

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年5月20日(20.05.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/055682 A1

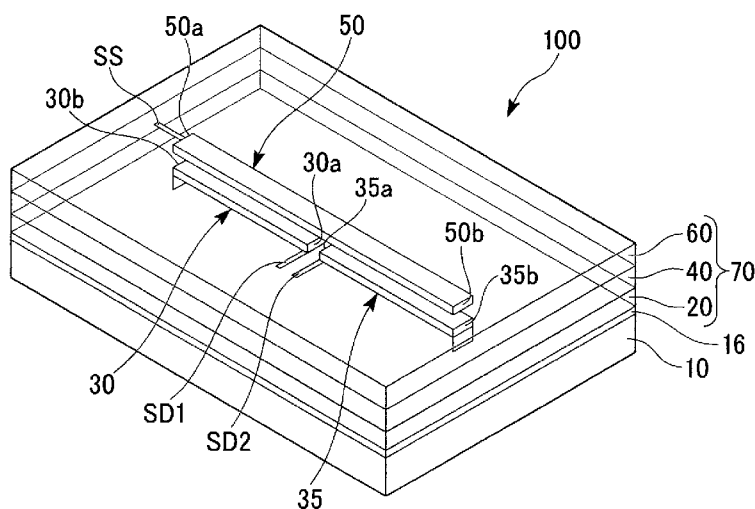
- (51) 国際特許分類: H01P 5/10 (2006.01) H01P 11/00 (2006.01)
H01L 23/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/006097
- (22) 国際出願日: 2009年11月13日(13.11.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2008-292687 2008年11月14日(14.11.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社フジクラ (Fujikura Ltd.) [JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場1丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 上道雄介 (UEMICHI, Yusuke) [JP/JP]; 〒2858550 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP). 相沢卓也 (AIZAWA, Takuya) [JP/JP]; 〒2858550 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP). 中尾知 (NAKAO, Osamu) [JP/JP]; 〒2858550 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 志賀正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,

[続葉有]

(54) Title: RESIN MULTILAYER DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 樹脂多層デバイスおよびその製造方法

[図1]



(57) Abstract: Provided is a resin multilayer device having a balun, wherein the resin multilayer device comprises a substrate, a first resin layer formed on the substrate, two balance signal transmission channels that are electrically independently disposed on the first resin layer, a second resin layer formed on the two balance signal transmission channels and the first resin layer, an unbalance signal transmission channel disposed on the second resin layer and facing the two balance signal transmission channels, and a third resin layer formed on the unbalance signal transmission channel and the second resin layer.

(57) 要約: バランを有する樹脂多層デバイス基板であって、基板と、前記基板上に形成された第1樹脂層と、前記第1樹脂層上に電氣的に独立して設けられた2本の平衡信号伝送路と、前記2本の平衡信号伝送路および前記第1樹脂層上に形成された第2樹脂層と、前記第2樹脂層上に、前記2本の平衡信号伝送路と対向して設けられた不平衡信号伝送路と、前記不平衡信号伝送路上および前記第2樹脂層上に形成された第3樹脂層と、を備える、樹脂多層デバイス。



WO 2010/055682 A1

NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, 添付公開書類:
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, — 國際調查報告 (條約第 21 條(3))
TD, TG).

明 細 書

発明の名称：樹脂多層デバイスおよびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、無線回路等に用いられるバラン（バランストランス）を有する樹脂多層デバイスに関する。特に、ウェハレベルチップサイズパッケージ（WLCSP：Wafer Level Chip Size/Scale Package）技術によって形成される積層型のバランを有する樹脂多層デバイスに関する。

本願は、2008年11月14日に、日本に出願された特願2008-292687号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] バランは、2つの平衡信号伝送路と1つの不平衡信号伝送路とを、誘電体層を介して近接配置することにより、平衡信号伝送路と不平衡信号伝送路の間に電磁結合を生じさせる回路である。バランは、不平衡信号伝送路に入力された不平衡信号（単一信号）を平衡信号（差動信号）に変換して平衡信号伝送路から出力する。あるいはこれとは逆に、平衡信号伝送路に入力された平衡信号を不平衡信号に変換して不平衡信号伝送路から出力する。

[0003] 不平衡信号伝送路の一端は、不平衡信号（単一信号）の入出力端とされ、他端は開放端とされる。また、2つの平衡信号伝送路の一端はそれぞれ平衡信号（差動信号）の入出力端とされ、2つの平衡信号伝送路の他端は、それぞれ接地端とされ、GNDに接続される。

[0004] 積層型のバランは、不平衡信号伝送路と、2つの平衡信号伝送路とが、絶縁層または誘電体層を介して積層配置された構成になっている。積層型のバラン装置の製造としては、低温同時焼成セラミックス（LTCC：Low Temperature Co-fired Ceramics）技術をベースとしたもの（例えば特許文献1～3参照）、多層プリント基板製造技術をベースとしたもの（例えば特許文献4参照）、半導体加工技術をベースとしたもの（例えば、特許文献5、非特許文献1参照）、誘電体層として樹脂層を用いるもの（例えば特許文献6、

7参照)がある。

- [0005] バランは、インピーダンスを変換するトランスとしての機能も兼ね備えている。インピーダンス変換に関しては、不平衡信号側（単一信号入力側）の入カインピーダンス値、および平衡信号側（差動信号出力側）の出カインピーダンス値が、所定の関係を有するように設計されることを要求される。代表的な値としては、不平衡信号側（単一信号入力側）の入カインピーダンス値が50Ω、平衡信号側（差動信号出力側）の出カインピーダンス値が50Ω、100Ω、150Ω、200Ω等である。
- [0006] これらのインピーダンス仕様を満たすためのパラメータは、伝送路の幅、伝送路の厚さ、伝送路間の絶縁層の厚さ（すなわち、伝送路間の距離）および誘電率、下側伝送路の下層の絶縁層の厚さおよび誘電率、ならびに上側伝送路の上層の絶縁層の厚さおよび誘電率である（例えば特許文献4参照）。
- [0007] 一方、近年、WLCSP（Wafer Level Chip Size/Scale Package）という技術が提案されている（例えば特許文献8～10参照）。WLCSPは、ウェハ上に、樹脂層形成プロセスと厚膜銅配線等の配線形成プロセスによって再配線層を作り込み、そのあとにチップにダイシングする技術である。つまり、ウェハのまま、パッケージングまでする製法である。なお、WLCSP技術によって製造されたパッケージを、ウェハレベルパッケージ（WLP：Wafer Level Package）と言う。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：特開2002-050910号公報
特許文献2：特開2003-008312号公報
特許文献3：特開2002-299127号公報
特許文献4：特開2006-121313号公報
特許文献5：特開2004-172284号公報
特許文献6：特開2005-130376号公報
特許文献7：特開2005-244848号公報

特許文献8：特開2005-108929号公報

特許文献9：特開2007-281929号公報

特許文献10：特開2008-016703号公報

非特許文献

- [0009] 非特許文献1：Yeong J. Yoon, 「Design and characterization of Multilayer Spiral Transmission-Line Baluns」, IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, VOL. 47, No. 9, SEPTEMBER, 1999

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] しかしながら、上記LTCC技術をベースとして、複数枚のセラミックプレートを積層して焼成することにより製造されたバラン装置では、伝送路とGND層間の寸法や伝送路間の厚さ寸法が特定の厚みに固定されてしまっており、連続的に変えることができない。このため、伝送路間の電磁結合の調整・変更が容易にできない。従って、インピーダンス値の設計値を調整したり、インピーダンス値を設計変更するには、伝送路の幅寸法を変更する他ないが、この方法では僅かな調整変更しかできない。また、インピーダンス値の調整変更が容易にできない、という課題があった。また、GND層や信号入力のためのレイヤ等、複数のレイヤを必要とするため、構成および製造手順が複雑になるという課題があった。さらに、下側伝送路と上側伝送路の位置合せ精度が悪く、インピーダンス値が設計値からずれるという課題があった。

- [0011] また、上記多層プリント基板製造技術をベースとして製造されたバラン装置では、上記と同様に、寸法上の制約が大きいため、電磁結合の調整が容易にできず、これによりインピーダンス値の調整が容易にできないという課題があった。また、プリント基板に伝送路を形成するため、微細加工ができず、サイズが大きくなるという課題があった。また、高精度な加工ができないため、下側伝送路と上側伝送路の位置合せ精度が悪く、インピーダンス値が設計値からずれるという課題があった。

[0012] また、上記半導体加工技術をベースとして製造されたバラン装置では、微細加工および高精度な加工は可能であるが、配線抵抗が大きくなることにより挿入損失が大きくなる。

また、シリコン（Si）基板の影響によっても挿入損失が大きくなる。具体的には、挿入損失（信号の減衰）は5 dB以下と非常に悪い。このため、CMOS積層型のバランをモノリシック化することができず、単体部品とせざるを得ないという課題があった。

[0013] 本発明は、このような従来の課題を解決するためになされたものであり、高精度なインピーダンスと低挿入損失を実現できるバランを有する樹脂多層デバイスを提供することを目的とするものである。また、高精度なインピーダンスと低挿入損失を実現できるとともに、インピーダンスの調整変更が容易で簡易に製造できるバランを有する樹脂多層デバイスの製造方法を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明の第1様態は、基板と、前記基板上に形成された第1樹脂層と、前記第1樹脂層上に電氣的に独立して設けられた第1および第2の平衡信号伝送路と、前記第1および第2の平衡信号伝送路上および前記第1樹脂層上に形成された第2樹脂層と、前記第2樹脂層上に、前記第1および第2の平衡信号伝送路と対向して設けられた不平衡信号伝送路と、前記不平衡信号伝送路上および前記第2樹脂層上に形成された第3樹脂層と、を備え、前記第1の平衡信号伝送路は、第1の信号入出力端と第1の接地端とを有し、前記第2の平衡信号伝送路は、第2の信号入出力端と第2の接地端とを有し、前記不平衡信号伝送路は、信号入出力端と開放端とを有する樹脂多層デバイスである。

[0015] 本発明の第2様態は、前記基板上に形成され、前記第1樹脂層の下に位置する第1のGND層を更に備える、本発明の第1様態に記載の樹脂多層デバイスである。

[0016] 本発明の第3様態は、前記基板の下に形成された第1のGND層を更に備

える、本発明の第1様態に記載の樹脂多層デバイスである。

[0017] 本発明の第4様態は、前記第1および第2の平衡信号伝送路および前記不平衡信号伝送路の横に位置する第1のGND層を更に備える、本発明の第1様態に記載の樹脂多層デバイスである。

[0018] 本発明の第5様態は、前記第3樹脂層上に形成された第2のGND層を更に備える、本発明の第2様態、本発明の第3様態又は本発明の第4様態のいずれかに記載の樹脂多層デバイスである。

[0019] 本発明の第6様態は、前記基板は、ICが作り込まれた半導体基板であり、前記第1および第2の平衡信号伝送路の接地端がそれぞれ前記第1のGND層に接続されている、本発明の第2様態、本発明の第3様態又は本発明の第4様態のいずれかに記載の樹脂多層デバイスである。

[0020] 本発明の第7様態は、前記第3樹脂層に形成された第1、第2、第3、第4および第5の開口部と、前記第1の開口部に形成され、前記第1の平衡信号伝送路の信号入力端と電氣的に接続された第1のはんだパンプと、前記第2の開口部に形成され、前記第2の平衡信号伝送路の信号入力端と電氣的に接続された第2のはんだパンプと、前記第3の開口部に形成され、前記不平衡信号伝送路の信号入出力端と電氣的に接続された第3のはんだパンプと、前記第4の開口部に形成され、前記第1の平衡信号伝送路の接地端と電氣的に接続された第4のはんだパンプと、前記第5の開口部に形成され、前記第2の平衡信号伝送路の接地端と電氣的に接続された第5のはんだパンプと、を更に備える、本発明の第2様態、本発明の第3様態又は本発明の第4様態のいずれかに記載の樹脂多層デバイスである。

[0021] 本発明の第8様態は、前記第1および第2の平衡信号伝送路が、それぞれスパイラル型に配置されている、本発明の第2様態、本発明の第3様態又は本発明の第4様態のいずれかに記載の樹脂多層デバイスである。

[0022] 本発明の第9様態は、前記第1および第2の平衡信号伝送路が、それぞれメアンダ型に配置されている、本発明の第2様態、本発明の第3様態又は本発明の第4様態のいずれかに記載の樹脂多層デバイスである。

- [0023] 本発明の第10様態は、前記第1および第2の平衡信号伝送路および前記不平衡信号伝送路が、光沢めっきからなっている、本発明の第2様態、本発明の第3様態又は本発明の第4様態のいずれかに記載の樹脂多層デバイスである。
- [0024] 本発明の第11様態は、前記基板に含まれるインダクタの上の部分に位置する前記第1のGND層に窓が設けられている、本発明の第2様態、本発明の第3様態又は本発明の第4様態のいずれかに記載の樹脂多層デバイスである。
- [0025] 本発明の第12様態は、前記第1および第2の平衡信号伝送路が、前記第1樹脂層に設けられた凹部に設けられている、本発明の第2様態、本発明の第3様態又は本発明の第4様態のいずれかに記載の樹脂多層デバイスである。
- [0026] 本発明の第13様態は、前記不平衡信号伝送路が、前記第2樹脂層に設けられた凹部に設けられている、本発明の第2様態、本発明の第3様態又は本発明の第4様態のいずれかに記載の樹脂多層デバイスである。
- [0027] 本発明の第14様態は、前記不平衡信号伝送路が、前記第1および第2の平衡信号伝送路と重なる部分が少なくなるように配置されている、本発明の第12様態に記載の樹脂多層デバイスである。
- [0028] 本発明の第15様態は、バランを有する樹脂多層デバイスの製造方法であって、基板となるウェハ上に、GND層を形成し、前記GND層の上に、流体樹脂をコートして硬化させ、第1樹脂層を形成する工程と、前記第1樹脂層上に、電氣的に独立して設けられた第1および第2の平衡信号伝送路を設ける工程と、前記第1樹脂層および第1および第2の平衡信号伝送路の上に、流体樹脂をコートして硬化させ、第2樹脂層を形成する工程と、前記第2樹脂層上に、前記第1および第2の平衡信号伝送路と対向するように不平衡信号伝送路を設ける工程と、前記第2樹脂層および前記不平衡信号伝送路の上に、第3樹脂層を形成する工程と、を含む樹脂多層デバイスの製造方法である。

- [0029] 本発明の第16様態は、バランを有する樹脂多層デバイスの製造方法であって、基板となるウェハ上に、GND層を形成し、前記GND層の上に、感光性樹脂を塗布、第1樹脂層を形成する工程と、前記第1樹脂層の上部に、フォトリソグラフィー法により、凹部を形成する工程と、前記第1樹脂層の上に、スパッタリングにより、シード層を形成する工程と、前記シード層の上のうち前記凹部を除く部分に、パターニングによりレジストを形成する工程と、めっき処理により、前記凹部に下部配線を形成する工程と、前記レジストを除去する工程と、エッチングにより前記シード層を除去する工程と、前記第1樹脂層の上に、第2樹脂層を形成する工程と、前記第2樹脂層の上に上部配線を形成する工程と、前記第2樹脂層の上に第3樹脂層を形成する工程と、を含む樹脂多層デバイスの製造方法である。
- [0030] 本発明の第17様態は、スパッタリングにより金属層を形成する工程を更に含む、本発明の第16様態に記載の樹脂多層デバイスの製造方法である。
- [0031] 本発明の第18様態は、前記基板は、ICが作り込まれた半導体基板であり、前記第1および第2の平衡信号伝送路の接地端がそれぞれ前記ICのGND層と電氣的に接続する、本発明の第1様態に記載の樹脂多層デバイスである。
- [0032] 本発明の第19様態は、前記第1および第2の平衡信号伝送路が、それぞれスパイラル型に配置されている、本発明の第1様態に記載の樹脂多層デバイスである。
- [0033] 本発明の第20様態は、前記第1および第2の平衡信号伝送路が、それぞれメアンダ型に配置されている、本発明の第1様態に記載の樹脂多層デバイスである。
- [0034] 本発明の第21様態は、前記第1および第2の平衡信号伝送路および前記不平衡信号伝送路が、光沢めっきからなる、本発明の第1様態に記載の樹脂多層デバイスである。
- [0035] 本発明の第22様態は、バランを有する樹脂多層デバイスの製造方法であって、基板となるウェハ上に、流体樹脂をコートして硬化させ、第1樹脂層

を形成する工程と、前記第 1 樹脂層上に、電氣的に独立して設けられた第 1 および第 2 の平衡信号伝送路を設ける工程と、前記第 1 樹脂層および第 1 および第 2 の平衡信号伝送路の上に、流体樹脂をコートして硬化させ、第 2 樹脂層を形成する工程と、前記第 2 樹脂層上に、前記第 1 および第 2 の平衡信号伝送路と対向するように不平衡信号伝送路を設ける工程と、前記第 2 樹脂層および前記不平衡信号伝送路の上に、第 3 樹脂層を形成する工程と、を含む樹脂多層デバイスの製造方法である。

発明の効果

[0036] 本発明によれば、基板上に、第 1 樹脂層、2つの平衡信号伝送路、第 2 樹脂層、不平衡信号伝送路、第 3 樹脂層を順に積層したバランを有する WLP としたことにより、WLCSP 技術では、CMOS 半導体加工技術と同様の高い精度で樹脂層および銅めっき等による低抵抗の伝送路を形成することができる。よって、高精度なインピーダンスが実現でき、かつ厚い第 1 樹脂層が形成できる。よって、例えば Si 基板の影響を低減し、挿入損失が低いバランを得ることができるという効果がある。さらに基板に IC が形成されている場合には、バランをモノリシック化することができるという効果がある。

図面の簡単な説明

[0037] [図1]本発明の第 1 の実施形態の樹脂多層デバイスの構成例を模式的に示す斜視図である。

[図2]図 1 の樹脂多層デバイスの、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図3]図 1 の樹脂多層デバイスの、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

[図4]GND層を基板の下に形成した場合の、図 1 の樹脂多層デバイスの、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図5]図 1 の樹脂多層デバイスに形成した積層型バランの動作を説明するための模式的な回路図である。

[図6] 図1の樹脂多層デバイスの製造手順を説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図7] 図1の樹脂多層デバイスの製造手順を説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図8] 図1の樹脂多層デバイスの製造手順を説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図9] 図1の樹脂多層デバイスの製造手順を説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

[図10] 図1の樹脂多層デバイスの製造手順を説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

[図11] 図1の樹脂多層デバイスの製造手順を説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

[図12] 第1の実施形態の変形例1の樹脂多層デバイスを説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図13] 第1の実施形態の変形例1の樹脂多層デバイスを説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

[図14] 第1の実施形態の変形例2の樹脂多層デバイスを説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

[図15] 本発明の第2の実施形態の樹脂多層デバイスの構成例を模式的に示す斜視図である。

[図16] 本発明の第3の実施形態の樹脂多層デバイスの構成例を模式的に示す斜視図である。

[図17] 本発明の第4の実施形態の樹脂多層デバイスを説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図18] 本発明の第5の実施形態の樹脂多層デバイスを説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図19] 本発明の第6の実施形態に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図20]本発明の第6の実施形態に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図21]本発明の第6の実施形態に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図22]本発明の第6の実施形態に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図23]本発明の第6の実施形態に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図24]本発明の第6の実施形態に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図25]本発明の第6の実施形態に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図26]本発明の第6の実施形態に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図27]本発明の第7の実施形態に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図28]本発明の第7の実施形態に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図29]本発明の第7の実施形態に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図30]本発明の第7の実施形態に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図31]本発明の第7の実施形態に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図32]本発明の第7の実施形態の変形例に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図33]本発明の第7の実施形態の変形例2に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図34]本発明の第7の実施形態の変形例2に関わる樹脂多層デバイスの製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図35]本発明の第8の実施形態の樹脂多層デバイスの構成例を説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図36]本発明の第9の実施形態の樹脂多層デバイスの構成例を模式的に示す斜視図である。

[図37]図36の樹脂多層デバイスの、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図38]図36の樹脂多層デバイスの、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

[図39]図36の樹脂多層デバイスに形成した積層型バルンの動作を説明するための模式的な回路図である。

[図40]図36の樹脂多層デバイスの製造手順を説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図41]図36の樹脂多層デバイスの製造手順を説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図42]図36の樹脂多層デバイスの製造手順を説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図43]図36の樹脂多層デバイスの製造手順を説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

[図44]図36の樹脂多層デバイスの製造手順を説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

[図45]図36の樹脂多層デバイスの製造手順を説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

[図46]第9の実施形態の変形例1の樹脂多層デバイスを説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[図47]第9の実施形態の変形例1の樹脂多層デバイスを説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

[図48] 第9の実施形態の変形例2の樹脂多層デバイスを説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

[図49] 本発明の第10の実施形態の樹脂多層デバイスの構成例を模式的に示す斜視図である。

[図50] 本発明の第11の実施形態の樹脂多層デバイスの構成例を模式的に示す斜視図である。

[図51] 第1のシミュレーション結果の、通過特性および反射特性を示すグラフである。

[図52] 第2のシミュレーション結果の、通過特性および反射特性を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0038] 以下、本発明を、図面を参照して詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0039] [第1の実施形態]

図1は、本発明の第1の実施形態の樹脂多層デバイス100の構成例を模式的に示す斜視図である。

[0040] 第1の実施形態の樹脂多層デバイス100は、基板10と、GND層16と、第1樹脂層20と、第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35と、第2樹脂層40と、1本の不平衡信号伝送路50と、第3樹脂層60とを備えて構成されたWLPである。

[0041] 樹脂多層デバイス100において、第1樹脂層20と、平衡信号伝送路30、35と、第2樹脂層40と、不平衡信号伝送路50と、第3樹脂層60とは、積層型のバランを構成している。また、第1樹脂層20と、第2樹脂層40と、第3樹脂層60とは、多層樹脂体70を構成している。

[0042] [基板10]

基板10は、例えば、シリコン(Si)基板等の半導体基板、ガラス基板、あるいはGaAs等の絶縁性基板である。この基板10に、CMOS半導

体プロセス等によってICが作り込まれている場合には、樹脂多層デバイス100は、バランをモノリシック化したWLPとなる。

[0043] [第1樹脂層20、第2樹脂層40、第3樹脂層60]

図2は、樹脂多層デバイス100の、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。GND層16は、基板10上に形成されている。また、第1樹脂層20は、GND層16の上に形成されている。図3は、樹脂多層デバイス100の、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

基板10が絶縁性基板の場合は、GND層16を基板10の下に形成してもよい。図4は、GND層16を基板10の下に形成した場合の、樹脂多層デバイス100の、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。GND層16は、基板10の下に形成されている。また、第1樹脂層20は、基板10の上に形成されている。

第1樹脂層20としては、例えば、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、四フッ化エチレン等のフッ素系樹脂、BCB（ベンゾシクロブテン）等の感光性樹脂を用いる。第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35は、第1樹脂層20上に形成されている。

第2樹脂層40は、第1樹脂層20上に形成されている。第2樹脂層40としては、例えば、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、四フッ化エチレン等のフッ素系樹脂、BCB（ベンゾシクロブテン）等の感光性樹脂を用いる。不平衡信号伝送路50は、第2樹脂層40上に形成されている。

第3樹脂層60は、第2樹脂層40上に形成されている。第3樹脂層60としては、例えば、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、四フッ化エチレン等のフッ素系樹脂、BCB（ベンゾシクロブテン）等の感光性樹脂を用いる。

[0044] 第1樹脂層20、第2樹脂層40、および第3樹脂層60は、同じ材料を用いて同じ手法で形成する等により、同じ比誘電率 ϵ_r であることが望ましい。

[0045] [平衡信号伝送路30、35、不平衡信号伝送路50]

第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35は、第1樹脂

層 20 上に形成されている。第 1 の平衡信号伝送路 30 は、屈曲および湾曲のないストレートな伝送路である。同様に、第 2 の平衡信号伝送路 35 は、屈曲および湾曲のないストレートな伝送路である。そして、第 1 の平衡信号伝送路 30 と第 2 の平衡信号伝送路 35 とは、長手方向に同軸となるように配置されている。

[0046] 第 1 の平衡信号伝送路 30 の一端 30 a と第 2 の平衡信号伝送路 35 の一端 35 a とは、間隔 g をもって向き合っている（図 3 参照）。第 1 の平衡信号伝送路 30 の一端 30 a および第 2 の平衡信号伝送路 35 の一端 35 a は、それぞれ平衡信号（差動信号）SD1, SD2 の信号入出力端であり、第 1 の平衡信号伝送路 30 の他端 30 b および第 2 の平衡信号伝送路 35 の他端 35 b は、ともに接地端になっていて、GND 層に接続されている。

