(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3960635号
(P3960635)
(45)発行日　平成19年8月15日(2007.8.15)　(24)登録日　平成19年5月25日(2007.5.25)

(51)Int.Cl.　F I
B24B 37/00 (2006.01)　B24B 37/00 B
H01L 21/304 (2006.01)　H01L 21/304 622K

請求項の数 18　(全 19 頁)

(21)出願番号　特願平7-206594
(22)出願日　平成7年7月20日(1995.7.20)
(65)公開番号　特開平8-257894
(43)公開日　平成8年10月8日(1996.10.8)
審査請求日　平成14年7月15日(2002.7.15)
審判番号　不服2005-1821(P2005-1821/J1)
審判請求日　平成17年2月3日(2005.2.3)
(31)優先権主張番号　特願平7-28722
(32)優先日　平成7年1月25日(1995.1.25)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(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
(72)発明者　廣瀬　政義
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社　荏原製作所内
(72)発明者　佐々木　嘉美
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社　荏原製作所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ポリッシング装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

上面に研磨布を貼ったターンテーブルとトップリングとを有し、前記ターンテーブル上の研磨布の回転中心と外周との間とトップリングとの間にポリッシング対象物を介在させて所定の圧力で押圧するとともに該ターンテーブルと該トップリングとを相対位置運動させることによって該ポリッシング対象物の表面を研磨するポリッシング装置において、

前記研磨布のポリッシング対象物との接触面に凸部が形成され、該凸部がポリッシング対象物に接触している際、凸部の接触部分のターンテーブル径方向の長さはポリッシング対象物の直径より小さく、前記凸部が前記ポリッシング対象物の中心部を通過するように配置され、前記ターンテーブルと前記トップリングとは回転数を変えることによって、前記凸部の前記ポリッシング対象物に接触する領域が回転毎にずれていき、前記ポリッシング対象物の全域と接触させ、前記ポリッシング対象物の中心部の研磨量を増加するようにしたことを特徴とする半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項２】

上面に研磨布を貼ったターンテーブルとトップリングとを有し、前記ターンテーブル上の研磨布の回転中心と外周との間とトップリングとの間にポリッシング対象物を介在させて所定の圧力で押圧するとともに該ターンテーブルと該トップリングとを相対位置運動させることによって該ポリッシング対象物の表面を研磨するポリッシング装置において、

前記ターンテーブル上面に凹部を形成し、該凹部のターンテーブル径方向の長さは、ポリッシング対象物の直径より小さく、前記研磨布のポリッシング対象物との接触面に凹部

が形成され、前記凹部が前記ポリッシング対象物の中心部を通過するように配置され、前記ターンテーブルと前記トップリングとは回転数を変えることによって、前記凹部の前記ポリッシング対象物に接触する領域が回転毎にずれていき、前記ポリッシング対象物の全域と接触させ、前記ポリッシング対象物の中心部の研磨量を減少するようにしたことを特徴とする半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項３】

前記研磨布上凸部の個数と大きさの少なくとも一方が選択可能であることを特徴とする請求項１記載の半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項４】

前記ターンテーブル上の凹部の個数と大きさの少なくとも一方が選択可能であることを特徴とする請求項２記載の半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項５】

前記研磨布上の凸部は、高さ調整が可能であることを特徴とする請求項１記載の半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項６】

前記ターンテーブル上の凹部は、深さ調整が可能であることを特徴とする請求項２記載の半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項７】

前記研磨布上の凸部は、前記ターンテーブル上面に凸部を設けることによって形成されていることを特徴とする請求項１記載の半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項８】

前記研磨布上の凸部は、ポリッシング対象物より小径の円形であることを特徴とする請求項１記載の半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項９】

前記ターンテーブル上の凹部は、ポリッシング対象物より小径の円形であることを特徴とする請求項２記載の半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項１０】

前記研磨布上の凸部は、リング状であることを特徴とする請求項１記載の半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項１１】

前記ターンテーブル上の凹部は、リング状であることを特徴とする請求項２記載の半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項１２】

前記ターンテーブル上面の凸部は、ターンテーブル内の空洞に設けた上下動可能な作動部材を動作させることにより形成することを特徴とする請求項７記載の半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項１３】

前記ターンテーブル上の凹部は、ターンテーブル内の空洞に設けた上下可能な作動部材を動作させることにより形成することを特徴とする請求項２記載の半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項１４】

前記ターンテーブル上面の凸部は、ターンテーブル内の空洞に圧縮空気を供給することにより形成することを特徴とする請求項７記載の半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項１５】

前記凹部には、弾性体が充填されていることを特徴とする請求項２記載の半導体ウエハのポリッシング装置。

【請求項１６】

上面に研磨布を貼ったターンテーブルとトップリングとを有し、前記ターンテーブル上の研磨布の回転中心と外周との間とトップリングとの間にポリッシング対象物を介在させて所定の圧力で押圧するとともに該ターンテーブルと該トップリングとを相対位置運動さ

せることによって該ポリッシング対象物の表面を研磨するポリッシング装置において、
前記ターンテーブルには、その軸心に対して同心で径の異なる複数の周状に、前記ポリッシング対象物よりも小径の円形状空洞が複数形成され、各空洞には前記研磨布上に凸部または凹部を形成するアクチュエータが設置されていて、各円形状凸部または凹部の高さまたは深さは独立に任意に制御することができ、
前記同心で径の異なる複数の周状に形成された円形状凸部または凹部のうち、中央の周に形成された円形状凸部または凹部は前記ポリッシング対象物の中心部を通過するように配置され、その内側および外側の周に形成された円形状凸部または凹部は前記ポリッシング対象物の中心部と外周部との間の中間部を通過するように配置され、
前記ターンテーブルと前記トップリングとは回転数を変えることによって、前記凸部または凹部の前記ポリッシング対象物に接触する領域が回転毎にずれていき、前記ポリッシング対象物の全域と接触させ、
前記中央の周に形成された円形状凸部または凹部により前記ポリッシング対象物の中心部の研磨量を増加または減少するようにし、その内側および外側の周に形成された円形状凸部または凹部により前記ポリッシング対象物の中間部の研磨量を増加または減少するようにしたことを特徴とする半導体ウエハのポリッシング装置。
【請求項１７】
前記アクチュエータはピエゾ素子であることを特徴とする請求項１６記載の半導体ウエハのポリッシング装置。
【請求項１８】
前記アクチュエータはステッピングモータとボールねじを含む押上機構であることを特徴とする請求項１６記載の半導体ウエハのポリッシング装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明はポリッシング装置に係り、特に半導体ウエハなどのポリッシング対象物の表面を平坦かつ鏡面に研磨するポリッシング装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
近年、半導体デバイスの高集積が進むにつれて回路の配線が微細化し、配線間距離もより狭くなりつつある。特に、０．５μｍ以下の光リソグラフィの場合、焦点間深度が浅くなるためステッパの結像面の平坦度を必要とする。
そこで、半導体ウエハの表面を平坦化することが必要となるが、この平坦化法の一手段としてポリッシング装置により研磨することが行われている。
従来、この種のポリッシング装置は、各々独立した回転数で回転するターンテーブルとトップリングとを有し、トップリングが一定の圧力をターンテーブルに与え、ターンテーブル上の砥液を含んだ研磨布とトップリングとの間にポリッシング対象物を介在させて該ポリッシング対象物を保持して研磨していた。
【０００３】
上述したポリッシング装置の性能として、ポリッシング後のポリッシング対象物の高精度な平坦度が要求される。そのために、ポリッシング時に半導体ウエハを保持する保持面、すなわちトップリングの下端面、および半導体ウエハに接する研磨布の接触面、ひいてはターンテーブルの研磨布の貼り付け面は高精度な平坦度を有するものが望ましいと考えられ、用いられてきた。
【０００４】
一方、ポリッシング装置の研磨作用におよぼす要因として、トップリングの保持面および研磨布の接触面の形状だけでなく、研磨布と半導体ウエハの相対速度、半導体ウエハの研磨面上の押圧力の分布、研磨布上の砥液の量、研磨布の使用時間等が影響することが知られている。よって、これらの要素を半導体ウエハの研磨面全面で等しくすれば、高精度な平坦度が得られると考えられる。

