(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2009-109202
(P2009-109202A)
(43)公開日　平成21年5月21日(2009.5.21)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G01R 29/08	(2006.01)	G01R 29/08	F	2G132
G01R 31/302	(2006.01)	G01R 31/28	L	

審査請求 未請求　請求項の数 3　ＯＬ　（全 9 頁）

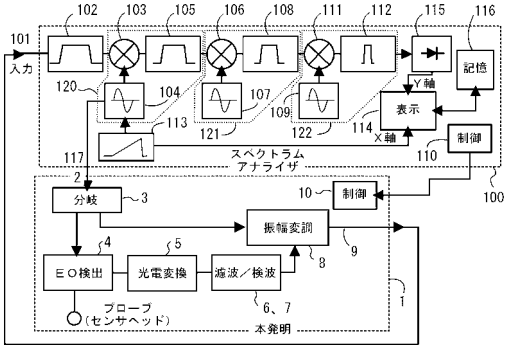
(21)出願番号　特願2007-278522 (P2007-278522)
(22)出願日　平成19年10月26日 (2007.10.26)

(71)出願人　301022471
独立行政法人情報通信研究機構
東京都小金井市貫井北町４－２－１
(74)代理人　100082669
弁理士　福田　賢三
(74)代理人　100095337
弁理士　福田　伸一
(74)代理人　100061642
弁理士　福田　武通
(74)代理人　100095061
弁理士　加藤　恭介
(72)発明者　笹川　清隆
東京都小金井市貫井北町４－２－１　独立行政法人情報通信研究機構内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電界、電圧または磁界用測定プローブ

(57)【要約】
【課題】通常のオシロスコープ用プローブと同様の使い勝手を有し、ネットワークアナライザやスペクトラムアナライザを用いて、微小領域での高周波電界や高周波回路の表面電位あるいは高周波磁界を検出する機能を有する電界、電圧または磁界用測定プローブを提案する。
【解決手段】高周波（ＲＦ）信号の入力端と、入力したＲＦ信号を分岐する分岐手段と、ＲＦ信号による強度変調光を出力するレーザ光源と、電気光学素子又は磁気光学素子と、光電変換手段と、濾波手段と、検波手段と、分岐した一方のＲＦ信号を変調する振幅変調器と、該振幅変調器の出力端と、を具備し、強度変調したレーザ光を、電気光学効果素子または磁気光学素子に入射し、出力を光電変換し、得られた電気信号から、既定の周波数成分を濾波手段で選択し、その出力信号を検波し、分岐した他方のＲＦ信号を検波手段の出力で振幅変調して出力する。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
高周波（ＲＦ）信号を入力する入力端と、
入力したＲＦ信号を分岐する分岐手段と、
外部入力信号によって強度変調した光を出力することのできるレーザ光源と、
電界、電圧または磁界用センサヘッドとなる電気光学素子又は磁気光学素子と、
光電変換手段と、
濾波手段と、
検波手段と、
分岐した一方のＲＦ信号を変調する振幅変調手段と、
該振幅変調手段の出力信号を出力する出力端と、を具備し、
上記の分岐手段で分岐したＲＦ信号で強度変調したレーザ光を、電気光学効果用光学系または磁気光学効果用光学系に通した後、上記の電気光学効果素子または磁気光学素子に入射し、
出力した光を上記の光電変換手段を用いて光電変換し、
該光電変換手段によって得られた電気信号から、予め決められた低周波帯域にある周波数成分を上記の濾波手段で選択し、
該濾波手段の出力信号の電圧を上記検波手段で検出し、
分岐した他方のＲＦ信号を上記検波手段の出力で振幅変調して、上記出力端から出力することにより、
入力したＲＦ信号に、センサヘッドからの信号を重畳して出力することを特徴とする電界、電圧または磁界用測定プローブ。
【請求項２】
上記濾波手段は、濾波特性を制御信号によって制御することのできるものであり、
さらに、上記制御信号を発生する手段と、該制御信号を入力する入出力端を具備することを特徴とする請求項１記載の電界、電圧または磁界用測定プローブ。
【請求項３】
上記濾波手段は、濾波特性を制御信号によって制御することのできるものであり、
さらに、上記制御信号を発生する手段と、該制御信号を入力する入出力端子を具備し、
上記ＲＦ信号は予め決められた周波数範囲を繰り返し掃引するものであり、上記濾波手段の濾波特性を上記の掃引速度に応じて制御することを特徴とする請求項１に記載の電界、電圧または磁界用測定プローブ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、電気光学（ＥＯ）効果や磁気光学（ＭＯ）効果を用いた電界や磁界の測定に関し、特に、通常のオシロスコープ用プローブと同様の使い勝手を有し、ネットワークアナライザ、あるいはスペクトラムアナライザを用いて、微小領域での高周波電界や高周波回路の表面電位あるいは高周波磁界を検出する機能を有する電界、電圧または磁界用測定プローブに関している。
【背景技術】
【０００２】
測定しようとする領域の電界、表面電位、あるいは磁界を殆ど乱すことなく測定する際に用いる測定装置として、ＥＯ効果やＭＯ効果を用いた測定装置は既によく知られている。
【０００３】
例えば、特許文献１（米国特許第３６０５０１３号明細書）には、ファラデイ効果を示す光ファイバを用いた電流測定システムが開示されている。また、特許文献２（米国特許第４００２９７５号明細書）には、電場あるいは磁場の強度に従って偏光方向の変わる光学結晶を用いた電圧測定が開示されている。

