



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년05월02일
(11) 등록번호 10-1137901
(24) 등록일자 2012년04월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 14/24 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2005-7021879
(22) 출원일자(국제) 2004년05월17일
심사청구일자 2009년05월18일
(85) 번역문제출일자 2005년11월16일
(65) 공개번호 10-2006-0025529
(43) 공개일자 2006년03월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/015530
(87) 국제공개번호 WO 2004/105095
국제공개일자 2004년12월02일
(30) 우선권주장
60/471,406 2003년05월16일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US06190732 B1*
US20030054099 A1*
WO2002027064 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
에스브이티 어소시에이츠, 인코포레이티드
미국 미네소타 55344 에덴 프레리 엑서큐티브 드
라이브 7620
(72) 발명자
초우, 피터, 피.
미국 미네소타 55344, 에덴 프레리, 엑서큐티브
드라이브 7620, 에스브이티 어소시에이츠, 인코포
레이티드
클라인, 돈, 지.
미국 미네소타 55344, 에덴 프레리, 엑서큐티브
드라이브 7620, 에스브이티 어소시에이츠, 인코포
레이티드
(74) 대리인
이범래, 장훈
(덧면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 11 항

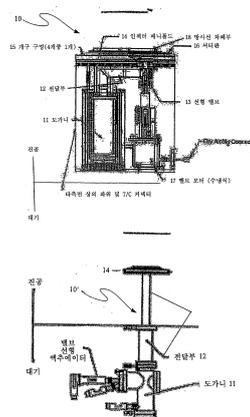
심사관 : 송호근

(54) 발명의 명칭 **박막 증착 증발기**

(57) 요약

용기 내에 제공된 기화가능한 재료를 가열하여 그 증기를 제공할 수 있는 연계된 가열기를 구비한 용기를 포함하는, 그 내부에서 증발된 재료가 기판상에 증착되게 되는 배기가능한 내부 증착 챔버와 함께 사용하기 위한 재료 소스 증발기. 복수의 출구를 구비한 매니폴드도 연계된 가열기를 구비하며, 이는 고정된 위치에서의, 인접 기판상의 층 내에서의 그 증착을 초래하는 재료 증기의 캘리브레이팅된 공간적 분포를 제공하도록 선택된 패턴으로 존재하는 출구 외측으로 통과하기에 충분하게 기체상태로 남아 있도록 매니폴드내에 제공된 재료 증기를 가열한다. 따라서, 층은 비교적 균일한 두께를 갖는다.

대표도



(72) 발명자

하트만, 랄프, 엠.

미국 미네소타 55344, 에텐 프레리, 엑서큐티브 드
라이브 7620, 에스브이티 어소시에이츠, 인코포레이
티드

시바타, 마사히코

일본 도쿄

특허청구의 범위

청구항 1

증발된 재료를 기관들상에 증착시키는 재료 소스 증발장치로서,

출력 포트와 관련 가열기를 구비하는 용기로서, 상기 가열기는 상기 출력 포트에 기화가능한 재료의 증기를 공급하도록 상기 용기 내부에 제공된 기화가능한 재료를 가열할 수 있는, 상기 용기와;

입력 포트와 공통 측면 상에서 복수의 출구를 구비하는 매니폴드로서, 상기 복수의 출구들 중 3개의 출구는 중심들이 공통 직선을 따르지 않는 상태로 위치되고, 상기 매니폴드는 상기 출구들로 빠져나가기에 충분한 기체상태를 유지하도록 상기 매니폴드의 입력 포트를 통해 상기 매니폴드 내부에 제공된 상기 재료 증기를 가열할 수 있는 관련 가열기를 구비하며, 상기 출구들은, 고정된 위치로 인접한 상기 기관상의 층에 증착시키는 상기 재료 증기의 공간적 분포를 제공하도록 상기 매니폴드 내에서 선택된 패턴으로 존재하며, 따라서 상기 층은 상기 기관에 걸쳐 얻어지는 평균 두께의 3% 범위 내에 있는 두께를 가지게 되고, 그리고 상기 출구들 중 적어도 하나는 평활한 형상의 표면에 대한 법선을 가지며, 상기 표면은 상기 출구에 의해 제공되는 개구를 가로질러 연장하여 상기 개구 둘레의 경계들을 연결하며, 상기 법선은 상기 출구가 내부에 위치되는 상기 매니폴드 벽에 대해 소정 각도로 연장하고, 상기 출구들 중 하나는 상기 법선에 대해 일정 각도로 기울어진 축선에 대해 회전할 수 있는, 상기 매니폴드와;

상기 용기 내의 상기 기화가능한 재료로부터 얻어진 증착을 위한 증기만을 운반하도록 운반 덕트의 대향 단부들에 있는 상기 용기 출력 포트와 상기 매니폴드 입력 포트 사이에서 각각의 포트에 연결되어 연장하는 상기 운반 덕트와;

적어도 상기 매니폴드와 상기 운반 덕트의 일부분이 내부에 배치되어 있는 배기가능한 내부 증착 챔버를 포함하는 재료 소스 증발장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 출구들 중 적어도 하나의 출구는 이 출구에 의해 제공되는 개구의 적어도 일부를 선택적으로 덮도록 이동될 수 있는 가동성 덮개를 갖는 재료 소스 증발장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 입력 및 출력을 가지며, 상기 입력과 출력 사이에 증기 흐름의 속도를 선택적으로 규제하도록 제어할 수 있는 흐름 제어 밸브를 추가로 포함하고, 상기 용기 출력 포트와 상기 매니폴드 입력 포트 사이에서 연장하는 상기 운반 덕트는 그 내부에, 상기 용기 출력 포트와 상기 매니폴드 입력 포트 사이의 증기 흐름의 속도를 제어하는 상기 흐름 제어 밸브를 구비하는 재료 소스 증발장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 용기는 그 내부에 배치된 임의의 상기 기화가능한 재료에 부가하여, 상기 기화가능한 재료보다 높은 온도에서만 기화할 수 있는 재료를 포함하는 재료 소스 증발장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 용기는 제 1 용기이고, 제 2 용기를 추가로 포함하며, 상기 제 2 용기는 출력 포트를 구비하고 그리고 상기 출력 포트에서 기화가능한 재료의 증기를 공급하도록 상기 용기 내에 제공된 기화가능한 재료를 가열할 수 있는 관련 가열기를 구비하며, 상기 운반 덕트는 상기 제 1 및 제 2 용기 출력 포트와 상기 매니폴드 입력 포트 사이에서 상기 운반 덕트를 연장시키기 위해 상기 제 2 용기 출력 포트에만 추가로 연결되는 재료 소스 증발장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 용기는 제 1 용기이고, 상기 매니폴드 입력 포트는 제 1 입력 포트이며, 상기 매니폴드는 제 2 입력 포트를 구비하여서, 상기 관련 가열기는 상기 제 2 입력 포트를 통해 상기 매니폴드 내에 제공된 상기 재료 증기를, 상기 출구들로 빠져나가기에 충분한 기체상태로 유지하도록 가열할 수 있으며,

출력 포트를 가지는 제 2 용기를 추가로 포함하고, 상기 제 2 용기는 상기 출력 포트에서 기화가능한 재료의 증기를 제공하도록 상기 용기에 제공된 기화가능한 재료를 가열할 수 있는 관련 가열기와 추가의 운반 덕트를 구비하며, 상기 추가의 운반 덕트는 그 대향 단부들에서 상기 제 2 용기 출력 포트와 상기 매니폴드 제 2 입력 포트 사이에서 연장하며 각각의 포트에만 연결되는 재료 소스 증발장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 운반 덕트는 내부에 작은 개구를 가지며, 또한 상기 작은 개구에 인접하게 그 외측에 위치한 증발물 재료 센서를 추가로 포함하는 재료 소스 증발장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 매니폴드의 대응하는 상기 출구에 의해 제공된 개구에 인접하게 그 외측에 배치된 증발물 재료 센서를 추가로 포함하는 재료 소스 증발장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 운반 덕트와 상기 매니폴드 중 적어도 하나 상에 위치한 온도 센서를 추가로 포함하는 재료 소스 증발장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 출구들 중 적어도 하나는 상기 매니폴드의 공통 측면에 대하여 선택적으로 기울어지게 배치될 수 있는 재료 소스 증발장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 용기는 출력 포트와 관련 가열기를 각각 구비하는 복수의 용기 중 하나이고, 상기 가열기는 상기 출력 포트에서 기화가능한 재료의 증기를 공급하도록 상기 용기 내에 제공된 기화가능한 재료를 가열할 수 있으며;

상기 매니폴드는 적어도 소정 정도로 서로 열적으로 격리되어 있는 복수의 서브매니폴드를 포함하고, 각각의 서브매니폴드는 입력 포트와 공통 측면 상에서 복수의 출구를 구비하고, 상기 출구들 중 3개의 출구는 중심들이 공통 직선을 따르지 않는 상태로 위치되고, 각각의 서브매니폴드는 상기 서브매니폴드의 상기 출구들로 빠져나가기에 충분한 기체상태를 유지하도록 상기 입력 포트를 통해 상기 서브매니폴드에 제공된 상기 재료 증기를 가열할 수 있는 관련 가열기를 구비하고;

상기 운반 덕트는 복수의 운반 덕트 중 하나이고, 각각의 운반 덕트는 상기 운반 덕트의 대향 단부들에서 상기 복수의 용기 중 대응하는 하나의 상기 출력 포트와 상기 복수의 서브매니폴드 중 대응하는 하나의 상기 입력 포트 사이에서 연장하며 각각의 포트에만 연결되는 재료 소스 증발장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

- 청구항 17
- 삭제
- 청구항 18
- 삭제
- 청구항 19
- 삭제
- 청구항 20
- 삭제
- 청구항 21
- 삭제
- 청구항 22
- 삭제
- 청구항 23
- 삭제
- 청구항 24
- 삭제
- 청구항 25
- 삭제
- 청구항 26
- 삭제
- 청구항 27
- 삭제
- 청구항 28
- 삭제
- 청구항 29
- 삭제
- 청구항 30
- 삭제
- 청구항 31
- 삭제
- 청구항 32
- 삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 박막 구조체, 특히, 유기 박막 발광 다이오드 같은 박막 구조체 및 그 제조 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 유기 발광 다이오드는 전기 동작식 평판 패널 전자발광성 디스플레이의 화소를 형성하기 위해 사용되는 것으로 현저한 주목을 받고 있다. 백라이트(backlit) 액티브-매트릭스 액정 기반 평판 디스플레이에 비해, 이런 유기 발광 다이오드 기반 디스플레이는 보다 큰 가시 각도, 제어 신호에 대한 보다 신속한 응답 및 보다 적은 전력 소산을 제공한다.

