

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-293865

(P2005-293865A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl.⁷

H01J 37/20
G01N 1/28
G01N 1/32

F 1

H01J 37/20
G01N 1/32
G01N 1/28
G01N 1/28

テーマコード(参考)

2 G 05 2
5 C 00 1

W
G

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日

特願2004-102815 (P2004-102815)
平成16年3月31日 (2004.3.31)

(71) 出願人 000004271
日本電子株式会社
東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号
(72) 発明者 鈴木俊明
東京都昭島市武蔵野三丁目1番2号 日本
電子株式会社内
(72) 発明者 西岡秀夫
東京都昭島市武蔵野三丁目1番2号 日本
電子株式会社内
(72) 発明者 佐藤泰彦
東京都昭島市武蔵野三丁目1番2号 日本
電子株式会社内
(72) 発明者 奥西栄治
東京都昭島市武蔵野三丁目1番2号 日本
電子株式会社内

最終頁に続く

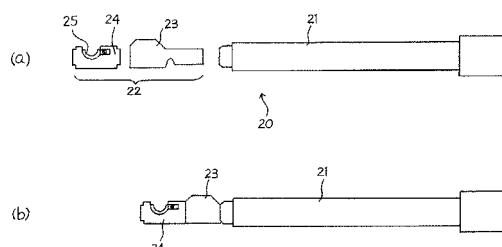
(54) 【発明の名称】試料ホルダおよび試料傾斜ホルダ

(57) 【要約】

【課題】 試料を2軸傾斜ホルダへ容易に配置することができる試料ホルダを提供する。

【解決手段】 21は棒状の導入部であり、導入部21は透過電子顕微鏡のゴニオメータに装着できるように形成されている。22はチップオンカートリッジであり、チップオンカートリッジ22は取付部23とシャトル(試料保持部)24とで構成されている。本発明のチップオンカートリッジ22は、従来のチップオンカートリッジが2つに分割されて構成されている。取付部23の一端は導入部21の先端に着脱可能に取り付けられるよう形成されている。シャトル24は取付部23の他端に着脱可能に取り付けられるよう形成されている。このため、シャトル24を取り付けると共に、取付部23を導入部21の先端に取り付けると、図4(b)に示す試料ホルダ20となる。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

試料観察装置またはイオンビーム照射装置に装着される試料ホルダであって、以下の(a) ~ (c)の構成要素を備えたことを特徴とする試料ホルダ

(a) 棒状の導入部

(b) 前記導入部の先端に着脱可能に取り付けられる取付部

(c) 試料を保持するための試料保持部であって、前記取付部に着脱可能に取り付けられる試料保持部。

【請求項 2】

棒状の導入部と、その導入部の中心軸にほぼ直交する軸回りに傾斜可能な傾斜台とを備えた試料傾斜ホルダであって、

前記傾斜台は、上記請求項1における試料保持部を保持するための保持手段を備えていることを特徴とする試料傾斜ホルダ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、透過電子顕微鏡や集束イオンビーム加工装置などに装着される試料ホルダ、および透過電子顕微鏡などの試料観察装置に装着される試料傾斜ホルダに関する。

【背景技術】**【0002】**

透過電子顕微鏡(TEM)においては、電子銃からの電子線が試料に照射され、試料を透過した電子線によって形成された透過電子顕微鏡像(TEM像)や回折像は、電子線光軸上に配置された蛍光板などによってTEM観察される。

このような透過電子顕微鏡で観察される試料は、照射電子線が透過するように薄く作製される。その試料作製装置として集束イオンビーム(FIB)加工装置が用いられており、図1は、集束イオンビーム加工装置を用いた試料作製手順を示した図である。

この場合、まず図1(a)に示すように、試料素材(たとえば半導体基板)からL字状に切り出された試料プロック1は、C字状に形成された半切りの単孔メッシュ2に貼り付けられる。試料プロック1は2mm程度と小さいため、試料作製者はピンセットで試料プロック1を摘んで単孔メッシュ2に貼り付ける。こうして、試料プロック1と単孔メッシュ2によって試料3が形成される。

次に図1(b)に示すように、試料3はチップオンカートリッジ4にセットされる。この際、試料3は板バネ5によって押しつけられてチップオンカートリッジ4に固定される。単孔メッシュ2は3mm程度と小さく、このため試料3は小さいので、試料作製者はピンセットで試料3を摘んでチップオンカートリッジ4にセットする。

