

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5376619号
(P5376619)

(45) 発行日 平成25年12月25日(2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日(2013.10.4)

(51) Int.Cl. F I
G O 1 R 29/08 (2006.01) G O 1 R 29/08 F

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-26375 (P2008-26375)	(73) 特許権者	000004237
(22) 出願日	平成20年2月6日(2008.2.6)		日本電気株式会社
(65) 公開番号	特開2010-261716 (P2010-261716A)		東京都港区芝五丁目7番1号
(43) 公開日	平成22年11月18日(2010.11.18)	(73) 特許権者	303013763
審査請求日	平成23年1月13日(2011.1.13)		NECエンジニアリング株式会社
			東京都品川区東品川四丁目10番27号
		(74) 代理人	100130029
			弁理士 永井 道雄
		(74) 代理人	100166338
			弁理士 関口 正夫
		(74) 代理人	100152054
			弁理士 仲野 孝雅
		(72) 発明者	岩波 瑞樹
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁界計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

時分割で複数の相互に異なった波長のレーザー光を出射するレーザー光源と、
前記レーザー光源から出射されたレーザー光を直線偏光化する偏波コントローラと、
先端部に電気光学材料又は磁気光学材料を有し、前記先端部で反射する前記レーザー光が
該先端部の電界強度又は磁界強度に応じて偏光変調を受ける複数の光ファイバプローブと

、
前記複数の光ファイバプローブの各々で反射された前記レーザー光を強度変調光に変換する
検光子と、

前記偏波コントローラで直線偏光化されたレーザー光を合成/分波器に出力すると共に、
前記合成/分波器から入力したレーザー光を前記検光子に出力する光サーキュレータと、

前記光サーキュレータから入力したレーザー光を該レーザー光の各波長毎に分波してから、
各波長のレーザー光を前記複数の光ファイバプローブの各々から出力すると共に、前記複数の
光ファイバプローブの各々から入力した別々の波長のレーザー光を合波してから、前記光サ
ーキュレータに出力する前記合成/分波器と、

を備え、

前記検光子は、前記光プローブで反射して、前記合成/分波器と前記光サーキュレータ
を経由してきた前記レーザー光を前記強度変調光に変換することを特徴とする電磁界計測装
置。

【請求項2】

10

20

レーザ光を出射するレーザ光源と、
 前記レーザ光源から出射されたレーザ光を直線偏光化する偏波コントローラと、
 先端部に電気光学材料又は磁気光学材料を有し、前記先端部で反射する前記レーザ光が該先端部の電界強度又は磁界強度に応じて偏光変調を受ける複数の光ファイバプロープと

、
 前記複数の光ファイバプロープの各々で反射された前記レーザ光を強度変調光に変換する検光子と、

前記偏波コントローラで直線偏光化されたレーザ光を光スイッチに出力すると共に、前記光スイッチから入力したレーザ光を前記検光子に出力する光サーキュレータと、

前記光サーキュレータから入力したレーザ光を、前記複数の光ファイバプロープのうちの光路選択用チャンネルの位置に応じた光ファイバプロープに出力すると共に、前記複数の光ファイバプロープのうちの、その出力先の光ファイバプロープで反射されてから入力したレーザ光を前記光サーキュレータに出力する光スイッチと、

を備え、

前記検光子は、前記光プロープで反射して、前記光スイッチと前記光サーキュレータを経由してきた前記レーザ光を前記強度変調光に変換することを特徴とする電磁界計測装置。

【請求項3】

同時に複数の相互に異なった波長のレーザ光を出射するレーザ光源と、

前記レーザ光源から出射されたレーザ光を直線偏光化する偏波コントローラと、

先端部に電気光学材料又は磁気光学材料を有し、前記先端部で反射する前記レーザ光が該先端部の電界強度又は磁界強度に応じて偏光変調を受ける複数の光ファイバプロープと

、
 その各々が、前記複数の光ファイバプロープのうちの対応する光ファイバプロープで反射された前記レーザ光を強度変調光に変換する複数の検光子と、

前記偏波コントローラで直線偏光化されたレーザ光を合成/分波器に出力すると共に、前記合成/分波器から入力したレーザ光を前記複数の検光子に、第2の合成/分波器を介して、出力する光サーキュレータと、

前記光サーキュレータから入力したレーザ光を該レーザ光の各波長毎に分波してから、各波長のレーザ光を前記複数の光ファイバプロープの各々に出力すると共に、前記複数の光ファイバプロープの各々から入力した別々の波長のレーザ光を合波してから、前記光サーキュレータに出力する前記合成/分波器と、

