

WO 2007/010681 A1



MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,
RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

薄膜キャパシタ及び該薄膜キャパシタの製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は薄膜キャパシタ及び該薄膜キャパシタの製造方法に関し、より詳しくは集積回路のデカップリング用などに使用される薄膜キャパシタとその製造方法に関する。

背景技術

- [0002] 近年、LSI(大規模集積回路)の処理速度の高速化により、デカップリングキャパシタが用いられるようになっている。デカップリングキャパシタの高周波追従性能を向上させるためには、デカップリングキャパシタとLSIとの間のインダクタンスが低いことが要求されるため、LSIの直下にデカップリングキャパシタを配し、バンプによってデカップリングキャパシタとLSIを接続することが行われている。
- [0003] このようなデカップリング用に用いられる薄膜キャパシタとして、例えば特許文献1には、図7に示すように、金属酸化物からなる誘電体層(誘電体薄膜)103(103a、103b)を有するキャパシタ部110と、ポリイミド等の樹脂材からなる保護絶縁層106との間に、非導電性無機質材料からなるバリア層105を設けた薄膜キャパシタが提案されている。
- [0004] この薄膜キャパシタは、具体的には、Si等で形成された基板101上に下部導体102、誘電体層103(103a、103b)、上部導体104(104a、104b)が順次形成されると共に、下部導体102及び上部導体104にはそれぞれ導体パッド107a、107bが電氣的に接続され、さらに、導体パッド107a、107b上にはバンプ108a、108bが形成され、キャパシタ部110はこれらバンプ108a、108bを介してLSIや樹脂多層基板等の実装基板と電氣的に接続される。
- [0005] そして、この特許文献1の薄膜キャパシタでは、上記保護絶縁層106によってバンプ108a、108bからの機械的応力が緩和されると共に、キャパシタ部110と保護絶縁層106との間にバリア層105を設けることにより、保護絶縁層106が誘電体層103に悪影響を及ぼすのを防止している。すなわち、保護絶縁層106を構成する樹脂材の

硬化時には、脱水縮合反応が生じて H_2O が放出されるが、この H_2O は更に分解して水素イオン(H^+)を生成するため、該水素イオンが誘電体層103に悪影響を及ぼすおそれがある。

[0006] そこで、特許文献1では、キャパシタ部110と保護絶縁層106との間にバリア層105を設け、これにより保護絶縁層106を形成する樹脂材が誘電体層103に悪影響を及ぼすのを防止している。

[0007] 特許文献1:特開2004-214589号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、特許文献1では、バンプ108a、108bからの機械的応力を緩和するために保護絶縁層106を設けているため、バンプ108a、108bに対し矢印xで示す水平方向の応力に関しては緩衝材として一定の効果があると考えられるが、矢印yで示す鉛直方向に関しては応力緩和効果は必ずしも十分ではない。

[0009] バンプ108a、108bに対する鉛直方向の応力を説明すると以下ようになる。

[0010] 薄膜キャパシタは、樹脂多層基板に実装されることが比較的多いが、薄膜キャパシタに通常使用されるSi基板の線膨張係数は $2\sim 3\text{ppm}/^\circ\text{C}$ であるのに対し、樹脂多層基板の線膨張係数は数十 $\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 程度であり、したがって樹脂多層基板の線膨張係数はSi基板の線膨張係数に比べてかなり大きい。このため樹脂多層基板に薄膜キャパシタを実装した場合に温度変化が生じると、両者の線膨張係数の相違によっていずれか一方の基板に反りが生じる。

[0011] Si基板と樹脂多層基板のうちのいずれの基板が反るかは基板の厚みやヤング率によっても異なるが、はんだバンプを用いて実装し、その後、冷却する場合、例えば、Si基板が樹脂多層基板に比べて変形しやすい場合は、樹脂多層基板の収縮率がSi基板の収縮率に比べて大きいため、薄膜キャパシタはバンプの形成されていない側の面が凸状となるように変形する。このような変形が生じると、中央付近に形成されているバンプに大きな引張応力が生じる。一方、樹脂多層基板がSi基板に比べて変形しやすい場合には、樹脂多層基板は薄膜キャパシタが実装されていない側の面が凹状となるように変形するため、外側のバンプに大きな引張応力が生じる。

[0012] そして、図7において、バンプ108bに矢印yで示す鉛直方向への引張応力が発生すると、バンプ108bと導体パッド107bとの界面及び導体パッド107bと上部導体104bとの界面の接合強度が相対的に強いいため、上部導体104bも矢印y方向に引っ張られる。一方、上部導体104bは金属材料で形成されているのに対し、誘電体層103bは金属酸化物で形成されており、したがって上部導体104bと誘電体層103bとは材質が異なることからその界面の接合強度は相対的に弱く、引張応力は誘電体層103bには伝わり難い。このため引張応力は上部導体104bに集中し、その結果上部導体104bが破断したり、あるいは上部導体104bと誘電体層103bとの界面に剥離が生じてキャパシタとしての機能が著しく損なわれるおそれがある。また、上記界面に剥離が生じないまでも、引張応力が界面に集中した状態ではキャパシタとしての信頼性低下を招く。

[0013] また、薄膜キャパシタをセラミック基板上に実装した場合でも、セラミック基板の線膨張係数は樹脂多層基板の線膨張係数に比べて小さいがヤング率が大きいため、バンプに大きな引張応力が発生し、上述と同様の問題が生じる。

[0014] さらに、薄膜キャパシタ用の基板としてSi基板に代えて、サファイア基板(線膨張係数:約8ppm/°C)や石英ガラス基板(線膨張係数:約0.5ppm/°C)等を使用した場合にも、樹脂多層基板やセラミック基板等の実装基板とは線膨張係数に差があるため、上述と同様の問題が生じる。

[0015] そして、このような引張応力の原因となる基板の反りは、バンプ材料としてリフロー温度の高い無鉛はんだを用いた場合に、特に顕著となる。しかも、近年は環境への影響性に配慮して無鉛はんだの使用が増加していることから、このような基板の反りを抑制するのは今日の喫緊の課題である。

