



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

(45) 공고일자 2016년03월16일  
 (11) 등록번호 10-1603818  
 (24) 등록일자 2016년03월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H01L 21/205 (2006.01) C23C 16/44 (2006.01)  
 H01L 31/04 (2014.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-7011214  
 (22) 출원일자(국제) 2010년10월01일  
 심사청구일자 2012년04월30일  
 (85) 번역문제출일자 2012년04월30일  
 (65) 공개번호 10-2012-0062924  
 (43) 공개일자 2012년06월14일  
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2010/067286  
 (87) 국제공개번호 WO 2011/040611  
 국제공개일자 2011년04월07일  
 (30) 우선권주장  
 JP-P-2009-230598 2009년10월02일 일본(JP)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020050049350 A\*  
 JP2005302822 A\*  
 JP2008140945 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 산요덴키가부시키키가이샤  
 일본 오사카후 다이토시 산요쵸 1반 1고  
 가부시키키가이샤 아루박  
 일본 가나가와켄 찌가사끼시 하기소노 2500반찌  
 (72) 발명자  
 가이 모토히데  
 일본 570-8677 오사카후 모리구치시 게이한 혼도  
 오리 2쵸메 5반 5고 산요덴키가부시키키가이샤 지메  
 끼자이산혼부 내  
 오소노 슈지  
 일본 289-1226 지바켄 삼무시 요코타 523 가부시  
 키키가이샤 아루박 지바 초자이료켄큐쇼 내  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 장수길, 이중희

전체 청구항 수 : 총 7 항

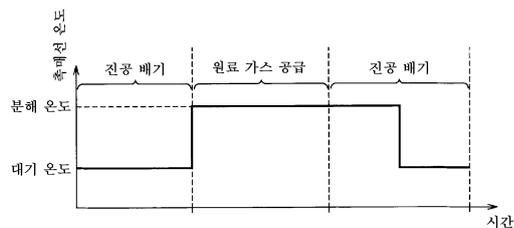
심사관 : 김한수

(54) 발명의 명칭 **촉매 CVD 장치, 막의 형성 방법 및 태양 전지의 제조 방법**

**(57) 요약**

촉매 CVD 장치(100)에서 제어부는 성막 시의 전후의 소정의 시간에서 촉매선(13)의 온도를 대기 온도로 제어한다. 대기 온도는 성막 시에서의 촉매선(13)의 온도보다 낮고 또한 실온보다 높은 소정의 온도이다.

**대표도** - 도2



(72) 발명자

**오카야마 사토히로**

일본 253-8543 가나가와켄 찌가사끼시 하기소노  
2500반찌 가부시키키가이샤 아루박 내

**오가타 히데유키**

일본 253-8543 가나가와켄 찌가사끼시 하기소노  
2500반찌 가부시키키가이샤 아루박 내

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

반응실 내에 설치되어 가열된 촉매선에 원료 가스를 공급하고, 생성된 분해종을 상기 반응실 내에서 피성막 기재 상에 퇴적시켜서 성막을 행하는 촉매 CVD 장치이며,

상기 피성막 기재 상으로의 성막 시에, 상기 촉매선의 온도가 상기 원료 가스의 분해 온도가 되도록 제어 가능하며, 상기 성막 시의 전후의 각 시간에, 상기 촉매선의 온도가 상기 성막 시에서의 상기 촉매선의 온도보다 낮고 또한 실온보다 높은 온도가 되도록 제어 가능한 제어부를 갖고,

상기 성막 시의 전후의 각 시간에서의 상기 촉매선의 온도는, 상기 촉매선의 일부 또는 전부에 연성-취성 층이 발생하는 온도보다 높은 온도인 것을 특징으로 하고,

상기 촉매선을 구성하는 재료는 탄탈(Ta), 몰리브덴(Mo) 및 텅스텐(W) 중 어느 하나를 포함하는 것인, 촉매 CVD 장치.

