

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 5 月 1 日(01.05.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/065372 A1

- (51) 国際特許分類:
B24D 11/00 (2006.01) B24D 3/00 (2006.01)
B24B 27/06 (2006.01) B24D 3/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/078834
- (22) 国際出願日: 2013 年 10 月 24 日(24.10.2013)
- (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 2012-237282 2012 年 10 月 26 日(26.10.2012) JP
- (71) 出願人: 理研コランダム株式会社(RIKEN CO-RUNDUM CO., LTD.) [JP/JP]; 〒3650051 埼玉県鴻巣市宮前 5 4 7 番地の 1 Saitama (JP).
- (72) 発明者: 中島 秀俊(NAKAJIMA, Hidetoshi); 〒3650051 埼玉県鴻巣市宮前 5 4 7 番地の 1 理研コランダム株式会社内 Saitama (JP). 塩山 勝徳(SHIOYAMA, Katsumori); 〒3650051 埼玉県鴻巣市宮前 5 4 7 番地の 1 理研コランダム株式会社内 Saitama (JP). 高岩 昭博(TAKAIWA, Akihiro); 〒3650051 埼玉県鴻巣市宮前 5 4 7 番地の 1

理研コランダム株式会社内 Saitama (JP). 田中一彰(TANAKA, Kazuaki); 〒3650051 埼玉県鴻巣市宮前 5 4 7 番地の 1 理研コランダム株式会社内 Saitama (JP). 鈴木 理(SUZUKI, Satoru); 〒3650051 埼玉県鴻巣市宮前 5 4 7 番地の 1 理研コランダム株式会社内 Saitama (JP). 潮田 貴大(USHIODA, Takahiro); 〒3650051 埼玉県鴻巣市宮前 5 4 7 番地の 1 理研コランダム株式会社内 Saitama (JP).

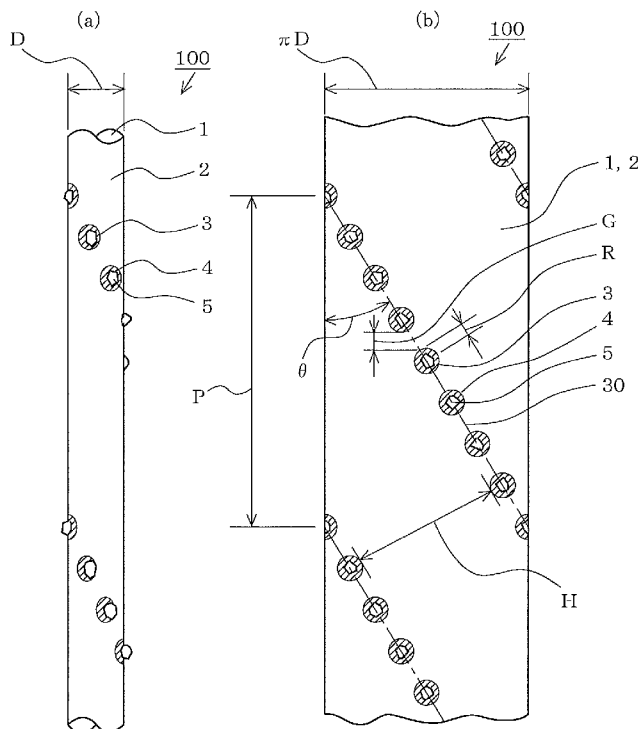
(74) 代理人: 小林 久夫, 外(KOBAYASHI, Hisao et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門二丁目 10 番 1 号 虎ノ門ツインビルディング東棟 8 階 特許業務法人きさ特許商標事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

[続葉有]

(54) Title: WIRE TOOL WITH ABRASIVE GRAINS

(54) 発明の名称: 砥粒付ワイヤ工具



(57) Abstract: The wire tool (100) with abrasive grains comprises a wire (1), and abrasive grains (5) fixed by electrification hole plating (4) in electrification holes (3), which are provided at multiple spots on the outer circumferential surface of the wire (1). The cylindrical electrification holes (3) are disposed on a helical curve (30) separated from each other by a uniform gap (G) and the gap (G) is larger than 1/3 of the radius (R) of the electrification holes (3).

(57) 要約: 砥粒付ワイヤ工具 100 は、ワイヤ 1 と、ワイヤ 1 の外周表面の複数個所に設けられた通電孔 3 に通電孔めっき 4 によって固定された砥粒 5 とを有し、円柱状の通電孔 3 が、螺旋曲線 30 上に互いに均一な隙間 G を空けて配置され、隙間 G は通電孔 3 の半径 R の 1/3 よりも大きい。

WO 2014/065372 A1



SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッ
パ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称： 砥粒付ワイヤ工具

技術分野

[0001] 本発明は砥粒付ワイヤ工具、特に、ワイヤの外周表面に砥粒がめっきによって固定されている砥粒付ワイヤ工具に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、太陽光発電用、半導体素子用、ＬＥＤ素子用あるいはその成長基板用等のウェハは、一度に多数枚のウェハが得られるマルチワイヤソー等、専用の切断機を用いて切断（含むスライス）されている。かかる専用の切断機には、ダイヤモンド粒子等の砥粒が外周表面に固定されている砥粒付ワイヤ工具が使用されることが多くなっている。この砥粒付ワイヤ工具において、砥粒（ダイヤモンド粒子等）を固定する方法は以下のようなものが知られており、それぞれ以下のような一長一短がある。

（ａ）砥粒を樹脂によって固定する方式は、樹脂と砥粒とを混合したものをワイヤに塗布して作成する。砥粒を保持する保持強度が低いことから、ウェハ等を切断する際の効率が低く、寿命も短い。ある切断量（生産量）を確保しようとする、専用の切断機を増設する必要がある。また、ワイヤの消費量も多くなる。

（ｂ）ロー付けによって固定する方式は、予めワイヤの外周表面にロー材を塗布しておき、これに熱を加えてロー材を溶融させ、溶融したロー材に砥粒を固着させるものである。ワイヤが加熱されるため、ワイヤの品質劣化が生じる（品質の影響する温度にまで加熱される）。また、被削材（ウェハ等）の切断面の加工ダメージが大きいと言われている。

（ｃ）めっきによって固定される方式は、砥粒を懸濁しためっき液を作成し、該めっき液中にワイヤを浸漬して、ワイヤの外周表面にめっきを析出させると共に、砥粒を共析させるものである。このため、砥粒付ワイヤ工具を製作する際の生産効率が低いことから、製造コストが高くなっている。また

、被削材（ウェハ等）の切断面の加工ダメージが大きいと言われている。

[0003] 以上のように、全ての方法において、砥粒は成り行きでワイヤの外周表面に固着され、固着した砥粒はワイヤの外周表面にランダムに（不規則に）分布している。また、切断に寄与しない、または、阻害する不要な砥粒も固着されている。このため、砥粒付ワイヤ工具の価格が高価になると共に、被削材（ウェハ等）の切断品質（切断面の肌荒れや形状変化等）の劣化や品質のバラツキの拡大を招き、高効率加工を阻害していた。

[0004] そこで、多数の砥粒が、単線で導電性を有するワイヤの外周面に螺旋状に形成された接着剤層によって一次固着されると共に、電着による金属メッキ層で二次固着されている固定砥粒ワイヤが開示されている（例えば、特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2011-230258号公報（第5－7頁、図1）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1に開示された固定砥粒ワイヤは、砥粒が螺旋状に形成された接着剤層に一次固着されると共に、金属メッキ層で二次固着されているため、以下のような問題があった。

（a）接着剤層によって、金属メッキの範囲が狭められ、堅固な固着が得られないおそれがある。

（b）固定砥粒同士が当接していることから、所定の固定砥粒によって発生したチップ（切り屑）が、固定砥粒同士の間に挟まったり、隣接する固定砥粒によって被削材（ウェハ等）に押し付けられたりするおそれがあり、切断効率の低下や切断品質（切断面の肌荒れや形状変化等）の悪化を招く。

（c）切断の際、固定粒子が連続的に螺旋曲線状に固定されていることから、ワイヤが捻られるため、捻回によるワイヤ破断のおそれがある。

(d) 特に、ワイヤを往復走行させて切断する場合は、チップやクーラント（切断液）の排出方向が反転するため、これらの排出が阻害されたり、ワイヤは捻られる方向が反転しながら繰返し捻られたりするため、ワイヤ破断のおそれが高まる。

[0007] 本発明は、上記のような問題を解消するものであって、チップやクーラントの排出を容易にし、高効率切断を可能とし、高品質なウェハを作製するための砥粒付ワイヤ工具を得ることにある。

課題を解決するための手段

[0008] (1) 本発明に係る砥粒付ワイヤ工具は、ワイヤと、該ワイヤの外周表面を被覆する絶縁層の複数個所に設けられた通電孔に通電孔めっきによって固定された砥粒と、を有し、前記通電孔が、同一線上に互いに隙間を空けて配置されていたことを特徴とする。

(2) 前記(1)において、前記絶縁層が撤去されていることを特徴とする。

(3) 前記(2)において、前記砥粒の表面と、前記通電孔めっきの表面と、前記砥粒の表面および前記通電孔めっきの表面を除く前記ワイヤの外周表面とが、表面全体めっきによって覆われていることを特徴とする。

