

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第5044100号  
(P5044100)

(45) 発行日 平成24年10月10日(2012.10.10)

(24) 登録日 平成24年7月20日(2012.7.20)

(51) Int.Cl.  
GO 1 R 29/08 (2006.01)

F I  
GO 1 R 29/08 F

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2005-61310 (P2005-61310)	(73) 特許権者	392026693
(22) 出願日	平成17年3月4日 (2005.3.4)		株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
(65) 公開番号	特開2006-242861 (P2006-242861A)		東京都千代田区永田町二丁目11番1号
(43) 公開日	平成18年9月14日 (2006.9.14)	(74) 代理人	100066980
審査請求日	平成20年3月4日 (2008.3.4)		弁理士 森 哲也
		(74) 代理人	100075579
			弁理士 内藤 嘉昭
		(74) 代理人	100103850
			弁理士 田中 秀▲てつ▼
		(72) 発明者	中松 慎
			東京都千代田区永田町二丁目11番1号
			株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内
		(72) 発明者	山口 良
			東京都千代田区永田町二丁目11番1号
			株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電磁波測定装置、電磁波測定用プローブ、電磁波測定用プローブアレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

透過する光の偏光状態が、加えられた電界または磁界に応じて変化する光学素子を用い、互いに直交する3方向の磁界強度を測定する電磁波測定装置であって、前記3方向にそれぞれ対応して設けられた3つの光学素子と、前記3つの光学素子それぞれへの入射光を生成する入射光生成手段と、前記3つの光学素子によってそれぞれ偏光状態が変化した光がその偏光状態のまま入射され、それぞれの偏光状態に応じた強度の光に変換する強度変換手段と、前記3つの光学素子に対応する前記強度変換手段に対応して設けられ、対応する強度変換手段によってそれぞれ強度変換された光について互いに異なる波長の光にそれぞれ変換する波長変換手段と、前記波長変換手段によって互いに異なる波長に変換された光について波長分割多重を行う波長分割多重手段と、前記波長分割多重手段の多重出力を電気信号に変換する光電変換手段とを含むことを特徴とする電磁波測定装置。

【請求項2】

前記入射光生成手段は、前記3つの光学素子それぞれに、光源からの光を直線偏光として分配して入射させる偏波面保持光カプラであることを特徴とする請求項1記載の電磁波測定装置。

【請求項3】

前記入射光生成手段は、光源からの単一光を分配して、前記3つの光学素子それぞれに入射させるプリズムであることを特徴とする請求項1記載の電磁波測定装置。

【請求項4】

少なくとも、

前記 3 方向にそれぞれ対応して設けられた 3 つの光学素子と、前記 3 つの光学素子によってそれぞれ偏光状態が変化した光がその偏光状態のまま入射され、それぞれの偏光状態に応じた強度の光に変換する強度変換手段と、

が一体となって電磁波測定用プローブとして構成されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の電磁波測定装置。

【請求項 5】

前記電磁波測定用プローブを複数含むことを特徴とする請求項 4 記載の電磁波測定装置。

【請求項 6】

透過する光の偏光状態が、加えられた電界または磁界に応じて変化する光学素子を用い、互いに直交する 3 方向の磁界強度を測定する電磁波測定用プローブであって、前記 3 方向にそれぞれ対応して設けられた 3 つの光学素子と、前記 3 つの光学素子によってそれぞれ偏光状態が変化した光がその偏光状態のまま入射され、それぞれの偏光状態に応じた強度の光に変換する強度変換手段と、前記 3 つの光学素子に対応する前記強度変換手段に対応して設けられ、対応する強度変換手段によってそれぞれ強度変換された光について互いに異なる波長の光にそれぞれ変換する波長変換手段とを備えたことを特徴とする電磁波測定用プローブ。

【請求項 7】

単一の入射光を、前記 3 つの光学素子にそれぞれ対応する光に分配して、前記 3 つの光学素子それぞれに入射させる光分配手段を更に含むことを特徴とする請求項 6 記載の電磁波測定用プローブ。

【請求項 8】

請求項 6 又は 7 に記載の電磁波測定用プローブを複数含み、前記波長変換手段は各電磁波測定用プローブからの出力光について互いに異なる波長に変換することを特徴とする電磁波測定用プローブアレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電磁波測定装置、電磁波測定用プローブ、電磁波測定用プローブアレイに関し、特に携帯電話等、電波を放射する物の近傍電磁界を測定する電磁波測定装置、これに用いる電磁波測定用プローブ、電磁波測定用プローブアレイに関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話等、電波を放射する小型端末の開発や設計においては、EMC 評価や、放射特性の設定が行われる。放射特性を適切に設定するには、測定対象上の電流分布や測定対象近傍の電界分布を知る必要がある。

