(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4010717号

(P4010717)

(45)発行日　平成19年11月21日(2007.11.21)　(24)登録日　平成19年9月14日(2007.9.14)

(51)Int.Cl.			F I		
H05K	3/32	(2006.01)	H05K	3/32	B
H01B	1/00	(2006.01)	H01B	1/00	E
H01B	1/22	(2006.01)	H01B	1/22	D

請求項の数 2　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平11-294502
(22)出願日　平成11年10月15日(1999.10.15)
(65)公開番号　特開2001-119130(P2001-119130A)
(43)公開日　平成13年4月27日(2001.4.27)
審査請求日　平成16年10月8日(2004.10.8)

(73)特許権者　000000239
株式会社荏原製作所
東京都大田区羽田旭町１１番１号
(74)代理人　100091498
弁理士　渡邊　勇
(74)代理人　100092406
弁理士　堀田　信太郎
(74)代理人　100102967
弁理士　大畑　進
(72)発明者　小樽　直明
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社　荏原製作所内

審査官　柳本　陽征

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電気接点の接合方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

２つの電気接点を電気的に接合するにあたり、

接着性を有する液状の高分子材料の内部に、周囲をアルキル鎖殻で被覆した、大きさが約５ｎｍのクラスタ状の銀超微粒子を混入分散した導電接着剤を２つの電気接点間に介在させて仮止めし、

しかる後、前記導電性接着剤を焼成して、前記銀超微粒子の周囲を被覆していたアルキル鎖殻を消失させ、前記高分子材料の収縮・硬化に伴って前記銀超微粒子同士を直接接触させて該接触部を焼結させることを特徴とする電気接点の接合方法。

【請求項２】

前記銀超微粒子は、銀を含む有機錯体を熱分解して製造したものであることを特徴とする請求項１記載の電気接点の接合方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば電子部品や半導体装置等を構成するチップを基板等に搭載する際に、前記チップの表面に設けられた電気接合用バンプ（接点）と基板上の電極（接点）とを電気的に接合する電気接点の接合方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

例えば、電子部品や半導体装置等を構成するチップの表面に配列した電気接合用バンプと、基板上のこれらの各バンプに対応する位置に設けた電極との電気的接合には、錫と鉛からなるはんだ（以下、Ｓｎ－Ｐｂソルダ又はソルダという）を用いたマイクロソルダリングが広く用いられている。これは、この種のソルダによる接合法によれば、一般的に～３９．２ＭＰａ程度の接合強度を確保するとともに、ソルダバルクの電気抵抗率を～１７μΩcm程度、溶融温度を～１８０℃程度とすることが出来、バランスのとれた接合特性を容易に得られることによっている。

【０００３】

図３は、この種のソルダを用いた従来の一般的なリフローソルダリングにより、ＱＦＣ（quad flat package）タイプのＩＣパッケージをプリント配線板の両面に装着する表面実装工程の一例を示す。先ず、図３（ａ）に示すように、プリント配線板１０の表面（上面）の所定の位置にソルダペースト１２ａを印刷し、更に図３（ｂ）に示すように、ソルダペースト１２ａに挟まれた所定の位置に接着剤１４を塗布する。そして、図３（ｃ）に示すように、各リード２２ａを前記各ソルダペースト１２ａに圧接しつつ、接着剤１４を介してＩＣパッケージ２０ａをプリント配線板１０の表面に装着し、接着剤１４を乾燥・硬化させる。

【０００４】

次に、図３（ｄ）に示すように、プリント配線板１０を反転させた後、プリント配線板１０の裏面（上面）の所定の位置にソルダペースト１２ｂを印刷し、図３（ｅ）に示すように、各リード２２ｂを前記各ソルダペースト１２ｂに圧接しつつ、ＩＣパッケージ２０ｂをプリント配線板１０の裏面に装着し、しかる後、例えば２００～３００℃に加熱することによって、ソルダペースト１２ａ，１２ｂを溶融固化させる。

【０００５】

ここで、ソルダの溶融性を考慮して、プリント配線板１０の片面（表面）には接着剤１４を用いてＩＣパッケージ２０ａを装着している。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、近年、例えば半導体装置を構成するチップの表面に設ける電気接合用バンプや、基板上に設ける電極の微細化及び狭ピッチ化がますます進行し、これに伴って、従来のマイクロソルダリングを用いた接合方法では、以下の▲１▼～▲３▼の如き欠点が強く問題視されるようになってきた。

