

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5334457号
(P5334457)

(45) 発行日 平成25年11月6日 (2013. 11. 6)

(24) 登録日 平成25年8月9日 (2013. 8. 9)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 25/00 (2006. 01)

H O 1 L 25/00 A

H O 1 L 23/32 (2006. 01)

H O 1 L 23/32 A

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-140928 (P2008-140928)
 (22) 出願日 平成20年5月29日 (2008. 5. 29)
 (65) 公開番号 特開2009-289980 (P2009-289980A)
 (43) 公開日 平成21年12月10日 (2009. 12. 10)
 審査請求日 平成22年9月16日 (2010. 9. 16)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100101454
 弁理士 山田 卓二
 (74) 代理人 100081422
 弁理士 田中 光雄
 (74) 代理人 100112911
 弁理士 中野 晴夫
 (72) 発明者 荒谷 修三
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内
 (72) 発明者 中島 泰
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体素子が載置された回路基板と、
 該回路基板と平行に配置され、該半導体素子を制御する制御基板と、
 該回路基板に設けられた留め部に接続され、該回路基板と該制御基板とを接続する線材
 ピンとを含み、
 該線材ピンは、屈曲したストレスリリース部と、該留め部に挿入して接続する挿入部と
 、該ストレスリリース部と該留め部との間にある段差部とを有し、
 該段差部は、該線材ピンの周囲につば状に突出した突出部であることを特徴とする半導
 体装置。

【請求項 2】

上記線材ピンが円柱からなり、上記段差部は、該線材ピンと同軸で直径の大きいつば部
 からなることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

上記留め部は上記回路基板の上に固定された突出部からなり、該突出部は上記線材ピン
 がその中に挿入される開口部を有することを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

上記線材ピンと上記留め部が、半田により接続されたことを特徴とする請求項 1 ~ 3 の
 いずれか 1 つに記載の半導体装置。

【請求項 5】

10

20

上記線材ピンと上記留め部が、嵌合接続されたことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置に関し、特に、パワー半導体素子が搭載されたパワー回路基板と、制御用 IC が搭載された制御基板とが、線材ピンで接続された電力用半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

従来の電力用半導体装置では、パワー回路基板の上にパターンが形成され、その上にパワー半導体素子が固定されている。パワー半導体素子とパターンとの間は金属細線により接続されている。パワー回路基板を囲むようにケースと上面ケースが設けられている。ケースの上にはパワー半導体素子を制御するための制御基板が設けられ、制御基板とパワー回路基板とを接続するように直線状の線材ピンが設けられている。線材ピンは、パワー回路基板のパターンに半田付けされた、漏斗状または円筒状の留め部の中に差し込んで、半田で固定されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特許第 3 6 9 1 4 0 2 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0003】

しかしながら、制御基板とパワー回路基板とを接続する線材ピンが直線状の場合、熱応力により制御基板とパワー回路基板との間隔が変化して線材ピンにストレスが発生する。このため、線材ピンに屈曲したストレスリリーフ部を設けてストレスを緩和することが提案されているが、一方で、線材ピンを留め部に挿入する際に、座屈により線材ピンのストレスリリーフ部が曲がり過ぎたり、ストレスリリーフ部が屈曲して線材ピンの先端に力がかからず、挿入できないという問題があった。

【0004】

また、横方向から線材ピンを治具等で挟んで挿入する場合、治具と線材ピンの間の摩擦力によって線材ピンを挟んで挿入するため、線材ピンを挟む 2 つの治具が平行でないと線材ピンと治具の間の摩擦力が小さくなり、挿入する力を線材ピンに伝えることが難しくなるという問題もあった。

30

【0005】

更に、直線状の線材ピンを用いて制御基板とパワー回路基板とを接続すると、例えば熱応力により制御基板が反った場合、線材ピンと留め部との接続部に繰り返しストレスが加わり、接続部が摩耗し接続不良が発生するという問題もあった。線材ピンと留め部との接続部をある程度可動な状態で接続した場合でも、繰り返しストレスが加わった場合にはこのような問題が発生していた。

