

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01L 21/20

(11) 공개번호 특2000-0074993  
(43) 공개일자 2000년 12월 15일

(21) 출원번호	10-1999-0019288
(22) 출원일자	1999년 05월 27일
(71) 출원인	황정남 서울특별시 은평구 갈현2동 515-40 조성진 부산시남구남천2동 148삼익비치아파트306-1203호 김기원 서울특별시 서초구 반포1동 30-2 삼호가든아파트 9동 503호
(72) 발명자	황정남 서울특별시 은평구 갈현2동 515-40 조성진 부산시남구남천2동 148삼익비치아파트306-1203호 김기원 서울특별시 서초구 반포1동 30-2 삼호가든아파트 9동 503호
(74) 대리인	나천열

심사청구 : 있음

(54) 대면적 증착 방법 및 그 증착 시스템

요약

본 발명은 ICBD 혹은 MBE와 같은 물리적 방법을 이용한 물질 증착 방법에 있어서, 대면적 증착 방법 및 그 시스템에 관련된 것이다. 본 발명은 증착물질을 담은 소스를 2차원을 이루는 서로 직교하는 두 개의 좌표축 상에서 임의로 이동하면서 상기 소스와 일정거리 떨어져 설치된 기판 위에 박막을 증착하는 대면적 증착법을 제공한다. 따라서, 본 발명은 증착물질을 담은 소스와, 상기 소스에서 분사된 증착물질이 임의의 2차원 공간의 모든 위치를 지적할 수 있는 좌표계와, 상기 좌표축 상에서 상기 소스를 이동시킬 수 있는 구동 수단을 포함하는 대면적 증착 시스템을 제공한다.

대표도

도4

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 MBE(Molecular Beam Epitaxy) 증착 장비를 나타내는 개략도이다.

도 2는 종래의 ICBD(Ion Cluster Beam Deposition) 장비를 나타내는 개략도이다.

도 3은 본 발명에 의해 ICBD 혹은 MBE와 같은 물리적 방법에 의한 증착 장비에서 대면적 증착을 가능하게 하는 첫번째 예를 나타내는 개략도이다.

도 4는 본 발명에 의해 ICBD 혹은 MBE와 같은 물리적 방법에 의한 증착 장비에서 대면적 증착을 가능하게 하는 두번째 예를 나타내는 개략도이다.

도 5는 본 발명에 의해 ICBD 혹은 MBE와 같은 물리적 방법에 의한 증착 장비에서 대면적 증착을 가능하게 하는 세번째 예를 나타내는 개략도이다.

도 6은 본 발명에 의해 ICBD 혹은 MBE와 같은 물리적 방법에 의한 증착 장비에서 구동수단을 제어하는 신호를 변경하여 대면적 증착하는 경우에 있어서 다양한 증착 궤적들을 나타내는 개략도이다.

# <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

1, 101 : 진공 챔버	11 : 도가니	13 : 시료
15 : 노즐	17 : 가열장치	21 : 이온화 장치
23 : 가속전극	25 : 원, 분자 Cluster	25a : 이온화된 Cluster
27 : 전압 공급 장치	31 : (증착물질을 담은)소스	
33, 133 : 기판	33a : 기판 전극	33b : 박막
151 : 고정판	153 : 제1축(X축)	155 : 제2축(Y축)
159 : 소스 고정대	159a : 소스 상부 고정부	
159b : 소스 하부 고정부		171 : 제1고정대
173 : 제1회전축	175 : 제1구동수단	177 : 제1프레임
177a : 프레임	183 : 제2회전축	185 : 제2구동수단
187 : 제2프레임	191 : 보판대	

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 대면적 증착 방법 및 그 방법에 의한 대면적 증착 시스템에 관련된 것이다. 특히, 본 발명은 MBE(Molecular Beam Epitaxy) 증착법 혹은 ICBD(Ionized Cluster Beam Deposition) 방법과 같은 물리적 증착 방법(Physical Deposition)에 있어서, 대면적 증착을 수행하는 방법 및 그 방법에 의한 대면적 증착 시스템에 관련된 것이다.

최첨단 과학 기술의 개발과 산업화에 힘입어 최근 100여년간 우리의 사회는 엄청난 변화를 겪고있다. 특히, 반도체의 개발을 비롯하여 신소재의 개발 및 발전은 현대의 최첨단 과학 기술로서 앞으로의 우리 사회를 예기치 못할 방향으로 인도할 가능성이 많다. 과거에는 상상조차 하기 어려웠던 최첨단 소자들은 그것을 제조하는 방법 및 장치에 의해서 개발 발전되어 왔다. 그 중에서도, 증착 기법 및 증착장비는 첨단 소자들을 극히 작은 크기로 제작할 수 있도록함으로써, 작은 부피내에 수많은 소자들을 밀집시킬 수 있도록 하는 중요한 역할을 해왔다.

대표적으로 우리의 주변에서 흔히 볼수 있는 컴퓨터 중앙제어장치, 메모리 소자 혹은 액정 표시장치 등은 모두 반도체를 응용한 장치들이다. 이들을 제조하는데에는 금속물질, 반도체 물질, 절연물질 등을 여러겹으로 아주 얇게 증착시키고, 모양을 형성함으로써 이루어진다. 최종적으로 만들어진 제품의 성능은 어떤 물질을 어떤 방법으로 제조하였는가에 따라 결정된다. 반도체 물질뿐 아니라, 새로이 연구되고 있는 신소재 개발에 있어서도 최종적으로 어떤 성질의 제품을 만들어야 하는가에 따라서 수 많은 방법들이 개발되어 왔으며, 지금도 계속 개발중에 있다. 또한 생산성을 높이기 위해 양질의 박막을 대면적에 증착시키기 위한 연구와 개발이 지속되고 있다. 본 발명은 여러가지 소자를 제조하는데 사용되는 증착장비 및 증착방법에 관련된 것이다. 특히, 본 발명은 각종 박막을 대면적에 증착하는 장비 및 방법을 연구하던 연구 계획의 일환으로 얻어진 것이다.

현재 사용되고 있는 박막을 형성하는 방법에는 크게 화학적 방법과 물리적인 방법으로 구분될 수 있다. 본 발명에서는 물리적인 방법에 의한 박막 제조 방법에 관련된 것이므로 물리적인 방법들에 대하여 간략하게 살펴보기로 한다.