前記複数の光プロープの各々で反射して、前記合成/分波器で合波され、前記光サーキュレータを経由してきた前記レーザ光を各波長毎に前記複数の検光子の各々に出力する前記第2の合成/分波器と、

を備え、

前記複数の検光子の各々は、前記第2の合成/分波器から入力した前記レーザ光を前記強度変調光に変換することを特徴とする電磁界計測装置。

【請求項4】

相互に異なった波長のレーザ光を出射する複数のレーザ光源と、

前記複数のレーザ光源の各々から出射されたレーザ光を直線偏光化する偏波コントローラと、

先端部に電気光学材料又は磁気光学材料を有し、前記先端部で反射する前記レーザ光が該先端部の電界強度又は磁界強度に応じて偏光変調を受ける複数の光ファイバプロープと

、
 その各々が、前記複数の光ファイバプロープのうちの対応する光ファイバプロープで反射された前記レーザ光を強度変調光に変換する複数の検光子と、

前記偏波コントローラで直線偏光化されたレーザ光を合成/分波器に出力すると共に、前記合成/分波器から入力したレーザ光を前記複数の検光子に、第2の合成/分波器を介して、出力する光サーキュレータと、

10

20

30

40

50

前記光サーキュレータから入力したレーザ光を該レーザ光の各波長毎に分波してから、各波長のレーザ光を複数の光ファイバプローブの各々に出力すると共に、前記複数の光ファイバプローブの各々から入力した別々の波長のレーザ光を合波してから、前記光サーキュレータに出力する前記合成/分波器と、

前記複数の光プローブで反射して、前記合成/分波器で合波され、前記光サーキュレータを経由してきた前記レーザ光を各波長毎に前記複数の検光子の各々に出力する前記第2の合成/分波器と、

を備え、

前記複数の検光子の各々は、前記第2の合成/分波器から入力した前記レーザ光を前記強度変調光に変換することを特徴とする電磁界計測装置。

10

【請求項5】

請求項1乃至4の何れか1項に記載の電磁界計測装置において、

前記1以上の検光子の各々で強度変調光に変換された前記レーザ光を光電変換する1以上のフォトディテクタを更に備えることを特徴とする電磁界計測装置。

【請求項6】

請求項1乃至5の何れか1項に記載の電磁界計測装置において、

前記複数の光ファイバプローブの各々の先端部は共振器構造を有することを特徴とする電磁界計測装置。

【請求項7】

請求項1乃至6の何れか1項に記載の電磁界計測装置において、

前記電気光学材料又は前記磁気光学材料は、エアロゾルデポジション法により形成されたものであることを特徴とする電磁界計測装置。

20

【請求項8】

請求項1乃至7の何れか1項に記載の電磁界計測装置において、

前記電気光学材料の組成がジルコン酸チタン酸鉛、ランタンが添加されたジルコン酸チタン酸鉛であることを特徴とする電磁界計測装置。

【請求項9】

請求項1乃至8の何れか1項に記載の電磁界計測装置において、

前記磁気光学材料の組成がガーネット構造、スピネル構造、ヘキサゴナル構造のいずれかを有するフェライトであることを特徴とする電磁界計測装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザ光と光ファイバと電気光学/磁気光学材料を用いて電磁界を計測することにより電子回路などから生ずる電磁界を計測する電磁界計測装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来からレーザ光、光ファイバ、および電気光学(E O (Electrooptic))/磁気光学(M O (Magneto optic))材料を用いて電磁界を計測するプローブが存在し、それを活用したマイクロ波回路やアンテナの評価結果が報告されている(例えば、非特許文献1参照)。プローブは光ファイバとその先端に形成されたE O / M O材料からなる。この種のプローブの利点は、センサ素子であるE O / M O材料が微小な上、光ファイバが細いために、回路上の高空間分解能計測や微細あるいは狭い領域での計測が可能な点にある。通常、測定は光ファイバプローブを一本だけ用いて、それを測定箇所固定する、あるいは被測定物上で走査させることにより行われる。

40

【0003】

また、最近では1~2cm角の平板状のE O材料を被測定物上に配置し、E O材料の平面サイズと同程度のビーム径のレーザ光を材料に照射することにより照射領域の電界分布を一瞬にして測定する手法(電界カメラ)も報告されている(例えば、非特許文献2参照)。この種のプローブの利点は、プローブを走査させずとも極めて短時間で電界分布計測

