(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3541354号
(P3541354)
(45)発行日　平成16年7月7日(2004.7.7)　(24)登録日　平成16年4月9日(2004.4.9)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H01L 21/60　H01L 21/60　311T
B06B 1/02　B06B 1/02　K

請求項の数 8　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願2000-388995(P2000-388995)
(22)出願日　平成12年12月21日(2000.12.21)
(65)公開番号　特開2002-190500(P2002-190500A)
(43)公開日　平成14年7月5日(2002.7.5)
審査請求日　平成14年7月3日(2002.7.3)

(73)特許権者　000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川６丁目７番３５号
(73)特許権者　591050523
三島　大二
神奈川県厚木市岡田４丁目３番１４号　日本エマソン株式会社　ブランソン事業本部内
(74)代理人　100122884
弁理士　角田　芳末
(74)代理人　100113516
弁理士　磯山　弘信
(74)代理人　100080883
弁理士　松隈　秀盛

最終頁に続く

(54)【発明の名称】超音波振動接合装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

横振動方式の超音波ホーンを利用してチップ部品のバンプを回路基板側のランド部に対し水平方向に超音波振動を与えることで溶融接合しマウントするための超音波振動接合装置において、

上記チップ部品の吸着支持面を有するホーンと、

上記吸着支持面に保持されたチップ部品と共に、上記超音波ホーンを横振動させるための超音波振動発生器と、

上記超音波ホーンの振動節点となるノーダル点に結合し保持するようにした上記超音波ホーンと同一周波数共振体からなるノーダルサポート共振棒と

を備え、上記超音波ホーンを上記回路基板に対して斜め上方へ傾斜させた姿勢にし、上記チップ部品に縦振動の生じない超音波接合を可能にしたことを特徴とする超音波振動接合装置。

【請求項２】

請求項１記載の超音波振動発生装置において、

上記超音波ホーンの振動周波数が４０ｋＨｚ以下であることを特徴とする超音波振動接合装置。

【請求項３】

請求項１記載の超音波振動接合装置において、

上記超音波ホーンが多面体にされ、サイズの異なるチップ部品が保持可能な複数の吸着支

持面を備えていることを特徴とする超音波振動接合装置。
【請求項４】
請求項１記載の超音波振動接合装置において、
上記超音波ホーンが多面体にされ、同一サイズのチップ部品が保持可能な複数の吸着支持面を備えていることを特徴とする超音波振動接合装置。
【請求項５】
請求項３又は４記載の超音波振動接合装置において、
上記吸着支持面が超硬材を介在し、表面が耐摩耗材の支持面からなることを特徴とする超音波振動接合装置。
【請求項６】
請求項１記載の超音波振動接合装置において、
上記回路基板のランド部への上記チップ部品のバンプの超音波接合を、角形のチップ部品に対して斜め方向から超音波振動を加えることを特徴とする超音波振動接合装置。
【請求項７】
請求項１記載の超音波振動接合装置において、
上記超音波ホーンは上記吸着支持面側に荷重がかけられるように１か所で上記超音波振動発生器をブラケットで保持するようにしたことを特徴とする超音波振動接合装置。
【請求項８】
請求項１記載の超音波振動接合装置において、
上記超音波ホーンの加圧制御は、圧力検出器により検出された圧力信号を荷重制御手段に直接入力しクローズドフィードバック制御するようにしたことを特徴とする超音波振動接合装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、横振動方式の超音波ホーンを使用して例えば、チップ部品のバンプを回路基板のランド部に超音波接合しマウントするための超音波振動接合装置に関し、詳しくは、回路基板に対して超音波ホーンを斜めに傾斜させた姿勢で行うようにし、回路基板に対してチップ部品に縦振動の生じない超音波接合を可能にしたものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来、超音波振動接合装置の超音波ホーンとしては、縦振動方式、横振動方式、捻じり振動方式あるいは撓み振動方式等がある。例えば回路基板のランド部にチップ部品のバンプを超音波接合する超音波ホーンとしては、横振動方式の超音波ホーンが使用される。
【０００３】
すなわち、横振動方式の超音波ホーンは、ホーンの軸長手方向に超音波振動が発生することを利用し、超音波ホーンを水平向きの姿勢にしてチップ部品を加圧した状態でバンプに横振動を与えることで、回路基板のランド部との間で発生する摩擦熱により溶融し、いわゆる超音波接合が行われるものである。
【０００４】
上述した横振動方式の超音波ホーンは一般に図８に示すように水平向きの姿勢にされて使用される。ここで、図８において符号３０が超音波ホーンであり、符号３１が超音波振動発生器である。超音波ホーン３０は図示しない装置本体にブラケット３２によって水平に保持されている。そして、超音波ホーン３０にはチップ部品３３がバキュームにより吸着保持され、回路基板３４のランド部との間で超音波接合が行われる。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
ところで、横振動方式の超音波ホーンは図８に示した水平向きの姿勢ではチップ部品３３に横方向のみの超音波振動を与えることができるが、その反面、超音波ホーン３０や超音波振動発生器３１が回路基板３４上の周辺の図示しないチップ部品と干渉し易く、超音波