【0006】

そこで、本発明は、制御基板とパワー回路基板とを接続する、屈曲したストレスリリーフ部を有する線材ピンであって、留め部への接続が容易に行うことができ、かつ線材ピンと留め部との接続部の摩耗を防止した線材ピンを備えた電力用半導体装置の提供を目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、半導体素子が載置された回路基板と、回路基板と平行に配置され、半導体素子を制御する制御基板と、回路基板に設けられた留め部に接続され、回路基板と制御基板とを接続する線材ピンとを含み、線材ピンは、屈曲したストレスリリーフ部と、留め部に挿入して接続する挿入部と、ストレスリリーフ部と留め部との間にある段差部とを有し、段差部は、線材ピンの周囲につば状に突出した突出部であることを特徴とする半導体装置

50

である。

【発明の効果】

【0008】

以上のように、本発明によれば、屈曲したストレスリリーフ部を有する線材ピンであっても、線材ピンと留め部との接合が容易かつ完全に行うことができ、信頼性の高い半導体装置を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

図1(a)は、全体が100で表される、本発明の実施の形態にかかる電力用半導体装置の断面図である。電力用半導体装置100は、パワー回路基板6を含む。パワー回路基板6の表面には、例えば銅からなるパターン8が形成されている。パターン8の上には、半田7によりIGBT等のパワー半導体素子9が固定されている。パワー半導体素子9の電極とパターン8との間は、例えばアルミニウムからなる金属細線5により接続されている。

10

【0010】

パワー回路基板6の周囲には、パワー半導体素子9を囲むケース11と、上面ケース12が設けられている。ケース11、上面ケース12は、絶縁性を有するプラスチック等から形成される。ケース11とパワー回路基板6によって囲まれた空間には、絶縁性を確保するために、例えばシリコンゲール10が充填されている。

なお、パワー回路基板6や制御基板13には他の半導体素子が載置されているが、ここでは省略する。

20

【0011】

ケース11の上には、パワー半導体素子9を制御するための制御基板13が設けられている。制御基板13は、例えばネジなどによりケース11に固定されている。制御基板13とパワー回路基板6とを接続するように線材ピン2が設けられている。線材ピン2には、ストレスを緩和するために、屈曲したストレスリリーフ部4が設けられている。線材ピン2は、金属細線5のボンディング後に、上面ケース12に設けられた穴を通して、その一端がパワー回路基板6上に半田付けされた留め部3に挿入されて半田付けされ、他端が制御基板13を貫通して制御基板13に半田付けされる。

なお、図1(b)に示すように、制御基板13と線材ピン2との接続は、制御基板13の下側に平坦な電極14を設け、そこに線材ピン2を接触させることによって行っても良い。

30

【0012】

図2は、電力用半導体装置100に用いられる基板間接続手段1の拡大図である。基板間接続手段1は、線材ピン2と留め部3からなる。線材ピン2は、例えばニッケルメッキされた銅などの、断面が略円形の棒状の金属からなる。なお、本実施の形態では、線材ピン2は、円柱形状として説明するが、例えば四角柱や六角柱のような棒状でも構わない。

【0013】

線材ピン2は、屈曲したストレスリリーフ部4、挿入部16を有するとともに、挿入部16より直径の大きいつば状の段差部15を有する。段差部15以外の線材ピン2の直径は略一定である。

40

【0014】

一方、パワー回路基板6上のパターン8の上には、留め部3が半田7で固定されている。留め部3には開口部17が設けられている。留め部3は、例えば薄い金属板を深絞り加工して形成される。

また、この例ではパターン8の上に留め部3が配置される構成を示しているが、留め部3はパワー半導体素子9の表面電極に直接固着しても良い。

【0015】

図2の線材ピン2は、段差部15の両側を治具等で挟み、留め部3の開口部17中に挿入部16を挿入する。留め部3と挿入部16は半田で接合されるが、両者を機械的に噛み

50

合わせても良い。かかる線材ピン 2 では、段差部 1 5 の上部を留め部 3 の方向（矢印方向）に押すため、挿入部 1 6 を開口部 1 7 中に十分に挿入できるとともに、ストレスリリーフ部 4 には無用な力が加わらず、ストレスリリーフ部 4 が曲がることもない。

【0016】

図 3 は、電力用半導体装置 1 0 0 に用いられる他の基板間接続手段 1 の拡大図であり、図 2 と同一符号は、同一または相当箇所を示す。線材ピン 2 は、屈曲したストレスリリーフ部 4、挿入部 1 6 を有するとともに、挿入部 1 6 より直径の小さい切り欠き部からなる段差部 1 8 を有する。段差部 1 8 は、線材ピン 2 の他の部分と同軸（同心円）で直径の小さな構造であることが好ましい。

