



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년02월21일  
(11) 등록번호 10-1235539  
(24) 등록일자 2013년02월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C23C 14/24 (2006.01) C23C 14/50 (2006.01)  
C23C 14/04 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2011-7004961  
(22) 출원일자(국제) 2010년04월22일  
심사청구일자 2011년03월08일  
(85) 번역문제출일자 2011년03월02일  
(65) 공개번호 10-2011-0039373  
(43) 공개일자 2011년04월15일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/031986  
(87) 국제공개번호 WO 2010/129180  
국제공개일자 2010년11월11일  
(30) 우선권주장  
61/214,800 2009년04월28일 미국(US)  
61/216,093 2009년05월13일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2002217132 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
페로텍 (유에스에이) 코퍼레이션  
미국 캘리포니아 산타클라라 스위트 450 프리덤  
씨클 3945 (우: 95054)  
(72) 발명자  
창, 평  
미국 캘리포니아 94506 덴빌 스탠턴 코트 10  
월러스, 그레그  
미국 뉴저지 07739 리틀 실버 리틀 실버 포인트  
로드 436  
(74) 대리인  
홍순우, 심재만, 김해중

전체 청구항 수 : 총 18 항

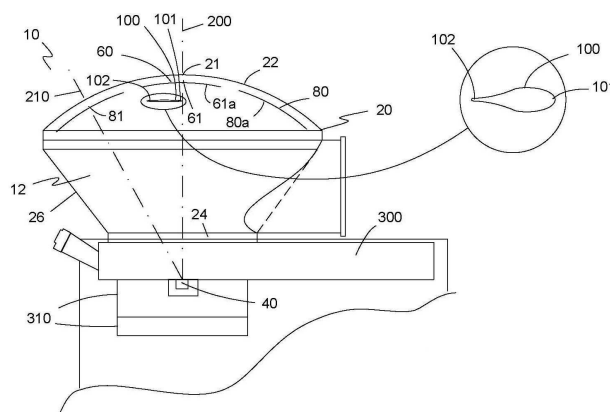
심사관 : 이한옥

(54) 발명의 명칭 기상 증착 장치, 리프트오프 증착 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 리프트오프 공정을 이용하는 기상 증착 장치에 관한 것으로, 증발 소스와, 상기 증발 소스를 통과하는 제 1 축에 대해 회전하도록 탑재된 공간 프레임과, 중심점이 제 1 축과 정렬되도록 공간 프레임에 탑재된 중앙 돔 형상 웨이퍼 홀더와, 제 1 축으로부터 분기된(offset) 위치의 공간 프레임에 탑재되며 궤도의 돔 형상 웨이퍼 홀더의 중심점 및 증발 소스를 통과하는 제 2 축에 대해 회전하는 궤도의 돔 형상 웨이퍼 홀더와, 중앙 돔 형상 웨이퍼 홀더 및 궤도의 돔 형상 웨이퍼 홀더 상의 복수의 웨이퍼 위치를 포함하며, 복수의 웨이퍼 위치 각각은 제 1 축 및 제 2 축으로부터 분기된다. 복수의 웨이퍼 위치 각각은 그 내부에 탑재된 웨이퍼의 기판 표면을 상기 제 1 축 및 상기 제 2 축에 대한 회전 동안 상기 웨이퍼 위치로부터 증발 소스로 연장되는 방사 축(radial axis)에 대해 실질적으로 직교하도록 배향하도록 구성된다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

리프트오프(lift-off) 공정을 이용하여 증발에 의해 기판 상에 재료를 증착하는 장치에 있어서,

돔형 상부(domed top), 하부 개구부 및 상기 돔형 상부로부터 상기 하부 개구부로 갈수록 수렴하는 측벽을 갖는 원뿔형 하우징(conical-shaped housing)과,

상기 하우징의 하부에 인접하게 위치하며 상기 돔형 상부의 중심점을 통해 연장되는 제 1 축과 정렬된 증발 소스(evaporation source)와,

상기 증발 소스 위에서 상기 제 1 축과 정렬된 중심점을 갖는 상기 돔형 상부에 인접하게 위치하며, 상기 중심점에 대해 회전하는 중앙 돔 형상 부재(central dome-shaped member)와,

상기 증발 소스 위에서 상기 돔형 상부의 중심점으로부터 일정한 반경의 상기 돔형 상부에 인접하게 위치하는 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재(orbital dome-shaped member)로서, 상기 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재가 상기 제 1 축에 대해 회전하고, 동시에 상기 궤도의 돔 형상 부재의 중심점을 통해 연장되는 제 2 축에 대해 회전하며, 상기 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재는 직경 및 요면이 상기 중앙 돔 형상 부재와 동일한, 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재와,

상기 증발 소스와 상기 중앙 돔 형상 부재 사이에 위치하며, 상기 중앙 돔 형상 부재와의 사용을 위해서만 동작 가능하게 결합된 균일 마스크(uniformity mask)와,

웨이퍼를 수용하기 위해 상기 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재 및 상기 중앙 돔 형상 부재의 각각의 내부에 위치하는 하나 이상의 웨이퍼 수용 위치를 포함하는

장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 웨이퍼 수용 위치는 상기 증발 소스와 직교하는

장치.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재 및 상기 중앙 돔 형상 부재를 상기 제 1 축에 대해 위치시켜 회전시키는 지지 구조물을 더 포함하는

장치.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 지지 구조물은 상기 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재 및 상기 중앙 돔 형상 부재를, 상기 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재 및 상기 중앙 돔 형상 부재에 의해 형성된 원호(arc)가 상기 증발 소스에 위치된 상기 제 1 축 상에 중심을 갖는 구의 원주(circumference)와 일치하도록, 위치시키는

장치.

#### 청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 지지 구조물은 상기 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재를 이들 각각의 제 2 축에 대해 회전시키는 구동 시스템을 포함하는

장치.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재는 6개인

장치.

#### 청구항 7

리프트오프 공정을 이용하는 기상 증착 장치에 있어서,

증발 소스와,

상기 증발 소스를 통과하는 제 1 축에 대해 회전하도록 탑재된 공간 프레임과,

중심점이 상기 제 1 축과 정렬되도록 상기 공간 프레임에 탑재된 중앙 돔 형상 웨이퍼 홀더와,

상기 제 1 축으로부터 분기된(offset) 위치의 상기 공간 프레임에 탑재되며 제 2 축에 대해 회전가능한 궤도의 돔 형상 웨이퍼 홀더로서, 상기 제 2 축이 상기 증발 소스 및 상기 궤도의 돔 형상 웨이퍼 홀더의 중심점을 통과하는, 궤도의 돔 형상 웨이퍼 홀더,

상기 중앙 돔 형상 웨이퍼 홀더 및 상기 궤도의 돔 형상 웨이퍼 홀더 상의 복수의 웨이퍼 위치를 포함하되,

상기 복수의 웨이퍼 위치 각각은 상기 제 1 축 및 상기 제 2 축으로부터 분기되고, 상기 복수의 웨이퍼 위치 각각은 그 내부에 탑재된 웨이퍼의 기관 표면을 상기 제 1 축 및 상기 제 2 축에 대한 회전 동안 상기 웨이퍼 위치로부터 상기 증발 소스로 연장되는 방사 축(radial axis)에 대해 직교하도록 배향하도록 구성되는

기상 증착 장치.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

돔형 상부, 하부 개구부 및 상기 돔형 상부로부터 하부 개구부로 갈수록 수렴되는 측벽을 갖는 원뿔형 하우징을 더 포함하되,

상기 원뿔형 하우징은 상기 하부 개구부 및 상기 공간 프레임에 인접한 상기 증발 소스를 감싸고, 상기 중앙 돔 형상 웨이퍼 홀더 및 상기 궤도의 돔 형상 웨이퍼 홀더는 상기 돔형 상부에 인접한

기상 증착 장치.

#### 청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 공간 프레임은, 상기 중앙 돔 형상 웨이퍼 홀더 및 상기 궤도의 돔 형상 웨이퍼 홀더를 상기 제 1 축에 대해 회전시키고 상기 궤도의 돔 형상 웨이퍼 홀더를 상기 제 2 축에 대해 회전시키는 구동 시스템을 포함하는 기상 증착 장치.

#### 청구항 10

제 7 항에 있어서,  
상기 중앙 돔 형상 웨이퍼 홀더 및 상기 궤도의 돔 형상 웨이퍼 홀더는 상기 증발 소스에 대해 일정한 반경을 갖는 기상 증착 장치.

#### 청구항 11

제 7 항에 있어서,  
상기 복수의 웨이퍼 위치 각각은 웨이퍼 수용 개구인 기상 증착 장치.

