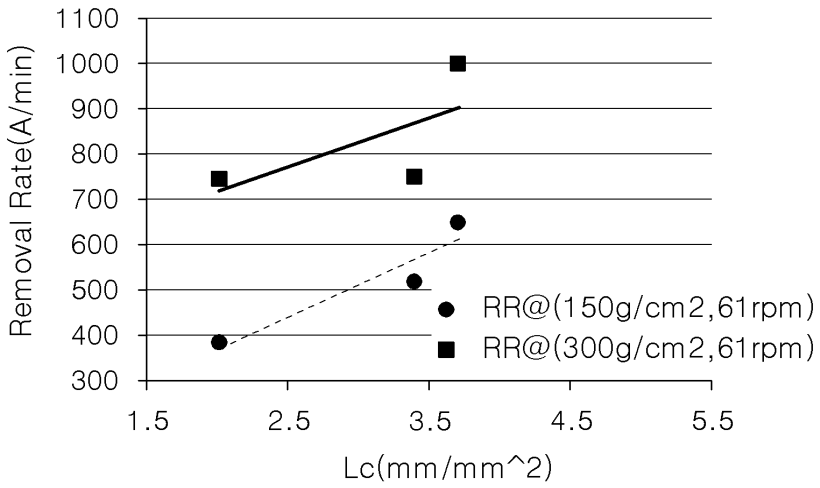
도면52



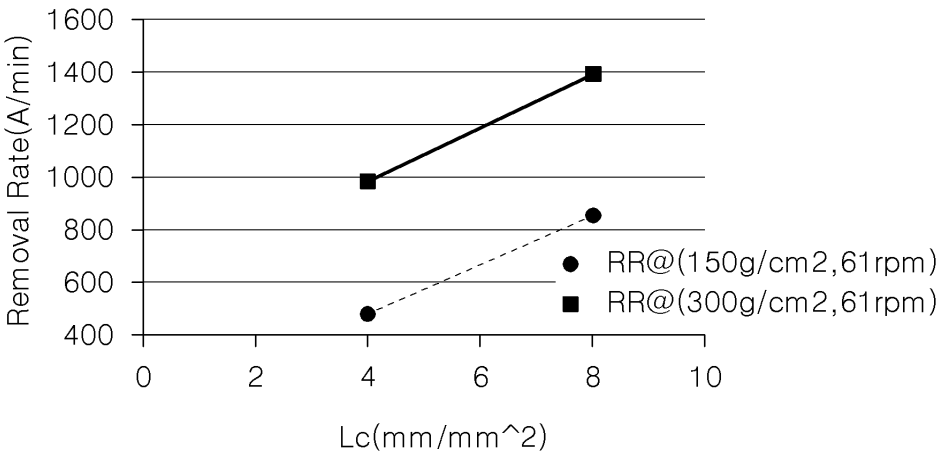
도면53



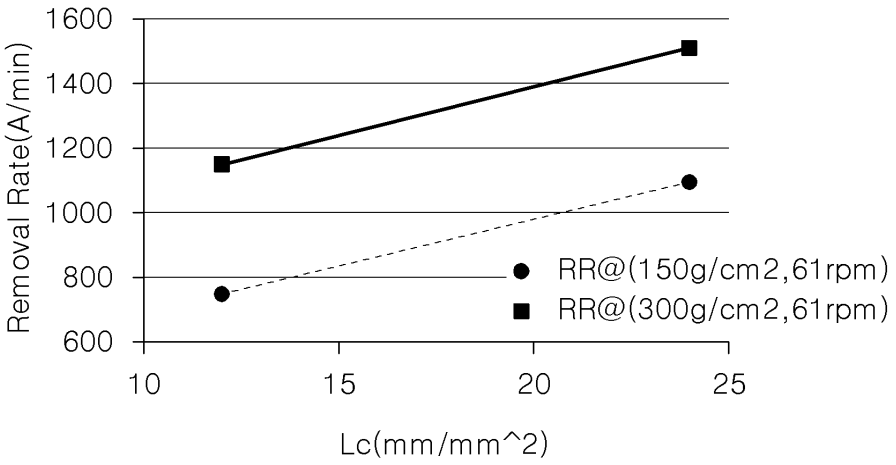
도면54



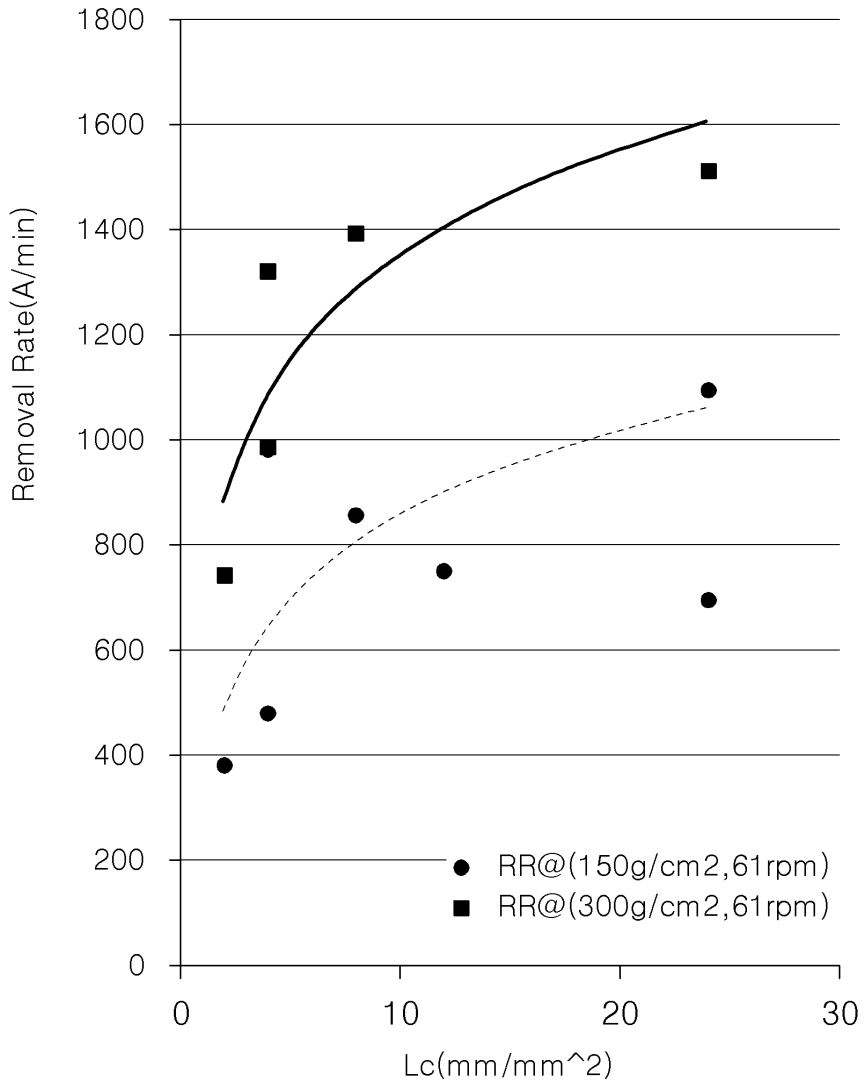
