

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3583276号

(P3583276)

(45) 発行日 平成16年11月4日(2004.11.4)

(24) 登録日 平成16年8月6日(2004.8.6)

(51) Int.Cl.⁷

F I

GO 1 R 29/08

GO 1 R 29/08

F

GO 1 R 33/02

GO 1 R 29/08

D

GO 1 R 33/10

GO 1 R 33/02

B

GO 1 R 33/10

請求項の数 14 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願平9-357793	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成9年12月25日(1997.12.25)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開平10-311857		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(43) 公開日	平成10年11月24日(1998.11.24)	(74) 代理人	100090103
審査請求日	平成14年6月13日(2002.6.13)		弁理士 本多 章悟
(31) 優先権主張番号	特願平9-59267	(74) 代理人	100067873
(32) 優先日	平成9年3月13日(1997.3.13)		弁理士 樺山 亨
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	高 太好
前置審査			東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式 会社リコー内
		(72) 発明者	清澤 良行
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式 会社リコー内
		審査官	中村 直行
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 近磁界プローブ及び近磁界プローブユニット及び近磁界プローブアレー及び磁界計測システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に導電性薄膜からなる1ターンの巻き線もしくは巻き線間に絶縁層を介して複数ターンの巻き線を構成したコイルと、該コイルからの引出し線と、該引出し線が接続されるパッドとを有する近磁界プローブにおいて、

前記導電性薄膜は成膜法によって形成され、かつ、前記引出し線上に成膜法によって形成された絶縁層を介して成膜法によって形成されるシールド用導電性薄膜を設け、かつ、前記パッドに同軸ケーブルの内部導体部を接続し、その内部導体部の接続部を接着性をもつ絶縁部材で覆い、その絶縁部材を介して前記接続部をシールド用の導電性部材で覆うことを特徴とする近磁界プローブ。

【請求項2】

複数の面を持つ支持部材を備え、該支持部材の少なくとも2つ以上の面に、請求項1記載の近磁界プローブを張り付けた構造からなることを特徴とする近磁界プローブユニット。

【請求項3】

支持部材上に請求項1記載の近磁界プローブあるいは請求項2記載の近磁界プローブユニットを複数設け、アレー化したことを特徴とする近磁界プローブアレー。

【請求項4】

請求項1記載の近磁界プローブあるいは請求項2記載の近磁界プローブユニットと、その近磁界プローブあるいは近磁界プローブユニットを3次元に移動する手段を備えたことを特徴とする磁界計測システム。

【請求項 5】

請求項 3 記載の近磁界プローブアレーあるいは請求項 4 記載の磁界計測システムに計算機を接続し、かつ測定したデータをマッピングし、ディスプレイに表示もしくは印刷することを特徴とする磁界計測システム。

【請求項 6】

基板上に導電性薄膜でコイルとその引出し線及び引出し線が接続されるパッドを構成した近磁界プローブにおいて、

前記引出し線の構造が基板上の一部分に成膜法によって形成される第 1 の導電性薄膜を設け、その上に成膜法によって形成される第 1 の絶縁層を設けた後、成膜法によって形成される第 2 の導電性薄膜で引出し線の内部導体部を形成し、さらに、成膜法によって形成される第 2 の絶縁層を引出し線の内部導体部上に設け、第 2 の絶縁層の上部に、成膜法によって形成される第 3 の導電性薄膜を設け、第 1 の導電性薄膜と第 3 の導電性薄膜が引出し線の内部導体部の両側で導通して引出し線の外部導体層を構成するものであって、かつ、前記コイルの一方の端を引出し線の内部導体部に接続し、もう一方の端を引出し線の第 1 あるいは第 3 の導電性薄膜に接続するものであって、かつ、引出し線の内部導体部のもう一方の端を第 1 のパッドに接続し、かつ、第 1 あるいは第 3 の導電性薄膜のもう一方の端に第 2 のパッドを接続し、かつ、前記第 1 のパッドに同軸ケーブルの内部導体部を接続し、第 2 のパッドに同軸ケーブルの外部導体部を接続する際に、先に接続した内部導体部を、接着性をもつ絶縁部材を介してシールド用の導電性部材で覆い、その導電性部材を第 2 のパッド及び、同軸ケーブルの外部導体部に切れ目なく接続したことを特徴とする近磁界プローブ。

【請求項 7】

請求項 6 記載の近磁界プローブにおいて、前記パッドの構造が、基板上に第 1 の導電性薄膜を設け、第 1 の導電性薄膜がその外縁で露出するように、それより小さな第 1 の絶縁層をその上に設け、かつ、さらにその上に第 1 の絶縁層よりも小さな第 2 の導電性薄膜で第 1 のパッドを構成するものであって、第 1 の導電性薄膜の外縁の露出している部分が第 2 のパッドを構成するものであり、第 1 のパッドは引出し線の内部導体部に接続し、第 2 のパッドは引出し線を構成する第 1 の導電性薄膜に接続されることを特徴とする近磁界プローブ。

【請求項 8】

複数の面を持つ支持部材を備え、該支持部材の少なくとも 2 つ以上の面に、請求項 6 または 7 記載の近磁界プローブを張り付けた構造からなることを特徴とする近磁界プローブユニット。

【請求項 9】

支持部材上に請求項 6 または 7 記載の近磁界プローブあるいは請求項 8 記載の近磁界プローブユニットを複数設け、アレー化したことを特徴とする近磁界プローブアレー。

【請求項 10】

請求項 9 記載の近磁界プローブアレーにおいて、近磁界プローブのコイルの大きさが 2 種類以上であることを特徴とする近磁界プローブアレー。

【請求項 11】

請求項 6 または 7 記載の近磁界プローブあるいは請求項 8 記載の近磁界プローブユニットあるいは請求項 9 または 10 記載の近磁界プローブアレーにアンプを接続し、さらに該アンプを計測器に接続したことを特徴とする磁界計測システム。

【請求項 12】

請求項 11 記載の磁界計測システムにおいて、各近磁界プローブを作製する基板上にパッドを設け、該パッド上にチップ部品でアンプを構成したことを特徴とする磁界計測システム。

【請求項 13】

支持部材上に請求項 6 または 7 記載の近磁界プローブあるいは請求項 8 記載の近磁界プローブユニットを複数個備え、かつ、その複数の近磁界プローブのコイルの大きさが少なく

10

20

30

40

50

とも、2種類以上であることを特徴とする近磁界プローブユニット。

【請求項14】

請求項6または7記載の近磁界プローブあるいは請求項8または13記載の近磁界プローブユニットと、その近磁界プローブあるいは近磁界プローブユニットを3次元に移動する手段と、近磁界プローブあるいは近磁界プローブユニットで得られた信号を検知する計測部から構成されたことを特徴とする磁界計測システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子写真式複写機、ファクシミリ、印刷機、パーソナルコンピュータ等の事務機器、家庭用電気機器、産業機器等、各種電気・電子機器からの電磁ノイズを検知し、また各種装置内に内在させるプリント配線基板等からのノイズを検知し、その対策に用いるEMC規制対策や電磁障害対策用検査機器に関するものであり、特に、測定対象物に近接させ、ノイズ源になる電流を特定する際に必要な近接磁界検出を行って電流を検知する所謂「近磁界プローブ」、及びその近磁界プローブを備えた「近磁界プローブユニット」及び「近磁界プローブアレー」、及びその近磁界プローブ、近磁界プローブユニット、近磁界プローブアレーを磁界計測部に備えた「磁界計測システム」に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来EMC対策には、法的規制で定められているオープンサイトや電波暗室内で10m、30m等の遠方での電磁波を定められたアンテナを用いて計測した結果から対策するやり方がある。また、これとは別にこのような認証サイト等での計測の前に近接させたプローブで対象からの電磁界を検知し、これをもって対象物への対策を行うやり方がある。以下に関連する従来技術を示す。

【0003】

特開昭58-48877号公報記載の「サーチコイル及びその製造方法」には、厚さ0.1mm~0.3mmの可撓性を持つ基板上に同心巻状コイルを張り付け、コイルの両端に撚線のケーブルを接続したサーチコイルが開示されている。また、厚さ0.03mm~0.06mmの銅などの金属箔を可撓性基板に張り付けた後、フォトリソにより同心巻状コイルの作製を行い、該コイルからの引出しはコイルの端子に撚線のケーブルを接続するサーチコイルの製造方法が開示されている。

【0004】

特開昭62-106379号公報記載の「磁界測定プローブ」には、対称なループコイルとそれに続くシールドボックス内の回路で磁界のみにより生じた信号を検出する構成の磁界測定プローブが開示されている。

【0005】

特開平7-191058号公報記載の「広帯域マイクロ波本来位置テスト装置」には、フレキシブル基板上にエッチングで形成したセンサーを設け、基板のセンサーとは反対側でエルボー形に曲げた先に出力コネクタがある構成の装置が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開昭58-48877号公報記載のサーチコイルにおいては、1mm以下位の微小なコイルを構成する場合には、撚線とコイルを接続する部分で隙間が開き、磁束が鎖交した分が誤差になる欠点がある。

また、特開昭62-106379号公報記載の磁界測定プローブにおいては、シールドはしているがコイルの作製はPCB基板上に構成しており、1mm角以下位の微小なコイル寸法を構成することは難しいという欠点がある。

また、特開平7-191058号公報記載の装置についても、コイルからの引出し線部にマイクロストリップ伝送路やコプレーナ伝送路を設けており、伝送部で磁界が鎖交し、同様に計測の誤差になる欠点がある。

10

20

30

40

50

【0007】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであって、測定対象物に近接させノイズ源になる電流を特定する際に必要な近接磁界検出を行って電流を検知する近磁界プローブ、及びその近磁界プローブを備えた近磁界プローブユニット及び近磁界プローブアレー、及びその近磁界プローブ、近磁界プローブユニット、近磁界プローブアレーを磁界計測部に備えた磁界計測システムを提供することを目的とし、特に本発明では、簡単な構成で近磁界プローブの引き出し線部への測定個所からの磁界（磁束）の鎖交を防ぐことで計測の誤差を低減することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1記載の近磁界プローブは、基板上に導電性薄膜からなる1ターンの巻き線もしくは巻き線間に絶縁層を介して複数ターンの巻き線を構成したコイルと、該コイルからの引出し線と、該引出し線が接続されるパッドとを有する近磁界プローブにおいて、前記導電性薄膜は成膜法によって形成され、かつ、前記引出し線上に成膜法によって形成された絶縁層を介して成膜法によって形成されるシールド用導電性薄膜を設け、かつ、前記パッドに同軸ケーブルの内部導体部を接続し、その内部導体部の接続部を接着性をもつ絶縁部材で覆い、その絶縁部材を介して前記接続部をシールド用の導電性部材で覆う構成としたものである。すなわち、請求項1記載の近磁界プローブでは、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減するため、引出し線上にシールド層を設けたものであり、このように引出し線上にシールド層を設けることで、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度な計測が可能となる。

【0010】

請求項2記載の近磁界プローブユニットは、複数の面を持つ支持部材を備え、該支持部材の少なくとも2つ以上の面に、請求項1記載の近磁界プローブを張り付けた構成からなる構成としたものである。従って、請求項2記載の近磁界プローブユニットでは、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度な計測が可能となり、かつ、コイルの軸方向がそれぞれ異なる複数の近磁界プローブで磁界を検知することにより、磁界のベクトル検知が可能となる。