【０００４】
これらの測定系は、概略では、図３に示す様に簡単な構成を持つが、微弱電界や微弱磁界の測定には、十分な感度が得られないことが知られている。
【０００５】
そこで、例えば、ＥＯ効果を用いた測定プローブの場合で、測定感度を充分に高く取りたい場合は、導体によるアンテナによる電界の捕捉をしたり、あるいは電気的な共振現象などを利用したりする事が知られている。しかし、このような構造では、１つのプローブで広帯域に対応することは難しい。
【０００６】
また、特許文献３（特開平８－２１１１３２号公報）には、概略を図４に示す電圧測定装置が開示されている。これは、測定装置から供給した周波数ｆｏで動作する被測定物近傍にＥＯ／ＭＯ結晶を配置し、ＥＯ／ＭＯ結晶に周波数Ｎ×ｆｏ＋Δｆ、の信号で変調したレーザ光を照射して、その反射光の位相成分に含まれる近傍電磁界の信号成分を電気信号に変換して検出する手段であって、ＥＯ／ＭＯ上で近傍電磁界とレーザ光の周波数ｆｏの変調成分を混合して中間周波数である差周波数Δｆの成分を取り出す、光スーパーヘテロダイン検波を行なうものである。ここで、Ｎは与えられた自然数であり、また、中間周波数Δｆはｆｏより充分に小さく与えられた周波数である。特許文献３においては、無変調のレーザ光によってＥＯ／ＭＯを照射し、出力光を周波数Ｎ×ｆｏ＋Δｆで駆動する変調器に導き更に光電変換することによって特許文献３と同等の効果の得られる方式を提案している。
【０００７】
一般に、被測定物の電界や磁界のスペクトル解析を行なう場合、複数の手段によるスペクトル分布測定結果を比較することが出来ると物理現象の多角的な解析が可能であって利便性が高い。上記のＥＯ／ＭＯスペクトラムアナライザの測定結果と、他のスペクトル測定結果を同一の機器上に表示して比較することが出来ると更に利便性は向上する。
【０００８】
従来のヘテロダイン方式を用いないＥＯ／ＭＯ電磁界測定においてはＥＯ／ＭＯの出力光中の電磁界成分を光電変換して出力しているためスペクトラムアナライザにそのまま入力すれば、スペクトル分布は周波数軸中に正しく表示することが可能であった。
【０００９】
しかしながら、光ヘテロダイン方式を用いるとその出力信号は差周波数成分Δｆで一定である。一般に査周波数Δｆを小さな値にすると測定および分析精度を向上させることが出来るためスペクトラムアナライザの測定可能周波数領域外の低い周波数に設定されることが多いる。このため光ヘテロダイン方式のＥＯ／ＭＯプローブの出力をスペクトラムアナライザに直接入力してその電磁界の大きさを測定することは出来ない。
【００１０】
【特許文献１】米国特許第３６０５０１３号明細書
【特許文献２】米国特許第４００２９７５号明細書
【特許文献３】特開平８－２１１１３２号公報
【特許文献４】特開平８－２１１１３１号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【００１１】
そこで、本発明は、通常のオシロスコープ用プローブと同様の使い勝手を有し、ネットワークアナライザ、あるいはスペクトラムアナライザを用いて、微小領域での高周波電界や高周波回路の表面電位あるいは高周波磁界を検出する機能を有する電界、電圧または磁界用測定プローブを提案する。
【発明の効果】
【００１２】
本発明では、中間周波数出力をネットワークアナライザ、スペクトラムアナライザなど