도면55



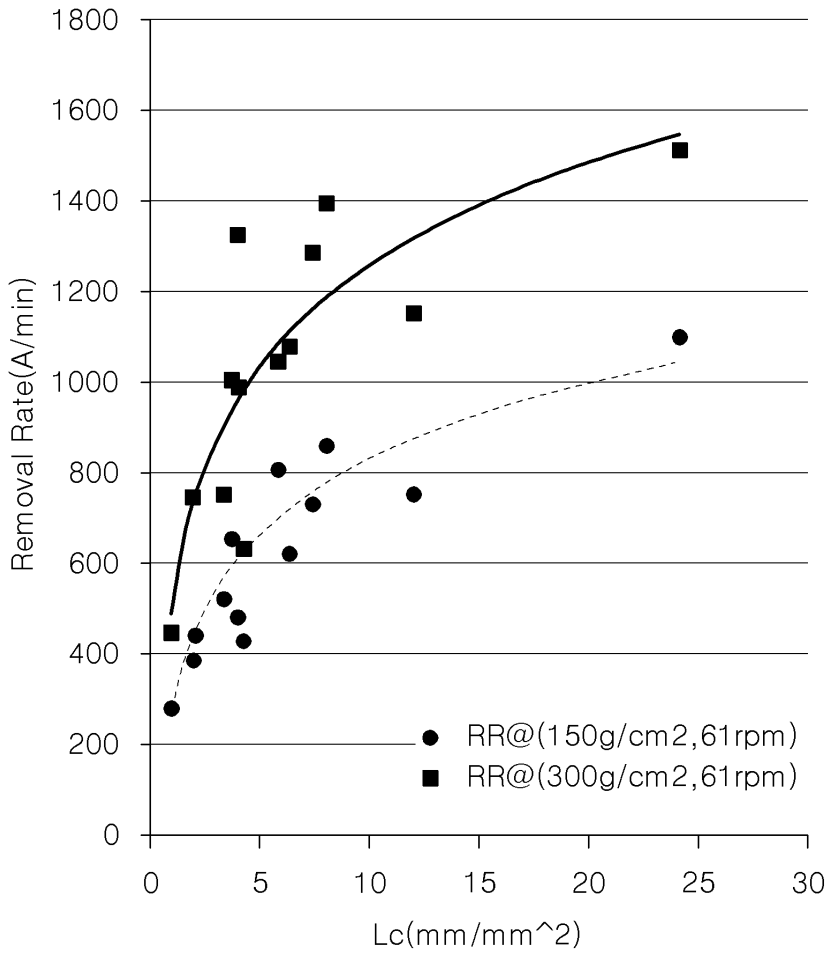
도면56


1600
1400
1200
1000
800
600
Removal Rate(A/min)
10
15
20
25
Lc(mm/mm^2)
RR@(150g/cm2,61rpm)
RR@(300g/cm2,61rpm)

