

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
C30B 25/00

(45) 공고일자 1999년02월18일

(11) 등록번호 특0173013

(24) 등록일자 1998년10월27일

(21) 출원번호	특1995-012541	(65) 공개번호	특1995-032726
(22) 출원일자	1995년05월19일	(43) 공개일자	1995년12월22일
(30) 우선권주장	94-106760 1994년05월20일	일본(JP)	

(73) 특허권자	샤프 가부시끼가이샤	프지 하루오
(72) 발명자	일본국 오사카후 오사카시 아베노구 나가이쵸 22방 22고 이시즈미 다카시	
	일본국 나라쵸 기따가쓰라기궁 간마쵸쵸 요네야마다이 5쵸메 2-18	
	가네이와 신지	
	일본국 나라쵸 나라시 이시쵸 115-5	
(74) 대리인	장수길, 구영창	

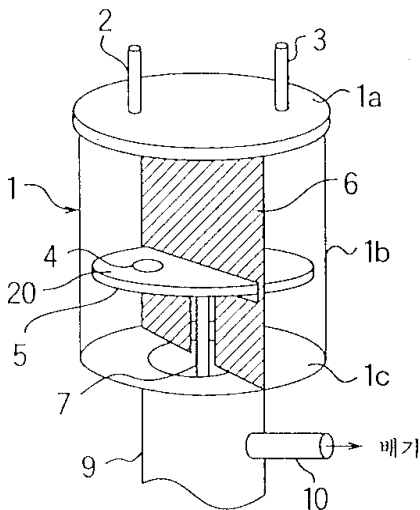
심사관 : 장정숙

(54) 원자층 단위의 평탄성과 계면 급준성을 갖는 화합물 반도체층을 생산성이 좋게 성장시킬 수 있는 기상 성장 장치 및 기상 성장 방법

요약

원자층 단위의 평탄성과 계면 급준성을 갖는 화합물 반도체 층을 생산성 좋게 성장시킬 수 있는 기상 성장 장치 및 기상 성장 방법을 제공한다. 성장실은 원통부와 이 원통부의 상류측 단부를 폐쇄하는 단판을 갖는다. 단판에 양이온 원료 개스 공급구와 음이온 원료 개스 공급구가 설치되는 한편, 원통부의 하류측에 배기장치가 설치되어 있다. 원통부 내에 기판 보유면을 갖는 기판 홀더가 설치되어 있다. 개스 분리부재는 원료 개스의 유로를 서로 분리하여 기판 보유면에 원료 개스가 단독으로 공급되는 복수의 원료 개스 공급 영역을 형성한다. 구동 장치는 기판 보유면에 기판이 설정된 기판 홀더를 원통부의 중심선의 주위로 회전시킨다. 그 다음, 기판의 표면에 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스를 교호로 공급한다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

원자층 단위의 평탄성과 계면 급준성을 갖는 화합물 반도체층을 생산성이 좋게 성장시킬 수 있는 기상 성장 장치 및 기상 성장 방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 제1실시예에 따른 기상 성장 장치의 구성을 개략적으로 도시한 도면.

제2a도는 제1도의 기상 성장 장치에 의해 실행된 기상 성장 방법을 설명하는 평면도.

제2b도 및 제2c도는 제2a도의 기상 성장 방법을 설명하는 도면.

제3a도 및 제3b도는 제2a도의 기상 성장 방법의 변형예인 기상 성장 방법을 설명하는 평면도.

제3c도 및 제3d도는 제3a도 및 제3b도의 기상 성장 방법을 설명하는 도면.

제4도는 본 발명의 제2실시예에 따른 기상 성장 장치의 구성을 도시한 도면.

제5a도는 제4도에 도시된 기상 성장 장치에 의해 실행된 기상 성장 방법을 설명하는 평면도.

제5b도, 제5c도 및 제5d도는 제5a도의 기상 성장 방법을 설명하는 도면.

제6도는 본 발명의 제3실시예에 따른 기상 성장 장치의 구성을 도시한 도면.

제7a도는 제6도에 도시된 기상 성장 장치에 의해 실행된 기상 성장 방법을 설명하는 평면도.

제7b도, 제7c도 및 제7d도는 제7a도의 기상 성장 방법을 설명하는 도면.

제8a도는 제4도에 도시된 기상 성장 장치에 의해 실행된 다른 기상 성장 방법을 설명하는 평면도.

제8b도, 제8c도, 제8d도, 제8e도, 제8f도 및 제8g도는 제8a도의 기상 성장 방법을 설명하는 도면.

제9a도는 제6도에 도시된 기상 성장 장치의 변형예에 의해 실행된 기상 성장 방법을 설명하는 평면도.

제9b도, 제9c도, 제9d도 및 제9e도는 제9a도의 기상 성장 방법을 설명하는 도면.

제10a도는 제6도에 도시된 기상 성장 장치에 의해 실행된 다른 기상 성장 방법을 설명하는 평면도.

제10b도, 제10c도 및 제10d도는 제10a도의 기상 성장 방법을 설명하는 도면.

제11도는 본 발명의 제4 양호한 실시예에 따른 기상 성장 장치의 구성을 도시한 도면.

제12도는 본 발명의 제5 양호한 실시예에 따른 기상 성장 장치의 구성을 도시한 도면.

제13도는 종래의 기상 성장 장치를 도시한 도면.

제14a도, 제14b도 및 제14c도는 종래의 기상 성장 장치에 의해 실행된 기상 성장 방법을 설명하는 도면.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1 : 성장실

2, 3 : 원료 개스 공급구

4, 4A, 4B : 기판

5, 15, 25 : 기판 홀더

8 : 분리용 개스 공급구

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 화합물 반도체 재료를 성장시키기 위한 기상 성장 장치 및 기상 성장 방법에 관한 것으로, 특히 발광 디바이스 및 고주파 디바이스에 이용하기 위한 화합물 반도체 층을 기판 상에 제어성이 좋게 성장시키기 위한 기상 성장 장치 및 기상 성장 방법에 관한 것이다.

화합물 반도체 재료의 성장 방법으로서, 유기 금속 기상 에피택시 성장법(이하, MOVPE라 함)이 널리 알려져 있는데, 이 방법은 다양한 디바이스 제작에 이용되고 있다. 디바이스 성능을 향상시키기 위해, 원자층과 비슷한 정도의 제어 가능성이 성장 공정에 있어서 요구되고, 따라서 원자층 에피택시 성장법(이하, ALE라 함)이 제안되고 있다.

제13도는 MOVPE법 또는 ALE법에 의해 GaAs를 성장시키기 위한 기상 성장 장치를 개략적으로 도시하고 있다. 이 장치는 대략 원통형 반응관(101), Ga 원료개스로서 트리메틸 갈륨(TMG)을 반응관(101)에 공급하기 위한 공급관(102), As 원료 개스로서 아르신(arsine)을 반응관(101)에 공급하기 위한 공급관(103), 및 퍼징(purging)용 수소 개스를 반응관(101)에 공급하기 위한 공급관(180)을 갖고 있다.

공급관(102, 103 및 108)은 반응관(101)의 한 단면(101a)를 관통하여 반응관(101)의 원통부(101b)의 축 방향의 대략 중앙부에서 개구되어 있다. 반응관(101)의 축 방향의 대략 중앙부에는 기판 홀더(105)가 설치되어 있고, 이 기판 홀더(105)는 반응관(101)의 다른쪽 단면(101c)로부터 연장되는 암 부재(107)에 의해 지지된다.

MOVPE법 또는 ALE법 중의 어느 한 경우에, GaAs 기판(104)은 기판 홀더(105) 상에 설정되고, TMG와 아르신은 각각 공급관(102 및 103)을 통하여 공급됨으로써, GaAs 기판(104) 상에 GaAs를 성장시킨다. 미반응 개스 등은 원통부(101b)의 다른쪽 단면(101c) 측에 설치된 배기관(110)을 통하여 방출된다. MOVPE법과 ALE법과의 주된 차이는 개스를 공급하는 시간의 차이에 있다. MOVPE법에 따르면, TMG와 아르신이 동시에 공급된다.

이것에 비하여, ALE법에 따르면, 개스 공급 시간이 제어 밸브(도시하지 않음)의 개폐에 의해 제어되어 TMG와 아르신을 택일하여 공급한다. 게다가, ALE법에 따르면, TMG와 아르신이 서로 혼합되는 것을 방지하기 위하여 제14a도, 제14b도 및 제14c도에 도시한 바와 같은 방식으로 TMG 공급 기간과 아르신 공급 기간 사이에 수소로 실행되는 퍼징 기간을 마련한다. 수소로 실행되는 퍼징 기간중에는 수소 개스가 공급관(108)을 통하여 반응관(101)로 공급됨으로써, 반응관(101) 내를 퍼지한다.

ALE법의 특징은 TMG 공급 기간에 GaAs 기판(104) 표면에서 TMG 또는 그 분해 생성물에 의한 피복층이 10이 된 후에는 그 이상의 흡착이 억제되는 현상(셀프 리미팅 기구라 불리우고, 기판 온도와 같은 성장 조건을 적당하게 선택함으로써 실현된다)을 이용하는 점이다. 그 TMG 공급 기간에 연속되는 아르신 공급 기간에

GaAs 기판(104) 상에 GaAs 단원자층이 형성된다. 단원자층의 형성을 반복함으로써, 원자층 단위의 평탄성을 갖는 성장층이 얻어질 수 있다. 해테로 계면 형성시에, 계면 급준성(sharpness)은 원자층 단위로 제어될 수 있다.

각종 디바이스를 제작하기 위해 요구되는 반도체 층의 두께는 수십 Å으로부터 수 마이크로미터의 범위 내에 있고, 이 범위는 수십에서 수만 원자층의 두께에 대응한다. 그러므로, ALE법에 의해 각종 디바이스의 반도체 층을 성장하려고 하는 경우, 원료 개스의 교호 공급은 성장층 당 수십에서 수만회 반복되어야 한다.

그러나, 개스 공급 기간들 간의 변경은 제어 밸브를 개폐함으로써 실행되고 있기 때문에, 제어 밸브는 매우 자주 개폐될 필요가 있다. 그러므로, 제어 밸브의 내구성이 고려된 경우, ALE법에 의한 디바이스 제작, 특히 양산은 비현실적인 것이었다.

그러므로, 본 발명의 목적은 이와 같은 제어 밸브의 빈번한 개폐를 행하지 않고 양이온 원료 개스(예를 들면, TMG)와 음이온 원료 개스(예를 들면, 아르신)를 교호로 기판 상에 공급할 수 있고, 따라서 원자층 단위의 평탄성과 계면 급준성을 갖는 화합물 반도체 층을 생산성 좋게 성장시킬 수 있는 기상 성장 장치 및 기상 성장 방법을 제공하기 위한 것이다.

