



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년12월21일  
(11) 등록번호 10-1214450  
(24) 등록일자 2012년12월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01J 25/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0096249

(22) 출원일자 2011년09월23일

심사청구일자 2011년09월23일

(56) 선행기술조사문헌

KR100873492 B1

US6034572 A

(73) 특허권자

한국전기연구원

경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)

(72) 발명자

김정일

경기도 안산시 상록구 사동 푸르지오 7차  
701-1501

김근주

경기도 안산시 상록구 사동 대우푸르지오 6차  
608-1103

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인명문

전체 청구항 수 : 총 8 항

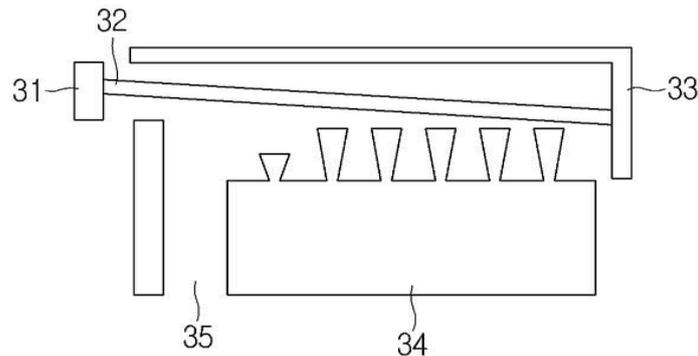
심사관 : 최진호

(54) 발명의 명칭 직각 도파관 내 역삼각형 격자회로로 구성된 저속파 회로를 적용한 진공전자소자

(57) 요약

본 발명은 직각 도파관 내 역삼각형 격자회로로 구성된 저속파 회로를 적용하여 소형, 고출력, 광대역 전자기파를 발생시키는 클리노트론 진공전자소자에 관한 것이다. 직각 도파관 내 역삼각형 격자회로로 구성된 저속파 회로를 적용하면, 격자회로 표면의 전기장 세기를 증가시킬 수 있어, 동작에 필요한 최소 전류밀도를 낮추고, 전자빔과의 상호작용 세기를 증가시켜, 발생된 전자기파의 출력과 효율을 증가시킬 수 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자  
**김재홍**  
경기도 성남시 수정구 심곡로45번길 19 (심곡동)

**전석기**  
경기도 안산시 상록구 석호공원로 39, 401호 (사동)

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

직각 도파관 내부에 단면이 역 삼각형 모양인 금속 격자들의 배열을 구비하고, 상기 직각 도파관의 양측으로 전자빔 입력 구멍과 전자빔 집속부를 구비하며, 상기 전자빔 입력 구멍의 하부에 그 방향과 수직 방향으로 형성된 출력부 구멍을 구비하고,

전자총에서 발생한 전자빔을 상기 전자빔 입력 구멍을 통해 상기 금속 격자들 위를 지나 상기 전자빔 집속부를 향하여 진행시켜서 상기 금속 격자들 표면 위로 전기장을 형성하고, 형성된 전기장과 상기 전자빔과의 상호작용으로 발생하는 전자기파를 출력부 구멍으로 출력하기 위한 것을 특징으로 하는 진공전자소자.

**청구항 2**

직각 도파관 내부에 단면이 역 삼각형 모양인 금속 격자들의 배열을 구비하고, 상기 직각 도파관의 양측으로 전자빔 입력 구멍과 전자빔 집속부를 구비하며, 상기 전자빔 입력 구멍의 하부에 그 방향과 수직 방향으로 형성된 신호 입력부 구멍과 상기 전자빔 집속부의 하부에 그 방향과 수직 방향으로 형성된 신호 출력부 구멍을 구비하고,

전자총에서 발생한 전자빔을 상기 전자빔 입력 구멍을 통해 상기 금속 격자들 위를 지나 상기 전자빔 집속부를 향하여 진행시켜서 상기 금속 격자들 표면 위로 전기장을 형성하고, 형성된 전기장과 상기 전자빔과의 상호작용으로 발생하는 전자기파에 의해 상기 신호 입력부 구멍으로 입력되는 전자기파의 파워를 증폭시키고, 증폭된 전자기파를 상기 신호 출력부 구멍으로 출력하기 위한 것을 특징으로 하는 진공전자소자.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 직각 도파관 내부에 상기 금속 격자들의 배열에 대향되도록 배치된, 단면이 역 삼각형 모양인 금속 격자들의 다른 배열을 더 구비하고,

상기 금속 격자들을 갖는 배열들 사이로 상기 전자빔을 진행시키는 것을 특징으로 하는 진공전자소자.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 금속 격자들을 갖는 각 배열의 금속격자들의 끝면끼리 서로 마주보도록 배치된 것을 특징으로 하는 진공전자소자.

**청구항 5**

제3항에 있어서,

상기 금속 격자들을 갖는 각 배열의 배치에 있어서, 한쪽 배열의 금속 격자들의 사이의 이격 공간 위치에 다른 쪽 배열의 금속격자들의 끝면이 위치하도록 배치된 것을 특징으로 하는 진공전자소자.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 전자총은 냉음극 또는 열음극을 이용하여 전자빔을 방출하는 것을 특징으로 하는 진공전자소자.