【0011】

請求項3記載の近磁界プローブアレーは、支持部材上に請求項1記載の近磁界プローブあるいは請求項2記載の近磁界プローブユニットを複数設け、アレー化した構成としたものである。従って、請求項3記載の近磁界プローブアレーでは、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度な計測が可能となり、かつ、アレー内の各プローブで検知することで、磁界の分布計測が可能となる。

【0012】

請求項4記載の磁界計測システムは、請求項1記載の近磁界プローブあるいは請求項2記載の近磁界プローブユニットと、その近磁界プローブあるいは近磁界プローブユニットを3次元に移動する手段を備えた構成としたものである。従って、請求項4記載の磁界計測システムでは、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度な計測が可能となり、かつ、プローブあるいはプローブユニットを移動させることで、磁界の分布計測が可能となる。

【0014】

請求項5記載の磁界計測システムは、請求項3記載の近磁界プローブアレーあるいは請求項4記載の磁界計測システムに計算機を接続し、かつ測定したデータをマッピングし、ディスプレイに表示もしくは印刷する構成としたものである。従って、請求項5記載の磁界計測システムでは、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度な計測が可能となり、かつ、プローブアレーまたは磁界計測システムからの信号をパーソナルコンピュータでデータ処理を行って、マッピングした結果を得ることが可能となる。

【0015】

次に、請求項6記載の近磁界プローブは、基板上に導電性薄膜でコイルとその引出し線及

10

20

30

40

50

び引出し線が接続されるパッドを構成した近磁界プローブにおいて、前記引出し線の構造が基板上の一部分に成膜法によって形成される第1の導電性薄膜を設け、その上に成膜法によって形成される第1の絶縁層を設けた後、成膜法によって形成される第2の導電性薄膜で引出し線の内部導体部を形成し、さらに、成膜法によって形成される第2の絶縁層を引出し線の内部導体部上に設け、第2の絶縁層の上部に、成膜法によって形成される第3の導電性薄膜を設け、第1の導電性薄膜と第3の導電性薄膜が引出し線の内部導体部の両側で導通して引出し線の外部導体層を構成するものであって、かつ、前記コイルの一方の端を引出し線の内部導体部に接続し、もう一方の端を引出し線の第1あるいは第3の導電性薄膜に接続するものであって、かつ、引出し線の内部導体部のもう一方の端を第1のパッドに接続し、かつ、第1あるいは第3の導電性薄膜のもう一方の端に第2のパッドを接続し、かつ、前記第1のパッドに同軸ケーブルの内部導体部を接続し、第2のパッドに同軸ケーブルの外部導体部を接続する際に、先に接続した内部導体部を、接着性をもつ絶縁部材を介してシールド用の導電性部材で覆い、その導電性部材を第2のパッド及び、同軸ケーブルの外部導体部に切れ目なく接続した構成としたものである。すなわち、請求項6記載の近磁界プローブでは、引出し線の内部導体部を囲むように上部、下部及び側面に導電性薄膜で外部導体層を設けることで、引出し線への磁束の鎖交を防ぎ、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度な計測が可能となる。

10

【0016】

請求項7記載の近磁界プローブは、請求項6の構成に加えて、前記パッドの構造が、基板上に第1の導電性薄膜を設け、第1の導電性薄膜がその外縁で露出するように、それより小さな第1の絶縁層をその上に設け、かつ、さらにその上に第1の絶縁層よりも小さな第2の導電性薄膜で第1のパッドを構成するものであって、第1の導電性薄膜の外縁の露出している部分が第2のパッドを構成するものであり、第1のパッドは引出し線の内部導体部に接続し、第2のパッドは引出し線を構成する第1の導電性薄膜に接続される構成としたものである。従って、請求項7記載の近磁界プローブでは、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度な計測が可能となり、かつ、同軸ケーブルの内部導体接続のための第1のパッドを導体で覆うことができる構造とすることで、さらにパッドとケーブルの接続部への磁束の鎖交を低減でき、より高精度な計測が可能となる。

20

【0017】

尚、請求項6、7記載の近磁界プローブでは、内部導体部用パッドと同軸ケーブルの内部導体の接続部を導体で覆うことで、さらにパッドとケーブルの接続部への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度な計測が可能となる。

30

【0018】

請求項8記載の近磁界プローブユニットは、複数の面を持つ支持部材を備え、該支持部材の少なくとも2つ以上の面に、請求項6または7記載の近磁界プローブを張り付けた構成からなる構成としたものである。従って、請求項8記載の近磁界プローブユニットでは、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度な計測が可能となり、かつ、コイルの軸方向がそれぞれ異なる複数のプローブで、磁界を検知することで、磁界のベクトル検知が可能となる。

【0019】

請求項9記載の近磁界プローブアレーは、支持部材上に請求項6または7記載の近磁界プローブあるいは請求項8記載の近磁界プローブユニットを複数設け、アレー化した構成としたものである。従って、請求項9記載の近磁界プローブアレーでは、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度な計測が可能となり、かつ、アレー内の各プローブで検知することで、磁界の分布測定が可能となる。

40

【0020】

請求項10記載の近磁界プローブアレーは、請求項9記載の近磁界プローブアレーにおいて、近磁界プローブのコイルの大きさが2種類以上である構成としたものである。従って、請求項10記載の近磁界プローブアレーでは、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度な計測が可能となり、かつ、アレー内のコイル寸法の大きさの異なる各プロ

50

ープで検知することで、一連の測定で、大まかな磁界の分布測定に引き続いて、磁界強度の大きな領域だけを選んで、詳細な磁界の分布測定を行うことができ、測定時間の短縮が可能となる。

【0021】

請求項11記載の磁界計測システムは、請求項6または7記載の近磁界プローブあるいは請求項8記載の近磁界プローブユニットあるいは請求項9または10記載の近磁界プローブアレーにアンプを接続し、さらに該アンプを計測器に接続した構成としたものである。従って、請求項11記載の磁界計測システムでは、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度な計測が可能となり、かつ、プローブからの信号をアンプで増幅することで、微小信号を検知することが可能となる。

10

【0022】

請求項12記載の磁界計測システムは、請求項11の構成に加えて、各近磁界プローブを作製する基板の上にパッドを設け、該パッド上にチップ部品でアンプを構成したものである。従って、請求項12記載の磁界計測システムでは、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度な計測が可能となり、かつ、磁界を検知する各プローブのコイルの近傍において、プローブからの信号をアンプ部により増幅することで、さらにS/N比が向上でき、微小信号の測定が可能となる。

【0023】

請求項13記載の近磁界プローブユニットは、支持部材上に請求項6または7記載の近磁界プローブあるいは請求項8記載の近磁界プローブユニットを複数個備え、かつ、その複数の近磁界プローブのコイルの大きさが少なくとも、2種類以上である構成としたものである。従って、請求項13記載の近磁界プローブユニットでは、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度な計測が可能となり、かつ、一連の測定で、広い領域を測定できる大きなコイル寸法のプローブでの大まかな磁界分布の測定に引き続いて、より小さなコイル寸法のプローブで、磁界強度の大きな分布領域だけを選んで、詳細な磁界の分布計測を行うことで、測定時間を短縮することが可能となる。

20

【0024】

請求項14記載の磁界計測システムは、請求項6または7記載の近磁界プローブあるいは請求項8または13記載の近磁界プローブユニットと、その近磁界プローブあるいは近磁界プローブユニットを3次元に移動する手段と、近磁界プローブあるいは近磁界プローブユニットで得られた信号を検知する計測部から構成されたものである。従って、請求項14記載の磁界計測システムでは、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度な計測が可能となり、かつ、プローブあるいはプローブユニットを移動することで、磁界の分布計測が可能となる。

30

【0025】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

【0026】

(実施例1)

まず、第1の実施例を示す。図1は第1の実施例を示す近磁界プローブの構成説明図であって、(A)は近磁界プローブの平面図、(B)、(C)、(D)はそれぞれ(A)のA-A断面に相当する近磁界プローブの概略断面図である。図1(A)、(B)に示すように、近磁界プローブ1は基板2上に導電性薄膜で形成された1ターンもしくは複数ターンの薄膜コイル(以下、コイルと記す)3と引出し線4及びパッド5で構成される。コイル3で検知した磁界信号は引出し線4に伝達され、パッド5に接続される同軸ケーブル等を介してスペクトラムアナライザーなどの検知装置(図示せず)に伝達される。

40

尚、図1(A)の例では薄膜コイル3は空心コイルで図示しているが、薄膜コイルに鎖交するように該コイル内に薄膜磁性体もしくは微小なチップ形状をもった磁性体を配置することもでき、コイル内に磁性体を配置することで高周波透磁率を向上させて、近磁界プローブの感度を増加させることが可能である。また、このようにコイル内に磁性体を配置す

50

る場合があることは、後述する各実施例の近磁界プローブのコイル部でも同様である。

【0027】

次に近磁界プローブ1の作製方法の一例としては、コイル3が1ターンの場合、まず、石英基板上にスパッタ法によりAlの薄膜を成膜した後、一般的なフォトリソグラフィ技術と、 $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$ を用いたウェットエッチングによりコイル3と引出し線4とパッド5を形成する。次にスパッタ法による SiO_2 膜の成膜と一般的なフォトリソグラフィ技術と $\text{CF}_4 + \text{H}_2$ を用いたRIE (Reactive Ion Etching) により引出し線5上に絶縁層6を形成し、その絶縁層6の上にコイル、引出し線、パッドの形成プロセスと同様のプロセスでAl薄膜からなるシールド用金属薄膜7を形成する。また、コイル3が複数ターンの場合には、1ターン目の製作の後、 SiO_2 をコイル上に成膜し、スルーホールを開けて、2ターン目を形成し、3ターン目以降も同様に形成する。コイル部分の形成後、1ターンの場合と同様に引出し線4とパッド5を形成し、引出し線5上に絶縁層6を形成した後、その上にAl薄膜からなるシールド用金属薄膜7を形成する。このように引出し線4上に絶縁層6介して金属薄膜7でシールド層を形成することにより、引出し線部に鎖交する磁束を減少することができ、高精度な測定ができる。

10

【0028】

尚、コイル3、引出し線4、パッド5を形成する材料としてはAlの他、Ag, Au, Pt等の金属材料やその他の導電性材料でもよい。また、基板2としては石英以外の絶縁基板や、ポリエチレンテレフタレートやポリイミドなどのフレキシブル絶縁基板でもよい。Al等の導電性薄膜の成膜法はスパッタ法その他、蒸着法などの他の成膜方法でもよい。 SiO_2 等の絶縁層の成膜法もスパッタ法その他、EB (Electron Beam) 蒸着法やCVD (Chemical Vapor Deposition) 法などの他の成膜方法でもよい。絶縁層材料としては SiO_2 の他に Si_3N_4 などの他の絶縁材料でもよい。絶縁層のエッチングとしてはウェットエッチングでもよいが、基板もエッチングされる場合には基板の裏面をレジストなどで保護する必要がある。

20

【0029】

図1(A), (B)に示したように、シールド用金属薄膜7を引出し線3の上面に設けることで引出し線部に鎖交する磁束の低減が有効となるが、図1(C)に示すように、基板2の裏側にもシールド用金属薄膜7を設けて、両面にシールドを設置することでさらに磁束の低減が有効となる。あるいは図1(D)に示すように、引出し線4を形成する前に金属薄膜7でシールド層を基板2上に形成し、その上に絶縁層6を介して引出し線4及び上部シールド層を形成し、引出し線4の両面にシールドを設置することでさらに磁束の低減が有効となる。