상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 기상 성장 장치는 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스를 교호로 공급하여 이 개스들을 반응시킴으로써 성장실내에서 소정 온도로 유지된 기판의 표면 상에 화합물 반도체 층을 성장시키는 기상 성장 장치로, 상기 성장실은 상류측에서 하류측으로 한방향으로 연장하는 원통부와, 이 원통부의 상류측 단부를 폐쇄하는 단판(end plate)을 갖고 있고, 이 단판은 상기 원통부 내에 양이온 원료 개스를 공급하기 위한 원료 개스 공급구와, 상기 원통부 내에 음이온 원료 개스를 공급하기 위한 원료 개스 공급구를 소정 위치에 갖고 있으며, 또한 상기 원통부의 하류측으로부터 상기 원통부 내의 개스를 배출하기 위한 배기 수단과, 상기 원통부의 상류측과 하류측 사이에 설치되어 기판 보유면을 갖고 있는 기판 홀더와, 상기 원료 개스 공급구로부터 상기 기판 보유면으로 연장하는 상기 원료 개스의 유로를 분리함으로써 상기 기판 보유면에 상기 원료 개스가 단독으로 공급되는 복수의 원료 개스 공급 영역을 형성하는 개스 분리 수단과, 상기 기판 보유면에 기판이 설정된 기판 홀더를 상기 원통부의 중심선 주위로 회전시키는 구동 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.

본 발명의 기상 성장 장치에 따르면, 화합물 반도체 층의 성장은 다음과 같은 방식으로 행해진다. 기판 홀더의 기판 보유면의 소정 위치에 기판이 설정되고, 기판은 성장에 적합한 온도로 유지된다. 이러한 상태에서, 성장실의 단판에 설치된 원료 개스 공급구로부터 원통부 내로 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스가 공급된다. 공급된 원료 개스는 개스 분리 수단에 의해 서로 분리되어, 서로 혼합되지 않고 원료 개스 공급구로부터 기판 홀더의 기판 보유면에 도달한다. 따라서, 원료 개스가 단독으로 공급되는 복수의 원료 개스 공급 영역이 기판 보유면에 형성된다.

여기에서, 기판 홀더는 상기 원통부의 중심선의 주위로 회전된다. 따라서, 기판 보유면에 설정된 기판의 표면에는 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스가 교호로 공급된다. 이로 인해, 기판의 표면에 원자층 단위로 화합물 반도체 층이 성장한다.

미반응 개스 등은 하류측의 배기 수단에 의해 배기된다. 이와 같이, 원료 개스의 유로가 개스 분리 수단에 의해 분리되므로, 기판 홀더의 회전에 의해 기판의 표면에 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스를 교호로 공급할 수 있다. 따라서, 종래와 달리 원료 개스 공급 기간의 변경을 위해 제어 밸브를 빈번하게 개폐할 필요가 없어, 제어 밸브의 내구성이 손상될 염려가 없다. 따라서, 원자층 단위의 평탄성과 계면 급준성을 갖는 화합물 반도체 층이 생산성 좋게 성장된다.

한 실시예의 기상 성장 장치에 따르면, 상기 기판 홀더의 상기 기판 보유면은 상기 원통부의 중심선에 수직이고, 원형이며, 상기 기판 보유면의 중심은 상기 원통부의 중심선에 있다.

상기 구성에 따르면, 상기 기판 홀더의 전체 원주에 걸쳐 기판 홀더와 원통부 내벽 사이의 갭이 일정해진다. 따라서, 기판 홀더의 전체 원주에 걸쳐 배기의 콘덕턴스가 일정해진다. 따라서, 기판 홀더가 회전된다고 해도, 각 원료 개스의 유속에 영향을 미치지 않는다. 따라서, 화합물 반도체 층이 제어성 좋게 성장된다.

한 실시예의 기상 성장 장치에 따르면, 상기 개스 분리 수단은, 상기 원통부의 중심선을 포함하고 상기 복수의 원료 개스 공급구들의 사이를 통과하는 평면내에 설치된 적어도 하나의 간막이 판으로 이루어진다.

상기 구성에 따르면, 원료 개스의 유로가 간단하고 효과적으로 서로 분리된다.

한 실시예의 기상 성장 장치에 따르면, 상기 간막이 판들은 상기 원통부의 중심선으로부터 상기 원통부의 내벽으로 방사상으로 연장하고 소정의 각도로 서로 교차하며, 상기 각도는 상기 원료 개스가 상기 기판에 공급되는 기간과 길이에 따라 설정된다.

이 경우, 기판 홀더의 회전 속도(등속)의 설정 레벨을 높임으로써, 화합물 반도체 층을 형성하기 위한 원료 개스 공급 기간이 필요 최소한의 길이로 설정된다. 따라서, 생산성이 높아진다. 또한, 구동 수단은 기판 홀더를 등속으로 회전시키면 되므로, 회전 제어가 간단하게 행해진다.

한 실시예의 기상 성장 장치에 따르면, 상기 단판의 상기 원료 개스 공급구들의 사이에 상기 기판의 표면에서의 성장 반응에 기여하지 않는 성질을 갖는 분리용 개스를 공급하기 위한 분리용 개스 공급구가 설치된다. 개스 분리 수단은 상기 분리용 개스 공급구로부터 상기 기판 보유면으로 연장하는 상기 분리용 개스의 층 형상의 흐름으로 이루어져 있다.

이 경우, 원료 개스의 유로는 상기 원통부 내에 어떤 여분의 부재를 설치하지 않고 서로 분리될 수 있으므로, 장치의 보수가 간단해진다.

또한, 한 실시예의 기상 성장 장치에 따르면, 상기 기판 홀더의 상기 기판 보유면은 상기 원통부의 중심

선과 일치한 중심선을 갖는 원추대(pyramidal frustum)의 외측면에 상당하는 형상을 갖는다.

이 경우, 기관 보유면을 상기 원통부의 중심선에 대해 수직으로 설치한 경우에 비하여 기관 보유면의 면적을 확장할 수 있다. 그와 같이 한 경우, 기관 보유면에 다수의 기관을 설정할 수 있어 생산성이 높아진다.

또한, 한 실시예의 기상 성장 장치에 따르면, 상기 기관 홀더의 상기 기관 보유면은 상기 원통부의 중심선과 일치한 중심선을 갖는 각통(Prism-shaped pipe)의 내측면에 상당하는 형상을 갖는다.

상기 구성에 따르면, 기관 보유면을 상기 원통부의 중심선에 대해 수직으로 설치하는 경우에 비해 기관 보유면의 면적을 확장할 수 있다. 그와 같이 한 경우, 기관 보유면에 다수의 기관을 설정할 수 있어 생산성이 높아진다.

본 발명의 기상 성장 방법은 상류측에서 하류측으로 한방향으로 연장하는 원통부와 이 원통부의 상류측 단부를 폐쇄하는 단판을 갖고 있는 성장실의 상기 원통부의 상류측과 하류측 사이에 배치되는 기관 홀더의 기관 보유면에 기관을 보유시키는 단계와, 상기 기관을 소정의 온도로 유지하는 단계와, 상기 원통부 내에 상류측으로부터 복수의 원료 개스 공급구를 통해 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스를 개스 분리 수단으로 원통부 내에서 서로 혼합되지 않도록 하여 공급하고, 또 상기 원통부로부터 원료 개스를 배출함으로써 상기 기관 보유면의 대응하는 부분에 원료 개스가 단독으로 공급되는 원료 개스 공급 영역을 형성하는 단계와, 상기 기관 홀더를 상기 원통부의 중심선의 주위로 회전시키는 단계를 포함한다.

한 실시예의 기상 성장 방법에 따르면, 상기 개스 분리 수단은, 상기 원통부의 중심선을 포함하고 상기 복수의 원료 개스 공급구들의 사이를 통과하는 평면 내에 설치된 적어도 하나의 간막이 판으로 이루어지고, 상기 기관이 상기 간막이 판이 있는 평면을 횡단할 때 상기 기관 홀더의 회전 속도는 빨라지고, 각각의 상기 기관이 원료 개스 공급 영역에 배치될 때 기관 홀더의 회전 속도는 늦어지거나 또는 일시적으로 정지된다.

상기 구성에 따르면, 상기 기관 표면의 일부에 양이온 원료 개스가 공급되고, 기관 표면의 나머지 부분에 음이온 원료 개스가 공급되는 것이 기간이 실질적으로 없어진다. 따라서, 계면 급진성이 우수한 원자층 성장이 실현된다.

한 실시예의 기상 성장 방법에 따르면, 상기 기관 홀더를 상기 원통부의 중심선의 주위로 회전시키는 회전 속도는 상기 원료 개스가 각각 상기 기관에 공급되는 기간의 길이에 따라 변화된다. 예를 들면, 상기 기관이 짧은 공급 기간을 요하는 원료 개스의 공급 영역을 통과할 때는 기관 홀더의 회전 속도를 빠르게 한다. 상기 기관이 긴 공급 기간을 요하는 원료 개스의 공급 영역을 통과할 때는 기관 홀더의 회전 속도를 늦게 한다. 이러한 구성으로 인해, 화합물 반도체 층을 형성하기 위한 각 원료 개스 공급 기간이 필요 최소한의 길이로 설정된다. 따라서, 생산성이 높아진다.

한 실시예의 기상 성장 방법에 따르면, 상기 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스의 적어도 한쪽을 2종류 이상 준비하고, 상기 2종류 이상의 원료 개스를 서로 다른 원료 개스 공급구를 통해 상기 원통부 내에 공급함으로써, 상기 기관 홀더의 1 회전으로 2원자층 이상을 성장시킨다.

이 경우, 다양한 조성을 갖는 화합물 반도체 층이 성장된다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 기상 성장 장치 및 기상 성장 방법을 실시예에 의해 설명한다.

제1도는 본 발명의 제1 실시예에 따른 기상 성장 장치의 구성을 도시한 것이다. 이 기상 성장 장치는 대략 원통 형상의 성장실(1)을 구비하고 있다. 성장실(1)은 수직 방향으로 연장하는 원통부(1b)와, 원통부(1b)의 상류측 단부를 폐쇄하는 단판으로서 작용하는 덮개부(1a)와, 원통부(1b)의 하류측 단부를 폐쇄하는 저부(1c)를 갖고 있다. 덮개부(1a)에는 성장실(1) 내에 양이온 원료 개스를 공급하기 위한 공급구(2)와, 성장실(1) 내에 음이온 원료 개스를 공급하기 위한 공급구(3)이 덮개부(1a)의 중심에 관해 대칭인 위치에 설치되어 있다. 성장실(1)의 아래에는 원통부(1b)의 직경 치수보다도 작은 직경 치수를 가지고, 성장실(1)을 지지하는 원통 형상의 지지관(9)이 수직으로 설치되어 있다. 성장실(1)은 저부(1c)의 중앙에 설치된 개구를 통해 지지관(9)과 연통되고, 지지관(9)은 그 외주면에 설치된 배기관(10)과 연통된다.