接合の作業がしにくいといった問題がある。

【０００６】

そこで、このような問題の対策として図９に示すように超音波ホーン３０を斜め上方に傾斜して使用すると、回路基板３４上の周辺のチップ部品との間にパスライン（空間部）３５が取れて超音波接合の作業が改善できるといった利点がある。

【０００７】

ここで、超音波ホーン３０のホーン軸方向の振動が最小な部分であるホーン中心のノーダル点ａ（振動の節）の外周部をブラケット３２で保持することによって、ブラケット３２を介して超音波ホーン３０に荷重を与えても、超音波ホーン３０の縦方向の撓みによる振動の発生を最小限に無くすることができる。

【０００８】

しかしながら、上述した超音波ホーン３０のノーダル点ａの外周部はホーン軸方向には振動が発生しない部分ではあっても、図９に示すように軸方向に矢印で示した超音波ホーン３０の伸縮方向の振動に同期して径方向に矢印で示すように伸縮する振動が発生している。この径方向に伸縮する振幅は超音波ホーン３０の径によって変わるが、凡そ軸方向の振幅の１／５程度である。

【０００９】

しかし、このノーダル点ａの外周部を例えばブラケット３２で加圧した場合、超音波ホーン３０とブラケット３２との間で叩き合いが発生し、その反作用により超音波ホーン３０が径方向に縦ぶれを起こし、超音波ホーン３０のチップ吸着面にも縦成分の振動が発生することになる。この結果、超音波ホーン３０のチップ吸着面の縦振動が超音波接合中のチップ部品３３に損傷等のダメージを与えるといった決定的な問題がある。このような現象は同時に超音波ホーン３０とチップ部品３３との間で滑りによる摩耗が発生し、信頼性の高い超音波接合動作とは言えない。

【００１０】

本発明は、上述したような課題を解消するためになされたもので、超音波ホーンの縦方向の超音波振動成分を限りなく小さくすることができ、超音波接合においてチップ部品のダメージを回避することができ、併せて回路基板上の周辺のチップ部品との間にパスラインが取れ超音波接合の作業を改善することのできる超音波振動接合装置を得ることを目的とする。

【００１１】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するため、本発明による超音波振動接合装置は、チップ部品の吸着支持面を有する横振動方式の超音波ホーンと、吸着支持面に保持されたチップ部品と共に超音波ホーンを横振動させるための超音波振動発生器と、超音波ホーンをそのノーダル点に結合し保持するようにした超音波ホーンと同一周波数の共振体からなるノーダルサポート共振棒とを備え、超音波ホーンを回路基板に介して斜め上方傾斜させた姿勢にして超音波接合を行えるようにしたものである。

【００１２】

上述のように構成した本発明の超音波振動接合装置によれば、超音波ホーンの軸方向の振動に伴う径方向の伸縮振動がノーダルサポート共振棒の伸縮動作によってキャンセルされ、径方向の伸縮振動は実質的に振動の無い状態となり、これにより、超音波ホーン１は横振動のみ発生し、縦振動に伴うチップ部品の破損を回避することができる。