[0009] (4) 外周表面が下地めっきによって被覆されたワイヤと、該ワイヤの下地めっきの表面を被覆する絶縁層の複数個所に設けられた通電孔に通電孔めっきによって固定された砥粒と、を有し、前記通電孔が、同一線上に互いに隙間を空けて配置されていたことを特徴とする。

(5) 前記(4)において、前記絶縁層が撤去されていることを特徴とする。

(6) 前記(5)において、前記砥粒の表面と、前記通電孔めっきの表面と、前記砥粒の表面および前記通電孔めっきの表面を除く前記ワイヤの下地めっきの表面とが、表面全体めっきによって覆われていることを特徴とする。

[0010] (7) 前記(3)または(6)において、前記表面全体めっきは、微細砥

粒、酸化セリウム微細粒子および微細ジルコンサンドの中から１種あるいは複数種が混合された複合めっきであることを特徴とする。

（８）前記（１）乃至（７）の何れかにおいて、前記隙間が、互いに隣接する何れかの一对の前記通電孔同士においても同一であることを特徴とする。

（９）前記（１）乃至（８）の何れかにおいて、前記通電孔が円形であって、前記通電孔同士の隙間が、前記円形の半径の $1/3$ よりも大きいことを特徴とする。

[0011] （１０）前記（１）乃至（９）の何れかにおいて、前記通電孔が、前記ワイヤの外周表面に１条または複数条の螺旋曲線の上に配置されていることを特徴とする。

（１１）前記（１）乃至（１０）の何れかにおいて、前記通電孔が、前記ワイヤの長手方向に平行な直線上であって、前記ワイヤの円周方向で等角配置されていることを特徴とする。

（１２）前記（１）乃至（１１）の何れかにおいて、前記通電孔のそれぞれに、１個の砥粒または集合した複数個の砥粒の塊が固定され、前記１個の砥粒の直径または前記塊の直径が、前記通電孔の直径よりも同等以下であることを特徴とする。

（１３）前記（１）乃至（１２）の何れかにおいて、前記砥粒の外周表面は、前記通電孔に固定される前に、予め砥粒の表面に通電できる材質になるよう処理されていることを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明に係る砥粒付ワイヤ工具は、前記構成であるから以下の効果を奏する。

（ｉ）通電孔が同一線上に互いに隙間を空けて配置されていたものである。このため、通電孔に固定された砥粒も互いに隙間を空けて離れているため、所定の砥粒によって発生したチップ（切り屑）やクーラント（切断液）が、隣接する砥粒との間に挟まることがなく、当該所定の砥粒とこれに隣接す

る砥粒との間をすり抜けて、流出するから、目詰まりが抑制されクーラントの効果（冷却効果等）を高めると共に切断刃先高さを保ち切れ味の低下を抑制する。そして、所定の砥粒によって発生したチップが隣接する砥粒によって被削材（ウェハ等）に押し付けられたりするおそれなくなる。

また、切断の際、前記のように、チップやクーラントは砥粒のそばを通過することができ、例えば、複数個の砥粒が寄り集まった、チップやクーラントの排出方向を一定の方向に案内するような壁が形成されないから、チップやクーラントの排出方向が一定の方向に規定されない（ランダムである）ため、ワイヤの捻回によるワイヤ破断のおそれを低減することができる。特に、ワイヤを往復走行させて切断する場合は、チップやクーラントがランダムな方向に排出されるから、これらの排出が促進されると共に、ワイヤが繰返し交番捻回されることがないから、ワイヤ破断のおそれを低減することができる。よって、切断効率が向上し、切断品質が向上する（切断面の肌荒れや形状変化が抑えられる）。

そして通電孔は、通電孔よりも大きな砥粒を固着しないため、粗粒による切断面への異常スクラッチを抑制する。このことも、切断面品質の向上に寄与する。

さらに、決められた面積（体積）の通電孔に砥粒を固定するから、不必要に多量の砥粒が固定されることがないため、原材料（砥粒）の使用量を抑えることができ、製造コストを安価にすることができる。

[0013] (i i) 砥粒がめっき共析によって通電孔に固定された後、絶縁層が撤去されているから、絶縁層に形成されていた通電孔は消滅し、通電孔があった範囲には、通電孔めっきおよび砥粒の一部が存在している。このため、砥粒の突き出し量が大きくなったような切断刃先が形成されるから、切断に耐えうる切れ味を保有することができる。

(i i i) 砥粒の表面、通電孔めっきの表面およびワイヤの外周表面が表面全体めっきによって覆われているから、砥粒の固定が堅固になると共に、ワイヤの外周表面の摩耗が抑えられる。よって、工具寿命の延長によって、

切断の作業コストが安価になる。

[0014] (i v) ワイヤの外周表面が下地めっきによって被覆され、砥粒が通電孔めっきによって下地めっきに固定されているから、前記(i)の効果を奏すると共に、固定が堅固になり、使用時(ウェハ等の切断時)に砥粒が脱落するおそれが低くなる。

(v) 砥粒がめっき共析によって通電孔に固定された後、絶縁層が撤去されているから、絶縁層に形成されていた通電孔は消滅し、通電孔があった範囲には、通電孔めっきおよび砥粒の一部が存在している。このため、砥粒の突き出し量が大きくなったような切断刃先が形成されるから、切断に耐える切れ味を保有することができる。

(v i) 砥粒の表面、通電孔めっきの表面およびワイヤの外周表面を覆う下地めっきが表面全体めっきによって覆われているから、砥粒の固定がさらに堅固になると共に、ワイヤの外周表面の摩耗がさらに抑えられる。よって、工具寿命のさらなる延長によって、切断の作業コストが安価になる。

[0015] (v i i) さらに、表面全体めっきは、微細砥粒、酸化セリウム微細粒子および微細ジルコンサンドの中から1種あるいは複数種が混合された複合めっきにすることにより、砥粒と協働して、耐摩耗性や切り屑の耐凝着性あるいはラッピング性を向上させる効果を併せ持ち、めっき共析している前記微細砥粒等がウェハ等の切断に寄与するため、切断効率の向上や切断品質の向上(切断面の肌荒れや形状変化の低減)がさらに促進される。

(v i i i) また、所定の線(螺旋曲線または直線)上において、隣接する通電孔同士の間隔が同じになるように配置されているから、略同間隔で整列固着した砥粒は、長距離間に渡り同様の砥粒密度で外周にバランス良く固着している。このため、マルチワイヤソー切断機において、数百 μm の薄いウェハを数百枚あるいは数千枚同時に直進性良く切断することを可能とし、切断されたウェハの品質(切断面の肌荒れ(面精度の安定性)、形状変化の低減)を向上させる。また、砥粒間に隙間を持たせることでチップ(切り屑)やクーラントの排出が容易になり、目詰まりが抑制されクーラントの効果

(冷却効果等)を高め、一層の高効率切断が可能になると共に、切断されたウェハの高品質化が得られる。

なお、通電孔は円周方向に均等配置され、かつ、長手方向に均一隙間で配置された場合、通電孔同士の円周方向の隙間と長手方向の隙間とは同一であっても、あるいは相違してもよい(平面に展開した際、方眼状に配置されてもよいし、方眼状に配置されなくてもよい)。また、通電孔が多数条の螺旋曲線上に配置された場合、一方の螺旋曲線上に均一間隔で配置された通電孔と、該螺旋曲線に対向する他方の螺旋曲線上に均一間隔で配置された通電孔との隙間は、一方の螺旋曲線上に配置された通電孔同士の隙間や、他方の螺旋曲線上に配置された通電孔同士の隙間と、必ずしも同一でなくてよい。

[0016] (i x) 通電孔が円形であるから、通電孔の形成が容易であって、通電孔同士の隙間が通電孔の半径の $1/3$ よりも大きいから、通電孔同士の間に実質的な隙間が形成され、砥粒は重ならないため、チップ(切り屑)やクーラントの排出が担保されている。また、仮に、砥粒がワイヤの外周表面から脱落した場合でも、近隣の砥粒に凝集することがない。

したがって、切り込み量が安定し、切断負荷が安定するため、切断効率や切断品質の向上(切断面の肌荒れや形状変化の低減)がさらに促進される。

(x) また、前記通電孔が、1条または複数条の螺旋曲線状に配置されたり、ワイヤの長手方向に平行な直線上に配置されたり、あるいはワイヤの長手方向に垂直な円周上に配置されたりするから、通電孔の形成が容易になる。

なお、通電孔は円周方向に均等配置され、かつ、長手方向に均一隙間で配置された場合、通電孔同士の円周方向の隙間と長手方向の隙間とは同一であっても、あるいは相違してもよい。

[0017] (x i) また、通電孔のそれぞれに1個の砥粒または集合した複数個の砥粒の塊が固定されているから、すなわち、比較的大きな砥粒は1個のまま固定し、比較的小さな砥粒は数個(例えば2乃至5個程度)を寄せ集めて固定し、微細な砥粒は多数個を集積して(クラスター状にして)固定するから、