성장실(1)의 원통부(1b) 내의 개스는 지지관(9)과 배기관(10)을 통해 배기 수단으로서 작용하는 진공 펌프(도시하지 않음)에 의해 배기되도록 되어 있다. 지지관(9) 내에는 구동 수단으로서 작용하는 구동축(7)과 구동 모터(도시하지 않음)가 설치되어 있다.

상기 원통부(1b)의 대략 중앙 레벨에 원판 형상의 기관 홀더(5)가 수평, 즉 원통부(1b)의 중심선에 대해 수직으로 설치되어 있다. 기관 홀더(5)의 상면(20)은 덮개부(1a)의 원료 개스 공급구(2, 3)에 대향하여 있고, 성장시에는 기관(4)이 설정되는 기관 보유면으로 된다. 기관 홀더(5)의 중심은 원통부(1b)의 중심선에 있고, 또한 기관 홀더(5)의 외경 치수는 원통부(1b)의 내경 치수보다도 작게 설정되어 있다.

따라서, 기관 홀더(5)와 원통부(1b) 내벽 사이의 갭이 전체 원주에 걸쳐 일정하게 되어 있다. 따라서, 성장시에 기관 홀더(5)의 전체 원주에 걸쳐 배기 콘덕턴스가 일정해진다. 기관 홀더(5)가 회전한다고 해도, 각 원료 개스의 유속에 영향을 미치지 않는다. 따라서, 후술하는 바와 같이, 화합물 반도체 층을 기관(4) 상에 제어성 좋게 성장시킬 수 있다.

기관 홀더(5)는 아래쪽의 지지관(9) 내의 구동 모터로부터 연장하는 구동축(7)에 의해 지지된다. 구동축(7)의 축 중심은 원통부(1b)의 중심선과 일치하고, 구동축(7)의 선단은 기관 홀더(5)의 하부면의 중심에 접속되어 있다. 성장시에, 기관 홀더(5)는 상기 구동 모터에 의해 구동축(7)을 통해 원통부(1b)의 중심선의 주위로 회전된다. 기관 홀더(5)는 통전에 의해 발열하는 도시하지 않은 모터를 내장하고 있고, 성장시에는 기관 보유면(20)의 전역을 균일하게 소정 온도로 유지할 수 있다.

원통부(1b) 내에는 개스 분리 수단으로서 작용하는 간막이 판(6)이 설치되어 있다. 간막이 판(6)은 원통부(1b)의 중심선을 포함하고 원료 개스 공급구(2, 3)들 사이를 통과하는 평면 내에 설치되므로, 원통부(1b) 내를 원료 개스 공급구(2, 3)의 각각에 대응하는 2개의 영역으로 분리시킨다. 간막이 판(6)은 덮개

부(1a), 원통부 (1b), 저부(1c)의 내벽에 각각 접하고 있다. 상기 평면이 기판 홀더(5), 구동축(7)과 교차하는 부분에서는 이들 부재(5, 7)이 마찰없이 회전할 수 있도록 간막이 판(6)에는 이들 부재(5, 7)의 형상을 따른 절단부가 형성된다. 간막이 판(6)은 성장시에 원료 개스 공급구(2, 3)으로부터 기판 보유면(20)으로 연장하는 원료 개스의 유로를 서로 분리하므로, 기판 보유면(20)에 원료 개스가 단독으로 공급되는 2개의 원료 개스 공급 영역을 형성한다. 간막이 판(6)은 단순한 판이므로, 원료 개스의 유로를 간단하고 효과적으로 서로 분리할 수 있다.

이 기상 성장 장치를 이용하여, GaAs 기판(4) 상에 화합물 반도체 층으로서 GaAs층이 성장되게 된다.

기판 홀더(5)의 기판 보유면(20)의 중심과 주변 사이에 기판(4)가 설정된다.

기판 홀더(5)의 내장 히터에 의해 기판(4)를 일정 온도(400~550℃)로 유지한다. 이 상태에서, 원료 개스 공급구(2, 3)을 통해 양이온 원료 개스로서 작용하는 트리메틸 갈륨(TMg)과 음이온 원료 개스로서 작용하는 아르신을 원통부(1b) 내에 공급한다.

TMg의 유량을 20 SCCM, 아르신의 유량을 200 SCCM으로 하고, TMg와 아르신을 각각 유량 5 SLM의 수소 개스로 가속하는 것으로 한다. 한편, 원통부(1b) 내의 개스를 하류측의 지지관(9)과 배기관(110)을 통해 진공 펌프로 배기하고, 성장실(1)내의 압력을 20 Torr로 한다. 이 결과, 원통부(1b) 내에는 고속 개스 흐름이 생성된다.

원료 개스 공급구(2, 3)을 통해 원통부(1b)내에 공급된 TMg와 아르신은 간막이판(6)에 의해 서로 분리되어, 서로 혼합되지 않게 기판 홀더(5)의 기판 보유면(20)에 도달한다. 따라서, 제2a도에 도시한 바와 같이, 기판 보유면(20)에 TMg와 아르신이 단독으로 공급되는 2개의 원료 개스 공급 영역(TMg 공급 영역과 아르신 공급 영역)(21, 22)가 형성된다. 상기 상황에서, 구동 모터에 의해 기판 홀더(5)는 원통부(1b)의 중심선의 주위로 회전된다. 따라서, 기판 보유면(20)에 설정된 기판(4)의 표면에는 제2b도, 제2c도에 도시된 방식으로, TMg와 아르신이 교호로 공급된다. 즉, TMg 공급 기간과 아르신 공급 기간의 2개의 기간으로 이루어지는 개스 공급 사이클이 형성된다. 기판 홀더(5)의 회전 속도를 매분 6회(등속)로 하면, GaAs 기판(4)는 TMg와 아르신이 각각 5초씩 접촉하게 된다. 이러한 과정을 통해, 기판(4)의 표면에 1회전마다 GaAs의 단위자층(두께 약 2.8 Å)을 성장시킬 수 있었다.

상술된 바와 같이, 이 기상 성장 장치에서는 간막이판(6)에 의해 원료 개스의 유로를 서로 분리하고 있으므로, 기판 홀더(5)의 회전에 의해 기판(4)의 표면에 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스를 교호로 공급할 수 있다. 상술된 구성은 종래와 달리 원료 개스 공급 기간들 간의 변경을 위해 제어 밸브를 빈번하게 개폐할 필요가 없어서, 제어 밸브의 내구성이 손상될 염려가 없다. 또한, 이 기상 성장 장치를 이용하여 원자층 성장을 행할 때의 제어 요인은 성장실 압력, 기판 온도, 개스 유량, 기판 홀더 회전 속도이고 어느것도 용이하게 제어될 수 있다.

따라서, 원자층 단위의 평탄성과 계면 급준성을 갖는 화합물 반도체 층을 생산성 좋게 성장시킬 수 있다. 이러한 구성으로 인해, 평탄성과 계면 급준성이 우수한 고성능 발광 디바이스나 고주파 디바이스를 생산할 수 있다.

또한, 원통부(1b) 내의 개스가 진공 펌프에 의해 빠르게 배기되기 때문에, 원통부(1b) 내에 대류가 발생하는 일은 없다. 더우기, 기판 홀더(5)와 원통부(1b)의 내벽 사이의 갭이 전체 원주에 걸쳐 일정하게 되어 있으므로, 기판 홀더(5)가 회전한다고 해도, TMg와 아르신의 유속에 영향을 끼치지 않는다. 따라서, 상술한 바와 같이, GaAs 층을 기판(4) 상에 제어성 좋게 성장할 수 있다.

음이온 원료 개스로서 TMg 대신에 트리메틸 알루미늄(TMA)을 이용하면, 1회전마다 2원자층(두께 약 5.7 Å)을 성장시킬 수 있다.

또한, 기판 홀더(5)의 회전 속도는 등속으로 했지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 기판(4)가 간막이판(6)의 바로 아래를 통과할 때 기판 홀더(5)의 회전을 고속으로 하고, 기판(4)가 간막이판(6)의 바로 아래 이외의 위치에 있을 때 기판 홀더(5)의 회전을 저속 또는 일시적으로 정지시켜도 좋다. 이러한 구성으로 인해, 기판(4)의 표면의 일부에 TMg가 공급되고, 기판(4)의 표면의 나머지 부분에 아르신이 공급되는 것이 기간을 실질적으로 없앨 수 있다. 따라서, 계면 급준성이 우수한 원자층 성장이 실현된다.

공지되어 있는 바와 같이, GaAs 기판(4) 상에 TMg 단분자 흡수층이 형성되기 위해서는 수초 정도의 기간이 필요하다. 그러나, 아르신과의 반응에 의해 GaAs 단위자층이 성장하는데는 상기 기간보다 짧은 기간에 충분하다. 위의 예에서는 아르신 공급 기간이 필요 이상으로 길게 설정되어 있다고 생각된다.

그래서, 제3a도에 도시한 바와 같이, 기판 홀더(5)의 회전 속도를 TMg와 아르신 각각이 기판(4)에 공급되는 기간의 길이에 따라 변화시켜도 좋다. 예를 들면, 기판(4)가 아르신 공급 영역(22)을 통과할 때의 회전 속도를 기판(4)가 TMg 공급 영역(21)을 통과할 때의 회전 속도보다도 빠르게 한다. 이러한 구성으로 인해, 제3c도에 도시한 바와 같은 방식으로, GaAs층을 형성하기 위한 TMg 공급 기간과 아르신 공급 기간을 각각 필요 최소한의 길이로 설정할 수 있다. 따라서, 생산성을 높일 수 있다.

또한, 제3b도에 도시한 바와 같은 방식으로, 기판 홀더(5)의 회전 속도를 등속으로 하고, 간막이판(6')를 원통부(1b)의 중심선으로부터 내벽을 향하여 소정의 각도를 이루어 방사상으로 연장하고, TMg와 아르신이 각각 기판(4)에 공급되는 기간의 길이에 따라 각도를 설정해도 좋다. 이 경우, 기판 홀더(5)의 회전 속도(등속)의 설정 레벨을 높임으로써, 제3c도와 제3d도에 도시한 바와 같은 방식으로, GaAs층을 형성하기 위한 TMg 공급 기간과 아르신 공급 기간을 필요 최소한의 길이로 설정할 수 있다. 따라서, 생산성을 높일 수 있다. 또한, 기판 홀더(5)를 등속으로 회전시키면 되므로, 회전 제어를 용이하게 행할 수 있다.

