

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5033630号  
(P5033630)

(45) 発行日 平成24年9月26日(2012.9.26)

(24) 登録日 平成24年7月6日(2012.7.6)

(51) Int.Cl.	F I
<b>B 2 4 B 53/12 (2006.01)</b>	B 2 4 B 53/12 Z
<b>B 2 4 D 3/00 (2006.01)</b>	B 2 4 D 3/00 3 3 O E
<b>B 2 4 D 7/00 (2006.01)</b>	B 2 4 D 3/00 3 2 O B
<b>B 2 4 D 7/06 (2006.01)</b>	B 2 4 D 3/00 3 3 O B
<b>B 2 4 B 53/02 (2012.01)</b>	B 2 4 D 3/00 3 4 O

請求項の数 24 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-532202 (P2007-532202)  
 (86) (22) 出願日 平成18年8月25日(2006.8.25)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2006/316737  
 (87) 国際公開番号 W02007/023949  
 (87) 国際公開日 平成19年3月1日(2007.3.1)  
 審査請求日 平成21年8月20日(2009.8.20)  
 (31) 優先権主張番号 特願2005-243529 (P2005-243529)  
 (32) 優先日 平成17年8月25日(2005.8.25)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2006-209236 (P2006-209236)  
 (32) 優先日 平成18年7月31日(2006.7.31)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 591285402  
 石塚 博  
 東京都品川区荏原6丁目19番2号  
 (74) 代理人 100102842  
 弁理士 葛和 清司  
 (72) 発明者 石塚 博  
 東京都品川区荏原6丁目19番2号  
 審査官 阿部 利英

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焼結体研磨部を持つ工具およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超砥粒焼結体からなる研磨部をもつ研磨工具であって、  
 研磨部が、頂部を有する複数の研磨単位を含み、各頂部が相互に略同一平面上にあり、  
 前記研磨部が、超砥粒を結合材金属と共に、超硬合金の裏打ち材に焼結一体化した超砥粒  
 焼結体からなり、前記研磨単位が、該研磨部にワイヤカット放電加工によって直線溝群を  
 設けることにより形成されたものである、前記研磨工具。

【請求項2】

頂部に刃付けが行われている、請求項1に記載の研磨工具。

【請求項3】

研磨単位が四角錐状または四角錐台状である、請求項1に記載の研磨工具。

【請求項4】

研磨単位が四角錐台状であり、頂部の少なくとも一辺に刃付けが行われている、請求項  
 3に記載の研磨工具。

【請求項5】

研磨単位が三角錐状または三角錐台状である、請求項1に記載の研磨工具。

【請求項6】

研磨単位が三角錐台状であり、頂部の少なくとも一辺に刃付けが行われている、請求項  
 5に記載の研磨工具。

【請求項7】

研磨単位が頂部に直線状の稜線を呈する形状である、請求項 1 に記載の研磨工具。

【請求項 8】

研磨単位が四角錐状または三角錐状であり、研磨単位のピッチが  $1500\ \mu\text{m}$  以下  $200\ \mu\text{m}$  以上である、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の研磨工具。

【請求項 9】

研磨単位が四角錐状または三角錐状であり、研磨単位の高さが  $200\ \mu\text{m}$  以下  $30\ \mu\text{m}$  以上である、請求項 8 に記載の研磨工具。

【請求項 10】

超砥粒がダイヤモンドである、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の研磨工具。

【請求項 11】

ダイヤモンドの公称粒度が  $40 - 60\ \mu\text{m}$  以下である、請求項 10 に記載の研磨工具。

【請求項 12】

超砥粒焼結体の厚さが  $0.1\ \text{mm}$  以上である、請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の研磨工具。

【請求項 13】

円板状または円環状である、請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の研磨工具。

【請求項 14】

研磨部が円板状または円環状である、請求項 13 に記載の研磨工具。

【請求項 15】

研磨部の外径が  $90\ \text{mm}$  以上である、請求項 14 に記載の研磨工具。

【請求項 16】

研磨部の溝の底に対する頂部の高さが  $1\ \text{mm}$  以下である、請求項 2 ~ 15 のいずれか一項に記載の研磨工具。

【請求項 17】

研磨部が、2個または4個の分割研磨部からなり、該分割研磨部がそれぞれ中心角の等しい扇状である、請求項 13 ~ 16 のいずれか一項に記載の研磨工具。

【請求項 18】

分割研磨部が、2つの溝群を有し、第一溝群は分割研磨部の半径方向の縁に対して平行に設けられ、第二溝群は第一溝群に直交して形成されている、請求項 17 に記載の研磨工具。

【請求項 19】

研磨部が、3個または6個の分割研磨部からなり、該分割研磨部がそれぞれ中心角の等しい扇状である、請求項 13 ~ 16 のいずれか一項に記載の研磨工具。

【請求項 20】

分割研磨部が、3つの溝群を有し、第一溝群は分割研磨部の半径方向の縁に対して平行に設けられ、第二溝群および第三溝群は、それぞれ第一溝群に対し、 $60^\circ$  および  $120^\circ$  で交わるように形成されている、請求項 19 に記載の研磨工具。

【請求項 21】

CMPパッドコンディショナーである、請求項 1 ~ 20 のいずれか一項に記載の研磨工具。

【請求項 22】

超砥粒焼結体からなる研磨部をもつ研磨工具の製造方法であって、  
 (1) 超砥粒を結合材金属と共に、超合金の裏打ち材に超砥粒を焼結一体化し、超砥粒焼結体を得る工程、  
 (2) 得られた超砥粒焼結体の研磨部を平坦化する工程、  
 (3) ワイヤカット放電加工によって、平坦化した超砥粒焼結体に直線溝群を設け、複数の研磨単位を形成し、研磨部とする工程  
 を含む、前記製造方法。

【請求項 23】

超砥粒焼結体からなる研磨部をもつ研磨工具の製造方法であって、

10

20

30

40

50

(1) 超砥粒を結合材金属と共に、超合金の裏打ち材に超砥粒を焼結一体化し、超砥粒焼結体を得る工程、

(2) 得られた超砥粒焼結体から、1つの扇状の分割研磨部を切り出す工程、

(3) 前記(2)で得られた扇状の分割研磨部と中心角の等しい複数の扇状の分割研磨部を得る工程、

(4) 得られた複数の扇状の分割研磨部を密着隣接して平坦な基板表面上に固着して、円板状または円環状の研磨部にする工程、

(5) 前記(4)で得られた円板状または円環状の研磨部の分割研磨部間の境界にワイヤカット放電加工によって、溝を設け、複数の研磨単位を形成する工程

を含む、前記製造方法。

10

【請求項24】

請求項1～21のいずれか一項に記載の研磨工具の再生方法であって、溝および研磨単位の頂部をワイヤカット放電加工により再生する工程を含む、前記再生方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、焼結体研磨部を持つ工具およびその製造方法に関する。とくに本発明は、主に硬質ウレタンで構成された化学的機械的研磨(chemical-mechanical polishing: CMPと略す)パッド用や、各種半導体材料を高平面度かつ高能率で加工可能な研磨工具およびその効果的な製造方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、超LSIデバイスにおける配線の多層化が進むにつれて、層間絶縁膜やシリコン等金属膜ウェハの平坦化にCMPが用いられてきている。そしてCMPで用いられる研磨パッド(一般に硬質発泡ポリウレタン製)の高い平坦化およびウェハ研磨速度を維持するためには、該研磨パッドの表面を常時または間欠的にコンディショニングする必要がある。

