

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-243219
(P2000-243219A)

(43) 公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 1 J 1/304		H 0 1 J 1/30	F 5 C 0 2 9
23/04		23/04	

審査請求 有 請求項の数18 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-42845

(22) 出願日 平成11年2月22日(1999.2.22)

(71) 出願人 391012394

東北大学長

宮城県仙台市青葉区片平2丁目1番1号

(72) 発明者 横尾 邦義

宮城県仙台市太白区八木山本町2-23-6

(72) 発明者 三村 秀典

宮城県仙台市青葉区栗生1-9-9

(74) 代理人 100059258

弁理士 杉村 暁秀 (外8名)

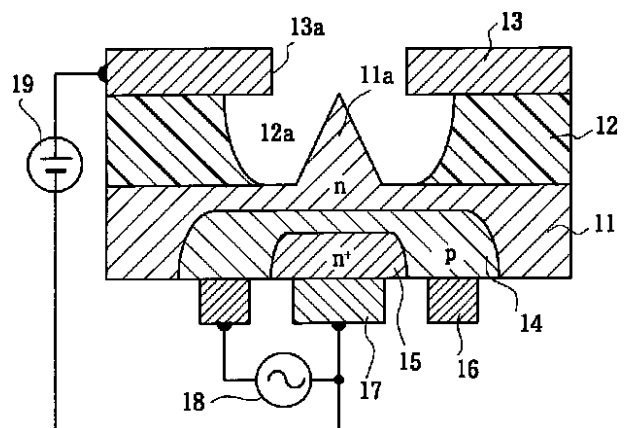
Fターム(参考) 5C029 CC01

(54) 【発明の名称】 電界放射陰極およびそれを用いる電磁波発生装置

(57) 【要約】

【課題】 ミリ波またはマイクロ波帯域内の任意の周波数で変調された電子ビームを高出力かつ高効率で発生することができる構成が簡単で小型な電界放射陰極および電磁波発生装置を提供する。

【解決手段】 N型半導体材料より成るコレクタ11の表面に針状の陰極チップ11aを形成し、これを囲むように開口13aが形成されたゲート電極13を設け、コレクタの他方の表面にはP型半導体材料より成るベース14を形成し、このベースの表面にN⁺型半導体材料より成るエミッタ15を形成する。ベース電極16とエミッタ電極17との間に高周波電源18を接続すると共にコレクタ11とゲート電極13との間に直流電源19を接続することにより高周波で変調された電子ビームが高出力かつ高効率で陰極チップ11aから放射される。この電子ビームを高周波回路と相互作用させることによりミリ波またはマイクロ波帯域の電磁波を高出力かつ高効率で発生させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 N 型の半導体材料より成り、陰極チップを有するコレクタと、この陰極チップを囲む開口が形成された絶縁層と、この絶縁層上に前記陰極チップを囲むように形成されたゲート電極と、前記電極チップと p n 接合を形成するように配置された P 型の半導体材料より成るベースと、このベースと p n 接合を形成するように配置された N 型の半導体材料より成るエミッタとを具え、前記エミッタ - ベース間に所定の高周波数の電源を接続すると共に前記エミッタ - ゲート電極間に直流バイアス電源を接続することにより前記陰極チップから前記高周波数で変調された電子ビームを放射させるように構成した電界放射陰極。

【請求項 2】 複数の陰極チップを 1 次元的に配列して構成された陰極チップ列を複数アレイ状に形成すると共にエミッタを、前記複数の陰極チップ列のアレイとそれぞれに対応する位置に櫛の歯状に形成した請求項 1 に記載の電界放射陰極。

【請求項 3】 前記陰極チップを、針状に形成した請求項 1 または 2 に記載の電界放射陰極。

【請求項 4】 ガン効果を示す N 型の半導体材料より成り、陰極チップを有するエミッタと、この陰極チップを囲む開口を有する絶縁層と、この絶縁層上に前記陰極チップを囲むように形成されたゲート電極と、前記エミッタと電気的に接続されたエミッタ電極とを具え、前記エミッタ電極とゲート電極との間に直流電圧を印加して前記エミッタ領域内に所定の高周波数で周期的に生滅する高電界ドメインを発生させることにより前記陰極チップから前記高周波数で変調された電子ビームを放射させるように構成した電界放射陰極。

【請求項 5】 前記エミッタ電極を、前記エミッタの陰極チップを形成した側とは反対側の表面に形成した請求項 4 に記載の電界放射陰極。

【請求項 6】 前記絶縁層とエミッタ電極との間に、前記エミッタを囲むように真性半導体材料若しくは P 型半導体材料より成る領域を形成した請求項 5 に記載の電界放射陰極。

