

明 細 書

発明の名称：多層配線基板とその製造方法並びにプローブカード

技術分野

[0001] 本発明は多層配線基板とその製造方法に関し、詳細には、特性インピーダンスの調整が容易で、大規模半導体集積回路等における端子の狭ピッチ化にも対応可能な多層配線基板とその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 大規模半導体集積回路（以下、「LSI」という。）を実装するためのLSI搭載用配線基板として様々な薄膜多層配線基板が用いられている。また、LSIの電気的特性をウエハの状態で一括検査するためのプローブカードにおいても、LSIの端子ピッチに対応したピッチでプローブを配置する必要上から、多層配線基板が用いられている。

[0003] これらの多層配線基板においては、インピーダンスの不整合に起因する伝送信号の波形の乱れや、遅延、劣化が生じるのを避けるために、伝送線路の特性インピーダンスを調整することが行われている。例えば、特許文献1、2においては、多層配線層間を接続するビア若しくはビア対の特性インピーダンスを制御して、ビアと配線層における配線との間の特性インピーダンスのミスマッチを低減する技術が開示されている。しかし、特許文献1、2は、多層配線基板におけるビア若しくはビア対の特性インピーダンスを調整する技術を開示するに止まり、多層配線基板の配線層に形成される配線の特性インピーダンスの調整に関しては何らの示唆も与えるものではない。

[0004] 一方、特許文献3には、プローブカードにおける配線と平行に接地導体部を配置してマイクロストリップ線路を形成させ、配線の幅と絶縁層の厚さを変化させることにより、配線の特性インピーダンスを調整する技術が開示されている。しかし、特許文献3には多層配線基板における配線の特性インピーダンスを調整することについての言及はなく、LSI等における端子の狭

ピッチ化への対応についても触れるところがない。また、本発明者らが確認したところによれば、以下に示すとおり、特許文献3に開示されている技術をそのまま狭ピッチ化に対応したプロローブカード等における多層配線基板に適用することは困難である。

[0005] すなわち、現在では、LSI等には永続的な高密度化の要求があり、このため配線ピッチとしては50μm以下が望まれている。その一方で、配線を通れる電流の容量としては1A程度が要求されている。さらに、配線の特性インピーダンスZ₀の値としては50Ωが必要とされている。これらの要求を満足させるためには、配線幅としては25μm、配線間隔25μm、配線厚10μm程度の銅(Cu)配線であることが必要であり、このような配線に対応する層間絶縁層の厚さは20μm程度が必要となる。絶縁層を構成する絶縁材として一般的なポリイミドを用い、これを厚さ20μmの絶縁層として形成し、その表面に配線幅25μm、厚さ10μmの銅配線を形成するとともに、裏面にグラウンド・ベタ層を形成して、図5に示すようなマイクロストリップ線路を構成した場合、その特性インピーダンスZ₀は下記式(1)を用いて近似的に計算することができる。ただし、図5において、101は配線、102は絶縁層、103はグラウンド・ベタ層、Hは絶縁層の厚さ、Wは配線幅、Tは配線厚である。

[0006] 式(1)

[数1]

$$Z_0 = \frac{87}{\sqrt{\epsilon_r + 1.41}} \times \ln \left[\frac{5.98 \times H}{0.8 \times W + T} \right]$$

式(1)において、Z₀、H、W、及びTは、それぞれ上述したとおり、特性インピーダンス、絶縁層の厚さ、配線幅、及び配線厚であり、ε_rは絶縁層の比誘電率である。式(1)において、H=20μm、W=25μm、T

$= 10 \mu\text{m}$ 、 $\epsilon_r = 3.7$ を代入すると、配線の特性インピーダンス Z_0 は、 $Z_0 = 53.1 (\Omega)$ と計算され、必要とされる特性インピーダンスである50オーム(Ω)にほぼ近い値となる。

[0007] しかしながら、多層配線基板においては、配線は絶縁層に挟まれた内層にあり、その上下にグラウンド・ベタ層が存在するので、例えば図6に示すようなストリップ線路が形成される(図6において図5における同じ部材又は部分には同じ符号を付してある)。図6に示すようなストリップ線路の特性インピーダンス Z_0 は下記式(2)を用いて近似的に計算される。

[0008] 式(2)

[数2]