次に図1(c)に示すように、チップオンカートリッジ4はFIB加工装置用試料ホルダ6にセットされる。チップオンカートリッジ4の長さは5cm程あるので、試料作製者はチップオンカートリッジ4を手で直接摘んでFIB加工装置用試料ホルダ6にセットする。FIB加工装置用試料ホルダ6はチップオンカートリッジ4を4個セットできるように構成されている。

次に、FIB加工装置用試料ホルダ6はFIB加工装置(図示せず)に装着される。そして、集束イオンビームが試料3の試料プロック1上で走査され、試料プロック1に対してFIB加工(薄膜加工)が行われる。この薄膜加工により、図1(d)に示すように、薄膜部分1aが試料プロック1に形成される。

すべての試料プロック(この場合は4個の試料プロック)に対するFIB加工が終了すると、試料作製者は、FIB加工装置からFIB加工装置用試料ホルダ6を取り出す。そして試料作製者は、FIB加工装置用試料ホルダ6から1個のチップオンカートリッジ4を手で摘んで取り外し、そのチップオンカートリッジ4を図2(a)に示すTEM用試料ホルダ導入部7の先端にセットする。TEM用試料ホルダ導入部7は棒状に形成されており、チップオンカートリッジ4は導入部7の先端に着脱可能に取り付けられる。

10

20

30

40

50

次に試料作製者は、図2(b)に示すように、チップオンカートリッジ4を保持したTEM用試料ホルダ導入部7を透過電子顕微鏡のゴニオメータ8に装着する。このゴニオメータ8は、試料3をX,Y,Z軸方向に移動、およびY軸回りに回動(傾斜)させるための移動機構である。こうして、チップオンカートリッジ4上の試料3が対物レンズポールベース9a,9b間に配置されると、電子線が試料3の薄膜部分1a(図1(d)参照)に照射され、試料3のTEM観察が行われる。

このTEM観察が終了すると、試料作製者は、前記ゴニオメータ8からTEM用試料ホルダ導入部7を取り出し、その導入部7からチップオンカートリッジ4を手で摘んで取り外す。そして試料作製者は、上述したTEM観察の際に「試料3の薄膜部分1aをもう少し薄くした方が良い」と判断した場合には、その試料3を保持したチップオンカートリッジ4を前記FIB加工装置用試料ホルダ6に戻す(図1(c)参照)。

このようなTEM観察は残り3個の試料についても順次行われ、「薄膜部分1aをもう少し薄くした方が良いと判断された試料3」を保持したチップオンカートリッジ4は、前記FIB加工装置用試料ホルダ6に戻される。そして、そのFIB加工装置用試料ホルダ6は前記FIB装置に再び装着され、各試料3の薄膜部分1aが更にFIB加工(薄膜加工)される。その後、上述したTEM観察が再び行われる。以後、試料3の薄膜部分1aの厚さがTEM観察に適当な厚さに達するまで、上述したFIB加工とTEM観察が繰り返し行われる。

以上説明した従来技術においては、FIB加工装置と透過電子顕微鏡に共通のチップオンカートリッジ4が採用されている。このチップオンカートリッジ4は手で直接つかみやすい大きさなので、試料作製者は、チップオンカートリッジ4を容易にFIB加工装置用試料ホルダ6とTEM用試料ホルダ導入部7に対して着脱できる。このため、試料作製者は、FIB加工とTEM観察の繰り返しを容易に行うことができる。

なお、チップオンカートリッジについて記載された特許文献として、たとえば特許第2934308号公報(特許文献1)が知られている。

ところで、試料の種類によっては、試料をさらに詳しく観察するためにTEM用2軸傾斜ホルダが必要となる。すなわち、単結晶基板の試料などを透過電子顕微鏡で正確に解析するには、図3に示すような2軸傾斜ホルダ10が必要となる。

図3に示す2軸傾斜ホルダ10は、前記ゴニオメータ8に装着可能な棒状導入部11と、導入部11の先端に形成された傾斜部12とで構成されている。そして傾斜部12は、導入部11先端に固定されたフレーム13と、フレーム13に支持された傾斜軸14と、傾斜軸14上に固定された傾斜台15とを備えている。傾斜台15には電子線通過孔16が開けられており、その電子線通過孔16の周縁に試料載置部17が形成されている。この試料載置部17には、前記チップオンカートリッジ4にセットされてFIB加工された試料3がセットされる。