【請求項 7】 前記エミッタを囲むように N⁺ 型半導体材料より成るオーム性領域を形成し、前記エミッタ電極をこのオーム性領域と接続すると共に前記絶縁層を経て前記ゲート電極と同じ側に延在させた請求項 5 に記載の電界放射陰極。

【請求項 8】 前記陰極チップを形成したエミッタおよび前記オーム性領域を真性半導体材料上に形成した請求項 7 に記載の電界放射陰極。

【請求項 9】 複数の陰極チップを 1 次元的に配列して構成された陰極チップ列を複数アレイ状に形成した請求項 4 ~ 8 の何れかに記載の電界放射陰極。

【請求項 10】 前記陰極チップを、針状に形成したことを特徴とする請求項 4 ~ 9 の何れかに記載の電界放射

陰極。

【請求項 11】 請求項 1 ~ 10 の何れかに記載の電界放射陰極と、この電界放射陰極から放射される高周波数で変調された電子ビームと相互作用して電磁波を発生する電磁波発生手段とを具える電磁波発生装置。

【請求項 12】 前記電界放射陰極から放射される電子ビームの変調周波数をミリ波またはマイクロ波帯域とし、前記電磁波発生手段が、ミリ波またはマイクロ波で変調された電子ビームと相互作用する高周波回路を具える請求項 11 に記載の電磁波発生装置。

【請求項 13】 前記高周波回路が、前記変調電子ビームと相互作用して電磁波を発生する空洞共振器と、この空洞共振器で発生された電磁波を取り出す出力回路とを具える請求項 11 または 12 に記載の電磁波発生装置。

【請求項 14】 前記高周波回路が、前記変調電子ビームと相互作用して電磁波を発生する遅波回路と、この遅波回路で発生された電磁波を取り出す出力回路とを具える請求項 11 または 12 に記載の電磁波発生装置。

【請求項 15】 前記遅波回路をヘリックスとした請求項 13 に記載の電磁波発生装置。

【請求項 16】 前記電磁波発生手段が、前記電界放射陰極から放射される変調電子ビームと電磁波との相互作用場を構成するように、電子ビームの通路を挟んで互いに対向して配置された周期構造体および反射板を有するファブリ・ペロー共振器を具える請求項 11 または 12 に記載の電磁波発生装置。

【請求項 17】 前記高周波回路を透過した電子ビームまたは前記ファブリ・ペロー共振器を透過した電子ビームを補足する集電極を設けた請求項 13 ~ 16 の何れかに記載の電磁波発生装置。

【請求項 18】 前記集電極に、前記空洞共振器または周期構造体よりも低い電位を与える直流電源を設けた請求項 17 に記載の電磁波発生装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、電子を放射する陰極、特に電界の作用で変調された電子ビームを放射させる電界放射陰極およびこのような電界放射陰極を具える電磁波発生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、電磁波を発生する手段としては、電子ビームデバイス、半導体デバイスおよびレーザが用いられている。電子ビームデバイスとしては、例えばマイクロ波電子管が知られている。このマイクロ波電子管は、電子ビームをマイクロ波の周期に比べて長い時間走行させてマイクロ波エネルギーを得るものであり、一般に高出力を必要とする場合に用いられており、マグネトロンやクライストロンなどが知られている。半導体デバイスは、半導体中を走行する電子の変調によって電磁波を発生するものである。また、レーザは一般に光波を発

生するものであるが、赤外レーザも用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の電磁波発生装置の内、電子ビームデバイスは高出力、高効率を有するという特長があるが、発生する電磁波の波長が短くなると、デバイスを構成する回路構造が小さくなること、電子ビームの変調が困難になること、デバイスの規模が大きくなることなどの欠点がある。

【0004】また、半導体デバイスを用いる電磁波発生装置では、半導体中の電子の走行速度が遅いため、ミリ波帯以下の実用的な電磁波発生装置は開発されていない。さらに、レーザを用いた電磁波発生装置では、発生される電磁波は光波帯が中心であり、遠赤外光の発生には、光励起のガスレーザによるなど、装置が大掛かりとなるとともに発生電磁波が離散的となる欠点がある。このため、ミリ波やマイクロ波帯域の電磁波を高出力および高効率で発生できる実用的な電磁波発生装置は開発されていない。