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \times \ln \left[\frac{1.9 \times (2 \times H + T)}{0.8 \times W + T} \right]$$

式(2)において、 Z_0 は特性インピーダンス、 H は上下の絶縁層の厚さ、 W は配線幅、 T は配線厚、 ϵ_r は絶縁層の比誘電率であり、ここに、 $H = 20 \mu\text{m}$ 、 $W = 25 \mu\text{m}$ 、 $T = 10 \mu\text{m}$ 、 $\epsilon_r = 3.7$ を代入すると、配線の特性インピーダンス Z_0 は、 $Z_0 = 36.0 (\Omega)$ と計算され、必要とされる特性インピーダンスである50オーム(Ω)より大幅に低い値となる。したがって、特許文献3に開示された技術をそのまま適用したのでは、端子の狭ピッチ化に対応した多層配線基板における配線の特性インピーダンスを50オーム近辺に調整することは困難である。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2008-205099号公報

特許文献2：特開2010-2257号公報

特許文献3：特開2010-2302号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 本発明は、上記従来技術の欠点を解決するために為されたもので、特性インピーダンスの調整が容易で、LSI等における端子ピッチの狭ピッチ化にも対応可能な多層配線基板とその製造方法、並びにそのような多層配線基板を備えたプローブカードを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0011] 上記の課題を解決すべく鋭意研究を重ねた結果、本発明者らは、配線の実効特性インピーダンス Z_0 が下記式（3）で表されること、そして、配線材料の一部又は全部を透磁性体（比透磁率の大きな導電性材料）で置き換えると、下記式（4）に示すように特性インピーダンスを上昇させることができることを見出した。

[0012] 式（3）

[数3]

$$Z_0 = \frac{E}{H} = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$$

式（3）において、 Z_0 ：特性インピーダンス、 E ：電場（ベクトル）、 H ：磁場（ベクトル）、 μ ：透磁率、 ϵ ：誘電率である。

[0013] 式（4）

[数4]

$$Z_1 = \sqrt{\mu_0} \times Z_0$$

式（4）において、 Z_0 ：当初の特性インピーダンス、 Z_1 ：配線材料を透

磁性体で置き換えた後の特性インピーダンス、 μ_0 ：透磁性体の透磁率。

[0014] 上記式（４）に示されるとおり、配線を構成する導電性材料として透磁性体を用いると、配線の特性インピーダンス Z_0 は、 μ_0 の平方根を係数として大きくなり、配線の特性インピーダンスは Z_0 から Z_1 へと上昇する。一方、従来から一般的に配線に用いられている銅などの導電性材料は非透磁性であるので、配線に用いられている銅などの導電性材料の一部を比透磁率の大きな導電性材料で置き換えることによって、配線の特性インピーダンスを上昇させることができるのではないかと考えられる。本発明者らはこのような知見に基づき種々試行錯誤を繰り返した結果、本発明を完成した。

[0015] すなわち、本発明は、基板上に複数の配線層が絶縁層を挟んで積層されている多層配線基板において、前記配線層に形成される配線が第一層と第二層とからなる二層構造の配線であり、前記第一層が第一の導電性材料で構成され、前記第二層が前記第一の導電性材料よりも比透磁率が大きな第二の導電性材料で構成されており、前記二層構造とすることにより、前記二層構造の配線と同一厚さの配線を前記第一の導電性材料だけで構成した場合よりも、前記配線の特性インピーダンスが５０オームに近い値に調整されている多層配線基板を提供することによって、上記の課題を解決するものである。

[0016] 本発明の多層配線基板においては、上記のとおり、配線を構成する第一の導電性材料の一部が第一の導電性材料よりも比透磁率が大きな第二の導電性材料で置き換えられているので、その特性インピーダンスは、同一厚さの配線を前記第一の導電性材料だけで構成した場合よりも上昇し、５０オームに近い値に調整することが可能である。

[0017] 前記第一の導電性材料としては、銅（Cu）又は銀（Ag）が好ましく、前記第二の導電性材料としては、ニッケル（Ni）、コバルト（Co）、又は、ニッケル及び／又はコバルトを含む合金が好ましい。因みに、銅の比透磁率は０．９９９９９１、銀の比透磁率は０．９９９９８と小さく、いずれも１．０以下であり、非透磁性体である。一方、ニッケルの比透磁率は６００、コバルトの比透磁率は２５０と大きく、いずれも１０以上であり、透磁