さて、前記傾斜軸14は、導入部11の中心軸gに直交する軸h上に位置している。そして傾斜軸14は、導入部11内部に組み込まれたモータ(図示せず)の駆動によって、軸h回りに正逆両方向に回転される。それに伴い、傾斜台15は軸h回りに回動される。このように図3に示す2軸傾斜ホルダ10は、傾斜台15上に載置される試料3を軸h回りに傾斜(回動)できるように構成されている。また、2軸傾斜ホルダ10が前記ゴニオメータ8に装着されてゴニオメータ8によってY軸回りに回動されると、それに伴って、試料3はY軸回りに傾斜(回動)される。

以上説明した2軸傾斜ホルダ10を用いることにより、試料3を2つの軸(h,Y)回りに傾斜させることができ、単結晶基板の試料などを正確に解析することができる。

【0003】

【特許文献1】特許第2934308号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、図3に示した2軸傾斜ホルダ10を用いる場合には、前記チップオンカ-

10

20

30

40

50

トリッジ 4 にセットされて F I B 加工された試料 3 を、チップオンカートリッジ 4 から取り外して 2 軸傾斜ホルダ 10 に移さなければならぬ。その際、試料 3 は上述したように小さいため、試料作製者はピンセットなどで小さな試料 3 を摘んで 2 軸傾斜ホルダ 10 にセットしなければならぬ。このような作業には手先の器用さと集中力を要し、この作業は試料作製者にとって非常に煩わしいものである。

本発明はこのような点に鑑みて成されたもので、その目的の 1 つは、試料を 2 軸傾斜ホルダへ容易に配置することができる試料ホルダを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成する本発明の試料ホルダは、試料観察装置またはイオンビーム照射装置に装着される試料ホルダであって、棒状の導入部と、前記導入部の先端に着脱可能に取り付けられる取付部と、試料を保持するための試料保持部であって、前記取付部に着脱可能に取り付けられる試料保持部とを備えている。

【発明の効果】

【0006】

したがって本発明によれば、試料を 2 軸傾斜ホルダへ容易に配置することができる試料ホルダを提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、図面を用いて本発明の実施の形態について説明する。

【0008】

図 4 は本発明の試料ホルダの一例を示した図であり、透過電子顕微鏡の前記ゴニオメータ 8 (図 2 (b) 参照) に装着可能な試料ホルダ 20 を示した図である。なお、図 4 (a) は本発明の試料ホルダ 20 をばらした状態を示した図であり、図 4 (b) は組み立てられた状態の試料ホルダ 20 を示した図である。

【0009】

図 4 において、21 は棒状の導入部である。導入部 21 は前記ゴニオメータ 8 に装着できるように形成されており、その形状は前記 T E M 用試料ホルダ導入部 7 (図 2 参照) と同じである。

【0010】

22 はチップオンカートリッジであり、チップオンカートリッジ 22 は取付部 23 とシャトル (試料保持部) 24 とで構成されている。このように本発明のチップオンカートリッジ 22 は、従来のチップオンカートリッジ 4 (図 1 参照) が 2 つに分割されて構成されている。

【0011】

さて、前記取付部 23 の一端は、前記導入部 21 の先端に着脱可能に取り付けられるよう形成されている。また、前記シャトル 24 は、取付部 23 の他端に着脱可能に取り付けられるよう形成されている。このため、シャトル 24 を取付部 23 に取り付けると共に、取付部 23 を導入部 21 の先端に取り付けると、図 4 (b) に示す試料ホルダ 20 が組み上がる。なお、前記シャトル 24 には、試料を固定するための板バネ 25 が取り付けられている。

【0012】

以上、図 4 の試料ホルダ 20 の構成を説明した。以下、図 5 を用い、試料ホルダ 20 を用いた試料の F I B 加工について説明する。

まず図 5 (a) に示すように、前記試料 3 はシャトル 24 にセットされる。この際、試料 3 は板バネ 25 によって押しつけられてシャトル 24 に固定される。前記単孔メッシュ 2 は 3 mm 程度と小さく、このため試料 3 は小さいので、試料作製者はピンセットで試料 3 を摘んでシャトル 24 にセットする。

次に図 5 (b) に示すように、試料 3 を保持したシャトル 24 は取付部 26 にセットされる。シャトル 24 の長さは 2 cm 程あり、また取付部 23 の長さは 3 cm 程があるので、試