【０００７】

▲１▼　界面の濡れ性が良い場合、被接合材料と溶融ソルダとの間で固溶体や金属間化合物等の相互反応層が形成され、これが機械・電気特性の劣化を招く。

▲２▼　被接合部材相互の材質の差異によってソルダリング性が著しく異なる組合せの時は接合操作・条件が煩雑になる。

▲３▼　ソルダによる被接合材料の侵食が激しいことに起因して、ソルダの組成や被接合材料の下地処理が厄介なことがある。

これらのマイクロソルダリングを用いた接合法の問題点を、その現象、発生機構及び対策面から重点的に表現したものを表１に示す。

【０００８】

【表１】

マイクロソルダリングの典型的問題点の例

No.	不具合現象	発生機構	従来の対策
①	金属間化合物、相互反応層等の生成。 →継手の脆化、異相成長に伴いカーケンダル効果によるクラック、ボイドが発生。 →通電面積減少、発熱 →断線。	ソルダリング性良好で濡れが良いとき、被接合材料と溶融ソルダとの間の反応性に起因して異相が発生。 平衡状態図上で種々の異相を想定できる。	特にない。
②	被接合材料によるソルダリング性の差異。	例えば、アルミニウム、ステンレス鋼、ニッケル等に対する場合、表面に強固な酸化被膜が存在することがソルダリングを阻害する。	活性フラックスを利用する。 前処理として表面の浸食、粗化等を行う。 作業温度を上げる。
③	ソルダによる被接合材料の浸食。	ソルダリングする対象の母材金属がソルダ中に溶解する。(固溶限および拡散速度に依存)。	Ａｇ入りソルダ、無Ｓｎソルダまたは低融点ソルダの利用。低溶解速度下地（例えばＮｉ）上に施工。 Ａｕメッキ使用回避。

表１に示した不具合現象は、いずれもＳｎ－Ｐｂソルダを用いた場合に、その被接合部材の材質との相互作用に伴って必然的に発生するものであって、その発生機構は、金属物理・化学の基本現象に起因する。ここで、上記表１中における不具合現象Ｎｏ．▲１▼の金属間化合物の形成機構と、不具合現象Ｎｏ.▲３▼のソルダによる被接合材料の侵食を検討する。

【０００９】

図４は、Ｃｕ－Ｓｎ系の平衡状態図を示す。図４から明らかなように、銅（Ｃｕ）とＳｎ－Ｐｂソルダの接触を考えると、Ｃｕ－Ｓｎそれぞれの組成比によって種々の平衡相が存在しうることが判る。特に、２４％Ｃｕと４４％Ｃｕのそれぞれの場合に、金属間化合物Cu_3SnとCu_6Sn_5が安定に存在し、これらは共にセラミックに近い性質を持つと考えられ、硬くて脆く、しかも高電気抵抗率の部分を形成するので、接合継手としては極めて由々しいものとなる。

【００１０】

一方、図５は、各種金属原子が溶融状態の６０％Ｓｎ－４０％Ｐｂソルダ中へ溶解していく速度を示す。図５の関係は次式（１）で表される。

【数１】

$$\frac{dD}{dt} = A\exp\left(-\frac{B}{T}\right) \qquad (1)$$

（Ｄ：溶融ソルダに浸漬される金属線の直径μｍ
ｔ：時間ｓ、Ｔ：温度Ｋ、Ａ，Ｂ：元素種による定数）

【００１１】

図５から明らかなように、一定温度で元素毎の比較をすると、錫は最も溶解が速く、金、銀の溶解は比較的速く、他の元素の溶解速度は相対的に低くなっていることが判る。一方、温度との関係では、各元素共に式（１）の指数関数型の依存性を示し、温度が高くなると、溶解速度が急激に増大する。

【００１２】

表１に示す不具合は、いずれもＳｎ－Ｐｂソルダと被接合部材との間の物理・化学的相互反応によって生じるので、これらを１００％解消できる方策はない。したがって、これらの不具合を根本的に回避するためには、従来のＳｎ－Ｐｂソルダを用いた接合法に替わる全く違う原理による接合手段を採用する必要がある。