の測定周波数に変換して出力する機能を具備し、ネットワークアナライザ、スペクトラムアナライザ上で正しい周波数軸上に測定結果を表示できるＥＯ／ＭＯプローブを提案する。

【課題を解決するための手段】

【００１３】

本発明は、電界、電圧または磁界用測定プローブであって、
高周波（ＲＦ）信号を入力する入力端と、入力したＲＦ信号を分岐する分岐手段と、
前記ＲＦ信号によって強度変調した光を出力することのできるレーザ光源と、電界、電圧または磁界用センサヘッドである電気光学素子又は磁気光学素子と、光電変換手段と、濾波手段と、検波手段と、分岐した一方のＲＦ信号を変調する振幅変調器と、
該振幅変調器の出力信号を出力する出力端と、を具備し、

上記の分岐手段で分岐したＲＦ信号で振幅変調したレーザ光を、電気光学効果用光学系または磁気光学効果用光学系に通した後、上記の電気光学効果素子または磁気光学素子に入射し、

出力した光を上記の光電変換手段を用いて光電変換し、

該光電変換手段によって得られた電気信号から、予め決められた周波数成分を上記の濾波手段で選択し、

該濾波手段の出力信号の電圧を上記検波手段で検出し、

分岐した他方のＲＦ信号を上記検波手段の出力で振幅変調して、上記出力端から出力することにより、入力したＲＦ信号に、センサヘッドからの信号を重畳して出力するものである。

【００１４】

また、上記濾波手段は、制御信号によって濾波特性を制御することのできるものである。制御信号は具備する制御信号源出力と、具備する外部端子入力を選択的に使用することが出来る。

【００１５】

濾波手段の濾派特性は入力するＲＦ信号の特性、およびＲＦ信号の掃引時などにおいてスペクトラムアナライザの設定パラメータに対応した最適な特性を逐次選択又は設定することが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１６】

以下に、この発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。以下の説明においては、同じ機能あるいは類似の機能をもった装置に、特別な理由がない場合には、同じ符号を用いるものとする。

【実施例１】

【００１７】

図１は、本発明の電界、電圧または磁界用測定プローブ１の構成と信号の流れを示す図である。入力端２から入力したＲＦ信号は、分岐部３で分岐する。分岐した第１のＲＦ信号はレーザ光発生／強度変調部１１へ供給し、分岐した第２のＲＦ信号はＲＦ変調器８へ供給する。なお、図１においては、必要な電源用の電気配線については、省略している。

【００１８】

ＥＯ／ＭＯ検出系４のレーザ光発生／強度変調部１１は、例えば注入電流に前記ＲＦ信号を重畳したレーザダイオードを用いて実現出来る。また、レーザ発振器と前記ＲＦ信号で駆動される光変調器とを用いて強度変調光を得てもよい。また、ＥＯ／ＭＯ検出系４では、強度変調されたレーザ光を電磁界検出に最適な状態に整合してＥＯ／ＭＯ効果素子に入射する。ＥＯ／ＭＯ部では、外部電界／磁界によって、入射したレーザ光に位相変調を加える。検波光学系では、この位相変調を強度変調に変換して光電変換部５に出力する。

【００１９】

ＥＯ／ＭＯ検出系４の出力光は、光ダイオードや光トランジスタなどで構成する光電変換部５によって、その振幅を電気信号に変換される。濾波部６では、この電気信号から予

め決められた周波帯にある信号成分を選択し、検波部７で整流素子やピーク検出回路などを用いて検波する。ＲＦ変調部８では、この検波出力で、先に分岐した第２のＲＦ信号を振幅変調し、ＲＦ出力端９から出力する。

