

(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
2014 年 12 月 31 日(31.12.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/207897 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 35/14 (2006.01) *C22C 13/00* (2006.01)
B22F 1/02 (2006.01) *C22C 5/06* (2006.01)
B23K 35/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/067829
- (22) 国際出願日: 2013 年 6 月 28 日(28.06.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 千住金属工業株式会社 (SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 川▲崎▼ 浩由 (KAWASAKI Hiroyoshi); 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業株式会社内 Tokyo (JP). 橋本 知彦 (HASHIMOTO Tomohiko); 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業株式会社内 Tokyo (JP). 池田 篤史 (IKEDA Atsushi); 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業株式会社内 Tokyo (JP). 六本木 貴弘 (ROP-PONGI Takahiro); 〒1208555 東京都足立区千住橋

戸町 2 3 番地 千住金属工業株式会社内 Tokyo (JP). 相馬 大輔 (SOMA Daisuke); 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業株式会社内 Tokyo (JP). 佐藤 勇 (SATO Isamu); 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業株式会社内 Tokyo (JP). 川又 勇司 (KAWAMATA Yuji); 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人山口国際特許事務所 (YAMAGUCHI INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒1130034 東京都文京区湯島 3-14-7 高村ビル 5 F Tokyo (JP).

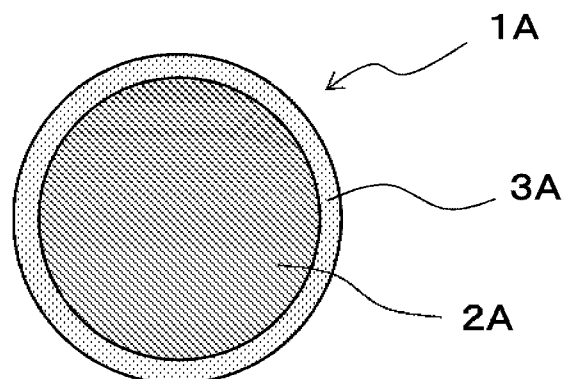
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

[続葉有]

(54) Title: SOLDER MATERIAL AND SOLDER JOINT

(54) 発明の名称: はんだ材料及びはんだ継手

[図1]



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a solder material in which the amount of radiated α -rays can be reduced. A solder ball (1A), which is a solder material, is provided with a nuclei layer (2A) having sufficient diameter to maintain distance between a bonding object and a bonded object, and a solder layer (3A) coating the nuclei layer (2A). The solder layer (3A) is configured from a metal material that: has a melting point at a temperature at which the nuclei layer (2A) does not melt, the metal material solidifying and thereby bonding the bonding object and the bonded object to each other; and has sufficient thickness to block α -rays radiated from the nuclei layer (2A).

(57) 要約: α 線の放射線量を抑えられるようにしたはんだ材料を提供することを目的とする。 はんだ材料であるはんだボール 1 A は、接合物と被接合物との間で間隔を確保する径を有した核層 2 A と、核層 2 A を被覆するはんだ層 3 A とを備え、はんだ層 3 A は、核層 2 A が非熔融である温度で熔融する融点を有し、凝固することで接合物と被接合物とを接合すると共に、核層 2 A から放射される α 線を遮蔽する厚さを有する金属材料で構成される。



WO 2014/207897 A1



SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： はんだ材料及びはんだ継手

技術分野

[0001] 本発明は、放射線、特に α 線の放射線量を抑えられるようにしたはんだ材料及びはんだ材料を使用して形成されたはんだ継手に関する。

背景技術

[0002] 近年、情報機器の小型化により、情報機器に搭載される電子部品においても急速な小型化が進行している。電子部品は、小型化の要求により接続端子の狭小化や実装面積の縮小化に対応するため、裏面に電極が設置されたボールグリッドアレイ（以下、BGAと称す）が適用されている。

[0003] BGAを適用した電子部品には、例えば半導体パッケージがある。半導体パッケージでは、電極を有する半導体チップが樹脂で封止されている。半導体チップの電極には、はんだバンプが形成されている。このはんだバンプは、はんだボールを半導体チップの電極に接合することによって形成されている。BGAを適用した半導体パッケージは、各はんだバンプがプリント基板の導電性ランドに接触するように、プリント基板上に置かれ、加熱により溶融したはんだバンプとランドが接合することにより、プリント基板に搭載される。また、更なる高密度実装の要求に対応するため、半導体パッケージが高さ方向に積み重ねられた3次元高密度実装が検討されている。

[0004] しかし、3次元高密度実装がなされた半導体パッケージにBGAが適用されると、半導体パッケージの自重によりはんだボールが潰れてしまい、電極間で接続短絡が発生する。これは、高密度実装を行う上での支障となる。

[0005] そこで、電子部品の電極にペーストでCuボールが接合されたはんだバンプが検討されている（例えば、特許文献1参照）。Cuボールを有するはんだバンプは、電子部品がプリント基板に実装される際、半導体パッケージの重量がはんだバンプに加わっても、はんだの融点では溶融しないCuボールにより半導体パッケージを支えることができる。従って、半導体パッケージの自重