使用する砥粒を選択する幅が増すことができる。

また、各切断刃先が一定の隙間を保有しているため、微細な砥粒を使用しても切れ味ある切断刃先が構成される。そのことから、ワイヤを小径化することができ、切断取り代が減少し、切断時の被削材（例えば、ウェハ等素材）の素材歩留まりが向上するため、切断における製品（例えば、ウェハ等）の製造コストを低減することができる。

また、多数個の微細な砥粒の集積体（クラスター）を使用することによって、切断時の加工ダメージ（切断された表面の粗度や改質）を減少することができるから、切断後の製品（例えば、ウェハ等）の表面品質を向上させることができる。

さらに、１個の砥粒の直径または塊の直径が、通電孔の直径の同等以下であるから、１個の砥粒同士または塊同士の間に隙間が形成されるため、前記効果（i）等が得られる。

[0018] (x i i) さらに、砥粒の外周表面は、通電孔に固定される前に、予め砥粒の表面に通電できる材質になるよう処理されているから、砥粒の表面に通電できる材質と通電孔めっきとの結合がより緊密になり、砥粒の固定がより堅固になる。なお、処理されていない砥粒を使用しても、かかる砥粒を固定することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の実施の形態１に係る砥粒付ワイヤ工具を説明する側面図および平面に展開した展開図。

[図2]図１に示す砥粒付ワイヤ工具の正面視の断面図および正面視の断面を拡大して示す断面図。

[図3]図１に示す砥粒付ワイヤ工具の通電孔の配置のバリエーションを説明するために平面に展開した展開図（多数条の螺旋曲線上に均等配置されたもの）。

[図4]図１に示す砥粒付ワイヤ工具の通電孔の配置のバリエーションを説明するために平面に展開した展開図（軸方向に平行な直線上に均等配置されたも

の)。

[図5]図1に示す砥粒付ワイヤ工具の砥粒の固定状況のバリエーションを説明する平面に展開した展開図および展開した部分の断面を示す断面図(単粒)

。

[図6]図1に示す砥粒付ワイヤ工具の砥粒の固定状況のバリエーションを説明する平面に展開した展開図および展開した部分の断面を示す断面図(複合粒)。

[図7]図1に示す砥粒付ワイヤ工具の砥粒の固定状況のバリエーションを説明する平面に展開した展開図および展開した部分の断面を示す断面図(微細複合粒)。

[図8]図1に示す砥粒付ワイヤ工具の砥粒の固定状況のバリエーションを説明する平面に展開した展開図および展開した部分の断面を示す断面図(微細複合粒)。

[図9]本発明の実施の形態2に係る砥粒付ワイヤ工具を説明するものであって、正面視の断面を拡大して示す断面図。

[図10]本発明の実施の形態3に係る砥粒付ワイヤ工具を説明するものであって、正面視の断面を拡大して示す断面図。

[図11]本発明の実施の形態4に係る砥粒付ワイヤ工具を説明するものであって、正面視の断面を拡大して示す断面図。

[図12]本発明の実施の形態5に係る砥粒付ワイヤ工具を説明するものであって、正面視の断面を拡大して示す断面図。

発明を実施するための形態

[0020] [実施の形態1]

図1および図2は、本発明の実施の形態1に係る砥粒付ワイヤ工具を説明するものであって、図1の(a)は側面図、図1の(b)は平面に展開した展開図、図2の(a)は正面視の断面図、および図2の(b)は正面視の断面を拡大して示す断面図である。なお、各図は模式的に描かれたものであって、実施の形態1は図示された形態に限定するものではなく、特に、相対的

な大きさ（厚さ）は誇張されている。

[0021] 図1および図2において、砥粒付ワイヤ工具（以下「ワイヤ工具」と称す）100は、ワイヤ1と、ワイヤ1の外周表面を被覆する絶縁層2と、絶縁層2の一部を撤去してワイヤ1の外周表面を剥き出しにする通電孔3と、通電孔3に通電孔めっき4によって固定された砥粒5とを有している。なお、後記するように、砥粒5を固定した後、絶縁層2を撤去してもよいし、絶縁層2を撤去した後、全体を「全体めっき」によって覆ってもよい。

[0022] （ワイヤ）

ワイヤ1は、導電性を有する線材であって、めっき共析を可能にすると共に、ウェハ等を切断する際、ワイヤ1に作用する引張力に耐えられるだけの強度を有している。なお、ワイヤ1の外径（D）は、使用される切断機、ワイヤに作用する引張力、ウェハ厚みやその枚数等切断作業の環境、条件により決定される。また、後記するように通電孔3の大きさや配置形態、あるいは砥粒5の大きさも切断作業の環境、条件等に応じて、適宜選定されるものである。また、ワイヤ1の材質は、限定されるものではなく、高炭素ピアノ線や、高強度ないし高耐蝕性を有するステンレス鋼線やマレージング鋼線等である。

[0023] （絶縁層）

絶縁層2は、通電孔3を形成するためのものであって、通電孔3以外の位置に、めっき液（めっき共析のための砥粒5が混合されている）が触れないようにしている。したがって、絶縁層2を形成する材質（合成樹脂等）は限定するものではなく、通電孔3の形成のためには部分的な撤去が容易で、めっき共析のため（通電孔めっき4を形成するため）には剥離しないものであるものが望ましい。

また、絶縁層2の厚さは、砥粒5の大きさによって選定されるものである。なお、絶縁層2は、砥粒5が固定された後、撤去してもよい。撤去することによって、砥粒5の突き出し量が大きくなったような切断刃先が形成されるから、切断に耐えうる切れ味を保有することができる。

[0024] (通電孔)

通電孔 3 は、絶縁層 2 の一部が撤去され、ワイヤ 1 の外周表面が剥き出しになった部分である。通電孔 3 は所定の直径を具備する円柱状であって、ワイヤ 1 の外周表面における 1 条の螺旋曲線（展開図においては直線として描かれる）30 の上に均一間隔で配置されている。このとき、至近の通電孔 3 同士の隙間（正確には長手方向の隙間）G は通電孔 3 の半径 R の $1/3$ よりも大きくなっている ($G > R/3$)。

なお、通電孔 3 の形成要領も限定するものではなく、例えば、レーザ光線等を使用して熱的に一部を溶融除去したり、機械的に一部を穿孔除去したりしてもよい。

また、通電孔 3 を円柱状にしたのは、通電孔 3 の形成が容易であるからであって、本発明は通電孔 3 の形状を円柱状に限定するものではない。通電孔 3 の形状が円柱状でない場合には、略同一体積（または断面積）の等価円柱を求め、至近の通電孔 3 同士の隙間が、等価円柱の半径 R の $1/3$ よりも大きくなるようにする。

また、螺旋曲線 30 のピッチ P（一周で移動する軸方向の距離、展開図に示す「傾き θ 」とは、「 $\tan(\theta) = \pi D/P$ 」の関係がある）は、限定するものではないが、ピッチ P が小さい（傾き θ が大きい）場合、1 周目の螺旋曲線 30 上の通電孔 3 と 2 周目の螺旋曲線 30 上の通電孔 3 とが近接することになるが、両者のうち最も近接したもの同士の隙間（H）は、通電孔 3 の半径 R の $1/3$ よりも大きくなっている ($H > R/3$)。

さらに、通電孔 3 は、1 条の螺旋曲線状に配置されるものに限定するものではなく、多数条の螺旋曲線状に均等に配置されてもよいし、ワイヤ 1 の円周方向に等分配置された複数位置で、軸方向と平行な線上に均等に配置されてもよい（これについては別途詳細に説明する）。

[0025] (通電孔めっき)

通電孔めっき 4 は、砥粒 5 が混合されためっき液をめっき共析した際（電着めっきの際、めっき液に混合された砥粒 5 を析出させる際）、通電孔 3 内

に形成されたものであって、砥粒 5 をワイヤ 1 の表面に堅固に固定している。

なお、電着めっきの要領は、限定されるものではないが、ニッケル（Ni）めっき、あるいはニッケルリン（Ni-P）合金めっきを使用すれば、めっき硬さが高いことから、耐摩耗性を高めると共に、砥粒 5 の保持力を高めることができる。

[0026] （砥粒）

砥粒 5 は、例えば、炭化ケイ素、酸化アルミニウム、炭化ホウ素、ダイヤモンド、窒化ケイ素等の硬質の粒子である。すなわち、ホウ素、ケイ素、アルミニウム、チタニウム、バナジウム等の周期律表の第 3 族、第 4 族または第 5 族とその炭化物、窒化物あるいは酸化物である。

なお、前記は、通電孔 3 毎に、1 個の砥粒 5 が固定されている（このとき、砥粒 5 の外径が通電孔 3 の内径よりも小さい）が、後記するように 1 個の通電孔 3 に、複数個の砥粒 5 が固定されてもよい。

[0027] （作用効果）

ワイヤ工具 100 は、前記構成であるから以下の効果を奏する。

通電孔 3 が同一線上に互いに隙間を空けて配置されていたものであるから、通電孔 3 に固定された砥粒 5 も互いに隙間を空けて離れているため、所定の砥粒 5 によって発生したチップ（切り屑、図示しない）が、隣接する砥粒 5 との間に挟まることがなく、また、所定の砥粒 5 によって発生したチップが隣接する砥粒 5 によって被切断材（ウェハ等、図示しない）に押し付けられたりするおそれなくなる。