**청구항 2**

반응실 내에 설치되어 가열된 촉매선에 원료 가스를 공급하고, 생성된 분해종을 상기 반응실 내에서 피성막 기재 상에 퇴적시켜서 성막을 행하는 촉매 CVD 장치이며,

상기 촉매선에 통전하는 전원을 구비하고,

상기 피성막 기재 상으로의 성막 시에, 상기 촉매선의 온도가 상기 원료 가스의 분해 온도가 되도록 상기 촉매선에 통전 제어하고, 상기 성막 시의 전후의 각 시간에, 상기 촉매선의 온도가 상기 성막 시에서의 상기 촉매선의 온도보다 낮고 또한 실온보다 높은 온도가 되도록 상기 촉매선에 통전 제어하는 제어부를 갖고,

상기 성막 시의 전후의 각 시간에서의 상기 촉매선의 온도는, 상기 촉매선의 일부 또는 전부에 연성-취성 층이 발생하는 온도보다 높은 온도인 것을 특징으로 하고,

상기 촉매선을 구성하는 재료는 탄탈(Ta), 몰리브덴(Mo) 및 텅스텐(W) 중 어느 하나를 포함하는 것인, 촉매 CVD 장치.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 성막 시의 전후의 각 시간에 있어서, 상기 촉매선은 연속 통전에 의해 온도 제어되고 있는 것을 특징으로 하는 촉매 CVD 장치.

**청구항 4**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 성막 시의 전후의 각 시간에, 상기 촉매선의 온도는, 상기 분해 온도보다 낮은 온도로 제어되는 것을 특징으로 하는 촉매 CVD 장치.

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 성막 시의 전후의 각 시간에서의 상기 촉매선의 온도는, 상기 피성막 기재 상에 막이 형성되어 있는 경우, 상기 피성막 기재의 온도를, 상기 막의 막질이 변화하는 온도보다도 낮게 유지할 수 있는 온도인 것을 특징으로 하는 촉매 CVD 장치.

**청구항 7**

제1항 또는 제2항에 기재된 촉매 CVD 장치를 사용하여, 피성막 기재 상에 막을 형성하는 공정을 갖는 것을 특징

으로 하는 막의 형성 방법.

**청구항 8**

제1항 또는 제2항에 기재된 촉매 CVD 장치를 사용하여, 피성막 기재 상에 막을 형성하는 공정을 갖는 것을 특징으로 하는 태양 전지의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 피성막 기재 상에 성막을 행하는 촉매 CVD 장치, 막의 형성 방법 및 태양 전지의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 일반적으로, 태양 전지 등의 각종 반도체 디바이스 등을 제조할 때에, 기재 상에 소정의 퇴적막을 형성하는 방법으로서 CVD법(화학 기상 성장법)이 종래부터 알려져 있다. 이러한 CVD법의 일종으로서 최근 촉매 화학 기상 성장(Catalytic Chemical Vapor Deposition)을 이용한 촉매 CVD법이 검토되고 있다(예를 들어, 특허문헌 1).

[0003] 촉매 CVD법에서는 가열한 텅스텐이나 몰리브덴 등으로 이루어지는 촉매선을 사용해서 반응실 내에 공급되는 원료 가스를 분해하고, 기재 홀더에 유지된 기재 상에 퇴적막을 형성시킨다. 촉매 CVD법은 플라즈마 CVD법과 같은 플라즈마 방전이 이용되지 않기 때문에, 기재 표면이나 퇴적막 표면에 미치는 악영향이 적은 성막 방법으로서 기대되고 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2005-327995호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 그러나, 종래의 촉매 CVD 장치에서는 촉매선이 끊어지기 쉽고, 빈번히 촉매선을 교환할 필요가 있기 때문에, 양산성이 저하된다고 하는 과제가 있었다.

[0006] 이에, 본 발명은 전술한 과제를 해결하기 위해서 이루어진 것으로, 촉매선의 장기 수명화를 가능하게 하는 촉매 CVD 장치, 막의 형성 방법 및 태양 전지의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 본 발명의 특징에 관한 촉매 CVD 장치는 반응실 내에 설치되어 가열된 촉매선에 원료 가스를 공급하고, 생성된 분해종을 반응실 내에서 피성막 기재 상에 퇴적시켜서 성막을 행하는 촉매 CVD 장치이며, 피성막 기재 상으로의 성막 시에, 촉매선의 온도가 원료 가스의 분해 온도가 되도록 제어 가능하며, 성막 시의 전후의 각 소정의 시간에 촉매선의 온도가 성막 시에서의 촉매선의 온도보다 낮고 또한 실온보다 높은 소정의 온도가 되도록 제어 가능한 제어부를 갖는 것을 요지로 한다.

[0008] 본 발명의 특징에 관한 촉매 CVD 장치는 성막 시의 전후의 각 소정의 시간에서 촉매선의 온도를 성막 시의 온도보다 낮고 또한 실온보다 높은 소정의 온도로 유지 가능하다. 따라서, 본 발명에 따르면, 촉매선의 수축과 팽창을 완화할 수 있으므로, 촉매선의 장기 수명화를 도모할 수 있다.

