

(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
2006年6月1日 (01.06.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/057097 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 21/60 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2005/015979

(22) 国際出願日:

2005年9月1日 (01.09.2005)

(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 2004-341029

2004年11月25日 (25.11.2004) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): ローム
株式会社 (ROHM CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6158585 京都府
京都市右京区西院溝崎町21番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 谷田一真
(TANIDA, Kazumasa) [JP/JP]; 〒2770011 千葉県柏市

東上町9-2-207 Chiba (JP). 宮田修 (MIYATA, Osamu) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP).

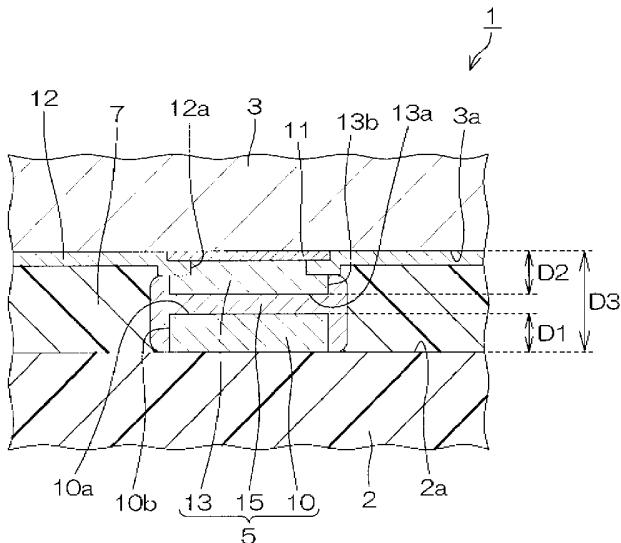
(74) 代理人: 稲岡耕作, 外 (INAOKA, Kosaku et al.); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町2丁目6番12号 サンマリオンNBタワー21階 あい特許事務所内 Osaka (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置



WO 2006/057097 A1

(57) Abstract: A semiconductor device (1, 21, 31, 31A) comprising a solid-state device (2, 33) having a connection face (2a, 33a) having a projecting metal connection electrode (10, 43), a semiconductor chip (3, 34) having a function face (3a, 34a) having a projecting metal electrode (13, 46) and so joined that the function face is opposed to the connection face of the solid-state device with a predetermined clearance (D3, D6, D9) between the function face and the connection face, and a connection member (15, 22, 47) containing a low melting metal having a solidus line temperature lower than that of the connection electrode and the projection electrode and connecting the connection electrode of the solid-state device with the projection electrode of the semiconductor chip. In the opposing direction of the function face and the connection face, the sum of the height (D1, D4, D7) of the connection electrode and the height (D2, D5, D8) of the projection electrode is a half or more of the predetermined clearance.

(57) 要約: 金属からなる接続電極(10,43)が突出して形成された接続面(2a,33a)を有する固体装置(2,33)と、金属からなる突起電極(13,46)が突出して形成された機能面(3a,34a)を有し、この機能面を上記固体装置の上記接続面に対向させて、上記機能面と上記接続面との間に所定間隔(D3,D6,D9)を

[続葉有]



(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).

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。

添付公開書類:

- 国際調査報告書

保持して接合された半導体チップ^(3,34)と、上記接続電極および上記突起電極より固相線温度が低い低融点金属を含み、上記固体装置の上記接続電極と上記半導体チップの上記突起電極とを接続する接続部材^(15,22,47)とを備えている半導体装置^(1,21,31,31A)。上記機能面と上記接続面との対向方向において、上記接続電極の高さ(D1,D4,D7)と上記突起電極の高さ(D2,D5,D8)との和は、上記所定間隔の2分の1以上である。

明細書

半導体装置

技術分野

[0001] この発明は、フリップチップ接続された半導体チップを有する半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体装置の小型化および高密度実装のために、半導体チップの機能素子が形成された機能面を固体装置に対向させて、半導体チップを固体装置に接続するフリップチップ接続構造が注目されている。

図7は、フリップチップ接続構造を有する従来の半導体装置の構造を示す図解的な断面図である。この半導体装置51は、接続面52aを有する配線基板52と、機能素子が形成された機能面53aを有し、この機能面53aを接続面52aに対向させて接続された半導体チップ53とを含んでいる。

[0003] 配線基板52の接続面52aには、銅(Cu)からなる接続パッド58が形成されている。半導体チップ53の機能面53aには、機能素子に接続された電極パッド54が形成されている。機能面53aは、表面保護膜55で覆われており、この表面保護膜55には、電極パッド54を露出させる開口55aが形成されている。そして、開口55a上には、電極パッド54の開口55aからの露出面を覆うように、拡散防止膜56が形成されている。この拡散防止膜56の厚さは、図7に示すように、表面保護膜55の厚さより薄く、拡散防止膜56は、電極パッド54や拡散防止膜56の表面から実質的に突出していない。

[0004] 配線基板52の接続パッド58と半導体チップ53の拡散防止膜56との間には、錫(Sn)－鉛(Pb)半田材料からなるボール状の接続部材57が介在されている。この接続部材57の介在によって、半導体チップ53が配線基板52と所定間隔を保った状態で支持されるとともに、配線基板52と半導体チップ53との電気的接続が達成される。

そのため、接続部材57は、通常、配線基板52と半導体チップ53との対向方向において、接続パッド58および拡散防止膜56よりもはるかに大きな厚みを有する。

非特許文献1:J. D. Wu et al., "Electromigration Reliability of SnAgxCuX Flip Chip

Interconnects", 54th Electron. Components and Technol. Conf., 2004, p.961

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、20°Cにおいて、錫の電気抵抗率は $12.8 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{cm}$ であり、鉛の電気抵抗率は $20.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{cm}$ である。したがって、錫一鉛半田からなる接続部材57の電気抵抗率は、接続パッド58を構成する銅の電気抵抗率である $1.673 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{cm}$ の十倍程度となる。