しかし、上記の研磨作用に影響する要素のうちで、研磨面全面で等しくすることが可能な要素と、極めて困難な要素が有る。たとえば、研磨布と半導体ウエハの相対速度は、ターンテーブルとトップリングの回転を同一回転数且つ同一方向にすることで均一にできるが、砥液の量は遠心力が働くため均一にすることは困難である。
よって、トップリングの下端面のターンテーブル上の研磨布上面を平坦にすることを含めて研磨作用に影響する要素を研磨面全面で等しくするという考え方では、研磨後の研磨面の平坦度に限界があり、必要とする平坦度が得られない場合がある。

【０００５】

そこで、より高精度な平坦度を得るための方法として、トップリングの保持面の形状を凹面や凸面に形成することで半導体ウエハの研磨面内での押圧力に圧力の分布をもたせ、砥液の入り込みや研磨布の使用時間のバラツキによる研磨作用の不均一性を補正することが行われていた。また、トップリングをダイヤフラム構造とし、ポリッシング中に圧力分布を変更させて研磨作用の不均一性を補正すること等が行われていた。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、トップリングの保持面の形状に工夫を施す場合には、トップリングの保持面は常に半導体ウエハに接触しているため、連続的に研磨中の全時間に亘って研磨に影響する。即ち、トップリングの保持面の形状は、研磨作用に敏感に影響を及ぼしすぎるため、トップリングの保持面を意図的に平坦でない形状にして補正することは極めて難しく、与えた意図的な形状がわずかでも不適切であった場合には、かえってウエハ研磨面の平坦度を失ったり、補正が不足し十分なウエハ研磨面の平坦度が得られないという問題点があった。

【０００７】

また、トップリング保持面の形状を工夫することで補正を行う場合には、トップリング保持面はウエハ研磨面と略同一の大きさであるため、余りにも狭い範囲で複雑な形状補正を行わなければならず、このことも、トップリングの保持面の形状で研磨作用の補正を行うことを困難にしていた。

【０００８】

更に、従来のポリッシング装置、特に半導体ウエハ等の研磨装置においては、ポリッシング対象物の研磨後の研磨面がより平坦であることが追求され、逆に意図的に平坦ではない形状に研磨することや、研磨面の狙った一部の領域の研磨量を増減するように研磨することに関しては、適当な手段や装置が殆どないという問題点が有った。

【０００９】

本発明は上述した問題点を解決すべくなされたもので、研磨の不均一性を容易に補正することができるポリッシング装置、更には狙った所を強調して研磨することができるポリッシング装置を提供することを目的とする。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

上述した目的を達成するため、本発明の１態様は、上面に研磨布を貼ったターンテーブルとトップリングとを有し、前記ターンテーブル上の研磨布の回転中心と外周との間とトップリングとの間にポリッシング対象物を介在させて所定の圧力で押圧するとともに該ターンテーブルと該トップリングとを相対位置運動させることによって該ポリッシング対象物の表面を研磨するポリッシング装置において、前記研磨布のポリッシング対象物との接触面に凸部が形成され、該凸部がポリッシング対象物に接触している際、凸部の接触部分のターンテーブル径方向の長さはポリッシング対象物の直径より小さく、前記凸部が前記ポリッシング対象物の中心部を通過するように配置され、前記ターンテーブルと前記トップリングとは回転数を変えることによって、前記凸部の前記ポリッシング対象物に接触する領域が回転毎にずれていき、前記ポリッシング対象物の全域と接触させ、前記ポリッシング対象物の中心部の研磨量を増加するようにしたことを特徴とするものである。

【００１１】

また本発明の第２の態様は、上面に研磨布を貼ったターンテーブルとトップリングとを有し、前記ターンテーブル上の研磨布の回転中心と外周との間とトップリングとの間にポリッシング対象物を介在させて所定の圧力で押圧するとともに該ターンテーブルと該トップリングとを相対位置運動させることによって該ポリッシング対象物の表面を研磨するポリッシング装置において、前記ターンテーブル上面に凹部を形成し、該凹部のターンテーブル径方向の長さは、ポリッシング対象物の直径より小さく、前記研磨布のポリッシング対象物との接触面に凹部が形成され、前記凹部が前記ポリッシング対象物の中心部を通過するように配置され、前記ターンテーブルと前記トップリングとは回転数を変えることによって、前記凹部の前記ポリッシング対象物に接触する領域が回転毎にずれていき、前記ポリッシング対象物の全域と接触させ、前記ポリッシング対象物の中心部の研磨量を減少するようにしたことを特徴とするものである。

【００１２】

【作用】

本発明の第１の態様によれば、ポリッシング対象物の研磨中に、ポリッシング対象物は、研磨布のポリッシング対象物との接触面に形成された凸部を断続的に通過する。この際、ポリッシング対象物の一部は凸部に接触し、他の部分は研磨布の平坦部に接触する。凸部の研磨作用は平坦部の研磨作用より大きいため、ポリッシング対象物の凸部に接触している部分では平坦部に接触している部分より研磨量は大きい。研磨布上の凸部の位置をポリッシング対象物への作用領域を考慮して決定することによりポリッシング対象物の狙った所を強調して研磨することができる。

【００１３】

作用領域を考慮して決定するということは、具体的には１個の凸部の形状、大きさ、位置、高さによって研磨面で得られる形状、および複数の凸部の場合の全凸部の総合効果によって研磨面で得られる形状を考慮して、適用する凸部の大きさや位置を選択することである。このような構成とすることにより、１つ１つの凸部は円形等の単純な形状であっても、研磨布上の相対的に広い領域でその個数や位置を調整し、組合わせて、研磨面上の研磨量の分布の制御が可能になり、自在な研磨形状を得ることができる。

【００１４】

そして、その一環として、ポリッシング対象物が半導体ウエハのように、平坦に研磨することを目的とした場合には、研磨量が少ない所を強調して研磨して不均一性を補正するように、ターンテーブル上の凸部の位置を決定することにより、ポリッシング対象物の平坦度を確保することができる。

更に、凸部の形成を機械的に行っている場合には、その部分を凸部にするか平坦にするかの切り換えが容易になるので、ポリッシング対象物やポリッシング条件に応じて凸部の組み合わせを変更することが容易になる。

【００１５】

また、本発明の第２の態様によれば、ポリッシング対象物の研磨中に、ポリッシング対象物は、ターンテーブル上面に形成された凹部の上を断続的に通過する。この際、ポリッシング対象物の押圧力によって、研磨布は凹部の箇所はへこむため、平坦部に比べて研磨作用は小さい。このため、ポリッシング対象物の平坦部に接触している部分は、凹部に対応する部分より研磨量は大きい。ターンテーブル上の凹部の位置をポリッシング対象物への作用領域を考慮して決定することによりポリッシング対象物の狙った所の研磨量を抑えるように研磨することができる。

このように、凹部を設ける場合にも、前述の凸部の場合と同様に、凹部の組み合わせ等により自在な研磨形状を得ることができ、その一環としてポリッシング対象物が半導体ウエハのように、平坦に研磨することを目的とした場合には、研磨量が多い所を抑えて不均一を補正するようにターンテーブル上の凹部の位置を決定することにより、ポリッシング対象物の平坦部を確保することができる。