[0009] 또한, 본 발명의 특징에 관한 촉매 CVD 장치는 반응실 내에 설치되어 가열된 촉매선에 원료 가스를 공급하고, 생성된 분해종을 반응실 내에서 피성막 기재 상에 퇴적시켜서 성막을 행하는 촉매 CVD 장치이며, 촉매선에 통전하는 전원을 구비하여, 피성막 기재 상으로의 성막 시에, 촉매선의 온도가 원료 가스의 분해 온도가 되도록 촉매선에 통전 제어하고, 성막 시의 전후의 각 소정의 시간에 촉매선의 온도가 성막 시에서의 촉매선의 온도보다 낮고 또한 실온보다 높은 소정의 온도가 되도록 촉매선에 통전 제어하는 제어부를 갖는 것을 요지로 한다.

[0010] 이러한 촉매 CVD 장치에 의하면, 정상 운전 시는 촉매선에 연속 통전되어 있고, 통전의 개시와 정지의 전환이

이루어지지 않도록 제어하는 것이 가능하므로, 통전의 개시와 정지의 전환의 반복에 의해 촉매선에 발생하는 수축과 팽창을 완화할 수 있다. 그 결과, 촉매선의 장기 수명화를 도모할 수 있다.

- [0011] 본 발명의 특징에 관한 촉매 CVD 장치에서, 성막 시의 전후의 각 소정의 시간에서 촉매선은 연속 통전에 의해 온도 제어되고 있어도 된다.
- [0012] 본 발명의 특징에 관한 촉매 CVD 장치에서, 성막 시의 전후의 각 소정의 시간에 촉매선의 온도는 원료 가스의 분해 온도보다 낮은 온도로 제어되고 있어도 된다.
- [0013] 본 발명의 특징에 관한 촉매 CVD 장치에서 소정의 온도는 촉매선의 적어도 일부에 연성-취성 천이가 발생하는 온도보다 높은 온도이어도 된다. 이 경우, 촉매선에 연성-취성 천이가 반복 발생하는 것을 방지할 수 있으므로, 촉매선의 장기 수명화를 도모할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 특징에 관한 촉매 CVD 장치에서 소정의 온도는 피성막 기재 상에 소정의 막이 형성되어 있는 경우, 피성막 기재의 온도를 소정의 막의 막질이 변화하는 온도보다도 낮게 유지할 수 있는 온도이어도 된다. 이 경우에는 피성막 기재 상에 형성된 비정질 반도체막이나 미결정 반도체막 등의 막의 막질이 비성막 시에 변화되는 것을 억제할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 특징에 관한 막의 형성 방법은 전술한 본 발명에 따른 촉매 CVD 장치 중 어느 하나를 사용하여, 피성막 기재 상에 막을 형성하는 공정을 갖는 것을 요지로 한다.
- [0016] 본 발명의 특징에 관한 태양 전지의 제조 방법은 전술한 본 발명에 따른 촉매 CVD 장치 중 어느 하나를 사용하여, 피성막 기재 상에 막을 형성하는 공정을 갖는 것을 요지로 한다.
- [0017] 본 발명에 따르면, 촉매선의 장기 수명화를 가능하게 하는 촉매 CVD 장치를 제공할 수 있다. 또한, 이 촉매 CVD 장치를 사용함으로써, 양산성이 향상된 막의 형성 방법 및 태양 전지의 제조 방법을 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0018] 도 1은 실시 형태에 따른 촉매 CVD 장치(100)의 구성을 도시하는 개략도이다.  
도 2는 실시예에 관한 성막 플로우를 설명하기 위한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0019] 이하에서, 본 발명의 실시 형태에 따른 촉매 CVD 장치를 사용한 막의 제조 방법에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다. 또한, 이하의 도면의 기재에서 동일 또는 유사한 부분에는 동일 또는 유사한 부호를 붙이고 있다.
- [0020] 단, 도면은 모식적인 것이며, 각 치수의 비율 등은 현실의 것과는 상이한 것에 유의해야 한다. 따라서, 구체적인 치수 등은 이하의 설명을 참작해서 판단해야 한다. 또한, 도면 상호 간에 있어서도 서로의 치수의 관계나 비율이 상이한 부분이 포함되어 있는 것은 물론이다.
- [0021] [촉매선으로의 통전과 촉매선의 수명의 관계]
- [0022] 종래의 촉매 CVD 장치에서는 촉매선이 끊어지기 쉽기 때문에, 빈번히 촉매선을 교환할 필요가 있어, 막의 양산성이 저하된다고 하는 문제가 있었다.
- [0023] 이에, 본 발명자들은 촉매선이 끊어지기 쉬운 원인에 대해서 예의 검토를 행하였다. 그 결과, 성막 종료 후에 촉매선으로의 통전을 정지하고, 성막 개시 시에 다시 촉매선으로의 통전을 개시하고 있었던 것에 문제가 있는 것이 판명되었다.
- [0024] 구체적으로는 성막 종료 후에 촉매선으로의 통전이 정지되었을 때, 촉매선의 온도는 촉매선의 열용량이 작은 것에 기인하여, 성막 시의 온도(예를 들어, 1600℃ 내지 2000℃)로부터 실온 정도까지 수 초 사이에 하강하므로, 촉매선은 급격하게 수축된다. 또한, 촉매선으로의 통전이 개시되었을 때, 촉매선의 온도는 실온 정도로부터 성막 시의 온도까지 수 초 사이에 상승하므로, 촉매선은 급격하게 팽창된다. 이러한 수축과 팽창이 통전의 정지와 개시의 전환 때마다 반복됨으로써, 촉매선의 수명이 짧아지는 것이 판명되었다.
- [0025] 본 발명은 촉매선으로의 통전 제어를 연구함으로써, 촉매선의 장기 수명화를 도모하고자 하는 것이다. 이하, 촉매선의 통전 제어에 주안을 두고 설명한다.
- [0026] [촉매 CVD 장치의 구성]