**청구항 7**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전자빔을 상기 금속 격자들의 표면들에 비스듬하게 진행시키는 것을 특징으로 하는 진공전자소자.

**청구항 8**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전자빔을 상기 금속 격자들들의 표면들에 평행하게 진행시키는 것을 특징으로 하는 진공전자소자.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 진공전자소자에 관한 것으로서, 특히, 직각 도파관 내에 역삼각형 격자회로를 적용하여 소형, 고출력, 광대역 전자기파(예, 테라헤르츠파)를 발생시키는 클리노트론(Clinotron) 소자 등의 진공전자소자에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 전자기파를 발생시키는 진공전자소자로서 밀리미터파 대역부터 테라헤르츠파 대역 이상까지의 전자기파를 발생시키는 클리노트론 소자는, 직각 도파관 내에 금속 격자로 구성된 주기적 구조의 회로와 회로 위를 일정 각도를 가지며 진행하는 전자빔과의 상호작용을 통해 전자기파를 발생시킨다. 이와 같이 클리노트론 소자로부터 고출력, 고효율 전자기파를 발생시키기 위해서는 격자회로 윗면에 형성된 전자기파와 전자빔의 상호작용 세기를 증가시켜야 한다. 또한, 클리노트론 발전기 동작에 필요한 최소 전류밀도를 낮추기 위해서도 상호작용 세기를 증가시켜야 한다.

[0003] 상호작용 세기를 증가시키기 위해서는 격자회로 윗면에 형성되는 표면 전기장 세기를 증가시켜야 하고, 이를 위해 고밀도 고전류 전자빔을 인가하여 표면 전기장 세기를 증가시킬 수 있지만, 이때 고에너지 전자빔으로 인하여 회로가 손상되는 문제점이 발생하고 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0004] 따라서, 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은, 금속 물질로 제작된 역삼각형 구조를 갖는 저속파 격자회로를 직각 도파관 내에 위치시켜서, 동일한 전류세기와 전류 밀도를 갖는 전자빔이 인가되었을 때, 기존 클리노트론 소자에 사용되는 직사각형 형태의 격자회로 보다 격자회로 표면위의 전기장 세기를 증가시킬 수 있고, 이를 통해, 전자빔과의 상호작용을 증가시켜, 동작에 필요한 최소 전류밀도를 낮출 수 있고, 세기가 증가된 표면 전기장으로 인하여 동작 효율이 증가하여, 발생된 전자기파의 세기를 향상시킬 수 있는, 클리노트론 소자 등의 진공전자소자를 제공하는 데 있다.

### 과제의 해결 수단

[0005] 먼저, 본 발명의 특징을 요약하면, 본 발명의 일면에 따른 진공전자소자는, 직각 도파관 내부에 단면이 역삼각형 모양인 금속 격자들의 배열을 구비하고, 상기 직각 도파관의 양측으로 전자빔 입력 구멍과 전자빔 집속부를 구비하며, 상기 전자빔 입력 구멍의 하부에 그 방향과 수직 방향으로 형성된 출력부 구멍을 구비하고, 전자총에서 발생한 전자빔(냉음극 또는 열음극을 이용하여 전자빔을 방출)을 상기 전자빔 입력 구멍을 통해 상기 금속 격자들 위를 지나 상기 전자빔 집속부를 향하여 진행시켜서(금속 격자들 위에서 그 표면들과 비스듬하게 또는 평행하게 진행) 상기 금속 격자들 표면 위로 전기장을 형성하고, 형성된 전기장과 상기 전자빔과의 상호작용으로 발생하는 전자기파를 출력부 구멍으로 출력하기 위한 것을 특징으로 한다.

[0006] 또한, 본 발명의 다른 일면에 따른 진공전자소자는, 직각 도파관 내부에 단면이 역삼각형 모양인 금속 격자들의 배열을 구비하고, 상기 직각 도파관의 양측으로 전자빔 입력 구멍과 전자빔 집속부를 구비하며, 상기 전자빔 입력 구멍의 하부에 그 방향과 수직 방향으로 형성된 신호 입력부 구멍과 상기 전자빔 집속부의 하부에 그 방향과 수직 방향으로 형성된 신호 출력부 구멍을 구비하고, 전자총에서 발생한 전자빔(냉음극 또는 열음극을 이용하여 전자빔을 방출)을 상기 전자빔 입력 구멍을 통해 상기 금속 격자들 위를 지나 상기 전자빔 집속부를 향하여 진행시켜서(금속 격자들 위에서 그 진행 방향에 대해 상하로 비스듬하게 진행) 상기 금속 격자들 표면 위로 전기장을 형성하고, 형성된 전기장과 상기 전자빔과의 상호작용으로 발생하는 전자기파에 의해 상기 신호 입력부 구멍으로 입력되는 전자기파의 파워를 증폭시키고, 증폭된 전자기파를 상기 신호 출력부 구멍으로 출력하기 위한 것을 특징으로 한다.