30

【0030】

次に第1の実施例の別の例として、近磁界プローブのより具体的な構成及び作製方法を示す。図2は第1の実施例の別の例を示す近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図であり、本実施例の近磁界プローブ1'は図2(A), (B), (C)の順に各工程を経て作製される。尚、各工程の図には平面図と断面図を合わせて表示してある。この近磁界プローブ1'は、基板23上にAl等の金属からなる第1の導電性薄膜24でコイル24Aと、その引出し線となるコプレーナ伝送路の内部導体部24Bと外部導体部24C、及び内部導体部24Bと外部導体部24Cが接続されるパッド部24Dを構成したものであり、さらに第1の導電性薄膜24からなる内部導体部24Bと外部導体部24Cの上に絶縁層25を介してシールド用の第2の導電性薄膜26を設けたものである。尚、導電性薄膜や絶縁層の成膜方法としては、スパッタ法や真空蒸着法等の真空成膜法が適当である。

40

【0031】

近磁界プローブ1'の作製方法の例としては、まず、石英基板23上に、コイル24A及びコプレーナ伝送路の内部導体部24Bと外部導体部24C及びパッド部24Dの形成のための第1の導電性薄膜24として、スパッタ法によりAlの薄膜の成膜を行う。その後、一般的なフォトリソグラフィ技術と、 $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2$

50

〇等を用いたウェットエッチングによりコイル24A及び伝送路の内部導体部24Bと外部導体部24C及びパッド部24Dを形成する(図2(A))。次にスパッタ法によるSiO₂膜の成膜と一般的なフォトリソグラフィ技術とCF₄+H₂等を用いたRIEによりコイル24Aの一部及び伝送路の内部導体部24Bと外部導体部24Cの上に絶縁層25を形成する(図2(B))。そして第2の導電性薄膜26を、第1の導電性薄膜24の形成プロセスと同様にA1で絶縁層25の上に成膜した後、上記と同様なフォトリソグラフィ技術とウェットエッチングにより余分な部分を除去しシールド層として形成する(図2(C))。

【0032】

尚、コイル24A、引出し線となる伝送路の内部導体部24Bと外部導体部24C、パッド部24Dを形成する材料としてはA1の他、Ag, Au, Pt等の金属材料やその他の導電性材料でもよい。また、基板23としては石英以外の絶縁基板や、ポリエチレンテレフタレートやポリイミドなどのフレキシブル絶縁基板でもよい。A1等の導電性薄膜の成膜法はスパッタ法、蒸着法などの他の成膜方法でもよい。A1等の導電性薄膜のエッチング法はRIE等のドライエッチング法でもよい。SiO₂等の絶縁層25の成膜法もスパッタ法、EB蒸着法やCVD法などの他の成膜方法でもよい。絶縁層材料としてはSiO₂の他にSi₃N₄などの他の絶縁材料でもよい。絶縁層のエッチングとしてはウェットエッチングでもよいが、基板もエッチングされる場合には基板の裏面をレジストなどで保護する必要がある。

【0033】

(実施例2)

次に第2の実施例を示す。図3は第2の実施例を示す近磁界プローブの平面図である。図3に示す近磁界プローブは、実施例1に示した方法で作製した近磁界プローブ1のパッド5に、一例として、被覆導線で巻き線を、フェライトでコアを作製したインピーダンス変換用トランス8を接続したものである。これにより、計測器とのインピーダンスマッチングが容易になるので、高精度でかつ、高周波帯域の計測が可能となる。

【0034】

(実施例3)

次に第3の実施例を示す。図4は第3の実施例を示す近磁界プローブユニットの要部斜視図である。図4に示す近磁界プローブユニット9は、実施例1に示した構成の近磁界プローブ1を複数の面を持つプローブ支持部材10の少なくとも2つ以上の面に張り付けた構成としたものである。プローブ支持部材10の複数の面はそれぞれ異なる方向を向いているため、少なくとも2つ以上の面に張り付けたそれぞれの近磁界プローブ1で磁界を検知することにより高精度に計測でき、かつ、ベクトル検知が可能となる。尚、本実施例では、実施例1に示した構成の近磁界プローブ1を用いた構成を示したが、実施例2に示した構成の近磁界プローブをプローブ支持部材10の少なくとも2つ以上の面に張り付けた構成としてもよい。

【0035】

(実施例4)

次に第4の実施例を示す。図5は第4の実施例を示す近磁界プローブアレーの斜視図である。図5に示す近磁界プローブアレー11は、プローブ支持基板12上に実施例1に示した構成の近磁界プローブ1を複数一定の間隔で配置してアレー化した構成としたものである。このように複数配置してアレー化した各プローブ1で、測定対象支持基板13上の測定対象物14からの磁界を計測することにより、高精度でかつ、磁界分布の計測が可能となる。尚、本実施例では、実施例1に示した構成の近磁界プローブ1を用いた構成を示したが、プローブ支持基板12上に、実施例2に示した構成の近磁界プローブ、あるいは実施例3に示した構成の近磁界プローブユニットを複数配置してアレー化した構成としてもよい。

【0036】

(実施例5)

次に第5の実施例を示す。図6は第5の実施例を示す磁界計測システムの概略構成図である。図6に示す磁界計測システムは、実施例1に示した構成の近磁界プローブ1を、3次元に移動する手段であるXYZステージ16に固定したものである。XYZステージ16は基台18に固定された支持部材15に支持されており、基台18上の固定台17には測定対象物14が固定される。従って、XYZステージ16で測定対象物14の目的の位置に3次元（もちろん1，2次元でもよい）で近磁界プローブ1を移動させて、計測することができ、高精度でかつ、磁界分布の計測が可能となる。尚、本実施例では、実施例1に示した構成の近磁界プローブ1を用いた構成を示したが、XYZステージ16に、実施例2に示した構成の近磁界プローブ、あるいは実施例3に示した構成の近磁界プローブユニットを固定した構成としてもよい。

10

【0037】

(実施例6)

次に第6の実施例を示す。図7は第6の実施例を示す磁界計測システムの概略構成図である。図7に示す磁界計測システムは、実施例1に示した構成の近磁界プローブ1を、実施例5と同様の構成のXYZステージ16に固定し、さらに近磁界プローブ1にアンプ19を接続し、アンプ19で増幅した出力をスペクトラムアナライザー等の検出器20に接続するシステムとしたものである。このように近磁界プローブ1からの信号をアンプ19で増幅することにより、高精度で、かつ、微小な信号を検知することができる。尚、本実施例では、実施例1に示した構成の近磁界プローブ1を用いた構成を示したが、XYZステージ16に、実施例2に示した構成の近磁界プローブ、あるいは実施例3に示した構成の近磁界プローブユニットを固定し、プローブにアンプを接続する構成としてもよい。

20

【0038】

(実施例7)

次に第7の実施例を示す。図8は第7の実施例を示す磁界計測システムの概略構成図である。図8に示す磁界計測システムは、実施例6に示した磁界計測システムに、パーソナルコンピュータ等のデータ処理装置21を接続させたものである。より具体的には、実施例6と同様に、実施例1に示した構成の近磁界プローブ1を、実施例5と同様の構成のXYZステージ16に固定し、さらに近磁界プローブ1にアンプ19を接続し、アンプ19で増幅した出力をスペクトラムアナライザー等の検出器20に接続するシステムに、さらに検出器20からのデータ出力を処理するパーソナルコンピュータ等のデータ処理装置21を接続した磁界計測システムであり、データ処理装置21でXYZステージ16による近磁界プローブ1の移動を制御して、測定対象物14からの磁界のデータを各点で得た後、近磁界プローブ1からの信号強度に応じてマッピングし、強度分布表示をディスプレイ上に行うか、またはプリンター22を接続させて必要に応じてディスプレイと同様の内容を同時に印刷する構成としたものである。図9は上記磁界計測システムによる測定からマッピング表示、印刷に至るまでの動作の一例を示したブロックダイアグラムであり、このような動作は図8に示す磁界計測システムのデータ処理装置21によって自動制御することができる。

30

【0039】

以上のように、図8に示す構成の磁界計測システムにより、高精度の計測ができ、かつ、磁界分布の様子が把握し易くなる。

40

尚、本実施例では、実施例6（実施例5を含む）に示した磁界計測システムに、パーソナルコンピュータ等のデータ処理装置21を接続させた例を示したが、実施例4に示した近磁界プローブアレーにアンプ19、検出器20、データ処理装置21を接続し、かつ、測定したデータをマッピングしディスプレイに表示もしくは印刷する磁界計測システムとしてもよい。

【0040】

(実施例8)

次に第8の実施例を示す。図10及び図11は第8の実施例を示す近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図であり、本実施例の近磁界プローブ30Aは、図10(A)，(B

50

), (C)、図11(A), (B)の順に各工程を経て作製される。尚、各工程の図には平面図と断面図を合わせて表示してある。この近磁界プローブ30Aは、基板上に導電性薄膜でコイルとその引出し線及び引出し線が接続されるパッドを構成したものであり、引出し線の構造が基板31上の一部分に第1の導電性薄膜32を設け、その上に第1の絶縁層33を設けた後、第2の導電性薄膜34で引出し線の内部導体部36を形成し、さらに、第2の絶縁層38を引出し線の内部導体部36上に設け、第2の絶縁層38の上部に、第3の導電性薄膜41を設け、第1の導電性薄膜32と第3の導電性薄膜41が引出し線の内部導体部36の両側で導通して引出し線の外部導体層を構成するものであり、かつ、コイル35の一方の端を引出し線の内部導体部36に接続し、もう一方の端を引出し線の第1あるいは第3の導電性薄膜(32, 41)に接続するものであり、かつ、引出し線の内部導体部36のもう一方の端を第1のパッド37に接続し、かつ、第1あるいは第3の導電性薄膜(32, 41)のもう一方の端に第2のパッド42を接続した構成としたものである。

10

【0041】

本実施例の近磁界プローブの作製方法の一例としては、まず、石英基板31上に、第1の導電性薄膜としてスパッタ法によるAlの薄膜成膜と一般的なフォトリソグラフィ技術と、 $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$ を用いたウェットエッチングにより、第1の導電性薄膜32を設ける(図10(A))。次にスパッタ法による SiO_2 膜の成膜と一般的なフォトリソグラフィ技術と、 $\text{CF}_4 + \text{H}_2$ を用いたRIEにより、第1の導電性薄膜32上に外部導体層の外縁より内側に第1の絶縁層33を形成する(図10(B))。次に第2の導電性薄膜34を第1の導電性薄膜32と同様にAlで成膜し、コイル35と引出し線の内部導体部36と第1のパッド37を形成する(図10(C))。尚、引出し線の内部導体部36と第1のパッド37は第1の絶縁層33の上に構成する。また、コイル35は、一方の端を第1の導電性薄膜32の外縁部に接続し、他の端を引出し線の内部導体部36と接続し、引出し線の内部導体部36はさらに第1のパッド37に接続する。