50

が可能な点にある。

【 0 0 0 4 】

一方、光通信の領域においては、大容量高速な通信を可能とする方式として波長分割多重(WDM)通信が大きな進展を見せており、この利点は光ファイバを用いることにより異なる多数種の波長の光を伝送できることを利用して、一度に多チャンネルの光信号を伝送できる点にある(例えば、非特許文献3参照)。また、このような通信方式に必須の素子として、波長を分離するための光波長フィルタ素子の開発が進められている(例えば、非特許文献4参照)。

【 0 0 0 5 】

また一方で、最近の携帯電話に代表される小型・高機能電子機器の開発においては、その内部で多種類の電子デバイスが高密度に実装されているが高速動作するために内部での電磁干渉によるデバイスの誤動作を引き起こすことがあるため、機器の設計や動作テストの手法が重要な開発項目の一つとなっている。従来から多用されているデバイスの動作テスト法として、先端に金属探針が設けられた電圧プローブによる電圧波形計測が挙げられる。この種の方法の利点は、原理的には金属探針を測定したい箇所(金属部)に接触させるだけで波形計測が出来るために、短時間で簡単にデバイスの動作状態が判断できる点にある。

【非特許文献1】S. Wakana, T. Ohara, M. Abe, E. Yamazaki, M. Kishi, and M. Tsuchiya: "Fiber-Edge Electrooptic/Magneto-optic Probe for Spectral-Domain Analysis of Electromagnetic Field", IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol. 48, No. 12, pp. 2611-2616 (Dec. 2000)

【非特許文献2】K. Sasagawa and M. Tsuchiya, "Real-time monitoring system of RF near-field distribution images on the basis of 64-channel parallel electro-optic data acquisition", IEICE Electronics Express, vol. 2, no. 24, pp. 600-606, 2005

【非特許文献3】H. Takara, "Multiple Optical Carrier Generation from a Supercontinuum Source", Optics & Photonics News, pp. 48-51 (March 2002)

【非特許文献4】岡山秀彰, "導波路型光波長フィルタ", 沖テクニカルレビュー, 第192号 Vol. 69, No. 4, pp. 72-75 (2002年10月)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

上に述べたように、従来の光ファイバプローブでは一点での測定、又は時間を掛けて平面測定を行うため、多数のデバイスが実装された領域、例えばプリント基板全体や、そのある領域でのタイムリーな回路動作検出は不可能であった。

【 0 0 0 7 】

また、最近開発された平板状EO材料と大きな径のレーザ光を用いた電界カメラを使うと、1~2cm角の領域でのタイムリーな動作検出が可能であるが、より広い領域での検査は不可能であり、また、例えばデバイス間の狭い隙間での検査は困難である。

【 0 0 0 8 】

また、先端に金属探針が設けられた電圧プローブの場合には、従来の光ファイバプローブ同様、通常はある一点での測定しか出来ない。さらに、金属探針による接触型プロービングの場合、測定箇所電荷がプローブに誘導されるために起こりうる障害が存在する。例えば、送信IC-受信IC間の配線で、この種のプローブを用いた検査を行う場合、電荷のプローブ側への誘導により受信ICへの信号波形になまりが生じ、受信ICが誤動作を起こす可能性がある。すなわち、プロービングに伴うデバイスの誤動作が起こりうる。

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、電子デバイスが高密度に実装された領域で、正確かつタイムリーな回路動作検出が可能な電磁界計測装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

10

20

30

40

50

本発明によれば、レーザ光を出射するレーザ光源と、前記レーザ光源から出射されたレーザ光を直線偏光化する偏波コントローラと、先端部に電気光学材料又は磁気光学材料を有し、前記先端部で反射する前記レーザ光が該先端部の電界強度又は磁界強度に応じて偏光変調を受ける光ファイバプローブと、前記光ファイバプローブで反射された前記レーザ光を強度変調光に変換する検光子と、を備える電磁界計測装置であって、前記レーザ光源は、時分割で複数の相互に異なった波長のレーザ光を出射し、前記偏波コントローラで直線偏光化されたレーザ光を合成/分波器に出力すると共に、前記合成/分波器から入力したレーザ光を検光子に出力する光サーキュレータと、前記光サーキュレータから入力したレーザ光を該レーザ光の各波長毎に別々の光ファイバプローブに出力すると共に、前記光ファイバプローブから入力したレーザ光を前記光サーキュレータに出力する合成/分波器と、を更に備え、前記検光子は、前記光プローブで反射して、前記合成/分波器と前記光サーキュレータを経由してきた前記レーザ光を強度変調光に変換することを特徴とする電磁界計測装置が提供される。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明の効果は、プローブを複数用いて多点計測を行うことにより、短時間での回路動作判定が可能となる点にある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、図面を参照して本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