また、切断の際、チップやクーラントの排出方向がランダム（一定の方向に規定されない）であるため、ワイヤ 1 の捻回によるワイヤ破断のおそれが低減できる。特に、ワイヤ 1 を往復走行させて切断する場合は、チップやクーラントがランダムな方向に排出されることによって、これらの排出が促進される。よって、切断効率が向上し、切断品質（切断面の肌荒れや形状変化の低減等）が向上する。

[0028] さらに、決められた面積の通電孔 3 に砥粒 5 を固定し、通電孔 3 以外の位置に砥粒 5 が固定されないから、不必要に多量の砥粒が固定されることがないため、原材料（砥粒）の使用量を抑えることができ、製造コストを安価にすることができる。

また、通電孔 3 が円形であるから、通電孔 3 の形成が容易であって、通電孔 3 同士の隙間（G）が通電孔の半径の R の $1/3$ よりも大きい（ $G > R/3$ ）から、前記チップやクーラントの排出が促進される。さらに、仮に、砥粒 5 がワイヤ 1 の外周表面から脱落した場合でも、近隣の砥粒 5 に凝集することがない。したがって、切り込み量が安定し、切断負荷が安定する。

[0029] さらに、通電孔が、1 条の螺旋曲線状に均等に配置されているから、通電孔 3 の形成が容易になる。

なお、通電孔 3 同士の隙間（G）を大きくすれば、前記チップやクーラントの排出が促進されるものの、隙間（G）やピッチ（P）を大きくすると、ワイヤ 1 の外周表面の単位面積当たりの砥粒（または砥粒の塊）の数が少なくなる（砥粒率が低下する）。このため、隙間（G）やピッチ（P）は、ワイヤ工具 100 の使用条件から決定されることになるが、例えば、隙間（G）については、通電孔の半径 R の概ね 30 倍以下であることが望ましい。

[0030] （通電孔の配置のバリエーション）

図 3 および図 4 は、通電孔の配置のバリエーションを説明するために平面に展開した展開図であって、図 3 は多数条の螺旋曲線上に均等配置されたものの、図 4 はワイヤの円周方向に等分配置された複数位置で、軸方向に平行な直線上に均等配置されたものである。なお、図 1 と同じ部分または相当する部分には同じ符号を付し、一部の説明を省略する。また、各図は模式的に描かれたものであって、図示された形態に限定するものではなく、特に、相対的な大きさ（厚さ）は誇張されている。

[0031] 図 3 において、通電孔 3 は、ワイヤ 1 の外周表面における同一ピッチの第 1 螺旋曲線 30 a および第 2 螺旋曲線 30 b の上に互いの隙間を同じにして配置されている。

すなわち、第1螺旋曲線30aには半径 R_a の通電孔3aが、互いの隙間（正確には長手方向の隙間） G_a が半径 R_a の $1/3$ よりも大きな一定の値で配置され、第2螺旋曲線30bには半径 R_b の通電孔3bが、互いの隙間（正確には長手方向の隙間） G_b が半径 R_b の $1/3$ よりも大きな一定の値で配置されている（通電孔3とは通電孔3aおよび通電孔3bを総称したものである）。なお、以下の説明において、共通する内容については、符号の添え字「a、b」の記載を省略する場合がある。

このとき、第1螺旋曲線30a上の通電孔3aと第2螺旋曲線30b上の通電孔3bとのうち最も近づいたもの同士の隙間 H_{ab} は、半径 R_a および半径 R_b の $1/3$ よりも大きくなっている（ $H_{ab} > R_a/3$ 、および $H_{ab} > R_b/3$ ）。

なお、以上は、螺旋曲線が2条の場合を示しているが、本発明はこれに限定するものではなく、3条以上であってもよい。また、半径 R_a と半径 R_b を等しくして、隙間 G_a と隙間 G_b とを等しくしてもよい。

[0032] 図4において、通電孔3は、ワイヤ1の外周表面の円周方向の4個所に等角配置（ 90° 間隔）され、ワイヤ1の軸方向に平行な直線30c、30d、30e、30fの上に、それぞれの隙間を同じにして配置されている。なお、以下の説明において、共通する内容については、符号の添え字「c、d、e、f」の記載を省略する場合がある。

すなわち、直線30cには半径 R_c の通電孔3cが、互いの隙間 G_c が半径 R_c の $1/3$ よりも大きな一定の値で配置され、同様に、直線30d、30e、30fにはそれぞれ半径 R_d 、 R_e 、 R_f の通電孔3d、3e、3fcが、互いの隙間 G_d 、 G_e 、 G_f が半径 R_d 、 R_e 、 R_f の $1/3$ よりも大きな一定の値で配置されている。

[0033] このとき、直線30c上の通電孔3cと直線30d上の通電孔3dとのうち最も近づいたもの同士の隙間 H_{cd} は、半径 R_c および半径 R_d の $1/3$ よりも大きくなっている（ $H_{cd} > R_c/3$ 、および $H_{cd} > R_d/3$ ）。また、直線30d上の通電孔3dと直線30e上の通電孔3eとのうち最も

近づいたもの同士の間隙 H_{de} は、半径 R_d および半径 R_e の $1/3$ よりも大きくなっている ($H_{de} > R_d/3$ 、および $H_{de} > R_e/3$)。以下、同様に定義すると、「 $H_{ef} > R_e/3$ 、および $H_{ef} > R_f/3$ 」および「 $H_{fc} > R_f/3$ 、および $H_{fc} > R_c/3$ 」になっている。

なお、以上は、4条の直線が円周方向に等角配置されたものであるが、本発明はこれに限定するものではなく、5条以上であってもよい。また、それぞれの半径 R_c 、 $R_d \dots$ を等しくしてもよい（このとき、それぞれの間の隙間 G_c 、 $G_d \dots$ は等しくなる）。このとき、直線上に配置された通電孔3であっても、図3に示すような螺旋曲線上に配置されたものとみなすことができる（同様に、螺旋曲線上に配置された通電孔3であっても、直線上に配置されたものとみなすことができる場合がある）。

さらに、通電孔3c、3d、3e、3fが方眼状に配置されてもよい。

[0034] （砥粒の固定状況のバリエーション）

図5～図8は、砥粒の固定状況のバリエーションを説明するものであって、それぞれ（a）は平面に展開した展開図、（b）は平面に展開した部分の断面を示す断面図である。なお、図1と同じ部分または相当する部分には同じ符号を付し、一部の説明を省略する。また、球状の砥粒を図示しているが、本発明は砥粒の形状を球状に限定するものではない。

図5～図8に示す通電孔3は、図3において、通電孔3は、軸方向で同一位置に配置されているから、図3において螺旋曲線を3条にしたもの、あるいは、図3において、半径 R_c 、 $R_d \dots$ を等しくしたものに相当する（正確には、何れかの位置で、通電孔3等を軸方向の同一位置に配置したもの）。

なお、砥粒の固定状況のバリエーションは、図3に示された形態と共に、別途説明する実施の形態2～5（図9～12）に示された形態においても、適用することができるものである。

[0035] （単粒）

図5において、それぞれの通電孔3には、1個の砥粒5が固定されている

。このとき、砥粒5の直径は、通電孔3の直径よりも小さい（例えば、通電孔3の直径の40～60%）。すなわち、めっき液中に混合する砥粒の直径を通電孔3の直径よりも小さくしている。そして、砥粒5の中心と通電孔3の中心とは、通常一致するものではなく、両者の偏位量や偏位の方法は、ランダムになっている。

[0036] （複合粒）

図6において、それぞれの通電孔3には、数個（2～5個程度）の砥粒5が固定され、砥粒5同士も当接ないしめっきによって接合されている。このとき、砥粒5の直径は、通電孔3の略1/2よりも小さく略1/12程度より大きい。

すなわち、めっき液中に混合する砥粒の直径を前記の範囲にしているから、通電孔3毎に、固定される砥粒5の数量や相互の接合形態が相違している。

[0037] （微細複合粒：単層）

図7および図8において、それぞれの通電孔3には、多数（概ね10個程度以上）の微細（例えば、通電孔3の直径の1/12以下）な砥粒5が略同一面に配置された状態で固定され、砥粒5同士もめっきによって接合されている。すなわち、通電孔3に固定された砥粒5の表面（頂点）は略同一面に位置している。そして、めっき液中に微細な砥粒を混合して、めっき共析したものであるから、通電孔3毎に、固定される砥粒5の数量や相互の接合形態が相違している。

[0038] （微細複合粒：集積固定）

図8には、通電孔3に微細な砥粒5が3次元的に集積固定されたものを示している。すなわち、砥粒5の直径が例えば10μm以下、特に5μm以下である「微細」な場合であっても、砥粒5がめっき共析によって、通電孔3中にランダムに固定されることから、隙間を設けた各切断刃先を保有できる。なお、図7（単層）との相違を明確にする説明の便宜上、図8には、層状に集積固定されたものを模式的に示しているが、実際は、このような層は明