20

【0042】

次に、第2の絶縁層38を第1の絶縁層33と同様に SiO_2 で成膜するが、第2の絶縁層38は、第1のパッド37への接続のためのスルーホール39となる第1のパッド上部と、第2のパッド42を形成するための第1の導電性薄膜32の後端部分(第2のパッド形成用スルーホール40の部分)を除いて、ほぼ第1の絶縁層33と同様の大きさで設ける(図11(A))。次に第3の導電性薄膜41を第1、第2の導電性薄膜32, 34と同様にAlで成膜し、引出し線の内部導体部36の上部に第1及び第2の絶縁層33, 38より広く構成し、第1の導電性薄膜32と第3の導電性薄膜41が外縁部で導通するように構成する。また、この際、第2のパッド形成用スルーホール40部分に第2のパッド42を形成する(図11(B))。

30

【0043】

以上のようにして作製された図11(B)に示す構成の近磁界プローブ30Aでは、引出し線の内部導体部36を囲むように上部、下部及び側面に第1及び第3の導電性薄膜32, 41で外部導体層を設けたことにより、引出し線に鎖交する磁束を減少することができ、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度な測定ができる。

40

尚、上記の作製方法ではコイル35は第2の導電性薄膜34で形成したが、コイル35は第1及び第3の導電性薄膜32, 41で構成してもよい。

【0044】

第8の実施例の別の例として、近磁界プローブを図12, 13に示すような構成とすることもできる。図12, 13は近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図であり、基本的には図10, 11と同様であるが、この例では、コイル35と第1の導電性薄膜32との接続部、及び、第1の導電性薄膜32と第3の導電性薄膜41の接続部の構成が上記の例とは異なっている。すなわち、図12, 13に示す近磁界プローブ30Bの作製方法では、まず、上述の作製方法と同様に、基板31上に第1の導電性薄膜32、第1の絶縁層3

50

3を形成した後、第1の絶縁層33にスルーホール43を形成し(図12(A),(B))、第2の導電性薄膜34によりコイル35、引出し線の内部導体部36、第1のパッド37を形成する際に、コイル35の一端側は上記スルーホール43を介して第1の導電性薄膜32に接続する(図12(C))。そして、第2の絶縁層38の形成の後、引出し線の内部導体部36の両側の第1、第2の絶縁層33, 38にスルーホール44を設け(図13(A))、その後、第2の絶縁層38上に第3の導電性薄膜41を成膜し、先程のスルーホール44を介して第1の導電性薄膜32と第3の導電性薄膜41が導通するように構成した(図13(B))。

【0045】

図13(B)に示す構成の近磁界プローブ30Bにおいても、引出し線の内部導体部36を囲むように上部、下部及び両側のスルーホール44に第1及び第3の導電性薄膜32, 41で外部導体層を設けたことにより、引出し線に鎖交する磁束を減少することができ、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度な測定ができる。

【0046】

尚、上記の実施例において、コイル、引出し線、パッドを構成する材料としてはAlの他に、Au, Ag, Pt等の金属材料やその他の導電性材料でもよい。また、絶縁層材料としてはSiO₂の他に、Si₃N₄などの他の絶縁材料でもよい。また、基板としては石英以外の絶縁基板や、ポリエチレンテレフタレートやポリイミドなどのフレキシブル絶縁基板でも良い。導電性薄膜の成膜法はスパッタ法その他、蒸着法などの他の成膜方法でもよい。絶縁層の成膜法もスパッタ法その他、EB蒸着法やCVD法など他の成膜方法でもよい。導電性薄膜のエッチングとしては、ドライエッチングでもよい。絶縁層のエッチングとしてはウェットエッチングでもよいが、基板もエッチングされる場合には基板の裏面をレジストなどで保護する必要がある。

【0047】

(実施例9)

次に第9の実施例を示す。図14及び図15は第9の実施例を示す近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図であり、本実施例の近磁界プローブ30Cは、図14(A),(B),(C)、図15(A),(B)の順に各工程を経て作製される。尚、各工程の図には平面図と断面図を合わせて表示してある。本実施例の近磁界プローブの構成は基本的には実施例8の近磁界プローブと同様であるが、第2のパッド45の構成が異なる。

【0048】

本実施例の近磁界プローブの作製方法の一例としては、実施例8と同様にして、石英基板31上に、Alにより第1の導電性薄膜32を設ける(図14(A))。次に実施例8と同様にして第1の導電性薄膜32の外縁より内側にSiO₂で第1の絶縁層33を形成する(図14(B))。さらに第2の導電性薄膜34を実施例8と同様に成膜し、コイル35と、引出し線の内部導体部36と、第1のパッド37を形成する。この際、引出し線の内部導体部36と第1のパッド37は第1の絶縁層33の上に構成する。コイル35は、一方の端を第1の導電性薄膜32の外縁部に接続し、他の端を引出し線の内部導体部36と接続し、引出し線の内部導体部36をさらに第1のパッド37に接続する(図14(C))。

【0049】

第2の絶縁層38は第1の絶縁層33と同様にSiO₂で成膜し、第1のパッド37への接続のためのスルーホール39となる第1のパッド上部を除いて、ほぼ第1の絶縁層33と同様の大きさで設ける(図15(A))。次に第3の導電性薄膜41を第1、第2の導電性薄膜32, 34と同様にAlで成膜し、第1及び第2の絶縁層33, 38より広く構成し、引出し線の第1の導電性薄膜32と第3の導電性薄膜41が外縁部で導通するように構成し、かつ、第3の導電性薄膜41に第1のパッド37を囲むように開口部45aを形成し、第1のパッド37と第3の導電性薄膜41が接続しないように構成する。そして、第1のパッド27の周囲にある第1の導電性薄膜32または第3の導電性薄膜41を第2のパッド42とする(図15(B))。

【0050】

以上のような構成としたことで、引出し線の内部導体部36が第1、第2の導電性薄膜32, 41からなる外部導体層で覆われると共に、第1のパッド37は第1、第2の絶縁層33, 38を介して、その周囲及び下部が第1、第2の導電性薄膜32, 41で覆われるため、パッドとケーブルの接続部への磁束の鎖交をより低減することができる近磁界プローブが実現でき、より高精度な計測が可能となる。

【0051】

尚、上記実施例において、コイル35は第2の導電性薄膜34で形成したが、コイル35は第1及び第3の導電性薄膜32, 41で構成してもよい。

また、上記において、第1、第2の絶縁層33, 38の形成の後、図13と同様に、引出し線の内部導体部36の両側の第1、第2の絶縁層33, 38にスルーホールを設け、第3の導電性薄膜41を成膜し、先程のスルーホールを介して第1の導電性薄膜32と第3の導電性薄膜41が導通するように構成することもできる。

【0052】

上記実施例において、コイル、引出し線、パッドを構成する材料としてはA1の他に、Au, Ag, Pt等の金属材料やその他の導電性材料でもよい。また、絶縁層材料としてはSiO₂の他に、Si₃N₄などの他の絶縁材料でもよい。また、基板としては石英以外の絶縁基板や、ポリエチレンテレフタレートやポリイミドなどのフレキシブル絶縁基板でもよい。導電性薄膜の成膜法はスパッタ法その他、蒸着法などの他の成膜方法でもよい。絶縁層の成膜法もスパッタ法その他、EB蒸着法やCVD法など他の成膜方法でもよい。導電性薄膜のエッチングとしては、ドライエッチングでもよい。絶縁層のエッチングとしてはウェットエッチングでもよいが、基板もエッチングされる場合には基板の裏面をレジストなどで保護する必要が有る。

【0053】

(実施例10)

次に第10の実施例を示す。図16は第10の実施例を示す近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図であり、本実施例の近磁界プローブは、図16の(A)～(D)に示すように、実施例8あるいは実施例9に示した構成の近磁界プローブに、同軸ケーブルを接続したものである。尚、図16の(A)～(D)には近磁界プローブの平面図と断面図を合わせて表示してある。

【0054】

本実施例では、近磁界プローブ30の構成として例えば実施例9の構成の近磁界プローブを用い(図16(A))、その近磁界プローブ30への同軸ケーブル46の接続方法としては、該プローブ30の第1のパッド37に同軸ケーブル46の内部導体部46aを接続し、同様に第2のパッド42に同軸ケーブル46の外部導体部46bを接続し(図16(B))、先に接続した内部導体部46aと第1のパッド37をアラルダイト接着剤47を用いて絶縁層として覆う(図16(C))。次にそのアラルダイト接着剤47からなる絶縁層を、フレキシブルなフィルム上に金属箔を形成した導電性部材48で覆う。そして、その導電性部材48を第2のパッド42及び、同軸ケーブル46の外部導体部46bに切れ目なく接続し完成する(図16(D))。このように、第1のパッド37と同軸ケーブル46の内部導体部46aとの接続部を導電性部材48で覆うことで、さらに第1のパッドとケーブルの接続部への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度な計測が可能となる。

【0055】

尚、第1のパッド37と同軸ケーブル46の内部導体部46aの接続及び、第2のパッド42と同軸ケーブル46の外部導体部46bの接続は、導電性接着剤、はんだ付け等である。また、アラルダイト接着剤47を絶縁層としたが、絶縁層は空間でもよいし、他の絶縁材でもよい。また、導電性部材48は適当な形状の金属部材に変えることが可能である。図17はその一例を示すものであり、先に接続した内部導体部46aと第1のパッド37をアラルダイト接着剤47を用いて絶縁層として覆い(図17(A))、そのアラルダ

イト接着剤 47 からなる絶縁層を金属部材 49 で覆う構成としたものである（図 17（B））。また、金属部材に代えて導電性接着剤で覆うことでも同様の効果が得られる。

【0056】

（実施例 11）

次に第 11 の実施例を示す。図 18 は第 11 の実施例を示す近磁界プローブユニットの要部斜視図である。図 18 に示す近磁界プローブユニット 50 は、実施例 8 または 9 または 10 に示した構成の近磁界プローブ 30（30A, 30B, 30C）を複数の面を持つプローブ支持部材 51 の少なくとも 2 つ以上の面に張り付けた構成としたものである。プローブ支持部材 10 の複数の面はそれぞれ異なる方向を向いているため、少なくとも 2 つ以上の面に張り付けたそれぞれの近磁界プローブ 30 で磁界を検知することにより高精度に計測でき、かつ、ベクトル検知が可能となる。

10

また、3次元方向のXYZ成分を検知する場合には、少なくとも3個以上の近磁界プローブ 30 が必要で、支持部材 51 のプローブ 30 を張り付ける面が互いに直交していることが望ましいが、面が互いに直交していない場合でも互いの位置関係から補正して、XYZ成分を求めることができる。

【0057】

（実施例 12）

次に第 12 の実施例を示す。図 19 は第 12 の実施例を示す近磁界プローブアレーの斜視図である。図 19 に示す近磁界プローブアレー 52 は、プローブ支持基板 53 上に、実施例 8 または 9 または 10 に示した構成の近磁界プローブ 30 あるいは実施例 11 に示した構成の近磁界プローブユニット 50 を複数一定の間隔で配置してアレー化した構成としたものである。尚、図 19 には実施例 8 の構成の近磁界プローブを配置した例で示している。また、測定対象物 55 は測定対象支持基板 56 上に固定して、近磁界プローブアレー 52 に対向する位置に配設する。そして、各プローブ 30 を用いて各点での磁界を検出する。各プローブ 30 は同軸ケーブル 46 及び切り替えスイッチ 54 を介して図示しない計測器に接続され、各プローブ 30 からの信号を切り替えスイッチ 54 で切り替えて、後段の計測器で検出することで、高精度に測定対象物 55 からの磁界の分布を計測することができる。

