

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

|   |  |                             |
|---|--|-----------------------------|
| (51) Int. Cl. <sup>7</sup><br>H01L 21/203 |  | (45) 공고일자<br>2000년 10월 16일  |
|   |  | (11) 등록번호<br>10-0269936     |
|   |  | (24) 등록일자<br>2000년 07월 26일  |
| (21) 출원번호                                 | 10-1996-0069916  | (65) 공개번호<br>특 1997-0052053 |
| (22) 출원일자                                 | 1996년 12월 21일  | (43) 공개일자<br>1997년 07월 29일  |
| (30) 우선권 주장                               | 95-350359 1995년 12월 22일                                    | 일본(JP)                      |
| (73) 특허권자                                 | 캐논 가부시끼가이샤 미다라이 후지오  |                             |
| (72) 발명자                                  | 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고<br>모리야마 고오이찌로                 |                             |
|   | 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내<br>에찌젠 히로시       |                             |
|   | 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내<br>가나이 마사히로      |                             |
|   | 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내<br>오오또시 히로카즈     |                             |
|   | 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내<br>요시노 다케히토      |                             |
|   | 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내<br>야스노 아쯔시       |                             |
|   | 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내<br>요시다 고오헤이      |                             |
|   | 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내<br>미야모토 유우스께     |                             |
| (74) 대리인                                  | 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내<br>구영창, 장수길, 주성민 |                             |

심사관 : 조현동

(54) 퇴적막형성방법및장치

요약

수율을 개선하고 안정적 방전으로 균일한 특성과 균일한 두께를 갖는 퇴적막을 연속 형성할 수 있도록 성막면 상에 스크래치를 남기지 않는 퇴적막 형성 방법 및 퇴적막 형성 장치를 제공하기 위해서, 방전 공간의 일부를 형성할 수 있도록 퇴적막이 길이 방향으로 연속 반송되는 벨트형 기판에 의해서 형성되며, 상기 기판은 방전 공간의 일부를 형성하는 기판의 횡단면 형상을 롤러로 만곡 형상으로 만들면서 반송되는 것을 특징으로 한다.

대표도

도1

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 성막 장치의 일례의 구조를 도시한 개략 단면도.

도2는 웨브가 성막 장치 내에 반송된 상태를 도시한 개략 단면도.

도3 내지 도5는 웨브가 형성되는 방법을 도시한 개략 사시도.

도6 및 도9는 본 발명에 따라 웨브가 반송된 상태를 도시한 개략 단면도.

도7 및 도10은 본 발명에서 웨브가 변형되는 방법을 도시한 개략 사시도.

도8은 성막 장치의 양호한 실시예의 구조를 도시한 개략 단면도.

도11은 성막 장치의 일례를 도시한 개략 단면도.

도12는 스티어링 기구의 일례를 도시한 개략 사시도.

**< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >**

101, 201, 301 : 성막 챔버  
 102, 202, 302 : 방전 상자  
 103, 203, 303 : 방전 공간  
 104, 204, 304 : 웨브  
 105, 205, 305 : 개구 조정판  
 106, 206, 306 : 원통형 자기 롤러  
 107, 207, 307 : 반사기  
 108, 208, 308 : 히터  
 109, 209, 309 : 반사기  
 110, 210, 310 : RF 발전기  
 111, 211, 311 : 안테나  
 112, 212, 312 : 어플리케이션터  
 113, 213, 313 : 간극  
 801 : 기판 조출 챔버  
 802 : 제1 도프 층 형성 챔버  
 803 : 제2 도프 층 형성 챔버  
 804 : 기판 권취 챔버

**발명의 상세한 설명****발명의 목적****발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술**

본 발명은 퇴적막(deposited-film) 형성 방법 및 장치에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 벨트형 기판(이후에는 "웨브"라 함)을 진공 챔버 내에서 길이 방향으로 연속 반송하면서 이 웨브 상에 퇴적막이 형성되도록 된 퇴적막 형성 방법 및 장치에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 소위 태양 전지로 불리는 광전지 기구의 연속 형성에 적합한 롤 대 롤(roll-to-roll) 시스템에 응용할 수 있는 퇴적막 형성 방법 및 장치에 관한 것이다.

근래, 태양 전지를 사용하는 태양광 전기 발생 방법이 환경 파괴가 없는 청정 시스템으로서 관심을 끌고 있으며, 태양 전지를 실제로 사용할 수 있도록 여러 접근책 및 개발이 이루어지고 있다.

태양 전지를 실제로 사용하기 위해서는, (1) 충분히 높은 광전 변환 효율을 가져야 하고, (2) 시간 경과에 대하여 안정된 특성을 가져야 하고, (3) 대량 생산이 가능해야 한다는 것이다. 그리고, 일반적인 주력이 약 3 kW의 전력을 공급받을 필요가 있다고 가정하면, 약 10%의 광전 변환 효율을 갖는 태양 전지에 의해 모든 전력이 공급되는 경우에 태양 전지는 약 30 m<sup>2</sup>의 면적을 가져야 하므로 100,000 세대에 필요한 전력을 공급하기 위해서는 태양 전지가 적어도 3,000,000 m<sup>2</sup>의 면적을 가져야 한다.

이러한 상황에서, 단결정 실리콘을 사용하여 제조되는 태양 전지보다 낮은 비용으로 제조할 수 있는 비결정 실리콘 태양 전지가 더 관심을 끌고 있다. 그것은 반도체 박막이 유리 또는 금속 시트 등의 비교적 값싼 기판 상에 퇴적되도록 글로우 방전에 의해 분해되는 실란 등의 사용될 원료 가스가 용이하게 수득 가능하기 때문이다.

그에 따라, 비결정 실리콘 태양 전지를 제조하는 방법 및 장치로는 여러 가지가 제안되어 있다.

예를 들어, 미국 특허 제4,485,125호에는 도1에 도시된 롤 대 롤 시스템을 사용하는 연속 플라즈마 CVD 장치가 개시되어 있다.

도1에 도시된 것처럼 이 연속 플라즈마 CVD 장치(1100)에서, 성막 챔버(1101 내지 1106)는 상부에서 보면 직선형으로 배열되어 있고 측면에서 보면 체인 형상으로 배열되어 있다(도1은 개략적인 측면면도). 성막용 기판으로서의 소정의 폭을 갖고 충분한 길이를 갖는 벨트형 기판(웨브, 1107)이 사용되었다.

성막 챔버(1101 내지 1106) 내측에는 소정의 반도체 층들이 형성되는 글로우 방전 구역이 마련되어 있는데, 이 영역은 웨브(1107) 및 고주파 전극(1108 내지 1113)에 의해 각각 둘러싸여 있다. 웨브(1107)는 모든 글로우 방전 구역에 대하여 연속 노출되도록 반송된다.

각 성막 챔버들 사이의 연결부에서, 소위 가스 게이트로 불리는 게이트(1114)들은 챔버들을 스페이서에 의해 분리하도록 마련된다. 가스 게이트(1114)는 인접 성막 챔버들 안에 공급되는 원료 가스를 격리하여 이들 상호간의 확산을 방지하며, 웨브가 상기 가스들을 통과할 수 있게 해주는 기능을 한다. 이들 가스 게이트(1114)들이 있음으로 해서, 웨브(1107)가 인접 성막 챔버에 연속 반송될 때 소정 성막 챔버 내의 원료 가스는 왕복 이동하지 않으며, 이로써 소정의 전도 형태를 갖는 반도체 층들이 퇴적될 수 있게

된다.

미국 특허 제4,440,107호에는 웨브를 각 성막 챔버 내에 지지하여 반송하는 자기 롤러와, 이 자기 롤러의 복사 히터가 개시되어 있다.

자기 롤러는 영구 자석을 내부에 갖추고 있으며 강자성 재료로 된 웨브를 자기적으로 현수하고 있다. 이 자기 롤러는 적절하게 배치되어 있어서 웨브가 실질적으로 동일 평면에 지지유지하면서 반송될 수 있게 해준다.

복사 히터는 웨브를 소정 온도까지 가열할 수 있다. 이 연속 플라즈마 CVD 장치(1100)를 구동시킴으로써, 소정의 반도체 층들이 글로우 방전에 의해 웨브 상에 형성되면서 웨브(1107)가 길이 방향으로 연속 반송되며, 이로써 반도체 층들이 웨브(1107) 상에 중첩식으로 형성되고 소정의 반도체 접합 소자를 연속 형성할 수 있다. 그 결과, 큰 면적을 갖는 (예를 들어 태양 전지인) 반도체 접합 소자를 대량 생산할 수 있게 된다. 따라서, 롤 대 롤 시스템은 태양 전지의 대량 생산에 적합한 공정이다.

한편, 현재에는 초단파를 사용하는 플라즈마 공정이 관심을 끌고 있다. 초단파는 고주파를 가지며, 이로 인한 에너지 밀도도 종래의 고주파(RF) 웨이브가 사용되는 경우에 비해 높게 할 수 있다. 따라서, 초단파는 플라즈마를 양호한 효율로 발생시켜 유지하는 데 적합하다.

예를 들어, 미국 특허 제5,510,151호에는 초단파 플라즈마 CVD를 사용하는 롤 대 롤 시스템의 퇴적막 형성 방법 및 장치가 개시되어 있다. 플라즈마가 초단파를 사용하여 발생될 때 낮은 압력에서도 퇴적막이 형성될 수 있다. 또한, 퇴적된 막의 특성을 저하시키는 활성 종들의 중합화(polymerization)를 방지할 수 있어서 고품질의 퇴적막을 얻을 있으며 폴리실란 등의 파우더가 발생하는 것을 피할 수 있고 성막 속도를 현저하게 개선할 수 있는 것으로 기재되어 있다.

롤 대 롤 시스템을 포함하는 벨트형 기관(웨브) 반송 수단을 사용하여 태양 전지를 대량 생산하기 위하여, 웨브는 길고 넓게 제조될 수 있다. 그러나, 웨브가 길고 넓게 제조되면 웨브가 기관용 히터에 의해 소정 온도로 가열되거나 플라즈마로부터 공급되는 열에 의해 가열되기 때문에 웨브가 변형되는 문제점이 발생할 수도 있다. 롤 대 롤 시스템을 포함하는 웨브 반송 수단을 사용하는 연속 플라즈마 CVD 장치의 경우에, 웨브는 열 변형을 받을 수 있고 이때에 웨브의 변형된 부분은 나중에 설명하는 것처럼 챔버들 사이를 연통시키는 개구를 형성하기 위한 개구 조정판에 접촉하게 되어, 웨브가 자체의 성막면 상에 스크래치를 갖게 되어 이 부분에서의 성막 결함을 일으키고 장치가 이 부분에서 결함을 갖거나 반도체 접합 소자의 파단을 일으키게 된다.

웨브가 방전 상자의 커버를 형성하는 방식으로 반송되는 경우에, 웨브의 열 변형은 웨브와 방전 상자를 형성하는 다른 부재들 사이에 갭을 야기하여 방전 상자 내의 플라즈마가 누설되어 방전을 불안정하게 할 수 있다.

### **발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

본 발명의 목적은 상기에 설명한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 성막면(즉, 퇴적막 형성면) 상에 스크래치를 일으키지 않으면서 높은 생산성으로 대량 생산이 가능한 퇴적막 형성 방법 및 장치를 마련하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 안정된 방전이 가능하고 균일한 품질 및 두께를 갖는 퇴적막을 연속 형성할 수 있는 퇴적막 형성 방법 및 장치를 마련하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 방전 공간의 일부를 형성하도록 벨트형 기관(웨브)을 기관의 길이 방향으로 연속 반송하는 단계와, 웨브 상에 퇴적막을 연속 형성하는 단계를 포함하며, 상기 웨브는 방전 공간의 일부를 형성하는 웨브의 횡단면 형상이 웨브의 반송 방향을 횡단하는 방향에서 보았을 때 만곡된 형상으로 유지하면서 반송되도록 된, 퇴적막 형성 방법을 마련하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 길이 방향으로 연속 반송되는 웨브와, 방전 공간의 일부를 형성하도록 웨브를 반송하는 수단과, 웨브 상에 퇴적막을 연속 형성하는 수단을 포함하는 것으로서, 상기 웨브 반송 수단은 방전 공간의 일부를 형성하는 웨브의 횡단면 형상을 웨브의 반송 방향을 횡단하는 방향에서 보았을 때 만곡된 형상으로 되게 하며 반송시키는 롤러를 포함하는, 퇴적막 형성 장치를 마련하는 것이다.

