

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 2 月 19 日 (19.02.2004)

PCT

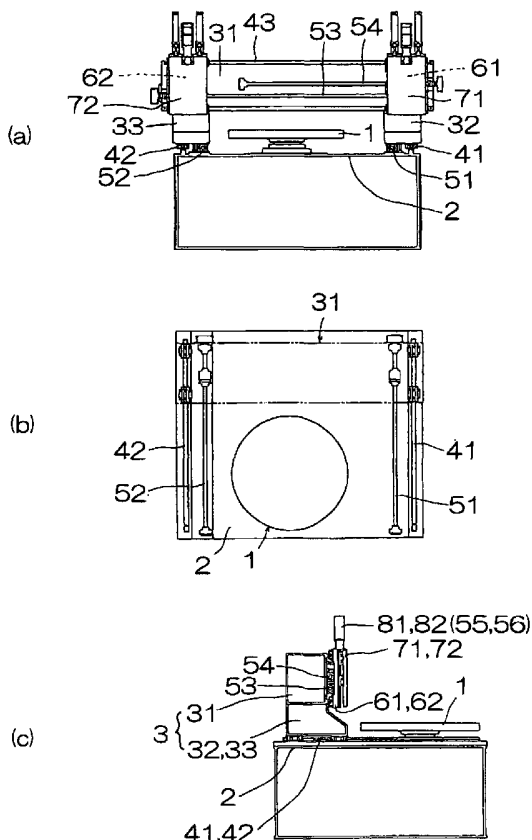
(10) 国際公開番号
WO 2004/015751 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/304
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010125
(22) 国際出願日: 2003 年 8 月 8 日 (08.08.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2002-231943 2002 年 8 月 8 日 (08.08.2002) JP
特願 2002-311951 2002 年 10 月 25 日 (25.10.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): JSR 株式会社 (JSR CORPORATION) [JP/JP]; 〒104-8410 東京都中央区築地五丁目 6 番 10 号 Tokyo (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 志保 浩司 (SHIHO, Hiroshi) [JP/JP]; 〒104-8410 東京都中央区築地五丁目 6 番 10 号 JSR 株式会社内 Tokyo (JP). 長谷川 亨 (HASEGAWA, Kou) [JP/JP]; 〒104-8410 東京都中央区築地五丁目 6 番 10 号 JSR 株式会社内 Tokyo (JP). 川橋 信夫 (KAWAHASHI, Nobuo) [JP/JP]; 〒104-8410 東京都中央区築地五丁目 6 番 10 号 JSR 株式会社内 Tokyo (JP).
(74) 代理人: 小島 清路 (KOJIMA, Seiji); 〒456-0031 愛知県名古屋市中区熱田区神宮三丁目 7 番 26 号 熱田大同生命ビル 2 階 Aichi (JP).
(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

/ 続葉有 /

(54) Title: METHOD OF MACHINING SEMICONDUCTOR WAFER-USE POLISHING PAD AND SEMICONDUCTOR WAFER-USE POLISHING PAD

(54) 発明の名称: 半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法及び半導体ウェハ用研磨パッド



(57) Abstract: A method of machining a semiconductor wafer-use polishing pad, capable forming grooves, recesses and through holes having an inner surface roughness as small as up to 20 μ m, a high dimension accuracy, and a uniform sectional shape; and a semiconductor wafer-use polishing pad. The machining method machines by cutting the polishing surface of a polishing pad having a non-water-soluble matrix containing a cross-linking polymer, and water-soluble particles dispersed in the non-water-soluble matrix. During the machining, it is preferable that the polishing pad be mounted on one surface side of a machining table having a suction hole and sucked from the other surface side of the table to suck and fixed the pad to the one surface side of the table, and then a groove or the like is formed.

(57) 要約: 本発明の目的は、内面の表面粗さが $20\mu\text{m}$ 以下と小さく、更には寸法精度が高く、断面形状が均一な溝、凹部、貫通孔等を形成することができる半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法及び半導体ウェハ用研磨パッドを提供することにある。本発明の加工方法では、架橋重合体を含有する非水溶性マトリックスと、この非水溶性マトリックス中に分散された水溶性粒子とを有する研磨パッドの研磨面を切削加工等により加工する。また、加工の際には、吸引孔を有する加工テーブルの一面側に研磨パッドを載置し、加工テーブルの他面側から吸引してパッドを加工テーブルの一面側に吸着させて固定した後、溝等を形成することがより好ましい。



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法及び半導体ウェハ用研磨パッド

5 技術分野

本発明は、半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法及びこの方法により、研磨パッドの研磨面側に溝、凹部、貫通孔等が形成された半導体ウェハ用研磨パッドに関する。更に詳しくは、研磨面側に環状の溝、格子状の溝、螺旋状の溝、多数の凹部、貫通孔等を形成するための半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法に関する。

10 この方法により得られた半導体ウェハ用研磨パッドは、半導体ウェハ等の化学機械研磨（Chemical Mechanical Polishing）（以下、「CMP」ということもある。）に用いられる。

背景技術

15 半導体ウェハのCMP加工には樹脂製の研磨パッドがよく用いられる。また、この研磨パッドの研磨面側には、CMP用スラリーの保持、研磨屑の一時貯留等を目的として、環状の溝、格子状の溝、螺旋状の溝等が設けられる場合がある。この溝は、切削加工、金型成形等の方法により形成され、これまで各々の方法において種々の改良がなされている（例えば、特開2002-11630号公報等）。

20 ）。例えば、環状の溝は、旋盤機能を有する加工装置を使用して加工され、その加工は、その回転板に、研磨パッドを溝のピッチ方向に送る位置決め機構と、溝の深さ方向に切り込むことができる刃物台とが設けられ、この刃物台に旋削工具を取着し、行われている。また、格子状の溝の場合は、バイト等を直線送りして平行な多数の溝をマシニングセンタ又はプレーナ等に割り出し、回転テーブルを

25 設けて回転工具又は切削工具により加工される。

各種形状の溝は、CMP加工により半導体ウェハの表面を均一に研磨し、平坦性等に優れた研磨面を得るために、寸法精度が高く、内面の表面粗さが小さく、均質なものである必要がある。しかし、従来の樹脂発泡体からなる研磨パッドに対しては、上記のような加工装置を用いて切削しても溝の深さ方向に微少な切り

込みを行うことは容易ではない。更に、研磨パッドはそれほど厚いものではないため、その全表面に幅、深さ等の寸法精度の高い環状又は格子状等の溝を形成することができないこともある。更には、切削後の研磨パッドの溝の内面の表面粗さが大きくなることが問題点として存在する。

- 5 尚、特開2001-18164号公報には、従来の樹脂発泡体からなる研磨パッドの表面に溝を形成するための加工具が開示されている。

発明の開示

- 10 本発明は、上記の従来の問題を解決するものであり、樹脂発泡体ではない特定の組成の研磨パッドの研磨面側に、溝等の内面の表面粗さが小さく、更には寸法精度が高く、断面形状が均一な溝、凹部、貫通孔等を形成することができる半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法、及び、この方法で溝加工され、CMPに用いた場合にスクラッチの発生及びディッシングが抑えられる半導体ウェハ用研磨パッドを提供することを目的とする。

- 15 本発明は、上記目的を達成するものであり、架橋重合体を含有する非水溶性マトリックスと、この非水溶性マトリックス中に分散された水溶性粒子とを有する半導体ウェハ用研磨パッドの研磨面を加工し、内面の表面粗さが $20\mu\text{m}$ 以下の溝、凹部及び貫通孔から選ばれる少なくとも1種の部位を形成することを特徴とする。

20

発明の実施の形態

以下、本発明を詳しく説明する。

本発明は、発泡体でない、中実の研磨パッドの研磨部（研磨面）を加工し、各種形状の溝、凹部及び貫通孔を形成するものである。

- 25 〔1〕研磨パッド

本発明において加工される研磨パッドは、その研磨面に以下のような性質を有する。即ち、研磨時にスラリーを保持し、研磨屑を一時的に滞留させる等の機能を有するポアが、研磨時までには研磨面に形成されることである。従って、本発明において加工される研磨パッドは、非水溶性マトリックスと、この非水溶性マト

リックス中に分散された水溶性粒子とを備える。この水溶性粒子は研磨時にスラリー（媒体分と固形分とを含有する水系分散体）と接触し、水系媒体により溶解又は膨潤して脱離する。そして、脱離により形成されたポアにスラリーが保持される。この研磨パッドは、多孔体（発泡体）ではないため、硬度及び圧縮強度等が非常に大きく、これを加工した場合に、表面粗さを極めて小さく、寸法精度をより高くすることができる。

上記「非水溶性マトリックス」を構成する材料は特に限定されないが、所定の形状及び性状への成形が容易であり、適度な硬度や、適度な弾性等を付与できること等から、通常、有機材料が用いられる。この有機材料としては、熱可塑性樹脂、エラストマー、ゴム及び硬化性樹脂（熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂等、熱、光等により硬化される樹脂）等を１種単独であるいは２種以上を組み合わせる用いることができる。

このうち、熱可塑性樹脂としては、１，２－ポリブタジエン樹脂、エチレン－酢酸ビニル共重合体、ポリエチレン等のポリオレフィン系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリアクリル系樹脂（（メタ）アクリレート系樹脂等）、ビニルエステル系樹脂（アクリル系樹脂を除く）、ポリエステル系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリフッ化ビニリデン等のフッ素樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリアセタール樹脂等が挙げられる。

エラストマーとしては、１，２－ポリブタジエン等のジエン系エラストマー、ポリオレフィン系エラストマー（ＴＰＯ）、スチレン－ブタジエン－スチレンブロック共重合体（ＳＢＳ）、その水素添加ブロック共重合体（ＳＥＢＳ）等のスチレン系エラストマー、熱可塑性ポリウレタン系エラストマー（ＴＰＵ）、熱可塑性ポリエステル系エラストマー（ＴＰＥＥ）、ポリアミド系エラストマー（ＴＰＡＥ）等の熱可塑性エラストマー、シリコーン樹脂系エラストマー、フッ素樹脂系エラストマー等が挙げられる。

ゴムとしては、ブタジエン系ゴム（高シスブタジエンゴム、低シスブタジエンゴム等）、イソプレン系ゴム、スチレン－ブタジエン系ゴム、スチレン－イソプレン系ゴム等の共役ジエン系ゴム、アクロルニトリル－ブタジエン系ゴム等のニトリル系ゴム、アクリル系ゴム、エチレン－プロピレン系ゴム、エチレン－プロ

ピレンージエン系ゴム等のエチレンー α -オレフィン系ゴム及びブチルゴムや、シリコーンゴム、フッ素ゴム等のその他のゴムが挙げられる。

硬化性樹脂としては、ウレタン系樹脂、エポキシ系樹脂、アクリル系樹脂、不飽和ポリエステル系樹脂、ポリウレタンーウレア系樹脂、ウレア系樹脂、ケイ素系樹脂、フェノール系樹脂、ビニルエステル系樹脂等が挙げられる。

また、これらの有機材料は、酸無水物基、カルボキシル基、ヒドロキシル基、エポキシ基、アミノ基等の官能基を有するものであってもよい。このような官能基を有することにより、後述する水溶性粒子や、スラリーとの親和性を調節することができる。

これらの有機材料は、1種単独であるいは2種以上を組み合わせる用いることができる。

本発明においては、上記非水溶性マトリックスは少なくとも架橋重合体を含んでおればよい。従って、これらの有機材料は、全部が架橋された架橋重合体でもよく、一部が架橋重合体であり且つ残りが非架橋重合体でもよい。架橋重合体を含むことにより、研磨パッドに弾性回復力が付与され、研磨時に研磨パッドにかかるずり応力による変位を小さく抑えることができる。更に、研磨時及びドレッシング時に非水溶性マトリックスが過度に引き伸ばされ塑性変形してポアが埋まること、及び研磨パッド表面が過度に毛羽立つこと等を効果的に抑制できる。従って、ドレッシング時にもポアが効率よく形成され、研磨時のスラリーの保持性の低下が防止でき、毛羽立ちも少なく研磨平坦性が阻害されない。尚、架橋方法は特に限定されず、有機過酸化物、硫黄、硫黄化合物等を用いた化学架橋、電子線照射等による放射線架橋等により行うことができる。尚、半導体研磨においては硫黄等の不純物を嫌うため、上記化学架橋の場合には、有機過酸化物が好ましい。この有機過酸化物としては、過酸化ジクミル、過酸化ジイソブチル、過酸化ジエチル、過酸化ジアセチル、過酸化ジアシル等が挙げられる。これらは1種単独であるいは2種以上を組み合わせる用いることができる。上記のような架橋剤の使用量は、架橋性を有する（共）重合体に対して、好ましくは5質量%以下、より好ましくは0.01～4質量%、特に好ましくは0.1～3質量%である。

この架橋重合体としては、有機材料の中でも架橋ゴム、硬化樹脂、架橋された熱可塑性樹脂及び架橋されたエラストマー等を用いることができる。更に、これらの中でも、多くのスラリー中に含有される強酸や強アルカリに対して安定であり、且つ吸水による軟化が少ないことから架橋熱可塑性樹脂及び架橋エラストマーが好ましい。架橋熱可塑性樹脂としては、架橋 1, 2-ポリブタジエン（以下、「架橋 PBD」という。）及び架橋エチレン-酢酸ビニル共重合体（以下、架橋 EVA）という。）が好ましく用いられる。また、架橋熱可塑性樹脂及び架橋エラストマーのうちでも、有機過酸化物を用いて架橋されたものが特に好ましい。

これら架橋重合体の含有量は、非水溶性マトリックス全体を 100 質量%とした場合に、好ましくは 15 質量%以上、より好ましくは 20 質量%以上、特に好ましくは 30 質量%以上である。また、更には非水溶性マトリックス全体が架橋重合体からなっているもよい（架橋重合体が 100 質量%）。非水溶性マトリックス中の架橋重合体の含有量が 15 質量%未満であると、架橋重合体を含有する効果を十分に発揮させることができない場合がある。

架橋重合体を含有する非水溶性マトリックスは、JIS K 6251 に準じて非水溶性マトリックスからなる試験片を 80℃において破断させた場合に、破断後に残留する伸び（以下、単に「破断残留伸び」という）を 100%以下とすることができる。即ち、破断した後の標線間合計距離が破断前の標線間距離の 2 倍以下となる。この破断残留伸びは、好ましくは 30%以下、より好ましくは 10%以下、特に好ましくは 5%以下である。尚、通常 0%以上である。破断残留伸びが 100%を超えると、研磨時及びドレッシング時に研磨パッド表面から掻き取られた又は引き延ばされた微細片がポアを塞ぎ易くなる傾向にあり好ましくない。尚、この「破断残留伸び」とは、JIS K 6251 「加硫ゴムの引張試験方法」に準じて、試験片形状ダンベル状 3 号形、引張速度 500 mm/分、試験温度 80℃で引張試験において試験片を破断させた場合に、破断して分割された試験片の各々の標線から破断部までの合計距離から、試験前の標線間距離を差し引いた距離の伸び率である。また、実際の研磨においては摺動により発熱するため温度 80℃における試験である。

尚、上記架橋重合体として、架橋 PBD、架橋 EVA 等を用いた場合は、加工

による溝等の内面の表面粗さを容易に $20\mu\text{m}$ 以下にすることができる。溝等の内面の表面粗さが $20\mu\text{m}$ 以下であると、スクラッチを防止できることに加えて、溝、凹部又は貫通孔としての機能、特に、スラリーを研磨面に分配する機能及び廃棄物を外部へ排出する機能がより効率よく発揮される。更に、後述する加工装置により種々の形状の溝、凹部又は貫通孔を形成した場合は、特に寸法精度が高く、且つ形状の安定した溝等を容易に形成することができ、その全面に渡って平坦性に優れた研磨パッドとすることができる。

上記「水溶性粒子」は、研磨パッド中において水系分散体であるスラリーと接触することにより非水溶性マトリックスから脱離する粒子である。この脱離は、スラリー中に含有される水等との接触により溶解することで生じてよく、この水等を含有して膨潤し、ゲル状となることで生じるものであってもよい。更に、この溶解又は膨潤は水によるものばかりでなく、メタノール等のアルコール系溶剤を含有する水系混合媒体との接触によるものであってもよい。

この水溶性粒子は、ポアを形成する効果以外にも、研磨パッド中においては、研磨パッドの押し込み硬さを大きくし、押圧による被研磨材への押し込み量を小さくする効果を有する。即ち、例えば、水溶性粒子を含有することにより、本発明において加工される研磨パッドのショアD硬度は、 35 以上とすることができ、より好ましくは $50\sim 90$ 、更に好ましくは $60\sim 85$ であり、通常 100 以下である。ショアD硬度が 35 以上であると、被研磨材に負荷できる圧力を大きくでき、これに伴い研磨速度を向上させることができる。更に加えて、高い研磨平坦性が得られる。従って、この水溶性粒子は、研磨パッドにおいて十分な押し込み硬さを確保できる中実体であることが特に好ましい。

この水溶性粒子を構成する材料は特に限定されないが、例えば、有機系水溶性粒子及び無機系水溶性粒子を挙げることができる。有機系水溶性粒子としては、糖類（でんぷん、デキストリン及びシクロデキストリン等の多糖類、乳糖、マンニット等）、セルロース類（ヒドロキシプロピルセルロース、メチルセルロース等）、蛋白質、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ポリアクリル酸及びその塩、ポリエチレンオキサイド、水溶性の感光性樹脂、スルホン化ポリイソプレン、スルホン化ポリイソプレン共重合体等から形成されたものが挙げられ

る。更に、無機系水溶性粒子としては、酢酸カリウム、硝酸カリウム、炭酸カリウム、炭酸水素カリウム、塩化カリウム、臭化カリウム、リン酸カリウム、硝酸マグネシウム等から形成されたものが挙げられる。これらの水溶性粒子は、上記各材料を1種単独で、又は2種以上を組み合わせ用いて形成することができる。