20

【0058】

（実施例 13）

次に第 13 の実施例を示す。図 20 は第 13 の実施例を示す近磁界プローブアレーの斜視図である。本実施例の近磁界プローブアレーは、プローブ支持基板 53 上に、実施例 8 または 9 または 10 に示した構成の近磁界プローブ 30 あるいは実施例 11 に示した構成の近磁界プローブユニット 50 を複数配置してアレー化するものであるが、近磁界プローブのコイルの大きさが2種類以上ある構成となっている。図 20 に示す近磁界プローブアレー 57 は、実施例 8 の構成でコイル寸法の小さなコイル 35-a を有する近磁界プローブ 30-a と、コイル寸法の大きなコイル 35-b を有する近磁界プローブ 30-b を複数配置した例である。

30

【0059】

図 20 に示す構成の近磁界プローブアレー 57 のように、複数配置したアレー内のコイル寸法の大きさの異なる各プローブ 30-a, 30-b で検知することにより、例えば、磁界強度の大きな個所を特定したい場合に、一連の測定で広い領域を測定できる大きなコイル寸法の近磁界プローブ 30-b で行う大まかな磁界分布の測定に引き続いて、より小さなコイル寸法の近磁界プローブ 30-a で、磁界強度の大きな分布領域だけを選んで、詳細な磁界の分布計測を行うことで、始めから小さなコイル寸法の近磁界プローブで計測する場合に比べ、測定時間が短縮でき、かつ、高精度に計測できる。

40

【0060】

（実施例 14）

次に第 14 の実施例を示す。図 21 は第 14 の実施例を示す磁界計測システムの概略構成図である。本実施例の磁界計測システムは、実施例 8 または 9 または 10 に示した構成の

50

近磁界プローブあるいは実施例 1 1 に示した構成の近磁界プローブユニットあるいは実施例 1 2 または 1 3 に示した構成の近磁界プローブアレーにアンプを接続した構成とするものである。図 2 1 は、一例として実施例 8 と同様に作製した近磁界プローブ 3 0 にアンプ 5 8 を接続し、アンプ 5 8 により増幅したプローブからの信号出力をスペクトラムアナライザー 5 9 に接続した構成の磁界計測システムとした例である。図 2 1 のような構成とすることにより、測定対象物からの磁界強度が微小なときにも、近磁界プローブ 3 0 からの信号をアンプ 5 2 で増幅することにより、高精度で、かつ、微小な信号を検知できる。

【0061】

(実施例 1 5)

次に第 1 5 の実施例を示す。本実施例は、実施例 1 4 のように、実施例 8 または 9 または 1 0 に示した構成の近磁界プローブあるいは実施例 1 1 に示した構成の近磁界プローブユニットあるいは実施例 1 2 または 1 3 に示した構成の近磁界プローブアレーに、アンプを接続した構成とするものであるが、各プローブを作製する基板上にアンプ接続用のパッドを設け、チップ部品でアンプを構成するものである。

図 2 2 及び図 2 3 は第 1 5 の実施例を示す図であって、近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図であり、ここでは実施例 8 と同様の構成の近磁界プローブの基板上にパッドを形成しアンプを実装する際の工程を示したものである。尚、図 2 2 (A)、(B) 及び図 2 3 (A)、(B) には各工程での近磁界プローブの平面図と断面図を合わせて表示してある。

【0062】

本実施例では、まず実施例 8 と同様のプロセスで、第 2 の導電性薄膜でコイル、引出し線の内部導体部 3 6 及び第 1 のパッド 3 7 を形成する際に、チップ部品で構成されたアンプを接続するためのパッド 6 0 a、6 0 b、6 0 c を同一基板上に形成する (図 2 2 (A))、そして、第 2 の絶縁層 3 8 を形成した際に、各パッドの上部の絶縁層にはパッド接続用スルーホール 6 1 を形成する (図 2 2 (B))。尚、アンプ接続用のパッドのうち、6 0 a はアンプ電源用及び DC 電源接続用パッド、6 0 b は増幅信号出力及び同軸ケーブルの内部導体接続用パッド、6 0 c はアンプ用グラウンド及び DC 電源グラウンド接続用パッドであり、第 1 のパッド 3 7 にはアンプの信号入力端子が接続される。

【0063】

上記のようにして、チップ部品で構成されたアンプを接続するためのパッド 6 0 a、6 0 b、6 0 c を同一基板上に設けた近磁界プローブ 3 0 ' を作製した後、各パッド 3 7、6 0 a、6 0 b、6 0 c にチップ部品で構成されたアンプ 6 2 を接続し (図 2 3 (A))、駆動のための DC 電源 6 3 及び電源グラウンド 6 4 をパッド 6 0 a、6 0 c に接続する。そして、アンプ 6 2 からの信号取出し用に、同軸ケーブル 4 6 の内部導体をパッド 6 0 b に、外部導体を第 2 のパッド 4 2 にそれぞれ接続した構成とする (図 2 3 (B))。

【0064】

図 2 3 (B) に示す構成の近磁界プローブ 3 0 ' では、実施例 8 に示した構成の近磁界プローブと同様に引出し線に鎖交する磁束を減少でき、より高精度な計測が可能となると共に、アンプ 6 2 をコイル 3 5 の近傍に配置して増幅できるため、さらに、S/N 比が向上でき、微小信号を測定可能となる。従って、このような構成の近磁界プローブ 3 0 ' を備えた磁界計測システムでは、測定対象物からの磁界強度が微小なときにも、近磁界プローブ 3 0 ' からの信号はアンプ 6 2 で増幅して出力されるため、高精度な計測を行うことができる。

【0065】

(実施例 1 6)

次に第 1 6 の実施例を示す。図 2 4 は第 1 6 の実施例を示す図であって、磁界計測システムの概略構成図である。本実施例では、支持部材 6 8 a 上に実施例 8 または 9 または 1 0 に示す構成の近磁界プローブあるいは実施例 1 1 に示す構成の近磁界プローブユニットを複数個備え、かつ、その複数個の近磁界プローブのコイルの大きさが少なくとも 2 種類以

10

20

30

40

50

上である構成とした近磁界プローブユニット68を用い、その近磁界プローブユニット68の支持部材68aをXYZステージ67に固定したものである。図24には、実施例8の構成でコイル寸法の小さなコイルを有する近磁界プローブ30-aと、コイル寸法の大きなコイルを有する近磁界プローブ30-bを支持部材68a上に配置した近磁界プローブユニット68の例で示している。XYZステージ67は基台65に固定されたステージ支持部材66に支持されており、そのステージ支持部材66の上部には測定対象物支持基板69が固定され、測定対象物55はその支持基板69に固定される。従って、XYZステージ67で測定対象物55に対する目的の位置にコイル寸法の異なる複数の近磁界プローブ30-a、30-bを有するユニット68を移動させて計測することができる。

【0066】

例えば、図25に上記近磁界プローブユニット68を用いた磁界計測システムの測定動作の一例をブロックダイアグラムで示すが、測定対象物55の磁界強度の大きな個所を特定したい場合に、XYZステージ67でプローブユニット68を移動しての一連の測定で、まず、広い領域を測定できる大きなコイル寸法の近磁界プローブ30-bで、大まかな磁界分布の測定と分布計算を行い、磁界強度の大きな領域を決定した後、引き続いて、より小さなコイル寸法の近磁界プローブ30-aで、磁界強度の大きな分布領域だけを選んで、詳細な磁界の分布計測を行うことで、始めから小さなコイル寸法のプローブで細かく計測する場合に比べ、測定時間を短縮でき、かつ、高精度に計測できる。

【0067】

また、図24では、コイル寸法の異なる近磁界プローブ30-a、30-bを別々に形成し支持部材68aに搭載したプローブユニット68の例を示しているが、第16の実施例の別の例として、コイル寸法の異なる近磁界プローブを同一の支持基板に作製した近磁界プローブユニットとすることもできる。図26はその一例を示す近磁界プローブユニット70の平面図であり、同一の支持基板70a上にコイル寸法の小さなコイル35-aを有する近磁界プローブ30-aと、コイル寸法の大きなコイル35-bを有する近磁界プローブ30-bを並列して形成したものである。この例の場合、大小のコイルが重なり合う部分があるが、小さなコイル35-aと大きなコイル35-bの間には、コイル作製時に絶縁層71が介在されており、大小のコイルの重なり合う部分での短絡が防止されている。

【0068】

(実施例17)

次に第17の実施例を示す。図27は第17の実施例を示す磁界計測システムの概略構成図である。本実施例の磁界計測システムは、実施例8または9または10に示す構成の近磁界プローブあるいは実施例11または16に示す構成の近磁界プローブユニットが固定された支持部材72をXYZステージ67に接続し、かつ近磁界プローブあるいは近磁界プローブユニットからの信号出力を同軸ケーブル46を介してスペクトラムアナライザー59に接続したシステムとしたものである。尚、図27は、実施例8で作製した近磁界プローブ30を支持部材72に固定した例を示している。

【0069】

XYZステージ67は基台65に固定されたステージ支持部材66に支持されており、そのステージ支持部材66の上部には測定対象物支持基板69が固定され、測定対象物55はその支持基板69に固定される。従って、XYZステージ67で測定対象物55に対する目的の位置に3次元（もちろん1，2次元でも）で近磁界プローブ30を移動させてスペクトラムアナライザー59で計測することにより、高精度にかつ、磁界分布の計測ができる。

また、図示していないが、スペクトラムアナライザー59及びXYZステージ67をパーソナルコンピュータ等からなるデータ処理装置と接続させることにより、データ処理装置で、XYZステージ67による近磁界プローブ30の移動と、スペクトラムアナライザー59による計測を制御して、磁界分布等の自動計測を行うことが可能となる。また、データ処理装置により、測定したデータをマッピングしてディスプレイに表示したり、その表示内容をプリンターで印刷する構成とすることも可能である。

【0070】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1記載の近磁界プローブでは、コイルからの引出し線に絶縁層を介してシールド用導電性薄膜を設け、かつ、前記パッドに同軸ケーブルの内部導体部を接続し、その内部導体部の接続部を接着性をもつ絶縁部材で覆い、その絶縁部材を介して前記接続部をシールド用の導電性部材で覆う構成としたので、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度に近磁界を計測することができる。

【0072】

請求項2記載の近磁界プローブユニットでは、複数の面を持つ支持部材の少なくとも2つ以上の面に請求項1の構成の近磁界プローブを張り付けた構造からなる構成としたので、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度に近磁界の計測を行うことができ、かつ、コイルの軸方向がそれぞれ異なる複数の近磁界プローブで磁界を検知することにより、磁界のベクトル検知を行うことができる。

10

【0073】

請求項3記載の近磁界プローブアレーでは、支持部材上に請求項1の近磁界プローブあるいは請求項2の近磁界プローブユニットを複数設け、アレー化した構成としたので、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度に近磁界の計測を行うことができ、かつ、アレー内の各プローブで検知することで、磁界の分布計測を行うことができる。

【0074】

請求項4記載の磁界計測システムでは、請求項1の近磁界プローブあるいは請求項2の近磁界プローブユニットと、その近磁界プローブあるいは近磁界プローブユニットを3次元に移動する手段を備えた構成としたので、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度に近磁界の計測を行うことができ、かつ、プローブあるいはプローブユニットを移動させることで、磁界の分布計測を行うことができる。