### **발명의 구성 및 작용**

본 발명에서는 상기에 설명한 목적을 달성하기 위하여, 퇴적막은 웨브의 횡단면 형상이 방전 공간의 일부를 형성하는 특정 형상으로 되면서 형성된다. 특히, 방전 공간의 일부를 형성하도록 웨브를 그 길이 방향으로 연속 반송하는 단계와, 웨브 상에 퇴적막을 연속 형성하는 단계를 포함하며, 웨브가 그 횡단면 형상이 만곡 형상으로 유지되면서 반송되도록 된, 퇴적막 형성 방법에 의해 상기 목적이 달성된다.

본 발명에서, 만곡 형상은 상향 볼록 곡면 또는 하향 볼록 곡면을 가질 수 있으며, 이 곡면은 타원 곡면 또는 둘 이상의 변곡점을 갖는 곡면으로 될 수도 있다.

본 발명에서, 웨브는 그 횡단면이 만곡 형상으로 유지되면서 반송되는 구역이외의 구역에서는 평면으로 유지될 수 있다. 또한, 웨브는 방전 공간의 웨브 반송 측면 상의 개구 영역에 형성된 만곡면을 따라 반송될 수도 있다.

본 발명에서, 퇴적막은 물론 플라즈마 CVD에 의해 형성될 수도 있으며, 본 발명의 방법은 상기 목적을 달성할 수 있는 반도체 층을 형성할 수 있도록 한다.

길이 방향으로 연속 반송되는 웨브와, 방전 공간의 일부를 형성하도록 웨브를 반송하는 수단과, 웨브 상에 퇴적막을 연속 형성하는 수단을 포함하며, 상기 웨브 반송 장치에 웨브의 횡단면 형상을 만곡 형상으로 만드는 롤러가 제공되도록 된, 퇴적막 형성 장치에 의해 상기 본 발명의 목적이 달성된다.

본 발명의 퇴적막 형성 장치에서, 롤러는 장구(즉 통체가 내향 만곡된 북 또는 보빈) 또는 드럼(통체가 외향 만곡된 북이나 배럴) 또는 하나 이상의 좁은 부분을 갖는 조롱박의 형상을 취한다. 방전 공간을 구성하는 부재는 웨브 반송 측면 상의 만곡 형상부를 따라 만들어진 개구를 가지며, 상기 부재에는 만곡 형상부를 따라 만들어진 개구이외의 부분에서 웨브를 평면으로 유지하는 수단이 제공될 수 있다.

전술한 바와 같이, 본 발명은 방전 공간의 일부를 형성하는 웨브의 횡단면 형상이 만곡 형상으로 되어서 웨브가 매회의 반송 중에 열 등의 요소에 의해 그 횡단면 형상이 변화하지 않도록 하는 개선을 제공한다.

따라서, 본 발명에 따르면 웨브의 형상은 반송 중에 시간 경과에 따라 변화되지 않으므로 웨브의 성막면 또는 이 성막면 상에 형성된 퇴적막 상에 스크래치가 일어나지 않아서 생산성을 저하시키지 않는다. 또한, 불안정한 방전을 억제할 수 있다.

본 발명의 발명자들은 다음 사항에 주의하였으며, 상기 본 발명의 구성을 얻기 위한 연구도 했다.

연구를 위해서, 도1에 도시된 롤 대 롤 시스템의 연속 플라즈마 CVD 장치(1100)를 사용했다.

장치(1100)에서, 복사 히터(이후에는 "히터"라 함)들을 성막 챔버(1101, 1102, 1103, 1104, 1105, 1106) 내에 각각 제공된 글로우 방전 구역(이후에는 "방전 공간"이라 함)들 바로 위에 마련했다. 이들 히터는 웨브(1107)를 소정 온도로 가열한다.

도1에 도시된 장치에서, 웨브(1107)가 방전 공간 바로 위로 반송되었을 때 웨브(1107)의 성막면의 후방면이 히터에 의해 가열된다. 한편, 성막면은 플라즈마에 노출되고, 플라즈마로 고온으로 가열된다.

본 발명의 발명자들은 방전 공간 상에서 가열된 웨브의 형상이 도2 및 도3에 도시된 웨브(304, 504)와 같이 수개의 정점을 갖는 파형으로 변형될 수 있는 것을 발견했다. 또한, 이러한 변형 형상은 시간 경과에 따라 변화한다는 것도 발견했다.

웨브의 열 변형의 예에 대해서는 도2를 참조하여 나중에 설명한다.

도1에 도시된 롤 대 롤 시스템의 연속 플라즈마 CVD 장치(1100)에서는 RF 전력 또는 초단파 전력을 사용할 수 있다. 초단파 전력을 사용하는 실시예의 경우에 대하여 설명한다.

도2에서, 부호 301은 성막 챔버, 302는 방전 상자, 303은 방전 공간, 304는 웨브, 305는 개구 조정판, 306은 원통형 자기 롤러, 307은 베어링, 308은 히터, 309는 반사기, 310은 RF 발진기, 311은 안테나, 312는 어플리케이션, 313은 간극이다. 도2는 웨브 반송면 상에서 취한 개략 단면도이다. 재질은 SUS430BA로, 360 mm의 폭과 0.125 mm의 두께를 갖도록 제조된 웨브(313)가 반송 방향으로 50 kg의 장력이 인가된 상태 하에서 635 mm/min의 반송 속도로 이동되는 경우에 대하여 설명한다.

성막 챔버(301)에는 200(D)×140(H)×400(W)의 크기를 갖는 방전 상자(302)가 내부에 마련되어 있다.

개구 조정판(305)은 웨브 입구측과 웨브 출구측에서 웨브(304)에 면하는 측면 상에서 방전 상자(302) 내에 제공된다. 개구 조정판의 크기는 변경가능하며, 이로써 웨브가 플라즈마에 노출되는 시간을 변경할 수 있어서 웨브 상에 소정 두께로 퇴적된 막을 얻을 수 있다.

방전 공간(303)은 성막 가스가 방전 공간 안으로 공급되게 해주는 노즐 또는 구멍(도시 생략)을 갖는다. 예를 들어, SiH<sub>4</sub> 가스, GeH<sub>4</sub> 가스 및 H<sub>2</sub> 가스는 방전 공간 안에 SiH<sub>4</sub>가 120 SCCM, GeH<sub>4</sub>가 120 SCCM 및 H<sub>2</sub>가 200 SCCM의 가스 유동률로 각각 공급된다. 방전 공간의 내측은 12.0 mmTorr의 압력을 갖는다.

이에 대한 연구를 위하여, 2.45 GHz의 주파수와 400 W의 출력을 갖는 초단파 전력을 어플리케이션(321)을 통해서 인가하여 방전 공간에 플라즈마를 발생시켰다.

13.56 MHz의 주파수와 1,500 W의 출력을 갖는 고주파 웨이브는 RF 바이어스 전력을 인가하기 위해 RF 발진기(310)로부터 안테나(311)에 이르기까지 더 인가되었다.

웨브는 300 °C의 웨브 온도를 갖도록 방전 상자 바로 위에 마련된 램프 히터(308, 총 500 W×10 개의 램프)에 의해 가열되었다.

개구 조정판(305)과 자기 롤러(306) 사이의 거리(간극, 313)는 예를 들어 4 mm로 설정될 수 있다. 사용된 자기 롤러(306)는 원통 형상을 취한다.

상기 조건하에서, 비결정 실리콘 화합물 막은 5 시간의 주기에 걸쳐 웨브 상에 연속 형성되었다.

성막 과정에서, 웨브의 형상은 도2 또는 도3에 도시된 것처럼 방전 상자(302, 502) 바로 위에 위치하였을 때 웨브의 폭방향으로 웨이브 형상으로 변화되었다. 웨이브는 폭방향으로 180 mm의 주기를 갖고 변형되었다.

웨브 통로의 간극이 방전 공간 입구측과 출구측 상에서 각각 4 mm이기 때문에 변형은 진폭 4 mm의 변형도를 갖도록 제한된다. 그러나, 웨브는 이의 변형 피크에서 개구 조정판(305)에 접촉하게 되어 성막면 상에 깊은 절결 스크래치를 일으키고 반도체 접합부를 파단시켜 분류(shunt)라는 문제를 일으킨다. 이는 수율을 현저히 저하시키는 원인이 된다.

따라서, 이러한 파손을 피하기 위하여 방전 상자에서의 웨브 통로의 간극은 10 mm로 넓게 하여 상기에서와 동일한 실험을 하였다. 그 결과, 개구 조정판과 웨브의 접촉에 의해 일어나는 스크래치가 덜 발생하더라도, 플라즈마가 방전 공간으로부터 간극을 통해서 외측으로 누설되어 불안정한 초단파 방전의 문제를 일으킨다.

상기 문제점을 피하는 수단으로서 웨브가 상부 롤러와 하부 롤러 사이에 유지되는 방식으로 웨브를 평평하게 만드는 것이 있다. 그러나, 이 방법은 성막면을 물리적으로 손상시킬 가능성을 많이 가지며 용이하게 사용할 수 없다.

상기 문제점을 근본적으로 해결하기 위하여, 변형 하에 있는 웨브의 형상을 제어할 필요가 있다.

따라서, 웨브가 변형되는 이유를 먼저 검토하였다.

웨브 상에 막을 연속적으로 형성하는 롤 대 롤 시스템을 포함하는 연속 플라즈마 CVD 장치에서는 웨브가 방전 공간 바로 위로 반송되었을 때 웨브의 성막면 후방면은 히터로 가열하고 성막면은 플라즈마에 의해 가열하여 고온으로 한다. 한편, 웨브가 방전 공간 바로 위의 구역이외의 구역으로 반송되었을 때 웨브의 온도는 주로 복사 냉각에 의해 떨어진다. 따라서, 웨브의 반송 방향에 걸쳐서 웨브 상의 몇몇 구역에서 온도차가 존재한다. 또한, 웨브는 복수개의 방전 공간을 통과하는 동안 반복적으로 가열 및 냉각된다.

현재, 이러한 변형 또는 응력 변형은 다음의 작동 방식에 의해 일어나는 것으로 추정된다.

일반적으로, 웨브의 고온부는 열 팽창 때문에 저온부보다 큰 웨브 폭을 갖는다. 여기서, 두께 방향으로의 팽창은 매우 작아서 무시해도 되는 정도이다. 또한, 반송 방향으로의 팽창은 긴 반송 통로에 비해 작으며, 반송 방향으로의 팽창이기 때문에 실질적으로 무시해도 된다.

그러나, 웨브 폭방향으로의 팽창은 무시할 수 없는 요소이며, 이것이 주로 변형을 일으키는 것으로 추정된다. 이하에 웨브가 폭방향으로 팽창할 때 일어나는 현상에 대하여 설명한다.

도3 및 도4는 고온부와 저온부의 웨브(404, 504)가 연속적으로 배치되는 예를 개략적으로 도시한다. 웨브를 지지하는 자기 롤러는 원통형 자기 롤러가 사용되는 예로써 도시하였다.

웨브의 위치에 따른 팽창 차이에 의해 야기된 현상을 고려할 때, 상이한 폭을 갖춘 웨브가 연결되는 모델로서 고려될 수 있다.

인장력은 반송 방향으로 웨브에 인가되기 때문에, 상부로부터 관측되는 웨브 폭은 거의 변하지 않는다. 따라서, 압축력은 고온부에서의 웨브 폭을 저온부에서의 웨브 폭으로 조절하도록 고온부에서의 웨브의 중앙을 향해 작용한다.