[0047] 第 1 の平衡信号伝送路 30 および第 2 の平衡信号伝送路 35 は、同じ金属材料によって同時形成され、例えば銅めっき等のめっき金属からなる。また、第 1 の平衡信号伝送路 30 の伝送路長 L_1 と第 2 の平衡信号伝送路 35 の伝送路長 L_2 とは、同じ長さ（ $L_1 = L_2$ ）となるように形成されることが望ましい。

また、第 1 の平衡信号伝送路 30 と第 2 の平衡信号伝送路 35 とは、同じ幅 W および同じ厚さ T となるように形成されることが望ましい。なお、第 1 の平衡信号伝送路 30 および第 2 の平衡信号伝送路 35 の下面と GND 層 16 の上面との間隔、すなわち第 1 樹脂層 20 の層厚は h_1 である（図 2 参照）。

[0048] 不平衡信号伝送路 50 は、第 2 樹脂層 40 上に形成されている。不平衡信号伝送路 50 は、その下面が第 1 の平衡信号伝送路 30 および第 2 の平衡信号伝送路 35 の上面に対向するように設けられた、屈曲および湾曲のないストレートな伝送路である。

[0049] 不平衡信号伝送路 50 の一端 50 a は不平衡信号 SS の信号入出力端になっており、不平衡信号伝送路 50 の他端 50 b は開放端になっている。

[0050] 不平衡信号伝送路 50 は、例えば銅めっき等のめっき金属からなる。この

不平衡信号伝送路50は、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と同じ形成手法によって同じ金属材料で形成されていることが望ましい。

[0051] 不平衡信号伝送路50は、その長さLが、平衡信号伝送路30の伝送路長L1と、平衡信号伝送路35の伝送路長L2と、平衡信号伝送路30の信号出入口端30aと平衡信号伝送路35の信号出入口端35aの間隔gとの合計の長さと同じになるように形成されていることが望ましい（図3参照）。また、不平衡信号伝送路50は、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と同じ幅Wおよび同じ厚さTとするのが一般的であるが、ある程度異なってもバランの動作自体に問題はない（図2参照）。

[0052] なお、第2樹脂層40を介して対面配置された不平衡信号伝送路50の下面と、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の上面の間隔はdである。また、不平衡信号伝送路50の上面から第3樹脂層60の上面までの間隔はh2である（図2参照）。また、第1樹脂層20の厚さと第2樹脂層40の厚さと第3樹脂層60の厚さは、異なっても良い。具体的には、第1樹脂層20を第2樹脂層40よりも厚くし、第2樹脂層40を第3樹脂層60よりも厚くしてもよい。第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の下面とGND層16または基板10の上面との間隔h1、不平衡信号伝送路50の下面と第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の上面の間隔d、および不平衡信号伝送路50の上面から第3樹脂層60の上面までの間隔h2について、 $h1 > d > h2$ としてもよい。例えば、誘導体を比誘電率2.9のポリイミド系樹脂とした場合、 $h1 = 10 \mu m$ 、 $d = 8 \mu m$ 、 $h2 = 6 \mu m$ 、 $W = 25 \mu m$ でバランが構成できる。

[0053] [バランの動作]

図5は樹脂多層デバイス100に形成した積層型バラン80の動作を説明するための模式的な回路図である。図5において、不平衡信号伝送路50の信号入出力端50aには不平衡信号（単一信号）SSが入力され、第1の平

平衡信号伝送路30の信号入出力端30aおよび第2の平衡信号伝送路35の信号入出力端35aからはそれぞれ平衡信号（差動信号）SD1, SD2が出力される。なお、ZSは不平衡信号伝送路50の入カインピーダンスを表しており、ZD1, ZD2はそれぞれ平衡信号伝送路30, 35の出カインピーダンスを表している。

[0054] 図5において、バラン80は、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と不平衡信号伝送路50とを、第2樹脂層40（図1等参照）を介して近接配置することにより、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と不平衡信号伝送路50との間に電磁結合を生じる回路である。このバラン80は、不平衡信号伝送路50の信号入出力端50aに不平衡信号（単一信号）SSを入力すると、この不平衡信号SSを平衡信号（差動信号）SD1, SD2に変換して、第1の平衡信号伝送路30の信号入出力端30aおよび第2の平衡信号伝送路35の信号入出力端35aから出力する。また、これとは逆に、第1の平衡信号伝送路30の信号入出力端30aおよび第2の平衡信号伝送路35の信号入出力端35aにそれぞれ平衡信号SD1, SD2を入力すると、この平衡信号SD1, SD2を不平衡信号SSに変換して不平衡信号伝送路50の信号入出力端50aから出力する。

[0055] ここで、伝送する信号（変換する信号）の波長を λ とすると、平衡信号伝送路30の伝送路長 L_1 および平衡信号伝送路35の伝送路長 L_2 がそれぞれ $\lambda/4$ となり、不平衡信号伝送路50の内の第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35に沿った部分の伝送路長（ $=L-g$ ）が $\lambda/2$ となるように、それぞれの伝送路を設ける。あるいは、 $L_1=L_2<\lambda/4$ 、 $L-g<\lambda/2$ 、等となるように、それぞれの伝送路を設けても良い。

[0056] このようなバランは、アンテナで受信した不平衡信号を復調するにあたり、平衡信号に変換する必要がある、平衡信号である変調信号をアンテナから送信するにあたり、不平衡信号に変換する必要がある携帯電話等の無線通信機器では、不可欠な回路である。

[0057] さらに、図5のバラン80は、インピーダンス値を変換するトランスとしての機能も兼ね備えている。インピーダンス変換については、不平衡信号側（単一信号入力側）の入カインピーダンス Z_S 、および平衡信号側（差動信号出力側）の出カインピーダンス Z_{D1} 、 Z_{D2} が設計仕様のインピーダンス値であることが要求される。例えば、不平衡信号側の入カインピーダンス値 $Z_S = 50\ \Omega$ 、平衡信号側の出カインピーダンス値 $Z_{D1} + Z_{D2} = 100, 150, 200\ \Omega$ である。

[0058] 携帯電話等の無線通信機器においては、変復調回路の入出カインピーダンス値とアンテナの出カインピーダンス値とは必ずしも整合していない。このため、両者のインピーダンス値を整合させるためにも、インピーダンス変換機能を有するバランは不可欠である。上記両者の間にバランを挿入しないと、あるいは挿入してもバランの入出カインピーダンス値が設計値からずれていると、別のインピーダンス変換器が必要になるという不具合を生じる。

[0059] [製造手順]

図6～図8は、樹脂多層デバイス100の製造手順を説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。図9～図11は、樹脂多層デバイス100の製造手順を説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。ただし、図6～図11は、樹脂多層デバイス100の製造手順の内、基板10上のGND層16上にバランを形成する手順を説明するものである。

[0060] 以下の説明において、基板10は、CMOSプロセス等によりICが作り込まれたシリコン(Si)ウェハであるものとする。樹脂多層デバイス100はWLPであるから、バランは、WLCSP技術（ウェハ上に樹脂層形成プロセスと厚膜銅配線等の配線形成プロセスによって再配線層を作り込み、そのあとにチップにダイシングする技術）によって、上記シリコンウェハ上に形成される。

GND層16は、CMOSプロセス等において、Al等のスパッタリングにより、基板10上に形成されているものとする。

- [0061] まず、図6および図9に示すように、シリコンウェハである基板10上に第1樹脂層20を形成し、この第1樹脂層20に、基板10に作り込まれたICのGND層11a, 11bを開口する開口部21a, 21b、および上記ICの平衡信号（差動信号）入力パッド12a, 12bを開口する開口部22a, 22bを設ける。第1樹脂層20としては、比誘電率 ϵ_r の感光性の絶縁樹脂を用いる。この感光性樹脂の流体樹脂材料をスピンコート法によって基板10上にコーティングし、厚さ寸法 h_1 の感光性樹脂層を形成する。そして、この感光性樹脂層にフォトリソグラフィ法によって開口部21a, 21b, 22a, 22bを設ける。
- [0062] なお、開口部21a, 21bは、平衡信号伝送路30の接地端30b, 平衡信号伝送路35の接地端35bをそれぞれGND層11a, 11bにコンタクトさせるためのものである。また、開口部22a, 22bは、平衡信号伝送路30の信号出入口端30aおよび平衡信号伝送路35の信号出入口端35aを上記ICの平衡信号（差動信号）入力パッド12a, 12bにコンタクトさせるためのものである。
- [0063] 次に、図7および図10に示すように、第1樹脂層20上に、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35を設ける。第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35としては、銅めっきを用いる。第1樹脂層20上にシード層を形成した後、レジストを形成し、フォトリソグラフィ法によりパターニングした後、銅めっきを施し、この銅めっき層をエッチング法によってパターニングして、幅寸法 W 、厚さ寸法 T 、長さ寸法 L_1 の第1の平衡信号伝送路30および幅寸法 W 、厚さ寸法 T 、長さ寸法 L_2 （ $=L_1$ ）の第2の平衡信号伝送路35を形成する。さらに、第1の平衡信号伝送路30の信号出入口端30aと平衡信号入力パッド12aの間を電氣的に接続する接続配線31a、第1の平衡信号伝送路30の接地端30bとGND層11aの間を電氣的に接続する接続配線31b、第2の平衡信号伝送路35の信号出入口端35aと平衡信号入力パッド12bの間を電氣的に接続する接続配線36a、第2の平衡信号伝送路35の接地端35bと

GND層11bの間を電氣的に接続する接続配線36bを形成する。

[0064] 次に、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35を設けた第1樹脂層20の上に、第2樹脂層40を形成する。第2樹脂層40としては、第1樹脂層20と同じ比誘電率 ϵ_r の感光性の絶縁樹脂を用いる。この感光性樹脂の流体樹脂材料をスピンコート法によって、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35を設けた第1樹脂層20上にコーティングし、平衡信号伝送路30上面および平衡信号伝送路35上面からの厚さ寸法dの感光性樹脂層を形成する。

[0065] 次に、図8および図11に示すように、第2樹脂層40上に、不平衡信号伝送路50を設ける。不平衡信号伝送路50としては、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と同じ銅めっきを用いる。第2樹脂層40上にシード層を形成した後、レジストを形成し、フォトリソグラフィー法によりパターニングした後、銅めっきを施し、この銅めっき層をエッチング法によってパターニングして、幅寸法W、厚さ寸法T、長さ寸法Lの不平衡信号伝送路50、および不平衡信号伝送路50の信号入出力端50aを実装基板等に電氣的に接続するための接続配線51を形成する。

[0066] 次に、不平衡信号伝送路50を設けた第2樹脂層40上に、封止樹脂層となる第3樹脂層60を形成し、この第3樹脂層60に、接続配線51を露出する開口部61を設ける。

第3樹脂層60としては、第1樹脂層20および第2樹脂層40と同じ比誘電率 ϵ_r の感光性の絶縁樹脂を用いる。この感光性樹脂の流体樹脂材料をスピンコート法によって、不平衡信号伝送路50を設けた第2樹脂層40上にコーティングし、不平衡信号伝送路50上面からの厚さ寸法h2の感光性樹脂層を形成する。そして、この感光性樹脂層にフォトリソグラフィー法によって開口部61を設ける。

[0067] なお、樹脂多層デバイス100をフリップチップ実装する場合には、接続配線51を実装基板等の信号出力パッドに接続するためのはんだバンプを開口部61内に設ける。

[0068] 以上の手順を完了したあと、シリコンウェハである基板10をダイシングして、WLPの樹脂多層デバイス100を得る。なお、第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35および不平衡信号伝送路50は、銅の光沢めっきにより形成することが好ましい。さらに、銅の光沢めっきの他に、ニッケル(Ni)、金(Au)、銀(Ag)等の光沢めっきにより形成することも可能である。一般に、信号周波数が高くなると、電流は導体表面付近を集中して流れるようになる。これを表皮効果という。例えば、周波数10GHzの信号では、銅の表皮深さは $0.66\mu\text{m}$ となる。周波数60GHzのミリ波帯の信号では、銅の表皮深さは $0.27\mu\text{m}$ となる。このため、伝送路の表面に凹凸があると、表面が平坦な場合よりも電流は長い経路を流れるようになる。そのため、伝送路の表面に凹凸があると、バランの通過損失は増加することになる。伝送路の表面を平坦にできる光沢めっきを用いることで、バランの通過損失を減らすことができる。

[0069] 以上のように、第1の実施形態によれば、基板10上に、GND層16、第1樹脂層20、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35、第2樹脂層40、不平衡信号伝送路50、第3樹脂層60（封止樹脂層60）を順に積層したバランを有するWLPとしたことにより、WLCSP技術では、CMOS半導体加工技術と同様の高い精度で樹脂層および銅めっき等による低抵抗の伝送路を形成することができるので、高精度な入出力インピーダンスと低挿入損失のバランを得ることができ、さらに基板にICが形成されている場合には、バランをモノリシック化することができる。

[0070] さらに、多層樹脂にバランを形成することにより、LTCC技術によってバランを製造する場合よりも、必要な層数を低減できるので、より容易に製造できる。実施形態1の樹脂多層デバイス100では、第1の平衡信号伝送路30の接地端30bおよび第2の平衡信号伝送路35の接地端35bを接地するためのGND層を、基板10に作り込まれたICのGND層やプリント基板のGND層に接続している。

[0071] また、多層樹脂および銅めっき等の伝送路によってバランを構成すること

により、バランの軽量化、耐衝撃性の向上、および放熱性の向上を図ることができる。

[0072] また、基板にSiを用いた場合、Siを裏面から研削することによって、薄型化が可能となり、基板に内蔵して使用することもできる。

[0073] [第1の実施形態の変形例1]

図12は、第1の実施形態の変形例1の樹脂多層デバイス101を説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。図13は、第1の実施形態の変形例1の樹脂多層デバイス101を説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

なお、図12および図13において、図1～図11と同様のものには同じ符号を付してある。第1の実施形態の変形例1の樹脂多層デバイス101は、基板10と、第1のGND層16と、第1樹脂層20と、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と、第2樹脂層40と、不平衡信号伝送路50と、第3樹脂層60と、第2のGND層66と、を備えて構成されたWLPである。

[0074] この図12および図13の樹脂多層デバイス101は、第1の実施形態の樹脂多層デバイス100（図1～図4参照）において、第3樹脂層60上に第2のGND層66を設けたものである。

[0075] 第1のGND層16は例えば銅めっき、アルミ膜、銅膜によって形成し、第2のGND層66は例えば銅めっき、アルミ膜、銅膜によって形成する。第1のGND層16および第2のGND層66を、基板10のGND、または樹脂多層デバイス101を実装する基板のGNDのいずれか1つにしか導通させることができない場合には、多層樹脂体70に貫通導電ビアホールを設けて、第1のGND層16と第2のGND層66との間を接続する必要がある。これにより、第1のGND層16と第2のGND層66を同電位に保つことができる。樹脂多層デバイスをフリップチップ実装する場合、このように、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と不平衡信号伝送路50の上下を第1のGND層16および第2のGND層66で

囲むことにより、バランの特性は第1のGND層16および第2のGND層66で囲まれた内部の電磁界の問題となり、実装基板からの影響および基板10に形成された回路からの影響を低減でき、外部の環境変化に影響されなくなる。

[0076] [第1の実施形態の変形例2]

図14は、第1の実施形態の変形例2の樹脂多層デバイス102を説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。なお、図14において、図1～図11と同様のものには同じ符号を付してある。第1の実施形態の変形例2の樹脂多層デバイス102は、基板10と、GND層16と、第1樹脂層20と、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と、第2樹脂層40と、不平衡信号伝送路50と、第3樹脂層60と、はんだバンプ33a, 33b, 38a, 38b, 52を備えて構成されたWLPである。

[0077] 図14の樹脂多層デバイス102は、第1の実施形態の樹脂多層デバイス100（図1～図4参照）において、第3樹脂層60に形成した開口部に、フリップチップ実装等のためのはんだバンプ33a, 33b, 38a, 38b, 52を設けたものである。

[0078] はんだバンプ33aは、平衡信号SD1（図1または図5参照）の入出力端子であり、接続配線32aを介して第1の平衡信号伝送路30の信号入出力端30aに接続されている。同様に、はんだバンプ38aは、平衡信号SD2（図1参照）の入出力端子であり、接続配線37aを介して第2の平衡信号伝送路35の信号入出力端35aに接続されている。そして、はんだバンプ52は、接続配線51を介して不平衡信号伝送路50の信号入出力端50aに接続されている。

[0079] また、はんだバンプ33bは、接地端子であり、接続配線32bを介して第1の平衡信号伝送路30の接地端30bに接続されている。同様に、はんだバンプ38bは、接地端子であり、接続配線37bを介して第2の平衡信号伝送路35の接地端35bに接続されている。

[0080] [第2の実施形態]

図15は、本発明の第2の実施形態の樹脂多層デバイス200の構成例を模式的に示す斜視図である。なお、図15において、図1と同様のものには同じ符号を付してある。第2の実施形態の樹脂多層デバイス200は、基板10と、第1樹脂層20と、それぞれ平面スパイラル型に設けられた第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と、第2樹脂層40と、平面スパイラル型に設けられた不平衡信号伝送路50と、第3樹脂層60とを備えて構成されたWLPである。

[0081] つまり、図15の第2の実施形態の樹脂多層デバイス200は、第1の実施形態においてストレートに形成した第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35（図1参照）を、それぞれスパイラル型の第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35とするとともに、第1の実施形態においてストレートに形成した不平衡信号伝送路50（図1参照）も、これに合せてスパイラル型の不平衡信号伝送路50としたものである。これにより、スパイラル型の第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と、これらスパイラル型の第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35に対向して配置されたスパイラル型の不平衡信号伝送路50とが電磁結合して積層型のバランを構成する。なお、第2の実施形態のバランも、第1の実施形態と同様に、基板10上のGND層16の上の多層樹脂体70内に銅めっき等の伝送路として、積層形成されている。

[0082] 第1の実施形態のように、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35および不平衡信号伝送路50をストレート型とすると、伝送路の幅方向にはスペースを要しないが、伝送路の長さ方向には、不平衡信号伝送路50の伝送路長以上のスペースを必要とする。しかし、数GHz帯のアプリケーションにおいて、このような長いスペースを樹脂多層デバイス上に確保することは、現実には困難なことが多い。

[0083] そこで、第2の実施形態では、第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35および不平衡信号伝送路50をスパイラル型に設けることによ

り、方形や楕円等の狭いスペースに長い伝送路長の第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35および不平衡信号伝送路50を配置できる。このため、スパイラル型とすることによって、バラが占有するスペースを低減して、かつ長い伝送路を有するバラを実現できる。

[0084] 第1樹脂層20上に設けられた第1の平衡信号伝送路30による平面スパイラルを第1スパイラル、同じく第1樹脂層20上に設けられた第2の平衡信号伝送路35による平面スパイラルを第2スパイラルとすると、第2樹脂層40上に設けられた不平衡信号伝送路50は、これら第1および第2のスパイラルに沿って、2つのスパイラルを描いて1本の伝送路として形成されている。

[0085] 上記第1スパイラルにおいて、第1の平衡信号伝送路30の外周端は平衡信号SD1の信号出入口端30aになっており、第1の平衡信号伝送路30の内周端は接地端30bになっている。

この第1スパイラルは、樹脂多層デバイス200の上側から見て、内周端から外周端に向けて時計回りのスパイラルをなしている。

[0086] 同様に、上記第2スパイラルにおいて、第2の平衡信号伝送路35の外周端は平衡信号SD2の信号出入口端35aになっており、第2の平衡信号伝送路35の内周端は接地端35bになっている。この第2スパイラルは、樹脂多層デバイス200の上側から見て、内周端から外周端に向けて反時計回りのスパイラルをなしている。なお、樹脂多層デバイス200の上側から見て、第1スパイラルが内周端から外周端に向けて反時計回りのスパイラルをなしており、第2スパイラルが内周端から外周端に向けて時計回りのスパイラルをなしていてもよい。

[0087] スパイラル型の不平衡信号伝送路50は、上記第1スパイラルにおいては、第1の平衡信号伝送路30に対向して内周端から外周端に向けて時計回りに形成され、上記第2スパイラルにおいては、第2の平衡信号伝送路35に対向して内周端から外周端に向けて反時計回りに形成されており、上記第1スパイラルの外周端と上記第2スパイラルの外周端とが連結されて、1本の

伝送路をなしている。不平衡信号伝送路50の上記第1スパイラル側の内周端は、不平衡信号SSの信号入出力端50aになっており、不平衡信号伝送路50の上記第2スパイラル側の内周端は、開放端50bになっている。なお、不平衡信号伝送路50は、樹脂多層デバイス200の上側から見て、第1スパイラルにおいては、平衡信号伝送路30に対向して内周端から外周端に向けて反時計回りのスパイラルをなしており、第2スパイラルにおいては、平衡信号伝送路35に対向して内周端から外周端に向けて時計回りのスパイラルをなしていてもよい。

[0088] 以上のように、第2の実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果を得られるとともに、バランを構成する伝送路をスパイラル型に設けたことにより、伝送路長を長くして、バランが占有するスペースを低減することができる。

[0089] なお、第2の実施形態の樹脂多層デバイス200の製造手順は、第1の実施形態と同様である。

[0090] [第3の実施形態]

図16は、本発明の第3の実施形態の樹脂多層デバイス300の構成例を模式的に示す斜視図である。なお、図16において、図1と同様のものには同じ符号を付してある。第3の実施形態の樹脂多層デバイス300は、基板10と、GND層16と、第1樹脂層20と、それぞれメアンダ型に設けられた第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と、第2樹脂層40と、メアンダ型に設けられた不平衡信号伝送路50と、第3樹脂層60とを備えて構成されたWLPである。

[0091] つまり、図16の第3の実施形態の樹脂多層デバイス300は、第1の実施形態においてストレートに形成した第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35（図1参照）を、それぞれメアンダ型の第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35とするとともに、第1の実施形態においてストレートに形成した不平衡信号伝送路50（図1参照）も、これに合せてメアンダ型の不平衡信号伝送路50としたものである。これに

より、2つのメアンダ型の第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と、これらメアンダ型の第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35に対向して配置されたメアンダ型の不平衡信号伝送路50とが電磁結合して積層型のバランを構成する。なお、第3の実施形態のバランも、第1の実施形態と同様に、基板10上のGND層16の上の多層樹脂体70内に銅めっき等の伝送路として、積層形成されている。

[0092] 第1の実施形態のように、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35および不平衡信号伝送路50をストレート型とすると、伝送路の幅方向にはスペースを要しないが、伝送路の長さ方向には、不平衡信号伝送路50の伝送路長以上のスペースを必要とする。しかし、数GHz帯のアプリケーションにおいて、このような長いスペースを樹脂多層デバイス上に確保することは、現実には困難なことが多い。

[0093] そこで、第3の実施形態では、第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35および不平衡信号伝送路50をメアンダ型に設けることにより、方形等の狭いスペースに長い伝送路長の第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35および不平衡信号伝送路50を配置できる。このため、メアンダ型とすることによって、バランが占有するスペースを低減して、かつ長い伝送路を有するバランを実現できる。

[0094] 第1樹脂層20上に設けられた第1の平衡信号伝送路30によるメアンダを第1メアンダとし、同じく第1樹脂層20上に設けられた第2の平衡信号伝送路35によるメアンダであって、上記第1メアンダに隣接して配置されたメアンダを第2メアンダとすると、第2樹脂層40上に設けられた不平衡信号伝送路50は、これら第1および第2のメアンダに沿って、あたかも1つのメアンダを描いて1本の伝送路として形成されている。

[0095] 上記第1メアンダにおいて、上記第2メアンダに隣接する側のコーナーに位置する第1の平衡信号伝送路30の伝送路端は、平衡信号SD1の信号出入口端30aになっており、上記第2メアンダに隣接しない側のコーナーに位置する第1の平衡信号伝送路30の伝送路端は接地端30bになっている