【0017】

図 4 は、線材ピン 2 の段差部 1 8 と噛み合う治具 1 9 を示す。治具 1 9 は、その幅が、線材ピン 2 の直径より小さく、段差部 1 8 の直径より大きい切り込み部 2 0 を有する。

【0018】

図 3 の線材ピン 2 は、図 4 の水平矢印の方向から治具 2 0 を切り欠き部 2 0 に噛み合わせ、垂直矢印の方向に押す。これにより、ストレスリリーフ部 4 に無用な力を加えることなく、留め部 3 の開口部 1 7 中に挿入部 1 6 を挿入し、半田で固定できる。

【0019】

図 5 は、電力用半導体装置 1 0 0 に用いられる他の基板間接続手段 1 の拡大図であり、図 2 と同一符号は、同一または相当箇所を示す。図 5 では、線材ピン 2 の挿入部 1 6 が、線材ピン 2 より断面の直径が大きい円柱部（段差部）2 1 と、先端ほど直径が小さくなった円錐台部 2 2 から構成されている。この構成によれば、円柱部 2 1 が段差部の役割を果たし、挿入部 1 6 を開口部 1 7 に挿入する際に、円柱部 2 1 の上面に矢印方向の力を加えることにより、挿入部 1 6 を開口部 1 7 に挿入することができる。

【0020】

また、円錐台部 2 2 はテーパ形状であり、挿入部 1 6 の先端の直径は開口部 1 7 の開口径より小さくなっている。このため、挿入時の位置合わせの精度が緩和され、挿入が容易となる。

【0021】

更に、挿入部 1 6 に円柱部 2 1 を設けているため、留め部 3 の開口部 1 7 の側壁と円柱部 2 1 の側壁が接することにより、パワー回路基板 6 に対して線材ピン 2 を垂直に固定できる。

【0022】

図 6 は、特許文献 1 に記載された構造と、図 5 の構造との比較であり、（a）、（b）は従来構造、（c）、（d）は本実施の形態にかかる構造を示す。図 6 中、図 2 と同一符号は同一又は同等箇所を示す。

従来構造の電力用半導体装置では、直線状の線材ピン 2 b が、留め部 3 a に挿入されて半田で固定されるとともに、（a）のように、制御基板 1 3 を貫通した状態で制御基板 1 3 に半田で固定されたり、（b）のように、制御基板 1 3 に設けられた電極 1 4 の半田で固定されている。

【0023】

電力用半導体装置 1 0 0 に熱が加わり、例えば制御基板 1 3 が反った場合、従来構造では線材ピン 2 b が直線であるため、（a）に示すように線材ピン 2 b が留め部 3 a から抜けたり、（b）に示すように線材ピン 2 b が電極 1 4 からはずれたりした。

【0024】

これに対して、本実施の形態にかかる電力用半導体装置 1 0 0 では、例えば制御基板 1 3 が反った場合でも、（c）、（d）に示すようにストレスリリーフ部 4 が伸縮して反り量を吸収するため、線材ピン 2 がパワー回路基板 6 や電極 1 4 から外れるのを防止できる。このように、本実施の形態にかかる線材ピン 2 を用いることにより、信頼性の高い電力用半導体装置 1 0 0 を得ることができる。

なお、留め部 3 と線材ピン 2 の間には接触抵抗が生じるが、通電による抵抗発熱は、パ

10

20

30

40

50

ターン 8、パワー半導体素子 9 およびパワー回路基板 6 を通して図示しない放熱手段へと排出されるため、余分な抵抗発熱は生じない。これは、接触部をパワー回路基板 6 に近接配置したため得られる効果である。また、温度上昇による抵抗率の増大も防止でき、通電抵抗を低く保つことができる。

【 0 0 2 5 】

図 7 は、電力用半導体装置 1 0 0 に用いられる他の基板間接続手段 1 の拡大図であり、図 2 と同一符号は、同一または相当箇所を示す。図 7 では、図 2 の構造に対して、更に挿入部 1 6 を円柱部 2 1 と円錐台部 2 2 から形成している。この構造によれば、段差部 1 5 を用いて挿入部 1 6 を開口部 1 7 に挿入できるとともに、円錐台部 2 2 により挿入が容易となり、また、円柱部 2 1 と開口部とを噛み合わせることでによりパターン 8 の表面に対し