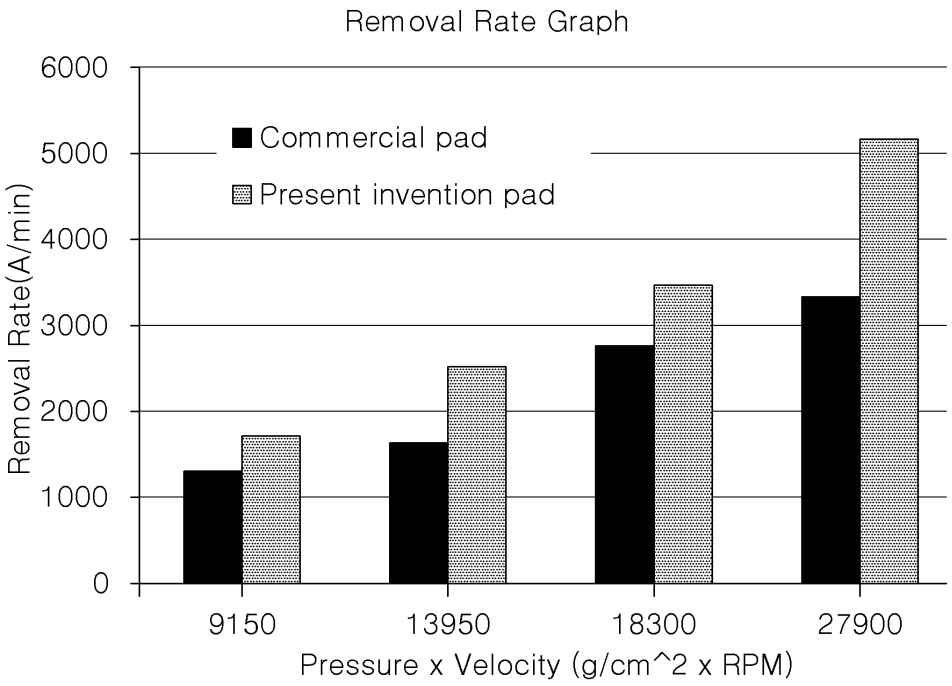
도면57


1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
Removal Rate(A/min)
0
10
20
30
Lc(mm/mm^2)
RR@(150g/cm2,61rpm)
RR@(300g/cm2,61rpm)