5 更に、所定の材料からなる1種の水溶性粒子であってもよく、異なる材料からなる2種以上の水溶性粒子であってもよい。

また、水溶性粒子の平均粒径は、好ましくは0.1~500 μ m、より好ましくは0.5~100 μ m、更に好ましくは1~50 μ mである。即ち、ポアの大

10 きさは、好ましくは0.1~500 μ m、より好ましくは0.5~100 μ m、更に好ましくは1~50 μ mである。水溶性粒子の平均粒径が0.1 μ m未満であると、形成されるポアの大きさが使用する砥粒より小さくなるためスラリーを十分に保持できる研磨パッドが得難くなる傾向にある。一方、500 μ mを超えると、形成されるポアの大きさが過大となり得られる研磨パッドの機械的強度及び研磨速度が低下する傾向にある。

15 この水溶性粒子の含有量は、非水溶性マトリックスと水溶性粒子との合計を100体積%とした場合に、好ましくは0.1~90体積%、より好ましくは0.5~60体積%、更に好ましくは1~40体積%である。水溶性粒子の含有量が0.1体積%未満であると、研磨パッドの研磨面にポアが十分に形成されず研磨速度が低下する傾向にある。一方、90体積%を超えて水溶性粒子を含有する場

20 合は、研磨パッドの内部に存在する水溶性粒子が膨潤又は溶解することを十分に防止し難くなる傾向にあり、研磨パッドの硬度及び機械的強度を適正な値に保持し難くなる。

また、水溶性粒子は、研磨パッドの表層に露出した場合にのみ水溶し、研磨パッド内部では吸湿し、更には膨潤しないことが好ましい。このため、水溶性粒子

25 は最外部の少なくとも一部に吸湿を抑制する外殻を備えることができる。この外殻は水溶性粒子に物理的に吸着していても、水溶性粒子と化学結合していても、更にはこの両方により水溶性粒子に接していてもよい。このような外殻を形成する材料としては、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、ケイ素樹脂等を挙げることができる。尚、この外殻は水溶性粒子の一部のみに形成されてい

ても十分に上記効果を得ることができる。

本発明において加工される研磨パッドは、非水溶性マトリックスと水溶性粒子とを備えるが、必要に応じて他の配合剤が含有されてなるものであってもよい。この配合剤としては、相溶化剤、充填剤、界面活性剤、砥粒、軟化剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤、帯電防止剤、滑剤、可塑剤等が挙げられる。これらは、各々の1種であってもよいし、各々の2種以上であってもよい。

相溶化剤を用いることによって、非水溶性マトリックスと水溶性粒子との親和性並びに非水溶性マトリックス中における水溶性粒子の分散性を制御することができる。この相溶化剤としては、酸無水物基、カルボキシ基、ヒドロキシ基、エポキシ基、オキサゾリン基、アミノ基等から選ばれる官能基を1分子中に2以上有する水溶性の高分子量体、カップリング剤等が挙げられる。

また、充填剤を用いることによって、研磨パッドの剛性を向上させることができる。この充填剤としては、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、タルク、クレー等が挙げられる。

上記界面活性剤としては、カチオン系、アニオン系及びノニオン系が挙げられる。このうちカチオン系界面活性剤としては、脂肪族アミン塩、脂肪族アンモニウム塩等が挙げられる。また、アニオン系界面活性剤としては、脂肪酸石鹸、アルキルエーテルカルボン酸塩等のカルボン酸塩、アルキルベンゼンスルホン酸塩、アルキルナフタレンスルホン酸塩、 α -オレフィンスルホン酸塩等のスルホン酸塩、高級アルコール硫酸エステル塩、アルキルエーテル硫酸塩、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル硫酸塩等の硫酸エステル塩、アルキルリン酸エステル塩等のリン酸エステル塩等が挙げられる。更に、ノニオン系界面活性剤としては、ポリオキシエチレンアルキルエーテル等のエーテル型、グリセリンエステルのポリオキシエチレンエーテル等のエーテルエステル型、ポリエチレングリコール脂肪酸エステル、グリセリンエステル、ソルビタンエステル等のエステル型等が挙げられる。

上記砥粒としては、シリカ、アルミナ、セリア、ジルコニア、チタニア等からなる粒子を挙げることができる。この砥粒を含む研磨パッドを用いて研磨する場合には、化学機械研磨用スラリーの代わりに、例えば水を用いることができる。

尚、この砥粒を用いる場合には、酸化剤、スクラッチ防止剤及びpH調整剤の少なくとも1種を併用することが好ましい。

上記酸化剤としては、過酸化水素、過酢酸、過安息香酸、tert-ブチルハイドロパーオキサイド等の有機過酸化物、過マンガン酸カリウム等の過マンガン酸化合物、重クロム酸カリウム等の重クロム酸化合物、ヨウ素酸カリウム等のハロゲン酸化合物、硝酸、硝酸鉄等の硝酸化合物、過塩素酸等の過ハロゲン酸化合物、過硫酸アンモニウム等の過硫酸塩、並びにヘテロポリ酸等が挙げられる。これらの酸化剤のうちでは、分解生成物が無害である過酸化水素及び有機過酸化物の他、過硫酸アンモニウム等の過硫酸塩が特に好ましい。

上記スクラッチ防止剤としては、ビフェノール、ビピリジル、2-ビニルピリジン、4-ビニルピリジン、サリチルアルドキシム、o-フェニレンジアミン、m-フェニレンジアミン、カテコール、o-アミノフェノール、チオ尿素、N-アルキル基含有（メタ）アクリルアミド、N-アミノアルキル基含有（メタ）アクリルアミド、7-ヒドロキシー-5-メチル-1,3,4-トリアザインドリジン、5-メチル-1H-ベンゾトリアゾール、フタラジン、メラミン、3-アミノ-5,6-ジメチル-1,2,4-トリアジン等が挙げられる。

上記pH調整剤は、上記配合剤以外の成分であって、水と接触したときに酸性又はアルカリ性を示す成分である。このpH調整剤としては、酸、アンモニア、アルカリ金属の水酸化物等を挙げることができる。

上記酸としては有機酸及び無機酸が挙げられる。このうち有機酸としては、パラトルエンスルホン酸、ドデシルベンゼンスルホン酸、イソプレンスルホン酸、グルコン酸、乳酸、クエン酸、酒石酸、リンゴ酸、グリコール酸、マロン酸、ギ酸、シユウ酸、コハク酸、フマル酸、マレイン酸、フタル酸等が挙げられる。また、無機酸としては、硝酸、塩酸、硫酸等が挙げられる。これらは、1種単独であるいは2種以上を組み合わせる用いることができる。

上記アルカリ金属の水酸化物としては、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化ルビジウム、水酸化セシウム等が挙げられる。

加工される研磨パッドの形状は特に限定されないが、円盤状、ベルト状、ローラー状等とすることができる。また、研磨パッドの大きさも特に限定されないが、

例えば、円盤状の研磨パッドの場合、直径が0.5～500cm、厚さが0.1mmを超え且つ100mm以下であるものが好ましい。

また、このような研磨パッドを得る方法は特に限定されない。例えば、予め研磨パッドとなる研磨パッド用組成物を得、この組成物を所望の概形に成形あるいは加工により研磨パッドとすることができる。

上記研磨パッド用組成物を得る方法も特に限定されないが、非水溶性マトリックスを形成する重合体、水溶性粒子及びその他の添加剤等を、例えば、混練機等により混練して得ることができる。混練機としては、公知のものを用いることができる。例えば、ロール、ニーダー、パンバリーミキサー、押出機（単軸、多軸）等の混練機を挙げることができる。尚、通常、混練時には加工し易いように加熱して混練されるが、この時の温度において水溶性粒子は固体であることが好ましい。固体であることにより、非水溶性マトリックスとの相溶性の大きさに関わらず水溶性粒子を上記の好ましい平均粒径で分散させることができる。従って、使用する非水溶性マトリックスの加工温度により、水溶性粒子の種類を選択することが好ましい。

[2] 加工方法

本発明は、切削加工（旋削加工を含む）、レーザー加工等の加工方法により、上記研磨パッドの研磨面に溝等を形成することができる。これらのうち、切削加工が好ましい。

本発明において、切削加工により、研磨パッドを加工する場合、例えば、ベッドと、

ベッドに対して垂直なZ軸の回りで回転可能に軸承された中空中心軸の上端面に吸引孔が穿設され、研磨パッドを載置して吸着する水平の吸着面板を設けて吸引孔を中空中心軸の孔に連通するようにした円形テーブルと、

円形テーブルを回転させ、且つ角度割出し位置決めをする駆動機構と、

ベッド上にクロスレールが円形テーブルを跨いでZ軸に直交するX軸方向に移動可能に設けられたガントリ形コラムと、

クロスレール上をZ軸及びX軸に直交するY軸方向にそれぞれ単独に移動可能

に載置された２個のサドルと、

サドル上でＺ軸方向にそれぞれ単独に移動可能に載置され、一方に回転工具を、他方に固定工具を載置した２個の刃物台と、

円形テーブル、ガントリ形コラム、２個のサドル及び２個の刃物台の各々の移動位置決めをする駆動モータと、

駆動モータを制御する数値制御装置と、を備える加工装置を使用することができる。

また、クロスレール上をＺ軸及びＸ軸に直交するＹ軸方向にそれぞれ単独に移動可能に載置された２個のサドルに代えて、クロスレール上を上記Ｚ軸及び上記Ｘ軸に直交するＹ軸方向に移動可能に載置された１個のサドルを有し、サドル上でＺ軸方向にそれぞれ単独に移動可能に載置され、一方に回転工具を、他方に固定工具を載置した２個の刃物台に代えて、サドル上でＺ軸方向に移動可能に載置され、回転工具と固定工具とを交換し得る１個の刃物台を備える加工装置を用いることもできる。

この加工装置は以下の構成部材を備えるものとすることができる。

- (１) 円形テーブル
- (２) ガントリ形コラム
- (３) クロスレール上に載置された２個のサドル
- (４) ２個のサドルのそれぞれに載置された２個の刃物台
- (５) モータ駆動と制御軸とを統括制御する数値制御装置
- (６) 帯電防止用イオンブロー装置
- (７) 固定工具（旋削工具、パッド切断工具等）
- (８) 回転工具（溝フライスカッタ、ドリル等）。

図１（ａ）、（ｂ）、（ｃ）は装置の全体構成を示す。図１（ａ）、（ｂ）、（ｃ）において、Ｃ軸制御される水平な円形テーブル１及びベッド２には、クロスレール３１で連結された左右のコラム３２、３３が水平な第１ガイド４１、４２により案内されている。また、この装置には、同期駆動されるねじ軸５１、５２でＸ軸制御されるガントリ形コラム３、クロスレール３１上に載置される２個のサドル６１、６２を共通に移動可能に案内する水平な第２ガイド４３、４４と、

それぞれをY軸制御する第2ガイドと平行なねじ軸53、54が備えられている。更に、サドル61、62の各々に載置された刃物台71、72をZ軸方向にねじ軸55、56で駆動するモータ81、82が設けられている。

以下、各々の構成部材について図に基づいて説明する。

5 (1) 円形テーブル

図2は、円形テーブル1及びハウジングHの断面、及び円形テーブル1の駆動部及び円形テーブル1の上面に研磨パッド9を吸引するための負圧発生用のサクションブロウ10の配置を示す。また、図3は、円形テーブル1をC軸制御して位置を角度割出した後、溝等の加工前に円形テーブル1の割出し位置を位置決める固定部材の断面を示す。更に、図4は、サクション効果を一様にするために円形テーブル1に刻設された空気の流路を示す。また、図5は、円形テーブル1の吸着面板11であり、研磨パッド9を裏面から均一に吸引し、且つ溝等を加工する際の応力により研磨パッドが変形しないように微細溝と貫通孔とが設けられた吸着面板11を示す。

15 図2において、研磨パッド9を吸引して固定する空気孔と溝とが設けられた吸着面板11で上面が覆われ、内部に空間が形成された円形テーブル1は、軸芯の孔121を通して空気が導通し得る中空中心軸12の端面が上部に向かって径大となり、そのフランジ面で支えられ一体に固定されている。中空中心軸12は、円形テーブル1の外径部と端面の振れを少なくするため、上部の軸受と下部の軸受の形式、寸法及び精度級が選択されてハウジングHに固定されており、このハウジングHはベッド2に固定されている。中空中心軸12は軸下端部に伝導材が軸着され、座に固定されたC軸制御用のモータ83で駆動される。この駆動はプーリとベルトによって行ってもよいし、歯車による伝導であってもよい。また、中空中心軸12が回転中も吸引力を維持しつづける必要があるため、ベッド2に設けられたブロウ10と中空中心軸12の下端孔との間は、座に取着された支えで支持されるカップリング101及びホース102等で結合されている。

25 図3において、円形テーブル1はC軸制御により所定の位置に角度割出しを行って、溝等の加工前に所定位置に固定される。そのため、中空中心軸12に固定されて回転する円板122上の突出子123に固定されたセンサ124で位置を

検出する（図2参照）。格子状の溝を加工する場合は、センサ124の配置により45°ごとの位置を検知可能とし、90°の旋回位置で固定して加工する。位置固定部材125として、円形テーブル1の下面に位置決め用のテーパ孔付ブッシュ126を割出し位置に設け、ベッド2上に先端にテーパ軸127aを有するピストン部材127を用いて位置決めする。このピストン部材は空圧式、油圧式又は電磁式のいずれであってもよい。

図4は円形テーブルの上面を示す。図4において、円形テーブル1は急速な起動及び停止ができるように、且つ経年使用による歪みが生じないように、熱変形し難いアルミニウム合金等の軽金属により構成されることが好ましい。この円形テーブル1には中空中心軸と導通する空気の導通孔1aが複数設けられている。また、中空中心軸の軸心から外径方向へ離れるほど吸引力が低下するので、外縁の領域にも等しく吸引力が及ぶよう中心側の導通溝1bは外側の導通溝1cより幅広に加工されている。更に、図4の円形テーブル1では、空気の導通溝1dは異なる半径の同心円状に設けられ、これを放射状の導通溝1b、1cで連結した構造となっている。

図5は吸着面板11を示す。（a）は上面図、（b）は吸引孔等を拡大した断面図である。図5において、吸着面板11の上面には吸引孔11aが均等に加工され、ここに研磨パッド9が吸引され固定される。吸着面板11には、孔間ピッチをほぼ等しくとって均一に吸引孔11aが設けられており、その孔径は吸引力により研磨パッド9が変形しないように研磨パッドの厚さ等により適宜設定される。吸着面板11の上面には隣接する吸引孔11aをつなぐ導通溝11bが設けられ吸引力が平均化されている。尚、穴あけ加工ユニットを取着し穴あけ加工する場合は、通常、吸着面板11の所定位置にドリル径よりやや大きい逃がし孔が設けられている。

（2）ガントリ形コラム

図6（a）は中央の円形テーブル1を挟んでベッド2上に設けられた一対の第1ガイド41、42に案内され、軸制御されるガントリ形コラム3の正面、（b）はガントリ形コラム3の側面を示す。図7（a）はガントリ形コラム3をX軸方向に案内する一対の第1ガイド41、42と、軸制御される一対のねじ軸

5 1、5 2の配置を示す平面、(b)は一对のねじ軸5 1、5 2を一本のベルトで回転制御する伝導系の側面を示す。

図6 (a)において、右コラム3 2、左コラム3 3とクロスレール3 1とで構成されるガントリ形コラム3は、ベッド2の中央部分に設けられた円形テーブル1の外側にベッド2上に平行に第1ガイド4 1で案内される右コラム3 2と、第1ガイド4 2で案内される左コラム3 3との間に架設されるクロスレール3 1とにより構成される。更に、図6 (b)の側面図において、ガントリ形コラム3は、一对の第1ガイド4 1、4 2に案内され、円形テーブル1上をX軸方向に移動可能である。尚、ガントリ形コラム3は溶接又は鋳物で一体形成することもできる。

図7 (a)はガントリ型コラム3のX軸ガイドの上面を示す平面図であり、(b)はX軸駆動系を示す本機の背面図である。図7 (a)、(b)において、ベッド2上の第1ガイド4 1、4 2に平行に設けられたねじ軸5 1とボールナット2 1及びねじ軸5 2とボールナット2 2とにより、ガンドリ形コラム3は、モータ3 4に軸着されたプーリ3 5から一对のねじ軸5 1、5 2に鍵着されたプーリ3 6 a、3 6 bが一本のベルト3 7を介してガイドローラ3 8 a、3 8 b、3 9で張力調整され同期回転されている。ガントリ形コラム3のX軸方向駆動は、それぞれのねじ軸に直結した別個のモータを同期制御運転することによっても可能である。

(3) クロスレール上に設けた2系統のサドル

図6 (a)は、クロスレール3 1の正面であってZ軸、X軸に直交するY軸方向に一对の第2ガイドを共用して案内され、それぞれの位置がモータで制御される2系統のサドルの正面を示す。図8 (a)は、図6 (a)のサドル6 1、6 2の下面に設けられており、サドルを案内する第2ガイド4 3、4 4と、サドル6 1を駆動するねじ軸5 4及びサドル6 2を駆動するねじ軸5 3の配置を、サドル6 1、6 2を取り外して示す正面図である。図8 (b)は、ねじ軸5 3を駆動するY 1軸制御用モータM 1とねじ軸5 4を駆動するY 2軸制御用のモータM 2に係る伝導部材の正面図である。