- [0027] 이하에서, 실시 형태에 따른 촉매 CVD 장치의 구성에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다. 도 1은 촉매 CVD 장치(100)의 구성을 도시하는 개략도이다.
- [0028] 도 1에 도시하는 바와 같이, 촉매 CVD 장치(100)는 수납실(1), 반응실(10) 및 취출실(도시하지 않음)을 갖는다. 기재 트레이(200)에 유지된 기재(300)를 수납실(1)로부터 반응실(10)로 이동하고, 기재(300) 상에 퇴적막을 형성할 수 있다.
- [0029] 또한, 수납실(1), 반응실(10) 및 취출실은 정상 운전 상태에서 성막 시 이외는 약  $1 \times 10^{-4}$  Pa 이하의 압력으로 배기되고 있다.
- [0030] (1) 수납실의 구성
- [0031] 수납실(1)은 기재 트레이(200)를 수용하는 진공 용기이며, 진공 상태로 배기 가능하게 구성되어 있다. 수납실(1)은 램프 히터나 시스 히터 등의 가열 기구(2)를 구비한다.
- [0032] 가열 기구(2)는 기재 트레이(200)에 유지된 기재(300)를 가열한다. 이에 의해, 기재 트레이(200) 및 기재(300)에 흡착된 수분은 제거된다.
- [0033] 또한, 수납실(1)은 도시하지 않은 반입 장치 및 반출 장치를 구비한다. 반입 장치는 기재 트레이(200)를 수납실(1) 내에 반입한다. 반출 장치는 수납실(1)에서 준비가 갖추어진 기재 트레이(200)를 반응실(10)로 반출한다.
- [0034] (2) 반응실의 구성
- [0035] 반응실(10)은 기재 트레이(200)를 수용하는 진공 용기이다. 반응실(10)은 가스 공급관(11), 가스 배출관(12), 복수의 촉매선(13), 설치부(14) 및 전원(15)을 구비한다.
- [0036] 가스 공급관(11)은 반응실(10) 내에 원료 가스(예를 들어,  $\text{SiH}_4$ 와  $\text{H}_2$ 의 혼합 기나  $\text{SiH}_4$  등)를 공급하기 위한 유로이다.
- [0037] 가스 배출관(12)은 반응실(10) 내로부터 원료 가스를 배출하기 위한 유로이다.
- [0038] 촉매선(13)은 가열됨으로써, 반응실(10) 내에 공급되는 원료 가스를 분해한다. 촉매선(13)의 양단부는 설치부(14)에 설치되어 있고, 반응실(10)의 저면에 대하여 수직으로 배치되어 있다. 촉매선(13)은 통전에 의해 원료 가스를 분해할 수 있는 온도(이하, 「분해 온도」라고 함. 예를 들어, 1600℃ 내지 2000℃)로 승온된다. 원료 가스는 촉매선(13)에 의해 분해되고, 분해종이 기재(300)에 도달함으로써, 기재(300) 상에 퇴적막(예를 들어, 반도체막이나 SiN막 등)이 성막된다.
- [0039] 촉매선(13)의 재료로서는 Ta, Mo, W 선 등을 사용할 수 있다. 또한, 촉매선(13)은 표면에 이중층을 갖고 있어도 된다. 이 일례로서, 표면에 붕화물층이 형성된 탄탈선을 들 수 있다. 또한, 촉매선(13)으로서는 직경이 0.3mm 내지 2.0mm, 바람직하게는 0.5mm 내지 1.0mm의 것이 사용된다.
- [0040] 전원(15)은 설치부(14)를 통해서 촉매선(13)에 통전한다. 전원(15)으로서는 정전류 전원, 정전압 전원 또는 정전류 제어와 정전력 제어의 양쪽이 가능한 정전류/정전압 전원을 사용할 수 있다.
- [0041] 본 실시 형태에서 전원(15)의 제어는 정전류 제어와 정전력 제어 중 어느 것이어도 좋고, 전류값 혹은 전력값을 설정함으로써, 촉매선(13)의 온도가 제어된다. 즉, 촉매선(13)의 온도가 미리 정해진 온도가 되는 전류가 촉매선(13)에 흐르도록, 전원(15)의 전류값 혹은 전력값은 제어된다.
- [0042] 또한, 반응실(10)은 도시하지 않은 반입 장치 및 반출 장치를 구비한다. 이에 의해 기재 트레이(200)는 반응실(10) 내에 반입되고, 또한 반응실(10)로부터 반출된다.
- [0043] (3) 제어부의 구성
- [0044] 촉매 CVD 장치(100)는 도시하지 않은 제어부를 갖는다.
- [0045] 제어부는 촉매 CVD 장치(100)의 정상적인 연속 운전 시에 있어서, 촉매선(13)에 항상 연속적으로 통전한다.
- [0046] 구체적으로는, 반응실(10)에서 기재(300) 상에 성막이 행해지는 시간대(이하, 「성막 시」라고 함)에서, 제어부는 촉매선(13)의 온도를 원료 가스의 분해 온도로 승온 가능한 전류를 통전한다. 또한, 반응실(10)에서 기재(300) 상에 성막이 행해지지 않는 시간대(이하, 「비성막 시」라고 함)에서, 제어부는 촉매선(13)의 온도를 성