20

【0076】

請求項5記載の磁界計測システムでは、請求項3の近磁界プローブアレーあるいは請求項4の磁界計測システムに計算機を接続し、かつ測定したデータをマッピングし、ディスプレイに表示もしくは印刷する構成としたので、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度に近磁界の計測を行うことができ、かつ、プローブアレーまたは磁界計測システムからの信号をパーソナルコンピュータ等の計算機でデータ処理を行って、マッピングした結果を得ることができる。

30

【0077】

請求項6記載の近磁界プローブでは、コイルからの引出し線を、内部導体部と、絶縁層を介してその内部導体部の上部、下部及び側面を囲むように覆う外部導体層としたことにより、引出し線への磁束の鎖交を防ぎ、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度に近磁界の計測を行うことができる。

【0078】

請求項7記載の近磁界プローブでは、コイルからの引出し線を、内部導体部と、絶縁層を介してその内部導体部の上部、下部及び側面を囲むように覆う外部導体層としたことにより、引出し線への磁束の鎖交を防ぎ、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度に近磁界の計測を行うことができ、かつ、同軸ケーブルの内部導体接続のための第1のパッドを外部導体層で覆うことができる構造としたことで、さらにパッドとケーブルの接続部への磁束の鎖交を低減でき、より高精度な計測を行うことができる。

40

【0079】

尚、請求項6、7記載の近磁界プローブでは、同軸ケーブルを接続した際に、内部導体部用パッドと同軸ケーブルの内部導体の接続部を導体で覆う構成としたので、さらにパッドとケーブルの接続部への磁束の鎖交による誤差を低減し、より高精度な計測を行うことができる。

【0080】

請求項8記載の近磁界プローブユニットでは、複数の面を持つ支持部材の少なくとも2つ

50

以上の面に、請求項6または7の近磁界プローブを張り付けた構造からなる構成としたので、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度に近磁界の計測を行うことができ、かつ、コイルの軸方向がそれぞれ異なる複数のプローブで磁界を検知することで、磁界のベクトル検知を行うことができる。

【0081】

請求項9記載の近磁界プローブアレーでは、支持部材上に請求項6または7の近磁界プローブあるいは請求項8の近磁界プローブユニットを複数設け、アレー化した構成としたので、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度に近磁界の計測を行うことができ、かつ、アレー内の各プローブで検知することで、磁界の分布測定を行うことができる。

10

【0082】

請求項10記載の近磁界プローブアレーでは、請求項9の構成に加えて、近磁界プローブのコイルの大きさが2種類以上である構成としたので、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度に近磁界の計測を行うことができ、かつ、アレー内のコイル寸法の大きさの異なる各プローブで検知することで、一連の測定で、大まかな磁界の分布測定に引き続いて、磁界強度の大きな領域だけを選んで、詳細な磁界の分布測定を行うことができ、測定時間を短縮することができる。

【0083】

請求項11記載の磁界計測システムでは、請求項6または7の近磁界プローブあるいは請求項8の近磁界プローブユニットあるいは請求項9または10の近磁界プローブアレーにアンプを接続し、さらに該アンプを計測器に接続した構成としたので、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度に近磁界の計測を行うことができ、かつ、プローブからの信号をアンプで増幅することで、微小信号を検知することができる。

20

【0084】

請求項12記載の磁界計測システムでは、請求項11の構成に加えて、各近磁界プローブを作製する基板上にパッドを設け、該パッド上にチップ部品でアンプを構成したので、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度に近磁界の計測を行うことができ、かつ、磁界を検知する各プローブのコイルの近傍において、プローブからの信号をアンプ部により増幅することで、さらにS/N比が向上でき、微小信号の測定を行うことができる。

30

【0085】

請求項13記載の近磁界プローブユニットでは、支持部材上に請求項6または7の近磁界プローブあるいは請求項8の近磁界プローブユニットを複数個備え、かつ、その複数の近磁界プローブのコイルの大きさが少なくとも、2種類以上である構成としたので、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度に近磁界の計測を行うことができ、かつ、一連の測定で、広い領域を測定できる大きなコイル寸法のプローブでの大まかな磁界分布の測定に引き続いて、より小さなコイル寸法のプローブで、磁界強度の大きな分布領域だけを選んで、詳細な磁界の分布計測を行うことで、測定時間を短縮することができる。

【0086】

請求項14記載の磁界計測システムでは、請求項6または7の近磁界プローブあるいは請求項8または13近磁界プローブユニットと、その近磁界プローブあるいは近磁界プローブユニットを3次元に移動する手段と、近磁界プローブあるいは近磁界プローブユニットで得られた信号を検知する計測部から構成されているので、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度に近磁界の計測を行うことができ、かつ、プローブあるいはプローブユニットを移動することで、磁界の分布計測を行うことができる。

40

【0087】

以上のように、本発明の近磁界プローブ及びその近磁界プローブを備えたプローブユニットやプローブアレー、及びその近磁界プローブ、プローブユニット、プローブアレーを備えた磁界計測システムによれば、引出し線への磁束の鎖交による誤差を低減し、高精度に近磁界の計測を行うことができ、高周波帯域の測定も可能で、かつ、磁界のベクトル検知

50

や、微小信号検知が可能であり、さらに磁界分布の3次元計測も可能となる。従って、本発明の近磁界プローブ、プローブユニット、プローブアレー、磁界計測システムを用いることにより、製品やプリント基板のEMC対策上有用な情報をより高精度で得ることができ、EMC対策がより容易となり、しいては製品開発期間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例を示す近磁界プローブの構成説明図である。

【図2】第1の実施例の別の例を示す図であって、近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図である。

【図3】第2の実施例を示す近磁界プローブの平面図である。

【図4】第3の実施例を示す近磁界プローブユニットの要部斜視図である。

10

【図5】第4の実施例を示す近磁界プローブアレーの斜視図である。

【図6】第5の実施例を示す磁界計測システムの概略構成図である。

【図7】第6の実施例を示す磁界計測システムの概略構成図である。

【図8】第7の実施例を示す磁界計測システムの概略構成図である。

【図9】図8に示す磁界計測システムによる測定からマッピング表示、印刷に至るまでの動作の一例を示したブロックダイアグラムである。

【図10】第8の実施例を示す図であって、近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図である。

【図11】第8の実施例を示す図であって、近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図である。

20

【図12】第8の実施例の別の例を示す図であって、近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図である。

【図13】第8の実施例の別の例を示す図であって、近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図である。

【図14】第9の実施例を示す図であって、近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図である。

【図15】第9の実施例を示す図であって、近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図である。

【図16】第10の実施例を示す図であって、近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図である。

30

【図17】第10の実施例の別の例を示す図であって、近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図である。

【図18】第11の実施例を示す近磁界プローブユニットの要部斜視図である。

【図19】第12の実施例を示す近磁界プローブアレーの斜視図である。

【図20】第13の実施例を示す近磁界プローブアレーの斜視図である。

【図21】第14の実施例を示す磁界計測システムの概略構成図である。

【図22】第15の実施例を示す図であって、近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図である。

【図23】第15の実施例を示す図であって、近磁界プローブの構成及び作製方法の説明図である。

40

【図24】第16の実施例を示す磁界計測システムの概略構成図である。

【図25】図24に示す磁界計測システムの測定動作の一例を示すブロックダイアグラムである。

【図26】第16の実施例の別の例を示す近磁界プローブユニットの平面図である。

【図27】第17の実施例を示す磁界計測システムの概略構成図である。

【符号の説明】

1：近磁界プローブ

1'：近磁界プローブ

2：基板

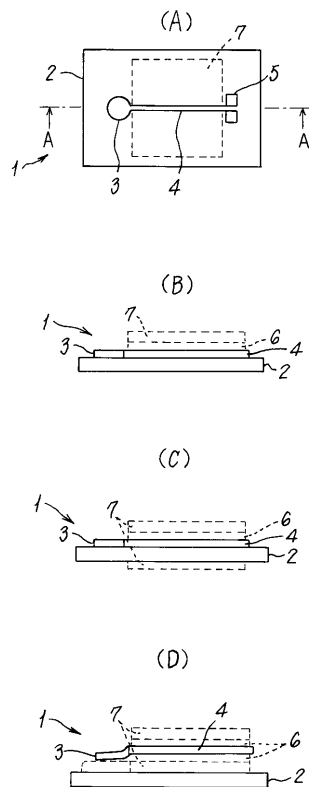
3：薄膜コイル

50

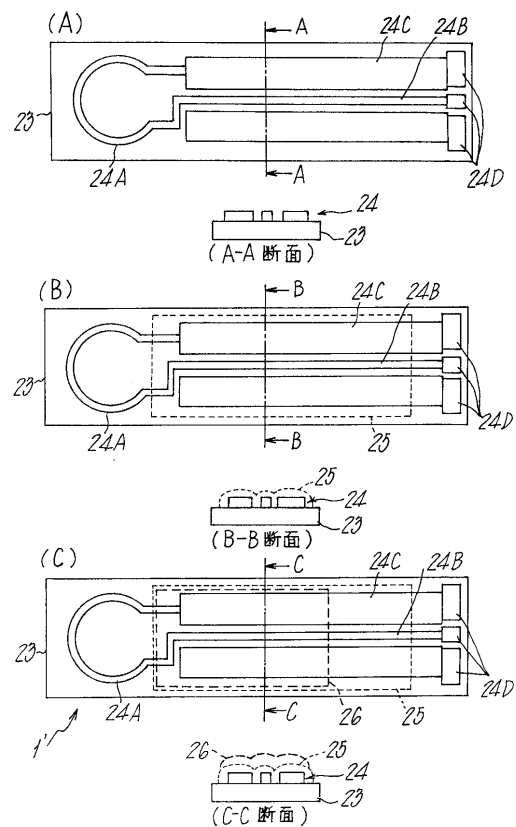
4：引出し線	
5：パッド	
6：絶縁層	
7：シールド用金属薄膜	
8：トランス	
9：近磁界プローブユニット	
10：プローブ支持部材	
11：近磁界プローブアレー	
12：プローブ支持基板	
14：測定対象	10
16：X Y Z ステージ	
19：アンプ	
20：検出器（スペクトラムアナライザー等）	
21：データ処理装置（パーソナルコンピュータ等）	
22：プリンター	
23：基板	
24：第1の導電性薄膜	
24A：コイル	
24B：コウプレーナ伝送路の内部導体部	
24C：コウプレーナ伝送路の外部導体部	20
24D：パッド部	
25：絶縁層	
26：第2の導電性薄膜（シールド層）	
30，30A，30B，30C：近磁界プローブ	
30'：近磁界プローブ	
30-a：コイル寸法の小さな近磁界プローブ	
30-b：コイル寸法の大きな近磁界プローブ	
31：基板	
32：第1の導電性薄膜	
33：第1の絶縁層	30
34：第2の導電性薄膜	
35：コイル	
36：引出し線の内部導体部	
37：第1のパッド	
38：第2の絶縁層	
41：第3の導電性薄膜	
42：第2のパッド	
46：同軸ケーブル	
46a：同軸ケーブルの内部導体部	
46b：同軸ケーブルの外部導体部	40
47：アラルダイト接着剤（絶縁層）	
48：導電性部材	
49：金属部材	
50，68，70：近磁界プローブユニット	
51，68a：プローブ支持部材	
52，57：近磁界プローブアレー	
53，70a：プローブ支持基板	
54：切り替えスイッチ	
55：測定対象物	
58，62：アンプ	50

- 59 : スペクトラムアナライザ
 60 a, 60 b, 60 c : アンプ接続用のパッド
 63 : DC 電源
 64 : 電源グラウンド
 67 : X Y Z ステージ