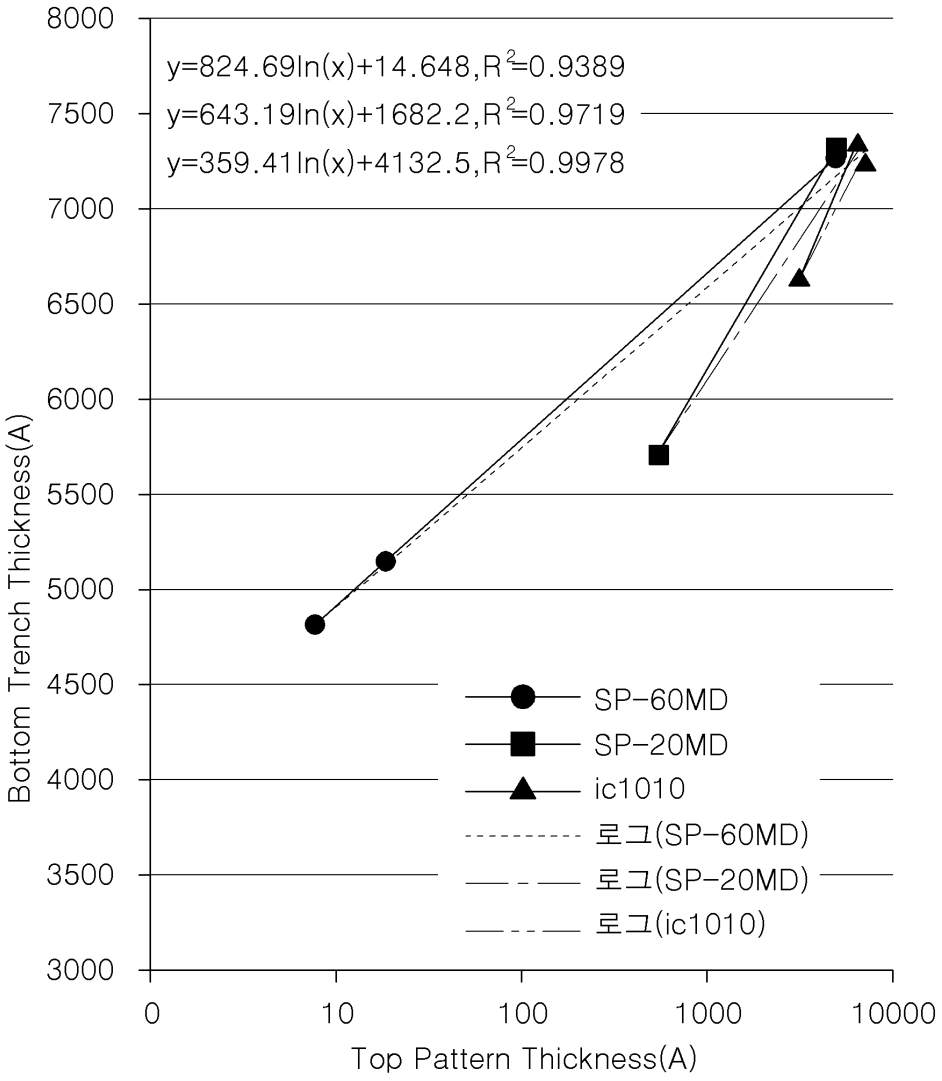
도면58


1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
Removal Rate(A/min)
0
5
10
15
20
25
30
Lc(mm/mm^2)
RR@(150g/cm2,61rpm)
RR@(300g/cm2,61rpm)