20

【0013】

[第一の実施形態]

図1は本発明の第一の実施形態を示す図である。レーザ光源1、偏波コントローラ3、光サーキュレータ4、合波/分波器5、4本の光ファイバプローブ6(6a、6b、6c、6d)、検光子9、フォトディテクタ10、スペクトラムアナライザ11からなる装置であり、各光学機器は全て光ファイバ2で接続されている。光ファイバプローブ6は、光ファイバとその先端に形成されたEO材料あるいはMO材料14からなり、予め、例えばプリント回路基板7の上空や、半導体パッケージ8の近傍に設置しておく。尚、EO材料あるいはMO材料14は、EO材料が先端に形成されているプローブは電界プローブ、MO材料が先端に形成されているプローブは磁界プローブとなる。レーザ光源は波長可変であり、光ファイバプローブの本数に合わせて波長 λ_1 から波長 λ_4 の4種類の波長の光を逐次出射させる。レーザ光は偏波コントローラ3により直線偏光化され光サーキュレータ4を通った後、合波/分波器5により波長ごとに経路が決定され光ファイバプローブ6に入射する。合波/分波器5を用いることにより、例えば λ_1 の光はプローブ6aへ、 λ_2 の光はプローブ6bへというように光路を決めることができる。その後、光はプローブ先端のEO/MO材料14に入射し材料中を伝搬、材料底面で反射し再び光ファイバ6に戻るが、その過程で外部の電界/磁界強度に応じた偏光変調を受ける。EO材料の場合は電界強度に応じた変調、MO材料の場合は磁界強度に応じた変調が発生する。偏光変調された光は再び合波/分波器5、光サーキュレータ4を通った後、検光子9にて強度変調光に変換され、フォトディテクタ10にて光電変換された後、スペクトラムアナライザ11によって電界強度/磁界強度に応じた信号計測がなされる。本実施形態の場合、波長 λ_1 から λ_4 の4種類の波長のレーザ光を順々に出射させ、それぞれの波長に対応する光ファイバプローブによる電界あるいは磁界検出を順番に行う。光ファイバプローブを複数用いて多点計測を行うことにより、短時間での回路動作評価が可能となる。尚、本実施形態では4本の光ファイバプローブを用いた場合を示したが、プローブの本数はこれに限定されるものではない。また、必要に応じてレーザ光源1と偏波コントローラ3の間、あるいは検光子9とフォトディテクタ10の間に光ファイバ増幅器を挿入しても良い。さらにまた、各光学機器を接続する光ファイバ、プローブ用光ファイバに偏波保持型のものを用いることにより、レーザ光を直線偏光状態で安定に伝送させることができ、偏波コントローラ3を用いる必要が無くなる。また、信号計測器はスペクトラムアナライザに限定されるもの

30

40

50

ではなく、例えばオシロスコープやマルチメータであっても良い。

【 0 0 1 4 】

[第二の実施形態]

図 2 は本発明の第二の実施形態を示す図である。レーザ光源 1 は単一波長の光を出射し、光スイッチ 1 2 によって光ファイバプローブ 6 a から 6 d のいずれかに入射させることが出来る。光スイッチには光路選択用チャンネル 1 3 が設けられており、当該チャンネルを切り替えることによりレーザ光の入射先を選択できる。電磁界計測原理については前記と同様である。単一波長のレーザ光が各プローブに入射するよう光スイッチの光路選択用チャンネルを順々に切り替え、それぞれの光ファイバプローブによる電界あるいは磁界検出を順番に行う。光ファイバプローブを複数用いて多点計測を行うことにより、短時間での回路動作評価が可能となる。尚、本実施形態でも 4 本の光ファイバプローブを用いた場合を示したが、プローブの本数はこれに限定されるものではない。

10

【 0 0 1 5 】

[第三の実施形態]