性体である。

[0018] 本発明の多層配線基板の好ましい一態様において、前記配線の幅は $10\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下である。配線の幅が $10\mu\text{m}$ 未満であると、容量で 1A の電流を流すことが困難となり、配線の幅が $25\mu\text{m}$ を超えると、現在望まれている $50\mu\text{m}$ 以下という配線ピッチに対応できなくなるので好ましくない。

[0019] また、前記第一層の厚さは $6\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下であり、前記第二層の厚さが前記第一層の厚さの 5% 以上 50% 以下であるのが好ましい。第一層の厚さが $6\mu\text{m}$ 未満であると、配線の幅を $25\mu\text{m}$ とした場合でも容量で 1A の電流を流すことが困難となり、好ましくない。一方、第一層の厚さが $20\mu\text{m}$ を超えると、第二層の厚さを含めた配線厚が $20\mu\text{m}$ を大幅に超え、配線部分とそれ以外の部分との段差が大きくなり、いわゆるステップカバレージ (Step Coverage) 問題が発生し、絶縁層を塗布するプロセスで困難が生じ、絶縁層に穴あき等の欠陥が発生して必要とされる絶縁性が保てなくなる恐れがあるので、好ましくない。また、第二層の厚さが第一層の厚さの 5% 未満であると、特性インピーダンスの上昇が小さく、第一の導電性材料の一部を第二の導電性材料で置き換えたことによる利点が十分に得られない可能性があるので好ましくない。また、第二層の厚さが第一層の厚さの 50% を超えると、第一層を構成する第一の導電性材料の割合が相対的に少なくなり、導体抵抗が大きくなって所望の電流容量を満たせなくなるので好ましくない。

[0020] 本発明の多層配線基板においては、基本的には、配線は第一層と第二層とが積層された二層構造であれば良く、第一層が上であっても第二層が上であっても良い。しかしながら、例えば、第一層を構成する第一の導電性材料として銅を用いる場合には、製造工程中の露出により銅の表面が酸化されることがあるので、そのような酸化を防止するためには、第二層を第一層よりも上、すなわち、多層配線基板の基板からより遠い方に位置させるのが好ましい。この場合、第二層を構成する第二の導電性材料としては、透磁性を有し

、化学的に比較的安定で一連の多層配線プロセスにおいて表面が酸化しない導電性材料であれば良く、ニッケル又はコバルトが好適に用いられる。

[0021] さらに、本発明の多層配線基板においては、前記配線を、第一層及び第二層とからなる二層構造に加えて、少なくとも一層の第三の層を備える三層以上の多層構造の配線としても良い。この場合、前記第三の層を構成する第三の導電性材料としては、第一層を構成する第一の導電性材料よりも比透磁率が大きな導電性材料を用いるのが好ましく、第三の導電性材料の比透磁率は前記第二の導電性材料の比透磁率とは異なっているのが好適である。前記第三の導電性材料としては、前記第二の導電性材料と同様に、ニッケル（Ni）、コバルト（Co）、又は、ニッケル及び／又はコバルトを含む合金が好ましい。このように本発明の多層配線基板を三層以上の多層構造とする場合には、前記第二層に加えて前記第三の層の層厚や構成材料を選択することにより、前記配線の特性インピーダンスの調整をより精度良く行うことができるという利点を得られる。

[0022] また、本発明の多層配線基板においては、絶縁層を構成する材料としては、その誘電率、及び絶縁層の形成の容易さの観点から、ポリイミドを用いるのが好ましい。

[0023] 本発明は、さらに、基板上に複数の配線層が絶縁層を挟んで積層されている多層配線基板の製造方法であって、前記配線層に形成される配線の形成工程として、第一の導電性材料を用いて第一層を形成する工程と、前記第一の導電性材料よりも比透磁率が大きな第二の導電性材料を用いて前記第一層と積層する第二層を形成することにより、前記第一層の厚さと前記第二層の厚さとを加算した厚さの配線を前記第一の導電性材料だけで構成した場合よりも、前記配線の特性インピーダンスを50オームに近い値に調整する工程とを含む、多層配線基板の製造方法を提供することによって、上記の課題を解決するものである。