【0005】したがって、本発明の目的は、ミリ波やマイクロ波帯域内の任意の周波数で変調された電子ビームを効率良く発生することができ、しかも構成が簡単で小型な電界放射陰極を提供しようとするものである。本発明の他の目的は、このような電界放射陰極から発生される電子ビームとの相互作用によって、ミリ波やマイクロ波帯域の電磁波を高出力かつ高効率で発生することができ、しかも構成が簡単で小型な電磁波発生装置を提供しようとするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の特徴による電界放射陰極は、N型の半導体材料より成り、陰極チップを有するコレクタと、この陰極チップを囲む開口が形成された絶縁層と、この絶縁層上に前記陰極チップを囲むように形成されたゲート電極と、前記電極チップとpn接合を形成するように配置されたP型の半導体材料より成るベースと、このベースとpn接合を形成するように配置されたN型の半導体材料より成るエミッタとを具備し、前記エミッタ - ベース間に所定の高周波数の電源を接続すると共に前記エミッタ - ゲート電極間に直流バイアス電源を接続することにより前記陰極チップから前記高周波数で変調された電子ビームを放射させるように構成したものである。

【0007】このような本発明の第1の特徴による電界放射陰極においては、前記電極チップを有するコレクタ、ベースおよびエミッタは、シリコン、ゲルマニウム、ガリウム砒素、インジウム燐などの任意の半導体材料を用いることができる。

【0008】また、このような電界放射陰極の好適な実施例においては、複数の陰極チップを1次元状に配列して構成される陰極チップ列を複数アレイ状に形成すると共にエミッタを前記複数の陰極チップ列のアレイのそれ

ぞれに対応する位置に櫛の歯状に形成する。さらに、コレクタに形成した陰極チップは針状に形成した方が電界集中効果によって電子ビーム発生の効率が向上するので好適である。

【0009】さらに本発明の第2の特徴による電界放射陰極は、ガン効果を示すN型の半導体材料より成り、陰極チップを有するエミッタと、この陰極チップを囲む開口を有する絶縁層と、この絶縁層上に前記陰極チップを囲むように形成されたゲート電極と、前記エミッタと電氣的に接続されたエミッタ電極とを具備し、前記エミッタ電極とゲート電極との間に直流電圧を印加して前記エミッタ領域内に所定の高周波数で周期的に生滅する高電界ドメインを発生させることにより前記陰極チップから前記高周波数で変調された電子ビームを放射させるように構成したものである。

【0010】このような本発明の第2の特徴による電界放射陰極においては、前記陰極チップを有するエミッタを構成するガン効果を有するN+型半導体材料としては、ガリウム砒素、インジウム燐などの化合物半導体材料を用いることができる。上述した本発明の第1の特徴による電界放射陰極では、放射される電子ビームの変調周波数はエミッタ - ベース間に印加される高周波電圧の周波数で決まるが、本発明による第2の特徴による電界放射陰極においては、電子ビームの変調周波数は、陰極チップを有するエミッタの構造、寸法およびそれに印加される電圧等によって決まる。

【0011】このような本発明の第2の特徴による電界放射陰極を実施するに当たっては、前記エミッタ電極を、前記エミッタの陰極チップを形成した側とは反対側の表面に形成したり、前記エミッタを囲むように形成されたN+型半導体材料より成るオーム性領域と接続すると共に前記絶縁層を経て前記ゲート電極と同じ側に延在させることができる。後者の場合には、ゲート電極とエミッタ電極と同じ側に現れることになるので実際の装置に組み込む場合に有利となることが多い。

【0012】さらに本発明による電界放射陰極の好適な実施例においては、前記絶縁層とエミッタ電極との間に、前記エミッタを囲むように真性半導体材料若しくはP型半導体材料より成る領域を形成したり、前記陰極チップを形成したエミッタおよびオーム性領域を真性半導体材料の上に形成することができる。このような真性半導体材料およびP型半導体材料より成る領域は、高電界ドメインの発生領域をエミッタに限定する作用を有するものであるので高電界ドメイン制限領域または高電界ドメイン阻止領域とも呼ばれるものである。

【0013】本発明の第2の特徴による電界放射陰極においても、複数の陰極チップを1次元的に配列した陰極チップ列を複数アレイ状に形成するのが好適である。また、陰極チップは、針状に形成した方が電界の集中効果によって電子ビームの発生効率が向上するのでによる好

適である。

【0014】また、本発明による電磁波発生装置は、上述した電界放射陰極と、この電界放射陰極から放射される高周波数で変調された電子ビームと相互作用して電磁波を発生する電磁波発生手段とを具えるものである。