- 。
- [0096] 同様に、上記第2メアンダにおいて、上記第1メアンダに隣接する側のコーナーに位置する第2の平衡信号伝送路35の伝送路端は平衡信号SD2の信号出入口端35aになっており、上記第1メアンダに隣接しない側のコーナーに位置する第2の平衡信号伝送路35の伝送路端は接地端35bになっている。
- [0097] メアンダ型の不平衡信号伝送路50は、第1樹脂層20上の上記第1メアンダおよび第2メアンダの領域に対向する第2樹脂層40上の領域に、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35に対向するように、1本のメアンダ型伝送路として形成されている。不平衡信号伝送路50の上記第1メアンダの領域上に位置する伝送路端は、不平衡信号SSの信号出入口端50aになっており、不平衡信号伝送路50の上記第2メアンダの領域上に位置する伝送路端は、開放端50bになっている。
- [0098] 以上のように、第3の実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果を得られるとともに、バランを構成する伝送路をメアンダ型に設けたことにより、伝送路長を長くして、バランが占有するスペースを低減することができる。
- [0099] なお、第3の実施形態の樹脂多層デバイス300の製造手順は、第1の実施形態と同様である。
- [0100] [第4の実施形態]
- 図17は、本発明の第4の実施形態の樹脂多層デバイス400の構成例を説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。第4の実施形態は、基板がCMOS-IC基板410である場合である。
- [0101] 第4の実施形態の樹脂多層デバイス400は、CMOS-IC基板410と、GND層16と、第1樹脂層20と、第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35と、第2樹脂層40と、1本の不平衡信号伝送路50と、第3樹脂層60とを備えて構成されたWLPである。
- [0102] CMOS-IC基板410は、基板411とSiO₂層412とを含む。S

SiO_2 層412には、AlまたはAlCu配線413、インダクタ414が配置されている。 SiO_2 層412の上にはGND層16が設けられるが、インダクタ414の上は、GND層16に窓が設けられている。GND層16より上の部分の構造は、第1の実施形態と同様である。

[0103] 以上のように、第4の実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果を得られるとともに、インダクタ414の上にGND層16がないことから、ICに設けられたインダクタの特性の悪化を防ぐことができる。

[0104] [第5の実施形態]

図18は、本発明の第5の実施形態の樹脂多層デバイス500の構成例を説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。第5の実施形態は、基板がCMOS-IC基板410である場合である。

[0105] 第5の実施形態の樹脂多層デバイス500は、CMOS-IC基板410と、GND層16と、第1樹脂層20と、第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35と、第2樹脂層40と、1本の不平衡信号伝送路50と、第3樹脂層60とを備えて構成されたWLPである。

[0106] CMOS-IC基板410は、基板411と SiO_2 層412とからなる。 SiO_2 層412には、AlまたはAlCu配線413が配置されている。第4の実施形態との相違点は、GND層16が、 SiO_2 層412の上ではなく、伝送路の周囲に設けられている点である。

[0107] 以上のように、第5の実施形態によれば、第1の実施形態および第4の実施形態と同様の効果を得られるとともに、CMOS-IC基板410とGND層16が離れていることから、CMOS-IC基板410の動作へのGND層16の影響を防ぎ、安定した特性のモノリシックバラナが実現可能となる。

[0108] [第6の実施形態]

図19～図26は、本発明の第6の実施形態に関わる樹脂多層デバイス600の製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

図19に示すように、基板10上のGND層16の上に、感光性樹脂を塗

布し、第1樹脂層20を形成する。

- [0109] 次に、図20に示すように、フォトリソグラフィ法により、第1樹脂層20の上部に凹部601を形成する。
- [0110] 次に、図21に示すように、スパッタリングにより、第1樹脂層20の上に、シード層602を形成する。スパッタリングにより、TiWまたはCrからなる第1の層を形成し、その上に、Cuからなる第2の層を形成する。シード層602は、TiWまたはCrからなる第1の層と、Cuからなる第2の層の積層体からなることが一般的であるが、他の材料でもよい。
- [0111] 次に、図22に示すように、シード層602の上のうち凹部601を除く部分に、パターニングによりレジスト603を形成する。
- [0112] 次に、図23に示すように、めっき処理を行うことにより、凹部601に下部配線604が形成される。下部配線604は、第1の平衡信号伝送路30または第2の平衡信号伝送路35に相当する。
- [0113] 次に、図24に示すように、レジスト603を除去した後、エッチングによりシード層602を除去する。
- [0114] 次に、図25に示すように、第1樹脂層20の上に、第2樹脂層40を形成する。下部配線604は、第1樹脂層20の凹部601に形成されているため、第1樹脂層20の上部は平坦となり、第2樹脂層40を平坦に形成することができる。
- [0115] 次に、図26に示すように、第2樹脂層40の上に上部配線605を形成する。上部配線605は、不平衡信号伝送路50に相当する。上部配線605の形成の方法は、第1の実施形態における不平衡信号伝送路50の形成方法と同様でよい。上部配線605の形成の後、第2樹脂層40の上に第3樹脂層60を形成する。第3樹脂層60の形成の方法は、第1の実施形態における第3樹脂層60の形成方法と同様でよい。
- [0116] 以上のように、第6の実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果を得られるとともに、第2樹脂層40を平坦に形成することにより、高精度なインピーダンス制御が実現できる。また、下部配線604を凹部601に形

成し、凹の形にすることで、下部配線 604 の表面積が大きくなり、下部配線 604 の抵抗を下げるができる。

[0117] [第 7 の実施形態]

図 27 ~ 図 31 は、本発明の第 7 の実施形態に関わる樹脂多層デバイス 700 の製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

第 6 の実施形態の図 19 と同様に、基板 10 上の GND 層 16 の上に、感光性樹脂を塗布し、第 1 樹脂層 20 を形成した後、図 27 に示すように、フォトリソグラフィ法により、第 1 樹脂層 20 の上部に複数の凹部 701 を形成する。

[0118] 次に、第 6 の実施形態の図 21 と同様に、スパッタリングにより、第 1 樹脂層 20 の上に、シード層 602 を形成した後、図 28 に示すように、パターンニングによりレジスト 603 を形成する。

[0119] 次に、図 29 に示すように、めっき処理を行うことにより、複数の凹部 701 に複数の下部配線 704 が形成される。

[0120] 次に、図 30 に示すように、スパッタリングにより金属層 705 を形成し、複数の下部配線 704 を、電氣的に接続する。

[0121] 次に、図 31 に示すように、レジスト 603 を除去した後、エッチングによりシード層 602 を除去する。その後、第 6 の実施形態と同様に、第 1 樹脂層 20 の上に、第 2 樹脂層 40 を形成し、第 2 樹脂層 40 の上に上部配線 605 を形成する。上部配線 605 の形成の後、第 2 樹脂層 40 の上に第 3 樹脂層 60 を形成する。

[0122] 以上のように、第 7 の実施形態によれば、第 1 の実施形態および第 6 の実施形態と同様の効果を得られるとともに、凹部を複数設けることにより、下部配線 704 のアスペクト比を小さくすることができ、凹部に設けられた下部配線 704 の上の第 2 樹脂層 40 のへこみを減少させることができる。第 2 樹脂層 40 をより平坦に形成することにより、より高精度なインピーダンス制御が実現できる。

[0123] [第 7 の実施形態の変形例 1]

図32は、本発明の第7の実施形態の変形例1に関わる樹脂多層デバイス750の製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。第6の実施形態との相違点は、下部配線604ではなく、上部配線605を凹型にした点である。凹型の上部配線605の製造手順は、第7の実施形態の下部配線704の製造方法と同様である。

[0124] [第7の実施形態の変形例2]

第6の実施形態および第7の実施形態における凹部の作成方法としては、次の方法でもよい。図33および図34は、本発明の第7の実施形態の変形例2に関わる樹脂多層デバイス770の製造手順を示す、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。

[0125] 図33に示すように、基板10上のGND層16の上に、樹脂を塗布し、第1樹脂層20を形成する。この樹脂は、第6の実施形態および第7の実施形態とは異なり、感光性でなくてもよい。

[0126] 次に、図34に示すように、第1樹脂層20の上に新たに感光性樹脂層771を形成し、凹部を形成する。

[0127] 以上のように、第7の実施形態の変形例2によれば、第6の実施形態および第7の実施形態と同様の効果を得られるとともに、第1樹脂層20に凹部を形成する必要がないので、第1樹脂層20の高さ h_1 を大きく取ることができ、配線厚みを大きく取ることが可能となる。

[0128] [第8の実施形態]

図35は、本発明の第8の実施形態の樹脂多層デバイス800の構成例を説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。第8の実施形態の樹脂多層デバイス800は、基板10と、GND層16と、第1樹脂層20と、第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35と、第2樹脂層40と、1本の不平衡信号伝送路50と、第3樹脂層60とを備えて構成されたWLPである。

[0129] 第8の実施形態の、第1の実施形態との相違点は、第8の実施形態では、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と、不平衡信号

伝送路50とを、重なる部分が少なくなるようにずらして配置する。これにより、インピーダンスを減少させることなく配線幅を大きくすることができるので、バランの損失を抑えることができる。

[0130] また、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の製造方法は、第6の実施形態または第7の実施形態と同様に、凹部を作成して、そこに第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35を形成する。これにより、オフセット積層が精度よく製造できる。

[0131] 例えば、樹脂層の比誘電率 $\epsilon_r = 2.9$ 、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の幅 $W = 30 \mu\text{m}$ 、第1樹脂層の高さ $h_1 = 10 \mu\text{m}$ 、第2樹脂層の高さ $d = 8 \mu\text{m}$ 、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の厚さ $t = 5 \mu\text{m}$ とすることにより、入力50ohmのバランが作製できる。

[0132] [第9の実施形態]

図36は、本発明の第9の実施形態の樹脂多層デバイス900の構成例を模式的に示す斜視図である。また、図37は、樹脂多層デバイス900の、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。図38は、樹脂多層デバイス900の、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

[0133] 第9の実施形態の樹脂多層デバイス900は、基板10と、第1樹脂層20と、第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35と、第2樹脂層40と、1本の不平衡信号伝送路50と、第3樹脂層60とを備えて構成されたWLPである。

[0134] 樹脂多層デバイス900において、第1樹脂層20と、平衡信号伝送路30、35と、第2樹脂層40と、不平衡信号伝送路50と、第3樹脂層60とは、積層型のバランを構成している。また、第1樹脂層20と、第2樹脂層40と、第3樹脂層60とは、多層樹脂体70を構成している。

[0135] [基板10]

基板10は、例えば、シリコン(Si)基板等の半導体基板、ガラス基板、あるいはGaAs等の絶縁性基板である。この基板10に、CMOS半導

体プロセス等によってICが作り込まれている場合には、樹脂多層デバイス900は、バランをモノリシック化したWLPとなる。

[0136] [第1樹脂層20、第2樹脂層40、第3樹脂層60]

第1樹脂層20としては、例えば、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、四フッ化エチレン等のフッ素系樹脂、BCB（ベンゾシクロブテン）等の感光性樹脂を用いる。第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35は、第1樹脂層20上に形成されている。

第2樹脂層40は、第1樹脂層20上に形成されている。第2樹脂層40としては、例えば、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、四フッ化エチレン等のフッ素系樹脂、BCB（ベンゾシクロブテン）等の感光性樹脂を用いる。不平衡信号伝送路50は、第2樹脂層40上に形成されている。

第3樹脂層60は、第2樹脂層40上に形成されている。第3樹脂層60としては、例えば、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、四フッ化エチレン等のフッ素系樹脂、BCB（ベンゾシクロブテン）等の感光性樹脂を用いる。

[0137] 第1樹脂層20、第2樹脂層40、および第3樹脂層60は、同じ材料を用いて同じ手法で形成する等により、同じ比誘電率 ϵ_r であることが望ましい。

[0138] [平衡信号伝送路30、35、不平衡信号伝送路50]

第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35は、第1樹脂層20上に形成されている。第1の平衡信号伝送路30は、屈曲および湾曲のないストレートな伝送路である。同様に、第2の平衡信号伝送路35は、屈曲および湾曲のないストレートな伝送路である。そして、第1の平衡信号伝送路30と第2の平衡信号伝送路35とは、長手方向に同軸となるように配置されている。

[0139] 第1の平衡信号伝送路30の一端30aと第2の平衡信号伝送路35の一端35aとは、間隔 g をもって向き合っている（図38参照）。第1の平衡信号伝送路30の一端30aおよび第2の平衡信号伝送路35の一端35aは、それぞれ平衡信号（差動信号）SD1、SD2の信号出入口端であり、

第1の平衡信号伝送路30の他端30bおよび第2の平衡信号伝送路35の他端35bは、ともに接地端になっている（GNDに接続されている）。

[0140] 第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35は、同じ金属材料によって同時形成され、例えば銅めっき等のめっき金属からなる。また、第1の平衡信号伝送路30の伝送路長 L_1 と第2の平衡信号伝送路35の伝送路長 L_2 とは、同じ長さ（ $L_1 = L_2$ ）となるように形成されることが望ましい。

また、第1の平衡信号伝送路30と第2の平衡信号伝送路35とは、同じ幅 W および同じ厚さ T となるように形成されることが望ましい。なお、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の下面と基板10の上面との間隔、すなわち第1樹脂層20の層厚は h_1 である（図37参照）。

[0141] 不平衡信号伝送路50は、第2樹脂層40上に形成されている。不平衡信号伝送路50は、その下面が第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の上面に対向するように設けられた、屈曲および湾曲のないストレートな伝送路である。

[0142] 不平衡信号伝送路50の一端50aは不平衡信号SSの信号入出力端になっており、不平衡信号伝送路50の他端50bは開放端になっている。

[0143] 不平衡信号伝送路50は、例えば銅めっき等のめっき金属からなる。この不平衡信号伝送路50は、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と同じ形成手法によって同じ金属材料で形成されていることが望ましい。

[0144] 不平衡信号伝送路50は、その長さ L が、平衡信号伝送路30の伝送路長 L_1 と、平衡信号伝送路35の伝送路長 L_2 と、平衡信号伝送路30の信号入出力端30aと平衡信号伝送路35の信号入出力端35aの間隔 g との合計の長さと同じになるように形成されていることが望ましい（図38参照）。また、不平衡信号伝送路50は、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と同じ幅 W および同じ厚さ T とするのが一般的であるが

、ある程度異なってもバランの動作自体に問題はない（図37参照）。

[0145] なお、第2樹脂層40を介して対面配置された不平衡信号伝送路50の下面と、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の上面の間隔は d である。また、不平衡信号伝送路50の上面から第3樹脂層60の上面までの間隔は h_2 である（図37参照）。また、第1樹脂層20の厚さと第2樹脂層40の厚さと第3樹脂層60の厚さは、異なっても良い。具体的には、第1樹脂層20を第2樹脂層40よりも厚くし、第2樹脂層40を第3樹脂層60よりも厚くしてもよい。第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の下面と基板10の上面との間隔 h_1 、不平衡信号伝送路50の下面と第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の上面の間隔 d 、および不平衡信号伝送路50の上面から第3樹脂層60の上面までの間隔 h_2 について、 $h_1 > d > h_2$ としてもよい。

[0146] [バランの動作]

図39は、樹脂多層デバイス900に形成した積層型バラン980の動作を説明するための模式的な回路図である。図39において、不平衡信号伝送路50の信号入出力端50aには不平衡信号（単一信号） SS が入力され、第1の平衡信号伝送路30の信号入出力端30aおよび第2の平衡信号伝送路35の信号入出力端35aからはそれぞれ平衡信号（差動信号） SD_1 、 SD_2 が出力される。なお、 Z_S は不平衡信号伝送路50の入インピーダンスを表しており、 Z_{D_1} 、 Z_{D_2} はそれぞれ平衡信号伝送路30、35の出インピーダンスを表している。

[0147] 図39において、バラン980は、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と不平衡信号伝送路50とを、第2樹脂層40（図36等参照）を介して近接配置することにより、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と不平衡信号伝送路50との間に電磁結合を生じる回路である。このバラン980は、不平衡信号伝送路50の信号入出力端50aに不平衡信号（単一信号） SS を入力すると、この不平衡信号 SS を平衡信号（差動信号） SD_1 、 SD_2 に変換して、第1の平衡信号伝送

路 30 の信号入出力端 30 a および第 2 の平衡信号伝送路 35 の信号入出力端 35 a から出力する。また、これとは逆に、第 1 の平衡信号伝送路 30 の信号入出力端 30 a および第 2 の平衡信号伝送路 35 の信号入出力端 35 a にそれぞれ平衡信号 SD 1, SD 2 を入力すると、この平衡信号 SD 1, SD 2 を不平衡信号 SS に変換して不平衡信号伝送路 50 の信号入出力端 50 a から出力する。

[0148] ここで、伝送する信号（変換する信号）の波長を λ とすると、平衡信号伝送路 30 の伝送路長 L_1 および平衡信号伝送路 35 の伝送路長 L_2 がそれぞれ $\lambda/4$ となり、不平衡信号伝送路 50 の内の第 1 の平衡信号伝送路 30 および第 2 の平衡信号伝送路 35 に沿った部分の伝送路長（ $=L-g$ ）が $\lambda/2$ となるように、それぞれの伝送路を設ける。あるいは、 $L_1=L_2<\lambda/4$ 、 $L-g<\lambda/2$ 、等となるように、それぞれの伝送路を設けても良い。

[0149] このようなバランは、アンテナで受信した不平衡信号を復調するにあたり、平衡信号に変換する必要がある、平衡信号である変調信号をアンテナから送信するにあたり、不平衡信号に変換する必要がある携帯電話等の無線通信機器では、不可欠な回路である。

[0150] さらに、図 39 のバラン 980 は、インピーダンス値を変換するトランスとしての機能も兼ね備えている。インピーダンス変換については、不平衡信号側（単一信号入力側）の入カインピーダンス Z_S 、および平衡信号側（差動信号出力側）の出カインピーダンス Z_{D1} 、 Z_{D2} が設計仕様のインピーダンス値であることが要求される。例えば、不平衡信号側の入カインピーダンス値 $Z_S=50\Omega$ 、平衡信号側の出カインピーダンス値 $Z_{D1}+Z_{D2}=100, 150, 200\Omega$ である。

[0151] 携帯電話等の無線通信機器においては、変復調回路の入出カインピーダンス値とアンテナの出カインピーダンス値とは必ずしも整合していない。このため、両者のインピーダンス値を整合させるためにも、インピーダンス変換機能を有するバランは不可欠である。上記両者の間にバランを挿入しないと、あるいは挿入してもバランの入出カインピーダンス値が設計値からずれて

いと、別のインピーダンス変換器が必要になるという不具合を生じる。

[0152] [製造手順]

図40～図42は、樹脂多層デバイス900の製造手順を説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。図43～図45は、樹脂多層デバイス900の製造手順を説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。ただし、図40～図45は、樹脂多層デバイス900の製造手順の内、基板10上にバランを形成する手順を説明するものである。

[0153] 以下の説明において、基板10は、CMOSプロセス等によりICが作り込まれたシリコン(Si)ウェハであるものとする。樹脂多層デバイス900はWLPであるから、バランは、WLCSP技術(ウェハ上に樹脂層形成プロセスと厚膜銅配線等の配線形成プロセスによって再配線層を作り込み、そのあとにチップにダイシングする技術)によって、上記シリコンウェハ上に形成される。

[0154] まず、図40および図43に示すように、シリコンウェハである基板10上に第1樹脂層20を形成し、この第1樹脂層20に、基板10に作り込まれたICのGND層11a, 11bを開口する開口部21a, 21b、および上記ICの平衡信号(差動信号)入力パッド12a, 12bを開口する開口部22a, 22bを設ける。第1樹脂層20としては、比誘電率 ϵ_r の感光性の絶縁樹脂を用いる。この感光性樹脂の流体樹脂材料をスピコート法によって基板10上にコーティングし、厚さ寸法 h_1 の感光性樹脂層を形成する。そして、この感光性樹脂層にフォトリソグラフィー法によって開口部21a, 21b, 22a, 22bを設ける。

[0155] なお、開口部21a, 21bは、平衡信号伝送路30の接地端30b, 平衡信号伝送路35の接地端35bをそれぞれGND層11a, 11bにコンタクトさせるためのものである。また、開口部22a, 22bは、平衡信号伝送路30の信号出入口端30aおよび平衡信号伝送路35の信号出入口端35aを上記ICの平衡信号(差動信号)入力パッド12a, 12bにコンタクトさせるためのものである。

- [0156] 次に、図41および図44に示すように、第1樹脂層20上に、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35を設ける。第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35としては、銅めっきを用いる。第1樹脂層20上にシード層を形成した後、レジストを形成し、フォトリソグラフィ法によりパターンニングした後、銅めっきを施し、この銅めっき層をエッチング法によってパターンニングして、幅寸法W、厚さ寸法T、長さ寸法L1の第1の平衡信号伝送路30および幅寸法W、厚さ寸法T、長さ寸法L2(=L1)の第2の平衡信号伝送路35を形成する。さらに、第1の平衡信号伝送路30の信号出入口端30aと平衡信号入力パッド12aの間を電氣的に接続する接続配線31a、第1の平衡信号伝送路30の接地端30bとGND層11aの間を電氣的に接続する接続配線31b、第2の平衡信号伝送路35の信号出入口端35aと平衡信号入力パッド12bの間を電氣的に接続する接続配線36a、第2の平衡信号伝送路35の接地端35bとGND層11bの間を電氣的に接続する接続配線36bを形成する。
- [0157] 次に、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35を設けた第1樹脂層20の上に、第2樹脂層40を形成する。第2樹脂層40としては、第1樹脂層20と同じ比誘電率 ϵ_r の感光性の絶縁樹脂を用いる。この感光性樹脂の流体樹脂材料をスピコート法によって、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35を設けた第1樹脂層20上にコーティングし、平衡信号伝送路30上面および平衡信号伝送路35上面からの厚さ寸法dの感光性樹脂層を形成する。
- [0158] 次に、図42および図45に示すように、第2樹脂層40上に、不平衡信号伝送路50を設ける。不平衡信号伝送路50としては、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と同じ銅めっきを用いる。第2樹脂層40上にシード層を形成した後、レジストを形成し、フォトリソグラフィ法によりパターンニングした後、銅めっきを施し、この銅めっき層をエッチング法によってパターンニングして、幅寸法W、厚さ寸法T、長さ寸法Lの不平衡信号伝送路50、および不平衡信号伝送路50の信号入出力端50a

を実装基板等に電氣的に接続するための接続配線 51 を形成する。

[0159] 次に、不平衡信号伝送路 50 を設けた第 2 樹脂層 40 上に、封止樹脂層となる第 3 樹脂層 60 を形成し、この第 3 樹脂層 60 に、接続配線 51 を露出する開口部 61 を設ける。

第 3 樹脂層 60 としては、第 1 樹脂層 20 および第 2 樹脂層 40 と同じ比誘電率 ϵ_r の感光性の絶縁樹脂を用いる。この感光性樹脂の流体樹脂材料をスピコート法によって、不平衡信号伝送路 50 を設けた第 2 樹脂層 40 上にコーティングし、不平衡信号伝送路 50 上面からの厚さ寸法 h_2 の感光性樹脂層を形成する。そして、この感光性樹脂層にフォトリソグラフィー法によって開口部 61 を設ける。

[0160] なお、樹脂多層デバイス 900 をフリップチップ実装する場合には、接続配線 51 を実装基板等の信号出力パッドに接続するためのはんだバンプを開口部 61 内に設ける。樹脂多層デバイス 900 をワイヤボンディング実装する場合には、接続配線 51 上に Ni / Au や Al 等の薄膜を設けることが好ましい。

[0161] 以上の手順を完了したあと、シリコンウェハである基板 10 をダイシングして、WLP の樹脂多層デバイス 900 を得る。なお、第 1 の平衡信号伝送路 30、第 2 の平衡信号伝送路 35 および不平衡信号伝送路 50 は、銅の光沢めっきにより形成することが好ましい。さらに、銅の光沢めっきの他に、ニッケル (Ni)、金 (Au)、銀 (Ag) 等の光沢めっきにより形成することも可能である。一般に、信号周波数が高くなると、電流は導体表面付近を集中して流れるようになる。これを表皮効果という。例えば、周波数 10 GHz の信号では、銅の表皮深さは $0.66 \mu\text{m}$ となる。周波数 60 GHz のミリ波帯の信号では、銅の表皮深さは $0.27 \mu\text{m}$ となる。このため、伝送路の表面に凹凸があると、表面が平坦な場合よりも電流は長い経路を流れるようになる。そのため、伝送路の表面に凹凸があると、バランの通過損失は増加することになる。伝送路の表面を平坦にできる光沢めっきを用いることで、バランの通過損失を減らすことができる。

[0162] 以上のように、第9の実施形態によれば、基板10上に、第1樹脂層20、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35、第2樹脂層40、不平衡信号伝送路50、第3樹脂層60（封止樹脂層60）を順に積層したバランを有するWLPとしたことにより、WLCSP技術では、CMOS半導体加工技術と同様の高い精度で樹脂層および銅めっき等による低抵抗の伝送路を形成することができるので、高精度な入出力インピーダンスと低挿入損失のバランを得ることができ、さらに基板にICが形成されている場合には、バランをモノリシック化することができる。