압축력 또는 인장력이 박판 상에 작용할 때, 박판은 일반적으로 알려진 것과 같이 그 힘의 방향에 직각인 방향으로 변형되는 경향이 있다. 따라서, 웨브는 압축력으로 인해 웨브의 직각 방향으로 변형된다.

전형적인 성막 온도에서의 웨브 폭 방향 열 팽창과 그 때의 변형 양은 예에 의해 기재하기로 한다.

웨브가 SUS 430으로 제조되고 실내 온도 25℃에서 360 mm의 폭과 0.125 mm의 두께를 갖는 예를 고려하기로 한다.

도5는 웨브의 단면을 도식적으로 도시한다. 웨브는 360 mm의 폭(1)을 갖는다. 반송 방향은 x로 나타내고, 그것과 직각으로 만나는 폭 방향은 y로 나타낸다. 25℃에서 편평한 웨브 형태는 파선에 의해 도시된다.

360 mm의 웨브 폭을 갖도록 압박될 때 팽창시키기 위해 가열된 웨브가 호형으로 변형된다고 가정하면, 호형 정점면으로부터의 변형 양(Q)은 표1에 도시된 결과를 얻도록 결정된다.

[표 1]

| 웨브 온도 | 웨브 폭     | 25℃에서의 웨브 폭과의 차 | 변형량(Q) |
|-------|----------|-----------------|--------|
| 200℃  | 361.0 mm | 1.0 mm          | 13 mm  |
| 300℃  | 361.6 mm | 1.6 mm          | 17 mm  |

표1에서와 같이, 변형 양(Q)은 일예로 300℃의 웨브 온도에서 17 mm에 이르고, 따라서 방전 공간 입구 측면 및 웨브가 관통하는 방전 공간 출구 측면 상의 간극은 그것보다 더 작게 제작될 수 없다. 원통형 자기 롤러가 사용되는 실제의 장치 구성에서, 가열된 웨브는 호형도 아니고 평면도 아닌 횡단면 형태를 갖고, 도2에 도시된 파형으로 자발적으로 변형된다. 웨브가 평면인 경우에, 웨브는 자기 롤러와 선접촉되어 강한 자력을 얻게 된다.

그러나, 도2에 도시한 바와 같이 웨브가 가열된 경우에, 웨브 형태의 정점은 원통형 자기 롤러와 점 접촉만을 하게 되고 약한 자력만을 얻게 되어, 자기 롤러에 영향을 미치는 웨브 지지 효과의 감소를 가져온다. 또 다른 문제점도 나타났다.

웨브는 또한 방전 공간의 일부를 구성하기도 하므로, 초단파 플라즈마 방전을 안정적으로 유지하기 위해, 방전 상자로 구성된 방전 공간과 웨브 및 방전 공간과 그 외부 사이의 틈새의 형태 및 크기가 항상 일정한 것이 바람직하다. 그러나, 웨브의 형태는 시간 경과에 따라 일정하지 않기 때문에, 이러한 형태 변화는 방전 안정성에 손상을 준다.

여기서, "가열", "인장력" 및 "웨브"의 관점으로부터, 웨브의 형태가 시간이 지남에 따라 일정하지 않은 이유는 다음과 같이 설명될 수 있는 데, 첫째로 "가열"의 관점으로부터, 히터는 웨브를 소정 온도로 유지하기 위해 그 출력을 제어함으로써 온도를 제어한다. 그러나, 웨브는 열 용량이 작기 때문에, 히터 출력이 약간만 변동되어도 웨브 온도까지 변동된다. 따라서, 웨브의 팽창은 변형으로 인해 형태 변화를 야기한다. 즉, 웨브의 형태가 열의 유입 및 유출의 관점에서 시간 경과에 따라 일정하게 되지 않을 가능성이 크다.

"인장력"의 관점으로부터, 웨브의 형태는 시간 경과에 따라 일정하지 않다. 구체적으로 설명하면, 몇몇 경우에 연속 플라즈마 CVD 장치는 권취 롤 단부를 정돈하는 기구로서, 이후에 기재된 스티어링 기구와 함께 사용된다. 폭 방향으로의 인장력은 스티어링 기구가 구동되는 경우와 정지되는 경우 사이의 크기의 차이를 갖는다. 이러한 차이는 웨브의 형태에 영향을 준다. 따라서, 웨브의 형태는 시간 경과에 따라 일정하지 않다.

"웨브"의 관점으로부터, 일예로 SUS 스테인레스강으로 제조된 얇은 두께의 웨브가 사용되는 경우에, 변형

(strain)으로 인한 형태는 웨브 고유의 비균일성으로 인해 변경된다. 보다 구체적으로, 얇은 웨브의 생산시에, 완전히 균일한 두께, 경도등을 갖는 웨브를 생산하는 것은 어려운 일이며, 이러한 특성을 갖는 몇몇 변경예가 대개 발생된다. 미소한 비균일성을 갖는 그러한 웨브가 연속 플라즈마 CVD 장치로 반송될 때, 위와 같이 웨브가 이동하게 되면 자발적인 변형 형태는 변경된다.

전술된 대로, 웨브의 변형 형태는 웨브 온도의 변화와, 스티어링 기구의 구동 및 정지의 반복 및 웨브의 반송에 따라 다양하게 변경됨을 알 수 있다. 따라서, 웨브의 형태가 시간 경과에 따라 변하기 때문에, 웨브와 접하지 않는 개구 조정판을 제작하는 것은 어려운 일이고, 틈새가 그 사이에 제공될 때에도, 성막 연은 스크래치되어 항복강도를 감소시키고 불안정한 방전을 야기한다.

본 발명에서, 위의 문제점을 해결하기 위해, 방전 공간의 웨브 구성부의 횡단면 형태는 웨브가 본 발명에 따른 자기 롤러의 주변 형태에 끼워맞춤되도록 곡선 형태로 되어, 그 횡단면 형태가 항상 일정한 웨브를 제작한다.

본 발명의 프로세스의 구성 및 장치는 도면을 참조로 이하에 더 상세히 기재하기로 한다.

도6은 본 발명에 따른 장치의 횡단면을 도시한 것이다. 그 횡단면은 웨브 반송 방향과 직각을 이룬다. 도6에서, 도면 부호 101은 성막 챔버, 102는 방전 상자, 103은 방전 공간, 104는 웨브, 105는 개구 조정판, 106은 핸드 드럼(또는 보빈)형태의 자기 롤러, 107은 베어링, 108은 히터, 109는 반사판, 110은 RF 발전기, 111은 안테나, 112는 어플리케이션, 및 113은 간극을 나타낸다. 즉, 롤러(106)는 샤프트를 따른 횡단면과 같이 중앙을 향해 오목하게 만곡된다.

도6에서, 성막 챔버(101)는 이하에 상세히 도시되고 도8에 도시된 롤 대 롤 형태의 플라즈마 CVD 장치의 3 개의 반도체 박막 형성 챔버 중 하나이고, i 형태의 층 형성 챔버(854)에 바람직하게 사용될 수 있는 예를 특별히 도시한 것이다.

도6에서, 성막 챔버(101)는 진공 유지 수단, 가스 공급 및 방전 수단, 전력 공급 수단, 웨브 가열 수단 및 웨브 반송 수단을 갖는다. 성막 챔버(101) 내부에, 방전 공간(103)이 방전 상자(102)의 내벽과 웨브(104)의 면에 의해 형성된다. 이러한 방전 공간(103) 안으로 소정의 가스가 공급되며, 소정의 초단파 전력이 어플리케이션을 통해 공급되어 글로우 방전을 발생시키고 가스를 분해시킨다. 막 성능을 개선시키기 위해, RF 발전기(110)로부터의 RF 전력은 웨브(104) 상의 소정의 반도체 막을 형성하기 위해 안테나를 통해 플라즈마에 인가된다.

웨브(104) 상에 반도체 막을 형성하는 경우, 웨브(104)는 히터(108)에 의해 소정의 온도로 미리 가열된다.

도6에서, 웨브(104)는 상향 볼록한 타원형 곡선을 갖는 횡단면 형태를 갖는다. 보빈 형태의 자기 롤러(106)는 웨브(104)와 접하는 일부분에서 상향 볼록한 타원형 곡선(즉, 오목면에 대응하는 선)을 갖는 횡단면을 갖는다.

개구 조정판(105)은 상부 덮개로서 제공되는 웨브(104)가 상향 볼록한 곡면을 유지하는 동안 반송될 수 있도록 타원형 곡선과 동일 형태를 갖는 상부 단부를 갖는다.

더 구체적으로, 방전 상자(102)는 실제로 직사각형 형태를 갖고, 그 상부는 개구 및 개구 조정판으로 구성된다. 그 4 개의 측면 중, 반송 방향에 대항하는 2 개의 측면은 각각 3 개의 직선과 개구 조정판(105)의 상부 단부에 대응하는 1 개의 곡선으로 형성된 형태를 갖는다. 다른 2 개의 측면은 각각 상기 한 개의 측면에 직각 방향으로(즉, 폭 방향으로) 대항하고 기부는 각각 직사각형 형태를 갖는다.

도6에 도시된 대로, 보빈 형태의 자기 롤러(106)는 방전 상자(102)의 입구 및 출구 각각의 근방에 차례로 제공된다. 이러한 보빈 형태의 자기 롤러(106)에 자기적으로 유인된 웨브(104)는 상향 볼록한 만곡면을 갖도록 웨브 온도에 상관 없이 보빈 형태의 자기 롤러(106)에 의해 강제 변형된다.

본 발명에서, 웨브(104)는 웨브 온도에 상관 없이 그 외주면을 따라 보빈 형태의 자기 롤러(106)에 접하게 되어, 자력이 양호하게 작용할 수 있게 된다.

더 구체적으로, 본 발명의 장치에서, 웨브(104)의 형태는 웨브(104)가 가열로 인해 열 팽창할 때 타원형 곡선을 따라 유사 형태로 변경되고, 열 팽창 계수에 대응하는 크기 만큼 신장된다. 그 결과, 웨브(104)는 도3에 도시된 대로 웨브 형태로 자발적으로 변형된 형태를 갖지 않고 도7에 도시된 상향 볼록한 만곡면을 갖는다.

본 발명의 장치에서, 웨브(104)는 방전 상자(102) 외부의 일부분으로 반송될 때 플라즈마 히터에 의해서 가열되지 않고, 웨브(104)의 온도가 떨어지도록 거기서 복사 냉각된다. 웨브(104)의 온도가 떨어지는 부분에서, 웨브(104)의 형태는 본래 평면으로 복귀하며, 따라서 웨브(104)의 형태는 가스판 안으로 들어가기 전에 자연 냉각 또는 강제 냉각에 의해 평면으로 복귀된다.

본 발명에서, 자기 롤러(106)는 전술된 대로 보빈 형태의 자기 롤러(106)로 제한되지 않고, 도6에 도시된 대로 웨브(104)의 횡단면 형태를 상향 볼록한 곡선으로 되게 한다. 도9에 도시된 하향 볼록한 타원형 곡선으로 웨브를 변형시키는 드럼(또는 배럴) 형태의 자기 롤러(206), 또는 도10에 도시된 대로 2 개 이상의 변곡점을 갖는 곡선으로 웨브를 변형시키는 바가지 형태의 자기 롤러를 이용하여 도6의 경우와 동일한 효과를 또한 달성할 수 있다.

도9는 일례로 챔버(802)를 형성하는 제1 도프 층 또는 도8에 도시된 롤 대 롤 장치 형태의 플라즈마 CVD 장치(800)의 챔버(803)를 형성하는 제2 도프 층으로 바람직하게 이용 가능한 장치의 도식적인 단면도이다. 도6에 도시된 장치에서 플라즈마가 초단파를 이용하여 발생되는 동안, 도9에 도시된 장치는 그렇게 구성되어 플라즈마는 RF 전력을 이용하여 발생된다.

