

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-103997

(P2007-103997A)

(43) 公開日 平成19年4月19日(2007.4.19)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO1Q 3/36	(2006.01)	HO1Q	3/36	2G059
GO1N 21/35	(2006.01)	GO1N	21/35	5J021
GO1N 21/01	(2006.01)	GO1N	21/01	D

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2005-287342 (P2005-287342)	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(22) 出願日	平成17年9月30日 (2005.9.30)	(74) 代理人	100083806 弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100120455 弁理士 勝 治人
		(72) 発明者	清水 直文 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	永妻 忠夫 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
		Fターム(参考)	2G059 AA01 HH01 5J021 AA09 AA11 AB03 CA06 DB03 EA02 FA06 GA02 HA01 JA10

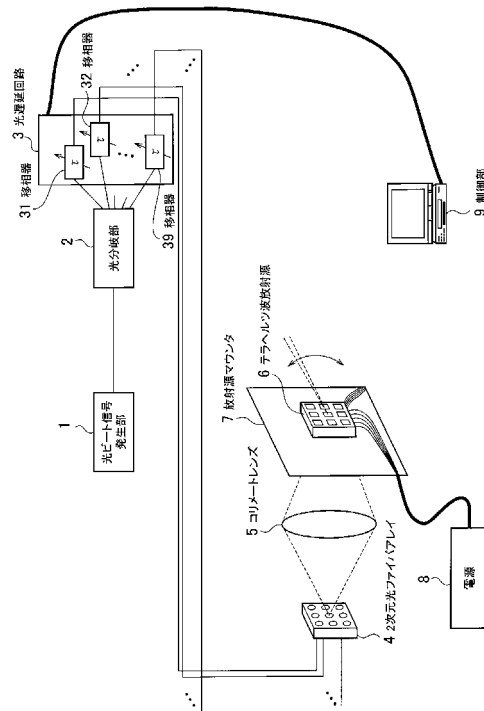
(54) 【発明の名称】 電磁波放射装置

(57) 【要約】

【課題】 簡素な構造で、電磁波を所望の方向に向けて放射できる電磁波放射装置を提供する。

【解決手段】 光ビート信号を発生する光ビート信号発生部1と、光ビート信号をnチャンネルに分岐する光分岐部2と、光分岐部2から入力されるnチャンネルの光ビート信号の遅延量をそれぞれ独立に調整して出力する光遅延回路3と、光遅延回路3からの光ビート信号を受けてテラヘルツ波を放射するテラヘルツ波放射素子がアレイ状にn素子配置されたテラヘルツ波放射源6と、光遅延回路3から出力されるnチャンネルの光ビート信号の遅延量を制御することによりテラヘルツ波放射素子が放射するテラヘルツ波の位相をそれぞれ制御し、これによりテラヘルツ波放射源6が放射するテラヘルツ波の方向を制御する制御部9とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ミリ波帯からテラヘルツ波帯の範囲の波長帯域の電磁波のうちで少なくとも1つの波長の電磁波を放射する電磁波放射装置において、

光ビート信号を発生する光ビート信号発生手段と、

前記光ビート信号をnチャンネルに分岐する光分岐手段と、

この光分岐手段により分岐されるnチャンネルの前記光ビート信号の遅延量をそれぞれ独立に調整して出力する光遅延手段と、

この光遅延手段からの前記光ビート信号を受けて電磁波を放射する電磁波放射素子がアレイ状にn素子配置された電磁波放射源と、

前記光遅延手段から出力されるnチャンネルの前記光ビート信号の遅延量を制御することにより前記電磁波放射素子が放射する電磁波の位相をそれぞれ制御し、これにより前記電磁波放射源が放射する電磁波の方向を制御する制御手段と

を備えたことを特徴とする電磁波放射装置。

10

【請求項 2】

前記電磁波放射素子は、

前記光ビート信号を受けて高周波電流を発生する光電変換手段と、

この光電変換手段で発生した高周波電流に応じた電磁波を2次的に空中に放射する平面アンテナと

を備えたことを特徴とする請求項1に記載の電磁波放射装置。

20

【請求項 3】

前記平面アンテナは、前記光電変換手段に照射される前記光ビート信号の進行方向と同一方向に電磁波を放射することを特徴とする請求項2に記載の電磁波放射装置。

【請求項 4】

ミリ波帯からテラヘルツ波帯の範囲の波長帯域の電磁波のうちで少なくとも1つの波長の電磁波を放射する電磁波放射装置において、

電磁波を放射する電磁波放射素子をアレイ状に配置した電磁波放射源と、

前記複数の電磁波放射素子が放射する電磁波の位相をそれぞれ制御することにより前記電磁波放射源が放射する電磁波の方向を制御する制御手段と

を備えたことを特徴とする電磁波放射装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、イメージングや材料分析に用いられるミリ波帯からテラヘルツ波帯の電磁波を発生する電磁波放射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電磁波放射装置として、例えば非特許文献1に開示されたものがある。図5は従来の電磁波放射装置を示す構成図、図6は図5に示す電磁波放射装置のシリコン層の裏面を示す図である。