10

【 0 0 2 6 】

図 8 は、電力用半導体装置 1 0 0 に用いられる他の基板間接続手段 1 の拡大図であり、図 2 と同一符号は、同一または相当箇所を示す。図 8 では、挿入部 1 6 を 2 つ以上の段差部 1 5 から形成している。2 つの段差部 1 5 は、線材ピン 2 より直径の大きなつば状部分からなり、同一形状であることが好ましい。一方、留め部 3 の開口部 1 7 は、段差部 1 5 の直径と略同一の直径を有する断面が円状の開口部からなる。

【 0 0 2 7 】

図 8 では、段差部 1 5 の上部を矢印方向に押すことにより、段差部 1 5 を開口部 1 7 に挿入できる。かかる構造では、複数の段差部 1 5 が開口部 1 7 の内壁と接して固定されるため、安定した接合を得ることができる。

20

【 0 0 2 8 】

図 9、1 0 は、電力用半導体装置 1 0 0 に用いられる他の基板間接続手段 1 の拡大図であり、図 2 と同一符号は、同一または相当箇所を示す。図 9 では、パターン 8 の上に突起状の留め部 3 が設けられ、線材ピン 2 には、これに対応するように、先端に開口部 2 3 が設けられている。また、線材ピン 2 の先端は、広がって段差部 1 5 となっている。段差部 1 5 は図 2 のようなつば状であっても良い。また、図 1 0 では、更に、留め部 3 の上部に円錐台部 2 5 が設けられている。

【 0 0 2 9 】

図 9 では、段差部 1 5 を矢印方向に押すことにより、線材ピン 2 に設けた開口部 2 3 に留め部 3 を挿入して、半田で固定することができる。段差部 1 5 を挟んで留め部 3 方向に押すため、線材ピン 2 がストレスリリーフ部 4 を有しても、段差部 1 5 と留め部 3 の固定が行える。

30

また、図 1 0 のように、留め部 3 の端部に円錐台部 2 5 を備えることにより、開口部 2 3 に留め部 3 を容易に挿入できる。

【 0 0 3 0 】

ここで、線材ピン 2 の段差部 1 5 は、例えばヘッダー加工などにより形成され、その後、開口部 2 3 が形成される。また、パターン 8 上に半田付けされた留め部 3 の下部も、ヘッダー加工などにより形成され、半田付けし易い形状となっている。

特に、線材をヘッダー加工して留め部 3 を形成することにより、適度な長さに線材を切断するだけの簡単な方法で留め部 3 を作製できる。

40

【 0 0 3 1 】

なお、図示していないが、段差部 1 5 は、図 3 に示すような線材ピン 2 の直径より直径の小さい窪み部であっても良い。この場合、窪み部は、ストレスリリーフ部 4 より下（パターン 8 側）で、かつ開口部 2 3 の最上部より上に形成される。

【 0 0 3 2 】

図 1 1 は、図 5 の構造において、留め部 3 の開口部 1 7 に挿入部 1 6 を挿入した後に、留め部 3 を変形させて開口部 1 7 と挿入部 1 6 を噛み合わせて固定した場合である。また、図 1 2 は、図 1 0 の構造において、留め部 3 を開口部 2 4 に挿入した後に、開口部 2 4 を変形させて開口部 2 4 と留め部 3 を噛み合わせて固定した場合である。

50

【 0 0 3 3 】

このように、半田材で固定する代わりに、または半田材の固定に加えて、線材ピン 2 と留め部 3 とを噛み合わせて固定することにより、固定強度を高くすることができる。かかる噛み合わせによる固定は、図 2 等に示す他の構造にも適用することができる。

【 0 0 3 4 】

なお、図 2 ~ 1 2 に示す構造では、いずれも、パワー回路基板 6 上に形成された銅のパターン 8 上に、留め部 3 が半田付けされ、更に、線材ピン 2 は制御基板 1 3 に対して半田付けで固定される。このため、線材ピン 2、留め部 3 とともに、耐食性、半田付け性に優れた、例えばニッケルメッキされた銅などの金属から形成することが好ましい。

【 0 0 3 5 】

以上のように、本実施の形態にかかる基板間接続手段 1 を用いることにより、段差部 1 5 を治具で挟むなどして力を加え、線材ピン 2 と留め部 3 とを接続できる。このため、線材ピン 2 が、湾曲したストレスリリーフ部 4 に負荷をかけることなく線材ピン 2 と留め部 3 の接合が可能となる。