によりはんだハンブが潰れることがない。

[0006] ところで、電子部品の小型化は高密度実装を可能にするが、電子部品の高密度実装は、ソフトエラーという問題を引き起こすことになった。ソフトエラーは半導体集積回路（以下、ICと称する）のメモリセル中に放射線である α 線が進入することにより記憶内容が書き換えられる可能性があるというものである。 α 線は、はんだ合金中のU、Th、 ^{210}Po 等の放射性元素が α 崩壊することにより放射されると考えられている。そこで、近年では、放射性元素の含有量を低減した低 α 線のはんだ材料の開発が行われている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：国際公開第95／24113号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] Cuボールを有するはんだバンプでは、Cuの精錬を、Cuを1000℃程度まで加熱する工程を経るため、 α 線を放出する ^{210}Po 等の放射性元素が揮発し得る条件となり、放射される α 線量が低く抑えられると考えられる。また、 α 線の放出に関与する元素を含まないような純度の高いCuボールを使用することも考えられる。

[0009] しかし、従来からのCu等の金属の精錬では、 α 線の放出に関与する元素を揮発により除去できるようにすることを考慮したものではない。また、純度の高い金属の使用はコストの上昇につながる。更に、放射される α 線量が低い材料を使用する場合、使用できる材料に制約が生じる。

[0010] 本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、放射線、特に α 線の放射線量を抑えられるようにしたはんだ材料及びはんだ材料を使用して形成されたはんだ継手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

[0011] 発明者らは、はんだ材料から放射される α 線量の許容値より α 線量が低い

材料で、核層となる材料を被覆することで、核層から放射される α 線量の高低によらず、 α 線の放射を抑えることができることを見出した。

[0012] 本発明は、接合物と被接合物との間で間隔を確保する大きさを有した核層と、核層を被覆する被覆層とを備え、被覆層は、核層が非溶融である温度で溶融する融点を有し、凝固することで接合物と被接合物とを接合すると共に、核層、被覆層の内側に設けられる機能層と機能層の内側に設けられる核層の何れか、あるいは、核層と機能層の双方から放射される放射線を遮蔽する厚さを有する金属材料で構成されるはんだ材料である。また、本発明は、このはんだ材料を使用して形成されたはんだ継手である。

[0013] 本発明では、被覆層は、核層が非溶融である温度で溶融する融点を有し、凝固することで接合物と被接合物とを接合するSn単体、Snを含む合金材料、あるいはPbを非含有としたSnを含む合金材料、In単体、Inを含む合金材料の何れかで構成されることが好ましい。

[0014] また、本発明では、Snを含む合金材料として、Snと、Cu、Ni、Ag、Bi、Pb、Al、Fe、Zn、In、Ge、Ga、Sb、Coのうち何れか1つ以上を含有する合金で被覆層が構成されることが好ましい。

[0015] 更に、本発明では、核層は、被覆層が溶融する温度で非溶融である融点を有したCu、Ni、Ag、Bi、Pb、Al、Sn、Fe、Zn、In、Ge、Sb、Co、Mn、Au、Si、Pt、Cr、La、Mo、Nb、Pd、Ti、Zr、Mgの金属単体、金属酸化物、金属混合酸化物、あるいは合金で構成されることが好ましい。

[0016] また、核層は、被覆層が溶融する温度で非溶融である樹脂材料、炭素材料、あるいはセラミックスで構成されることが好ましい。

[0017] 更に、被覆層は、核層、核層と機能層の何れか、あるいは、核層と機能層の双方から放射される α 線を遮蔽して、被覆層を透過した α 線量を 0.0200cph/cm^2 以下とする厚さを有すると共に、被覆層から放射される α 線量を 0.0200cph/cm^2 以下とした金属材料で構成されることが好ましい。また、被覆層から放射される α 線量は、更なる高密度実装でのソフトエラーを抑制する観点から、好ましくは 0.0020cph/cm^2 以下であり、より好ましくは 0.0010cph/cm^2 以下で

ある。更に、被覆層の厚さは、 $1\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下で構成されることが好ましい。

発明の効果

[0018] 本発明では、被覆層自体から放射される放射線である α 線が、はんだ材料から放射される α 線量の許容値以下で、かつ、被覆層が、核層、被覆層の内側に設けられる機能層と機能層の内側に設けられる核層の何れか、あるいは、核層と機能層の双方から放射される α 線を遮蔽することができる厚さを有する構成とした。

[0019] これにより、本発明では、はんだ材料から放射される α 線量を所定の許容値以下に抑えることができ、 α 線に起因するソフトエラーの発生を抑えることができる。また、 α 線に起因するソフトエラーの発生を抑えた構成で、従来 α 線量を低減することが困難であった材料も核層として使用できるようになり、核層を構成する材料の選択の幅を広げることができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本実施の形態のはんだボールの一例を示す断面図である。

[図2]本実施の形態のはんだボールの使用状態であるはんだ継手の一例を示す断面図である。

[図3]本実施の形態のはんだボールの変形例を示す断面図である。

[図4]本発明のはんだ材料の他の変形例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0021] <本実施の形態のはんだボールの構成例>

図1は、本実施の形態のはんだボールの一例を示す断面図、図2は、本実施の形態のはんだボールの使用状態であるはんだ継手の一例を示す断面図で、本発明のはんだ材料の実施の形態として、はんだボールを例に説明する。

[0022] 本実施の形態のはんだボール1Aは、図1に示すように、所望の直径を有した球状の核層2Aと、核層2Aを被覆するはんだ層3Aを備える。はんだ継手12Aは、図2に示すように、接合物である半導体チップ10の電極10aと、被接合物であるプリント基板11の導電性ランド11aとの間に配