#### 청구항 12

리프트오프 공정을 이용하는 기상 증착 장치에 있어서,  
증발 소스와,  
각각의 중심이 증발 소스로부터 동일 거리상에 있는 하나 이상의 웨이퍼를 배치하는 중앙 수단으로서, 상기 하나 이상의 웨이퍼를 상기 증발 소스를 통과하는 제 1 축에 대해 회전시키는, 중앙 수단과,  
상기 중앙 수단으로부터 분기되는 하나 이상의 웨이퍼를 배치하는 궤도 수단으로서, 상기 궤도 수단의 상기 하나 이상의 웨이퍼 각각의 중심이 상기 증발 소스로부터 동일 거리에 있고, 상기 궤도 수단이 상기 하나 이상의 웨이퍼를 상기 증발 소스를 통과하는 제 2 축에 대해 회전시키는, 궤도 수단과,  
상기 중앙 수단 및 상기 궤도 수단을 상기 제 1 축에 대해 회전시키고 상기 궤도 수단을 상기 제 2 축에 대해 회전시키는 회전 수단을 포함하며,  
상기 중앙 수단은 하나의 중앙 돔 형상 부재를 포함하는 기상 증착 장치.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,  
상기 중앙 수단, 상기 궤도 수단 및 상기 회전 수단은 상기 하나 이상의 웨이퍼를 상기 제 1 축 및 상기 제 2 축에 대해 동시에 회전시키는 기상 증착 장치.

#### 청구항 14

제 12 항에 있어서,  
돔형 상부, 하부 개구부 및 상기 돔형 상부로부터 하부 개구부로 갈수록 수렴되는 측벽을 갖는 원뿔형 하우징을

더 포함하되,

상기 원뿔형 하우스징은 상기 하부 개구부 및 상기 중앙 수단에 인접한 상기 증발 소스를 감싸고, 상기 궤도 수단 및 상기 회전 수단은 상기 돔형 상부에 인접한

기상 증착 장치.

#### 청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 궤도 수단은 6개의 궤도의 돔 형상 부재를 포함하는

기상 증착 장치.

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

웨이퍼 상에 리프트오프 코팅을 효율적으로 생성하는 방법에 있어서,

소스로부터 재료를 증발시키는 단계와,

상기 소스로부터 이격된 중앙 돔 형상 부재를 상기 중앙 돔 형상 부재 및 상기 소스의 중심을 통과하는 제 1 축에 대해 회전시키는 단계와,

상기 중앙 돔 형상 부재로부터 분기되는 궤도의 돔 형상 부재를 상기 제 1 축에 대해 회전시키고 상기 궤도의 돔 형상 부재를 상기 궤도의 돔 형상 부재 및 상기 소스의 중심을 통과하는 제 2 축에 대해 회전시키는 단계를 포함하되,

상기 중앙 돔 형상 부재는 상기 제 1 축으로부터 분기되어 탑재된 웨이퍼를 갖고 상기 소스에 대해 직교하는 표면을 가지며,

상기 궤도의 돔 형상 부재는 상기 제 2 축으로부터 분기되어 탑재된 웨이퍼를 갖고 상기 소스에 대해 직교하는 표면을 가지며, 상기 중앙 돔 형상 부재 및 상기 궤도의 돔 형상 부재는 상기 소스에 위치하는 상기 제 1 축 상에 구의 중심을 갖는 구의 원주와 일치하는

방법.

#### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 중앙 돔 형상 부재 및 상기 궤도의 돔 형상 부재를 상기 제 1 축에 대해 회전시키고 상기 궤도의 돔 형상 부재를 상기 제 2 축에 대해 회전시키는 단계는 동시에 발생하는

방법.

#### 청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 재료를 증발시키는 단계와, 상기 중앙 돔 형상 부재 및 상기 궤도의 돔 형상 부재를 회전시키는 단계를 돔형 상부, 하부 개구부 및 상기 돔형 상부로부터 하부 개구부로 갈수록 수렴되는 측벽을 갖는 원뿔형 하우스징 내에서 수행하는 단계를 더 포함하되,

상기 재료를 증발시키는 단계는 상기 하부 개구부에 인접한 부분에서 수행되고,  
상기 중앙 돔 형상 부재 및 상기 궤도의 돔 형상 부재는 상기 돔형 상부에 인접한 부분에서 수행되는  
방법.

## 명세서

### 기술분야

- [0001] 본 출원은 2009년 4월 28일 출원된 미국 가특허출원 제61/214,800호 및 2009년 5월 13일 출원된 미국 가특허출원 제61/216,093호를 우선권으로 주장한다.
- [0002] 본 발명은 일반적으로 반도체 처리 및 광학 코팅에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 기판 상으로의 물리적 기상 증착에 관한 것이다.

### 배경기술

- [0003] 전자 빔 증착법은 금속화(metallization)로 알려진 공정에서 얇은 금속층으로 웨이퍼를 코팅하는데 일반적으로 사용된다. 일반적으로, 통상의 실리콘 웨이퍼 제조에서, 증착된 금속층은 그 후 에칭되어 집적 회로의 회로 트레이스를 형성한다. 고주파수 집적 회로의 경우, 통상적으로 갈륨 아스나이드(GaAs), 인듐 포스파이드(InP) 및 이들 둘과 유사 전자 광학 재료들 간의 다수의 합금이 현재 기판으로 활용된다. 그러나, 일부 금속은 표면 상에 얇은 산화물을 형성하는데, 이는 당해 기술분야에서 "표피 효과(skin effect)"로 알려져 있다. 고주파수 전력이 사용되는 회로에서는 이것이 문제가 된다. 표피 효과는 전력 소비를 증가시키므로, 셀룰러 디바이스에 사용되는 IC 칩에 특히 치명적이다.
- [0004] 패시브 메탈(passive metal)과 같이 금(gold)은 표면 산화물(superficial oxide)을 형성하지 않기 때문에, 금은 흔히 집적 회로의 도체로서 사용된다. 불행히도, 금을 사용하면 다른 문제가 발생한다. 이들 문제는 기판에 사용된 재료가 전술한 갈륨 아스나이드와 같은 실리콘 이외의 다른 재료인 경우에 발생한다. 금 층을 GaAs 기판 상에 직접 증착하는 것과 관련하여 2가지 문제점이 있다. 첫째, 금이 기판 내부에 도달할 것이다. 둘째, 금이 기판에 직접 적절히 부착되지 않을 것이다. 따라서, 금이 기판 내부에 도달하지 않도록 하기 위해, 팔라듐의 확산 장벽 또는 팔라듐이 금을 GaAs로부터 분리시킨다. 또한, 금을 형성하기 위해 티타늄 또는 크롬의 접착층이 기판과 확산 장벽 사이의 GaAs 기판 상에 증착되고, 확산 장벽이 기판에 부착된다. 이들 장벽 및 접착층은 통상 매우 얇지만 매우 균일해야 한다.
- [0005] 실리콘 기판 상의 금 회로 트레이스와 달리, 이 금 회로 트레이스는 통상의 에칭 공정에서 GaAs 기판으로부터 에칭될 수 없는데, 이는 에칭제가 접착층 및 확산 장벽을 제거하여 기판으로부터 회로 트레이스를 해방시키기 때문이다. 이것은 분명 바람직하지 않은 결과이다. 따라서, 금 회로 트레이스는 통상 당해 기술 분야에 잘 알려져 있는 "리프트오프(lift-off)" 공정에 따라 형성된다. 이 공정을 이용하기 위해, 증착될 금속의 소스는 가능한 기판 표면에 대해 90°에 가까운 궤도를 달성해야 한다. 이것은 직교 증착(orthogonal deposition)이라 하며 최적의 결과를 "리프트오프(lift-off)" 코팅 또는 제로 스텝 커버리지(zero step coverage)라고도 한다. 리프트오프 공정에서 일반적으로 사용되는 물리적 기상 증착 방법은 전자 빔 증착법(electron beam evaporation)이다. 복수의 웨이퍼가 단일 소스에 의해 정확하게 코팅되어야 하는 실제 애플리케이션에서, 이것은 특정 파워 레벨 및 재료에 대해 특정 셋업을 갖는 복잡한 장치를 요구한다. 이들 복잡한 시스템의 예들은 공개되어 있다.
- [0006] 미국 특허출원 공개번호 제2003/0180462(2003년, Chang et al.)는 플래네티리 리프트오프(planetary lift-off) 기상 증착 시스템을 개시하고 있다. 이 시스템은 평면 상부벽 및 평면 하부벽을 가진 정방형 또는 직사각형 진공 챔버에 탑재된 복수의 돔(dome)을 포함한다. 복수의 돔은 타겟 웨이퍼 상의 고른 코팅을 보장하고 단일 돔 시스템에 비해 소스로부터 보다 큰 비율의 증발된 재료를 이용하기 위해, 소스 중심축 및 다른 제 2 회전축에 대해 회전한다. 이 시스템은 균일 마스크를 사용하지 않고 직교 리프트오프 코팅을 생성하도록 구성된다.
- [0007] Chang 등의 시스템의 이점은 균일 마스크를 사용하지 않고 증발 재료, 파워 레벨, 빔 위치 등과 같은 변수를 처리하는데 덜 민감한 프로세스를 달성하기 위해 플래네티리 구성의 복수의 돔을 사용한다는 것이다. Chang의 디바이스가 단일 돔 시스템에 비해 수집 효율에 있어 일부 향상을 보이지만, Chang 등의 시스템의 문제점은 타겟

웨이퍼 외의 표면 상의 증발 재료가 여전히 낭비된다는 것이다.