10

20

30

40

50

料作製者はそれらを手で直接摘んでシャトル 24 を取付部 23 にセットする。このようにシャトル 24 と取付部 23 とが組み合わされて、チップオンカートリッジ 22 が形成される。

次に図 5 (c) に示すように、チップオンカートリッジ 22 は前記 FIB 加工装置用試料ホルダ 6 にセットされる。チップオンカートリッジ 22 の長さは 5 cm 程あるので、試料作製者はチップオンカートリッジ 22 を手で直接摘んで FIB 加工装置用試料ホルダ 6 にセットする。試料作製者は、用意した 4 個のチップオンカートリッジ 22 を FIB 加工装置用試料ホルダ 6 にセットする。

次に、FIB 加工装置用試料ホルダ 6 は FIB 加工装置（図示せず）に装着される。そして、集束イオンビームが試料 3 の試料ブロック 1 上で走査され、試料ブロック 1 に対して FIB 加工（薄膜加工）が行われる。この薄膜加工により、図 5 (d) に示すように、薄膜部分 1a が試料ブロック 1 に形成される。
10

4 個の試料に対する FIB 加工が終了すると、試料作製者は、FIB 加工装置から FIB 加工装置用試料ホルダ 6 を取り出す。そして試料作製者は、FIB 加工装置用試料ホルダ 6 から 1 個のチップオンカートリッジ 22 を手で摘んで取り外し、そのチップオンカートリッジ 22 を図 4 に示した導入部 21 の先端にセットする（図 4 (b) 参照）。

次に試料作製者は、チップオンカートリッジ 22 を保持した導入部 21、すなわち試料ホルダ 20 を透過電子顕微鏡のゴニオメータ 8 に装着する（図 2 (b) 参照）。こうして、チップオンカートリッジ 22 上の試料 3 が対物レンズポールピース間に配置されると、電子線が試料 3 の薄膜部分 1a に照射され、試料 3 の TEM 観察が行われる。
20

この TEM 観察が終了すると、試料作製者は、前記ゴニオメータ 8 から試料ホルダ 20 を取り出し、導入部 21 からチップオンカートリッジ 22 を手で摘んで取り外す。そして試料作製者は、TEM 観察の際に「試料 3 の薄膜部分 1a をもう少し薄くした方が良い」と判断した場合には、その試料 3 を保持したチップオンカートリッジ 22 を前記 FIB 加工装置用試料ホルダ 6 に戻す（図 5 (c) 参照）。

このような TEM 観察は残り 3 個の試料についても順次行われ、「薄膜部分 1a をもう少し薄くした方が良いと判断された試料 3」を保持したチップオンカートリッジ 22 は、前記 FIB 加工装置用試料ホルダ 6 に戻される。そして、その FIB 加工装置用試料ホルダ 6 は前記 FIB 装置に再び装着され、各試料 3 の薄膜部分 1a が更に FIB 加工（薄膜加工）される。その後、上述した TEM 観察が再び行われる。以後、試料 3 の薄膜部分 1a の厚さが TEM 観察に適当な厚さに達するまで、上述した FIB 加工と TEM 観察が繰り返し行われる。
30

さて、今観察されている試料 3 がたとえば単結晶基板の場合、試料作製者は試料 3 をさらに詳しく TEM 解析するために、図 6 に示す本発明の 2 軸傾斜ホルダ（試料傾斜ホルダ）26 を利用する。

図 6 に示す 2 軸傾斜ホルダ 26 は、前記ゴニオメータ 8 に装着可能な棒状導入部 27 と、導入部 27 の先端に形成された傾斜部 28 とで構成されている。そして傾斜部 28 は、導入部 27 先端に固定されたフレーム 29 と、フレーム 29 に支持された傾斜軸 30 と、傾斜軸 30 上に固定された傾斜台 31 とを備えている。傾斜台 31 には電子線通過孔 32 が開けられている。そして、電子線通過孔 32 の周縁には、前記シャトル 24 をセットするための試料載置部 33 が形成されている。
40

そこで試料作製者は、前記チップオンカートリッジ 22（図 5 (b) 参照）からシャトル 24 を取り外し、試料 3 を保持したシャトル 24 を試料載置部 33 にセットする。上述したようにシャトル 24 の長さは 2 cm 程あるので、試料作製者はシャトル 24 を手で直接摘んで試料載置部 33 にセットすることができる。このように本発明によれば、試料を 2 軸傾斜ホルダへ容易にセットすることができる。なお、この試料セットの際、ピンセットでシャトル 24 を摘んで試料載置部 33 にセットするようにしても良い。その場合にも試料作製者は、従来のように小さな試料 3 をピンセットなどで摘んで 2 軸傾斜ホルダにセットするのに比べ、容易に試料を 2 軸傾斜ホルダにセットすることができる。