막 시에서의 촉매선(13)의 온도보다 낮고 또한 실온보다 높은 온도로 제어 가능한 전류를 통전한다. 이와 같이, 촉매선(13)에는 기재 트레이(200)가 반응실(10) 내에 수용되어 있지 않을 때에도 연속 통전된다. 따라서, 촉매선(13)은 성막 시로부터 비 성막시에 걸쳐서 항상 연속 통전되고 있다.

[0047] 또한, 비성막 시에서의 촉매선(13)의 온도(이하, 「대기 온도」라고 함)는 성막 시에서의 촉매선(13)의 온도보다 낮은 온도이며, 원료 가스의 분해 온도보다 낮은 온도인 것이 바람직하다. 이에 의해, 촉매선(13)이 항상 고온으로 가열되는 것을 억제할 수 있으므로, 촉매선(13)의 신장을 적게 할 수 있다. 그 결과, 촉매선(13)의 장기 수명화를 도모할 수 있다.

[0048] 또한, 대기 온도는 촉매선(13)으로의 통전을 정지했을 때의 온도(실온 정도)보다 높은 온도이며, 촉매선(13)의 연성-취성 천이 온도보다 높은 온도인 것이 바람직하다.

[0049] 여기에서, 연성-취성 천이란, 촉매선의 온도가 저하된 경우에, 온도 저하에 따라 촉매선을 구성하는 재료가 현저하게 물러지는 현상이다. 또한, 연성-취성 천이 온도란, 촉매선 또는 그 일부에 연성-취성 천이가 발생하는 온도이다. 예를 들어, 촉매선의 재료로서 잘 알려져 있는 텅스텐(W)의 연성-취성 천이 온도는 300℃이며, 300℃ 미만의 온도가 되면 극히 물러진다. 따라서, W를 촉매선에 사용하는 경우에는, 대기 온도를 연성-취성 천이 온도인 300℃보다 높은 온도로 함으로써, 촉매선을 장기 수명화할 수 있다.

[0050] 또한, 촉매선(13)이 적층 구조를 갖는 경우의 연성-취성 천이 온도는 명확하지 않지만, 예를 들어 표면에 봉화 탄탈층을 갖는 탄탈을 사용한 촉매선에서는 500℃를 초과하는 온도로 대기 온도를 함으로써 장기 수명화가 도모되는 것이 실험적으로 확인되고 있다. 따라서, 표면에 봉화 탄탈층을 갖는 탄탈의 경우에는 연성-취성 천이 온도는 약 500℃라고 생각된다.