[0008] 미국특허 제3,858,547호(1947, Bergfelt)는 조정가능한 회전 시스템을 갖는 코팅 머신을 개시하고 있다. 코팅 머신은 평면 상부벽과 평면 하부벽을 갖는 실린더형 진공 챔버를 갖는다. 적어도 하나의 코팅 소스가 여기에 포함된다. 복수의 스핀들 어셈블리가 챔버에 탑재되며, 각 스핀들 어셈블리는 회전 가능한 스핀들을 갖는다. 각각의 스핀들은 기관 홀더를 갖고 있고, 기관 홀더는 코팅 소스로부터 코팅 재료를 수용하도록 하는 방식으로 기관을 수용하도록 구성된다. 스핀들 어셈블리를 소스에 대해 회전시키고 이들이 소스에 대해 회전되는 것과 동시에 스핀들을 그들 자신의 축에 대해 회전시키는 수단이 제공된다. 또한, 소스에 대한 회전 중심으로부터 스핀들 어셈블리의 간격을 조정할 수 있게 하는 수단이 제공된다. 또한, 코팅 소스에 대한 스핀들의 각을 조정하여 스핀들에 의해 수용된 기관에 대한 증기 코팅 스트림의 입사각을 조정할 수 있게 하는 수단이 제공된다.

[0009] Bergfelt 디바이스의 문제점은 코팅 소스 보트가 12 인치 원 내에 위치하는 장소에 따라 조정되어야 한다는 것이다. 이것은 부가적인 셋업 시간을 요구하기 때문에 웨이퍼의 수의 수율을 감소시킨다. Bergfelt 디바이스는 단일 돔 시스템에 대해 개선된 효율을 제공하지만, 여전히 스핀들 어셈블리 상의 타겟 웨이퍼 외의 다른 표면 상의 증발 재료는 낭비하게 된다.

[0010] 미국특허 제3,643,625호(1972, Mahl)는 홀더 및 복수의 랙(rack)을 갖는 박막 증착 장치를 개시하고 있다. 각각의 랙은 구의 표면 부분의 형상을 갖는 표면을 갖는다. 랙의 표면이 일반적으로 공통 구의 표면 상에 놓이는 방식으로 랙을 홀더 상에 회전 가능하게 장착하는 구조가 제공된다. 랙에 대해 중심에 배치된 축 상에서 홀더를 회전시키고 홀더에 대한 자신의 회전 축에 대해 랙을 회전시키는 구동 메커니즘이 제공된다. 재료의 소스는 대략 구의 표면 상에 위치하는 것으로 보인다.

[0011] Mahl 디바이스의 문제점은 구의 표면보다 구의 표면 상에 재료의 소스를 위치시키는 것이 훨씬 더 큰 진공 챔버를 요구한다는 것이다. 보다 큰 진공 증착 챔버를 사용함으로써, 보다 많은 양의 노출 표면 영역이 필름 코팅을 수용하고자 하는 표면 상에 증착되지 않는 증발된 소스 재료를 수용하는데 이용가능하다. 또한, 웨이퍼들이 증발 소스에 직교하지 않고, 따라서 "리프트오프" 공정에 이용하기에 적합치 않다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0012] 따라서, 증발 재료, 파워 레벨, 빔 위치 등과 같은 변수들을 처리하는데 덜 민감한 리프트오프 응용에 필요한 직교 증착을 할 수 있는 전자 빔 코터가 요구된다. 또한 보다 효율적인 전자 빔 코터(coater)가 요구된다.

### 과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 장치 및 방법은 짧은 기간에 대량의 웨이퍼 상에 균일한 리프트오프 코팅을 증착한다. 종래의 기상 증착 장치 및 방법에 비해, 본 발명의 장치 및 방법은 증발된 재료의 상당한 비율을 이용하며, 다른 재료를 증발시킬 때 어떠한 구성요소도 요구하지 않고, 보다 균일하고 정확한 코팅을 신뢰할 수 있게 지속적으로 증착한다.

[0014] 본 발명은 단일의 균일 마스크(단일의 증착된 재료의 경우) 또는 복수의 마스크(복수의 층형화된 재료의 경우)를 사용하여 달성할 수 있는 최고의 동작 효율을 얻기 위해 종래의 단일 회전축의 수집 효율을 최적화하는 것, 동일한 패키징 밀도 원칙을 개선된 HULA(High Uniformity Lift-Off Assembly) 기관 홀더에 적용함으로써 이들 효율의 향상을 배가시키는 것, 및 종래의 박스형 증착 챔버를 원뿔형 챔버로 대체하는 것을 포함하는 혁신적인 기술들의 고유한 조합에 의해 획득되는 리프트오프 공정에서의 진보에 대한 잠재력을 제공한다. 박스 형상의 증착 챔버로부터 원뿔형 챔버로의 전이는 표면적 및 부피의 감소로 인해 막대한 펌핑 이점들을 제공한다. 초효율적인 돔 또는 원뿔형 챔버 내의 개선된 HULA 기관 홀더를 채용함으로써 통합된 기술적 혁신들의 고유한 집합이 생성된다. 이 통합된 기술적 혁신들의 고유한 집합은 원뿔형 챔버가 약 50%까지 펌핑 효율을 향상시킬 것이며, 원뿔형 챔버 및 개선된 HULA를 이용하면 약 40%의 수율을 향상시킨다는 것을 나타낸다.

[0015] 수집 효율은 웨이퍼 상에 증착되는 증발된 재료의 비율을 의미한다. 단일 회전축의 기관 홀더 또는 돔에 대해, 수집 효율은 공정, 돔의 직경, 돔 상의 기관의 패키징 밀도 및 증발 구름의 형상과 원뿔 돔 사이의 일치에 의해



요구된 균일 마스크에 의해 결정된다.

[0016] 증발된 재료는 소스로부터 기관 홀더 돔에 의해 홀딩된 웨이퍼 쪽으로 직선으로 이동한다. 그러나, 증발 벡터 필드 또는 증기 구름은 균일하지 않다. 돔 및 그 포함된 웨이퍼가 정지해 있으면, 구름 내의 변수들로 인해 웨이퍼 상에서의 코팅 분포가 매우 불균일하게 된다. 소스 중심선에 대한 돔의 회전은 중심선 주위의 원형 경로에서 나타나는 변수들을 평균화하며 따라서 구름의 불균일성을 상당히 감소시킨다. 그러나, 돔 회전에 불구하고, 불균일성의 실질적인 원천은 남아 있다. 코팅의 두께는 소스 중심선 근방에서 최대이며, 소스 중심선으로부터의 웨이퍼의 거리가 증가할수록 감소한다. 소스 중심선에 가장 가까이 증착된 코팅의 두께를 감소시키기 위해, 반경이 커질수록 폭이 작아지는 정지해 있는 균일 마스크가 소스와 돔 사이에 탑재된다. 돔이 회전함에 따라 균일 마스크는 중심선으로부터 먼 쪽보다 중심선 가까이의 증기를 보다 많이 차단한다. 고유의 균일 마스크는 증발 재료 및 증기 구름 형상에 크게 영향을 주는 다른 증발 조건에 대해 적절히 조정되어야 한다. 양호하게 설계된 균일 마스크가 시스템에 추가되면, 균일 마스크는 허용가능한 범위 내에서 전체적으로 코팅을 균일하게 한다. 불행히도, 마스크는 반드시 평균 코팅 두께를 웨이퍼의 돔의 외부 행의 가장 바깥쪽 에지에서 마스크되지 않은 증착에 의해 달성된 최저 레벨로 제한한다.

[0017] 전체 수집 효율을 위해 온마스크(on-mask) 수집율과 온돔(on-dome) 수집율 간의 절충을 최적화하는 것이 필수적이다. 온마스크 수집율이 온돔 수집율을 추월하기 시작하는 돔의 직경을 결정하는 것이 절충을 최적화하는 열쇠이다. 다음 수식은 이 절충을 수학적으로 표현한 것이다.

$$T_p = \frac{T_s \cos^n \theta \cos \phi}{R^2} \quad (1)$$

[0018] 여기서:  $T_p$  = 점  $p$ 에서의 코팅 두께

[0020]  $T_o = v=0, \phi=0, R=1$

[0021]  $v$  = 방사각, 즉 소스 중심선과 가상 소스로부터 해당 지점까지 그려진 선 사이의 각

[0022]  $\phi$  = 문제의 지점에서의 증기의 입사각, 즉, 웨이퍼의 밑면에 대해 직교하도록 그려진 선과 그 지점에서의 증기의 실제 궤도 사이의 각

[0023]  $R$  = 돔의 구의 반경 = 가상 소스로부터 돔의 구면 상의 임의의 지점까지의 거리

[0024]  $n = v, \phi, R$ 의 값이 결정된 후에 계산된 값

[0025] 물리적인 측면에서(in physical terms), 코팅 두께를 결정하는 세 가지 요소는 증발되는 재료, 증발 레이트 및 가상 소스의 온도이다. 이들 세 요소는 다음 추가적인 변수의 함수이다. 이들 변수들은 전자 빔 총의 방사 전류, 도가니 크기, 도가니 라이너의 사용 또는 비사용, 도가니 매의 증발 풀의 레벨, 빔 스폿 크기, 빔 스폿이 고정된 경우 증발 재료 풀의 표면 상의 빔 스폿의 위치, 빔 스위프의 사용 또는 비사용 및 문제의 재료에 대한 빔 스위프의 최적화를 포함한다. 이들 요소들 중 일부는 비교적 무시할 수 있는 효과를 갖는다. 그러나, 상대적으로 작은 요소들이 서로 혼합된 처리 상태 하에서는, 주적 효과가 상당할 수 있다.

