(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5848874号
(P5848874)
(45)発行日　平成28年1月27日(2016.1.27)　(24)登録日　平成27年12月4日(2015.12.4)

(51)Int.Cl.　F I
F28D 15/02 (2006.01)　F28D 15/02 102Z
F28D 15/02 106Z

請求項の数 5　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願2011-2210(P2011-2210)
(22)出願日　平成23年1月7日(2011.1.7)
(65)公開番号　特開2012-145240(P2012-145240A)
(43)公開日　平成24年8月2日(2012.8.2)
審査請求日　平成25年8月9日(2013.8.9)

(73)特許権者　000004640
日本発條株式会社
神奈川県横浜市金沢区福浦３丁目１０番地
(74)代理人　100089118
弁理士　酒井　宏明
(72)発明者　川崎　公一
神奈川県横浜市金沢区福浦３丁目１０番地
日本発條株式会社内

審査官　関口　勇

最終頁に続く

(54)【発明の名称】温度調節装置およびこの温度調節装置の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
長尺状に延び、該延びる方向の一端側に設けられ、外部からの熱を吸収する吸熱部と、前記延びる方向の他端側に設けられ、外部へ熱を放出する放熱部とを有し、温度調節対象の温度調節を行うヒートパイプと、
前記吸熱部の外表面に対して、金属を含む粉体をガスと共に加速し、該吸熱部の外表面に固相状態のままで吹き付けて堆積させることによって形成された金属皮膜であって、前記吸熱部の少なくとも一部の外表面を被覆する金属皮膜からなる吸熱板と、
前記放熱部の外表面に対して、金属を含む粉体をガスと共に加速し、該放熱部の外表面に固相状態のままで吹き付けて堆積させることによって形成された金属皮膜であって、前記放熱部の外表面を被覆する金属皮膜からなる放熱板と、
を備えたことを特徴とする温度調節装置。
【請求項２】
前記ヒートパイプは、前記吸熱部の外表面の一部が前記温度調節対象に接触するとともに、接触箇所以外の前記外表面が前記金属皮膜によって被覆されることを特徴とする請求項１に記載の温度調節装置。
【請求項３】
前記金属皮膜に用いる金属は、銅、モリブデン、アルミニウム、タングステン、銀、ニッケル、チタン、ステンレス系またはこれらの少なくとも一つを含む合金からなる群より選択される少なくとも１種類を含むことを特徴とする請求項１または２に記載の温度調節

装置。
【請求項４】
温度調節対象の温度調節を行う長尺状のヒートパイプを有する温度調節装置の製造方法であって、
前記ヒートパイプが延びる方向の一方の端部の表面に、金属を含む粉体をガスと共に加速し、該表面に固相状態のままで吹き付けて堆積させることによって金属皮膜であって、前記吸熱部の少なくとも一部の外表面を被覆する金属皮膜からなる吸熱板を形成させる吸熱板形成ステップと、
前記ヒートパイプが延びる方向の他方の端部の表面に、金属を含む粉体をガスと共に加速し、該表面に固相状態のままで吹き付けて堆積させることによって金属皮膜であって、前記放熱部の外表面を被覆する金属皮膜からなる放熱板を形成させる放熱板形成ステップと、
を含むことを特徴とする温度調節装置の製造方法。
【請求項５】
前記ヒートパイプ端部の表面の一部を保持する治具によって前記ヒートパイプを保持する保持ステップをさらに含み、
前記吸熱板形成ステップおよび放熱板形成ステップは、
前記保持ステップで前記治具に保持された前記ヒートパイプの外部に露出している表面に向けて、金属を含む粉体をガスと共に加速し、前記表面に固相状態のままで吹き付けて堆積させることによって前記金属皮膜を形成させる第１の金属皮膜形成ステップと、
前記第１の金属皮膜形成ステップ後、前記治具を取り除き、外部に露出された前記ヒートパイプの表面に対して、金属を含む粉体をガスと共に加速し、前記表面に固相状態のままで吹き付けて堆積させることによって前記金属皮膜を形成させる第２の金属皮膜形成ステップと、
を有することを特徴とする請求項４に記載の温度調節装置の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、電気回路基板間等に用いられる温度調節装置およびこの温度調節装置の製造方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
従来より、半導体や液晶表示装置や光ディスク等の製造における種々の基板プロセスでは、基板の表面に冷却又は加熱を行う熱媒体を流通または循環させる温度調節装置（冷却装置または加熱装置）が用いられている。このような温度調節装置は、例えば、基板の上側および／または下側にヒートパイプを配設して当接させることにより作製されている。ヒートパイプは、良好な熱伝熱性を有しているため、基板から外部、または外部から基板へ熱媒体の熱を効率良く伝達し、基板温度を素早く調節することができる。
【０００３】
ヒートパイプは、両端が閉鎖された真空状態の内部空間を形成する筒状をなす。ヒートパイプは、一端側に設けられ、外部からの熱を吸収する吸熱部と、他端側に設けられ、外部へ熱を放出する放熱部とを備える。また、ヒートパイプの内部空間には、壁面にウィックと呼ばれる毛細管構造が形成され、液体（例えば、水と少量のアルコール）が封入されている。
【０００４】
ヒートパイプでは、吸熱部に外部からの熱が加わると、内部に封入されている液体が蒸発して、この蒸気が放熱部に移動する。このとき、ヒートパイプの内部空間は真空のため、液体は常圧における沸点以下で気化する。放熱部に移動した蒸気は、再び液体に戻り、ウィックの毛細管現象によって吸熱部に移動する。上述したように、ヒートパイプでは、内部に封入された液体が、吸熱部と放熱部との間で蒸発と凝縮とを繰り返すことで迅速な

