

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6276658号
(P6276658)

(45) 発行日 平成30年2月7日 (2018.2.7)

(24) 登録日 平成30年1月19日 (2018.1.19)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 B 7/06 (2006.01)	GO 1 B 7/06 Z
HO 5 K 3/46 (2006.01)	HO 5 K 3/46 W
HO 5 K 3/00 (2006.01)	HO 5 K 3/00 T
GO 1 B 15/02 (2006.01)	GO 1 B 15/02 C

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2014-141569 (P2014-141569)	(73) 特許権者	000190688 新光電気工業株式会社 長野県長野市小島田町80番地
(22) 出願日	平成26年7月9日 (2014.7.9)	(74) 代理人	100091672 弁理士 岡本 啓三
(65) 公開番号	特開2016-17882 (P2016-17882A)	(72) 発明者	経塚 正宏 長野県長野市小島田町80番地 新光電気 工業株式会社内
(43) 公開日	平成28年2月1日 (2016.2.1)		
審査請求日	平成29年3月16日 (2017.3.16)	審査官	眞岩 久恵
		(56) 参考文献	特開2007-107976 (JP, A)) 特表2010-510523 (JP, A)) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 膜厚測定機能付き基板及び絶縁層の膜厚測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

膜厚測定領域と配線形成領域とが画定された下地絶縁層と、
前記膜厚測定領域の前記下地絶縁層の上に形成されたアンテナ用の第1金属層と、
前記配線形成領域の前記下地絶縁層の上に形成された第1配線層と、
前記下地絶縁層、前記第1金属層及び前記第1配線層の上に形成された第1絶縁層と、
前記第1金属層と対向するように、前記膜厚測定領域の前記第1絶縁層の上に形成され
た、パッド部を有する前記アンテナ用の第2金属層と、
前記膜厚測定領域の前記第1絶縁層の上に形成され、前記第1絶縁層に配置された第1
ビア導体を介して前記第1金属層に接続された第1電極パッドと、
前記配線形成領域の前記第1絶縁層の上に形成された第2配線層と、
前記第2金属層を被覆して形成され、膜厚測定対象となる第2絶縁層と
を有し、
前記第1金属層と前記第1配線層とは、同一層から形成されると共に、電氣的に絶縁さ
れており、
前記第2金属層と前記第2配線層とは、同一層から形成されると共に、電氣的に絶縁さ
れており、
前記パッド部と前記第1電極パッドとは、測定器のプロープが接続されるパッドである
ことを特徴とする膜厚測定機能付き基板。

【請求項 2】

前記第 2 絶縁層は、前記パッド部及び前記第 1 電極パッドを露出させる開口部を備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の膜厚測定機能付き基板。

【請求項 3】

前記膜厚測定領域の前記第 1 絶縁層の上に形成され、前記第 1 絶縁層に配置された第 2 ビア導体を介して前記第 1 金属層に接続された第 2 電極パッドを有し、

前記第 2 電極パッドは測定器のプロープが接続されるパッドであることを特徴とする請求項 1 に記載の膜厚測定機能付き基板。

【請求項 4】

前記第 2 絶縁層は、樹脂層又は O S P 膜であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の膜厚測定機能付き基板。

【請求項 5】

第 1 金属層と、

前記第 1 金属層の上に形成された第 1 絶縁層と、

前記第 1 金属層に対向するように、前記第 1 絶縁層の上に形成された、パッド部を有する第 2 金属層と、

前記第 1 絶縁層の上に形成され、前記第 1 絶縁層に配置された第 1 ビア導体を介して前記第 1 金属層に接続される第 1 電極パッドと

を備えたアンテナを含む基板を用意する工程と、

前記第 2 金属層の上に、膜厚測定対象となる第 2 絶縁層を形成する工程と、

前記第 1 電極パッド及び前記パッド部に測定器のプロープを接続して、前記アンテナの共振周波数を測定する工程と、

前記共振周波数に基づいて、前記第 2 絶縁層の膜厚を算出する工程と

を有することを特徴する絶縁層の膜厚測定方法。

【請求項 6】

前記第 2 絶縁層を形成する工程では、前記第 2 金属層及び前記第 1 電極パッドを覆う第 2 絶縁層を形成した後で、前記第 1 電極パッド及び前記パッド部を露出させる開口部を前記第 2 絶縁層に形成する工程を有し、

前記アンテナの共振周波数を測定する工程では、前記開口部に露出する前記第 1 電極パッド及び前記パッド部に前記プロープを接続することを特徴とする請求項 5 に記載の絶縁層の膜厚測定方法。

【請求項 7】

前記第 2 絶縁層を形成する工程では、前記第 2 金属層及び前記第 1 電極パッドを覆う第 2 絶縁層を形成する工程を有し、

前記アンテナの共振周波数を測定する工程では、前記第 2 絶縁層を前記プロープで突き破って前記第 1 電極パッド及び前記パッド部に前記プロープを接続することを特徴とする請求項 5 に記載の絶縁層の膜厚測定方法。

【請求項 8】

前記第 2 絶縁層の膜厚と、前記アンテナの共振周波数との関係を検量線として予め作成しておき、測定された共振周波数から前記検量線により膜厚を算出することを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか一項に記載の絶縁層の膜厚測定方法。

【請求項 9】

前記アンテナは、前記第 1 絶縁層の上に形成され、前記第 1 絶縁層に配置された第 2 ビア導体を介して前記第 1 金属層に接続される第 2 電極パッドを有し、

前記アンテナの共振周波数を測定する工程では、前記第 2 電極パッドにも前記プロープを接続することを特徴とする請求項 5 乃至 8 のいずれか一項に記載の絶縁層の膜厚測定方法。

【請求項 10】

前記第 2 絶縁層は、樹脂層又は O S P 膜であることを特徴とする請求項 5 乃至 9 のいずれか一項に記載の絶縁層の膜厚測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、膜厚測定機能付き基板及び絶縁層の膜厚測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体チップなどの電子部品が実装される配線基板がある。そのような配線基板では、層間絶縁層の膜厚の設計スペックが決められており、製造工程で層間絶縁層の膜厚を測定してチェックする必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開昭62-22003号公報

【特許文献2】特開2001-267804号公報

【特許文献3】特開2010-73741号公報

【特許文献4】特開2012-4328号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

後述する予備的事項の欄で説明するように、配線基板の絶縁樹脂層の膜厚を3次元測長システムで測定する方法では、ビアホールの径、樹脂材料及びプロセス条件に依存するため、測定作業が煩雑になりやすい。

【0005】

また、配線基板の薄膜のOSP膜の膜厚測定を溶出法で行う場合は、配線基板の分析部分を個片化する必要があり、手間がかかる課題がある。

【0006】

簡易な方法でかつ非破壊で絶縁層の膜厚を測定できる膜厚測定機能付き基板及び絶縁層の膜厚測定方法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】