[0003] 이런 다이오드는 근접하게 이격된 두 개의 전극으로 형성되며, 이 전극들 중 적어도 하나는 가시광에 투과성이 다. 이들 두 전극 사이의 좁은 공간에는 발광성 유기 재료의 하나 이상의 층이 제공되며, 그래서, 전극들 사이에 전류가 형성될 때, 이런 층은 사용되는 특정 유기 재료에 따른 컬러의 빛을 방출한다. 따라서, 적색광을 제공하기 위한 폴리티오펜, 또는, 녹색광을 위한 폴리페닐렌비닐렌 또는 청색광을 위한 폴리플루오렌으로 이루어진 유기 재료층이 선택될 수 있다. 투명 전극은 그 위에 유기 박막 발광 다이오드를 제조하기 위한 평판 패널 기관으로서 기능할 수 있으며, 통상적으로 애노드(anode)를 형성하기 위해 그 위에 증착된 인듐 주석 산화물을 갖는 유리로 형성된다. 나머지 전극, 캐소드(cathode)는 마그네슘-은 합금 또는 리튬-알루미늄 합금 또는 칼슘 같은 금속 시스템이다.

[0004] 비교적 큰 면적의 유기 발광 다이오드 기반 평판 패널 디스플레이의 대량 제조시, 비교적 넓은 면적에 걸쳐 높은 비율로 형성됨에도 불구하고, 증착된 재료 특성 및 두께가 균일한 박막을 유리 기관상에 제공하기 위해 새로운 제조 방법이 요구된다. 이런 막을 형성하기 위해 사용되는 핵심 기술 중 하나는 증발 막 증착이며, 이 증발 막 증착에서는 증발에 관련된 재료 종(material species)이 그 증기를 생성하도록 가열되어 기관상에서의 증착을 위해 기관으로의 원하는 경로를 따른 분자의 플럭스(flux)를 형성한다. 이 프로세스는 진공 시스템 내에서 이루어지며, 진공 시스템은 통상적으로, 증착 챔버, 그 위에 선택된 재료의 증착을 위해 기관 패널이 위에 장착되는 챔버내의 소정의 수단, 시스템을 배기시키기 위한 펌프, 압력 게이지 및 하나 이상의 재료 증발 소스를 포함한다. 기관 표면 또는 사전 층 코팅 기관이나 다른 사전 층상에 균일한 박막 코팅을 제조하는 것은 종종 기관 표면 위 또는 기관상에 사전에 증착된 층이나 다른 층의 표면 위의 증착된 플럭스(flux)를 평균화하여 플럭스 배급 시간 또는 공간적 변동으로부터 초래하는 임의의 증착 불균일성을 감소 또는 제거시키기 위해 기관 패널의 회전을 필요로 한다.

[0005] 구입할 수 있고, 현재까지 사용되고 있는 광범위하게 다양한 재료 증발 소스가 존재한다. 이런 증발기의 가장 일반적인 유형은 그 재료의 결과적인 증기, 즉 증발물을 생성하도록 증착을 위해 선택된 내부의 재료 종의 열적 가열을 활용한다. 이 재료는 최초에, 증발기 내의 용기 또는 도가니 내측에 제공되며, 이 도가니는 인접한 가열 요소들로 둘러싸여 있다. 열 차폐층들이 이들 가열 요소들과 도가니 둘레에 제공되어 발생하는 열의 대부분을 구속하고, 그에 의해, 열이 도가니 내로 확산하게 하며, 도가니는 증발물이 그 플럭스를 형성하기 위해 탈출할 수 있는 개구를 내부에 구비한다. 이 개구 외측 영역에서의 증발물의 공간적 변동은 개구의 평면에 수직인 도가니 개구의 중심선과 관련 공간적 위치 사이의 각도에 의존하며, 그리고 대략적으로 각도의 코사인 함수를 따른다. 증착된 증발물 플럭스의 근사 코사인 분포로 인해, 증착의 균일성은 플럭스 경로를 따라 축 중심으로 기관을 회전시킴으로써 다소 향상될 수 있다. 비교적 큰 면적의 기관들에 대하여, 이 증착 챔버 내에서의 기관 회전은 크기가 증가함에 따라 점차 더 어려워지며, 배기된 증착 챔버 내에서의 이런 회전을 제공하기 위한 수단은 그 동작 및 설계에 상당한 복잡성을 추가한다. 따라서, 내부의 증착 기관의 회전을 필요로 하지 않는 재료 증발 소스가 매우 바람직하며, 왜냐하면 이런 회피는 시스템 제조 비용 및 복잡성을 감소시키고, 결과적인 가동 부품 수의 감소로 인해 시스템의 고장과 재동작 사이의 평균 시간을 연장시키며, 그에 의해, 동작 비용을 감소시키기 때문이다. 그러나, 기관 패널들의 크기가 증가하고, 그에 의해, 결과적인 디스플레이 가시 면적이 증가할 때, 증착된 박막 균일성은 특히 기관의 회전 없이는 달성하기가 점차 더 곤란해진다. 비록, 증발기 내에 다수의 플럭스 소스를 사용하여 보다 양호한 균일성을 달성할 수 있지만, 모든 이런 소스의 동시적인 일관적 제어는 달성하기 곤란하며, 그에 의해, 원하는 막 균일성도 달성하기 곤란하다.

[0006] 재료 증발 소스에 사용되는 한가지 변형은 밸브 메커니즘에 의해 도가니로부터 분리될 수 있는 증기 운반부가 추가되어 있다. 이 운반부에서의 증기 응축을 방지하고, 또한, 때때로, 증발물의 화학적 또는 물리적 특성을 변

경하기 위해, 이런 운반부는 일반적으로 독립적으로 가열된다. 이런 재료 증발 소스는 보다 다재다능하며, 이는, 밸브 메커니즘이 재료를 안정하게 유지하고 보존하도록 플럭스의 미세 조절을 가능하게 하기 때문이다. 그러나, 증착 챔버내의 기관에 도달하는 플럭스 분포는 유사한 근사 코사인 분포를 따른다.

[0007] 보다 최근의 다른 재료 증발 소스 변형에서, 가스 분포 매니폴드가 상술한 가열식 증기 운반부에 추가되었다. 이 매니폴드는 증발물이 그 기관 표면상으로 방출 및 증착되도록 그 위에 증착이 이루어지는 기관의 표면에 직접적으로 노출되도록 배치된다. 이 매니폴드는, 또한 둘 이상의 가스상 재료 종들이 증착을 위해 방출되기 이전에 혼합될 수 있게 하는 수단으로서 기능할 수 있다. 역시 밸브 수단이 사용되어 방출되는 재료의 양 또는 플럭스의 제어를 가능하게 한다. 그러나, 역시, 이 또한 증착 챔버내의 기관에 도달하기 위해 매니폴드 개구로부터의 방출 이후의 플럭스 분포는 유사한 근사 코사인 분포를 따른다. 따라서, 막의 증착 동안 그 기관을 회전시킬 필요 없이, 기관의 표면 또는 기관상에 사전에 증착된 막의 표면에 비교적 균일한 박막을 증착할 수 있는 재료 증발 소스에 대한 필요성이 존재한다.

발명의 상세한 설명

[0008] 본 발명은 증발된 재료가 그 내부에서 기관상에 증착되는 배기가능한 내부 증착 챔버와 함께 사용하기 위한 재료 소스 증발기로서, 출력 포트를 갖는 용기와, 용기의 출력 포트에서 그 증기를 제공하도록 용기에 제공된 기화가능한 재료를 가열할 수 있는 연계된 가열기를 포함하는 증발기를 제공한다. 입력 포트와 복수의 출구를 가지는 매니폴드는 또한 연계된 가열기를 가지며, 이 가열기는 출구 밖으로 통과하기에 충분하게 기체상태로 유지되도록 그 입력 포트를 통해 매니폴드내에 제공된 재료 증기를 가열할 수 있고, 출구들은 고정된 위치에서 인접 기관상의 층에 재료의 증착을 초래하는 재료 증기의 공간적 분포를 제공하도록 선택된 패턴으로 이루어진다. 따라서, 층은 기관에 걸쳐 얻어지는 평균 두께의 3% 범위 내에 있는 충분히 균일한 두께를 갖는다. 매니폴드 입력 포트와 용기 출력 포트 사이에서 연장하는 운반 덕트가 제공된다. 매니폴드는 별개의 서브매니폴드들로 세분될 수 있으며, 운반 덕트는 매니폴드로 진입하며, 출구까지 연장하는 다수의 덕트 부분으로 분기될 수 있다. 하나 이상의 밸브가 운반 덕트 내에 배치되어 증발물 플럭스 유동을 제어할 수 있다.

실시 예

[0020] 도 1a는 무엇보다도 유기 발광 다이오드 같은 다양한 박막 구조체를 제조하기 위한 본 발명의 재료 증발 소스(10)(이하에서는 '증발기'라고도 함)의 부분 파단 측면도를 도시한다. 증발기(10)는 조절가능한 니들 밸브(13)를 통해 증발물 플럭스를 전달하기 위해, 내부에 재료 증으로부터의 재료 증기를 발생시키기 위한 개별 가열식 도가니(11)를 가지며, 상기 도가니는 열 전달부 또는 덕트(12)에 의해 균일한 열 인젝터 매니폴드(14)에 연결되어 있다. 매니폴드(14)는 외부 셔터판(16)에 의해 덮여질 수 있는 이 매니폴드 내의 일련의 출구(15)에 의해 증기 플럭스가 도달가능한 증착 챔버{도 1a에 소스(10) 위의 수평선으로서 도시}의 배기가능한 영역 내의 고정 위치 기관 패널들의 전체 표면 위에, 가열된 도가니(11) 내에서 발생된 증기 플럭스를 실질적으로 균등하게 공간적으로 분포시킨다. 모터(17)는 조절가능한 니들 밸브(13)의 액추에이터 스템을 제어하여 그 밸브의 개방도를 선택하고, 순차적으로, 인젝터 매니폴드(14) 내로의 증발물 유동을 제어한다. 소정의 증착된 재료가 온도에 민감할 수 있기 때문에, 소스 방사선으로부터 증착 챔버 내의 기관의 바람직하지 못한 가열을 방지하기 위해, 필요시, 수냉되는 열 차폐부(18)가 제공된다.

[0021] 도가니(11)는 증발기 차지(charge) 재료 종을 내부에 편리하게 재보급할 수 있게 하고 서로 다른 크기의 도가니들을 교체할 수 있도록 증발기 수납부 상의 이면판을 벗김으로써 쉽게 액세스할 수 있다. 플럭스 경로를 따른 구조체의 모든 내측면들은 이런 표면들상의 플럭스 재료 응축을 회피하도록 선택된 온도 범위 내에서 안정하게 유지된다. 셔터판(16)은 모든 출구(15)가 신속하게, 그리고, 실질적으로 동시에 개방 또는 폐쇄될 수 있도록 동작된다. 매니폴드(14)의 물리적 크기, 특히, 증착 챔버 내에서 기관들을 향하는 그 표면의 범위는 임의로 크기 설정된 기관 패널들 상의 적절한 증착을 위해 요구되는 범위로 스케일링(scaling)될 수 있다.