【0003】

従来、この研磨パッドのコンディショニングの際、ダイヤモンド砥粒を電着により基板に固着した工具が使用されている。このような電着タイプのコンディショニング用の工具の例として、円板形基台の円形表面の中央に、砥粒を配置しない中空領域を、その外側に第一の、さらにその外側に第二の砥粒層領域をそれぞれ設け、第一の砥粒層領域には、間隔をおいて小砥粒層部が複数列設けられ、各小砥粒層部は、略部分球面状を呈する隆起部の表面に、超砥粒を金属めっき相で固着したものであって、第二の砥粒層領域は、リング状の円周隆起部に超砥粒を金属めっき相で固着して構成されている回転研磨工具が公知である(特許文献1)。

30

このような電着タイプの工具は、砥粒の基板への固着が電着されたニッケルにより物理的に固着されているだけであることから保持力が必ずしも満足いくものではなく、使用中にダイヤモンド砥粒が脱落し、工具寿命は改善の余地があった。

【0004】

また、ダイヤモンド等からなる砥粒をレジンボンド材で円形回転平面上に固着した砥材層を有し、該砥材層表面に放射状および同心円状にスリットを設けた研磨工具が公知である(特許文献2)。

40

しかし、レジンボンド材による砥粒の保持強度は必ずしも満足できるレベルにないため、用途によっては十分な工具寿命が得られず、また電着工具においても満足できるレベルにはなかった。

【0005】

また、凸部を有する台金の作用面に、気相合成法により多結晶ダイヤモンド薄膜を形成してなるドレッサが公知である(特許文献3)。

しかし、気相合成法による形成では、台金の小さな凹凸に忠実にダイヤモンド薄膜を形成することは困難で、必ずしも十分な精度が得られず、また、薄膜と台金との接合力も十

50

分とはいえない。

【0006】

上記のような従来の研磨工具（パッドコンディショナー）は、基板(台金)に、粒子径がそれぞれ異なる複数個の砥粒粒子を固着した構造の故に、一様な砥粒(頂点)レベルが得にくいので、コンディショニング工程では基板(台金)面に対して最も突き出た粒子のみが使用される結果、過度の負荷に供されるこれらの粒子の消耗が激しく、結局本来の工具寿命に達する前に使用不可となることが多い。

【0007】

シリコン等のウェハを、発泡ウレタン製の研磨パッドと遊離砥粒に依らず、剛性金属製の台金表面にダイヤモンド等の超砥粒を固定した工具で加工することができれば、コンディショニングのための時間および経費が節約できるので望ましいが、これが実現するためには、台金上に配置され切れ刃を構成するダイヤモンド等超砥粒層が高精度の平面を有し、かつ保持できなければならない。しかしながらこのような工具は、十分には実現されていなかった。

【特許文献1】特開2002-337050号公報

【特許文献2】特開2004-291184号公報

【特許文献3】特開平10-071559号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の課題は、砥粒の基板への固着強度問題や不均一な研磨面の問題等が解決された高能率で加工可能な研磨工具およびその効果的な製造方法を提供することにある。特に、CMPパッドコンディショナーとして、半導体ウェハ等の表面を高精度かつ高能率で加工可能な研磨工具を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明者は、上記の課題を解決すべく鋭意研究を重ねる中で、超砥粒焼結体からなる研磨部をもつ研磨工具において、研磨部に特定の複数の研磨単位を形成することにより、かかる課題を解決し得ることを見出し、さらに研究を進めた結果、本発明を完成するに至った。

すなわち本発明は、超砥粒焼結体からなる研磨部をもつ研磨工具であって、研磨部が、頂部を有する複数の研磨単位を含み、各頂部が相互に略同一平面上にある、前記研磨工具に関する。

さらに本発明は、研磨部が、超硬合金の裏打ち材に焼結一体化した超砥粒焼結体からなり、研磨単位が、該研磨部に直線溝群を設けることにより形成されたものである、前記の研磨工具に関する。

また本発明は、頂部に刃付けが行われている、前記の研磨工具に関する。

さらに本発明は、研磨単位が四角錐状または四角錐台状である、前記の研磨工具に関する。

【0010】

また本発明は、研磨単位が四角錐台状であり、頂部の少なくとも一辺に刃付けが行われている、前記の研磨工具に関する。

さらに本発明は、研磨単位が三角錐状または三角錐台状である、前記の研磨工具に関する。

また本発明は、研磨単位が三角錐台状であり、頂部の少なくとも一辺に刃付けが行われている、前記の研磨工具に関する。

さらに本発明は、研磨単位が頂部に直線状の稜線を呈する形状である、前記の研磨工具に関する。

また本発明は、研磨単位が四角錐状または三角錐状であり、研磨単位のピッチが1500 μm以下200 μm以上である、前記の研磨工具に関する。

10

20

30

40

50

さらに本発明は、研磨単位が四角錐状または三角錐状であり、研磨単位の高さが200 $\mu\text{m}$ 以下30 $\mu\text{m}$ 以上である、前記の研磨工具に関する。

また本発明は、超砥粒がダイヤモンドである、前記の研磨工具に関する。

さらに本発明は、ダイヤモンドの公称粒度が40-60 $\mu\text{m}$ 以下である、前記の研磨工具に関する。

また本発明は、超砥粒焼結体の厚さが0.1mm以上である、前記の研磨工具に関する。

さらに本発明は、円板状または円環状である、前記の研磨工具に関する。

#### 【0011】

また本発明は、研磨部が円板状または円環状である、前記の研磨工具に関する。

さらに本発明は、研磨部の外径が90mm以上である、前記の研磨工具に関する。

また本発明は、研磨部の溝の底に対する頂部の高さが1mm以下である、前記の研磨工具に関する。

さらに本発明は、研磨部が、2個または4個の分割研磨部からなり、該分割研磨部がそれぞれ中心角の等しい扇状である、前記の研磨工具に関する。

また本発明は、分割研磨部が、2つの溝群を有し、第一溝群は分割研磨部の半径方向の縁に対して平行に設けられ、第二溝群は第一溝群に直交して形成されている、前記の研磨工具に関する。