[0026] 이상의 모든 것은 증발 재료의 증기 구름 형상에 의존한다. 물리적인 측면에서, 증기 구름 형상의 주요 결정요소는 증발 재료 및 증발 레이트이며, 이들은 대체로 전자 빔 총에 의해 인가된 파워의 함수이다. 본 발명자들에 의한 증기 구름 연구는 위 수식에서  $\cos^n$ 이 증기 구름 형상의 정확한 인덱스를 제공함을 예측했다. 낮은 값의  $n$ 에 기초하는 증기 구름은 짧고 편평해지는 경향이 있다.  $n$ 의 값이 증가함에 따라 증기 구름 형상은 길어지고 보다 티어드롭(teardrop) 형상으로 된다. 본 발명자는 증기 구름을 연구하여 증발 레이트가 일정하게 유지된다고 가정했을 때, 많은 재료에 있어서 증착 레이트가 가상 소스로부터의 거리의 함수로 비선형적으로 떨어짐을 밝혀냈다. 증착되는 재료에 대한 증기 구름 형상을 이해하면, 웨이퍼의 전체 돔 로드(또는 배치(batch))에 걸쳐 코팅 균일성을 보장하기 위해 생성되어 사용되는 균일 마스크를 최적화할 수 있다. 본 발명자들의 증기 구름 및 증착 연구는 또한 이들이 특정 곡물 반경의 돔에 대해 온마스크 수집율이 온웨이퍼 수집율을 추월하는 최대 돔 직경 또는 크기를 경험적으로 결정할 수 있게 했다. 단일 축 돔은 보다 많은 증착 재료가 돔 내의 웨이퍼 상에 수집되는 것보다 균일 마스크로 소실될 것이므로 이 한계를 넘는 크기(웨이퍼 용량) 면에서 최대 수집 효율에 도달할 것이다. 이 매칭의 최적화는 수집 효율의 최적화에서의 최종 요소이다.

[0027] HULA(High Utilization Lift-Off Assembly) 플래너터리 기관 홀더는 단일 돔 시스템으로 균일 마스크 사용에서의 고유 수집 효율에서의 손실을 최소화하도록 설계되었다. 그러한 시스템에 요구되는 균일 마스크는 통상 증



발된 재료의 10 내지 12%를 수집한다. 현재의 HULA 구성은 중앙 돔을 갖지 않는 여러 개의 플래니터리 돔으로 이루어진다. 이러한 HULA 시스템은 어떠한 균일 마스크도 요구하지 않으며, 따라서 10 내지 12%의 수집 효율을 향상시킨다. HULA 시스템의 추가적인 이점은 증기 구름 형상(예컨대, 증발 재료, 증착 레이트 또는 빔 위치)에 영향을 주는 임의의 공정 변수에 대해 그것이 단일 돔 시스템보다 훨씬 덜 민감하다는 것이다. 따라서 HULA 플래니터리 시스템은 보다 많은 균일 마스크의 사용을 요구하는 단일 돔 증착 시스템에 비해, 보다 짧은 기간에 많은 수의 웨이퍼 상에 하나 이상의 균일한 리프트오프 코팅을 증착하는 것을 가능하게 한다.

[0028] 본 발명은 동일 크기의 중앙 돔을 둘러싸는 플래니터리 돔의 링을 포함하는 개선된 HULA 개념이다. 이 구성에서, HULA 시스템은 단지 중앙 돔의 코팅 두께 및 균일성이 외부 돔의 코팅 두께 및 균일성과 매칭되게 하기 위한 매우 작은 마스크만 요구한다. 중앙 돔에 요구되는 마스크는 통상의 단일 돔 시스템의 마스크보다 더 작는데, 그 이유는 전자가 후자보다 훨씬 더 작기 때문이며 또한 중앙 돔용의 마스크는 단지 돔의 코팅 두께가 궤도 돔 내의 웨이퍼의 중심선의 코팅 두께와 매칭되도록 평균화하기만 하면 되기 때문이다.

[0029] 또한, 원뿔형 증착 챔버를 사용하면 동일한 직경의 웨이퍼 캐리어를 홀딩하는 종래의 박스 형상 챔버에 비해 펌프다운 횟수를 50%까지 감소시킬 수 있다. 이와 같은 펌프다운 횟수의 감소는 총 COO(cost of operation)에 분명 이점을 갖는다. 추가적인 COO의 감소는 다음 요소들에 기인할 것이다. 원뿔형 섹션의 부피는 등가의 박스 부피보다 42% 더 작다. 부피가 감소하면 펌핑 요구를 감소시키며 또한 동일한 펌프의 사용을 통해 에너지를 절감시킬 가능성이 있다. 원뿔형 섹션의 표면적은 등가의 박스 표면적보다 30% 더 작다. 표면으로부터의 기체 방출이 챔버로부터 증발되어야 하는 기체 재료의 상당량을 담당하는 경우, 표면적의 감소는 펌프다운 횟수를 50% 가량 향상시킨다. 챔버의 벽은 그들의 벽을 증착을 위해 제공하지 않고 펄스 각도로부터 멀어지기 때문에, 진공 증착 챔버의 원뿔 형상은 실딩 요구를 감소시킨다. 모든 배치 사이클(batch cycle)에 대해 절약이 이루어지고 혼합된다.

[0030] 본 발명의 다른 이점은 다음 사항을 포함한다. 하이드로폼 공정에 의해 원뿔형 챔버가 제조될 수 있으며, 따라서 이들의 전체 제조 비용이 두껍고, 매우 강화된 용접된 큐브를 제조하는 비용보다 훨씬 적을 것이다. 박스 형상 챔버에 비해, 원뿔형 챔버는 재료를 덜 사용하고 보다 가볍고 운반하기가 더 쉽다. 증착 실드를 세정하고, 유지하고 교체하는 비용이 크게 감소된다. 원뿔형 챔버 형상은 보조 펌프, 유공압기기(pneumatics) 및 전자기기를 직경이 원뿔의 상부 직경에 의해 정의되는 소형 실린더 내에 통합시키는 것을 가능하게 한다. 저온 펌프(cryopump)가 총(gun) 및 증착 챔버 내의 열원과 반대쪽을 향하는 한편 위쪽을 향하도록 탑재되어, 이들이 챔버의 주 체적 아래에 있도록 배치될 수 있다. 이 위치는 하이컨덕턴스 펌핑(high-conductance)에 유리하다. 펌핑 효율의 향상은 펌프의 크기를 상당히 감소시킬 수 있어 초기 시스템 비용 및 시간의 경과에 따라 펌프를 작동시키는데 요구되는 에너지를 감소시킬 수 있다.

[0031] 또한, 수집 효율의 향상은 특히 금 및 다른 귀금속의 증착과 관련된 특정 응용에서 COO를 크게 향상시킬 것이다. 현재, 코팅 공정에서 소비되는 대부분의 금은 포토레지스트로 커버된 기관의 상부 또는 내부 실드 상에서 증착된다. 리프트오프 공정이 완료되면, 약 10%의 금만 기관 상에 증착된 채로 유지된다. 챔버 실드 및 리프트오프 잔여물은 금 리클레이머로 가며, 이는 통상 금의 원래 값의 비율로서 그들의 요금을 청구한다. 공정이 금 증착을 요구하는 사용자의 경우, 그들의 금의 목록을 구매하고 관리하는 비용이 매월 수십만 달러에 달할 수 있다. 따라서, 본 발명의 핵심 목표는 기관의 금속 외의 다른 임의의 기관 상에 증착된 금속의 양을 감소시키는 것이다. 웨이퍼 상에 증착되는 금 플럭스의 비율이 높아질수록, 각 증착 실행 기간이 단축되며, 수율이 개선된다. 수율의 추가적인 향상은 박스 형상 코터에서보다 원뿔형 설계에서 훨씬 더 작은 실드를 변화시키는데 요구되는 시간의 단축에 기인한다.

[0032] 본 발명은 리프트오프 공정을 이용하여 증발에 의해 기관 상에 재료를 증착시키는 장치를 제공함으로써 상기 및 다른 목적들을 달성한다. 일실시예에서, 이 장치는 원뿔형 하우징, 증발 소스, 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재, 중앙 돔 형상 부재, 균일 마스크 및 하나 이상의 웨이퍼 수용 위치를 포함한다. 원뿔형 하우징은 돔형 상부, 하부 개구부 및 상기 돔형 상부로부터 상기 하부 개구부로 갈수록 수렴하는 측면을 갖는다. 증발 소스는 하부에 인접하게 위치하며 돔형 상부의 중심점을 통해 연장되는 제 1 축과 정렬된다. 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재는 증발 소스 위에서 돔형 상부에 인접하게 위치하며, 돔형 상부의 중심점을 통해 연장되는 제 1 축으로부터 일정한 반경에 위치한다. 하나 이상의 돔 형상 부재는 제 1 축에 대해 회전하며, 동시에 궤도의 돔 형상 부재의 중심점을 통해 연장되는 제 2 축에 대해 회전한다. 중앙 돔 형상 부재는 제 1 축과 정렬된 중심축을 가지며, 상기 중심점에 대해 회전한다. 균일 마스크는 증발 소스와 중앙 돔 형상 부재 사이에 위치하며, 중앙 돔 형상 부재와의 사용을 위해서만 동작가능하게 결합된다. 하나 이상의 웨이퍼 수용 위치는 웨이퍼를 수용하

기 위해 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재 및 중앙 돔 형상 부재의 각각 내에 위치한다.