近年、測定対象近傍の電磁界測定において、光技術を用いたセンサが着目されている。これは光センサが電磁界検出時金属製のアンテナを使用する必要がないため、測定による電磁界の攪乱を招かないこと、また情報の伝達に光信号を用いることにより外部の RF 信号による影響を受けないこと等の長所を持つためである。例えば、光センサユニット内に光透過性を有する電圧センサを設けて電界を測定する技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

光技術による電界・磁界情報の検出は、加えられた電磁界に応じて、透過する光の偏光状態、屈折率を変化させる光学結晶を用いて行われる。この結晶へ入射した光の偏光状態・屈折率の変化は、検光子（偏光板）により光強度に変換され検出される。この結晶を用いたセンサでは、結晶の特性および光の入射方向に応じた単一方向の電磁界を検出している。

【特許文献 1】特開 2004 - 93257 号公報

10

20

30

40

50

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

ところで、測定対象近傍の直交3方向（互いに直交するX軸、Y軸、Z軸の3方向）の電磁界測定を行う場合、各方向へ対応するよう光センサを再設置し、測定することにより行われることが多い。しかしながら、これでは測定毎に対象との位置関係を再調整する必要があり、かつ、3方向を同時に測定できないために測定時間が増加してしまう。

また、単純に各方向に対応するセンサを用意して同時に測定を行う構成も考えられる。しかしながら、この場合、センサおよび測定機器が複数必要となり計測が煩雑となる。

本発明は上述した従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は光センサによる電磁界測定において、単一箇所における直交3方向成分の電磁界測定を高速化、簡易化することのできる電磁波測定装置、電磁波測定用プローブ、電磁波測定用プローブアレイを提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明の請求項1による電磁波測定装置は、透過する光の偏光状態が、加えられた電界または磁界に応じて変化する光学素子を用い、互いに直交する3方向の磁界強度を測定する電磁波測定装置であって、前記3方向にそれぞれ対応して設けられた3つの光学素子と、前記3つの光学素子それぞれへの入射光を生成する入射光生成手段と、前記3つの光学素子によってそれぞれ偏光状態が変化した光がその偏光状態のまま入射され、それぞれの偏光状態に応じた強度の光に変換する強度変換手段と、前記3つの光学素子に対応する前記強度変換手段に対応して設けられ、対応する強度変換手段によってそれぞれ強度変換された光について互いに異なる波長の光にそれぞれ変換する波長変換手段と、前記波長変換手段によって互いに異なる波長に変換された光について波長分割多重を行う波長分割多重手段と、前記波長分割多重手段の多重出力を電気信号に変換する光電変換手段とを含むことを特徴とする。単一方向からの光を3軸に対応する方向へ分配し、かつ、加えられた電磁界情報を反映した各成分の光を波長変換後に単一の受信機で測定することにより、光学結晶による電磁界の3軸同時測定の高速化、簡易化を実現できる。

## 【0006】

本発明の請求項2による電磁波測定装置は、請求項1において、前記入射光生成手段は、前記3つの光学素子それぞれに、光源からの光を直線偏光として分配して入射させる偏波面保持光カプラであることを特徴とする。プローブの外部で予め光を3分配することにより、プローブの構成を簡略化することができる。

本発明の請求項3による電磁波測定装置は、請求項1において、前記入射光生成手段は、光源からの単一光を分配して、前記3つの光学素子それぞれに入射させるプリズムであることを特徴とする。プローブ内部で光を3分配することにより、プローブへ入射する光を生成するための装置構成を簡略化することができる。

## 【0007】

本発明の請求項4による電磁波測定装置は、請求項1から請求項3までのいずれか1項において、少なくとも、

前記3方向にそれぞれ対応して設けられた3つの光学素子と、前記3つの光学素子によってそれぞれ偏光状態が変化した光がその偏光状態のまま入射され、それぞれの偏光状態に応じた強度の光に変換する強度変換手段と、

が一体となって電磁波測定用プローブとして構成されていることを特徴とする。このような構成を採用することにより、プローブの構成を簡略化でき、プローブの製造コストを低減できる。

本発明の請求項5による電磁波測定装置は、請求項4において、前記電磁波測定用プローブを複数含むことを特徴とする。このような構成を採用することにより、プローブアレイを実現でき、複数の箇所の電磁波を同時に測定できる。