図8 (a)、(b)において、クロスレール3 1の側面に第2ガイド4 3、4 4が平行に設けられている。また、サドル6 1、6 2のそれぞれの下面に設けら

れた4個のリニア軸受37が、サドルのY軸方向の移動を案内する。同じく側面には第2ガイド43、44と平行にねじ軸53、54が設けられ、それぞれのモータ(Y1軸)M1とモータ(Y2軸)M2で回転駆動される。それぞれの回転はそれぞれのねじ軸53、54と螺合し、それぞれのサドル下面に固定されるナット38a、38bにより個別にY1軸制御、Y2軸制御が行われる。第2ガイド43、44は共通であるためサドル61、62が干渉しないよう制御される。即ち、サドル上に設けられる刃物台71、72に設置する刃物の種類が異なるときは、サドル61とサドル62のいずれか1個のサドルが駆動される。

(4) 左右のサドルのそれぞれに載置された刃物台

図6(a)では、クロスレール31の側面の右サドル61に右刃物台71が、左サドル62に左刃物台72が示されている。ここで、回転工具及び固定工具を左右の刃物台に設ける場合、左右の刃物台に刃先寸法の異なる同種の工具を設けることができ、回転工具で一方に溝フライスカッタを、他方にドリルを設けることもできる。刃物の位置決めは、ガントリ形コラム3が第1ガイド41、42でX軸方向に、左サドル62が第2ガイド43、44によるY軸方向に、左刃物台72はバランスと平衡しつつZ軸方向に移動を制御して、左刃物台72を加工原点に位置決め指令することにより行われる。

(5) モータ駆動と制御軸とを統括制御する数値制御装置

研磨パッドの加工装置におけるC軸、X軸、Y軸及びZ軸を位置制御するモータは数値制御装置で制御される。正確、且つ滑らかな位置決めと微小単位の切れ込み、送りが指令され、軸相互間の同期化も加工プログラムに従い作業が自動化される。また、数値制御装置に、研磨パッドに加工する溝等の基本パターンを予め記憶させておき、それらの基本パターンから該当するパターンを指定して制御軸系の作業プログラムを作成し自動加工を行うことができる。更に、この数値制御装置に代えてシーケンサ制御で統括制御することもできる。シーケンサ制御の場合は、位置制御と送り又は切り込みについて許容精度の水準に制限があるが、装置構成が簡略化でき、コストも低減することができる。

(6) 帯電防止用イオンブロー装置

研磨パッドを切削加工すると、摩擦によって帯電して切削粉が研磨パッド等に

付着し、エアブローのみでは除去することが容易ではない。樹脂、ゴム等は負に帯電するため、本発明では、コロナ放電等により発生させた正イオンを加工中の研磨パッド等に衝突させることにより中和させ、切削粉を除去することができる。研磨パッド等の帯電のレベルは材質、硬さ、加工条件、室内温湿度等により影響を受け易いが、通常、加工条件が一定に維持されることを前提に、中和に必要なイオンを含む空気を研磨パッド等に吹き付けるようにしている。また、多刃工具のように、バイトを並設して同時に多数の溝等を形成する場合には、切削粉の発生箇所にイオンを均等に吹き付け、ほとんどすべての切削粉を効率よく除去することができる。

(7) 固定工具（旋削工具、研磨パッド切断工具）

固定工具としては、旋削用の単刃工具及び多刃工具が挙げられる。環状の同心円状の溝の加工には、単刃工具（バイト）又は多刃工具のいずれをも用いることができる。バイトの刃先の刃幅、刃物角、すくい角、前逃げ角及び横逃げ角は、研磨パッドの材質等により適宜選定することができる。また、刃先を単刃工具と同一に形成し並設して構成した多刃工具を刃物台上に載置して使用すれば、加工能率は大きく向上する。更に、サドル上の刃物台上に載置された切断装置は、例えば、ピストンシリンダ等からなる駆動源によりZ軸方向に駆動され、切り込みは刃物台の送りで行われる。

(8) 回転工具ユニット（溝フライスカッタ、ドリル）

溝フライスカッタの刃物角、すくい角、刃幅及び側面切刃角は研磨パッドの材質等により適宜選定することができる。フライスカッタを単独に用いて1本の溝ごとに加工してもよいし、複数のフライスカッタが所定ピッチに積層されてなるユニット工具を用いてもよい。後者の場合、加工能率を大きく向上させることができる。また、ドリルの直径、ドリル長、切刃数は溝等の形状、深さ等により適宜設定することができる。そして、ドリルの先端の円錐角を $55 \sim 65^\circ$ とすれば、研磨パッドへの刃先の進入が円滑になる。尚、ドリル本体の切刃部分にバックテーパがなくストレートドリルであれば、ドリルを抜去し易い。このドリルは単独でも多軸ドリルユニットとしても使用でき、多軸ドリルユニットである場合は効率よく加工することができる。

以下、上記の加工装置を使用し研磨パッドに環状の同心円状の溝を加工する方法の一例を説明する。

5 右刃物台に単刃のバイト又は多刃工具を取着し、研磨パッドを円形テーブルの吸着面板上に載置する。研磨パッドは予め吸着面板と同一サイズの円板状に切断しておくことが好ましい。吸着面板より直径が小さい研磨パッドに溝を加工する場合は、予め研磨パッドと同一の材料等で環状の円板を形成し、これを用いて吸着面板の不要な孔を塞いでおけばよい。また、吸着面板の吸着に必要な部分にのみ吸引孔を加工しておくこともでき、円形テーブルの導通溝を内部で部分的に遮断して吸引領域を分割することもできる。

10 研磨パッドを載置した後、吸引用ブロウを回転させて研磨パッドを固定し、旋削速度が研磨パッドの内外周加工時に一定になるようC軸回転数値を予め入力する。その後、ガントリー形コラムでX軸位置、右サドルでY1軸位置、右刃物台でZ1位置をそれぞれ制御して初期位置に移動させる。次いで、同心円の直径位置が同心円の数によりY1軸上で位置決めされるよう入力され、バイトの切込量が刃物台のZ軸上にプログラムされる。これらの入力により準備が完了する。切削開始により円形テーブルは所定の回転数で駆動され、バイトの切れ込みが開始される。微小量の切り込みを所定回数行って一個の同心円状の溝の加工が完了する。

20 その後、右刃物台と右サドルを順次移動させて他の同心円状の溝の加工を続行し、所定の幅、条数等を有する溝が形成される。尚、中実の研磨パッドに溝を加工する場合、発生する切削粉の排除が問題となるが、構成材料の種類等により発生する切削粉も粉状からリボン状まで多様であり、特に大きな問題となるのは、研磨パッド及び切削粉が高圧の静電気を帯びていることである。そして、切削粉が、工具、加工した溝の内部、研磨パッドの上面等に飛散して付着し、エアブローだけでは容易に回収できない。そのため、切削粉を除去するためのイオンブローノズルを切刃の近傍に設け、静電気を中和させるために逆極性の帯電イオンを
25 研磨パッド、切削粉及び刃部に吹き付けることが好ましい。

このような加工方法において、特定の加工テーブルを用いて研磨パッドを十分に固定することにより、溝等の内面の表面粗さ（Ra：以下、「表面粗さ」という。）を20 μm 以下とすることができ、より好ましくは15 μm 以下、更に好

ましくは10 μ m以下とすることができる。また、寸法精度の高い溝等を形成することができる。この寸法精度は、例えば、溝の幅（凹部の場合は平面方向の最小寸法）の目標値が0.1 mmである場合、この目標値に対して±10%の精度とすることができる。また、溝又は凹部の深さの目標値が0.1 mmである場合、この目標値に対して±10%の精度とすることができる。更に、溝の間隔（螺旋状の溝及び凹部等では径方向の隣り合う部分の間の最小距離）の目標値が0.05 mmである場合、この目標値に対して±10%の精度とすることができる。また、溝の幅等と隣り合う溝等の間の距離との和であるピッチ（下記で説明）が0.15 mmである場合、この目標値に対して±10%の精度とすることができる。尚、幅、深さ、間隔及びピッチのいずれにおいても目標値が大きくなれば、寸法精度もより高くすることができる。

尚、上記表面粗さ（Ra）は下記式（1）により定義され、使用前の研磨パッドの溝等の内面の異なる3視野について表面粗さを測定できる測定器等を用いて各々平均表面粗さを測定し、得られた3つの平均表面粗さから求めた平均値である。

$$Ra = \Sigma |Z - Z_{av}| / N \quad (1)$$

上記式（1）において、Zは粗さ曲面の高さ、Z_{av}は粗さ曲面の平均高さ、Nは測定点数である。

上記測定器は特に限定されず、例えば、3次元表面構造解析顕微鏡、走査型レーザー顕微鏡、電子線表面形態解析装置等の光学式表面粗さ測定器や、触針式表面粗さ計等の接触式表面粗さ測定器を用いることができる。

また、上記寸法精度は、幅、深さ、間隔及びピッチの各々について、スケール付きルーペ、レーザー式3次元測定装置等により3点測定した平均値として求めることができる。

研磨パッドの面積が大きく溝数が多い場合は、多刃旋削工具、例えば、10～30本のバイトを並設したユニット工具を用いて効率よく加工を行うこともできる。この場合には、下記で説明する加工具を用いることによって、所望の寸法に対する精度に一段と優れた研磨パッドを得ることができる。

〔3〕 加工具

溝等の形成には、上記のような方法において、フライスカッタを用いてもよいが、複数の刃が突設された多刃ユニットと、この多刃ユニットを固定するホルダとを備える加工具を用いてもよい。

- 5 上記「刃」（例えば、図9に示すB1）は、多刃ユニットの一部であり、1つの刃で研磨パッドの研磨面に1条の溝を切削形成できるものである。この刃の形状は特に限定されないが、図9に示すように、刃物角（図9における θ_1 ）が好ましくは $15 \sim 50^\circ$ 、より好ましくは $20 \sim 50^\circ$ 、更に好ましくは $25 \sim 50^\circ$ であり、前逃げ角（図9における θ_2 ）が好ましくは $65 \sim 20^\circ$ 、より好ましくは $60 \sim 20^\circ$ 、更に好ましくは $55 \sim 25^\circ$ であり、且つ、形成する溝の内側壁に当接する刃の横逃げ角（図9における θ_3 ）が好ましくは $1 \sim 3^\circ$ 、より好ましくは $1.3 \sim 2.7^\circ$ 、更に好ましくは $1.5 \sim 2.5^\circ$ である。これにより、溝内壁が刃によりむしられることなく溝を形成でき、得られる溝内の表面粗さを $20 \mu\text{m}$ 以下に抑えることができる。更に、溝の角がだれず、切り立った形状の溝を、金型成形により溝を形成する場合に比べて精度よく且つ容易に得ることができる。また、この刃は、少なくとも切削の開始時に刃先の両端が研磨パッドに当接することが好ましい。従って、刃先はその両端に対して中央部が凹むように湾曲した形状であってもよい。
- 10
- 15

- 20 また、刃の大きさも特に限定されず、形成する溝の大きさに併せて適宜なものとすることができるが、通常、刃の幅は、所望の溝幅よりも $0.1 \sim 10\%$ 幅広であることが好ましい。より好ましくは $1 \sim 7\%$ 幅広、更に好ましくは $2 \sim 5\%$ 幅広である。また、刃の長さは、所望の溝の深さよりも $10 \sim 300\%$ 長いことが好ましい。より好ましくは $20 \sim 200\%$ 長く、更に好ましくは $10 \sim 100\%$ 長くである。

- 25 例えば、溝の大きさを、幅が 0.1 mm 以上（好ましくは $0.1 \sim 5 \text{ mm}$ 、より好ましくは $0.2 \sim 3 \text{ mm}$ ）であり、深さが 0.1 mm 以上（好ましくは $0.1 \sim 2.5 \text{ mm}$ 、より好ましくは $0.2 \sim 2.0 \text{ mm}$ ）であるものとするためには、刃の幅（図9におけるL）を、好ましくは 0.1 mm 以上、より好ましくは $0.15 \sim 5.25 \text{ mm}$ 、更に好ましくは $0.2 \sim 3.15 \text{ mm}$ とし、また、刃

の長さを、好ましくは0.11mm以上、より好ましくは0.11～7.5mm、更に好ましくは0.26～4.0mmとする。

更に、刃を構成する材料は特に限定されないが、例えば、炭素鋼、合金鋼、高速度鋼、超硬合金、サーメット、ステライト、超高圧焼結体、その他のセラミックス等を用いることができる。

上記「多刃ユニット」（例えば、図10～14におけるB2）は、上記刃を複数備えるものである。この多刃ユニットは、図10に示すように本体部に刃が一体的に成形された板状のものとすることができる。更に、図11に示すように、切削方向に刃が整列するように固定具（ボルトB41及び押さえ板B42等）を用いて一体化させたものであってもよい。この一体化に際しては、図12に示すように、隣り合う刃先間の距離を、スペーサー等を介することにより調節することができる。また、1つの多刃ユニットに突設されている刃の数は特に限定されず、2以上であればよく、例えば、5以上、更には10以上、特に15以上とすることができる（通常50以下である）。

更に、隣り合う刃の間の距離（形成される溝間の距離と同じ）も特に限定されないが、通常、0.05mm以上とすることが好ましい。0.05mm未満では形成された隣り合う溝同士の間壁を維持することが困難となる場合がある。更に、刃は、隣り合う刃先間が0.05～100mmとなるように多刃ユニットに突設されていることがより好ましく、隣り合う刃先間が0.1～10mmとなるように突設されていることが更に好ましい。同様に、刃のピッチ（隣り合う刃先間の距離と刃幅の和）も特に限定されないが、例えば、0.15mm以上とすることができる。より好ましくは0.15～105mm、更に好ましくは0.3～13mm、特に好ましくは0.5～2.2mmである。また、刃は多刃ユニットの両側端に突設されていることが好ましい。

上記「ホルダ」（例えば、図11～13等に示すB3）は、多刃ユニットを固定するものである。ホルダに固定された多刃ユニットは取り外しが可能なように固定具（例えば、図11～13に示すボルトB41や押さえ板B42等）を用いて固定することができる。このように取り外しが可能なことにより、刃が摩耗等することにより所望の切削性能が得られなくなった場合や、異なる溝を形成する

場合には、多刃ユニットのみを取り替えることで安定した溝の形成を行うことができる。

また、1つのホルダに固定できる多刃ユニットの数は特に限定されず、1枚であってよく、2枚以上であってよい。また、複数枚の多刃ユニットを固定する場合、多刃ユニットは、溝の切削方向に対して横並びに固定（図13参照）してもよく、切削方向に対して縦並びに（多刃ユニットを重ねて）固定してもよい。多刃ユニットを横並びにした場合には、一度に切削できる溝の数を増やすことができる。また、縦並びにした場合にも、各々の多刃ユニットの刃が切削方向に重ならないように配置することにより、一度に切削できる溝の数を増やすことができる。尚、縦並びにする場合には、各多刃ユニット間にスペーサー等を挟むことにより、切削方向に対して平行な方向である縦方向の多刃ユニット間の距離を調節することができる。更に、図14に示すように、多刃ユニットを上記のように固定したホルダを切削方向に対して横並びに複数配列して加工作具に取り付けることで、同様に一度に切削できる溝の数を増やすことができる。

上記加工作具により、研磨パッドに溝を形成する際の切削速度は特に限定されないが、例えば、周速は200m/分、送りは1周あたり0.05mm以下等とすることができる。

また、上記加工作具によると、溝等の内面の表面粗さを20 μ m以下とすることができる。より好ましくは15 μ m以下、更に好ましくは10 μ m以下とすることができる。また、優れた寸法精度で溝を切削形成することができる。その寸法精度は、例えば、溝の幅の目標値が0.1mmである場合、この目標値に対して $\pm 10\%$ の精度とすることができる。また、溝の深さの目標値が0.1mmである場合、この目標値に対して $\pm 10\%$ の精度とすることができる。更に、溝の間隔の目標値が0.05mmである場合、この目標値に対して $\pm 10\%$ の精度とすることができる。また、溝の幅等と隣り合う溝等の間の距離との和であるピッチが0.15mmである場合、この目標値に対して $\pm 10\%$ の精度とすることができる。尚、幅、深さ、間隔及びピッチのいずれにおいても目標値が大きくなれば、寸法精度もより高くすることができる。

以上の加工方法により加工された研磨パッドにおいて、溝等の内面の表面粗さ

が20 μ m以下ということは、大きな凹凸がない状態である。大きな凹凸がある場合、特に大きな凸部（例えば、溝の形成時に生じる削り残し等からなる）は、研磨中に脱離し、これがスクラッチ発生の原因となる。更に、この脱離した凸部が研磨中の圧力や摩擦熱等により圧縮される等して形成される異物や、脱離した凸部と研磨屑、スラリー中の固形分等とが作用等して形成される異物等によってもスクラッチを生じる場合がある。また、ドレッシング時にもこれらの凸部は脱離して同様な不具合を招く場合がある。

更に、表面粗さが20 μ m以下であると、スクラッチを防止できることに加えて、溝等としての機能、特に、スラリーを研磨面に分配する機能及び廃棄物を外部へ排出する機能がより効率よく発揮される。

本発明の加工方法では、溝が形成されていない溝未形成の研磨パッドに溝を形成できる他、ドレッシング等により研磨パッドが摩耗することにより十分に機能を果たせる溝が無くなった場合に、溝を追加形成することもできる。これにより、研磨パッドをむだなく使用できる。

〔4〕溝、凹部及び貫通孔

上記のようにして形成された溝及び凹部は、研磨パッドの研磨面側に開口する。この溝及び凹部は、研磨時に供給されるスラリーを保持し、このスラリーを研磨面により均一に分配する機能を有する。また、研磨により生じた研磨屑や使用済みスラリー等の廃棄物を一時的に滞留させ、この廃棄物を外部へ排出するための排出経路となる機能を有する。