- [0033] 본 발명의 다른 실시예에서, 하나 이상의 웨이퍼 수용 위치는 증발 소스와 실질적으로 직교한다.
- [0034] 본 발명의 다른 실시예에서, 상기 장치는 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재 및 중앙 돔 형상 부재를 위치시켜 제 1 축에 대해 회전시키는 지지 구조물을 더 포함한다.
- [0035] 본 발명의 또 다른 실시예에서, 상기 장치는 지지 구조물을 포함하며, 상기 지지 구조물은 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재 및 상기 중앙 돔 형상 부재를, 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재 및 중앙 돔 형상 부재에 의해 형성된 원호(arc)가 증발 소스에 위치한 상기 제 1 축 상에 중심을 갖는 구의 원주(circumference)와 일치하도록, 위치시킨다.
- [0036] 본 발명의 다른 실시예에서, 상기 장치는 지지 구조물을 포함하며, 상기 지지 구조물은 상기 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재를 이들 각각의 제 2 축에 대해 회전시키는 구동 시스템을 포함한다.
- [0037] 다른 실시예에서, 상기 장치는 리프트오프 공정을 이용하는 기상 증착 장치이다. 이 기상 증착 장치는 증발 소스와, 상기 증발 소스를 통과하는 제 1 축에 대해 회전하도록 탑재된 공간 프레임과, 증발 소스 위에서 돔형 상부에 인접하게 위치하며, 돔형 상부의 중심점을 통해 연장되는 제 1 축으로부터 일정한 반경에 위치하는 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재와, 중앙 돔 형상 부재와, 균일 마스크 및 하나 이상의 웨이퍼 수용 위치를 포함한다. 하나 이상의 돔 형상 부재는 제 1 축에 대해 회전하며, 동시에 각각의 궤도의 돔 형상 부재가 궤도의 돔 형상 부재의 중심점을 통해 연장되는 제 2 축에 대해 회전한다. 중앙 돔 형상 부재는 제 1 축과 정렬된 중심축을 가지며, 상기 중심점에 대해 회전한다. 균일 마스크는 증발 소스와 중앙 돔 형상 부재 사이에 위치하며, 중앙 돔 형상 부재와의 사용을 위해서만 동작가능하게 결합된다. 하나 이상의 웨이퍼 수용 위치는 웨이퍼를 수용하기 위해 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재 및 중앙 돔 형상 부재의 각각 내에 위치한다.
- [0038] 또한 웨이퍼 상에 리프트오프 코팅을 효율적으로 생성하는 방법이 개시되어 있다. 일 실시예에서, 이 방법은 소스로부터 재료를 증발시키는 단계와, 중앙 돔 형상 부재를 상기 중앙 돔 형상 부재 및 상기 소스의 중심을 통과하는 제 1 축에 대해 회전시키는 단계와, 상기 중앙 돔 형상 부재로부터 분기되는 궤도의 돔 형상 부재를 제 1 축에 대해 회전시키고 궤도의 돔 형상 부재를 궤도의 돔 형상 부재의 중심 및 증발 소스를 통과하는 제 2 축에 대해 회전시키는 단계를 포함한다. 중앙 돔 형상 부재는 제 1 축으로부터 분기되어 탑재된 웨이퍼를 가지며 소스에 대해 실질적으로 직교하는 표면을 갖는다. 궤도의 돔 형상 부재는 제 2 축으로부터 분기되어 탑재된 웨이퍼를 갖고 소스에 대해 실질적으로 직교하는 표면을 갖는다.
- [0039] 본 발명의 다른 실시예에서, 상기 방법은 중앙 돔 형상 부재 및 궤도의 돔 형상 부재를 제 1 축에 대해 회전시키고 동시에 궤도의 돔 형상 부재를 제 2 축에 대해 회전시키는 단계를 포함한다.
- [0040] 본 발명의 다른 실시예에서, 상기 방법은 재료를 증발시키는 단계와, 중앙 돔 형상 부재 및 궤도의 돔 형상 부재를 회전시키는 단계를 돔형 상부, 하부 개구부 및 상기 돔형 상부로부터 하부 개구부로 갈수록 수렴되는 측벽을 갖는 원뿔형 하우징 내에서 수행하는 단계를 더 포함한다. 재료를 증발시키는 단계는 하부 개구부에 인접 부분에서 수행되고, 중앙 돔 형상 부재 및 상기 궤도의 돔 형상 부재는 돔형 상부에 인접한 부분에서 수행된다.
- [0041] 본 발명의 방법의 다른 실시예에서는, 웨이퍼 상에 리프트오프 코팅을 효율적으로 생성하는 방법이 개시된다. 이 방법은 소스로부터 재료를 증발시키는 단계와, 중앙 돔 형상 부재를 중앙 돔 형상 부재 및 소스의 중심을 통과하는 제 1 축에 대해 회전시키는 단계와, 중앙 돔 형상 부재로부터 분기되는 궤도의 돔 형상 부재를 궤도의 돔 형상 부재의 중심 및 증발 소스를 통과하는 제 2 축에 대해 회전시키는 단계를 포함한다. 중앙 돔 형상 부재는 제 1 축으로부터 분기되어 탑재되는 웨이퍼를 가지며 소스에 대해 실질적으로 직교하는 표면을 갖는다. 궤도의 돔 형상 부재는 제 2 축으로부터 분기되어 탑재되는 웨이퍼를 가지며 소스에 대해 실질적으로 직교하는 표면을 갖는다.

## 도면의 간단한 설명

- [0042] 도 1은 원뿔형 하우징을 보여주는 본 발명의 일실시예의 측면도.
- 도 2는 도 1에 도시된 실시예의 부분 평면도.
- 도 3은 중앙 및 궤도의 돔 형상 부재들을 위한 지지 구조를 보여주는 본 발명의 일실시예의 사시도.

도 4는 원뿔형 하우징 내부의 중앙 및 궤도의 돔 형상 부재의 상대적인 위치를 보여주는 본 발명의 일실시예의 평면도.

도 5는 증착으로부터 최대 양의 재료를 수집하는 구성을 보여주는 종래기술의 단일 돔형 디바이스 내의 돔의 평면도.

도 6은 종래기술의 3개의 돔 구성 내의 돔의 평면도.

도 7은 균일 마스크 없이 사용하기 위한 종래기술의 5개 돔 구성 내의 돔의 평면도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0043] 본 발명의 바람직한 실시예는 도 1 내지 4에 도시되어 있다. 도 1은 본 발명의 플레니터리 리프트오프 증착 장치의 측면도이다. 전자 빔 기상 증착은 일반적으로 진공에서 이루어진다. 장치(10)는 밀봉된 진공 원뿔형 하우징(20)과, 증발 소스(40), 중앙 돔 형상 부재(60), 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재(80), 지지 프레임(120) (도 3에 도시), 및 균일 마스크(100)를 포함한다. 하우징(20)은 돔형 상부(22), 하부 개구(24) 및 측벽(26)을 포함한다. 측벽(26)은 돔의 상부로부터 하부 개구(24)를 향해 수렴하여 진공 챔버(12)를 형성한다. 증발 소스(40)는 하부 개구(24)에 인접하게 배치되고 제 1 축(200)과 정렬된다. 제 1 축(200)은 돔형 상부(22)의 중심점(21)과 증발 소스(40)를 통해 연장된다.
- [0044] 중앙 돔 형상 부재(60)는 제 1 축(200)과 정렬되는 중심점(61)을 갖는다. 중앙 돔 형상 부재(60)는 증발 소스(40) 위에서 이와 마주보는 돔형 상부(22)에 인접한 원뿔형 표면(60a)을 갖는다. 중앙 돔 형상 부재(60)는 지지 프레임(120)(도시되지 않음)에 회전가능하게 연결되며 중심점(61)과 제 1 축(200)에 대해 회전한다.
- [0045] 하나 이상의 궤도의 돔 형상 부재(80)는 제 1 축(200) 및/또는 돔형 상부(22)의 중심점(21)으로부터 일정한 반경에서 증발 소스(40) 위에서 이와 마주보는 돔형 상부(22)에 인접한 원뿔형 표면(80a)으로 배치된다. 궤도의 돔 형상 부재(80)는 제 1 축(200)에 대해 회전하고, 또한 궤도의 돔 형상 부재(80)의 중심점(81)과 증발 소스(40)를 통해 연장되는 제 2 축(210)에 대해 회전한다. 궤도의 돔 형상 부재(80)의 제 1 축 및 제 2 축(210)에 대한 회전은 동작 동안 동시에 일어난다.
- [0046] 선택적으로 그리고 바람직하게는 중앙 돔 형상 부재(60) 및 궤도의 돔 형상 부재(80)는 실질적으로 동일한 직경을 가지며 실질적으로 동일한 요면을 갖는다. 중앙 돔 형상 부재(60) 및 궤도의 돔 형상 부재(80)의 요면은 증발 소스(40)와 각각의 돔 형상 부재(60, 80)의 중심점(61, 81) 사이의 거리와 동일한 반경을 갖는 구의 표면과 실질적으로 동일하다.
- [0047] 균일 마스크(100)는 증발 소스(40)와 중앙 돔 형상 부재(60) 사이에 위치한다. 이 예에서 균일 마스크(100)는 도 1의 확대된 평면도로 도시된 티어드롭(tear-drop) 형상을 갖는다. 균일 마스크(100)의 헤드(101)는 중앙 돔 형상 부재(60)의 거의 중심에 위치하고, 보다 좁은 테일(102)은 중앙 돔 형상 부재(60)의 주변 에지에 위치한다. 이 형상은 증착되는 재료, 사용된 파워 및 중앙 돔 형상 부재(60) 및 증발 소스(40) 사이의 거리에 따라 변할 수 있지만, 균일 마스크(100)의 보다 넓은 부분이 통상적으로 항상 중앙 돔 형상 부재(60)의 중심을 향하고 보다 좁은 단부가 통상적으로 항상 주변 에지를 향한다. 균일 마스크(100)는 사용상 중앙 돔 형상 부재(60)에만 동작가능하게 결합되고, 마스크에 사용되지는 않으며, 궤도의 돔 형상 부재(80) 상의 증발 재료 증착에 영향을 미치지 않는다. 궤도의 돔 형상 부재(80)는 균일 마스크를 필요로 하지 않는다. 균일 마스크(100)는 단일 돔 시스템에 사용된 균일 마스크에 비해 비교적 작고 중앙 돔 형상 부재(60)의 균일성 및 코팅 두께가 궤도의 돔 형상 부재(80)의 균일성 및 코팅 두께와 매칭되도록 할 것만 요구된다. 이것은 수집 효율 및 수율을 향상시킨다.
- [0048] 도 1은 또한 증착 진공 챔버(12)에 연결된 차단 또는 게이트 밸브(300) 및 증발 소스(40)를 포함하는 한쌍의 소스 칼라(collar)(310)를 도시하고 있다.
- [0049] 도 2는 도 1에 도시된 실시예의 평면도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 돔형 상부(22)는 하우징(20)의 하부 개구(24) 쪽으로 갈수록 수렴하는 측벽(26)을 갖는 원형 형상을 갖는다.
- [0050] 도 3은 지지 프레임(120)의 사시도이다. 지지 프레임(120)은 회전을 전달하는 구동 요소(도시되지 않음)에 회전가능하게 연결되는 1차 구동축(122) 및 프레임 허브(124)를 포함한다. 구동축 연장부(123)는 한 단부가 동작 가능하고 회전가능한 구성으로 1차 구동축(122)에 연결되어 있다. 구동축 연장부(123)는 중심점(61)에서 중앙 돔 형상 부재(60)에 연결되어 고정된다. 복수의 연장 암(126)의 인접 암 단부(126a)는 허브(124)에 부착된다.