[0163] さらに、多層樹脂にバランを形成することにより、LTCC技術によってバランを製造する場合よりも、必要な層数を低減できるので、より容易に製造できる。実施形態9の樹脂多層デバイス900では、第1の平衡信号伝送路30の接地端30bおよび第2の平衡信号伝送路35の接地端35bを接地するためのGND層をデバイス内に設けず、上記の接地端30bおよび35bを、基板10に作り込まれたICのGND層に接続している。このように、接地端30bおよび35bを接地するためのGND層を設けない構成としたことにより、平衡信号伝送路の接地端を接地するためのGND層を設けた従来のバランよりも層数を減らすことができる。また、従来のような伝送線路の上下にGND層を有する構造のバランでは、伝送線路を伝わる信号がGND層に発生させる渦電流等の影響による損失が無視できない。しかし、接地端30bおよび35bを接地するためのGND層を設けない構成としたことにより、伝送路に対するGND層の影響による信号のロスを低減できる。

[0164] また、多層樹脂および銅めっき等の伝送路によってバランを構成することにより、バランの軽量化、耐衝撃性の向上、および放熱性の向上を図ることができる。

[0165] また、基板にSiを用いた場合、Siを裏面から研削することによって、薄型化が可能となり、基板に内蔵して使用することもできる。

[0166] [第9の実施形態の変形例1]

図４６は、第９の実施形態の変形例１の樹脂多層デバイス９０１を説明する、伝送路幅方向の断面で見た場合の断面図である。図４７は、第９の実施形態の変形例１の樹脂多層デバイス９０１を説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。

なお、図４６および図４７において、図３６～図４５と同様のものには同じ符号を付してある。第９の実施形態の変形例１の樹脂多層デバイス９０１は、基板１０と、第１のＧＮＤ層１６と、第１樹脂層２０と、第１の平衡信号伝送路３０および第２の平衡信号伝送路３５と、第２樹脂層４０と、不平衡信号伝送路５０と、第３樹脂層６０と、第２のＧＮＤ層６６と、を備えて構成されたＷＬＰである。

[0167] この図４６および図４７の樹脂多層デバイス９０１は、第９の実施形態の樹脂多層デバイス９００（図３６～図３８参照）において、基板１０と第１樹脂層２０の間に第１のＧＮＤ層１６を設けるとともに、第３樹脂層６０上に第２のＧＮＤ層６６を設けたものである。

[0168] 第１のＧＮＤ層１６は例えば銅めっき、アルミ膜、銅膜によって形成し、第２のＧＮＤ層６６は例えば銅めっき、アルミ膜、銅膜によって形成する。第１のＧＮＤ層１６および第２のＧＮＤ層６６を、基板１０のＧＮＤ、または樹脂多層デバイス９０１を実装する基板のＧＮＤのいずれか１つにしか導通させることができない場合には、多層樹脂体７０に貫通導電ビアホールを設けて、第１のＧＮＤ層１６と第２のＧＮＤ層６６との間を接続する必要がある。これにより、第１のＧＮＤ層１６と第２のＧＮＤ層６６を同電位に保つことができる。樹脂多層デバイスをフリップチップ実装する場合、このように、第１の平衡信号伝送路３０および第２の平衡信号伝送路３５と不平衡信号伝送路５０の上下を第１のＧＮＤ層１６および第２のＧＮＤ層６６で囲むことにより、バランの特性は第１のＧＮＤ層１６および第２のＧＮＤ層６６で囲まれた内部の電磁界の問題となり、実装基板からの影響および基板１０に形成された回路からの影響を低減でき、外部の環境変化に影響されなくなる。

[0169] [第9の実施形態の変形例2]

図48は、第9の実施形態の変形例2の樹脂多層デバイス902を説明する、伝送路長さ方向の断面で見た場合の断面図である。なお、図48において、図36～図45と同様のものには同じ符号を付してある。第9の実施形態の変形例2の樹脂多層デバイス902は、基板10と、第1樹脂層20と、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と、第2樹脂層40と、不平衡信号伝送路50と、第3樹脂層60と、はんだバンプ33a, 33b, 38a, 38b, 52を備えて構成されたWLPである。

[0170] 図48の樹脂多層デバイス902は、第9の実施形態の樹脂多層デバイス900（図36～図38参照）において、第3樹脂層60に形成した開口部に、フリップチップ実装等のためのはんだバンプ33a, 33b, 38a, 38b, 52を設けたものである。

[0171] はんだバンプ33aは、平衡信号SD1（図36または図39参照）の出入力端子であり、接続配線32aを介して第1の平衡信号伝送路30の信号出入力端30aに接続されている。同様に、はんだバンプ38aは、平衡信号SD2（図36または図39参照）の出入力端子であり、接続配線37aを介して第2の平衡信号伝送路35の信号出入力端35aに接続されている。そして、はんだバンプ52は、接続配線51を介して不平衡信号伝送路50の信号入出力端50aに接続されている。

[0172] また、はんだバンプ33bは、接地端子であり、接続配線32bを介して第1の平衡信号伝送路30の接地端30bに接続されている。同様に、はんだバンプ38bは、接地端子であり、接続配線37bを介して第2の平衡信号伝送路35の接地端35bに接続されている。

[0173] [第10の実施形態]

図49は、本発明の第10の実施形態の樹脂多層デバイス1000の構成例を模式的に示す斜視図である。なお、図49において、図36と同様のものには同じ符号を付してある。第10の実施形態の樹脂多層デバイス1000は、基板10と、第1樹脂層20と、それぞれ平面スパイラル型に設けら

れた第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と、第2樹脂層40と、平面スパイラル型に設けられた不平衡信号伝送路50と、第3樹脂層60とを備えて構成されたWLPである。

[0174] つまり、図49の第10の実施形態の樹脂多層デバイス1000は、第9の実施形態においてストレートに形成した第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35（図36参照）を、それぞれスパイラル型の第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35とするとともに、第9の実施形態においてストレートに形成した不平衡信号伝送路50（図36参照）も、これに合せてスパイラル型の不平衡信号伝送路50としたものである。これにより、スパイラル型の第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と、これらスパイラル型の第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35に対向して配置されたスパイラル型の不平衡信号伝送路50とが電磁結合して積層型のバランを構成する。なお、第10の実施形態のバランも、第9の実施形態と同様に、基板10上の多層樹脂体70内に銅めっき等の伝送路として、積層形成されている。

[0175] 第9の実施形態のように、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35および不平衡信号伝送路50をストレート型とすると、伝送路の幅方向にはスペースを要しないが、伝送路の長さ方向には、不平衡信号伝送路50の伝送路長以上のスペースを必要とする。しかし、数GHz帯のアプリケーションにおいて、このような長いスペースを樹脂多層デバイス上に確保することは、現実には困難なことが多い。

[0176] そこで、第10の実施形態では、第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35および不平衡信号伝送路50をスパイラル型に設けることにより、方形や楕円等の狭いスペースに長い伝送路長の第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35および不平衡信号伝送路50を配置できる。このため、スパイラル型とすることによって、バランが占有するスペースを低減して、かつ長い伝送路を有するバランを実現できる。

[0177] 第1樹脂層20上に設けられた第1の平衡信号伝送路30による平面スパ

イラルを第1スパイラル、同じく第1樹脂層20上に設けられた第2の平衡信号伝送路35による平面スパイラルを第2スパイラルとすると、第2樹脂層40上に設けられた不平衡信号伝送路50は、これら第1および第2のスパイラルに沿って、2つのスパイラルを描いて1本の伝送路として形成されている。

[0178] 上記第1スパイラルにおいて、第1の平衡信号伝送路30の外周端は平衡信号SD1の信号出入口端30aになっており、第1の平衡信号伝送路30の内周端は接地端30bになっている。

この第1スパイラルは、樹脂多層デバイス1000の上側から見て、内周端から外周端に向けて時計回りのスパイラルをなしている。

[0179] 同様に、上記第2スパイラルにおいて、第2の平衡信号伝送路35の外周端は平衡信号SD2の信号出入口端35aになっており、第2の平衡信号伝送路35の内周端は接地端35bになっている。この第2スパイラルは、樹脂多層デバイス1000の上側から見て、内周端から外周端に向けて反時計回りのスパイラルをなしている。なお、樹脂多層デバイス1000の上側から見て、第1スパイラルが内周端から外周端に向けて反時計回りのスパイラルをなしており、第2スパイラルが内周端から外周端に向けて時計回りのスパイラルをなしていてもよい。

[0180] スパイラル型の不平衡信号伝送路50は、上記第1スパイラルにおいては、第1の平衡信号伝送路30に対向して内周端から外周端に向けて時計回りに形成され、上記第2スパイラルにおいては、第2の平衡信号伝送路35に対向して内周端から外周端に向けて反時計回りに形成されており、上記第1スパイラルの外周端と上記第2スパイラルの外周端とが連結されて、1本の伝送路をなしている。不平衡信号伝送路50の上記第1スパイラル側の内周端は、不平衡信号SSの信号入出力端50aになっており、不平衡信号伝送路50の上記第2スパイラル側の内周端は、開放端50bになっている。なお、不平衡信号伝送路50は、樹脂多層デバイス1000の上側から見て、第1スパイラルにおいては、平衡信号伝送路30に対向して内周端から外周

端に向けて反時計回りのスパイラルをなしており、第2スパイラルにおいては、平衡信号伝送路35に対向して内周端から外周端に向けて時計回りのスパイラルをなしていてもよい。

[0181] 以上のように、第10の実施形態によれば、第9の実施形態と同様の効果を得られるとともに、バランを構成する伝送路をスパイラル型に設けたことにより、伝送路長を長くして、バランが占有するスペースを低減することができる。

[0182] なお、第10の実施形態の樹脂多層デバイス1000の製造手順は、第9の実施形態と同様である。

[0183] [第11の実施形態]

図50は、本発明の第11の実施形態の樹脂多層デバイス1100の構成例を模式的に示す斜視図である。なお、図50において、図36と同様のものには同じ符号を付してある。第11の実施形態の樹脂多層デバイス1100は、基板10と、第1樹脂層20と、それぞれメアンダ型に設けられた第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と、第2樹脂層40と、メアンダ型に設けられた不平衡信号伝送路50と、第3樹脂層60とを備えて構成されたWLPである。

[0184] つまり、図50の第11の実施形態の樹脂多層デバイス1100は、第9の実施形態においてストレートに形成した第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35（図36参照）を、それぞれメアンダ型の第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35とするとともに、第9の実施形態においてストレートに形成した不平衡信号伝送路50（図36参照）も、これに合せてメアンダ型の不平衡信号伝送路50としたものである。これにより、2つのメアンダ型の第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35と、これらメアンダ型の第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35に対向して配置されたメアンダ型の不平衡信号伝送路50とが電磁結合して積層型のバランを構成する。なお、第11の実施形態のバランも、第9の実施形態と同様に、基板10上の多層樹脂体70

内に銅めっき等の伝送路として、積層形成されている。

- [0185] 第9の実施形態のように、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35および不平衡信号伝送路50をストレート型とすると、伝送路の幅方向にはスペースを要しないが、伝送路の長さ方向には、不平衡信号伝送路50の伝送路長以上のスペースを必要とする。しかし、数GHz帯のアプリケーションにおいて、このような長いスペースを樹脂多層デバイス上に確保することは、現実には困難なことが多い。
- [0186] そこで、第11の実施形態では、第9の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35および不平衡信号伝送路50をメアンダ型に設けることにより、方形等の狭いスペースに長い伝送路長の第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35および不平衡信号伝送路50を配置できる。このため、メアンダ型とすることによって、バラが占有するスペースを低減して、かつ長い伝送路を有するバラを実現できる。
- [0187] 第1樹脂層20上に設けられた第1の平衡信号伝送路30によるメアンダを第1メアンダとし、同じく第1樹脂層20上に設けられた第2の平衡信号伝送路35によるメアンダであって、上記第1メアンダに隣接して配置されたメアンダを第2メアンダとすると、第2樹脂層40上に設けられた不平衡信号伝送路50は、これら第1および第2のメアンダに沿って、あたかも1つのメアンダを描いて1本の伝送路として形成されている。
- [0188] 上記第1メアンダにおいて、上記第2メアンダに隣接する側のコーナーに位置する第1の平衡信号伝送路30の伝送路端は、平衡信号SD1の信号出入口端30aになっており、上記第2メアンダに隣接しない側のコーナーに位置する第1の平衡信号伝送路30の伝送路端は接地端30bになっている。
- [0189] 同様に、上記第2メアンダにおいて、上記第1メアンダに隣接する側のコーナーに位置する第2の平衡信号伝送路35の伝送路端は平衡信号SD2の信号出入口端35aになっており、上記第1メアンダに隣接しない側のコーナーに位置する第2の平衡信号伝送路35の伝送路端は接地端35bになっ

ている。

[0190] メアンダ型の不平衡信号伝送路50は、第1樹脂層20上の上記第1メアンダおよび第2メアンダの領域に対向する第2樹脂層40上の領域に、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35に対向するように、1本のメアンダ型伝送路として形成されている。不平衡信号伝送路50の上記第1メアンダの領域上に位置する伝送路端は、不平衡信号SSの信号入出力端50aになっており、不平衡信号伝送路50の上記第2メアンダの領域上に位置する伝送路端は、開放端50bになっている。

[0191] 以上のように、第11の実施形態によれば、第9の実施形態と同様の効果を得られるとともに、バランを構成する伝送路をメアンダ型に設けたことにより、伝送路長を長くして、バランが占有するスペースを低減することができる。

[0192] なお、第11の実施形態の樹脂多層デバイス1100の製造手順は、第9の実施形態と同様である。

[0193] 以上の本発明の樹脂多層デバイスにおいては、配線、ビアパッド形成用のレジストパターンニングと誘電体のビア孔が全て、フォトリソグラフィ技術によって形成されていてもよい。

[0194] 以上の本発明の実施形態の説明では、平衡信号伝送路の上側に樹脂層を介して不平衡信号伝送路を設けたが、これとは逆に、平衡信号伝送路を上側に、不平衡信号伝送を下側に配置した構成としてもよい。

[0195] [第1のシミュレーション結果]

第1の実施形態の樹脂多層デバイス100に関する第1のシミュレーション結果を掲載する。厚さ300 μ mのシリコン基板10上に、GND層16、第1樹脂層20、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35、第2樹脂層40、不平衡信号伝送路50、第3樹脂層60を積層する形態とした。

[0196] 第1樹脂層20、第2樹脂層40、および第3樹脂層60には、いずれも比誘電率 $\epsilon_r = 2.9$ のポリイミド系樹脂を用いた。また、第1の平衡信号

伝送路 30、第 2 の平衡信号伝送路 35、および不平衡信号伝送路 50 は、銅からなるとした。

[0197] 第 1 の平衡信号伝送路 30、第 2 の平衡信号伝送路 35、および不平衡信号伝送路 50 の幅寸法を $W = 25 \mu\text{m}$ 、厚さ寸法を $T = 5 \mu\text{m}$ とした。また、第 1 の平衡信号伝送路 30、第 2 の平衡信号伝送路 35 の長さ寸法を $L_1 = L_2 = 5.4 \text{ mm}$ 、第 1 の平衡信号伝送路 30 と第 2 の平衡信号伝送路 35 の間隔を $g = 50 \mu\text{m}$ とし、不平衡信号伝送路 50 の長さ寸法を $L = 10.85 \text{ mm}$ とした。

[0198] 第 1 の平衡信号伝送路 30 および第 2 の平衡信号伝送路 35 の下面と基板上面との間隔（第 1 樹脂層 20 の層厚）を $h_1 = 10 \mu\text{m}$ 、第 1 の平衡信号伝送路 30 および第 2 の平衡信号伝送路 35 の上面と不平衡信号伝送路 50 の下面の間隔を $d = 8 \mu\text{m}$ 、不平衡信号伝送路 50 の上面から第 3 樹脂層 60 の上面までの間隔を $h_2 = 6 \mu\text{m}$ とした。図 51 は、第 1 のシミュレーション結果の、通過特性および反射特性を示すグラフである。

[0199] [第 2 のシミュレーション結果]

第 1 の実施形態の樹脂多層デバイス 100 に関する第 2 のシミュレーション結果を掲載する。厚さ $300 \mu\text{m}$ のシリコン基板 10 上に、GND 層 16、第 1 樹脂層 20、第 1 の平衡信号伝送路 30 および第 2 の平衡信号伝送路 35、第 2 樹脂層 40、不平衡信号伝送路 50、第 3 樹脂層 60 を積層する形態とした。

[0200] 第 1 樹脂層 20、第 2 樹脂層 40、および第 3 樹脂層 60 には、いずれも比誘電率 $\epsilon_r = 2.7$ のポリイミド系樹脂を用いた。また、第 1 の平衡信号伝送路 30、第 2 の平衡信号伝送路 35、および不平衡信号伝送路 50 は、銅からなるとした。

[0201] 第 1 の平衡信号伝送路 30、第 2 の平衡信号伝送路 35、および不平衡信号伝送路 50 の幅寸法を $W = 22.5 \mu\text{m}$ 、厚さ寸法を $T = 2 \mu\text{m}$ とした。また、第 1 の平衡信号伝送路 30、第 2 の平衡信号伝送路 35 の長さ寸法を $L_1 = L_2 = 730 \mu\text{m}$ 、第 1 の平衡信号伝送路 30 と第 2 の平衡信号伝送

路35の間隔を $g = 50 \mu\text{m}$ とし、不平衡信号伝送路50の長さ寸法を $L = 1.51\text{mm}$ とした。

[0202] 第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の下面と基板上面との間隔（第1樹脂層20の層厚）を $h_1 = 10 \mu\text{m}$ 、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の上面と不平衡信号伝送路50の下面の間隔を $d = 8 \mu\text{m}$ 、不平衡信号伝送路50の上面から第3樹脂層60の上面までの間隔を $h_2 = 6 \mu\text{m}$ とした。図52は、第2のシミュレーション結果の、通過特性および反射特性を示すグラフである。

[0203] [第3のシミュレーション結果]

第9の実施形態の樹脂多層デバイス900に関するシミュレーションをした。厚さ $300 \mu\text{m}$ のシリコン基板10上に、第1樹脂層20、第1平衡信号伝送路30および第2平衡信号伝送路35、第2樹脂層40、不平衡信号伝送路50、第3樹脂層60を積層する形態とした。

[0204] 第1樹脂層20、第2樹脂層40、および第3樹脂層60には、いずれも比誘電率 $\epsilon_r = 3.2$ のポリイミド系樹脂を用いた。また、第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35、および不平衡信号伝送路50は、銅からなるとした。

[0205] 第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35、および不平衡信号伝送路50の幅寸法を $W = 17.5 \mu\text{m}$ 、厚さ寸法を $T = 5 \mu\text{m}$ とした。また、第1の平衡信号伝送路30、第2の平衡信号伝送路35の長さ寸法を $L_1 = L_2 = 18\text{mm}$ 、第1の平衡信号伝送路30と第2の平衡信号伝送路35の間隔を $g = 40 \mu\text{m}$ とし、不平衡信号伝送路50の長さ寸法を $L = 36.04\text{mm}$ とした。

[0206] 第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の下面と基板上面との間隔（第1樹脂層20の層厚）を $h_1 = 10 \mu\text{m}$ 、第1の平衡信号伝送路30および第2の平衡信号伝送路35の上面と不平衡信号伝送路50の下面の間隔を $d = 8 \mu\text{m}$ 、不平衡信号伝送路50の上面から第3樹脂層60の上面までの間隔を $h_2 = 6 \mu\text{m}$ とした。

産業上の利用可能性

[0207] 本発明は、あらゆる高周波回路に利用可能であり、特に、携帯電話、無線LAN、Bluetooth（登録商標）、WiMAX（登録商標）、準ミリ波、ミリ波通信等の通信機器を構成する回路に利用可能である。

符号の説明

- [0208] 10 基板
- 11a, 11b GND層
 - 12a, 12b 信号入力パッド
 - 16 第1のGND層
 - 20 第1樹脂層
 - 21a, 21b, 22a, 22b 開口部
 - 30 平衡信号伝送路（第1平衡信号伝送路）
 - 30a 平衡信号伝送路30の一端（信号出入口端）
 - 30b 平衡信号伝送路30の他端（接地端）
 - 31a, 31b, 32a, 32b 接続配線
 - 33a, 33b はんだバンプ
 - 35 平衡信号伝送路（第2平衡信号伝送路）
 - 35a 平衡信号伝送路35の一端（信号出入口端）
 - 35b 平衡信号伝送路35の他端（接地端）
 - 36a, 36b, 37a, 37b 接続配線
 - 38a, 38b はんだバンプ
 - 40 第2樹脂層
 - 50 不平衡信号伝送路
 - 50a 不平衡信号伝送路の一端（信号入出力端）
 - 50b 不平衡信号伝送路の他端（開放端）
 - 51 接続配線
 - 52 はんだバンプ
 - 60 第3樹脂層

- 6 1 開口部
- 6 6 第2のGND層
- 7 0 多層樹脂体
- 8 0 バラン
- 1 0 0、1 0 1、1 0 2、2 0 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0、6 0 0、7 0 0、7 5 0、7 7 0、8 0 0、9 0 0、9 0 1、9 0 2、9 8 0、1 0 0 0、1 1 0 0 樹脂多層デバイス
- 4 1 0 CMOS-IC基板
- 4 1 1 基板
- 4 1 2 SiO₂層
- 4 1 3 AlまたはAlCu配線
- 4 1 4 インダクタ
- 6 0 1 凹部
- 6 0 2 シード層
- 6 0 3 レジスト
- 6 0 4 下部配線
- 6 0 5 上部配線
- 7 0 1 複数の凹部
- 7 0 4 複数の下部配線
- 7 0 5 金属層
- 7 7 1 感光性樹脂層
- d 不平衡信号伝送路50下面と、平衡信号伝送路30、35上面の間隔
- E_r 比誘電率
- g 平衡信号伝送路30の一端30aと平衡信号伝送路35の一端35aとの間隔
- h 1 平衡信号伝送路30、35下面と基板10上面またはGND層16上面との間隔（第1樹脂層20の層厚）
- h 2 不平衡信号伝送路50上面から第3樹脂層60上面までの間隔

- L 不平衡信号伝送路 50 の長さ
- L 1 平衡信号伝送路 30 の伝送路長
- L 2 平衡信号伝送路 35 の伝送路長
- SD 1, SD 2 平衡信号 (差動信号)
- SS 不平衡信号 (単一信号)
- T 平衡信号伝送路 30, 35 および不平衡信号伝送路 50 の厚さ
- W 平衡信号伝送路 30, 35 および不平衡信号伝送路 50 の幅
- ZD 1 平衡信号伝送路 30 の出カインピーダンス
- ZD 2 平衡信号伝送路 35 の出カインピーダンス
- ZS 不平衡信号伝送路 50 の入カインピーダンス
- λ 伝送する信号 (変換する信号) の波長

請求の範囲

- [請求項1] 基板と、
前記基板上に形成された第1樹脂層と、
前記第1樹脂層上に電氣的に独立して設けられた第1および第2の平衡信号伝送路と、
前記第1および第2の平衡信号伝送路上および前記第1樹脂層上に形成された第2樹脂層と、
前記第2樹脂層上に、前記第1および第2の平衡信号伝送路と対向して設けられた不平衡信号伝送路と、
前記不平衡信号伝送路上および前記第2樹脂層上に形成された第3樹脂層と、
を備え、
前記第1の平衡信号伝送路は、第1の信号入出力端と第1の接地端とを有し、
前記第2の平衡信号伝送路は、第2の信号入出力端と第2の接地端とを有し、
前記不平衡信号伝送路は、信号入出力端と開放端とを有する、樹脂多層デバイス。
- [請求項2] 前記基板上に形成され、前記第1樹脂層の下に位置する第1のGND層を更に備える、請求項1に記載の樹脂多層デバイス。
- [請求項3] 前記基板の下に形成された第1のGND層を更に備える、請求項1に記載の樹脂多層デバイス。
- [請求項4] 前記第1および第2の平衡信号伝送路および前記不平衡信号伝送路の横に位置する第1のGND層を更に備える、請求項1に記載の樹脂多層デバイス。
- [請求項5] 前記第3樹脂層上に形成された第2のGND層を更に備える、請求項2～4のいずれかに記載の樹脂多層デバイス。
- [請求項6] 前記基板は、ICが作り込まれた半導体基板であり、

前記第 1 および第 2 の平衡信号伝送路の接地端がそれぞれ前記第 1 の GND 層に接続されている、請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載の樹脂多層デバイス。