図 3 は本発明の第三の実施形態を示す図である。レーザ光源 1 として多波長の光を同時に射出可能な光源を用いる。光ファイバの特徴の一つとして、一本のファイバで多波長の光を干渉無く伝送させることが出来る点が上げられる。本実施形態は、この性質を積極的に利用したものである。光ファイバプローブの本数に合わせて波長 1 から波長 4 の 4 種類の波長の光を同時射出させる。レーザ光は偏波コントローラ 3 により直線偏光化され光サーキュレータ 4 を通った後、合波 / 分波器 5 により波長ごとに経路が決定され光ファイバプローブ 6 に入射する。合波 / 分波器 5 を用いることにより、例えば 1 の光はプローブ 6 a へ、 2 の光はプローブ 6 b へというように光路を決めることができる。その後、前記のように光は各プローブ先端の E O / M O 材料 1 4 にて変調を受け、再び合波 / 分波器 5 を経由したのち一本のファイバにて変調波として伝送される。そして、光サーキュレータ 4 を再度通った後、別の合波 / 分波器 2 1 にて各波長 1 から 4 の光に振り分けられ、それぞれ検光子 9 で強度変調された後、フォトディテクタ 1 0 で光電変換され、スペクトラムアナライザ 1 1 で信号計測がなされる。電磁界計測原理については前記と同様である。本実施形態の場合、波長 1 から 4 の 4 種類の波長のレーザ光を同時に射出させ、それぞれの波長に対応する光ファイバプローブによる電界あるいは磁界検出を同時に行う。光ファイバプローブと信号計測器のそれぞれを複数用い、プローブ装置に W D M 技術を取り入れて同時多点計測を行うことにより、タイムリーな回路動作検出が可能となる。本実施形態においても、プローブの本数は 4 本に限定されるものではない。

20

30

【 0 0 1 6 】

[第四の実施形態]

図 4 は本発明の第四の実施形態を示す図である。複数のレーザ光源 2 2 a、2 2 b、2 2 c、2 2 d を用いて、それぞれの光源から異なる波長の光を同時に射出させる。光ファイバプローブの本数に合わせて波長 1 から波長 4 の 4 種類の波長の光を同時射出させる。レーザ光は合波 / 分波器 2 2 により合波され、偏波コントローラ 3 により直線偏光化され光サーキュレータ 4 を通った後、別の合波 / 分波器 5 により波長ごとに経路が決定され各光ファイバプローブ 6 (6 a、6 b、6 c、6 d) に入射する。その後の光路は前記第三の実施形態と同様である。本実施形態の場合、波長 1 から 4 の 4 種類の波長のレーザ光を 4 台の光源 2 2 a、2 2 b、2 2 c、2 2 d を用いて同時に射出させ、それぞれの波長に対応する光ファイバプローブ 6 (6 a、6 b、6 c、6 d) による電界あるいは磁界検出を同時に行う。光ファイバプローブ 6 (6 a、6 b、6 c、6 d) と信号計測器 1 1 a、1 1 b、1 1 c、1 1 d のそれぞれを複数用い、プローブ装置に W D M 技術を取り入れて同時多点計測を行うことにより、タイムリーな回路動作検出が可能となる。本実施形態においても、プローブの本数は 4 本に限定されるものではない。

40

【 0 0 1 7 】

光ファイバ電磁界プローブ装置に合波 / 分波器 5 あるいは光スイッチ 1 2 を組み込み、光ファイバプローブ 1 4 あるいはそれと信号計測器 1 1 の両方を複数用いる装置により、

50

デバイスが高密度実装されている広い領域での多点電磁界計測が可能となる結果、正確かつ短時間での回路動作評価が可能となる。

【 0 0 1 8 】

また、光ファイバ電磁界プローブ装置に WDM 通信技術を組み込み、光ファイバプローブ 1 4 と信号計測器 1 1 の両方を複数用いる装置により、デバイスが高密度実装されている広い領域での多点同時電磁界計測が可能となる結果、正確かつタイムリーな回路動作検出が可能となる。

【 0 0 1 9 】

本実施形態によれば、光ファイバプローブを複数用いて多点計測を行うことにより、短時間での回路動作評価が可能となる。

10

【 0 0 2 0 】

また、本実施形態によれば、光ファイバプローブと信号計測器のそれぞれを複数用い、プローブ装置に WDM 技術を取り入れて同時多点計測を行うことにより、タイムリーな回路動作検出が可能となる。

【実施例】

【 0 0 2 1 】

次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【 0 0 2 2 】

本発明の装置の実施例は、例えば図 3 において光源 1 としてスーパーコンティニウム光源（非特許文献 3）を用い、合波 / 分波器 5 としてアレイ導波路グレーティング素子（非特許文献 4）を用いた装置である。光ファイバ通信に用いられる 1.55 μm 付近の波長の光を、プローブの数に合わせて例えば 4 種類選択し、スーパーコンティニウム光源を用いて同時射出させて、アレイ導波路グレーティング素子が内蔵された合波 / 分波器を用いることで 4 点同時電磁界計測が可能である。