【００１３】

【発明の実施の形態】

以下、本発明における超音波振動接合装置の実施形態を添付した図面を参照して説明する。

【００１４】

図１に本例による超音波振動接合装置の全体の構成図を示す。

符号１が横振動方式の超音波ホーンであり、例えばチタン合金からできている。超音波ホ

ーン１は図２に拡大図で示すように先端側に二股状に傾斜する上下対称形状のチップ部品の吸着支持面２，２を備えている。超音波ホーン１の中心にはバキューム孔３を有し、このバキューム孔３から両吸着支持面２，２の中心に貫通するようにそれぞれバキューム孔３ａ，３ａが開口されている。また、吸着支持面２，２は図示しないが超硬材を接合材として介在するようにしてダイヤ合金等の耐摩耗材が表面形成されている。

【００１５】

上述した超音波ホーン１はその中心軸上に超音波振動発生器４が接続されている。本例では超音波ホーン１は半波長ホーンであり、超音波振動発生器４より発生する所定の周波数により超音波ホーン１に振幅が５μｍ程度の横振動が発生するようにされている。

【００１６】

超音波振動発生器４はブラケット５により保持され、超音波ホーン１を斜め上方に傾斜されるように固定ブロック６に支持されている。超音波ホーン１の傾斜角度は一例として１０～１５°に設定されている。すなわち、超音波ホーン１が傾斜設定されることで下向きの吸着支持面２は垂線に対して直行する水平向きになるようにされている。

【００１７】

ここで、上述した超音波ホーン１においては、図３に示すようにホーン軸方向には振動の発生しないノーダルポイントと言われる節点が存在し、このノーダルポイント１ａの外周部に超音波ホーン１と同じ振動特性を有するノーダルサポート共振棒７の一端部が結合されている。このノーダルサポート共振棒７にもノーダルポイント７ａを有し、このノーダルポイント７ａが固定ブロック６にボルト８で固定され、ノーダルサポート共振棒７の他端部はフリーとなっている。

【００１８】

さて、超音波ホーン１及び超音波振動発生器４を保持している固定ブロック６は、回動角調整ブロック９に固定されている。この回動角調整ブロック９は軸受ブロック１０に垂直向きに軸受けされたモータ軸１１の下端部に設けられ、モータ軸１１の上端部は例えばステッピングモータ等の回動角調整用モータ１２の出力軸と直結している。

【００１９】

軸受ブロック１０は垂直なガイドレール１３に沿って上下移動する可動枠１４に支持され、可動枠１４より上方部分のガイドレール１３に加圧ブロック１５が支持されている。そして、加圧ブロック１５に一体に設けたねじブロック１６に圧力調整用モータ１７の出力軸となるねじ軸１８がねじ結合されている。

【００２０】

また、上述した可動枠１４と加圧ブロック１５との間には圧力検出器（ロードセル）１９が配置されている。この圧力検出器１９により検出された出力信号はパソコン２０から指令データが入力されている荷重制御ユニット２１にて読み込まれて荷重制御され、ここから指令データに基づいた荷重信号として圧力調整用モータ１７を駆動し圧力検出器１９への加圧力を調整する、いわゆるクローズドフィードバック制御が行われる。

【００２１】

すなわち、Ｘ－Ｙ移動テーブル２２上に位置決めされ載置された回路基板２３に対し、超音波ホーン１に吸着された状態でチップ部品２４が押し付けられて振動される圧力値は、圧力調整用モータ１７と圧力検出器１９と荷重制御ユニット２１とのクローズドフィードバック制御により一定にできるようになっている。