기본적인 첫번째 방법중에 용매에 물질을 녹인 후에 빠르게 회전하는 기판 위에 도포 시키는 스핀 코팅(Spin-Coating) 법이 있다. 스핀 코팅법은 기판이 회전함에 따라서 회전 기판의 중심에서 멀어질 수록 원심력의 차이가 생기므로 넓은 면적에 도포할 경우 두께가 균일해지지 않는다. 그리고, 용매를 완전히 제거하는 것이 근본적으로 불가능하기 때문에 전자소자용 박막 형성에 사용할 경우 잔류 용매로 인하여 전자 소자의 특성이 저하된다. 한편, 용매가 증발하는 과정에서 용매가 차지하고 있던 공간에 공동이 형성되기 때문에 박막의 밀도가 낮아져 양질의 박막을 얻을 수 없다. 또한, 유기물을 녹이는 용매는 대체로 맹독성이기 때문에 환경오염과 공정관리에 어려움이 있다.

두번째 방법으로는 진공증착법이 있다. 이 경우에는 기판에 도달하는 입자의 에너지가 수 eV 이하의 순수 열에너지 밖에 없어서 충분한 이동 에너지(Migration energy)를 갖지 못하여 증착된 박막의 밀도가 낮다. 또한, 스핀 코팅보다는 박막의 표면 거칠기가 좋은 편이지만 전자 소자를 제조하는데 적용하기에는 표면 거칠기가 너무 거칠다. 그리고, 다른 박막층과의 접착력이 나쁘기 때문에 계면에서의 접착력을 개선해야하는 문제점이 남아있다.

세번째 방법으로 이온선을 사용하는 방법이 있다. 이온선을 사용하는 경우에 이온의 입사 속도를 자유로이 조절할 수 있기 때문에 계면 접착력이 좋아지고, 표면의 거칠기가 개선되며, 박막의 밀도가 증가되어 양질의 박막을 얻을 수 있다. 그러나, 이온을 사용하는 경우에도 다음과 같은 문제점들이 있다. 첫째,

이온의 에너지가 증가할 경우에 이온 충돌에 의한 sputtering 현상으로 인하여 증착율이 감소한다. 둘째, 이온의 에너지가 증가할 경우, 이온과 기판(표적) 위에 있는 원자와 충돌하여 전이된 에너지로 인하여 결정 표면에는 비정질화가 발생하거나 결함이 파괴되어 물성이 변화될 수 있다. 세째, 박막내에 축적된 전하에 의한 대전현상으로 증착 두께가 제한되며, 물성 및 전기적 성질이 변화된다. 네번째, 제조하고자 하는 박막의 물질에 따라 이온을 형성하기가 어려운 물질이 있을 수 있는데 이 경우에는 이온선을 사용한 증착 방법을 적용할 수 없다. 이와 같은 문제점들을 해결하기 위해서는 낮은 에너지를 갖는 입자를 사용하여야 한다는 결론이 나온다. 그러나, 저 에너지 이온은 공간전하 효과로 인하여 이온 집속도가 높아지지 않기 때문에 충분한 밀도를 갖는 이온선을 얻을 수가 없다. 또한, 먼저 증착된 이온층과 뒤 따라 입사되는 이온과의 전기적 반발로 인하여 증착률이 떨어지며 균일한 박막을 형성하기가 어렵다.

물리적 증착 방법에 있어서, 상기와 같은 여러 문제점을 극복하고 양질의 박막을 얻을 수 있는 방법으로 개발된 것 중에, 저 에너지이며 전기적으로는 중성인 입자를 이용하는 증착 방법의 일례로서 MBE (Molecular Beam Epitaxy) 증착방법이 있다. 도 1을 참조하여 MBE에 대하여 간략하게 살펴보면 다음과 같다.

한쪽 끝 면이 개방된 원통형의 소스(31)에 시료(13)를 담는다. 상기 소스(31)의 개구부가 위를 향하고, 상기 개구부에서 일정거리 떨어진 곳에 기판(33)이 위치하도록 진공 챔버(1)에 장착한 후, 상기 챔버(1)를  $10^{-10}$  Torr 이하의 초고진공 상태로 만든다. 상기 소스(31)에 가열장치(17)를 이용하여 소정의 열을 가하여 상기 시료(13)를 증발시킨다. 초고진공 상태에서 증발된 시료(13)의 분자들을 기판(33)에 증착되면서 단결정 박막(33b)을 형성하게 된다. 이와 같은 MBE 증착법은 상당히 우수한 품질을 갖는 박막을 형성할 수 있다는 장점을 갖고 있는 반면, 증발율을 낮추어야 고품질의 박막이 얻어므로 박막 성장의 시간이 오래 걸린다는 단점이 있다. 또한, 진공상태에서 증발력만을 이용하여 박막을 성장시키기 때문에 박막의 크기가 소스의 개구부의 직경 크기보다 몇배 큰 대면적 증착이 어렵다. 따라서, 주로 연구실에서 개발용으로 사용하고 있는 실정이다.

또 다른 예로서, 1975년 일본국 교토대학의 다카기(Takagi) 연구진에 의하여 낮은 에너지를 갖는 이온을 사용하면서도 높은 증착률을 얻을 수 있는 ICB (Ion Cluster Beam Deposition) 방법이 있다. 일반적인 ICB 장치의 구조를 나타내는 도 2를 참조하여 그 원리 및 증착 방법을 설명하면 다음과 같다.

진공 챔버(1)안에 이온선을 생성하는 이온 소스(31)와 상기 이온 소스(31)와 일정거리 떨어져 마주보는 위치에 물질을 증착시킬 기판(33)을 위치 시킨다. 상기 이온 소스(31)는 개폐가 가능한 원통형의 도가니(11)와, 상기 도가니(11)의 한쪽 끝에서 상기 기판(33)을 향하는 방향으로 형성되어 상기 도가니(11) 내부에 만들어진 증착 물질(13)의 입자들이 상기 기판(33)을 향하여 배출될 수 있도록 하는 노즐(15)과, 상기 도가니(11)에 열을 가할 수 있는 가열장치(17)와, 상기 노즐(15)의 외부에서 배출된 입자들에 전자충격을 가하여 이온화시킬 수 있는 이온화 장치(21)를 포함한다. 그리고, 상기 기판(33)과 상기 이온 소스(31) 사이에 이온을 가속시킬 수 있는 가속전극(23)이 배치되어 있다. 상기 가속전극(23)은 상기 기판(33)의 뒤편에 마련된 기판 전극(33a)은 전압 공급장치(27)에 의하여 전기적으로 연결하여 가속전극(23)과 기판 전극(33a) 사이에 소정의 전압차이(수백 eV~수 keV)를 유지할 수 있도록 한다.