도9에 도시된 장치에서, 도면 부호 201은 성막 챔버, 202는 방전 상자, 203은 방전 공간, 204는 웨브, 205는 개구 조정판, 206은 드럼(또는 배럴) 형태의 자기 롤러, 210은 RF 발전기, 211은 방전 전극, 및 213은 간극을 나타낸다. 즉, 롤러(206)는 샤프트를 따르는 그 단면과 같이 중앙을 향해 볼록 만곡된 단

면 형태를 갖는다.

도9에 도시된 장치는 RF 전압이 방전 전극(211)과 웨브(204) 사이에 작용하여 글로우 방전을 발생시키고 방전 공간(203) 안으로 공급된 가스를 분해시키는 것을 제외하고는 도6에 도시된 것과 동일 방식으로 작동된다. 도9에서, 배열 형태의 자기 롤러(206)가 자기 롤러로서 사용되는 장치 구성을 도시하고 있다. 도9에서, 이러한 배열 형태의 자기 롤러(206)에 자기 유인된 웨브(204)는 하향 볼록한 만곡면을 갖도록 변형되고 도6에 도시된 장치의 웨브와 반대인 예를 도시하고 있다. 이러한 예에서, 웨브(204)의 형태는 웨브(104)가 가열로 인해 열 팽창할 때 하향 볼록한 타원형 곡선을 따라 유사하게 변경된다.

도10에 도시된 바가지 형태의 자기 롤러가 사용될 때, 웨브는 웨브의 자연 변형의 형태와 유사한 형태, 즉 도3에 도시된 웨브(504)의 파형에 가까운 형태로 강제 변형될 수 있다. 웨브가 자연 변형에 가까운 형태를 갖기 때문에, 웨브의 형태가 더 안정적으로 될 수 있다. 이러한 경우에 웨브는 파형으로 변형되지만, 그러한 형태는 제어하에 있기 때문에 전술된 문제점을 방지할 수 있다. 또한, 보빈 형태 또는 배열 형태의 자기 롤러의 가장 넓은 부분의 직경 보다 더 작은 가장 넓은 부분의 직경을 갖는 자기 롤러에 의해 동일 효과를 얻게 되어, 크기가 더 작은 장치를 제작할 수 있다.

당연히, 웨브를 변형시키는 롤러의 형태는 전술된 것들에 제한되지 않고, 적절히 수정된다. 어떠한 경우에도, 웨브 반송 및 성막은 웨브의 형태를 안정시킴으로서 안정적으로 할 수 있다.

I형 층 형성 챔버의 롤러의 형태와 도프 층 형성 챔버의 롤러의 형태는 또한 전술된 것에 제한되지 않는다.

전술된 대로, 프로세스의 용도 및 본 발명에 따라 구성된 장치는 웨브가 가열 및 반송될 때 자기 롤러의 주변부를 따라 웨브가 일정 형태를 유지하는 것을 가능하게 하여 이하의 3 가지 특징을 갖는 장치 구성을 가능하게 한다.

(1) 웨브의 형태가 일정하게 유지될 수 있기 때문에, 통상의 장치에서 발생하는 웨브 형태의 변화로 인해 웨브가 개구 조정판에 접할 가능성이 더 이상 없게 되어, 웨브의 성막면은 물리적으로 더 이상 손상되지 않게 된다.

(2) 웨브의 형태가 일정하게 유지될 수 있기 때문에, 방전 상자의 전기 용량등은 초단파를 이용하는 플라즈마 방전이 안정적으로 유지될 수 있도록 일정하게 유지될 수 있다.

(3) 웨브의 성막면은 거리, 즉 웨브와 개구 조정판 사이의 간극은 더 작게 설정될 때에도 스크래치되지 않기 때문에, 간극은 방전 상자의 기밀이 개선될 수 있도록 가능한 더 작게 만들어질 수 있다. 이것은 플라즈마 방전의 안정적인 유지가 가능하도록 플라즈마가 방전 상자로부터 누설되는 것을 차단한다.

실시예

본 발명은 예에 의해 가스 게이트의 배치와 스티어링 기구를 포함하는 성막 챔버(101)와 롤 대 롤 장치의 플라즈마 CVD 장치의 순차적인 관계를 주로 고려하여 이하에 더 상세히 기재하기로 한다.

도8은 본 발명에 따른 롤 대 롤 장치의 플라즈마 CVD 장치(800)의 예를 도시한 도식적인 단면도이다.

i형 반도체 층을 단순히 i형 층으로 부르고, 도프 반도체 층을 도프 층으로 부른다.

도8에서, 도면 부호 801은 기판 조출 챔버, 802는 제1 도프층 형성 챔버, 803은 제2 도프층 형성 챔버, 804는 기판 권취 챔버, 805 내지 809는 히터와 같은 온도 제어 기구, 810 내지 813은 가스 게이트, 814 내지 820은 진공 게이지, 821 내지 827은 가스 공급관, 828 내지 832는 가스 배출관, 833은 조출 보빈, 834는 웨브, 835는 권취 보빈, 836 내지 848은 자기 롤러, 849와 850은 고주파 발전기, 851과 852' 및 853은 배출 공간, 852는 i형층 형성 챔버, 및 854는 초단파 유입구를 나타낸다.

도8에 도시된 롤 대 롤 장치의 플라즈마 CVD 장치(800)는 주로 성막 챔버, 가스 공급 수단, 가스 분리 수단, 배출 수단, 반송 수단, 전력 공급 수단, 및 기판 온도 제어 수단으로 구성된다. 롤 대 롤 장치의 플라즈마 CVD 장치(800)는 일예로 핀 형태의 광전지 장치의 단일 전지용 반도체 층을 형성할 수 있다.

고주파 전력은 제1 및 제2 도프층이 형성되는 성막 챔버(802, 803) 안으로 유입되기 때문에, 대개 13.56 MHz 또는 100 kHz의 주파수를 갖는 전력이 사용된다. 여기에서, 고주파 전원(849, 850)은 위의 주파수를 갖는 전력에 제한되지 않고, 50 kHz 내지 10 GHz의 주파수를 갖는 전력이 사용될 수도 있다. 그러나, 앞서의 주파수 이외의 주파수를 갖는 전력이 사용될 때 성막 상태를 적절히 제어하는 것이 필요하다. 특히 50 MHz 또는 그 이상의 주파수가 선택될 때, 압력은 바람직하게 5 내지 20 mTorr로 설정된다.

i층이 형성된 방전 공간(852) 안으로 유인된 초단파는 또한 초단파 밴드의 주파수에서 연속 진동하는 어떠한 낮은 라플 형태로 될 수 있다. 물론, 초단파는 i층의 두께를 보증하기에 충분한 방전 공간 길이를 얻을 수만 있다면 반드시 사용될 필요는 없다.

본 실시예에서는 웨브 게이트가 사용된다.

웨브 게이트는 엘라스토머로서, 상, 하 개재시킴으로서 웨브의 진공 밀봉에 사용되는 사각 개구를 갖는 게이트 밸브와 유사한 기구이다. 웨브 게이트는 웨브를 교환하거나 성막 챔버를 유지보수할 때에 유용하다.

장치가 많은 성막 챔버를 갖고 상이한 시간에 유지 보수를 해야할 때, 대기로의 개방으로 인해 장치의 시간 효율이 떨어지는 것을 방지하는 데에 웨브 게이트가 효과적이다.

구체적으로 기재된 대로, 성막 챔버를 대기로 개방시키기 위해, 방전 상자의 냉각, 건조 질소 가스 공급 및 챔버를 대기에 개방시키는 과정이 필요하다. 한편, 성막을 다시 개시하기 위해, 진공 흡입, 가스 공급, 방전 상자의 가열 및 막의 예비 형성의 상이한 과정을 취하는 것이 필요하다. 따라서, 이러한 일련의 과정을 실행하는 데 5시간 내지 6시간이 소요된다.

이러한 일련의 과정이 각각의 성막 챔버를 위해 상이한 시간에 실행되어야 한다면, 어떠한 연속 생산을 기대할 수 없고 생산량이 줄어들게 된다.

이러한 웨브 게이트는 구조적으로 웨브의 폭 보다 더 넓은 개구를 갖고 벨트형 기판이 용이하게 통과할 수 있는 크기를 가진다.

웨브 게이트는 웨브가 0.3 mm 보다 작은 두께를 갖는다면 엘라스토머와 같은 통상의 불소 고무를 이용하여 낮은 누설 상태로 진공 밀봉을 가능하게 한다.

엘라스토머는 불소 고무에 제한되지 않는다. 그러나, 그것은 탄성 및 낮은 누설을 가지며, 웨브 단부에서 파손되지 않고 웨브 게이트가 반복적으로 개방 및 폐쇄될 때에도 누설 증가를 야기시키지 않는다는 조건을 충족시켜야 한다.

웨이브 게이트는 양호하게는 도8에 도시된 가스 게이트(810, 813)에 인접한 위치에서 쌍으로 마련될 수 있고, 가스 게이트(811, 812)에 인접한 위치에서 쌍으로 마련될 수도 있다. 즉, 전자의 게이트는 웨브 롤을 교환하기 위하여 마련되고, 후자의 게이트는 i형 층 형성 챔버의 내부를 유지 관리하기 위하여 마련된다.

이러한 실시예에서, 막은 제1 도프 층 형성 챔버 및 제2 도프 층 형성 챔버에서는 저속으로 그리고 i형 층 형성 챔버에서는 고속으로 형성되며, 따라서 i형 층 형성 챔버의 유지 관리가 더욱 빈번히 이루어져 장치(800)의 시간 효율이 전체적으로 개선될 수 있게 한다.

도8에 도시된 장치에서, 웨브(834)의 일단부는 권취 보빈(835)에 고정되고, 웨브는 권취 보빈 챔버(804) 외부에 마련된 수단을 통해 권취 보빈(835)을 구동함으로써 반송된다.

웨브(834)의 장력은 반송 방향에 대해 반대 방향인 힘이 조출 보빈(833)에 작용하도록 함으로써 생성된다. 이를 위한 수단으로서, 조출 보빈 챔버(801) 외부에 마련된 클러치를 통해 힘이 작용될 수 있다. 클러치로서, 파우더 클러치(powder clutch)가 양호하다.

가스 게이트 및 온도 제어 기구를 도11을 참조하여 설명하기로 한다.

도11은 도8에 도시된 제1 도프 층 형성 챔버(802) 및 제2 도프 층 형성 챔버(803)의 내부의 일례를 도시하는 개략 단면도이다.

도11에서, 참조 부호 900은 도프 층 형성 챔버를, 901은 고주파 전극을, 902는 웨브를, 903은 가스 공급관을, 904는 가스 히터를, 905는 램프 히터를, 906은 가스 송풍구를, 907은 배기관을, 908은 자기 롤러를, 909는 가스 게이트를, 910은 게이트 가스 공급관을, 911은 웨브 반송 방향을, 912는 방전 공간을, 913은 분리 통로를, 914는 열전대를, 915는 게이트 롤러를, 916은 게이트 가스 배기관을 나타낸다.

13.56 MHz 또는 100 kHz의 주파수를 갖는 고주파 전원(849)이 도8을 참조하여 설명되는 바와 같이 도프 층 형성 챔버(900)의 고주파 전극(901)에 전기 접속되어, 고주파 전극에 고주파 전력이 공급된다. 물론, 상기 주파수는 경우에 따라 변경될 수 있다.

원료 가스는 가스 공급관(903)을 통과하여 도면에서 볼 때 우측을 향해 가스 히터(904) 아래로 유동한다. 다음에, 원료 가스는 도면에서 볼 때 좌측을 향해 가스 히터 위로 유동하여 예열된다.

그리고 나서, 원료 가스는 가스 송풍구(906)를 통해 송풍되어, 도면에서 볼 때 우측을 향해 성막 챔버(912) 내부로 유동하며, 이때 챔버는 고주파 전극(901) 및 웨브(902)에 의해 둘러싸인다. 그리고 나서, 가스는 방전 공간(912)의 우측 단부로부터 하방으로 유동하고, 배기관(907)을 통한 진공 펌프에 의해 도프 층 형성 챔버(900) 외부로 배기된다.