[0016] 本発明はこのような事情に鑑みなされたものであって、バンプに鉛直方向の応力が作用しても該応力が導体に集中しないようにした薄膜キャパシタ、及びその製造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

[0017] 上記目的を達成するために本発明に係る薄膜キャパシタは、第1の導体層と第2の導体層とが誘電体薄膜を介して対向状に形成されたキャパシタ部が、基板上に形成

されると共に、前記第1の導体層及び前記第2の導体層のうちのいずれか一方の導体層と電氣的に接続され、前記一方以外の他方の導体層と電氣的に絶縁された第1の導体パッドと、前記一方の導体層と電氣的に絶縁され、前記他方の導体層と電氣的に接続された第2の導体パッドと、前記第1の導体パッド及び第2の導体パッド上にそれぞれに形成された第1及び第2のバンプとを備え、前記第1及び第2の導体パッドが前記基板に接合されていることを特徴としている。

[0018] また、本発明の薄膜キャパシタは、前記誘電体薄膜は、平坦な面上に形成されていることを特徴としている。

[0019] また、本発明の薄膜キャパシタは、前記第1及び第2の導体層と、前記第1及び第2の導体パッドとは異なる材料で形成されていることを特徴としている。

[0020] さらに、本発明の薄膜キャパシタは、前記基板と前記キャパシタ部との間に密着層が介在され、前記第1及び第2の導体パッドは前記密着層を貫いて前記基板に接合されていることを特徴としている。

[0021] また、本発明の薄膜キャパシタは、前記第1及び第2のバンプは、前記キャパシタ部の上方を避けるように前記第1及び第2の導体パッド上に形成されていることを特徴としている。

[0022] また、本発明に係る薄膜キャパシタの製造方法は、第1の導体層及び第2の導電膜とが誘電体薄膜を介して対向状を形成されたキャパシタ部を作製するキャパシタ部作製工程と、前記キャパシタ部を貫通する第1及び第2の貫通孔をそれぞれ形成して前記基板の一部を表面露出させる貫通孔形成工程と、前記第1の導体層と電氣的に接続し、前記第2の導体層と電氣的に絶縁し、かつ前記第1及び第2の貫通孔のうちのいずれか一方の貫通孔を充填して前記基板と接合するように第1の導体パッドを形成する第1の導体パッド形成工程と、前記第2の導体層と電氣的に接続し、前記第1の導体層と電氣的に絶縁し、かつ前記第1及び第2の貫通孔のうちの前記一方以外の他方の貫通孔を充填して前記基板と接合するように第2の導体パッドを形成する第2の導体パッド形成工程と、前記第1及び第2の導体パッド上に、第1及び第2のバンプをそれぞれ形成するバンプ形成工程とを含むことを特徴としている。

発明の効果

- [0023] 本発明の薄膜キャパシタによれば、第1及び第2の導体パッドが基板に接合されているので、バンプに鉛直方向に引張応力が生じた場合でも、この引張応力が第1の導体層や第2の導体層に集中することではなく、したがって第1の導体層や第2の導体層が破断することなく、これら導体層と誘電体薄膜との界面が剥離することもない。
- [0024] また、前記誘電体薄膜が、平坦な面上に形成されているので、誘電体薄膜が段差上に形成されることもなく、したがって欠陥も生じ難く、信頼性の優れた薄膜キャパシタを得ることができる。
- [0025] また、前記第1及び第2の導体層と、前記第1及び第2の導体パッドとは異なる材料で形成されているので、それぞれに要求される品質・特性に応じた最適な材料を選択することができる。すなわち、導体層は、誘電体薄膜の結晶性を高めるために熱処理が行われるため、該熱処理によって導体層が酸化されるのを防止する必要があり、このためPt等の貴金属材料を使用するのが好ましい。一方、導体パッドに貴金属材料を使用すると、コストの高騰化を招くおそれがあることから、性能に影響を与えない範囲で卑金属材料を使用するのが好ましい。したがって、導体層と導体パッドを異なる材料で構成することにより、それぞれに最適な材料を選択することができる。
- [0026] さらに、前記基板と前記キャパシタ部との間に密着層が介在され、前記第1及び第2の導体パッドは前記密着層を貫いて前記基板に接合されているので、基板とキャパシタ部の接合強度が向上すると共に、第1及び第2の導体パッドに作用する引張応力がキャパシタ部や密着層に影響を及ぼすこともなく、キャパシタ部や密着層が損傷するのを回避することができる。
- [0027] また、前記第1及び第2のバンプは、前記キャパシタ部の上方を避けるように前記第1及び第2の導体パッド上に形成されているので、第1及び第2のバンプに鉛直方向の引張応力が生じても、該引張応力がキャパシタ部に直接負荷されることはなく、キャパシタ部が損傷するのを効果的に防止することができる。
- [0028] 上記薄膜キャパシタの製造方法によれば、第1の導体層及び第2の導電膜とが誘電体薄膜を介して対向状を形成されたキャパシタ部を作製するキャパシタ部作製工程と、前記キャパシタ部を貫通する第1及び第2の貫通孔をそれぞれ形成して前記基板の一部を表面露出させる貫通孔形成工程と、前記第1の導体層と電氣的に接続し

、前記第2の導体層と電氣的に絶縁し、かつ前記第1及び第2の貫通孔のうちのいずれか一方の貫通孔を充填して前記基板と接合するように第1の導体パッドを形成する第1の導体パッド形成工程と、前記第2の導体層と電氣的に接続し、前記第1の導体層と電氣的に絶縁し、かつ前記第1及び第2の貫通孔のうちの前記一方以外の他方の貫通孔を充填して前記基板と接合するように第2の導体パッドを形成する第2の導体パッド形成工程と、前記第1及び第2の導体パッド上に、第1及び第2のバンプをそれぞれ形成するバンプ形成工程とを含むので、上述した薄膜キャパシタを容易に製造することができ、したがってバンプに鉛直方向に引張応力が生じた場合でも、この引張応力が第1の導体層や第2の導体層に集中することはない、第1の導体層や第2の導体層が破断したり、これら導体層と誘電体薄膜との界面が剥離することのない薄膜キャパシタを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明に係る薄膜キャパシタの一実施の形態を示す平面図である。