[0024] 本発明は、さらに、基板上に複数の配線層が絶縁層を挟んで積層されている多層配線基板の製造方法であって、前記配線層に形成される配線の形成工

程として、第一の導電性材料を用いて第一層を形成する工程と、前記第一の導電性材料よりも比透磁率が大きな第二の導電性材料及び第三の導電性材料を用いて、それぞれ、前記第一層と積層する第二層及び少なくとも一層の第三の層を形成することにより、前記配線の実効インピーダンスを、前記第一層の厚さと前記第二層の厚さと前記第三の層の厚さとを加算した厚さの配線を前記第一の導電性材料だけで構成した場合よりも50オームに近い値に調整する工程とを含む、多層配線基板の製造方法を提供することによって、上記の課題を解決するものである。

[0025] 加えて、本発明は、上述した本発明の多層配線基板を備えるプローブカードを提供することによっても、上記の課題を解決するものである。

発明の効果

[0026] 本発明の多層配線基板及びその製造方法によれば、多層配線基板の配線層に形成される配線を、第一の導電性材料で構成される第一層と、第一の導電性材料よりも比透磁率が大きな第二の導電性材料で構成される第二層との積層構造とすることによって、或いは、前記積層構造に加えて、第一の導電性材料よりも比透磁率が大きな第三の導電性材料で構成される少なくとも一層の第三の層が積層した三層以上の積層構造とすることによって、前記配線の実効インピーダンスを所望される50オームに接近した値に調整することが可能であり、端子間の狭ピッチ化に対応して配線間隔を狭くする場合でも、接続される信号線路との間でインピーダンス整合をとることが比較的容易となり、歪みや損失の少ない信号伝送が可能となるという利点を得られる。また、本発明の多層配線基板を備えるプローブカードによれば、端子間又は電極間のピッチが狭いLSI等の半導体装置であっても、その電気的特性を精度良く検査することができるという利点を得られる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の多層配線基板の一部を模式的に示す図である。

[図2]配線部分だけを取り出して示す図である。

[図3]本発明の多層配線基板における配線の他の一例を示す図である。

[図4]本発明の多層配線基板の製造工程の一例を示す図である。

[図5]マイクロストリップ線路を模式的に示す図である。

[図6]ストリップ線路を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、図面を用いて本発明を詳細に説明するが、本発明が図示のものに限られないことは勿論である。

[0029] 図1は、本発明の多層配線基板の一部を模式的に示す図である。図1において、1は配線、2は絶縁層、3はグラウンド・ベタ層であり、本例において絶縁層2及びグラウンド・ベタ層3は配線1の上下に存在しており、多層配線基板を構成するストリップ線路が形成されている。Wは配線1の配線幅、Tは配線1の配線厚さであり、Hは配線1の上下に存在する絶縁層2の厚さである。図1に示すとおり、配線1の上下で絶縁層2の厚さHは同じである。また、4は第一層、5は第二層を示している。

[0030] 図2は、図1における配線1だけを取り出して示す図である。図2に示すとおり、配線1は、第一の導電性材料で構成される第一層4と、その上に積層された第二の導電性材料で構成される第二層5とからなる2層構造を有している。第一層4を構成する第一の導電性材料としては、例えば、従来から配線に汎用されている銅(Cu)や銀(Ag)などを用いることができ、価格の点からは銅を用いるのが好ましい。

[0031] 一方、第二層を構成する第二の導電性材料としては、第一の導電性材料よりも比透磁率が大きな導電性材料であれば適宜の材料を使用することができるが、入手が比較的容易で、酸化がし難く、さらに、比較的大きな比透磁率を有しているという点からは、ニッケル又はコバルトを用いるのが好ましく、ニッケル又はコバルト若しくはその双方を含有した合金も第二の導電性材料として好適に用いることができる。

[0032] t_1 は第一層の厚さ、 t_2 は第二層の厚さである。第一層の厚さ t_1 と第二層の厚さ t_2 に関しては基本的に特段の制限はないが、間隔50 μ m以下というLSI等における端子の狭ピッチ化に対応するには、前述したとおり、配線