りように形成されないものである。

さらに、図8において、絶縁層2の厚さは限定するものではなく、絶縁層を薄くしたり、後記するように（実施の形態2参照）絶縁層2を撤去したりすることによって、微細な砥粒5でありながら、突き出し量が多くなったような切断刃先が構成され、切断に耐えうる切れ味を保有することができる。

なお、かかる微細複合粒の固定は、砥粒の表面に通電できる材質にする処理（実施の形態5参照）が難しくなる、外径20 μ m未満、特に、10 μ m以下の砥粒5に対して、効果的である。

[0039] 以上のように、ワイヤ工具100は、砥粒の固定状況のバリエーションを適宜選択することができる。

特に、微細な砥粒5であっても、通電孔3においてクラスター状に堅固に固定されるから、前記のように、チップやクーラントの排出を促進しながら、効率よく、安定した品質のウェハ等を切断することができることになる。

[0040] [実施の形態2：絶縁層撤去タイプ]

図9は、本発明の実施の形態2に係る砥粒付ワイヤ工具を説明するものであって、正面視の断面を拡大して示す断面図である。なお、実施の形態1（図1等）と同じ部分または相当する部分には同じ符号を付し、一部の説明を省略する。各図は模式的に描かれたものであって、実施の形態2は図示された形態に限定するものではなく、特に、相対的な大きさ（厚さ）は誇張されている。

[0041] 図9において、砥粒付ワイヤ工具（以下「ワイヤ工具」と称す）200は、ワイヤ工具100のワイヤ1の外周表面を被覆していた絶縁層2を、砥粒5を固定した後に、撤去したものである。すなわち、通電孔3は「孔」として存在することはなく、通電孔めっき4に置き換わっている。

したがって、ワイヤ工具200はワイヤ工具100と同様の作用効果が得られると共に、絶縁層2が撤去されたことによって、砥粒5の突き出し量が大きくなったような切断刃先が形成されるから、切断に耐えうる切れ味を保有することができる。

なお、ワイヤ工具200は、実施の形態1で説明したワイヤ工具100における各バリエーションをとることができるものである。

[0042] [実施の形態3：表面全体めっきタイプ]

図10は、本発明の実施の形態3に係る砥粒付ワイヤ工具を説明するものであって、正面視の断面を拡大して示す断面図である。なお、実施の形態1、2（図1等）と同じ部分または相当する部分には同じ符号を付し、一部の説明を省略する。各図は模式的に描かれたものであって、実施の形態3は図示された形態に限定するものではなく、特に、相対的な大きさ（厚さ）は誇張されている。

[0043] 図10において、砥粒付ワイヤ工具（以下「ワイヤ工具」と称す）300は、ワイヤ工具200において、剥き出しになっていたワイヤ1の外周表面、通電孔めっき4の表面および砥粒5の表面を、めっき（以下「表面全体めっき」と称す）6によって被覆したものである。

このとき、ワイヤ工具200における剥き出しのワイヤ1の外周表面が、硬質の表面全体めっき6によって被覆されるから、耐摩耗性が向上に、ワイヤ切断のおそれが減少し、切断の生産性が向上する。

また、通電孔めっき4による砥粒5の固定が、表面全体めっき6によって、補強されるから、砥粒5の脱落のおそれが減少する。

さらに、表面全体めっき6を、微細砥粒、酸化セリウム微細粒子および微細ジルコンサンドの中から1種あるいは複数種が混合された複合めっき液によって形成すれば、砥粒5と協働して、耐摩耗性や切り屑の耐凝着性あるいはラッピング性を向上させる効果を併せ持ち、混合されていた微細砥粒等（めっき共析している）がウェハ等の切断に寄与するため、切断効率の向上や切断品質（切断面の肌荒れや形状変化の低減等）の向上がさらに促進される。

[0044] [実施の形態4：ワイヤ下地めっきタイプ]

図11は、本発明の実施の形態4に係る砥粒付ワイヤ工具を説明するものであって、正面視の断面を拡大して示す断面図である。なお、実施の形態1

(図1等)と同じ部分または相当する部分には同じ符号を付し、一部の説明を省略する。各図は模式的に描かれたものであって、実施の形態4は図示された形態に限定するものではなく、特に、相対的な大きさ(厚さ)は誇張されている。

[0045] 図11において、砥粒付ワイヤ工具(以下「ワイヤ工具」と称す)400は、ワイヤ工具100におけるワイヤ1の外周表面を、予めワイヤ下地めっき7によって被覆したものである。すなわち、ワイヤ下地めっき7の上に絶縁層2を形成し、絶縁層2の一部に通電孔3を形成しているから、通電孔3の底にはワイヤ下地めっき7が露出している。

このため、ワイヤ下地めっき7に固着した通電孔めっき4によって、砥粒5は固定されるから、固定がさらに堅固になり、砥粒5の脱落するおそれさらに減少する。

なお、予めワイヤ下地めっき7によって被覆されたワイヤ1は、実施の形態2～3(実施の形態1に示すバリエーションを採用することができる)においても使用することができる。

[0046] [実施の形態5：砥粒通電材質処理タイプ]

図12は、本発明の実施の形態5に係る砥粒付ワイヤ工具を説明するものであって、正面視の断面を拡大して示す断面図である。なお、実施の形態1(図1等)と同じ部分または相当する部分には同じ符号を付し、一部の説明を省略する。各図は模式的に描かれたものであって、実施の形態5は図示された形態に限定するものではなく、特に、相対的な大きさ(厚さ)は誇張されている。

[0047] 図12において、砥粒付ワイヤ工具(以下「ワイヤ工具」と称す)500は、ワイヤ工具100において、予め砥粒5の表面に通電できる材質8になるよう処理したものである。

このため、砥粒5を通電孔3に固定する際、通電孔めっき4は砥粒表面の通電できる材質8に固着するから、固定がさらに堅固になり、砥粒5の脱落するおそれがさらに減少する。

なお、予め表面に通電できる材質 8 によって処理された砥粒 5 は、実施の形態 2 ～ 4（実施の形態 1 に示すバリエーションを採用することができる）においても使用することができる。

産業上の利用可能性

[0048] 本発明によれば、ウェハ等を切断する際、チップやクーラントの排出が容易になり、被切断面の品質向上により高品質なウェハを製作可能とし、工具自体の寿命の延長を図ることができると共に、高効率切断によって切断コストを低減することができる。そのことから、様々な被削材を切断する各種砥粒付ワイヤ工具として、広く利用することができる。

符号の説明

[0049] 1 : ワイヤ、2 : 絶縁層、3 : 通電孔、4 : 通電孔めっき、5 : 砥粒、6 : 全体めっき、7 : ワイヤ下地めっき、8 : 通電できる材質、30 : 螺旋曲線、30a : 螺旋曲線、30b : 螺旋曲線、30c : 直線、30d : 直線、30e : 直線、100 : 砥粒付ワイヤ工具（実施の形態 1）、200 : 砥粒付ワイヤ工具（実施の形態 2）、300 : 砥粒付ワイヤ工具（実施の形態 3）、400 : 砥粒付ワイヤ工具（実施の形態 4）、500 : 砥粒付ワイヤ工具（実施の形態 5）、G : 砥粒同士の隙間、R : 通電孔の半径、H : 砥粒同士の隙間、P : 螺旋曲線のピッチ、 θ : 螺旋曲線の傾き。

請求の範囲

- [請求項1] ワイヤと、該ワイヤの外周表面を被覆する絶縁層の複数個所に設けられた通電孔に通電孔めっきによって固定された砥粒と、を有し、前記通電孔が、同一線上に互いに隙間を空けて配置されていたことを特徴とする砥粒付ワイヤ工具。
- [請求項2] 前記絶縁層が撤去されていることを特徴とする請求項1記載の砥粒付ワイヤ工具。
- [請求項3] 前記砥粒の表面と、前記通電孔めっきの表面と、前記砥粒の表面および前記通電孔めっきの表面を除く前記ワイヤの外周表面とが、表面全体めっきによって覆われていることを特徴とする請求項2記載の砥粒付ワイヤ工具。
- [請求項4] 外周表面が下地めっきによって被覆されたワイヤと、該ワイヤの下地めっきの表面を被覆する絶縁層の複数個所に設けられた通電孔に通電孔めっきによって固定された砥粒と、を有し、前記通電孔が、同一線上に互いに隙間を空けて配置されていたことを特徴とする砥粒付ワイヤ工具。
- [請求項5] 前記絶縁層が撤去されていることを特徴とする請求項4記載の砥粒付ワイヤ工具。
- [請求項6] 前記砥粒の表面と、前記通電孔めっきの表面と、前記砥粒の表面および前記通電孔めっきの表面を除く前記ワイヤの下地めっきの表面とが、表面全体めっきによって覆われていることを特徴とする請求項5記載の砥粒付ワイヤ工具。
- [請求項7] 前記表面全体めっきは、微細砥粒、酸化セリウム微細粒子および微細ジルコンサンドの中から1種あるいは複数種が混合された複合めっきであることを特徴とする請求項3または6記載の砥粒付ワイヤ工具。
- [請求項8] 前記隙間が、互いに隣接する何れかの一对の前記通電孔同士においても同一であることを特徴とする請求項1乃至7の何れか一項に記載