40

【0003】

図5に示す電磁波放射装置は、サファイア基板101と、サファイア基板101に張り付けられ、イオン打ち込みされたシリコン層102と、MgOで作られた半球レンズ103と、シリコン層102の裏面のパターンに導通を取るためのボンディングワイヤ104と、フェムト秒パルスレーザ105と、電源106と、フェムト秒パルスレーザ光をコリメートするための光学系107と、テラヘルツ電磁波をコリメートするためのパラボラ型反射ミラー108とを備える。

【0004】

また、サファイア基板101の裏面には図6に示すように、イオン打ち込みされたシリ

50

コン層 102 があり、その表面にアルミ配線により微小ギャップ 111 付きのダイポールアンテナペア 109 が形成されている。

【0005】

点線で示す円 110 は、サファイア基板 101 の表面側に設置された半球レンズ 103 とダイポールアンテナペア 109 の微小ギャップ 111 との位置関係を示す線である。ダイポールアンテナペア 109 にはボンディングワイヤ 104 により導通を取り、電源 106 より電圧を印加する。

【0006】

フェムト秒パルスレーザ 105 から発生したフェムト秒パルス光は、コリメート光学系 107 によりダイポールアンテナペア 109 の微小ギャップ 111 に照射される。光照射でシリコン層 102 に発生したキャリアは印加電界により移動するため、ダイポールアンテナペア 109 に変位電流を発生させる。この変位電流は、立ち上がり角が照射されるフェムト秒レーザのパルス幅に一致し、テラヘルツ帯の周波数成分を含んでいる。

【0007】

したがって、ダイポールアンテナペア 109 はテラヘルツ波放射器として機能し、サファイア基板 101 の方向にテラヘルツ波を照射する。サファイア基板 101 を通過したテラヘルツ波は半球レンズ 103 で放射角が狭められ、パラボラ型反射ミラー 108 方向に放射される。そしてパラボラ型反射ミラー 108 で放射方向が 90 度曲げられ、かつ平行ビームにコリメートされる。

【非特許文献 1】 High-brightness terahertz beams characterized with an ultrafast detector, Martin van Exter, CH. Fattinger, and D. Grischkowsky, Applied Physics Letters, Vol. 55(4), 24 July 1989.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

図 5 に示す電磁波放射装置では、コリメートしたテラヘルツビームの方向を変えるためには、以下の (1), (2) のいずれかを行う必要がある。

【0009】

(1) コリメート光学系 107 からパラボラ型反射ミラー 108 までを一体化して可動ステージに搭載し、これを動かす。

【0010】

(2) 出力ビームを平行に保ちながらビームがステアリングできるような複雑な動きを可能とする角度調整機能をパラボラ型反射ミラー 108 に持たせる。

【0011】

しかし、いずれも複雑な光学系を組む必要があるという問題があった。

【0012】

本発明は上記に鑑みてなされたもので、簡素な構造で、電磁波を所望の方向に向けて放射できる電磁波放射装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するため、請求項 1 記載の発明は、ミリ波帯からテラヘルツ波帯の範囲の波長帯域の電磁波のうちで少なくとも 1 つの波長の電磁波を放射する電磁波放射装置において、光ビート信号を発生する光ビート信号発生手段と、前記光ビート信号を n チャンネルに分岐する光分岐手段と、この光分岐手段により分岐される n チャンネルの前記光ビート信号の遅延量をそれぞれ独立に調整して出力する光遅延手段と、この光遅延手段からの前記光ビート信号を受けて電磁波を放射する電磁波放射素子がアレイ状に n 素子配置された電磁波放射源と、前記光遅延手段から出力される n チャンネルの前記光ビート信号の遅延量を制御することにより前記電磁波放射素子が放射する電磁波の位相をそれぞれ制御し、これにより前記電磁波放射源が放射する電磁波の方向を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする。

10

20

30

40

50

【0014】

請求項2記載の発明は、前記電磁波放射素子は、前記光ビート信号を受けて高周波電流を発生する光電変換手段と、この光電変換手段で発生した高周波電流に応じた電磁波を2次的に空中に放射する平面アンテナとを備えたことを特徴とする。