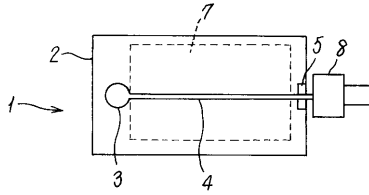
【図 1】



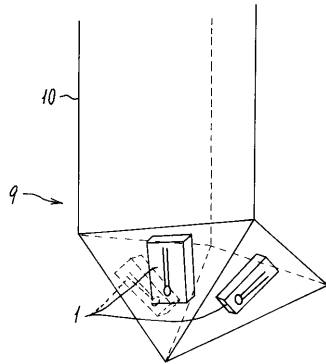
【図 2】



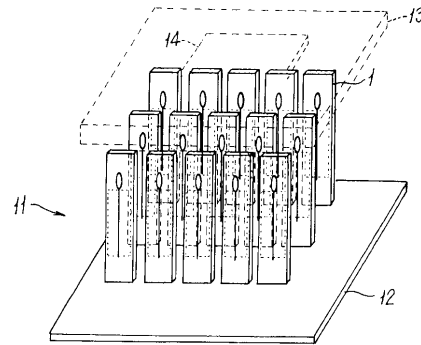
【図 3】



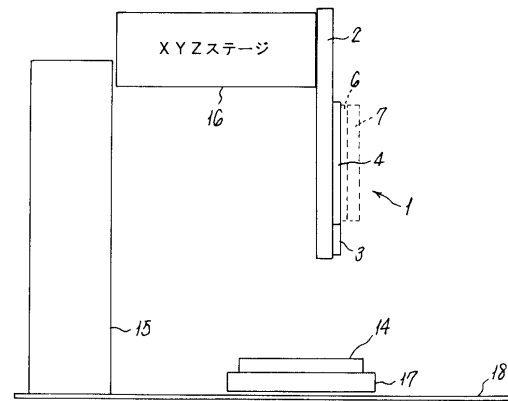
【図 4】



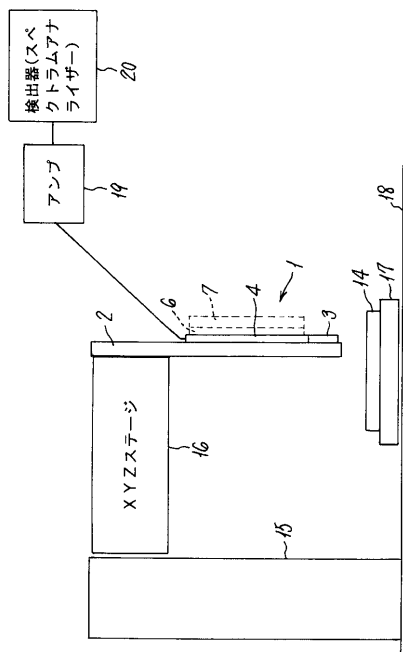
【図 5】



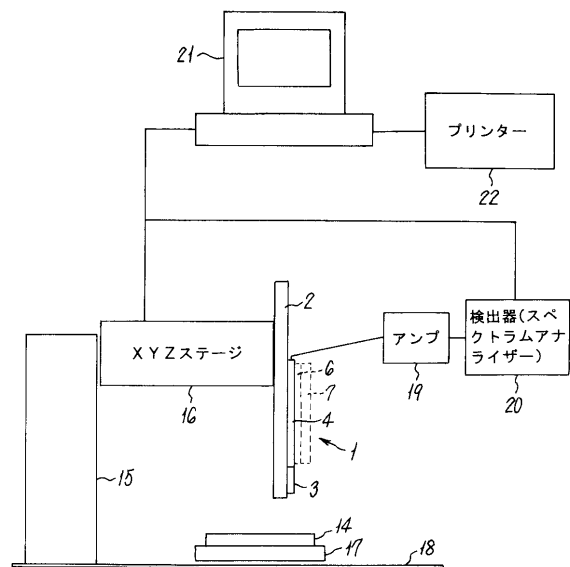
【図 6】



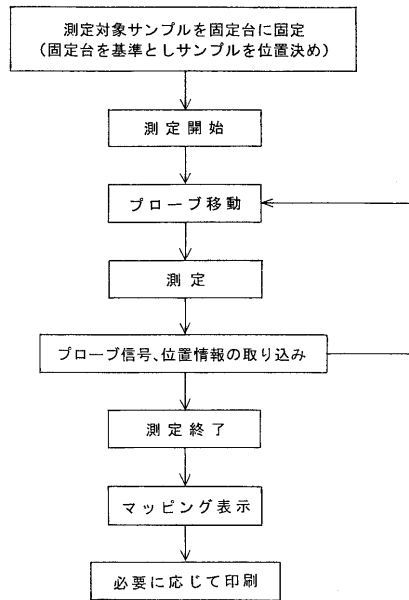
【図 7】



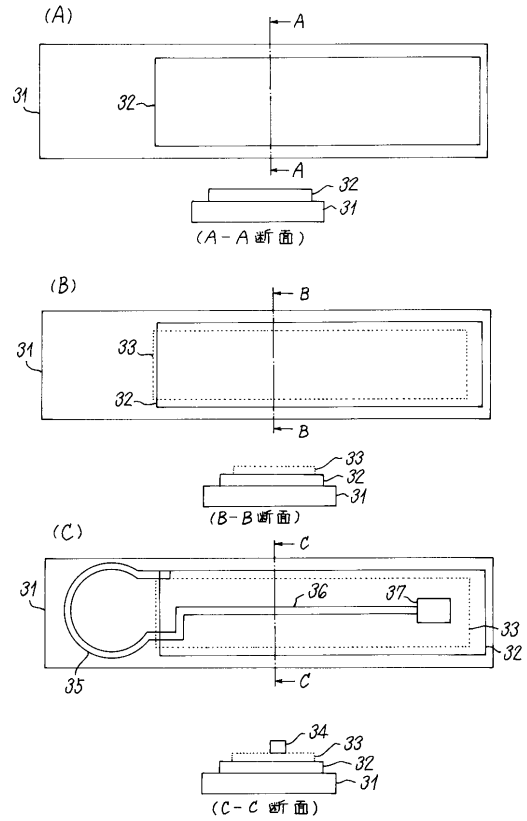
【図 8】



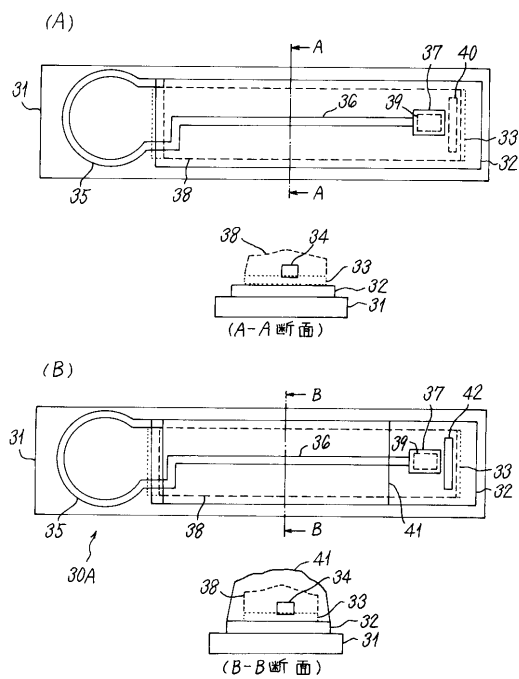
【図 9】



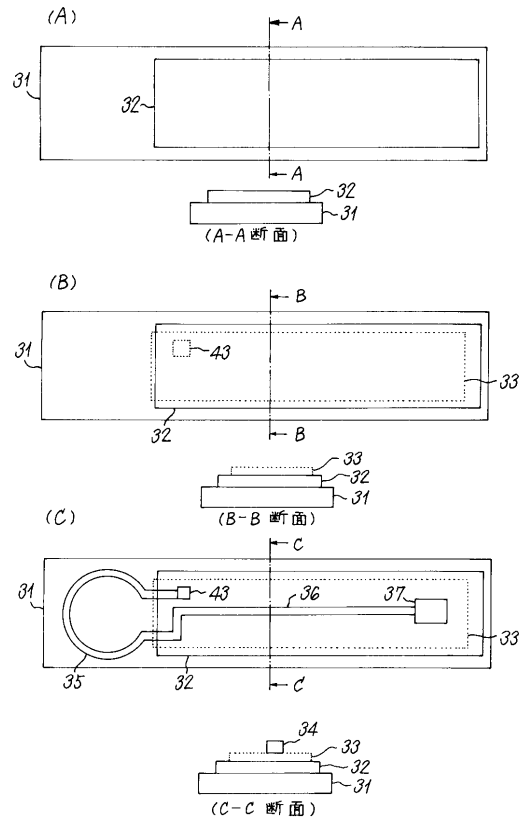
【図 10】



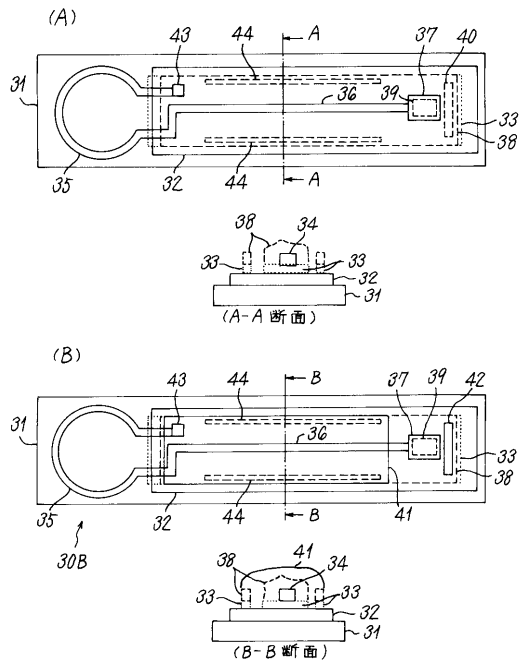
【図 11】



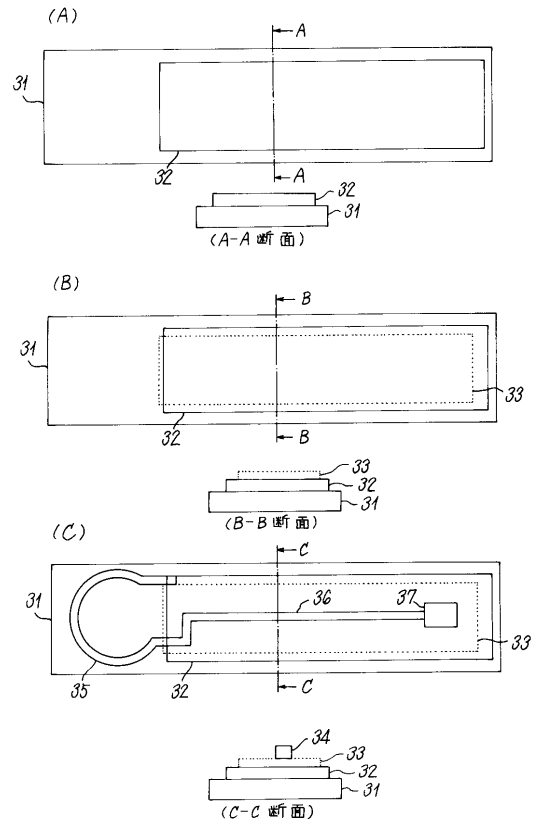
【図 12】



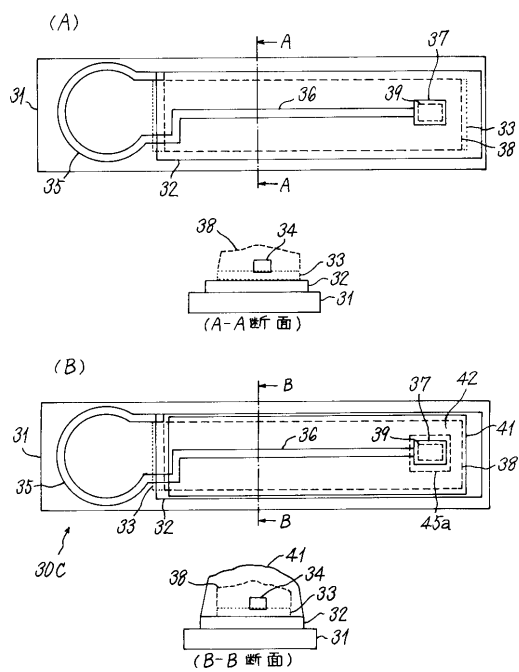
【図 13】



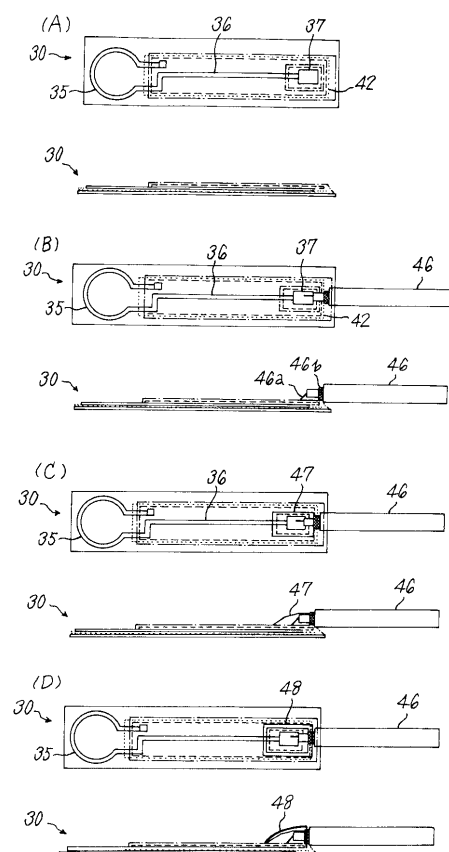
【図 14】



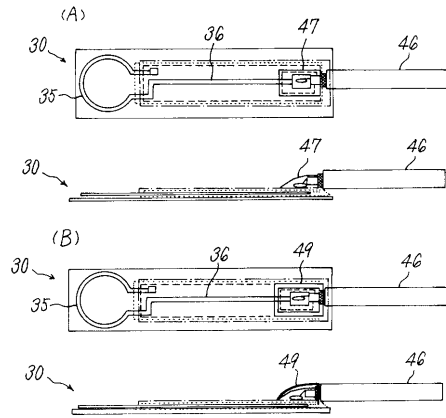