置される。

[0023] はんだボール 1 A は、最外層を構成するはんだ層 3 A が加熱により熔融し、熔融したはんだ層 3 A が凝固することではんだ継手 1 2 A を形成し、電極 1 0 a と導電性ランド 1 1 a を接合する。はんだ継手 1 2 A は、はんだ層 3 A によって被覆された核層 2 A で、半導体チップ 1 0 とプリント基板 1 1 との間隔を確保する。

[0024] 核層 2 A は、はんだ層 3 A の融点 T_{m1} で非熔融である融点 T_{m2} ($T_{m2} > T_{m1}$) を有した金属材料、あるいは樹脂材料で構成される。核層 2 A として金属材料を選択した場合には、はんだ層 3 A の融点 T_{m1} より高い融点 T_{m2} を有した金属材料として、例えば、Cu、Ni、Ag、Bi、Pb、Al、Sn、Fe、Zn、In、Ge、Sb、Co、Mn、Au、Si、Pt、Cr、La、Mo、Nb、Pd、Ti、Zr、Mg 等の金属単体、金属酸化物、金属混合酸化物、あるいは合金で構成される。また、核層 2 A は、上述したこれら金属材料に、添加元素として P 等を加えても良い。

[0025] 核層 2 A は、半導体チップ 1 0 の電極 1 0 a と、プリント基板 1 1 の導電性ランド 1 1 a とを接合したはんだ層 3 A に被覆された状態で、電極 1 0 a と導電性ランド 1 1 a との間に介在して、半導体チップ 1 0 とプリント基板 1 1 との間隔を確保する直径を有する。

[0026] はんだ層 3 A は被覆層の一例で、核層 2 A の融点 T_{m2} より低い融点 T_{m1} を有した金属材料で構成される。はんだ層 3 A は、はんだ層 3 A 自体の融点 T_{m1} 以上の温度で、かつ、核層 2 A の融点 T_{m2} より低い温度での加熱で熔融し、凝固することで、半導体チップ 1 0 の電極 1 0 a とプリント基板 1 1 の導電性ランド 1 1 a とを接合する。

[0027] また、はんだ層 3 A は、はんだボール 1 A 及びはんだ継手 1 2 A から放射される放射線である α 線の放射を抑えるため、はんだ層 3 A 自体から放射される α 線が所定値以下の金属材料で構成される。更に、はんだ層 3 A は、核層 2 A から放射される α 線を遮蔽して、はんだボール 1 A 及びはんだ継手 1 2 A から放射される α 線量を所定の許容値以下に抑えることができる厚さを有する。

[0028] はんだ層 3 A は、上述した条件を満たす金属材料として、例えば、Sn 単体、Sn 系の合金材料、あるいは Pb を非含有とした Sn 系の合金材料、In 単体、In 系の合金材料で構成される。はんだ層 3 A は、Sn 系の合金材料として、Sn-Ag-Cu、Sn-Ag、Sn-Cu、Sn-Bi、Sn-In、Sn-Pb 等で構成される。また、はんだ層 3 A は上述したこれら合金に、他の元素を添加した合金で構成される。はんだ層 3 A は、上述所望の金属材料で、核層 2 A の表面にめっきによる層を形成して構成される。

[0029] はんだボール 1 A 及びはんだ継手 1 2 A では、はんだボール 1 A 及びはんだ継手 1 2 A から放射される α 線量の許容値 As_1 に対して、核層 2 A から放射される α 線量 As_2 と、はんだ層 3 A から放射される α 線量 As_3 が、許容値 As_1 より共に低ければ、はんだボール 1 A 及びはんだ継手 1 2 A から放射される α 線量は許容値 As_1 以下に抑えられる。

[0030] 一方、核層 2 A から放射される α 線量 As_2 が、はんだボール 1 A 及びはんだ継手 1 2 A から放射される α 線量の許容値 As_1 より大きくても、核層 2 A から放射される α 線をはんだ層 3 A で遮蔽することで、はんだボール 1 A 及びはんだ継手 1 2 A から放射される α 線量を許容値 As_1 以下に抑えることができる。

[0031] そこで、はんだ層 3 A は、はんだ層 3 A 自体から放射される α 線量 As_3 が、はんだボール 1 A 及びはんだ継手 1 2 A から放射される α 線量の許容値 As_1 以下の金属材料で構成される。

[0032] また、はんだ層 3 A は、核層 2 A から放射される α 線量 As_2 が、はんだボール 1 A 及びはんだ継手 1 2 A から放射される α 線量の許容値 As_1 より大きい場合であっても、核層 2 A から放射される α 線を遮蔽することで、はんだボール 1 A 及びはんだ継手 1 2 A から放射される α 線量を許容値 As_1 に抑えることができる厚さで構成される。

[0033] ここで、はんだ層 3 A は、溶融及び凝固することで、半導体チップ 1 0 の電極 1 0 a とプリント基板 1 1 の導電性ランド 1 1 a とを接合可能で、凝固後であっても、核層 2 A を被覆して、核層 2 A から放射される α 線を遮蔽し

得る厚さで構成される。

[0034] また、凝固後のはんだ層 3 A が厚くなると、核層 2 A から放射される α 線を遮蔽する効果が向上する一方、半導体チップ 10 とプリント基板 11 との間隔に影響を及ぼす。このため、はんだ層 3 A は、半導体チップ 10 とプリント基板 11 との間隔を、凝固後のはんだ層 3 A で被覆された核層 2 A により確保し得る厚さで構成される。