상기 도가니(11)안에 증착 시키고자 하는 물질(13)을 충전 시킨다. 상기 진공 챔버(1)의 내부를  $10^{-6} \sim 10^{-7}$  Torr의 고진공 상태 혹은 더 좋게는  $10^{-10}$  Torr 이하의 초고진공 상태로 만든다. 그리고, 상기 가열장치(17)를 이용하여 상기 도가니(11) 내부의 시료(13)(증착 물질)를 비등점 이상으로 가열한다. 그러면, 도가니(11) 내부의 압력은 1~10 Torr정도가 되어 도가니(11) 내부와 외부의 압력차이는 무척 크게 된다. 상기 압력차이에 의해 도가니(11) 내부에 충전된 물질(액화된 시료)(13)은 노즐(15)을 통해 도가니(11) 외부로 분사된다. 이 때, 분사된 입자들은 단열팽창에 의해 과포화, 과냉각되어 응축된다. 그 결과, 원자들이 결집하여 대략 100~1000개의 원자들로 구성된 Cluster(25)가 형성된다. 이렇게 형성되어 노즐(15) 외부로 분사되는 Cluster(25)들에 상기 이온화 장치(21)를 이용하여 적당한 에너지를 갖는 전자들과 충돌하도록 하면 중성인 Cluster(25)들 중에서 일부 Cluster들의 표면에 있는 한개 혹은 극소수의 원자들이 이온화된다. 이렇게 이온화되어 기판(33)을 향해 배출되는 Cluster(25) 및 Ionized Cluster(25a)들에 상기 전압 공급장치(27)를 이용하여 가속전극(23)과 기판전극(33a) 사이에 수백 eV~수 keV 정도의 전압차이를 걸어주면, 원자당 평균 에너지가 수 eV~수십 eV의 에너지로 가속된다. 기판(33)에 도달한 Cluster(25, 25a)를 형성한 원자들은 서로 약한 에너지로 결합된 상태이므로 기판(33)과의 충돌 에너지에 의해 쉽게 분해되어 평균 에너지 수 eV~수십 eV로 기판(33)에 증착된다. 즉, 기판(33)에 도달한 입자들이 갖는 수 eV~수십 eV의 에너지는 화학결합에너지에 준하며, 이 에너지에 의해 기판(33) 자체의 표면 입자 및 기판(33)에 우선 증착된 입자와 입사된 입자사이의 결합이 이루어진다. 또한, 표면을 따라 이동(Surface Migration)하면서 기판 전면에 화학적으로 안정된 핵자를 형성함으로써 밀도가 높고 접착력이 우수한 박막이 형성된다.

이와 같은 ICB 방법은 종래의 증착방법과 비교하여 다음과 같은 장점들을 갖고 있다. 입자가 낮은 에너지로 가속되기 때문에 기판이나 앞서 증착된 박막에 손상을 입히지 않는다. 그리고, shallow implantation 효과가 발생하여 기판과 증착되는 박막 사이의 접착력이 우수하다. 적절한 표면 이동에너지를 가지므로 두께가 균일하고, 표면 거칠기가 적은 박막이 형성되며, step coverage 특성이 개선된다. 그리고, 박막의 밀도가 높은 치밀한 박막을 얻을 수 있다. 이온 수송을 위한 에너지가 수백 eV~수 keV 정도로 질량대 전하비가 낮아 공간전하 효과를 피할 수 있고, 절연성 기판 위에 증착하거나, 절연성 물질을 증착하는 경우에도 대전효과에 의한 증착률 감소를 발생하지 않는다. 그리고, 원·분자 집단체인 Cluster를 이용하므로 높은 증착률을 얻을 수 있다. 가열(crucible)온도, 이온화 조건, 가속조건, 기판 온도 등을 변화 시킴으로써, 형성하고자 하는 박막의 물성조절이 용이하다.

### 발명이 이루고자하는 기술적 과제

전자재료로 사용되는 박막은 기본적으로 불순물이 적어야 하며, 밀도가 높고 기판과의 접착력이 좋아야 하며, 표면 거칠기가 적어야 좋은 성능과 품질의 제품을 얻을 수 있다. 불순물 함량이 낮을 수록 전기적 특성의 열화와 물성의 변화가 적게 일어난다. 기판과의 접착력이 낮을 경우 증착된 박막이 박리됨으로써 물리적 전기적 오류가 발생하기 쉽기 때문에 접착력이 높을 수록 좋은 제품이 만들어진다. 표면 거칠기는 다층 박막을 형성할 때 특성의 균일화와 부분적 전류 집중에 의한 수명의 감소와 직접적인 관계가 있으므로, 매끄러운 표면 및 계면을 형성하는 것이 중요하다. 그리고, 박막의 밀도가 낮을 경우 인접한 금속의 확산현상등으로 인하여 이상현상이 발생하거나 소자의 수명이 감소하게 된다.

이상에서 살펴본 바와 같이, MBE 증착법 및 ICBP 법 등과 같은 물리적 증착 방법은 안정성이 높고, 제작 재현성이 우수하며, 증착된 막의 두께가 균일하고 밀도가 높아 거의 Bulk 상태와 같은 박막을 증착시킬 수 있기 때문에 전기재료로 사용되는 박막의 요구조건을 모두 충족시키기에 가장 적당한 제조 방법으로 대두되고 있다. 그러나, 이와 같이 소형 소스를 사용하는 물리적 증착 방법은 직경 1~2 inch 정도 크기의 박막을 용이하게 제작할 수 있으나 이를 상용화 및 실용화하기 적당한 5 inch 이상의 대면적에 증착하기 위한 방법에 대한 개발이 필요한 실정이다. 이에 대한 해결책의 일례로 박막이 형성되는 기판을 움직여서 대면적 증착을 시도하는 방법을 비롯하여 여러가지 방법이 제시된 바 있으나, 경제적인 면에서 실용적으로 성공한 방법은 아직 개발되지 않았다.

본 발명의 목적은 물리적인 방법으로 입자를 증착하여 대면적 박막을 제작하는 방법 및 그 시스템을 제공하는데 있다. 본 발명의 다른 목적은 MBE 혹은 ICBP와 같은 물리적 증착법을 이용한 박막형성에 있어서, 대면적에 걸쳐 고르게 증착된 박막을 형성하는 방법 및 그 시스템을 제공하는데 있다.