[0007] 상기 직각 도파관 내부에 상기 금속 격자들의 배열에 대향되도록 배치된, 단면이 역삼각형 모양인 금속 격자들

의 다른 배열을 더 구비할 수 있고, 상기 금속 격자들을 갖는 배열들 사이로 상기 전자빔을 진행시킬 수 있다. 여기서, 상기 금속 격자들을 갖는 각 배열의 금속격자들의 끝면끼리 서로 마주보도록 배치될 수 있으며, 또는 상기 금속 격자들을 갖는 각 배열의 배치에 있어서, 한쪽 배열의 금속 격자들의 사이의 이격 공간 위치에 다른 쪽 배열의 금속격자들의 끝면이 위치하도록 배치될 수도 있다.

**발명의 효과**

[0008] 본 발명에 따른 진공전자소자에 따르면, 금속 물질로 제작된 역삼각형 구조를 갖는 저속과 격자회로를 직각 도파관 내에 위치시켜서, 동일한 전류세기와 전류 밀도를 갖는 전자빔이 인가되었을 때, 기존 클리노트론 소자에 사용되는 직사각형 형태의 격자회로 보다 격자회로 표면위의 전기장 세기를 증가시킬 수 있고, 이를 통해, 전자 빔과의 상호작용을 증가시켜, 동작에 필요한 최소 전류밀도를 낮출 수 있고, 세기가 증가된 표면 전기장으로 인하여 동작 효율이 증가하여, 발생된 전자기파의 세기를 향상시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0009] 도 1은 기존의 클리노트론 소자의 일례이다.
- 도 2는 기존의 클리노트론 소자의 다른 예이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 클리노트론 소자의 일례이다.
- 도 4는 기존의 클리노트론 소자에 대한 시뮬레이션 모델이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 클리노트론 소자에 대한 시뮬레이션 모델이다.
- 도 6은 도 4와 도 5의 모델에 대한 전기장 시뮬레이션 결과이다.
- 도 7은 본 발명에 따른 클리노트론 소자의 다른 예이다.
- 도 8은 본 발명에 따른 클리노트론 소자의 또 다른 예이다.
- 도 9는 본 발명에 따른 클리노트론 소자의 또 다른 예이다.
- 도 10은 본 발명에 따른 클리노트론 소자의 또 다른 예이다.
- 도 11은 본 발명에 따른 클리노트론 소자의 또 다른 예이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0010] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0011] 도 1과 도 2처럼, 기존의 클리노트론 소자의 경우에는, 직각 도파관 내의 저속과 회로(13/24)가 단면이 직사각형인 격자들을 갖도록 구성하고, 전자총(21)에서 발생된 전자빔(22)을 입력부(11)를 통해 격자들 위로 일정 각도로 진행시키거나, 집속부(23)에서 전자빔이 집속되도록 함으로써, 격자들의 표면에 전기장을 형성하고 형성된 전기장은 전자빔과의 상호작용을 통해 전자기파가 발생되도록 하며, 발생된 전자기파는 전자빔의 방향과 반대로 증가하여 출력부(25)를 통해 외부로 방사될 수 있도록 하였다. 그러나, 이와 같은 기존의 클리노트론 소자에서는 표면 전기장 세기가 작아 고밀도 고전류 전자빔이 필요하고 이에 따라 회로가 손상될 수 있다.

[0012] 이를 개선하기 위하여, 본 발명의 클리노트론 진공전자소자에서는 도 3과 같이 직각 도파관 내의 저속과 회로(34)(또는 격자 회로)가 단면이 역 삼각형 모양(위에서 아래로 갈수록 폭이 좁아지는 형태로서, 엄밀하게는 사다리꼴 모양)의 금속 격자들의 배열을 갖도록 기판(예, 반도체 등) 상에 구성하는 것을 기본으로 하여, 다양한 실시예들을 설명하고자 한다. 도 3에서 전자총(31)에서 발생된 전자빔(32)을 직각 도파관의 한쪽 전자빔 입력부 구멍을 통해 격자들 위로 일정 각도(진행 방향에 대해 격자 표면들과 비스듬하게)로 진행시키고, 직각 도파관의 반대쪽 집속부(33)에 전자빔이 집속되도록 함으로써, 격자들의 표면 위로 전기장을 형성하고 형성된 전기장은 전자빔과의 상호작용을 통해 직각 도파관 내에 전자기파가 발생되도록 할 수 있으며, 발생된 전자기파는 전자빔의 방향과 반대로 파워(세기)가 증가하여 출력부(35)를 통해 외부로 방사될 수 있다. 전자총(31)은 냉음극 또는 열음극 전자총일 수 있으며, 출력부(35)는 전자빔(32)의 입력부 구멍 하부에서 도파관 내의 전자빔 진행 영역과 수직 방향으로 형성된 구멍 형태일 수 있다.