제4도는 본 발명의 제2 실시예에 따른 기상 성장 장치의 구성을 도시한 것이다. 제1도와 동일한 구성 부품을 동일 부호를 붙이고 설명을 생략한다.

이 기상 성장 장치는 제1도의 기상 성장 장치의 간막이판(6) 대신에 기판(4)의 표면에서의 성장 반응에 기여하지 않는 성질을 갖는 분리용 개스를 이용한다. 상세하게는, 성장실(1)의 덮개부(1a)의 원료 개스

공급구(2, 3)들 사이를 통과하는 직선상에 분리용 개스를 공급하기 위한 분리용 개스 공급구(8, 8, 8)이 설치되어 있다.

성장시에는 분리용 개스 공급구(8, 8, 8)로부터 기판 보유면(20)으로 연장하는 분리용 개스의 층 형상의 흐름이 형성된다.

이 기상 성장 장치를 이용하여, 앞의 예와 마찬가지로 방식으로, GaAs 기판(4)상에 화합물 반도체 층으로서 GaAs 층이 성장된다. 양이온 원료 개스로서 트리메틸 갈륨(TMG)이 사용되고, 음이온 원료 개스로서 아르신이 사용되며, 분리용 개스로서 수소가 사용된다. 앞의 예와 동일한 성장 조건, 즉 기판 온도를 400~550 °C, 성장실(1) 내의 압력을 20 Torr, TMG의 유량을 20S CCM, 아르신의 유량을 200 SCCM으로 하고, TMG와 아르신을 각각 유량 5 SLM의 수소 개스로 가속시키는 조건이 제공된다. 분리용 수소 개스의 유량은 각 공급구에서 10 SLM으로 한다. 기판 홀더(5)의 회전 속도는 매분 6회전(등속)으로 한다.

원료 개스 공급구(2, 3)을 통해 원통부(1b) 내에 공급된 TMG와 아르신은 수소 개스의 층 형상의 흐름에 의해 서로 분리되어, 서로 혼합되지 않고 기판 홀더(5)의 기판 보유면(20)에 도달한다. 따라서, 제5a도에 도시한 바와 같이, 기판 보유면(20)에서 TMG 공급 영역(31)과 아르신 공급 영역(32)는 수소 개스에 의해 실현된 분리 영역(33)에 의해 서로 분리된다. 상기 상황에서, 기판 홀더(5)는 제4도에 도시한 원통부(1b)의 중심선의 주위로 회전된다. 따라서, 제5b도, 제5c도, 제5d도에 도시한 바와 같이, TMG 공급 기간, 수소에 의한 분리 기간, 아르신 공급 기간, 수소에 의한 분리 기간의 4개의 기간으로 이루어지는 개스 공급 사이클이 형성된다. 이러한 구성으로 인해, 기판(4)의 표면에 1 회전마다 GaAs의 단원자층을 성장시킬 수 있었다.

이 기상 성장 장치에서는 원료 개스의 유로를 원통부(1b) 내에 어떠한 여분의 부재를 설치하지 않고 서로 분리할 수 있으므로, 장치의 보수를 간단화할 수 있는 이점이 있다.

분리용 개스로서는 수소에 한정되지 않고, 기판 표면에서의 성장 반응에 기여하지 않는 성질을 갖는 개스이면 좋다. 예를 들면, 아르곤, 헬륨 등의 불활성 개스를 이용한 경우도 마찬가지로 효과를 얻을 수 있다.

제8a도 내지 제8g도는 제4도에 도시한 기상 성장 장치를 이용하여 사파이어 기판(4A, 4B) 상에 화합물 반도체 층으로서 GaN층을 성장시키는 예를 도시한 것이다. 양이온 원료 개스로서 트리메틸 갈륨(TMG)을 이용하고, 음이온 원료 개스로서 암모니아를 이용하며, 분리용 개스로서 수소를 이용한다.

제8a도에 도시한 바와 같이, 기판 홀더(5)의 기판 보유면(20) 내의 중심과 주변 사이에 그 중심에 관해 대칭으로 기판(4A, 4B)를 설정하고, 기판 온도를 500°C로 유지한다. 제4도에 도시한 원료 개스 공급구(2, 3)을 통해 TMG와 암모니아를 원통부(1b) 내에 공급한다. TMG의 유량을 20 SCCM으로 하고, 유량 5 SLM의 수소 개스로 가속한다. 암모니아의 유량을 5 SLM으로 한다. 또, 이 시점에서는 분리용 개스는 흐르지 않는다. 진공 펌프의 배기량을 조절하여 성장실(1) 내의 압력을 760 Torr로 설정한다. 기판 홀더(5)의 회전 속도는 매분 2000회 정도로 한다. 분리용 개스가 흐르고 있지 않으므로, 2개의 기판(4A, 4B) 상에서 TMG와 암모니아가 서로 혼합되므로, 통상의 MOPVE 모드로 GaN 버퍼층이 성장한다. 기판 홀더(5)의 회전 속도를 매분 2000회 정도로 높게 하는 이유는 성장층의 두께의 균일성을 확보하기 위함이다.

이어서, GaN 버퍼층 상에 GaN 원자층 성장을 행한다. 상세하게는, 기판 온도를 올려서 800~1000°C의 범위 내로 유지한다. TMG와 암모니아의 유량은 그대로 하고, 분리용 개스 공급구(8, 8, 8)을 통해 수소 개스를 10 SLM의 유량으로 흘린다.

진공 펌프의 배기량을 조절하여, 성장실(1) 내의 압력을 200 Torr로 설정한다. 그리고, 기판 홀더(5)의 회전 속도를 매분 10회로 한다.

원료 개스 공급구(2, 3)을 통해 원통부(1b) 내에 공급된 TMG와 암모니아는 수소 개스의 층 형상의 흐름에 의해 서로 분리되어, 서로 혼합되지 않고 기판 홀더(5)의 기판 보유면(20)에 도달한다. 따라서, 제8a도에 도시한 바와 같은 방식으로, 기판 보유면(20)에서 TMG 공급 영역(51)과 암모니아 공급 영역(52)가 수소 개스에 의해 실현된 분리 영역(53)에 의해 서로 분리된다. 이 상황에서, 기판 홀더(5)는 제4도에 도시한 원통부(1b)의 중심선의 주위로 회전된다. 따라서, 제8b도 내지 제8d도에 도시한 바와 같이, 기판(4A)에 대해서는 TMG 공급 기간, 수소에 의한 분리 기간, 암모니아 공급 기간, 수소에 의한 분리 기간의 4개의 기간으로 이루어지는 개스 공급 사이클이 형성된다. 한편, 제8e도 내지 제8g도에 도시한 바와 같이, 기판(4B)에 대해서는 기판(4A)와 역상의 암모니아 공급 기간, 수소에 의한 분리 기간, TMG 공급 기간, 수소에 의한 분리 기간의 4개의 기간으로 이루어지는 개스 공급 사이클이 형성된다. 기판(4A, 4B)에 대한 개스 공급 사이클은 서로 역상이지만, 기판(4A, 4B)의 어느것도 원자층 성장 모드로 GaN 층이 성장한다. 실제로, 1회전마다 GaN의 단원자층(두께 약 2.6 Å)을 성장시킬 수 있었다.

당연하게 기판의 수는 2개로 한정되지 않고, 기판 보유면(20)에 탑재할 수 있는 한 몇개라도 좋다.

제6도는 본 발명의 제3 실시예의 기상 성장 장치의 구성을 도시한 것이다. 제1도 및 제4도와 동일 구성 부품은 동일 부호를 붙이고 설명을 생략한다.

이 기상 성장 장치는 개스 분리 수단으로서 간막이판(6A, 6B)와 분리용 개스를 겸용한다. 상세하게는, 성장실(1)의 덮개부(1a)의 원료 개스 공급구(2, 3)들 사이를 통과하는 직선 상에 분리용 개스를 공급하기 위한 분리용 개스 공급구(8, 8)이 설치되어 있다. 한편, 원통부(1b) 내에는 간막이판(6A, 6B)가 설치되어 있다. 간막이판(6A, 6B)는 원통부(1b)의 중심선에서 교차하므로, 원통부(1b) 내를 원료 개스 공급구(2, 3)과 분리용 개스 공급구(8, 8)에 대응하는 4개의 영역으로 분리시킨다.

간막이판(6A, 6B)가 서로 교차하는 각도는 원료 개스가 기판(4)에 공급되는 기간의 길이에 따라 설정된다. 간막이판(6A, 6B)는 성장시에 원료 개스 공급구(2, 3) 및 분리 개스 공급구(8, 8)로부터 기판 보유면(20)으로 연장하는 원료 개스와 수소 개스의 유로를 분리한다. 간막이판(6A, 6B)와 분리 개스를 겸용하고 있으므로, 원료 개스의 유로를 더욱 확실하게 서로 분리할 수 있다.

GaAs 기판(4) 상에 화합물 반도체 층으로서 셀렌화 아연층을 성장시키는 것으로 한다. 양이온 원료 개스로서 1계통의 디에틸 아연(DEZ), 음이온 원료 개스로서 1계통의 셀렌화 수소, 분리용 개스로서 2계통의

수소를 이용한다. 성장 조건은 기판 온도를 200~300℃, 성장실(1) 내의 압력을 10 Torr, DEZ의 유량을 10 SCCM, 셀렌화 수소의 유량을 200 SCCM으로 하고, DEZ와 셀렌화 수소를 각각 3 SLM 유량의 수소 개스로 가속한다. 분리용 수소 개스의 유량은 각 공급구에서 각 5 SLM 으로 한다. 기판 홀더(5)의 회전 속도는 매 분 10회전(등속)으로 한다.

제6도 및 제7a도에 도시한 바와 같이, 원료 개스 공급구(2, 3)과 분리용 개스 공급구(8, 8)를 통해 원통부(1b) 내에 공급된 DEZ, 셀렌화 수소, 2계통의 수소는 각각 간막이판(6A, 6B)로 분리되어, 서로 혼합되지 않고 기판 홀더(5)의 기판 보유면(20)에 도달한다. 이 예에서는 제7a도에 도시한 바와 같이, 기판 보유면(20)에 원주 방향으로 DEZ 공급 영역(41)과, 수소에 의한 분리 영역(42)와, 셀렌화 수소 공급 영역(43)과, 수소에 의한 분리 영역(44)가 차례로 형성된다. 상기 상황에서, 기판 홀더(5)는 제6도에 도시한 원통부(1b)의 중심선의 주위로 회전된다. 따라서, 제7b도, 제7c도, 제7d도에 도시한 바와 같이, DEZ 공급 기간, 수소에 의한 분리 기간, 셀렌화 수소 공급 기간, 수소에 의한 분리 기간의 4개의 기간으로 이루어지는 개스 공급 사이클이 형성된다. 이러한 구성으로 인해, 기판(4)의 표면에 1회전마다 셀렌화 아연의 단위자층(두께 약 2.8 Å)을 성장시킬 수 있었다.