[0035] 核層 2 A をはんだ層 3 A で被覆したはんだボール 1 A 及びはんだ継手 12 A では、はんだ層 3 A 自体から放射される α 線が、はんだボール 1 A 及びはんだ継手 12 A から放射される α 線量の許容値以下で、かつ、はんだ層 3 A が、核層 2 A から放射される α 線を遮蔽して、はんだボール 1 A 及びはんだ継手 12 A から放射される α 線量を所定の許容値以下に抑えることができる厚さを有する構成とすれば、 α 線に起因するソフトエラーの発生を抑えることができる。また、核層として使用できる材料の選択の幅を広げることができる。

[0036] これにより、 α 線の放射が抑えられ、接合物と被接合物との間隔を確保する等、所望の特性を有したはんだボール 1 A を、安価に提供できる。

[0037] <本実施の形態のはんだボールの変形例>

図 3 は、本実施の形態のはんだボールの変形例を示す断面図である。本実施の形態の変形例のはんだボール 1 B は、所望の直径を有した球状の核層 2 B と、核層 2 B を被覆する 1 層以上の機能層 4 B と、核層 2 B 及び機能層 4 B を被覆するはんだ層 3 B を備える。

[0038] 核層 2 B は、核層 2 A と同様に、はんだ層 3 B の融点で非溶融である融点を有した金属材料、あるいは樹脂材料で構成される。核層 2 B は、金属材料であれば、例えば、Cu、Ni、Ag、Bi、Pb、Al、Sn、Fe、Zn、In、Ge、Sb、Co、Mn、Au、Si、Pt、Cr、La、Mo、Nb、Pd、Ti、Zr、Mg 等の金属単体、金属酸化物、金属混合酸化物、あるいは合金、これら金属材料に、添加元素として P 等を加えた合金の何れかで構成される。

[0039] 機能層 4 B は、はんだ層 3 B の融点で非溶融である融点を有した金属材料

、あるいは樹脂材料で構成される。機能層 4 B は、核層 2 B の表面に、例えば Ni によるめっき層を設けて構成される。なお、核層として樹脂材料を選択した場合には、はんだ層を形成するために、Ni 等による下地めっき層が必須となることは従来どおりである。

[0040] はんだ層 3 B は被覆層の一例で、核層 2 B 及び機能層 4 B の融点より低い融点を有した金属材料で構成される。はんだ層 3 B は、はんだ層 3 B 自体の融点以上の温度で、かつ、核層 2 B 及び機能層 4 B の融点より低い温度での加熱で溶融し、凝固することで、接合物と被接合物を接合する。

[0041] また、はんだ層 3 B は、はんだボール 1 B から放射される放射線である α 線の放射を抑えるため、はんだ層 3 B 自体から放射される α 線が所定値以下の金属材料で構成される。更に、はんだ層 3 B は、核層 2 B あるいは機能層 4 B、または、核層 2 B 及び機能層 4 B から放射される α 線を遮蔽して、はんだボール 1 B から放射される α 線量を所定の許容値以下に抑えることができる厚さを有する。

[0042] はんだ層 3 B は、上述した条件を満たす金属材料として、例えば、Sn-Ag-Cu、Sn-Ag、Sn-Cu、Sn-Bi、Sn-In、Sn-Pb 等、または、これら合金に、他の元素を添加した合金で構成される。

[0043] はんだボール 1 B では、核層 2 B の表面に、機能層 4 B として Ni によるめっき層を設けることで、はんだ層 3 B をめっきにより形成する工程で、核層 2 B の表面に均一なはんだ層 3 B を形成することができる。

[0044] ここで、核層 2 B あるいは機能層 4 B、または、核層 2 B 及び機能層 4 B から放射される α 線量が、はんだボール 1 B から放射される α 線量の許容値より大きくても、核層 2 B あるいは機能層 4 B、または、核層 2 B 及び機能層 4 B から放射される α 線をはんだ層 3 B で遮蔽することで、はんだボール 1 B から放射される α 線量を許容値以下に抑えることができる。

[0045] そこで、はんだ層 3 B は、はんだ層 3 B 自体から放射される α 線量が、はんだボール 1 B から放射される α 線量の許容値以下の金属材料で構成される。

[0046] また、はんだ層 3 B は、核層 2 B あるいは機能層 4 B、または、核層 2 B 及び機能層 4 B から放射される α 線量が、はんだボール 1 B から放射される α 線量の許容値より大きい場合であっても、核層 2 B あるいは機能層 4 B、または、核層 2 B 及び機能層 4 B から放射される α 線を遮蔽することで、はんだボール 1 B から放射される α 線量を許容値に抑えることができる厚さで構成される。

[0047] 変形例のはんだボール 1 B では、核層 2 B とはんだ層 3 B に加えて、はんだ層 3 B の内側に所定の機能層 4 B を設けて多層構造とした。このような多層構造のはんだボール 1 B では、機能層 4 B から放射される α 線量が、はんだボール 1 B から放射される α 線量の許容値より大きい場合であっても、機能層 4 B から放射される α 線をはんだ層 3 B で遮蔽することができ、機能層として使用できる材料の制約を削減することができる。

[0048] また、機能層 4 B から放射される α 線量が、はんだボール 1 B から放射される α 線量の許容値より小さい場合であれば、核層 2 B から放射される α 線を、機能層 4 B とはんだ層 3 B で遮蔽することができる。