さらに本発明は、研磨部が、3個または6個の分割研磨部からなり、該分割研磨部がそれぞれ中心角の等しい扇状である、前記の研磨工具に関する。

また本発明は、分割研磨部が、3つの溝群を有し、第一溝群は分割研磨部の半径方向の縁に対して平行に設けられ、第二溝群および第三溝群は、それぞれ第一溝群に対し、60°および120°で交わるように形成されている、前記の研磨工具に関する。

さらに本発明は、溝の形成がワイヤカット放電加工による、前記の研磨工具に関する。

また本発明は、CMPパッドコンディショナーである、前記の研磨工具に関する。

#### 【0012】

さらに本発明は、超砥粒焼結体からなる研磨部をもつ研磨工具の製造方法であって、

(1) 超硬合金の裏打ち材に超砥粒を焼結一体化し、超砥粒焼結体を得る工程、

(2) 得られた超砥粒焼結体の研磨部を平坦化する工程、

(3) 平坦化した超砥粒焼結体に直線溝群を設け、複数の研磨単位を形成し、研磨部とする工程

を含む、前記製造方法に関する。

また本発明は、超砥粒焼結体からなる研磨部をもつ研磨工具の製造方法であって、

(1) 超硬合金の裏打ち材に超砥粒を焼結一体化し、超砥粒焼結体を得る工程、

(2) 得られた超砥粒焼結体から、1つの扇状の分割研磨部を切り出す工程、

(3) 前記(2)で得られた扇状の分割研磨部と中心角の等しい複数の扇状の分割研磨部を得る工程、

(4) 得られた複数の扇状の分割研磨部を密着隣接して平坦な基板表面上に固着して、円板状または円環状の研磨部にする工程、

(5) 前記(4)で得られた円板状または円環状の研磨部の分割研磨部間の境界に溝を設け、複数の研磨単位を形成する工程

を含む、前記製造方法に関する。

さらに本発明は、前記のいずれかに記載の研磨工具の再生方法であって、溝および研磨単位の頂部をワイヤカット放電加工により再生する工程を含む、前記再生方法に関する。

#### 【発明の効果】

#### 【0013】

本発明の研磨工具は、超砥粒焼結体からなる研磨部を用いており、結合材の溶融温度以上で焼結されていることにより、超砥粒の固着強度が大きく、実質上脱落がないという利点がある。とくに超砥粒としてダイヤモンド粒子を用いた場合、ダイヤモンドは、製造工程において結合材金属が溶融しかつダイヤモンドが熱力学的に安定な温度圧力条件下に供されており、ダイヤモンド微粒子が結合材金属への部分溶解を介して強力に一体化されて

10

20

30

40

50

いることにより、固着強度がさらに大きいため、実質上脱落がなくなる。

【0014】

また、一般に、広い面積で焼結するとムラができ、全体的に均質な研磨部を大径で作成することは困難であるが、本発明の複数の分割研磨部から超砥粒焼結体を製造する研磨工具は、焼結のムラができない小径の超砥粒焼結体から、径の大きな扇状の分割研磨部を切り抜き、これを複数組み合わせることによって、大径の研磨部とすることから、全体的に均質な、高精度の研磨工具とすることができる。

【0015】

さらに研磨単位が形成されている研磨部は、表面が十分な厚さを持つ超砥粒焼結体で構成されていることにより、研磨単位が使用により磨滅しても、ワイヤカット放電加工などにより溝および研磨単位を容易に再生して、本発明の工具として再利用できる。

10

【0016】

また本発明では、各研磨単位はワイヤカット放電加工などによって、ダイヤモンド焼結体などの超砥粒焼結体から任意に切り出されるものであり、三角錐体および四角錐体などの底面レベルおよび高さの制御が容易であるから、従来の研磨工具に比して、より高精度の研磨面(レベル)をもつ工具が得られる。特にCMPパッドコンディショナーとして半導体ウエハ等の表面を高精度かつ高能率で加工可能である。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明による研磨工具の一実施態様を示す説明図(平面図)である。(実施例1)

20

【図2】本発明による研磨工具の一実施態様を示す説明図(平面図)である。(実施例2)

【図3】本発明による研磨工具の一実施態様を示す説明図(平面図)である。

【図4】本発明による研磨工具の一実施態様を示す説明図(平面図)である。

【図5】図4の部分拡大図である。

【図6】図1の部分拡大図である。

【図7】本発明による研磨工具の研磨単位について、一構成例を示す説明図(平面図)である。

【図8】図7におけるA-Aにおける断面を示す説明図である。

【図9】本発明による研磨工具の研磨単位について、別の構成例を示す説明図(平面図)である。

30

【図10】図9におけるB-Bにおける断面を示す説明図である。

【図11】本発明による研磨工具を製造方法において用い得るワイヤカット放電加工の一態様を示す説明図である。

【図12】本発明による研磨工具の一実施態様を示す説明図(平面図)である。

【図13】本発明による研磨工具の一実施態様を示す説明図(平面図)である。

【図14】本発明による研磨工具の一実施態様を示す説明図(平面図)である。

【図15】本発明による研磨工具の一実施態様を示す説明図(平面図)である。

【図16】本発明による研磨工具の一実施態様を示す説明図(平面図)である。

【図17】本発明による研磨工具の一実施態様を示す説明図(平面図)である。

【符号の説明】

40

【0018】

- 1 研磨工具
- 2 研磨単位
- 3 溝
- 4 研磨工具
- 5 研磨単位
- 6 溝
- 7 研磨工具
- 8 研磨単位
- 9 溝

50

1 0	研磨部	
1 2	第一方向平行溝群	
1 3、1 4	錐(台)状体側面	
1 6	第二方向平行溝群	
1 7、1 8	錐体傾斜側面	
1 9	四角錐(台)状研磨單位	
2 2	第一方向平行溝群	
2 3、2 4	三角錐傾斜面	
2 5	研磨部	
2 7	第二平行溝群	10
2 8、2 9	傾斜側面	
3 1	第三方向平行溝群	
3 2、3 3	傾斜側面	
3 4	三角錐状研磨單位	
4 1	放電加工用ワイヤ	
4 2	研磨部	
4 3、4 4	研磨單位	
5 1	研磨部	
5 2	円形基板	
5 3	直線状溝群	20
5 5	第二溝群	
5 8	外周傾斜部	
6 1	研磨部	
6 2	円形基板	
6 3	直線状溝群	
6 5	第二溝群	
6 6	第三溝群	
6 8	外周傾斜部	
6 9	内周傾斜部	
7 1	研磨部	30
7 2	円形基板	
7 3	直線状溝群	
7 4	接合部	
7 5	第二溝群	
8 1	研磨部	
8 2	円形基板	
8 3	直線状溝群	
8 4	接合部	
8 5	第二溝群	
9 1	研磨部	40
9 2	円形基板	
9 3	直線状溝群	
9 4	接合部	
9 5	第二溝群	
9 6	第三溝群	
1 0 1	研磨部	
1 0 2	円形基板	
1 0 3	直線状溝群	
1 0 4	接合部	
1 0 5	第二溝群	50