[0022] 유기 고형물 같이 도가니(11) 내에서의 증발을 위한 기재로서 사용되는 초기에 제공된 재료 종들 중 일부 종류의 열악한 열 전도성으로 인해, 개방형 도가니 내에서 이런 재료의 균질한 온도를 달성하는 것은 어려우며, 그에 의해, 운반된 플럭스 양의 동요가 초래되고, 이는 재료 증발물의 증기 압력이 그 온도에 지수함수적으로 의존하기 때문이다. 증발기(10) 내에서, 도가니(11) 내에 제공된 증발 재료 종 소스 차지는 도가니가 초기 증발 재료 차지 전반에 걸쳐 양호한 열 평형을 제공하도록 기능하게 양호하게 폐쇄된 용기 내에 수납된다. 도가니의 큰 열 질량은 내부의 온도 변화를 최소화하며, 그래서, 증발 플럭스량의 값 드리프트(drift)를 최소화한다. 그러나, 이런 큰 열 질량은 또한 도가니(11) 단독의 온도 조절에 의해 신속한 증발 플럭스량의 변화를 달성하는

것이 곤란하다는 것을 의미한다. 따라서, 재료 증발 소스(10)는 전달부(12)를 통한 플럭스 흐름을 제어하기 위해 급속 동작 밸브를 포함한다. 이런 배열은 모터(17)에 의해 선택적으로 구동되는 밸브 액추에이터 스템을 통해 동작되는 조절가능한 니들 밸브(13) 및 그들을 연결하는 조절가능한 메커니즘에 의해 제공되며, 밸브(13) 및 모터(17) 모두는 속도 센서 기반 피드백 루프에 포함되기에 적합하며, 그에 의해, 동작하는 플럭스량의 값들을 그를 위하여 선택된 값으로 정확하게 유지하는 것을 제어한다. 각 증착의 종료시, 밸브(13)는 그를 통한 추가 유동을 완전히 폐쇄시킬 수 있으며, 그에 의해, 재료 사용을 절감한다. 유기 발광 다이오드 제조에 사용되는 고순도 유기 재료들은 고가이기 때문에, 재료 증발 소스 사용시의 재료 보전은 중요한 증발기 성능 고려사항이다.

[0023] 도가니(11)는, 다음 증착이 시작될 준비가 될 때 동일한 크기의 밸브 개방도를 제공하도록 동일한 사전설정된 위치로 밸브 니들을 복귀시킴으로써 동일한 플럭스 값이 재현될 수 있도록 밸브(13)가 폐쇄된 상태에서도 선택된 일정 온도에서 유지된다. 모터 구동식 밸브 메커니즘에 의해, 플럭스량이 신속하게 조절될 수 있고 시간 경과에 따른 플럭스량의 임의의 선택된 프로파일(profile)들이 모터 제어기 내로 프로그램될 수 있다. 이 후자의 배열은 하나 이상의 구성 요소 또는 막 재료 도펀트(dopant)가 증착되거나 또는 모두가 증착될 때 박막의 조성을 조절할 필요가 있는 경우에 특히 유용하다. 인젝터 매니폴드(14)의 비교적 큰 체적에 기인하여, 매니폴드로부터 방출되는 플럭스량의 변화는 대응 밸브 작용에 대한 시간 지연을 나타낸다. 플럭스량을 급격히 변화시킬 수 있다는 것을 보장하기 위해, 인젝터로부터의 플럭스 방출이 거의 즉시 중단될 수 있도록 공압 작동식 셔터판(16)이 인젝터(14)의 출구(15)들에 제공된다.

[0024] 도 1a에 도시된 바와 같이, 재료 증착 소스(10)는 기관들이 그 상부에 증착된 박막층들을 수용하도록 위치되는 증착 챔버들 내에서 배기가능한 내부 영역들 내에 용이하게 설치하기 위한 독립형 유닛이다. 소스의 동작은 그의 배향에 무관하고, 이에 의해 도 1a에 도시된 바와 같이 소스(10)를 상향 대면, 또는 하향 대면, 또는 측방 대면으로 위치하는데 있어서의 융통성을 허용한다.

[0025] 재료 증착 소스(10)에 사용된 구성 요소emf의 모듈형 특성에 기인하여, 그의 부분emf는 증착 챔버의 외부에 제공되어 상기 챔버의 진공 유지 영역 내에 소스(10)에 의해 점유된 공간을 감소시킬 수 있으며, 그렇지 않으면 그의 구조체를 수용할 필요가 있었을 것이다. 이러한 가능성은 박막 디바이스들을 더 경제적으로 제조하도록 콤팩트하고 효율적인 증착 챔버 디자인을 만들 수 있게 한다. 따라서, 도가니(11)는 운반부(12) 및 밸브(13)를 통해 매니폴드(14)에 연결되는 한 진공 증착 챔버의 내부 또는 외부에 배치될 수 있다. 이러한 외부 도가니 배열은 도 1b의 측면도에서 다른 재료 증발 소스(10')로서 도시되어 있으며(소스(10')의 상부의 수평선은 또한 고정 위치 기관 패널을 나타낸다), 여기서 열 전달부(12)의 부분 및 매니폴드(14)는 이 도면에서 진공으로서 표현되어 있는 증착 챔버 내의 배기가능한 영역 내에 있다. 또한 유사하게 개방되어 따라서 도면에 분위기로서 표현되도록 증착 챔버를 요구하지 않고 분위기로 개별적으로 개방될 수 있는 증착 챔버 외부에 위치한 소스(10')의 외부 부분은 거기서 도가니(11)를 포함하는 격실 및 열 전달부(12)의 외부 부분을 갖는다. 증착 챔버 외부의 이 부분들은 개인의 안전을 위해 이 도면의 좌측으로 연장되는 3개의 최단 구조 연장부로서 도시된 3개의 물 라인 연결부를 통해 수냉된다. 도 1b의 좌측으로 연장되는 나머지 더 긴 연장부들은 전기 커넥터이다. 이러한 부분적으로 외부의 재료 소스 증발기 구조는 아래에서 상세히 기술된다.

[0026] 도가니(11) 내에 배치된 증발 재료 종의 균일 가열 및 비교적 급속한 온도 변화 모두를 개선하기 위해, 내부의 재료 차지(전형적으로 분말 또는 고체 덩어리 형태)는 또한 도가니 내에 제공될 수 있는 높은 열전도도 시트 또는 포일에 대해 양호한 열 접촉을 갖도록 분산된다. 차지 재료 열 균일성을 증가시키기 위한 다수의 예가 도 2a 및 도 2b의 사시도로 도시된 도가니 대안에 나타난다. 대안 도가니(11')는 그의 가장 단순한 유형으로 도 2a에 도시된 나선형 코일(11'') 또는 가능하게는 다중 코일들을 가지며, 상기 코일들은 높은 열전도도 금속으로 제조되고 그리고 증발 재료 종으로 충전되기 전에 도가니(11') 내부에 위치된다. 부가의 대안에서, 다른 대안 도가니(11''')는 대신에 균일하게 가열되는 모든 증발 재료 종을 촉진시키도록 도 2b에 도시된 바와 같은 금속판(11^{iv})들 또는 금속 메시들에 의해 분할될 수 있다. 도가니 내에서 재료의 증발로부터 기인하는 증기 유동이 방해받지 않도록 천공부들이 상기 판들에 형성될 수 있다. 열분해 질화 붕소(PBN) 또는 높은 열전도도를 갖는 다른 재료들이 또한 이 목적으로 상기 판들에 금속 대신에 사용될 수도 있다.

[0027] 인젝터 매니폴드(14) 내의 출구(15)들의 위치 패턴은 증착 챔버 내의 기관 패널들에게 실질적으로 균일한 코팅을 제공하도록 배열된다. 균일한 코팅을 결정하기 위해, 플럭스 분포의 시뮬레이션이 일반적으로 개구 카운트 및 위치 패턴의 3개의 편차에 대해 도 3의 그래프에 나타난 몇 가지 결과들을 가지고 먼저 수행된다. 여기서, 플롯 1, 2 및 3은 각각의 코너에서 하나의 구멍을 갖는 4-구멍 패턴(플롯 2); 중심에서 동일 개구 영역의 부가의 구멍을 갖는 5-구멍 패턴(플롯 3); 및 더 작은 직경의 중심 구멍을 갖는 5-구멍 패턴(플롯 1)에 각각 대응한

다. 두께 편차들의 중요한 평활화(smoothing)는 출구 수, 위치 및 크기를 적절하게 선택함으로써 실현될 수 있다.

[0028] 이러한 플럭스 분포 시뮬레이션은 매니폴드 출구 패턴들의 적절한 선택을 도와준다. 기본적인 접근방식은 시뮬레이션 및 두께 보정에 의해 구성된 다중 세트의 패턴을 사용하는 것이다. 1차 구멍 패턴은 비교적 큰 증착 불균일성을 여전히 초래할 수 있는 메인 플럭스를 제공한다. 이 구멍들의 1차 패턴 세트는 도 4a에 도시된 바와 같이 매니폴드(14)의 상부판의 코너들에 있는 4개의 구멍에 의해 표현된다. 증착된 층의 두께 분포는 스타일러스형 깊이 프로파일링, 전자 현미경 이미징, 원자력 현미경 검사, 광학 간섭계(광 강도 진동 주기가 광의 파장 및 층 두께의 함수인 투과 또는 반사 측정)를 포함하는 임의의 수의 기술에 의해 측정될 수 있다.

[0029] 초기 시험 증착시의 증착된 층들의 두께 측정 후에, 다른 매니폴드(14') 내의 출구 구멍 패턴의 제 2 세트가 플럭스 분포를 더 미세하게 조절하도록 사용될 수 있다. 도 4b에서, 이는 더 작은 개구 영역을 갖는 중심에서의 단일 구멍에 의해 표현된다. 필요할 때, 시뮬레이션 및 두께 균일도 측정에 의해 결정된 바와 같이, 도 4c에 부가의 구멍들을 갖고 도시된 또 다른 매니폴드(14'') 내의 부가의 제3 세트의 출구 구멍 패턴이 더 미세한 조절을 실행하도록 제공될 수 있다. 본원에 설명된 이들 다중 세트의 구멍 패턴은 단지 예로서 제공된 것이고, 다른 유사한 정밀하거나 양호한 정밀도를 갖는 플럭스 방출 구멍 패턴들이 설명된 바와 같은 시뮬레이션 및 계통적 보정을 사용하여 발견될 수 있다. 증발된 재료의 플럭스 분포는 증발물의 분자량, 증발 속도, 플럭스 경로 내의 가열된 표면 상의 잔류 시간, 및 출구 구멍(15)들에 인접한 매니폴드의 바로 내부의 증발 압력과 같은 다수의 변수의 함수로서 변경될 수 있다. 따라서, 상술한 계통적 절차는, 시뮬레이션에 의해 제공된 안내와 함께 사용될 때 증착 챔버 내에 제공된 기관들상의 증착 코팅에게 증분적으로 정제된 균일도를 허용한다. 기관 상의 전체 증착은 매니폴드(14) 내에 제공된 선택된 세트 내의 모든 구멍으로부터의 플럭스 분포의 총합이다. 이러한 증착의 결과는 선택된 균일도에 도달하도록 수행될 수 있고, 이는 원하는 증착된 재료 분포를 초래하도록 공간 플럭스 분포의 필요한 미세도를 실행하기 위해 매니폴드 내에서 구멍(15)들의 충분한 복잡한 배열을 사용함으로써, 이러한 증착이 해당 기관의 회전 없이 수행되는 기관 상의 전체 영역에 걸쳐 기관 상에 증착된 재료의 평균 두께의 플러스 또는 마이너스 3 퍼센트 내에 있을 수 있다. 이들 결과는, 출구 구멍들이 관통하는 표면상의 영역이 대응 매니폴드를 통한 증착이 발생하는 기관 표면들의 범위와 일반적으로 일치하는 치수를 갖도록 매니폴드를 형성함으로써 추가의 도움을 받는다.