연장 암(126)은 허브(124) 주위에 서로 동일한 간격으로 이격되어 있다. 2차 구동축(128)은 한 단부가 연장 암의 말단부(126b)에 회전가능하게 연결되고, 다른쪽 단부가 궤도의 돔 형상 부재(80)의 중심점(81)중 하나에 부착되어 고정된다. 도시되어 있는 바와 같이, 각각의 중앙 및 궤도의 돔 형상 부재(60, 80)는 각각 복수의 웨이퍼 수용 위치(140)를 갖는다. 바람직하게는, 복수의 웨이퍼 수용 위치(140) 각각은 그 내부에 웨이퍼를 수용하는 개구이다. 바람직한 실시예에서, 지지 프레임(120)은 2차 구동축(128)을 사용하여 6 개의 궤도 또는 플래니터리 돔 형상 부재(80)를 지지하는 6개의 암(126) 및 구동축 연장부(123)에 의해 지지되는 중앙 돔 형상 부재(60)를 갖는다. 구동 요소는 1차 구동축(122)에 동작가능하게 연결되어 1차 구동축(122)이 화살표(136)로 표시된 방향으로 회전하게 한다. 이는 궤도의 돔 형상 부재(80)가 플래니터리 운동으로 1차 구동축(122)의 제 1 축(200)에 대해 회전하게 하며 또한 회전 운동을 구동축 연장부(123)에 연결된 중앙 돔 형상 부재(60)로 전달하게 한다. 구동 요소는 또한 2차 구동축(128)에 동작가능하게 연결되어 2차 구동축(128)이 화살표(138)에 의해 표시된 방향으로 회전하게 한다. 이는 궤도의 돔 형상 부재(80)가 2차 구동축(128)의 제 2 축(210)에 대해 회전하게 한다. 따라서, 궤도의 돔 형상 부재(80)는 제 1 축(200)에 대해 회전하는 동안 동시에 제 2 축(210)에 대해 회전한다.

[0051] 중앙 돔 형상 부재(60) 및 궤도의 돔 형상 부재(80) 각각은 증발 재료로 코팅될 웨이퍼를 수용하기 위한 하나 이상의 웨이퍼 수용 위치(140)를 포함한다. 웨이퍼 수용 위치(140)는 증발 소스(40)에 실질적으로 직교하도록 웨이퍼를 위치시키도록 구성된다. 웨이퍼 수용 위치(140)는 웨이퍼를 홀딩하는 개구 또는 리세스 또는 탑재 플랫폼일 수 있다. 릴리스가능한 리테이닝 메커니즘(도시되지 않음)이 코팅 동작 동안의 위치에 웨이퍼를 홀딩하며, 이는 당업자에게 공지되어 있다.

[0052] 도 4는 진공 챔버 내에 있는 지지 프레임 및 돔 형상 부재의 평면도이다. 명확성을 위해, 복수의 돔 홀더의 주 구성요소들의 구조적 관계를 보다 잘 이해할 수 있도록 도면을 간략화하였다. 이 실시예에서, 지지 구조(120)는 허브(124) 및 6개의 연장 암(126)을 갖는다. 구동축 연장부(123)(도시되지 않음)는 6개의 연장 암(126) 각각을 동작가능하게 연결하는 중앙 돔 형상 부재(60) 및 궤도의 돔 형상 부재(80)를 지지하는 말단부(126b)에 인접한 2차 구동축(128)(도시되지 않음)을 지지한다. 상술한 구조는 진공 챔버(12) 내에서 원뿔형 하우스징(20)의 인접한 돔형 상부(22) 아래에 위치한다. 각각의 중앙 및 궤도의 돔 형상 부재(60, 80)는 크기가 거의 동일하며 6개의 궤도의 돔 형상 부재(80) 중 어떠한 부재와의 사이에도 균일 마스크가 사용되지 않도록 배치된다. 단일 돔 시스템에 사용된 마스크보다 더 작은 균일 마스크(100)(도시되지 않음)가 중앙 돔 형상 부재(60)의 코팅 표면과 증발 소스(40) 사이에서 사용된다. 중앙 돔 형상 부재(60)에 요구되는 균일 마스크(100)는 통상의 단일 돔 시스템의 균일 마스크보다 더 작는데, 그 이유는 전자가 후자보다 훨씬 더 작기 때문이며 또한 중앙 돔 형상 부재(60)용의 균일 마스크(100)는 돔의 평균 코팅 두께가 중심점(81) 및 궤도의 또는 위성의 돔 형상 부재(80) 내의 웨이퍼의 중심점 또는 중심선에서의 궤도의 돔 형상 부재(80)의 코팅 두께와 매칭되도록 되어야 하기 때문이다.

[0053] 비교를 위해, 도 5 내지 7은 종래기술의 돔 시스템을 도시한 것으로, 이들은 모두 박스 형상의 진공 챔버를 사용한다. 도 5는 박스 형상의 진공 챔버 내에서의 단일 돔을 도시한 것이다. 도 6은 박스 형상의 진공 챔버 내에서의 3개의 돔 궤도 시스템을 도시한 것이다. 빗금친 웨이퍼 위치는 각 돔에 걸쳐서 일정한 코팅층을 보다 고르게 생성하도록 여러 개의 균일한 마스크를 요구한다는 점에 주목하라. 도 7은 균일한 마스크가 요구되지 않는 박스 형상의 진공 챔버 내에서의 5개의 돔 궤도 시스템을 도시한 것이다.

[0054] 코팅 효율의 예를 이하에 제시할 것이다. 제 1 예는 단일 돔 시스템의 코팅 효율을 예시한다.

[0055] 예 1

[0056] 이 시스템은 Ferrotec-Temescal of Livermore, CA, as Model FC4400 using a 42 inch wide, single dome의 종래의 분할된 리프트오프 돔 시스템을 포함한다. 웨이퍼 사이즈는 직경이 5.825 인치이다. 코팅 공정은 30° ½ 각도의 증기 각도의 분할된 TP8 돔의 30 개의 웨이퍼(30 wafer segmented TP8 dome with a 30° ½ angle vapor angle)를 사용한다.



표 1

돔 반경 (in)	돔 폭 (in)	증기각도 (도)	돔 면적 (in <sup>2</sup> )	돔 상의 수 집율 (%)	웨이퍼 수	웨이퍼 면적(in <sup>2</sup> )	웨이퍼 상의 수집율(%)
42	42	30	1484.91	35.45	30	799.47	19.08

표 1에서 알 수 있듯이, 단일 돔 시스템은 19.08의 낮은 웨이퍼 상의 수집율을 갖는다. 이것은 증발 재료의 80.92%가 낭비되어 단일 돔, 실드 및 박스 형상의 진공 챔버의 벽에 수집됨을 의미한다.