## 106 第三溝群

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明の研磨工具の材料となる超砥粒焼結体は、ダイヤモンドやc-BN(立方晶窒化硼素)等の超砥粒の粉末を常法により超高压高温工程で処理して得られる。この状態の焼結体は超砥粒焼結体は歪みが大きいので型放電加工などにより予備的にあらかじめ平坦化しておく。次いで、本発明で特定する態様にて溝及び突起側面を段階的に形成していくことにより、研磨単位、即ち、直接研磨対象と接触する突起部分を創生する。なお超砥粒焼結体として市販品を利用する場合は、仕様によるが、表面が平坦化されているので、上記平坦化予備処理は省略できる。

10

前記溝の形成にはワイヤカット放電加工や型放電加工やその他の精密放電加工、或はレーザー加工などが利用可能であるが、ワイヤカット放電加工が好ましく、とりわけ、研磨単位の頂部を鋭利に尖らせる場合などに、ワイヤカット放電加工がとくに好ましい。ワイヤカットは超砥粒焼結体表面に沿って放電加工用ワイヤを駆動し、金属ワイヤと超砥粒焼結体材料との間の放電により、材料を除去する手法であるが、通常プログラム運転される。

【0020】

本発明の研磨工具において、上記研磨単位は、例えば、円形、または同心の中心円形孔を有する円環状焼結体層へ研磨面区分のための複数の溝群(以下、区分溝群ともいう)を交差させて切り込むことにより、或は対応する形状に形成された電極面をもつ電極を利用した型放電加工によって、創生することができる。区分溝群は、超砥粒層表面、電極面のどちらに形成するにしても、直線状とするのが簡便である。

20

【0021】

上記区分溝群は様々に配置することができる。例として、超砥粒層の円形表面において、外周から反対側の外周まで延びた一定間隔の平行直線群を2組、互いに直交させて形成するもの(図1)や、このような直線群を3組、60°で交差させたもの(図2)が挙げられる。これらの場合、それぞれ四角形または三角形の研磨単位が創生される。

また、研磨単位が頂部に直線状の稜線を呈する形状(図3;研磨単位が研磨部の端から端まで稜線を呈している、図4~5;研磨単位の基部が長方形)などであってもよい。研磨単位が長方形の場合、溝および隣接する研磨単位の傾斜面が、ワイヤカット放電加工で形成されるので、稜線は基本的には長辺に平行に形成される。また、四角錐状の研磨単位は、必ずしも、縦横のピッチが等しくなくてもよいが、CMPコンディショナーとしては、正方形が好ましい。

30

【0022】

上記例において、各研磨単位が有効な研磨部分として機能するためには、各研磨単位の頂部は十分に小さく、かつ隣接研磨単位同士は、十分な間隔を持って互いに隔てられていることが必要である。研磨単位頂部の面積に関して、例として、図1の研磨工具1の部分拡大説明図を図6に模式的に示すが、例えば、研磨単位2の基部の面積(X)(即ち、超砥粒層断面の面積から研磨単位の周辺の溝3の面積を減じたもの)に対する頂部の面積(Y)の割合は50%以下とすることが好ましく、特に好ましくは、2~25%である。また、研磨単位の頂部の頂角は、好ましくは30~120°、とくに好ましくは60~90°、さらに好ましくは70~80°程度である。

40

【0023】

溝の深さ(研磨単位の溝底からの高さ)は、0.1mm以上1mm以下、特に0.15mm以上0.3mm以下が適切である。溝が浅すぎると被削材の削り屑が効率的に排出されず、研磨抵抗が過度に大きくなる傾向がある。反面深すぎると、研磨単位の強度が不足する上、過剰な超砥粒層の厚さが必要となる。

【0024】

研磨単位は、頂部が直線状または線分状、三角、四角またはそれ以上の多角形柱として形成し、各側面は基板に対して垂直とし水平断面を全高に亘って均一とするのが簡便であ

50



るが、少なくとも一つの側面、特に工具の回転方向に関して前方の側面を軸に平行な面に対して後方に傾斜させることによって、切れ味を向上することができる。

研磨単位の形状としては、研磨単位の各側面を傾斜させて錐台状、例えば、四角錐台状または三角錐台状とすることが好ましい。さらに頂部を尖点にした、例えば、四角錐状または三角錐状が切れ味の点でとくに好ましい。

また、整列した角柱状や角錐状研磨単位において、長方形や三角形の1または複数方向の側面を専用の工具で研磨することにより、頂部の縁又は頂点を鋭利化する、いわゆる「刃付け」を行なうと、さらに良好な切れ味が達成できる。特に、研磨単位が、多角形柱、多角形錐台であり、頂部が多角形（典型的には、三角形または四角形）の場合、頂部の面の少なくとも一辺に刃付けを行なうが、研磨単位が四角錐状または三角錐状の場合は、刃付けを行なわなくても十分な切れ味を達成することができる。

10

#### 【0025】

本発明の研磨部は、外径が90mm以上、超砥粒層の厚さが0.1mm以上1mm以下に構成される。焼結超砥粒層としては、ダイヤモンド焼結体(PCD)やc-BN焼結体(PCBN)の一方の面を超合金即ち炭化タンゲステン系複合材、或は周期律表第6a族金属の炭化物を主成分とする複合材のブロックで裏打ちされた構造のものを用い、複合材側を接着剤等によって工具基板に固着し、反対側に区分溝を形成して研磨部として使用する。

#### 【0026】

このような焼結体は、典型的には一軸加圧型の高温超高压静水圧プレスで調製された円板状のものが市販されている。目的とする直径の焼結体が入手できない場合、特に厳しい平坦度が要求されない場合には、本発明の研磨工具を部分ごとに作成し、一つの研磨工具に組み立て使用してもよい。

20

#### 【0027】

研磨部を複数個の分割研磨部で構成する場合、研磨部全体においてできるだけ研磨単位が均等に整列した配置が得られるようにするために、分割研磨部の境界部に溝を形成するのが適切である。この際、二または四分劃の分割研磨部に、互いに直交交差する2組の平行溝群を形成し研磨単位を四角錐状または四角錐台状とすれば、外周部を除き乱れのない研磨単位の整列が得られる。一方、三または六分劃の分割研磨部の場合には、互いに120°で交差する3組の等間隔平行直線群を形成し、更に三つの角錐体側面を形成して三角錐状または三角錐台状の研磨単位列としても、同様である。

