

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-30016

(P2010-30016A)

(43) 公開日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 4 B 37/04 (2006.01)	B 2 4 B 37/04	3 C 0 5 8
B 2 4 C 1/10 (2006.01)	B 2 4 C 1/10	E

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-197350 (P2008-197350)	(71) 出願人	000109875
(22) 出願日	平成20年7月31日 (2008.7.31)		トーカロ株式会社
			兵庫県神戸市東灘区深江北町4丁目13番4号
		(74) 代理人	100080687
			弁理士 小川 順三
		(74) 代理人	100077126
			弁理士 中村 盛夫
		(72) 発明者	原田 良夫
			兵庫県明石市大久保町高丘1丁目8番18号
		(72) 発明者	寺谷 武馬
			兵庫県神戸市東灘区魚崎南町4丁目12番19号
		Fターム(参考)	3C058 AA07 CA01 CA05 CA07 CB03 CB10

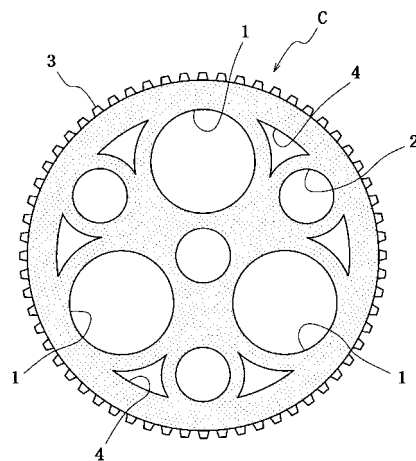
(54) 【発明の名称】 被研磨物保持用非金属製キャリアの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 シリコンウエハ研磨用のキャリア本体の大型化に伴う問題点を克服し、キャリア表面に形成したDLC薄膜の局部的クラックや早期剥離を防止し、研磨効率の向上と寿命の延長を目指す。

【解決手段】 強化プラスチック製キャリア本体の表面を加工ブラスト処理によって、表面粗さをRa: 0.5~1.90 μm、Rz 5.0~18.0 μmの範囲に調整し、その表面に、DLC薄膜を形成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

非金属製キャリア本体の表面に、研削粒子を吹き付けて加工ブラスト処理を行うことにより粗面化・加工層を形成し、その粗面化・加工層の表面に D L C 薄膜を被覆形成することを特徴とする被研磨物保持用非金属製キャリアの製造方法。

【請求項 2】

非金属が、強化プラスチックまたはセラミックスであることを特徴とする請求項 1 に記載の被研磨物保持用非金属製キャリアの製造方法。

【請求項 3】

前記粗面化・加工層は、粒径が $10 \sim 80 \mu\text{m}$ の、炭化物、酸化物および窒化物のいずれか少なくとも 1 種および／またはこれらサーメットから選ばれる研削粒子を、R a 値で $0.50 \sim 1.95 \mu\text{m}$ 、R z 値で $5.0 \sim 18.0 \mu\text{m}$ の凹凸を付与してなる粗面化層であると同時に、圧縮残留応力の付加もしくは加工硬化のいずれか少なくとも一方を発現させた加工層でもあることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の被研磨物保持用非金属製キャリアの製造方法。

【請求項 4】

前記加工ブラスト処理は、粒径が $10 \sim 80 \mu\text{m}$ の、炭化物、酸化物および窒化物のいずれか少なくとも 1 種および／またはこれらサーメットから選ばれる研削粒子を、 $0.2 \sim 0.5 \text{ MPa}$ の圧縮空気を用いて、研削粒子を非金属製キャリア本体の表面に対して、 $60 \sim 90^\circ$ の方向から吹付ける処理であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 に記載の被研磨物保持用非金属製キャリアの製造方法。

【請求項 5】

前記 D L C 薄膜は、水素含有量が $13 \sim 30$ 原子%で残部が炭素からなるものであることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 に記載の被研磨物保持用非金属製キャリアの製造方法。

【請求項 6】

前記 D L C 薄膜は、プラズマ C V D 法、スパッタリング法、イオンプレーティング法のいずれか一種の方法により、キャリア本体の表面に被覆形成されることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 に記載の被研磨物保持用非金属製キャリアの製造方法。

【請求項 7】

前記 D L C 薄膜は、炭化水素系ガスから気相析出させた、炭素と水素の固形物皮膜からなることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 に記載の被研磨物保持用非金属製キャリアの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

〔技術分野〕

本発明は、研磨布を取付けた上下一対の定盤の間に、半導体素子の基板となるシリコンウエハーなどの被研磨物を挟持し、研磨布または被研磨物のいずれか一方、あるいは両者を圧接しながら摺動させることによって、該シリコンウエハーの表面を研磨するために用いられる被研磨物保持用非金属製キャリアの製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体工業などの分野では、シリコンウエハー、化合物半導体ウエハー、アルミニウム製磁気ディスク基板、ガラス製磁気ディスクなどの製造プロセスにおいて、これらの部材表面を精密に研磨する処理工程がある。この処理においては、シリコンウエハーなどの被研磨物を研磨する際に、被研磨物を保持するための、保持孔を有し外周縁部には両面研磨加工機のインターナルギアやサンギアと噛み合う外周歯を備えたキャリアを用いるのが普通である。

