

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 특허공보(B1)**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

H01L 21/203

H01L 21/26

(21) 출원번호

(22) 출원일자

(30) 우선권주장

(71) 출원인

(45) 공고일자 1993년 10월 14일

(11) 공고번호 특 1993-0010067

특 1985-0002484

1985년 04월 13일

81121 1984년 04월 24일 일본(JP)

가부시기 가이사 히다찌 세이사 꾸쇼 미쓰다 가쓰시게

도오교도 지요다구 간다 스루가다이 4-6

(65) 공개번호 특 1985-0007894

(43) 공개일자 1985년 12월 09일

(72) 발명자 야마모토 시게히고

일본국 사이다마겐 도고로자와시 나가아라이 4-36-15

(74) 대리인 백남기

**심사관 : 정현영 (책자공보 제3441호)****(54) 박막형성방법 및 그 장치****요약**

내용 없음.

**대표도****도1****영세서**

[발명의 명칭]

박막형성방법 및 그 장치

[도면의 간단한 설명]

제 1 도는 본 발명에 따른 박막형성장치의 1실시예를 도시한 개략도.

제 2 도는 분자선 속도 선택기를 도시한 사시도.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 분자선(molecular beam)의 유량 및 속도를 제어할 수 있는 박막형성방법 및 그 장치에 관한 것이다.

종래의 박막형성방법에서는 원하는 재료를 보트(boat)형상의 용기에 넣어 가열하는 것에 의해, 상기 재료 원소를 증발시켜 사전에 준비한 기판에 부착시키고 있지만, 박막의 두께의 제어는 기판 부근에 설치한 수정진동자 등을 사용하여 실행하고 있었다. 분자선 에피택시장치와 같이 고정밀도의 막두께 제어가 필요할 때에는 원소의 분자원(증발원)으로써, 크누첸 셀(Knudsen Cell)을 사용하는 일이 있다. 크누첸 셀에서는 분자원의 온도를 설정하면, 모든 분자유량이 결정되고, 또 분자 분출의 공간분포가 코사인 법칙에 따르기 때문에, 기하학적 구조를 규정하면 기판에 도달하는 분자유량이 결정된다. 이때, 수정진동자가 병용되어 모니터에 공급되는 경우가 많다(예를들면, 일본국 문현, S.Yamamoto 등, J.Appl.Phys. 46(1975)406). 그러나, 상기의 박막형성 방법에서는 기판에 도달하는 분자선을 직접 계측하는 것이 아니므로, 분자선의 에너지 또는 속도를 제어할 수 없으며, 기판에 도달하는 분자선량과 박막형성에 기여하는 분자선량과의 상관관계, 즉 부착확률이 명확하지 않기 때문에, 박막제어를 완전하게 실행할 수가 없다고 하는 문제가 있었다.

본 발명의 목적은 박막형성에 사용하는 분자선의 유량 및 속도를 측정하여, 분자선 발생장치로 피이드백 하고, 형성할 막의 두께를 제어할 수 있는 박막형성방법 및 그 장치를 제공하는데 있다.

본 발명의 상기 목적은 기판에 분자를 부착시키서 박막을 형성하는 박막형성방법에 있어서, 분자선 발생 장치에서 출사한 분자선을 필스형상으로 변환하고, 이 필스형상 분자선을 이온화 장치에 도입하여 그 대부분을 상기 기판위에 입사시킴과 동시에, 일부를 상기 이온화장치에서 이온화하고, 상기 이온 또는 이온을 변환한 전자를 종폭하여 전기신호로 바꾸어서 상기 분자선의 유량 및 속도를 산출하며, 그 정보에 따라서 분자선 발생장치에서 출사하는 분자선을 제어하는 것에 의해, 박막을 형성하는 것을 특징으로 하는 박막형성방법 및 이 방법을 실행하는 장치에 대해서 달성된다.

본 발명을 도면에 따라서 설명한다.

제 1 도는 본 발명에 의한 박막형성장치의 1실시예를 도시한 개략도이며, 제 2 도는 분자선 속도선

택기를 도시한 사시도로써, 제 2a 도는 2개의 초퍼를 사용한 것이며 제 2b 도는 원통형상 초퍼에 의한 것이다.