20

【 0 0 2 3 】

また、前記光源と合波 / 分波器を用いた上、プローブ 6 a ~ 6 d のそれぞれを各波長 1 ~ 4 に対して高感度な仕様とすることも出来る。それには、例えば図 5 に示すように EO / MO 材料 3 3 の表面と底面のそれぞれに光反射膜 3 1、3 2 を形成する。その際、光反射膜 3 1 の反射率は 3 2 のそれよりも小さくなるようにする。例えば、光反射膜 3 1 の反射率は約 80 %、3 2 の反射率は 97 % 以上とする。このようにプローブ構造を共振器構造とすることにより、特定波長で材料中で共振（定在波 3 4）が起きる結果、EO 効果あるいは MO 効果が増幅され、より高感度なプローブが実現できる。共振波長は

30

$$r e s = 2 n l \cos \theta / m \quad (\text{式 1})$$

ここで、

- r e s : 共振波長、
- n : EO / MO 材料の屈折率、
- l : EO / MO 材料厚、
- θ : 入射光の屈折角、
- m : 整数

で表されるため、材料の屈折率と厚さが既知であれば高感度となる光源波長を決定できる。また、光源波長が決定されている場合には、式 1 を用いて高感度プローブとするための材料設計が可能である。

40

【 0 0 2 4 】

また、前記光源と合波 / 分波器を用いた上、プローブ 6 a ~ 6 d の先端部を超小型とすることも可能である。それには光ファイバの端面にエアロゾルデポジション法を用いて直接 EO 膜あるいは MO 膜を形成する。エアロゾルデポジション法を用いることにより、ファイバ径と同じ横幅で数 μm ~ 数十 μm の厚さの当該膜を形成することができ、超小型プローブが実現できる。EO 膜の組成としてはジルコン酸チタン酸鉛、ランタンが添加されたジルコン酸チタン酸鉛、MO 膜の組成としてはガーネット構造、スピネル構造、ヘキサゴナル構造のいずれかを有するフェライトが望ましい。

50

【 0 0 2 5 】

図 1 から図 4 に記載の装置を用いて、例えばプリント回路基板を対象とした回路動作検出システムが実現できる。その内容は、例えば図 6 に示すような正常動作か誤動作かを判定するシステムである。予め何本かのプローブを所望の位置に配置し、プローブにより検出された信号の強度が期待値か否かを判定し、正常動作あるいは誤動作を判断する。

【 0 0 2 6 】

図 6 を参照すると、まず、光ファイバプローブを所望の位置に固定する（ステップ S 2 0 1）。次に、プローブシステムの動作をオンにする（ステップ S 2 0 3）。次に、各プローブにより検出された信号の強度を計測する（ステップ S 2 0 5）。次に、ステップ S 2 0 5 で検出された各信号の強度が各期待値であるかどうかを判断する（ステップ S 2 0 7）。そうでなければ（ステップ S 2 0 7 で N o）、誤動作であると判定する（ステップ S 2 0 9）。そうであれば（ステップ S 2 0 7 で Y e s）、正常動作であると判定する（ステップ S 2 1 1）。ステップ S 2 1 1 の後で、続行しないと判断すれば（ステップ S 2 1 3 で N o）、計測を終了する。ステップ S 2 1 1 の後で、続行すると判断すれば（ステップ S 2 1 3 で Y e s）、プローブ位置を変更するか否かを判断し（ステップ S 2 1 5）、変更しないと判断したら（ステップ S 2 1 5 で N o）、ステップ S 2 0 5 に移る。変更すると判断したら（ステップ S 2 1 5）で Y e s、プローブシステムの動作をオフにし（ステップ S 2 1 7）、ステップ S 2 0 1 に進み、そのステップで別の所望の位置に光ファイバプローブを固定し、ステップ S 2 0 3 に進む。

【 0 0 2 7 】

プローブを複数用いて多点計測を行うことにより、短時間での回路動作判定が可能となる。また、図 3 や図 4 に示すような装置を用いることで同時多点計測が行えるため、タイムリーな回路動作判定が可能となるほか、例えば同時に複数個所で生じる誤動作を検知することも出来る。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 2 8 】

本発明の活用例として、実装電気設計支援ツールあるいは回路故障診断ツールとしての電磁界測定装置が挙げられる。すなわち、L S I 上や L S I パッケージ周辺で本発明の装置を用いて電磁界計測を行い、電気設計にフィードバックするための情報を獲得する、あるいは回路の動作検証を行うことが出来る。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