### 발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적들을 달성하기 위하여 본 발명은 분자화, 이온화 혹은 원자화된 증착하고자하는 물질이 2차원 면의 모든 부분을 동일한 조건으로 고르게 휩쓸고 지나감을 반복하게 하는 방법과 그 방법을 구현하는 대면적 증착 시스템을 제공한다. 2차원 면의 모든 부분을 휩쓸고 지나가도록 하기 위한 방법은 2차원으로 형성되는 좌표 공간의 모든 점을 지시하는 방법과 동일하다. 따라서, 본 발명은 분자선 소스를 2차원을 이루는 서로 직교하는 두 개의 좌표축 상에서 임의로 이동하면서 증착물질을 담은 소스와 일정거리 떨어져 설치된 기판위에 상기 물질을 증착하는 단계를 포함하는 대면적 증착법을 제공한다. 이와 같은 대면적 증착법을 구현하기 위해 본 발명은 증착하고자 하는 물질을 분자화, 이온화 혹은 원자화하여 제공하는 소스와, 상기 소스에서 분사된 증착물질이 임의의 2차원 공간의 모든 위치를 지적할 수 있는 좌표 수단과, 상기 좌표 수단 상에서 상기 소스를 이동시킬 수 있는 구동 수단을 포함하는 대면적 증착 시스템을 제공한다. 이하 도면을 이용한 실시 예를 참조하여 본 발명에 대하여 자세히 설명한다.

#### 실시 예 1

도 3는 본 발명에서 첫번째 방법에 의한 대면적 증착 시스템을 나타내는 개략도이다. 본 실시 예는 2차원 공간을 구성하는 직교 좌표계를 이용한 대면적 증착 방법 및 그 시스템을 제공한다.

진공 챔버(101)의 아래부분에 고정판(151)을 설치한다. 상기 고정판(151) 위에 증착면의 한쪽 길이보다 약 20% 정도 긴 제 1축(x축)(153)을 설치한다. 그리고, 상기 제1축(153)과 직교하며 증착면의 다른 쪽 길이보다 약 20% 정도 길고, 상기 제1축(153)을 따라 이동 가능한 제2축(y축)(155)을 설치한다. 상기 제1축(153)의 한 쪽 끝에는 상기 제2축(155)을 이동시킬 수 있는 제1구동수단(175)이 설치되어 있다. 제2축(155)의 이동이 평행하게 이동할 수 있도록 상기 제1축(153)은 평행한 이중 축으로 형성하여 제2축(155)의 양 끝을 유도할 수 있도록 구성하는 것이 바람직하다. 상기 제2축(155)에는 그것을 따라 이동 가능한 소스 고정대(159)를 설치한다. 상기 제2축(155)의 한 쪽 끝은 상기 제1축(153) 상에서 이동되고, 다른 쪽 끝에는 상기 소스 고정대(159)를 이동시킬 수 있는 제2구동수단(185)이 설치되어 있다. 상기 소스 고정대(159)는 MBE 증착법 혹은 ICBP법등을 포함하는 모든 물리적 증착 방법이 적용하여 박막을 형성할 수 있는 증착 물질을 담은 소스를 설치 가능하도록 구성하는 것이 바람직하다.

상기 제1구동수단(175)과 상기 제2구동수단(185)을 이용하면 상기 소스 고정대(159)는 상기 제1축(153)과 상기 제2축(155)이 형성하는 2차원 공간내의 모든 위치로 이동할 수 있다. 따라서, 본 실시 예에 의하면, 상기 소스 고정대(159)에 상기 소스를 설치하여 상기 제1축(153)과 제2축(155)이 형성하는 대면적에 고르게 증착 물질을 분포시킴으로서 대면적 증착이 가능하다.

#### 실시 예 2

도 4는 본 발명에서 두번째 방법에 의한 대면적 증착 방법 및 시스템을 나타내는 개략도이다. 본 실시 예는 2차원 공간을 형성하는 직각 좌표계를 이용하는 또 다른 방법에 의한 대면적 증착 방법 및 그 시스템을 제공한다.

상기 실시 예 1에 의하면, 소스가 증착 전면적에 걸쳐 이동을 하기 때문에 소스의 이동에 따른 문제점이 많이 발생한다. 즉, 증착 면적이 커질 수록 소스의 이동 거리가 길어지고, 이에 따른 여러가지 문제점이 발생할 수 있다. 따라서, 본 실시 예에서는 직각 좌표계를 이용하되, 소스의 움직임을 최소화 할 수 있는 방법 및 시스템을 제공하고자 한다.

진공 챔버(101) 내부의 아래부분에 고정판(151)을 설치한다. 상기 고정판(151)에 고정된 제1고정대(171)

를 설치한다. 상기 제1고정대(171)는 두개를 한 쌍으로 하여 서로 마주보게 설치하는 것이 바람직하다. 상기 제1고정대(171)를 이용하여 상기 고정판(151)으로부터 위부분으로 일정거리 떨어진 곳에 회전 가능한 제1회전축(173)을 설치한다. 그리고, 상기 제1회전축(173)을 회전시킬 수 있는 제1구동수단(175)을 상기 제1고정대(171)에 부착시킨다. 그리고, 상기 제1회전축(173)을 중심으로 회전운동 가능한 제1프레임(177)을 설치한다. 상기 제1프레임(177) 상에는 상기 제1회전축(173)과 직교하며 회전가능한 제2회전축(183)을 설치한다. 그리고, 상기 제2회전축(183)을 회전시킬 수 있는 제2구동수단(185)을 상기 제1프레임(177)에 부착시킨다. 상기 제1프레임(177)의 안쪽에 상기 제2회전축(183)에 고정된 제2프레임(187)을 설치한다. 상기 제2프레임(187)은 그 내부에 분자선 소스를 설치 고정할 수 있는 소스 고정대(159)를 설치한다. 따라서, 상기 제1프레임(177)은 상기 제1회전축(173)을 중심으로 회전 및 진동운동을, 상기 제2프레임(187)은 상기 제2회전축(183)을 중심으로 회전 혹은 진동운동을 할 수 있다. 상기 제1회전축(173)과 상기 제2회전축(183)이 서로 직교하고 있으므로, 상기 제1회전축(173)의 진동운동이 X축 방향이라면, 상기 제2회전축(183)의 진동운동은 Y축 방향이 된다. 따라서, 소스 고정대(159)에 설치되는 분자선 소스는 X축과 Y축이 이루는 2차원 공간상의 모든 위치를 지나칠 수 있게된다. 이와 같은 진동 운동시에 소스가 상기 소스 고정대(159)에서 이탈되지 않도록 하기 위해, 상기 소스 고정대(159)는 상부에 소스 상부를 고정 시키는 소스 상부 고정부(159a)를 설치하고, 하부에는 소스를 받치면서 고정시킬 수 있는 소스 하부 고정부(159b)를 포함하는 것이 바람직하다.