1の幅 W は $25\mu\text{m}$ 以下とすることが必要であり、そのような配線幅 W の配線1に1A程度の電流を流すには、第一の導電性材料で構成される第一層の厚さ t_1 は、例えば第一の導電性材料として抵抗率の低い銅(Cu)又は銀(Ag)を用いた場合でも、少なくとも $6\mu\text{m}$ は必要である。また、第一層の厚さ t_1 が余りに大きくて $20\mu\text{m}$ 超になると、第二層の厚さを含めた配線厚が $20\mu\text{m}$ を大幅に超え、配線部分とそうでない部分との段差が大きくなり、絶縁層を塗布するプロセスに不都合をきたして絶縁層の被着状態に影響を及ぼし、絶縁層に穴あき等の欠陥が発生して必要とされる絶縁性が保てなくなる恐れがある。したがって、第一層の厚さ t_1 は $6\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下であるのが好ましい。

[0033] 一方、第二層の厚さ t_2 は、第一層に積層して全体としての配線1の特性インピーダンスを50オームに接近させることができる値に設定すれば良く、基本的に特段の制限はないが、第一層の厚さ t_1 の5%以上50%以下の厚さにするのが良い。厚さ t_2 が厚さ t_1 の5%未満である場合には、第二層を積層することによって、前記配線の特性インピーダンスを、二層構造の配線と同一厚さの配線を第一の導電性材料だけで構成した場合よりも50オームに近い値に調整することが困難となるので好ましくない。逆に、厚さ t_2 が厚さ t_1 の50%を超える場合には、第一層を構成する第一の導電性材料の割合が相対的に少なくなり、導体抵抗が大きくなって所望の電流容量を満たせなくなるので好ましくない。

[0034] なお、図2では、第一層よりも第二層が上側に積層されているが、第一層が第二層の上に積層されていても良い。ただし、前述したとおり、製造工程における第一の導電性材料の表面酸化を防止するという観点からは、第一層の上に第二層を積層するのが好ましい。

[0035] 因みに、第一層を構成する第一の導電性材料として銅、第二層を構成する第二の導電性材料としてニッケルを用い、配線1の全体の厚さ T を $10\mu\text{m}$ 、第一層4の厚さ t_1 を $8\mu\text{m}$ 、第二層5の厚さ t_2 を $2\mu\text{m}$ (厚さ t_2 が厚さ t_1 の25%の場合に相当)、配線1の配線幅 W を $25\mu\text{m}$ 、配線間隔 25μ

m、絶縁層2の厚さHを20 μ m、絶縁層2を構成する絶縁材料として誘電率 ϵ_r が3.7のポリイミドを用いた場合には、配線1の特性インピーダンスは以下のように計算される。

[0036] すなわち、図1に示す配線1においては、全体の厚さTが10 μ mの配線1が8 μ mの第一層と、2 μ mの第二層とから構成されているので、8 μ m厚の第一層を2 μ m厚の層が4枚積層されているとみなすと、配線1の合成インピーダンス Z_2 は下記式(5)で計算される。

[0037] 式(5)

[数5]

$$\frac{5}{Z_2} = \frac{4}{Z_0} + \frac{1}{Z_1}$$

ただし、 Z_0 は第一層の特性インピーダンスであり、 Z_1 は第二層の特性インピーダンスである。

[0038] 図1における配線1は、その一部がニッケルで構成される第二層で置き換えられている点を除けば、図6に示したストリップ線路と同じであるので、その特性インピーダンス Z_0 は、先に計算で求めたとおり、 $Z_0 = 36.0$ (Ω)である。一方、第二層の特性インピーダンス Z_1 は、ニッケルの比透磁率が600であるので、上記式(4)に基づいて、以下のように計算される。

[0039] [数6]

$$Z_1 = \sqrt{600} \times 36.0 = 882$$

[0040] $Z_0 = 36.0$ (Ω)と、 $Z_1 = 882$ (Ω)とを上記式(5)に代入すると、合成した配線1の特性インピーダンス Z_2 は、 $Z_2 = 44.6$ (Ω)と計算され、配線1の全体を第一の導電性材料で構成した場合、すなわち、前記

二層構造の配線 1 と同一厚さ T の配線を第一の導電性材料だけで構成した場合よりも、求められる特性インピーダンス 50 オームに近い値になる。このように、本発明の多層配線基板によれば、第一の導電性材料で構成される第一層に対して、第一の導電性材料よりも比透磁率の大きな第二の導電性材料で構成される第二層を積層して配線 1 を二層構造とすることにより、配線 1 の特性インピーダンスは、二層構造の配線 1 と同一厚さの配線を第一の導電性材料だけで構成した場合よりも、配線の特性インピーダンス 50 オームに近い値に調整されることになる。