[図2]図2のA-A要部断面図である。

[図3]上記薄膜キャパシタの製造工程を示す断面図(1/3)である。

[図4]上記薄膜キャパシタの製造工程を示す断面図(2/3)である。

[図5]上記薄膜キャパシタの製造工程を示す断面図(3/3)である。

[図6]比較例の薄膜キャパシタを示す断面図である。

[図7]従来の薄膜キャパシタを示す断面図である。

符号の説明

- [0030]
- 10 基板
 - 21 密着層
 - 22 第1の導体層
 - 23 誘電体薄膜
 - 24 第2の導体層
 - 41 第1の導体パッド
 - 42 第2の導体パッド
 - 51 第1のバンプ

52 第2のバンプ

発明を実施するための最良の形態

[0031] 次に、本発明の実施の形態を添付図面を参照しながら詳説する。

[0032] 図1は本発明に係る薄膜キャパシタの一実施の形態を示す平面図であり、図2は図1のA-A断面図である。

[0033] 図1及び図2において、この薄膜キャパシタは、Siからなる平坦状の基板10上に密着層21が形成され、該密着層21上には、貴金属材料としてのPtからなる第1の導体層22、チタン酸ストロンチウムバリウム(以下、「BST」という。)からなる誘電体薄膜23、及びPtからなる第2の導体層24が順次形成されている。すなわち、第1の導体層22と第2の導体層24とが誘電体薄膜23を介して対向状に形成されており、これら第1の導体層22、誘電体薄膜23、及び第2の導体層24でキャパシタ部70が形成されている。

[0034] また、基板10上の密着層21及び第1の導体層22はいずれも平坦状に形成されており、したがって誘電体薄膜23は平坦な面上に形成されることとなり、これにより信頼性を確保している。すなわち、誘電体薄膜23が段差上に形成されると、段差部分で欠陥が生じ、電氣的な短絡や漏れ電流が発生して信頼性低下を招くおそれがある。そこで、本実施の形態では誘電体薄膜23を平坦な面上に形成し、これにより薄膜キャパシタとしての信頼性を確保している。

[0035] また、基板10上にはNiやCu等の卑金属材料を主成分とした第1の導体パッド41及び第2の導体パッド42が接合形成されている。具体的には、第1の導体パッド41は、第1の導体層22と電氣的に接続され、かつ第1及び第2のバリア層31、32を介して第2の導体層24と電氣的に絶縁されるように形成されている。また、第2の導体パッド42は、第2の導体層24と電氣的に接続され、かつ第1及び第2のバリア層31、32を介して第1の導体層41と電氣的に絶縁されるように形成されている。すなわち、第1のバリア層31は結晶質の金属酸化物で形成され、第2のバリア層32は非導電性の無機質材料で形成され、これら第1及び第2のバリア層31、32とで第1の導電層22と第2の導体パッド42とが電氣的に絶縁され、第2の導体層24と第1の導体パッド41とが電氣的に絶縁されている。

- [0036] しかも、第1及び第2のバンプ51、52はキャパシタ部70の上方に形成されるのを避けるように形成されており、これにより、第1及び第2のバンプ51、52に鉛直方向の引張応力が生じて引張応力が直接的に第2の導体層24に負荷されることはなく、キャパシタ部70が損傷するのを回避するのが可能となる。
- [0037] また、前記第1及び第2の導体パッド41、42上には無鉛はんだを主成分とする第1及び第2のバンプ51、52が、前記キャパシタ部70の上方を避けるように形成されている。
- [0038] さらに、第2のバリア層32の表面には樹脂材からなる第1の保護層33が形成され、さらに最外層には第1の保護層33又は第1及び第2の導体パッド41、42と密着するように樹脂材からなる第2の保護層34が形成されている。
- [0039] 尚、第1及び第2のバリア層31、32は、第1及び第2の保護層33、34とキャパシタ部70との間のバリア機能を有している。
- [0040] このように上記実施の形態では、第1及び第2の導体パッド41、42が基板10に接合されているので、第1及び第2のバンプ51、52に鉛直方向に引張応力が生じた場合でも、この引張応力が第1又は第2の導体層22、24に集中することはなく、したがって第1及び第2の導体層22、24が破断したり、該導体層22、24と誘電体薄膜23とが界面で剥離するのを回避することができる。
- [0041] しかも、第1及び第2のバンプ51、52はキャパシタ部70の上方に形成されるのを避けるように形成されているので、第1及び第2のバンプ51、52に鉛直方向の引張応力が生じて引張応力が直接的に第2の導体層24に負荷されることはなく、したがってこれによってもキャパシタ部70が損傷するのを回避することができる。
- [0042] また、上記実施の形態では、基板10とキャパシタ部70との間に密着層21が介在され、第1及び第2の導体パッド41、42は密着層21を貫いて基板10に接合されているので、基板10とキャパシタ部70との接合強度が向上すると共に、第1及び第2の導体パッド41、42に作用する引張応力がキャパシタ部70や密着層21に影響を及ぼすこともなく、したがってキャパシタ部70や密着層21が損傷することもない。
- [0043] 尚、上記実施の形態では、第1及び第2の導体層22、24をPtで形成し、第1及び第2の導体パッド41、42はNiやCuを主成分とした卑金属材料で形成しているが、こ

れは両者の要求される品質・特性が異なることから、最適材料を選択したものである。すなわち、導体層は、誘電体薄膜の結晶性を高めるために熱処理が行われるが、該熱処理によって導体層が酸化されるのを防止する必要がある、このためPt等の貴金属材料を使用するのが好ましい。一方、導体パッドに貴金属材料を使用すると、コストの高騰化を招くおそれがあることから、性能に影響を与えない範囲で卑金属材料を使用するのが好ましい。したがって、本実施の形態のように、導体層と導体パッドを異なる材料で構成することにより、それぞれに最適な材料を選択することができる。