## 【0008】

本発明の請求項 6 による電磁波測定用プローブは、透過する光の偏光状態が、加えられた電界または磁界に応じて変化する光学素子を用い、互いに直交する 3 方向の磁界強度を測定する電磁波測定用プローブであって、前記 3 方向にそれぞれ対応して設けられた 3 つの光学素子と、前記 3 つの光学素子によってそれぞれ偏光状態が変化した光がその偏光状態のまま入射され、それぞれの偏光状態に応じた強度の光に変換する強度変換手段と、前記 3 つの光学素子に対応する前記強度変換手段に対応して設けられ、対応する強度変換手段によってそれぞれ強度変換された光について互いに異なる波長の光にそれぞれ変換する波長変換手段とを備えたことを特徴とする。このようなプローブを用いることにより、単一方向からの光を 3 軸に対応する方向へ分配し、かつ、加えられた電磁界情報を反映した各成分の光を波長変換後に単一の受信機で測定でき、光学結晶による電磁界の 3 軸同時測定的高速化、簡易化を実現できる。

10

#### 【 0 0 0 9 】

本発明の請求項 7 による電磁波測定用プローブは、請求項 6 において、単一の入射光を、前記 3 つの光学素子にそれぞれ対応する光に分配して、前記 3 つの光学素子それぞれに入射させる光分配手段を更に含むことを特徴とする。プローブ内部で光を 3 分配することにより、プローブへ入射する光を生成するための装置構成を簡略化することができる。

本発明の請求項 8 による電磁波測定用プローブアレイは、請求項 6 又は 7 に記載の電磁波測定用プローブを複数含み、前記波長変換手段は各電磁波測定用プローブからの出力光について互いに異なる波長に変換することを特徴とする。このようにプローブアレイを構成することにより、複数の箇所の電磁波を同時に測定できる。

20

#### 【発明の効果】

#### 【 0 0 1 0 】

以上説明したように本発明は、単一方向からの光を 3 軸に対応する方向へ分配し、かつ、加えられた電磁界情報を反映した各成分の光を波長変換後に単一の受信機で測定することにより、光学結晶による電磁界の 3 軸同時測定的高速化、簡易化を実現できるという効果がある。また、波長分割多重を行うことにより、3 軸同時測定のみならず光センサのアレー化を構築する際にも単一の受信機による測定が可能となるため、装置の大幅な簡易化が実現できる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【 0 0 1 1 】

30

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。なお、以下の説明において参照する各図では、他の図と同等部分は同一符号によって示されている。

まず、光学結晶を用いた電磁波測定装置について、3 軸同時測定の構成ではない構成について説明する。

図 1 は、光学結晶を用いた電磁波測定用プローブを有する電磁波測定装置の構成を示すブロック図である。同図に示されているように、電磁波測定装置は、LD ( Laser Diode ) 21 と、偏波制御器 ( Polarization Controller : PC ) 22 と、プローブ 10 と、光スペクトラムアナライザ等の光解析装置 24 とを含んでおり、測定対象 20 から放射される磁界を検出する構成を有している。測定対象 20 には電源 23 から電力が供給される。なお、LD 21 と PC 22 との間に、EDFA ( Er

40

#### 【 0 0 1 2 】

プローブ 10 は、例えば、図 2 に示されているように、単一モードの光ファイバ 110 及び 120 の間に電磁界を検出するための磁気光学結晶 13 を設け、磁気光学結晶 13 に加えられる電磁界によって変化する偏光状態を検光子 15 で検出する構成である。なお、光ファイバ 110 によって伝送される光を磁気光学結晶 13 に向けて反射するためにプリズム 111 が設けられ、また磁気光学結晶 13 の透過光を光ファイバ 120 に入射させるためにプリズム 121 が設けられている。

#### 【 0 0 1 3 】

50

上記の構成において、LD 2 1 より出力された光は PC 2 2 により直線偏光とし、上記プローブへ入射させる。このプローブでは、加えられる電磁界に応じた光強度の信号が出力されるので、これを光スペクトラムアナライザ等の光解析装置により解析する。

ここで、本発明による電磁波測定装置では、3 方向を同時に測定するために、単一方向からの光を直交方向へ 3 分配 (X 軸、Y 軸、Z 軸の各方向) する小型プローブ構成 (以下、構成 (1) と称する) を採用し、かつ、加えられた電界 (もしくは磁界) 情報を反映した各成分の光を波長変換後、単一の受信機で測定する測定系構成 (以下、構成 (2) と称する) を採用している。

#### 【0014】

以下、それぞれの構成について説明する。

(構成 (1) : 単一方向からの光を直交方向へ 3 分配する小型プローブ構成)