간막이판의 수는 2개로 한정되지 않는다. 3개 이상의 간막이판을 설치하여 원통부(1b)의 중심선에서 서로 소정의 각도로 교차시켜도 좋다. 이와 같이 한 경우, 간막이판으로 구획된 영역마다 원료 개스나 분리용 개스의 공급 계통을 설치함으로써, 원료 개스나 분리용 개스의 공급 계통을 증가할 수 있다. 따라서, 기판 상에 여러가지 종류의 화합물 반도체 층을 성장시킬 수 있다.

제9a도, 제9b도, 제9c도, 제9d도 및 제9e도는 간막이판의 수가 3개로 증가되고, 다른 부분은 제3도와 유사한 기상 성장 장치를 이용하여 GaAs 기판(4) 상에 화합물 반도체 층으로서 $Ga_{0.5}In_{0.5}P$ 층을 성장시키는 예를 도시한 것이다.

여기에서 이용하는 기상 성장 장치는 제9a도에 도시한 바와 같은 방식으로, 개스 분리 수단으로서의 간막이판(6A, 6B, 6C)와, 분리용 개스로서의 2계통의 수소를 겸용한다. 간막이판(6A, 6B, 6C)는 제6도에 도시한 원통부(1b)의 중심선에서 서로 소정의 각도로 교차하고 있다. 간막이판(6A, 6B, 6C)가 교차하는 각도는 원료 개스가 기판(4)에 공급되는 기간의 길이에 따라 설정된다. 원료 개스는 3종 4계통으로 한다. 상세하게는, 양이온 원료 개스로서 1계통의 TMG와 1계통의 트리메틸 인듐(TMI)을 이용한다. 음이온 원료 개스로서 2계통의 포스핀을 이용한다. 성장 조건은 기판 온도를 300~500℃, 성장실(1) 내의 압력을 20 Torr, TMG와 TMI의 유량을 각각 10 SCCM, 포스핀의 유량을 각 100 SCCM으로 하고, 이들 TMG, TMI 및 포스핀을 각각 유량 3 SLM의 수소 개스로 가속한다. 분리용의 수소 개스의 유량은 3 SLM이다. 기판 홀더(5)의 회전 속도는 매 분 3회전(등속)으로 한다.

원료 개스 공급구를 통해 원통부(1b) 내에 공급된 TMG, TMI, 2계통의 포스핀, 2계통의 수소는 간막이판(6A, 6B, 6C)로 서로 분리되어, 서로 혼합되지 않고 기판 홀더(5)의 기판 보유면(20)에 도달한다. 이 예에서는 제9a도에 도시한 바와 같은 방식으로, 기판 보유면(20)에 원주방향으로 TMG 공급 영역(61)과, 포스핀 공급 영역(62)와, 수소에 의한 분리 영역(63)과, TMI 공급 영역(64)와, 포스핀 공급 영역(65)와, 수소에 의한 분리 영역(66)이 차례로 형성된다. 상기 상황에서, 기판 홀더(5)는 제6도에 도시한 원통부(1b)의 중심선의 주위로 회전된다. 따라서, 제9b도, 제9c도, 제9d도, 제9e도에 도시한 바와 같은 방식으로, TMG공급 기간, 포스핀 공급 기간, 수소에 의한 분리 기간, TMI공급 기간, 포스핀 공급 기간, 수소에 의한 분리 기간의 6개의 기간으로 이루어지는 개스 공급 사이클이 형성된다.

이러한 구성으로 인해, 기판(4)의 표면에 1회전마다 $(GaP)_1(InP)_1$ 의 초격자 구조 1쌍(두께 약 5.6 Å)을 성장시킬 수 있었다. 이 초격자 구조를 적층한 것은 $Ga_{0.5}In_{0.5}P$ 층으로서 기능한다.

제10a도, 제10b도, 제10c도, 제10d도는 제6도에 도시한 기상 성장 장치를 이용하여 GaAs 기판(4) 상에 화합물 반도체 층으로서 $Ga_{0.5}In_{0.5}P$ 층을 성장시키는 예를 도시한 것이다.

제10a도에 도시한 바와 같이, 양이온 원료 개스로서 1계통에 동시에 공급하는 TMG와 TMI((TMG+TMI)로 표시함)을 이용하고, 음이온 원료 개스로서 1계통의 포스핀을 이용한다. 또한, 분리용 개스로서 2계통의 수소를 이용한다. 성장 조건은 기판 온도를 300~500℃, 성장실(1) 내의 압력을 20 Torr, TMG의 유량을 5 SCCM, TMI의 유량을 10 SCCM, 포스핀의 유량을 200 SCCM으로 하고, 이들 TMG, TMI, 포스핀을 각각 유량 3 SLM의 수소 개스로 가속한다. 분리용 수소 개스의 유량은 3 SLM이다. 기판 홀더(5)의 회전 속도는 매 분 3회전(등속)으로 한다.

이 예에서는 기판 보유면(20)에 원주방향으로 (TMG,TMI) 공급 영역(71)과, 수소에 의한 분리 영역(72)와, 포스핀 공급 영역(73)과, 수소에 의한 분리 영역(74)가 차례로 형성된다. 이 상황에서, 기판 홀더(5)는 제6도에 도시한 원통부(1b)의 중심선의 주위로 회전된다. 따라서, 제10b도, 제10c도, 제10d도에 도시한 바와 같이, (TMG+TMI) 공급 기간, 수소에 의한 분리 기간, 포스핀 공급 기간, 수소에 의한 분리 기간의 4개의 기간으로 이루어지는 개스 공급 사이클이 형성된다.

이러한 구성으로 인해, 기판(4)의 표면에 1회전마다 $Ga_{0.5}In_{0.5}P$ 단위자층(두께 약 2.8 Å)을 성장시킬 수 있었다.

또, 상기 각 예에서는 기판 상에 성장시키는 화합물 반도체 층의 조성을 1종류로 했지만, 성장 과정 도중에 원료 개스의 종류를 변경함으로써, 화합물 반도체 층의 조성을 복수 종류로 해도 좋다. 또한, 성장시키는 화합물 반도체 층에 도전성을 부여하기 위해, 불순물 원소를 함유하는 원료 개스를 이용해도 좋다.

상기 각 예에서는 양이온 원료 개스로서 유기 금속 화합물을 이용했지만, 유기 금속 화합물 이외의 원료 개스, 예를 들면 할로겐 화합물을 사용할 수도 있다.

또한, 제1도, 제4도, 제6도에 도시한 각각의 기상 성장 장치에서는, 성장실(1)은 수직 방향으로 연장하는 원통부(1b)를 갖추고 있지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니다. 원통부를 수평 방향으로 설치하여, 원료 개스와 분리용 개스를 수평 방향으로 흐르는 구성으로 해도 좋다.

기판 홀더(5)는 내장 히터형 대신에 원통부(1b)의 주위로 코일을 설치하여 고주파로 가열하는 히터로 해도 좋다.

제11도는 본 발명의 제4 양호한 실시예에 따른 기상 성장 장치의 구성을 도시한 것이다. 또, 제1도와 동일한 구성 부품은 동일 부호를 붙이고 설명을 생략한다.

이 기상 성장 장치에서는 원통부(1b)의 대략 중앙 레벨에 원통부(1b)의 중심선과 일치한 중심선을 갖는 대략 원추대 형상의 기판 홀더(15)가 설치되어 있다. 기판 홀더(15)의 외측면(30)은 원추라고 하기보다 오히려 각추(다각형 횡단면을 갖는 각추)의 외측면의 형상으로 되어 있다. 외측면(30)의 능선 사이의 각각의 분할된 작은 면은 기판(4)를 밀착할 수 있는 평탄성을 가지고, 성장시에 기판(4)가 설정되는 기판 보유면으로 된다. 이 기판 홀더(15)의 경우에는 기판 보유면을 수평으로 설치하는 경우에 비해 기판 보유면(30)의 면적을 확장할 수 있다. 따라서, 기판 보유면(30)에 다수의 기판(4, 4····)을 설정할 수 있어, 생산성을 높일 수 있다.

이 예에서는 기판 홀더(15)의 하부 연부는 원형이고, 그 외경 치수는 원통부(1b)의 내경 치수보다도 작게 설정되어 있다. 기판 홀더(15)의 중심선이 원통부(1b)의 중심선과 일치하고 있으므로, 이 결과 원통부(1b)의 하부 연부와 내벽 사이의 갭이 전체 원주에 걸쳐 일정하게 되어 있다. 따라서, 기판 홀더(15)의 전체 원주에 걸쳐 배기 콘덕턴스가 일정해진다. 기판 홀더(15)가 회전한다고 해도 각 원료 개스의 유속에 영향을 끼치지 않는다. 따라서, 화합물 반도체층을 기판(4) 상에 제어성 좋게 성장시킬 수 있다.

또한, 원통부(1b) 내에는 개스 분리 수단으로서 기판 홀더(15)와 구동축(7)의 형상을 따른 절단부를 갖는 간막이판(16)이 설치되어 있다. 간막이판(16)은 원통부(1b)의 중심선을 포함하고 원료 개스 공급구(2, 3)들 사이를 통과하는 평면 내에 설치되므로, 원통부(1b) 내를 원료 개스 공급구(2, 3)의 각각에 대응하는 2개의 영역으로 분리시킨다. 간막이판(16)에 의해 원료 개스의 유로를 서로 분리하고 있으므로, 기판 홀더(15)의 회전에 의해 기판(4)의 표면에 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스를 교호로 공급할 수 있다. 따라서, 원자층 단위의 평탄성과 계면 급준성을 갖는 화합물 반도체 층을 생산성 좋게 성장시킬 수 있다. 이러한 구성으로 인해, 평탄성과 계면 급준성이 우수한 고성능의 발광 디바이스나 고주파 디바이스를 생산할 수 있다.

제12도는 본 발명의 제5 양호한 실시예에 따른 기상 성장 장치의 구성을 도시한 것이다. 또, 제1도와 동일한 구성 부품은 동일 부호를 붙이고 설명을 생략한다.

이 기상 성장 장치에서는 원통부(1b) 내에 원통부(1b)의 중심선과 일치한 중심선을 갖는 대략 원통 형상의 기판 홀더(25)가 설치되어 있다. 기판 홀더(25)는 아래쪽의 지지판(9) 내의 구동 모터로부터 연장하는 구동축(7)과, 구동축(7)의 외주로부터 기판 홀더(25)의 하단으로 연장하는 암 부재(도시하지 않음)에 의해 지지되어 있다. 기판 홀더(25)의 내측면(40)은 원통이라고 하기보다도 오히려 각통(다각형의 횡단면을 갖는 각통)의 내측면의 형상으로 되어 있다. 내측면(40)의 곡선 사이의 각각의 분할된 작은 면은 기판(4)를 밀착할 수 있는 평탄성을 가지고, 성장시에 기판(4)가 설정되는 기판 보유면으로 된다. 이 기판 홀더(25)의 경우에는 기판 보유면을 수평으로 설치한 경우에 비해 기판 보유면(40)을 확장할 수 있다. 따라서, 기판 보유면(40)에 다수의 기판(4, 4····)을 설정할 수 있어, 생산성을 높일 수 있다.