30

#### 【0028】

即ち、四角錐体の場合には、研磨部表面に沿って放電加工用のワイヤを送り、放電によって研磨部表面にまず直線状の溝を形成する。次いで研磨部のZ軸方向にワイヤを駆動し、四角錐体の側面輪郭に沿って研磨部を切断することにより、溝に隣接した錐(台)状体の側面を創成する。この操作を反復することにより、平行溝群を形成する。

#### 【0029】

本発明において錐状体の頂部は1または複数個のダイヤモンド粒子で構成される。微細な粒子を用いてもダイヤモンドは有限の大きさを持つので、幾何学的な意味での錐体は得られない。従って頂部の直径が底辺に比べて十分に小さいとき、これを錐状体と呼ぶ。錐台は自明なように、頂部の各方向のサイズが錐状体に比べて大きい場合をいう。

40

#### 【0030】

四角錐(台)状研磨単位の作製においては、例えば図7および図8に示すように、研磨部10の表面に一定溝間隔(ピッチ)で第一の方向11の平行溝群(その一つを代表的に符号12で示す。以下同様)および錐(台)状体両側面(一つを代表的に符号13、14で示す。以下同様)を形成した後、研磨部10を固着した基板ごと円環中心軸の周囲に90°回転し、同じようにして第二の方向15の平行溝群16を一定溝間隔で、また各溝に隣接する錐体傾斜側面、17、18を形成することにより、直交する2組の平行溝群、および溝に沿って整列した四角錐(台)状研磨単位19が得られる。図7におけるA-Aの部分の断面図5に示す。

#### 【0031】

50

三角錐体の場合には図9および図10に示すように、上記において、第一の方向21の平行溝群22および溝に隣接する角錐の傾斜面23、24を形成後、研磨部20を研磨部25中心軸の周囲に120°回転し、同様に一定溝間隔で第二の方向26の平行溝群27、および隣接する傾斜側面28、29の形成をワイヤカット放電加工により行う。操作完了後、研磨部をさらに120°回転し同じ操作を行うことによって、120°で交差する第三方向30の平行溝群31、および隣接する傾斜側面32、33、溝に沿って整列した三角錐状研磨単位34が得られる。

#### 【0032】

上記研磨単位において、錐状体または錐台状体頂部の溝底面に対する突き出し高さは三角形、四角形共に200 $\mu$ m以下30 $\mu$ m以上とするのが適切である。突き出しが浅すぎると研磨部本体がパッド等のワークと直接接触し、コンディショニングが効果的に行われないう傾向となる。反面大きすぎると、研磨単位の強度が不足したり、過剰な超砥粒層の厚さが必要となる。一方、隣接溝間の間隔(ピッチ)は1500 $\mu$ m以下、下限は利用するワイヤカット放電加工用のワイヤの直径によるが、例えば、約200 $\mu$ mとすることができる。

10

#### 【0033】

上記研磨単位の研磨性能は、錐(台)状体の頂部に含有される超砥粒の粒度に依存する。超砥粒がダイヤモンド粒子である場合、即ち研磨部を構成する焼結体が焼結ダイヤモンド(PCD)層である場合、ダイヤモンド粒子の粒度(公称粒度)としては、40-60 $\mu$ m以下、8-16 $\mu$ mや0-2 $\mu$ mなどの各粒度のPCD層が利用できるが、8-16 $\mu$ m以下の公称粒度が好ましく、特に0-2 $\mu$ mが好ましい。

20

#### 【0034】

本発明の研磨部に用い得るダイヤモンド焼結体は、ダイヤモンド粒子を、裏打ち材としての超硬合金および、必要に応じてコバルト等の結合材金属と共に、ダイヤモンドが熱力学的に安定な超高压高温条件下に供して得られる。焼結体から本発明の研磨部への加工は精密放電加工、典型的にはワイヤカット放電加工による切り抜き、および表面の加工による研磨単位の形成によって実現できる。ワイヤカット放電加工においては、一般的には、超砥粒焼結体に放電加工用ワイヤを接触させ放電し、所望の溝幅になるようにワイヤを水平に動かし、さらに研磨単位の側面を形成するように動かす。

なお、図11に示すように、放電加工用ワイヤ41を超砥粒焼結体42にあてた後、水平に動かすことなく、図中、矢印の方向に動かし、隣りあった研磨単位43、44の向き合った両傾斜面がワイヤ41の接面となるように溝を形成し、このレベルを基準面とし、ここから両側の側面を形成することもできる。このように溝を形成した場合、溝の底部の形状が断面略円弧状の曲面となり、溝の底部を平面や角にした場合よりも、研磨時の応力集中が軽減され、研磨単位の強度(耐久性)が向上する。

30

#### 【0035】

本発明の工具は、図12~図17に例示するように幾つかの形状で作製可能である。比較的小型工具については、例えば研磨部は図12および図13に例示するように単一の連続円形および円環状に作製することもできるが、本発明では図14~図17に示すように、研磨部を複数個の分割研磨部で問題なく構成することができるので、これらの場合は特に、外形が95mm以上の直径の大きな円環状の研磨部も容易に得ることができる。

40

#### 【0036】

円環状構成において、半径方向の幅は15mm以上とするのが好ましい。特に設計上中心孔が不要な場合には、研磨部は円環状でなく(中心孔を有しない)円板状とすることができる。また図12および図13に示すように、尖った縁との接触によるワークの損傷を防止するために、円形状研磨部の場合は外周部分、円環状研磨部では外周および内周部分に、それぞれ1mm以上(半径方向幅)にわたって傾斜部58、68および69を設けることが好ましい。

#### 【0037】

研磨部を複数の分割研磨部で構成する場合には、図14~図17に例示するように、隣接する二つの分割研磨部の境界部(接合部)が溝となるように研磨単位の配置を設定するこ

50

とにより、研磨部の分割構成による研磨単位配置の乱れ、およびそれに伴うワーク(研磨パッド)への悪影響を回避または最小限に抑制することができる。この際、研磨部の分割数と利用できる研磨単位の形状とは関連しており、二分割(中心角180度)または四分割(中心角90度)の研磨部では四角錐状(図14および図15)、三分割(中心角120度)の研磨部では三角錐状(図16および図17)となる。

#### 【0038】

大径の研磨工具を作製するには、均一な焼結が可能な程度の小径の超砥粒焼結体(好ましくは、ダイヤモンド焼結体)から、所定の寸法および形状への切断および加工により形成した分割研磨部を用意する。そして複数の分割研磨部を接着剤等を用いて、各種鋼等で構成された剛性基板の平らな円板面、または円環状表面に接合することによって、大径の円板状或は円環状(円板の中央に同心の円形孔を有する形状)の研磨部とすることができる。

10

分割研磨部については、中心角が60、90、120、180°の扇形をそれぞれ6個、4個、3個、または2個を半径上で互いに隣接させ並べて置くこと(側面接触配置)により用いるが、60°のものについては同じ形状を2個用いる代わりに120°のもの1個で代用することができる。この場合120°のものは2個を、中心に関して点対称に配置する。