【 0 0 3 6 】

また、線材ピン 2 がストレスリリーフ部 4 を備えるため、熱の影響で制御基板 1 3 等が反った場合でも、かかる反りをストレスリリーフ部 4 が変形することにより吸収できる。この結果、線材ピン 2 と留め部 3 等の接合部分には負荷がかからず、熱サイクルに対しても信頼性の高い電力用半導体装置 1 0 0 を提供することができる。

【 0 0 3 7 】

なお、本実施の形態では、パワー素子として I G B T を用いた例について説明したが、M O S F E T やダイオード等、他の半導体素子を用いた構造にも適用することは可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 8 】

【図 1】(a) は本発明の実施の形態にかかる電力用半導体装置の断面図であり、(b) は接続部の拡大図である。

【図 2】本発明の実施の形態にかかる基板間接続手段の拡大図である。

【図 3】本発明の実施の形態にかかる他の基板間接続手段の拡大図である。

【図 4】本発明の実施の形態にかかる基板間接続手段の段差部に治具を挿入する工程である。

【図 5】本発明の実施の形態にかかる他の基板間接続手段の拡大図である。

【図 6】従来構造の基板接続手段と、本発明の実施の形態にかかる基板間接続手段との比較である。

【図 7】本発明の実施の形態にかかる他の基板間接続手段の拡大図である。

【図 8】本発明の実施の形態にかかる他の基板間接続手段の拡大図である。

【図 9】本発明の実施の形態にかかる他の基板間接続手段の拡大図である。

【図 1 0】本発明の実施の形態にかかる他の基板間接続手段の拡大図である。

【図 1 1】本発明の実施の形態にかかる他の基板間接続手段の拡大図である。

【図 1 2】本発明の実施の形態にかかる他の基板間接続手段の拡大図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 9 】

1 基板間接続手段、2 線材ピン、3 留め部、4 ストレスリリーフ部、5 金属細線、6 パワー回路基板、7 半田、8 パターン、9 半導体素子、1 0 シリコンゲール、1 1 ケース、1 2 上面ケース、1 3 制御基板、1 4 電極、1 5 段差部、1 6 挿入部、1 7 開口部、1 0 0 電力用半導体装置。