【0015】本発明による電磁波発生装置の一実施例においては、前記電界放射陰極から放射される電子ビームの変調周波数をミリ波またはマイクロ波帯域とし、前記電磁波発生手段として、ミリ波またはマイクロ波で変調された電子ビームと相互作用する高周波回路を設けることができる。この場合、前記高周波回路には、前記変調電子ビームと相互作用して電磁波を発生する空洞共振器やヘリックス（螺旋遅波回路）などの遅波回路と、この空洞共振器や遅波回路で発生された電磁波を取り出す出力回路とを設けることができる。

【0016】本発明による電磁波発生装置の他の実施例においては、前記電磁波発生手段として、前記電界放射陰極から放射される変調電子ビームと電磁波との相互作用場を構成するように、電子ビームの通路を挟んで互いに対向して配置された周期構造体および反射板を有するファブリ・ペロー共振器を設けることができる。

【0017】さらに、本発明による電磁波発生装置においては、前記空洞共振器やヘリックス等の高周波回路を透過した電子ビームまたは前記ファブリ・ペロー共振器を透過した電子ビームを補足する集電極を設け、この集電極に、前記空洞共振器やヘリックスまたは周期構造体よりも低い電位を与えるのが好適である。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の第1の特徴による電界放射陰極の一実施例を示す線図的な断面図であり、図2AおよびBは同じくその表裏の構造を線図的に示す斜視図である。本例では、一方の表面に陰極チップ11aを形成したN型半導体材料、本例ではN型シリコンより成るコレクタ11を設ける。陰極チップ11aは先端を針状に尖鋭に形成して電界の集中が起こるようにする。コレクタ11の表面には、陰極チップ11aを囲む開口12aを有する絶縁層12を形成する。この絶縁層12は、例えば酸化シリコンで形成することができる。この絶縁層12の上に、同じく陰極チップ11aを囲むように開口13aを有するゲート電極13を形成する。このゲート電極13は、例えばタンタルなどの金属材料で形成することができる。

【0019】コレクタ11の、陰極チップ11aを形成した側とは反対側の表面に、P型シリコンより成るベース14を形成し、このベースにはN⁺型シリコンより成るエミッタ15を形成し、ベース14の表面にはベース電極16を形成し、エミッタ15の表面にはエミッタ電極17を形成する。これらのベース電極16およびエミッタ電極17はそれぞれアルミなどの金属材料で形成することができる。

【0020】上述した構造の電界放射陰極において、ベース電極16とエミッタ電極17との間にミリ波およびマイクロ波帯域の周波数を有する高周波電源18を接続すると共にエミッタ電極17とゲート電極13との間に、ゲート電極側が正となるように直流電源19を接続することにより、陰極チップ11aからミリ波またはマイクロ波帯域の高周波数で変調された電子ビームがゲート電極13の開口13aを経て放射されることになる。

【0021】図3は上述した本発明の第1の特徴による電界放射陰極の変形例を示す断面図であり、図4は同じくその裏面の電極構造を示す平面図である。本例においては、N型半導体材料より成るコレクタの一方の表面に、複数の陰極チップ11aを1次元的に配列して構成した陰極チップ列を複数アレイ状に形成すると共にゲート電極13にもこれらの陰極チップ11aと対応してアレイ状に配列した複数の開口13aを形成し、さらにコレクタ11の他方の表面にはベース14を形成すると共にベースの表面には複数の陰極チップ列のアレイのそれぞれに対応するように複数のエミッタ15を櫛の歯状に形成したものである。したがって、図2に示すようにベース電極16およびエミッタ電極17はインターディジタル形状に形成されている。

【0022】図5は本発明の第2の特徴による電界放射陰極の一例の構成を示す断面図である。この第2の特徴においては、電子ビームを放射する陰極チップ31aを有するエミッタ31をガン効果を示すN型の半導体材料、本例ではガリウム砒素を以て形成するが、ガン効果が発生する他の半導体材料、例えばインジウム燐を以て形成することもできる。本例においても陰極チップ31aは先端を尖らせた針状に形成されている。

【0023】このようなエミッタ31を囲むように真性半導体またはP型半導体材料、本例では真性ガリウム砒素より成る高電界ドメイン阻止領域32を形成し、この領域の上には、陰極チップ31aを囲む開口33aを有する絶縁層33を形成し、この絶縁層の上には開口34aを有するゲート電極34を形成する。また、エミッタ31および高電界ドメイン阻止領域32の他方の表面にはエミッタ電極35を形成する。これらのゲート電極34およびエミッタ電極35は金、ゲルマニウムなどのオーミック性の電極材料で形成することができる。