の砥粒付ワイヤ工具。

[請求項9] 前記通電孔が円形であって、前記通電孔同士の間隔が、前記円形の半径の $1/3$ よりも大きいことを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の砥粒付ワイヤ工具。

[請求項10] 前記通電孔が、前記ワイヤの外周表面に 1 条または複数条の螺旋曲線の上に配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の砥粒付ワイヤ工具。

[請求項11] 前記通電孔が、前記ワイヤの長手方向に平行な直線上であって、前記ワイヤの円周方向で等角配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の砥粒付ワイヤ工具。

[請求項12] 前記通電孔のそれぞれに、1 個の砥粒または集合した複数個の砥粒の塊が固定され、

前記 1 個の砥粒の直径または前記塊の直径が、前記通電孔の直径と同等以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか一項に記載の砥粒付ワイヤ工具。

[請求項13] 前記砥粒の外周表面は、前記通電孔に固定される前に、予め表面を通電できる材質によって処理されていることを特徴とする請求項 1 乃至 12 の何れか一項に記載の砥粒付ワイヤ工具。

補正された請求の範囲（条約第19条）
[2014年3月24日（24.03.2014）国際事務局受理]

【請求項 1】（補正後）

ワイヤと、該ワイヤの外周表面を被覆する絶縁層の複数個所に設けられた通電孔に通電孔めっきによって固定された複数の砥粒または集積固定された砥粒と、を有し、前記通電孔が、同一線上に互いに隙間を空けて配置されていたことを特徴とする砥粒付ワイヤ工具。

【請求項 2】

前記絶縁層が撤去されていることを特徴とする請求項 1 記載の砥粒付ワイヤ工具。

【請求項 3】

前記砥粒の表面と、前記通電孔めっきの表面と、前記砥粒の表面および前記通電孔めっきの表面を除く前記ワイヤの外周表面とが、表面全体めっきによって覆われていることを特徴とする請求項 2 記載の砥粒付ワイヤ工具。

【請求項 4】（補正後）

外周表面が下地めっきによって被覆されたワイヤと、該ワイヤの下地めっきの表面を被覆する絶縁層の複数個所に設けられた通電孔に通電孔めっきによって集積固定された微細な砥粒と、を有し、前記通電孔が、同一線上に互いに隙間を空けて配置されていたことを特徴とする砥粒付ワイヤ工具。

【請求項 5】

前記絶縁層が撤去されていることを特徴とする請求項 4 記載の砥粒付ワイヤ工具。

【請求項 6】

前記砥粒の表面と、前記通電孔めっきの表面と、前記砥粒の表面および前記通電孔めっきの表面を除く前記ワイヤの下地めっきの表面とが、表面全体めっきによって覆われていることを特徴とする請求項 5 記載の砥粒付ワイヤ工具。

【請求項 7】

前記表面全体めっきは、微細砥粒、酸化セリウム微細粒子および微細ジルコンサンドの中から 1 種あるいは複数種が混合された複合めっきであることを特徴とする請求項 3 または 6 記載の砥粒付ワイヤ工具。

【請求項 8】

前記隙間が、互いに隣接する何れかの一对の前記通電孔同士においても同一であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の砥粒付ワイヤ工具。

【請求項 9】

前記通電孔が円形であって、前記通電孔同士の隙間が、前記円形の半径の $1/3$ よりも大きいことを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の砥粒付ワイヤ工具。

【請求項 10】

前記通電孔が、前記ワイヤの外周表面に 1 条または複数条の螺旋曲線の上に配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の砥粒付ワイヤ工具。

【請求項 11】

前記通電孔が、前記ワイヤの長手方向に平行な直線上であって、前記ワイヤの円周方向で等角配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の砥粒付ワイヤ工具。

【請求項 12】（削除）

【請求項 13】

前記砥粒の外周表面は、前記通電孔に固定される前に、予め表面に通電できる材質によって処理されていることを特徴とする請求項 1 乃至 12 の何れか一項に記載の砥粒付ワイヤ工具。

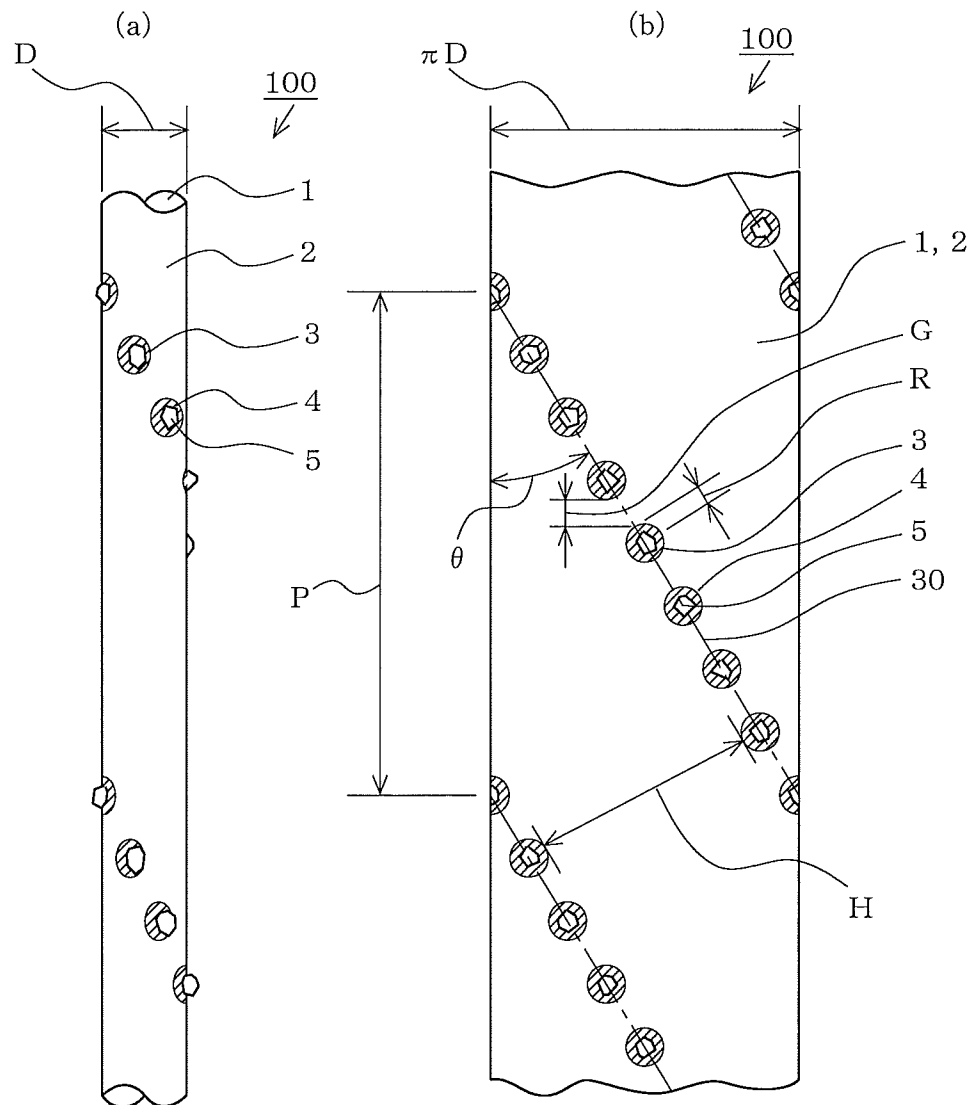
条約第19条（1）に基づく説明書

請求の範囲の第1項および第4項において、砥粒付ワイヤ工具が「ワイヤの外周表面を被覆する絶縁層の複数個所に設けられた通電孔に通電孔めっきによって固定された複数の砥粒または集積固定された砥粒」を有することを明確にした。

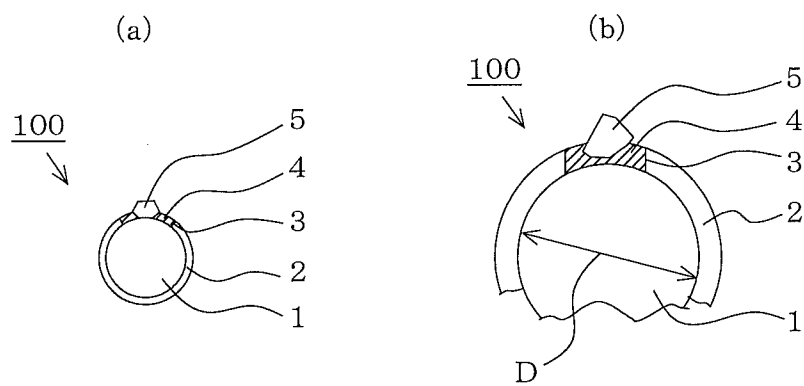
引用例1－3は、1個の砥粒が所定の間隔を空けて直線状あるいは螺旋状に配置されるものであって、複数の砥粒がまとまった状態で、複数個所に配置されるものではない。