このため、図7に示す半導体装置51のように、接続パッド58と電極パッド54との間に、これらよりもはるかに大きな厚みを有する接続部材57が介在されている構成では、配線基板52と半導体チップ53との間の電気抵抗が大きなものとなる。このような大きな電気抵抗を有する半導体装置51は、動作速度が遅いため、高速デバイスへの応用に適していない。特に、配線基板52や半導体チップ53に微細パターンの配線(接続パッド58や電極パッド54を含む。)が形成されている場合、接続部材57の電気抵抗は無視できないものとなる。

[0006] この発明の目的は、固体装置と半導体チップとの間の電気抵抗を低減できる半導体装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] この発明の半導体装置は、金属からなる接続電極が突出して形成された接続面を有する固体装置と、金属からなる突起電極が突出して形成された機能面を有し、この機能面を上記固体装置の上記接続面に対向させて、上記機能面と上記接続面との間に所定間隔を保持して接合された半導体チップと、上記接続電極および上記突起電極より固相線温度が低い低融点金属を含み、上記固体装置の上記接続電極と上記半導体チップの上記突起電極とを接続する接続部材とを備えている。上記機能面と上記接続面との対向方向において、上記接続電極の高さと上記突起電極の高さとの和は、上記所定間隔の2分の1以上である。

[0008] 接続電極や突起電極は、たとえば、金(Au)、銅(Cu)、ニッケル(Ni)などの金属からなるものとすることができます。一方、接続部材を構成する金属材料、すなわち、接続電極および突起電極より固相線温度が低い低融点金属としては、たとえば、錫、鉛、

インジウムやこれらの合金が挙げられるが、これらの金属材料の電気抵抗率は、いずれも、金、銅およびニッケルの電気抵抗率より高い。

- [0009] しかし、この発明によれば、機能面と接続面との対向方向において、接続電極の高さと突起電極の高さとの和が、機能面と接続面との所定間隔の2分の1以上とされることによって、電気抵抗率が高い材料からなる接続部材の長さ(厚さ)を短くすることができる。そのため、固体装置と半導体チップとの間の電気抵抗を低減することができる。その結果、この半導体装置を高速デバイスに好適なものとすることができる。
- [0010] 上記接続部材は、上記低融点金属と上記接続電極または上記突起電極を構成する金属との合金(反応物)を含んでいてもよい。

接続部材を構成する金属材料の固相線温度は、たとえば、60°Cないし370°Cであることが好ましい。

固体装置の接続面と半導体チップの機能面との間は、樹脂材料で封止されていることが好ましい。この樹脂材料により、機能面や、接続部材と接続電極および突起電極との接続部を保護することができるとともに、接続面や機能面に沿う面内方向の剪断応力を低減できる。

- [0011] この半導体装置は、固体装置の接続電極と半導体チップの突起電極との間に、低融点金属を介在させた状態で、固体装置および半導体チップを、低融点金属の固相線温度以上(好ましくは、液相線温度以上)の温度に、所定時間加熱することにより得られる。低融点金属がその固相線温度(液相線温度)以上の温度に加熱されるとにより、低融点金属の融液が生じ、この融液が固化することにより接続部材が得られる。

- [0012] ここで、接続電極の高さは、たとえば、 $5\text{ }\mu\text{m}\sim100\text{ }\mu\text{m}$ と、従来の半導体装置(図7参照)の接続パッドの高さ(たとえば、 $0.5\text{ }\mu\text{m}\sim5\text{ }\mu\text{m}$)より大きくされていてもよく、突起電極の高さは、たとえば、 $5\text{ }\mu\text{m}\sim100\text{ }\mu\text{m}$ と、従来の半導体装置の拡散防止膜の高さ(たとえば、 $0.5\text{ }\mu\text{m}\sim5\text{ }\mu\text{m}$)より大きくされていてもよい。また、表面積が、たとえば、 $0.0001\text{mm}^2\sim0.25\text{mm}^2$ である接続電極や突起電極に対して、低融点金属の体積が、たとえば、接続電極と突起電極とが対向する領域において、 $1\times10^{-7}\text{ mm}^3\sim0.08\text{mm}^3$ (従来の半導体装置の接続部材の体積の1000分の1ないし4分

の1程度)にされていてもよい。これにより、機能面と接続面との対向方向において、接続電極の高さと突起電極の高さとの和が、機能面と接続面との所定間隔の2分の1以上になるようにすることができる。

- [0013] 上記接続電極は、上記半導体チップに対向する上面と、上記固体装置と上記半導体チップとの対向方向にはほぼ沿った側面とを有していてもよく、この場合、上記突起電極は、上記固体装置に対向する上面と、上記固体装置と上記半導体チップとの対向方向にはほぼ沿った側面とを有していてもよく、この場合、上記接続電極の上面および側面ならびに上記突起電極の上面および側面のほぼ全域は、上記接続部材に覆われていてもよい。
- [0014] この構成によれば、この半導体装置の信頼性を向上することができるとともに、接続電極と突起電極との間の接続強度を向上させることができる。
- また、接続電極や突起電極が上面および側面を有する場合、この半導体装置の製造工程において、接続電極や突起電極の上面および側面が低融点金属の融液に覆われた状態とすることにより、当該融液の表面張力を効果的に利用して、固体装置に対して半導体チップを対向方向と直交する方向にセルフアライメントすることができる。
- [0015] 上記接続部材は、上記接続電極と上記突起電極との間を埋めるように配置され、上記接続電極または上記突起電極を構成する金属と上記低融点金属との合金からなる反応層を含んでもよい。
- 錫、鉛、インジウムまたはこれらの合金は、金、銅またはニッケルより柔らかい。したがって、接続電極と突起電極との間に、接続部材のうち低融点金属のみからなる部分が存在していると、その部分は、接続電極や突起電極より柔らかいため、その部分に応力が集中して接続部材が破断しやすい。
- [0016] 一方、この構成によれば、接続電極と突起電極との間は、接続電極または突起電極を構成する金属と低融点金属との合金からなる反応層で埋められている。このような合金は低融点金属より硬く、接続電極および突起電極と、これらの間に存在する接続部材(反応層)との硬さの差は小さい。したがって、接続電極と突起電極との間に応力が集中することを回避して、接続部材が破断し難くすることができる。