【００１６】

【実施例】

以下、本発明に係るポリッシング装置の実施例を図面に基づいて説明する。本実施例においては、ポリッシング対象物として半導体ウエハを例に挙げて説明する。
図１は、本発明のポリッシング装置の全体構成を示す縦断面図である。図１に示されるように、ポリッシング装置は、ターンテーブル１と、半導体ウエハ２を保持しつつターンテーブル１に押しつけるトップリング３とを具備している。前記ターンテーブル１はモータ（図示せず）に連結されており、矢印で示すようにその軸心回わりに回転可能になっている。またターンテーブル１の上面には、研磨布４が貼設されている。
【００１７】
またトップリング３は、モータ（図示せず）に連結されるとともに昇降シリンダ（図示せず）に連結されている。これによって、トップリング３は、矢印で示すように昇降可能かつその軸心回わりに回転可能になっており、半導体ウエハ２を研磨布４に対して任意の圧力で押圧することができるようになっている。なお、トップリング３の下部外周部には、半導体ウエハ２の外れ止めを行うガイドリング６が設けられている。
【００１８】
また、ターンテーブル１の上方には研磨砥液ノズル５が設置されており、研磨砥液ノズル５によってターンテーブル１に張り付けられた研磨布４上に研磨砥液Ｑが供給されるようになっている。
【００１９】
上記構成のポリッシング装置において、トップリング３の下面に半導体ウエハ２を保持させ、半導体ウエハ２を回転しているターンテーブル１の上面の研磨布４に昇降シリンダにより押圧する。一方、研磨砥液ノズル５から研磨砥液Ｑを流すことにより、研磨布４に研磨砥液Ｑが保持されており、半導体ウエハ２の研磨される面（下面）と研磨布４の間に研磨砥液Ｑが存在した状態でポリッシングが行われる。
【００２０】
図２は、ターンテーブル及び研磨布の参考例の詳細を示す図であり、図２（ａ）は拡大断面図、図２（ｂ）は平面図である。図２（ａ）に示すようにターンテーブル１の上面には、局部的に凸部１ａが形成されており、この凸部１ａの存在によって、研磨布４の上面のウエハ接触面には局部的に凸部４ａが形成される。この凸部４ａが、半導体ウエハ２に接触している際、凸部４ａのターンテーブル半径方向（図２（ｂ）においてｒ方向）の長さｄは半導体ウエハ直径Ｄより小さく、凸部４ａの位置は凸部４ａの半導体ウエハ２への作用領域に基づいて決定されるようになっている。
【００２１】
ポリッシングに用いる研磨布は、繊維をウレタン樹脂で固めたものや、発泡ポリウレタンからなるものが一般的に用いられ、ロデール社のＳＵＢＡ（商品名）やＩＣ－１０００（商品名）等が代表的なものである。
【００２２】
従来のトップリングの保持面を平面以外の形状に形成することに比較して、本発明のようにターンテーブル側の凸部によって研磨量の補正を行う利点は次のような作用であると考えられる。ターンテーブル側に形成した凸部は、ポリッシング中の全時間ではなく、ポリッシング対象物の研磨面を通過する時間だけ作用する。つまり、作用頻度が常にポリッシング対象物と接しているトップリングより少ない。このため、平坦部に対して凸部が０．１㎜程度の高低差を有していても、研磨速度の差は数百オングストローム/min程度にしか現れないと考えられる。ここで、注目すべき点は０．１㎜オーダーの加工または制御で、数百オングストロームの研磨面の制御が可能であることである。
【００２３】
次に、研磨布上面のウエハ接触面に設けた凸部４ａの研磨作用を図３乃至図１０を参照して説明する。
図３は、研磨布上のウエハ接触面に円形の凸部を１個設けた図であり、図３（ａ）は、一参考例として、凸部４ａが半導体ウエハ２の内部のみを通過するように設けた場合を示し、図３（ｂ）は、本発明の一実施例として、半導体ウエハ２の中心部を通過するように

設けた場合を示す、ターンテーブルの上面図である。ここで、ターンテーブル１と半導体ウエハ２は同一方向かつ同一角速度で回転しているものと仮定する。

【００２４】

研磨布上に設けた１個の凸部４ａが半導体ウエハ２を通過する状態を、図３（ａ）の場合について、図４に基づいて説明する。図４（ａ）はターンテーブル１の回転中心C_Tまわりに凸部４ａが回転し、半導体ウエハ外周部に凸部４ａが接している瞬間を示す。このとき、半導体ウエハ２に形成されているオリフラ２ａは、ちょうど凸部４ａの反対側の位置にあるものとする。

【００２５】

図４（ａ）の状態からターンテーブル１がさらに角度θ_1だけ回転し、凸部４ａ全体が半導体ウエハ内部まで回転した状態を、図４（ｂ）に示す。このとき、ターンテーブル１と半導体ウエハ２は同一角速度で回転しているため、半導体ウエハ２も角度θ_1だけ回転する。したがって、図４（ａ）で半導体ウエハ２に接していた時の凸部４ａの半導体ウエハ２から見た相対位置は図４（ｂ）の破線の円▲１▼で示す位置となる。

【００２６】

さらに、ターンテーブル１が図４（ｃ）に示すように、図４（ｂ）の位置より角度θ_2回転すると、半導体ウエハ２も角度θ_2だけ回転するため、図４（ａ）、図４（ｂ）での凸部４ａの半導体ウエハ２に対する相対位置は、それぞれ破線の円▲１▼，▲２▼で示される。図４（ａ）において接した凸部４ａの半導体ウエハ２に対する位置は常にオリフラ２ａの反対側に位置している。

【００２７】

このように、ターンテーブル１及び半導体ウエハ２が回転しているため、凸部４ａは半導体ウエハ２の研磨面を図４（ｄ）に示す軌跡（▲１▼，▲２▼，▲３▼，▲４▼，▲５▼で示す）で通過する。したがって、半導体ウエハ上の凸部４ａが接触する領域は図５の斜線で示す領域になる。ここで、一点鎖線Ｌは、円形の凸部４ａの中心の軌跡を示す。

【００２８】

また、図３（ｂ）に示した、凸部４ａが半導体ウエハ２の中心を通過するように配置したときの、凸部４ａの軌跡を同様に求めた図を図６に示す。

【００２９】

このように、凸部４ａの研磨布上の配置位置によって、半導体ウエハ研磨面の通過経路が異なる。図７は図３（ａ）及び図３（ｂ）に示した凸部４ａの配置のほか、半導体ウエハ２の他の位置を通過するように凸部４ａを設けた場合も併せて示す図で、凸部４ａをターンテーブル１の回転中心C_Tから、Ｃ１，Ｃ２，Ｃ３，Ｃ４，Ｃ５の位置に設けたとする。このような配置とした場合の半導体ウエハ面内の凸部４ａの中心の軌跡を図８に示す。Ｃ１，Ｃ２…Ｃ５の位置の凸部４ａにそれぞれ対応して、Ｌ１，Ｌ２…Ｌ５で示す軌跡となる。なお、ここでの軌跡は半導体ウエハの裏面、即ち研磨面ではない面側から見た軌跡である。

【００３０】

図３乃至図６に示した凸部４ａを１個設けた例において、半導体ウエハとターンテーブルとの相対速度を、ウエハ研磨面で同一とするために、従来のように回転数を同一にすると、凸部は常に半導体ウエハ面上の同一位置を通過することになる。すなわち、図９において凸部４ａが図に示す位置にあり、ターンテーブル１が１回転すると、半導体ウエハ２も１回転するため、再び図に示す位置に戻る。そのため、半導体ウエハ面上の凸部４ａが通過する位置は常に同一であり、半導体ウエハの一部分のみに研磨作用が過剰に作用する不都合が考えられる。このような不都合を解決するために、ターンテーブルとトップリングの回転数を変えてポリッシングを行う。回転数を変えることにより、凸部が半導体ウエハに作用する領域が回転毎にずれるため、上述した不都合を解決することができる。

なお、前述した凸部の通過軌跡は、ターンテーブルとトップリングの回転数が同一であることを前提としたため、回転数を変えることによって、通過軌跡も変わるが、回転数の差を大きくしなければ、ほぼ同様の通過軌跡となる。