[0044] 次に、上記薄膜キャパシタの製造方法について、図3～図5を参照しながら説明する。

[0045] まず、表面に厚さ $0.7\mu\text{m}$ の熱酸化膜(SiO_2 膜、図示を省略)が形成されたSi単結晶からなる平坦状の基板10を用意する。

[0046] そして、Ba、Sr、Tiの有機化合物を含有するBSTのMOD(有機金属分解)原料溶液を基板10上に塗布して乾燥させ、酸素中、例えば 625°C の温度で熱処理を行い、図3(a)に示すように、膜厚50nmの密着層21を形成する。次に、スパッタリング法により密着層21上に膜厚200nmのPtからなる第1の導体層22を形成する。さらに上述したMOD原料溶液を第1の導体層22上に塗布、乾燥させ、酸素中、例えば 625°C で30分間の熱処理を行い、膜厚100nmの誘電体薄膜23を形成する。そしてこの後、上述したスパッタリング法を使用し、誘電体薄膜23上に膜厚200nmのPtからなる第2の導体層24を形成する。

[0047] 尚、誘電体薄膜23は、基板10上の略全面に形成された第1の導体層22上に形成されるので、実質的に段差のない平坦面上に形成されることになる。すなわち、MOD法を使用して誘電体薄膜23を形成する場合、段差部分の被覆性が必ずしも良好ではなく、このため段差部分で欠陥が生じ、電氣的短絡や漏れ電流が発生し易い。したがって、本実施の形態では、誘電体薄膜23は平坦面上に形成している。

[0048] 次に、第2の導体層24上にフォトリソを塗布し、露光・現像を行って所定のレジストパターンを形成し、ドライエッチングにより、図3(b)に示すように、第2の導体層24の一部を除去する。

[0049] 次に、上述したMOD原料溶液を塗布、乾燥させ、酸素中、例えば 625°C で30分

間の熱処理を行い、図3(c)に示すように、膜厚200nmのBSTからなる第1のバリア層31を形成する。そしてこの後、例えば825℃の温度で30分間の熱処理を行い、誘電体薄膜23の結晶性を向上させる。

[0050] 次に、第1のバリア層31上にフォトリソを塗布し、露光・現像を行って所定のレジストパターンを形成し、図3(d)に示すように、第1のバリア層31と誘電体薄膜23とが、所定形状にパターニングされるようにウェットエッチングを行う。そしてこれにより第1のバリア層31の一部に孔63を形成し、第2の導体層24の一部を表面に露出させる。

[0051] 次に、第1の導体層22及び第1のバリア層31上にフォトリソを塗布し、露光・現像を行って所定のレジストパターンを形成し、ドライエッチングを行って図4(e)に示すように、基板10上の密着層21及び第1の導体層22の外周部分を除去すると共に、第1及び第2の貫通孔61、62を形成し、基板10の一部を表面に露出させる。

[0052] 次に、スパッタリング法によって膜厚1 μ mの窒化ケイ素を成膜し、フォトリソを塗布し、露光・現像を行って所定のレジストパターンを形成し、ドライエッチングによって窒化ケイ素膜の一部を除去し、図4(f)に示すように第2のバリア層32を形成する。この第2のバリア層32は、第1の貫通孔61の内部においては第1の導体層22を完全に覆うことがないように内壁の一部のみを覆い、第2の貫通孔62の内部においては第1の導体層22を完全に覆うように内壁の略全面を覆っている。

[0053] 次に、感光性のベンゾシクロブテン(BCB)ワニス塗布し、露光・現像した後に硬化処理を行って、図4(g)に示すようにBCB樹脂からなる第1の保護層33を形成する。

[0054] 次に、Ti膜、Cu膜を順次成膜し、図4(h)に示すように、第1及び第2の導体パッド41、42を形成する。すなわち、この第1及び第2の導体パッド41、42は二層構造からなり、Ti膜、Cu膜のそれぞれの膜厚は、例えば、100nm、500nmに形成される。尚、このTi膜、Cu膜は、例えばスパッタリング法で全面に成膜してからエッチング処理を施すことにより、形成することができる。

[0055] 次に、第1の保護層33と同様の作製手順で、図5(i)に示すように、BCB樹脂からなる第2の保護層34を形成する。尚、第1の保護層33を形成せずに第2の保護層34

のみを形成するようにしてもよい。

[0056] 次に、第1及び第2の導体パッド41、42の露出部分に、無電解めっきを施し、図5(j)に示すように、第1及び第2のバンプ51、52を形成し、これにより上記薄膜キャパシタが製造される。すなわち、まず、はんだとの接合性を高めるために無電解めっきを行って膜厚2000nmのNi皮膜及び膜厚100nmのAu皮膜を形成した後(不図示)、Sn-Ag-Cu系の無鉛はんだを使用して印刷法により、第1及び第2のバンプ51、52を形成する。

[0057] このように上記製造方法によれば、上述した薄膜キャパシタを容易に製造することができ、したがって第1及び第2のバンプ51、52に鉛直方向に引張応力が生じた場合でも、この引張応力が第1の導体層22や第2の導体層24に集中することではなく、第1の導体層22や第2の導体層24が破断したり、これら導体層22、24と誘電体薄膜23との界面が剥離することのない薄膜キャパシタを得ることができる。

[0058] 尚、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることが可能である。

[0059] 例えば、基板としてはSi基板の他にサファイア基板や石英ガラス基板などを用いることができる。また、上記実施の形態では、密着層材料として誘電体薄膜材料と同一材料を使用したか、必ずしも誘電体薄膜と同一の材料を使用する必要はなく、例えばTiやCr、 TiO_2 などを用いることもできる。また、誘電体薄膜材料としてはBSTの他、 BaTiO_3 、 SrTiO_3 、 $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ などの高誘電率の複合酸化物を好適に使用することができる。

[0060] また、上記実施の形態では、一つの基板上に一つの薄膜キャパシタを作製しているが、一つの基板上に複数の薄膜キャパシタを作製し、ダイシングソーで基板を切断し、これにより複数の薄膜キャパシタを取得するようにしてもよい。尚、この場合は、一つの基板上に複数組のキャパシタ部、複数組の第1及び第2の導体パッド、複数組の第1及び第2のバンプが形成されることになる。