[0017] 上記接続電極が上面および側面を有する場合や、上記突起電極が上面および側面を有する場合は、上記接続電極および上記突起電極の上面に加え、上記接続電極および上記突起電極の側面も、上記反応層で覆われていてもよい。

上記の製造方法において、固体装置および半導体チップを加熱する温度および時間を制御することにより、低融点金属の融液が固化した後、接続電極と突起電極との間が反応層で埋められた状態とすることができる。

[0018] 上記接続電極と上記突起電極とは、同じ材料からなることが好ましい。この場合、接続部材に関して、接続電極側と突起電極側との材料構成が対称となり、接続信頼性を高くすることができる。

固体装置は配線基板であってもよく、この場合、接続電極は、配線基板上の配線に接続された接続パッドであってもよい。

[0019] また、上記固体装置は、上記半導体チップとは別の半導体チップであってもよい。すなわち、この半導体装置は、チップオンチップ構造を有していてもよい。この場合、接続面は、機能素子が形成された機能面であってもよく、接続電極は突起電極であってもよい。

上記接続電極および上記突起電極は、上記接続電極と上記突起電極との接続部分の位置が、上記半導体チップ側または上記固体装置側に片寄るように、それぞれの高さが異ならせて形成されていてもよい。

[0020] この半導体装置において、半導体チップの機能面と固体装置の接続面(他の半導体チップの機能面)との間には、アンダーフィル層が設けられていてもよい。このような半導体装置に温度サイクルが与えられると、接続電極、突起電極および接続部材(以下、これらを総称して、「導電部材」という。)の熱膨張係数とアンダーフィル層の熱膨張係数との差により、導電部材に応力が加わる。この応力は、機能面および接続面に垂直な方向に関して、対向する機能面と接続面との中間部で最大となる。

[0021] 一方、突起電極と接続電極(他の半導体チップの突起電極)との接続部分(接続部材)は、導電部材に加わる応力が最大となる位置(対向する機能面と接続面との中間部)から、固体装置側または半導体チップ側に片寄った(オフセットされた)位置にある。したがって、このようなアンダーフィル層が設けられていても、温度サイクルによる

突起電極と接続電極との接続部の破壊は起こり難い。

- [0022] 本発明における上述の、またはさらに他の目的、特徴および効果は、添付図面を参照して次に述べる実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

- [0023] [図1]本発明の第1の実施形態に係る半導体装置の構造を示す図解的な断面図である。

[図2]図1に示す半導体装置の導電部材付近を拡大して示す図解的な断面図である。

[図3]本発明の第2の実施形態に係る半導体装置の構造を示す図解的な断面図である。

[図4]本発明の第3の実施形態に係る半導体装置の構造を示す図解的な断面図である。

[図5]図4に示す半導体装置の導電部材付近を拡大して示す図解的な断面図である。

[図6]図4に示す半導体装置の変形例に係る半導体装置の導電部材付近を拡大して示す図解的な断面図である。

[図7]フリップチップ接続構造を有する従来の半導体装置の構造を示す図解的な断面図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0024] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る半導体装置の構造を示す図解的な断面図である。

この半導体装置1は、接続面2aを有する配線基板2と、機能素子が形成された機能面3aを有し、この機能面3aを接続面2aに対向させて接続(フリップチップ接続)された半導体チップ3とを含んでいる。配線基板2と半導体チップ3とは、導電部材5によって、所定間隔を保つように互いに機械的に接続されている。また、配線基板2と半導体チップ3とは、導電部材5を介して電気的に接続されている。

- [0025] 配線基板2と半導体チップ3との隙間には、樹脂材料からなるアンダーフィル層7が設けられている。アンダーフィル層7により、機能面3aや導電部材5が保護されている

とともに、接続面2aや機能面3aに沿う面内方向の剪断応力を低減できる。

配線基板2において接続面2aと反対側の外部接続面2bには、金属ボール4が設けられている。金属ボール4は、配線基板2の内部および／または表面で再配線されて、接続面2a側の導電部材5に電気的に接続されている。この半導体装置1は、金属ボール4を介して、実装基板に接続できる。

[0026] 図2は、半導体装置1の導電部材5付近を拡大して示す図解的な断面図である。

配線基板2の接続面2aには、接続パッド10が形成されている。接続パッド10は、たとえば、金(Au)、銅(Cu)、ニッケル(Ni)またはこれらの合金からなり、図示しない配線により、金属ボール4(図1参照)に接続されている。

半導体チップ3の機能面3aには、機能素子に接続された電極パッド11が形成されている。電極パッド11は、たとえば、アルミニウム、銅、金、またはこれらの合金からなる。また、機能面3aは、表面保護膜12で覆われており、この表面保護膜12には、電極パッド11を露出させる開口12aが形成されている。表面保護膜12は、たとえば、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜、ポリイミドからなる。

[0027] 開口12aからの電極パッド11の露出面上には、表面保護膜12の表面から突出する突起電極13が形成されている。突起電極13は、たとえば、金、銅、ニッケルまたはこれらの合金からなる。

接続パッド10は、半導体チップ3(突起電極13)に対向する上面10a、および配線基板2と半導体チップ3との対向方向にほぼ沿った側面10bを有している。同様に、突起電極13は、配線基板2(接続パッド10)に対向する上面13a、および配線基板2と半導体チップ3との対向方向にほぼ沿った側面13bを有している。突起電極13は、接続パッド10とほぼ同じ大きさおよび形状を有している。接続パッド10と突起電極13とは、接続面2aを垂直に見下ろす平面視において、ほぼ重なるように配置されている。

[0028] 接続パッド10と突起電極13とは、接続部材15により接続されている。接続部材15は、接続パッド10、突起電極13など、半導体装置1における他の部材より固相線温度が低い低融点金属としての錫(Sn)、鉛(Pb)、インジウム(In)またはこれらの合金を含んでいる。接続部材15は、接続パッド10や突起電極13との界面付近に、低融

点金属と接続パッド10や突起電極13を構成する金属との合金からなる反応層(図示せず)を含んでいる。接続部材15は、反応層以外の部分は、実質的に低融点金属のみからなる。