도8에 도시된 장치에서, 웨브(834)는 가스 게이트(810 내지 813)를 통과하고, 하방으로 현수되도록 자기 롤러(836 내지 848)에 의해 자기적으로 이끌린다. 도11에 도시된 구역에서, 웨브는 방전 공간(912)을 통과하여 자기 롤러(908)에 의해 다시 하방으로 현수되는 상태로 가스 게이트(909)를 통과한다. 그리고 나서, 웨브는 도8에 도시된 반송 경로를 통해 반송된다.

모든 자기 롤러(836 내지 848) 중에서, 방전 상자(851 내지 853)의 상부에 걸쳐 각각 마련된 자기 롤러(838, 841 내지 843, 846) 각각은 본 발명에 따른 보빈형 자기 롤러를 채용한다.

본 발명에 따른 자기 롤러의 작용을 도7을 참조하여 설명하기로 한다.

도7에 도시된 바와 같이, (도시되지 않은) 가스 게이트에 의해 실온으로 냉각된 웨브(104)는 웨브의 횡단면 형상이 평탄하게 되는 상태로 성막 챔버 내로 반송된다. 다음에, 웨브가 방전 공간(102)으로 진입하기 전에, 웨브는 소정 온도로 가열된다. 이때, 웨브의 열팽창으로 인해, 웨브는 횡단면 형상이 매 순간마다 변화하는 불규칙한 웨이브 형태로 자발적으로 변형되어, 성막면 상에 흡집을 야기하고 방전 안정성을 불량하게 하여 수율을 저하시킨다.

방전 공간(102)의 입구측 및 출구측에 배열된 자기 롤러(106)가 마련되어, 웨브(104)의 횡단면 형상이 상방으로 볼록한 타원형 곡선을 형성하도록 굴곡되게 함으로써, 매 순간마다 어떠한 변화도 발생하지 않고 일정한 형상을 유지하도록 한다. 이와 동시에, 방전 상자(102)는 최상부의 외부 형상에 있어서 상방으로 볼록하게 굴곡되며, 방전 상자의 최상부 개구는 굴곡된 웨브(104)를 따라 부합되도록 상방으로 볼록한 곡면을 가지게 된다. 따라서, 웨브와 방전 상자 개구 사이의 간극은 더욱 좁게 될 수 있으며, 이에 의해 플라즈마가 높은 비율로 격납될 수 있어 방전 안정성을 개선시키도록 한다.

이러한 단계에서, 웨브는 성막 배면측보다 성막면측에서 더욱 신장되며, 따라서 상부에 형성된 박막은 예컨대 방전 공간을 통해 성막이 완료된 후에 웨브(104)가 평탄 상태로 복귀하도록 실온으로 냉각될 때 압축되려고 한다. 따라서, 웨브가 박막보다 작은 팽창 계수를 가질 때 사용되는 볼록하게 굴곡된 배열형 롤러는 얇은 막에 가해지는 응력을 더욱 작게 할 수 있으며, 막 분리가 덜 발생한다는 이점을 낳은 것으

로 예상될 수 있다. 또한, 반대로, 웨브가 얇은 막보다 큰 팽창 계수를 가질 때 사용되는 오목하게 굴곡 된 보빈형 롤러도 유사한 이점을 야기하는 것으로 예상될 수 있다.

방전 공간(102)을 빠져 나온 웨브(104)는 열 발산에 의해 자발적으로 냉각되거나, 추가 제공된 냉각 롤러에 의해 강제로 냉각되어 웨브(104)의 횡단면 형상이 평면으로 복귀되게 하며, 웨브는 이러한 상태로 추가로 반송된다.

본 예에서, 가스 게이트는 가스 분리 기능과, 웨브용 통로로서의 기능을 모두 갖는다.

가스 분리 기능은 다음 방법으로 성취될 수 있다. 서로 인접한 성막 챔버들은 슬릿형 분리 통로를 통해 연결되고, 분리 가스(게이트 가스)는 분리 통로 내에서 유동하여 원료 가스와 충돌하게 됨으로써 원료 가스의 확산 길이를 단축시킨다.

이러한 것을 도11을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

웨브(902)는 가스 게이트(909)의 분리 통로를 통과한다. 웨브는 영구 자석이 내부에 마련된 복수개의 홈을 각각 갖는 게이트 롤러와 웨브(902)의 최상부면이 접촉하게 되는 상태로 반송되며, 성막면으로서 역할하는 웨브의 배면은 접촉하지 않는다. 게이트 가스는 게이트 가스 공급관(910)을 통해 공급되어 웨브의 상부면 및 하부면을 향해 유동하도록 한다.

상기 예에서, 게이트 가스의 유량은 양호하게는 공급관에 인접한 성막 챔버들의 압력차와, 가스 게이트의 내부 크기와, 분리 가스 및 원료 가스의 상호 확산 계수와, 상호 확산의 공차와, 최대 가스 배기량 등을 고려하여 설계될 수 있다.

게이트 가스로서, Ar, He, H<sub>2</sub> 등이 사용될 수 있다. 게이트 가스 공급관(910)을 통해 공급되는 게이트 가스는 분리 통로(913)를 통과하며, 양측면에 인접한 성막 챔버들로 유동한다. 특히, 도프 층 형성 챔버로 유동한 게이트 가스는 방전 공간(912) 아래에 마련된 가스 게이트 배기관(916)으로 유동하여, 게이트 가스가 방전 공간(912) 내에서 혼합되는 것을 방지할 수 있게 한다.

도11에 도시된 장치에서, 가스 분리의 수행을 향상시키기 위하여, 가스 게이트(909)의 내부 크기, 즉 분리 통로(913)의 크기는 웨브의 두께 방향으로 가능한 한 좁게 그리고 반송 방향으로 가능한 한 길게 되는 것이 바람직할 수 있다. 한편, 반도체 층 형성 표면이 분리 통로의 바닥 내부벽과 접촉하여 웨브의 반송 중에 흠집을 야기하는 것을 방지하기 위하여, 분리 통로의 크기는 웨브의 두께 방향으로 가능한 한 넓게 그리고 반송 방향으로 가능한 한 짧게 되는 것이 바람직할 수 있다.

이러한 2가지 측면을 고려하여, 분리 통로의 크기는 웨브의 두께 방향으로 약 0.3 mm 내지 약 5 mm의 범위 내에서, 반송 방향으로 약 200 mm 내지 약 700 mm의 범위 내에서, 그리고 폭 방향으로 약 20 mm + 웨브 폭으로 설정되는 것이 바람직하며, 이에는 웨브의 두께 및 반송 속도도 고려되어야만 한다.

구체적으로 말하면, 도8에 도시된 방전 상자(851 내지 853)의 내압이 각각 133.3 Pa(1 Torr),  $799.8 \times 10^{-3}$  Pa( $6 \times 10^{-3}$  Torr) 및 133.3 Pa(1 Torr)인 예에 있어서, 내부에서 i층을 형성하고 최저 압력을 갖는 성막 챔버(854)는 도프 층 형성 챔버로부터의 상호 확산의 엄격한 공차를 요구하며, 따라서 분리 통로의 크기는 두께 방향으로 약 0.3 mm 내지 약 3 mm의 범위 내에서 그리고 반송 방향으로 약 300 mm 내지 약 700 mm의 범위 내에서 설정된다.

한편, 기관 조출 챔버(801)와 제1 도프 층 형성 챔버(802) 사이에 그리고 제2 도프 층 형성 챔버(803)와 기관 권취 챔버(804) 사이에 마련되어 내압 차이가 거의 없는 가스 게이트에서, 분리 통로의 크기는 두께 방향으로 약 1 mm 내지 5 mm의 범위 내에서 그리고 반송 방향으로 약 200 mm 내지 약 500 mm의 범위 내에서 설정된다.

방전 공간(912) 내부에서, 웨브 온도는 웨브(902)의 최상부면으로부터의 복사에 의해 감소하고 웨브 온도는 플라즈마로부터의 열에 의해 증가한다. 웨브로부터의 복사 열량은 웨브의 표면 성질과 방전 공간(912) 내에서의 웨브의 잔류 시간에 따라 좌우된다. 플라즈마로부터의 열량은 성막 조건과 방전 공간(912) 내에서의 웨브의 잔류 시간에 따라 좌우된다. 따라서, 웨브(902)의 온도는 웨브가 방전 공간(912)을 통과하는 동안에 다양하게 변화한다. 그러므로, 웨브 온도는 방전 공간(912)의 출구에 근접함에 따라 램프를 드문드문 배열함으로써 또는 냉각 수단을 추가 제공함으로써 적절히 제어될 수 있다.

도8에 도시된 장치에 있어서, 반송 방향에 대해 직각으로 떨어지는 방향으로의 웨브(834)의 위치 이동을 보정하는 것이 바람직한데, 이는 반송 중에 발생할 수 있으며, 웨브(834)의 단부가 정리된 상태에서 웨브(834)가 권취 보빈(835) 상에 감길 수 있도록 보정된다.

본 발명에서, 기관 권취 챔버(804)의 내부에는 측방향 이동 검출 기구 및 측방향 이동 보정용 조향 기구가 마련되는 것이 바람직할 수 있다.

도12는 측방향 이동 검출 기구 및 조향 기구의 예를 도시하는 개략도이다. 도12에서, 이해를 돕기 위하여, 웨브(834)는 부분적으로 절결되어 도시되었다. 도12는 웨브가 웨이브 형태로 변형된 예를 도시한다.

도12에서, 참조 부호 1001은 측방향 이동 검출 기구를, 1002는 회전 기구를, 1003은 롤러를, 1004는 웨브 반송 방향을, 1005는 베어링을, 1006은 반송 속도 검출 엔코더를 나타낸다.

웨브(834)는 반송 방향(1004)을 변경하도록 롤러(1003)에서 상방으로 굴곡된다. 롤러(1003)는 베어링(1005)을 통해 회전 기구(1002)에 의해 수평면 내에서 회전 가능하게 설치된다. 여기에서, 조향 기구는 롤러(1003), 베어링(1005) 및 회전 기구(1002)를 구비한다. 상기 회전 기구(1002)는 (도시되지 않은) 감속기를 통해 (도시되지 않은) 모터에 연결되어, 회전각이 기관 권취 챔버(804)의 외부로부터 제어될 수 있도록 한다.

웨브(834)가 도면에서 볼 때 좌측으로 이동하는 경우에서의 조향 기구의 기능을 설명하기로 한다.

먼저, 권취 보빈(835), 회전축(1002) 및 베어링(1005)은 미리 위치 조절되어, 롤러(1003)의 좌우에 동일한 장력이 인가되고 웨브(834)가 권취 보빈(835) 상에 제대로 권취되도록 한다. 이렇게 조절된 위치에서, 축방향 이동 검출 기구의 축방향 이동량은 0으로 간주되고, 회전축(1002)의 회전각( $\theta$ )도 0으로 간주된다.

다음으로, 웨브가 좌측으로 이동할 때, 이동량은 축방향 이동 검출 기구(1001)에 의해 검출된다. 또한, 회전 기구(1002)는, 반송 방향(1004)에 대해 롤러(1003)의 좌측이 후방측을 향해 이동하고 롤러(1003)의 우측이 전방측을 향해 이동하는, 즉 시계 방향으로 이동하는 방식으로, 회전된다.

이러한 회전에 의해, 장력은 롤러(1003)의 좌측에서 강하게 되고 롤러의 우측에서 약하게 되어, 웨브(834)가 장력이 약한 롤러(1003)의 우측으로 점차적으로 복귀하도록 한다. 마지막으로, 축방향 이동량이 0일 때, 회전각( $\theta$ )은 그렇게 제어된 바와 같이 0이다.

이상의 모든 이동을 원활하게 하기 위하여, 조절이 이루어지는 임의의 시간에서 축방향 이동량 및 회전각이 비교되도록 피드백을 제공하는 것이 바람직하다.

도12에 도시된 기구에서, 축방향 이동 검출 기구(1001)는 적어도 폭방향으로 웨브(834)의 일단부에 마련된다.