本発明は、「・・・砥粒5の直径が例えば10 μ m以下、特に5 μ m以下である「微細」な場合であっても、砥粒5がめっき共析によって、通電孔3中にランダムに固定されることから、隙間を設けた各切断刃先を保有できる・・・微細な砥粒5でありながら、突き出し量が多くなったような切断刃先が構成され、切断に耐えうる切れ味を保有することができる・・・（0038段落）。」、および「・・・微細な砥粒5であっても、通電孔3においてクラスター状に堅固に固定されるから、前記のように、チップやクーラントの排出を促進しながら、効率よく、安定した品質のウェハ等を切断することができることになる（0039段落）。」と記載された効果を得たものである。

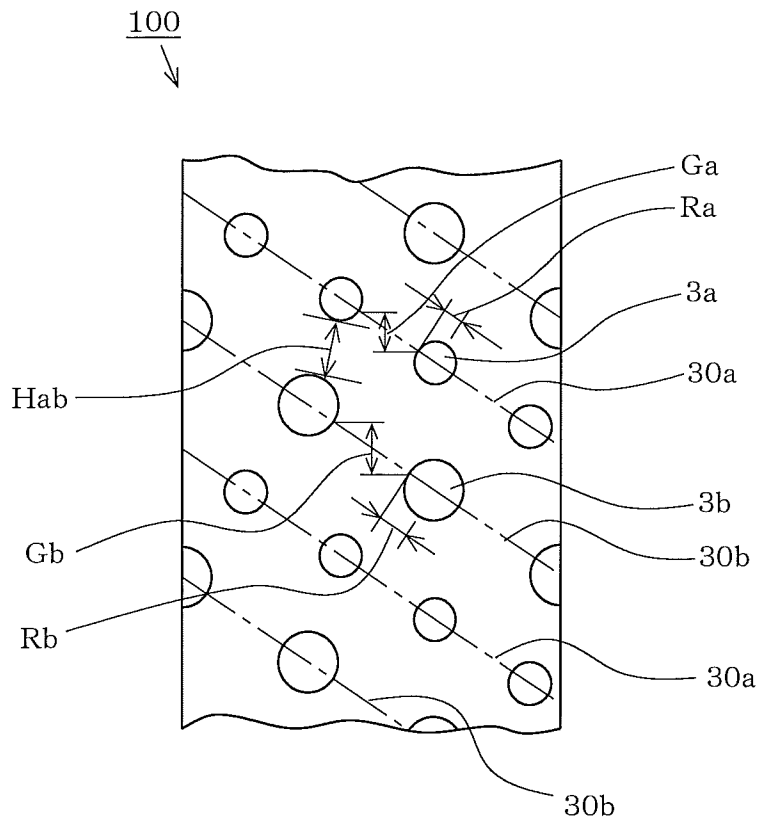
[図1]



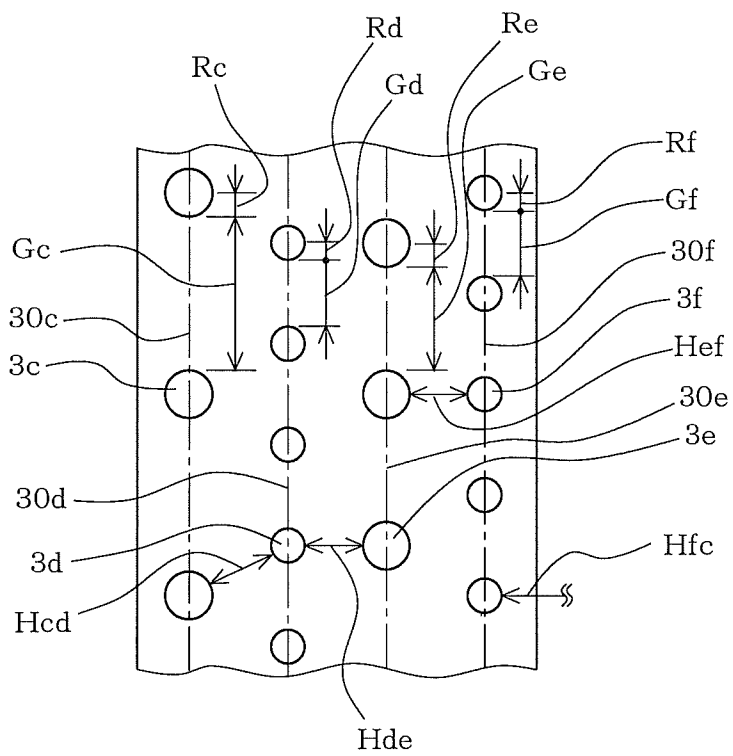
[図2]



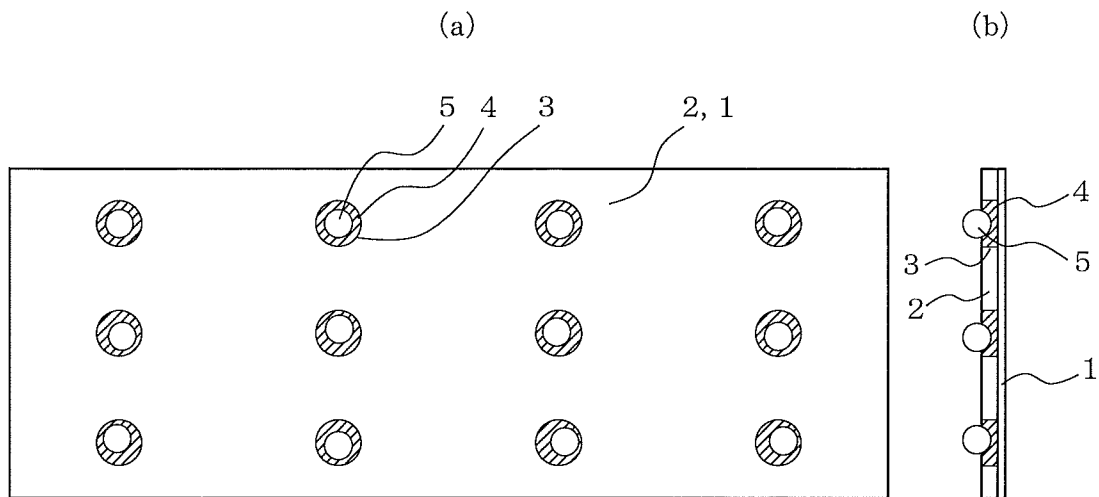
[図3]



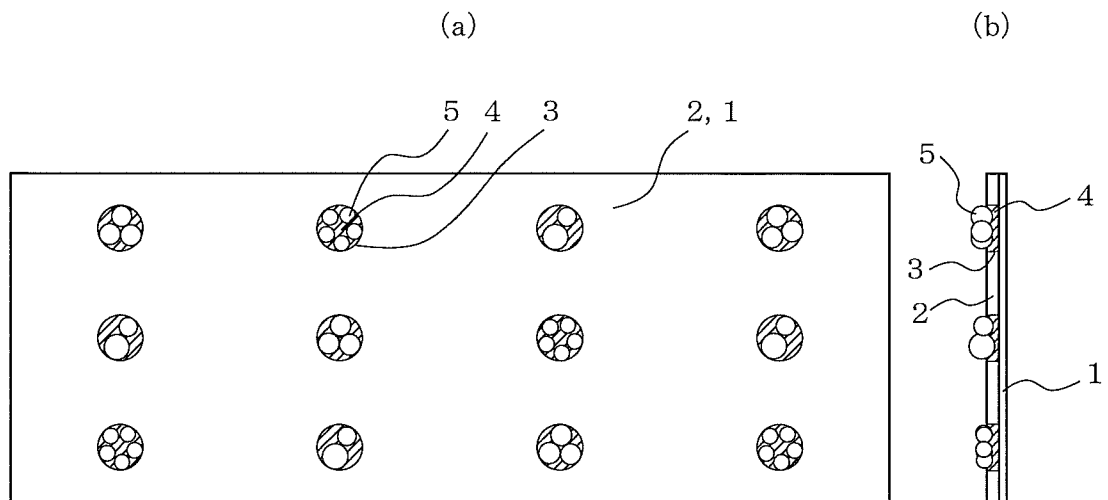
[図4]



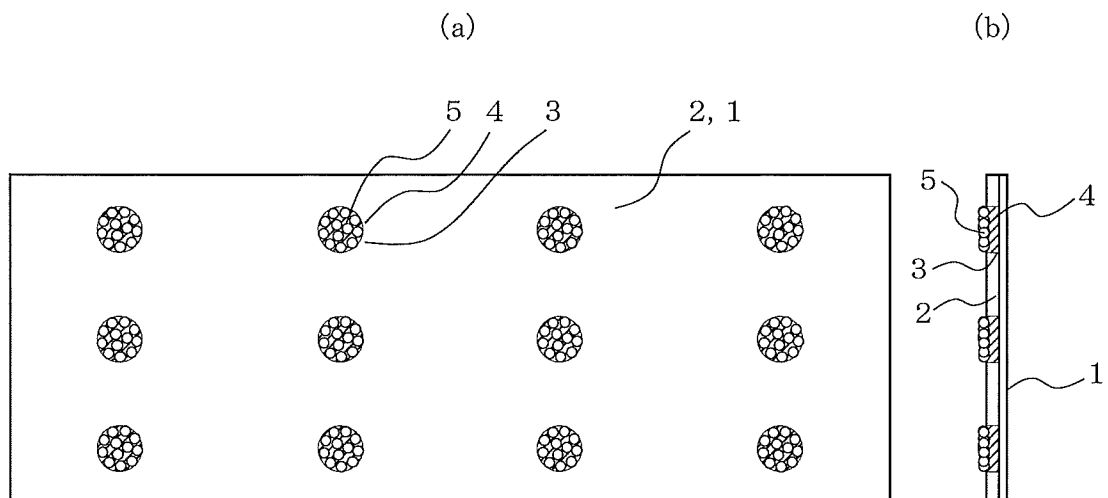
[図5]