【００３１】
ターンテーブルとトップリングの回転数を変えることにより、凸部４ａが半導体ウエハ２に接触する領域が回転毎に徐々にずれていき、半導体ウエハの研磨面の全域と接触させることができる。この状態を図１０に示す。図１０（ａ）において、凸部４ａが半導体ウエハ２に接触する領域が斜線部分で示されていて、図中に矢印で示すように斜線部分が徐々に移動していくことによって、図中の破線で示す円の外側の領域全てと接触させることができる。
また、凸部が研磨作用を及ぼす領域内において、通過する凸部が円形の場合、凸部の中心を通って作用する所は、作用する距離が長い。したがって、作用領域内で、作用の強弱が現れる。この様子を図１０（ｂ）のグラフに示す。
このように、１個の凸部の作用領域はウエハの研磨面上で同心円上になり、また、凸部が研磨面を通過する時間の割合に応じて、凸部の作用の程度のプロファイルが決まる。
【００３２】
なお、ターンテーブルとトップリングの回転数を変える場合でなく、回転数を同一にしても、本出願人が特願平５－３２１２６０号に記載したように、トップリングの保持面で半導体ウエハに遊星運動させるようにすれば、ターンテーブルと、半導体ウエハの回転数がずれて、同様の効果が得られる。
【００３３】
これまでは、研磨布上の凸部を１個設けた場合について述べたが、複数個設けることによって、研磨作用がより強調される。このため、目標とする研磨量に応じて凸部の数が選定される。
また、凸部の数と同時に凸部の大きさも研磨作用に影響する要素の１つであり、凸部の配置位置、数、大きさを適切に選定することにより、きめ細かい研磨量制御を行うことができる。さらに、凸部の選定をコンピュータ等によって最適な組み合わせを自動的に選定することもできる。
【００３４】
次に、研磨布上にリング状の凸部４ｂを設けた場合を図１１に基づいて説明する。図１１（ａ）は半導体ウエハ２の中心部を通過するようにリング状の凸部４ｂを配置した図であり、本発明の一実施例を示す。一方、図１１（ｂ）は半導体ウエハ２の外周部を通過するようにリング状の凸部４ｂを配置した図であり、一参考例を示す。これらのリング状の凸部の場合、リング状の凸部は常に半導体ウエハに接触している。図１２はリング状の凸部４ｂが作用する領域を示す図で、図１２（ａ），図１２（ｂ）は、それぞれ図１１（ａ），図１１（ｂ）に対応する。図１２（ａ）では、ウエハ中心部を通ってウエハ外周部にまで凸部が接触するため、半導体ウエハ２を回転させると凸部４ｂはウエハ全面に作用する。ここで、図中破線で示す円Ｅの内部は常にリング状の凸部と接触している。
【００３５】
図１２（ｂ）では、リング状の凸部４ｂは外周部のみに接触するため、半導体ウエハ２が回転しても凸部４ｂが作用する領域は半導体ウエハ２の外周部のみであり、図中に最内側の破線で示す円Ｆの内部には作用しない。なお、凸部４ｂが接触する領域において、ウエハ面内の半導体ウエハ２の中心からの距離によって、半導体ウエハ２が１回転中に凸部４ｂに接触する割合が異なる。すなわち、図１２（ｂ）において、半導体ウエハ面上の凸部４ｂの作用領域内の内周側と外周側の微小面積Ｓ１，Ｓ２を考えると、内周側の微小面積Ｓ１は半導体ウエハの一回転中に角度α１だけ凸部に接触し、外周側の微小面積Ｓ２は角度α２だけ接触する。
【００３６】
このように凸部４ｂが作用する領域内に、作用の強弱が現れ、作用の大きさは、半導体ウエハの同一円周上で均一であって、半導体ウエハ半径方向に強弱として分布する形となる。図１２（ａ）及び図１２（ｂ）において、各図の左下側に半導体ウエハ直径上でのリング状の凸部４ｂの作用の大きさを表すグラフを示す。図において縦軸は作用の強さを示し、横軸は半導体ウエハ径を示している。

【００３７】
図１２（ａ）では、半導体ウエハ中心部が常に凸部と接触するため、中心部の作用が大きくなる山形状の分布となり、図１２（ｂ）では、中心部が作用を受けず、受ける領域内で外周へいくほど、作用が大きくなる谷形状の分布となる。
【００３８】
図１１及び図１２に示す例では、半導体ウエハ中心部とウエハ外周部にそれぞれ接触するリング状の凸部４ｂの作用を示したが、半導体ウエハの中心部と外周部との中間を通過する位置に凸部を設けることや、凸部の幅を変更すること、半導体ウエハの中心とターンテーブルの中心との距離を変更すること、径の異なるリング状凸部を複数設けること等により、上述した作用の領域や分布が異なる。これらを適切に選定することにより、凸部を作用させる領域や大きさを任意に変更することができる。
【００３９】
次に、ターンテーブルの上面に凸部を設ける具体的な構造の１例を、図１３及び図１４に基づいて説明する。図１３は本実施例のターンテーブルの研磨布貼り付け面を示す平面図であり、図１４はターンテーブルの部分断面図である。ターンテーブル１の内部には、図１３に示されるようにターンテーブル回転軸と同心で径の異なる５つの周上に小径の円形状の空洞２１が複数個形成され図１３に示すように配置されている。空洞２１内には、図１４に示されるように電磁気力を利用してターンテーブル面に凸部を形成させるアクチュエータ２２が設置されている。
【００４０】
空洞内部には、上下動可能な可動板２３が軸２５を介して、吸着板２６に連結され、可動板２３と吸着板２６との間に電磁石２４を備えている。電磁石２４のコイルに電流を供給することにより、吸着板２６が、電磁石に吸着され、可動板２３を上方へ押し上げる。電流の供給を停止すれば電磁石２４の吸着力が無くなり、バネの力で可動板２６が引き戻され、テーブル上面は平坦な面となる。
【００４１】
本発明のターンテーブルに凸部を設ける手段は、磁気力に限らず、他の手段を用いることもできる。図１５及び図１６はターンテーブルに凸部を形成するその他の手段を示す図で、図１５はピエゾ素子を使用した例を示し、図１６はボールねじを使用した例を示す。ターンテーブル面上の凸部の配置は図１３に示す実施例と同様である。
【００４２】
図１５において、ターンテーブル１の内部に形成した空洞２１内にピエゾ素子２７が配置されており、ピエゾ素子２７に電圧を印加する配線用の孔２８がターンテーブルに形成されている。このピエゾ素子２７に電圧を印加することにより、ピエゾ素子２７が縦方向に膨張し、ピエゾ素子２７の上方の可動板２９が突出する。
【００４３】
図１６において、ターンテーブル内部に形成した空洞２１内にステッピングモータ３１、ボールねじ３２、スライダー３３、ベアリング３４からなる押し上げ機構３０が設置されている。ステッピングモータ３１の軸が回転することにより、軸の先端部のボールねじ３２がスライダー３３を上方に押し上げ、スライダー３３の上方の可動板３５を突出させる。
【００４４】
次にターンテーブルの上面に凸部を設ける具体的な構造の他の例について図１７乃至図１９に基づいて説明する。図１７及び図１８は本発明のポリッシング装置のターンテーブルを示す図で、図１７はターンテーブルの縦断面図、図１８はターンテーブルの研磨布張り付け面を示す平面図、図１９はターンテーブルに形成した空洞を示す縦断面図である。
【００４５】
本実施例のターンテーブル１の内部には、その回転軸と同心の周状の空洞２１が３箇所形成されている。空洞２１はターンテーブル１の研磨布張り付け面付近に形成され、空洞２１の上部は外周部と内周部をそれぞれ溶接されたリング状の薄板１２によって密閉されて