[請求項7] 前記第 3 樹脂層に形成された第 1、第 2、第 3、第 4 および第 5 の開口部と、

前記第 1 の開口部に形成され、前記第 1 の平衡信号伝送路の信号出入口端と電氣的に接続された第 1 のはんだポンプと、

前記第 2 の開口部に形成され、前記第 2 の平衡信号伝送路の信号出入口端と電氣的に接続された第 2 のはんだポンプと、

前記第 3 の開口部に形成され、前記不平衡信号伝送路の信号入出力端と電氣的に接続された第 3 のはんだポンプと、

前記第 4 の開口部に形成され、前記第 1 の平衡信号伝送路の接地端と電氣的に接続された第 4 のはんだポンプと、

前記第 5 の開口部に形成され、前記第 2 の平衡信号伝送路の接地端と電氣的に接続された第 5 のはんだポンプと、

を更に備える、請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載の樹脂多層デバイス。

[請求項8] 前記第 1 および第 2 の平衡信号伝送路が、それぞれスパイラル型に配置されている、請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載の樹脂多層デバイス。

[請求項9] 前記第 1 および第 2 の平衡信号伝送路が、それぞれメアンダ型に配置されている、請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載の樹脂多層デバイス。

[請求項10] 前記第 1 および第 2 の平衡信号伝送路および前記不平衡信号伝送路が、光沢めっきからなる、請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載の樹脂多層デバイス。

[請求項11] 前記基板に含まれるインダクタの上の部分に位置する前記第 1 の GND 層に窓が設けられている、請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載の樹脂多層デバイス。

- [請求項12] 前記第1および第2の平衡信号伝送路が、前記第1樹脂層に設けられた凹部に設けられる、請求項2～4のいずれかに記載の樹脂多層デバイス。
- [請求項13] 前記不平衡信号伝送路が、前記第2樹脂層に設けられた凹部に設けられる、請求項2～4のいずれかに記載の樹脂多層デバイス。
- [請求項14] 前記不平衡信号伝送路が、前記第1および第2の平衡信号伝送路と重なる部分が少なくなるように配置される、請求項12に記載の樹脂多層デバイス。
- [請求項15] バランを有する樹脂多層デバイスの製造方法であって、
基板となるウェハ上に、GND層を形成し、前記GND層の上に、流体樹脂をコートして硬化させ、第1樹脂層を形成する工程と、
前記第1樹脂層上に、電氣的に独立して設けられた第1および第2の平衡信号伝送路を設ける工程と、
前記第1樹脂層および第1および第2の平衡信号伝送路の上に、流体樹脂をコートして硬化させ、第2樹脂層を形成する工程と、
前記第2樹脂層上に、前記第1および第2の平衡信号伝送路と対向するように不平衡信号伝送路を設ける工程と、
前記第2樹脂層および前記不平衡信号伝送路の上に、第3樹脂層を形成する工程と、
を含む樹脂多層デバイスの製造方法。
- [請求項16] バランを有する樹脂多層デバイスの製造方法であって、
基板となるウェハ上に、GND層を形成し、前記GND層の上に、感光性樹脂を塗布、第1樹脂層を形成する工程と、
前記第1樹脂層の上部に、フォトリソグラフィ法により、凹部を形成する工程と、
前記第1樹脂層の上に、スパッタリングにより、シード層を形成する工程と、
前記シード層の上のうち前記凹部を除く部分に、パターンニングによ

リレジストを形成する工程と、
めっき処理により、前記凹部に下部配線を形成する工程と、
前記レジストを除去する工程と、
エッチングにより前記シード層を除去する工程と、
前記第 1 樹脂層の上に、第 2 樹脂層を形成する工程と、
前記第 2 樹脂層の上に上部配線を形成する工程と、
前記第 2 樹脂層の上に第 3 樹脂層を形成する工程と、
を含む樹脂多層デバイスの製造方法。

[請求項17] スパッタリングにより金属層を形成する工程を更に含む、請求項 16 に記載の樹脂多層デバイスの製造方法。

[請求項18] 前記基板は、IC が作り込まれた半導体基板であり、
前記第 1 および第 2 の平衡信号伝送路の接地端がそれぞれ前記 IC の GND 層と電氣的に接続する、請求項 1 に記載の樹脂多層デバイス。

[請求項19] 前記第 1 および第 2 の平衡信号伝送路が、それぞれスパイラル型に配置されている請求項 1 に記載の樹脂多層デバイス。

[請求項20] 前記第 1 および第 2 の平衡信号伝送路が、それぞれメアンダ型に配置されている請求項 1 に記載の樹脂多層デバイス。

[請求項21] 前記第 1 および第 2 の平衡信号伝送路および前記不平衡信号伝送路が、光沢めっきからなる請求項 1 に記載の樹脂多層デバイス。

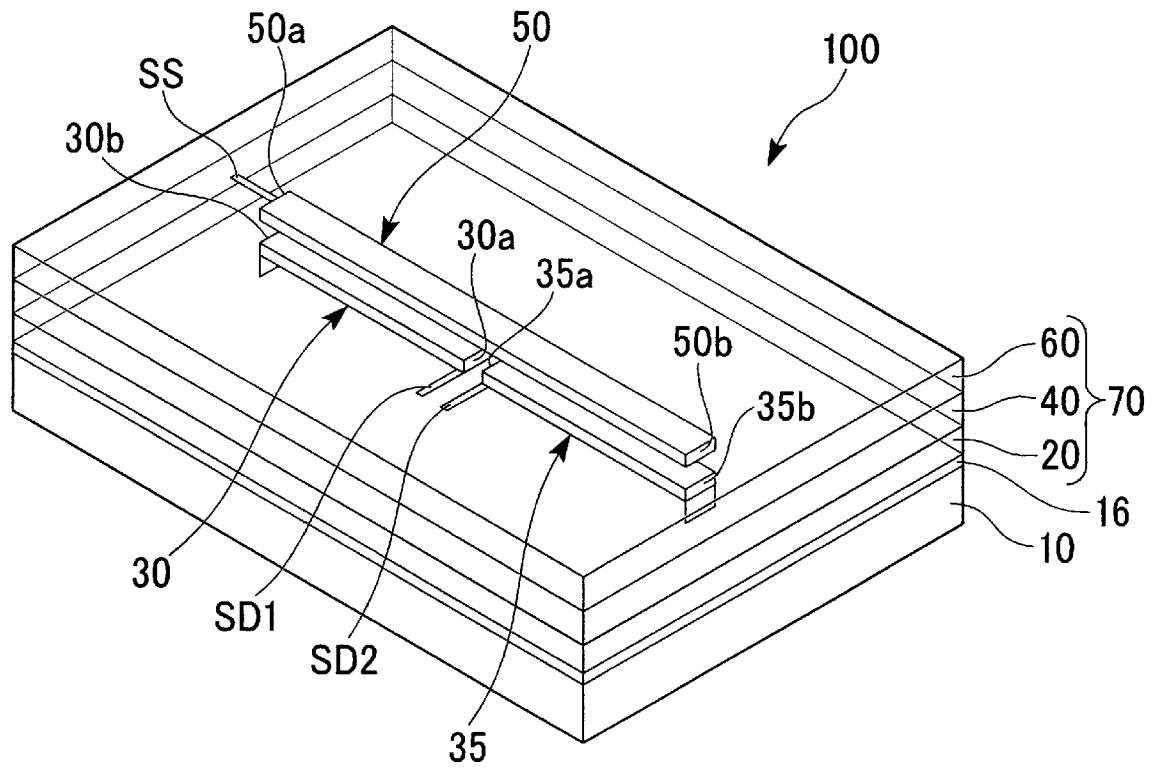
[請求項22] バランを有する樹脂多層デバイスの製造方法であって、
基板となるウェハ上に、流体樹脂をコートして硬化させ、第 1 樹脂層を形成する工程と、
前記第 1 樹脂層上に、電氣的に独立して設けられた第 1 および第 2 の平衡信号伝送路を設ける工程と、
前記第 1 樹脂層および第 1 および第 2 の平衡信号伝送路の上に、流体樹脂をコートして硬化させ、第 2 樹脂層を形成する工程と、
前記第 2 樹脂層上に、前記第 1 および第 2 の平衡信号伝送路と対向

するように不平衡信号伝送路を設ける工程と、

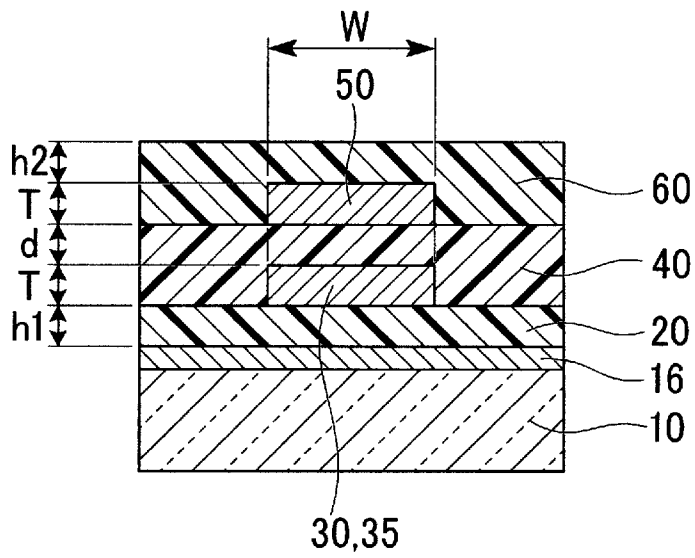
前記第2樹脂層および前記不平衡信号伝送路の上に、第3樹脂層を形成する工程と、

を含む樹脂多層デバイスの製造方法。

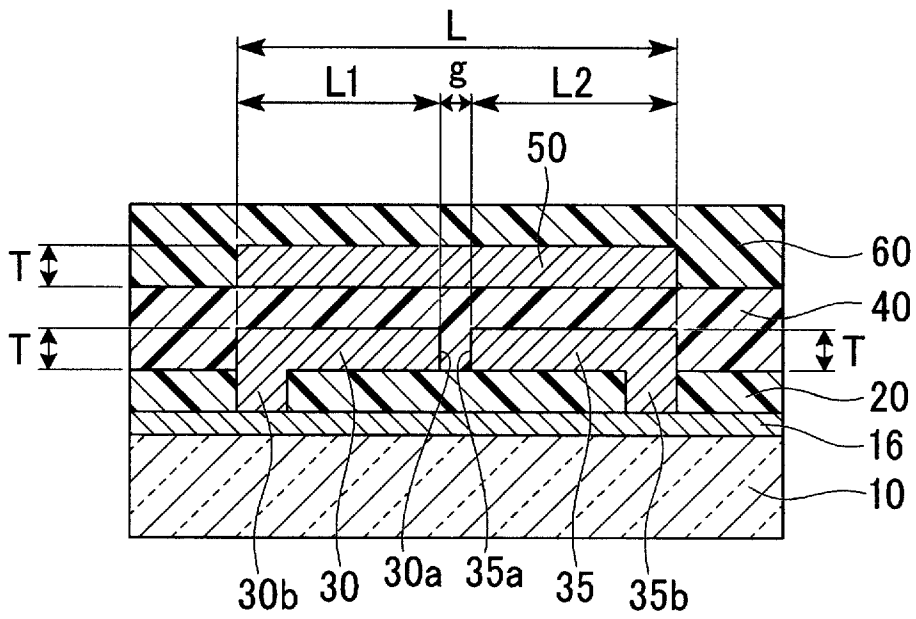
[図1]



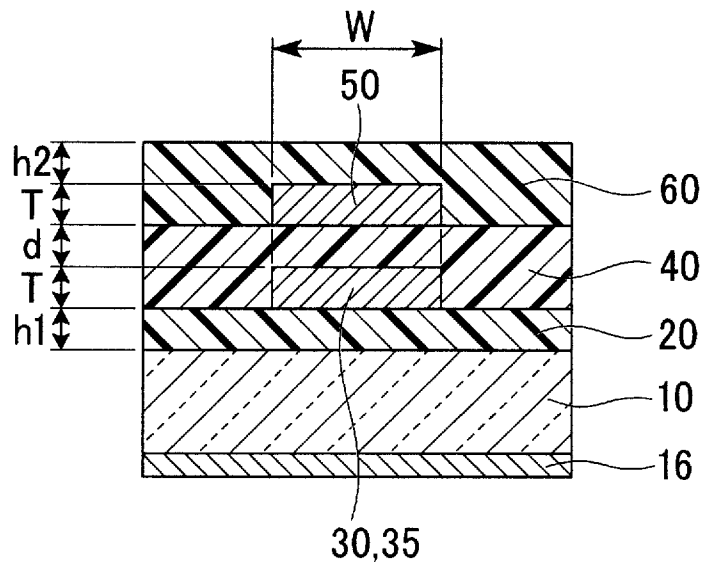
[図2]



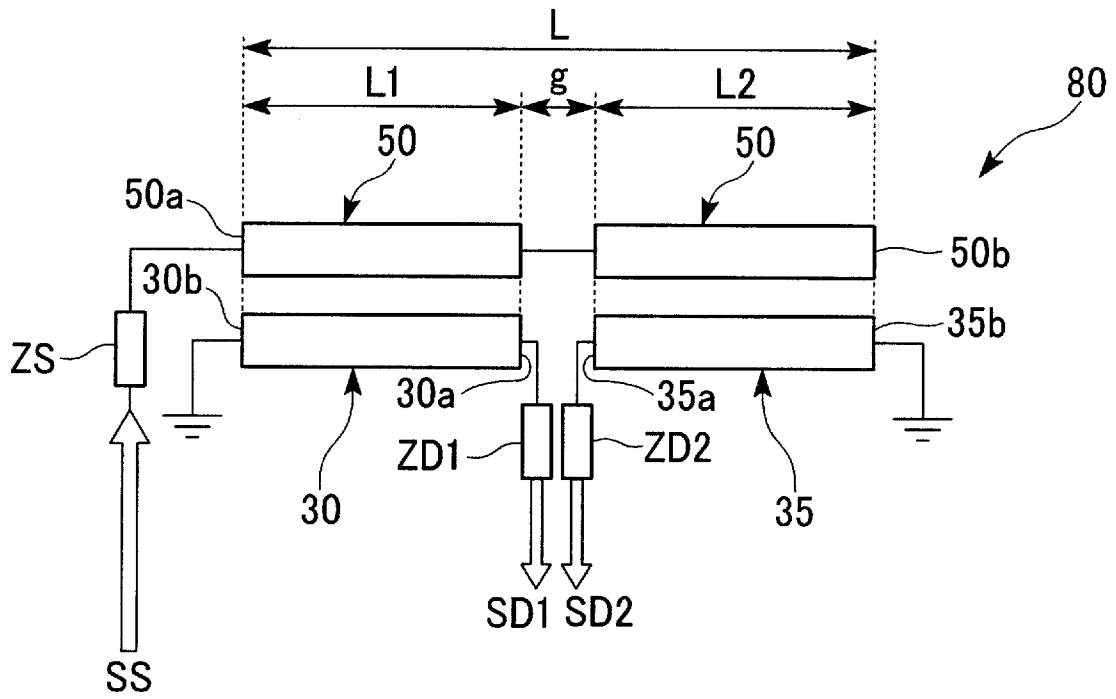
[図3]



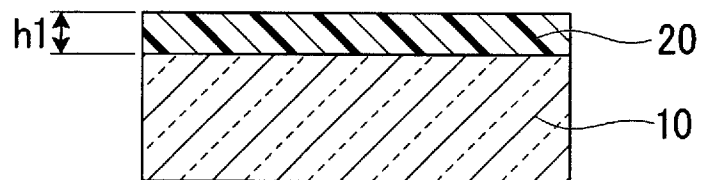
[図4]



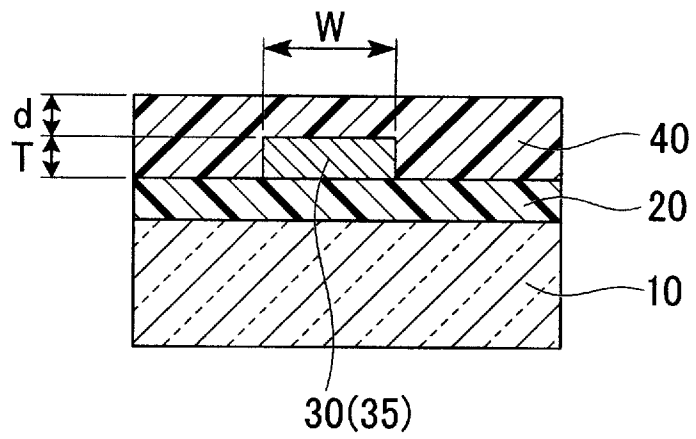
[図5]



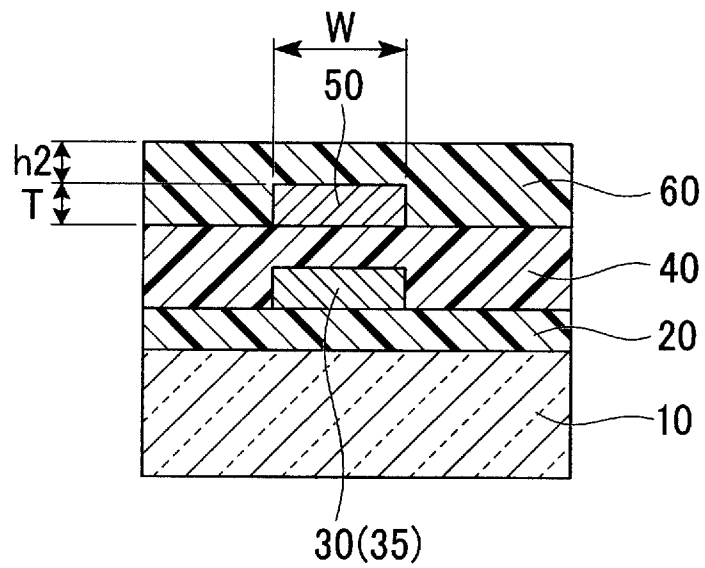
[図6]



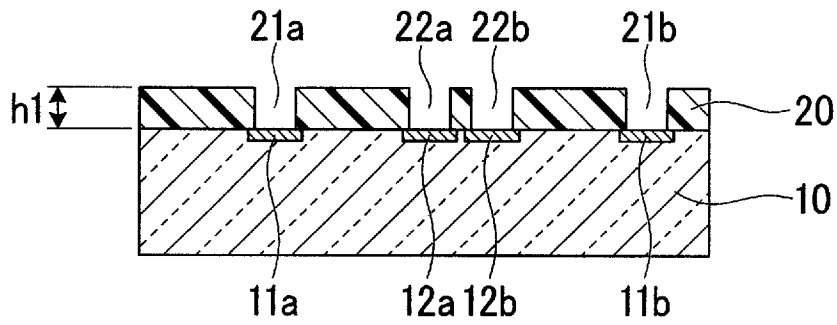
[図7]



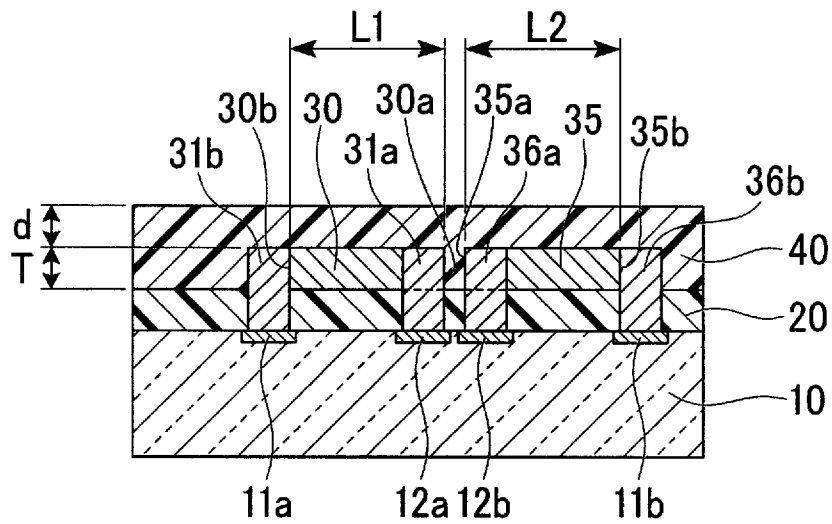
[図8]



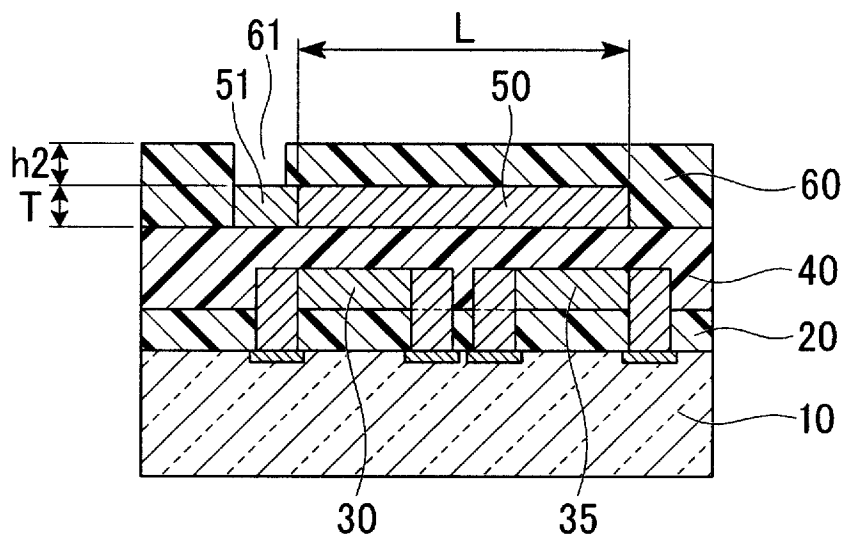
[図9]



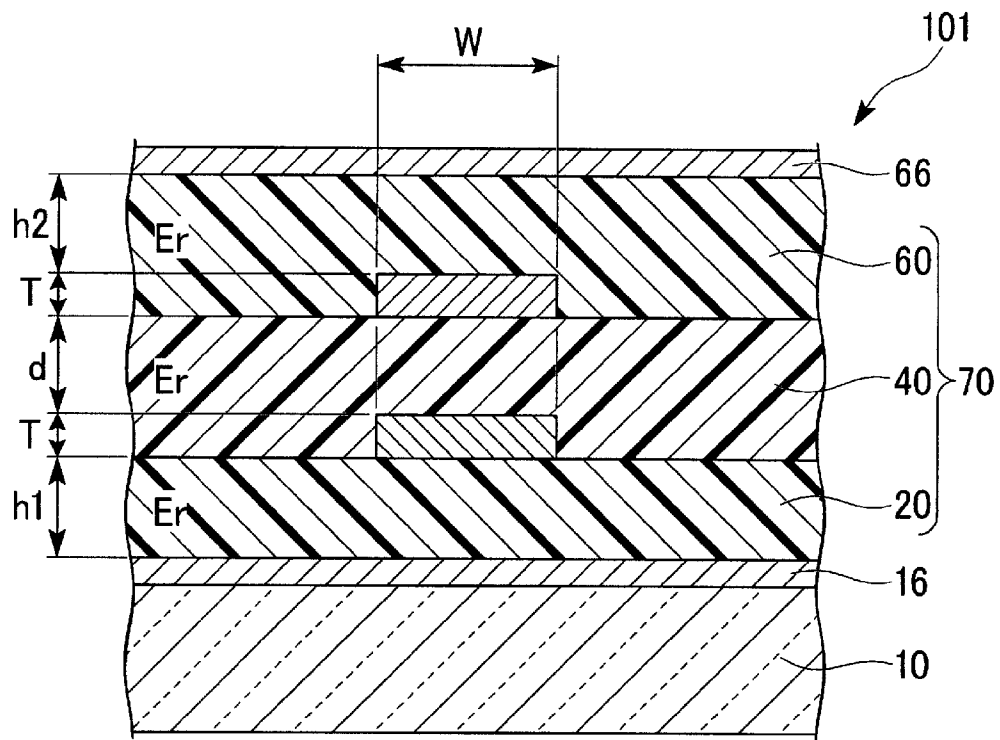
[図10]