[0061] また、上記実施の形態で示した各薄膜の膜厚は単なる例示であって、小型軽量化を維持でき、デカップリング用の薄膜キャパシタとしての機能を損なわない範囲で任意に設定できるのはいうまでもない。

[0062] 同様に、上記実施の形態で示した温度条件等の製造条件も単なる例示に過ぎず、適宜最適値を選択することができる。

[0063] また、薄膜形成方法についても上述したスパッタリング法やMOD法等に限定されるものでないのはいうまでもなく、必要に応じて真空蒸着法やMOCVD(有機金属化学気相成長)法等、他の薄膜形成法を適宜使い分けて製造するのも好ましい。

実施例

[0064] [発明を実施するための最良の形態]の項で述べた方法に基づき、本発明実施例の薄膜キャパシタを10個作製した。

[0065] 尚、各薄膜の膜厚は、上記[発明を実施するための最良の形態]の項で例示した厚みとし、また熱処理の温度及び処理時間も、上記[発明を実施するための最良の形態]の項で例示した条件とした。

[0066] また、比較例として上記本発明実施例と同様の方法・手順で図6に示す構造を有する薄膜キャパシタを10個作製した。

[0067] すなわち、比較例の薄膜キャパシタは、第1の導体パッド41が、第1の導電層22の上面と接合するように形成されると共に、第2の導体パッド42が、第1の導体層21の上面と接合するように形成され、第1及び第2の導体パッド41、42はいずれも基板10に接合されていない。また、第1及び第2の導体パッド41、42上には第1及び第2のバンプ51、52が形成されている。

[0068] これら実施例及び比較例の薄膜キャパシタについて、Cuからなる配線が表面に形成された厚さが1.27mmのガラスエポキシ基板(線膨張係数:約40ppm/°C)上に実装した。

[0069] そして、実装後、導通不良のバンプが存在するか否かを調べたところ、比較例では10個中1個の試料で導通不良が発生したのに対し、実施例では導通不良が生じた試料は皆無であった。

[0070] 次に、これらの各試料を-55°C~+125°Cの温度範囲で500サイクルの熱サイクル試験を行った。そして、この熱サイクル試験後、導通テストを行い、さらにLCRメータを用いて0.5V、1kHzの条件下、熱サイクル前後の静電容量を測定した。

[0071] その結果、比較例は、10個中8個の試料で導通不良が発生した。また、導通不良

の発生したこれら8個の各試料について、導通不良の生じていないバンプを使用して静電容量を測定したところ、8個中6個で電氣的に短絡していることが分かった。

[0072] これに対し、実施例は、導通不良は発生せず、また熱サイクル試験前後の静電容量の変化率は、熱サイクル試験前の静電容量を基準として±2%以内であることが確認された。

請求の範囲

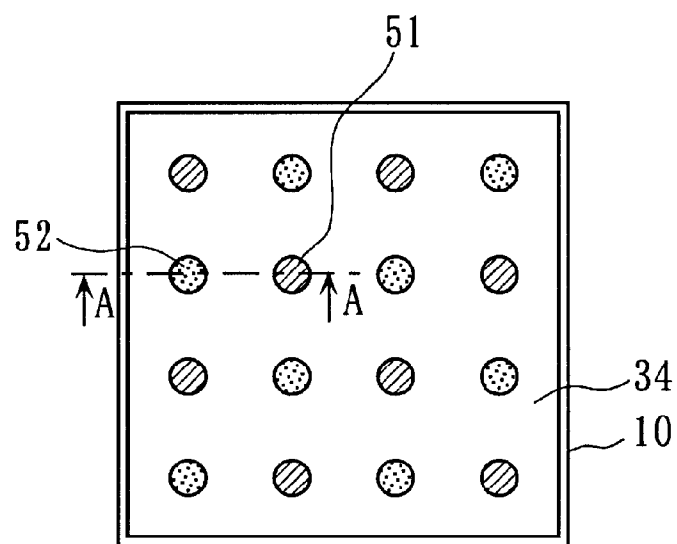
- [1] 第1の導体層と第2の導体層とが誘電体薄膜を介して対向状に形成されたキャパシタ部が、基板上に形成されると共に、
- 前記第1の導体層及び前記第2の導体層のうちのいずれか一方の導体層と電氣的に接続され、かつ前記一方以外の他方の導体層と電氣的に絶縁された第1の導体パッドと、
- 前記第1の導体層及び前記第2の導体層のうちの前記一方の導体層と電氣的に絶縁され、かつ前記他方の導体層と電氣的に接続された第2の導体パッドと、
- 前記第1及び第2の導体パッド上にそれぞれ形成された第1及び第2のバンプとを備え、
- 前記第1及び第2の導体パッドが前記基板に接合されていることを特徴とする薄膜キャパシタ。
- [2] 前記誘電体薄膜は、平坦な面上に形成されていることを特徴とする請求項1記載の薄膜キャパシタ。
- [3] 前記第1及び第2の導体層と、前記第1及び第2の導体パッドとは異なる材料で形成されていることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の薄膜キャパシタ。
- [4] 前記基板と前記キャパシタ部との間に密着層が介在され、前記第1及び第2の導体パッドは前記密着層を貫いて前記基板に接合されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の薄膜キャパシタ。
- [5] 前記第1及び第2のバンプは、前記キャパシタ部の上方を避けるように前記第1及び第2の導体パッド上に形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の薄膜キャパシタ。
- [6] 第1の導体層及び第2の導電膜とが誘電体薄膜を介して対向状に形成されたキャパシタ部を作製するキャパシタ部作製工程と、
- 前記キャパシタ部を貫通する第1及び第2の貫通孔をそれぞれ形成して前記基板の一部を表面露出させる貫通孔形成工程と、
- 前記第1の導体層と電氣的に接続し、前記第2の導体層と電氣的に絶縁し、かつ前記第1及び第2の貫通孔のうちのいずれか一方の貫通孔を充填して前記基板と接合