こうしてシャトル 24 が試料載置部 33 にセットされると、試料作製者は、傾斜台 31 に
50

ネジ(34)止めされた板バネ(保持手段)35,36を回転させて、板バネ35,36をシャトル24端部上に位置させる。この結果、シャトル24は板バネ35,36によって押しつけられて傾斜台31に固定される。

さて、前記傾斜軸30は、導入部27の中心軸Gに直交する軸H上に位置している。そして傾斜軸30は、導入部27内部に組み込まれたモータ(図示せず)の駆動によって、軸H回りに正逆両方向に回転される。それに伴い、傾斜台31は軸H回りに回動される。このように図6に示す2軸傾斜ホルダ26は、傾斜台31上に載置される試料3を軸H回りに傾斜(回動)できるように構成されている。また、2軸傾斜ホルダ26が前記ゴニオメータ8に装着されてゴニオメータ8によってY軸回りに回動されると、それに伴って、試料3はY軸回りに傾斜(回動)される。このため、このような2軸傾斜ホルダ26を用いることにより、試料3を2つの軸(H,Y)回りに傾斜させることができ、単結晶基板の試料などを正確に解析することができる。10

以上、図4～図6を用いて本発明の一例を説明したが、本発明においては、チップオンカートリッジ22全体を前記傾斜台31にセットするのではなく、シャトル24のみを傾斜台31にセットするようにしている。このため、傾斜台31にかかる負荷を抑えることができ、傾斜台31をモータ駆動によって精度良く傾斜させることができる。また、シャトル24のみを傾斜台31にセットするようにしているので、傾斜台31を小型化することができ、ひいては2軸傾斜ホルダ全体を小型化することができる。

なお、本発明は上記例に限定されるものではない。たとえば、図4に示した試料ホルダ20を装着できるFIB加工装置を用意すれば、その試料ホルダ20をFIB加工装置と透過電子顕微鏡間で差し替えるだけで、FIB加工とTEM観察の繰り返しをより容易に行うことができる。また、集束イオンビーム装置の代わりに、一度に試料上の広範囲にイオンビームを照射するタイプのイオンビーム照射装置を用いるようにしても良い。20

また、上述した本発明の試料ホルダや2軸傾斜ホルダを透過電子顕微鏡以外の試料観察装置、たとえば走査電子顕微鏡や電子プローブマイクロアナライザなどに適用するようにしても良い。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】集束イオンビーム加工装置を用いた従来の試料作製手順を示した図。