【００２２】

次に、横振動方式の超音波ホーン１が超音波振動において縦振動成分の発生しない様子を図３に示した模式図について説明する。

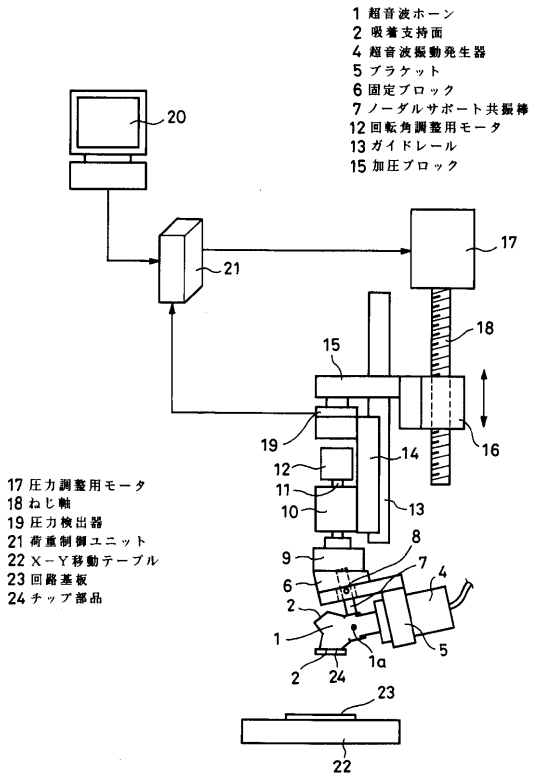
【００２３】

超音波ホーン１の横振動は実線矢印及び破線矢印に示すように、超音波ホーン１はノーダルポイント１ａを節目にして左右軸方向に交互に伸縮しホーン１の端部側において最も大きく振動する。この際、超音波ホーン１の径方向では超音波ホーン１が軸方向に伸長すると実線矢印のように縮径し、収縮すると破線矢印のように拡径する動作が行われる。

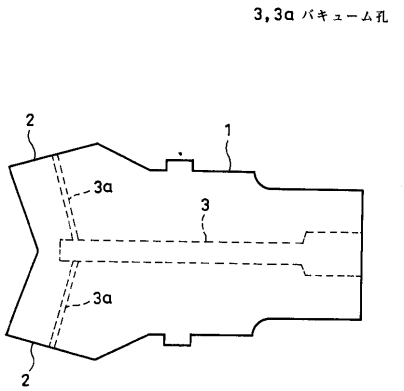
【００２４】
ここで、超音波ホーン１のノーダルポイント１ａにはノーダルサポート共振棒７が結合されていることで、超音波ホーン１が縮径されるとノーダルサポート共振棒７はそのノーダルポイント７ａを節目にして実線矢印のように軸方向に伸長し、超音波ホーン１が拡径されるとノーダルサポート共振棒７はそのノーダルポイント７ａを節目にして破線矢印のように軸方向に収縮する動作が行われる。
【００２５】
すなわち、超音波ホーン１の横振動に伴う径方向への伸縮成分は、ノーダルポイント７ａが固定されているノーダルサポート共振棒７の伸縮動作によってキャッセルされることになり、径方向の伸縮を極めて小さく抑えることができ、従って、超音波ホーン１は実質的に横振動のみ発生することになる。
【００２６】
上述したように本発明によれば、超音波ホーン１の縦振動成分を極めて小さく抑え横振動成分のみを発生させることができるようになり、縦振動成分によるチップ部品の破壊を未然に防止することができ、信頼性の高い超音波接合が可能となる。また、超音波ホーン１を斜め上方に傾斜させた姿勢にしたことで、超音波ホーン１と回路基板２３上の周辺のチップ部品との間にパスラインが取れ超音波接合の作業を改善することができる。
【００２７】
また、理想的な超音波接合としては、超音波ホーンが発生する振動に対してチップ部品がスリップすることなく完全に追従して振動することである。この場合、チップ部品の重量や、チップ部品に加わる超音波ホーンの荷重により異なるが、前述したように超音波ホーンの振幅を５μｍに設定した場合、超音波ホーンに６０ｋＨｚの振動を発生させたときのチップ部品の振幅は０．５μｍであり、同様に超音波ホーンに４０ｋＨｚの振動を発生させたときのチップ部品の振幅は２．５μｍであり、超音波ホーンに２０ｋＨｚの振動を発生させたときのチップ部品の振幅は４．５μｍであることが実験の結果から判った。
【００２８】
これによれば、超音波ホーンに６０ｋＨｚの振動を発生させたときでは、超音波ホーンとチップ部品との間に大きなスリップが発生して超音波接合の効率が極めて低いことである。従って、本発明では超音波ホーンの振動周波数を４０ｋＨｚ以下に設定することでチップ部品の追従性が高まり超音波接合の効率が向上することが実験の結果から判明した。
【００２９】
図４及び図５は回路基板２３のランド部に対してチップ部品の超音波振動を与える方向を従来例の場合と、本発明との場合を比較した模式図であり、符号２５は回路基板２３に形成されている配線パターン、２７は配線パターン２５のランド部である。そして、符号２７が図示しないチップ部品のバンプを示し、超音波振動を与える方向を矢印で示す。
【００３０】
ここで、図４に示した従来例の場合では、回路基板２３のランド部２６に対して正対している方向からバンプ２７に矢印の方向から超音波振動を与えているので、超音波振動方向に平行しているランド部２６に対してバンプ２７が位置ずれすることなく接合の信頼性が得られるが、超音波振動方向に直行するランド部２６ではバンプ２７が脱落し易く接合の信頼性が低下するといった問題がある。これに対して図５に示した本発明のようにランド部２６に対して回路基板２３の対角方向からバンプ２７を矢印の方向から超音波振動を与えることで、回路基板２３が多少位置ずれしている場合であってもランド部２６を実質的に広くすることが可能となり、接合の信頼性を高めることができるといった利点がある。
【００３１】
図６及び図７は超音波ホーン１の別の実施形態による側面図と正面図を示し、超音波ホーン１の吸着支持面２を多面体（本例では８つの吸着支持面）に構成したものである。これによれば、それぞれの吸着支持面２にサイズの異なる複数種類のチップ部品の保持が可能となり、１つの超音波ホーン１で対応することができるようになるので、種類毎のチップ部品専用の超音波ホーンにする場合のようなホーンの固有振動が変わることによる接合条