[0029] 接続パッド10の上面10aおよび側面10b、ならびに突起電極13の上面13aおよび側面13bは、そのほぼ全域が接続部材15に覆われている。これにより、半導体装置1の信頼性が向上されているとともに、接続パッド10と突起電極13との間の接続強度が向上されている。

接続面2aからの接続パッド10の高さD1と、機能面3aからの突起電極13の高さD2との和は、接続面2aと機能面3aとの間隔D3の2分の1以上である(下記数式(1)参照)。

[0030] $D1 + D2 \geq (1/2) \cdot D3 \quad (1)$

高さD1は、たとえば、 $1\text{ }\mu\text{m} \sim 250\text{ }\mu\text{m}$ とすることができ、高さD2は、たとえば、 $1\text{ }\mu\text{m} \sim 250\text{ }\mu\text{m}$ とすることができる。間隔D3は、たとえば、 $2\text{ }\mu\text{m} \sim 500\text{ }\mu\text{m}$ とすることができます。

低融点金属、すなわち、錫、鉛、インジウムまたはこれらの合金からなる接続部材15は、金、銅またはニッケルからなる接続パッド10や突起電極13より電気抵抗率が高い。しかし、上記数式(1)の関係により、接続面2aと機能面3aとの対向方向において、電気抵抗率が高い接続部材15の長さ(厚さ)は短い。したがって、この半導体装置1における配線基板2と半導体チップ3との間の電気抵抗は低い。このため、この半導体装置1は、高速デバイスへの適用に適している。

[0031] 接続パッド10と突起電極13とは、同じ材料(たとえば、銅)からなることが好ましい。この場合、接続部材15に関して、接続パッド10側と突起電極13側との材料構成が対称となり、接続信頼性を高くすることができる。

この半導体装置1は、配線基板2の接続パッド10と半導体チップ3の突起電極13との間に、低融点金属を介在させた状態で、配線基板2および半導体チップ3を、低融点金属の固相線温度以上(好ましくは、液相線温度以上)の温度に、所定時間加熱することにより得られる。低融点金属がその固相線温度(液相線温度)以上の温度に加熱されることにより、低融点金属の融液が生じ、この融液が固化することにより接続

部材15が得られる。

- [0032] ここで、高さD1, D2や低融点金属の体積を適当に設定することにより、上記(1)式の関係を有する半導体装置1が得られる。

また、接続パッド10や突起電極13の上面10a, 13aおよび側面10b, 13bが低融点金属の融液に覆われた状態とすることにより、当該融液の表面張力を効果的に利用して、配線基板2に対する半導体チップ3のセルフアライメントを行うことができる。

- [0033] 図3は、本発明の第2の実施形態に係る半導体装置の構造を示す図解的な断面図である。図3において、図2に示す各部に対応する部分には、図2と同じ参照符号を付している。

この半導体装置21は、図2に示す半導体装置1の接続部材15の代わりに、接続部材22を備えている。接続部材22は、接続パッド10と突起電極13との間を埋め(満たし)、接続パッド10の側面10bと突起電極13の側面13bとを覆うように形成された反応層22aと、この反応層22aの側方を覆う未反応層22bとを含む。

- [0034] 未反応層22bは、実質的に、接続パッド10、突起電極13など、半導体装置21における他の部材より固相線温度が低い低融点金属(錫、鉛、インジウムまたはこれらの合金)のみからなる。一方、反応層22aは、接続パッド10または突起電極13を構成する金属と低融点金属との合金からなる。

図2を参照して、錫、鉛、インジウムまたはこれらの合金である低融点金属は、金、銅およびニッケルより柔らかい。したがって、半導体装置1のように、接続パッド10と突起電極13との間に、接続部材15のうち実質的に低融点金属のみからなる部分が存在していると、その部分は接続パッド10や突起電極13より柔らかいため、その部分に応力が集中して破断しやすい。

- [0035] これに対して、図3に示す半導体装置21では、接続パッド10と突起電極13との間は、反応層22aで埋められている。接続パッド10または突起電極13を構成する金属と低融点金属との合金(共晶であってもよく、固溶体であってもよく、金属間化合物であってもよく、これらのうちの2つ以上であってもよい。)からなる反応層22aは低融点金属より硬く、接続パッド10および突起電極13と、これらの間に存在する反応層22aとの硬さの差は小さい。したがって、接続パッド10と突起電極13との間に応力集中す

ることが回避されるから、接続部材22は破断し難い。

[0036] この半導体装置21は、図1および図2に示す半導体装置1と同様の製造方法により製造できる。この製造方法において、配線基板2および半導体チップ3を加熱する温度および時間を制御することにより、低融点金属の融液が固化した後、接続パッド10と突起電極13との間が反応層22aで埋められた状態とすることができる。

図4は、本発明の第3の実施形態に係る半導体装置の構造を示す図解的な断面図である。

[0037] この半導体装置31は、いわゆるマルチチップモジュールであり、配線基板32、その上に積層された第1半導体チップ33、および第1半導体チップ33の上に積層された第2半導体チップ34を備えている。第1および第2半導体チップ33, 34は、それぞれ、機能素子がそれぞれ形成された機能面33a, 34aを有している。第1半導体チップ33は、機能面33aが配線基板32とは反対側に向けられた、いわゆるフェースアップの状態で、配線基板32の上に接合されている。

[0038] 第2半導体チップ34は、機能面34aを第1半導体チップ33の機能面33aに対向させたフェースダウン姿勢で、第1半導体チップ33に接続されている。すなわち、この半導体装置31は、チップオンチップ構造を有する。第1半導体チップ33と第2半導体チップ34とは、導電部材38によって、所定間隔を保つように互いに機械的に接続されている。また、第1半導体チップ33と第2半導体チップ34とは、導電部材38を介して電気的に接続されている。第1半導体チップ33と第2半導体チップ34との隙間には、アンダーフィル層36が設けられている。

[0039] 機能面33a, 34aに垂直な方向から見て、第1半導体チップ33は、第2半導体チップ34より大きく、第1半導体チップ33において第2半導体チップ34が接続された面(機能面33a)の周縁部には、第2半導体チップ34が対向していない領域が存在している。この領域には、機能面33aの機能素子に接続された電極パッド33bが形成されている。