光学結晶 (ニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ ) 等の電気光学結晶、又は、YIG ( $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ ) 等の磁気光学結晶) を用いた測定において、結晶に入射する光を直線偏光状態とする必要がある。そこで上記構成 (1) の 3 分配小型プローブは、以下のいずれか一方の構成とする。

#### 【0015】

構成 (A) : プローブへの単一入射光を、偏波保持 3 軸直交光分配プリズムを用いて 3 分配し、分配された各光が光学結晶を通過した直後に検光子へ入射する構成

この構成では、入射光は単一とし、プローブ内部に設けられたプリズムの作用で 3 分配する。3 分配された光が光学結晶を通過することにより、電磁界情報が偏光状態に反映される。そして、この光学結晶を通過した光は、検光子において、偏光状態に応じた光強度へ変換される。

#### 【0016】

構成 (B) : 偏波保持光カプラにより直線偏光状態のまま 3 分配した光をプローブへ入射し、多方向反射プリズムにより直交する 3 方向へ反射し、各光が光学結晶を通過した直後に検光子へ入射する構成

この構成では、予め 3 分配した光をプローブへ入射し、プローブ内部に設けられたプリズムの作用で直交 3 方向に反射させ、反射光が光学結晶を通過することにより、電磁界情報が偏光状態に反映される。そして、この光学結晶を通過した光は、検光子において、偏光状態に応じた光強度へ変換される。

#### 【0017】

(構成 (2) : 加えられた電磁界情報を反映した各成分の光を波長変換後、単一の受信機で測定する測定系構成)

これは、複数の光強度情報を単一受信機により測定する構成である。波長の異なる光は互いに干渉しないという性質を利用し、まず、3 軸の方向に対応するように 3 分配された光のうち 2 つ (もしくは 3 つ) の波長を非線形光学結晶等の波長変換素子により変換する。次に、光合成器により各光を単一の光に合成し、この合成された単一の光を 1 本の光ファイバへ入力する。なお、これは本来、通信目的で使用される周知の WDM (光波長分割多重方式) と同様の原理によるものである。

そして、この 1 本の光ファイバによって伝送される光について、単一の測定装置にて各波長の光強度の解析を行う。この解析には、周知の光スペクトラムアナライザ等の光解析装置を使用する。

以上の構成 (1) 及び構成 (2) を組み合わせることにより、光センサによる多軸測定の高速度化、簡易化を実現する。

#### 【0018】

##### (実施例 1)

図 3 は上記構成 (A) についての実施例 1 を示す図である。同図 (a) は本実施例のプローブを上面から見た上面図であり、各光学要素を展開した状態を示している。また、同図 (b) は同図 (a) 中のプローブを矢印 Y 方向から見た側面図である。同図 (b) 中の矢印は光及びその進む方向を表している。

10

20

30

40

50

同図において、本例による光センサのプローブ10は、偏光状態を保って光を伝送できる偏波面保持ファイバ11と、この偏波面保持ファイバ11によって伝送される直線偏光を直交する3方向の光に分配する直交3方向光分配プリズム12と、この直交3方向光分配プリズム12によって分配される3方向に対応して設けられ、分配された光が透過する磁気光学結晶13a~13cと、各磁気光学結晶13a~13cに対応して設けられ光の透過方向を変えるプリズム14a~14cと、各プリズム14a~14cに対応して設けられプリズムを透過した光をその偏光方向に対応する強度の光に変換する検光子15a~15cとを含んで構成されている。つまり、3つの磁気光学結晶13a~13cによってそれぞれ偏光状態が変化した光は、その偏光状態のまま、強度変換手段として作用する検光子15a~15cに入射され、それぞれの偏光状態に応じた強度の光に変換される。

10

#### 【0019】

このような構成において、直線偏光を、プローブ先端部位に配置した偏波保持直交3方向光分配プリズム12により3分配する。本例では、直上からの光をプリズム12により斜め上方向へ3分配する。そして、これをプリズム12の3面に配置した磁気光学結晶13a~13cにより電磁界強度に応じて偏波回転させる。この磁気光学結晶13a~13cの後に、プリズム14a~14cを介して検光子15a~15cを配置することにより、加えられた電磁界情報に応じた強度変換を行う。なお、本実施例では、光学結晶と検光子との間には、プリズム14a~14cのみが設けられ、光ファイバを設けていない構成としており、偏波を安定化させることができる。

20

#### 【0020】

##### (実施例2)

図4は上記構成(A)についての実施例2を示す図である。同図(a)は本実施例のプローブを上面から見た上面図であり、各光学要素を展開した状態を示している。また、同図(b)は同図(a)中のプローブを矢印Y方向から見た側面図である。同図(b)中の矢印は光及びその進む方向を表している。