【0007】

以下の開示の一観点によれば、膜厚測定領域と配線形成領域とが画定された下地絶縁層と、前記膜厚測定領域の前記下地絶縁層の上に形成されたアンテナ用の第1金属層と、前記配線形成領域の前記下地絶縁層の上に形成された第1配線層と、前記下地絶縁層、前記第1金属層及び前記第1配線層の上に形成された第1絶縁層と、前記第1金属層と対向するように、前記膜厚測定領域の前記第1絶縁層の上に形成された、パッド部を有する前記アンテナ用の第2金属層と、前記膜厚測定領域の前記第1絶縁層の上に形成され、前記第1絶縁層に配置された第1ビア導体を介して前記第1金属層に接続された第1電極パッドと、前記配線形成領域の前記第1絶縁層の上に形成された第2配線層と、前記第2金属層を被覆して形成され、膜厚測定対象となる第2絶縁層とを有し、前記第1金属層と前記第1配線層とは、同一層から形成されると共に、電氣的に絶縁されており、前記第2金属層と前記第2配線層とは、同一層から形成されると共に、電氣的に絶縁されており、前記パッド部と前記第1電極パッドとは、測定器のプロープが接続されるパッドである膜厚測定機能付き基板が提供される。

【0008】

また、その開示の他の観点によれば、第1金属層と、前記第1金属層の上に形成された第1絶縁層と、前記第1金属層に対向するように、前記第1絶縁層の上に形成された、パッド部を有する第2金属層と、前記第1絶縁層の上に形成され、前記第1絶縁層に配置された第1ビア導体を介して前記第1金属層に接続される第1電極パッドとを備えたアンテナを含む基板を用意する工程と、前記第2金属層の上に、膜厚測定対象となる第2絶縁層を形成する工程と、前記第1電極パッド及び前記パッド部に測定器のプロープを接続して、前記アンテナの共振周波数を測定する工程と、前記共振周波数に基づいて、前記第2絶

10

20

30

40

50

緑層の膜厚を算出する工程とを有する絶縁層の膜厚測定方法が提供される。

【発明の効果】

【0009】

以下の開示によれば、膜厚測定機能付き基板では、膜厚測定領域に、第1絶縁層が第1金属層と第2金属層とで挟まれた構造のアンテナを備えている。そして、アンテナの上に膜厚測定対象の第2絶縁層が形成される。

【0010】

アンテナの共振周波数を測定することに基づいて、第2絶縁層の膜厚を算出することができる。このようにして、ビアホールの径、樹脂材料及びプロセス条件に依存することなく、簡易な方法でかつ非破壊で絶縁層の膜厚を測定することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1(a)～(c)は予備的事項に係る絶縁層の膜厚測定方法を示す断面図である。

【図2】図2(a)及び(b)は予備的事項に係るOSP膜の膜厚測定方法を示す断面図及び平面図である。

【図3】図3(a)～(d)は第1実施形態の膜厚測定機能付き基板の製造方法を示す断面図(その1)である。

【図4】図4は第1実施形態の膜厚測定機能付き基板の製造方法を示す断面図及び平面図(その2)である。

20

【図5】図5(a)～(d)は第1実施形態の膜厚測定機能付き基板の製造方法を示す断面図(その3)である。

【図6】図6は第1実施形態の膜厚測定機能付き基板の製造方法を示す断面図(その4)である。

【図7】図7は第1実施形態の膜厚測定機能付き基板を示す断面図及び平面図である。

【図8】図8は図7の平面図のII-IIの沿った断面図である。

【図9】図9は図7の膜厚測定機能付き基板を使用して絶縁層の膜厚を測定する方法を示す断面図及び平面図である。

【図10】図10は図9の平面図のII-IIに沿った断面図である。

【図11】図11はポリイミド層の膜厚とパッチアンテナの共振周波数との関係を示すグラフである。

30

【図12】図12は第2実施形態の膜厚測定機能付き基板を示す断面図及び平面図である。

【図13】図13は図12の平面図のII-IIの沿った断面図である。

【図14】図14は図12の膜厚測定機能付き基板を使用してOSP膜の膜厚を測定する方法を示す断面図及び平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、実施の形態について、添付の図面を参照して説明する。

【0013】

40

実施形態を説明する前に、基礎となる予備的事項について説明する。図1(a)～(c)には、予備的事項に係る配線基板の絶縁樹脂層の膜厚測定方法が示されている。

【0014】

図1(a)に示すように、第1絶縁樹脂層100の上に銅からなる配線層200を形成した後に、配線層200を被覆する第2絶縁樹脂層120を形成する。次いで、図1(b)に示すように、第2絶縁樹脂層120をレーザーで加工することにより、配線層200に到達するビアホールVHを形成する。

【0015】

その後、デスミア処理を行うことにより、ビアホールVH内の樹脂スミアを除去してクリーニングする。

50

【 0 0 1 6 】

ここで、第 2 絶縁樹脂層 1 2 0 の膜厚が設計スペックの範囲に収まっているかどうかチェックする必要がある。

【 0 0 1 7 】

図 1 (c) に示すように、第 2 絶縁樹脂層 1 2 0 に形成されたビアホール V H の底に配線層 2 0 0 が露出した構造体に 3 次元測長システムにより光を照射する。このとき、ビアホール V H の底の配線層 2 0 0 の表面の焦点距離 D 1 と、第 2 絶縁樹脂層 1 2 0 の表面の焦点距離 D 2 との差が配線層 2 0 0 上の第 2 絶縁樹脂層 1 2 0 の膜厚として測定される。

【 0 0 1 8 】

この測定方法では、ビアホール V H の径が $20\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$ 程度に小さくなる場合、あるいは第 2 絶縁樹脂層 1 2 0 の膜厚がかなり厚くなる場合は、ビアホール V H の底の配線層 2 0 0 を画像認識できなくなるため、膜厚測定が不可となる。

10

【 0 0 1 9 】

また、第 2 絶縁樹脂層 1 2 0 の表面とビアホール V H の底の配線層 2 0 0 (銅) の表面とでは画像のコントラストが異なる。このため、確実に各表面を検出するには、照明の光量などを調整する必要がある、測定作業が煩雑になる。

【 0 0 2 0 】

さらには、第 2 絶縁樹脂層 1 2 0 の樹脂材料や各工程でのプロセス条件を変更すると、第 2 絶縁樹脂層 1 2 0 とビアホール V H の底の配線層 2 0 0 との各表面状態がその都度変化してしまう。このため、各表面状態の変化に応じて測定条件を調整する必要がある、測定作業が煩雑になる。