熱伝達が行われる。
【０００５】
また、ヒートパイプの吸熱部および放熱部は、熱伝導プレートと接合されることによって吸熱および放熱の効率をさらに向上させている。ここで、熱伝導プレートにおいて、例えば、吸熱部が吸熱プレートに接合されている。この吸熱プレートは、吸熱プレートの他の位置に配設される基板等が発する熱を吸熱部に伝達させている。また、放熱部は放熱プレートと接合され、吸熱部から放熱部へ伝達された熱を、放熱プレートを介して外部に放出している。
【０００６】
従来、温度調節対象の基板を配設した熱伝導プレートに対し、半田によって接合されるヒートパイプが知られている（例えば、特許文献１を参照）。また、半田接合時の熱による影響を抑制するものとして、ヒートパイプを配設するプレートに挿入孔を形成し、挿入孔にヒートパイプの一方の端部を挿入して接続するヒートパイプ式冷却器が開示されている（例えば、特許文献２を参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】特開平６－１８１３９６号公報
【特許文献２】特開平７－１４２６５３号公報
【発明の概要】
【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が開示するような半田による接合では、熱伝導プレートとヒートパイプとの接合の強度を確保できるものの、半田接合時に加わる熱によってヒートパイプに損傷を与えてしまうおそれがあった。また、半田の組織は剥離やクラックが生じやすく、高温環境下で長時間保持すると組織が粗大化して強度が低下するため、ヒートパイプと吸熱部（放熱部）と間の接合強度に対する信頼性が低いという問題があった。
【０００９】
また、特許文献２が開示するヒートパイプ式冷却器では、ヒートパイプが熱によって損傷することはないものの、挿入孔に対してヒートパイプを挿入する構成のため、熱伝導プレートとの接合強度が低いという問題があった。この問題により、ヒートパイプと吸熱部（放熱部）と間の熱抵抗が高くなり、ヒートパイプの優れた熱輸送能力を生かすことができなかった。
【００１０】
本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、熱によってヒートパイプが損傷することなく、高い接合強度で熱伝導プレートとヒートパイプとを接合することができる温度調節装置およびこの温度調節装置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】
【００１１】
上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる温度調節装置は、一端側に設けられ、外部からの熱を吸収する吸熱部と、他端側に設けられ、外部へ熱を放出する放熱部とを有し、温度調節対象の温度調節を行うヒートパイプと、前記吸熱部および／または前記放熱部の外表面に対して、金属を含む粉体をガスと共に加速し、前記表面に固相状態のままで吹き付けて堆積させることによって形成された金属皮膜と、を備えたことを特徴とする。
【００１２】
また、本発明にかかる温度調節装置は、上記の発明において、前記ヒートパイプは、前記吸熱部の外表面の一部が前記温度調節対象に接触するとともに、接触箇所以外の前記外表面が前記金属皮膜によって被覆されることを特徴とする。
【００１３】