[0013] 이하, 위와 같이 전자빔을 저속과 회로의 역 삼각형 모양의 금속 격자들 위에서 일정 각도(진행 방향에 대해 격

자 표면들과 비스듬하게)로 진행시켜 도파관 내에 전자기파가 발생되도록 하거나 전자기파를 증폭시키도록 하기 위한 본 발명의 실시예들에 따른 클리노트론 진공전자소자들에 대하여 설명하지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 전자빔을 저속과 회로의 역 삼각형 모양의 금속 격자들 위에서 그 표면들(끝면들)과 평행한 방향으로 진행시켜서, 본 발명의 클리노트론 소자들이 전자기파의 발전을 위한 발전기, 전자기파의 증폭을 증폭기 등의 다른 진공 전자소자로서 이용될 수 있음을 밝혀 둔다.

[0014] 도 1 또는 도 2의 기존 구조의 3차원 FDTD (Finite-Difference-Time-Domain) 시뮬레이션 모델에서, 도 4의 A와 같은 격자(41)과 도파관(42)에 대해 도 4의 B와 같이 3차원 모델링 될 수 있고, 0.1 THz 주파수를 갖는 구조에서의 전기장 분포가 도 4의 C와 같이 나타난다.

[0015] 반면, 도 3의 구조의 3차원 FDTD 시뮬레이션 모델에서는, 도 5의 A와 같은 직각 도파관(52) 내에 역 삼각형 모양을 갖는 격자(51)에 대해 도 5의 B와 같이 3차원 모델링 될 수 있고, 0.1 THz 주파수를 갖는 구조에서의 전기장 분포가 도 5의 C와 같이 나타난다.

[0016] 이와 같은 FDTD 시뮬레이션 결과를 정리하면, 도 6과 같이, 외부에서 1 W의 세기를 갖는 0.1 THz 신호가 입력되었을 때 기존 직사각형 격자들(41)(Laminar) 표면에서 20 μm 위의 지점에서의 전기장 세기는  $1.996 \times 10^{10}$  V/m이며, 본 발명과 같이 역삼각형 격자들(51)(Sloped Sidewall)에서는  $3.544 \times 10^{10}$  V/m로 나타났다. 즉, 본 발명과 같이 역삼각형 격자들(51)을 적용하였을 때 표면 전기장 세기가 1.77 배 향상될 수 있음을 시사하며, 본 발명에서는 역 삼각형 모양의 격자들 표면위의 전기장 세기가 증가됨으로 인해, 동작에 필요한 전자빔의 최소 전류밀도를 낮출 수 있고, 세기가 증가된 표면 전기장으로 인하여 동작 효율이 증가하여, 발생된 전자기파의 세기를 향상시킬 수 있게 된다.

[0017] 도 7은 본 발명에 따른 클리노트론 소자의 다른 예이다.

[0018] 도 7을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예의 클리노트론 소자는, 직각 도파관 내의 상부와 하부로 저속과 회로(74, 75)가 서로 마주보도록 평행하게 구비되며(각 배열의 금속격자들의 끝면끼리 서로 마주보도록 배치), 저속과 회로(74, 75)는 단면이 역 삼각형 모양(끝면에서 기관 쪽으로 갈수록 폭이 좁아지는 형태로서, 엄밀하게는 사다리꼴 모양)을 갖는 금속 격자들의 배열을 기관(예, 반도체 등) 상에 포함한다. 직각 도파관 좌우에는 각각 전자빔(72)의 입력부 구멍과 전자빔 집속부(73)를 포함하며, 출력부(76)는 전자빔(72)의 입력부 구멍 하부에서 도파관 내의 전자빔 진행 영역과 수직 방향으로 형성된 구멍 형태일 수 있다.

[0019] 냉음극 또는 열음극 전자총(71)에서 발생된 전자빔(72)은 직각 도파관의 한쪽 입력부 구멍을 통해 들어와 저속과 회로들(74, 75) 사이에서 일정 각도(진행 방향에 대해 격자 표면들과 비스듬하게)로 도파관 공간으로 진행하며, 직각 도파관의 반대쪽 집속부(73)에 전자빔이 집속되도록 함으로써, 양측 격자들의 표면 위로 전기장을 형성하고 형성된 전기장은 전자빔과의 상호작용을 통해 직각 도파관 내에 전자기파가 발생되도록 할 수 있다. 발생된 전자기파는 전자빔(72)의 진행방향과 반대로 파워(세기)가 증가하여 출력부(76)를 통해 외부로 방사될 수 있다.

[0020] 도 8은 본 발명에 따른 클리노트론 소자의 또 다른 예이다.

[0021] 도 8을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예의 클리노트론 소자는, 직각 도파관 내에 저속과 회로(84)가 구비되며, 저속과 회로(84)는 단면이 역 삼각형 모양을 갖는 금속 격자들의 배열을 기관(예, 반도체 등) 상에 포함한다. 직각 도파관 좌우에는 각각 전자빔(82)의 입력부 구멍과 전자빔 집속부(83)를 포함하며, 신호 입력부(85)는 전자빔(82)의 입력부 구멍 하부에서 도파관 내의 전자빔 진행 영역과 수직 방향으로 형성된 구멍 형태일 수 있고, 신호 출력부(86)는 전자빔 집속부(83)의 하부에서 도파관 내의 전자빔 진행 영역과 수직 방향으로 형성된 구멍 형태일 수 있다.