[0051] 또한, 성막 시에서의 촉매선(13)의 온도는 원료 가스를 분해할 수 있는 온도(즉, 분해 온도)이면 적절히 선택할 수 있고 또한 변화시켜도 된다. 마찬가지로, 대기 온도는 성막 시에서의 촉매선(13)의 온도보다도 낮고 또한 실온보다 높은 온도에서 적절히 선택할 수 있고 또한 변화시킬 수도 있다.

[0052] [촉매 CVD 장치를 사용한 막 형성 방법]

[0053] 이어서, 촉매 CVD 장치(100)를 사용한 막의 형성 방법의 일례로서, 반도체막의 형성 방법에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다.

[0054] (1) 수납실(1)

[0055] 우선, 제1 주면과, 제1 주면의 반대측에 설치된 제2 주면을 갖는 기재(300)를 준비한다. 본 실시 형태에서 기재(300)는 유리 등의 기판인 것으로 한다.

[0056] 이어서, 기재(300)를 기재 트레이(200)에 유지한다.

[0057] 이어서, 기재(300)가 유지된 기재 트레이(200)를 대기압으로 된 수납실(1) 내에 반입한다.

[0058] 이어서, 배기계로부터의 배기에 의해, 수납실(1) 내를 소정의 압력(예를 들어,  $1 \times 10^{-4}$  Pa 이하)으로 배기함과 함께, 가열 기구(2)에 의해 기재(300) 및 기재 트레이(200)를 약 150℃ 내지 200℃에서 가열한다. 이에 의해, 기재(300) 및 기재 트레이(200)에 흡착된 수분을 제거한다.

[0059] (2) 비정질 Si막의 형성

[0060] 이어서, 기재(300)가 유지된 기재 트레이(200)를 수납실(1)로부터 반응실(10)에 반입한다. 이 때, 반응실(10)에 배치된 촉매선(13)은 연속 통전에 의해 미리 대기 온도로 가열되어 있다.

[0061] 이어서, 가스 공급관(11)으로부터 반응실(10) 내에 원료 가스로서 SiH<sub>4</sub> 및 H<sub>2</sub>의 혼합 가스를 공급함과 함께, 반응실(10) 내의 압력을 소정값(예를 들어, 약 0.5Pa 내지 10Pa)으로 조정한다.

[0062] 이어서, 촉매선(13)에 흐르는 전류를 크게 함으로써, 원료 가스의 분해 온도까지 촉매선(13)을 승온시킨다. 이에 의해, 원료 가스는 촉매선(13)에 의해 분해되고, 분해종이 기재(300)의 제1 주면 상에 도달한다. 이와 같이 하여, 기재(300) 상에 비정질 Si막이 형성된다.

[0063] 이어서, 촉매선(13)에 흐르는 전류를 작게 함과 동시에 원료 가스의 공급을 정지한다. 이에 의해, 촉매선(13)은 연속 통전에 의해 대기 온도까지 강온된다.