예 2

이 시스템은 가능한 한 증착으로부터 최대량의 재료를 수집하도록 만들어진 종래의 분할되지 않은(non-segmented) 단일축 리프트오프 돔 시스템을 포함한다. 도 5는 그러한 단일 돔의 예를 도시하고 있다. 이것은 53 인치 폭의 돔을 사용하여 모델링된다. 웨이퍼 사이즈는 직경이 5.825 인치이다. 코팅 공정은 39° ½각도의 증기 각도의 60개의 웨이퍼를 사용한다. 단일축 돔의 이 사이즈는 돔이 진공 챔버로부터 웨이퍼의 제거를 용이하게 하기 위해 통상 복수의 섹션으로 이루어지므로 인체공학적 제조의 관점에서 실용적이지 않다. 이를 달성하기 위해, 웨이퍼 상에서 수집된 비율에 비례하여 웨이퍼의 총 수가 60개에서 50개로 동시에 줄어야 한다.

표 2

돔 반경 (in)	돔 폭 (in)	증기각도 (도)	돔 면적 (in <sup>2</sup> )	돔 상의 수 집율 (%)	웨이퍼 수	웨이퍼 면적(in <sup>2</sup> )	웨이퍼 상의 수집율(%)
42	53	39	2484.69	42.45	60	1598.94	27.32

표 2로부터 알 수 있듯이, 가장 크고 가장 효율적인 표준 단일축의 돔은 27.32의 웨이퍼 상의 수집율을 갖는다. 이것은 증발 재료의 72.68%가 낭비되어 돔의 비 웨이퍼 부분, 실드 및 박스 형상의 진공 챔버의 벽에 수집됨을 의미한다. 이것은 균일 마스크로 수행되며 종래의 사이즈의 단일 돔 시스템에 있어서 수집 효율의 향상을 보여준다.

예 3

도 7은 5개의 돔을 갖는 종래의 HULA 시스템의 예이다. 이러한 시스템의 예는 5개의 궤도의 돔 형상 부재(80)를 갖는 49 인치 폭의 돔을 사용하는 Model No. HUY-54로서 Ferrotec-Temescal로부터 입수가 가능하다. 웨이퍼 사이즈는 직경이 5.825 인치이다. 코팅 공정은 36° ½각도의 증기 각도의 5개의 궤도의 돔 상의 30개의 웨이퍼를 사용한다.

표 3

돔 반경 (in)	돔 폭 (in)	증기각도 (도)	돔 면적 (in <sup>2</sup> )	돔 상의 수 집율 (%)	웨이퍼 수	웨이퍼 면적(in <sup>2</sup> )	웨이퍼 상의 수집율(%)
42	49	36	1398.22	36.72	30	799.47	21.00

표 3은 21%의 웨이퍼 상의 수집율을 나타내며, 30개의 웨이퍼를 갖는 단일 돔 시스템에 비해 종래기술의 HULA 시스템의 이점을 보여준다. 이것은 증발 재료의 79%가 낭비되어 궤도 돔, 실드 및 박스 형상의 진공 챔버의 벽에 수집됨을 의미한다. 이것은 표 1의 마스크를 갖는 단일축 돔에 비해 16.18%의 향상을 나타낸다. 앞서 언급한 바와 같이, 마스크는 효율에 있어 약 11% 내지 12%의 비용을 지불한다. 마스크를 제거하고 위와 같이 구성함으로써, 모든 마스크 손실의 이득 뿐만 아니라 부가적인 3% 내지 4%의 분담이 있다.

[0067] 예 4

[0068] 본 발명의 시스템의 일실시예는 6개의 궤도의 돔 형상 부재(80) 및 중앙 돔 형상 부재(60)를 갖는 54 인치 폭의 돔을 사용하는 Model No. HUY-54로서 Ferrotec-Temescal의 종래의 리프트오프 HULA 돔 시스템을 포함한다. 도 4는 그러한 시스템의 일례이다. 웨이퍼 사이즈는 직경이 5.825 인치이다. 코팅 공정은 36° ½각도의 증기 각도의 6개의 궤도의 돔과 하나의 중심 돔 상의 42개의 웨이퍼를 사용한다.

표 4

[0069]

HULA 반경 (in)	HULA 폭 (in)	증기각도 (도)	HULA 면적 (in <sup>2</sup> )	HULA 상의 수집율 (%)	웨이퍼 수	웨이퍼 면적(in <sup>2</sup> )	웨이퍼 상의 수집율(%)
42	54	40	1957.51	52.39	42	1119.26	29.95

[0070]

표 4에서 알 수 있듯이, 본 발명의 시스템은 29.95%의 웨이퍼 상의 수집율을 갖는다. 이는 증발 재료의 70.05%가 낭비되어 중앙 및 궤도 돔, 실드 및 원뿔 형상의 지능형 챔버의 벽 상에 수집된다는 것을 의미한다. 또한 이 수집 효율은 표 2의 종래의 단일축 예의 보다 큰 60개의 웨이퍼에 비해 단지 42 개의 웨이퍼만의 총 웨이퍼 로드로 달성된다는 점의 유의하다. 이것은 궤도 돔용의 균일 마스크 없이 그리고 중앙 돔용의 비교적 작은 균일 마스크로 수행된다. 이는 단일 돔 시스템 및 종래의 중앙 돔을 사용하지 않는 HULA 시스템에 비해 수집 효율이 더욱 개선됨을 나타낸다. 보다 높은 비율의 금 플럭스(gold flux)가 웨이퍼에 증착될수록, 각 증착 실행 기간이 단축되어, 수율이 향상된다. 보다 작고 균일하게 형성된 궤도 및 중앙 웨이퍼 돔은 고속 교환 공정에서 클러스터링된 웨이퍼의 로딩 및 언로딩을 위한 자연적인 캐리어로도 작용한다. 이 인체공학적인 요인은 로프 라인에서 걸리는 로드/언로드 사이클을 빠르게하며, 진공 펌프다운(pump-down) 단계 외에서 여분의 캐리어 세트의 사용을 통해 돔을 로딩 및 언로딩을 가능케 한다. 또한, 펌프다운 시간이 단축되며, 이 또한 수율을 향상시킨다. 수율은 소정 기간 당 코팅된 웨이퍼의 수를 의미한다.

[0071]

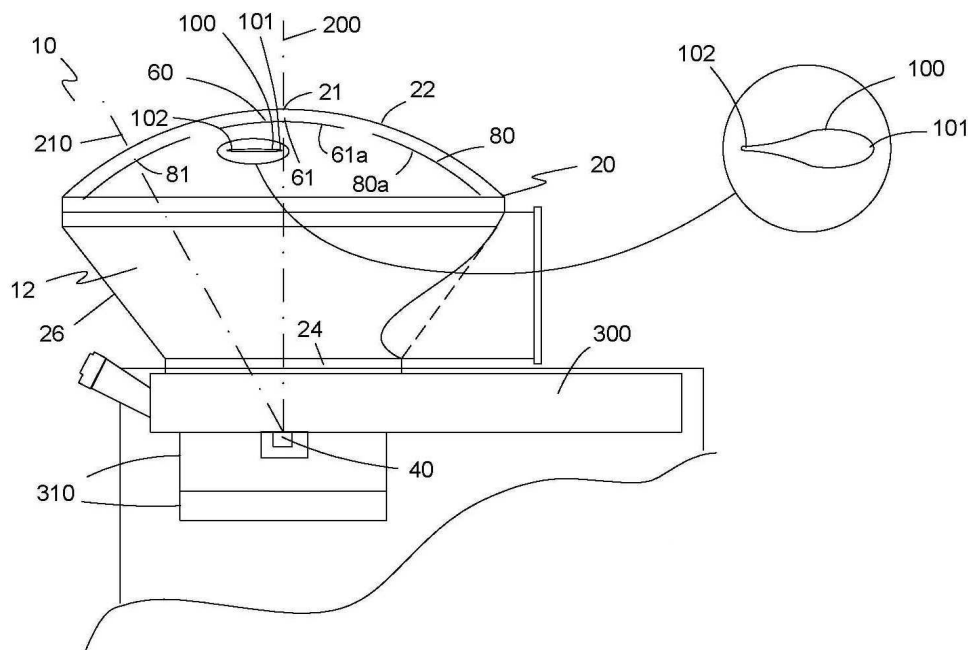
수집 효율 및 관련 재료, 보관 및 처리 비용 외에, 원뿔형 하우징의 부피의 감소는 종래기술의 시스템에 의해 실현되지 않는 부가적인 혜택을 제공한다. 이들 혜택들은 다른 이점을 포함한다. 이들 이점은 원뿔형 챔버가 하이드로폼 공정에 의해 제조될 수 있으며, 따라서 전체적인 제조 비용이 두껍고 보다 강화된 용접된 큐브의 제조 비용보다 훨씬 저렴하다. 박스 형상의 챔버에 비해, 원뿔형 챔버는 재료를 적게 사용하고 보다 가벼우며 수송이 보다 쉽다. 증착 실드를 세정하고, 유지하고 교체하는 비용이 크게 감소된다. 원뿔형 챔버 형상은 보조 펌프, 유공압기기(pneumatics) 및 전자기기를 직경이 원뿔의 상부 직경에 의해 정의되는 소형 실린더 내에 통합시키는 것을 가능하게 한다. 저온 펌프가 총(gun) 및 증착 챔버 내의 열원과 반대쪽을 향하는 한편 위쪽을 향하도록 탑재되어, 이들이 챔버의 주 체적 아래에 있도록 배치될 수 있다. 이 위치는 하이컨덕턴스 펌핑(high-conductance)에 유리하다. 펌핑 효율의 향상은 펌프의 크기를 상당히 감소시킬 수 있어 초기 시스템 비용 및 시간의 경과에 따라 펌프를 작동시키는데 요구되는 에너지를 감소시킨다. 수율의 부가적인 향상으로 인해 실드를 교환하는데 요구되는 시간이 감소하는데, 이는 박스 형상 코터에서보다 원뿔형 설계에서 훨씬 더 작다.