[0049] このように、多層構造のはんだボール 1 B では、はんだ層 3 B 自体から放射される α 線が、はんだボール 1 B から放射される α 線量の許容値以下で、かつ、はんだ層 3 B が、核層 2 B あるいは機能層 4 B、または、核層 2 B 及び機能層 4 B から放射される α 線を遮蔽して、はんだボール 1 B から放射される α 線量を所定の許容値以下に抑えることができる厚さを有する構成とすれば、 α 線に起因するソフトエラーの発生を抑えることができる。また、核層及び機能層として使用できる材料の選択の幅を広げることができる。

[0050] これにより、 α 線の放射が抑えられ、接合物と被接合物との間隔を確保する等、所望の特性を有したはんだボール 1 B を、安価に提供できる。

[0051] <本発明のはんだ材料の他の変形例>

図 4 は、本発明のはんだ材料の他の変形例を示す断面図である。上述した各実施の形態では、はんだ材料として、球状のはんだボールを例に説明したが、図 4 に示すように、球状以外の形状、例えば、直方体状、あるいは立方

体状の核層 2 B を、1 層以上の機能層 4 B とはんだ層 3 B で被覆する形状としてはんだ材料 1 C を構成しても良い。また、機能層 4 B を設けない構成としても良い。

[0052] また、本発明のはんだ材料が球状のはんだボールとして使用される際は、はんだボールの直径は $1\sim 1000\mu\text{m}$ であることが好ましい。この範囲にあると、球状のはんだボールを安定して製造でき、また、端子間が狭ピッチである場合の接続短絡を抑制することができる。

[0053] ここで、例えば、本発明に係るはんだボールの直径が $1\sim 300\mu\text{m}$ 程度である場合、「はんだボール」の集合体は「はんだパウダ」と称されてもよい。ここに、「はんだパウダ」は、上述の特性を個々のはんだパウダが備えた、多数のはんだボールの集合体である。例えば、ソルダペースト中の粉末として配合されるなど、単一のはんだボールとは使用形態において区別される。同様に、はんだバンプの形成に用いられる場合にも、集合体として通常扱われるため、そのよう形態で使用される「はんだパウダ」は単一のはんだボールとは区別される。

実施例

[0054] 核層 2 A として 30ppmAg を添加して球状に形成した $\text{Ag}30\text{ppm-Bi}$ 、はんだ層 3 A として $\text{Sn}100\%$ を使用して、はんだ層 3 A の厚さを異ならせて実施例のはんだボール 1 A を作成し、はんだボール 1 A から放射される α 線量を測定した。比較例として、はんだ層 3 A を設けていない核層 2 A から放射される α 線量を測定した。

[0055] まず、実施例で使したはんだボール 1 A の作成方法について、本発明に係る核層 2 A として $\text{Ag}30\text{ppm-Bi}$ ボールを用い、はんだ層 3 A をバレルめっき法を用いて形成してはんだボール 1 A とする場合を例に説明する。

[0056] 本発明に係る核層 2 A は、公知のアトマイズ法等により形成された球状の $\text{Ag}30\text{ppm-Bi}$ ボールを用いた。この用意した $\text{Ag}30\text{ppm-Bi}$ ボールに、本発明に係るはんだ層 3 A の形成方法の一例としてバレルめっき法を用いた場合を以下に説明する。

[0057] はんだめっき液は、次のように作成した。攪拌容器にめっき液調整に必要な水の1/3と、54重量%のメタンスルホン酸水溶液の全容量を入れ敷水とした。次に、錯化剤であるメルカプタン化合物の一例であるアセチルシステインを入れ溶解確認後、他の錯化剤である芳香族アミノ化合物の一例である2, 2'-ジチオジアニリンを入れた。薄水色のゲル状の液体になったら速やかにメタンスルホン酸第一錫を入れた。次にめっき液に必要な水の2/3を加え、最後に界面活性剤の一例である α -ナフトールポリエトキシレート（EO 10モル）3g/Lを入れ、めっき液の調整は終了した。めっき液中のメタンスルホン酸の濃度が2.64mol/L、錫イオン濃度が0.337mol/Lであるめっき液を作成した。

[0058] 実施例1、実施例2及び比較例において、核層2Aの直径は350 μ mとした。実施例1では、はんだ層3Aの厚さを10 μ mとした。実施例1では、はんだ層3Aの厚さを10 μ mとすることで、はんだボール1Aの直径は370 μ mとなる。また、実施例2では、はんだ層3Aの厚さを30 μ mとした。実施例2では、はんだ層3Aの厚さを30 μ mとすることで、はんだボール1Aの直径は410 μ mとなる。

[0059] 本発明の実施例1に示す直径350 μ mのAg30ppm-Biボールに膜厚（片側）10 μ mのSnはんだめっき被膜を形成する場合、約0.048クーロンの電気量を要する。

[0060] また、本発明の実施例2に示す直径350 μ mのAg30ppm-Biボールに膜厚（片側）30 μ mのSnはんだめっき被膜を形成する場合、約0.16クーロンの電気量を要する。

[0061] これらの電気量は、ファラディの電気分解の法則により下記式（1）により所望のはんだめっきの析出量を見積もり、電気量を算出して、算出した電気量となるように電流をめっき液に通電し、およびめっき液を流動させながらめっき処理を行う。めっき槽の容量はAg-Biボールおよびめっき液の総投入量に応じて決定することができる。