【００１３】

このため、従来のソルダリング接合法の欠点から解放された、全く異なる接合手段に基づくバンプ－電極等の接合法の一つとして、導電接着剤を使用するものが開発されている。導電接着剤は、導電性を有する充填材（導電フィラー）としての銀や炭素等の粒子を、接着性を有する有機高分子中に混入分散したものであって、これを使用することによって、接着性と導電性を同時に実現することが出来る。この導電接着剤の主成分である高分子材料としては、接着性や耐久性が優れているエポキシ樹脂が一般に使用されている。

【００１４】

しかしながら、導電接着剤を使用した接合法とＳｎ－Ｐｂソルダを用いた接合法（ソルダリング）とを比較すると、導電接着剤を使用した接合法では、接続部の電気抵抗率がソルダに比べて遙かに高くなるという難点がある。表２は、導電フィラーとして銀を使用した導電接着剤とニッケルを使用した導電接着剤の電気抵抗率と接着強度を示すものである。

【表２】

ソルダ代替導電接着剤の諸元、特性

項目	製品１	製品２
導電フィラー	銀	ニッケル
電気抵抗率＊　μΩcm	１３０	３，７００
接着強度ＭＰａ	３．０	３．０

＊ソルダの電気抵抗率：１７μΩcm程度

この表２から、銀を導電フィラーとした導電接着剤であっても、電気抵抗率がソルダに比較して、１桁大きなレベルになっていることが判る。

【００１５】

このように、電気抵抗率が高くなる原因としては、主として、本来十分均一に分散すべき金属粒子の寸法が大きく、しかも高分子材料中で凝集して分散の均一度が低下することによると考えられる。そこで、ソルダと同程度の電気抵抗率を持った導電接着剤の実現と、それを用いたバンプ－電極等の電気接点の接合技術の確立に対するニーズが非常に高くなっている。

【００１６】

本発明は上記事情に鑑みて為されたもので、従来のソルダリングに代替え可能で該ソルダリング特有の不具合を悉く解消した電気接点の接合方法を提供することを目的とする。

【００１７】

【課題を解決するための手段】

請求項１に記載の発明は、２つの電気接点を電気的に接合するにあたり、接着性を有する液状の高分子材料の内部に、周囲をアルキル鎖殻で被覆した、大きさが約５ｎｍのクラスタ状の銀超微粒子を混入分散した導電接着剤を２つの電気接点間に介在させて仮止めし、しかる後、前記導電性接着剤を焼成して、前記銀超微粒子の周囲を被覆していたアルキル鎖殻を消失させ、前記高分子材料の収縮・硬化に伴って前記銀超微粒子同士を直接接触させて該接触部を焼結させることを特徴とする電気接点の接合方法である。

【００１８】

これを用いれば、液状の高分子材料の内部に金属超微粒子を凝集を起こすことなく均一に混入分散させ、その後の焼成の際の高分子材料の収縮・硬化に伴って金属超微粒子同士を強固に接触させることによって、ソルダとほぼ同等な電気抵抗率を得ることができる。

【００１９】

請求項２に記載の発明は、前記銀超微粒子は、銀を含む有機錯体を熱分解して製造したものであることを特徴とする請求項１記載の電気接点の接合方法である。この銀超微粒子は、例えばステアリン酸銀を２５０℃程度の窒素雰囲気で４時間加熱し、精製することによって製造する。

【００２１】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図１は、ＱＦＣ（quad flat package）タイプのＩＣパッケージをプリント配線板の両面に装着する表面実装工程に適用した本発明の一つの実施の形態の電気接点の接合方法を示す。

【００２２】

先ず、図１（ａ）に示すように、プリント配線板１０の表面（上面）の所定の位置に導電接着剤３０ａを印刷する。そして、図１（ｂ）に示すように、ＩＣパッケージ２０ａの各リード２２ａを前記各導電接着剤３０ａに付着させて仮止めし、しかる後、例えば２００℃程度に加熱して導電接着剤３０ａを焼成する。