상기 제1프레임(177)과 상기 제2프레임(187)을 각 구동하는 상기 제1구동수단(175)과 상기 제2구동수단(185)에 스텝모터를 사용하여 각 프레임의 운동의 형태를 조절할 수 있도록 함이 바람직하다. 상기 제1(175) 및 제2구동수단(185)에 사용되는 스텝모터의 운동 방식 조절하여 등속도 진자운동을 발생시킬 수도 있으며, 시계추와 같은 등가속도 진자운동을 발생시킬 수도 있다. 또한, 스텝모터의 입력 전원의 파형을 sin, cos, Inv sin, Inv cos 등과 같은 형태로 조절하여 진동 주기 및 모드를 변화시킬 수도 있다.

본 실시 예에서는 실시 예 1과는 다르게 소스가 2차원 공간을 스캐닝할 수 있도록 2개의 독립된 축을 주축으로 진자운동을 하도록 함으로써, 소스의 움직임을 최소화 하였다. 그리고, 소스와 박막이 증착되는 기판과의 거리를 조절함으로써 증착 면적을 변화시킬 수 있으므로, 하나의 증착 챔버로 다양한 크기의 박막을 제조하는 것이 가능하다.

본 실시 예를 이용하여 진공 챔버내에서 5inch 크기의 기판에 증착을 한 결과 기판 전면에 걸쳐 두께 편차가 수(1~3)% 이내의 평탄한 박막을 얻을 수 있었다. 더욱이, 증착되는 기판을 시스템에 부착되어 있는 보판기(Manipulator)를 사용하여 증착을 수행하면서 회전 혹은 왕복운동을 시키면 더욱 평탄한 대면적 박막을 제작할 수 있다.

### 실시 예 3

본 실시 예에서는 소스의 움직임을 최소화 시킬 필요성이 있는 경우에 적용되는 대면적 증착 방법 및 그 시스템을 제공한다. 상기 실시 예 2는 소스를 2개의 직교하는 좌표축 상에서 진동운동을 하도록 하는 것으로서 본 발명을 이룩하는 최상의 모드(Best mode)를 나타내고 있다. 경우에 따라서는 소스의 움직임을 최소한으로 줄여야 할 필요성이 있을 수 있다. 따라서, 본 실시 예에서는 소스를 제1축을 중심으로 하는 왕복운동 혹은 진동운동 시키고, 기판을 상기 제1축에 직교하는 방향으로 진행 시키거나, 왕복운동 시키는 대면적 증착 방법 및 그 시스템을 제공한다. 본 실시 예에 의한 대면적 증착 시스템을 나타내는 도 5를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

진공 챔버(101) 내부의 아래부분에 고정판(151)을 설치한다. 상기 고정판(151)에 고정된 제1고정대(171)를 설치한다. 상기 제1고정대(171)는 두개를 한 쌍으로 하여 서로 마주보게 설치하는 것이 바람직하다. 상기 제1고정대(171)를 이용하여 상기 고정판(151)으로부터 위부분으로 일정거리 떨어진 곳에 회전 가능한 제1축(153)을 설치한다. 그리고, 상기 제1축(153)을 회전시킬 수 있는 제1구동수단(175)을 상기 제1고정대(171)에 부착시킨다. 그리고, 상기 제1축(153)을 중심으로 회전운동 가능한 프레임(177a)을 설치한다. 상기 프레임(177a)은 그 내부에 소스를 설치 고정할 수 있는 소스 고정대(159)를 설치한다. 따라서, 상기 프레임(177a)은 상기 제1축(153)을 중심으로 회전 및 진동운동을 할 수 있다. 이와 같은 진동 운동시에 소스가 상기 소스 고정대(159)에서 이탈되지 않도록 하기 위해, 상기 소스 고정대(159)는 상부에 소스 상부를 고정 시키는 소스 상부 고정부(159a)를 설치하고, 하부에는 소스를 받치면서 고정시킬 수 있는 소스 하부 고정부(159b)를 포함하는 것이 바람직하다.

상기 프레임(177a)으로부터 일정 거리 떨어진 진공 챔버(101)의 내부에 보판기(191)를 설치한다. 상기 보판기(191)는 분자선 소스로부터 출발하는 분자들을 증착할 기판(133)을 설치할 수 있다. 또한, 상기 보판기(191)는 상기 제1축(153)과 직교하는 제2축(155) 상에 설치되며 일방으로 진행운동, 왕복운동 혹은 진동운동이 가능하도록 하는 제2구동수단(185)에 연결되어 있다.

상기 제1구동수단(175)에 의하여 소스는 제1축(153)을 기준으로 왕복 혹은 진동운동을 개시하고, 상기 보판기(191)는 제2구동수단(185)에 의하여 상기 분자선 소스의 왕복운동 방향에 직각인 제2축(155) 상에서 일방 진행, 왕복 혹은 진동운동을 개시한다. 그럼으로써 5inch 이상의 대면적의 기판(133) 위에 증착물질을 고르게 증착시킬 수 있다. 상기 제1구동수단(175)과 제2구동수단(185)에는 스텝모터와 같이 구동방식을 임의로 제어할 수 있는 구동기를 적용하여 소스와 기판의 운동 형태를 조절할 수 있도록 함이 바람직하다. 상기 제1(175) 및 제2구동수단(185)을 구성하는 스텝모터를 조절하여 등속도 진자운동을 발생시킬 수도 있으며, 시계추와 같은 등가속도 진자운동을 발생시킬 수도 있다. 또한, 스텝모터의 입력 전원의 파형을 sin, cos, Inv sin, Inv cos 등과 같은 형태로 조절하여 진동 주기 및 모드를 변화시킬 수도 있다. 한편, 상기 보판기(191)의 운동 방식을 결정하는 상기 제2구동수단(185)은 증착 시스템의 구성에 따라 조금 다른 운동 방식을 적용할 수 있다. 예를들어, 증착 시스템이 기판(133)이 제2축(155) 상의 한쪽 끝부분에서 장착되고 다른쪽 끝 방향으로 1회의 진행 후에 증착이 완료되어 챔버(101)에서 이탈되는 일괄 처리 시스템으로 구성된다면, 상기 보판기(191)는 컨베이어 벨트의 움직임

과 같은 일방 진행 운동을 하도록 구성할 수도 있다.