20

【 0 0 2 1 】

次に、予備の事項に係る配線基板の O S P (Organic Solderability Preservative) 膜の膜厚測定方法について説明する。図 2 (a) に示すように、配線基板 6 0 0 では、絶縁樹脂層 3 0 0 の上に銅からなる接続パッド P が形成されている。また、絶縁樹脂層 3 0 0 の上に、接続パッド P の上に開口部 4 2 0 が設けられたソルダレジスト層 4 0 0 が形成されている。

【 0 0 2 2 】

さらに、ソルダレジスト層 4 0 0 の開口部 4 2 0 内の接続パッド P の表面に膜厚が $100\ \text{nm}$ 程度の薄膜の O S P 膜 5 0 0 が形成されている。O S P 膜 5 0 0 は、接続パッド P (銅) の表面の酸化を防止するための有機保護膜である。

30

【 0 0 2 3 】

図 2 (a) の O S P 膜 5 0 0 の膜厚測定方法としては、溶出法がある。溶出法では、図 2 (b) に示すように、配線基板 6 0 0 の O S P 膜 5 0 0 が形成された分析部分 6 0 0 a をプレス加工などで打ち抜いて個片サンプル S にする。

【 0 0 2 4 】

そして、個片サンプル S を溶剤で溶解し、その中に溶出した分析対象の成分量を測定することにより、個片サンプル S に付着していた O S P 膜 5 0 0 の平均膜厚を推定する。

【 0 0 2 5 】

このように、O S P 膜 5 0 0 の膜厚測定を溶出法で行う場合は、サンプルサイズに制約があり、配線基板 6 0 0 の分析部分 6 0 0 a を個片サンプル S にする必要があるため、手間がかかる課題がある。

40

【 0 0 2 6 】

以下に説明する実施形態の膜厚測定機能付き基板を使用する絶縁層の膜厚測定方法は、前述した課題を解消することができる。

【 0 0 2 7 】

(第 1 の実施の形態)

図 3 ~ 図 6 は第 1 実施形態の膜厚測定機能付き基板の製造方法を示す図、図 7 は第 1 実施形態の膜厚測定機能付き基板を示す図である。

【 0 0 2 8 】

50

本実施形態では、膜厚測定機能付き基板の製造方法を説明しながら、絶縁層の膜厚測定方法を説明する。

【 0 0 2 9 】

最初に、配線基板に、絶縁層の膜厚測定を行うためのパッチアンテナを形成する方法について説明する。図 3 (a) に示すように、まず、配線基板の下地絶縁層 1 0 を用意する。

【 0 0 3 0 】

下地絶縁層 1 0 はガラスエポキシ樹脂などのコア基板であってもよいし、コア基板上に形成されたビルドアップ配線層の製造途中の樹脂からなる層間絶縁層であってもよい。あるいは、配線基板の下地絶縁層 1 0 は、コア基板を有さないコアレス配線基板の基板として機能する層間絶縁層であってもよい。

10

【 0 0 3 1 】

配線基板の下地絶縁層 1 0 には、膜厚測定用のパッチアンテナが配置される膜厚測定領域 A と、電気的な配線層が配置される配線形成領域 B とが画定されている。

【 0 0 3 2 】

特に図示しないが、配線基板は多面取り用の大型基板であり、複数の製品領域と、各製品領域を取り囲むように格子状に設けられたダイシング領域とを有する。

【 0 0 3 3 】

上記した膜厚測定領域 A はダイシング領域の任意の領域に配置されるか、あるいは各製品領域内の一端部にそれぞれ配置される。また、配線形成領域 B は各製品領域にそれぞれ配置される。

20

【 0 0 3 4 】

次いで、図 3 (b) に示すように、膜厚測定領域 A の下地絶縁層 1 0 上に第 1 金属層 2 1 を形成する。膜厚測定領域 A に配置される第 1 金属層 2 1 は一括パターンのグラウンドプレーン層として形成される。第 1 金属層 2 1 は、例えば四角形状で形成される。

【 0 0 3 5 】

これと同時に、配線形成領域 B の下地絶縁層 1 0 上に第 1 配線層 3 1 を形成する。第 1 配線層 3 1 と第 1 金属層 2 1 とは、電氣的に独立して形成される。

【 0 0 3 6 】

下地絶縁層 1 0 がコア基板である場合は、コア基板に貫通導体が形成されており、両面側の第 1 配線層 3 1 が貫通導体を介して相互接続される。コア基板を有する場合は、両面側に多層配線層が形成されるようにしてもよい。

30

【 0 0 3 7 】

あるいは、下地絶縁層 1 0 が層間絶縁層として形成され、その下に下側配線層が形成されている場合は、第 1 配線層 3 1 は下地絶縁層 1 0 に配置されるビア導体を介して下側配線層に接続される。

【 0 0 3 8 】

次いで、図 3 (c) に示すように、下地絶縁層 1 0 、第 1 金属層 2 1 及び第 1 配線層 3 1 の上に未硬化の樹脂フィルムを貼付し、加熱処理して硬化させることにより、第 1 層間絶縁層 4 1 を形成する。第 1 層間絶縁層 4 1 の樹脂材料としては、エポキシ樹脂又はポリイミド樹脂などが使用される。

40

【 0 0 3 9 】

その後、図 3 (d) に示すように、第 1 層間絶縁層 4 1 をレーザで加工する。これにより、膜厚測定領域 A では、第 1 金属層 2 1 の一端部に到達する第 1 ビアホール V H 1 と、第 1 金属層 2 1 の他端部に到達する第 2 ビアホール V H 2 とが形成される。また、配線形成領域 B では、第 1 配線層 3 1 の接続部に到達する第 3 ビアホール V H 3 が形成される。

【 0 0 4 0 】

その後、過マンガン酸カリウム液などでデスミア処理を行うことにより、第 1 、第 2 、第 3 ビアホール V H 1 , V H 2 , V H 3 内の樹脂スミアを除去してクリーニングする。

50

【 0 0 4 1 】

続いて、図 4 の断面図に示すように、膜厚測定領域 A の第 1 層間絶縁層 4 1 の上に、第 1 ビアホール V H 1 内の第 1 ビア導体 V C 1 を介して第 1 金属層 2 1 の一端部に接続される第 1 電極パッド P 1 を形成する。

【 0 0 4 2 】

これと同時に、膜厚測定領域 A の第 1 層間絶縁層 4 1 の上に、第 2 ビアホール V H 2 内の第 2 ビア導体 V C 2 を介して第 1 金属層 2 1 の他端部に接続される第 2 電極パッド P 2 を形成する。図 4 の断面図の膜厚測定領域 A は図 4 の平面図の I - I に沿った断面に相当する。図 4 の平面図は透視的に描かれている。