이 경우에, 기판 홀더(25)는 대략 원통 형상으로 되어 있다. 따라서, 성장시에 기판 홀더(25)가 회전한다고 해도, 각 원료 개스의 유속에 영향을 미치지 않는다. 따라서, 화합물 반도체 층을 기판(4) 상에 제어성 좋게 성장시킬 수 있다.

또한, 원통부(1b) 내에는 개스 분리 수단으로서 대략 T자 모양의 형상을 갖는 간막이판(26)이 설치되어 있다. 간막이판(26)은 원통부(1b)의 중심선을 포함하고 원료 개스 공급구(2, 3)들 사이를 통과하는 평면 내에 설치되므로, 원통부(1b) 내를 원료 개스 공급구(2, 3)의 각각에 대응하는 2개의 영역으로 분리시킨다. 간막이판(26)에 의해 원료 개스의 유로를 서로 분리하고 있으므로, 기판 홀더(25)의 회전에 의해 기판(4)의 표면에 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스를 교호로 공급할 수 있다. 따라서, 원자층 단위의 평탄성과 계면 급준성을 갖는 화합물 반도체 층을 생산성 좋게 성장시킬 수 있다. 이러한 구성으로 인해, 평탄성과 계면 급준성이 우수한 고성능의 발광 디바이스나 고주파 디바이스를 생산할 수 있다.

이상에서 명백해진 바와 같이, 본 발명의 기상 성장 장치는 개스 분리 수단에 의해 원료 개스의 유로를 서로 분리하고 있으므로, 기판 홀더의 회전에 의해 기판의 표면에 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스를 교호로 공급할 수 있다. 이러한 구성으로 인해, 종래와 달리 원료 개스 공급 기간들 간의 변경을 위해 제어 밸브를 빈번하게 개폐할 필요가 없어, 제어 밸브의 내구성이 손상될 염려가 없다. 따라서, 원자층 단위의 평탄성과 계면 급준성을 갖는 화합물 반도체 층을 생산성 좋게 성장시킬 수 있다.

한 실시예의 기상 성장 장치에 따르면, 상기 기판 홀더의 상기 기판 보유면은 상기 원통부의 중심선에 수직이고, 원형이며, 상기 기판 보유면의 중심은 상기 원통부의 중심선 상에 있다. 이러한 구성으로 인해, 상기 기판 홀더의 전체 원주에 걸쳐 상기 원통부 내벽과 기판 홀더 사이의 갭이 일정해진다. 따라서, 기판 홀더의 전체 원주에 걸쳐 배기 콘덕턴스가 일정해진다. 따라서, 기판 홀더가 회전한다고 해도 각 원료 개스의 유속에 영향을 미치지 않고, 화합물 반도체 층을 제어성 좋게 성장시킬 수 있다.

한 실시예의 기상 성장 장치에 따르면, 상기 개스 분리 수단은 상기 원통부의 중심선을 포함하고 상기 복수의 원료 개스 공급구의 사이를 통과하는 평면 내에 설치된 적어도 하나의 간막이 판으로 이루어진다. 이러한 구성으로 인해, 원료 개스의 유로를 간단하고 효과적으로 서로 분리할 수 있다.

한 실시예의 기상 성장 장치에 따르면, 상기 간막이판은 상기 원통부의 중심선으로부터 내벽으로 방사상으로 연장하고 소정의 각도로 교차하며, 상기 각도는 상기 각 원료 개스가 각각 상기 기판에 공급되는 기간의 길이에 따라 설정되어 있다.

따라서, 기판 홀더의 회전 속도(등속)의 설정 레벨을 높임으로써, 화합물 반도체 층을 형성하기 위한 각 원료 개스 공급 기간을 필요 최소한의 길이로 설정할 수 있다.

따라서, 생산성을 높일 수 있다. 또한, 구동 수단은 기판 홀더를 등속으로 회전시키면 되므로, 회전 제어

를 간단하게 행할 수 있다.

한 실시예의 기상 성장 장치에 따르면, 상기 단판의 상기 복수의 원료 개스 공급구들 사이에 상기 기판의 표면에서의 성장 반응에 기여하지 않는 성질을 갖는 분리용 개스를 공급하기 위한 분리용 개스 공급구가 설치된다. 상기 개스 분리 수단은 상기 분리용 개스 공급구로부터 상기 기판 보유면으로 연장하는 상기 분리용 개스의 층 형상의 흐름으로 이루어져 있다. 따라서, 원료 개스의 유로를 상기 원통부내에 어떠한 여분의 부재를 설치하지 않고 분리할 수 있으므로, 장치의 보수를 간단화할 수 있다.

한 실시예의 기상 성장 장치에 따르면, 상기 기판 홀더의 상기 기판 보유면은 상기 원통부의 중심선과 일치한 중심선을 갖는 각추대의 외측면에 상당하는 형상을 갖는다. 이러한 구성으로 인해, 기판 보유면을 상기 원통부의 중심선에 대해 수직으로 설치하는 경우에 비해 기판 보유면의 면적을 확장할 수 있다. 따라서, 기판 보유면에 다수의 기판을 설정할 수 있어, 생산성을 높일 수 있다.

한 실시예의 기상 성장 장치에 따르면, 상기 기판 홀더의 상기 기판 보유면은 상기 원통부의 중심선과 일치한 중심선을 갖는 각통의 내측면에 상당하는 형상을 갖는다. 이러한 구성으로 인해, 기판 보유면을 상기 원통부의 중심선에 대해 수직으로 설치한 경우에 비해 기판 보유면의 면적을 확장할 수 있다. 따라서, 기판 보유면에 다수의 기판을 설정할 수 있어, 생산성을 높일 수 있다.

본 발명은 또한 기상 성장 방법을 제공하는데, 이 방법은 상류측에서부터 하류측으로 한방향으로 연장하는 원통부와, 상기 원통부의 상류측 단부를 폐쇄하는 단판을 갖는 성장실의 상기 원통부의 상류측과 하류측 사이에 배치되는 기판 홀더의 기판 보유면에 기판을 보유하는 단계와, 상기 기판을 소정의 온도로 유지하는 단계와, 상기 원통부 내에 상류측에서부터 복수의 원료 개스 공급구를 통해 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스를 개스 분리 수단으로 원통부 내에서 서로 혼합하지 않도록 하여 공급하고, 원료 개스를 상기 원통부 내에서부터 배출함으로써 상기 기판 보유면의 대응하는 부분에 원료가 단독으로 공급되는 원료 개스 공급 영역을 형성하는 단계와, 상기 기판 홀더를 상기 원통부의 중심선의 주위로 회전시키는 단계를 포함한다.

본 발명의 기상 성장 방법에 따르면, 분리 수단으로 원료 개스가 혼합되는 것을 방지하면서 기판 홀더의 회전에 의해 기판의 표면에 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스를 교호로 공급할 수 있어, 원자층 단위의 평탄성과 계면 급준성을 갖는 화합물 반도체 층을 생산성 좋게 성장할 수 있다. 또한, 이러한 구성은 제어 밸브의 빈번한 개폐가 불필요하게 된다.

한 실시예의 기상 성장 방법에 따르면, 상기 기판이 상기 간막이판이 있는 평면을 횡단할 때 상기 기판 홀더의 회전 속도를 빠르게 하고, 상기 기판이 각 원료 개스 공급 영역 내에 있을 때 상기 기판 홀더의 회전 속도를 늦게 하거나 또는 일시적으로 정지시킨다. 이러한 구성으로 인해, 상기 기판 표면의 일부에 양이온 원료 개스가 공급되고 기판 표면의 나머지 부분에 음이온 원료 개스가 공급되는 것이 기간을 실질적으로 없앨 수 있다. 따라서, 계면 급준성이 우수한 원자층 성장을 실현할 수 있다.

한 실시예의 기상 성장 방법에 따르면, 상기 원통부의 중심선의 주위로 회전하는 기판 홀더의 회전 속도는 상기 각 원료 개스가 각각 상기 기판에 공급되는 기간의 길이에 따라 변화된다. 예를 들면, 상기 기판이 짧은 공급 기간을 요하는 원료 개스의 공급 영역을 통과할 때는 기판 홀더의 회전 속도를 빠르게 한다. 상기 기판이 긴 공급 기간을 요하는 원료 개스의 공급 영역을 통과할 때는 기판 홀더의 회전 속도를 늦게 한다. 이러한 구성으로 인해, 화합물 반도체 층을 형성하기 위한 각 원료 개스 공급 기간을 필요한 최소한의 길이로 설정할 수 있다. 따라서, 생산성을 높일 수 있다.

한 실시예의 기상 성장 방법에 따르면, 상기 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스의 적어도 한쪽을 2종류 이상 준비하고, 2종류 이상의 원료 개스를 서로 다른 원료 개스 공급구를 통해 상기 원통부 내에 공급함으로써, 상기 기판 홀더의 1회전으로 2원자층 이상을 성장시킨다. 따라서, 다양한 조성을 갖는 화합물 반도체 층을 성장시킬 수 있다.

지금까지 본 발명에 대해 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 여러가지 방식으로 변경할 수 있다. 이러한 변경은 본 분야에 숙련된 기술자들에 의해 본 발명의 범위와 정신을 벗어나지 않고서 행해질 수 있다.