【００２０】

本発明の電界、電圧または磁界用測定プローブ１は、ＥＯ／ＭＯ結晶によって入力光の特に強度変調成分と近傍電磁界の積を生成して光として出力し、光電変換後に電気的に入力光の変調周波数と近傍電磁界の周波数の差周波数成分を取り出す光ヘテロダイン法を用いる。このため、濾波部６は例えば、入力光に含まれる変調周波数を中心として前記差周波数の約２倍の帯域幅を有する構成である。

【００２１】

濾波部６の濾波特性は、外部からの制御信号で制御できるものであることが望ましい。例えば、デジタルフィルタを用いるならば、具備する制御信号源出力と具備する外部端子入力から制御信号を選択的に使用してフィルタ定数を設定することにより、その特性を任意にかつ随時に設定可能なフィルタを実現できる。具体的な使用例は、例えばスペクトラムアナライザ１００においては、希望する測定精度と測定時間および掃引時間に関連して内部のフィルタの周波数帯域幅を設定する機能を有しているが、前記制御部１０にスペクトラムアナライザ１００からの制御信号を入力し濾波部６の濾波特性をスペクトラムアナライザの設定と連動させて最適な測定条件を維持することができるため利便性の優れた電界、電圧または磁界用測定プローブを提供できる。

【実施例２】

【００２２】

図２は、上記の電界、電圧または磁界用測定プローブ１を簡略化したスペクトラムアナライザに適用する場合の接続例を示すブロック図である。図２において、電界・電圧または磁界用測定プローブ１の記載は、図１に比較して簡略化している。

【００２３】

スペクラムアナライザ１００は入力端子１０１を備え、入力信号はプリフィルタ１０２で予備的に帯域制限した後、第1の局部発振器１０４、第1の混合器１０３、第1のフィルタ１０５で構成する第1のヘテロダイン回路１２０、第２の局部発振器１０７、第２の混合器１０６、第２のフィルタ１０８で構成する第２のヘテロダイン回路１２１、更に、第３の局部発振器１０９、第３の混合器１１１、第３のフィルタ１１２で構成する第３のヘテロダイン回路１２２で順次狭帯域化され他後、検波回路１１５にて直流もしくは低周波の電圧に変換される。第１の局部発振器出力はＲＦ出力端子１１７から出力される。

【００２４】

第１の局部発振器１０４は鋸波発生器１１３出力によって周波数を制御されて所定の周波数範囲を掃引する。スペクトラムアナライザ１００の表示器１１４は前記鋸波発生器１１３の掃引信号を水平軸、検波回路１１５出力を垂直軸に表示する。記憶回路１１６は、表示情報を記憶し、複数の測定結果を同一画面上に再生表示する機能を有する。

【００２５】

スペクトラムアナライザ１００の第1の局部発振器１０４の出力は、ＲＦ出力端子１１７を介して、本発明の電界、電圧または磁界用測定プローブ１の入力端２に入力する。そして上記実施例１に記載した様に、電界、電圧または磁界用測定プローブはＲＦ入力端子２より入力した周波数を中心とした電界、電圧または磁界の測定結果を同一の周波数の振幅変調としてＲＦ出力端子９に出力する。

【００２６】

スペクトラムアナライザ１００は入力１０１からの信号のうち、第１の局部発信機１０４の発振周波数近傍の成分を抽出して処理し、電界、電圧または磁界用測定プローブ１はスペクトラムアナライザ１００と連動して動作するので、信号の処理上において一般のＦＥＴプローブと同様に機能する。

【００２７】

上記では、ＥＯ効果素子を用いた電界検出例を示したが、ＭＯ効果素子を用いた場合で

も、僅かな回路変更のみで、上記と同様にして磁界の検出を行なうことができる。

【００２８】

また、上記の例では、電界、電圧または磁界用測定プローブ１を、スペクトラムアナライザ１００に適用する例を示したが、ネットワークアナライザにも同様に適用することができる。