【 0 0 4 3 】

これと同時に、図 4 の平面図を加えて参照すると、膜厚測定領域 A の第 1 層間絶縁層 4 1 の上に第 2 金属層 2 2 を形成する。第 2 金属層 2 2 は、第 1 層間絶縁層 4 1 を介して第 1 金属層 2 1 (グラウンドプレーン層) と対向するように、第 1 層間絶縁層 4 1 の上に形成される。第 2 金属層 2 2 は、膜厚測定領域 A に一括パターンのアンテナパターン層として配置される。

【 0 0 4 4 】

第 2 金属層 2 2 は、第 1、第 2 電極パッド P 1, P 2 側に延びる延在部 2 2 a を有し、その先端側にパッド部 P X を備えている。

【 0 0 4 5 】

さらに同時に、図 4 の断面図に示すように、配線形成領域 B の第 1 層間絶縁層 4 1 の上に、第 3 ビアホール V H 3 内の第 3 ビア導体 V C 3 を介して第 1 配線層 3 1 に接続される第 2 配線層 3 2 を形成する。第 2 配線層 3 2 と第 2 金属層 2 2 とは、電氣的に独立して形成される。

【 0 0 4 6 】

以上により、膜厚測定領域 A に、第 1 層間絶縁層 4 1 が第 1 金属層 2 1 と第 2 金属層 2 2 とによって挟まれたキャパシタ構造からなるパッチアンテナ P A が構築される。パッチアンテナ P A は、配線形成領域 B に形成された第 1 配線層 3 1 及び第 2 配線層 3 2 と電氣的に独立して形成される。

【 0 0 4 7 】

後述するように、パッチアンテナ P A の上に膜厚測定対象となる層間絶縁層が形成され、パッチアンテナ P A の共振周波数を測定することにより、層間絶縁層の膜厚を算出することができる。

上記した第 1、第 2 電極パッド P 1, P 2、第 2 金属層 2 2 及び第 2 配線層 3 2 はセミアディティブ法によって形成される。図 5 (a) ~ (d) を参照して詳しく説明する。図 5 (a) ~ (d) では、前述した図 3 (d) の膜厚測定領域 A の第 2 ビアホール V H 2 から配線形成領域 B が部分的に示されている。

【 0 0 4 8 】

図 5 (a) に示すように、図 3 (d) の第 1 層間絶縁層 4 1 の上及び第 1、第 2、第 3 第 2 ビアホール V H 1, V H 2, V H 3 内に無電解めっき又はスパッタ法により、銅などからなるシード層 1 2 を形成する。

【 0 0 4 9 】

続いて、図 5 (b) に示すように、第 1、第 2 電極パッド P 1, P 2、第 2 金属層 2 2 及び第 2 配線層 3 2 が配置される領域に開口部 1 3 a が設けられためっきレジスト層 1 3 をシード層 1 2 の上に形成する。

【 0 0 5 0 】

次いで、図 5 (c) に示すように、シード層 1 2 をめっき給電経路に利用する電解めっきにより、めっきレジスト層 1 3 の開口部 1 3 a に銅などからなる金属めっき層 1 4 を形成する。

【 0 0 5 1 】

さらに、図 5 (d) に示すように、めっきレジスト層 1 3 を除去した後に、金属めっき

10

20

30

40

50

層 1 4 をマスクにしてシード層 1 2 をエッチングする。このようにして、図 4 で示した第 1、第 2 電極パッド P 1、P 2、第 2 金属層 2 2 及び第 2 配線層 3 2 は、シード層 1 2 と金属めっき層 1 4 とによりそれぞれ形成される。

【 0 0 5 2 】

前述した図 3 (b) の第 1 金属層 2 1 及び第 1 配線層 3 1 においても、同様なセミアディティブ法によって形成される。

【 0 0 5 3 】

次いで、図 6 に示すように、第 1 層間絶縁層 4 1、第 1、第 2 電極パッド P 1、P 2、第 2 金属層 2 2 及び第 2 配線層 3 2 の上に、膜厚測定対象となる第 2 層間絶縁層 4 2 を形成する。

10

【 0 0 5 4 】

第 2 層間絶縁層 4 2 は、前述した図 3 (c) の第 1 層間絶縁層 4 1 の形成方法と同様な方法により形成される。また同様に、第 2 層間絶縁層 4 2 はエポキシ樹脂又はポリイミド樹脂などから形成される。

【 0 0 5 5 】

続いて、図 7 の断面図に示すように、膜厚測定領域 A において、第 1 電極パッド P 1、第 2 電極パッド P 2 及び第 2 金属層 2 2 のパッド部 P X の上の部分の第 2 層間絶縁層 4 2 をレーザで加工する。図 7 の断面図の膜厚測定領域 A は図 7 の平面図の I - I に沿った断面に相当する。図 7 の平面図は透視的に描かれている。

【 0 0 5 6 】

20

これにより、図 7 の平面図を加えて参照すると、第 2 層間絶縁層 4 2 に、第 1 電極パッド P 1、第 2 電極パッド P 2 及び第 2 金属層 2 2 のパッド部 P X を一括して露出させる開口部 4 2 a が形成される。第 2 金属層 2 2 のパッド部 P X 以外の領域は、膜厚測定対象の第 2 層間絶縁層 4 2 によって被覆された状態となる。

【 0 0 5 7 】

このとき同時に、図 7 の断面図に示すように、配線形成領域 B では、レーザ加工により、第 2 配線層 3 2 に到達する第 4 ビアホール V H 4 が第 2 層間絶縁層 4 2 に形成される。あるいは、後述する膜厚測定が終了してから配線形成領域 B に第 4 ビアホール V H 4 を形成してもよい。

【 0 0 5 8 】

30

以上により、実施形態の膜厚測定機能付き基板 1 が得られる。

【 0 0 5 9 】

図 7 の断面図及び平面図に示すように、実施形態の膜厚測定機能付き基板 1 の膜厚測定領域 A では、下地絶縁層 1 0 の上にパッチアンテナ用の第 1 金属層 2 1 が形成されている。第 1 金属層 2 1 はグランドプレーン層として形成される。

【 0 0 6 0 】

第 1 金属層 2 1 の上には第 1 層間絶縁層 4 1 が形成されている。さらに、第 1 金属層 2 1 に対向するように、第 1 層間絶縁層 4 1 の上にパッチアンテナ用の第 2 金属層 2 2 が形成されている。第 2 金属層 2 2 はアンテナパターン層として形成される。