上記実施例1においては、直上からの光をプリズム12により斜め上方向へ3分配する構成としているが、実施例2のプローブ10では直上からの光を斜め下方向へ3分配する構成としている。このため、プリズム12の斜め下方向に、磁気光学結晶13a~13c及びプリズム14a~14cが設けられている。検光子15a~15cの配置は実施例1の場合と同様である。

30

実施例1ではプローブの下端部にプリズム12が設けられているのでそれを支える手段は不要であるが、実施例2ではプローブの下端部では無い位置にプリズム12が設けられているのでそれを支える手段が必要である。

#### 【0021】

##### (実施例3)

図5は上記構成(A)についての実施例3を示す図である。同図(a)は本実施例のプローブを上面から見た上面図であり、各光学要素を展開した状態を示している。また、同図(b)は同図(a)中のプローブを矢印Y方向から見た側面図である。同図(b)中の矢印は光及びその進む方向を表している。

同図に示されている実施例3のプローブ10は、上記実施例1の検光子15a~15cの直後に、非線形光学結晶等の波長変換素子16a~16cを配置した構成である。これにより、偏光状態が変化した光がその偏光状態のまま波長変換素子16a~16cに入射される。なお、この構成は後述する波長変換を行うための変換素子を、プローブ内に配置した構成である。

40

#### 【0022】

##### (実施例4)

図6は上記構成(A)についての実施例4を示す図である。同図(a)は本実施例のプローブを上面から見た上面図であり、各光学要素を展開した状態を示している。また、同図(b)は同図(a)中のプローブを矢印Y方向から見た側面図である。同図(b)中の矢印は光及びその進む方向を表している。

50

同図に示されている実施例 4 のプローブ 10 は、上記実施例 2 の検光子 15 a ~ 15 c の直後に、波長変換素子 16 a ~ 16 c を配置した構成である。これにより、偏光状態が変化した光がその偏光状態のまま波長変換素子 16 a ~ 16 c に入射される。なお、この構成は後述する波長変換を行うための変換素子を、プローブ内に配置した構成である。

【 0 0 2 3 】

( 実施例 5 )

図 7 は上記構成 ( B ) についての実施例 5 を示す図である。同図 ( a ) は本実施例のプローブを上面から見た上面図であり、各光学要素を展開した状態を示している。また、同図 ( b ) は同図 ( a ) 中のプローブを矢印 Y 方向から見た側面図である。同図 ( b ) 中の矢印は光及びその進む方向を表している。

10

同図において、本例による光センサのプローブ 10 は、偏光状態を保って光を伝送できる偏波面保持ファイバ 11 a ~ 11 c を含んで構成されており、直線偏光をプローブに入射させる前に、プローブとは別に設けられている光カプラ ( O p t i c a l c o u p l e r ) により直線偏光を 3 分配しておく。そして、この 3 分配された直線偏光を偏波面保持ファイバ 11 a ~ 11 c によって伝送し、プローブの先端部に設けられた偏波保持多方向光反射プリズム ( i n p u t : 平行光 3 成分、o u t p u t : 直交光 3 成分 ) 17 へ入射させる。偏波保持多方向光反射プリズム 17 は、直上からの光を斜め上へ、直交 3 方向に反射する作用を有している。

【 0 0 2 4 】

( 実施例 6 )

20

図 8 は上記構成 ( B ) についての実施例 6 を示す図である。同図 ( a ) は本実施例のプローブを上面から見た上面図であり、各光学要素を展開した状態を示している。また、同図 ( b ) は同図 ( a ) 中のプローブを矢印 Y 方向から見た側面図である。同図 ( b ) 中の矢印は光及びその進む方向を表している。

上記実施例 5 においては、直上からの光をプリズム 17 により斜め上方向へ 3 分配する構成としているが、実施例 6 のプローブ 10 では直上からの光を斜め下方向へ 3 分配する構成としている。このため、プリズム 17 の斜め下方向に、磁気光学結晶 13 a ~ 13 c 及びプリズム 14 a ~ 14 c が設けられている。検光子 15 a ~ 15 c の配置は実施例 5 の場合と同様である。

なお、実施例 5 ではプローブの下端部にプリズム 17 が設けられているのでそれを支える手段は不要であるが、実施例 6 ではプローブの下端部では無い位置にプリズム 17 が設けられているのでそれを支える手段が必要である。

30

【 0 0 2 5 】

( 実施例 7 )