【００２９】

図７は図１における主要な信号の周波数スペクトルを説明するための模式図である。図中ＲＦ周波数はf_{RF1}とf_{RF2}の２つの例を用いるが、周波数は低い側から高い側に掃印している。（ａ）はＲＦ入力の周波数スペクトル、（Ｂ）は近傍電磁界の周波数スペクトルであって、f_{RF1}における振幅はＡ１、f_{RF2}における振幅はＡ２である。（ｃ）ＲＦ入力周波数がf_{RF1}におけるはＥＯ／ＭＯ検出系４の出力光を光電変換した信号のスペクトルであって、前記（ａ）と（ｂ）の積、すなわちたたみ込み積分の結果でありその振幅はＡ１である。（ｄ）は（ｃ）と同様であるがＲＦ周波数がf_{RF2}の場合を示す、振幅はＡ２である。ここで、側帯波は省略している。

（ｅ）は変調器８のＲＦ出力のスペクトルで、ＲＦ周波数がf_{RF1}およびf_{RF2}の場合を重ね書きしてある。点線で示したプロット１３０は、周波数掃引を行ったときの振幅をプロットしたもので、スペクトラムアナライザの画面に表示されるものと相似形である。前記プロット１３０は近傍電磁界の周波数スペクトルである。

【産業上の利用可能性】

【００３０】

本発明の、電界、電圧または磁界用測定プローブ１を片手に持てる程度のサイズで製造することで、使いやすいものとすることができる。その際、ＥＯ検出部の構成で、光学系と検波光学系との間にサーキュレータを設けて、光路を、光学系⇒サーキュレータ⇒ＥＯ／ＭＯ部⇒サーキュレータ、とすることでセンサヘッドとなるＥＯ／ＭＯ部を細い棒状の導波路の先端に設けることができ、それによって、微細な測定領域に当てることが出来るようになる。

【図面の簡単な説明】

【００３１】

【図１】本発明の実施形態を示すブロック図である。

【図２】スペクトラムアナライザに適用した場合を示すブロック図である。

【図３】従来のＭＯ効果あるいはＥＯ効果を用いた、磁界あるいは電界の測定装置の概略を示すブロック図である。

【図４】ヘテロダイン方式にし、しかも検出器の低周波帯のノイズを避けるようにした、従来の電圧測定装置の概略を示すブロック図である。

【図５】図３の測定装置でスペクトル解析を行なえるようにした構成例を示すブロック図である。

【図６】図４の電圧測定装置で、スペクトル解析を行なえるようにした構成例を示すブロック図である。

【図７】図１の信号処理段階における周波数スペクトルの模式図である。

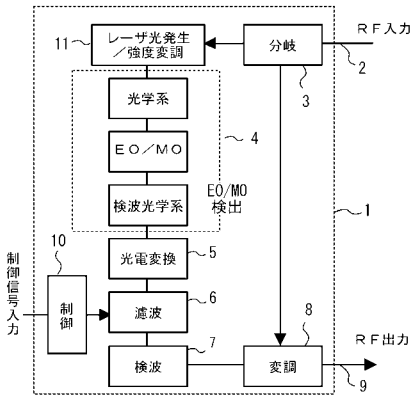
【符号の説明】

【００３２】

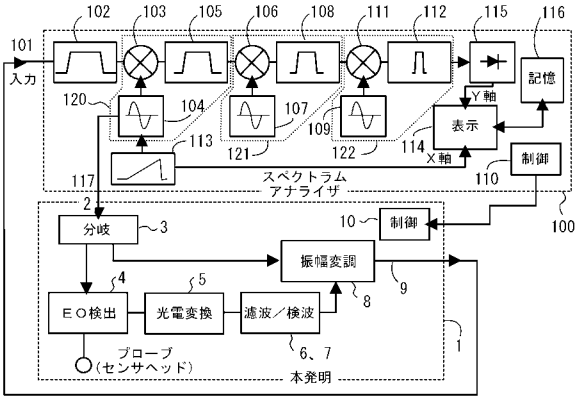
１　電界、電圧または磁界用測定プローブ
２　入力端
３　分岐部
４　ＥＯ／ＭＯ検出系
５　光電変換部
６　濾波部
７　検波部
８　変調部
９　出力端