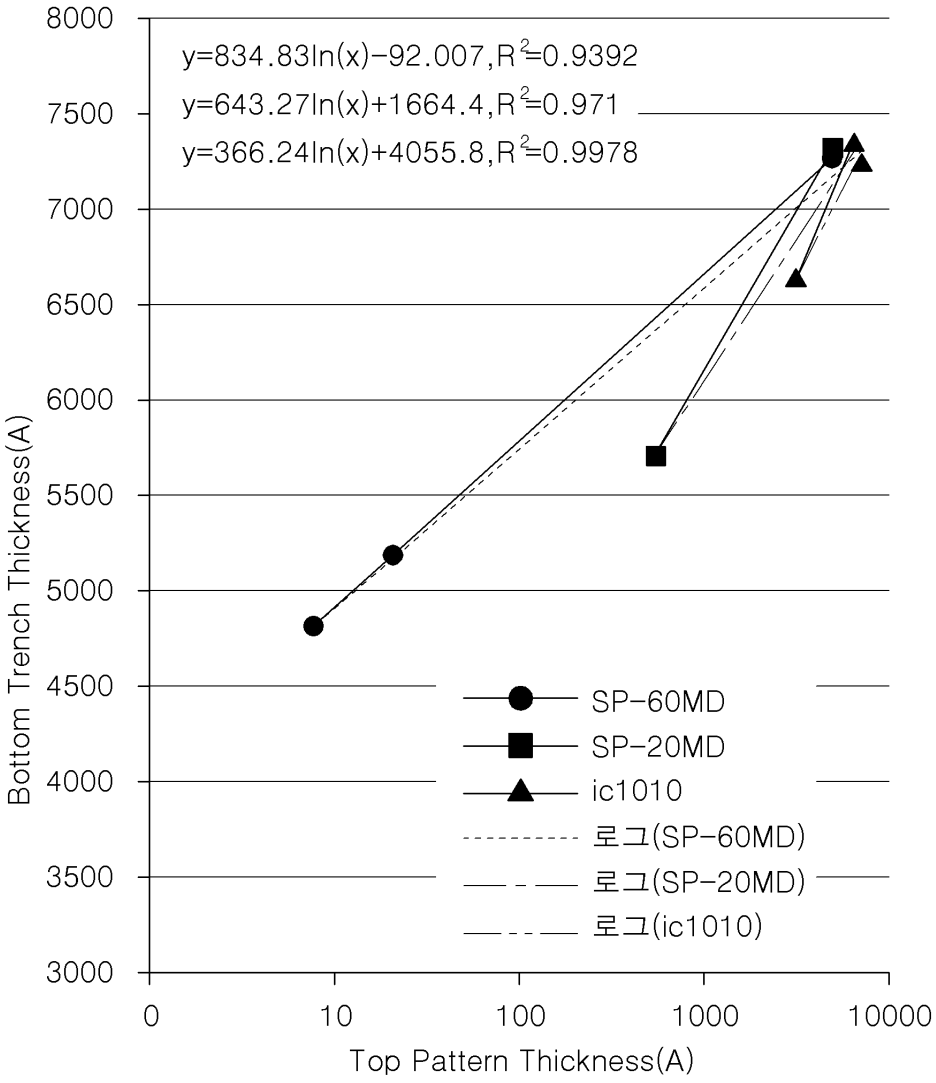
도면59


Removal Rate Graph
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
Removal Rate(A/min)
Commercial pad
Present invention pad
9150
13950
18300
27900
Pressure x Velocity (g/cm^2 x RPM)