[0030] 이들 더 미세한 조절을 성취하는데 있어서, 원래 구멍(15) 크기 또는 배향의 변화가 발생하는 플럭스 분포를 더 수정할 수 있다. 간단한 수단은 원래 구멍(15)의 일부 또는 전체를 커버하고 이에 의해 개구 영역 크기 및 그의 기하학적 형상을 변경하도록 작동될 수 있는 가동 커버(15')를 사용하는 것이다. 이는 프로세스 동안에 작동될 때 가동 커버(15')들이 각각의 관련 구멍(15)의 가변 영역들을 커버하도록 제조될 수 있는 도 4d에 도시되어 있다. 가동 커버(15')들의 작동은 공압 또는 전기 수단에 의해 또는 자기 커플링 수단과 같은 다른 적합한 수단에 의해 작동될 수 있는 기어, 벨로즈 또는 케이블과 같은 적절한 전기 또는 기계적 수단에 의해 실행될 수 있다. 가동 커버(15')들의 운동은 선형 또는 회전 방식으로 발생하도록 이루어질 수 있다.

[0031] 매니폴드의 출구(aperture)들을 위한 개구(hole opening)의 기하학적 형상은 우선적으로 공간에서 그로부터 방사하는 플럭스를 지향시키기 위해 또한 선택될 수 있다. 도 4e는 출구의 상부 평면이 평탄하거나 구멍의 대칭축에 대해 수직인 구멍(15)을 재차 도시한다. 도 4f는 대안적으로 상이한 구멍(15'')을 도시하고, 여기서 이 구멍은 직선형으로 도시되어 있는 튜브에 의해 매니폴드 표면으로부터 외향으로 연장되지만, 출구의 상부 평면이 기울어지거나 구멍 또는 튜브의 대칭축에 대해 경사지는 상태로 만족될 수 있다. 개구부는 평면에 한정될 필요는 없고 이 구부러지는 경계까지 가로질러 연장하는 기하학적 표면을 가질 수 있다. 출구의 가열된 내부 표면은 원하는 방향으로 출구를 통해 플럭스를 지향시키는 역할을 한다. 이들 개구는 회전 이동하도록 허용하는 배열로 위치될 수 있고, 또한 개구 구조체가 회전식으로 이동하고 또한 소정의 작동 전기, 기계 또는 자기 수단에 연결되어서 이러한 수단을 사용함으로써 회전되거나 선택적으로 각도를 이루어 위치될 수 있게 한다. 경사진 개구의 단순한 회전은 필요하다면 심지어는 증착 프로세스 동안에 방출 증기의 방향이 변경되도록 하고, 프로세싱 동안의 연속적인 회전은 원한다면 플럭스의 부가의 공간 평균화를 제공할 수 있다. 플럭스 분포를 조절하기 위해 다른 유사한 방법들이 고려될 수 있다. 보정은 시험 증착 후에 최종 막 코팅의 두께 분포를 맵핑함으로써 수행된다. 이에 따라, 이러한 구멍들의 세트 전체가 독립적으로 또는 실시간으로 조절될 수 있다.

[0032] 증착된 박막 재료의 원하는 특성은 증착시의 제 2 재료의 합체에 의해 향상될 수 있기 때문에, 화합물을 형성하기 위해 또는 제 1 재료 내에 도펀트(미량으로)로서 제공되기 위해, 재료 증발 소스(10)를 사용하여 복수의 상이한 재료를 증발하기 위한 수단이 필요하다. 하나의 배열은, 각각의 소스로부터의 플럭스들의 혼합이 매니폴드(14)의 구멍(15)들에서 나오기 전에 수행되도록 하나 이상의 도가니(11)가 동일한 매니폴드(14) 내에 있거나 그

매니폴드에 연결될 수 있는 구조이다. 이는 상이한 소스로부터의 재료 중이 상이한 온도 편차를 갖거나, 또는 증기의 원하지 않는 화학 반응이 발생할 수 있는 경우 몇몇 상황에서는 실용적이지 않을 수 있다. 이들 상황은 도 5에 도시된 바와 같이 적절한 위치들에 배치된 대응 출구 구멍(15)들로 매니폴드(14)를 통해 연장하는 열 전달부(12')를 제공함으로써 극복된다. 열 전달부(12)의 다른 부분은 매니폴드(14)의 내부로 다른 재료 플럭스들을 이송하도록 제공될 수 있고, 상기 매니폴드로부터 도 5에 도시되지 않은 다른 출구 구멍(15)들로부터 플럭스가 배출될 수 있다.

[0033] 복수의 상이한 종류의 증발 소스 재료가 조합되어 이 방식으로 증착 챔버 내의 기판 상에 증착될 수 있다. 도 6a는 어떻게 두 개의 재료가 이 방식으로 조합되는지를 도시한다. 명료화를 위해, 각각의 재료 소스 도가니(11)로부터의 단지 하나의 운반부(12, 12')가 도시되어 있지만, 임의의 수의 운반부가 이에 따라 제공될 수 있다. 이들 연장부는 응축을 회피할 필요가 있을 때 독립적으로 가열되고, 적절히 단열된 상태에서, 각각이 독립 가열 제어에 의해 개별적으로 유지될 수 있다. 대안은 도 6b에 도시된 바와 같이 분할된 매니폴드(14^{iv})를 형성하도록 개별 부위로 매니폴드(14)를 분할하는 것이고, 각 부위는 개별적으로 및 독립적으로 가열되고 각각 서로로부터 단열된다. 이에 의해 각각의 이러한 부위는 하나 이상의 증발물 재료가 진공 증착 챔버 내로 배출되는 도중에 이송될 수 있는 서브매니폴드로서 작용한다. 예로서, 하나의 증발물 재료 플럭스가 A 및 C로 표시된 매니폴드 부위 내로 지향될 수 있고, 제 2 증발물 재료 플럭스가 매니폴드 부위들(B, C) 내로 지향될 수 있다. 다음, 증기는 이들 두 개의 재료를 합체하는 균일한 층을 형성하도록 원하는 출구 구멍(15) 위치에서 분할된 매니폴드(14^{iv})로부터 동시에 또는 순차적으로 나온다. 각 부위의 부가의 구멍들은 이들 재료의 원하는 공간 분포를 얻는데 필요한 결정에 따라 제공될 수 있다.

[0034] 증착 챔버들 내부의 가치 있는 진공 공간들의 더 양호한 이용 및 대응 도가니들 내의 증발 재료 종의 차지의 보충을 용이하게 하는 것은 이러한 진공 증착 챔버들의 외부에 도가니 또는 도가니(11)를 위치시킬 것을 요구한다. 이와 같이 위치된 도가니는 여전히 열 전달부 또는 전달부들(12)을 거쳐 인젝터 매니폴드(14)에 연결되어야 한다. 도가니 히터 및 관련 부분들의 임의의 유지 보수 또는 수정이 또한 용이하게 되고, 이에 의해 상기 유지 보수 또는 수정은 증착 챔버를 개방하여 내부의 진공을 파괴하지 않고도 성취될 수 있다. 도가니(11)가 대기압에 노출되어야 할 때, 구조적 배열은 또한 증착 챔버의 진공 레벨이 진공의 파괴가 회피되는 경우 여전히 적절하게 유지되도록 채택되어야 한다. 이는 밸브가 적절하게 구성되면 상술한 밸브 메커니즘, 즉 니들 밸브(13)를 사용함으로써 간단히 성취될 수 있다. 정지형 밸브 시트에 대해 이동될 때 진공 밀봉을 제공하기 위한 니들 밸브는 니들 액추에이터 및 밸브 시트 상의 정합 표면들 모두가 평활한 마무리 가공 및 양호하게 정합된 대면 표면 윤곽을 갖는 것을 요구한다. 밸브 밀봉 특성의 향상은, 니들 액추에이터가 이동하여 시트와 접촉하는 밸브 본체의 시트에 가스켓 또는 O-링 수단을 추가함으로써 성취될 수 있다.

[0035] 또한, 두 개의 밸브가 부가의 밀봉 능력을 제공하기 위한 기초로서 도가니(11)로부터 매니폴드(14)로의 플럭스 경로를 따라 서로 직렬로 배치될 수 있다. 하나의 이러한 밸브가 증착 챔버로부터의 임의의 증기 누출을 방지하도록 폐쇄될 때 강건한 완전한 밀봉을 제공하도록 밸브(13) 및 다른 부분과 연계하여 상술된 바와 같이 플럭스 또는 증기 유동을 조절하고 제어하는데 사용된다. 두 개의 밸브의 구조는 동일하지만 재료 소스 증발 시스템 내에서 사용시에 각각 요구되는 두 개의 개별 기능적인 능력에 따라 상이할 수도 있다. 플럭스 제어 밸브에서, 예로서 밸브 니들 및 그의 정합 밸브 시트는 더 선형이고 더 미세한 유동 제어를 실행하도록 성형될 수 있다. 밀봉 밸브에서, 구조체는 증착 및 밸브 밀봉 특성을 향상시키도록 완전히 폐쇄될 때 큰 힘을 견디도록 제조된다.

[0036] 플럭스 경로에서 직렬로 두 개의 이러한 밸브를 사용하면 증발물 플럭스 또는 증기 유동이 더 양호하게 안정화되고 조절될 수 있다. 따라서, 제어 밸브의 위치는 증착 프로세스가 완료될 때 특정한 플럭스 조건에 고정될 수 있다. 이 시점에서, 밀봉 밸브는 임의의 증기 누출을 방지하도록 폐쇄될 수 있다. 후속하는 증착 공정이 시작될 때 동일한 플럭스 값이 밀봉 밸브가 개방되자마자 성취될 수 있는데, 이는 제어 밸브의 위치가 변경되지 않았기 때문이다. 플럭스 값들을 재생하는 것은 특히 제조 환경에서 필요로 한다.