【図 15】



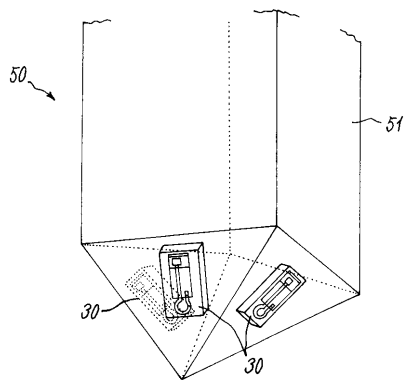
【図 16】



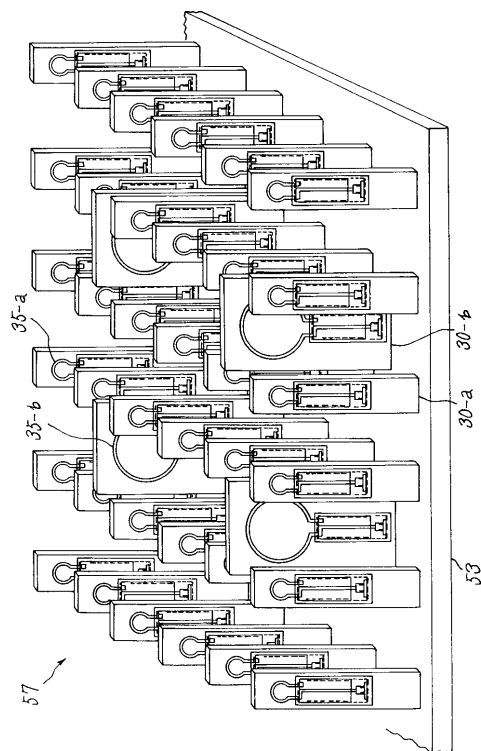
【図 17】



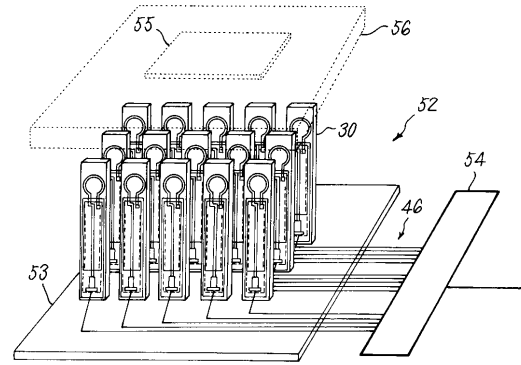
【図 18】



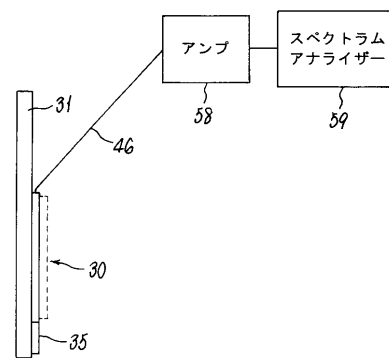
【図 20】



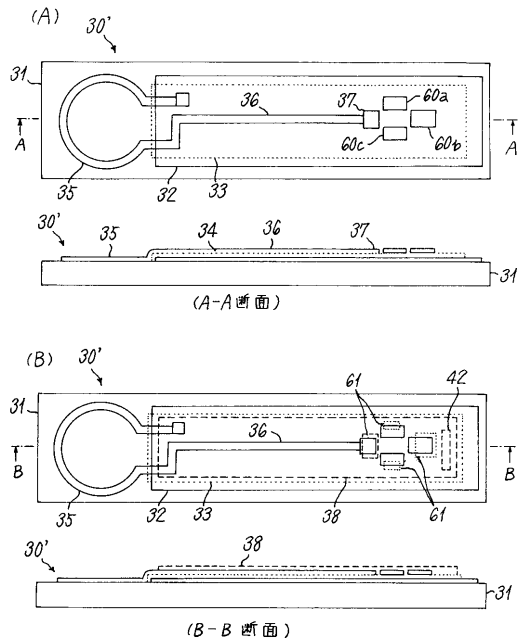
【図 19】



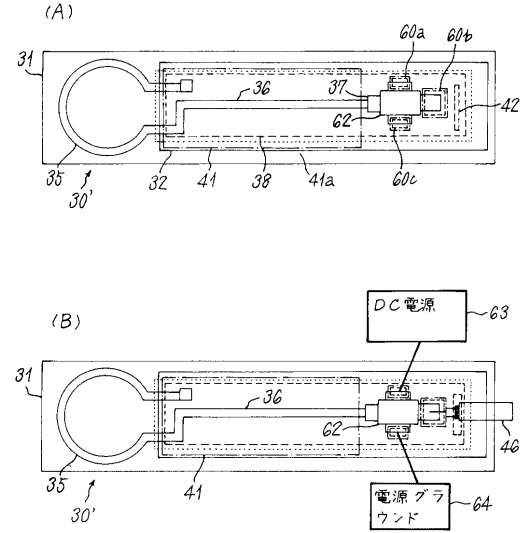
【図 21】



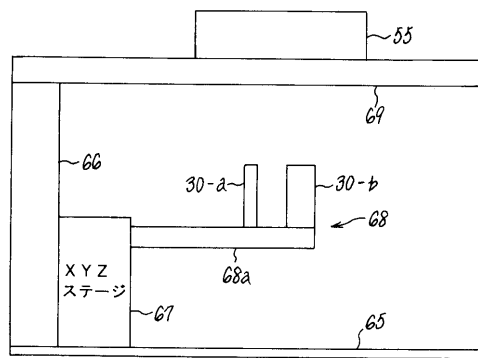
【図 2 2】



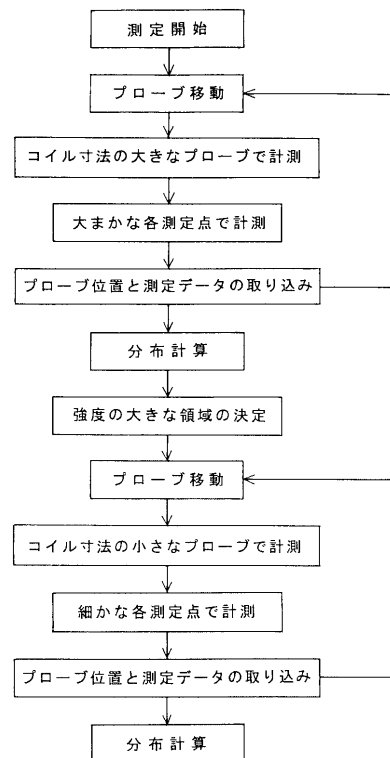
【図 2 3】



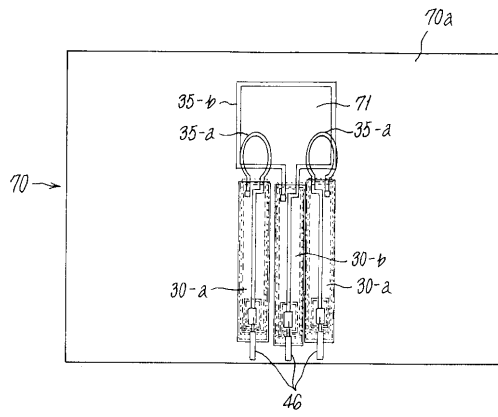
【図 2 4】



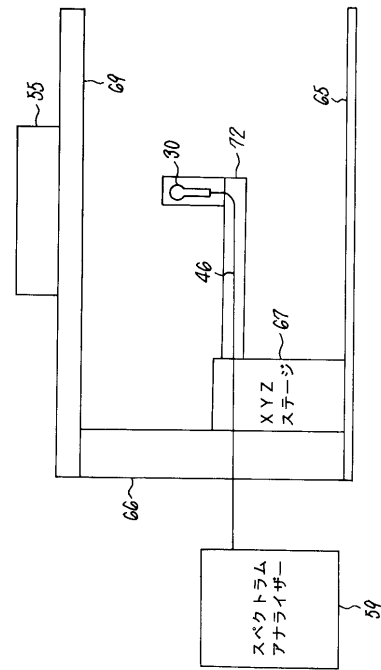
【図 2 5】



【図 26】



【図 27】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08-248080 (JP, A)
特開平07-225251 (JP, A)
特開平08-240624 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G01R 29/08
G01R 33/00-33/26