[0040] 配線基板32に垂直な方向から見て、配線基板32は、第1半導体チップ33より大きく、配線基板32において第1半導体チップ33が接合された面の周縁部には、第1半導体チップ33が対向していない領域が存在している。この領域には、図示しない電

極パッドが設けられており、配線基板32のこの電極パッドと第1半導体チップ33の電極パッド33bとは、ボンディングワイヤ37を介して接続されている。

- [0041] 第1および第2半導体チップ33, 34、ならびにボンディングワイヤ37は、モールド樹脂39で封止されている。

配線基板32において第1半導体チップ33が接合された面とは反対側の面には、外部接続部材としての半田ボール35が設けられている。配線基板32のボンディングワイヤ37が接続された電極パッドは、配線基板32の表面や内部で再配線されて、半田ボール35に接続されている。

- [0042] この半導体装置31は、半田ボール35を実装基板に形成された電極パッドに接続することにより、実装基板に実装することができる。

図5は、半導体装置31の導電部材38付近を拡大して示す図解的な断面図である。

第1半導体チップ33の機能面33aには、機能素子に接続された電極パッド41が形成されている。また、機能面33aは、表面保護膜42で覆われており、この表面保護膜42には、電極パッド41を露出させる開口42aが形成されている。開口42aからの電極パッド41の露出面上には、表面保護膜42の表面から突出する突起電極43が形成されている。

- [0043] 同様に、第2半導体チップ34の機能面34aには、機能素子に接続された電極パッド44が形成されている。また、機能面34aは、表面保護膜45で覆われており、この表面保護膜45には、電極パッド44を露出させる開口45aが形成されている。開口45aからの電極パッド44の露出面上には、表面保護膜45の表面から突出する突起電極46が形成されている。

- [0044] 電極パッド41, 44は、図2に示す半導体装置1の電極パッド11と同様の材料からなる。表面保護膜42, 45は、図2に示す半導体装置1の表面保護膜12と同様の材料からなる。突起電極43, 46は、図2に示す半導体装置1の突起電極13と同様の材料からなる。

突起電極43は、第2半導体チップ34(突起電極43)に対向する上面43a、および第1半導体チップ33と第2半導体チップ34との対向方向にほぼ沿った側面43bを有

している。同様に、突起電極46は、第1半導体チップ33(突起電極43)に対向する上面46a、および第1半導体チップ33と第2半導体チップ34との対向方向にほぼ沿った側面46bを有している。突起電極43と突起電極46とは、ほぼ同じ大きさおよび形状を有している。突起電極43と突起電極46とは、機能面33a, 34aを垂直に見下ろす平面視において、ほぼ重なるように配置されている。

- [0045] 突起電極43と突起電極46とは、接続部材47により接続されている。接続部材47は、図2に示す半導体装置1の接続部材15と同様の材料からなる。突起電極43の上面43aおよび側面43b、ならびに突起電極46の上面46aおよび側面46bは、そのほぼ全域が接続部材47に覆われている。これにより、半導体装置31の信頼性が向上されているとともに、突起電極43と突起電極46との接続強度が向上されている。

- [0046] 機能面33aからの突起電極43の高さD4と、機能面34aからの突起電極46の高さD5との和は、機能面33aと機能面34aとの間隔D6の2分の1以上である(下記数式(2)参照)。

$$D4 + D5 \geq (1/2) \cdot D6 \quad (2)$$

すなわち、機能面33aと機能面34aとの対向方向において、電気抵抗率が高い接続部材47の長さ(厚さ)は短い。したがって、この半導体装置31における第1半導体チップ33と第2半導体チップ34との間の電気抵抗は低い。

- [0047] 図6は、図4および図5に示す半導体装置31の変形例に係る半導体装置の構造を示す図解的な断面図である。図6において、図5に示す各部に対応する部分には、図5と同じ参照符号を付している。図6では、導電部材38付近を拡大して示している。

この半導体装置31Aにおいて、機能面33aからの突起電極43の高さD7と、機能面34aからの突起電極46の高さD8との和は、機能面33aと機能面34aとの間隔D9の2分の1以上である(下記数式(3)参照)。

$$D7 + D8 \geq (1/2) \cdot D9 \quad (3)$$

また、この半導体装置31Aでは、機能面34aからの突起電極46の高さD8は、機能面33aからの突起電極43の高さD7より大きくされている($D7 < D8$)。

この半導体装置31Aに温度サイクルが与えられると、導電部材38の熱膨張係数とアンダーフィル層36の熱膨張係数との差により、導電部材38に応力が加わる。この応力は、機能面33a, 34aに垂直な方向に関して、対向する機能面33aと機能面34aとの中間部C(図6に一点鎖線で示す。)で最大となる。

- [0049] 一方、突起電極43と突起電極46との接続部分(接続部材47で形成される突起電極43, 46間界面)は、導電部材38に加わる応力が最大となる位置(対向する機能面33aと機能面34aとの中間部C)から、第1半導体チップ33側に片寄った(オフセットされた)位置にある。したがって、このようなアンダーフィル層36が設けられていても、温度サイクルによる突起電極43と突起電極46との接続部の破壊は起こり難い。
- [0050] 本発明の実施形態の説明は以上の通りであるが、本発明は、別の形態でも実施できる。たとえば、図5に示す半導体装置31においても、突起電極43と突起電極46との間を埋めるように、突起電極43, 46を構成する金属と低融点金属との合金からなる反応層が形成されていてもよい。

図6に示す半導体装置31Aにおいて、機能面33aからの突起電極43の高さD7と、機能面34aからの突起電極46の高さD8とは異なっていればよく、機能面33aからの突起電極43の高さD7が、機能面34aからの突起電極46の高さD8より大きくされていてもよい($D7 > D8$)。

- [0051] 本発明の実施形態について詳細に説明してきたが、これらは本発明の技術的内容を明らかにするために用いられた具体例に過ぎず、本発明はこれらの具体例に限定して解釈されるべきではなく、本発明の精神および範囲は添付の請求の範囲によつてのみ限定される。