また、本発明にかかる温度調節装置は、上記の発明において、前記金属皮膜に用いる金属は、銅、モリブデン、アルミニウム、タングステン、銀、ニッケル、チタン、ステンレス系またはこれらの少なくとも一つを含む合金からなる群より選択される少なくとも１種類を含むことを特徴とする。

【００１４】

また、本発明にかかる製造方法は、温度調節対象の温度調節を行うヒートパイプを有する温度調節装置の製造方法であって、少なくとも前記ヒートパイプの一方の端部の表面に、金属を含む粉体をガスと共に加速し、前記表面に固相状態のままで吹き付けて堆積させることによって金属皮膜を形成させる金属皮膜形成ステップを含むことを特徴とする。

【００１５】

また、本発明にかかる製造方法は、上記の発明において、前記ヒートパイプ端部の表面の一部を保持する治具によって前記ヒートパイプを保持する保持ステップをさらに含み、前記金属皮膜形成ステップは、前記保持ステップで前記治具に保持された前記ヒートパイプの外部に露出している表面に向けて、金属を含む粉体をガスと共に加速し、前記表面に固相状態のままで吹き付けて堆積させることによって前記金属皮膜を形成させる第１の金属皮膜形成ステップと、前記第１の金属皮膜形成ステップ後、前記治具を取り除き、外部に露出された前記ヒートパイプの表面に対して、金属を含む粉体をガスと共に加速し、前記表面に固相状態のままで吹き付けて堆積させることによって前記金属皮膜を形成させる第２の金属皮膜形成ステップと、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【００１６】

本発明にかかる温度調節装置およびこの温度調節装置の製造方法は、ヒートパイプの端部と熱伝導プレートとをコールドスプレー法によって形成された皮膜で接合するようにしたので、熱によってヒートパイプが損傷することなく、高い接合強度で熱伝導プレートとヒートパイプとを接合することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１】図１は、本発明の実施の形態にかかる温度調節装置の構成を模式的に示す斜視図である。

【図２】図２は、本発明の実施の形態にかかる温度調節装置の製造に使用されるコールドスプレー装置の概要を示す模式図である。

【図３】図３は、本発明の実施の形態にかかる温度調節装置の放熱板の形成を説明する断面図である。

【図４】図４は、本発明の実施の形態にかかる温度調節装置の放熱板の形成を説明する断面図である。

【図５】図５は、本発明の実施の形態にかかる温度調節装置の放熱板の形成を説明する断面図である。

【図６】図６は、本発明の実施の形態にかかる温度調節装置の放熱板の形成を説明する断面図である。

【図７】図７は、本発明の実施の形態にかかる温度調節装置の放熱板の形成を説明する断面図である。

【図８】図８は、本発明の実施の形態の変形例１にかかる温度調節装置の要部の構成を示す断面図である。

【図９】図９は、本発明の実施の形態の変形例２にかかる温度調節装置の要部の構成を示す断面図である。

【図１０】図１０は、本発明の実施の形態の変形例３にかかる温度調節装置の要部の構成を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１８】

以下、本発明を実施するための形態を図面と共に詳細に説明する。なお、以下の実施の

形態により本発明が限定されるものではない。また、以下の説明において参照する各図は、本発明の内容を理解し得る程度に形状、大きさ、および位置関係を概略的に示してあるに過ぎない。すなわち、本発明は各図で例示された形状、大きさ、および位置関係のみに限定されるものではない。

【００１９】

まず、本発明の実施の形態にかかる温度調節装置について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明では、温度調節装置の一例として半導体素子を実装する基板の冷却を行う温度調節装置を説明する。図１は、本発明の実施の形態にかかる温度調節装置の構成を模式的に示す斜視図である。図１に示す温度調節装置１は、ダイオード、トランジスタ、ＩＧＢＴ（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）等の半導体素子によって実現されるチップ１０を積載した基板１１と、基板１１の冷却を行うヒートパイプ１２と、を備える。