[0022] 냉음극 또는 열음극 전자총(81)에서 발생된 전자빔(82)은 직각 도파관의 한쪽 입력부 구멍을 통해 들어와 저속과 회로(84) 위에서 일정 각도(진행 방향에 대해 격자 표면들과 비스듬하게)로 도파관 공간으로 진행하며, 직각 도파관의 반대쪽 집속부(83)에 전자빔이 집속되도록 함으로써, 격자들의 표면 위로 전기장을 형성할 수 있고, 이와 같이 형성된 전기장은 전자빔과의 상호작용을 통해 직각 도파관 내에 전자기파가 증폭되도록 할 수 있다. 이때 발생된 전자기파는 신호 입력부(85)를 통해 입력되는 전자기파의 파워(세기)를 증폭할 수 있으며, 파워가 증폭된 전자기파가 신호 출력부(86)를 통해 외부로 방사될 수 있다.

[0023] 도 9는 본 발명에 따른 클리노트론 소자의 또 다른 예이다.

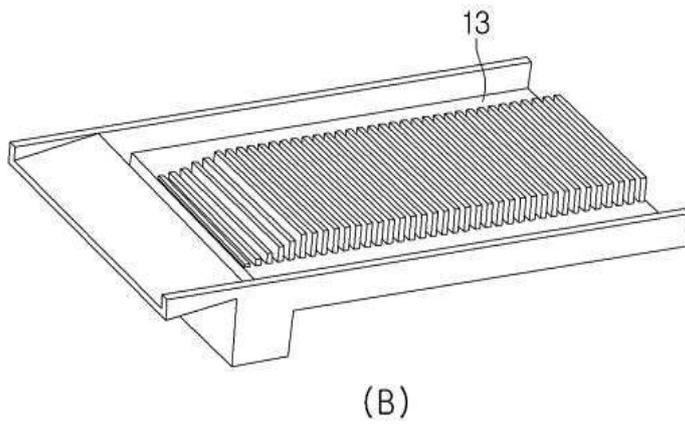
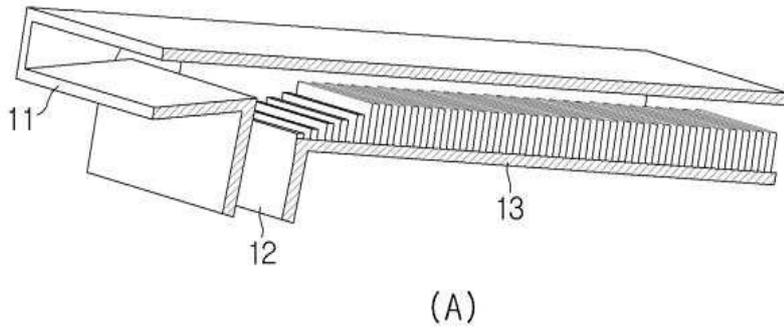
- [0024] 도 9를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예의 클리노트론 소자는, 직각 도파관 내의 상부와 하부로 저속파 회로(94, 95)가 서로 마주보도록 평행하게 구비되며(각 배열의 금속격자들의 끝면끼리 서로 마주보도록 배치), 저속파 회로(94, 95)는 단면이 역 삼각형 모양을 갖는 금속 격자들의 배열을 기관(예, 반도체 등) 상에 포함한다. 직각 도파관 좌우에는 각각 전자빔(92)의 입력부 구멍과 전자빔 집속부(93)를 포함하며, 신호 입력부(96)는 전자빔(92)의 입력부 구멍 하부에서 도파관 내의 전자빔 진행 영역과 수직 방향으로 형성된 구멍 형태일 수 있고, 신호 출력부(97)는 전자빔 집속부(93)의 하부에서 도파관 내의 전자빔 진행 영역과 수직 방향으로 형성된 구멍 형태일 수 있다.
- [0025] 냉음극 또는 열음극 전자총(91)에서 발생된 전자빔(92)은 직각 도파관의 한쪽 입력부 구멍을 통해 들어와 저속파 회로들(94, 95) 사이에서 일정 각도(진행 방향에 대해 격자 표면들과 비스듬하게)로 도파관 공간으로 진행하며, 직각 도파관의 반대쪽 집속부(93)에 전자빔이 집속되도록 함으로써, 양측 격자들의 표면 위로 전기장을 형성하고 형성된 전기장은 전자빔과의 상호작용을 통해 직각 도파관 내에 전자기파가 증폭되도록 할 수 있다. 이때 발생된 전자기파는 신호 입력부(96)를 통해 입력되는 전자기파의 파워(세기)를 증폭할 수 있으며, 파워가 증폭된 전자기파가 신호 출력부(97)를 통해 외부로 방사될 수 있다.
- [0026] 도 10은 본 발명에 따른 클리노트론 소자의 또 다른 예이다.
- [0027] 도 10을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예의 클리노트론 소자는, 도 7의 변형례로서, 직각 도파관 내의 상부와 하부에 구비되는 저속파 회로(104, 105)의 기관(예, 반도체 등) 상에 포함된 금속 격자들의 배열을 서로 마주보도록 평행하게 구비되되, 서로 엇갈리게 배치된다. 즉, 한쪽 저속파 회로(예, 104)의 금속 격자들의 사이의 이격 공간 위치에 다른 저속파 회로(예, 105)의 금속 격자들의 끝면이 위치하도록 배치된다.