[0062] $w(g) = (I \times t \times M) / (Z \times F) \cdots \text{式}(1)$

[0063] 式(1)中、 w は電解析出量(g)、 I は電流(A)、 t は通電時間(秒)、 M は析出する元素の原子量(Snの場合、118.71)、 Z は原子価(Snの場合は2価)、 F はファラディ定数(96500クーロン)であり、電気量 Q (A・秒)は($I \times t$)で表される。

[0064] α 線の測定は、JEDECに基づくガスフロー型の装置にて行った。サンプルは24時間PRガス中にて保管したものを使用し、サンプル面積は900cm²、測定時間は72時間とした。なお、最初の10時間は、空気中の α 線量の誤差が生じるため、測定には使用しない。

[0065] α 線量の測定結果を表1に示す。

[0066] [表1]

	実施例1	実施例2	比較例
はんだ層	10 μ m	30 μ m	無
α 線量	0.0160cph/cm ²	0.0107cph/cm ²	0.0898cph/cm ²

[0067] 表1の比較例に示すように、はんだ層3Aを設けていない核層2Aから放射される α 線量は、0.0898cph/cm²であった。これに対して、核層2Aを被覆したはんだ層3Aの厚さを10 μ mとした実施例1では、はんだボール1Aから放射される α 線量は、0.0160cph/cm²であった。また、核層2Aを被覆したはんだ層3Aの厚さを30 μ mとした実施例2では、はんだボール1Aから放射される α 線量は、0.0107cph/cm²であった。

[0068] 以上の測定結果から、核層2Aをはんだ層3Aで被覆することで、はんだボール1Aから放射される α 線量が減少することが判った。そして、はんだ層3Aの厚さを増やすことで、はんだボール1Aから放射される α 線量が減少する傾向にあることが判った。

[0069] はんだボール1Aから放射される α 線量の許容値As1が0.0200cph/cm²程度である場合、核層2Aから放射される α 線量As2が、はんだボール1Aから放射される α 線量の許容値As1より大きい場合であっても、核層2Aを厚さ10 μ m

以上のはんだ層 3 A で被覆することで、はんだボール 1 A から放射される α 線量を許容値 $As1(0.0200\text{cph/cm}^2)$ 以下に抑えられることが判った。

産業上の利用可能性

[0070] 本発明は、BGA を適用した電子部品の実装で使用するはんだボールに適用される。

符号の説明

[0071] 1 A, 1 B . . . はんだボール、2 A, 2 B . . . 核層、3 A, 3 B . . . はんだ層、4 B . . . 機能層

請求の範囲

- [請求項1] 接合物と被接合物との間で間隔を確保する大きさを有した核層と、前記核層を被覆する被覆層とを備え、
前記被覆層は、前記核層が非溶融である温度で溶融する融点を有し、凝固することで前記接合物と前記被接合物とを接合すると共に、前記核層、前記被覆層の内側に設けられる機能層と前記機能層の内側に設けられる前記核層の何れか、あるいは、前記核層と前記機能層の双方から放射される α 線を遮蔽して、前記被覆層を透過した α 線量を0.0200cph/cm²以下とする厚さを有すると共に、前記被覆層から放射される α 線量を0.0200cph/cm²以下とした金属材料で構成されることを特徴とするはんだ材料。
- [請求項2] 前記被覆層は、前記核層が非溶融である温度で溶融する融点を有し、凝固することで前記接合物と前記被接合物とを接合するSn単体、Snを含む合金材料、あるいはPbを非含有としたSnを含む合金材料、In単体、Inを含む合金材料の何れかで構成されることを特徴とする請求項1に記載のはんだ材料。
- [請求項3] 前記被覆層は、Snを含む合金材料として、Snと、Cu、Ni、Ag、Bi、Pb、Al、Fe、Zn、In、Ge、Ga、Sb、Coのうち何れか1つ以上を含有する合金で構成されることを特徴とする請求項2に記載のはんだ材料。
- [請求項4] 前記核層は、前記被覆層が溶融する温度で非溶融である融点を有したCu、Ni、Ag、Bi、Pb、Al、Sn、Fe、Zn、In、Ge、Sb、Co、Mn、Au、Si、Pt、Cr、La、Mo、Nb、Pd、Ti、Zr、Mgの金属単体、金属酸化物、金属混合酸化物、あるいは合金で構成されることを特徴とする請求項1～請求項3の何れか1項に記載のはんだ材料。
- [請求項5] 前記核層は、前記被覆層が溶融する温度で非溶融である樹脂材料で構成される

ことを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 の何れか 1 項に記載のはんだ材料。

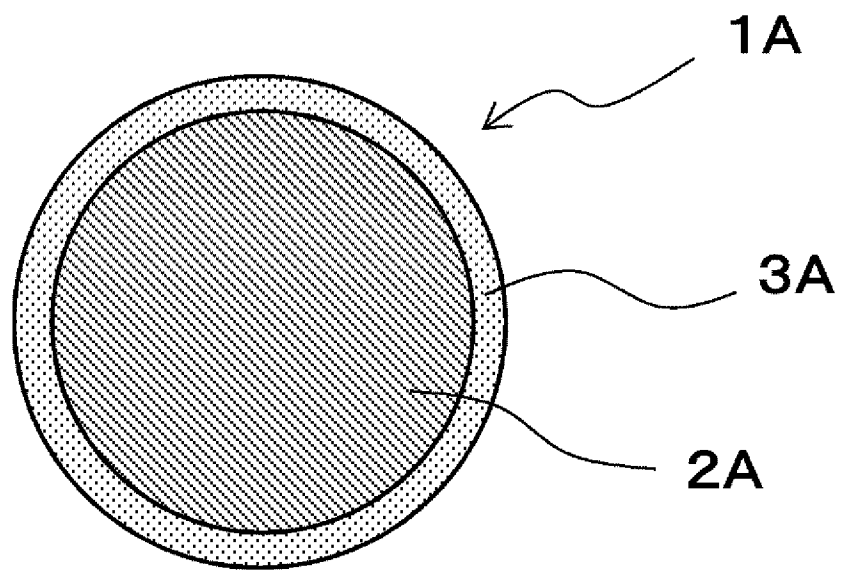
[請求項6] 前記被覆層の厚さは、1 μ m以上1000 μ m以下で構成されることを特徴とする請求項 1 ～請求項 5 の何れか 1 項に記載のはんだ材料。