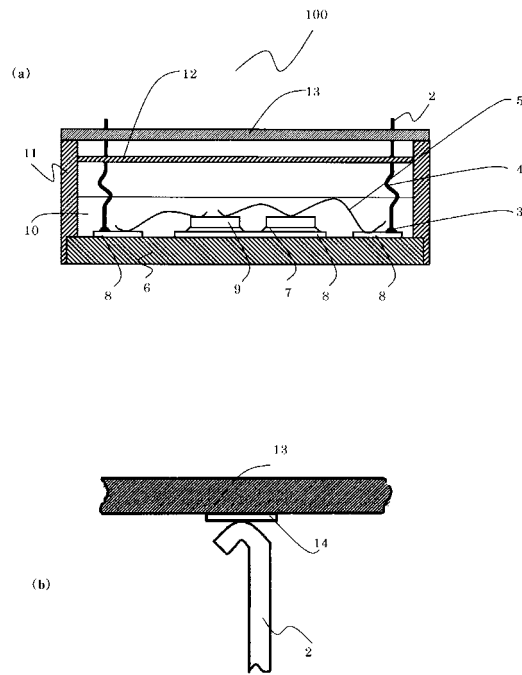
10

20

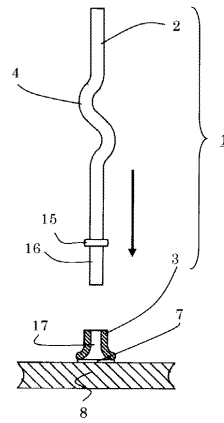
30

40

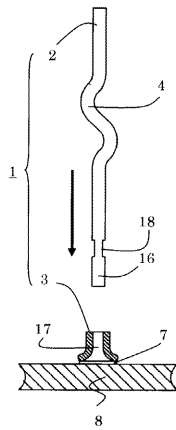
【図 1】



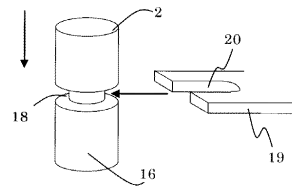
【図 2】



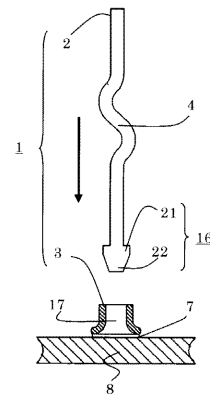
【図 3】



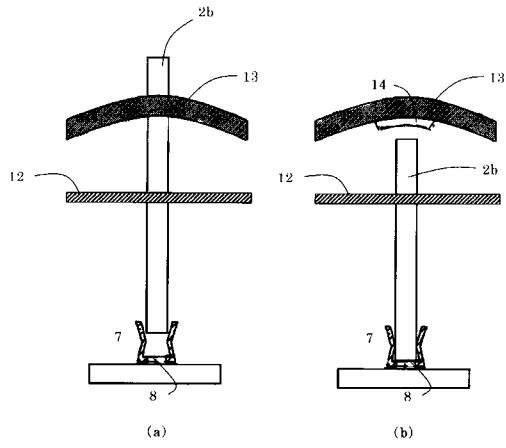
【図 4】



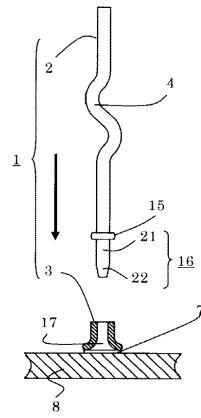
【図 5】



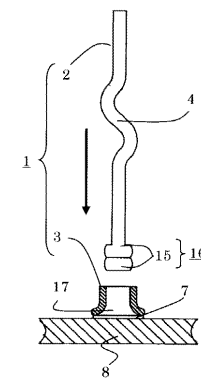
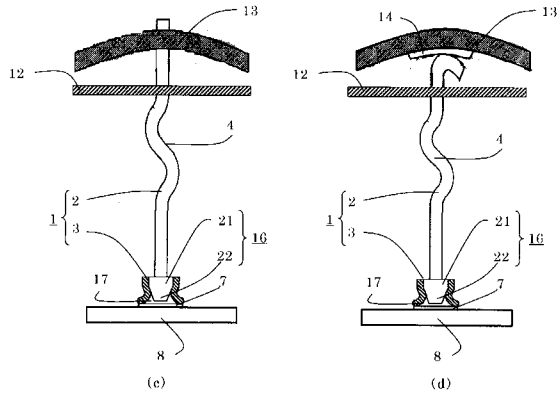
【図 6】



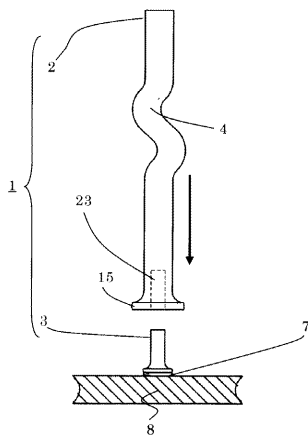
【図 7】



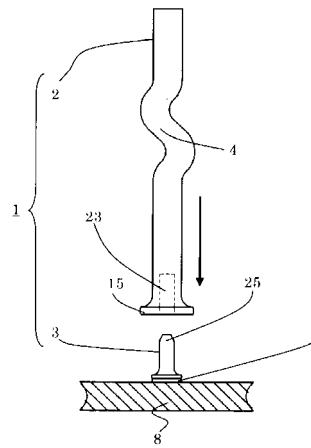
【図 8】



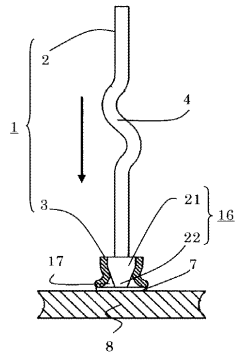
【図 9】



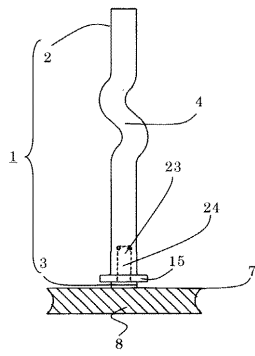
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

審査官 酒井 英夫

- (56)参考文献 特開2006-165499(JP,A)
特開2006-287101(JP,A)
特開2000-091500(JP,A)
特開2000-068446(JP,A)
特開平06-021330(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 25/00 - 25/18, 23/32, 23/48