【図2】図1における試料を透過電子顕微鏡にセットする手順を示した図。30

【図3】従来の2軸傾斜ホルダを示した図。

【図4】本発明の試料ホルダの一例を示した図。

【図5】集束イオンビーム加工装置を用いた本発明の試料作製手順を示した図。

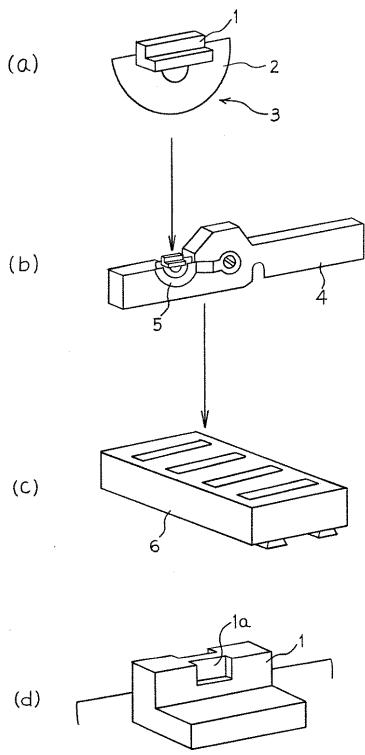
【図6】本発明の2軸傾斜ホルダの一例を示した図。

【符号の説明】

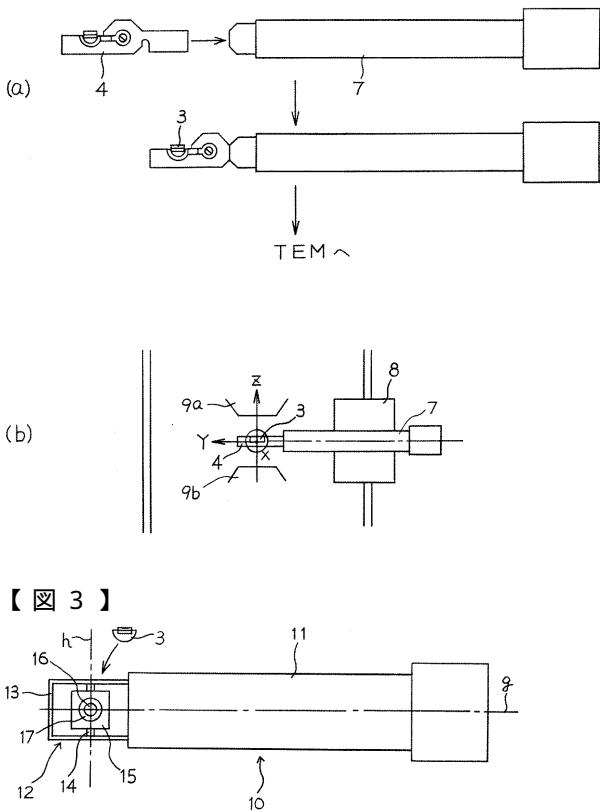
【0014】

1…試料ブロック、2…単孔メッシュ、3…試料、4…チップオンカートリッジ、5…板バネ、6…FIB加工装置用試料ホルダ、7…TEM用試料ホルダ導入部、8…ゴニオメータ、9a,9b…対物レンズポールピース、10…2軸傾斜ホルダ、11…導入部、12…傾斜部、13…フレーム、14…傾斜軸、15…傾斜台、16…電子線通過孔、17…試料載置部、20…試料ホルダ、21…導入部、22…チップオンカートリッジ、23…取付部、24…シャトル、25…板バネ、26…2軸傾斜ホルダ、27…導入部、28…傾斜部、29…フレーム、30…傾斜軸、31…傾斜台、32…電子線通過孔、33…試料載置台、34…ネジ、35…板バネ40

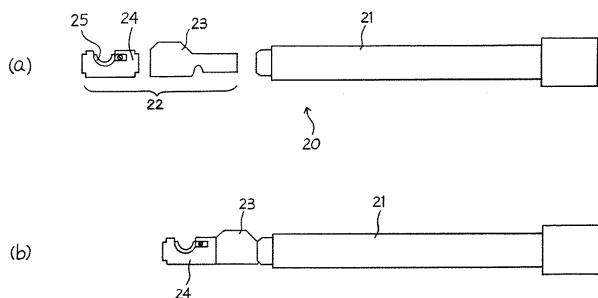
【図1】



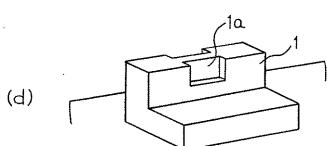
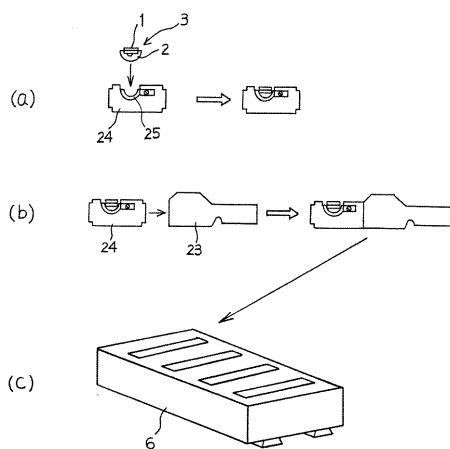
【図2】



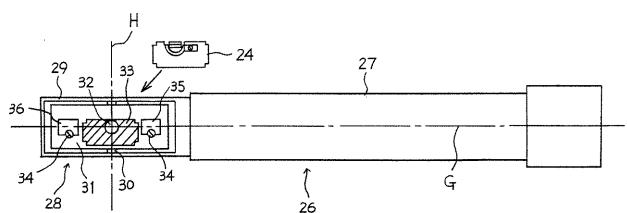
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 遠 藤 徳 明

東京都昭島市武蔵野三丁目1番2号 日本電子株式会社内

F ターム(参考) 2G052 AD32 EC14 EC18 EC22

5C001 AA01 AA02 CC03 CC07