[請求項7] 前記被覆層から放射される α 線量が0.0020cph/cm²以下であることを特徴とする請求項 1 ～請求項 6 の何れか 1 項に記載のはんだ材料。

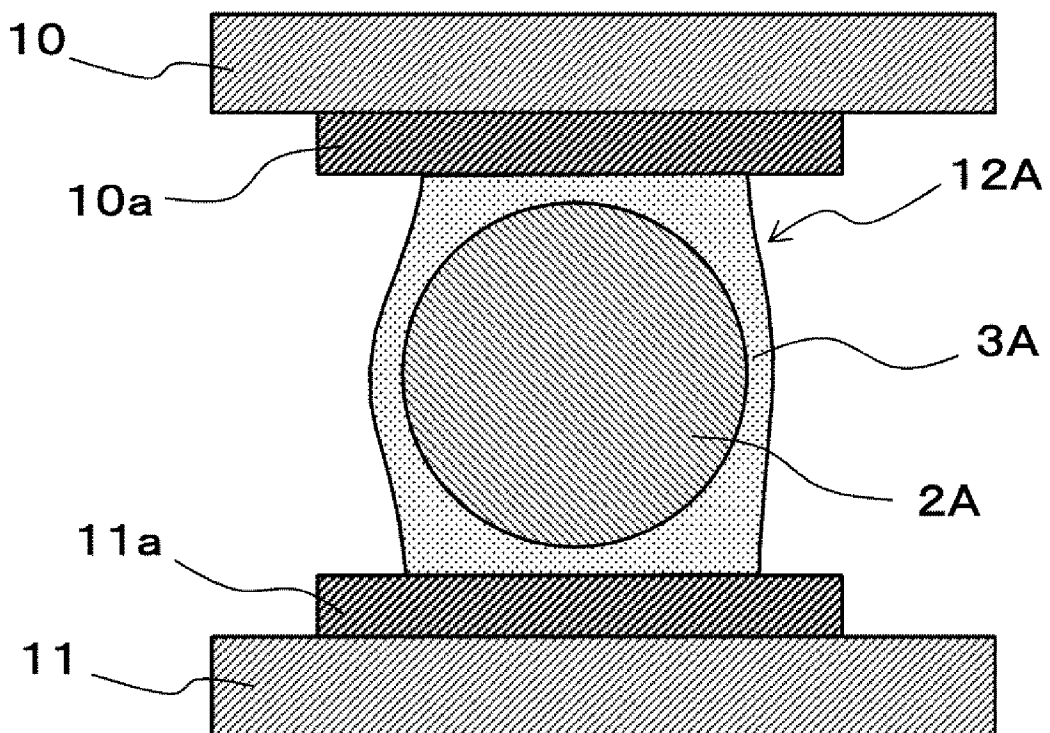
[請求項8] 前記被覆層から放射される α 線量が0.0010cph/cm²以下であることを特徴とする請求項 1 ～請求項 6 の何れか 1 項に記載のはんだ材料。

[請求項9] 請求項 1 ～請求項 8 のいずれか 1 項に記載のはんだ材料を使用して形成されたことを特徴とするはんだ継手。

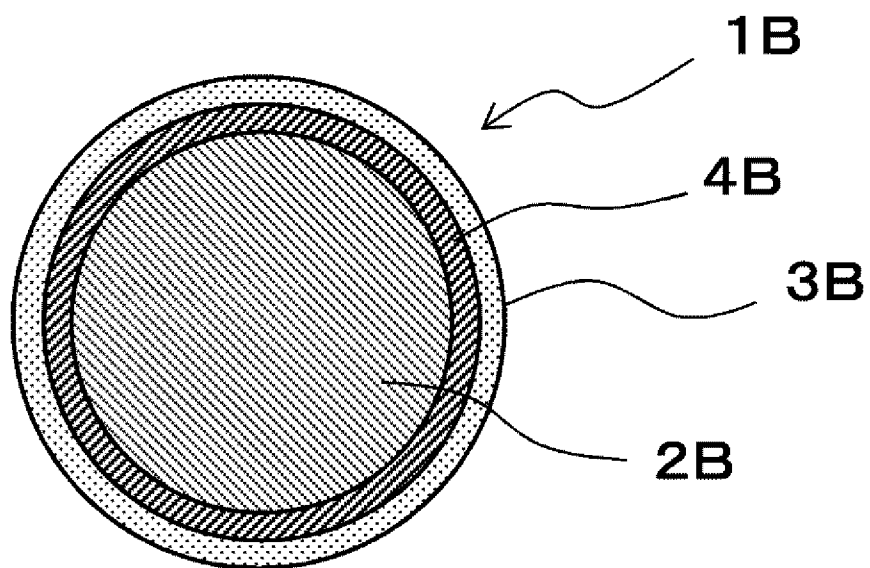
[図1]