【００２３】

次に、図１（ｃ）に示すように、プリント配線板１０を反転させた後、プリント配線板１０の裏面（上面）の所定の位置に導電接着剤３０ｂを印刷し、図１（ｄ）に示すように、ＩＣパッケージ２０ｂの各リード２２ｂを前記各導電接着剤３０ｂに付着させて仮止めした後、例えば２００℃程度に加熱して導電接着剤３０ｂを焼成する。

【００２４】

この実施の形態によれば、ソルダを使用していないので、図３に示す従来例における接着剤１４の塗布及びその乾燥・硬化工程を省略して、工程の簡素化を図ることができる。

【００２５】

図２（ａ）は、導電接着剤３０をプリント配線板１０の表面に塗布した直後の状態を、図２（ｂ）は、導電接着剤３０の焼成後の状態をそれぞれ概念的に示すものである。

【００２６】

前記導電接着剤３０は、その導電要素として、導電性の良い、例えば単体の銀で構成された銀超微粒子４０を利用し、その周囲をアルキル鎖殻４２で被覆したものを、接着剤と有機溶媒の混合液である液状の高分子材料４４内に混入分散させたものである。この銀超微粒子（金属超微粒子）４０は、その寸法が約５ｎｍ程度と極小クラスタ状をなしている。

【００２７】

ここで、周囲をアルキル鎖殻４２で被覆した、約５ｎｍ程度の極小クラクタ状の銀超微粒子４０は、例えばミリスチン酸、ステアリン酸またはオレイン酸を水酸化ナトリウムによって鹸化し、しかる後、硝酸銀と反応させることによって作製した直鎖型脂肪酸銀塩（アルキル鎖の炭素数＝１４，１８，１８ω）を、２５０℃程度の窒素雰囲気で４時間加熱し、精製することによって製造する。そして、このような、５ｎｍとクラスターレベルの極小な粒径をなした銀超微粒子４０を、例えばシクロヘキサン等の有機溶媒に溶解した状態で、液状の高分子材料４４内に供給し分散させると、極めて分散性が良好で、互いに凝集することなく、銀超微粒子４０が安定した状態で媒質中に均一に混じり合う。すなわち、高分子材料４４が液状の場合は、図２（ａ）に示すように、銀超微粒子４０同士は、互いに非接触状態で、高分子材料４４中に均一に分散する。

【００２８】

前記高分子材料４４の接着剤の主成分としては、例えば、エポキシ系やフェノール系等のような熱硬化性樹脂を用いている。この種の熱硬化性樹脂は、例えば、１７０℃以上の昇温・保持の操作で乾燥・硬化し、その際に一定の体積収縮を起こす。一方、銀超微粒子４

０を被覆しているアルキル鎖殻４２は、２００℃程度の加熱で消滅することが知られている。

【００２９】

つまり、前述のように、導電接着剤３０を２００℃で焼成すると、図２（ｂ）に示すように、銀超微粒子４０の周囲を覆っていたアルキル鎖殻４２は消失し、更に、高分子材料４４の収縮・硬化に伴って銀超微粒子４０同士が直接接触し、更に接触部で焼結が起こる。その結果、銀粒子部分が全体として導電性を帯びると同時に高分子材料４４は硬化して接着が完了する。以上の過程を経てこの導電接着剤の電気抵抗率は、表２に示す導電フィラーとして銀を使用した従来の導電接着剤の１／９程度に低減でき、現状の６０％Ｓｎ－４０％Ｐｂソルダとほとんど同じレベルの値に改善できる。

【００３０】

この過程は、接着剤以外の導電性樹脂、導電性ゴム（エラストマ）、導電性塗布料等に導電性を付与する場合のそれと基本的に同じである。

なお、接着剤の主成分としてエポキシ系やフェノール系の合成樹脂を用い、この合成樹脂の硬化時間を適度に選ぶことにより、少なくとも上記ソルダの２０～４０％の値の結合力を確保し、その他の電気特性や長期耐久性も上記ソルダと同程度若しくはそれ以上となるようにすることができる。

【００３１】

また、一般に、ソルダリング接合と比較して接着剤による結合では継手部分の機械的性質が相対的に脆いので、粘り強さやクラック抵抗性が劣ることが問題点として指摘されている。この点に関しては、例えば航空機用途の構造接着剤として、変性（フレキシビライズ又はタフ化）したフェノール系、エポキシ系、アクリル系、ポリイミド系の接着剤の充当実用化がなされており十分な使用実積がある。そこで、必要に応じてこれに倣うことによって、この種の問題への対応が可能になると考えられる。