축방향 이동 검출 기구(1001)는 양호하게는 기관 권취 챔버(804) 내부에 마련될 수 있고, 롤러(103)에 가능한 한 근접하여 설치될 수 있다. 그러나, 롤러(1003) 및 축방향 이동 검출 기구가 불가피하게 이격되어 마련될 때, 이러한 이격 설치로 인한 어떠한 강도 하락 및 응답 지연도 소프트웨어에 의해 보상될 수 있다.

이러한 방식으로 구성된 기구는, 웨브가 반송 속도 검출 엔코더(1006)에 의해 측정된 0.2 m/min 내지 5 m/min의 넓은 반송 속도 범위에서 반송될 때, 응답이 고속으로 될 수 있게 하고 웨브를 제대로 권취할 수 있게 한다.

도8에 도시된, 본 발명의 롤 대 롤 시스템의 플라즈마 CVD(800)를 사용함으로써 광전지 장치를 생산하는 공정의 일례를 이하에서 단계 1 내지 단계 11로 나타낸 단계 순서대로 후술하기로 한다.

#### 단계 1:

단계 1은 소정 방식으로 세척된 웨브를 준비하는 단계이다. 단계 1에서, 조출 보빈(833) 둘레에 권취된 웨브는 설정 위치로 배치된다. 조출 보빈(833)으로부터 웨브를 풀어낼 때, 가스 게이트(810), 제1 도프 층 형성 챔버(802), 가스 게이트(811), i형 층 형성 챔버(854), 가스 게이트(812), 제2 도프 층 형성 챔버(803) 및 가스 게이트(813)는 그들 각각의 최상부 덮개에서 모두 개방되며, 웨브는 이러한 순서대로 이들을 통과한다. 그리고 나서, 웨브의 선단부는 권취 보빈(835)에 고정되어 준비되므로, 웨브가 권취 보빈(835) 상에 권취될 수 있게 한다.

본 단계에서, 자기 롤러(836 내지 848)는 이들 모두가 막을 형성하지 않는 웨브 표면과 접촉하도록 점검된다.

#### 단계 2:

단계 2는 대기 중의 웨브를 반송하는 단계로서, 반송 및 반송 정지를 확인한다. 본 단계 2에서, 웨브의 준비가 완료된 후에, (도시되지 않은) 권취 보빈 회전 기구 및 (도시되지 않은) 지지 반송 롤러 구동 기구 등의 웨브 구동 수단은 웨브가 대기 중에서 이러한 수단에 의해 어려움 없이 연속적으로 반송되는 것을 확인하기 위하여 점검된다.

본 단계에서, 웨브 구동 수단은 양호하게는 전방 이동 기능과 후방 이동 기능 모두를 가지며, 양호하게는 웨브 조출량을 표시하는 표시기를 구비할 수도 있다.

웨브가 어려움 없이 반송될 수 있음이 확인된 후에, 웨브는 웨브 조출량 표시기를 감시하면서 최초 준비 위치로 복귀되고 그 위치에서 정지된다.

#### 단계 3:

단계 3은 내부에서 웨브 및 반송 수단을 갖는 성막 챔버의 내부가 진공이 되게 하는 단계이다. 본 단계 3에서, 내부에서 웨브 및 반송 수단을 갖는 각각의 성막 챔버는 최상부 덮개에서 폐쇄되고, 각각의 성막 챔버의 내부는 진공 펌프에 의해 진공으로 된다.

특히, i형 층 형성 챔버(854)에 대하여, 챔버의 내부는 회전식 펌프 및 기계식 부스터 펌프에 의해 거의  $133.3 \times 10^{-3} \text{ Pa} (10^{-3} \text{ Torr})$ 까지 대략적으로 진공으로 되며, 이후에 오일 확산 펌프에 의해 완전히 진공으로 된다. 이러한 절차를 취하면, 챔버의 내부는 방전 상자 내부의 압력이  $799.8 \times 10^{-6} \text{ Pa} (6 \times 10^{-6} \text{ Torr})$ 에 도달할 때까지 연속적으로 진공화된다.

#### 단계 4:

단계 4는 원료 가스를 방전 상자로 공급하는 단계이다. 본 단계 4에서, 가스들은 (도시되지 않은) 가스 실린더로부터 (도시되지 않은) 스테인레스 강관을 통해 (도시되지 않은) 혼합 패널로 안내되는데, 혼합 패널은 가스들을 혼합시키고 가스 유량을 정밀하게 제어하는 수단이다. 혼합 패널에 마련된 (도시되지 않은) 질량 유량 제어기에 의해 설정 유량으로 제어되는 원료 가스는 가스 공급관(821 내지 823)을 통해 방전 상자(851 내지 853)로 공급된다. 본 단계에서, 진공 펌프의 진공화 용량 및 배기관의 배기 처리성은 방전 상자(851 내지 853)의 내압이 소정치에서 유지되도록 미리 선택된다.

#### 단계 5:

단계 5는 웨브의 온도를 제어하는 단계이다. 본 단계 5에서, 웨브는 원료 가스를 유동시키는 동안에 (도

시되지 않은) 온도 제어 수단에 의해 설정 온도로 제어된다.

본 단계에서, 초단파 플라즈마 CVD 장치가 RF 플라즈마 CVD 장치보다 더 높은 전자 밀도와 전자 온도를 가지므로, 웨브 온도는 플라즈마로부터의 열 때문에 상승하는 경향이 있다.

웨브의 평형 온도는 온도 제어 기구가 작동되지 않는 상태에서 인가되는 초단파 출력에 따라 좌우된다. 예컨대, 표 2에 나타난 조건 하의 평형 온도가 표3에 나타나 있다.

[표 2]

|          |                            |                                |
|----------|----------------------------|--------------------------------|
| 웨브 재료    | SUS 430 BA (경한 소둔)         |                                |
| 성막 챔버 크기 | 13.4(D) × 14(H) × 40(W) cm |                                |
| 필름 형성 조건 | 재료 가스 유동 속도                | SiH <sub>4</sub> =99sccm       |
|          | 압력                         | (10±1) × 10 <sup>-3</sup> Torr |
|          | 바이어스 전압                    | RF 1500W                       |
|          | 바이어스 전류                    | 약 3.0A                         |

[표 3]

|            |           |
|------------|-----------|
| 마이크로웨이브 전력 | 140 W × 2 |
| 웨브 평형 온도   | 270°C     |

소정 온도가 도3에서 도시된 바와 같은 평형 온도와 다른 경우, 상기 온도 제어 기구는 온도를 소정의 값으로 제어하도록 작동된다.

따라서, 재료 및 웨브의 표면 처리, 방전 상자의 크기, 가스 유동 속도, 가스 혼합비, 방전 상자의 내압, 바이어스 전압, 초단파 및 전력과 같은 조건의 차이가 있으면, 상기 웨브의 온도는 평형 온도를 유사하게 특정하고 온도 조절 기구의 수행을 최적화함으로써 소정 값으로 제어될 수 있다.

단계 6:

단계 6은 고주파(성막 단계) 방전 단계이다. 본 단계 6에서, 고주파 파는 RF 전원 또는 초단파를 방전 상자(851 내지 853)에 투입하기 위해서 RF 전원 또는 초단파 전원에서 동축 케이블 또는 도파관을 통해서 발진한다. 따라서, 방전 상자(851 내지 853)에 공급되는 원료 가스는 전력으로 전리된다. 결과적으로 발생하는 래디칼(radical)의 작용으로 인해서, 균일하게 퇴적된 막이 방전 상자(851 내지 853)의 내부에 일치하는 부분에서 웨브상에 형성된다.

RF 전원 또는 초단파 전력이 사용되는 어느 경우에 있어서나, 상기 전원은 튜너에 의해서 제어되어서 전리 상태에서의 반사 전력은 입사 전력의 20%를 초과하지 않는다.

RF 전력은 바이어스 전극에 인가된다(도시 안됨).

단계 7:

단계 7은 웨브를 반송하는 단계이다(성막 단계2). 상기 단계 6에서 방전에 의해서 발생된 플라즈마 에미션 또는 바이어스 전류가 안정화된 이후에, 단계 7에서, 상기 웨브는 웨브상에 퇴적된 막을 연속적으로 형성하기 위해서 반송된다. 웨브 반송 속도는 각 퇴적막의 소망 두께, 퇴적 속도 및 성막 챔버의 유지 시간에 의해서 결정된다. 예를 들어, 퇴적된 막의 소망 두께가 500 Å 이고 퇴적 속도가 40 Å/min인 경우에, 유지 시간(t)은,

$$t = 500(\text{Å})/40(\text{Å}/\text{sec}) = 12.5(\text{sec})\text{이다.}$$

따라서, 막이 반송 방향으로 200 mm의 폭을 갖는 하나의 방전 상자(예, 도6에서 도시된 방전 상자)에서 형성되는 경우, 반송 속도 V1은,

$$V1 = 134(\text{mm})/12.5(\text{sec}) = 10.72(\text{mm}/\text{sec}) = 0.64(\text{m}/\text{min})\text{이다.}$$

단계 8:

단계 8은 웨브를 냉각시키고 그 반송을 중단하는 단계이다. 본 단계 8에서, 전술한 웨브 반송과 웨브가 조출 보빈 둘레에 권취된 웨브가 거의 남아있지 않는 동안 퇴적된 막이 연속적으로 형성된 후 사이 웨브 반송, 고주파 방전 및 온도 제어는 중단된다.

본 단계에서, 조출 보빈 둘레에 권취된 웨브의 잔량을 탐지하는 수단으로서, 상술한 웨브 권취 길이 탐지기 또는 조출 보빈 외경 탐지기가 사용될 수 있다.

퇴적된 막이 형성된 웨브를 취출하여서, 대기중에 놓기 위해서는, 상기 웨브는 전진 냉각되어야 한다.

퇴적된 막이 그 냉각으로 인해서 층이 분리되는 것을 막기 위해서는, 상기 웨브는 적합하게는 점차적으로 냉각되고, 상기 원료 가스는 고주파 방전이 중단된 후 소정 기간 동안 계속 흘러야 한다.

단계 9:

단계 9는 원료 가스의 공급을 중단하는 단계이다. 본 단계 9에서, 상기 원료 가스는 약 5분 동안 흐르고, 그 후 상기 원료 가스의 공급은 중단된다. 따라서, 원료 가스의 비활성 가스(He 가스)는 약 200 sccm의 유속으로 유동한다.

상기 웨브 온도가 약 70°C가 되는 때, 상기 비활성 가스의 공급은 중단되며, 그후에 잔류 가스는 배기된다. 따라서, 상기 방전 상자(851 내지 853)는 그 내압이  $2 \times 10^{-5}$  Torr가 될 때까지 배기된다.

단계 10 :

단계 10은 성막 챔버에서 질소를 누출시키는 단계이다. 본 단계 10에서, 방전 상자(851 내지 853)의 내압을 대기압에서  $2 \times 10^{-5}$  Torr로 회복하기 위해서, 건조 질소가 방전 상자에 공급된다. 부르돈 튜브 게이지(도시 안됨)가 방전 상자의 압력이 대기압으로 회복되었음을 확인하는 수치가 된 후, 상기 성막 챔버(802, 803)는 그 커버에서 개방되고, 퇴적된 막이 형성된 웨브는 챔버에서 대기중으로 취출된다.

단계 11:

단계 11은 웨브를 취출하는 단계이다. 본 단계 11에서, 일반적으로 다음의 두가지 방법이 웨브를 취출하기에 유용하다.

(a) 1 롤(roll)분의 웨브가 권취 보빈 상에서 상기 조출 보빈이 빌때까지 모두 권취되고, 그후 권취 보빈 및 조출 보빈은 권취된다.