いる。各空洞２１はターンテーブル１の内部を通って下方へ伸びる通気路１３に連通され、該通気路１３は圧縮空気源１４に連通される。なお、各空洞２１に連通する配管系は独立に構成され、各配管系の途中にそれぞれレギュレータ（空気圧調整弁）V_1，V_2，V_3が設置されている。

【００４６】

上述のような構成からなる空洞２１に圧縮空気源１４から圧縮空気を供給することにより、空洞２１の上方の薄板１２が上方へ突出する。この突出量は、配管系の途中に設けたレギュレータV_1，V_2，V_3で供給する空気圧を変更することにより任意の高さに制御することができる。ポリッシング時は、ターンテーブル１の上面に図１に示すように研磨布４を張り付けるため、この薄板１２の突出により、研磨布４も突出される。この突出量を変更することや、それぞれ独立に設けたレギュレータV_1，V_2，V_3により３箇所の突出量の組み合わせを適切に選定し、突出量に応じた圧力をかけることにより、半導体ウエハ２の狙った所を強調してポリッシュすることができる。

【００４７】

図２０は本発明のポリッシング装置の効果を説明する図である。

図２０（ａ）は従来のポリッシング装置によって、シリコン（Ｓｉ）基板上に成膜した酸化シリコン（SiO_2）からなる絶縁膜を有する半導体ウエハを研磨した結果を示す図であり、左側はターンテーブル上面図、右側はシリコン基板上の絶縁膜の残膜量を示すグラフであり、縦軸は残膜量、横軸は半導体ウエハ径を示す。ここで、研磨布は発泡ポリウレタンからなるものを用い、砥液はシリカ粒をアルカリ溶液中に分散させた一般的なものを用いた。図２０（ａ）から、ウエハの中心部分の残膜量が多く、ウエハ研磨面が平坦になっていないことがわかる。

【００４８】

図２０（ｂ）は本発明のポリッシング装置によって研磨した結果を示す図である。図２０（ｂ）左側に示すように、ターンテーブル上面の半導体ウエハ中心部を通過する位置に凸部を設け研磨布のウエハ接触面に凸部４ａを形成し、ポリッシングを行った。その結果、図２０（ｂ）右側に示すように、ウエハの中心部の研磨量が増加し、平坦度が向上した。

【００４９】

さらに、半導体ウエハの中心部と外周部との間の中間部の研磨量を増加させるため、図２０（ｃ）左側に示すように、ターンテーブル上面の凸部をウエハの中間部を通過する位置にも配置したところ、図２０（ｃ）右側に示すようにウエハの中間部が研磨され、図２０（ｂ）に比べてさらに平坦度が向上した。

このように、研磨布のウエハとの接触面に凸部を形成し、その位置は凸部のウエハへの作用領域に基づいて決定されるとともに、凸部の数および大きさも適切に選定される。なお、ポリッシングが終了した後に、次の半導体ウエハのポリッシングに備えて、研磨布の目立て（ドレッシング）を行う場合がある。具体的には、研磨布に水を流しつつ、ブラシやダイヤモンドペレットをこすり付けるというものであり、研磨布の繊維の目立てや古い砥液を粗い流す働きをする。この場合には、研磨布上に形成した凸部を平坦な面に戻して行う。

【００５０】

図２１は本発明の他の実施例を示すターンテーブル及び研磨布の拡大断面図である。本実施例のターンテーブル１の上面には凹部１ｂが形成され、テーブル上面に研磨布４が貼設されている。本構成のポリッシング装置の研磨作用は、前述した凸部による研磨作用の逆の作用を有する。すなわち、凹部を形成した領域から受けるウエハの研磨面への研磨作用が他の領域に比べて小さくなり、研磨されにくくなる。したがって、研磨布上の砥液の分布や入り込み方、研磨布の使用時間等による研磨量の不均一性を、凹部の配置をウエハ上の研磨量の多い領域を通過するように選択することによって補正することができる。また、ターンテーブル上に凹部を加工して形成することのほか、前述したターンテーブル上に凸部を設ける手段を逆に動作させることによっても研磨布上のウエハとの接触面に凹部を設けることができる。すなわち、空洞内を負圧にしたり、空洞内のアクチュエータ等の作

動部材を下方に動作させるようにして、凹部を形成することができる。

【００５１】

図２２は本発明のさらに他の実施例を示すターンテーブル及び研磨布の拡大断面図である。本実施例のターンテーブル１の上面には凹部１ｂが形成され、凹部１ｂに弾性体４０が埋め込まれており、その上に研磨布４が貼設されている。

本構成のポリッシング装置の研磨作用は前述したターンテーブル上に凹部を形成するものと同様である。すなわち、テーブル上に形成した凹部に弾性体を埋め込んだ領域から受けるウエハ研磨面への研磨作用が他の領域より小さくなり、研磨されにくくなる。

ここで、凹部に埋め込む弾性体４０は、ターンテーブル上面が平坦になるように、凹部１ｂの深さと同じ厚さを有する。また、弾性体はゴム等を用いる。

【００５２】

次に本発明のさらに他の実施例を説明する。

本実施例のポリッシング装置は、ターンテーブル内部にその表面（上面）に凸部を形成するアクチュエータを備えている。アクチュエータは選択的に凸部を形成することが可能なものを利用する。例えば、図１４に示した電磁気力で凸部を形成するものを用いる。これは、アクチュエータに電流を供給することにより、ターンテーブル上面に凸部を形成し、電流供給を停止すると、ターンテーブル上面は平坦面に戻る。すなわち、選択的に凸部の形成が可能である。

また、凸部の配置位置は図１３と同様にする。

【００５３】

ポリッシング中に、アクチュエータが半導体ウエハの下面（研磨面）を通過した時の軌跡は図６に示すような形になる。この軌跡は、ターンテーブル上面に常に凸部が形成されている時には、軌跡の全領域が凸部の作用を受ける。すなわち、軌跡領域が他の領域より、積極的に研磨される。

さらに、この軌跡領域を細分化すれば、より微小領域の研磨速度をコントロールできる。これを実現させるために、アクチュエータが半導体ウエハの下面を通過している間に、軌跡上の一部分で凸部の形成を行う。

【００５４】

図２３は、アクチュエータの半導体ウエハ下面での通過軌跡のうち、軌跡の一部分で、アクチュエータをＯＮ／ＯＦＦした場合の凸部の作用領域を示す図である。図において、軌跡L_{OFF}を通過している間は、アクチュエータをＯＦＦにし、凸部の形成を行わないため、凸部の研磨作用は現れない。一方、軌跡の一部L_{ON}で、アクチュエータをＯＮにし、凸部の形成を行うことによって、作用領域が現れ、常に凸部を形成している場合の作用領域より狭い領域になる。

【００５５】

このように、凸部をウエハの通過軌跡上の一部分で選択的に形成することにより、よりきめ細かい研磨作用のコントロールを行うことができる。

また、アクチュエータを作動させるのは軌跡上の一点でもよく、この場合は凸部の面積がウエハへの作用領域となる。ウエハの回転数と、テーブルの回転数とを同期するようにすれば、ウエハの一点を強調してポリッシングすることも可能である。

アクチュエータを作動させるタイミングはターンテーブルの回転角をエンコーダー等で検出し、アクチュエータがウエハの下面にあるかどうかを判断して決定することができる。

【００５６】

本実施例では、凸部を選択的に形成するものを説明したが、凹部の形成も同様に行うことができる。

【００５７】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、研磨布のポリッシング対象物との接触面に凸部又はターンテーブル上面に凹部を形成することにより、研磨布上に局部的に他の部分とは研磨作用が異なる部分を形成することができる。この研磨作用が異なる部分はポリッシング対