- [0064] 이어서, 가스 배출관(12)으로부터의 배기에 의해, 반응실(10) 내의 압력이 약  $1 \times 10^{-4}$  Pa 이하가 된 후, 기재(300)가 유지된 기재 트레이(200)를 취출실로 반출하여, 대기 중에 취출한다.
- [0065] 또한, 본 실시 형태에서는 촉매선(13)에 흐르는 전류를 작게 함과 동시에 원료 가스의 공급을 정지하는데, 전류를 작게 한 후에 원료 가스의 공급을 정지해도 되고, 원료 가스의 공급을 정지한 후에 전류를 작게 해도 된다.
- [0066] 이어서, 새롭게 준비된 기재(300)가 유지된 기재 트레이(200)를 수납실(1)로부터 반응실(10) 내에 반입한다. 이 때, 촉매선(13)은 연속 통전에 의해 대기 온도로 유지되어 있다.
- [0067] 이어서, 가스 공급관(11)으로부터 반응실(10) 내에 전술한 원료 가스를 공급함으로써, 반응실(10) 내의 압력을 소정값(예를 들어, 약 0.5Pa 내지 10Pa)으로 조정한다.
- [0068] 이어서, 촉매선(13)에 흐르는 전류를 크게 함으로써, 원료 가스의 분해 온도까지 촉매선(13)을 승온시킨다. 이에 의해, 원료 가스는 촉매선(13)에 의해 분해되고, 분해종이 기재(300) 상에 도달한다.
- [0069] 이상과 같이 기재(300) 상으로의 막의 형성을 연속해서 행하는 경우, 본 실시 형태에서 촉매선(13)의 온도는 기재(300)로의 성막 시의 전후에서, 성막 시에서의 촉매선(13)의 온도보다 낮고 또한 실온보다 높은 온도인 대기 온도로 제어된다.
- [0070] [작용 및 효과]
- [0071] 본 실시 형태에 따른 촉매 CVD 장치(100)에서 제어부는 성막 시의 전후의 소정의 시간에서 촉매선(13)의 온도를 대기 온도로 제어한다. 대기 온도는 성막 시에서의 촉매선(13)의 온도보다 낮고 또한 실온보다 높은 소정의 온도이다.
- [0072] 따라서, 전원(15)에 의한 통전의 개시와 정지가 반복되는 경우에 비하여, 촉매선(13)에 발생하는 수축과 팽창을 완화할 수 있다. 그로 인해, 촉매선(13)의 장기 수명화를 도모할 수 있다.
- [0073] 또한, 대기 온도는 성막 시에서의 촉매선(13)의 온도보다 낮다. 따라서, 항상 고온으로 유지됨으로써, 촉매선(13)이 연장된 상태로 유지되는 것을 억제할 수 있다.
- [0074] 또한, 촉매선(13)은 항상 분해 온도로는 되지 않으므로, 기재(300)가 과열되는 것을 억제할 수 있다. 그 결과, 기재(300) 상에 형성되는 막질이 열화되는 것을 억제할 수 있다.
- [0075] 또한, 대기 온도는 촉매선(13)의 연성-취성 천이 온도보다 높은 것이 바람직하다. 이 경우에는, 촉매선(13)에 연성-취성 천이가 발생하는 것을 억제할 수 있으므로, 촉매선(13)의 장기 수명화를 도모할 수 있다.
- [0076] 또한, 대기 온도는 기재(300)의 온도를 기재(300) 상에 형성된 비정질 반도체막이나 미결정 반도체막 등의 막의 막질이 변화하는 온도보다 낮게 유지할 수 있는 온도인 것이 바람직하다. 이 경우, 비정질 반도체막이나 미결정 반도체막 등의 막이 기재(300) 상에 형성된 경우에서도 막질이 변화되는 것을 억제할 수 있다.
- [0077] 또한, 성막 시의 전후의 소정의 시간에서 촉매선(13)에 연속 통전함으로써, 히터 등 다른 가열 기구를 사용하지 않고 촉매선(13)을 소정의 온도로 제어할 수 있다. 이 결과, 장치 비용의 저감을 도모할 수 있다.
- [0078] 또한, 본 실시 형태에 따른 막의 형성 방법에서는 전술한 촉매 CVD 장치(100)가 사용되므로, 촉매선(13)의 교환 빈도를 적게 할 수 있다. 그 결과, 막의 양산성을 향상시킬 수 있다.
- [0079] [그 밖의 실시 형태]
- [0080] 본 발명은 전술한 실시 형태에 의해 설명했지만, 이 개시의 일부를 이루는 논술 및 도면은 본 발명을 한정하는 것으로 이해되어서는 안된다. 이 개시로부터 당업자에게는 다양한 대체 실시 형태, 실시예 및 운용 기술이 명확해 질 것이다.
- [0081] 예를 들어, 전술한 실시 형태에서는 본 발명을 적용한 막의 형성 방법의 일례로서, 비정질 Si막의 형성 방법에 대해서 설명했지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 본 발명은 비정질 Si막 이외의 반도체막이나 SiN막 등의 반도체막 이외의 막의 형성 방법에도 적용 가능하다. 또한, 본 발명은 반도체막 및 반도체 이외의 막 중 적어도 한 쪽을 구비하는 태양 전지 등의 반도체 디바이스의 제조 방법에도 적용 가능하다.
- [0082] 또한, 전술한 실시 형태에서는 촉매 CVD 장치(100)는 하나의 반응실(10)만을 구비하는 구성으로 했지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 촉매 CVD 장치(100)는 복수의 반응실을 구비하고 있어도 된다. 이에 의해, 동종막 혹은 이종막을 기재(300) 상에 겹쳐서 형성할 수 있다. 또한, 기재(300) 상에 형성된 막 상에 막을 더 형성하는

경우, 대기 온도는 기재(300)의 온도를 기재(300) 상에 형성된 막질이 변화하는 온도보다 낮게 유지할 수 있는 온도인 것이 바람직하다. 예를 들어, 기재(300) 상에 비정질 반도체막이나 미결정 반도체막이 형성되어 있는 경우에는, 기재(300)의 온도를 약 300℃ 이하로 유지할 수 있는 온도로 대기 온도를 제어함으로써, 수소의 탈리 등에 의한 막질의 변화를 억제할 수 있다.