[0072]

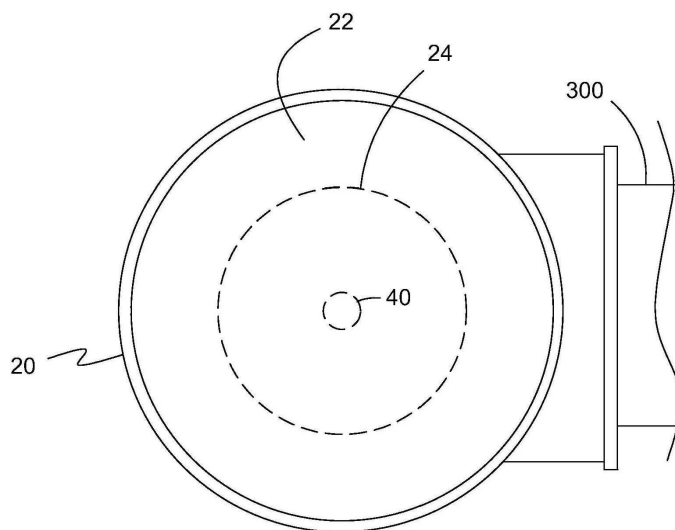
본 발명의 바람직한 실시예를 설명하였지만, 이상의 설명은 단지 예시적일 뿐이다. 본 발명의 다른 변형예들을 당업자가 생각해 낼 수도 있을 것이지만, 그러한 모든 변형예들은 첨부한 청구범위에 의해 정의된 본 발명의 범주 내에 포함되는 것으로 간주되어야 한다.

도면

도면1

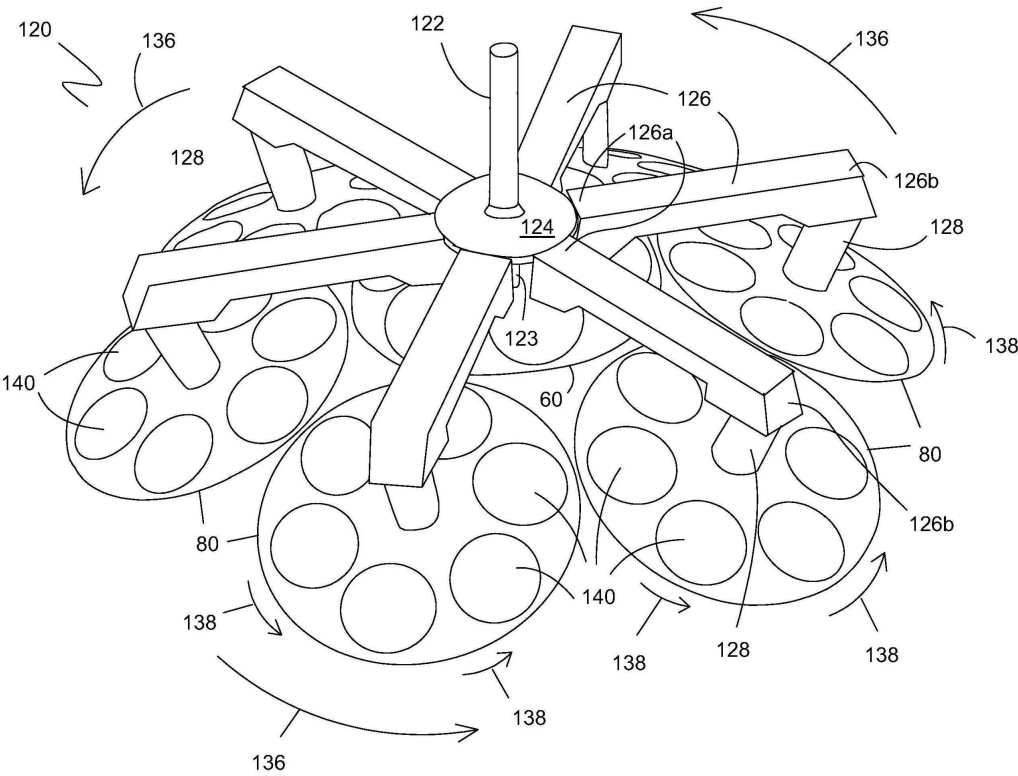


도면2

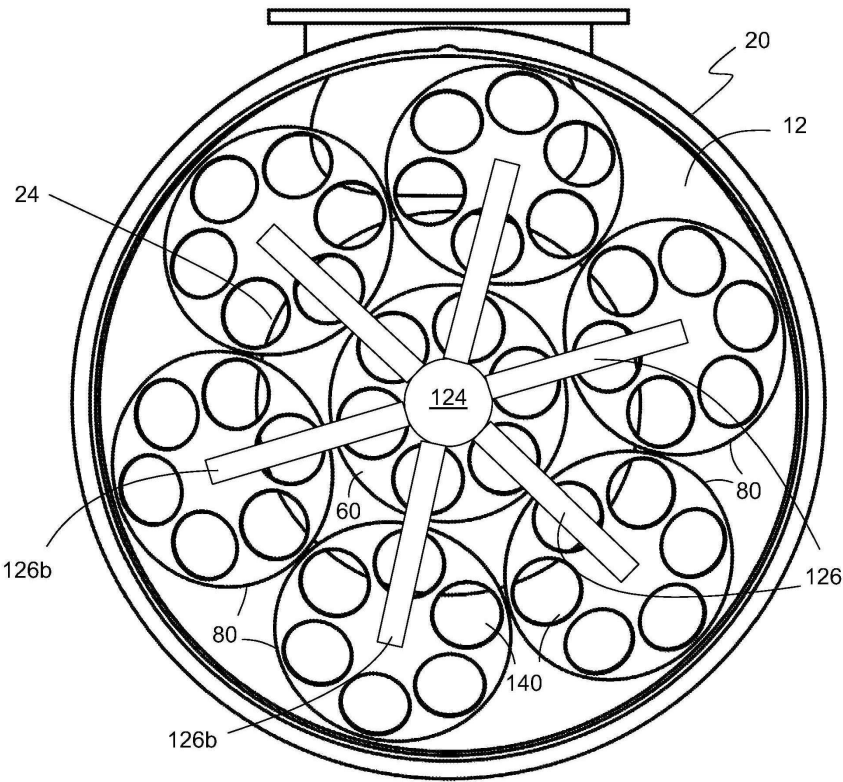




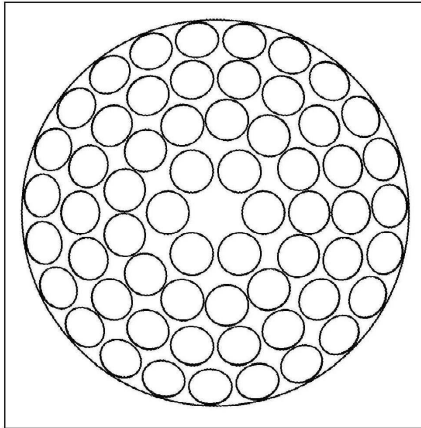
도면3



도면4

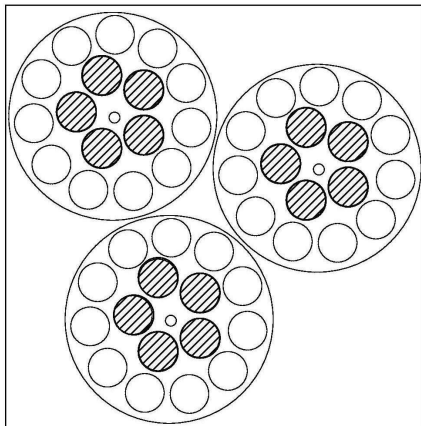


도면5



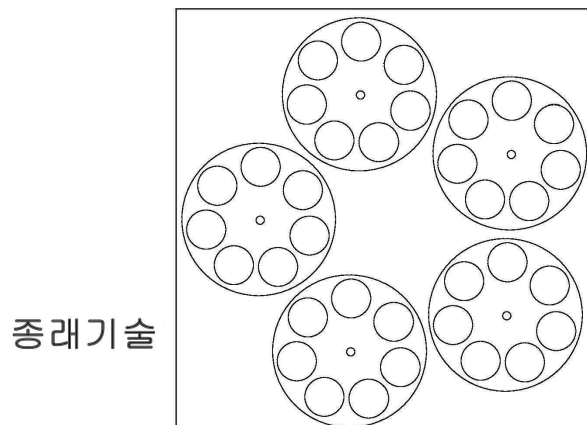
종래기술

도면6



종래기술

도면7



종래기술