象物がここを通過するときのみ研磨に影響を与えることができ、研磨中の全時間ではなく、一部の時間にのみ影響を与えることができる。したがって、研磨作用が異なる部分の位置をポリッシング対象物への作用領域を考慮して決定することにより、ポリッシング対象物の狙った所を強調して研磨すること、即ち、研磨面上の研磨量の分布の制御が可能になり、任意の研磨形状を得ることができる。そしてその一環として、ポリッシング対象物を平坦に研磨することを目的とした場合には、研磨量の不均一を補正するように上述の凸部および凹部を設定することにより、より高精度な平坦度を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明に係るポリッシング装置の全体構成を示す縦断面図である。

【図２】　本発明に係るポリッシング装置におけるターンテーブル及び研磨布の参考例の詳細を示す図であり、図２（ａ）は拡大断面図、図２（ｂ）は平面図である。

【図３】　ポリッシング装置の作用を説明する説明図であり、研磨布上に１個の凸部を設けた場合の説明図である。

【図４】　図３（ａ）の場合の凸部の作用を説明する説明図である。

【図５】　図３（ａ）の場合の凸部の接触する領域を示す説明図である。

【図６】　図３（ｂ）の場合の凸部の接触する領域を示す説明図である。

【図７】　ポリッシング装置の作用を説明する説明図であり、研磨布上に凸部を設ける場合の位置の取り方を示す説明図である。

【図８】　図７の場合の各凸部のウエハ研磨面へ及ぼす作用領域の中心の軌跡を示す説明図である。

【図９】　ポリッシング装置における研磨作用を説明する説明図である。

【図１０】　ポリッシング装置における遊星運動を行わせる場合の説明図である。

【図１１】　ポリッシング装置の作用を説明する説明図であり、研磨布上に１個のリング状の凸部を設けた場合の説明図である。

【図１２】　図１１の場合の凸部の作用を説明する説明図である。

【図１３】　本発明に係るポリッシング装置におけるターンテーブルの上面に凸部を設ける具体的な構造を示す平面図である。

【図１４】　本発明に係るポリッシング装置におけるターンテーブルの上面に凸部を設ける具体的な構造を示す断面図である。

【図１５】　本発明に係るポリッシング装置におけるターンテーブルの上面に凸部を設ける具体的な構造の変形例を示す断面図である。

【図１６】　本発明に係るポリッシング装置におけるターンテーブルの上面に凸部を設ける具体的な構造の変形例を示す断面図である。

【図１７】　本発明に係るポリッシング装置におけるターンテーブルの上面に凸部を設ける具体的な構造の他の例を示す断面図である。

【図１８】　本発明に係るポリッシング装置におけるターンテーブルの上面に凸部を設ける具体的な構造の他の例を示す平面図である。

【図１９】　本発明に係るポリッシング装置におけるターンテーブルの上面に凸部を設ける具体的な構造の他の例を示す断面図である。

【図２０】　本発明のポリッシング装置と従来のポリッシング装置との比較結果を示す図である。

【図２１】　本発明のポリッシング装置の他の実施例を示す断面図である。

【図２２】　本発明のポリッシング装置の更に他の実施例を示す断面図である。

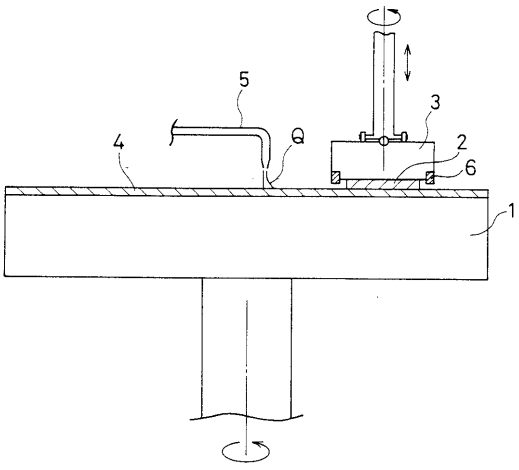
【図２３】　本発明のポリッシング装置において、軌跡の一部分でアクチュエータをＯＮ／ＯＦＦした場合の凸部の作用領域を示す図である。

【符号の説明】

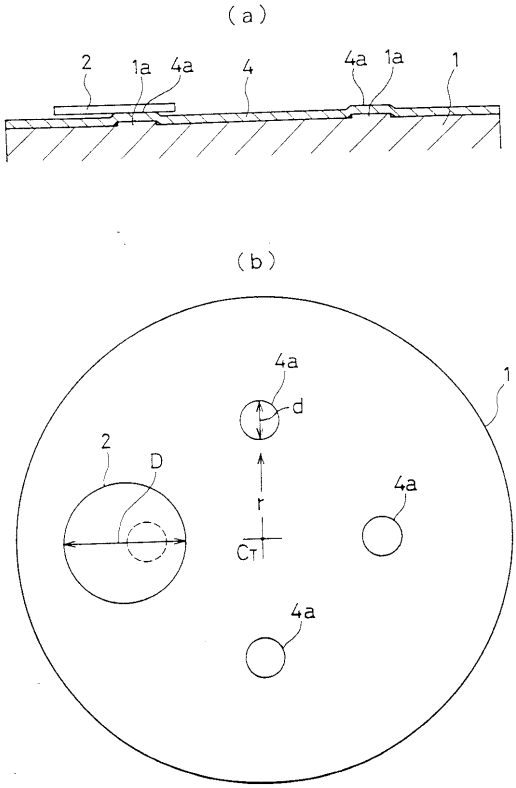
１　　ターンテーブル
１ａ　凸部
２　　半導体ウエハ
３　　トップリング

４　研磨布
４ａ　凸部
５　研磨液ノズル
６　ガイドリング
１２　薄板
１３　通気路
１４　圧縮空気源
２１　空洞
２２　アクチュエータ
２３　可動板
２４　電磁石
２７　ピエゾ素子
３１　ステッピングモータ
３２　ボールねじ
３３　スライダー
３５　可動板
４０　弾性体