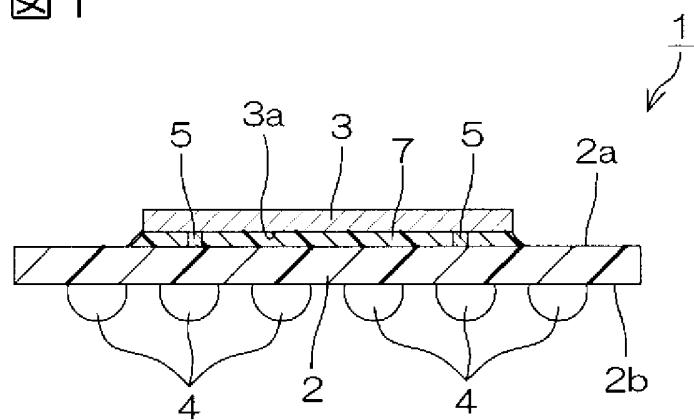
この出願は、2004年11月25日に日本国特許庁に提出された特願2004-341029に対応しており、この出願の全開示はここに引用により組み込まれるものとする。

請求の範囲

- [1] 金属からなる接続電極が突出して形成された接続面を有する固体装置と、
金属からなる突起電極が突出して形成された機能面を有し、この機能面を上記固体装置の上記接続面に対向させて、上記機能面と上記接続面との間に所定間隔を保持して接合された半導体チップと、
上記接続電極および上記突起電極より固相線温度が低い低融点金属を含み、上記固体装置の上記接続電極と上記半導体チップの上記突起電極とを接続する接続部材とを備え、
上記機能面と上記接続面との対向方向において、上記接続電極の高さと上記突起電極の高さとの和が上記所定間隔の2分の1以上である、半導体装置。
- [2] 上記接続電極は、上記半導体チップに対向する上面と、上記固体装置と上記半導体チップとの対向方向にほぼ沿った側面とを有し、
上記突起電極は、上記固体装置に対向する上面と、上記固体装置と上記半導体チップとの対向方向にほぼ沿った側面とを有し、
上記接続電極の上面および側面ならびに上記突起電極の上面および側面のほぼ全域が、上記接続部材に覆われている、請求項1記載の半導体装置。
- [3] 上記接続部材は、上記接続電極と上記突起電極との間を埋めるように配置され、
上記接続電極または上記突起電極を構成する金属と上記低融点金属との合金からなる反応層を含む、請求項1記載の半導体装置。
- [4] 上記接続電極と上記突起電極と同じ材料からなる、請求項1記載の半導体装置。
。
- [5] 上記固体装置は、上記半導体チップとは別の半導体チップである、請求項1記載の半導体装置。
- [6] 上記接続電極および上記突起電極は、上記接続電極と上記突起電極との接続部分の位置が、上記半導体チップ側または上記固体装置側に片寄るように、それぞれの高さが異ならせて形成されている、請求項5記載の半導体装置。

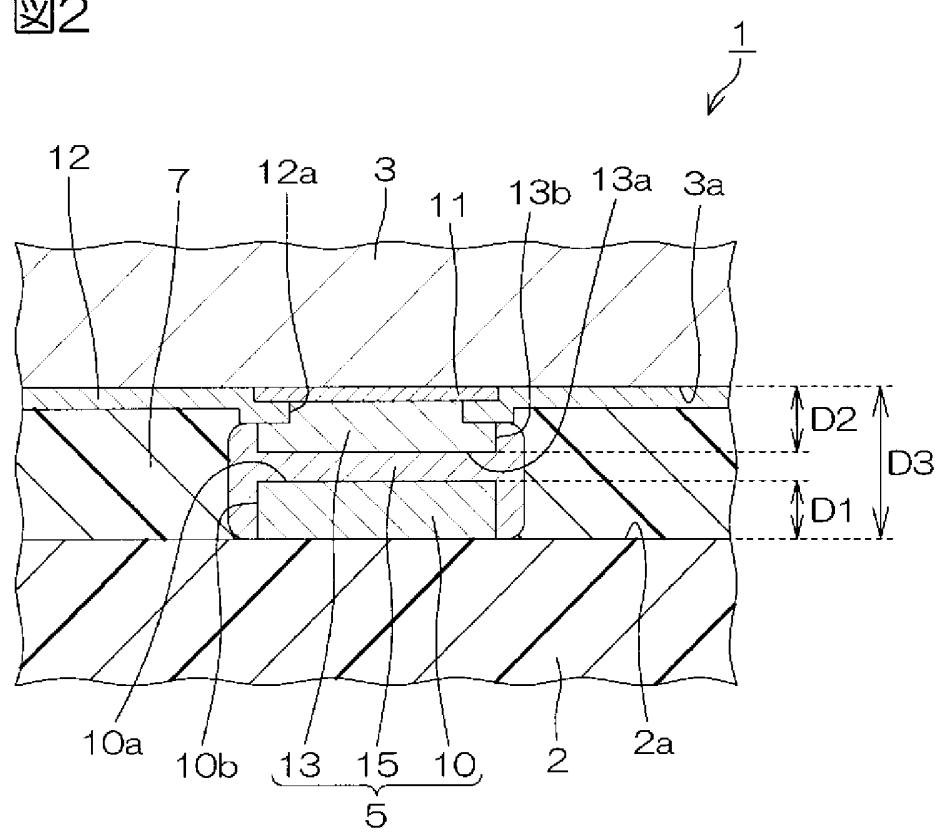
[図1]