- [0083] (실시예)
- [0084] 이하, 본 발명에 따른 촉매 CVD법의 실시예에 대해서 구체적으로 설명하지만, 본 발명은 하기의 실시예에 나타낸 것에 한정되는 것이 아니라, 그 요지를 변경하지 않는 범위에서 적절히 변경해서 실시할 수 있는 것이다.
- [0085] [실시예]
- [0086] 우선, 표면이 봉화된 탄탈선을 촉매선으로서 반응실 내에 배치하였다.
- [0087] 이어서, 도 2에 나타내는 플로우에 따라서, 촉매선의 승온과 강온을 반복 행하였다.
- [0088] 구체적으로는, 우선 반응실 내를 사전에 진공 배기하는 공정에서, 촉매선의 온도를 대기 온도(500℃ 내지 700℃)로 유지하였다.
- [0089] 이어서, 반응실 내에 원료 가스를 공급하는 공정으로부터 반응실 내에서 원료 가스를 진공 배기하는 공정 도중 까지, 촉매선의 온도를 분해 온도(1600℃ 내지 2000℃)로 유지하였다.
- [0090] 이어서, 원료 가스를 진공 배기하는 공정 도중에서 촉매선에 연속 통전함으로써, 촉매선의 온도를 대기 온도로 유지하였다.
- [0091] 그리고, 이상의 공정을 촉매선이 끊어질 때까지 반복 행하였다.
- [0092] [비교예]
- [0093] 비교예에서는 반응실 내를 사전에 진공 배기하는 공정 및 원료 가스를 진공 배기하는 공정 도중에서 촉매선에 통전하지 않았다. 그 밖은 실시예와 마찬가지로 행하였다.
- [0094] [결과]
- [0095] 실시예에서는 비교예에 비하여, 촉매선의 수명을 2배 이상으로 향상시킬 수 있었다. 이러한 결과에 이른 것은, 실시예에서 촉매선에 연속 통전했기 때문에, 촉매선의 팽창과 수축을 완화할 수 있었기 때문이다.
- [0096] 또한, 일본 특허 출원 제2009-230598호(2009년 10월 2일 출원)의 전체 내용이 참조에 의해 본원 명세서에 도입되어 있다.
- [0097] <산업상 이용가능성>
- [0098] 이상과 같이, 본 발명에 따른 촉매 CVD 장치는 촉매선의 장기 수명화를 가능하게 할 수 있기 때문에, 촉매 CVD 장치의 제조 분야에서 유용하다. 또한, 본 발명에 따른 막의 형성 방법 및 태양 전지의 제조 방법은 양산성을 향상시킬 수 있기 때문에, 태양 전지의 제조 분야에서 유용하다.

**부호의 설명**

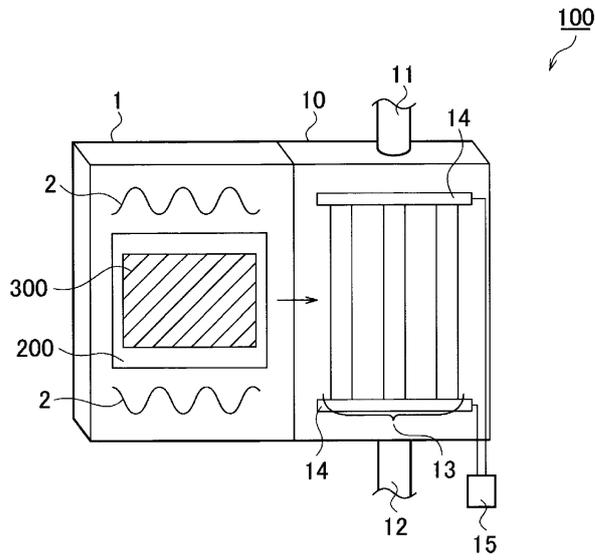
- [0099] 1: 수납실
- 2: 가열 기구
- 10: 반응실
- 11: 가스 공급관
- 12: 가스 배출관
- 13: 촉매선
- 14: 설치부
- 15: 전원
- 100: 촉매 CVD 장치

200: 기재 트레이

300: 기재

도면

도면1



도면2