[0037] 이러한 재료 소스 증발기의 밀봉 특성의 부가의 향상을 위해, 펌핑 수단이 이들 두 개의 밸브 사이의 가열된 운반부(12) 부분에 구현될 수 있다. 양 밸브가 폐쇄될 때, 증착 챔버 내에 발생하는 진공과 두 개의 밸브 사이의 운반부에 발생하는 진공의 차이가 최소로 유지될 수 있다. 이러한 "차동 펌핑"은 재료 소스 증발기 자체의 잔여 부가 유지 보수, 재료 보충 또는 다른 이유로 인해 제거될 때에도 증착 챔버의 진공 완전성을 더욱 보장한다. 증착 챔버가 대기로 배기되는 경우에, 재료 소스 증발기가 내부에 포함된 소스 재료 차지가 오염되지 않도록 적절한 진공으로 유지될 수 있다는 점에서 그 역도 또한 적용된다.

[0038] 밀봉 밸브를 위한 다른 니들 밸브 메커니즘을 사용하는 것에 대한 대안은 "게이트(gate)" 밸브의 사용이고, 여

기서 블레이드 수단이 튜브부 개구 간극을 가로질러 활주되도록 제조된다. 블레이드 수단이 튜브 개구(폐쇄 위치)를 완전히 커버하도록 제조되면, 이는 튜브부 개구 둘레의 편평한 플랜지 표면 상의 가스켓에 대해 가압되도록 제조될 수 있다. 게이트 밸브의 주기능은 두 개의 측면의 압력 레벨이 대단히 상이할 때에도 진공의 견지에서 두 개의 측면을 완전히 격리하는 것이다. 따라서, 게이트 밸브는 그 후에 대기압으로 배기되는 그의 재료 소스 증발기측에서도 원하는 진공 레벨에서 증착 챔버를 유지하도록 필요한 격리 밀봉을 제공할 수 있다. 필요하다면, 상술한 바와 같은 차동 펌핑 수단이 두 개의 밸브 사이에 설치될 수 있다.

[0039] 이러한 두 개의 직렬 밸브 구조의 재료 소스 증발기(10")는 게이트 밸브(13')가 제어(니들) 밸브(13)와 매니폴드(14) 사이의 열 전달부(12) 내에 위치되어 있는, 도 1b의 증발기(10')의 표현으로서 도 7에 개략적으로 도시되어 있다. 게이트 밸브(13')는 원한다면 밸브 게이트 내부 제어 유동이 완전 개방, 부분 개방 또는 완전 폐쇄로 설정되는지의 여부(일반적으로 수동으로)에 따라 밸브를 통한 플럭스 경로에 대한 사전설정된 유로 단면적 설정에 도달하도록 작동될 수 있다.

[0040] 가열된 운반부(12)의 제 1 정지부(12")는 밸브(13)에 연결되고, 수행시에 일반적으로 수동으로 수행되는, 가동부(12'')가 게이트(13')로부터 후퇴될 때 게이트(13')에 대해 밀봉 가능한 다른 가동부(12'')가 그 내부로 부분적으로 이동된 상태로 수용될 수 있다. 따라서, 가동부(12'')는 진공이 증착 챔버 및 재료 소스 증발기 양자 모두에 여전히 설립되면서 게이트 밸브가 폐쇄되기 전에 벗어난(out-of-the-way) 위치에 위치되도록 후퇴될 수 있다. 게이트(13')는 그 후 가동부(12'')를 손상하지 않고 폐쇄될 수 있고, 이어서 진공이 증착 챔버가 유지되는 동안에 보수 또는 리차징과 같은 소정의 목적으로 밸브의 증발기측에서 파괴될 수 있다.

[0041] 그후, 진공이 증발기 내에 재설정되어 게이트 밸브(13')가 증착 챔버 내의 진공을 상당히 방해하지 않고 개방되게 할 수 있다. 가동부(12'')는 그후 게이트 밸브(13')가 개방된 후에 가열된 운반부(12)의 다른 정지부(12^{iv})로 연장된다. 이 후자의 연장 위치에서, 가동부(12'') 및 정지부(12^{iv})는 밀봉 배열로 서로 기밀하게 연결되어 이들 사이에 누출 없이 각각을 통해 증기 플럭스의 통과를 허용한다.

[0042] 증착 챔버 내의 박막 디바이스들의 제조에 매우 유용한 재료 소스 증발기에 제공될 수 있는 부가의 능력은, 증발기의 사용을 통해 재료가 어느 정도 고갈된 후에 도가니(11) 내에 미리 배치된 증발기 재료 차지종의 리차지를 허용하는 것이고, 이들 모두는 증착 챔버 내에 미리 설정된 진공 상태를 중단하거나 파괴하지 않고 수행된다. 도 8a는 증착 챔버가 또한 유사하게 개방되는 것을 요구하지 않고 분위기로 개별적으로 개방 가능한 배열에서 도가니(11)를 갖고 도시된 도 1b의 소스(10')의 수정예인 재료 소스 증발기(10'')를 도시하고, 이 배열은 박막 증착이 고정 위치 기관들에서 선택적으로 수행되는 증착 챔버 내의 배기가능한 영역의 외부에 있다. 수정된 증발기(10'')는 격실 하우징 도가니(11)에 부착된 재료 차지 이송 시스템(20)을 갖는다. 다른 이러한 재료 차지 이송 시스템들은 소스가 밸브 메커니즘을 갖는지의 여부에 따라 임의의 수의 증발 소스들의 상이한 종류의 재료 차지종을 위한 유사한 도가니들을 포함하는 임의의 하나 또는 모든 다른 격실에 부착될 수 있다.

[0043] 도가니(11)는 격실(21)의 내부에 위치되고, 재료 차지(material charges) 이송 시스템(20)은 도 8a에 도시된 원 내에 위치한 직선형 격리 밸브(22)에 의해 이 격실에 부착되고, 상기 격리 밸브는 증착 프로세스들이 수정된 증발기(10'')를 사용하여 증착 챔버 내에서 착수될 수 있게 하고 또한 재료 차지 이송 시스템(20)이 수정된 증발기(10'')로부터 제거될 수 있도록 격실(21)을 밀봉할 수 있다. 직선형 격리 밸브(22)는 도 8a의 도시된 원 내에 있고 재료 차지 이송 시스템(20)의 부분으로부터 취한 도 8b의 부분 단면도에 확대되어 도시된 재료 차지 이송 용기(23)에 충분한 내부 간극을 갖는다. 재료 차지 이송 시스템(20)은 또한 밸브(22)를 통해 격실(21) 내로 부분적으로 이송 용기(23)를 전진시키도록 전달 튜브부(25)를 통해 작용하는 재료 차지 용기 전진 메커니즘(24)을 갖는다. 재료 차지 튜브(26)가 전달 튜브 부위(25)에 연결되고, 그리고 재료 차지 이송 시스템(20)에서 진공이 독립적으로 설정되어 유지되고 파괴될 수 있도록 튜브로부터 연장하는 진공 펌핑 포트(27)를 갖는다.

[0044] 도가니 증착 재료 리차징(recharging) 프로세스에서, 적합한 양의 증발기 재료 차지종이 재료 차지 튜브(26)를 통해 대기압에서 이송 용기(23)의 내부에 먼저 배치된다. 다음, 재료 차지 이송 시스템(20)이 밀봉되고 펌핑 포트(27)를 통해 배기된다. 증발기 재료가 그러한 형태로 이송 용기(23)의 내부에 배치되도록 밀봉된 용기 내부에 제공되면, 밀봉은 용기로부터 재료를 자유롭게 하도록 침예한 블레이드 또는 핀과 같은 기계적 수단에 의해 파괴될 수 있다. 이러한 배열은 리차징 프로세스 전체에 걸쳐 공기 또는 오염물에 대한 재료의 노출을 회피할 수 있게 한다. 용기 전진 메커니즘(24)이 이송 용기(23)에 결합되고 그리고 차지 이송 시스템(20)의 대기압측으로부터 작동된 기계적 또는 자기 배열 또는 이들의 조합을 통해, 이송 용기(23)는 전달 튜브부(25) 및 격리 밸브(22)를 통해 내부에 재료 차지를 갖고 전진되며 이에 의해 도가니(11)의 상부의 지점에 도달하도록 격실(21)의 부분적으로 내부에 있게 되고, 여기서 용기(23)가 도가니(11)에 결합하여 그들 사이에 통로를 완성하여서 이송

용기(23)(미도시) 내의 스크류 메커니즘과 같은 전진 메커니즘(24)의 다른 부분에 의해 이송 용기(23) 내의 재료 차지가 도가니(11) 내로 강제 이동될 수 있게 하고, 상기 전진 메커니즘이 회전 운동을 선형 운동으로 변환시키고, 이러한 변환은 차지 이송 시스템(20)의 대기압측으로부터 일반적으로 수동으로 작동되어 재료 분말 또는 덩어리가 용기의 단부를 벗어나서 도가니 내로 강제 이동될 수 있게 한다. 다음, 이송 용기(23)는 전진 메커니즘(24)을 사용하여 재료 중 차지를 받은 초기 위치로 후퇴되고, 그리고 밸브(22)가 폐쇄되며 증착 챔버 내의 코팅 프로세스가 도가니(11) 내의 보충된 재료 중 차지에 의해 재개된다.

[0045] 안정적이고 제어 가능한 플럭스 유량(flux rate)을 유지하기 위해, 재료 증발 소스(10) 내의 증발물 플럭스가 따라가는 경로를 따른 위치들 중 하나 이상에 플럭스 유량 감지 센서가 탑재되고, 이러한 플럭스의 부분들은 이 센서에 의해 샘플링될 수 있다. 이러한 센서의 예는 인피콘(Inficon)(www.inficon.com)과 같은 회사에 의해 제조되어 통상적으로 사용하는 유량 감지용 센서인 석영 결정 모니터이며, 상기 센서는 그 상부에 증착된 재료의 함수로서 신호의 주파수 편이를 생성한다. 다음, 센서의 출력은 밸브 위치 또는 소스 도가니 온도, 또는 양자 모두를 조절함으로써 플럭스의 양을 제어하기 위한 피드백 제어 루프에 사용될 수 있다. 광학 투과, 압력 센서 및 간섭계 기술과 같은 다른 센서가 대안적으로 광학 소자들을 소스 구조체 내에 탑재함으로써 재료 소스 증발기(10) 내에 일체화될 수 있다.

[0046] 이러한 센서의 적합한 배치는 증발물(evaporant) 플럭스의 부분이 이 센서를 교차하도록 일반적으로 인젝터 매니폴드(14)의 출구의 외부에 있는 영역에서 이루어진다. 센서는 증착 챔버 내에 설립된 진공에서 작동되며 이에 의해 최적의 증발물 플럭스 측정치를 제공할 수 있다. 그러나, 센서를 위한 다른 바람직한 장소는 낮은 플럭스 유량의 증발물이 더 양호하게 검출될 수 있도록 플럭스의 상당 부분을 샘플링할 수 있는 플럭스 경로 내의 상류 측이다.