図 9 は上記構成 ( B ) についての実施例 7 を示す図である。同図 ( a ) は本実施例のプローブを上面から見た上面図であり、各光学要素を展開した状態を示している。また、同図 ( b ) は同図 ( a ) 中のプローブを矢印 Y 方向から見た側面図である。同図 ( b ) 中の矢印は光及びその進む方向を表している。

同図に示されている実施例 7 のプローブ 10 は、上記実施例 5 の検光子 15 a ~ 15 c の直後に、波長変換素子 16 a ~ 16 c を配置した構成である。これにより、偏光状態が変化した光がその偏光状態のまま波長変換素子 16 a ~ 16 c に入射される。なお、この構成は後述する波長変換を行うための波長変換素子を、プローブ内に配置した構成である。

40

【 0 0 2 6 】

( 実施例 8 )

図 10 は上記構成 ( B ) についての実施例 8 を示す図である。同図 ( a ) は本実施例のプローブを上面から見た上面図であり、各光学要素を展開した状態を示している。また、同図 ( b ) は同図 ( a ) 中のプローブを矢印 Y 方向から見た側面図である。同図 ( b ) 中の矢印は光及びその進む方向を表している。

同図に示されている実施例 8 のプローブ 10 は、上記実施例 6 の検光子 15 a ~ 15 c

50

の直後に、波長変換素子 16 a ~ 16 c を配置した構成である。これにより、偏光状態が変化した光がその偏光状態のまま波長変換素子 16 a ~ 16 c に入射される。なお、この構成は後述する波長変換を行うための波長変換素子を、プローブ内に配置した構成である。

【0027】

(実施例 9)

図 11 は上記構成 (2) についての実施例 9 を示すブロック図である。同図において、本実施例の電磁波測定装置では、上記構成 (A) のプローブ 10 (上記実施例 1 又は実施例 2) を採用する。そして、このプローブ 10 の出力側には、非線形光学結晶等の波長変換素子 26 と、光合成器 27 とが設けられている。

このような構成において、プローブ 10 から出力された 3 軸分に相当する光信号について、互いに異なる波長の光に変換する波長変換素子 26 により波長変換を行い、その後に光合成器 27 を介し光解析装置 24 へ単一の光を入射させる。

【0028】

(実施例 10)

図 12 は上記構成 (2) についての実施例 10 を示すブロック図である。同図において、本実施例の電磁波測定装置では、上記構成 (B) のプローブ 10 (上記実施例 5 又は実施例 6) を採用する。そして、このプローブ 10 の入力側には、偏波保持光カプラ 28 が設けられている。また、プローブ 10 の出力側には、波長変換素子 26 と、光合成器 27 とが設けられている。

このような構成において、偏波保持光カプラ 28 により 3 分配された光がプローブ 10 に入射する。そして、プローブ 10 から出力された 3 軸分に相当する光信号について、互いに異なる波長の光に変換する波長変換素子 26 により波長変換を行い、その後に光合成器 27 を介し光解析装置 24 へ単一の光を入射させる。

【0029】

(実施例 11)

図 13 は本発明による電磁波測定装置の実施例 11 の構成を示すブロック図である。本実施例は、実施例 10において、プローブ 10 を複数設けたプローブアレイ 100 により、複数の箇所の電磁波を同時に測定する構成である。このため、光カプラ 28 の分配数を変更し、かつ、波長変換素子 26 において各プローブからの出力光について互いに異なる波長の光に変換し、さらに、光合成器 27 による合成数を変更する必要がある。このように、プローブ 10 をアレー化した構成を採用し、光多重の数を増やすことにより、単一の測定装置によって複数箇所の電磁界を同時に測定することができる。すなわち、プローブを直線状に配列すればその直線に沿った位置の電磁界を、高速かつ簡易な装置で測定できる。また、プローブを立体的に配列すれば空間的な電磁界を、高速かつ簡易な装置で測定できる。

【0030】

(まとめ)

以上説明した電磁波測定装置、電磁波測定用プローブを用いることにより、単一方向からの光を 3 軸に対応する方向へ分配し、かつ、加えられた電磁界情報を反映した各成分の光を波長変換後に単一の受信機で測定でき、光学結晶による電磁界の 3 軸同時測定の高速度、簡易化を実現できる。また、上述した電磁波測定用プローブアレイを用い、波長分割多重を行うことにより、3 軸同時測定のみならず光センサのアレー化を構築する際にも単一の受信機による測定が可能となるため、装置の大幅な簡易化が実現できる。

【産業上の利用可能性】

【0031】

本発明は、携帯電話端末等の近傍における電磁界を測定する場合に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

10

20

30

40

50



【図 1】光学結晶を用いた電磁波測定用プローブを有する電磁波測定装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】3 軸同時測定の構成ではない電磁波測定装置に用いる電磁波測定用プローブの構成を示す図である。