するように第1の導体パッドを形成する第1の導体パッド形成工程と、

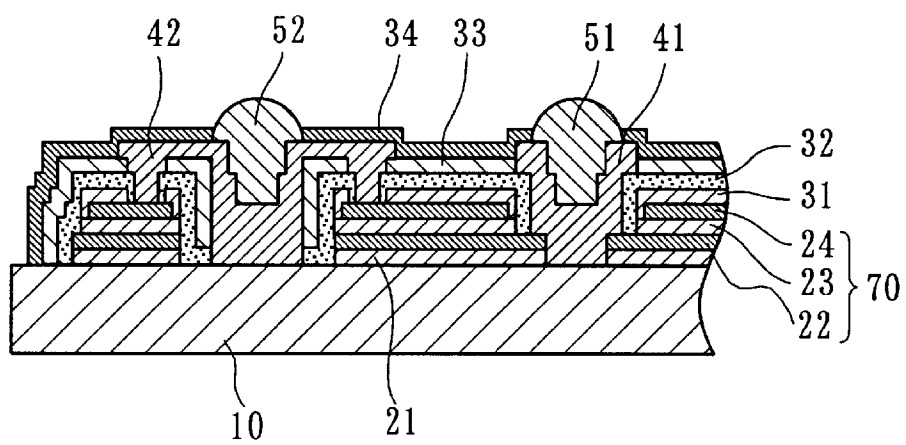
前記第2の導体層と電氣的に接続し、前記第1の導体層と電氣的に絶縁し、かつ前記第1及び第2の貫通孔のうちの前記一方以外の他方の貫通孔を充填して前記基板と接合するように第2の導体パッドを形成する第2の導体パッド形成工程と、

前記第1及び第2の導体パッド上に、第1及び第2のバンプをそれぞれ形成するバンプ形成工程とを含むことを特徴とする薄膜キャパシタの製造方法。

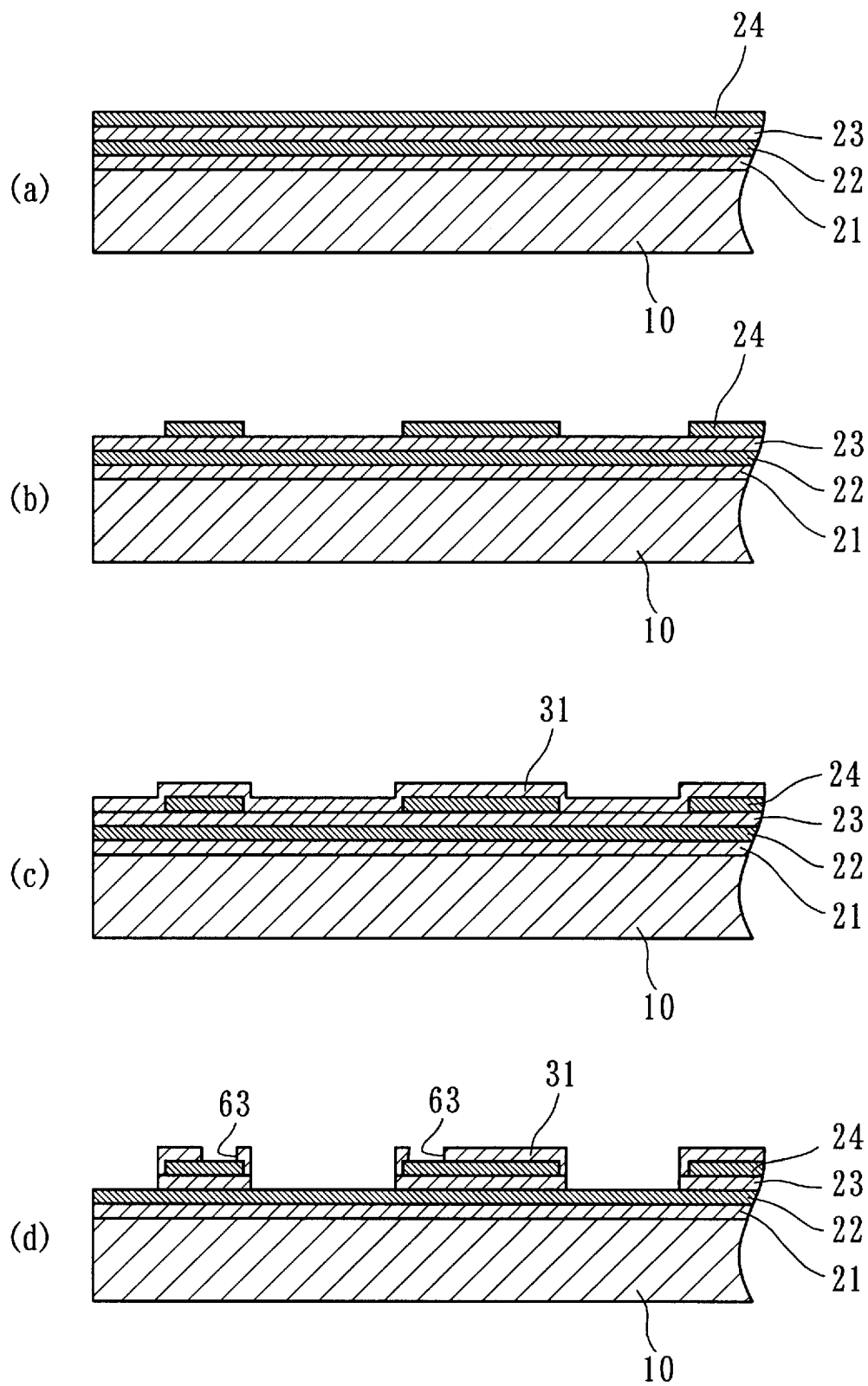
[図1]