- [0028] 직각 도파관 좌우에는 각각 전자빔(102)의 입력부 구멍과 전자빔 집속부(103)를 포함하며, 출력부(106)는 전자빔(102)의 입력부 구멍 하부에서 도파관 내의 전자빔 진행 영역과 수직 방향으로 형성된 구멍 형태일 수 있다.
- [0029] 냉음극 또는 열음극 전자총(101)에서 발생된 전자빔(102)은 직각 도파관의 한쪽 입력부 구멍을 통해 들어와 저속파 회로들(104, 105) 사이에서 일정 각도(진행 방향에 대해 격자 표면들과 비스듬하게)로 도파관 공간으로 진행하며, 직각 도파관의 반대쪽 집속부(103)에 전자빔이 집속되도록 함으로써, 양측 격자들의 표면 위로 전기장을 형성하고 형성된 전기장은 전자빔과의 상호작용을 통해 직각 도파관 내에 전자기파가 발생되도록 할 수 있다. 발생된 전자기파는 전자빔(102)의 진행방향과 반대로 파워(세기)가 증가하여 출력부(106)를 통해 외부로 방사될 수 있다.
- [0030] 도 11은 본 발명에 따른 클리노트론 소자의 또 다른 예이다.
- [0031] 도 11을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예의 클리노트론 소자는, 도 9의 변형례로서, 직각 도파관 내의 상부와 하부에 구비되는 저속파 회로(114, 115)의 기관(예, 반도체 등) 상에 포함된 금속 격자들의 배열이 서로 마주보도록 평행하게 구비되되, 서로 엇갈리게 배치된다. 즉, 한쪽 저속파 회로(예, 114)의 금속 격자들의 사이의 이격 공간 위치에 다른 저속파 회로(예, 115)의 금속 격자들의 끝면이 위치하도록 배치된다.
- [0032] 직각 도파관 좌우에는 각각 전자빔(112)의 입력부 구멍과 전자빔 집속부(113)를 포함하며, 신호 입력부(116)는 전자빔(112)의 입력부 구멍 하부에서 도파관 내의 전자빔 진행 영역과 수직 방향으로 형성된 구멍 형태일 수 있고, 신호 출력부(117)는 전자빔 집속부(113)의 하부에서 도파관 내의 전자빔 진행 영역과 수직 방향으로 형성된 구멍 형태일 수 있다.
- [0033] 냉음극 또는 열음극 전자총(111)에서 발생된 전자빔(112)은 직각 도파관의 한쪽 입력부 구멍을 통해 들어와 저속파 회로들(114, 115) 사이에서 일정 각도(진행 방향에 대해 격자 표면들과 비스듬하게)로 도파관 공간으로 진행하며, 직각 도파관의 반대쪽 집속부(113)에 전자빔이 집속되도록 함으로써, 양측 격자들의 표면 위로 전기장을 형성하고 형성된 전기장은 전자빔과의 상호작용을 통해 직각 도파관 내에 전자기파가 발생되도록 할 수 있다. 이때 발생된 전자기파는 신호 입력부(116)를 통해 입력되는 전자기파의 파워(세기)를 증폭할 수 있으며, 파워가 증폭된 전자기파가 신호 출력부(117)를 통해 외부로 방사될 수 있다.
- [0034] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