件の変更を回避することができる。
【００３２】
また、別の使用例として、多面体の吸着支持面２に同一サイズの複数のチップ部品を保持するようにすれば、一つの吸着支持面２に摩耗等が生じたときに別の吸着支持面２を使用して超音波接合作業を継続して行うことができ、これにより、吸着支持面の摩耗の度にいちいち超音波ホーンを交換するような煩雑さを解消し接合作業の高能率化を図ることができる。
【００３３】
尚、本発明は、上述しかつ図面に示した実施の形態に限定するものでなく、その要旨を逸脱しない範囲内で種々の変形実施が可能となる。
【００３４】
超音波ホーン１の傾斜角度は、本例では１０～１５°に設定した場合について説明したが、この角度に限定するものではない。
【００３５】
また、本例では回路基板のランド部２６にチップ部品２４のバンプ２７を超音波接合する例について説明したが、その他、回路基板とチップ部品とを超音波接合によりワイヤボンディングする場合にも広く利用可能である。
【００３６】
【発明の効果】
以上説明したように本発明における超音波振動接合装置は、チップ部品の吸着支持面を有する横振動方式の超音波ホーンと、吸着支持面に保持されたチップ部品と共に超音波ホーンを横振動させるための超音波振動発生器と、超音波ホーンをそのノーダル点に結合し保持するようにした超音波ホーンと同一周波数共振体からなるノーダルサポート共振棒とを備え、超音波ホーンの縦振動成分を極めて小さく抑え横振動成分のみを発生させることができるようになり、縦振動成分によるチップ部品の破壊を未然に防止することができ、信頼性の高い超音波接合が得られる。
【００３７】
また、超音波ホーンを斜め上方に傾斜させた姿勢にしたことで、超音波ホーンと回路基板上の周辺のチップ部品との間にパスラインが取れ超音波接合の作業性を改善することができるといった効果もある。
【図面の簡単な説明】
【図１】本例における超音波振動発生装置の全体の構成図である。
【図２】超音波ホーンの側面図である。
【図３】超音波ホーンの縦振動が無くなる様子の模式図である。
【図４】超音波ホーンの振動方向と回路基板との関係の改善前の模式図である。
【図５】超音波ホーンの振動方向と回路基板との関係の改善後の模式図である。
【図６】超音波ホーンの別の実施形態の側面図である。
【図７】同じく超音波ホーンの正面図である。
【図８】横振動方式の超音波ホーンの概要図である。
【図９】横振動方式の超音波ホーンを斜め上方へ傾斜させた状態の概要図である。
【符号の説明】
１…超音波ホーン、１ａ…超音波ホーンのノーダル点、２…吸着支持面、３，４…バキューム孔、５…ブラケット、６…固定ブロック、７…ノーダルサポート共振棒、７ａ…ノーダルサポート共振棒のノーダル点、１２…回動角調整用モータ、１３…ガイドレール、１５…加圧ブロック、１７…圧力調整用モータ、１８…ねじ軸、１９…圧力検出器、２１…荷重制御ユニット、２２…Ｘ－Ｙ移動テーブル、２３…回路基板、２４…チップ部品、２５…配線パターン、２６…ランド部、２７…チップ部品のバンプ