【 0 0 6 1 】

40

第 1 層間絶縁層 4 1 の上には、第 1 層間絶縁層 4 1 に配置された第 1 ビア導体 V C 1 を介して第 1 金属層 2 1 の一端部に接続される第 1 電極パッド P 1 が形成されている。また、第 1 層間絶縁層 4 1 の上には、第 1 層間絶縁層 4 1 に配置された第 2 ビア導体 V C 2 を介して第 1 金属層 2 1 の他端部に接続される第 2 電極パッド P 2 が形成されている。

【 0 0 6 2 】

第 2 金属層 2 2 は、第 1、第 2 電極パッド P 1、P 2 側に延びる延在部 2 2 a を有し、その先端側にパッド部 P X を備える。第 2 金属層 2 2 のパッド部 P X は、第 1 電極パッド P 1 と第 2 電極パッド P 2 の間の領域にそれらと横方向に並ぶように配置されている。

【 0 0 6 3 】

図 8 は図 7 の平面図の I I - I I に沿った断面図である。図 7 の平面図及び図 8 に示す

50

ように、膜厚測定対象となる第2層間絶縁層42は第2金属層22のパッド部PXを除く全体を被覆して形成されている。

【0064】

そして、図7の断面図及び平面図に示すように、膜厚測定対象となる第2層間絶縁層42は、第1電極パッドP1、第2電極パッドP2及び第2金属層22のパッド部PXを露出させる一括した開口部42aを備えている。あるいは、第1電極パッドP1、第2電極パッドP2及び第2金属層22のパッド部PXの上に開口部が分割されて個別に配置されてもよい。

【0065】

このようにして、膜厚測定領域Aに、第1層間絶縁層41が第1金属層21と第2金属層22とによって挟まれたキャパシタ構造からなるパッチアンテナPAが構築されている。後述するように、パッチアンテナPAが膜厚測定機能を有する。

10

【0066】

パッチアンテナPAは、配線形成領域Bに形成された第1配線層31及び第2配線層32と電氣的に独立して形成される。

【0067】

同じく図7の断面図に示すように、膜厚測定機能付き基板1の配線形成領域Bでは、下地絶縁層10の上に第1配線層31が形成されている。下地絶縁層10及び第1配線層31の上に第1層間絶縁層41が形成されている。第1層間絶縁層41の上には、第1層間絶縁層41に配置された第3ビア導体VC3を介して第1配線層31に接続される第2配線層32が形成されている。

20

【0068】

また、第1層間絶縁層41の上には第2層間絶縁層42が形成されている。第2層間絶縁層42には第2配線層32に到達する第4ビアホールVH4が形成されている。この時点では、第4ビアホールVH4は必ずしも形成されている必要はない。

【0069】

膜厚測定領域Aの第1金属層21と配線形成領域Bの第1配線層31とは、同一層から形成され、電氣的に絶縁されている。また同様に、膜厚測定領域Aの第2金属層22と配線形成領域Bの第2配線層32とは、同一層から形成され、電氣的に絶縁されている。

【0070】

30

次に、図9及び図10を参照して、第2層間絶縁層42の膜厚測定方法について説明する。図9の断面図は図9の平面図のI-Iに沿った断面に相当する。図9の平面図は透視的に描かれている。また、図10は図9の平面図のII-IIに沿った断面図である。

【0071】

図9の断面図及び平面図に示すように、一つの信号ピンSと2つのグランドピンGを備えたGSG（グランド・信号・グランド）プローブ（不図示）を用意する。

【0072】

そして、パッチアンテナPAの第2金属層22のパッド部PXにGSGプローブの信号ピンSを接触させて接続する。これと同時に、パッチアンテナPAの第1電極パッドP1及び第2電極パッドP2にGSGプローブのグランドピンGをそれぞれ接触させて接続する。

40

【0073】

これにより、GSGプローブの信号ピンSは、パッド部PXに繋がる第2金属層22に電氣的に接続される。また、GSGプローブの2つのグランドピンGは第1、第2電極パッドP1、P2及び第1、第2ビア導体VC1、VC2を介して下側の第1金属層21にそれぞれ電氣的に接続される。

【0074】

そして、GSGプローブに接続したネットワークアナライザ（不図示）を用いてパッチアンテナPAの共振周波数を測定する。共振周波数とは、パッチアンテナPAに高周波を印加し、高周波の周波数を徐々に変えたときに高周波電流が最大となる周波数である。

50

【 0 0 7 5 】

パッチアンテナ P A の上に形成された第 2 層間絶縁層 4 2 の膜厚が変化すると、パッチアンテナ P A の共振周波数が変化する。

【 0 0 7 6 】

この特性を利用して、第 2 層間絶縁層 4 2 の膜厚とパッチアンテナ P A の共振周波数との関係を検量線として予め作成しておく。そして、測定サンプルのパッチアンテナ P A の共振周波数を測定することにより、第 2 層間絶縁層 4 2 の厚みを検量線のデータから算出することができる。

【 0 0 7 7 】

図 1 0 に示すように、パッチアンテナ P A の端部に発生する電界は、第 2 金属層 2 2 の上面から第 2 層間絶縁層 4 2、第 1 層間絶縁層 4 1 及び下地絶縁層 1 0 を通過し、第 1 金属層 2 1 の下面に向う。

10

【 0 0 7 8 】

これにより、第 2 層間絶縁層 4 2 が存在しない場合に比べて、パッチアンテナ P A が構築するキャパシタの容量が実質的に変化するため、それに基づいてパッチアンテナ P A の共振周波数が変化するものと推測される。

【 0 0 7 9 】

本願発明者は、上記した図 9 で説明した膜厚測定方法により、パッチアンテナ P A の上の第 2 層間絶縁層 4 2 の膜厚を変えた 5 つの実験サンプルを作成し、それぞれの実験サンプルの共振周波数を測定した。膜厚測定対象の絶縁層としてポリイミド層を使用し、膜厚は、0 μm 、6 3 μm 、1 2 6 μm 、1 8 9 μm 、2 5 2 μm とした。

20

【 0 0 8 0 】

また、パッチアンテナ P A の第 2 金属層 2 2 の延在部 2 2 a を除く四角状領域の面積は 1 mm \times 1 mm 程度に設定した。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 にその実験結果が示されており、ポリイミド層の膜厚とパッチアンテナの共振周波数との関係がグラフ化されている。図 1 1 に示すように、ポリイミド層の厚みが 0 μm のときは共振周波数が 6 5 . 9 1 GHz であり、膜厚が 6 3 μm のときは共振周波数が 6 3 . 3 2 GHz に下がり、膜厚が 1 2 6 μm のときは共振周波数がさらに 6 2 . 5 7 GHz に下がった。