【００３２】

因に、エポキシ系接着剤の変性を起こすため、具体的には特有のエラストマを液状樹脂中に溶解し、これを硬化することによって必要な機能を得ることができる。例えば、エラストマを添加して変性することによって、エポキシ接着剤の室温剥離強さを１．１ｋＮ／ｍから５．５ｋＮ／ｍ へと著しく（５倍も）改善した実績が報告されている。また、ポリイミド系接着剤は、２３２℃の高温に保持した状態でも、１９．３ＭＰａと極度に高いラップシアー強さを示す。

【００３３】

以上説明したように、本発明の電気接点の接合方法によれば、従来のソルダリングと異なり、錫－鉛系合金の溶融体と被接合部材表面が高温で直接接触して濡れることに起因して生じる弊害を回避することができると同時に、ソルダリングの持つ利点の大部分をカバーする電気・電子部品の接合が可能となる。したがって、従来のソルダリングに替わって、前述の金属物理・化学現象に伴って必然的に生じる、ソルダリング特有の不具合（表１参照）を悉く解消した健全な電気的結合が可能となる。

【００３４】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、従来のソルダリングに代替え可能で該ソルダリング特有の不具合を悉く解消した電気接点の接合方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一つの実施の形態の電気接点の接合方法を工程順に示す図である。

【図２】（ａ）は導電接着剤を塗布した直後の状態を、（ｂ）は導電接着剤の焼成後の状態を概念的に示す図である。

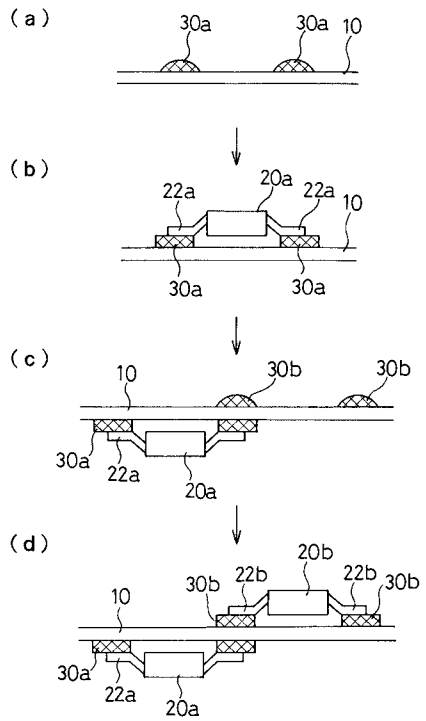
【図３】従来の電気接点の接合方法の一例を工程順に示す図である。

【図４】Ｃｕ－Ｓｎ系二元状態図と銅とのソルダリング界面の構造を示す図である。

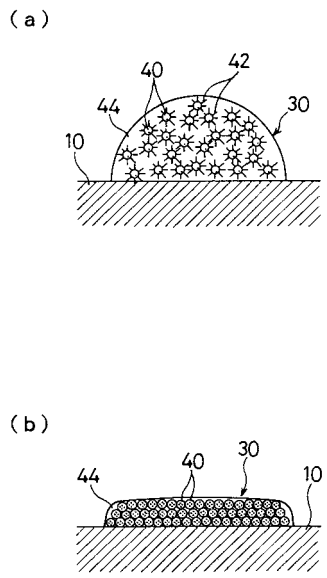
【図５】各種金属の溶融６０％Ｓｎ－４０％Ｐｂソルダへの各元素の溶解速度を示すグラフである。

【符号の説明】
１０　プリント配線板
２０ａ、２０ｂ　ＩＣパッケージ
２２ａ，２２ｂ　リード（接点）
３０，３０ａ，３０ｂ　導電接着剤
４０　銀超微粒子（金属超微粒子）
４２　アルキル鎖殻
４４　高分子材料