【0024】このような構造の電界放射陰極のゲート電極34とエミッタ電極35との間に直流電源36を接続してこれらの間に直流電圧を印加すると、N型半導体材料より成るエミッタ31中に空間電荷蓄積ドメインや電気二重層ドメインなどの空間電荷による高電界ドメインが発生し、これらの空間電荷は半導体中を走行後、陰極チップ31aから放射される。このとき高電界ドメインを維持する空間電荷の発生、走行、消滅は周期的に繰り返されるので、放射される電子ビームも周期的なものとなる。このような高電界ドメインの生滅の周期は、ガン

効果を示すN型半導体のエミッタ31の構造、寸法、ゲート電極34とエミッタ電極35との間に印加される直流電圧等によって定まり、この周期をミリ波またはマイクロ波帯域に容易に設定することができる。このように陰極チップ31aを有するエミッタ31を適当に構成することによってミリ波帯またはマイクロ波帯で変調された電子ビームをゲート電極34の開口34aを経て放射させることができる。このとき、エミッタ31を囲むように形成された真性半導体或いはP型半導体材料より成る高電界ドメイン阻止領域32は、高電界ドメインの発生領域をエミッタのN型半導体材料中に限定する作用を有するものである。

【0025】図6は本発明の第2の特徴による電界放射陰極の他の実施例を示す断面図である。本例では、陰極チップ31aを有するエミッタ31と、エミッタを囲むように不純物を多量にドーピングしたN⁺型半導体材料より成り、したがってエミッタ31との間でオーミック接合を形成するオーム性領域37を、真性半導体領域32上に形成する。

【0026】本例においては、さらにエミッタ電極38を絶縁層33の表面に形成し、絶縁層にあげた開口を経てオーム性領域37の表面と接触するように延在させる。このように構成すると、ゲート電極34とエミッタ電極38とは同じ側に配置されることになるので、平面的な構造が得られる。本例においても、ゲート電極34とエミッタ電極38との間に、ゲート電極が正となるように直流電源36を接続することによってゲート電極の開口34aを経て変調された電子ビームが放射されることになる。

【0027】上述したような本発明による電界放射陰極の各部分は1ミクロンからサブミクロンの微細構造を有するものであるが、半導体デバイスの製造のために発展してきた成膜技術、パターニング技術、エッチング技術などの微細加工技術を利用して正確に製造することができる。

【0028】図7は図5に示した本発明の第2の特徴による電界放射陰極を用いて構成した電磁波発生装置の一例を示す線図である。ただし、本例では図5に示した電界放射陰極において陰極チップ31aをアレイ状に配列したものを使用する。このような電界放射陰極のゲート電極34とエミッタ電極35との間に直流電源36を接続することにより、陰極チップからミリ波またはマイクロ波帯域の周波数で変調された電子ビーム41がゲート電極の開口34aを経て放射される。この直流電源36は電界放射による電子の放出に寄与するので電界放射用直流電源とも称する。

【0029】このようにして電界放射陰極の陰極チップ31aの表面から放射される変調電子ビーム41は、ゲート電極34と、このゲート電極と対向して配置された空洞共振器42との間に接続された加速用直流電源43

によって加速される。このように加速用直流電源43で加速された電子ビーム41は空洞共振器42内の電磁波と相互作用し、この相互作用によりその運動エネルギーが電磁波エネルギーに変換される。このようにして発生されたミリ波またはマイクロ波帯の電磁波は出力回路44を経て外部へ取り出すことができる。相互作用後の電子ビームは、集電極45で回収されるが、第3の直流電源46によりこの集電極に空洞共振器42の電位よりも低い電位を与えることにより電子ビームの運動エネルギーの一部を回収することができる。

【0030】図8は、本発明による電磁波発生装置の他の実施例を示す線図である。本例においても前例と同様に図5に示した電界放射陰極において複数の陰極チップ31aをアレイ状に配列したものを使用する。

【0031】本例では、電界放射陰極の陰極チップ31aから放射されるミリ波またはマイクロ波帯域の周波数で変調された電子ビーム41を、加速用直流電源43によって加速し、金属グレーティングより成る周期構造51と、これと対向して配置された反射板52とで構成されるファブリ・ペロー共振器に導き、ここで発生される電磁界との相互作用によってミリ波またはマイクロ波帯域の高周波数の電磁波を発生させる。このようにして発生させた電磁波は、反射板52にあげた開口52aを経て外部へ導くことができる。また、電磁波との相互作用を行った後の電子ビーム41は、集電極45で回収する。上述したように、第3の直流電源46によって、集電極45に周期構造51よりも低い電位を与えることにより、相互作用後の電子ビームの運動エネルギーの一部を回収することができ、電磁波発生効率を高めることができる。