【0015】

請求項3記載の発明は、前記平面アンテナは、前記光電変換手段に照射される前記光ビート信号の進行方向と同一方向に電磁波を放射することを特徴とする。

【0016】

請求項4記載の発明は、ミリ波帯からテラヘルツ波帯の範囲の波長帯域の電磁波のうちで少なくとも1つの波長の電磁波を放射する電磁波放射装置において、電磁波を放射する電磁波放射素子をアレイ状に配置した電磁波放射源と、前記複数の電磁波放射素子が放射する電磁波の位相をそれぞれ制御することにより前記電磁波放射源が放射する電磁波の方向を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、電磁波を放射する複数の電磁波放射素子をアレイ状に配置し、それぞれの電磁波放射素子が放射する電磁波の位相を調整することにより電磁波放射源が放射する電磁波の方向を制御するので、簡素な構造で、電磁波を所望の方向に向けて放射できる電磁波放射装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0018】

以下、本発明の電磁波放射装置を実施するための最良の形態について、図面を参照して説明する。図1は本発明の実施の形態の電磁波放射装置を示す構成図である。

【0019】

図1に示すように本実施の形態の電磁波放射装置は、光電変換によりテラヘルツ波が発生するような光ビート信号を発生する光ビート信号発生部1と、光ビート信号発生部1から入力される光ビート信号をnチャンネルに分岐する光分岐部2と、n個の移相器3₁～3_nを有し、光分岐部2から入力されるnチャンネルの光ビート信号の遅延量をそれぞれ独立に調整する光遅延回路3と、nチャンネルの2次元光ファイバアレイ4と、2次元光ファイバアレイ4から出射されるnチャンネルの光ビート信号をコリメートするコリメートレンズ5と、アレイ状にテラヘルツ波放射素子がn素子配置されたテラヘルツ波放射源6と、中央に穴があり裏面からの光がテラヘルツ波放射源6に照射されるようになっている放射源マウンタ7と、テラヘルツ波放射源6のn個のテラヘルツ波放射素子にバイアス電圧を印加するための電源8と、光遅延回路3を制御しテラヘルツ波放射源6から放射されるテラヘルツ波の方向を制御する制御部9とを備える。なお、以下ではn=9とする。

30

【0020】

図2は図1に示す電磁波放射装置のテラヘルツ波放射源を示す構成図である。図2に示すようにテラヘルツ波放射源6は、InP基板61と、InP基板61上に形成された低誘電体層62と、低誘電体層62上にパッチアンテナ63₁～63₉を3行×3列に並べて形成されたパッチアンテナアレイ63と、低誘電体層62の下層に存在する給電素子へ直流電圧を供給する電極パッド64とを備える。

40

【0021】

図3はパッチアンテナの下層にある給電素子を示す図、図4は給電素子の回路図である。パッチアンテナ63₁～63₉の給電素子はすべて同様の構成であるので、パッチアンテナ63₁の給電素子を例に図示している。図3及び図4に示すように給電素子69は、InP基板61上に形成されたグラウンド電極65と、InP基板61上に形成され、光ビート信号を受けて相応の周波数で振動する高周波電流を発生する裏面光入射型の単一走行キャリアフォトダイオード66と、単一走行キャリアフォトダイオード66で発生した高周波電流を伝える伝送線路67と、伝送線路67を伝わってきた高周波電流を低誘電体層62を貫通させてパッチアンテナ63₁に伝えるビアホール68とを備える。

50

【0022】

この構造は、半絶縁性InP基板61上にエピタキシャル成長させた化合物半導体ヘテロ接合構造に対して、通常のリソグラフィ、エッチング、メタルリフトオフなどを施すことで作製可能である。一例として、パッチアンテナ631を240ミクロン×240ミクロンとすれば、パッチアンテナ631は300GHz付近に共振周波数を持つ。

【0023】

ここで、本実施の形態の電磁波放射装置の動作を説明する。まず、光ビート信号発生部1は、光電変換によりテラヘルツ波が発生するような光ビート信号を発生し、光分岐部2に出力する。

【0024】

次いで、光分岐部2は、光ビート信号発生部1から入力された光ビート信号を9チャンネルに分岐し、光遅延回路3の移相器31~39にそれぞれ出力する。

【0025】

その後、移相器31~39は、制御部9からの制御指示に基づいて、光分岐部2から入力された光ビート信号の遅延量をそれぞれ独立に調整した後、3×3の2次元光ファイバアレイ4を経由してコリメートレンズ5に光ビート信号を放射する。