[0047] 다수의 상이한 증발물 플럭스들 중 하나를 제어하는 일은 증발물 재료 플럭스의 하나의 특정 종류에만 감응하도록 하는 대응 센서를 제조하는 일이 요구된다. 이는 증발물 플럭스에 대응하는 열 전달부(12)에 소형 출구 구멍을 형성하여 플럭스의 미소 분율이 그 구멍을 통해 빠져나가서 구멍에 근접하여 위치한 센서에 의해 측정될 수 있게 함으로써 성취될 수 있다. 센서는 다른 종류의 증발물로부터 차폐되거나 또는 비교적 멀리 이격되어 위치될 수 있다.

[0048] 도 9a는 도 6a에 도시된 배열에서와 같이 재료 증발물 플럭스의 단일 종류를 운반하도록 할당된 열 전달부(12)의 상이한 부분들에서 발생하는 대응의 단일 증발물 플럭스로의 접근(access)을 센서들에 제공하는 것을 도시한다. 센서(30)는 해당 재료에 대한 도가니 소스(11)에 인접하게 열 전달부(12)의 개구(12^v)에 위치된다. 유사한 센서(30)가 해당 재료에 대한 가열된 전달부(12)의 단부에서 매니폴드(14)로부터 출구(15)에 인접하여 위치된다. 이러한 근접도에 의해, 센서는 상기 열 전달부(12)의 특정부분에서 발생하는 증발물 플럭스 재료를 거의 검출한다. 그의 재료 증발물 플럭스의 측정이 상술한 센서들에 의해 측정되는 재료 증발물 플럭스에 의해 상당히 간섭받지 않도록, 각 센서가 재료에 특유화되는 방식으로 다른 센서를 사용하여 다른 재료 증발물 플럭스에 할당된 도 9a의 이웃한 열 전달부(12) 부분에 대해 유사한 구조가 고안될 수 있다.

[0049] 유사한 배열이 도 6b에 도시된 것과 같은 분할 인젝터 매니폴드에 제공될 수 있고, 유사한 분할 인젝터 매니폴드(14^{iv})가 도 9b에 도시된다. 유사한 센서(30)들이 개별 매니폴드 부위들 내의 대응 부위 출구 구멍(15)에 근접하여 위치되어 단지 재료 증발물 플럭스의 대응하는 한 종류에 높은 감도를 갖는다. 도 9a 및 도 9b 배열은 작은 재료 증발물 플럭스 값들의 측정과 또한 일반적으로 낮은 플럭스 값의 도펀트에 특히 유용할 수 있다.

[0050] 재료 증발기 소스(10)의 다양한 부위들의 상이한 온도 조건들을 수용하는데 있어서, 다양한 플럭스 경로 구조체들을 따라 사용된 각 가열 요소는 일반적으로 독립적으로 전력을 공급받고 선택된 온도에서 유지되는 한 독립적으로 제어된다. 이는 대응 PID(비례-적분-도함수) 피드백 루프에서 전형적으로 구현되는 개별 온도 제어기들을 갖는 복수의 전원을 필요로 한다. 그러나, 모든 히터들에 대해 진보된 PID 제어기와 함께 사용된 능동 전력 분배기에 의해 전력을 분배하는 단일 전원이 제공될 수 있다. 이러한 배열은 더 낮은 비용 구현 및 더 효율적인 전력 관리를 제공하도록 전원 MOSFET(금속 산화물 반도체 전계 효과 트랜지스터)과 같은 저가의 고상 스위치들과 결합하여 더 높은 전력의 더 비용 효율적인 전원을 이용한다.

[0051] 이러한 제어 시스템은 도 10a에 개략적으로 도시되어 있으며, 여기서 PID 제어기가 로드 i ($i = 1, 2, \dots, n$)로의 평균 전력이 일정한 전력과 동등하게 하는 방식으로 각각의 스위치(i) ($i=1, 2, \dots, n$)를 개폐하고, 그렇지 않으면 복수의 전원 중 대응하는 하나에 의해 로드에게 제공되었을 것이다. 스위치(s_i)의 각 "온" 시간 또는 듀티 사이클(t_i)은 도 10b에 도시된 바와 같은 반복 사이클에서 총 리프레시 시간(T)의 분율을 표현한다. 전자 스위칭 시간

과 비교할 때 개별 가열 요소들의 저속의 열 응답, 및 제공된 출력 전류의 부가의 전자 버퍼링은 방출된 전자 노이즈에 대한 전자기 간섭 조절에 순응하고 가열 요소들의 수를 확장시키는 유효한 방식을 생성한다.

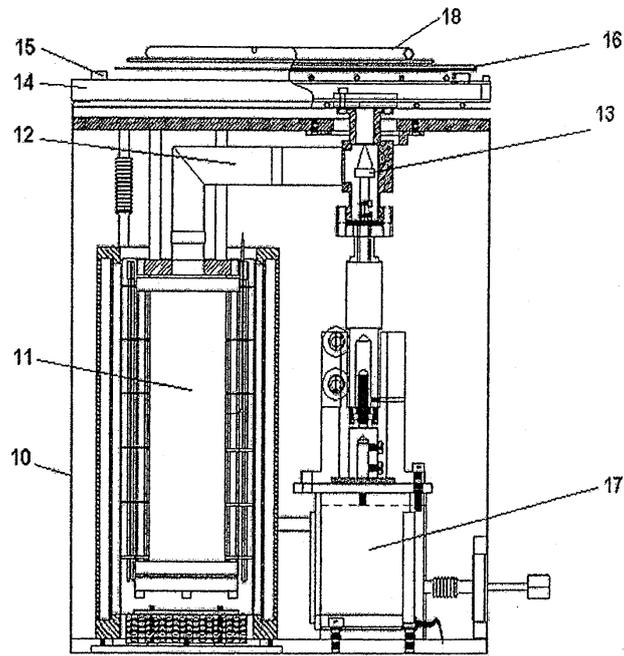
- [0052] 고상 스위치들의 디지털 제어를 사용하는 능동 전류 스위칭은 각각의 히터에 대한 전력 제어를 수행하기 위해 저가의 디지털 신호 프로세서들을 사용할 수 있게 한다. 이는 그렇지 않으면 아날로그 회로 제어를 사용하여 마주치게 되는 것과 비교하여 총 비용을 감소시킨다. 게다가, 진보된 온도 제어 적용을 위한 퍼지 논리 알고리즘의 구현을 가능하게 한다. 더욱이, 복수의 히터 회로의 능동 전류 스위칭은 전력을 평형화하는 고유의 특징을 갖는다. 이는 증착 소스 내의 히터들이 하나의 부위의 온도가 모든 다른 부위에 영향을 주는 커플링된 시스템을 표현하기 때문에 이 경우에 특히 유리하다.
- [0053] 본 발명이 바람직한 실시예를 참조하여 설명되었지만, 본 기술 분야의 숙련자는 본 발명의 사상 및 범주로부터 이탈하지 않는 유형 및 상세로 변경이 이루어질 수 있다는 것을 인식할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

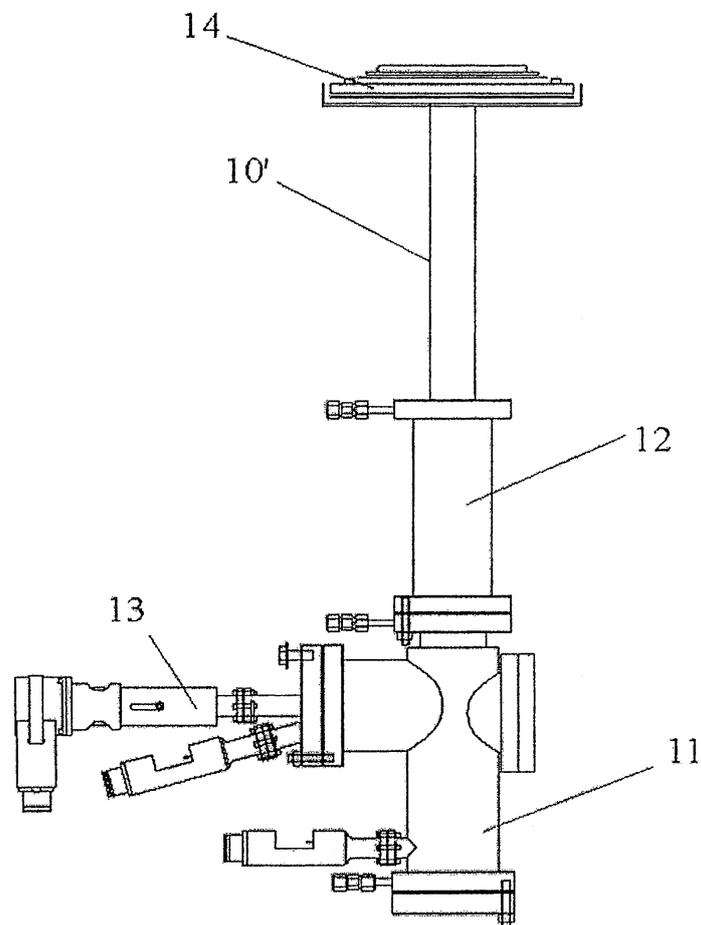
- [0009] 도 1a는 본 발명을 구현하는 증발기의 부분 파단 측면도.
- [0010] 도 1b는 본 발명을 구현하는 증발기의 측면도.
- [0011] 도 2a 및 도 2b는 도 1의 실시예에 사용할 수 있는 구성요소의 사시도.
- [0012] 도 3은 도 1의 실시예에 사용할 수 있는 다른 구성요소로부터 얻을 수 있는 결과를 나타내는 플롯을 가지는 그래프.
- [0013] 도 4a 내지 도 4f는 도 1의 실시예에 사용할 수 있는 다른 구성요소의 상면도.
- [0014] 도 5는 도 1의 실시예에 사용할 수 있는 구성요소의 사시도.
- [0015] 도 6a 및 도 6b는 도 1의 실시예에 사용할 수 있는 구성요소의 사시도.
- [0016] 도 7은 도 1b의 실시예의 증발기의 개략 측면도.
- [0017] 도 8a 및 도 8b는 본 발명을 구현하는 증발기의 측면도 및 부분 횡단면 측면도.
- [0018] 도 9a 및 도 9b는 도 1 및 도 8의 실시예에 사용할 수 있는 구성요소의 사시도.
- [0019] 도 10a 및 도 10b는 도 1 내지 도 8의 실시예에 사용할 수 있는 시스템의 시스템 동작의 양태를 도시하는 시스템 및 그래프의 개략도.