【0032】本例では、発生する電磁波の周波数は、電子ビーム41の変調周波数に合わせて加速用直流電源43の電圧を調整して周期構造51上を走行する電子の速度を調整したり、ファブリ・ペロー共振器を構成する周期構造51と反射板52との間隔を調整することによって広範囲に亘って調整することができる。

【0033】本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、幾多の変更や変形が可能である。例えば、上述した電磁波発生装置の実施例では、図5に示した電界放射陰極を用いたが、図1～4に示した電界放射陰極や図6に示した電界放射陰極を用いることもできる。さらに、上述した電磁波発生装置の実施例においては、高周波発生回路として、空洞共振器およびファブリ・ペロー共振器を用いたが、ヘリックスなどの遅波回路や誘電体装荷回路やマグネティックウィグラーなどの高周波回路を用いることもできる。

【0034】さらに、高速バイポーラトランジスタ(HBT)や高電子移動度トランジスタ(HEMT)や短チャンネル電界効果トランジスタ(FET)などの高速動作するトランジスタのコレクタ若しくはドレインを本発

明による電界放射陰極の陰極チップとすることもできる。また、本発明による電界放射陰極は、上述した構造の電磁波発生装置に限らず、クライストロンや進行波管などに代表される電子ビームの集群効果と走行時間効果を基本とするマイクロ波管の技術に適用することもできる。さらに本発明によるミリ波またはマイクロ波域の変調電子ビームを放射する電界放射陰極は、線形加速器の陰極として利用することで、自由電子レーザーの高効率化、小型化など新たな広範な応用が期待される。

【0035】

【発明の効果】 上述した本発明による電界放射陰極では、電界放射陰極の陰極チップをミリ波またはマイクロ波帯で動作するコレクタとして、またはガン効果を生じさせるN型半導体材料で構成することによりミリ波またはマイクロ波帯で変調された電子ビームを効率良く発生することができ、しかも構成が簡単で小型となる。さらに、本発明による電界放射陰極は、半導体デバイスの製造技術を利用して高精度に製造することができる。

【0036】 さらに、本発明による電磁波発生装置では、上述した電界放射陰極と、この電界放射陰極から放射される変調電子ビームとの相互作用によって電磁波を効率良く発生する電磁波発生手段とを設けたものである。電界放射陰極から発生される電子ビームとの相互作用によって、ミリ波またはマイクロ波帯域までの広帯域に亘って周波数を制御することができる電磁波を高出力かつ高効率で発生することができ、しかも構成が簡単で小型となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、本発明による電界放射陰極の一実施

例の構成を示す線図的な断面図である。

【図2】 図2は、同じくその表裏の構造を示す線図的な斜視図である。

【図3】 図3は、本発明による電界放射陰極の他の実施例の構成を示す線図的な断面図である。

【図4】 図4は、同じくその裏面の構造を示す平面図である。

【図5】 図5は、本発明による電界放射陰極の他の実施例の構成を示す線図的な断面図である。

【図6】 図6は、本発明による電界放射陰極のさらに他の実施例の構成を示す線図的な断面図である。

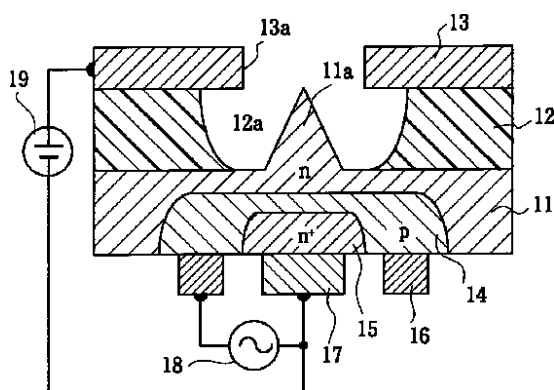
【図7】 図7は、本発明による電磁波発生装置の一実施例の構成を示す線図的な断面図である。

【図8】 図8は、本発明による電磁波発生装置の他の実施例の構成を示す線図的な断面図である。

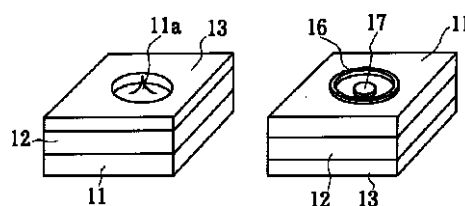
【符号の説明】

- 11 コレクタ、 11a 陰極チップ、 12 絶縁層、 13 ゲート電極、 13a 開口、 14 ベース、 15 エミッタ、 16 ベース電極、 17 エミッタ電極、 18 高周波電源、 19 電界放射用直流電源、 31 エミッタ、 32 高電界ドメイン阻止領域、 33 絶縁層、 33a 開口、 34 ゲート電極、 34a 開口、 35 エミッタ電極、 36 電界放射用直流電源、 37 オーム性領域、 38 エミッタ電極、 41 電子ビーム、 42 空洞共振器、 43 加速用直流電源、 44 出力回路、 45 集電極、 46 回収用直流電源、 51 周期構造、 52 反射器、 52a 開口