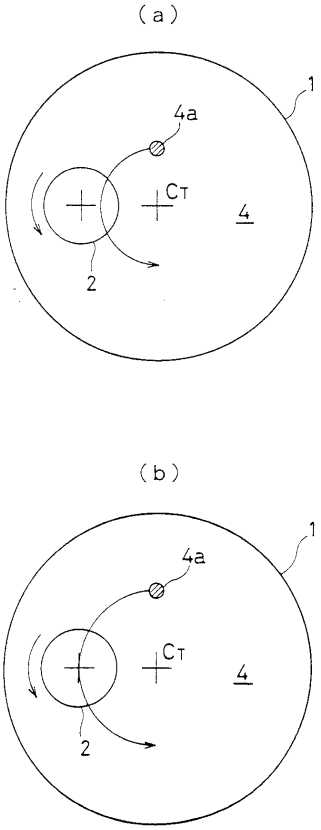
【図１】



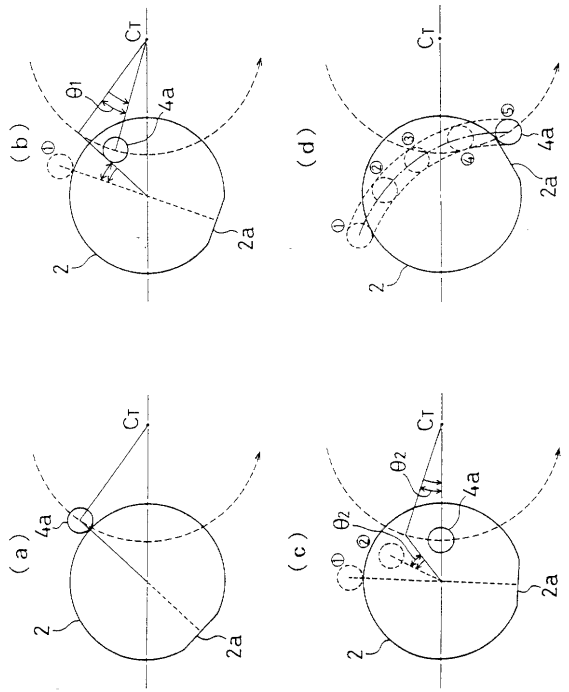
【図２】



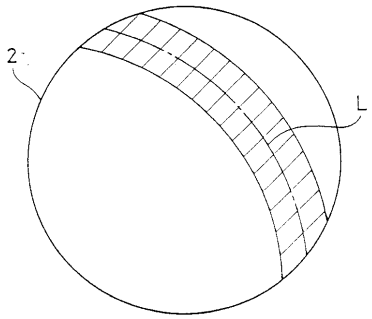
【図３】


(a)
1
4a
CT
4
2
(b)
1
4a
CT
4
2

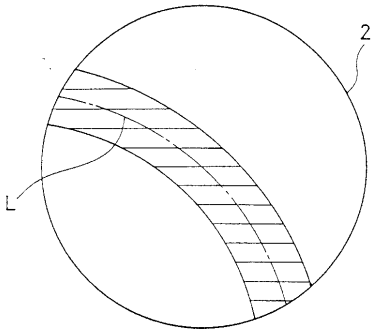
【図４】


(b)
CT
θ1
4a
2a
2
(d)
CT
4a
2a
2
(a)
CT
4a
2a
2
(c)
CT
θ2
4a
2a
2

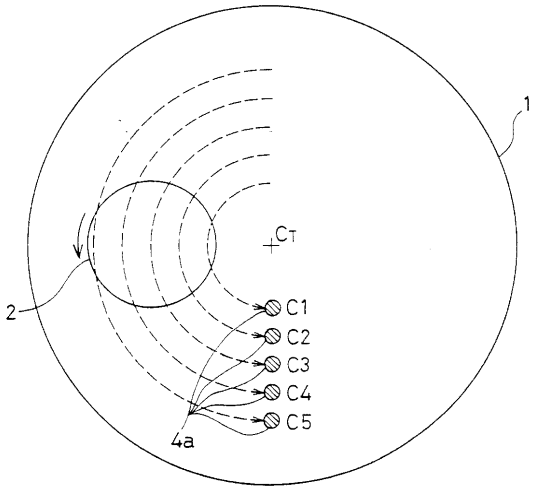
【図５】


2
L

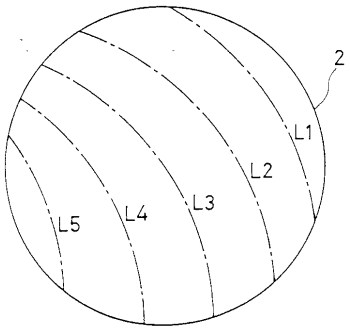
【図６】


2
L

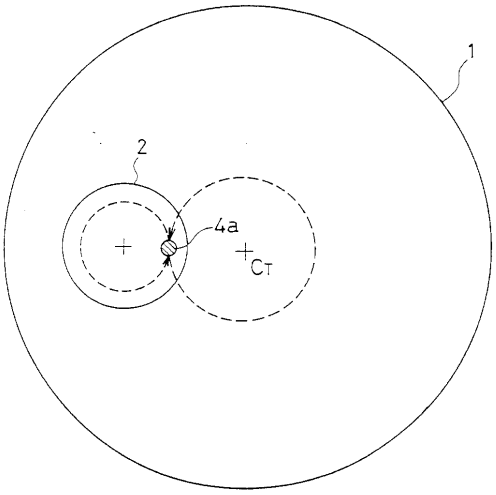
【図７】


1
CT
2
C1
C2
C3
C4
C5
4a

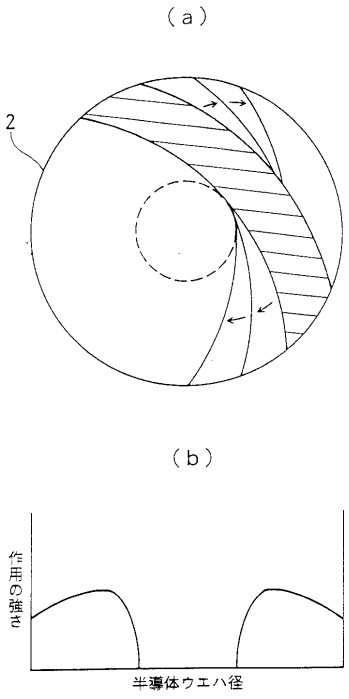
【図８】



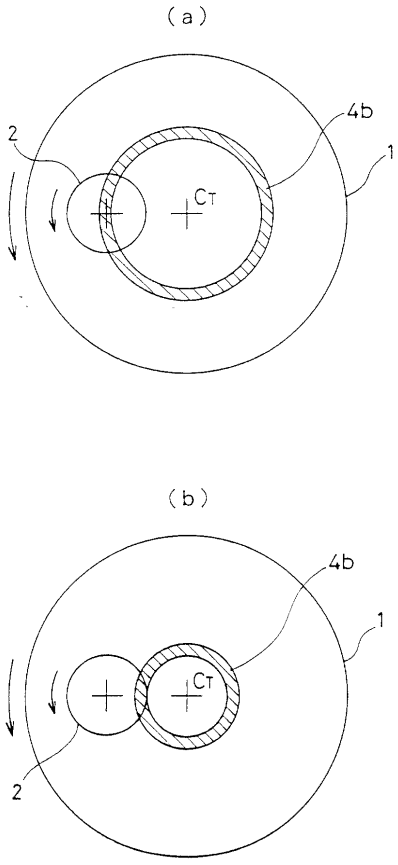
【図９】



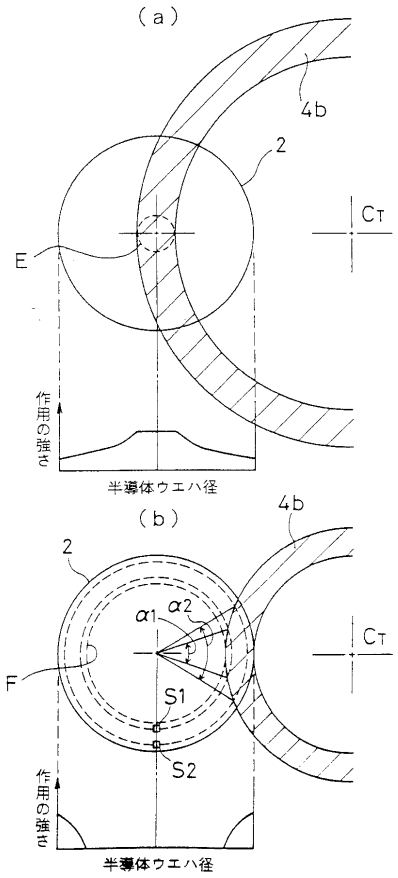
【図１０】



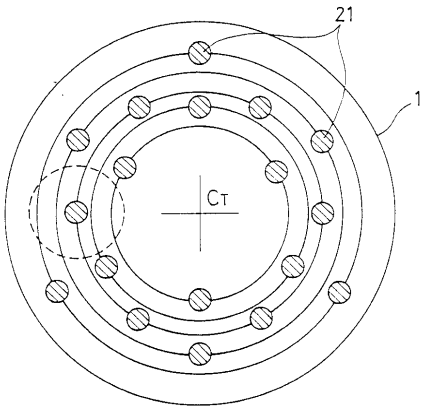
【図１１】



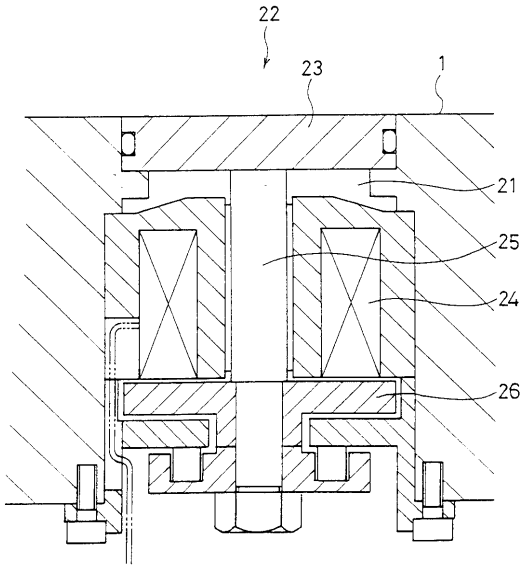
【図１２】



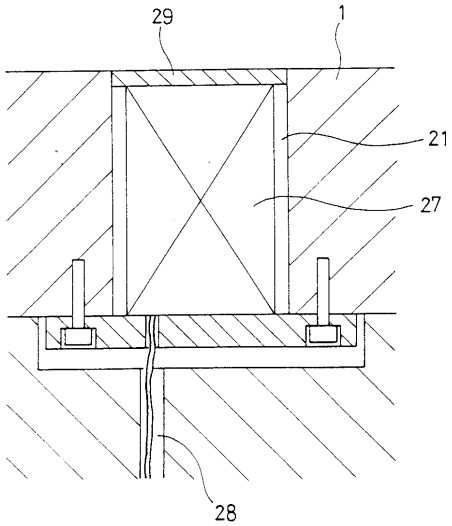
【図１３】



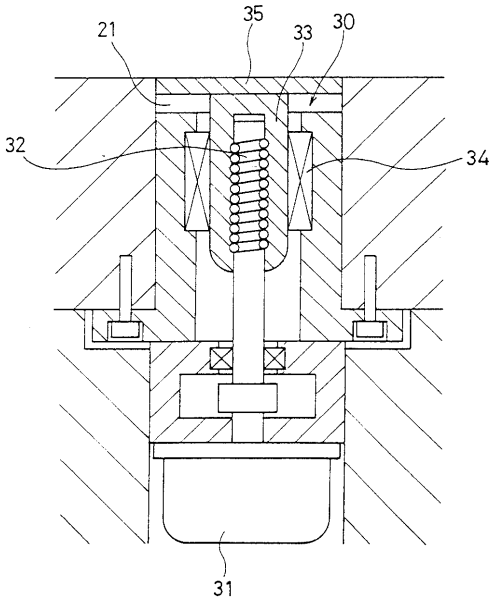
【図１４】