#### 【0039】

各研磨部51、61、71、81、91、101は、超硬合金側を円形基板52、62、72、82、92、102の平らな円形面と接合し、全体的に円形または環状の研磨部を呈するようにする。

20

#### 【0040】

基板に接合された超砥粒焼結体は、次いでワイヤカット放電加工に供し、ワイヤカット放電加工用ワイヤと超砥粒焼結体との間の放電工程により、超砥粒焼結体表面に一定間隔で平行な一組の直線状溝群53、63、73、83、93、103を形成する。この時、ワイヤは基板面または基板底面に対して平行に駆動し、予備的に平坦化された表面から焼結体層(典型的には、焼結ダイヤモンド(PCD)層)内に入り込み、焼結体層内を、或は焼結体層が薄い場合には更に超硬合金層まで彫り下げる。

#### 【0041】

この際、ワイヤを超砥粒焼結体の厚さ方向(Z軸方向)に駆動して切り込み、溝を作製する。一つの溝群における最初の溝形成は、360°の連続円形または環状面では三角錐状体および四角錐状体のどちらの場合でも任意の位置から開始することができるが、研磨部が複数の分割研磨部の組み合わせからなる場合は、必ず、分割研磨部の接合部54、64、74、84、94、104、には溝を設け、次いでその両側に、一定ピッチで、全面にわたって平行に形成していく。

30

#### 【0042】

超砥粒焼結体の表面に一つの方向の平行溝群が形成されたら、次いで、該超砥粒焼結体を基板と共に基板の中心軸の周囲に溝群交差角度だけ回転して、同様に上記一定間隔で第二の直線状平行溝群55、65、75、85、95、105および各溝に隣接する傾斜側面を形成する。ここでは、180°および90°の扇形については90°であり、研磨単位は四角錐状または錐台状を呈する。一方120°および60°の扇形については60(または120)°だけ回転して、同様に上記一定間隔で第二の直線状平行溝群、および各溝に隣接する傾斜側面を形成したあと、更にもう60(または120)°(最初の溝群に対して240°)回転して第三の直線状平行溝群56、66、76、86、96、106および各溝に隣接する傾斜側面を形成する。連続円形および環状素材については、は90°および60°のどちらも採りうる。

40

#### 【0043】

上記ワイヤカット放電操作において、放電用ワイヤを該基板底面から厚さ方向に等しく隔たった高さ(レベル)において駆動することにより上記溝群および三角または四角錐状または錐台状体の頂部を基板底面に対して平行なレベル上に形成することができる。

#### 【0044】

50

本発明において、研磨単位の三角錐または四角錐は必ずしも全体が超砥粒焼結体で構成されている必要はなく、少なくとも錐(台)状体の頂点を含む60 $\mu$ m程度の部分(高さ)が超砥粒焼結体であれば、それより下方部分が超硬合金であっても利用可能である。次に、本発明を実施例により具体的に説明する。

[ 実施例 1 ]

【 0 0 4 5 】

図 1 に概略示した構造の研磨工具 1 を作成した。厚さ0.6mmの焼結ダイヤモンド層が超硬合金に同時焼結によって一体化されている、直径90mmのPCDブロックを工具素材として用いた。

上記PCDブロックにおいて焼結ダイヤモンド層の表面を放電加工(EDM)により平坦化し、ワイヤカット放電加工により一辺が260 $\mu$ mの正方形の頂部を持つ研磨単位 2 を、幅560 $\mu$ mの平行な直線状の溝 3 を刻み込むことによって形成した。この場合、研磨単位 2 の頂部(図示せず)の面積は、周辺部(溝 3 の部分)を除く超砥粒焼結層断面積の約10%に当る。

頂部の縁には刃付けを行い、CMPコンディショナーとして利用した。

[ 実施例 2 ]

【 0 0 4 6 】

図 2 に概略示す円環状の研磨工具 4 を作成した。厚さ0.6mmの焼結c-BN層が超硬合金に同時焼結によって一体化されているPcBNブロックから、ワイヤカット放電加工で、外方半径60mm、内方半径24mmの90度の扇型を4個切り出し、工具素材とした。

上記扇型をSUS系ステンレス鋼製の基板に貼着、組み合わせて完全な円形とした。焼結ダイヤモンド層の表面を研磨して平坦化し、ワイヤカット放電加工により一辺が350 $\mu$ mの正三角形の頂部を持つ研磨単位 5 を、幅560 $\mu$ mの平行な直線状の溝 6 の群で形成した。この場合、研磨単位頂部の面積は、超砥粒焼結層全体の7%となる。

得られた工具は実施例 1 と同様の操作により刃付けを行い、シリコンウェハの表面の研磨に利用した。

[ 実施例 3 ]

【 0 0 4 7 】

図 1 2 に概略示した構造の研磨工具を作成した。公称粒度40-60 $\mu$ mのダイヤモンド粒子から成る厚さ0.5mmのPCD層が超硬合金(WC-8%Co)に同時焼結によって一体化された、直径100mmのダイヤモンド焼結体を研磨部として用い、直径108mmの、SUS316ステンレス鋼製円形基板に、エポキシ系接着剤で固着した。

次いでPCD層の表面を型放電加工により平坦化した後ワイヤカット放電加工によりPCD層に切り込み、素材の中心を通る幅200 $\mu$ mの直線溝を形成した。更にワイヤを側方へ駆動し、また基板に対して隔たる方向(Z方向)へ移動させ、必要な幅の溝の形成および錐状体の側面を切り出しを行った。

この操作の反復により、溝間隔800 $\mu$ mの平行溝群、および頂角90°の屋根状突起を素材面全体に形成した。

次に、全体を中心軸の周囲に90°回転させた後、同一の条件でワイヤカット放電加工を行うことにより、上記の溝群と直交する第二の直線溝群を形成し、かつ同時に直交方向の錐状体側面の切り出しを行い、高さ200 $\mu$ mの図 7 および 8 に示すような四角錐状体群を形成した。

[ 実施例 4 ]

【 0 0 4 8 】

公称粒度0-2 $\mu$ mのダイヤモンド粒子から成る厚さ0.5mmのPCD層が超硬合金に一体化された、外径100mm、内径70mmのダイヤモンド焼結体を研磨部として用い、実施例 3 の操作を繰り返し、四角錐状の研磨単位を有する研磨工具を作製した。

まず、平坦化したPCD層の表面をワイヤカット放電加工、素材の中心を通る幅140 $\mu$ mの直線溝を形成した。更にワイヤの操作により必要な溝幅の拡張および錐状体の側面の切り出しを行った。これを繰り返すことにより、溝間隔200 $\mu$ mの平行溝群、および頂角60°