溝のパターン形状は環状、格子状、螺旋状等であればよく、ドット状の凹部であってもよい。これらの形状を2種以上を組み合わせたパターンであってもよい。

上記溝が環状である場合には、その平面形状は特に限定されないが、例えば、円形、多角形（三角形、四角形、五角形等）、楕円形等とすることができる。また、溝の数は2本以上で、更に、これらの溝の配置も特に限定されないが、例えば、複数の溝が同心状（同心円状等）に配置されたもの（図15参照）、複数の溝が偏心して配置されたもの（図16参照）、1つの環状の溝で囲まれた部分の内側に複数の他の環状の溝が形成されたもの等とすることができる。これらの中

でも、複数の溝が同心状に配置されたものが好ましく、更には、同心円状（複数の円形の溝が同心状に配置された状態）に配置されている研磨パッドがより好ましい。溝が同心状に配置されている研磨パッドは他のものに比べて上記機能に優れる。また、同心円状であることにより、更にこれらの機能に優れ、また、溝の作製もより容易である。

一方、溝の断面形状も特に限定されないが、例えば、平坦な側面と底面とにより形成された形状（開口側と底部側の各々の幅方向の寸法は同じでもよく、開口側が底部側より寸法が大きくてもよく、底部側が開口側より寸法が大きくてもよい）、U字形状、V字形状等とすることができる。

上記溝が格子状である場合には、1つの連続した溝により形成されていてもよく、2つ以上の不連続な溝により形成されていてもよい。また、格子を構成する1つのパターンの平面形状は特に限定されず様々な多角形とすることができる。この多角形としては、例えば、正方形（図17参照）、長方形、台形、菱形（図18参照）等の四角形、三角形（図19参照）、五角形、六角形等とすることができる。

一方、溝の断面形状は、環状の場合と同様とすることができる。

上記溝が螺旋状である場合には、1本の連続した溝により形成されたもの（図20参照）でもよいし、互いにその螺旋の方向が異なる2本の螺旋状の溝からなるもの（図21参照）であってもよい。更に、螺旋の方向が同じ2本の螺旋状の溝からなるものでもよいし、3本以上の互いに螺旋の方向が同じ又は異なる螺旋状の溝からなるものであってもよい。

一方、溝の断面形状は、環状等の場合と同様とすることができる。

上記凹部の平面形状は特に限定されないが、例えば、円形、多角形（三角形、四角形、五角形等）、楕円形等とすることができる。また、研磨面における凹部の開口部の配置も限定されないが、研磨面の全面に渡って均等に設けられていることが好ましい。この凹部を有する研磨パッドの具体例としては、その研磨面に平面形状が円形の凹部が均等に開口しているもの（図22参照）が挙げられる。

一方、凹部の断面形状も特に限定されないが、例えば、平坦な側面と底面とにより形成された形状（開口側と底部側の各々の横断面方向の寸法は同じでもよく、

開口側が底部側より寸法が大きくてもよく、底部側が開口側より寸法が大きくてもよい。)、U形状、V形状等とすることができる。

上記溝又は凹部の大きさは特に限定されないが、例えば、溝の幅(凹部の場合は開口部の最小寸法、図23におけるP12)は、好ましくは0.1mm以上、
5 より好ましくは0.1~5mm、更に好ましくは0.2~3mmである。上記幅又は最小寸法が0.1mm未満である溝又は凹部を形成するのは困難な場合がある。また、溝又は凹部の深さは、好ましくは0.1mm以上、より好ましくは0.1~2.5mm、更に好ましくは0.2~2.0mmである。溝又は凹部の深さが0.1mm未満では研磨パッドの寿命が過度に短くなるため好ましくない。更に、溝又は凹部を複数設ける場合の隣り合う溝又は凹部の間の最小距離(図23におけるP13)は、好ましくは0.05mm以上、より好ましくは0.05~100mm、更に好ましくは0.1~10mmである。この最小距離が0.05mm未満である溝等を形成するのは困難な場合がある。また、溝の幅等と隣り合う溝等の間の距離との和であるピッチ(図23におけるP11)は、好ましくは
10 0.15mm以上、より好ましくは0.15~105mm、更に好ましくは0.3~13mm、特に好ましくは0.5~2.2mmである。

上記寸法は、上記好ましい範囲を適宜組合せたものとすることができる。即ち、例えば、幅等が0.1mm以上、深さが0.1mm以上且つ最小距離が0.05mm以上であることが好ましく、幅が0.1~5mm、深さが0.1~2.5mm且つ最小距離が0.05~100mmであることがより好ましく、幅が0.2~3mm、深さが0.2~2.0mm且つ最小距離が0.1~10mmであることが更に好ましい。

一方、貫通孔は研磨パッドの研磨面側及びその反対面の両面に開口する。この貫通孔の平面形状及び断面形状は、上記凹部と同様とすることができる。断面形状については、一方の開口側と他方の開口側の各々の横断面方向の寸法は同じでもよく、研磨面側の寸法が大きくてもよく、反対面側の寸法が大きくてもよい。開口部の最小寸法、並びに、貫通孔を複数設ける場合の隣り合う貫通孔の間の最小距離及びピッチは、上記凹部と同様とすることができる。

上記開口部の最小寸法及び隣り合う貫通孔の間の最小距離の好ましい範囲は

各々の組合せとすることができる。即ち、例えば、開口部の最小寸法が0.1 mm以上、隣り合う貫通孔の間の最小距離が0.05 mm以上であることが好ましく、開口部の最小寸法が0.1~5 mm、隣り合う貫通孔の間の最小距離が0.05~100 mmであることがより好ましく、開口部の最小寸法が0.2~3 mm、隣り合う貫通孔の間の最小距離が0.1~10 mmであることが更に好ましい。

[5] 複層型研磨パッド

上記のように加工された研磨パッドは、その非研磨面側に、支持層を備え、複層型研磨パッドとして用いることができる。この複層型研磨パッドの態様としては、(1) 研磨面側に開口する平面形状が環状、格子状、螺旋状等の溝又は凹部を有する研磨層と、研磨層の非研磨面側に配された支持層とを備えるもの、

(2) 研磨面側に開口する平面形状が円形等の貫通孔を有する研磨層と、研磨層の非研磨面側に配された支持層とを備えるもの、(3) 研磨面側に開口する溝、凹部及び貫通孔から選ばれる少なくとも2つの部位を有する研磨層と、研磨層の非研磨面側に配された支持層とを備えるもの等が挙げられる。

上記研磨層としては、上記の研磨パッドを適用することができる。

この研磨層は、裏面側で支持層等の他の層と接着又は接合等されることで、スラリーが貫通孔を通して研磨に供されずに流出することがない。

また、上記支持層の特性は特に限定されないが、研磨層に比べてより軟質であることが好ましい。より軟質な支持層を備えることにより、研磨層の厚さが薄い(例えば、5 mm以下)場合であっても、研磨時に研磨層が浮き上がることや、研磨層の表面が湾曲すること等を防止でき、安定して研磨を行うことができる。この支持層の硬度は、研磨層の硬度に対して、好ましくは90%以下、更には80%以下、特に70%以下であり、通常10%以上である。更には、ショアD硬度は、好ましくは70以下、より好ましくは60以下、更に好ましくは50以下であり、通常1以上である。

また、支持層は、多孔質体(発泡体)であっても、非多孔質体であってもよい。更に、その平面形状は特に限定されず、研磨層と同じであっても異なってもよい。

よい。この支持層の平面形状としては、例えば、円形、多角形（四角形等）等とすることができる。また、その厚さも特に限定されないが、例えば、0.1～5 mm（更に好ましくは0.5～2 mm）とすることができる。

支持層を構成する材料も特に限定されないが、所定の形状及び性状への成形が容易であり、適度な弾性等を付与できること等から有機材料を用いることが好ましい。有機材料としては、上記研磨パッドにおける非水溶性マトリックスを構成する有機材料を適用することができる。但し、支持層を構成する有機材料は架橋重合体であっても、非架橋重合体であってもよい。

これらの複層型研磨パッドにおいては、支持層は1層のみを備えていてもよく、2層以上を備えていてもよい。また、この支持層と研磨層とは直接接して積層されていてもよく、他の層を介して積層されていてもよい。更に、支持層は、研磨層又は他の層に接着剤、接着材（接着テープ等の接合層）等により接着されていてもよく、部分的に溶融されることにより一体的に接合されていてもよい。

上記研磨パッド及び上記複層型研磨パッドには、終点検出用の窓等が装着されていてもよい。この窓としては、例えば、厚さ2 mmにおいて、波長100～300 nmの間のいずれかの波長の光の透過率が0.1%以上（好ましくは2%以上）であるか、又は、波長100～3000 nmの間のいずれかの波長域における積算透過率が0.1%以上（好ましくは2%以上）である部材を用いることができる。

図面の簡単な説明

図1は、加工装置の全体構成を示し、（a）は正面図、（b）は平面図、（c）は側面図である。

図2は、円形テーブル1及びハウジング3の断面、並びに円形テーブル1の駆動部及び円形テーブル1の上面に研磨パッド9を吸引するための負圧発生用のサクションブロワ10の配置を示す模式図である。

図3は、円形テーブル1をC軸制御して位置を角度割出した後、溝加工前に円形テーブル1の割出し位置を位置決めする固定部材の断面を示す模式図である。

図4は、円形テーブル1に刻設された空気の流路を示す平面図である。

図5は、円形テーブル1の吸着面板11を示す。(a)は平面図ある。(b)は吸引孔11a等を拡大して示す模式図である。

図6は、中央の円形テーブル1を挟んでベッド2上に設けられた一对の第1ガイド41、42に案内され、軸制御されるガントリ形コラム3を示す。(a)は正面図である。(b)は側面図である。

図7は、(a)はガントリ形コラム3をX軸方向に案内する一对の第1ガイド41、42と、軸制御される一对のねじ軸51、52の配置を示す平面図である。(b)是一对のねじ軸51、52を一本のベルトで回転制御する伝導系の側面図である。

図8は、(a)は、サドル61、62を案内する第2ガイド43、44と、サドル61を駆動するねじ軸54及びサドル62を駆動するねじ軸53の配置を、サドル61、62を取り外して示す正面図である。(b)は、ねじ軸53を駆動するY1軸制御用モータ35とねじ軸54を駆動するY2軸制御用のモータ36に係る伝導部材の正面図である。

図9は、本発明の加工方法に用いられる刃の各所の角度を説明する説明図である。

図10は、本発明の加工方法に用いられる多刃ユニット及びホルダ等の一例を説明する図であり、(a)は模式的な正面図であり、(b)は模式的な側面図である。

図11は、本発明の加工方法に用いられる多刃ユニット及びホルダ等の他例を説明する図であり、(a)は模式的な正面図であり、(b)は模式的な側面図である。

図12は、本発明の加工方法に用いられる多刃ユニット及びホルダ等の更に他例を説明する図であり、(a)は模式的な正面図であり、(b)は模式的な側面図である。

図13は、本発明の加工方法に用いられる多刃ユニット及びホルダ等の一例を説明する模式図である。

図14は、本発明の加工方法に用いられるホルダの配置を説明する説明図である。

図 1 5 は、研磨面側に環状の同心円状の溝が形成された研磨パッドの平面図である。

図 1 6 は、研磨面側に環状の溝が偏心して配置された研磨パッドの平面図である。

5 図 1 7 は、研磨面側に平面形状が正方形の格子状の溝が形成された研磨パッドの平面図である。

図 1 8 は、研磨面側に平面形状が菱形の格子状の溝が形成された研磨パッドの平面図である。

10 図 1 9 は、研磨面側に平面形状が三角形の格子状の溝が形成された研磨パッドの平面図である。

図 2 0 は、研磨面側に 1 本の連続した螺旋状の溝が形成された研磨パッドの平面図である。

図 2 1 は、研磨面側に互いにその螺旋の方向が異なる 2 本の螺旋状の溝が形成された研磨パッドの平面図である。

15 図 2 2 は、研磨面側に平面形状が円形の凹部が均等に開口している研磨パッドの平面図である。

図 2 3 は、研磨パッドの溝、凹部又は貫通孔を含む一部横断面の模式図である。

符号の説明

20 1 ; 円形テーブル、1 a ; 空気の導通孔、1 b ; 中心側の導通溝、1 c ; 外側の導通溝、1 d ; 空気の導通溝、1 1 ; 吸着面板、1 1 a ; 吸引孔、1 1 b ; 導通溝、1 2 ; 中空中心軸、1 2 1 ; 軸芯の孔、1 2 2 ; 円板、1 2 3 ; 突出子、1 2 4 ; センサ、1 2 5 ; 位置固定部材、1 2 6 ; テーパ孔付ブッシュ、1 2 7 a ; テーパ軸、1 2 7 ; ピストン部材、2 ; ベッド、2 1、2 2 ; ボールナット、
25 3 ; ガントリ形コラム、3 1 ; クロスレール、3 2、3 3 ; 左右のコラム、3 4 ; モータ、3 5 ; プーリ、3 6 a、3 6 b ; プーリ、3 7 ; ベルト、3 8 a、3 8 b ; ナット、3 9 ; ガイドローラ、M1、M2 ; モータ、4 1、4 2 ; 水平な第 1 ガイド、4 3、4 4 ; 水平な第 2 ガイド、5 1、5 2 ; 同期駆動されるねじ軸、5 3、5 4、5 5、5 6 ; ねじ軸、6 1、6 2 ; 2 個のサドル、7 1、7

2 ; 刃物台、8 1、8 2 ; 駆動モータ、8 3 ; C 軸制御用モータ、H ; ハウジング、9 ; 研磨パッド、1 0 ; サクションブロワ、1 0 1 ; カップリング、1 0 2 ; ホース、B 1 ; 刃、B 2 ; 多刃ユニット、B 3 ; ホルダ、B 4 1 ; ボルト (固定具)、B 4 2 ; 押さえ板 (固定具)、B 5 ; 係止ピン、 θ_1 ; 刃物角、 θ_2 ; 前逃げ角、 θ_3 ; 溝の内側壁に当接する刃の横逃げ角、P ; 研磨パッド、P 1 ; 溝、凹部又は貫通孔、P 1 1 ; ピッチ、P 1 2 ; 溝の幅あるいは凹部又は貫通孔の開口部の最小長さ、P 1 3 ; 隣り合う溝、凹部又は貫通孔の最小距離。

発明を実施するための最良の形態

以下、実施例により本発明を具体的に説明する。

実施例 1

未架橋 1, 2-ポリブタジエン (JSR 社製、品名「JSR RB830」) 70 質量部と、未架橋エチレン-酢酸ビニル共重合体 (東ソー社製、品名「ウルトラセン 630」) 30 質量部と、水溶性粒子である β -サイクロデキストリン (横浜国際バイオ研究所社製、品名「デキシパール β -100」)、平均粒径 20 μm 40 質量部と、を 160℃ に調温された二軸押出機を用いて混練した。その後、有機過酸化物 (日本油脂社製、品名「パークミル D40」) 1.0 質量部を添加してさらに混練し、この混練物を金型に押出した。その後、170℃ で 18 分間保持する架橋処理を行い、直径 60 cm、厚さ 3 mm の研磨パッドを得た。次いで、この研磨パッドの研磨面側に上記 [2] に記載の方法により、溝幅の平均値が 0.5 mm、溝深さの平均値が 0.5 mm、ピッチの平均値が 4 mm の環状の複数の溝を同心円状に形成した。

この溝の内面の表面粗さは 4.1 μm であり、表面粗さのばらつきも小さかった。また、寸法精度は幅が $\pm 6\%$ 、深さが $\pm 5\%$ 、ピッチが $\pm 5\%$ であり優れていた。尚、表面粗さは 3 次元表面構造解析顕微鏡 (キャノン社製、型式「Zygo New View 5032」) で測定した。以下も同様である。

更に、この溝付き研磨パッドの研磨性能を以下のようにして評価した。

(1) 研磨速度及びスクラッチの有無

研磨パッドを研磨装置 (SFT 社製、型式「ラップマスター LM-15」)

の定盤上に装着し、定盤の回転数を50rpmとし、3倍に希釈した化学機械研磨用スラリー（JSR社製、商品名「CMS 1101」）を流量100cc/分の条件で用いて、SiO₂膜ウェハを2分間研磨し、研磨速度及びスクラッチの有無を評価した。研磨速度は光学式膜厚計により研磨前後の膜厚を測定し、これらの膜厚から算出した。また、スクラッチは研磨後のSiO₂膜ウェハの研磨面を電子顕微鏡により観察して確認した。その結果、研磨速度は350nm/分であり、スクラッチはほとんど認められなかった。

（2）ディッシングの評価

半導体ウェハ（SKW社製、商品名「SKW-7」）を下記の条件により研磨した後、微細形状測定装置（KLA-Tencor社製、型式「P-10」）によりディッシングを測定した。その結果、ディッシングは70nmであり、研磨面は平坦性に優れていた。

スラリー；CMS1101（JSR社製）

化学機械研磨装置；EPO112（荏原製作所製）

スラリー供給量；200ml/分

研磨荷重；400g/cm²

定盤回転数；70rpm

ヘッド回転数；70rpm

研磨速度；400nm/分

研磨時間；5.75分（15%オーバーポリッシュ）

実施例2

実施例1と同様にして同じ大きさの研磨パッドを作製し、この研磨パッドの研磨面側に上記〔2〕に記載の方法により、溝幅の平均値が0.5mm、溝深さの平均値が1mm、ピッチの平均値が1mmの環状の複数の溝を同心円状に形成した。

この溝の内面の表面粗さは5.2μmであり、表面粗さのばらつきも小さかった。また、寸法精度は幅が±4%、深さが±5%、ピッチが±5%であり優れていた。更に、実施例1と同様にして研磨速度、スクラッチの有無及びディッシ