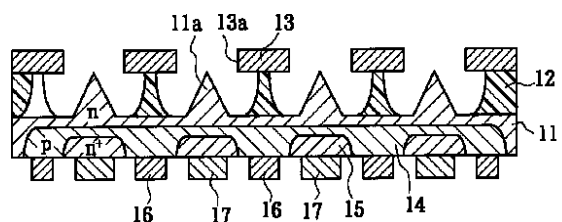
【図1】



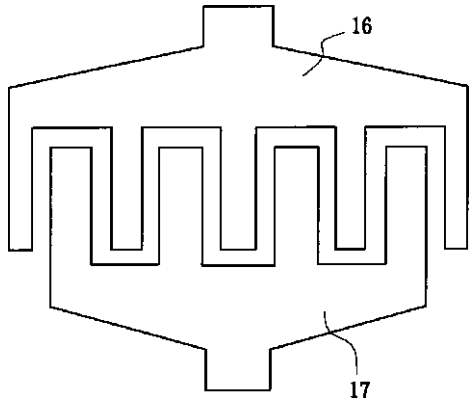
【図2】



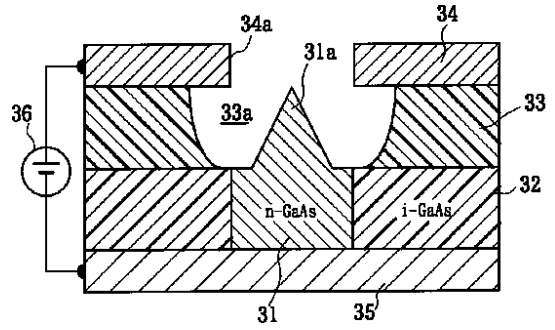
【図3】



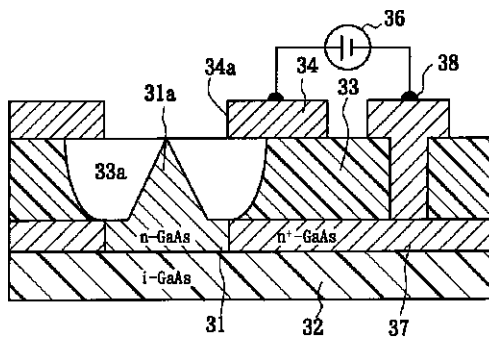
【図 4】



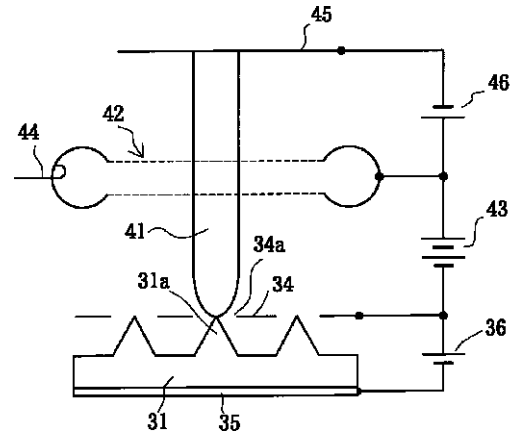
【図 5】



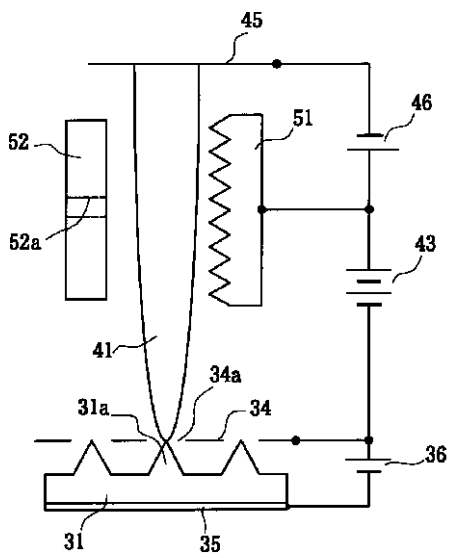
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【手続補正書】