10

20

30

40

50

の屋根状突起を素材面全体に形成した。

次に、全体を中心軸の周囲に90°回転させた後、同一の条件でワイヤカット放電加工を行うことにより第二の直線溝群を形成し、かつ同時に第二の錐状体側面の切り出しを行い、高さ200 $\mu\text{m}$ の四角錐状体群を形成した。

【実施例5】

【0049】

以下に示す各様の分割研磨部を用いて、それぞれの構成の工具を作製した。ダイヤモンド焼結体のダイヤモンドはいずれも公称粒度20-30 $\mu\text{m}$ である。ワイヤカット操作は、三角錐状研磨単位の場合、工具素材を60°ずつ2回回転する点において、90°の回転を1回だけ行う四角錐状研磨単位と異なる点を除き、本質的に異なる。操作条件および結果は次表のとおりである。

【0050】

【表1】

No.	研磨体				研磨単位	
	形状	外方半径 mm	内方半径 mm	溝間隔 (頂点間隔*) $\mu\text{m}$	形状	高さ $\mu\text{m}$
1	180° 扇形	120	60	600	四角錐	80
2	120° 扇形	120	60	400	三角錐	68
3	90° 扇形	120	60	1200	四角錐	160
4	60° 扇形	120	30	1000	三角錐	138

\* ) 頂点間隔は、2、4の三角錐状体の場合

【0051】

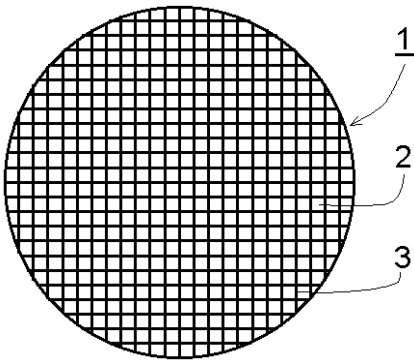
得られた工具はいずれもCMPパッドコンディショナーとして利用し、良好な性能が得られた。

【産業上の利用可能性】

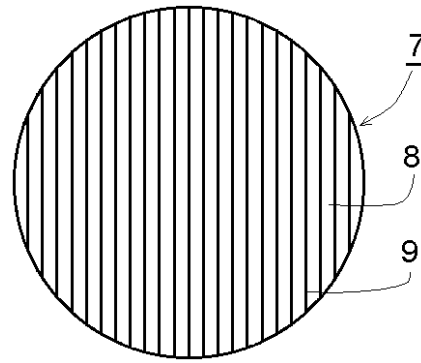
【0052】

本発明の研磨工具は、各種研磨工具として用いることができるが、とくに円板型回転型研磨工具として好適に用いることができる。用途としては、CMPパッドコンディショナーとして用いるのにとくに適しており、さらに半導体ウエハ等の表面の直接研磨するのにも適している。これらの他、各種被削材の高精度の研磨加工にも適用できる。