【図 1】本発明の第一の実施形態を示す図である。

【図 2】本発明の第二の実施形態を示す図である。

【図 3】本発明の第三の実施形態を示す図である。

【図 4】本発明の第四の実施形態を示す図である。

【図 5】本発明による共振器構造を有するプローブの概念図である。

【図 6】本発明の回路動作検出システムを説明するためのフローチャートである。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 0 】

- 1 レーザ光源
- 2 光ファイバ
- 3 偏波コントローラ
- 4 光サーキュレータ
- 5 合波 / 分波器
- 6、6 a、6 b、6 c、6 d 光ファイバプローブ
- 7 プリント回路基板
- 8 半導体パッケージ
- 9 検光子
- 1 0 フォトディテクタ

10

20

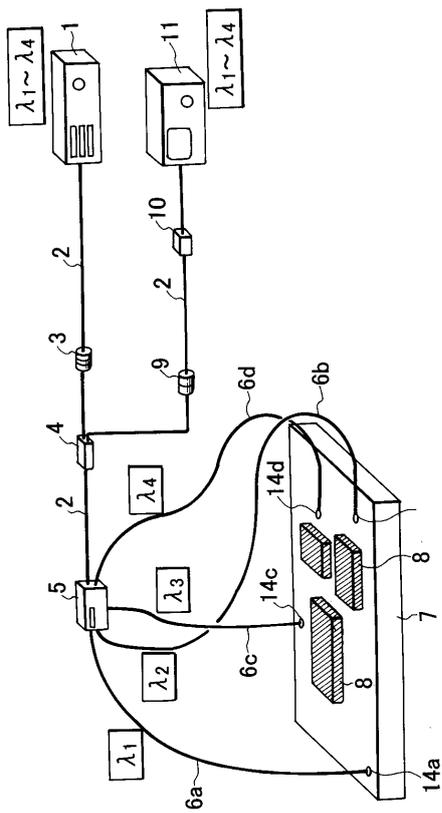
30

40

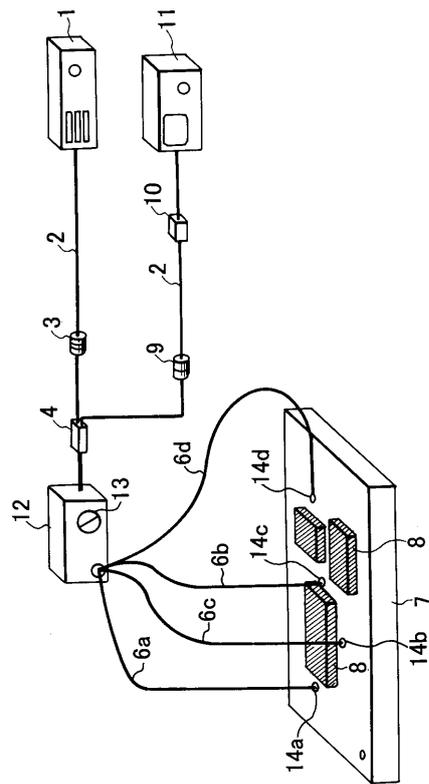
50

- 1 1 スペクトラムアナライザ
- 1 2 光スイッチ
- 1 3 光路選択用チャンネル
- 1 4 a、1 4 b 光反射膜
- 1 5 E O / M O材料
- 1 6 定在波