제 1 도에 있어서, 박막을 형성하기 위한 원소의 원료(1)은 가열용기(2)에 수납되어, 가열제어기(3)에 의하여 제어되면서 통전 가열된다. 또, 전자충격 가열에 의해서 가열될 때도 있다. 가열에 의해 가열용기(2)에서 출사된 분자선은 초퍼(4)라고 불리는 톱니형상의 원판에 의해, 막두께형성과 관련하여 무시할 수 있는 고속(여기서, 무시할 수 있는 고속이라는 것은 박막형성시간에 비해서 무시할 수 있는 고속이라는 의미이다. 즉, 만약 1원자층 형성에 필요한 시간이 1초이고, ON-OFF 속도가 10msec(1/100sec)정도이면, 박막형성에 중대한 영향을 끼치지 않는다는 뜻이다)으로 ON-OFF 되어서 펄스형상의 분자선(5)로 변환되고, 개구(aperture) (6)에 의해 그 확산이 제한된 후, 4중극 질량분석계(7)의 이온 소스(이온을 형성하는 영역) (8)에 도달하고, 상기 펄스형상의 분자선(5)의 일부는 이온소스(8)에서 이온화되며, 4중극 질량분석계(7)의 4중극에서 질량분석된다.

상기 4중극 질량분석계(7)의 이온 소스(8)에서 이온화되지 않는 대부분의 분자선은 그대로 진행하여, 히터(10)에 의해서 적당한 온도로 유지된 기판(11)의 표면에 부착되어 박막(12)를 형성한다. 그리고, 박막(12)가 상기 기판(11)의 표면에 균일하게 형성하도록, 기판(11)은 회전운동 및 선운동을 할 수 있도록 구성되어 있다.

상기 4중극 질량분석계(7) 내의 이온의 증배기(13)의 초단에 출동하여 2차전자를 발생시킨다. 이와 같이 이온은 전자로 변환된 후, 증배기(13)에서 다수회 증폭되고 약  $10^6$  배로 증폭되어 콜렉터(14)에 모아진다. 콜렉터(14)의 전류는 전류-전압 변환기(15)에 있어서, 전기 신호로 변환되어 유량 및 속도 측정기(16)에 보내지고, 상기 초퍼(4)의 타이밍을 검출하는 포토센서(27)의 출력은 유량 및 속도 측정기의 참조신호로써 사용된다. 유량 및 속도의 측정에는 위상검지기 또는 멀티채널분석기를 사용하며, 질량분석 결과에 따라서 소형 컴퓨터로 유량 및 속도를 산출한다. 유량 및 속도 측정의 구체적인 방법은 이하와 같다. 즉, 유량에 대해서는 위상검출기의 출력신호진폭 또는 멀티채널 분석기의 출력신호파형의 전면적(全面積)을 대상으로 한다. 한편, 속도는 위상검출기의 출력위상신호 또는 멀티채널 분석기의 출력신호파형으로부터 얻어지는 속도분포를 대상으로 한다. 상기 유량 및 속도 측정기(16)의 출력은 가열제어기(3)에 피이드백되어 사전에 설정한 조건으로 분자선을 출사하여 박막(12)의 제어를 실행한다. 전자충격 가열에 의해서 분자선을 출사시킬 때에는 전자충격 가열장치로 피이드백하여 그 전력을 제어한다.

화합물이나 합금을 원료(1)로써 사용하여 그 박막을 제어할때에도, 본 실시예와 같이 4중극 질량분석계(7)을 사용하면, 질량분석을 상기 원료(1)의 각 원소에 따라 시계열로 실행하여 결과를 유량 및 속도 측정기(16)에 보내고, 이에 따른 출력을 가열제어기(3)으로 피이드백할 수가 있다.

상기 실시예는 이온 소스로써 질량분석계를 사용하였으나, 분자선을 이온화할 수 있는 장치이면, 질량분석계가 아니라도 지장이 없다.

상기의 박막형성장치에 있어서, 박막형성의 제어에 사용되는 분자가 분자선의 전체 유량에 정유하는 비율은 일반적으로  $1/1000$ 이하이지만, 이 비율은 상기의 질량분석계를 조정하는 것에 의해 변경할 수가 있다.