【0026】

そして、コリメートレンズ5は、光ビート信号をコリメートし、テラヘルツ波放射源6に裏面から照射する。ここで、2次元光ファイバアレイ4のそれぞれの光ファイバから射出された光ビート信号は、対角の位置にあるパッチアンテナの給電素子に照射される。

【0027】

そして、給電素子69の単一走行キャリアフォトダイオード66は、光ビート信号を受けて対応の周波数で振動する高周波電流を発生する。この高周波電流は伝送線路67、ピアホール68を経由してパッチアンテナ631に伝えられる。そして、パッチアンテナ631は、高周波電流に応じたテラヘルツ波を2次的に空中に放射する。各パッチアンテナ631~639で同様にテラヘルツ波が放射される。

【0028】

アレイ状に並べられたパッチアンテナ631~639からそれぞれ放射されたテラヘルツ波は互いに干渉し合い、特定の方向にのみ強く放射される。そこで、制御部9は、各パッチアンテナ631~639を励起する位相を制御することによってその干渉波の放射分布を制御し、テラヘルツ波の放射方向を制御する。

【0029】

ここで、制御部9は、9つのパッチアンテナ631~639から放射されるテラヘルツ波が任意の一方向に絞られて向かうように、移相器31~39で各チャンネルに与える光遅延量を制御する。

【0030】

このように本実施の形態の電磁波放射装置によれば、パッチアンテナ631~639を励起する各光ビート信号の遅延を制御することにより、パッチアンテナアレイ63から放射されるテラヘルツ波を、放射方向がある特定の方向に定まった収束ビームとして放射させることができるので、テラヘルツ波放射源6を移動させることなく、また可動ミラーなどの複雑な光学系を用いることなくテラヘルツ波を所望の方向に向けて発射できることが可能になる。

【0031】

また、単一走行キャリアフォトダイオード66と低誘電体層62を挟んで相対する位置に設置されたパッチアンテナ631によりテラヘルツ波を放射するので、単一走行キャリアフォトダイオード66を照射する光ビート信号の進行方向とパッチアンテナ631から放射されるテラヘルツ波の放射方向が同一方向となり、放射テラヘルツ波が、単一走行キャリアフォトダイオード66への光ビート信号集光用のコリメートレンズ5と干渉することがなく、自由に放射テラヘルツ波の出射方向を調整することが可能となる。

【0032】

10

20

30

40

50

また、パッチアンテナ 631 ~ 639 をアレイ状に配置したので、アレイ化によるパワー合成で得られるパワーを稼ぐことができる。

【0033】

なお、光遅延回路 3 としては、レンズと可動反射プリズムを組み合わせた空間型光遅延回路でも実現可能であるし、ファイバ統合型の光位相変調器を用いても実現できる。

【0034】

また、本実施の形態では、放射する電磁波の周波数は 300 GHz に限るものではなく、ミリ波帯からテラヘルツ帯の範囲のいずれの周波数の電磁波を用いてもかまわない。また、パッチアンテナアレイ 63 を形成するアンテナの配列も 3 行 3 列に限るものではなく、何行何列でもよい。また、アンテナの形状もパッチアンテナに限るものではなく、ダイポール、ロゲペリなど他の形状でもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図 1】本発明の実施の形態の電磁波放射装置を示す構成図である。