**부호의 설명**

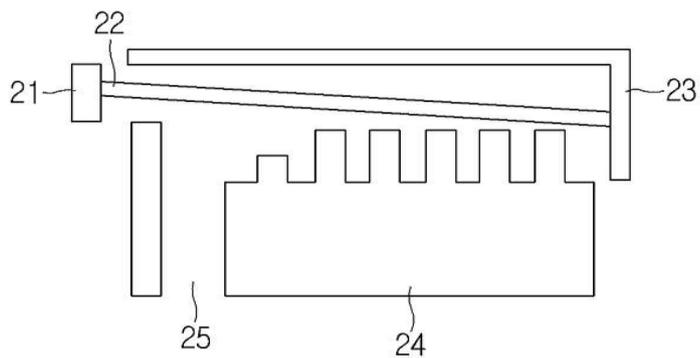
- [0035] 31, 71, 81, 91, 101, 111: 전자총
- 34, 74, 75, 84, 94, 95, 104, 105, 114, 115: 저속과 회로
- 33, 73, 83, 93, 103, 113: 전자빔 집속부
- 85, 96, 116: 신호 입력부
- 35, 76, 86, 97, 106, 117: 출력부

**도면**

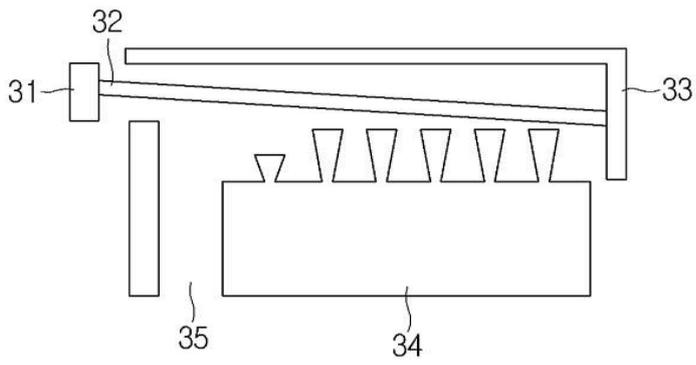
**도면1**



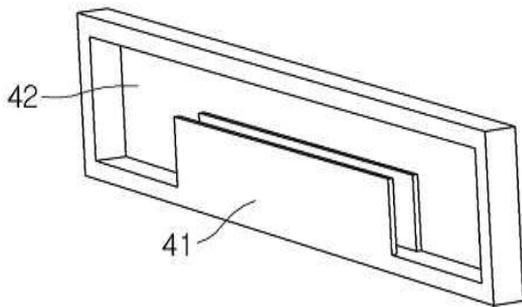
**도면2**



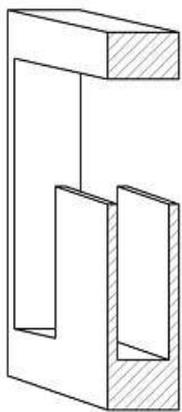
도면3



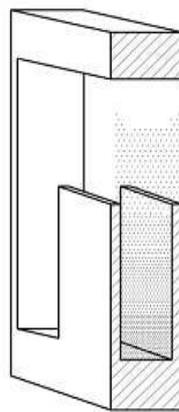
도면4



(A)

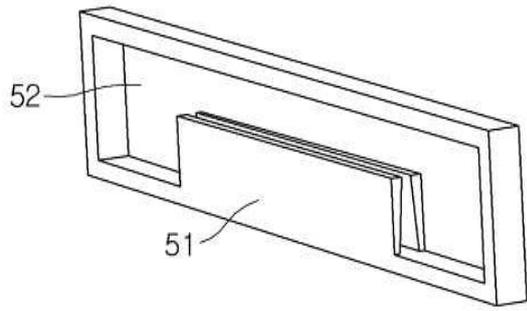


(B)

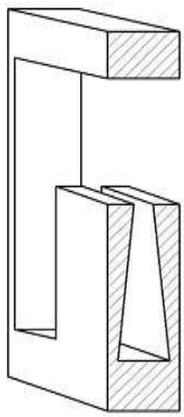


(C)

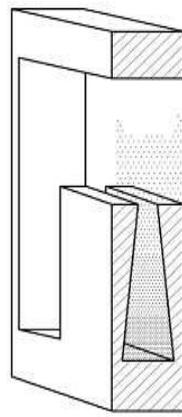
도면5



(A)