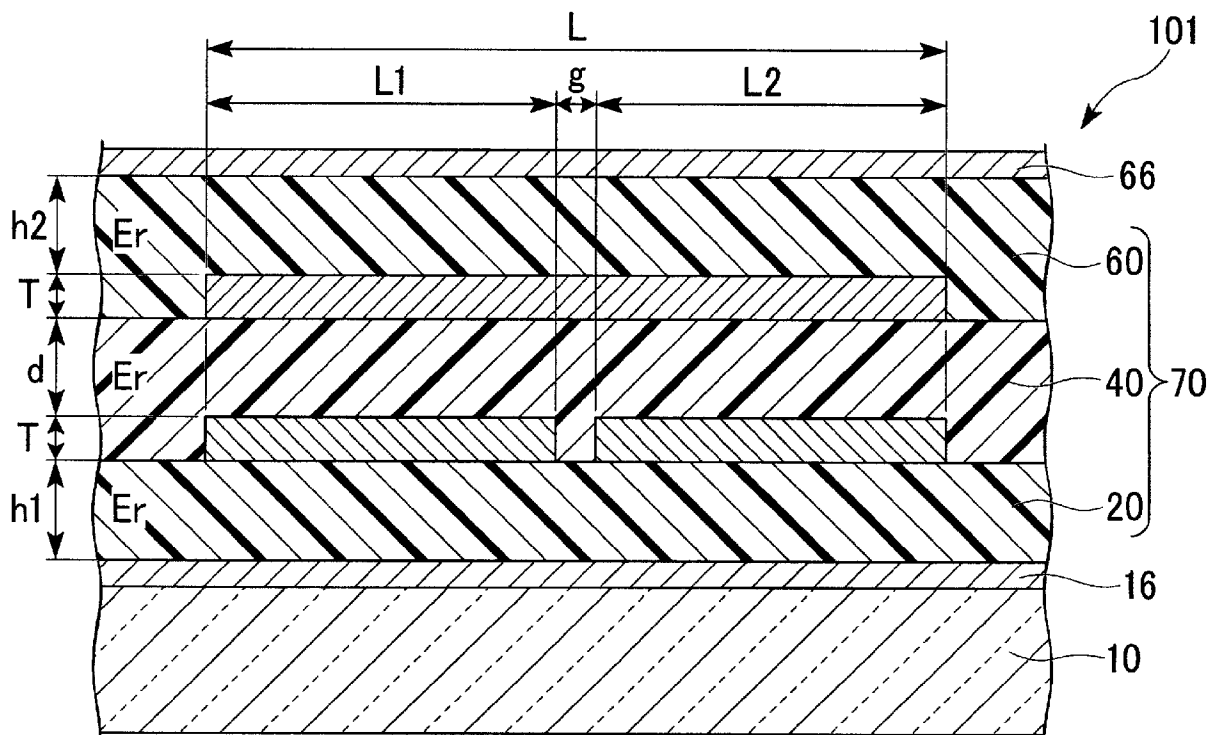
[図11]



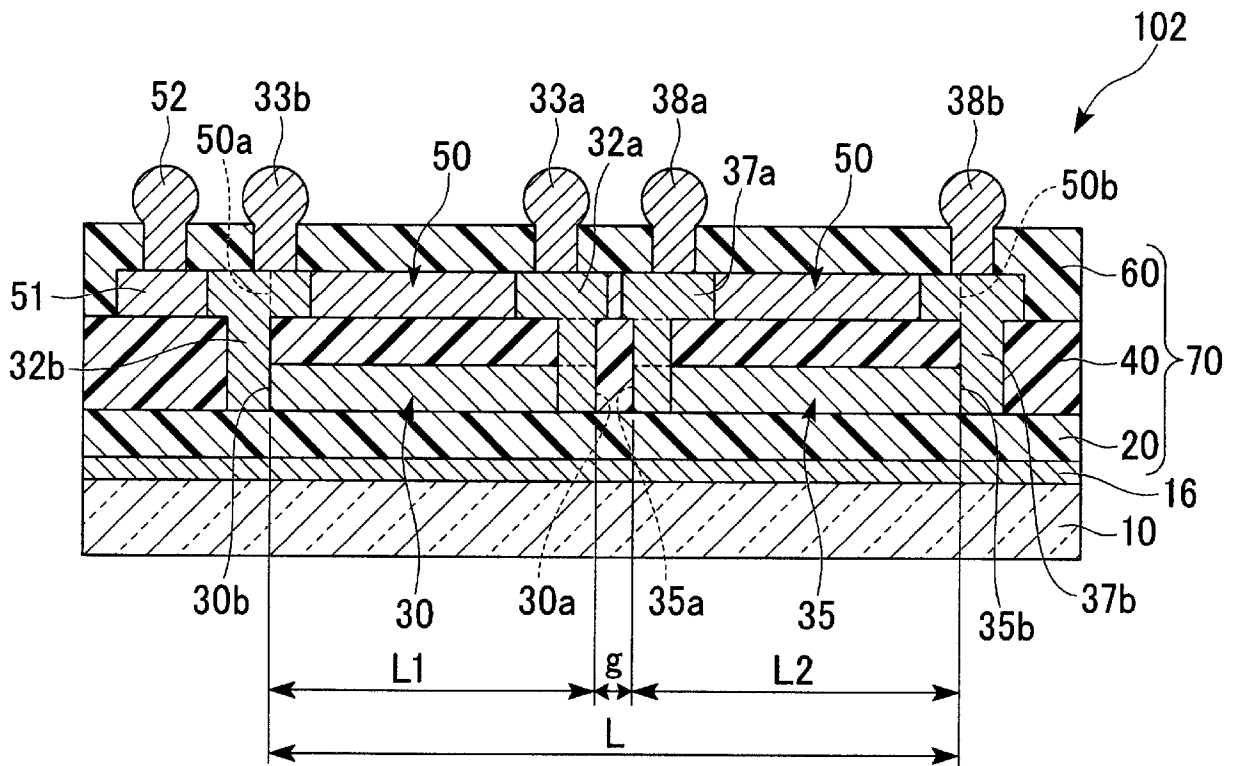
[図12]



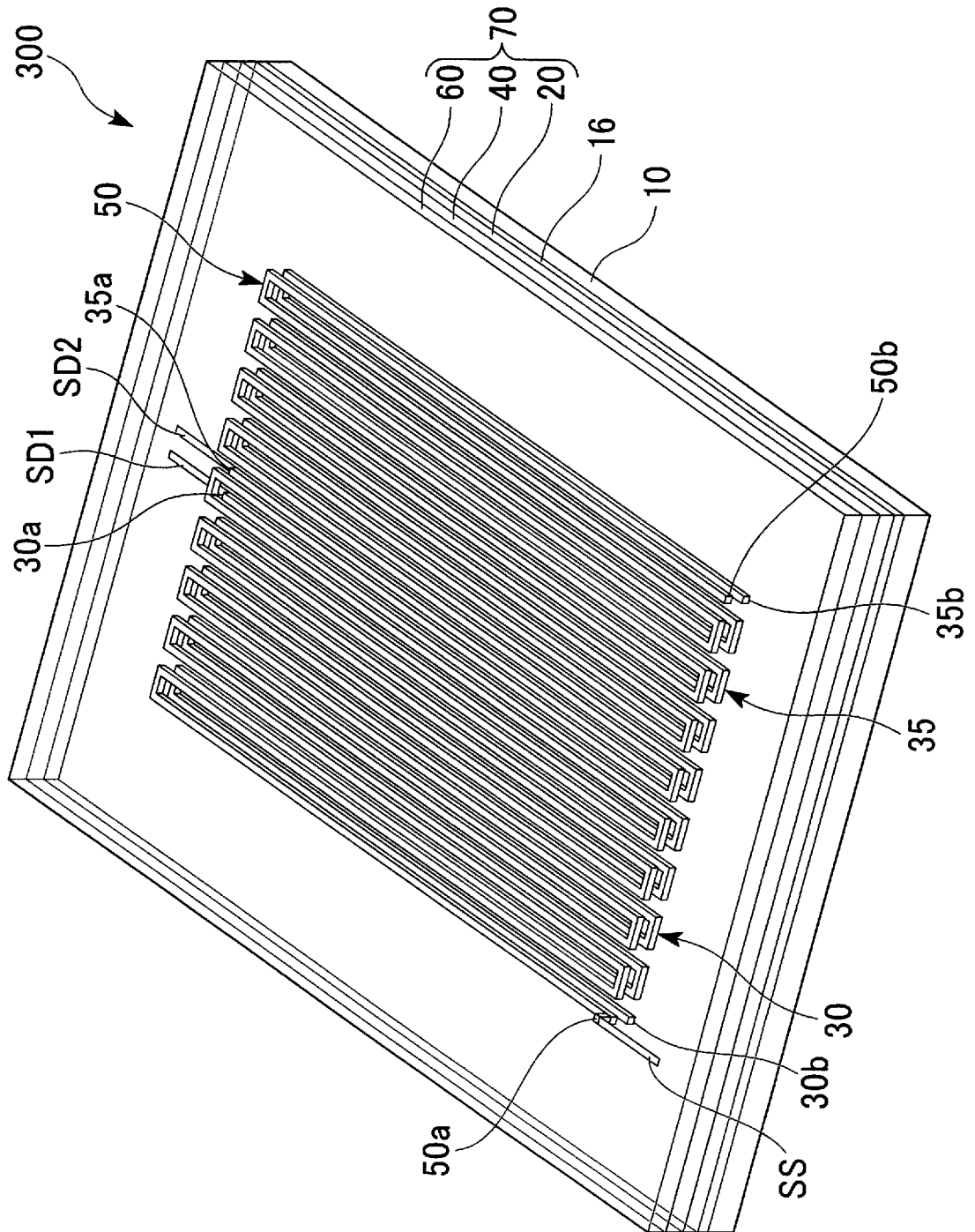
[図13]



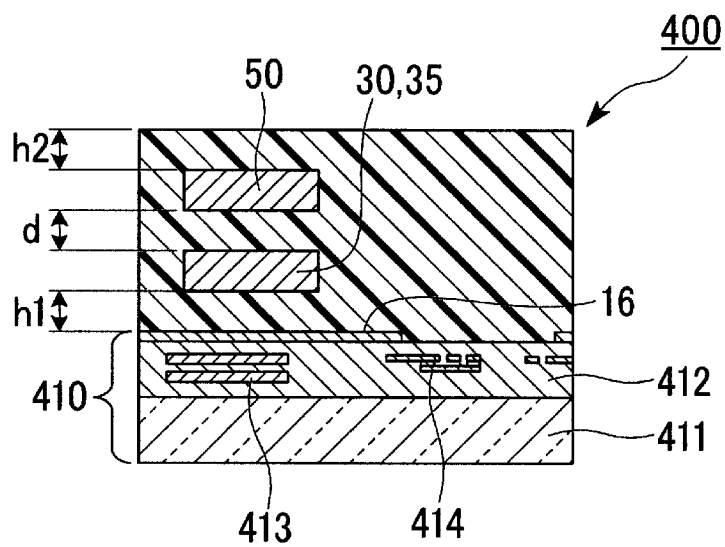
[図14]



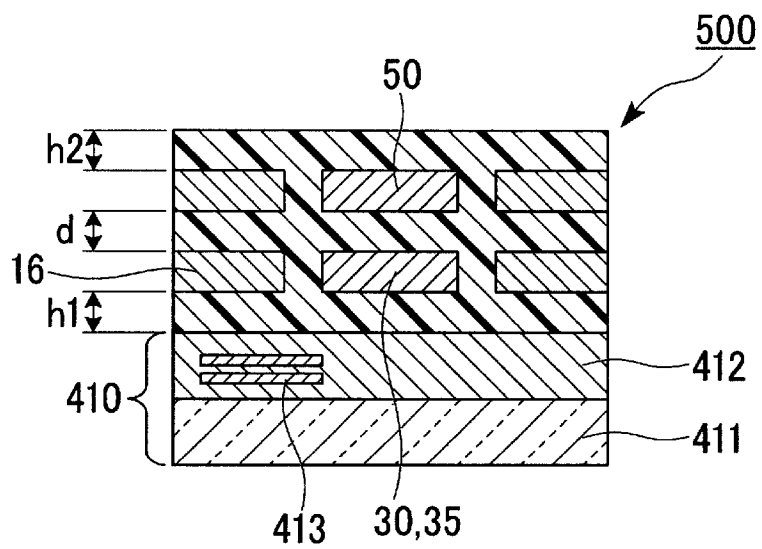
[図16]



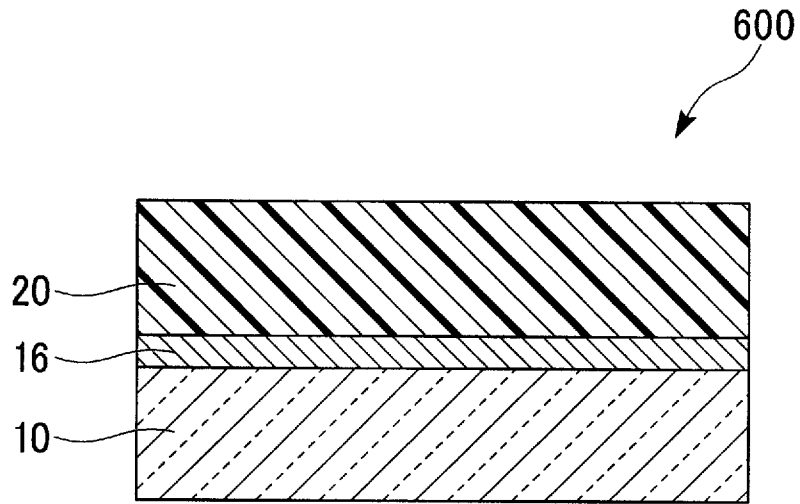
[図17]



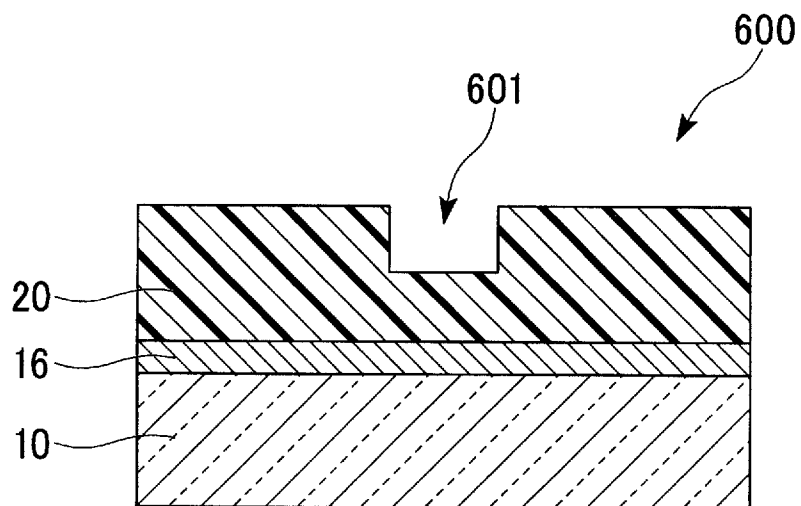
[図18]



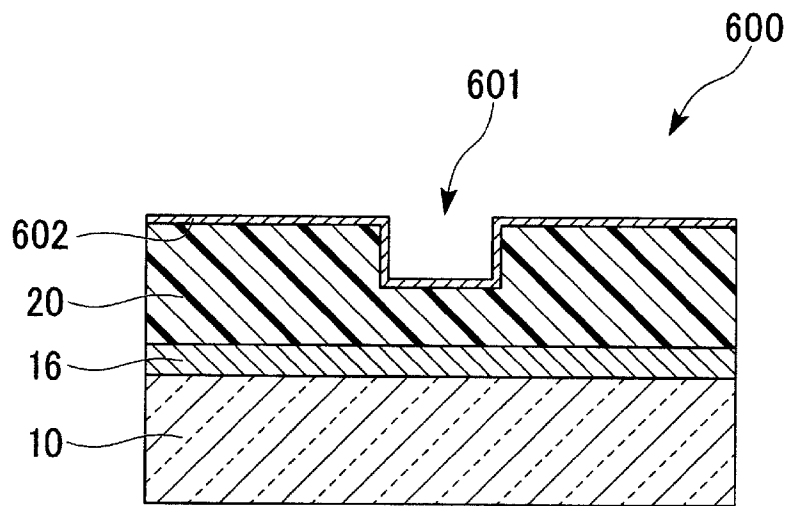
[図19]



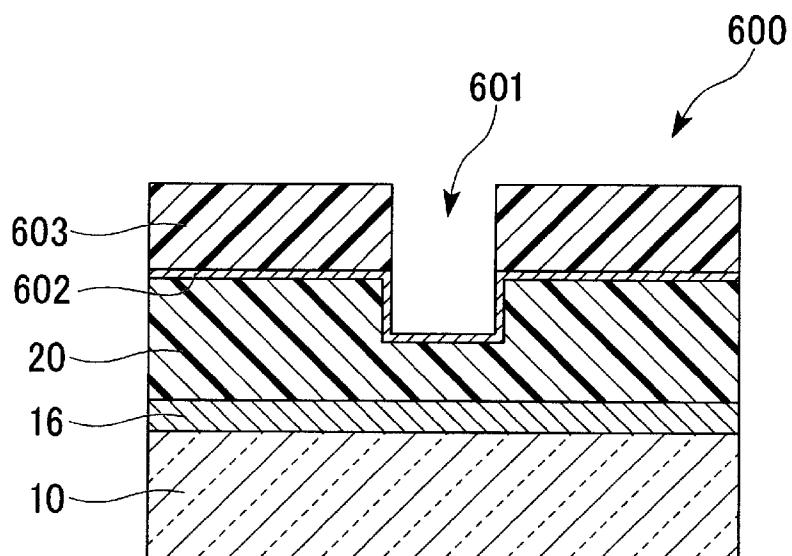
[図20]



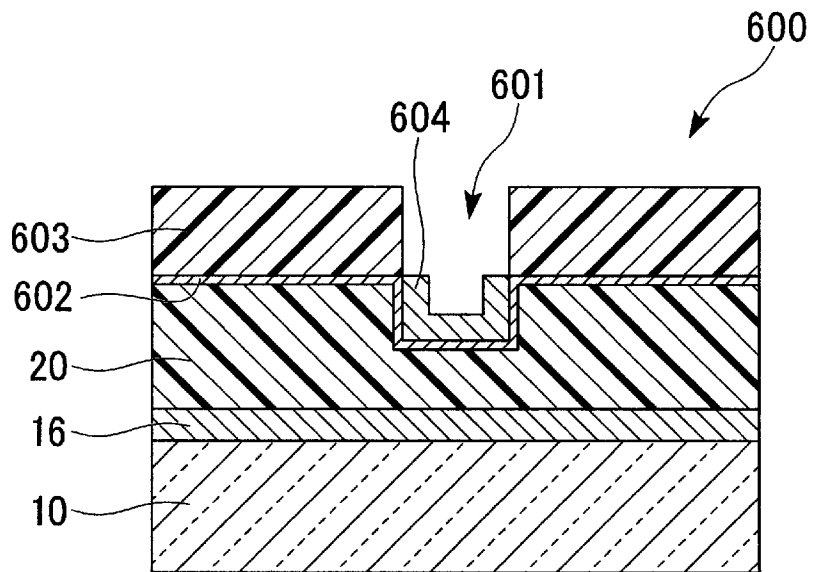
[図21]



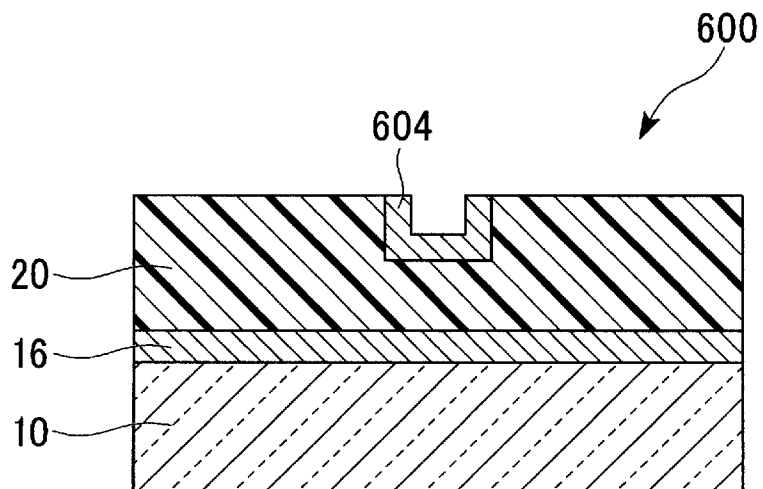
[図22]



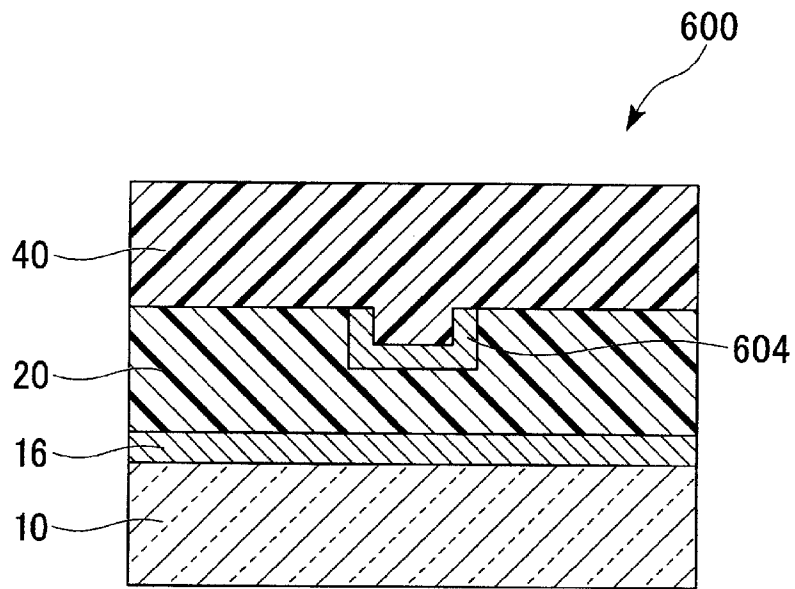
[図23]



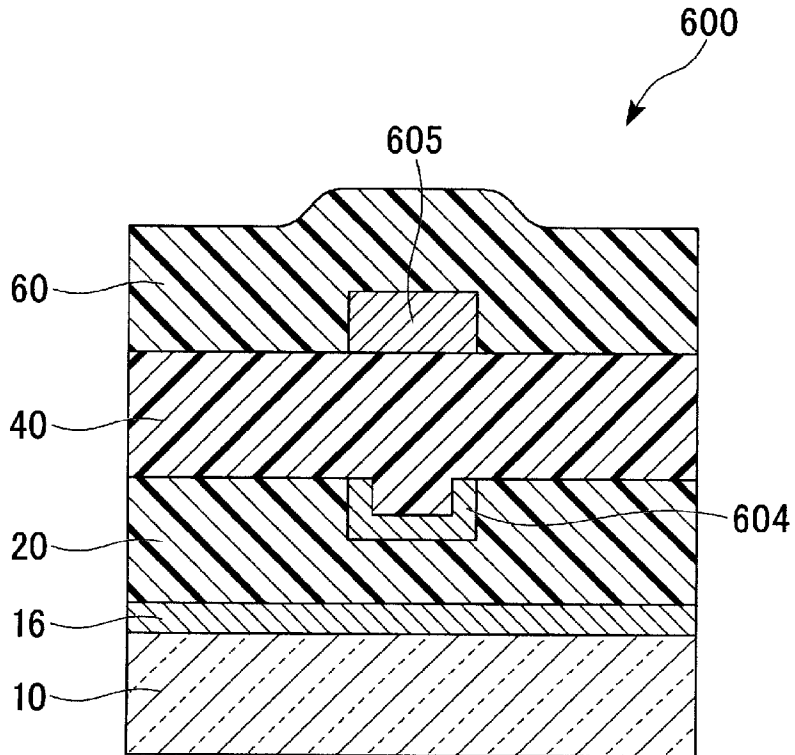
[図24]



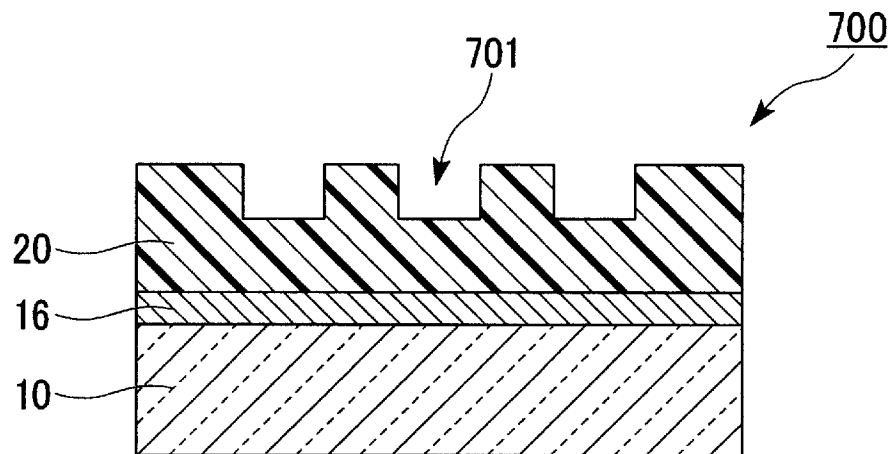
[図25]