ングを評価した。その結果、研磨速度は300nm/分であり、スクラッチはほとんど認められず、ディッシングは60nmであり、研磨面は平坦性に優れていた。

5 実施例3

未架橋エチレン-酢酸ビニル共重合体（東ソー社製、品名「ウルトラセン630」）80質量部と、未架橋1,2-ポリブタジエン（JSR社製、品名「JSR RB830」）20質量部と、水溶性粒子である β -サイクロデキストリン（横浜国際バイオ研究所社製、品名「デキシパール β -100」、平均粒径20 μ m）100質量部と、を160℃に調温された二軸押出機を用いて混練した。その後、有機過酸化化物（日本油脂社製、品名「パークミルD40」）0.5質量部を添加して更に混練し、この混練物を170℃に調温された金型内に押出した。そのまま170℃で18分間保持して架橋処理を行い、直径60cm、厚さ3mmの研磨パッドを得た。次いで、この研磨パッドの研磨面側に上記[2]に記載の方法により、溝幅の平均値が0.5mm、溝深さの平均値が0.5mm、ピッチの平均値が4mmの環状の複数の溝を同心円状に形成した。

この溝の内面の表面粗さは3.8 μ mであり、表面粗さのばらつきも小さかった。また、寸法精度は幅が $\pm 3\%$ 、深さが $\pm 4\%$ 、ピッチが $\pm 4\%$ であり優れていた。更に、実施例1と同様にして研磨速度、スクラッチの有無及びディッシングを評価した。その結果、研磨速度は400nm/分であり、スクラッチはほとんど認められず、ディッシングは55nmであり、研磨面は平坦性に優れていた。

実施例4

25 実施例3と同様にして同じ大きさの研磨パッドを作製し、この研磨パッドの研磨面側に上記[2]に記載の方法により、溝幅の平均値が0.5mm、溝深さの平均値が1mm、ピッチの平均値が1mmの環状の複数の溝を同心円状に形成した。

この溝の内面の表面粗さは5.5 μ mであり、表面粗さのばらつきも小さかつ

た。また、寸法精度は幅が $\pm 3\%$ 、深さが $\pm 5\%$ 、ピッチが $\pm 5\%$ であり優れていた。更に、実施例1と同様にして研磨速度、スクラッチの有無及びディッシングを評価した。その結果、研磨速度は 350 nm/分 であり、スクラッチはほとんど認められず、ディッシングは 60 nm であり、研磨面は平坦性に優れていた。

比較例 1

市販の発泡ポリウレタン製の研磨パッド（ロデール・ニッタ社製、商品名「IC1000」）の研磨面側に上記〔2〕に記載の方法により、溝幅の平均値が 0.25 mm 、溝深さの平均値が 0.4 mm 、ピッチの平均値が 1.5 mm の環状の複数の溝を同心円状に形成した。

この溝の内面の表面粗さは $355\text{ }\mu\text{m}$ と大きく、表面粗さのばらつきも非常に大きかった。また、寸法精度は幅が $\pm 15\%$ 、深さが $\pm 20\%$ 、ピッチが $\pm 12\%$ であり劣っていた。更に、実施例1と同様にして研磨速度、スクラッチの有無及びディッシングを評価した。その結果、研磨速度は 350 nm/分 であり、多くのスクラッチが認められ、ディッシングは 150 nm であり、研磨面は平坦性にも劣っていた。

実施例 5

実施例1で得られた研磨パッドを、図10に示す多刃ユニットを備えるホルダを刃先の間隔が同じになるように複数本を取り付けた加工具により加工した。用いた多刃ユニットは、形成されている刃の刃物角 θ_1 が 45° であり、前逃げ角 θ_2 が 30° であり、溝の内側壁に当接する刃の横逃げ角 θ_3 が 2° であり、刃幅 L が 0.52 mm であり、隣り合う刃先間が 3.48 mm であり、且つ、刃の長さが 5 mm である。この加工具を用いて上記研磨パッドの研磨面側に、溝幅の平均値が 0.5 mm 、溝深さの平均値が 0.5 mm 、ピッチの平均値が 4 mm の環状の複数の溝を同心円状に同時に切削形成した。

この溝の内面の表面粗さは $4.1\text{ }\mu\text{m}$ であり、表面粗さのばらつきも小さかった。また、寸法精度は幅が $\pm 6\%$ 、深さが $\pm 5\%$ 、ピッチが $\pm 5\%$ であり優れ

ていた。

次いで、実施例 1 と同様にして研磨速度、スクラッチの有無及びディッシングを評価した。その結果、研磨速度は 350 nm/分であり、スクラッチはほとんど認められなかった。また、ディッシングは 70 nm であり、研磨面は平坦性に優れていた。

実施例 6

実施例 1 で得られた研磨パッドを、実施例 5 と同様にして加工し、同心円状の溝を形成した。用いた多刃ユニットは、形成されている刃の刃物角 θ_1 が 30° であり、前逃げ角 θ_2 が 50° であり、溝の内側壁に当接する刃の横逃げ角 θ_3 が 2° であり、刃幅 L が 0.52 mm であり、隣り合う刃先間が 0.48 mm であり、且つ、刃の長さが 3 mm である。形成された溝は、溝幅の平均値が 0.5 mm、溝深さの平均値が 1 mm、ピッチの平均値が 1 mm であった。

この溝の内面の表面粗さは $5.2 \mu\text{m}$ であり、表面粗さのばらつきも小さかった。また、寸法精度は幅が $\pm 4\%$ 、深さが $\pm 5\%$ 、ピッチが $\pm 5\%$ であり優れていた。更に、実施例 1 と同様にして研磨速度、スクラッチの有無及びディッシングを評価した。その結果、研磨速度は 300 nm/分であり、スクラッチはほとんど認められず、ディッシングは 60 nm であり、研磨面は平坦性に優れていた。

実施例 7

実施例 3 で得られた研磨パッドを、実施例 5 と同様にして加工し、同心円状の溝を形成した。用いた多刃ユニットは、形成されている刃の刃物角 θ_1 が 30° であり、前逃げ角 θ_2 が 45° であり、溝の内側壁に当接する刃の横逃げ角 θ_3 が 2° であり、刃幅 L が 0.52 mm であり、隣り合う刃先間が 3.48 mm であり、且つ、刃の長さが 5 mm である。形成された溝は、溝幅の平均値が 0.5 mm、溝深さの平均値が 0.5 mm、ピッチの平均値が 4 mm であった。

この溝の内面の表面粗さは $3.8 \mu\text{m}$ であり、表面粗さのばらつきも小さかった。また、寸法精度は幅が $\pm 3\%$ 、深さが $\pm 4\%$ 、ピッチが $\pm 4\%$ であり優れ

ていた。更に、実施例 1 と同様にして研磨速度、スクラッチの有無及びディッシングを評価した。その結果、研磨速度は 400 nm/分であり、スクラッチはほとんど認められず、ディッシングは 55 nm であり、研磨面は平坦性に優れていた。

5

実施例 8

実施例 3 で得られた研磨パッドを、実施例 5 と同様にして加工し、同心円状の溝を形成した。用いた多刃ユニットは、形成されている刃の刃物角 θ_1 が 30° であり、前逃げ角 θ_2 が 50° であり、溝の内側壁に当接する刃の横逃げ角 θ_3 が 2° であり、刃幅 L が 0.52 mm であり、隣り合う刃先間が 0.48 mm であり、且つ、刃の長さが 3 mm である。形成された溝は、溝幅の平均値が 0.5 mm、溝深さの平均値が 1 mm、ピッチの平均値が 1 mm であった。

10

15

この溝の内面の表面粗さは $5.5 \mu\text{m}$ であり、表面粗さのばらつきも小さかった。また、寸法精度は幅が $\pm 3\%$ 、深さが $\pm 5\%$ 、ピッチが $\pm 5\%$ であり優れていた。更に、実施例 1 と同様にして研磨速度、スクラッチの有無及びディッシングを評価した。その結果、研磨速度は 350 nm/分であり、スクラッチはほとんど認められず、ディッシングは 60 nm であり、研磨面は平坦性に優れていた。

20

比較例 2

25

比較例 1 で用いた研磨パッドを、実施例 5 と同様にして加工し、同心円状の溝を形成した。用いた多刃ユニットは、形成されている刃の刃物角 θ_1 が 60° であり、前逃げ角 θ_2 が 20° であり、溝の内側壁に当接する刃の横逃げ角 θ_3 が 2° であり、刃幅 L が 0.26 mm であり、隣り合う刃先間が 1.24 mm であり、且つ、刃の長さが 3 mm である。形成された溝は、溝幅の平均値が 0.25 mm、溝深さの平均値が 0.4 mm、ピッチの平均値が 1.5 mm であった。

この溝の内面の表面粗さは $355 \mu\text{m}$ と大きく、表面粗さのばらつきも非常に大きかった。また、寸法精度は幅が $\pm 15\%$ 、深さが $\pm 20\%$ 、ピッチが $\pm 12\%$ であり劣っていた。更に、実施例 1 と同様にして研磨速度、スクラッチの有

無及びディッシングを評価した。その結果、研磨速度は350 nm/分であり、多くのスクラッチが認められ、ディッシングは150 nmであり、研磨面は平坦性にも劣っていた。

5 発明の効果

本発明によれば、研磨パッドの研磨面側に溝、凹部、貫通孔等を容易に且つ精度よく形成することができる。また、これら溝等の内面の表面粗さを小さくすることができる。

10 また、特定の加工テーブルの一面側に研磨パッドを吸着させた後、溝等を形成した場合には、寸法精度が高く、断面形状が均一な溝を形成することができる。

15 更に、所定の刃物角、前逃げ角及び溝の内側壁に当接する刃の横逃げ角を有する刃を用いた場合、隣り合う刃先間が所定の距離である多刃ユニットを用いた場合、更には、少なくとも両側端に刃が突設されている多刃ユニットを用いた場合には、特に溝の形成を効率よく確実に行うとともに表面粗さを小さくすることができる。中でも、溝のパターン形状が環状であり、同心円状である場合に好適である。

本発明の半導体ウェハ用研磨パッドによれば、半導体ウェハ等を研磨した場合に、平坦性等に優れた研磨面を形成することができる。

20 産業上の利用可能性

25 本発明の半導体ウェハ用研磨パッドは、特に半導体装置の製造工程に有用であり、例えば、STI工程、Al、Cu等のメタル配線を形成するダマシン工程、Al、Cu、W等を用いたビアプラグを形成する際のダマシン工程、これらメタル配線とビアプラグとを同時に形成するデュアルダマシン工程、層間絶縁膜（酸化膜、Low-k、BPSG等）を研磨する工程、窒化膜（Ta₂N₅、TiN等）を研磨する工程、ポリシリコン、ベアシリコン等を研磨する工程等に用いることができる。

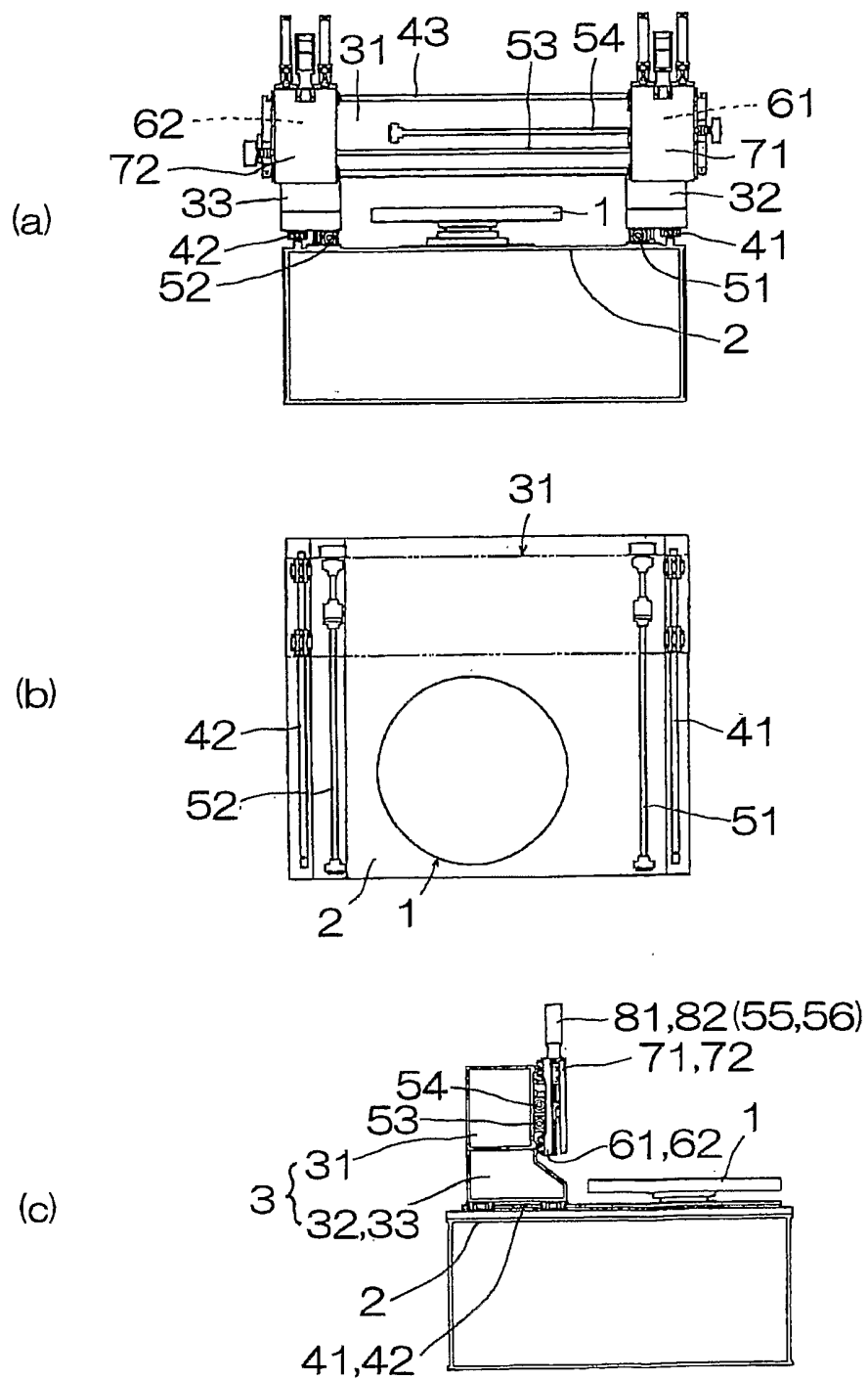
請求の範囲

1. 架橋重合体を含有する非水溶性マトリックスと、該非水溶性マトリックス中に分散された水溶性粒子とを有する半導体ウェハ用研磨パッドの研磨面を加工し、内面の表面粗さが $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下の溝、凹部及び貫通孔から選ばれる少なくとも1種の部位を形成することを特徴とする半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法。
2. 加工手段は、切削加工及びレーザー加工から選ばれる少なくとも1種である請求項1に記載の半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法。
3. 吸引孔を有する加工テーブルの一面側に上記半導体ウェハ用研磨パッドを載置し、該加工テーブルの他面側から吸引して該半導体ウェハ用研磨パッドを該加工テーブルの該一面側に吸着させて固定した後、上記部位を形成する請求項1に記載の半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法。
4. 複数の刃が突設された多刃ユニットと、該多刃ユニットを固定するホルダとを備える加工具を用いて、複数の溝を同時に切削形成する請求項3に記載の半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法。
5. 上記溝のパターン形状は、環状、格子状及び螺旋状から選ばれる請求項4に記載の半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法。
6. 複数の刃が突設された多刃ユニットと、該多刃ユニットを固定するホルダとを備える加工具を用いて、複数条の溝を同時に切削形成する請求項1に記載の半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法。
7. 上記刃は、刃物角 $15\sim 50^\circ$ 、前逃げ角 $65\sim 20^\circ$ 、且つ、上記溝の内側壁に当接する該刃の横逃げ角 $1\sim 3^\circ$ で用いる請求項6に記載の半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法。
8. 上記刃は、隣り合う刃先間が $0.05\sim 100\text{ mm}$ となるように上記多刃ユニットに突設されている請求項7に記載の半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法。
9. 上記刃は、上記多刃ユニットの少なくとも両側端に突設されている請求項8に記載の半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法。

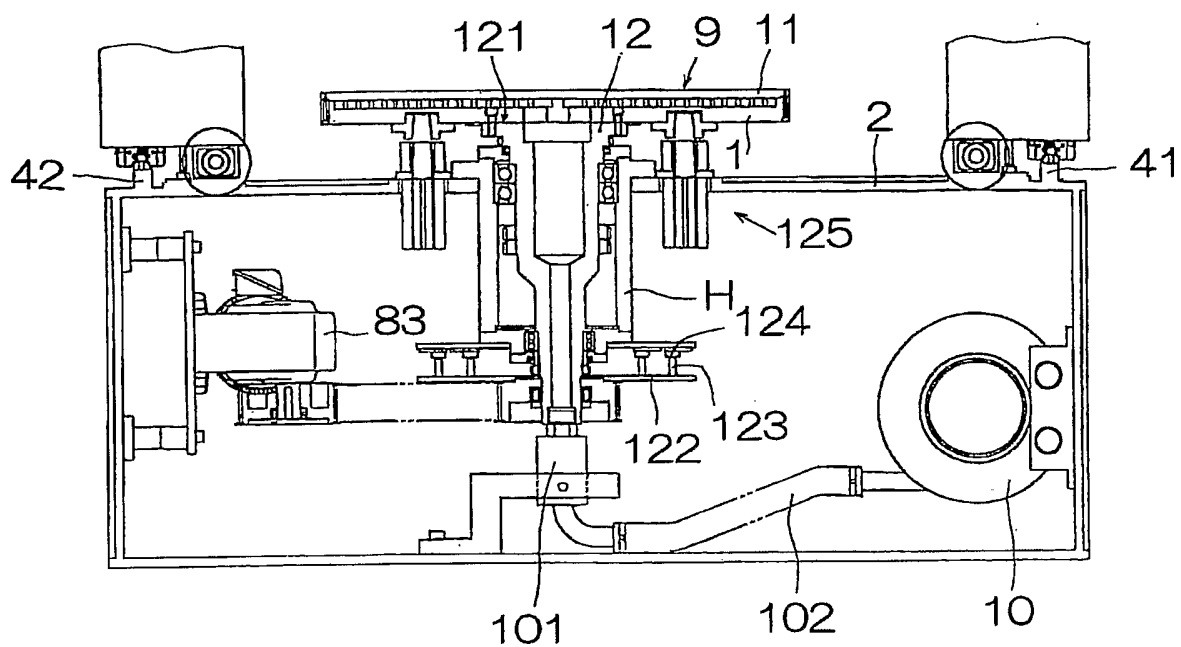
10. 上記溝のパターン形状は、環状、格子状及び螺旋状から選ばれる請求項9に記載の半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法。