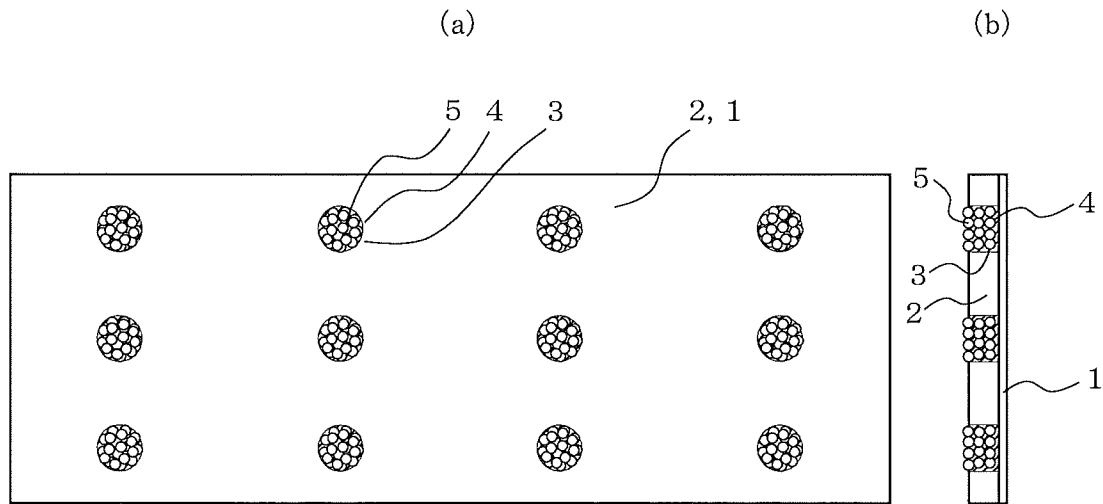
[図6]



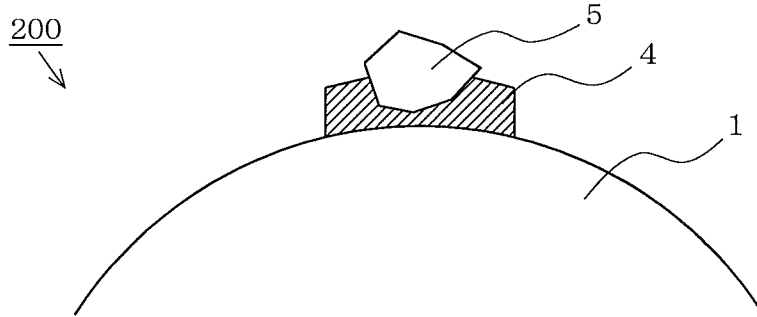
[図7]



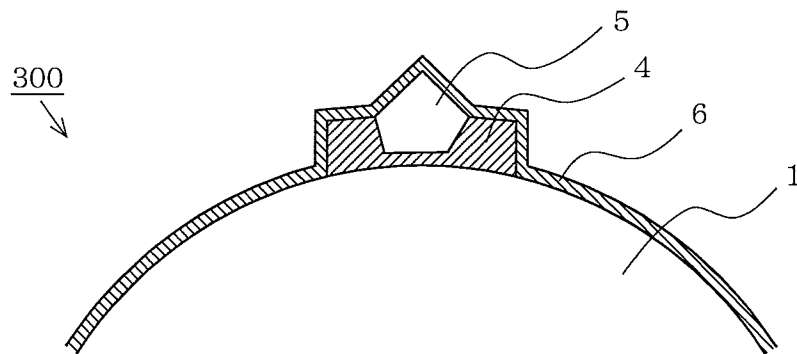
[図8]



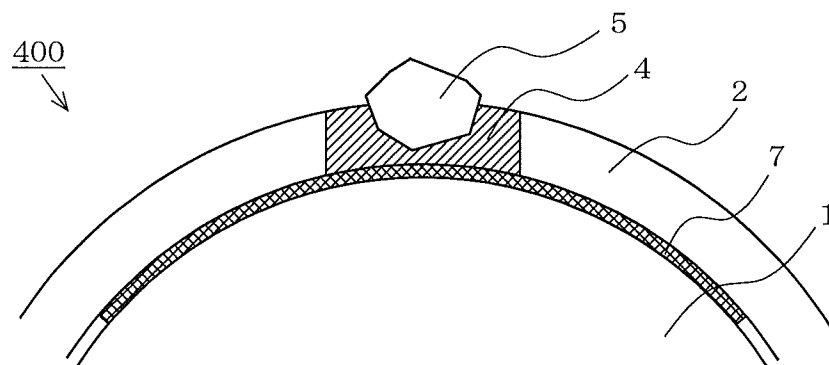
[図9]



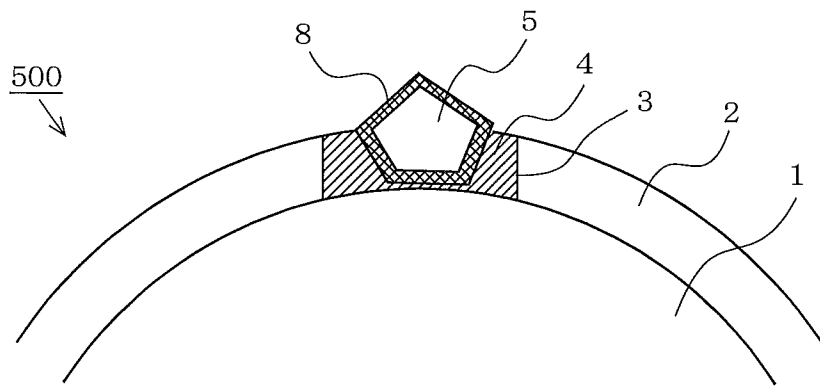
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078834

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24D11/00(2006.01)i, B24B27/06(2006.01)i, B24D3/00(2006.01)i, B24D3/06(2006.01)i

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)

B24D11/00, B24B27/06, B24D3/00, B24D3/06

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X Y A	WO 2010/141206 A2 (APPLIED MATERIALS, INC.), 09 December 2010 (09.12.2010), paragraphs [0040] to [0055]; fig. 5A to 8; paragraphs [0022], [0025] to [0026] & US 2011/0009039 A1 & CN 102458768 A & TW 201103663 A & KR 10-2012-0036906 A	1-2, 8-13 3-6 7
Y A	US 2011/0263187 A1 (Yen-Kang Liu), 27 October 2011 (27.10.2011), fig. 2C, 5; paragraphs [0023] to [0026], [0030] to [0031] & TW 201136688 A	3, 6 7
Y A	JP 2009-66689 A (The Lead Co., Inc.), 02 April 2009 (02.04.2009), fig. 2; abstract (Family: none)	3, 6 7

☒ 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 application or patent 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
21 January, 2014 (21.01.14)

Date of mailing of the international search report
28 January, 2014 (28.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078834

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 2011-140095 A (Noritake Co., Ltd.), 21 July 2011 (21.07.2011), paragraph [0018] (Family: none)	4-6
Y	JP 7-96454 A (Ken'ichi ISHIKAWA), 11 April 1995 (11.04.1995), abstract; paragraphs [0008] to [0009]; fig. 1, 3 (Family: none)	4-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B24D11/00(2006.01)i, B24B27/06(2006.01)i, B24D3/00(2006.01)i, B24D3/06(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. B24D11/00, B24B27/06, B24D3/00, B24D3/06

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 請求項の番号
X	WO 2010/141206 A2 (APPLIED MATERIALS, INC.) 2010.12.09, 00	1-2, 8-13
Y	40-0055段落, 図5A-図8, 0022, 0025-002	3-6
A	6段落 & US 2011/0009039 A1 & CN 102458768 A & TW 201103663 A	7
Y	US 2011/0263187 A1 (Yen-Kang Liu) 2011.10.27, 図2C, 図5,	3, 6
A	0023-0026段落, 0030-0031段落 & TW 201136688	7
Y	A JP 2009-66689 A (株式会社リード) 2009.04.02, 図2, 要約欄 (フ	3, 6
A	ァミリーなし)	7

☒ 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

21.01.2014

国際調査報告の発送日

28.01.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

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）

村上 哲

3C

9039

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

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 請求項の番号
Y	JP 2011-140095 A (株式会社ノリタケカンパニーリミテド) 2011.07.21, 0 0 1 8 段落 (ファミリーなし)	4-6
Y	JP 7-96454 A (石川 憲一) 1995.04.11, 要約欄, 0 0 0 8 - 0 0 0 9 段落, 図 1, 図 3 (ファミリーなし)	4-6