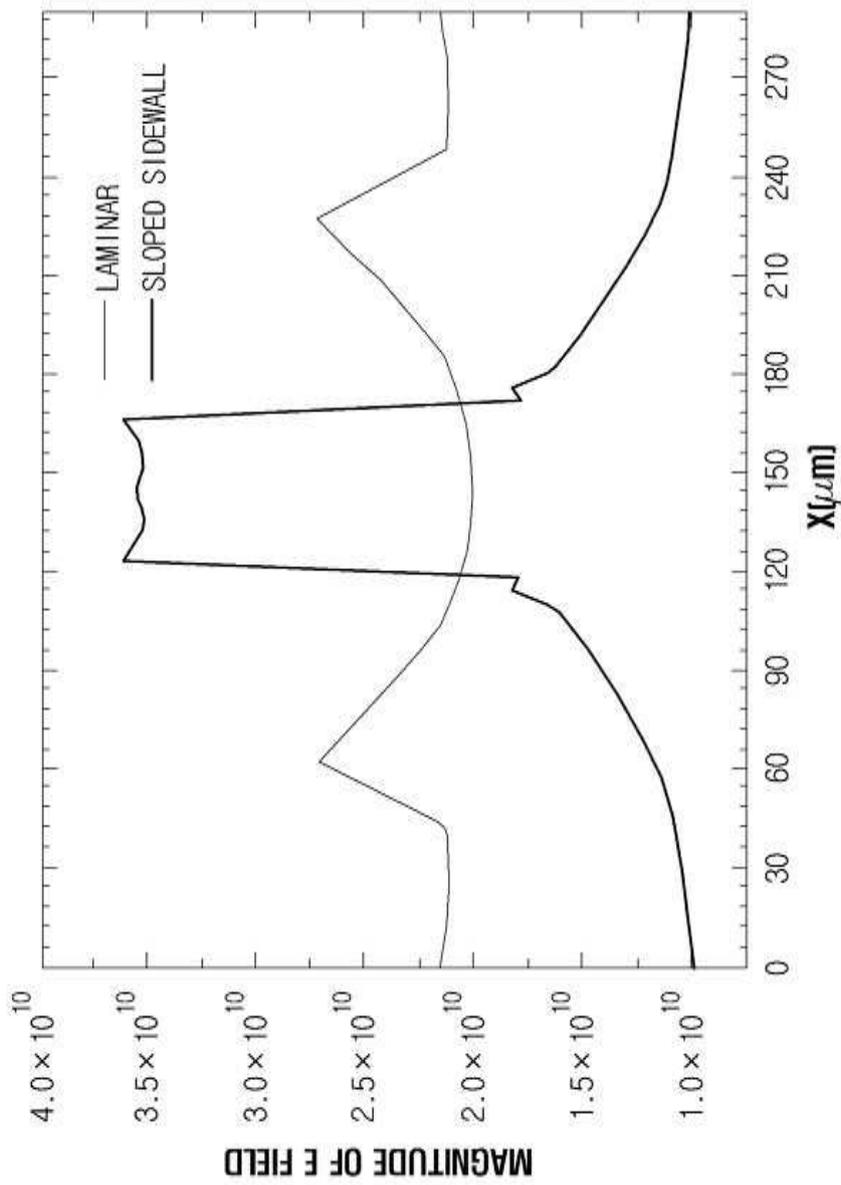


(B)

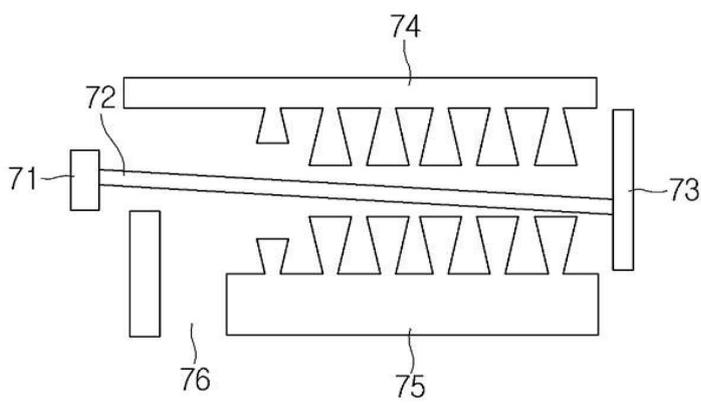


(C)

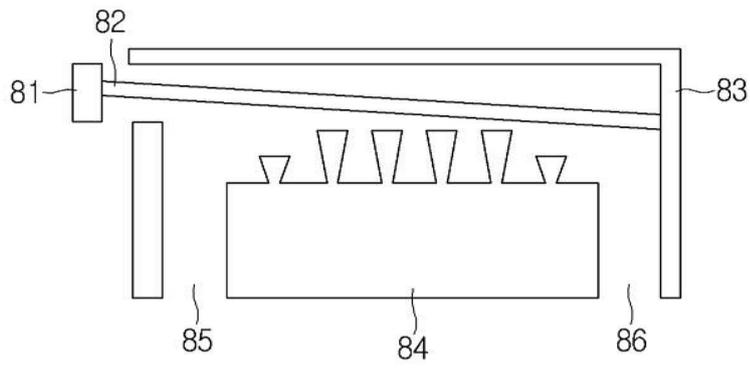
도면6



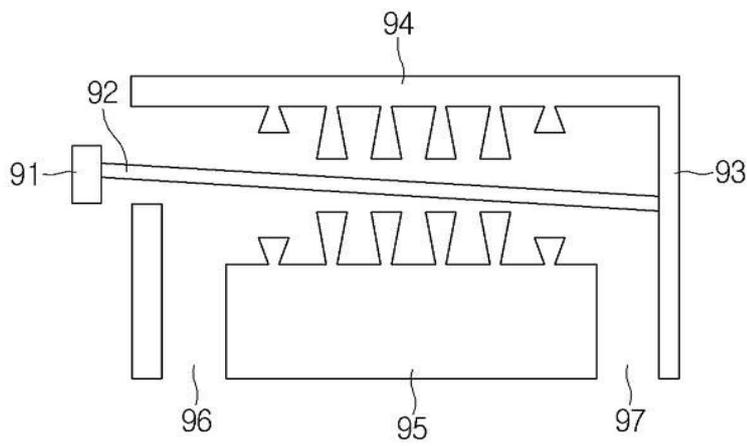
도면7



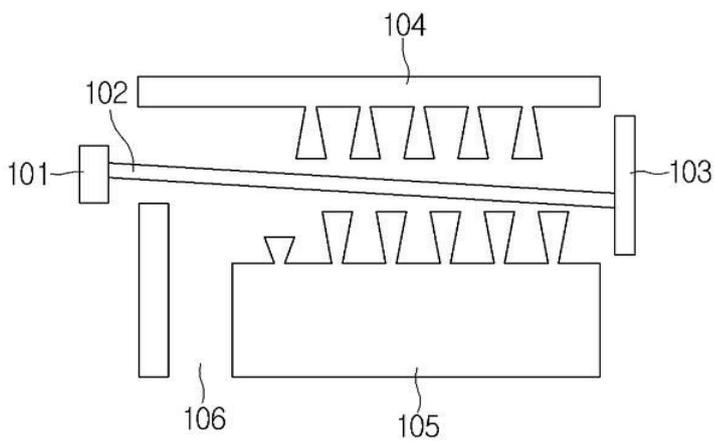
도면8



도면9



도면10



도면11