상기 초퍼(4) 대신에 제 2 도에 도시한 문자선 속도 선택기를 사용할 수가 있다. 제 2a 도는 상기 초퍼(4)를 2개 이상 같은 축으로 회전시키는 것이고, 동일 도면(b)은 축벽에 경사진 슬릿(17)을 마련하여 회전하는 원통형상의 초퍼(18)로 되어 있으며, 모두가 이들 문자선 속도 선택기의 회전수를 변경하는 것에 의해, 제 2a 도에서는 각 초퍼(4)의 날개의 편차에 의해서 생기는 간격을, 또 제 2b 도에서는 슬릿(17)을 통과하는 문자선을 이용해서 어떤 속도를 갖는 문자선만을 꺼낼수가 있으므로, 보다 결정성이 좋은 균일한 박막을 형성할 수가 있다.

상기의 초퍼를 사용하지 않고 문자선 그 자체를 이온화 장치에 도입하여서, 일부를 이온화하여 문자선의 유량을 산출하는 것도 가능하다. 그러나, 이 경우 노이즈가 많고, 정확한 문자선의 유량을 알기가 곤란하다. 왜냐하면 문자선은 개구의 구멍으로만 진입하는 것이 아니므로, 장치의 벽등에 부딪쳐서 반사하여 이온화장치로 들어가는 부분이 있다. 따라서, 그것들이 노이즈로 된다. 초퍼에서 문자선을 절단하여 펄스형상으로 하면 벽등에서 반사하여 이온화장치로 들어가는 문자선은 시간적으로 지연되어서 들어가므로 펄스 형상의 문자선이 절단되어 있는 동안에 이온화장치에 들어간다.

따라서, 평스형상의 문자선이 이운화장치에 들어갈 때, 이를 노이즈는 이미 삭감되어 있다. 따라서, 정확한 문자선 유량을 측정할 수가 있다.

초퍼의 변조 주파수는 통상 10Hz~1KHz인 것이 바람직하다. 또, 초퍼에 의해 전체 문자선의 99/100 ~1/100 정도, 바람직하기로는 1/2~1/20 정도의 문자선을 통과시키는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 상기와 같이 노이즈를 거의 없앨 수 있다. 문자선의 통과량은 초퍼의 개구구멍의 크기에 의해서 결정할 수가 있다. 그리고, 초퍼를 사용하지 않을 경우, 문자선의 속도의 측정은 본 방식으로는 불가능하다.

상기와 같이 본 발명에 의한 박막형성방법 및 그 장치는 기판에 분자를 부착시켜서 박막을 형성하는 박막형성방법 및 그 장치에 있어서, 분자선 발생장치로부터 출사한 분자선을 펄스형상으로 변환하고, 이 펄스형상의 분자선을 이온화 장치에 도입하여 그 대부분을 상기 기판상으로 입사시킴과 동시에, 일부를 상기 이온화 장치에서 이온화하고, 상기 이온 또는 이온을 변환한 전자를 증폭하여 전기신호로 바꾸어서 상기 분자선의 유량 및 속도를 산출하고, 그 정보에 따라서, 분자선 발생장치로부터 출사하는 분자선을 제어하는 것에 의해서 박막을 형성하기 때문에, 박막의 형성에 사용하는 분자선 자신의 유량 및 속도를 측정하면서 분자선 발생장치에서 출사하는 분자선을 제어하므로, 형성하는 박막의 제어가 용이하며, 종래보다도 매우 우수한 박막의 균일성이 얻어진다. 또, 속도 선택기를 사용한 경우, 낮은 속도의 분자선만을 박막형성에 이용할 수도 있으므로, 기판에 있어서의 분자의 부착확률이 증대하고, 박막의 결정성이 향상되어 고정밀도의 박막을 형성할 수가 있다.