１０　制御部
１１　レーザ光発生／強度変調部
１００　スペクトラムアナライザ
１０１　入力
１１０　制御部
１０２　プリフィルタ
１０３　混合器
１０４　第1の局部発振器
１０５　第1のフィルタ
１０６　第２の混合器
１０７　第２の局部発振器
１０８　第２のフィルタ
１０９　第３の局部発振器
１１０　制御部
１１１　第３の混合器
１１２　第３のフィルタ
１１３　鋸波発生器
１１４　表示器
１１５　検波回路
１１６　記憶回路
１１７　ＲＦ出力端子
１２０　第1のヘテロダイン回路
１２１　第２のヘテロダイン回路
１２２　第３のヘテロダイン回路
１３０　プロット

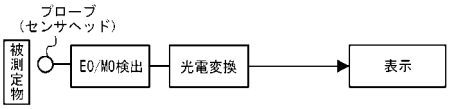
【図１】



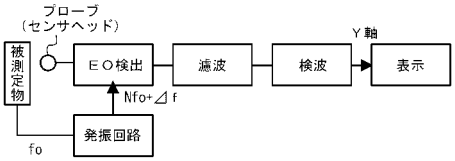
【図２】



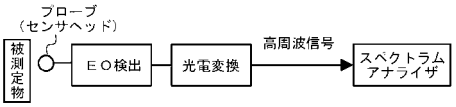
【図３】



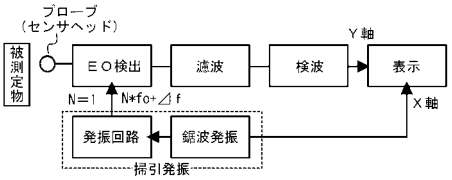
【図４】



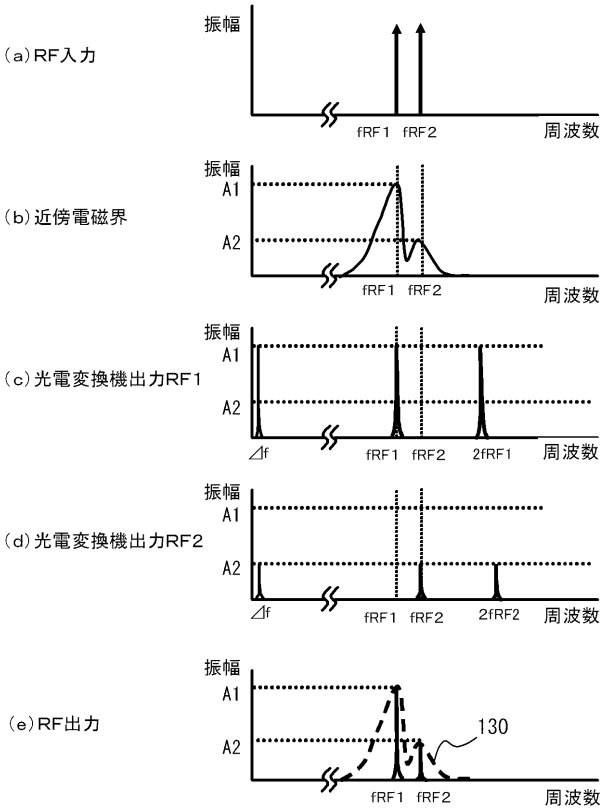
【図５】



【図６】



【図７】


(a)RF入力
振幅
fRF1 fRF2
周波数
(b)近傍電磁界
振幅
A1
A2
fRF1 fRF2
周波数
(c)光電変換機出力RF1
振幅
A1
A2
⊿f
fRF1 fRF2 2fRF1
周波数
(d)光電変換機出力RF2
振幅
A1
A2
⊿f
fRF1 fRF2 2fRF2
周波数
(e)RF出力
振幅
A1
A2
130
fRF1 fRF2
周波数

フロントページの続き

(72)発明者　土屋　昌弘
東京都小金井市貫井北町４－２－１　独立行政法人情報通信研究機構内
(72)発明者　菅野　敦史
東京都小金井市貫井北町４－２－１　独立行政法人情報通信研究機構内
(72)発明者　白須　信一
東京都小金井市貫井北町４－２－１　独立行政法人情報通信研究機構内

Ｆターム(参考) 2G132 AD01　AF14　AF15　AF16　AL11