그러므로, 본 발명은 특허 청구의 범위 내에서만 제한된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

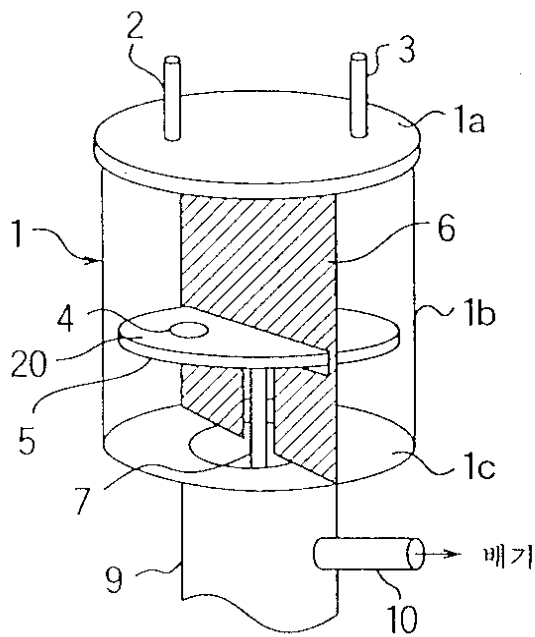
양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스를 교호로 공급하여 이 개스들을 반응시킴으로써 성장실 내에서 소정 온도로 유지된 기판의 표면 상에 화합물 반도체 층을 성장시키는 기상 성장 장치에 있어서, 상기 성장실은 상류측에서 하류측으로의 방향으로 연장하는 원통부와, 상기 원통부의 상류측 단부를 폐쇄하는 단판(end plate)을 갖고 있고, 상기 단판은 상기 원통부 내에 양이온 원료 개스를 공급하기 위한 원료 개스 공급구와, 상기 원통부 내에 음이온 원료 개스를 공급하기 위한 원료 개스 공급구를 상기 단판의 소정 위치에 갖고 있으며, 상기 기상 성장 장치는, 상기 원통부의 하류측에서 상기 원통부 내의 개스를 배출하기 위한 배기 수단과, 상기 원통부의 상류측과 하류측 사이에 설치되어 기판 보유면을 갖고 있는 기판 홀더와, 상기 원료 개스 공급구로부터 상기 기판 보유면으로 연장하는 상기 원료 개스의 유로를 분리시킴으로써 상기 기판 보유면에 상기 원료 개스가 독립적으로 공급되는 복수의 원료 개스 공급 영역을 형성하는 개스 분리 수단과, 상기 기판 보유면에 기판이 설정된 기판 홀더를 상기 원통부의 중심선 주위로 회전시키는 구동 수단을 포함하되, 상기 기판 홀더의 상기 기판 보유면은 상기 원통부의 중심선과 일치한 중심선을 갖는 각통(prism-shaped pipe)의 내측면에 상당하는 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 기상 성장 장치.

청구항 2

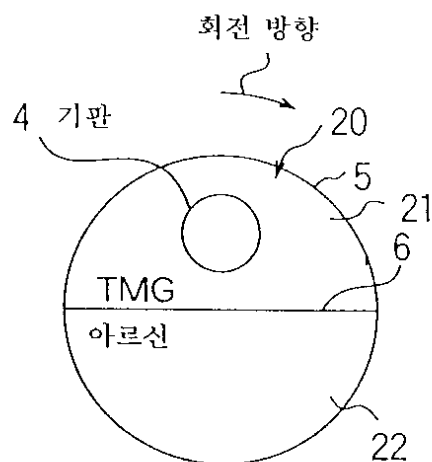
기상 성장 방법에 있어서, 상류측에서부터 하류측으로의 방향으로 연장하는 원통부와, 이 원통부의 상류측 단부를 폐쇄하는 단판을 갖고 있는 성장실의 상기 원통부의 상류측과 하류측사이에 배치된 기판 홀더의 기판 보유면에 기판을 보유시키는 단계와, 상기 기판을 소정의 온도로 유지하는 단계와, 원료 개스들이 개스 분리 수단에 의해 원통부 내에서 서로 혼합되지 않게 하면서 상류측에서부터 복수의 원료 개스 공급구를 통해 상기 원통부 내에 양이온 원료 개스와 음이온 원료 개스를 공급하여, 이 원료 개스들을 상기 원통부로부터 배출시킴으로써, 상기 기판 보유면의 대응하는 부분에 원료 개스가 독립적으로 공급되는 원료 개스 공급 영역들을 형성하는 단계와, 상기 기판 홀더를 상기 원통부의 중심선의 주위로 회전시키는 단계를 포함하되, 상기 개스 분리 수단은, 상기 원통부의 중심선을 포함하고 상기 복수의 원료개스 공급구들의 사이를 통과하는 평면 내에 설치된 적어도 하나의 간막이판으로 이루어지고, 상기 기판이 상기 간막이판이 있는 평면을 횡단할 때는 상기 기판 홀더의 회전 속도가 빨라지고, 상기 기판이 각각의 원료 개스 공급 영역들 내에 배치될 때는 상기 기판 홀더의 회전 속도가 늦어지거나 또는 일시적으로 정지되는 것을 특징으로 하는 기판 성장 방법.