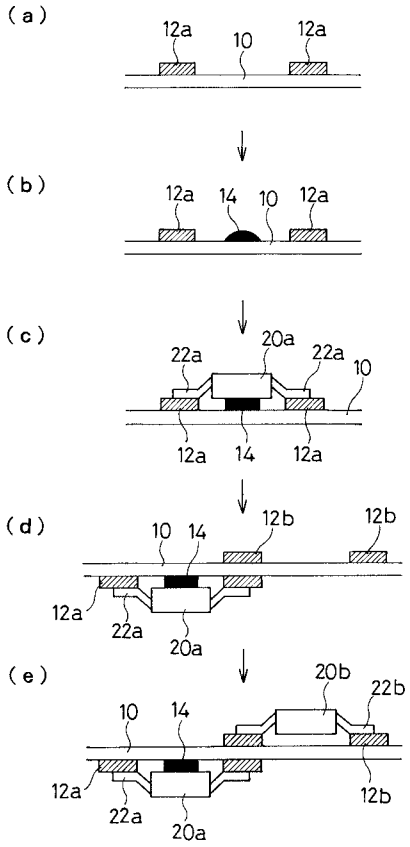
【図１】



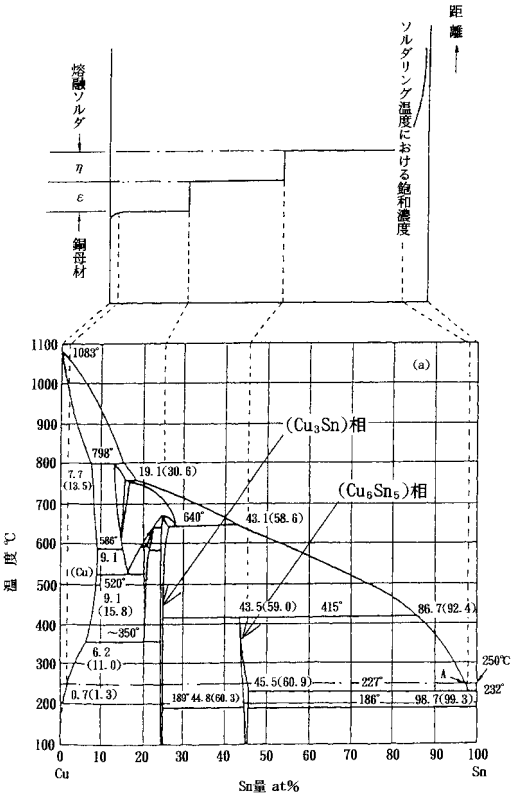
【図２】



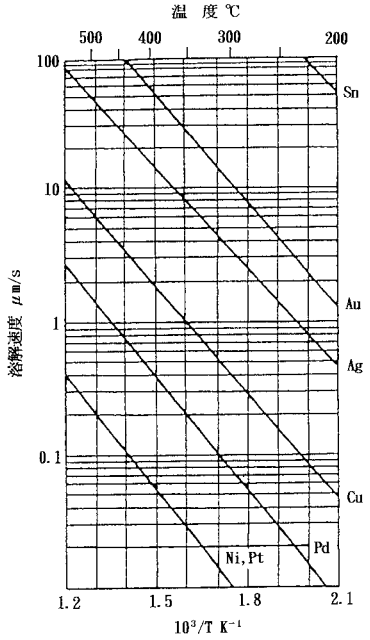
【図３】


(a)
12a
10
12a
(b)
12a
14
10
12a
(c)
22a
20a
22a
10
12a
14
12a
(d)
10
14
12b
12b
12a
22a
20a
(e)
20b
22b
10
14
12a
22a
20a
12b

【図４】


距離
ソルダリング温度における飽和濃度
溶融ソルダ
η
ε
銅母材
温度℃
(a)
(Cu3Sn)相
(Cu6Sn5)相
1083°
798°
640°
586°
520°
415°
~350°
232°
250℃
Cu
Sn
Sn量 at%

【図５】


温度℃
溶解速度 μm/s
Sn
Au
Ag
Cu
Ni, Pt
Pd
10³/T K⁻¹

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平７－１９２５２７（ＪＰ，Ａ）
特開平７－３２０５３５（ＪＰ，Ａ）
特開平８－３０２１９６（ＪＰ，Ａ）
特開平９－３２６４１６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H05K 3/32
H01B 1/00
H01B 1/22