30

【 0 0 8 2 】

このように、ポリイミド層の膜厚が 0 μm から 1 2 6 μm までの範囲では、膜厚が薄くなるにつれて共振周波数が低くなる特性となった。

【 0 0 8 3 】

一方、ポリイミド層の膜厚を 1 8 9 μm にさらに厚くても共振周波数は 6 2 . 5 5 GHz で殆ど変化せず、さらにポリイミド層の膜厚を 2 5 2 μm に厚くしても共振周波数は 6 2 . 5 3 GHz で殆ど変化しなかった。

【 0 0 8 4 】

このように、ポリイミド層の厚みが 1 2 6 μm を超えると、共振周波数は変化しないことが分かった。これは、前述した図 1 0 での説明において、ポリイミド層の膜厚がある程度厚くなると、第 2 金属層 2 2 から上側に発生する電界がポリイミド層の膜みの途中までしか到達しなくなり、飽和状態となるためと推測される。

40

【 0 0 8 5 】

上記した実験サンプルのパッチアンテナ P A では、ポリイミド層の厚みが 1 2 6 μm 以下であれば、パッチアンテナ P A の共振周波数を測定することにより膜厚を算出することができる。配線基板で使用される層間絶縁層の膜厚は、1 0 μm ~ 1 0 0 μm 、例えば 3 0 μm 程度であるため、上記した方法によって膜厚測定を行うことができる。

【 0 0 8 6 】

このようにして、図 1 1 のように、膜厚測定対象の絶縁層の膜厚とパッチアンテナの共振周波数との関係を検量線として予め作成しておく。そして、測定サンプルのパッチアン

50

テナの共振周波数を測定することにより、検量線のデータから絶縁層の膜厚を算出することができる。

【 0 0 8 7 】

例えば、ある製品の測定サンプルにおいて、パッチアンテナ P A の共振周波数が 6 4 . 5 0 G H z であったときは、図 1 1 の検量線から、パッチアンテナ P A の上のポリイミド層の膜厚が 3 0 μ m 程度であることが算出される。

【 0 0 8 8 】

図 1 1 のような検量線のデータをシステム化して、パッチアンテナ P A の共振周波数の測定値とリンクさせることにより、共振周波数を測定と同時に膜厚を表示させることも可能である。

10

【 0 0 8 9 】

なお、パッチアンテナ P A の第 2 金属層 2 2 (アンテナパターン層) の設計を変更することにより、共振周波数を変えることができる。各種の絶縁層の膜厚測定に対して、膜厚の変化に応じて共振周波数が変化するように、第 2 金属層 2 2 (アンテナパターン層) の設計を行えばよい。

【 0 0 9 0 】

以上のように、本実施形態では、パッチアンテナの共振周波数を測定することで層間絶縁層の膜厚を求めることができる。このため、3 次元測長システムを使用する場合と違って、層間絶縁層の樹脂材料や各工程のプロセス条件を変更しても、その都度測定条件を調整する必要がなく、簡易な方法で膜厚測定を行うことができる。

20

【 0 0 9 1 】

また、膜厚測定を行う際に、ビアホールを必要としないため、ビアホールの径が小さくなくても膜厚測定が不可となる問題は発生しない。

【 0 0 9 2 】

また、溶出法を使用する場合と違って、膜厚測定用に配線基板から個片サンプルを採取することなく、非破壊でかつ短手番で膜厚測定を行うことができる。

【 0 0 9 3 】

以上の方法によって図 7 の第 2 層間絶縁層 4 2 の膜厚測定を行った後に、配線形成領域 B の第 2 層間絶縁層 4 2 の上に所望の多層配線層が形成される。多層配線層の膜厚測定対象の層間絶縁層の下にパッチアンテナを形成することにより、その層間絶縁層の膜厚を同様に測定することができる。

30

【 0 0 9 4 】

(第 2 の実施の形態)

第 2 実施形態では、他の絶縁層として O S P 膜の膜厚測定方法について説明する。図 1 2 ~ 図 1 4 は O S P 膜の膜厚測定方法を説明するための図である。

【 0 0 9 5 】

図 1 2 の断面図の膜厚測定領域 A は図 1 2 の平面図の I - I に沿った断面に相当する。図 1 2 の平面図は透視的に描かれている。また、図 1 3 は図 1 2 の平面図の I I - I I に沿った断面図である。

【 0 0 9 6 】

40

図 1 2 の断面図及び平面図に示すように、O S P 膜の膜厚測定を行う場合は、前述した図 4 の工程において、配線形成領域 B では第 2 配線層 3 2 が接続パッド P として形成される。接続パッド P は、多層配線層の最上の配線層として形成され、島状に配置されてもよいし、あるいは引き出し配線の一端に配置されていてもよい。接続パッド P には、半導体素子などの電子部品が接続される。

【 0 0 9 7 】

そして、第 1 層間絶縁層 4 1 の上にソルダレジスト層 4 4 が形成される。配線形成領域 B では、接続パッド P の上にソルダレジスト層 4 4 の第 1 開口部 4 4 a が配置される。また、膜厚測定領域 A では、第 2 金属層 2 2、第 1、第 2 電極パッド P 1 , P 2 の上にソルダレジスト層 4 4 の第 2 開口部 4 4 b が一括して配置される。

50

【 0 0 9 8 】

さらに、薬液処理によって、配線形成領域 B におけるソルダレジスト層 4 4 の開口部 4 4 a 内の接続パッド P の表面に薄膜の O S P 膜 4 6 を形成する。このとき同時に、膜厚測定領域 A では、ソルダレジスト層 4 4 の開口部 4 4 b 内の第 2 金属層 2 2、第 1、第 2 電極パッド P 1 , P 2 にも同じ厚みの O S P 膜 4 6 が形成される。図 1 2 の平面図の斜線ハッチング領域に O S P 膜 4 6 が形成される。

【 0 0 9 9 】

このようにして、図 1 2 及び図 1 3 の断面図に示すように、膜厚測定領域 A の第 1、第 1 電極パッド P 1 , P 2 及び第 2 金属層 2 2 の上に膜厚測定対象となる O S P 膜 4 6 が形成される。これにより、第 2 実施形態の膜厚測定機能付き基板 1 a が得られる。

10

【 0 1 0 0 】

次いで、図 1 4 に示すように、前述した図 9 と同様に、パッチアンテナ P A の第 2 金属層 2 2 のパッド部 P X に G S G プローブの信号ピン S を接触させて接続する。また同時に、パッチアンテナ P A の第 1、第 2 電極パッド P 1 , P 2 に G S G プローブの 2 つのグランドピン G を接触させて接続する。

【 0 1 0 1 】

このとき、第 2 金属層 2 2 のパッド部 P X 及び第 1、第 2 電極パッド P 1 , P 2 の表面に O S P 膜 4 6 が形成されている。しかし、G S G プローブの信号ピン S 及びグランドピン G で O S P 膜 4 6 を押し込んで突き破ることにより、第 1、第 2 電極パッド P 1 , P 2 及びパッド部 P X に G S G プローブを電氣的に接続することができる。