[0041] なお、上に説明した例は、第一層 4 の厚さ t_1 を $8\mu\text{m}$ 、第二層 5 の厚さ t_2 を $2\mu\text{m}$ とし、第二層 5 の厚さ t_2 が第一層 4 の厚さ t_1 の 25% ($= (2\mu\text{m} / 8\mu\text{m}) \times 100$) とした場合であるが、第一層 4 の厚さ t_1 に対する第二層 5 の厚さ t_2 の割合を 25% よりも大きくすれば、配線 1 の特性インピーダンスがさらに 50 オームに近くなることもない。

[0042] また、上に説明した例では、第一層を構成する第一の導電性材料として銅を用い、第二層を構成する第二の導電性材料としてニッケルを用いたが、第一の導電性材料として銅に代えて、例えば銀を用い、第二の導電性材料としてニッケルに代えて、例えばコバルト、或いはニッケル及び／又はコバルトを含有する合金を用いる場合にも、各材料の比透磁率を勘案して、配線 1 の特性インピーダンスが 50 オームに近くなるように、第一層 4 の厚さ t_1 に対する第二層 5 の厚さ t_2 の割合を設定すれば良い。

[0043] 図 3 は、本発明の多層配線基板における配線 1 の他の一例を示す図である。本例において配線 1 は、第二層 5 の上に、さらに第三の層 6 が積層された三層構造の配線である。第三の層 6 を構成する第三の導電性材料としては、第一の層 4 を構成する第一の導電性材料よりも比透磁率の大きな導電性材料であれば良く、第二の導電性材料と同様に、ニッケル又はコバルト、若しくは、ニッケル及び／又はコバルトを含有した合金を好適に用いることができる。ただし、第三の導電性材料の比透磁率は、第二の導電性材料の比透磁率と異なっているのが好適であり、例えば、第二層 5 を構成する第二の導電性

材料としてニッケルを選択した場合には、第三の層 6 を構成する第三の導電性材料としては、ニッケル以外の材料、例えば、コバルト、コバルト含有合金、ニッケル含有合金、又はニッケル及びコバルトの双方を含有する合金から選択して用いるのが良い。

[0044] t_3 は第三の層 6 の厚さであり、配線 1 を図 3 に示すように三層構造とした場合にも、先に説明した二層構造の場合と同様に、第二層 5 の厚さ t_2 と第三の層 6 の厚さ t_3 とを加算した厚さ ($t_2 + t_3$) が、第一層 4 の厚さ t_1 の 5 % 以上 50 % 以下であるのが望ましい。また、第二層 5 の厚さ t_2 と第三の層 6 の厚さ t_3 とは同じであっても、異なっても良い。なお、本例においては、第三の層 6 は一層だけであるが、第三の層 6 は二層以上あっても良く、その場合には複数存在する第三の層 6 の層厚と、第二層 5 の層厚とを加算した厚さが、第一層 4 の厚さ t_1 の 5 % 以上 50 % 以下であるのが望ましいということになる。さらに、図示の例では、第三の層 6 は第二層 5 の上に積層されているが、第一層 4、第二層 5、及び第三の層 6 の積層順序は図示のものに限られない。

[0045] 図 4 は、本発明の多層配線基板の製造工程の一例を示す図である。まず、図 4 (a) に示すように基板 B を用意する。基板 B としては、斯界において汎用されているセラミック基板、或いはガラス基板などから選択される適宜の基板を用いることができる。次に、図 4 (b) に示すように、基板 B のほぼ全面に、スパッタリング又は真空蒸着などの適宜の方法によりチタン又はクロムの薄膜を厚さ 10 nm から 500 nm の範囲で形成し、接着層 7 とする。

[0046] 続いて、図 4 (c) に示すように、接着層 7 の上に、同じくスパッタリング又は真空蒸着などの適宜の方法によりニッケル、パラジウム、又は白金などの白金族の金属元素からなる薄膜を厚さ 10 nm から 1000 nm の範囲で形成し、仲介層 8 とする。仲介層 8 を形成した後、後続する電界メッキによるメッキ層の厚さを上回る厚さのフォトレジスト R を、図 4 (d) に示すように基板 B の全面にコーティングし、続いてフォトリソグラフィーにより