도면

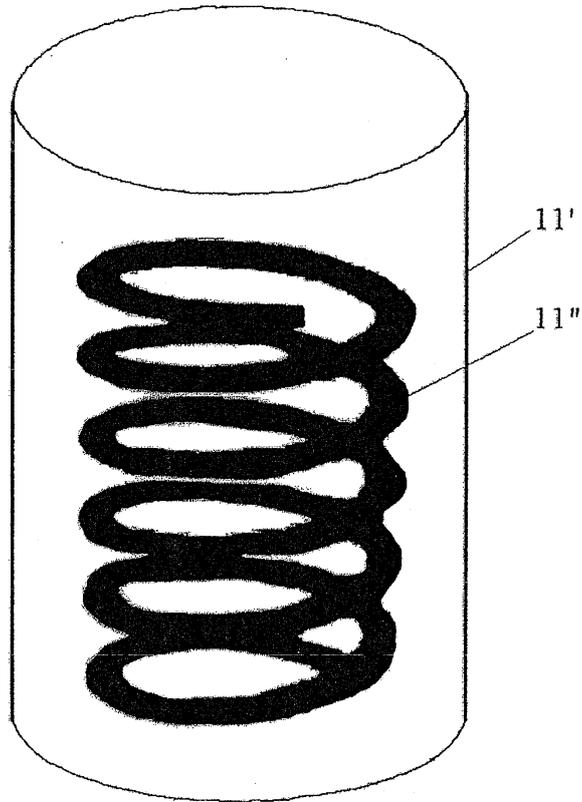
도면1a



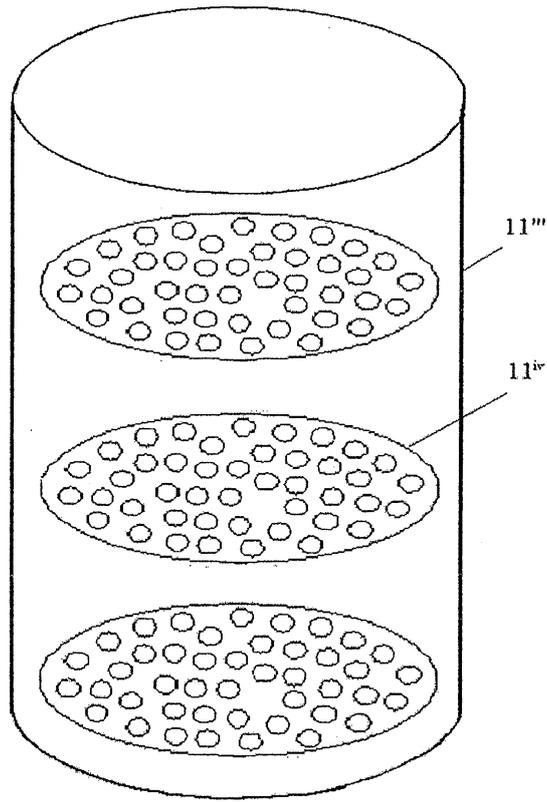
도면1b



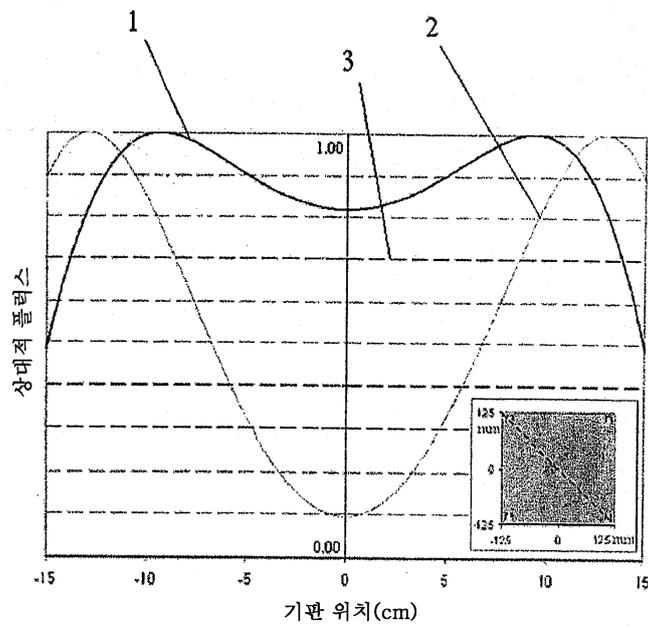
도면2a



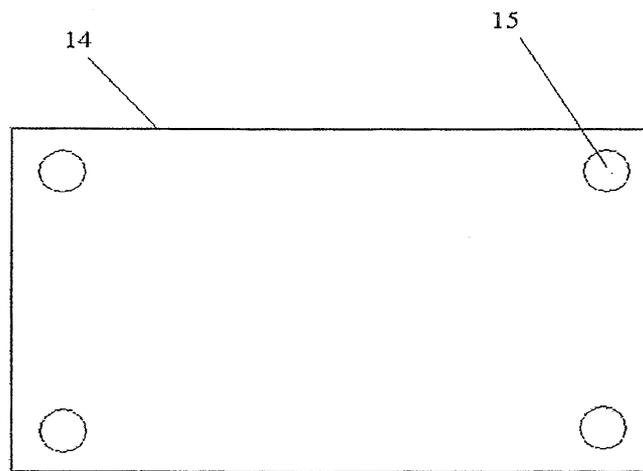
도면2b



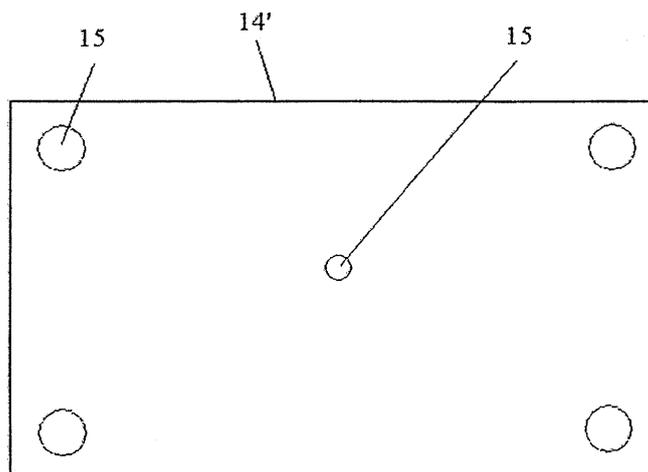
도면3



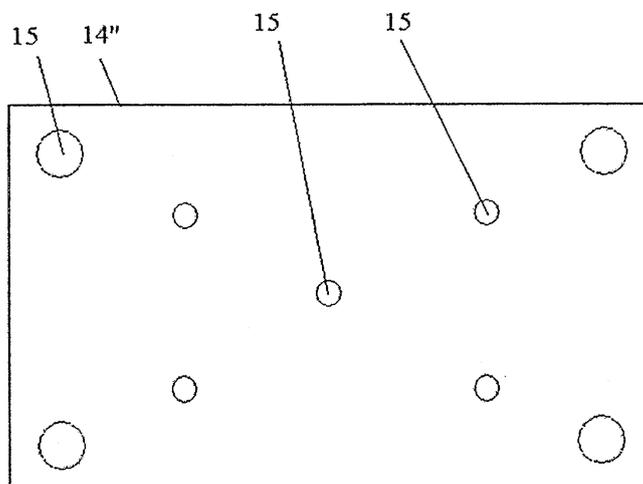
도면4a



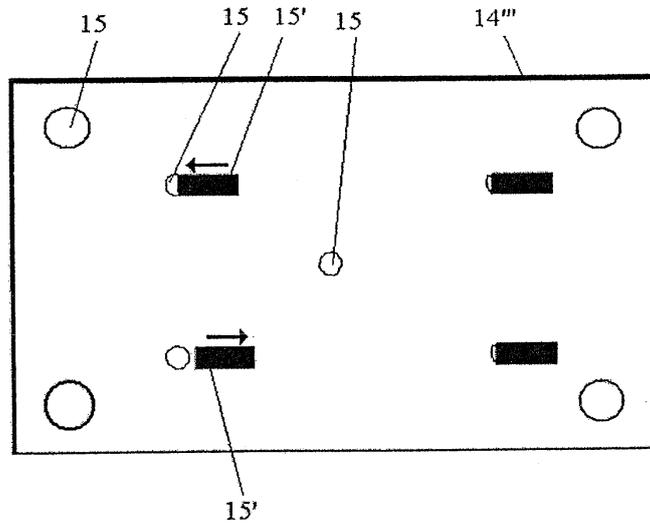
도면4b



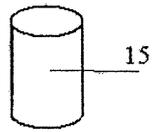
도면4c



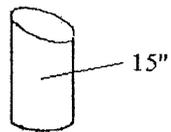
도면4d