20

【 0 1 0 2 】

そして同様に、O S P 膜 4 6 で被覆されたパッチアンテナ P A の共振周波数を測定する。前述した第 1 実施形態と同様に、O S P 膜 4 6 の膜厚とパッチアンテナ P A の共振周波数との関係を検量線として予め作成しておくことで、測定された共振周波数及び検量線のデータから O S P 膜 4 6 の膜厚を算出することができる。第 2 実施形態は第 1 実施形態と同様な効果を奏する。

【 0 1 0 3 】

前述した第 1、第 2 実施形態では、樹脂層及び O S P 膜の膜厚測定を例示したが、各種の有機又は無機の絶縁層の膜厚を測定することができる。無機の絶縁層としては、シリコン酸化層、シリコン窒化層、又はシリコン酸化窒化層などがある。

30

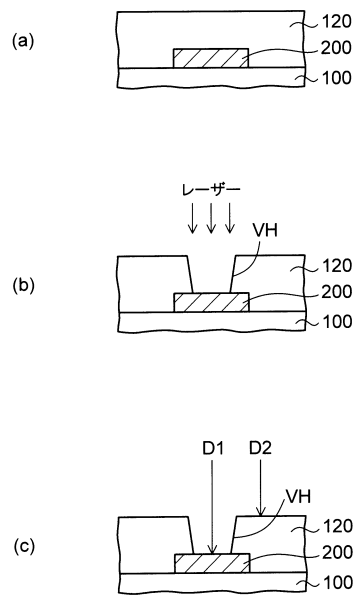
【 符号の説明 】

【 0 1 0 4 】

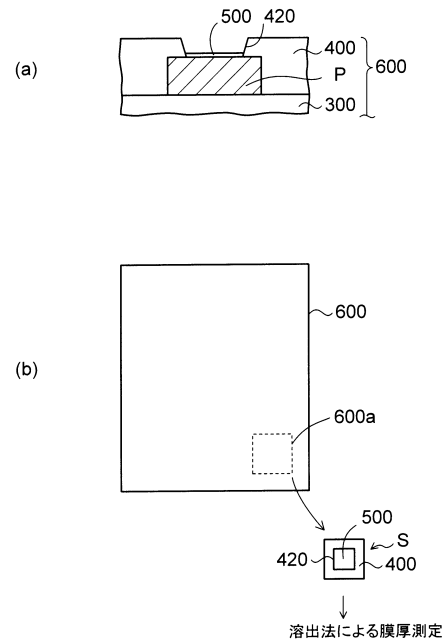
1 , 1 a ... 膜厚測定機能付き基板、1 0 ... 下地絶縁層、1 2 ... シード層、1 3 ... めっきレジスト層、1 3 a , 4 2 a ... 開口部、1 4 ... 金属めっき層、2 1 ... 第 1 金属層、2 2 ... 第 2 金属層、3 1 ... 第 1 配線層、3 2 ... 第 2 配線層、4 1 ... 第 1 層間絶縁層、4 2 ... 第 2 層間絶縁層、4 4 ... ソルダレジスト層、4 4 a ... 第 1 開口部、4 4 b ... 第 2 開口部、4 6 ... O S P 膜、A ... 膜厚測定領域、B ... 配線形成領域、G ... グランドピン、P A ... パッチアンテナ、P 1 ... 第 1 電極パッド、P 2 ... 第 2 電極パッド、P X ... パッド部、S ... 信号ピン、V C 1 ... 第 1 ビア導体、V C 2 ... 第 2 ビア導体、V C 3 ... 第 3 ビア導体、V H 1 ... 第 1 ビアホール、V H 2 ... 第 2 ビアホール、V H 3 ... 第 3 ビアホール、V H 4 ... 第 4 ビアホール。