、図4（e）に示すように、配線パターンに相当する形状の開口部Oを形成する。

[0047] 次に、開口部Oから露出している仲介層8及び接着層7を一方の電極とする電界メッキ法により、図4（f）に示すように開口部Oに第一の導電性材料のメッキ層を厚さ $6\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ の範囲で形成し、第一層4を形成する。この工程が、本発明の製造方法における、第一の導電性材料を用いて第一層を形成する工程に相当する。

[0048] 続いて、同様に電界メッキ法により、第一層4の上に、第二の導電性材料のメッキ層を第一層4の厚さに対して5%～50%の範囲で形成し、図4（g）に示すように、第二層5を形成する。この工程が、本発明の製造方法における、第一の導電性材料よりも比透磁率が大きな第二の導電性材料を用いて第一層と積層する第二層を形成することにより、第一層の厚さと第二層の厚さとを加算した厚さの配線を第一の導電性材料だけで構成した場合よりも、配線の特性インピーダンスを50オームに近い値に調整する工程に相当する。

[0049] なお、さらに、第二層5の上に、第三の導電性材料のメッキ層を、第二層5の層厚と加算した層厚が第一層4の厚さに対して5%～50%の範囲となるように形成し、第三の層6を形成しても良い。第三の層6を形成する場合には、前記第二層5の形成を含めたこの工程が、本発明の製造方法における、第一の導電性材料よりも比透磁率が大きな第二の導電性材料及び第三の導電性材料を用いて、それぞれ、第一層と積層する第二層及び少なくとも一層の第三の層を形成することにより、配線の特性インピーダンスを、第一層の厚さと第二層の厚さと第三の層の厚さとを加算した厚さの配線を第一の導電性材料だけで構成した場合よりも50オームに近い値に調整する工程に相当する。

[0050] 第一層4及び第二層5の形成後、仲介層8上に残存しているフォトレジストRを溶剤等を用いて剥離し、イオンビーム・エッチングなどの物理的エッチング法により、仲介層8と接着層7の露出部分を順次エッチングして取り

除き、図4（h）に示すように、配線1を電氣的に独立した配線パターンとする。

[0051] 続いて、予め重合反応を途中まで行ってシート状に形成した厚さ $10\mu\text{m}$ から $50\mu\text{m}$ の範囲の感光性ポリイミドシートを用意し、配線1が電氣的に独立した配線パターンとして形成されている基板Bを $60^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ に加熱しながら、 $0.1\text{MPa}\sim 1\text{MPa}$ の範囲の圧力を掛けて、配線1が形成されている基板B上に前記感光性ポリイミドシートを貼り付ける。次に、フォトリソマスクを用いたパターン露光あるいは直接描画装置による露光により、前記感光性ポリイミドシートをビアホール部分を残して全面露光し、その後、溶剤のシャワーにより未露光部分に穴を開けて、前記ポリイミドシートにビアホール用の開口を形成する。続いて、ポリイミドシートが貼り付けられた基板を $200^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ に加熱してポリイミドシートの重合を完結させ、図4（i）に示すように、配線1の上部に絶縁層2を形成する。

[0052] 以下、接着層7の形成以降の工程を繰り返すことによって、本発明の多層配線基板を製造することができる。製造された本発明の多層配線基板においては、配線の特性インピーダンスが、当該配線における第一層4の厚さ t_1 と第二層5の厚さ t_2 とを加算した厚さの配線を第一の導電性材料だけで構成した場合よりも、 50Ω に近い値に調整されている。

[0053] 上記のようにして製造された本発明の多層配線基板は、従前から存在する多層配線基板と同様に、LSI等の半導体素子の電氣的特性を検査する際に用いられるプローブカードに組み込んで使用することができる。本発明の多層配線基板が組み込まれたプローブカードは、多層配線基板における配線の特性インピーダンスが 50Ω 若しくはそれに近い値に調整されているので、電氣信号を波形の歪みや劣化が少なく、かつ、伝送損失も少なく伝送することができる。端子間又は電極間のピッチが狭いLSI等の半導体素子であっても、その電氣的特性をより精度高く検査することができる。