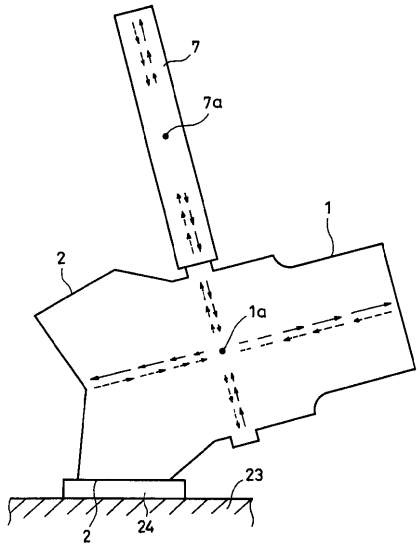
【図１】


1 超音波ホーン
2 吸着支持面
4 超音波振動発生器
5 ブラケット
6 固定ブロック
7 ノーダルサポート共振棒
12 回転角調整用モータ
13 ガイドレール
15 加圧ブロック
17 圧力調整用モータ
18 ねじ軸
19 圧力検出器
21 荷重制御ユニット
22 X－Y移動テーブル
23 回路基板
24 チップ部品

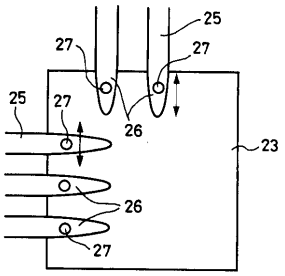
【図２】


3,3a バキューム孔

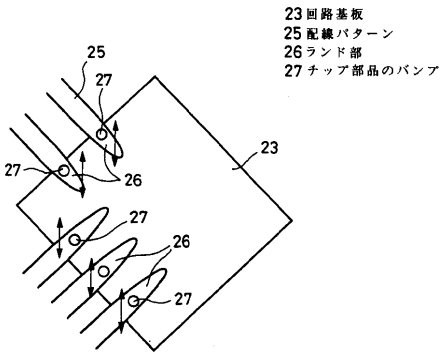
【図３】


1 超音波ホーン
1a ノーダル点
7 ノーダルサポート共振棒
7a ノーダル点

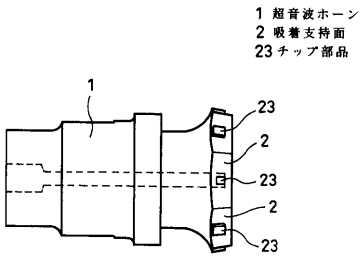
【図４】



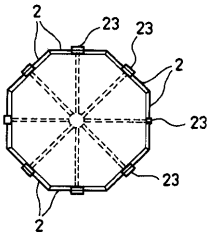
【図５】


23 回路基板
25 配線パターン
26 ランド部
27 チップ部品のバンプ

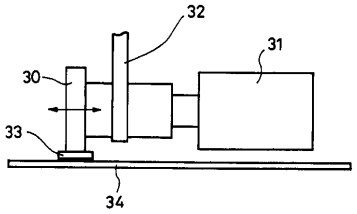
【図６】


1 超音波ホーン
2 吸着支持面
23 チップ部品
1
23
2
23
2
23

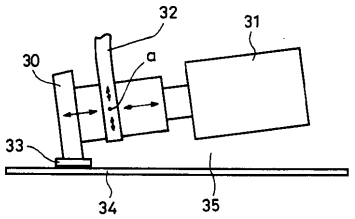
【図７】


2
23
23
2
23
23
2

【図８】


32
31
30
33
34

【図９】


32
31
30
a
33
34
35

フロントページの続き

(72)発明者　天野　正己
愛知県額田郡幸田町大字坂崎字雀ヶ入１番地　ソニー幸田株式会社内
(72)発明者　戸来　正康
神奈川県厚木市岡田４丁目３番１４号　日本エマソン株式会社　ブランソン事業本部内
(72)発明者　玉本　修
神奈川県厚木市岡田４丁目３番１４号　日本エマソン株式会社　ブランソン事業本部内

審査官　市川　篤

(56)参考文献　特開２０００－１９５９０５（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－３２６６２３（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２９６４３３（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－０７７４８６（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－２０８８４４（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－０８２７２３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
H01L 21/60　311
B06B　1/02