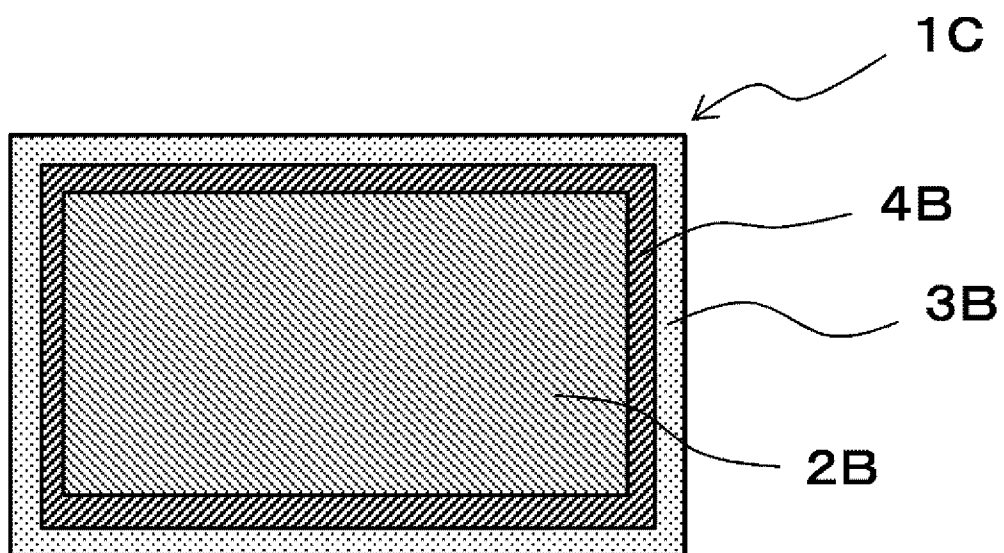
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/067829

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K35/14(2006.01)i, B22F1/02(2006.01)i, B23K35/26(2006.01)i, C22C13/00(2006.01)i, C22C5/06(2006.01)n

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)

B23K35/14, B22F1/02, B23K35/26, C22C13/00, C22C5/06

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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	WO 2004/030428 A1 (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.), 08 April 2004 (08.04.2004), claims; description, page 10, line 22 to page 11, line 19; examples 1 to 6 & JP 2004-114123 A & JP 2004-128262 A & US 2006/0055054 A1 & EP 1551211 A1 & CN 1572129 A & KR 10-2005-0042060 A & AU 2003266588 A1	1-9
Y	WO 2007/004394 A1 (Nippon Mining & Metals Co., Ltd.), 11 January 2007 (11.01.2007), claims; paragraph [0002]; examples 1 to 7 & US 2009/0098012 A1 & EP 1900853 A1 & CN 101213326 A & KR 10-2008-0015942 A & TW I320433 B	1-9

☒ 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
21 August, 2013 (21.08.13)

Date of mailing of the international search report
03 September, 2013 (03.09.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/067829

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 11-80852 A (Mitsubishi Materials Corp.), 26 March 1999 (26.03.1999), paragraph [0002]; table 1 (Family: none)	1-9
Y	JP 2005-36301 A (Allied Material Corp.), 10 February 2005 (10.02.2005), claims 3, 7; paragraphs [0029], [0085] (Family: none)	1-9
A	JP 11-111885 A (Sony Corp.), 23 April 1999 (23.04.1999), claims; paragraphs [0002] to [0004], [0027] (Family: none)	1-9
A	JP 11-330678 A (Fujitsu Ltd.), 30 November 1999 (30.11.1999), claims; paragraphs [0010] to [0012] (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23K35/14(2006.01)i, B22F1/02(2006.01)i, B23K35/26(2006.01)i, C22C13/00(2006.01)i, C22C5/06(2006.01)n

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. B23K35/14, B22F1/02, B23K35/26, C22C13/00, C22C5/06

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 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
Y	WO 2004/030428 A1 (住友特殊金属株式会社) 2004.04.08, 請求の範囲, 明細書第 10 頁 22 行-第 11 頁 19 行, 実施例 1-6 & JP 2004-114123 A & JP 2004-128262 A & US 2006/0055054 A1 & EP 1551211 A1 & CN 1572129 A & KR 10-2005-0042060 A & AU 2003266588 A1	1-9
Y	WO 2007/004394 A1 (日鉱金属株式会社) 2007.01.11, 請求の範囲, [0002], 実施例 1-7 & US 2009/0098012 A1 & EP 1900853 A1 & CN 101213326 A	1-9

☒ 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

2 1 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 9 . 2 0 1 3

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)

田口 裕健

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

4 K

4 6 6 3

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
	& KR 10-2008-0015942 A & TW I320433 B	
Y	JP 11-80852 A (三菱マテリアル株式会社) 1999.03.26, [0002], 表1 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 2005-36301 A (株式会社アライドマテリアル) 2005.02.10, 請求項3, 請求項7, [0029], [0085] (ファミリーなし)	1-9
A	JP 11-111885 A (ソニー株式会社) 1999.04.23, 特許請求の範囲, [0002]-[0004], [0027] (ファミリーなし)	1-9
A	JP 11-330678 A (富士通株式会社) 1999.11.30, 特許請求の範囲, [0010]-[0012] (ファミリーなし)	1-9