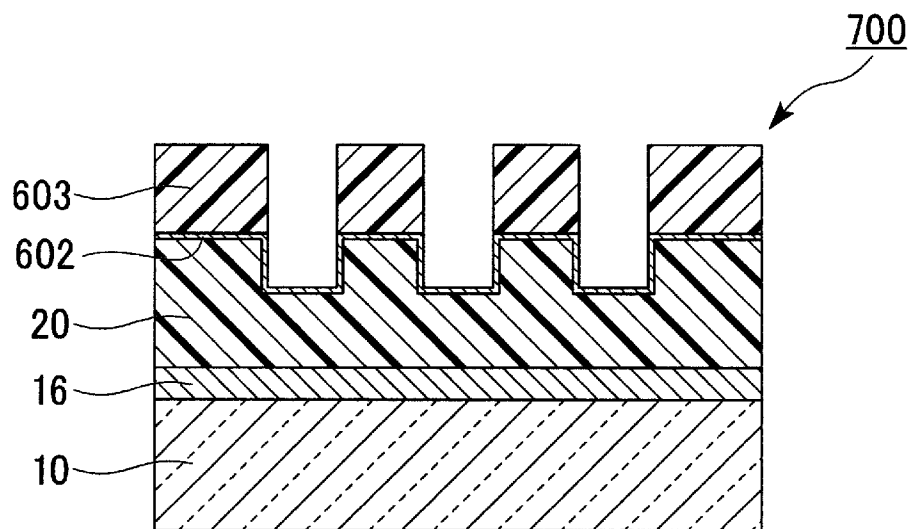
[図26]



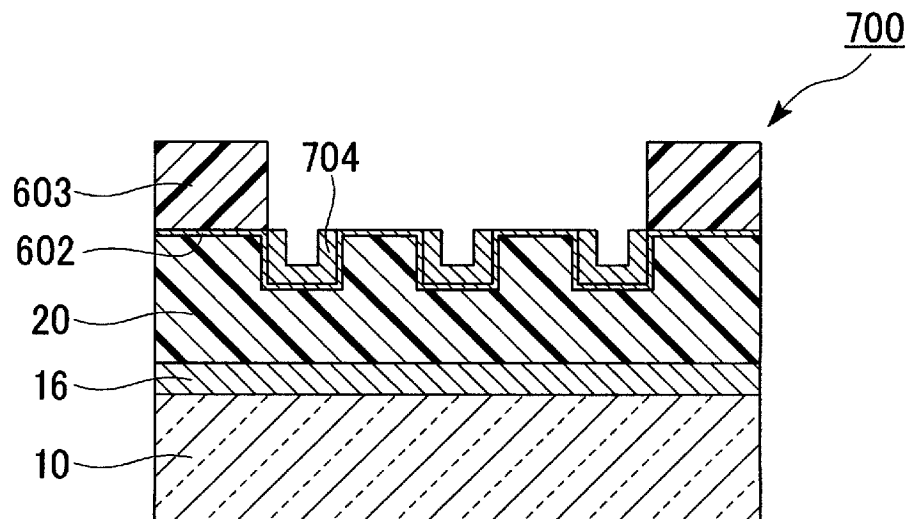
[図27]



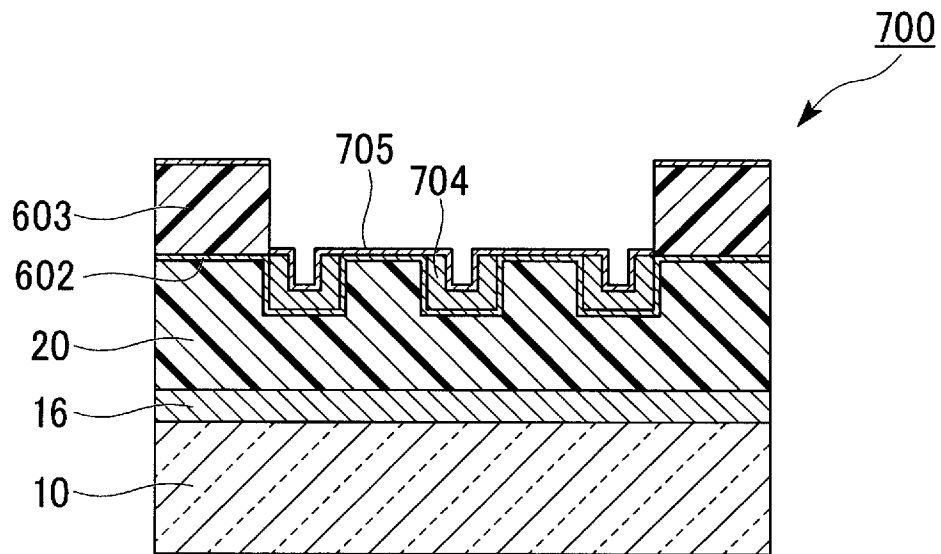
[図28]



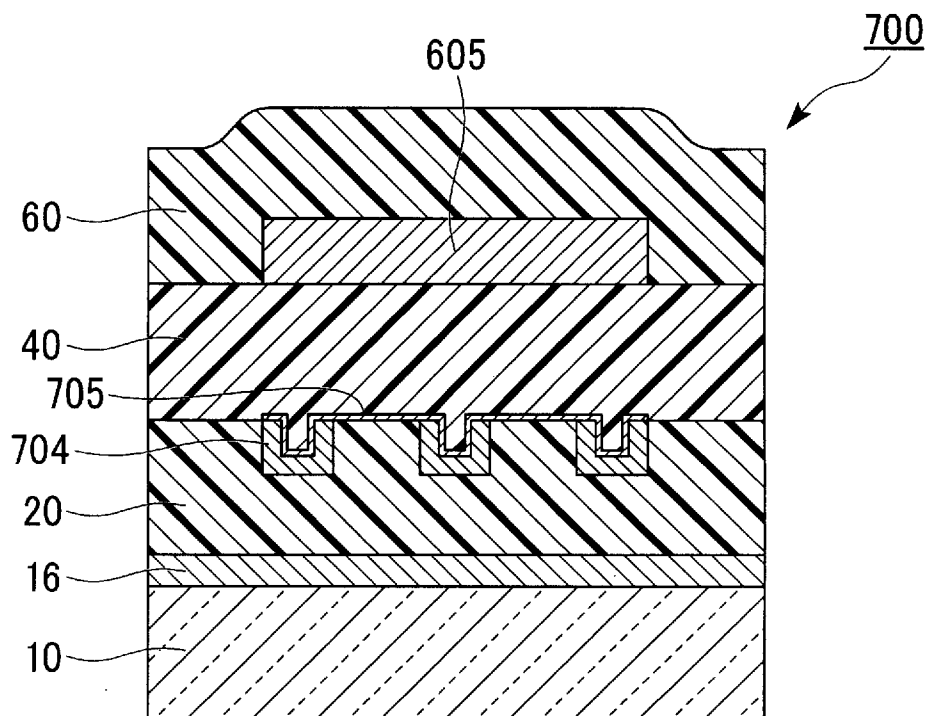
[図29]



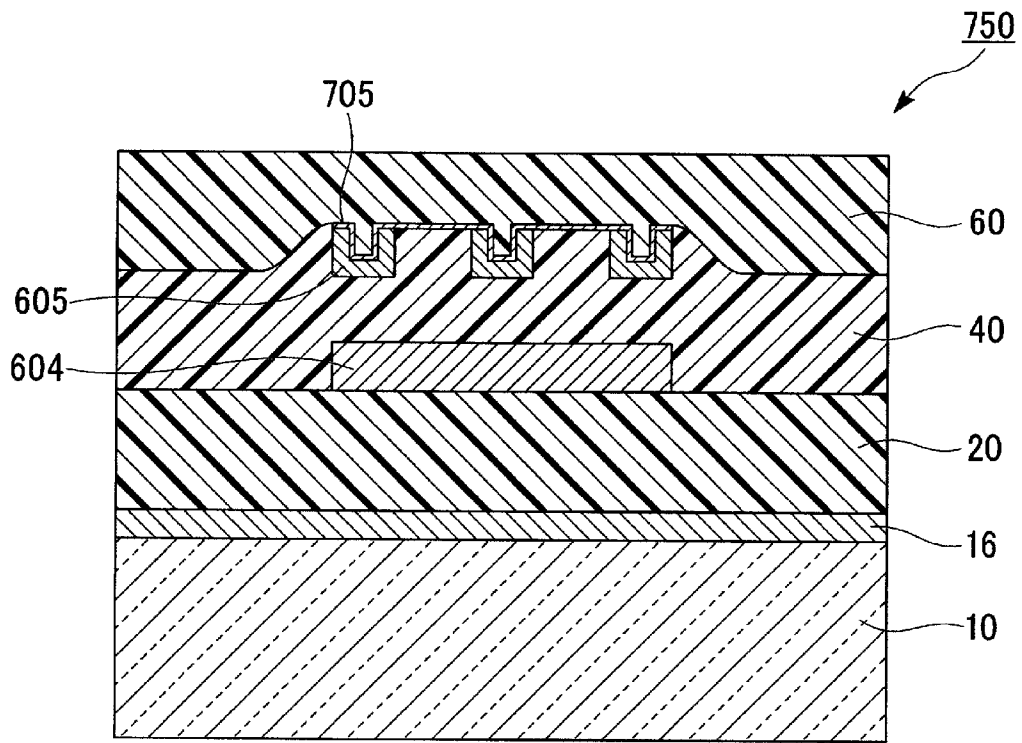
[図30]



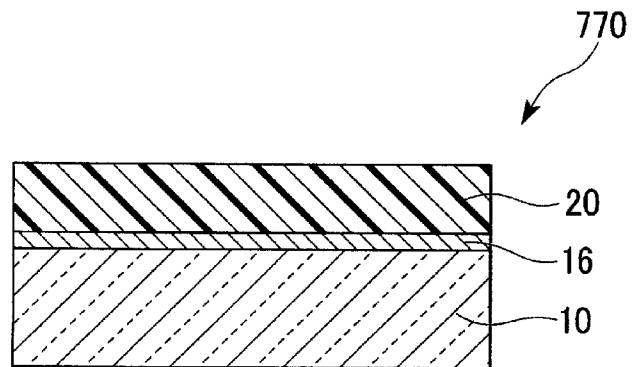
[図31]



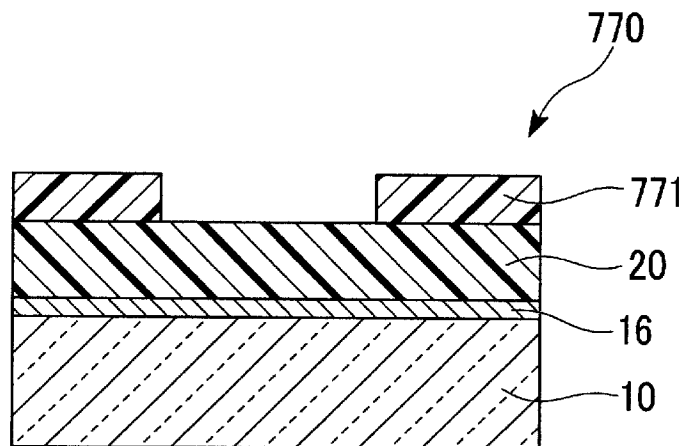
[図32]



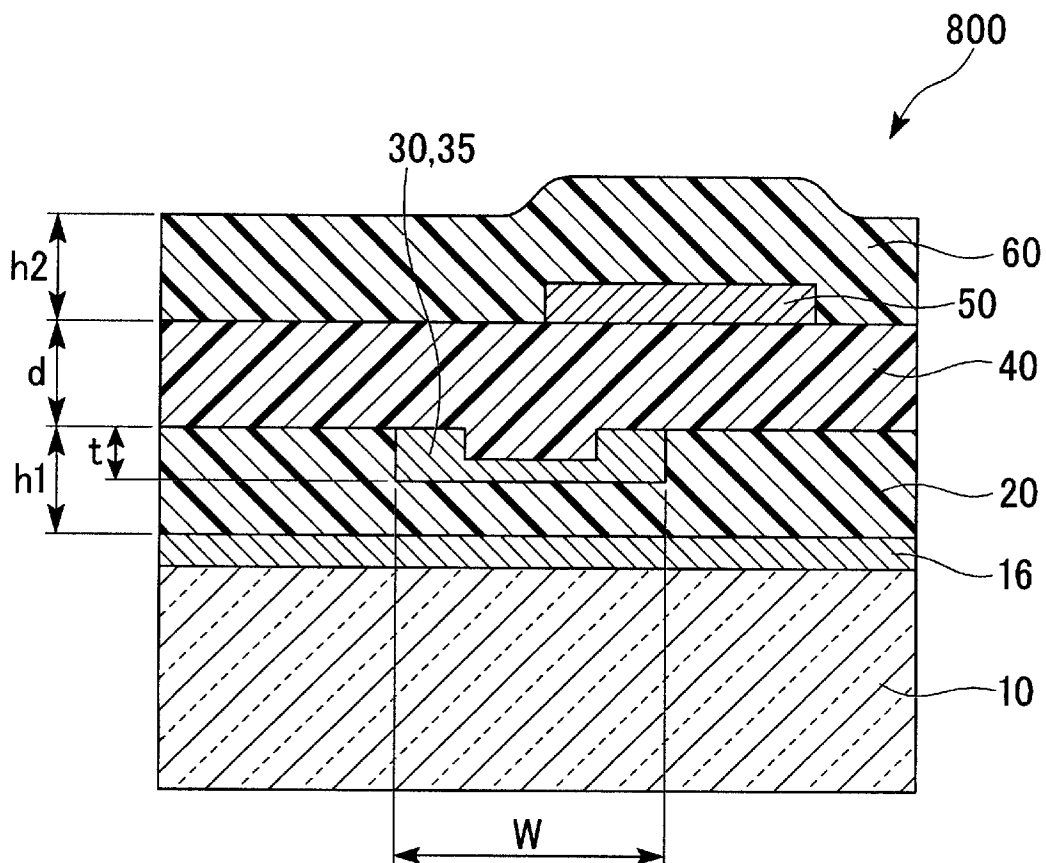
[図33]



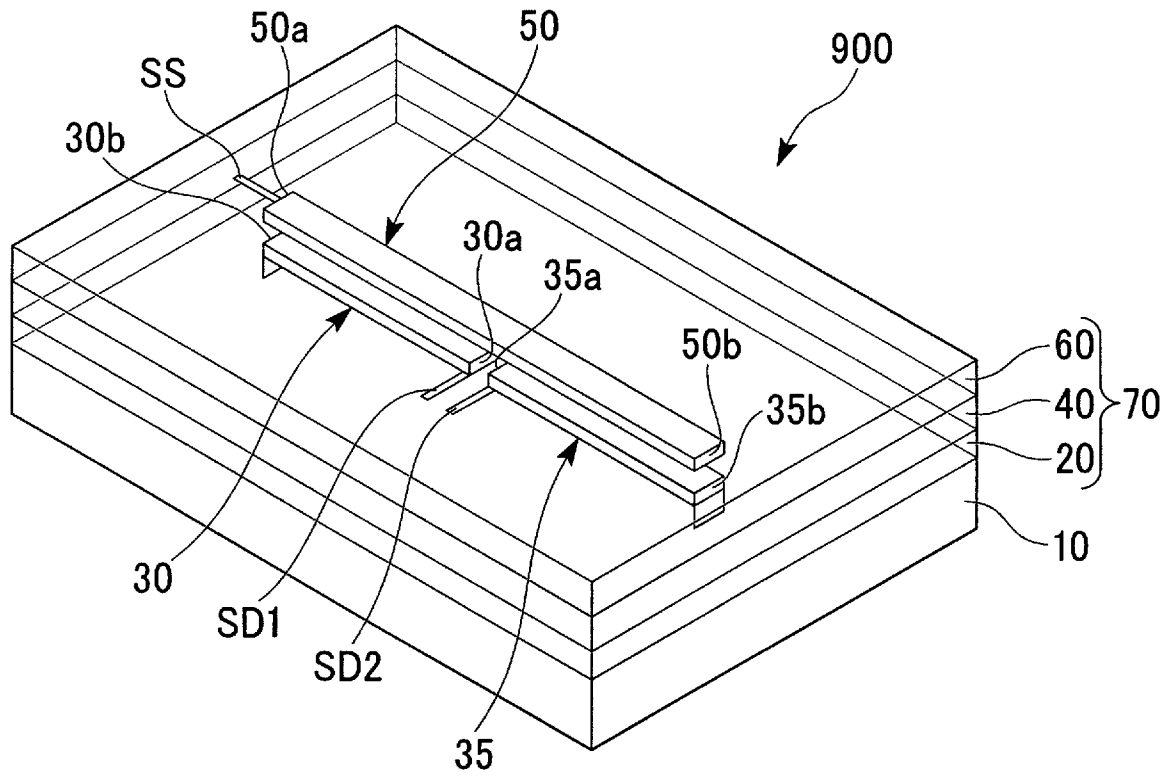
[図34]



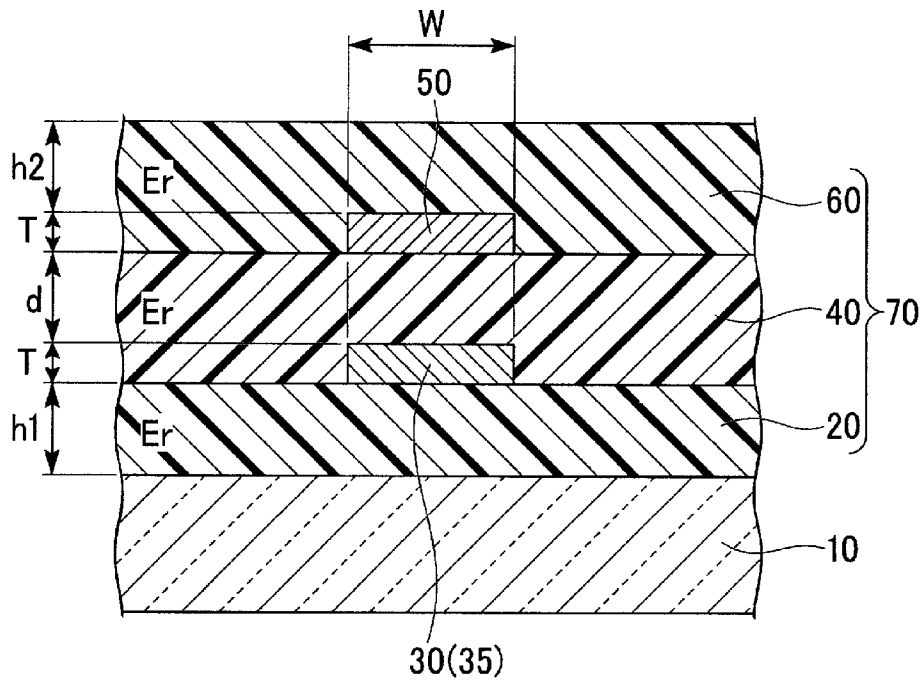
[図35]



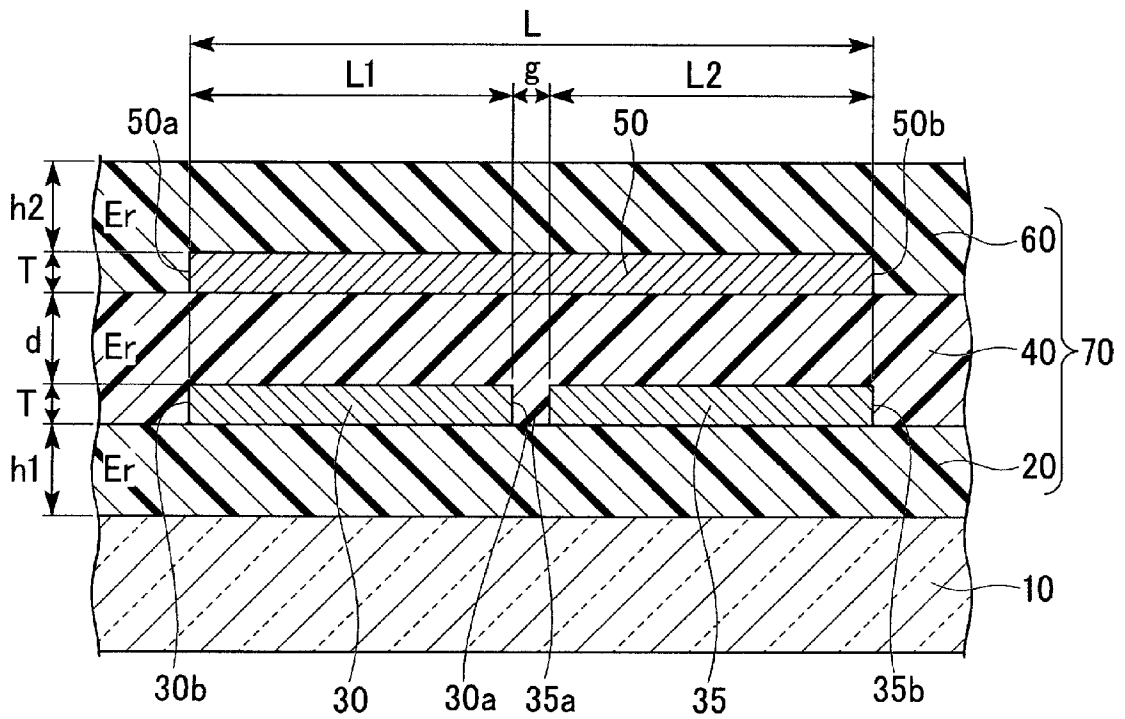
[図36]



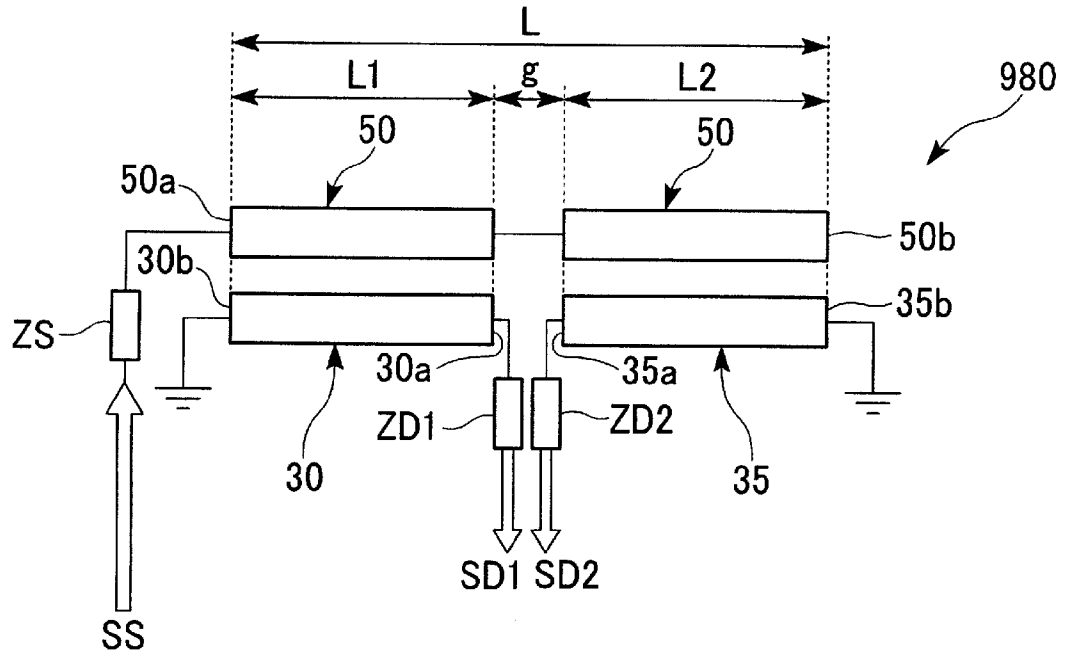
[図37]



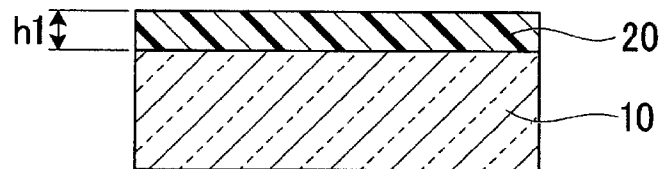
[図38]