【図 2】図 1 に示す電磁波放射装置のテラヘルツ波放射源を示す構成図である。

【図 3】パッチアンテナの下層にある給電素子を示す図である。

【図 4】給電素子の回路図である。

【図 5】従来 of 電磁波放射装置を示す構成図である。

【図 6】図 5 に示す電磁波放射装置のシリコン層の裏面を示す図である。

【符号の説明】

20

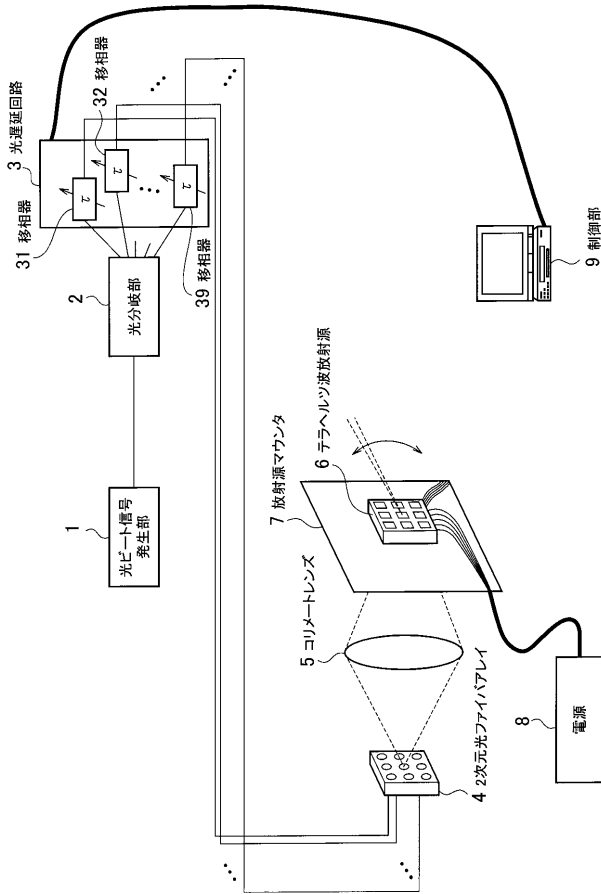
【0036】

- 1 光ビート信号発生部
- 2 光分岐部
- 3 光遅延回路
- 4 2次元光ファイバアレイ
- 5 コリメートレンズ
- 6 テラヘルツ波放射源
- 7 放射源マウンタ
- 8 電源
- 9 制御部
- 31 ~ 39 移相器
- 61 InP基板
- 62 低誘電体層
- 63 パッチアンテナアレイ
- 631 ~ 639 パッチアンテナ
- 64 電極パッド
- 65 グラウンド電極
- 66 単一走行キャリアフォトダイオード
- 67 伝送線路
- 68 ビアホール

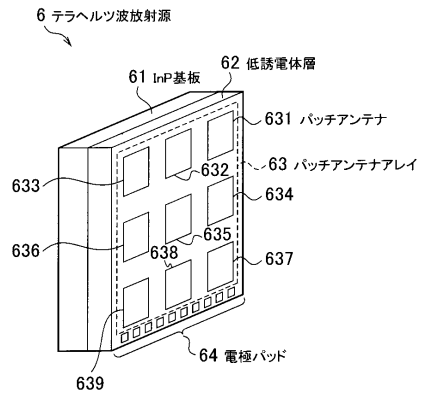
30

40

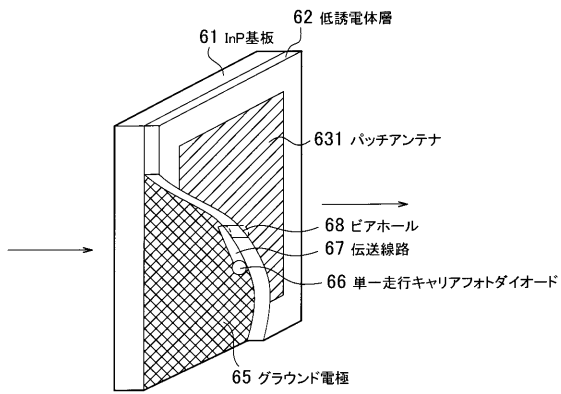
【 図 1 】



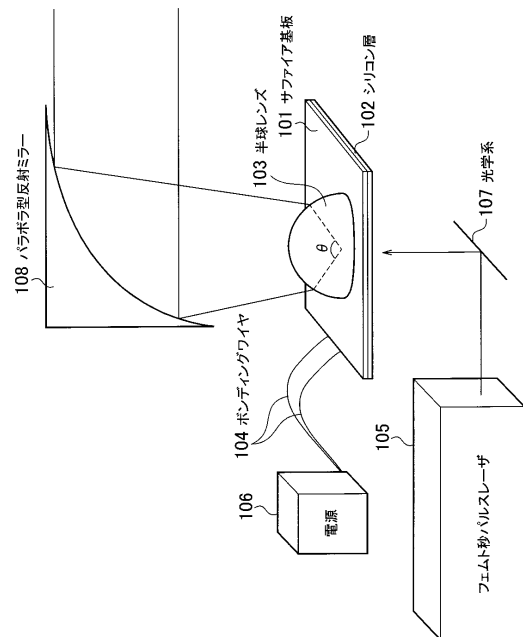
【 図 2 】



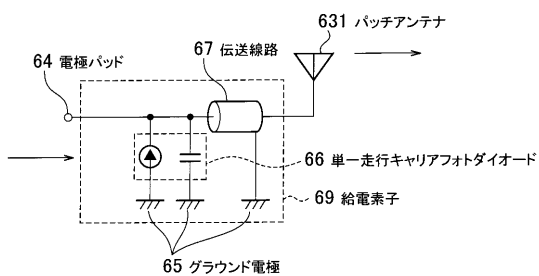
【 図 3 】



【 図 5 】



【 図 4 】



【 図 6 】