【００２０】

基板１１は、ヒートパイプ１２と接合しない表面に、基板１１に実装されるチップ１０などに対して電気信号を伝達させるための図示しない回路パターンを形成する。この回路パターンは、銅等の金属を用いたパターニングによって形成される。なお、チップ１０は、使用の目的に合わせて基板１１上に複数個設けられる。

【００２１】

ヒートパイプ１２は、基板１１と接合するとともに、ヒートパイプ１２の一端を保持する吸熱板１３と、ヒートパイプ１２の基板１１との接続側と異なる端部側に形成される放熱板１４と、を備える。また、ヒートパイプ１２は、基板１１側の端部側に設けられた吸熱部１２ａと、基板１１側と異なる端部側に設けられた放熱部１２ｂと、を有する。

【００２２】

熱伝導プレートとしての吸熱板１３および放熱板１４は、後述するコールドスプレー法によってヒートパイプ１２の吸熱部１２ａおよび放熱部１２ｂの表面に形成される金属皮膜である。この金属皮膜としては、銅、モリブデン、アルミニウム、タングステン、銀、ニッケル、チタン、ステンレス系またはこれらの少なくとも一つを含む合金が挙げられる。金属皮膜によって、チップ１０から発生した熱を、基板１１を介して吸熱部１２ａが効率よく吸熱するとともに、放熱部１２ｂに熱伝導された熱を効率よく外部に放出することができる。ここで、金属皮膜としては、同じ種類のバルク材に対して密度が９５％以上であって、熱伝導度が９０％以上の金属または合金であれば適用可能である。

【００２３】

つづいて、吸熱部１２ａの吸熱板１３（金属皮膜）の形成について、図２を参照して説明する。図２は、金属皮膜の形成に使用されるコールドスプレー装置の概要を示す模式図である。コールドスプレー装置２０は、圧縮ガスを加熱するガス加熱器２１と、被溶射物に溶射する粉末材料を収容し、スプレーガン２４に供給する粉末供給装置２２と、スプレーガン２４で加熱された圧縮ガスと混合された材料粉末を基材に噴射するガスノズル２３とを備えている。

【００２４】

圧縮ガスとしては、ヘリウム、窒素、空気などが使用される。供給された圧縮ガスは、バルブ２５，２６により、ガス加熱器２１と粉末供給装置２２にそれぞれ供給される。ガス加熱器２１に供給された圧縮ガスは、例えば５０～７００℃に加熱された後、スプレーガン２４に供給される。より好ましくは、基板１１上に噴射される粉末の上限温度を金属材料の融点以下に留めるように圧縮ガスを加熱する。粉末材料の加熱温度を金属材料の融点以下に留めることにより、金属材料の酸化を抑制できるためである。

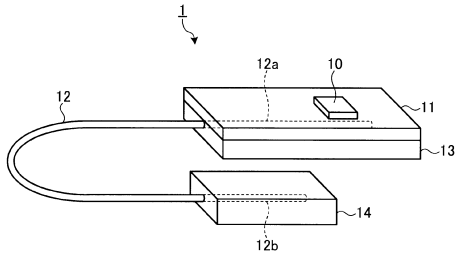
【００２５】

粉末供給装置２２に供給された圧縮ガスは、粉末供給装置２２内の、例えば、粒径が１０～１００μｍ程度の材料粉末をスプレーガン２４に所定の吐出量となるように供給する。加熱された圧縮ガスは先細末広形状をなすガスノズル２３により超音速流（約３４０ｍ／ｓ以上）にされる。スプレーガン２４に供給された粉末材料は、この圧縮ガスの超音速