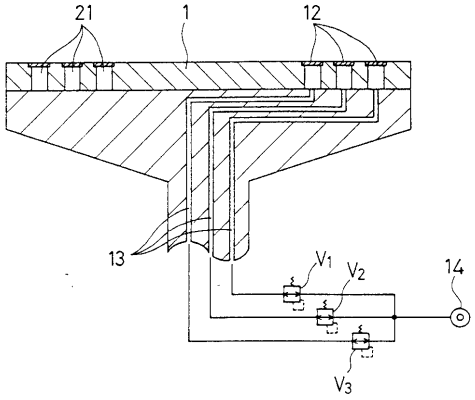
【図１５】



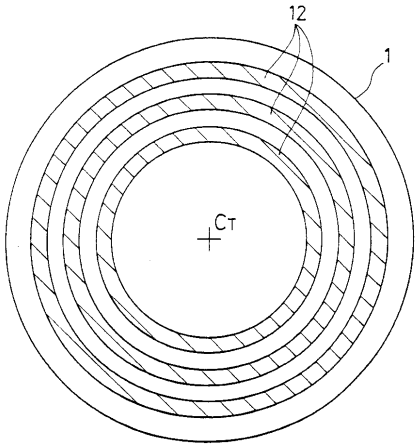
【図１６】



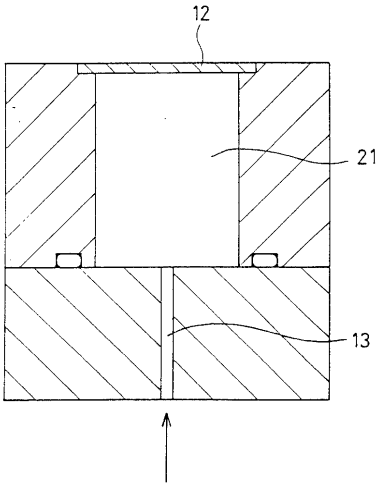
【図１７】



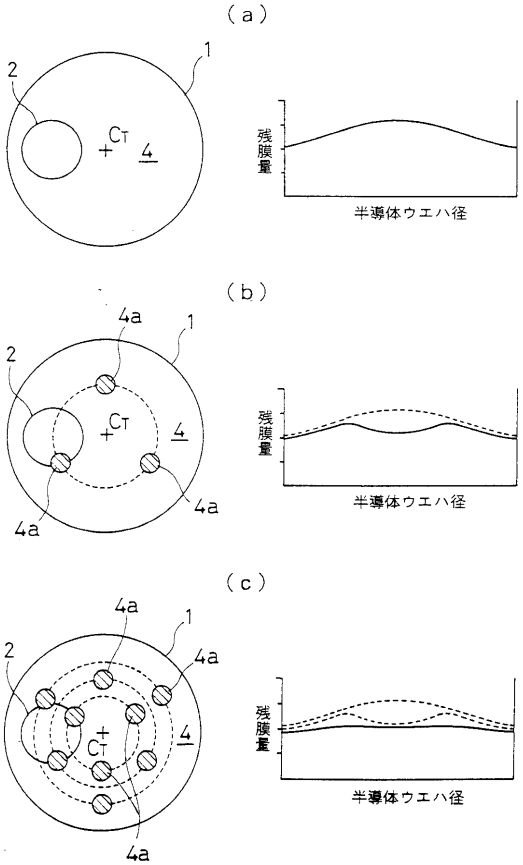
【図１８】



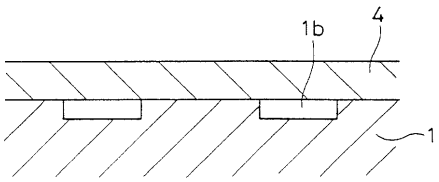
【図１９】



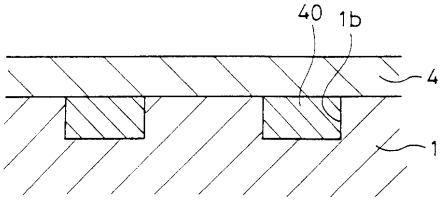
【図２０】



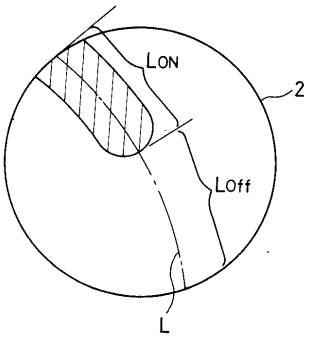
【図２１】



【図２２】



【図２３】



フロントページの続き

(72)発明者 小潟 憲
東京都大田区羽田旭町１１番１号 株式会社 荏原製作所内
(72)発明者 石川 誠二
東京都大田区羽田旭町１１番１号 株式会社 荏原製作所内
(72)発明者 高橋 圭瑞
東京都大田区羽田旭町１１番１号 株式会社 荏原製作所内
(72)発明者 桧山 浩国
東京都大田区羽田旭町１１番１号 株式会社 荏原製作所内
(72)発明者 和田 雄高
東京都大田区羽田旭町１１番１号 株式会社 荏原製作所内

合議体
審判長 野村 亨
審判官 菅澤 洋二
審判官 加藤 昌人

(56)参考文献 特開平３－２５９５２０（ＪＰ，Ａ）
特開平６－２１０５６３（ＪＰ，Ａ）
特開平６－２０８９８０（ＪＰ，Ａ）
特開平７－１３２８（ＪＰ，Ａ）
特開平６－３３３８９１（ＪＰ，Ａ）
米国特許第５４３５７７２（ＵＳ，Ａ）
特開平１－１２７２６５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B24B37/00
H01L21/304