【図 3】電磁波測定用プローブについての実施例 1 の構成を示す図である。

【図 4】電磁波測定用プローブについての実施例 2 の構成を示す図である。

【図 5】電磁波測定用プローブについての実施例 3 の構成を示す図である。

【図 6】電磁波測定用プローブについての実施例 4 の構成を示す図である。

【図 7】電磁波測定用プローブについての実施例 5 の構成を示す図である。

【図 8】電磁波測定用プローブについての実施例 6 の構成を示す図である。

【図 9】電磁波測定用プローブについての実施例 7 の構成を示す図である。

【図 10】電磁波測定用プローブについての実施例 8 の構成を示す図である。

【図 11】測定系についての実施例 9 の構成を示す図である。

【図 12】測定系についての実施例 10 の構成を示す図である。

【図 13】測定系についての実施例 11 の構成を示す図である。

【符号の説明】

【0033】

10 プローブ

11、11a～11c 偏波面保持ファイバ

12、14a～14c、17、111、121 プリズム

13、13a～13c 磁気光学結晶

15、15a～15c 検光子

16a～16c 波長変換素子

20 測定対象

21 LD

22 偏波制御器

23 電源

24 光解析装置

26 波長変換素子

27 光合成器

28 偏波保持光カプラ

100 プローブアレイ

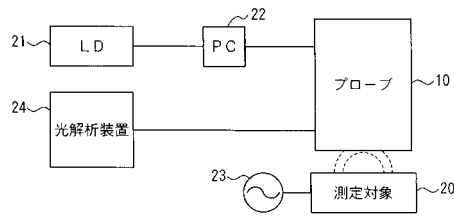
110、120 光ファイバ

10

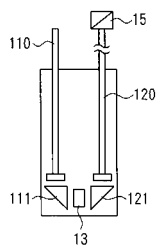
20

30

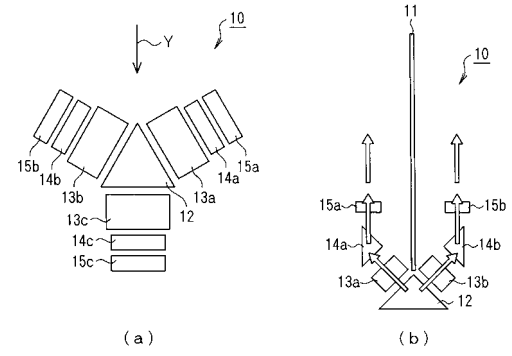
【図 1】



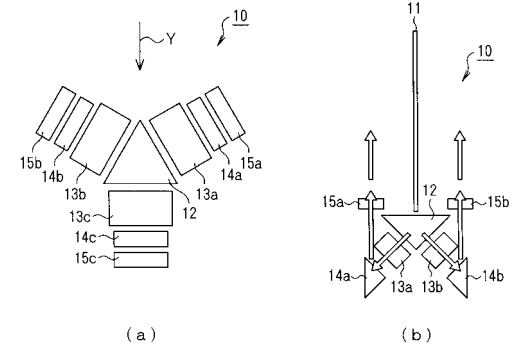
【図 2】



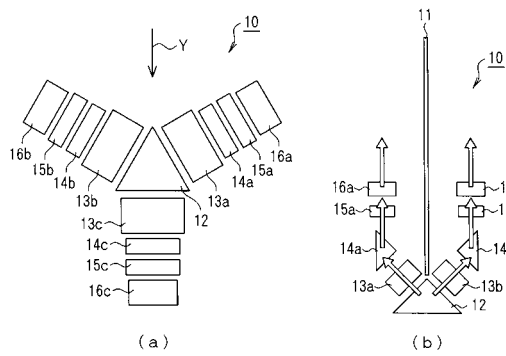
【図 3】



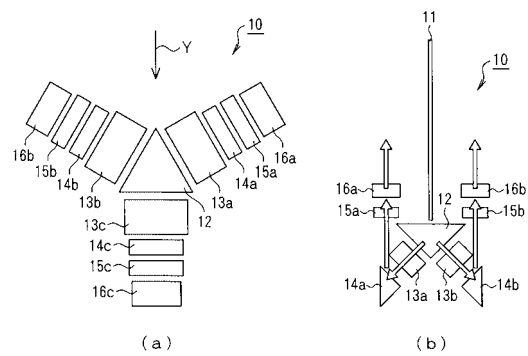
【図 4】



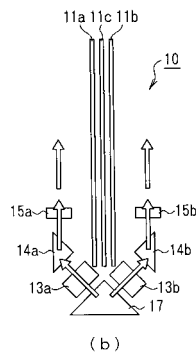
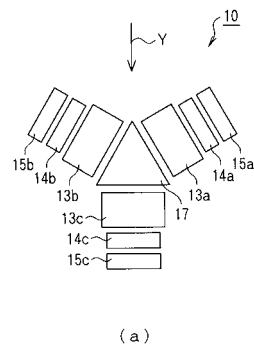
【図 5】