産業上の利用可能性

[0054] 以上説明したとおり、本発明の多層配線基板及びその製造方法によれば、

多層配線基板における配線の特性インピーダンスを所望される50オームに接近した値に調整することが可能であり、端子間の狭ピッチ化に対応して配線間隔を狭くする場合でも、接続される信号線路との間でインピーダンス整合をとることが比較的容易となり、歪みや損失の少ない信号伝送が可能となる。また、本発明の多層配線基板を備えるプローブカードによれば、端子間又は電極間のピッチが狭いLSI等の半導体装置であっても、その電気的特性を精度良く検査することができるという利点が得られ、その産業上の利用可能性は多大である。

符号の説明

[0055]	1、101	配線
	2、102	絶縁層
	3、103	グラウンド・ベタ層
	4	第一層
	5	第二層
	6	第三の層
	7	接着層
	8	仲介層
	R	フォトレジスト
	O	開口部

請求の範囲

- [請求項1] 基板上に複数の配線層が絶縁層を挟んで積層されている多層配線基板において、前記配線層に形成される配線が第一層と第二層とからなる二層構造の配線であり、前記第一層が第一の導電性材料で構成され、前記第二層が前記第一の導電性材料よりも比透磁率が大きな第二の導電性材料で構成されており、前記二層構造とすることにより、前記二層構造の配線と同一厚さの配線を前記第一の導電性材料だけで構成した場合よりも、前記配線の特性インピーダンスが50オームに近い値に調整されている多層配線基板。
- [請求項2] 前記第一の導電性材料が銅又は銀であり、前記第二の導電性材料がニッケル、コバルト、又は、ニッケル及び／又はコバルトを含む合金である請求項1記載の多層配線基板。
- [請求項3] 前記配線の幅が10 μ m以上25 μ m以下であり、前記第一層の厚さが6 μ m以上20 μ m以下、前記第二層の厚さが前記第一層の厚さの5%以上50%以下である請求項1又は2記載の多層配線基板。
- [請求項4] 前記第二層が、前記第一層よりも前記基板から遠い側に位置している請求項1～3のいずれかに記載の多層配線基板。
- [請求項5] 前記絶縁層を構成する材料がポリイミドである請求項1～4のいずれかに記載の多層配線基板。
- [請求項6] 前記配線が、前記二層構造に加えて、さらに前記第一の導電性材料よりも比透磁率が大きな第三の導電性材料で構成された少なくとも一層の第三の層を備えた三層以上の多層構造の配線であり、前記多層構造とすることにより、前記多層構造の配線と同一厚さの配線を前記第一の導電性材料だけで構成した場合よりも、前記配線の特性インピーダンスが50オームに近い値に調整されている請求項1～5のいずれかに記載の多層配線基板。
- [請求項7] 前記第三の導電性材料がニッケル、コバルト、又は、ニッケル及び／又はコバルトを含む合金である請求項6記載の多層配線基板。

- [請求項8] 基板上に複数の配線層が絶縁層を挟んで積層されている多層配線基板の製造方法であって、前記配線層に形成される配線の形成工程として、第一の導電性材料を用いて第一層を形成する工程と、前記第一の導電性材料よりも比透磁率が大きな第二の導電性材料を用いて前記第一層と積層する第二層を形成することにより、前記配線の特性インピーダンスを、前記第一層の厚さと前記第二層の厚さとを加算した厚さの配線を前記第一の導電性材料だけで構成した場合よりも50オームに近い値に調整する工程とを含む、請求項1～5のいずれかに記載の多層配線基板の製造方法。
- [請求項9] 基板上に複数の配線層が絶縁層を挟んで積層されている多層配線基板の製造方法であって、前記配線層に形成される配線の形成工程として、第一の導電性材料を用いて第一層を形成する工程と、前記第一の導電性材料よりも比透磁率が大きな第二の導電性材料及び第三の導電性材料を用いて、それぞれ、前記第一層と積層する第二層及び少なくとも一層の第三の層を形成することにより、前記配線の特性インピーダンスを、前記第一層の厚さと前記第二層の厚さと前記第三の層の厚さとを加算した厚さの配線を前記第一の導電性材料だけで構成した場合よりも50オームに近い値に調整する工程とを含む、請求項6又は7記載の多層配線基板の製造方法。
- [請求項10] 請求項1～7のいずれかに記載の多層配線基板を備えるプローブカード。