(b) 상기 웨브가 계속적으로 조출 보빈에 남아 있을 때에는, 조출 보빈 근처의 위치에서 절단되며, 상기 조출 보빈은 새로운 웨브가 권취되는 조출 보빈으로 바뀐다. 그후 상기 새로운 웨브의 선단은 잔류 웨브의 절단 단부에 결합된다. 그후, 상기 새로운 웨브는 상기 결합된 부분이 조출 보빈에 가까운 곳으로 오게 될 때까지 반송되며, 그후에 상기 웨브는 결합된 부분에서 절단된다. 상기 결합된 부분이 절단되면, 형성된 막을 갖는 상기 웨브가 권취된 상기 권취 보빈은 취출되며, 새로운 권취 보빈이 설정된다.

이들 두가지 방법 중 어느 한 방식은 장치의 길이 또는 성막 챔버의 수에 의해서 결정되며, 적절하게 선택될 수 있다.

상기의 절차는 넓은 영역의 감광성 장치의 안정적인 형성을 가능하게 한다.

본 예에 따라서 만들어진 실험의 결과는 하기에서 주어지는 데이터에서 알려질 것이다.

실험들은 도8에서 도시된 바와 같은 롤 대 롤 플라즈마 CVD 장치를 사용해서 만들어졌으며, 여기에서 보빈식의 자기 롤러가 i형 층 형성 챔버(854)(실험예)에서 설정된 자기 롤러로서 사용되었으며, 종래 실린더형 자기 롤러가 사용되었다(비교예). 실험예의 장치는 도6에서와 같은 구성을 가지며 비교예에서의 장치는 도2에서와 같은 구성을 갖는다.

실험은 다음과 같은 방식으로 이루어 졌다 :

도8에서 도시된 바와 같은 롤 대 롤의 플라즈마 CVD 장치는 후방 반사 층이 이미 형성된 연속 웨브상의 a-Si(비형성 실리콘) 셀에 연속적으로 작동된다. 셀상에서는, 투명한 전극 막 및 컬렉터 막은 감광성 장치를 얻기 위해서 진공 퇴적에 의해서 형성되었다. 획득된 장치는 인공 햇빛으로 조사되어서 그들의 광전 변환 효율을 평가한다.

제조 조건은 실험예에 공통적이고 비교예는 표4에서 도시되어 있다.

[표 4]

|         |                                      |              |              |               |
|---------|--------------------------------------|--------------|--------------|---------------|
| 기판(웨브): | SUS430BA 폭 300 mm 두께 0.2 mm 길이 360mm |              |              |               |
|         | 반송 속도 60cm/min 반송 시간 10시간            |              |              |               |
| 반사층     | 은(Ag), 100 nm 박막                     |              |              |               |
| 반사 증가층  | 산화 아연(ZnO), 1 μm 박막                  |              |              |               |
| 게이트 가스  | 각 게이트에서의 H <sub>2</sub> , 500 cc/min |              |              |               |
| 층의 명칭   | 사용 가스 유량<br>(cc/min)                 | 방전 전력<br>(W) | 압력<br>(Torr) | 기판 온도<br>(°C) |

|           |  |  |                       |      |     |
|-----------|--|--|-----------------------|------|-----|
| 각층의 제작 조건 | n-type층<br>(제1 도핑층)  | SiH <sub>4</sub> 100<br>PH <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> 500<br>(1% 희석)<br>H <sub>2</sub> 700 | 100 RF                | 1.0  | 270 |
|           | i형 층   | SiH <sub>4</sub> 10<br>H <sub>2</sub> 200  | 200(마이크로파)<br>500(RF) | 0.02 | 360 |
|           | p형 층<br>(제2 도핑층)   | SiH <sub>4</sub> 10<br>BF <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> 50<br>(1%희석)<br>H <sub>2</sub> 1000   | 1000(RF)              | 1.0  | 150 |
| 투명 전극     | ITO(In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + SnO <sub>2</sub> ), 100 nm 박막 |  |                       |      |     |
| 컬렉터 전극    | 알루미늄 (Al), 2 μm 박막   |  |                       |      |     |

다음에, 얻어진 감광 장치의 수율 및 특성은 하기의 방법에 의해서 평가된다.

성막 중에 수율을 감소시키는 인자로서, 하기의 두가지 점이 고려된다.

우선, 상기 막은 360 mm 길이의 웨브를 60cm/min의 속도로 반송하는 동안에 형성되며, 따라서 상기 장치는 연속적으로 10 시간동안 동작된다. 연속 작업 동안 에, 상기 초단파 플라즈마 방전은 어떤 경우에는 소멸되며, 방전되기 전에 반송된 웨브는 불량부를 갖게 된다. 이것은 수율의 감소를 일으키는 한가지 요소이다.

제작된 셀의 수율을 평가하기 위해서, 플라즈마 방전이 소멸되었을 때 나타나는 막의 불량부 및 성막면상에 발생하는 스크래치 또는 먼지에 의해서 발생하는 셀의 단락부는 불량 부분으로 보며, 완전 웨브 길이에 대해서 불량 부분이 아닌 부분의 수율이 계산된다.

비교예에서, 도2에서 도시된 바와 같은 간극의 값은 수율에 크게 영향을 미치며, 따라서 간극의 값이 큰 경우(비교예1)와 간극의 값이 작은 경우(비교예2)에 대한 실험 데이터가 얻어진다.

표4에서 주어진 바와 같은 공통 조건하에서 실험에 및 비교예에서 각각 제작된 a-Si 셀의 특성들은 0.25 cm<sup>2</sup>의 면적을 갖는 셀이 1.5의 AM 값과 100 mW/cm<sup>2</sup>의 에너지 밀도를 갖는 인공 햇빛으로 조사될 때 광전 변환 효율을 측정하는 것에 의해서 평가된다.

광전 변환 효율은 전체 길이의 각 웨브에서 20 지점의 샘플에서의 효율을 평균해서 얻어지는 값이다. 완전 방전 횟수는 초단파가 장치의 10 시간 연속 작동 동안에 소멸되는 시간의 수를 가리킨다.

상기의 평가에 의해서 얻어진 결과는 표5에서 도시되어 있다.

[표 5]

|       | 간극  | 광전 변환 효율(%) | 완전 방전 횟수 | 수율(%) |
|-------|-----|-------------|----------|-------|
| 실험예   | 1.5 | 6.0         | 0        | 97    |
| 비교예 1 | 8.0 | 5.6         | 45       | 30    |
| 비교예 2 | 3.0 | 5.8         | 10       | 6     |

표5에서 도시된 바와 같이, 큰 값의 간극을 갖는 비교예 1에서, 퇴적된 막은 많은 불량 부분을 갖는 데, 그것은 방전 상자에서 누출된 플라즈마가 자주 방전 단속되기 때문이다. 작은 값의 간극을 갖는 비교예 2에서, 수율은 크게 감소하는 데, 그것은 상기 웨브(304)가 개구 조정판(305)과 접촉하여 그 부분에서 단락을 일으키기 때문이다. 한편, 실험예에서, 거의 대부분의 부분은 웨브의 전체 길이에 걸쳐서 결점이 없다.

### 발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명에서는, 방전 공간을 만들기 위해서 반송된 웨브의 횡단면 형상은 어떤 곡선 형상으로 되게 되고, 이에 의해서 상기 웨브의 횡단면 형상은 시간에 따라서 변환되지 않도록 될 수 있으며, 따라서 상기 성막면은 스크래치가 없게 되어 수율에 있어서 상당한 개선을 이루게 된다. 또한, 본 발명에 따르면, 방전 공간의 일부를 형성하는 웨브의 형상은 일정하게 유지되며, 따라서 방전의 누출은 방지될 수 있으며 방전의 안정적인 상태가 유지될 수 있으며, 이에 의해서 균일한 특성과 균일한 두께를 갖는 퇴적막이 연속적으로 형성된다.

결과적으로, 본 발명의 롤러는 도1에서 도시된 바와 같은 성막 장비에 사용될 수 있다.

본 발명은 상술한 바에만 제한되도록 설명되어서는 않되며, 본 발명의 요점의 범위내에서 적절하게 변형

될 수 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

방전 공간의 일부를 형성하도록 벨트형 기관을 기관의 길이 방향으로 연속 반송하는 단계와 상기 기관 상에 퇴적막을 연속 형성하는 단계를 포함하며, 상기 기관은 방전 공간의 일부를 형성하는 기관의 횡단면 형상이 기관의 반송 방향을 횡단하는 방향에서 보았을 때 변곡점을 가지는 만곡 형상으로 유지하면서 반송되도록 된 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 만곡된 형상이 상방으로 볼록한 또는 하방으로 볼록한 타원형 곡선이거나 또는 둘 또는 그 이상의 굴곡점을 갖는 곡선인 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 기관은 기관의 횡단면 형상이 곡면 형상으로 유지하면서 반송되는 구역과는 다른 구역에서 평면을 유지하는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 기관은 방전 공간의 개구 영역에서 형성된 만곡면을 따라서 반송되는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 퇴적막이 플라즈마 CVD에 의해서 형성되는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 기관상에 형성된 상기 퇴적막이 반도체 층인 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 만곡된 형상이 기관 반송 롤러의 형상에 따라서 형성된 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 전달 롤러는 자력을 갖는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 기관은 만곡된 형상을 갖는 반송 롤러와 자력으로 잡아당겨지는 동안에 반송되는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 방법.

#### 청구항 10

제1항에 있어서, 기관 가열 수단이 상기 방전 공간의 정면에 제공되는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 기관 가열 수단은 히터이고 상기 히터의 배열 밀도는 상기 방전 공간의 정면에서 더 높은 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 방법.

#### 청구항 12

제1항에 있어서, 상기 방전 공간은 복수개 제공되는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 방법.

#### 청구항 13

제3항에 있어서, 상기 기관이 평면으로 유지되는 동안에 상기 기관이 반송되는 영역은 가스 게이트 영역을 둘러싸는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 방법.

#### 청구항 14

길이 방향으로 연속 반송되는 벨트형 기관과, 방전 공간의 일부를 형성하도록 상기 기관을 반송하는 수단과, 상기 기관 상에 퇴적막을 연속 형성하는 수단을 포함하며, 상기 기관 반송 수단은 방전 공간의 일부를 형성하는 기관의 횡단면 형상이 기관의 반송 방향을 횡단하는 방향에서 보았을 때 변곡점을 가지는 만곡 형상으로 되게 하면서 반송시키는 롤러를 포함하는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 장치.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 롤러는 보빈형 롤러, 드럼형 롤러, 및 하나 또는 둘 이상의 좁은 부분을 갖는 조롱박형 롤러로 된 그룹에서 선택되는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 장치.

**청구항 16**

제14항에 있어서, 상기 롤러가 자력을 갖는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 장치.

**청구항 17**

제14항에 있어서, 상기 방전 공간은 복수개 제공되는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 장치.

**청구항 18**

제14항에 있어서, 상기 가스 게이트는 기판을 반송하기 위한 상기 반송 공간의 입구측 및 출구측에 제공되는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 장치.

**청구항 19**

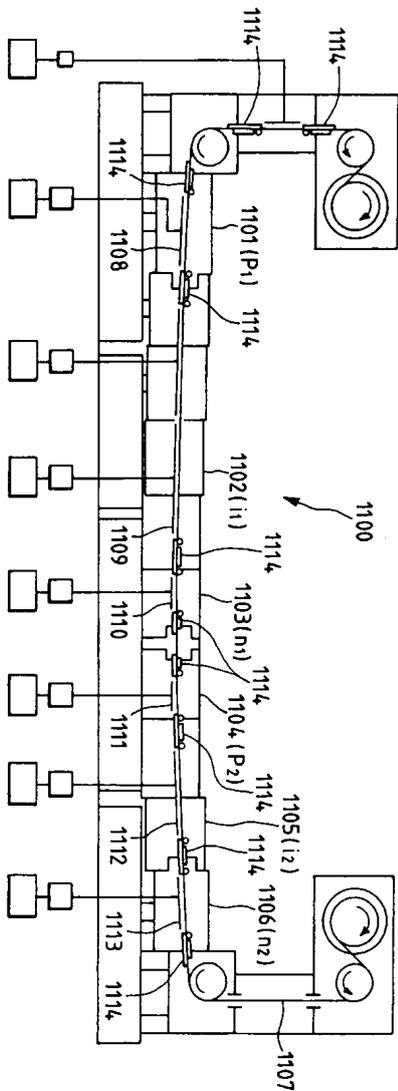
제1항에 있어서, 상기 횡단면 형상이 두 개 이상의 변곡점을 가지는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 방법.