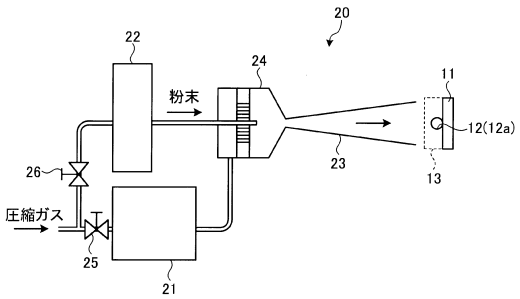
流の中への投入により加速され、固相状態のまま基材に高速で衝突して皮膜を形成する。
【００２６】
上述したコールドスプレー装置２０によって、図１に示すような金属皮膜（吸熱板１３）が形成される。なお、材料粉末を基材に固相状態で衝突させて皮膜を形成できる装置であれば、図２のコールドスプレー装置２０に限定されるものではない。また、本実施の形態では、基板１１に対してヒートパイプ１２が接触しているものとして説明したが、基板１１とヒートパイプ１２との間に金属皮膜１３を介するものであってもよい。基板１１が発した熱をヒートパイプ１２の吸熱部１２ａに伝達することができれば適用可能である。
【００２７】
つぎに、放熱部１２ｂの放熱板１４（金属皮膜）の形成について、図３～図７を参照して説明する。図３～図７は、本実施の形態にかかる放熱板の形成を説明する断面図である。まず、図３に示すように、治具３０に保持されたヒートパイプ１２（放熱部１２ｂ）に対して、図２に示すコールドスプレー装置２０を用いてヒートパイプ１２の外表面を覆うように金属皮膜１４ａを形成する。ここで、治具３０は、ヒートパイプ１２端部の表面の一部を保持する凹部を有する。
【００２８】
図３に示すようにヒートパイプ１２の一方の外周を金属皮膜によって被覆した後、金属皮膜１４ａが積層された皮膜形成物（図４参照）をコールドスプレー装置２０に対して反転させて、治具３０を取り除く（図５）。その後、治具３０によって覆われていたヒートパイプ１２の外表面に対して金属皮膜１４ｂを形成する（図６，７）。ここで、治具３０は、形成される放熱板１４に用いられる金属と線熱膨張率が大きく異なる材料を用いて形成される。これにより、治具３０をヒートパイプ１２から容易に取り除くことができる。
【００２９】
上述した処理によって、図７に示すように、ヒートパイプ１２（放熱部１２ｂ）の外表面を金属皮膜１４ａ，１４ｂで覆い、放熱板１４を形成することができる。なお、皮膜形成時、治具３０およびヒートパイプ１２が形成する表面形状に沿った金属皮膜が形成される場合は、切削加工等の表面加工処理を施すことによって、表面の形状を調整する。
【００３０】
上述した実施の形態にかかる温度調節装置によれば、ヒートパイプの端部をコールドスプレー法によって形成された金属皮膜で覆うようにしたので、熱によってヒートパイプが損傷することなく、高い接合強度で基板とヒートパイプとを接合することができる。これにより、従来のような低い融点の半田等によって作製された温度調節装置において生じていた使用温度や熱輸送量の制限を改善させることができるとともに、温度調節装置の耐久性を向上させることが可能となる。
【００３１】
また、コールドスプレー法では、高温で処理する溶射法等と比して緻密な金属皮膜を形成させることができるため、コールドスプレー法によって形成された金属皮膜の金属特性は、溶射法等によって形成された金属皮膜の金属特性より優れている。これにより、金属皮膜の熱伝導性が向上し、ヒートパイプと吸熱部（放熱部）との間において一段と効率のよい熱伝導を実現することができる。例えば、コールドスプレー法による銅皮膜は、銅のバルク材に比較して９５％以上の密度を有している。また、コールドスプレー法においては、金属の粉体の固相状態を維持できる程度までしか粉体を加熱せず、粉体の酸化が抑制されているため、熱伝導率は、バルク材の９０％以上の特性を有している。
【００３２】
なお、金属皮膜は、チップから発生した熱を発散させる冷却フィンとして説明したが、金属皮膜を介して基板等を加熱するために設けられるものであってもよい。
【００３３】
また、コールドスプレー法による金属皮膜の形成領域は、少なくとも発熱部分とヒートパイプとを接続する領域であって確実に接合できればよく、金属皮膜の形状の均一性等は問わない。