11. 研磨面側に溝、凹部及び貫通孔から選ばれる少なくとも1種の部位を有する半導体ウェハ用研磨パッドであって、上記部位は、請求項1乃至10のいずれかに記載の半導体ウェハ用研磨パッドの加工方法により形成されたものであることを特徴とする半導体ウェハ用研磨パッド。

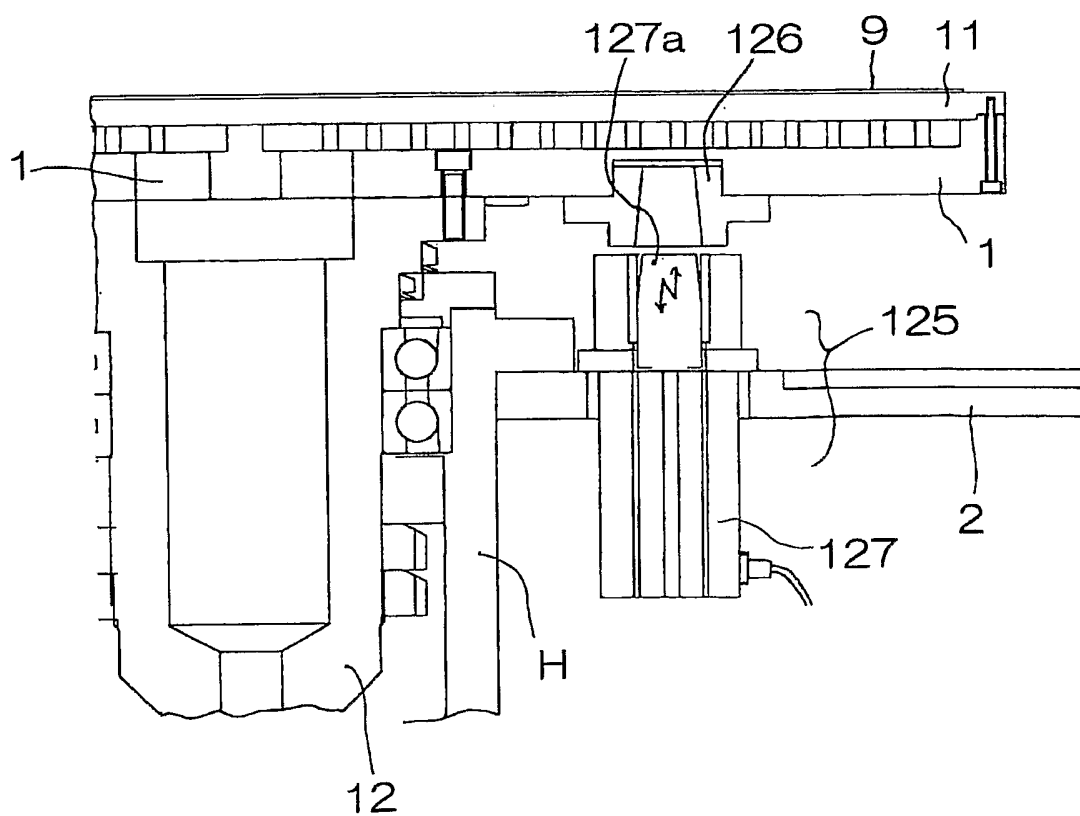
第1図



第2図

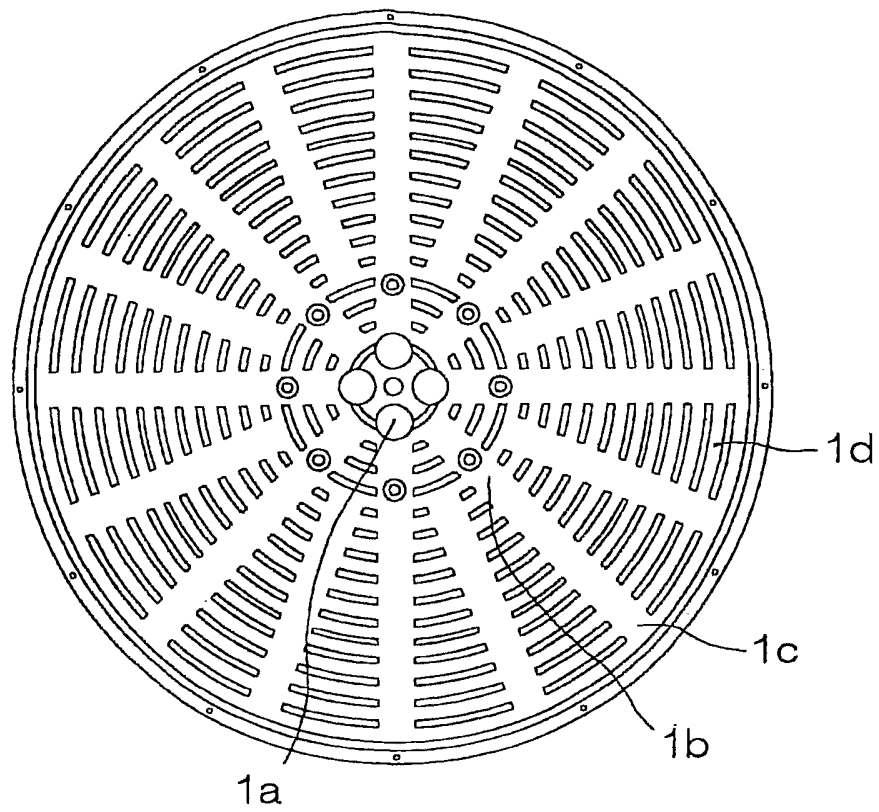


第3図



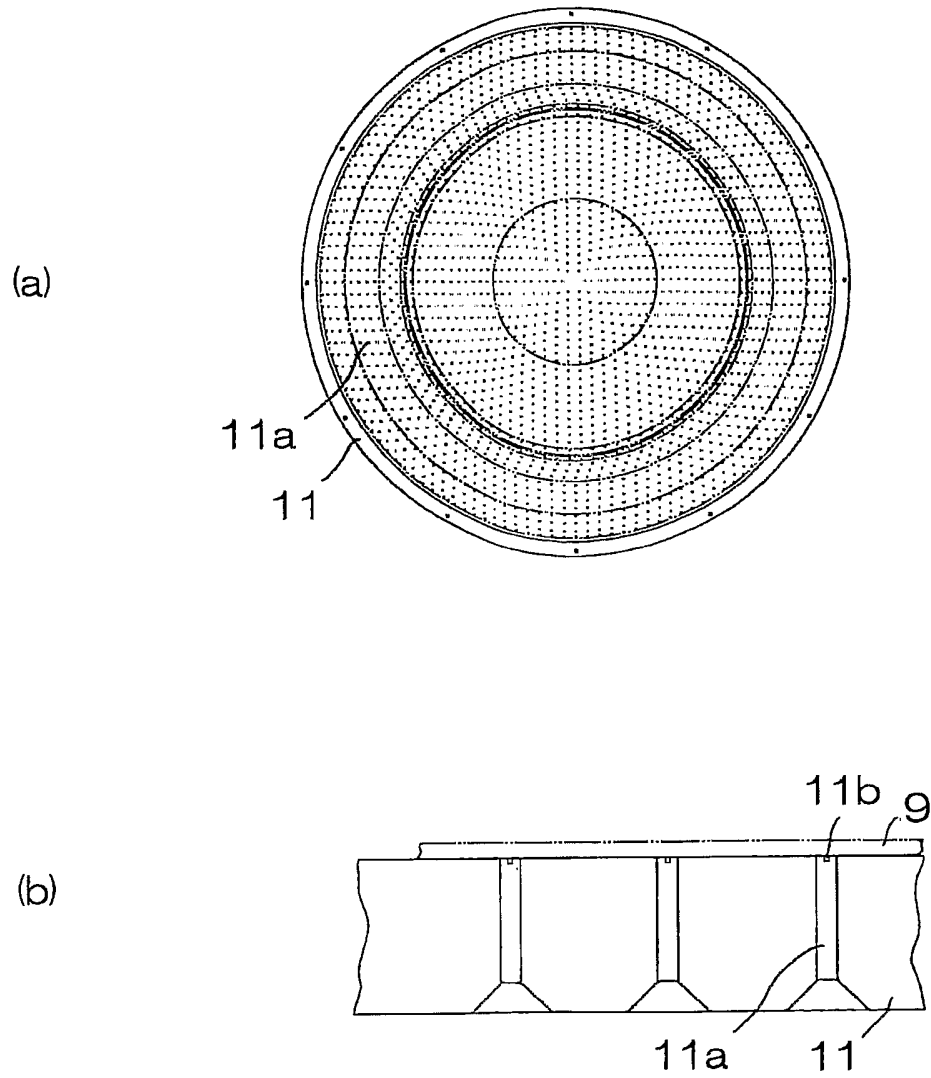
3 / 2 1

第4図



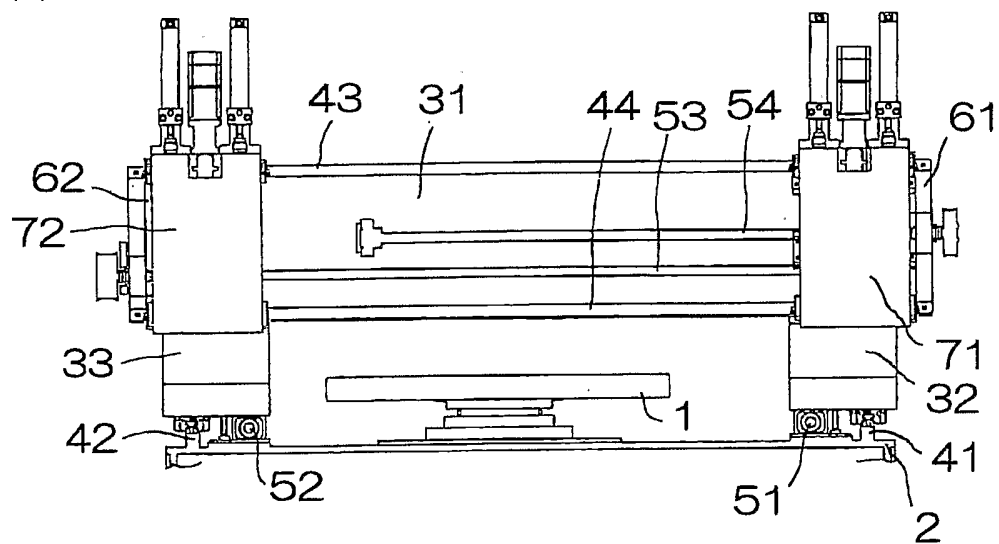
4/21

第5図

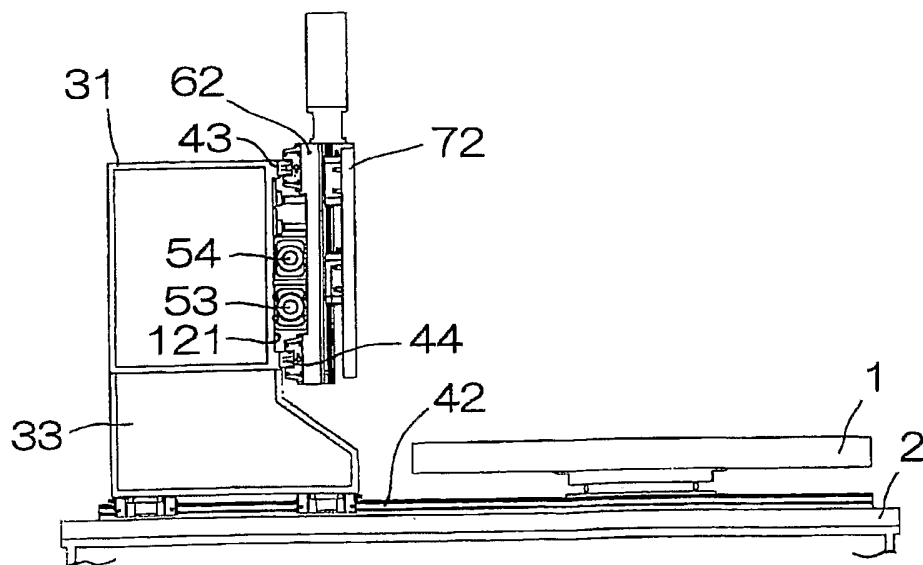


第6図

(a)



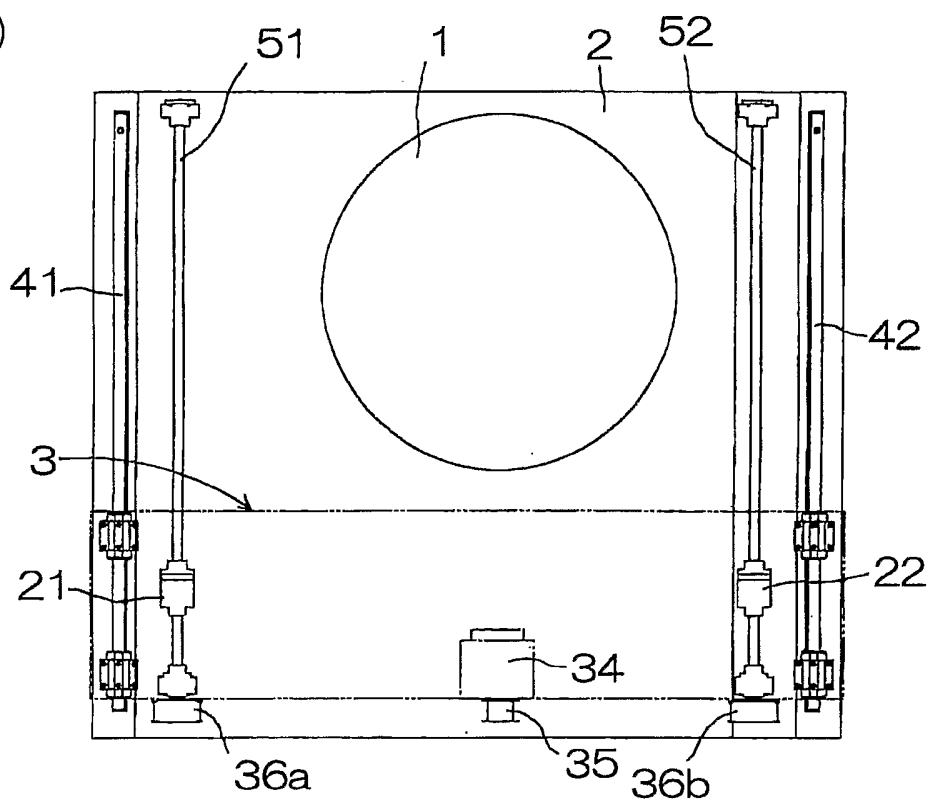
(b)



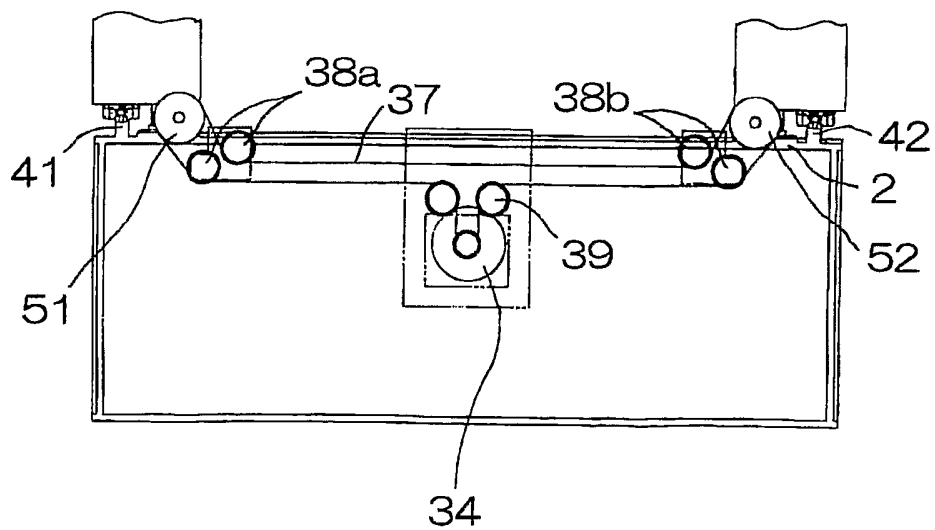
6/21

第7図

(a)