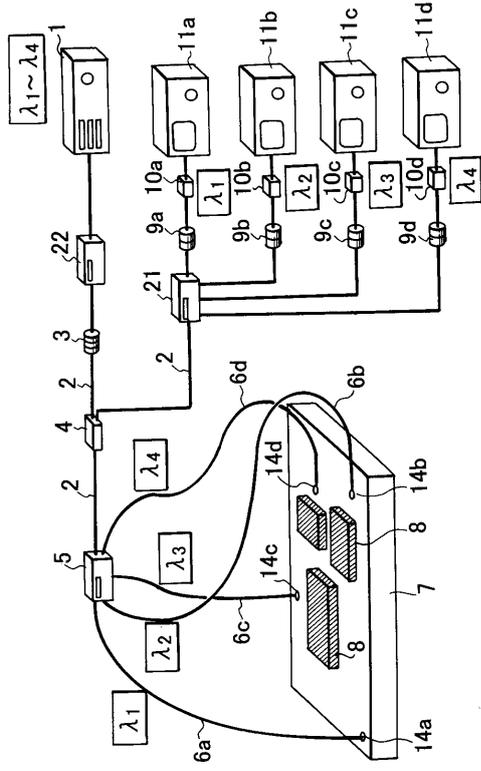
【図 1】



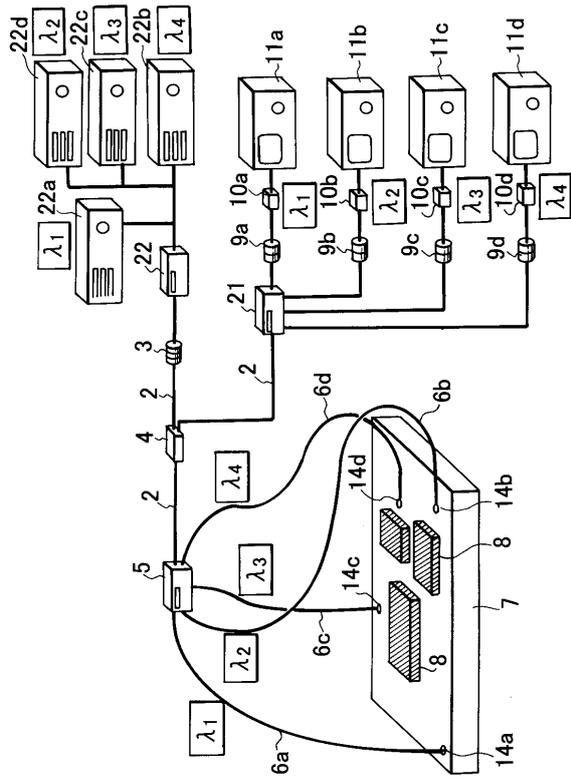
【図 2】



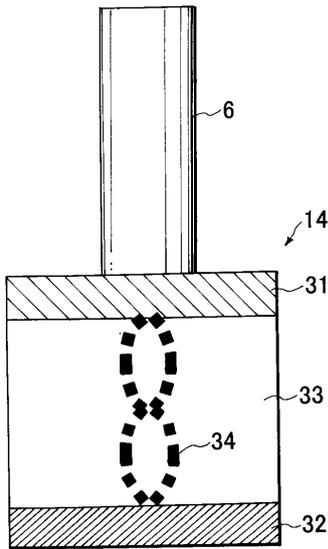
【図3】



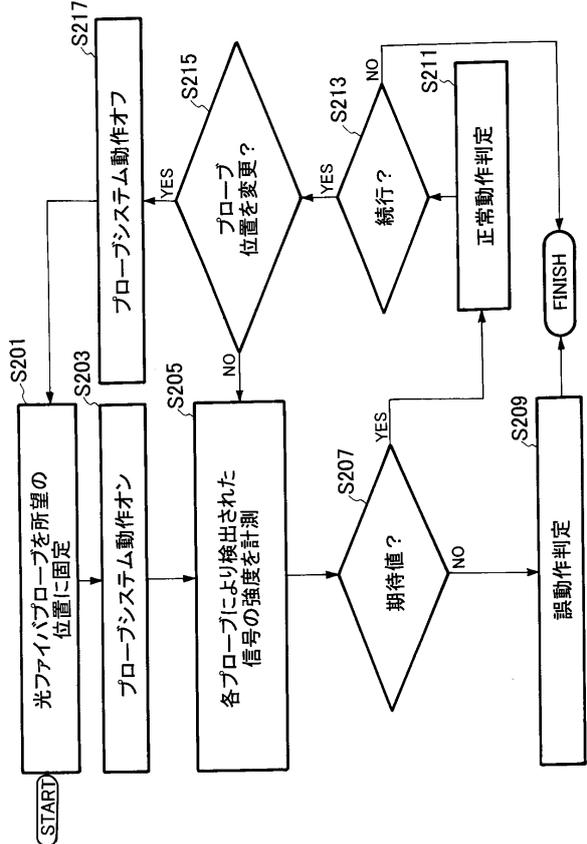
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 塚越 常雄
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
- (72)発明者 大平 理覚
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
- (72)発明者 中田 正文
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
- (72)発明者 山田 智紀
東京都港区芝浦三丁目18番21号 NECエンジニアリング株式会社内

審査官 堀 圭史

- (56)参考文献 特開平09-068559(JP,A)
特開2004-212137(JP,A)
国際公開第2007/004691(WO,A1)
特開平01-163675(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 31/28-3193
G01R 29/08-14
G01R 15/22-24
G01R 31/00-04
H01L 21/66