**(57) 청구의 범위****청구항 1**

기판(11)상에 분자를 부착시켜서 박막을 형성하는 박막형성방법에 있어서, 분자선 발생장치로부터 출사한 분자선(5)를 펄스형상의 분자선으로 변환하는 스텝, 상기 펄스형상의 분자선을 이온화장치에 도입하여 상기 펄스형상의 분자선의 대부분을 상기 기판상에 입사시킴과 동시에 상기 펄스형상의 분자선의 일부를 상기 이온화장치에서 이온화하는 스텝, 이온 또는 이온으로부터 변환된 전자를 증폭하여 전기신호로 변환하는 스텝, 상기 전기신호에 따라 위상검출기의 출력신호진폭 또는 멀티채널 분석기의 출력신호파형의 전면적을 대상으로 상기 분자선(5)의 유량을 계산하고, 상기 전기신호에 따라 위상검출기의 출력신호위상 또는 멀티채널 분석기의 출력신호파형으로부터 얻어지는 속도분포를 대상으로 상기 분자선(5)의 속도를 계산하는 스텝, 상기 유량 및 속도의 계산정보에 따라 상기 분자선 발생장치로 부터 출사하는 상기 분자선(5)의 제어하는 스텝과 상기 기판(11)상에 상기 박막(12)를 형성하는 스텝을 포함하는 박막 형성방법.

**청구항 2**

특허청구의 범위 제 1 항에 있어서, 상기 펄스형상의 분자선(5)는 10Hz 내지 1KHz의 주기를 갖는 박막 형성방법.

**청구항 3**

기판(11)상에 분자를 부착시켜서 박막(12)을 형성하는 박막형성장치에 있어서, 분자선(5)를 출사하는 분자선 발생장치, 출사된 분자선을 고속으로 절단하여 펄스형상의 분자선으로 변환하는 수단, 상기 펄스형상의 분자선 일부를 이온화하는 이온화장치, 상기 이온 또는 이온으로부터 변환된 전자를 증폭하여 전기신호로 변환하고, 상기 분자선의 유량 및 속도를 계산하는 수단 및 상기 분자선을 제어하여 상기 기판상에 박막을 형성할 수 있도록 상기 분자선 발생장치에 유량 및 속도의 계산정보를 피이드백하는 피이드백수단을 포함하는 박막형성장치.

**청구항 4**

특허청구의 범위 제 3 항에 있어서, 상기 이온화장치는 질량분석계(7)인 박막형성장치.

**청구항 5**

특허청구의 범위 제 2 항에 있어서, 분자선을 펄스형상의 분자선으로 변환하는 스텝은 분자선을 절단하는 스텝을 포함하며, 또 포토센서(27)에 의해 절단되는 분자선의 타이밍을 검출하는 스텝을 포함하는 박막 형성방법.

**청구항 6**

특허청구의 범위 제 5 항에 있어서, 분자선을 펄스형상의 분자선으로 변환하는 상기 스텝은 소정의 속도를 갖는 분자선을 선택하는 스텝을 포함하는 박막 형성방법.

**청구항 7**

특허청구의 범위 제 3 항에 있어서, 또 상기 절단수단에 의해 상기 분자선의 절단 타이밍을 검출하는 포토센서(27)을 포함하는 박막형성장치.

**청구항 8**

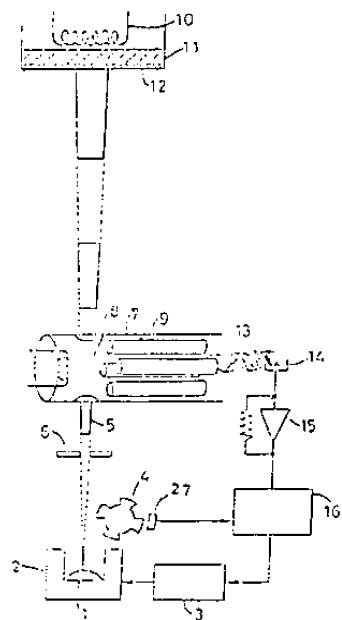
특허청구의 범위 제 3 항에 있어서, 출사된 분자선을 고속으로 절단하여 펄스형상의 분자선으로 변환하는 상기 수단은 상기 분자선에 대한 속도를 선택하는 수단을 포함하는 박막형성장치.

**청구항 9**

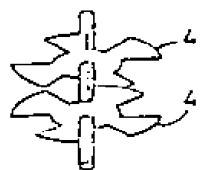
특허청구의 범위 제 3 항에 있어서, 상기 이온화장치는 상기 펄스형상의 분자선을 수신하도록 배치되며 상기 기판상에 입사하여 박막을 형성하도록, 상기 펄스형상의 분자선의 대부분을 이온화하는 일 없이 관통시키는 박막형성장치.

**도면**

도면1



도면2-a



도면2-b