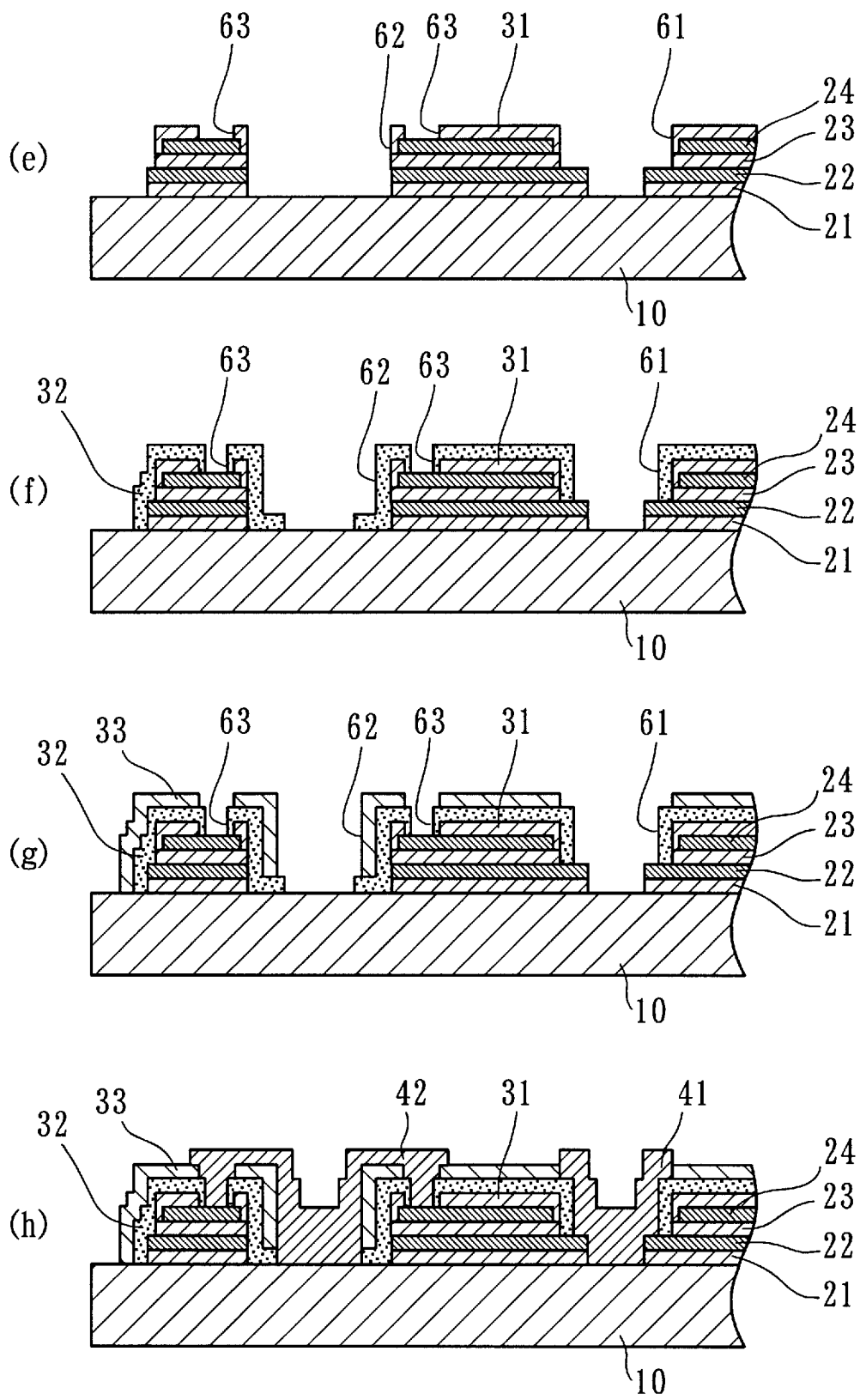
[図2]



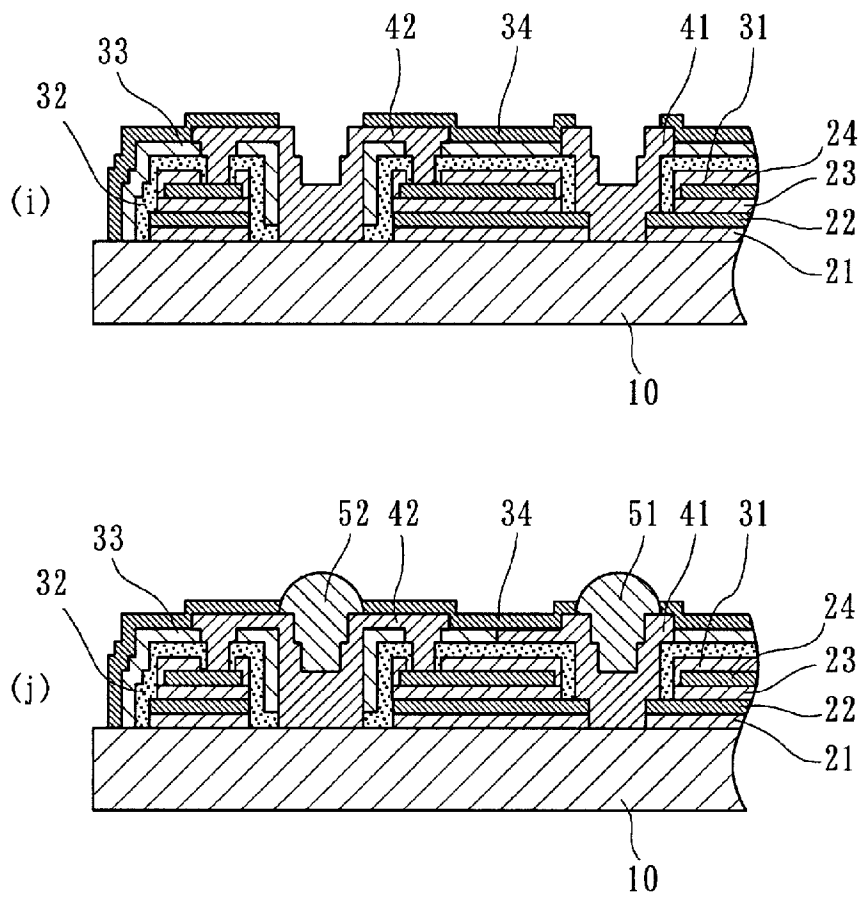
[図3]