**청구항 20**

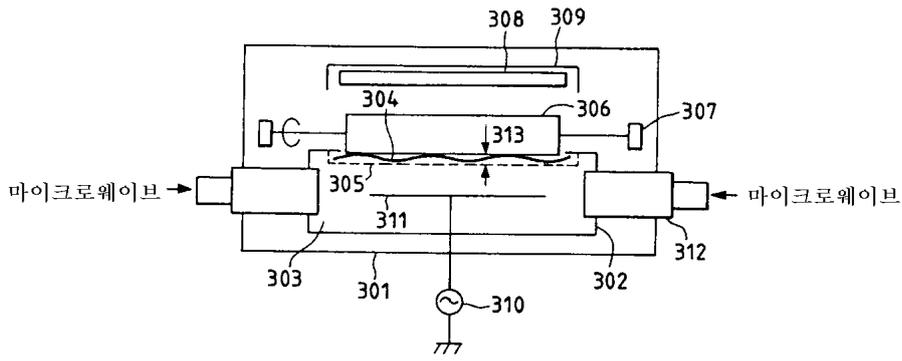
제14항에 있어서, 상기 횡단면 형상이 두 개 이상의 변곡점을 가지는 것을 특징으로 하는 퇴적막 형성 장치.

**도면**

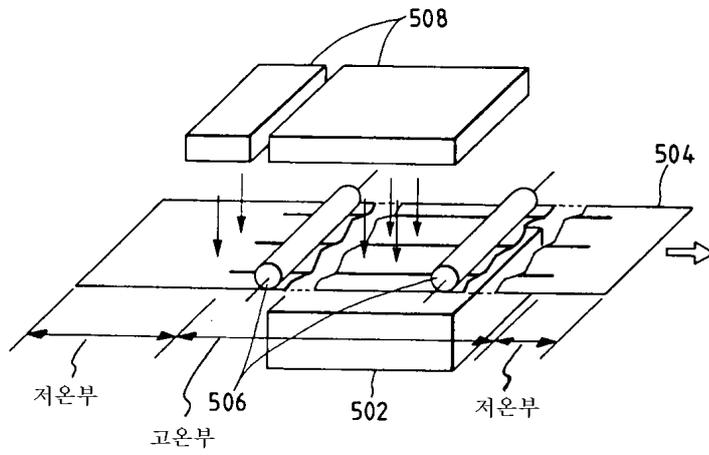
**도면1**



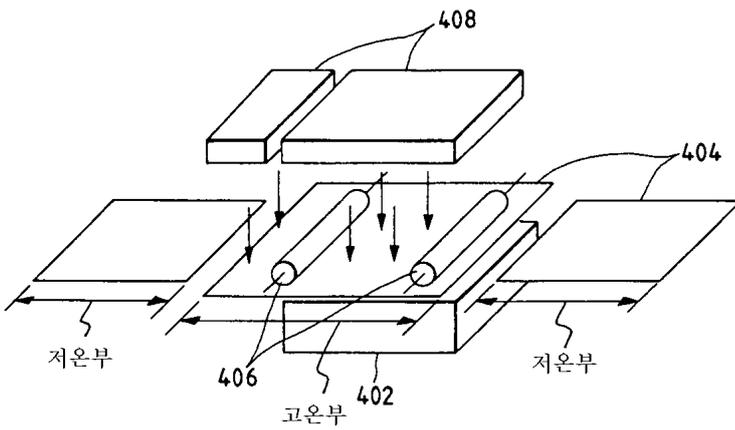
도면2



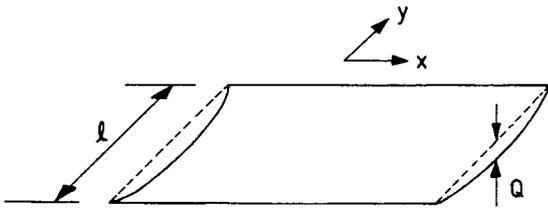
도면3



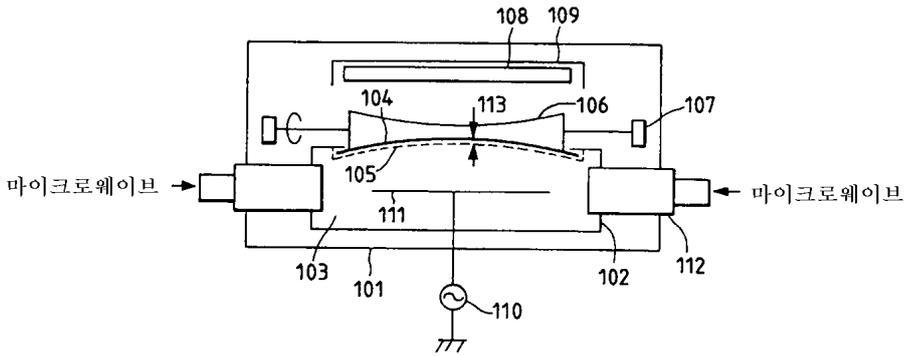
도면4



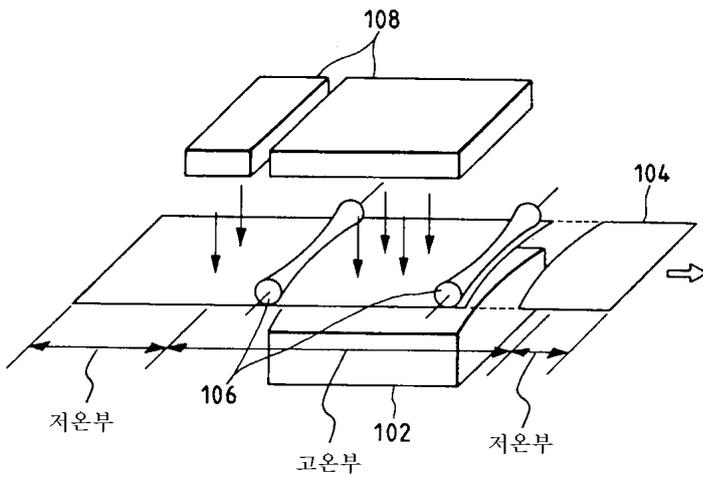
도면5



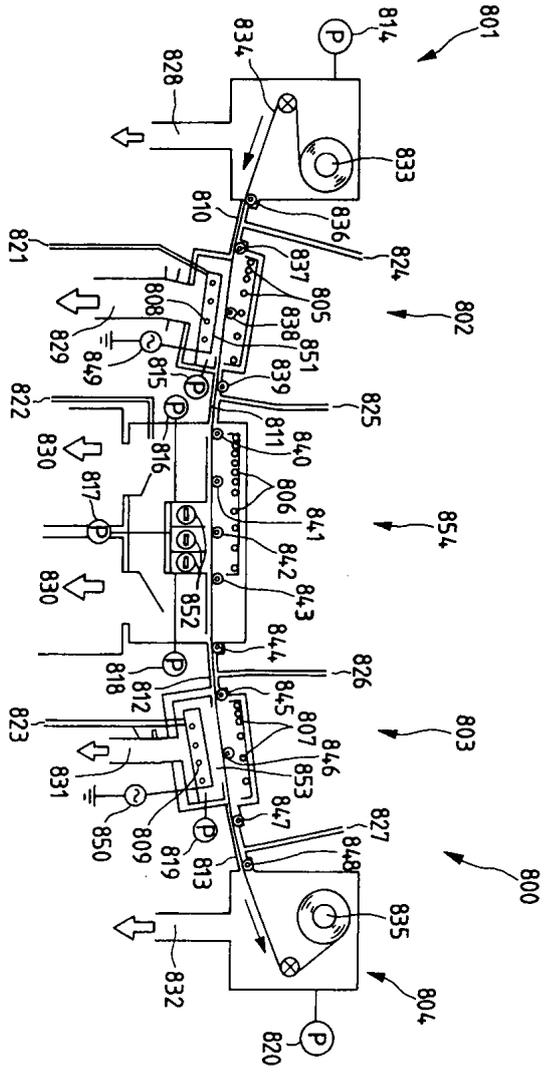
도면6



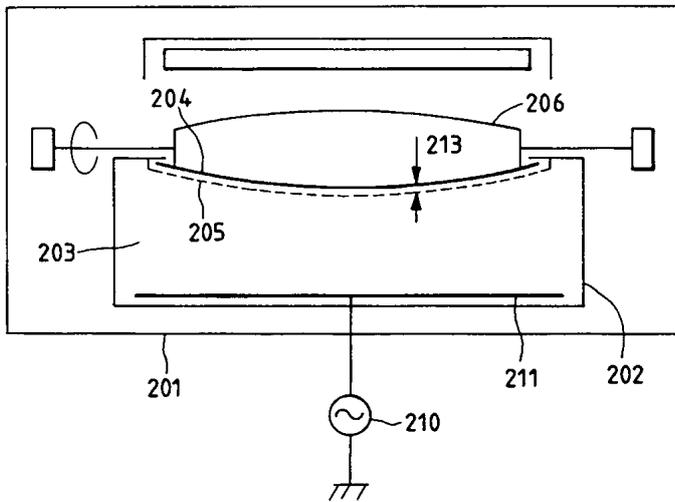
도면7



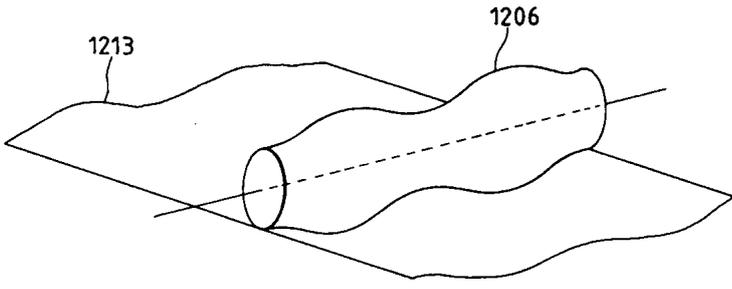
도면8



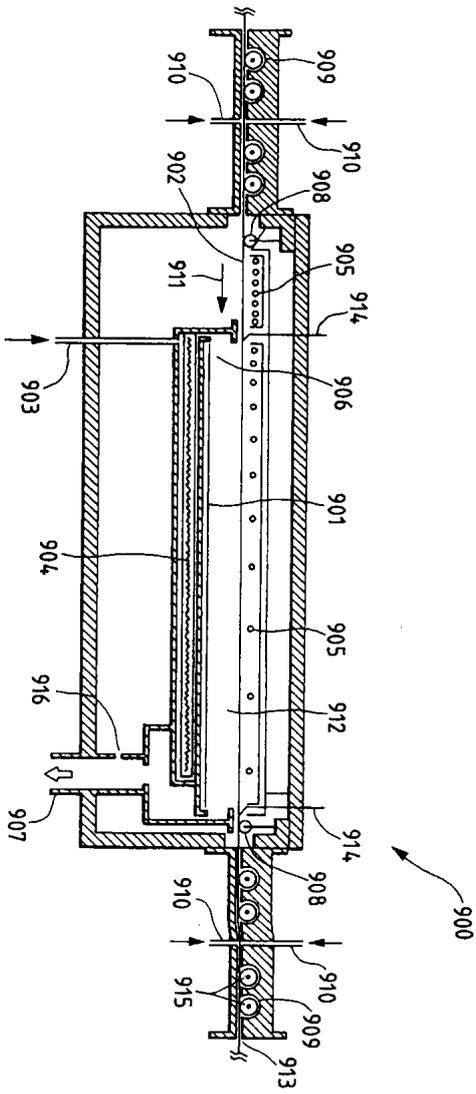
도면9



도면10



도면11



도면12