【提出日】平成12年1月28日(2000.1.28)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 N型の半導体材料より成り、陰極チップを有するコレクタと、この陰極チップを囲む開口が形成された絶縁層と、この絶縁層上に前記陰極チップを囲むように形成されたゲート電極と、前記電極チップとpn接合を形成するように配置されたP型の半導体材料より成るベースと、このベースとpn接合を形成するように配置されたN型の半導体材料より成るエミッタとを具え、前記エミッタ-ベース間に所定の高周波数の電源を接続すると共に前記エミッタ-ゲート電極間に直流バイアス電源を接続することにより前記陰極チップから前記高周波数で変調された電子ビームを放射させるように構成した電界放射陰極。

【請求項2】 複数の陰極チップを1次元的に配列して構成された陰極チップ列を複数アレイ状に形成すると共にエミッタを、前記複数の陰極チップ列のアレイとそれぞれに対応する位置に櫛の歯状に形成した請求項1に記載の電界放射陰極。

【請求項3】 前記陰極チップを、針状に形成した請求項1または2に記載の電界放射陰極。

【請求項4】 ガン効果を示すN型の半導体材料より成り、陰極チップを有するエミッタと、この陰極チップを囲む開口を有する絶縁層と、この絶縁層上に前記陰極チップを囲むように形成されたゲート電極と、前記エミッタと電氣的に接続されたエミッタ電極とを具え、前記エミッタ電極とゲート電極との間に直流電圧を印加して前記エミッタ領域内に所定の高周波数で周期的に生滅する高電界ドメインを発生させることにより前記陰極チップから前記高周波数で変調された電子ビームを放射させるように構成した電界放射陰極。

【請求項5】 前記エミッタ電極を、前記エミッタの陰極チップを形成した側とは反対側の表面に形成した請求項4に記載の電界放射陰極。

【請求項6】 前記絶縁層とエミッタ電極との間に、前記エミッタを囲むように真性半導体材料若しくはP型半導体材料より成る領域を形成した請求項5に記載の電界放射陰極。

【請求項7】 前記エミッタを囲むようにN-型半導

体材料より成るオーム性領域を形成し、前記エミッタ電極をこのオーム性領域と接続すると共に前記絶縁層を経て前記ゲート電極と同じ側に延在させた請求項5に記載の電界放射陰極。

【請求項8】 前記陰極チップを形成したエミッタおよび前記オーム性領域を真性半導体材料上に形成した請求項7に記載の電界放射陰極。

【請求項9】 複数の陰極チップを1次元的に配列して構成された陰極チップ列を複数アレイ状に形成した請求項4～8の何れかに記載の電界放射陰極。

【請求項10】 前記陰極チップを、針状に形成したことを特徴とする請求項4～9の何れかに記載の電界放射陰極。

【請求項11】 請求項1～10の何れかに記載の電界放射陰極と、この電界放射陰極から放射される高周波数で変調された電子ビームと相互作用して電磁波を発生する電磁波発生手段とを具える電磁波発生装置。

【請求項12】 前記電界放射陰極から放射される電子ビームの変調周波数をミリ波またはマイクロ波帯域とし、前記電磁波発生手段が、ミリ波またはマイクロ波で変調された電子ビームと相互作用する高周波回路を具える請求項11に記載の電磁波発生装置。

【請求項13】 前記高周波回路が、前記変調電子ビームと相互作用して電磁波を発生する空洞共振器と、この空洞共振器で発生された電磁波を取り出す出力回路とを具える請求項11または12に記載の電磁波発生装置。

【請求項14】 前記高周波回路が、前記変調電子ビームと相互作用して電磁波を発生する遅波回路と、この遅波回路で発生された電磁波を取り出す出力回路とを具える請求項11または12に記載の電磁波発生装置。

【請求項15】 前記高周波回路をヘリックスとした請求項13に記載の電磁波発生装置。

【請求項16】 前記電磁波発生手段が、前記電界放射陰極から放射される変調電子ビームと電磁波との相互作用場を構成するように、電子ビームの通路を挟んで互いに対向して配置された周期構造体および反射板を有するファブリ・ペロー共振器を具える請求項11または12に記載の電磁波発生装置。

【請求項17】 前記高周波回路を透過した電子ビームまたは前記ファブリ・ペロー共振器を透過した電子ビームを補足する集電極を設けた請求項13～16の何れかに記載の電磁波発生装置。

【請求項18】 前記集電極に、前記空洞共振器または周期構造体よりも低い電位を与える直流電源を設けた請求項17に記載の電磁波発生装置。