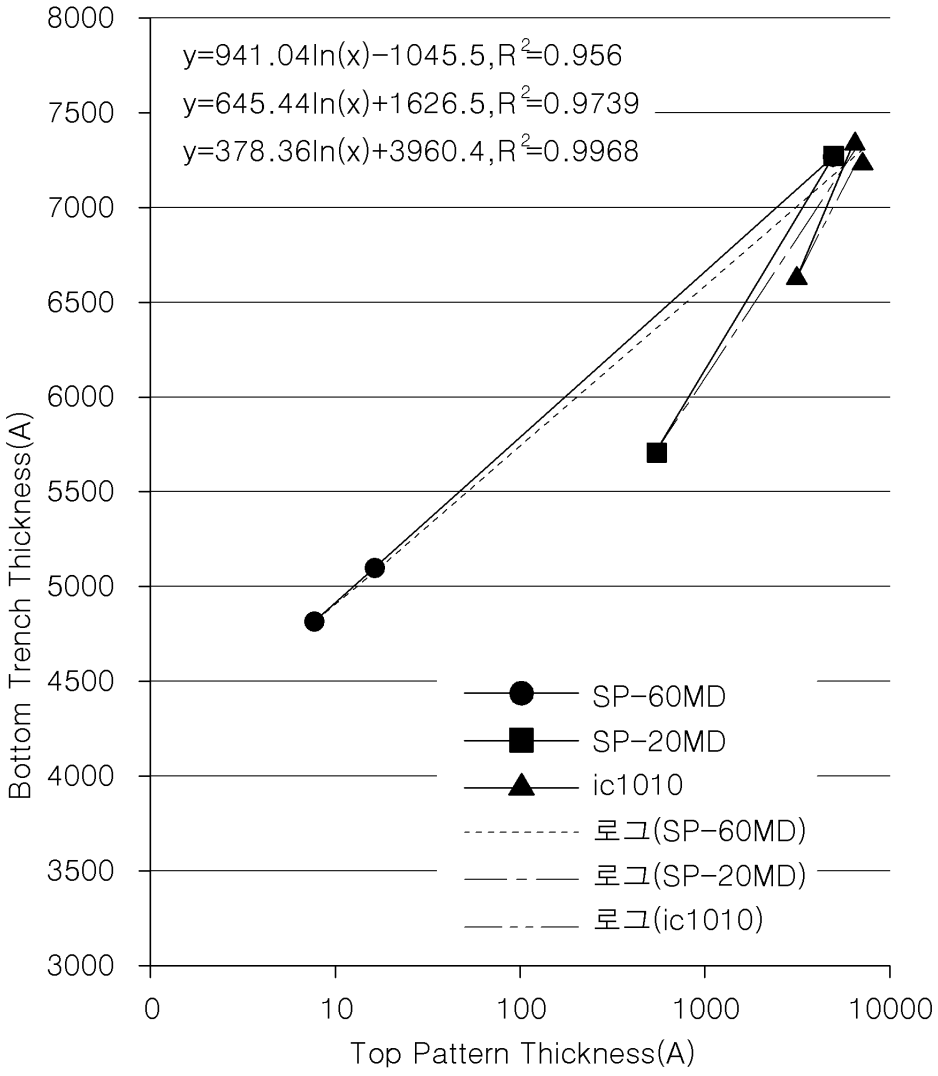
도면60


y=824.69ln(x)+14.648,R2=0.9389
y=643.19ln(x)+1682.2,R2=0.9719
y=359.41ln(x)+4132.5,R2=0.9978
Bottom Trench Thickness(A)
Top Pattern Thickness(A)
8000
7500
7000
6500
6000
5500
5000
4500
4000
3500
3000
0
10
100
1000
10000
SP-60MD
SP-20MD
ic1010
로그(SP-60MD)
로그(SP-20MD)
로그(ic1010)

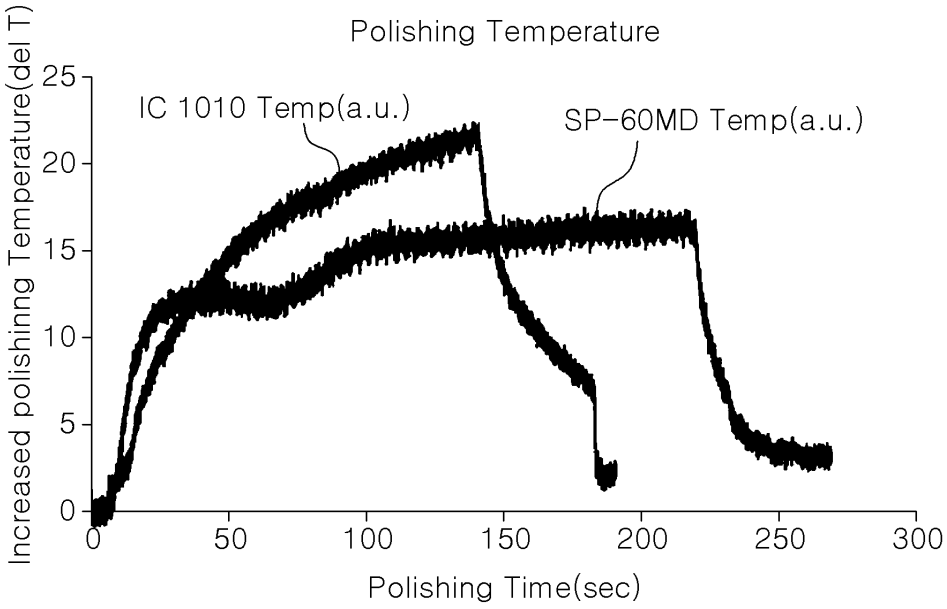
도면61


y=834.83ln(x)-92.007,R2=0.9392
y=643.27ln(x)+1664.4,R2=0.971
y=366.24ln(x)+4055.8,R2=0.9978
Bottom Trench Thickness(A)
8000
7500
7000
6500
6000
5500
5000
4500
4000
3500
3000
0
10
100
1000
10000
Top Pattern Thickness(A)
SP-60MD
SP-20MD
ic1010
로그(SP-60MD)
로그(SP-20MD)
로그(ic1010)

도면62


y=941.04ln(x)-1045.5,R2=0.956
y=645.44ln(x)+1626.5,R2=0.9739
y=378.36ln(x)+3960.4,R2=0.9968
8000
7500
7000
6500
6000
5500
5000
4500
4000
3500
3000
Bottom Trench Thickness(A)
0
10
100
1000
10000
Top Pattern Thickness(A)
SP-60MD
SP-20MD
ic1010
로그(SP-60MD)
로그(SP-20MD)
로그(ic1010)

도면63


Polishing Temperature
IC 1010 Temp(a.u.)
SP-60MD Temp(a.u.)
Increased polishinng Temperature(del T)
25
20
15
10
5
0
0
50
100
150
200
250
300
Polishing Time(sec)