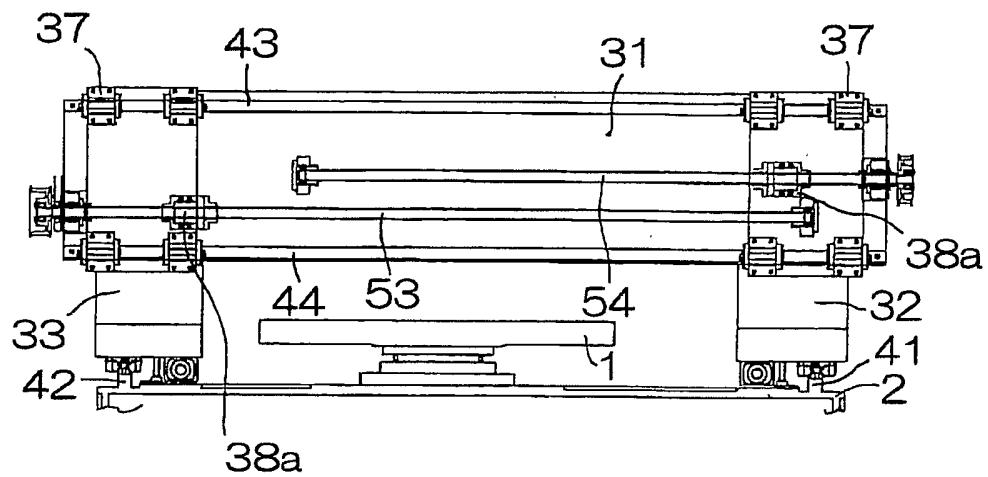


(b)

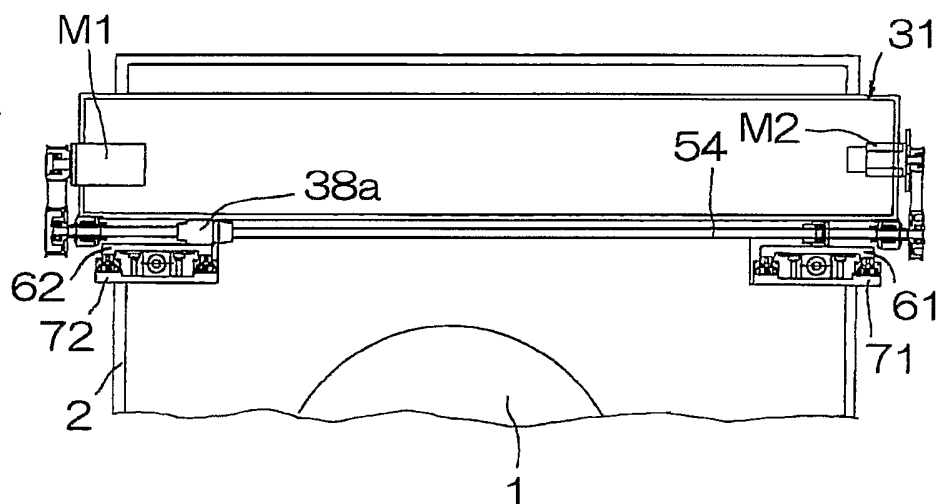


第8図

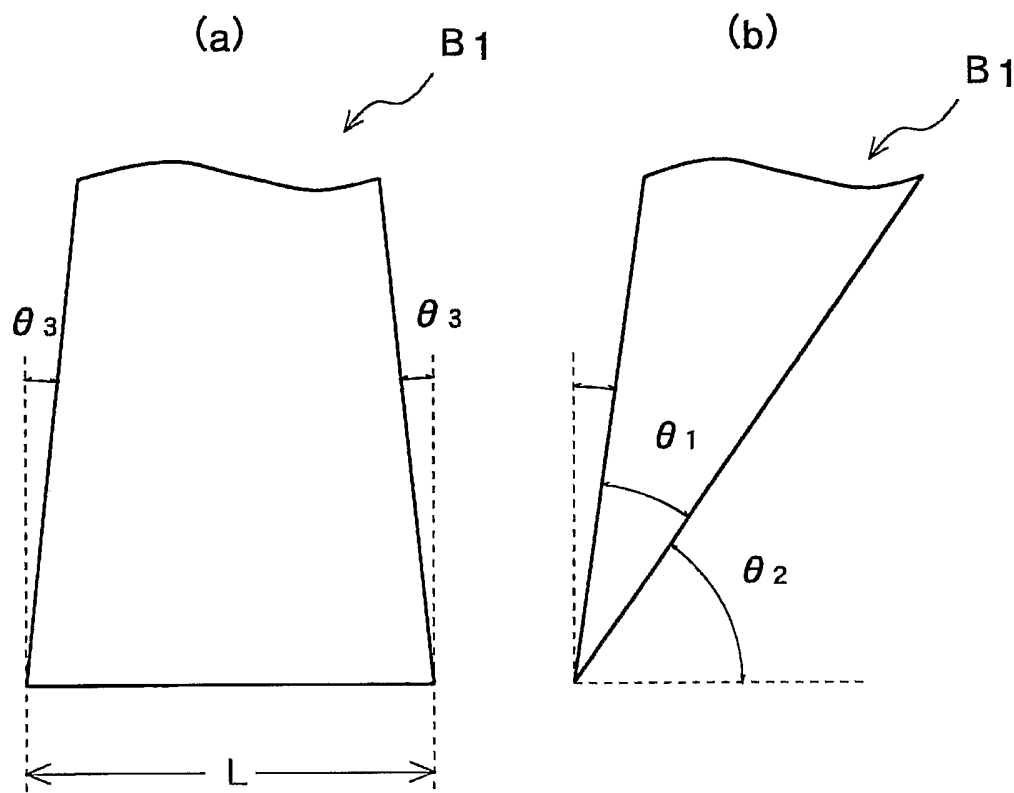
(a)



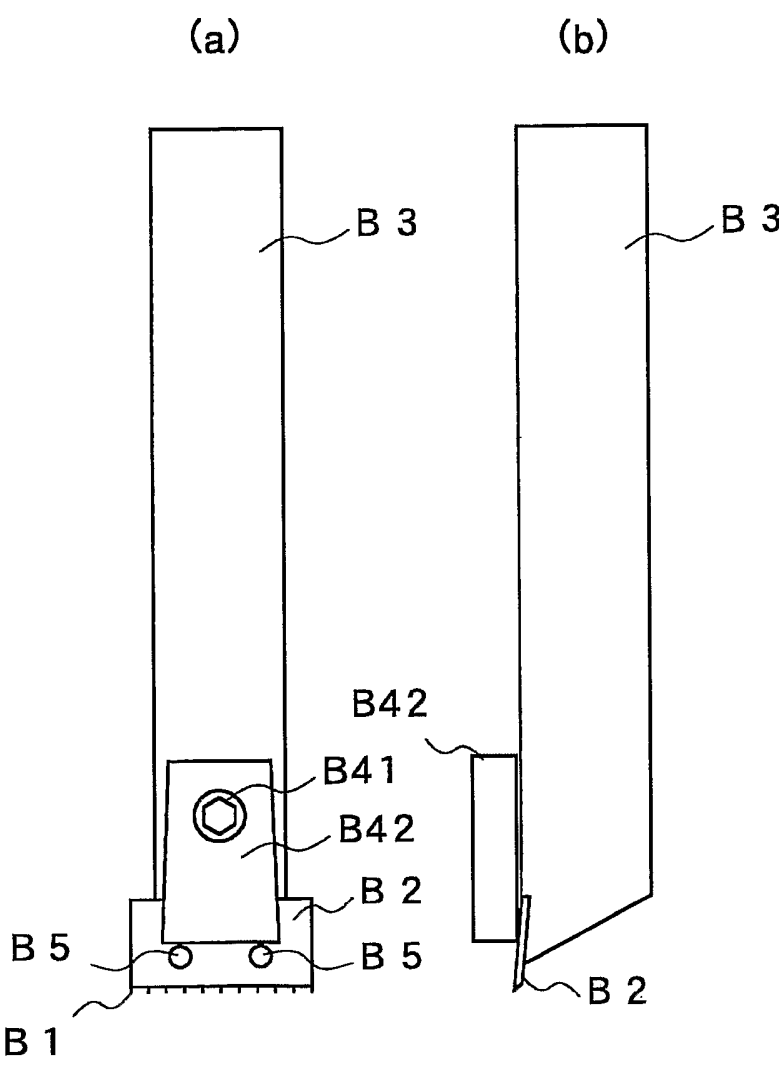
(b)