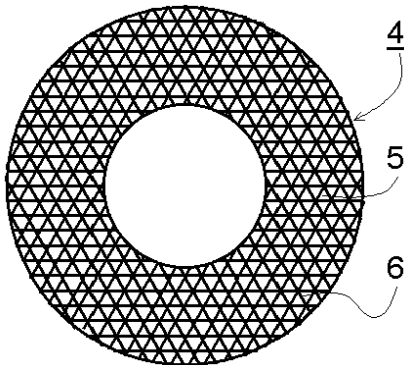
【図1】



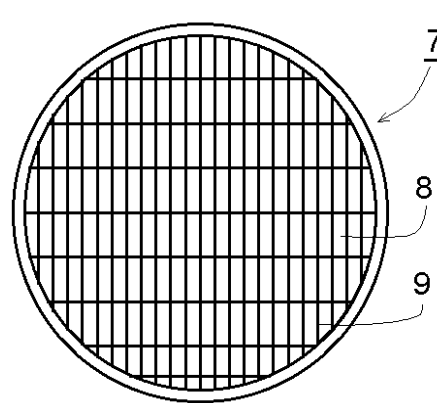
【図3】



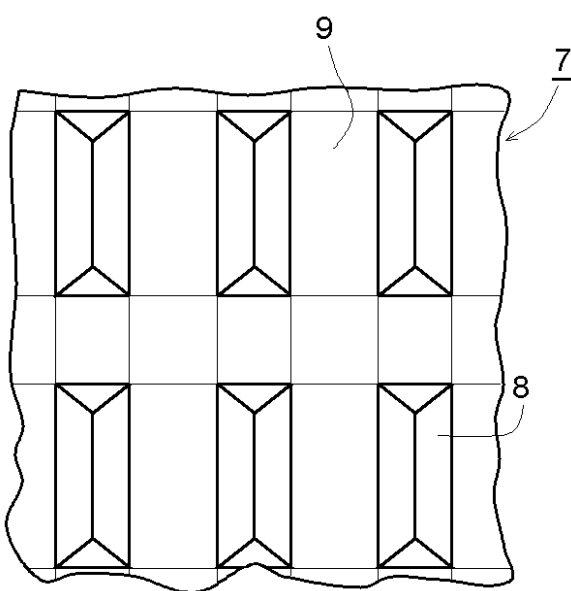
【図2】



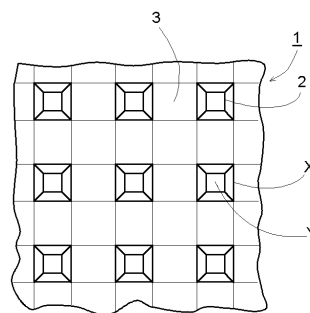
【図4】



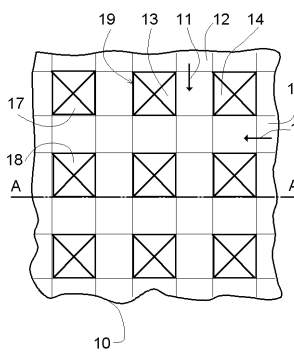
【図5】



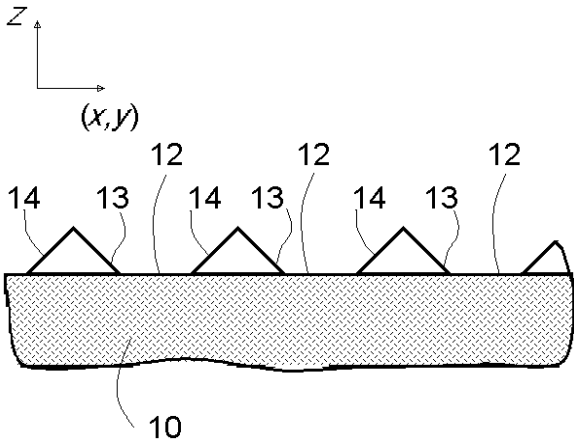
【図6】



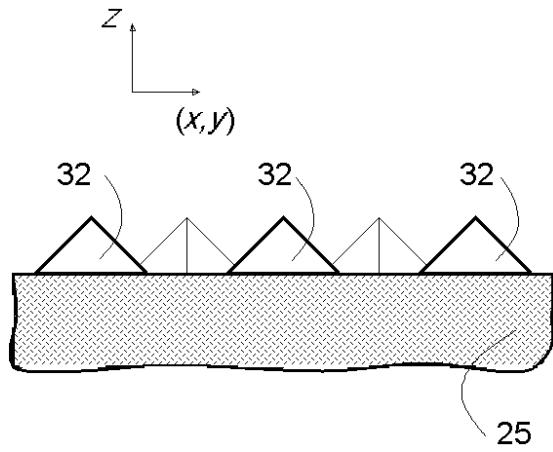
【図7】



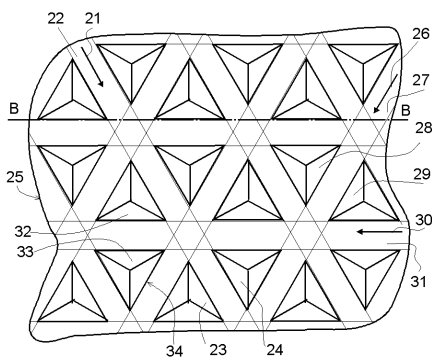
【図 8】



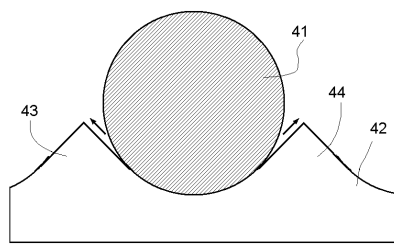
【図 10】



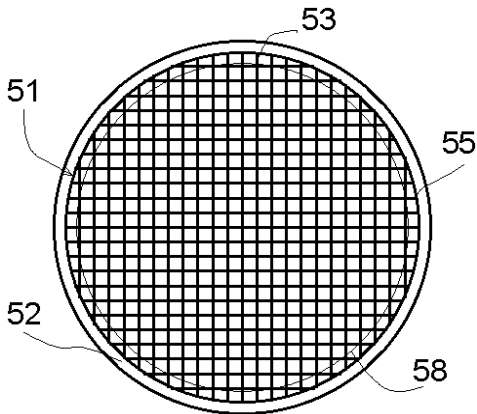
【図 9】



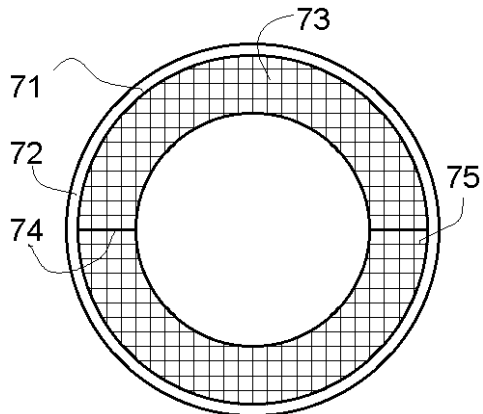
【図 11】



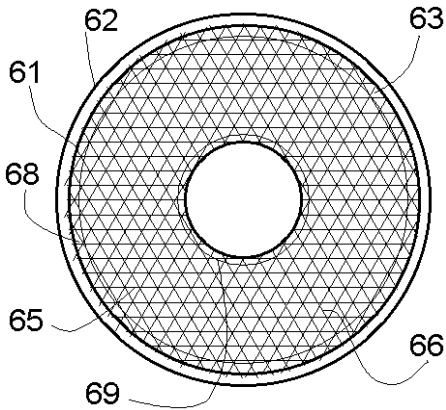
【図 12】



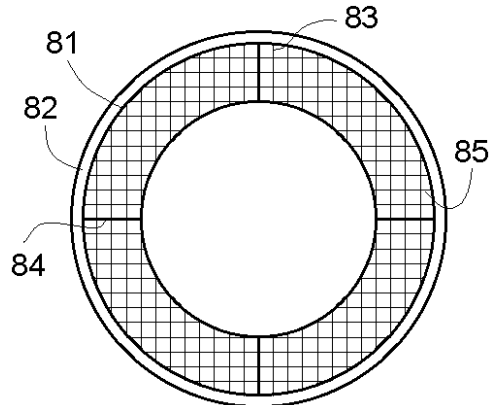
【図 14】



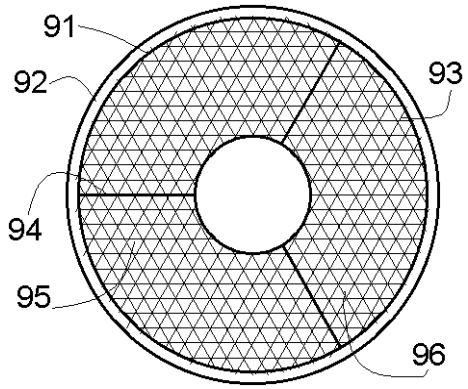
【図 13】



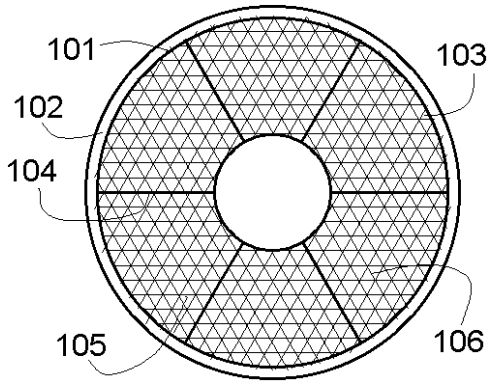
【図 15】



【図16】



【図17】





## フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		
<i>H 0 1 L 21/304 (2006.01)</i>		B 2 4 D	3/00	3 5 0
		B 2 4 D	7/00	P
		B 2 4 D	7/06	
		B 2 4 B	53/02	
		H 0 1 L	21/304	6 2 2 M
		B 2 4 D	3/00	3 1 0 A

(56) 参考文献 米国特許第 0 6 5 2 4 5 2 3 ( U S , B 1 )  
 特開 2 0 0 1 - 0 8 8 0 2 8 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 0 - 1 9 0 2 0 0 ( J P , A )  
 特開平 1 0 - 0 7 1 5 5 9 ( J P , A )  
 特開平 1 0 - 1 3 8 1 2 0 ( J P , A )  
 特表 2 0 0 3 - 5 1 1 2 5 5 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 0 - 3 2 6 3 1 8 ( J P , A )  
 特開平 0 9 - 2 5 4 0 4 2 ( J P , A )

(58) 調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

B24B 53/00-57/04

B24D 3/00-18/00

H01L 21/304