図1

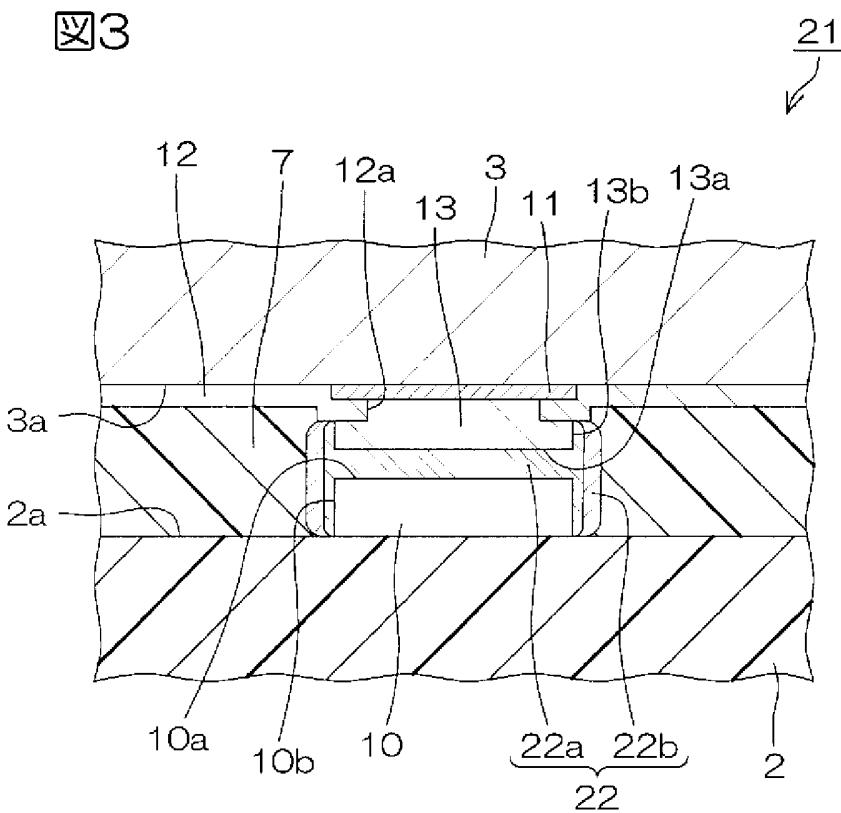


[図2]

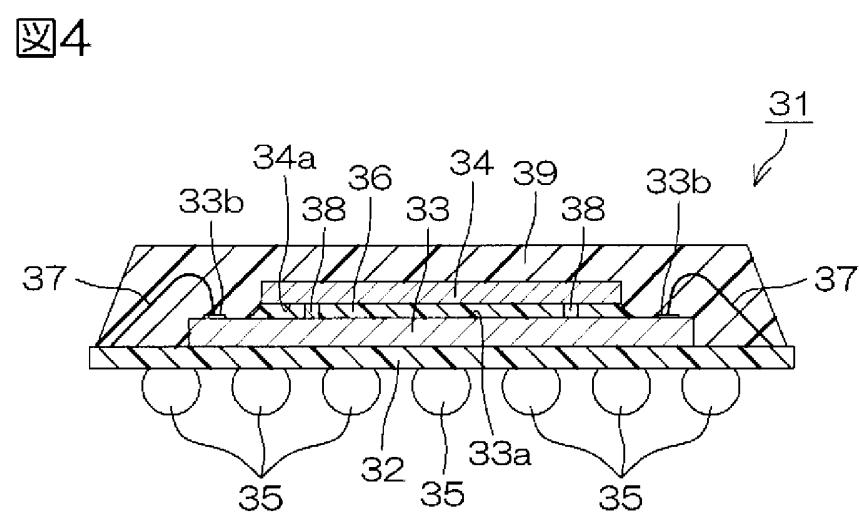
図2



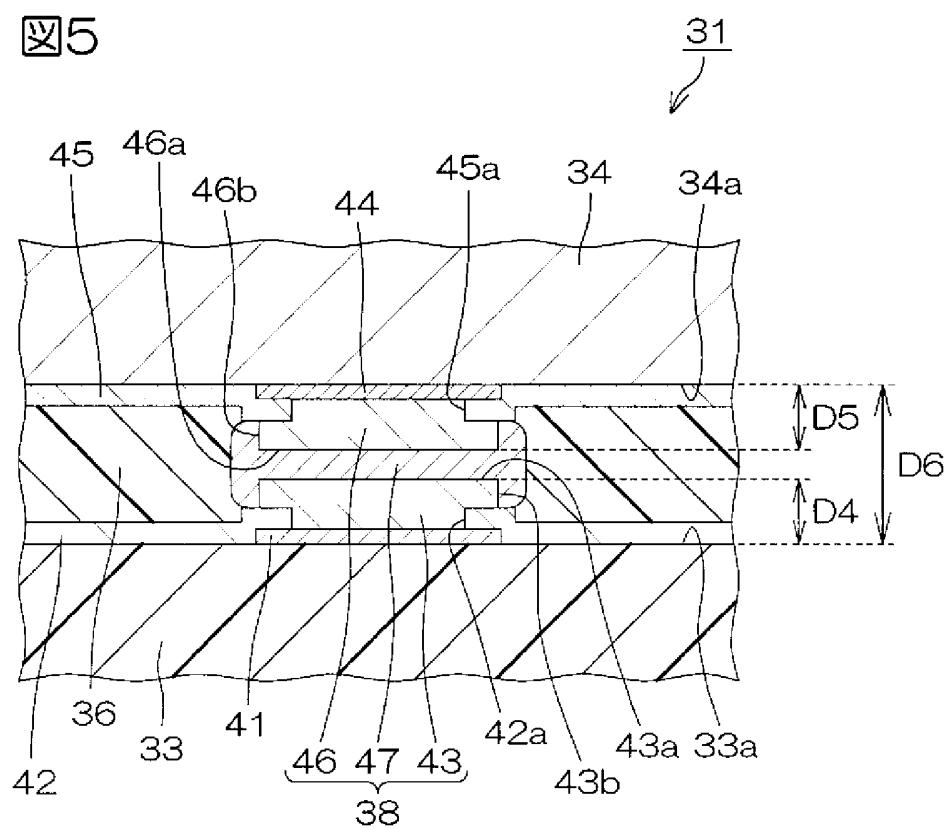
[図3]