본 발명에 의한 증착 시스템을 이용하여 대면적 증착을 시행할 경우, 기판 위에 증착되는 증착 물질의 증착 궤적은 상기 제1(175)과 제2구동수단(185)의 운동방식에 의해 결정된다. 예를들어, 상기 구동수단들에게 단순한 왕복운동을 적용시키면 도 6a와 같은 일반적인 스캐닝 궤적을 그릴 수 있다. 또한, 단진자와 같은 진동 운동을 적용시킬 수 있는데 이 경우에는 여러가지 운동 방식을 적용시킬 수 있으므로 매우 다양한 궤적을 그릴 수 있다. 일례로, 제1구동수단(175)이 진동주기를  $\omega_1$ , 제2구동수단(185)이 진동주기  $\omega_2$ 를 갖는 진자운동을 하도록 조절한다면 상기  $\omega_1$ 와  $\omega_2$ 의 비율에 따라, 도 6b 혹은 6c에서 나타난 바와 같이 다양한 형태의 리자주어(Lissajous) 패턴을 그리면서 기판에 증착된다. 이와 같은 진자운동을 발생 시킬 경우 증착물질을 담은 소스의 안정도를 고려하여 진동 각도는 약 60° 내외로 설정하는 것이 바람직하다.

### 발명의 효과

본 발명은 진공증착, Plasma Polymerization, Laser Ablation, Sputter Coating, MBE 혹은 ICBP와 같은 물리적 증착법에서 5 Inch 이상의 대면적에 걸쳐 물질을 증착시키는 방법 및 그 시스템에 관련된 것이다. 본 발명에서는 증착 물질을 담은 소스에 운동을 가하여 2차원 공간의 모든 점을 스캐닝할 수 있도록 하여 증착하고자 하는 물질을 대면적에 걸쳐 박막을 형성하는 방법 및 그 시스템을 제공하고 있다. 본 발명에 의하면, 간단한 구조를 갖는 소스 운동 장비를 이용하여 대면적 증착이 가능하다. 또한, 본 발명에 의한 대면적 증착 시스템은 저렴한 가격으로 구현 가능하기 때문에 산업화 과정에서 제조 장비에 관련된 비용 절감을 얻을 수 있다. 결국, 본 발명에 의하면 최소의 제조 비용으로 양질의 대면적 증착 박막을 얻을 수 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

증착 물질을 담은 소스를 2차원 공간을 구성하는 두개의 독립된 축 중 적어도 하나의 축 상에서 임의의 운동을 일으켜 상기 소스에서 출발한 상기 증착 물질이 상기 소스에서 일정거리 떨어진 곳에 설치된 2차원 기판의 전면에 고르게 스캐닝되도록 하는 것을 특징으로 하는 대면적 증착 방법.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 2차원 공간을 구성하는 두개의 독립된 축은 서로 직교하는 제1축과 제2축을 포함하며, 상기 소스가 상기 제1축 및 상기 제2축 위에서 각각 독립된 왕복 운동함으로써 2차원 공간을 스캐닝하는 것을 특징으로 하는 대면적 증착 방법.

#### 청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 2차원 공간을 구성하는 두개의 독립된 축은 서로 직교하는 제1축과 제2축을 포함하며, 상기 소스가 상기 제1축 및 상기 제2축을 중심으로 각각 독립된 진동 및 회전 운동 중 선택된 적어도 어느 한 운동 방식을 수행 함으로써 2차원 공간을 스캐닝하는 것을 특징으로 하는 대면적 증착 방법.

#### 청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 2차원 공간을 구성하는 두개의 독립된 축은 서로 직교하는 제1축과 제2축을 포함하며, 상기 소스가 상기 제1축 및 상기 제2축중 선택된 어느 한 축을 중심으로 왕복, 진동 및 회전 운동 중 적어도 선택된 어느 한 운동 방식을 수행하고, 상기 기판이 다른 한 축상에서 일방 진행, 왕복 및 진동 운동 중 선택된 적어도 어느 한 운동 방식을 수행함으로써 상기 분자선이 2차원 공간을 스캐닝하는 것을 특징으로 하는 대면적 증착 방법.

#### 청구항 5

평면 좌표계를 구현하는 서로 독립된 제 1축 및 제 2축과;

상기 제 1축 및 제 2축을 기준으로 일방 진행, 왕복 및 진동 운동 중 선택된 적어도 어느 한 운동 방식을 수행 가능하게 하는 제1구동수단 및 제2구동수단과;

상기 제 1축 및 제 2축 중 선택된 적어도 어느 하나의 축상에서 운동 가능한 이동체와;

상기 이동체에 설치되어 증착물질을 방출하는 소스와;

상기 소스로 부터 일정거리 떨어져 위치하며 상기 제 1축 및 제 2축이 형성하는 2차원 공간에 대응하는 2차원 기판을 포함하는 것을 특징으로하는 대면적 증착 시스템.

## 청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 제 1축을 고정하는 고정판을 더 포함하며;

상기 제 1축은 일정한 길이를 갖는 선분형 축이고, 상기 제 2축은 상기 제 1축과 직교하며 일정한 길이를 갖는 선분형 축으로서 상기 제1축 상에서 상기 제1구동수단에 의하여 일방 진행, 왕복 및 진동 운동 중 선택된 적어도 어느 한 운동 방식을 수행 가능하며;

상기 이동체는 상기 제2구동수단에 의해 상기 제2축상에서 일방 진행, 왕복 및 진동 운동 중 선택된 적어도 어느 한 운동 방식을 수행 가능한 것을 특징으로 하는 대면적 증착 시스템.

## 청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 평면 좌표계를 구성하기 위한 고정판을 더 포함하며;

상기 제1축은 상기 고정판에서 상부로 일정 거리 떨어져 위치하고;

상기 제1축에 연결된 상기 제1구동수단에 의해 상기 제1축을 중심으로 회전운동 가능한 제1프레임을 더 포함하며;

상기 제2축은 상기 제1프레임 상에서 상기 제1축과 직교하도록 설치되며;

상기 제2축에 연결된 제2구동수단에 의해 상기 제2축을 중심으로 회전운동 가능한 제2프레임을 더 포함하고;

상기 이동체는 상기 제2프레임에 고정되어 상기 제1구동수단 및 상기 제2구동수단에 의해 상기 제1축 및 상기 제2축을 중심으로하는 각각 독립된 왕복 및 진자운동을 하는 것을 특징으로 하는 대면적 증착 시스템.