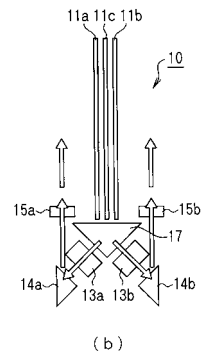
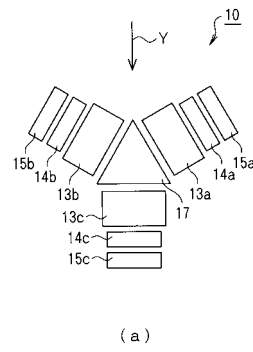
【図 6】



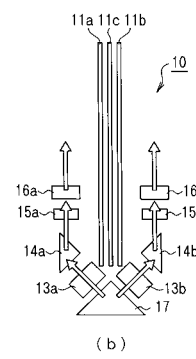
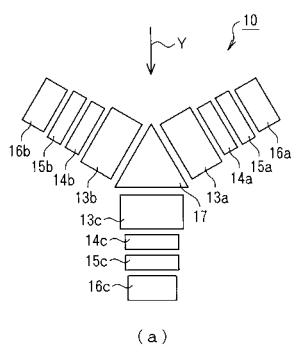
【図 7】



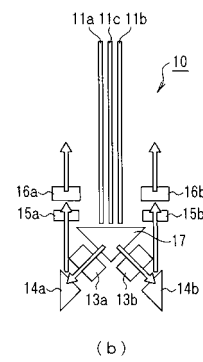
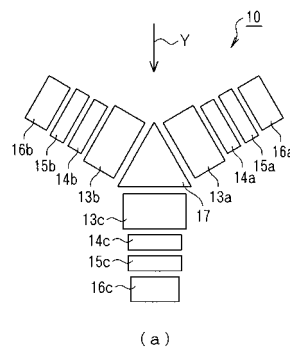
【図 8】



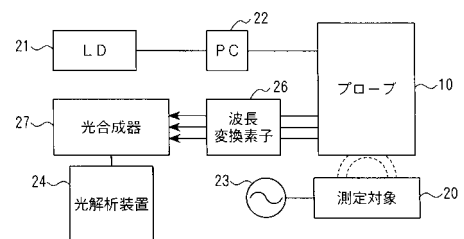
【図 9】



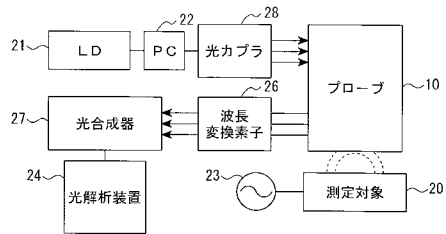
【図 10】



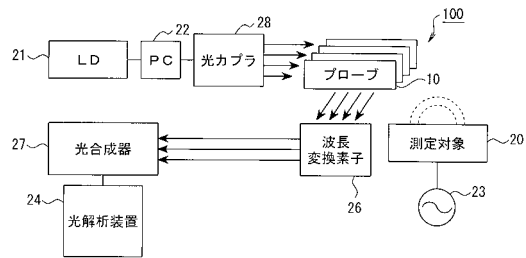
【図 11】



【図 12】



【図 13】



---

フロントページの続き

(72)発明者 上林 真司

東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

(72)発明者 岸 真人

東京都文京区本郷七丁目3番1号 東京大学内

(72)発明者 土屋 昌弘

東京都文京区本郷七丁目3番1号 東京大学内

審査官 吉田 久

(56)参考文献 特開平6-130137(JP,A)

特開2002-181861(JP,A)

特開2004-93280(JP,A)

特開2004-184353(JP,A)

特開平9-80137(JP,A)

土屋 昌弘 M.Tsuchiya, 山崎 悦史 E.Yamazaki, 若菜 伸一 S.Wakana, 岸 真人 M.Kishi, “光ファイバ端磁気光学(FEMO)プローブによる微小領域マイクロ波帯磁界分布測定 Microscopic Distri, 日本応用磁気学会誌, 社団法人日本応用磁気学会, 2002年 3月 1日, Vol.26, No.3, p.128-134

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 29/08、

33/00~33/18

CiNii