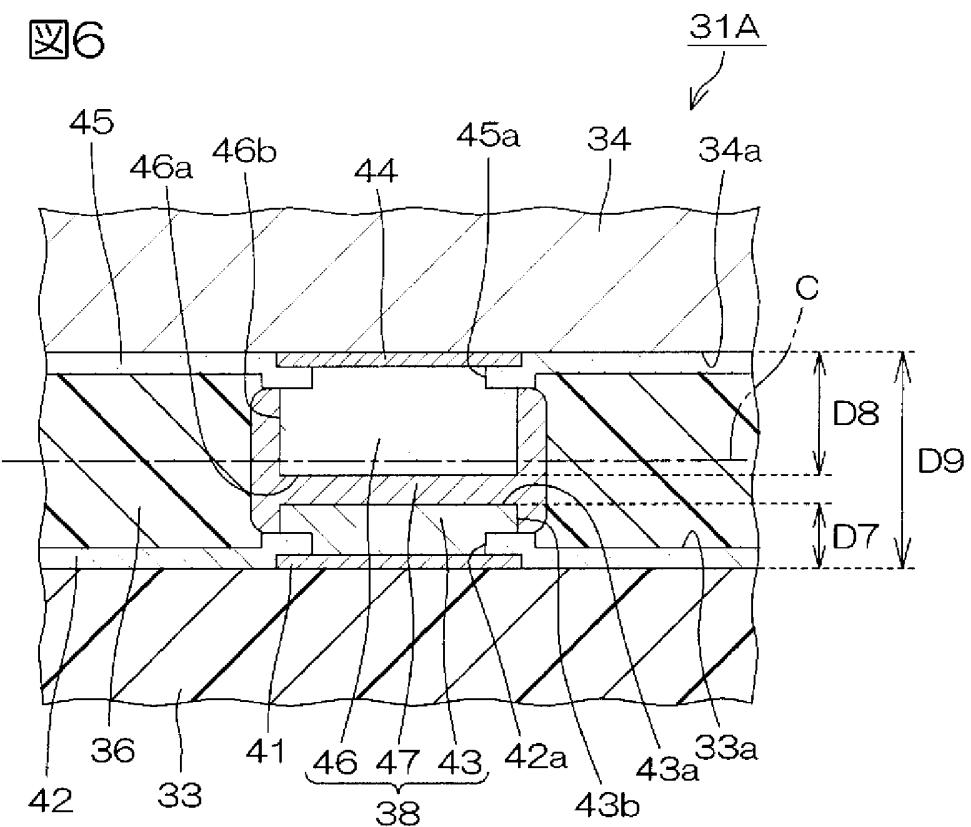
[図4]



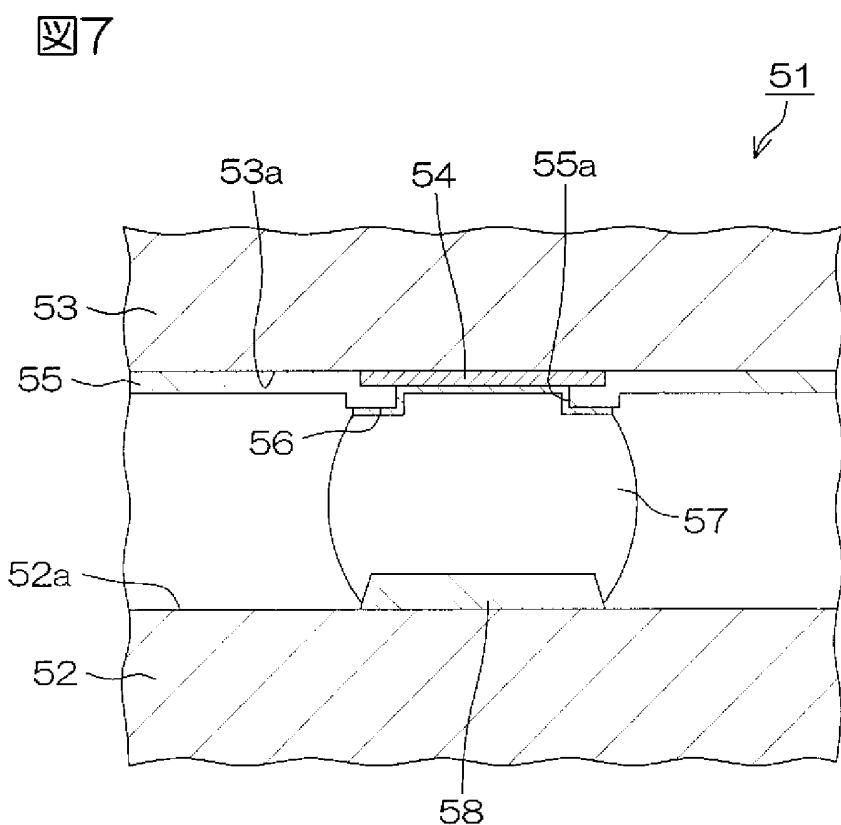
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/015979

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L21/60 (2006.01)

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)

H01L21/60 (2006.01)

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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.
Y	JP 7-211722 A (Toshiba Corp.) , 11 August, 1995 (11.08.95), Examples; Figs. 1 to 66 (Family: none)	1-6
Y	JP 2002-289768 A (Rohm Co., Ltd.) , 04 October, 2002 (04.10.02), Claim 1 & WO 2002/007219 A1 & EP 1229583 A1 & KR 2002030116 A & US 2002/0149117 A1 & TW 518740 A & US 6734556 B2 & US 2004/0169286 A1	1-6

 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
14 October, 2005 (14.10.05)

 Date of mailing of the international search report
25 October, 2005 (25.10.05)

 Name and mailing address of the ISA/
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl.⁷ H01L21/60 (2006. 01)

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.⁷ H01L 21/60

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	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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
Y	JP 7-211722 A (株式会社東芝) 1995.08.11, 【実施例】、図1-66 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2002-289768 A (ローム株式会社) 2002.10.04, 請求項1 & WO 2002/007219 A1 & EP 1229583 A1 & KR 2002030116 A & US 2002/0149117 A1 & TW 518740 A & US 6734556 B2 & US 2004/0169286 A1	1-6

 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

11.01.2006

国際調査報告の発送日

25.10.2005

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）

市川 篤

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

4R 9544