## 청구항 8

제 5항에 있어서,

상기 평면 좌표계를 구성하기 위한 고정판을 더 포함하며;

상기 제1축은 상기 고정판에 의해 고정되고;

상기 제1축에 연결된 상기 제1구동수단에 의해 상기 제1축을 중심으로 왕복, 진동 및 회전운동 가능하며 상기 이동체를 포함할 수 있는 프레임을 더 포함하며;

상기 제2축은 상기 이동체로부터 일정 거리 떨어져 상기 제1축과 직교되도록 형성되며;

상기 제2구동수단에 의해 상기 제1축과 직교하는 방향으로 진행 및 왕복 운동가능하며 상기 기판이 설치 가능한 보판대를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 대면적 증착 시스템.

## 청구항 9

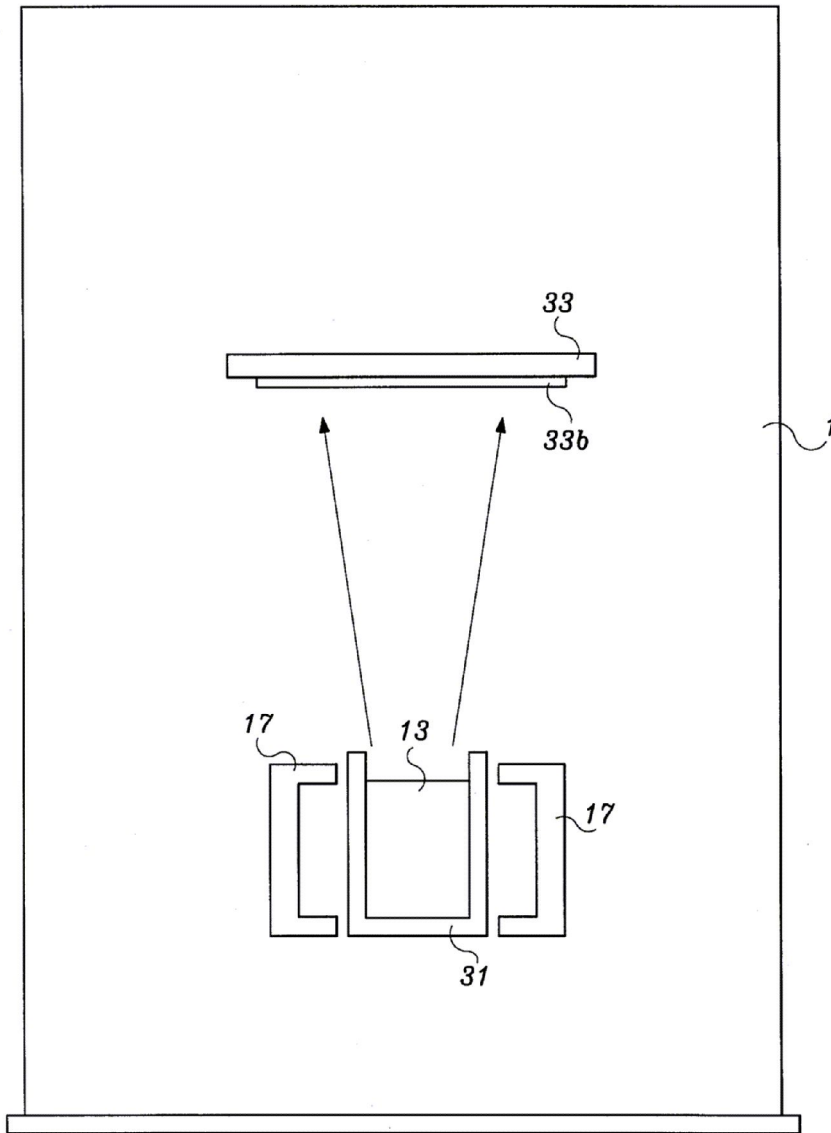
제 5항에 있어서,

상기 제1구동수단 및 상기 제2구동수단은 그 구동방식이 제어가능한 스텝모터를 포함하며 각 입력 전원 파형을  $\sin$ ,  $\cos$ , 역 $\sin$  그리고, 역 $\cos$  방식을 포함하는 비선형 파형 중 선택된 어느 하나를 사용하여 상기 소스의 운동 방식을 제어하는 것을 특징으로 하는 대면적 증착 시스템.