【００３４】
また、ヒートパイプ１２は、Ｕ字状をなすものとして説明したが、Ｕ字状以外の弧状に湾曲した形状であってもよいし、直線状であってもよい。
【００３５】
図８は、本実施の形態の変形例１にかかる温度調節装置の要部の構成を示す模式図である。図８に示すように、ヒートパイプ１２が、温度調節対象の基板等を載置するベース板３１に隣接配置されている場合は、ヒートパイプ１２の配置面に対してコールドスプレー法により金属皮膜１４ｃを形成する。
【００３６】
なお、ベース板３１は、吸熱シートまたは放熱シートからなる熱伝導シートであってもよい。
【００３７】
図９は、本実施の形態の変形例２にかかる温度調節装置の要部の構成を示す模式図である。図９に示すように、ヒートパイプ１５が、略角形の断面形状をなしてもよい。この場合、放熱部では、図７と同様に、治具を用いて金属皮膜１６ａ，１６ｂを形成させて放熱板１６を作製する。ヒートパイプの面積の大きい方の表面を基板に向けることによって、基板に対して対向する面積を拡大することができ、熱伝達の効率を向上させることができる。
【００３８】
また、図１０は、本実施の形態の変形例３にかかる温度調節装置の要部の構成を示す模式図である。図１０に示すように、略角形の断面形状をなすヒートパイプ１５が、ヒートパイプ１５の３つの面を包囲して保持する治具３０ａによって保持されてもよい。この場合、放熱部では、図３～７と同様に、治具を用いて金属皮膜１７ａを形成させた後、反転させて治具３０ａを取り除いて皮膜を形成させることで放熱板を作製することができる。
【００３９】
変形例３によれば、コールドスプレー法で１回目に金属皮膜を形成させる面がフラットになっているため、皮膜形成後、この面に対して切削加工等の表面加工処理を行う必要がなく、作業工程を削減させることができる。
【００４０】
以上のように、本発明にかかる温度調節装置およびこの温度調節装置の製造方法は、ヒートパイプの熱損傷を防止し、高い接合強度で基板または金属皮膜とヒートパイプとを接合する場合に有用である。
【符号の説明】
【００４１】
１　温度調節装置
１０　チップ
１１　基板
１２，１５　ヒートパイプ
１２ａ　吸熱部
１２ｂ　放熱部
１３　吸熱板
１４　放熱板
２０　コールドスプレー装置
２１　ガス加熱器
２２　粉末供給装置
２３　ガスノズル
２４　スプレーガン
２５，２６　バルブ

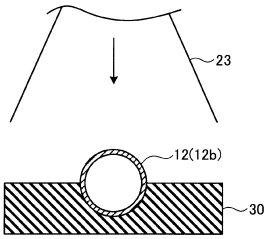
【図１】



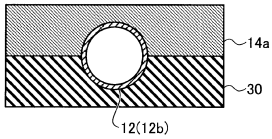
【図２】



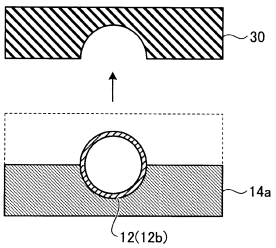
【図３】



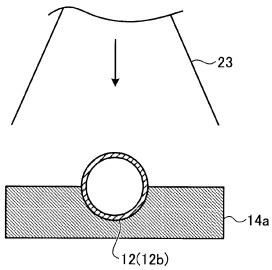
【図４】



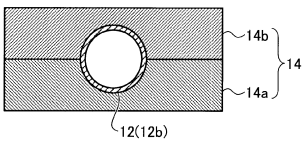
【図５】



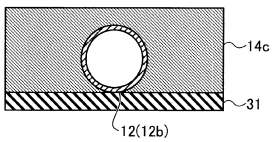
【図６】



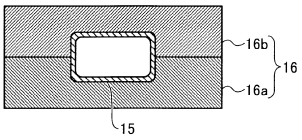
【図７】



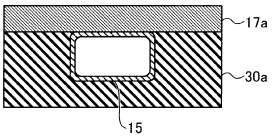
【図８】



【図９】



【図１０】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００５－３４４９８４（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－０２６９５３（ＪＰ，Ａ）
特表２０１０－５２２９７４（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－１２７０８６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ２８Ｄ　１５／０２