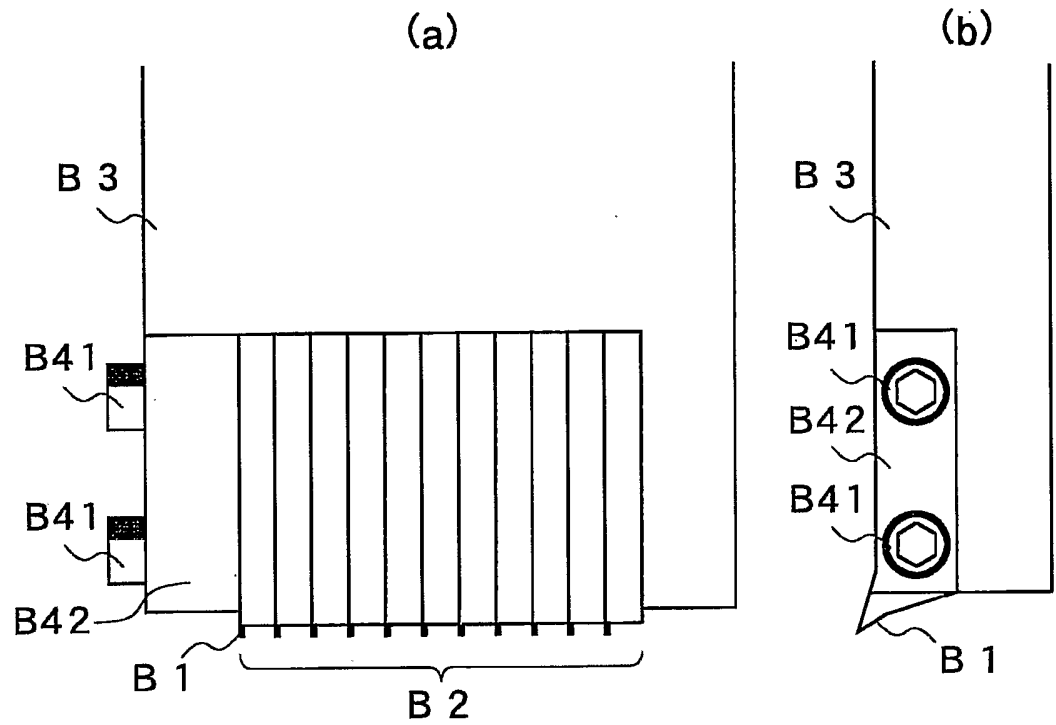
第9図



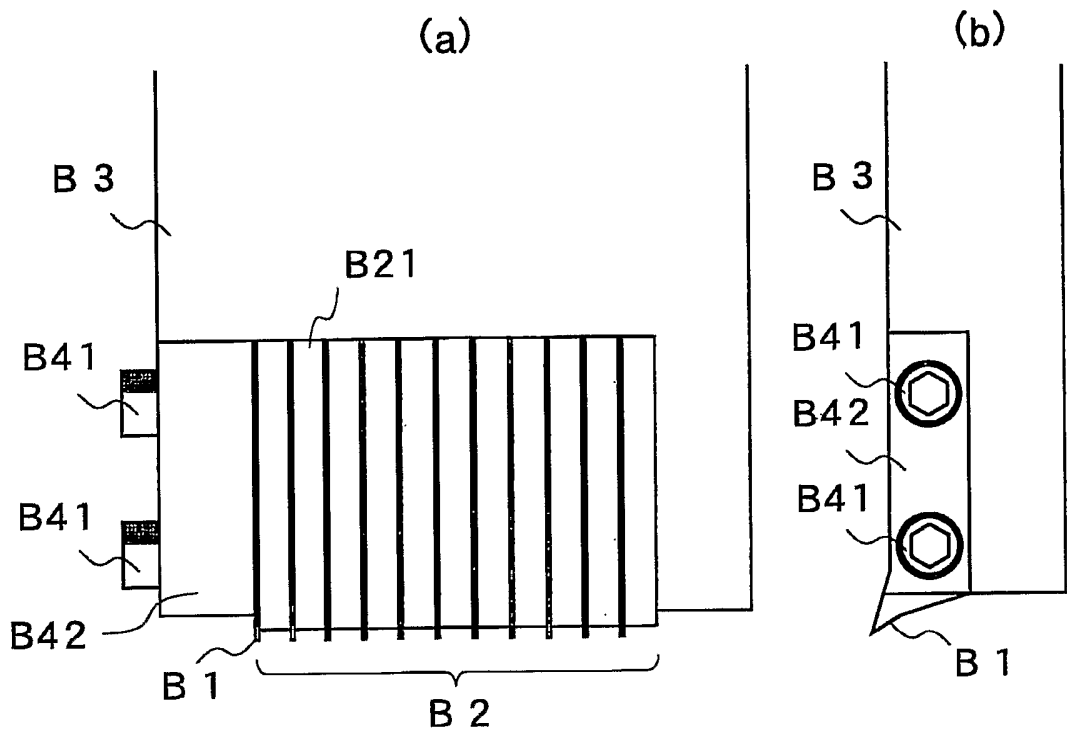
第 1 0 図



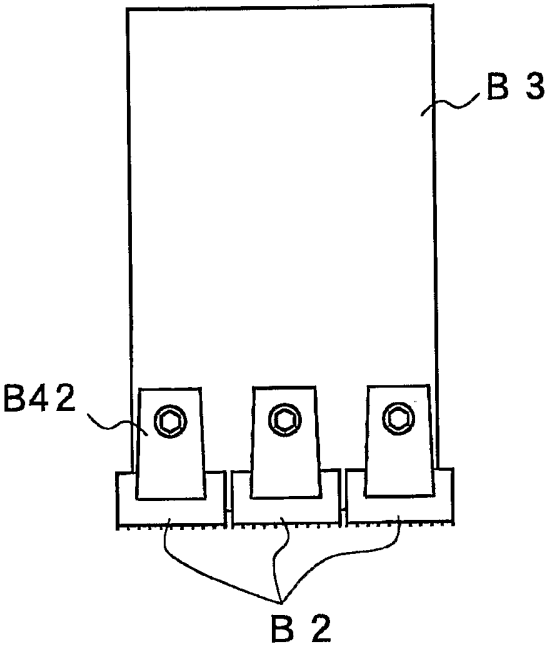
第11図



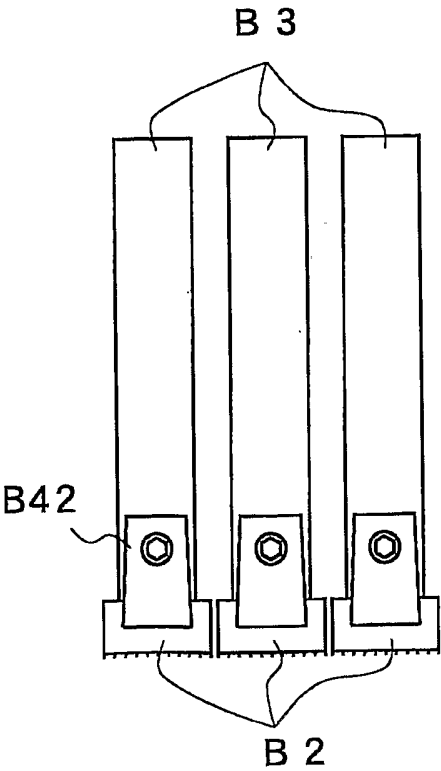
第 1 2 図



第 1 3 図

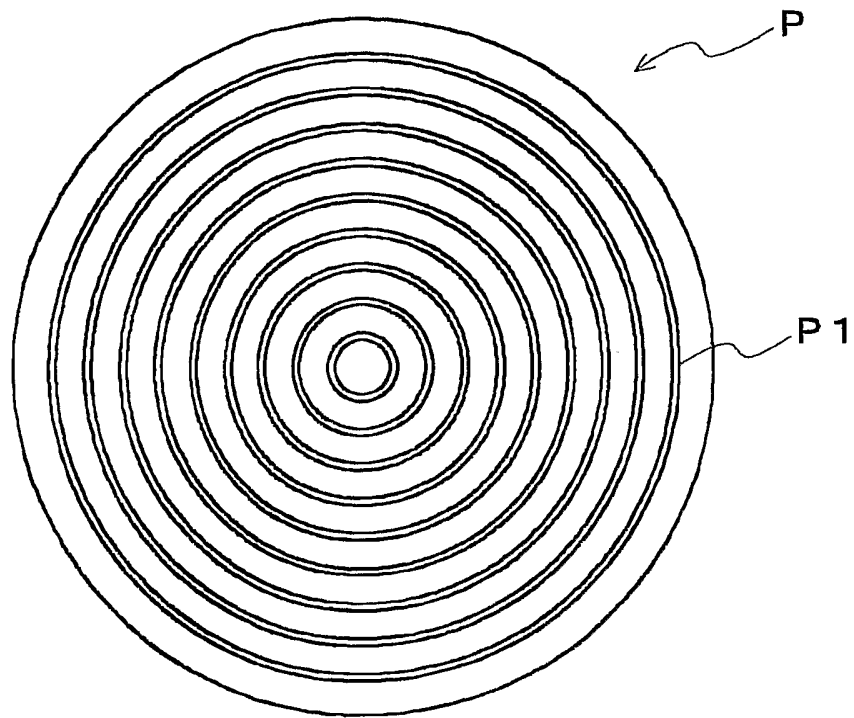


第 1 4 図



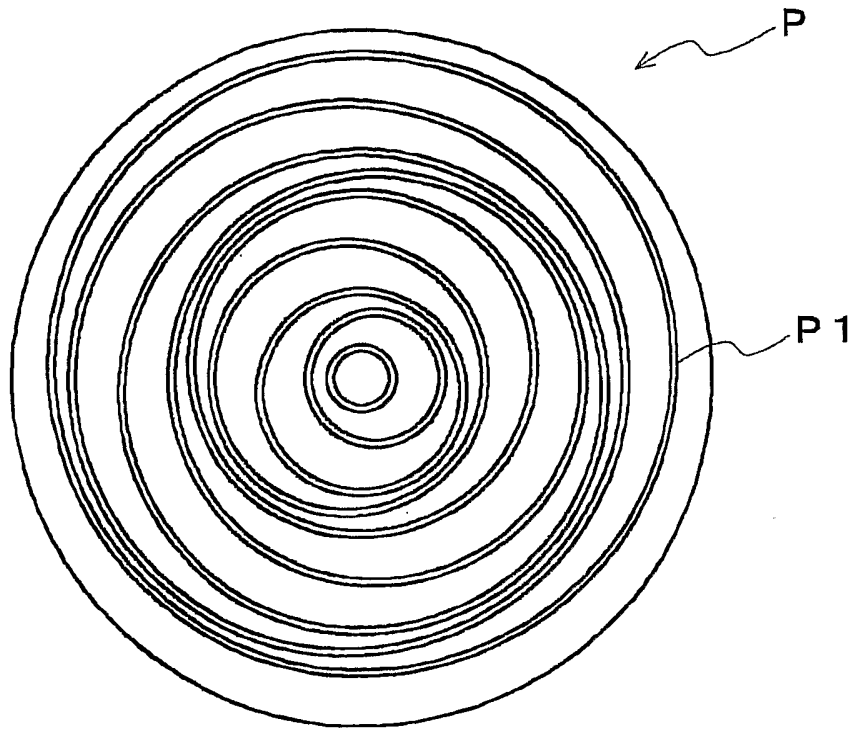
13/21

第15図



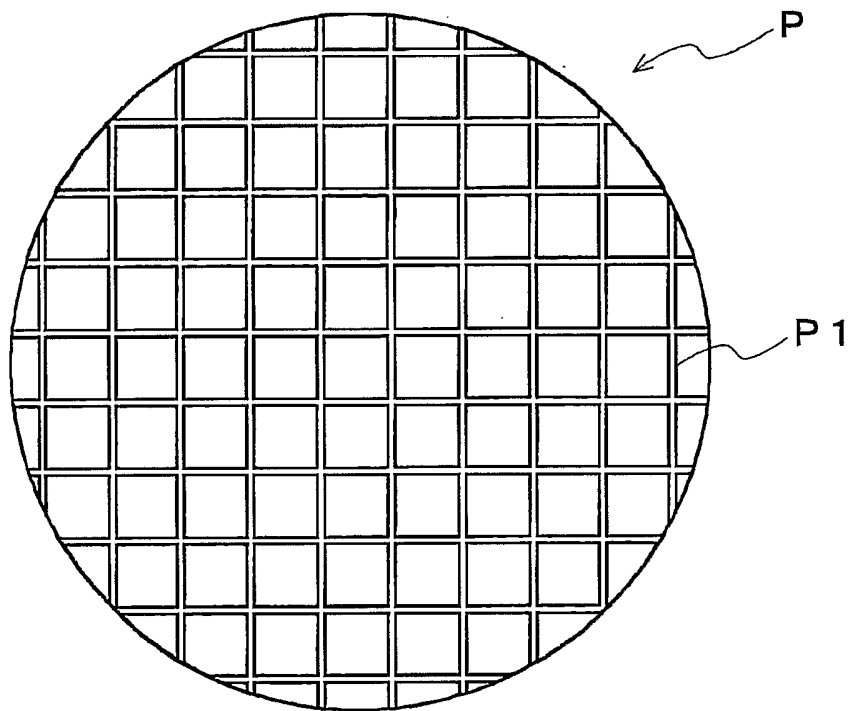
14/21

第16図



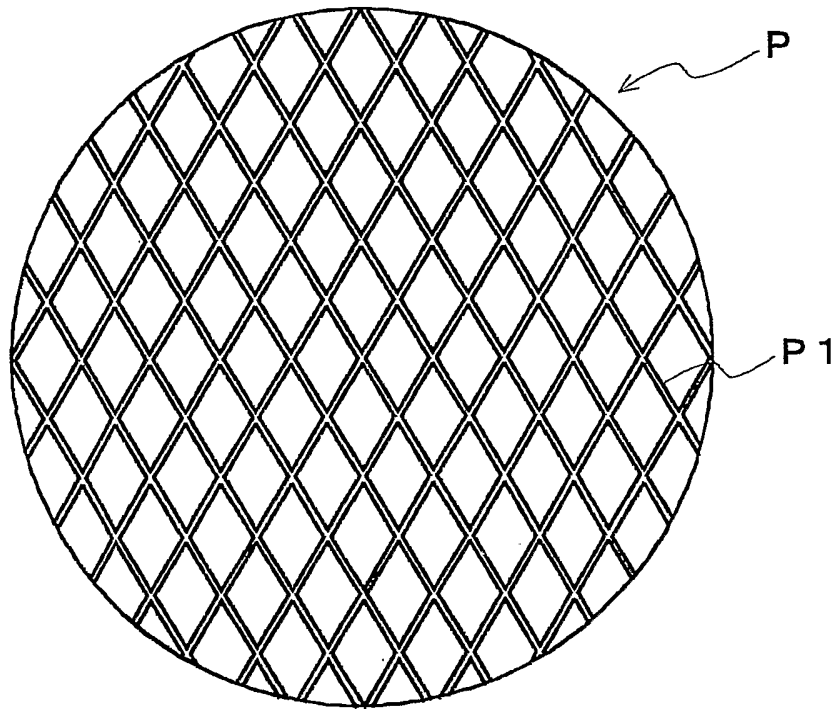
15/21

第17図

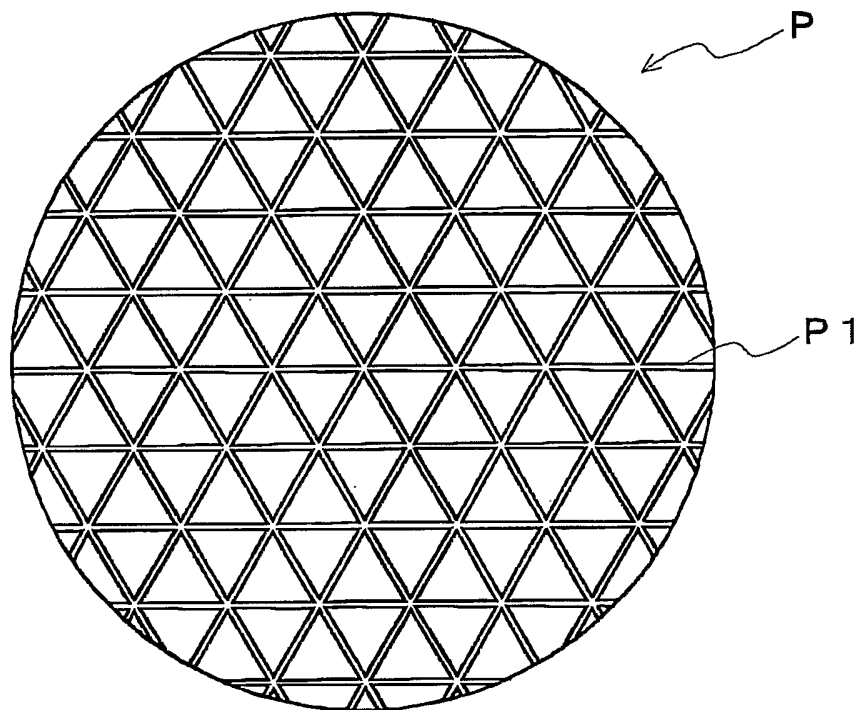


16/21

第18図

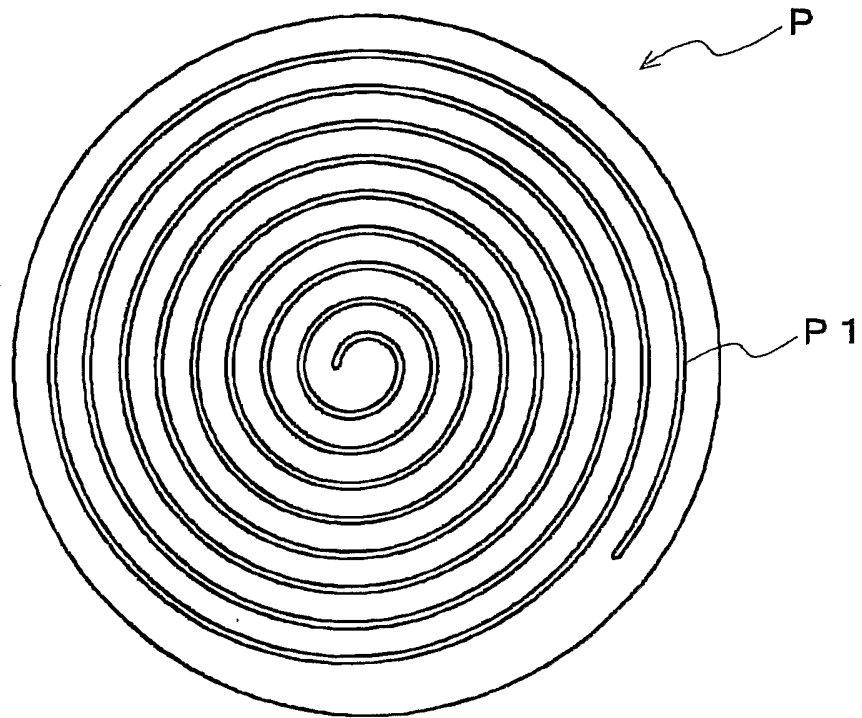


第19図

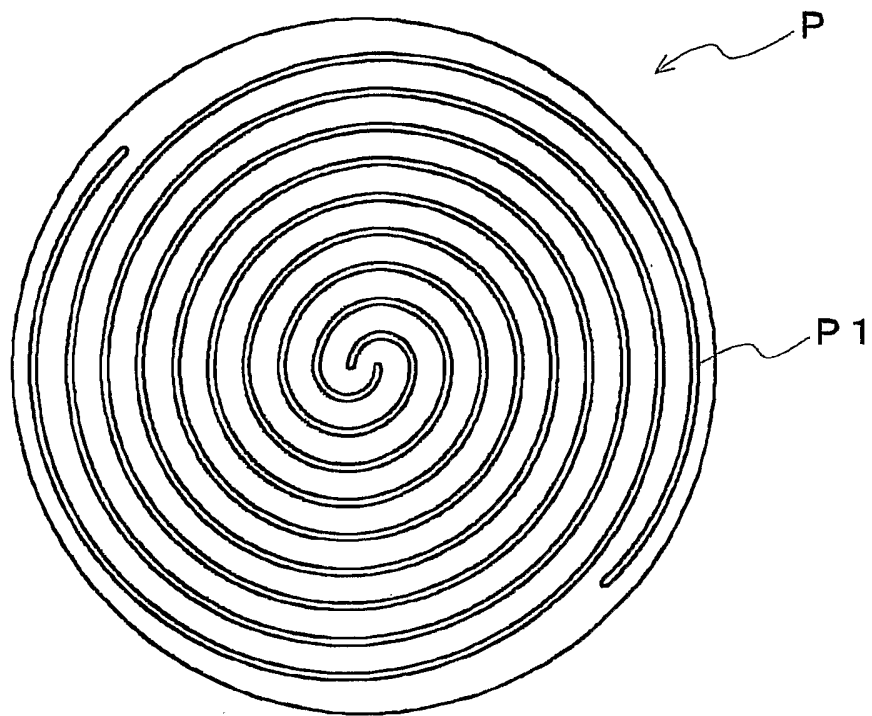


18/21

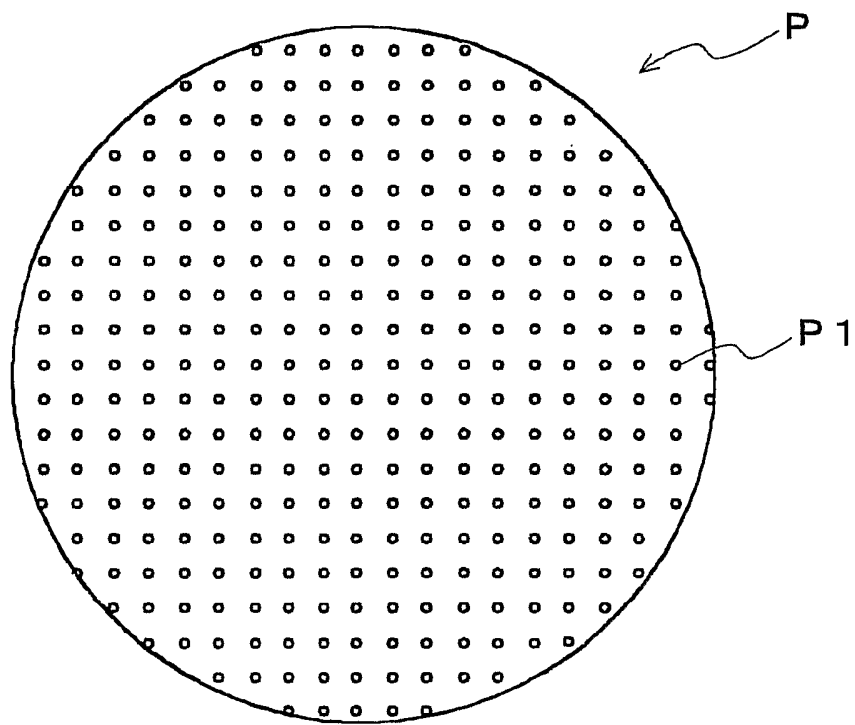
第20図



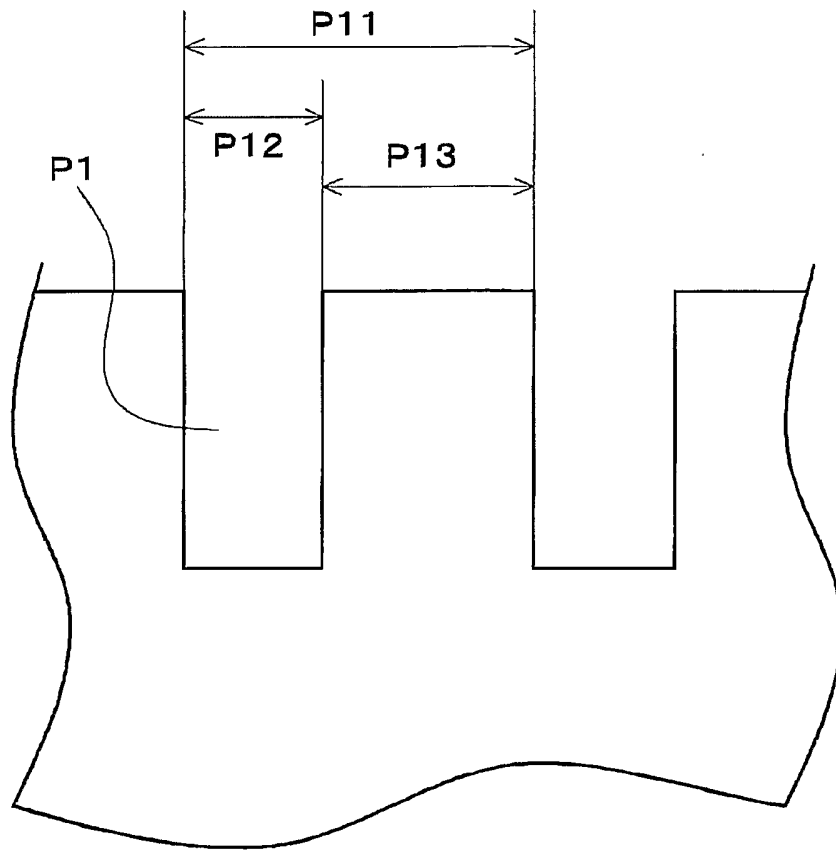
第21図



第22図



第23図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10125

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/304

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/304, B24B37/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1201368 A2 (JSR CORP.), 02 May, 2002 (02.05.02), Par. Nos. [0009], [0025] to [0027], [0046] & JP 2002-134445 A	1-11
Y	JP 2001-214154 A (JSR CORP.), 07 August, 2001 (07.08.01), Par. Nos. [0011], [0014] to [0015], [0032] (Family: none)	1-11
Y	JP 2002-184730 A (Toho Engineering Kabushiki Kaisha), 28 June, 2002 (28.06.02), Par. Nos. [0015] to [0034] (Family: none)	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 December, 2003 (02.12.03)Date of mailing of the international search report
16 December, 2003 (16.12.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10125

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-18164 A (Toho Engineering Kabushiki Kaisha), 23 January, 2001 (23.01.01), Par. Nos. [0018] to [0039] (Family: none)	1-11
Y	JP 2002-11630 A (Toho Engineering Kabushiki Kaisha), 15 January, 2002 (15.01.02), Par. Nos. [0023] to [0063] (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/304

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/304, B24B37/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	EP 1201368 A2 (JSR CORPORATION) 2002.05.02, 段落 [0009], [0025] - [0027], [0046] & JP 2002-134445 A	1-11
Y	JP 2001-214154 A (ジェイエスアール株式会社) 2001.08.07, 段落【0011】、【0014】 - 【0015】、【0032】 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2002-184730 A (東邦エンジニアリング株式会社) 2002.06.28, 段落【0015】 - 【0034】 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2001-18164 A (東邦エンジニアリング株式会社) 2001.01.23, 段落【0018】 - 【0039】 (ファミリーなし)	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.12.03

国際調査報告の発送日

16.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

三宅 達

3P

2919

電話番号 03-3581-1101 内線 3362

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-11630 A (東邦エンジニアリング株式会社) 2002.01.15, 段落【0023】－【0063】 (ファミリーなし)	1-11