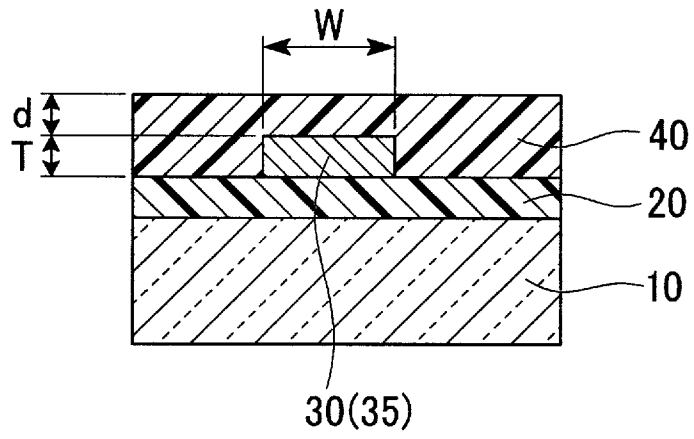
[図39]



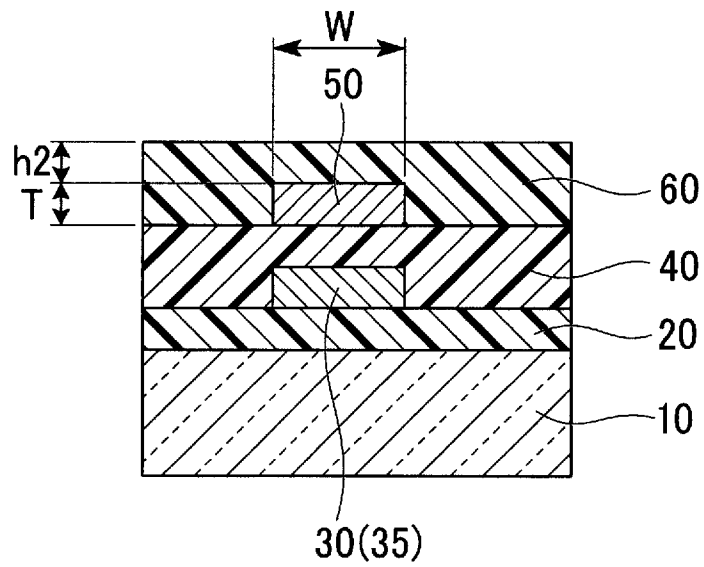
[図40]



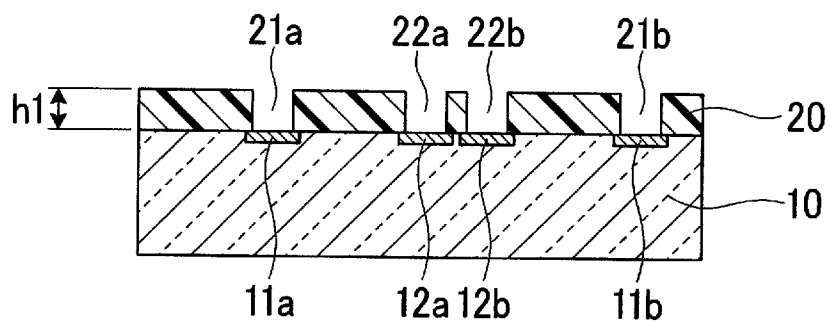
[図41]



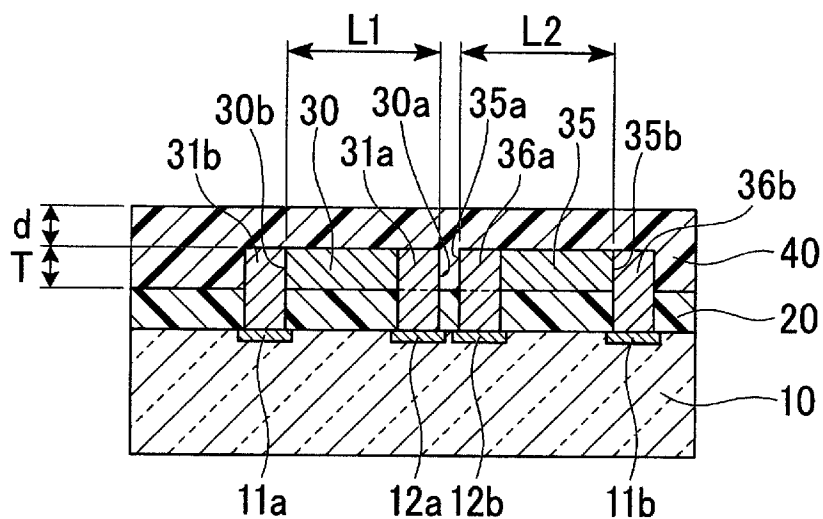
[図42]



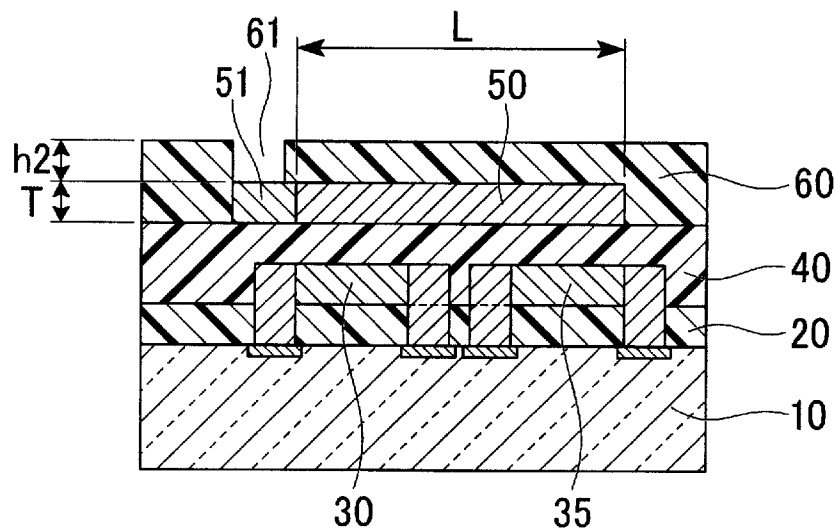
[図43]



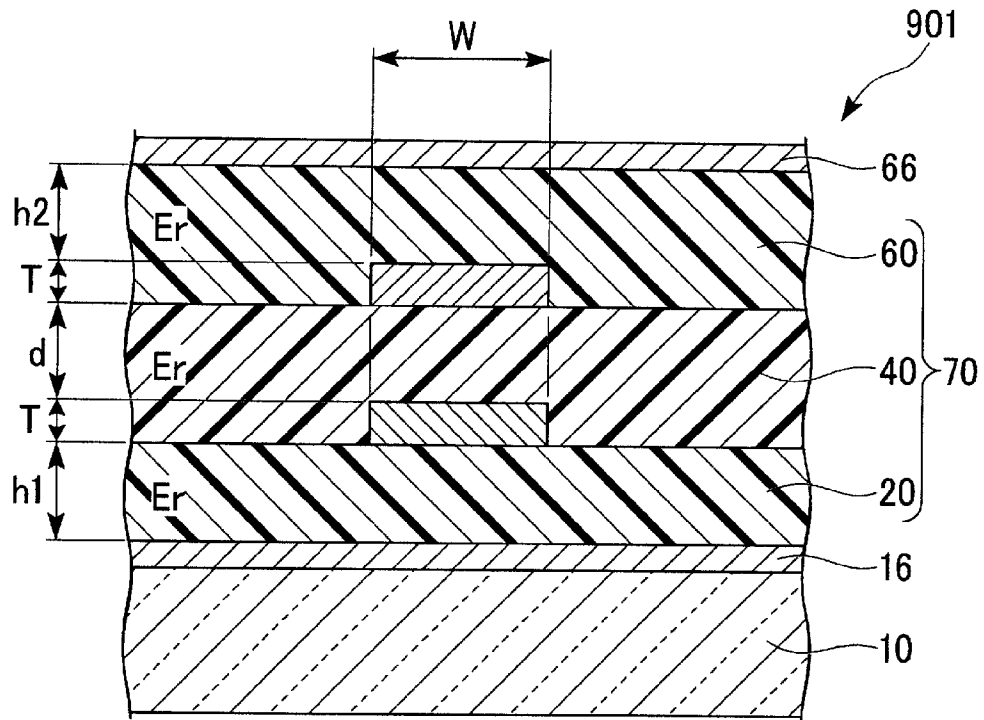
[図44]



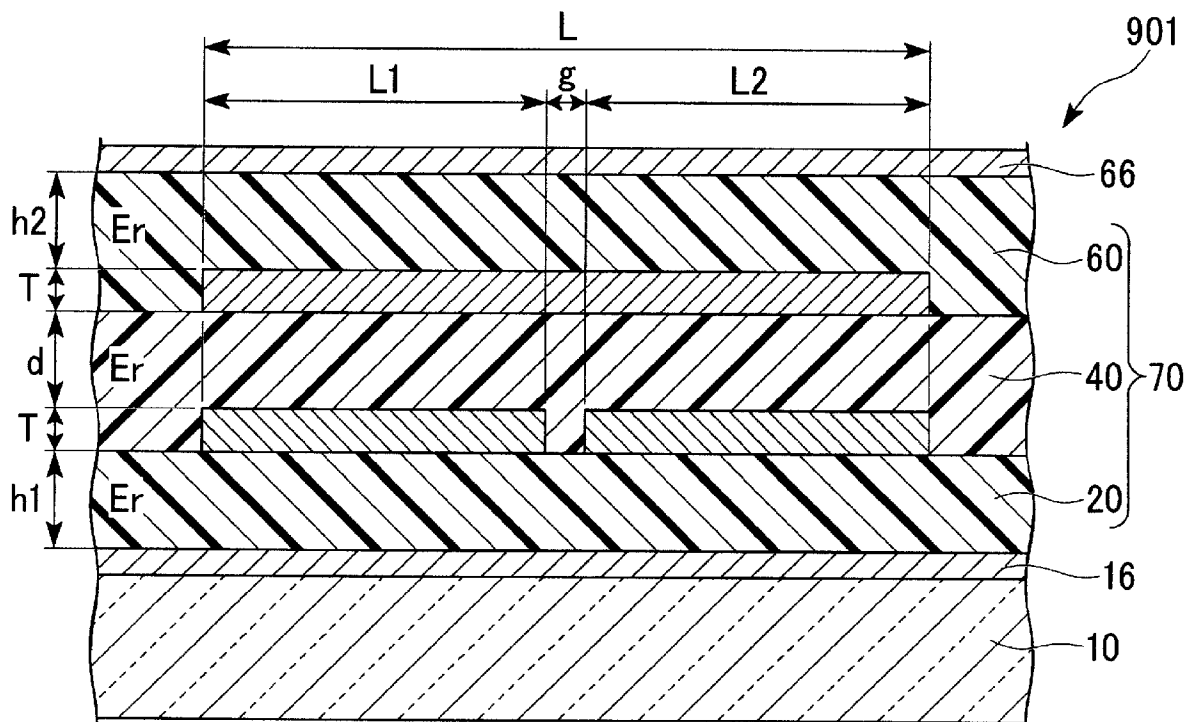
[図45]



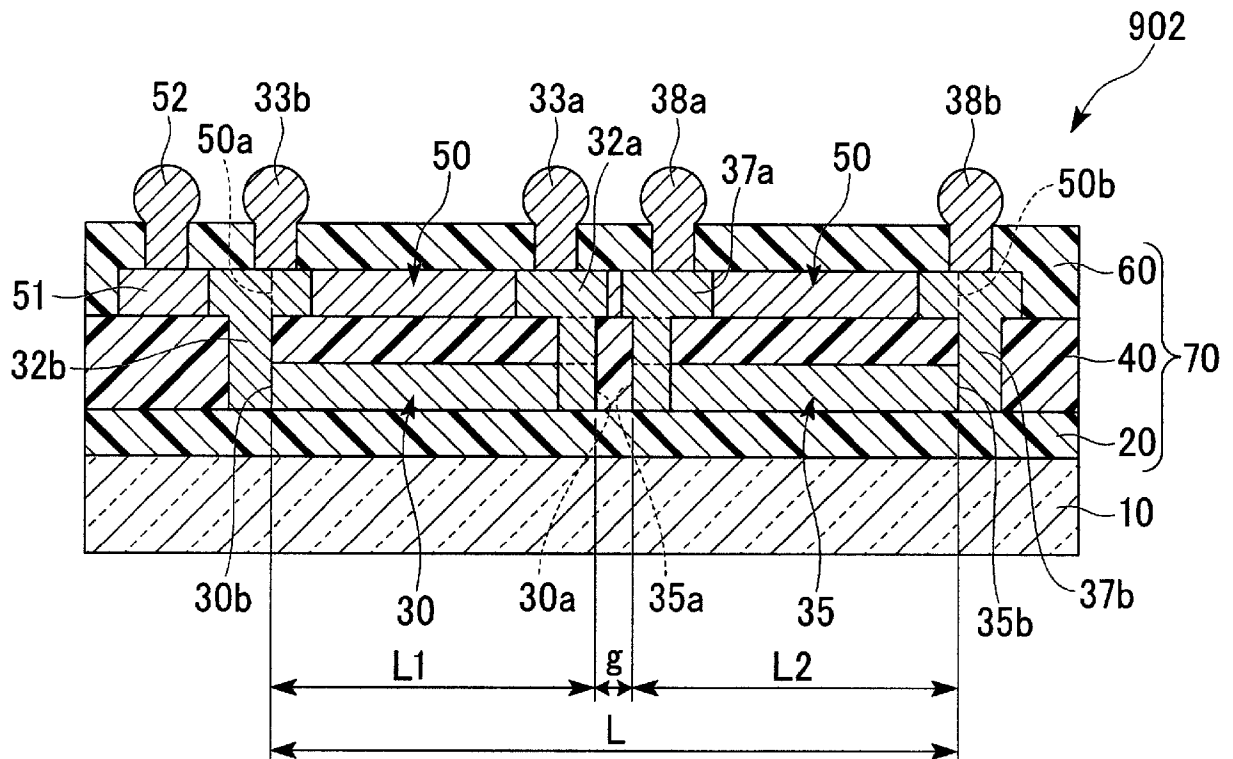
[図46]



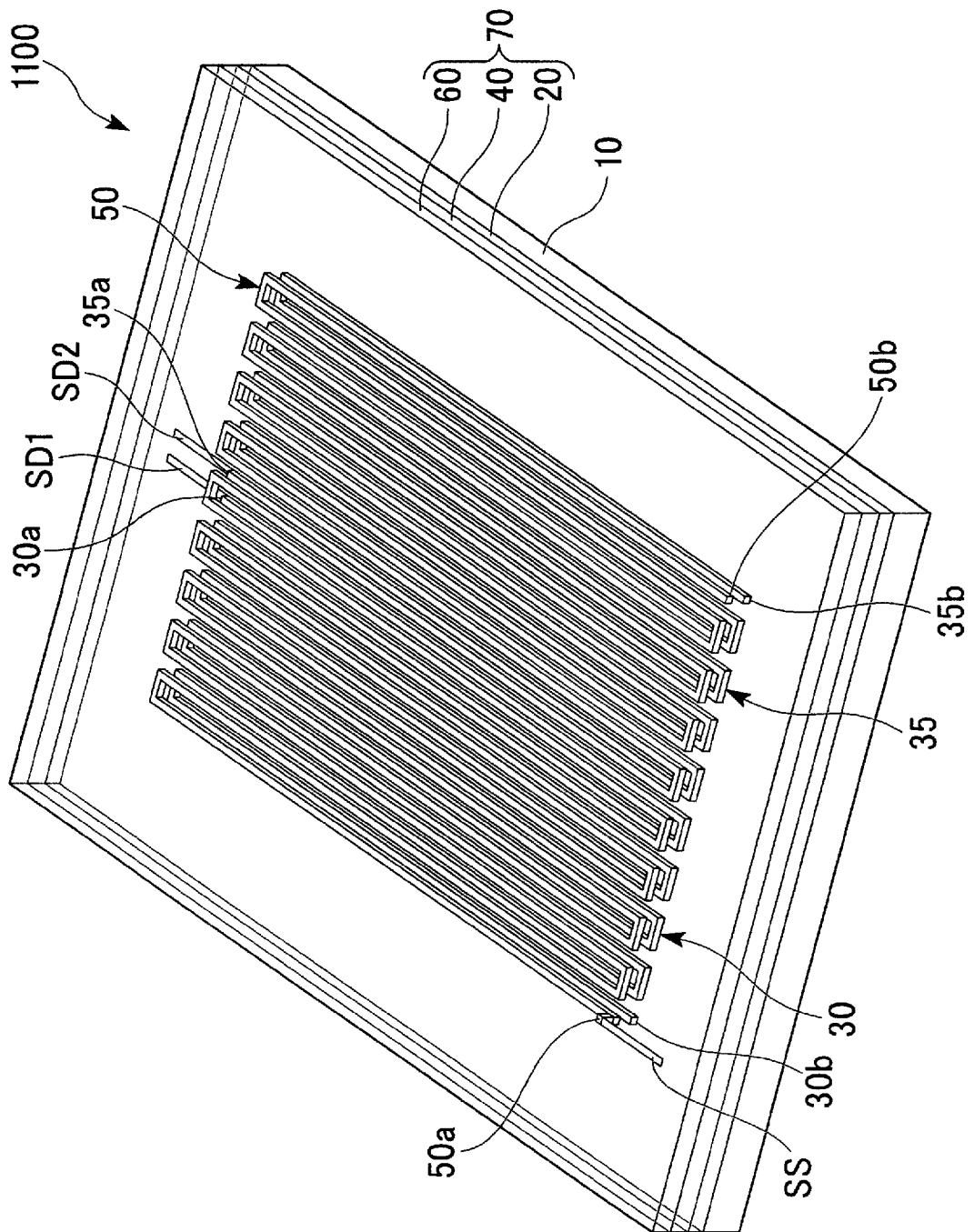
[図47]



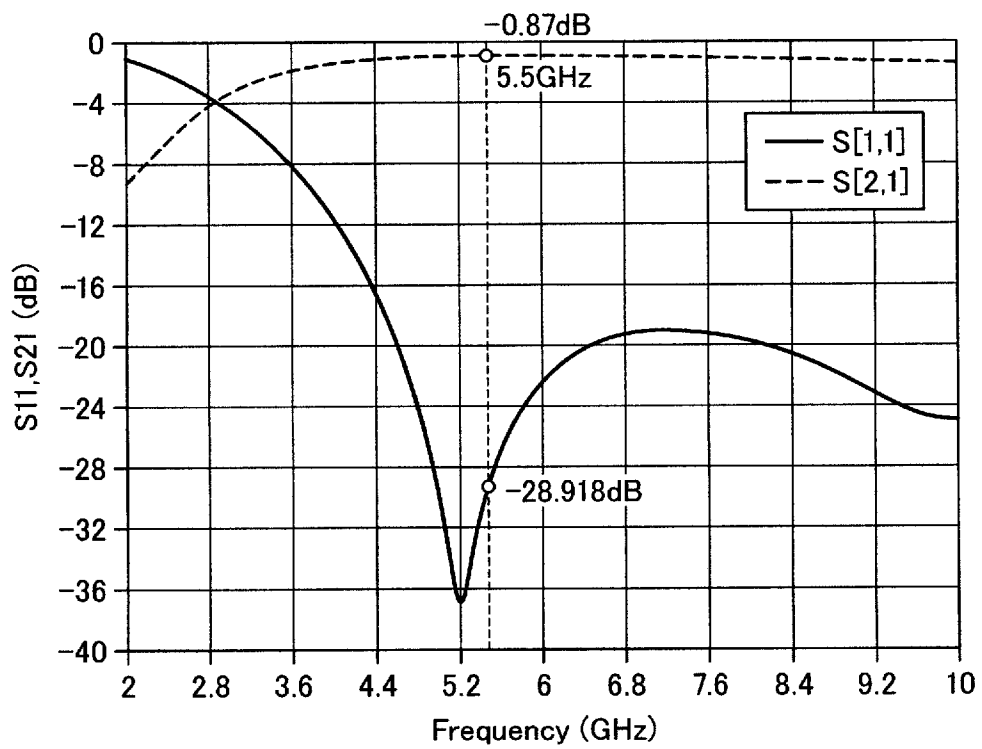
[図48]



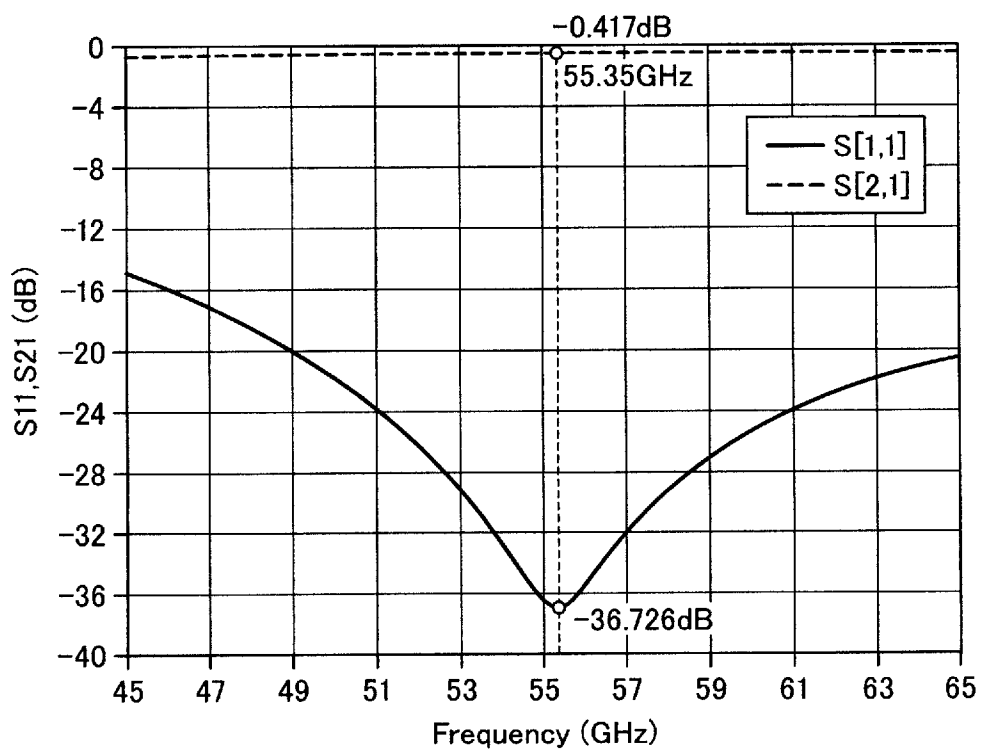
[図50]



[圖51]



[圖52]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006097

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01P5/10(2006.01) i, H01L23/12(2006.01) i, H01P11/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01P5/10, H01L23/12, H01P11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-104102 A (Soshin Electric Co., Ltd.), 19 April 2007 (19.04.2007), entire text; all drawings & US 2009/0134950 A1 & WO 2007/040153 A1 & CN 101278435 A	1-22
A	JP 2005-348054 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 15 December 2005 (15.12.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-22
A	JP 2004-350143 A (Kyocera Corp.), 09 December 2004 (09.12.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-22

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 February, 2010 (10.02.10)

Date of mailing of the international search report
23 February, 2010 (23.02.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006097

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-168948 A (Zaidan Hojin Industrial Technology Research Institute), 13 June 2003 (13.06.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-22
A	JP 2003-018039 A (Hitachi Metals, Ltd.), 17 January 2003 (17.01.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-22
A	JP 10-335911 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 18 December 1998 (18.12.1998), entire text; all drawings & JP 3576754 B2 & US 6150897 A & EP 0869574 A2	1-22
A	JP 08-191016 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 23 July 1996 (23.07.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-22

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01P5/10(2006.01)i, H01L23/12(2006.01)i, H01P11/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01P5/10, H01L23/12, H01P11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2010年
 日本国実用新案登録公報 1996-2010年
 日本国登録実用新案公報 1994-2010年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-104102 A (双信電機株式会社) 2007. 04. 19, 全文, 全図 & US 2009/0134950 A1 & WO 2007/040153 A1 & CN 101278435 A	1 - 22
A	JP 2005-348054 A (株式会社村田製作所) 2005. 12. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 22
A	JP 2004-350143 A (京セラ株式会社) 2004. 12. 09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 22

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 10.02.2010	国際調査報告の発送日 23.02.2010
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 佐藤 当秀 電話番号 03-3581-1101 内線 3568

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2003-168948 A (財団法人工業技術研究院) 2003.06.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 22
A	JP 2003-018039 A (日立金属株式会社) 2003.01.17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 22
A	JP 10-335911 A (日本電信電話株式会社) 1998.12.18, 全文, 全図 & JP 3576754 B2 & US 6150897 A & EP 0869574 A2	1 - 22
A	JP 08-191016 A (株式会社村田製作所) 1996.07.23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 22