40

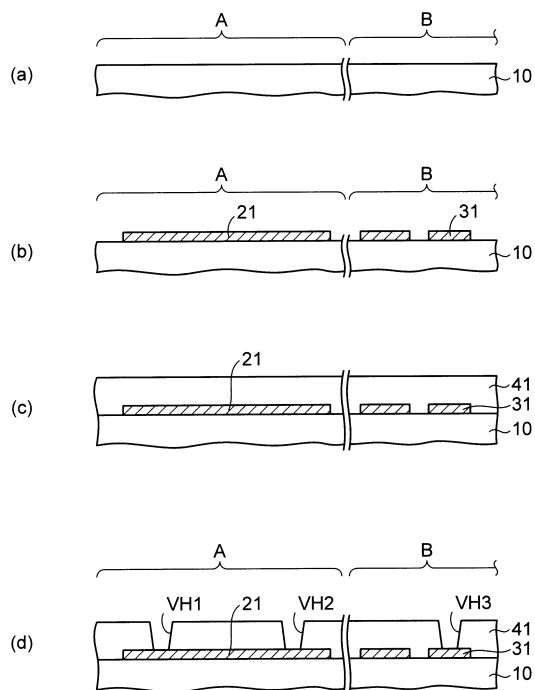
【図 1】



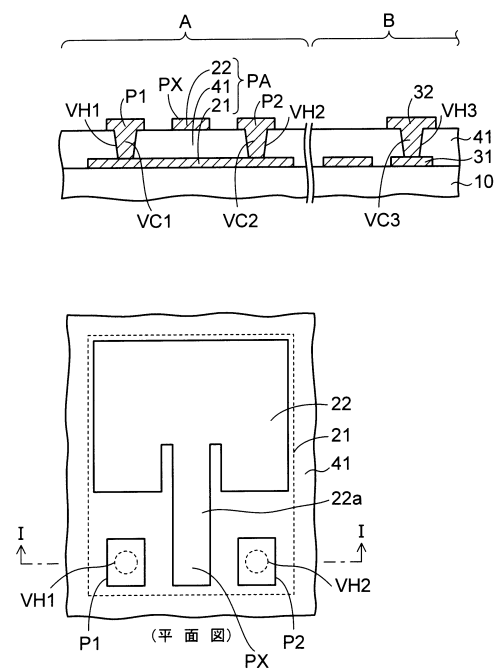
【図 2】



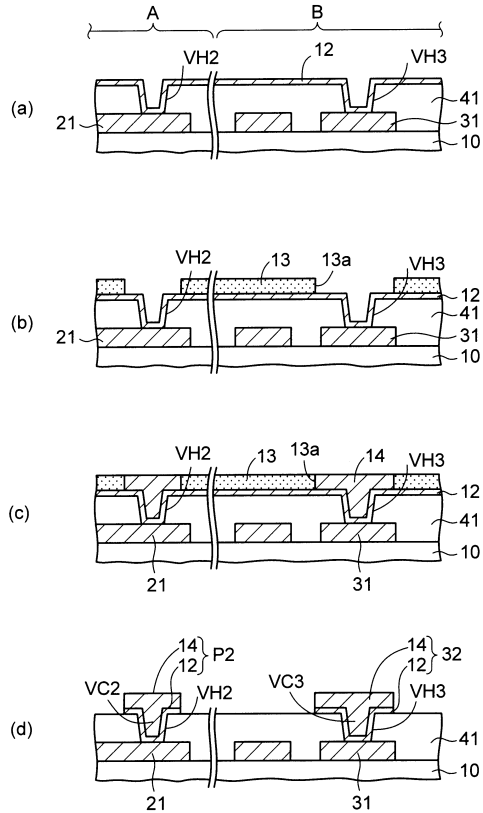
【図 3】



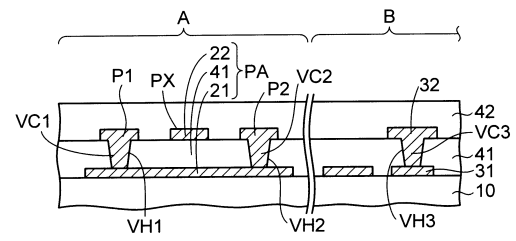
【図 4】



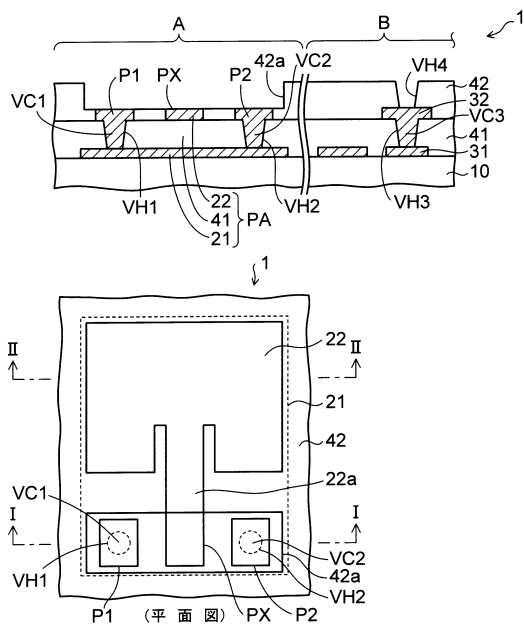
【図 5】



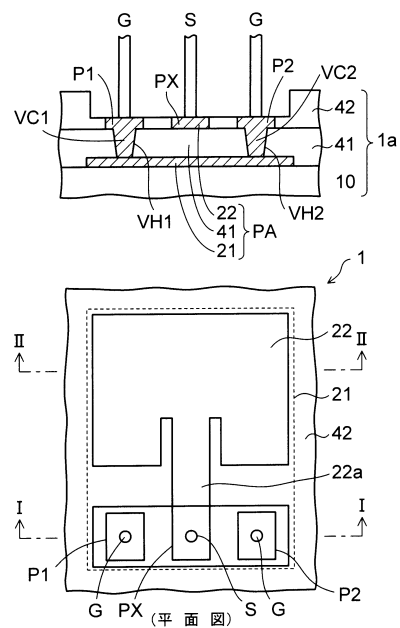
【図 6】



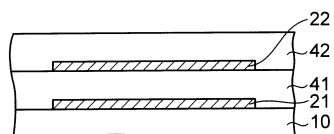
【図 7】



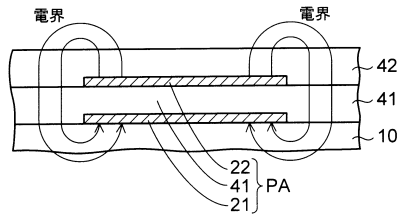
【図 9】



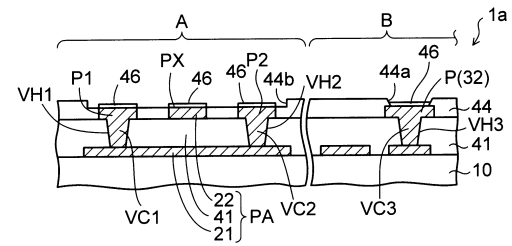
【図 8】



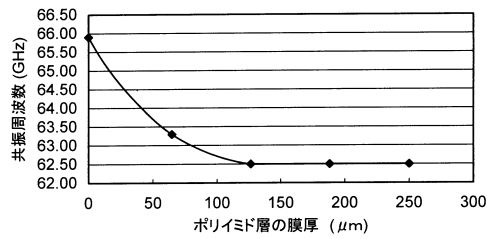
【図 10】



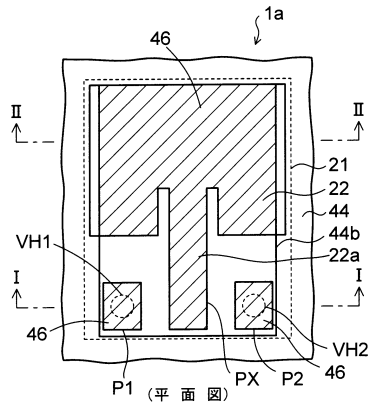
【図 12】



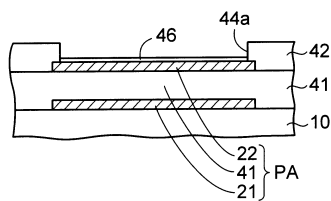
【図 11】



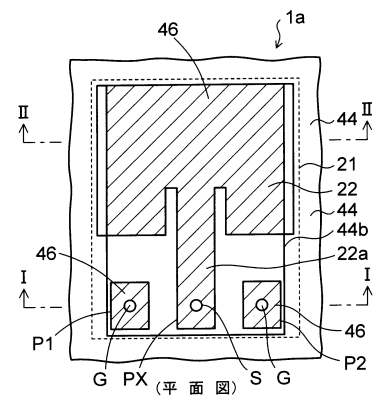
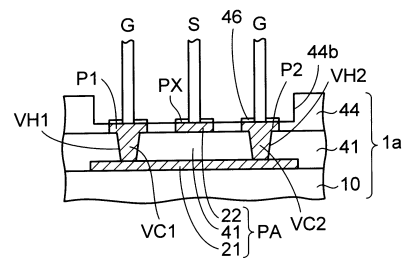
ポリイミド層の膜厚 (μm)	0	63	126	189	252
共振周波数 (GHz)	65.91	63.32	62.57	62.55	62.53



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 B	7 / 0 0 - 7 / 3 0
G 0 1 B	1 5 / 0 2
H 0 5 K	3 / 0 0
H 0 5 K	3 / 4 6