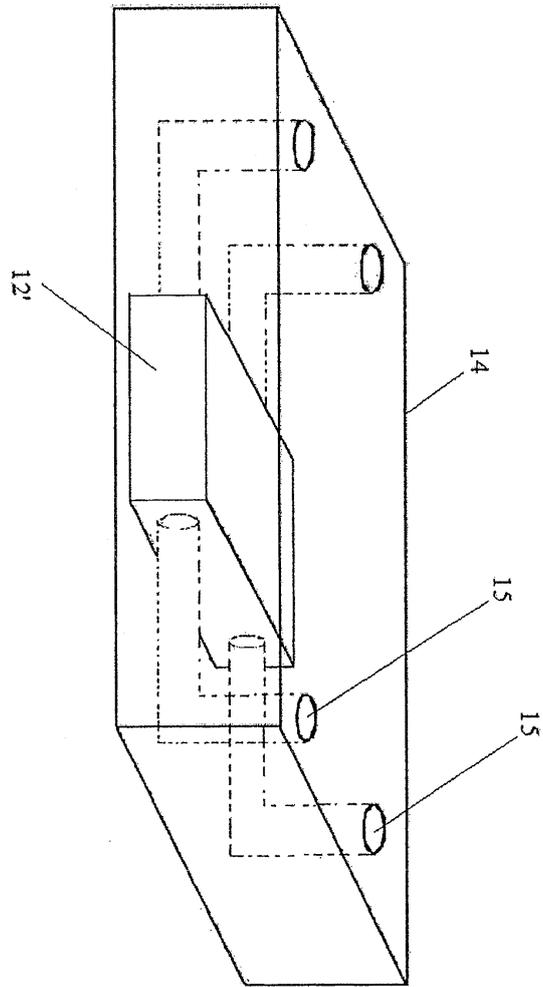
도면4e



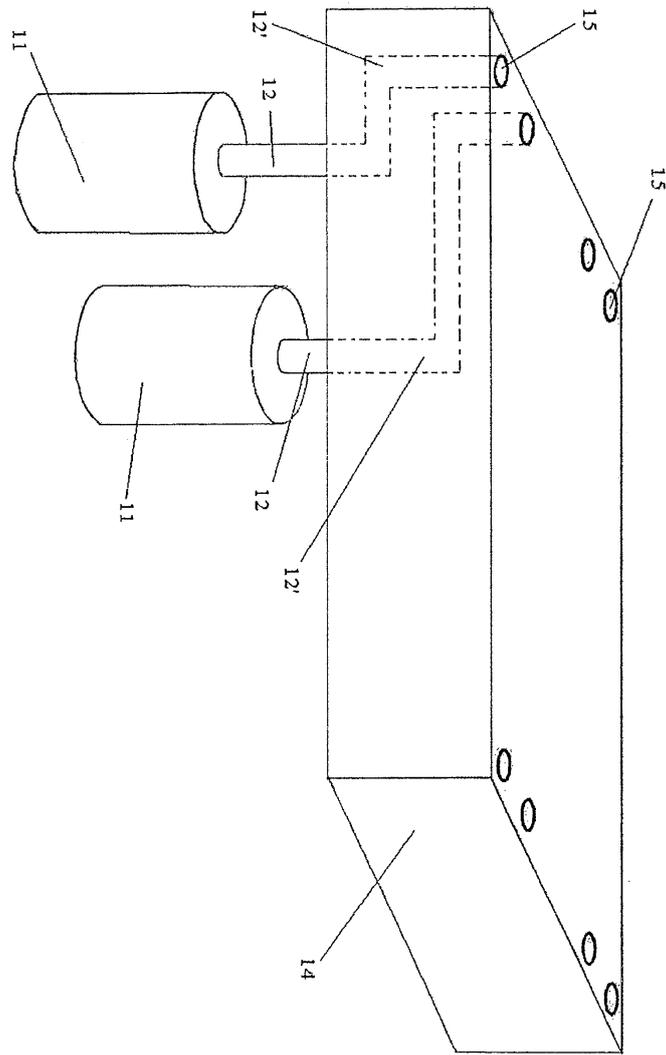
도면4f



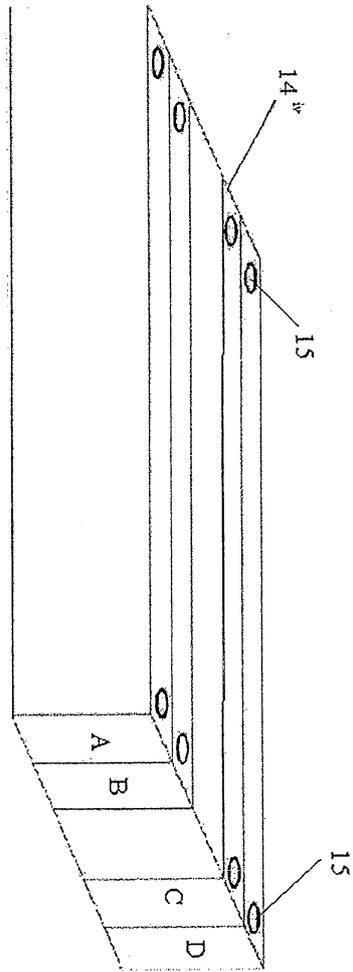
도면5



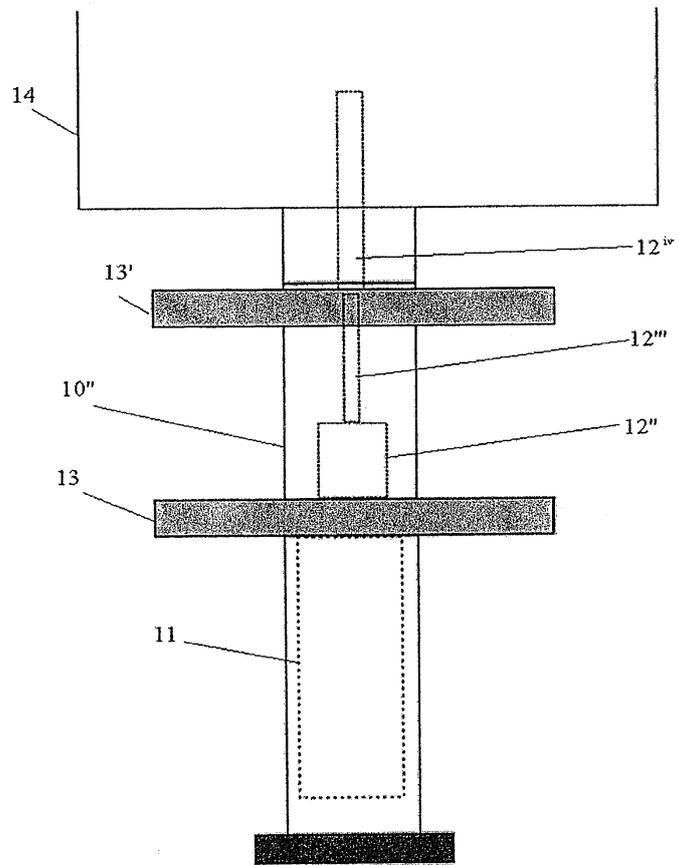
도면6a



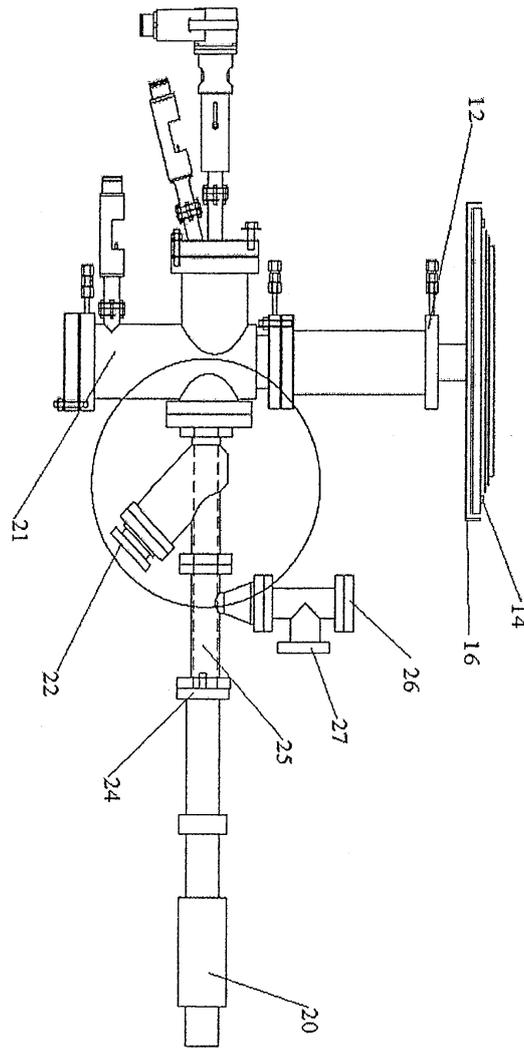
도면6b



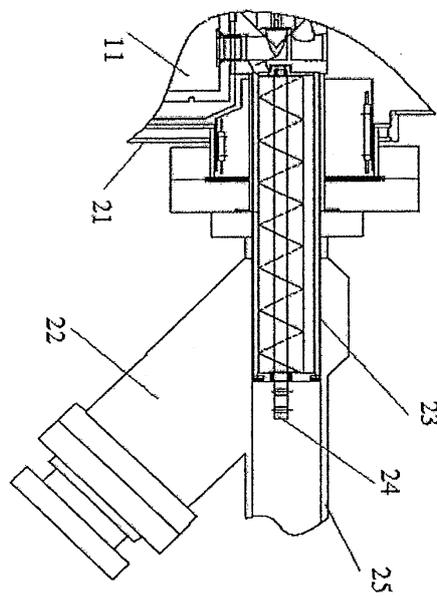
도면7



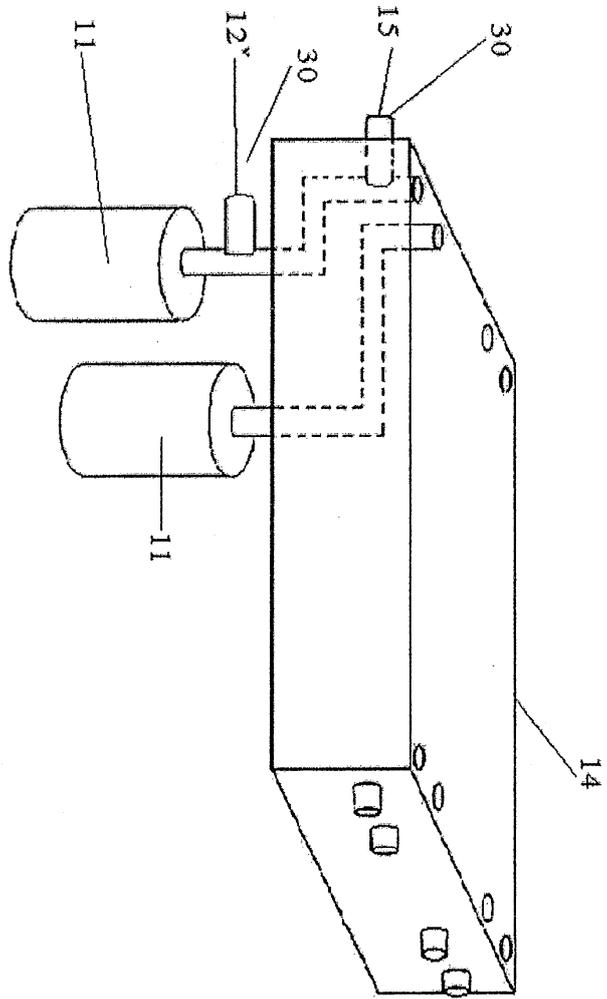
도면8a



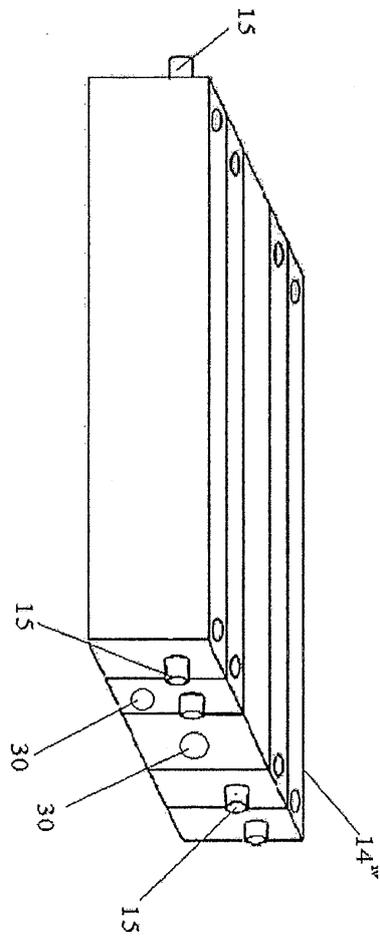
도면8b



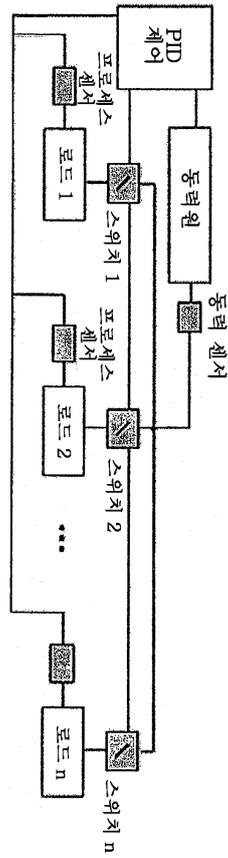
도면9a



도면9b



도면10a



도면10b