도면

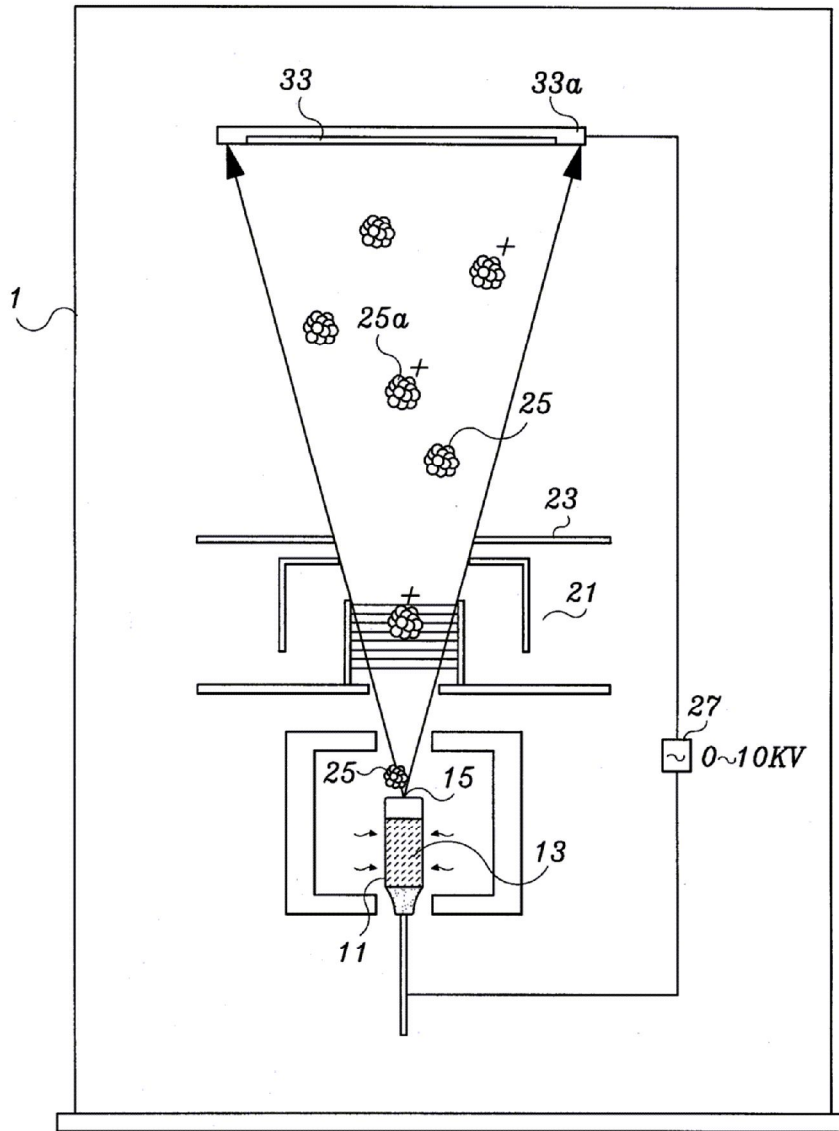


도면1

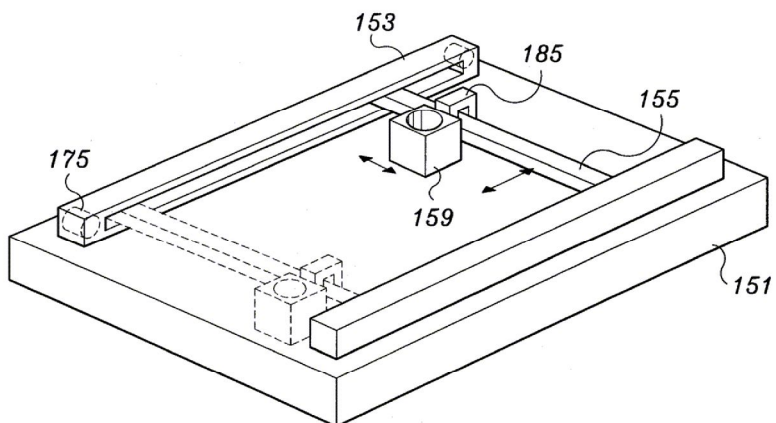




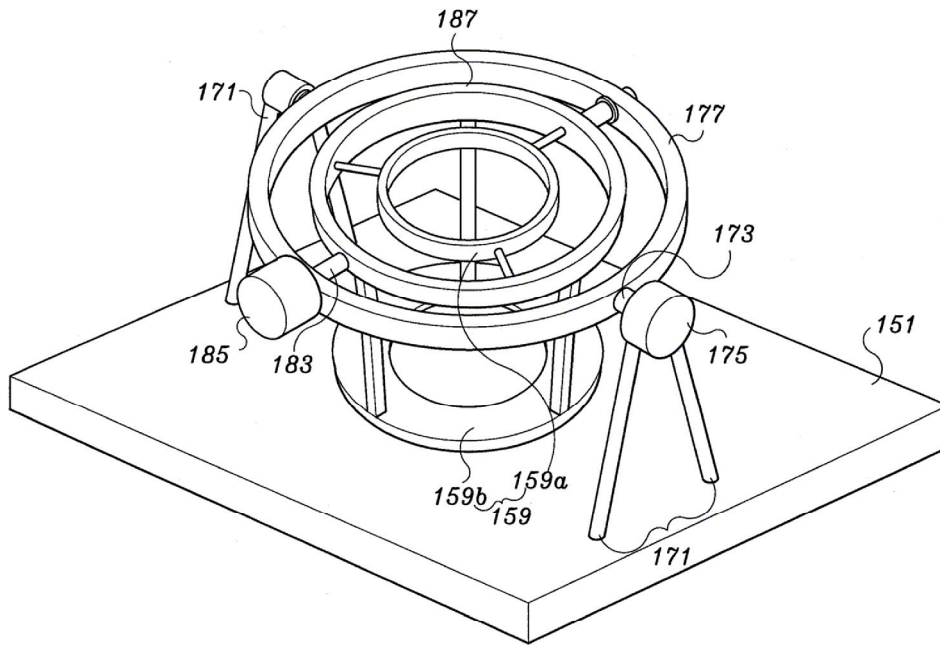
도면2



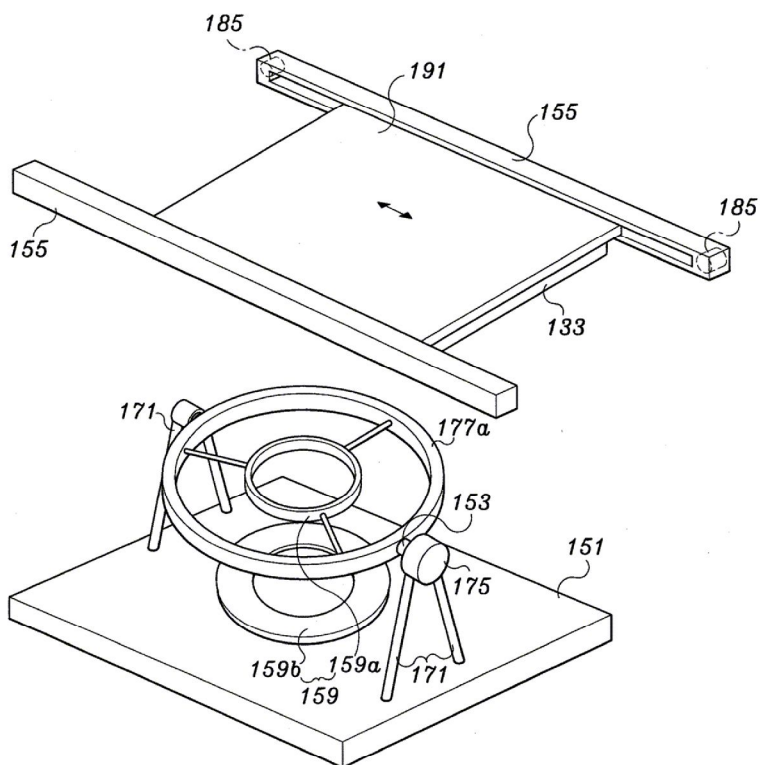
도면3



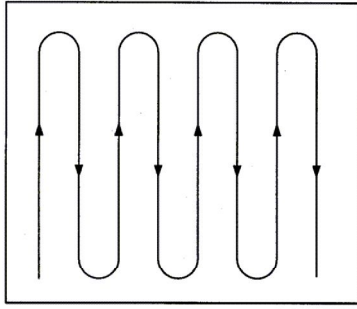
도면4



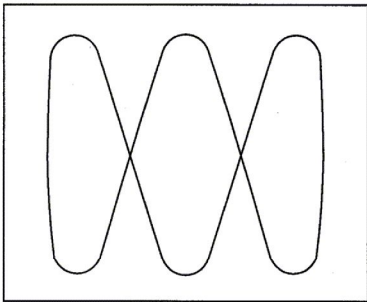
도면5



도면6a



도면6b



도면6c