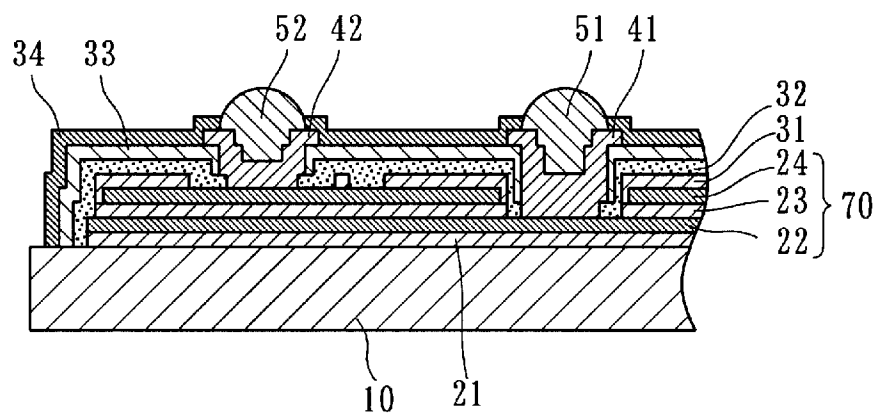
[図4]



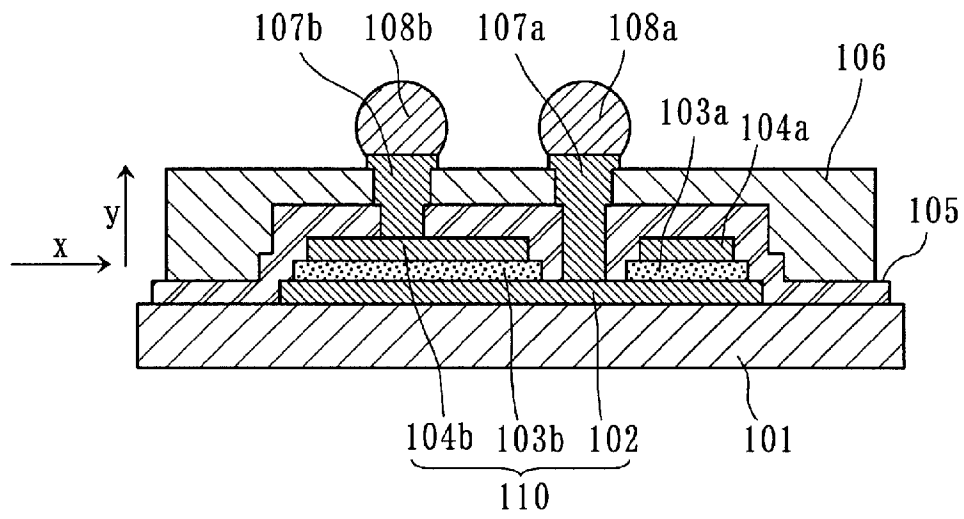
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/311306

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01G4/33(2006.01)i, H01G4/12(2006.01)i, H01L21/768(2006.01)i, H01L21/82(2006.01)i, H01L21/822(2006.01)i, H01L23/12(2006.01)i, H01L27/04(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)

H01G4/33, H01G4/12, H01L21/768, H01L21/82, H01L21/822, H01L23/12, H01L27/04

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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.
X Y	JP 2003-197463 A (Fujitsu Ltd.), 11 July, 2003 (11.07.03), Claims; Par. Nos. [0023] to [0026]; Fig. 6 & US 2003/136997 A & US 2005/056878 A	1-3, 5, 6 4
X Y	JP 2001-217143 A (Kyocera Corp.), 10 August, 2001 (10.08.01), Par. Nos. [0039] to [0049]; Figs. 1, 2 & US 6573584 B1	1, 2, 5, 6 3, 4
X Y	JP 2005-159259 A (Waseda University), 16 June, 2005 (16.06.05), Par. Nos. [0119] to [0127]; Figs. 30 to 32 & US 2005/111162 A1	1-3, 5, 6 4

☒ 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
04 September, 2006 (04.09.06)

Date of mailing of the international search report
12 September, 2006 (12.09.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/311306

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-214589 A (Fujitsu Ltd.), 29 July, 2004 (29.07.04), Par. Nos. [0119] to [0127]; Figs. 8, 9 & US 2004/130849 A1	4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01G4/33(2006.01)i, H01G4/12(2006.01)i, H01L21/768(2006.01)i, H01L21/82(2006.01)i,
H01L21/822(2006.01)i, H01L23/12(2006.01)i, H01L27/04(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 (I P C))

Int.Cl. H01G4/33, H01G4/12, H01L21/768, H01L21/82, H01L21/822, H01L23/12, H01L27/04

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 6 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 請求の範囲の番号
X Y	J P 2 0 0 3 - 1 9 7 4 6 3 A(富士通株式会社)2003.07.11, 特許請求の範囲,段落[0023]-[0026],第 6 図 & U S 2 0 0 3 / 1 3 6 9 9 7 A & U S 2 0 0 5 / 0 5 6 8 7 8 A	1 - 3, 5, 6 4
X Y	J P 2 0 0 1 - 2 1 7 1 4 3 A(京セラ株式会社)2001.08.10, 段落[0039]-[0049],第 1,2 図 & U S 6 5 7 3 5 8 4 B 1	1, 2, 5, 6 3, 4

☒ 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、一般的技術水準を示すもの
「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

の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

0 4 . 0 9 . 2 0 0 6

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 9 . 2 0 0 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

桑原 清

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 5

5 R

9 3 7 5

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 請求の範囲の番号
X Y	J P 2 0 0 5 - 1 5 9 2 5 9 A(学校法人早稲田大学)2005.06.16, 段落[0119]-[0127],第 30-32 図 &US 2 0 0 5 / 1 1 1 1 6 2 A 1	1 - 3 , 5 , 6 4
Y	J P 2 0 0 4 - 2 1 4 5 8 9 A(富士通株式会社)2004.07.29, 段落[0119]-[0127],第 8,9 図 &US 2 0 0 4 / 1 3 0 8 4 9 A 1	4