도면

도면1



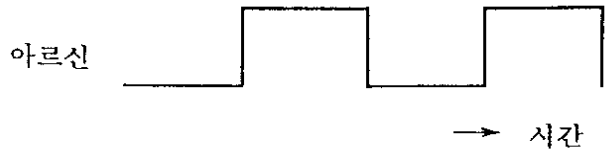
도면2a



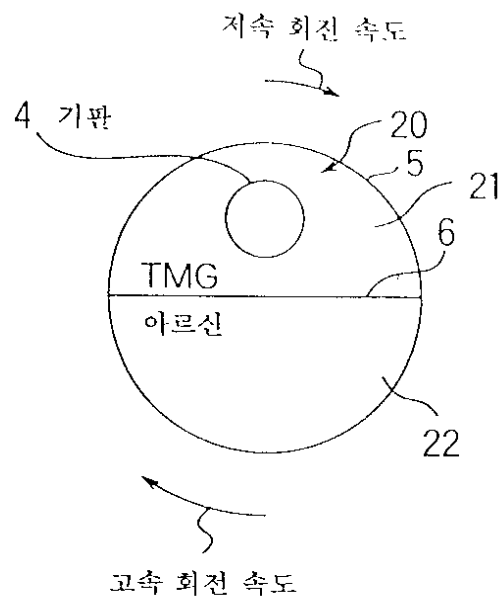
도면2b



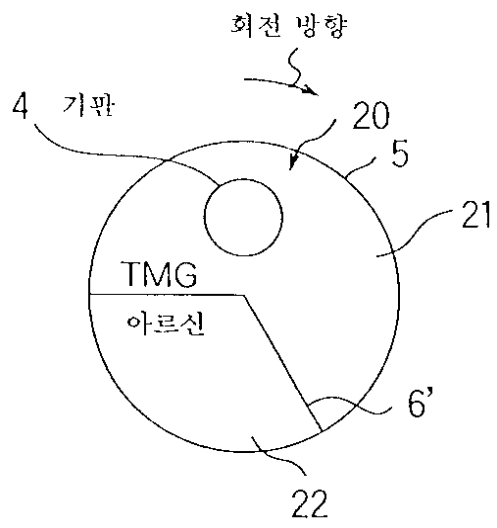
도면2c



도면3a



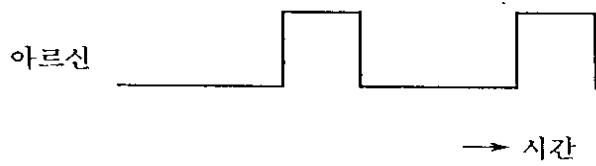
도면3b



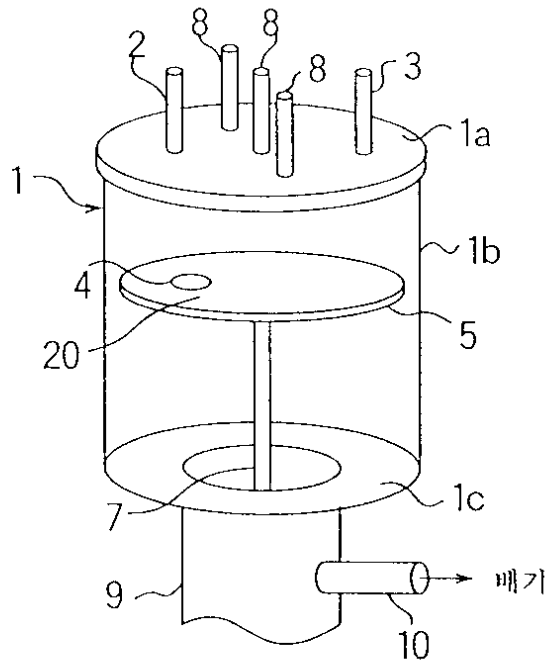
도면3c



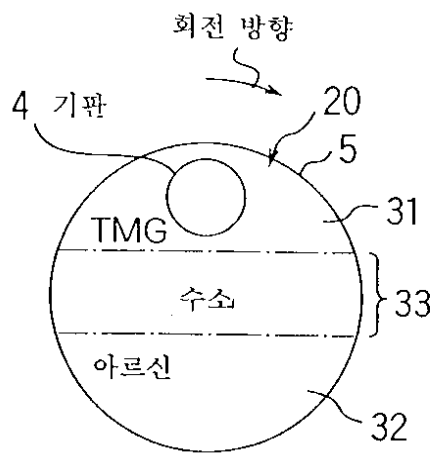
도면3d



도면4



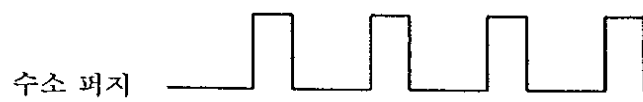
도면5a



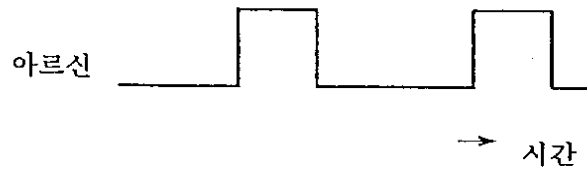
도면5b



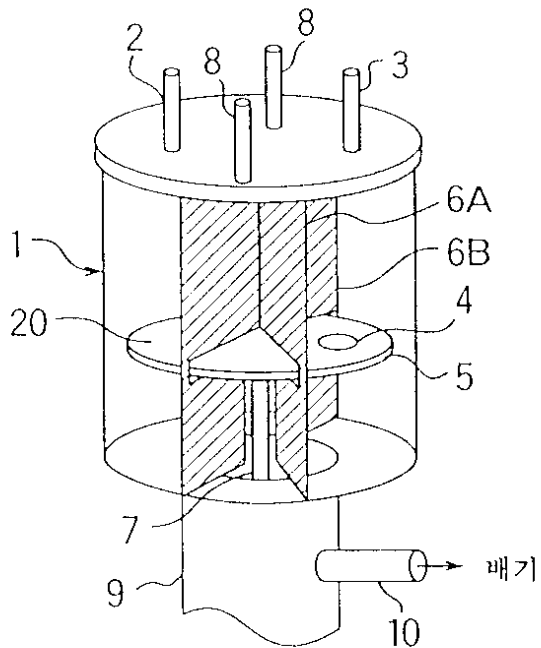
도면5c



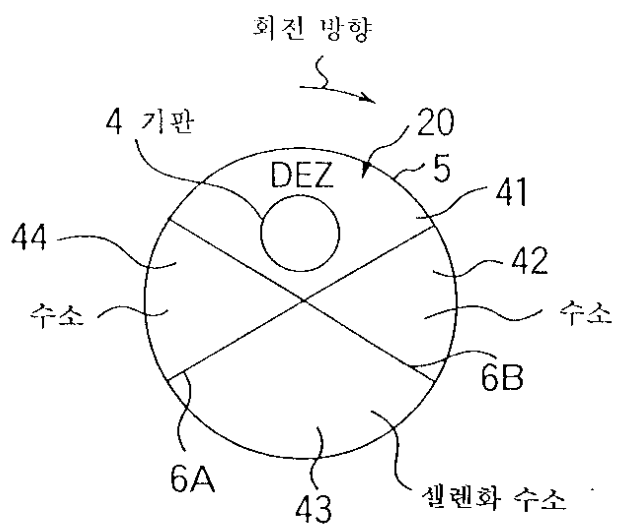
도면5d



도면6



도면7a



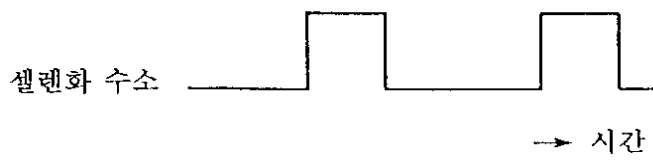
도면7b



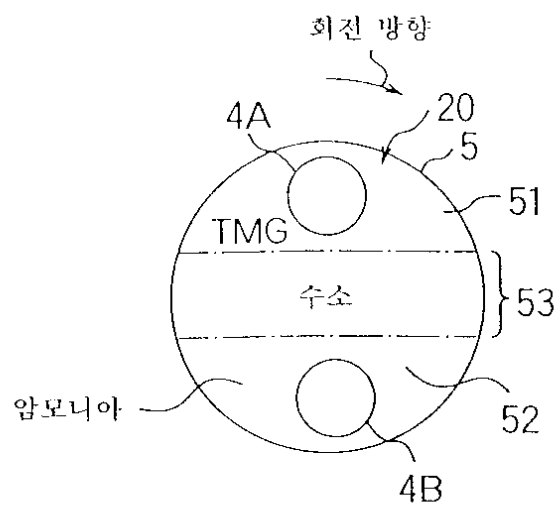
도면7c



도면7d



도면8a



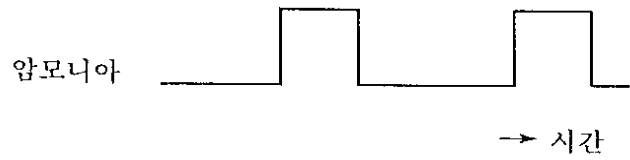
도면8b



도면8c



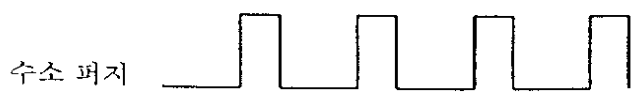
도면8d



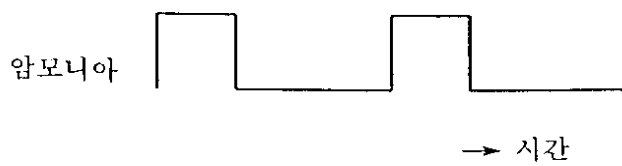
도면8e



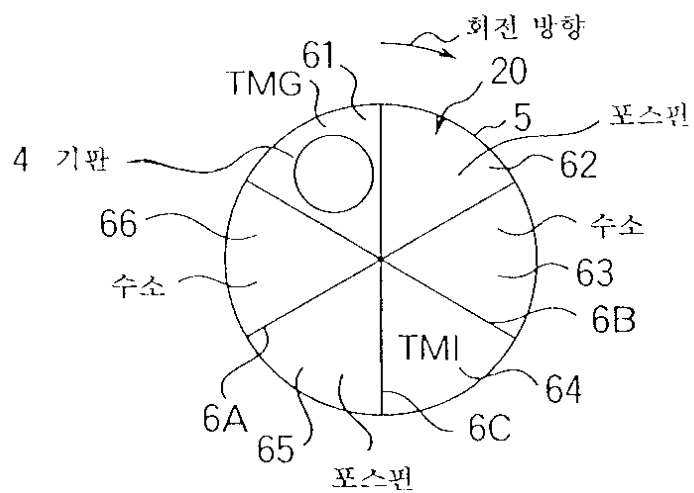
도면8f



도면8g



도면9a



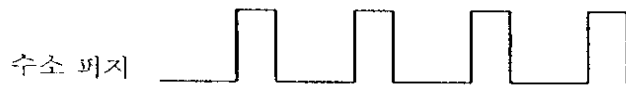
도면9b



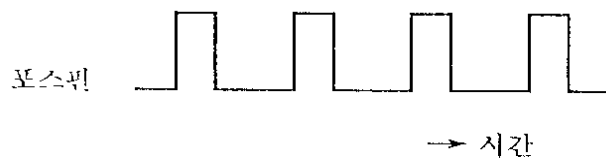
도면9c



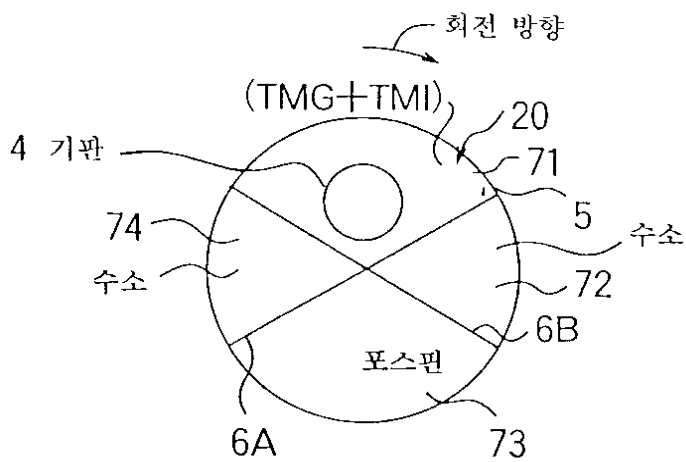
도면9d



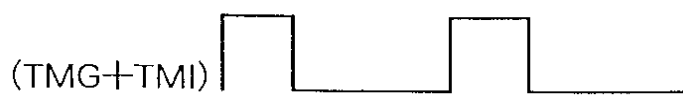
도면9e



도면 10a



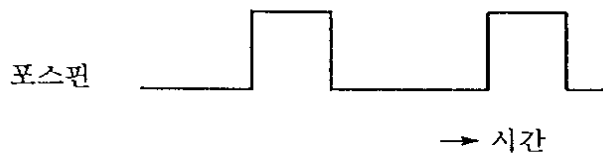
도면 10b



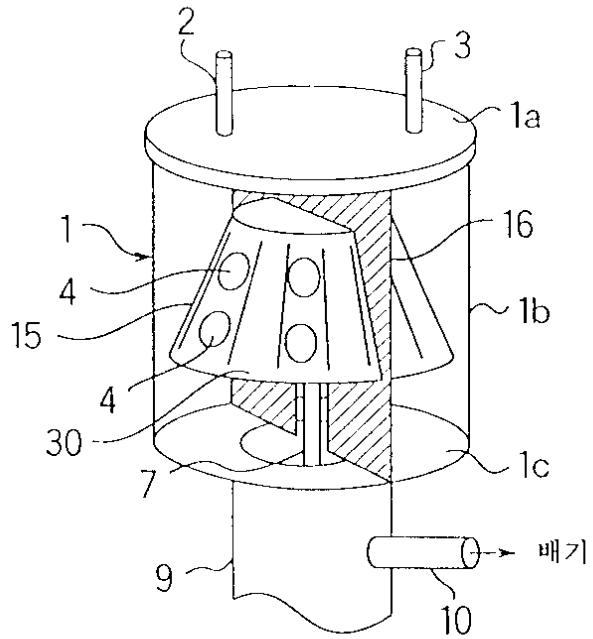
도면 10c



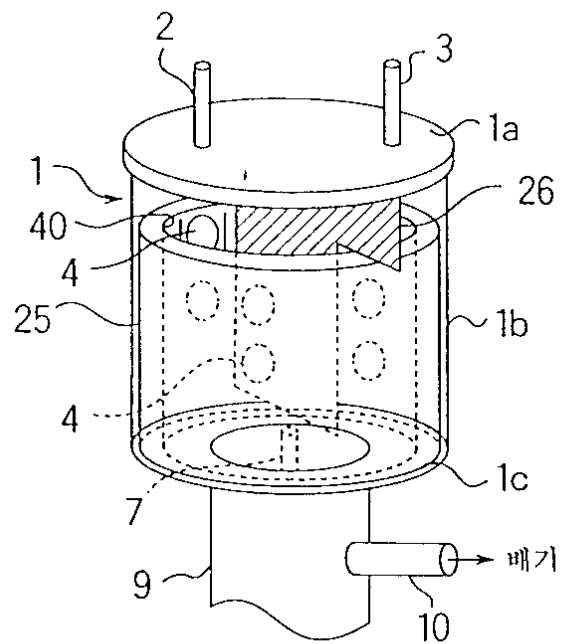
도면 10d



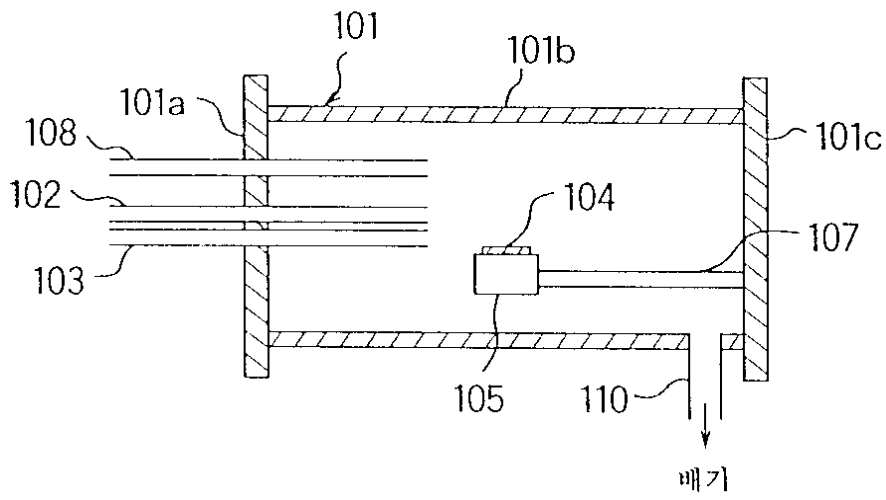
도면 11



도면 12



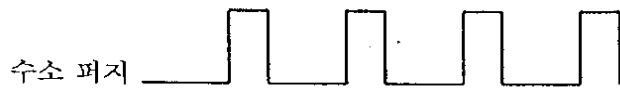
도면 13



도면 14a



도면 14b



도면 14c