【0003】

例えば、図 1 は、シリコンウエハを研磨する際に用いられる円板状のキャリア（ホルダーとも呼ばれる）C の外観を示したものである。ここで 1 は、シリコンウエハの保持孔であって、該シリコンウエハの形状に合わせて複数個が設けられる。2 は、微細な研磨粒子を懸濁させた水スラリかなる研磨剤供給孔であって、やはり複数個が設けられる。3 は、キャリア C の外周部に設けられた外周歯である。4 は、キャリア C そのものの重量を軽減するための種々の形状の抜き孔である。

【0004】

このキャリア C は、そもそも、このシリコンウエハ自体が非常に薄い（0.5 から 1 m m 未満）ため、キャリア本体もまた薄い材料で製作されていることに加え、シリコンウエハとともに一緒に研磨されることになるため、耐磨耗性に優れること必要である。また、最近のシリコンウエハは、直径 12 インチ（約 30 c m）の大型ものが出現し、しかも 1 基のキャリア C に複数個のシリコンウエハを取り付けてあり、キャリア C の大きさは、直径が 1 m を超えるような大型のものもある。このような大型のキャリア C は、その取扱い時に大きな変形応力が加わるため、シリコンウエハが、破損したり脱落することが多いという問題があった。しかも、シリコンウエハの研磨時には、キャリア本体も研磨されることから、このときに発生する微細な粒子がシリコンウエハの純度低下の原因となっていた。とくに、高品質のシリコンウエハが求められている今日では、研磨によってキャリア本体から溶出する微量の金属イオンの存在さえ忌避される状況にあり、キャリア本体の材質の検討や表面処理皮膜の開発も重要な検討課題となっている。

【0005】

上記のようなキャリアの課題を解決するため、従来、キャリアについて次に示すような提案がなされている。例えば、特許文献 1、2 では、ガラス繊維強化プラスチックを用いたものが開示され、また、特許文献 3 では、ステンレス鋼や K H 鋼、S K D 鋼、S U J 鋼などの金属材料を用いたものが開示されている。

【0006】

また、特許文献 4 には、キャリア表面にセラミックコーティングを施した金属製キャリアが開示され、特許文献 5 には、表面に金属めっきを被覆した S K 鋼製キャリアが開示されている。さらに特許文献 6 には、金属製キャリアの表面にセラミック粒子を溶着した後、その上に D L C 薄膜（ダイヤモンド・ライク・カーボンの薄膜）を被覆する技術が開示され、そして、特許文献 3、7 では、金属製キャリアの表面に直接、または特許文献 8、9 には、プラスチック性キャリアに対してそれぞれ D L C 薄膜を形成する技術が提案されている。

【特許文献 1】特開 2001-038609 号公報

【特許文献 2】特開平 11-010530 号公報

【特許文献 3】特許第 3974632 号公報

【特許文献 4】特開平 4-26177 号公報

【特許文献 5】特開 2002-018707 号公報

【特許文献 6】特開平 11-010530 号公報

【特許文献 7】特開 2005-254351 号公報

【特許文献 8】特開 2006-303136 号公報

【特許文献 9】特開 2007-301713 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

一般に、従来のキャリア本体は、その表面に D L C 薄膜を形成する場合、まず、その本体表面を、耐磨耗性や研磨時において S i ウエハが汚染するのを防ぐための処理が行われている。この処理は、特許文献 3、7 に開示されているような金属製キャリアであれ、特許文献 8、9 に開示されているような繊維強化プラスチックシート製キャリアであれ、いずれにしても、鏡面状態もしくはシートの加圧成形時に平滑な面にするものである。このことは、特許文献 3、7 に開示されているキャリア本体の場合、その表面に形成されてい

る D L C 薄膜は、厚さが、 $0.1\ \mu\text{m} \sim 20\ \mu\text{m}$ と極めて薄く、必然的にキャリア本体の表面を鏡面仕上げる必要があったことを意味している。即ち、従来技術の場合、ポリッシングと称される鏡面仕上げ処理をしておかないと、 $0.1\ \mu\text{m}$ 程度である D L C 薄膜を均等に被覆形成することができないからである。

【0008】

また、発明者らの研究によると、加圧成形によって製造されている繊維強化プラスチック製キャリア本体については、その表面に D L C 薄膜を形成した場合、次のような問題もあった。

(1) 繊維強化セラミックの表面に対する D L C 薄膜の密着性が低く、特に平滑な表面上に形成された膜は S i ウエハの研磨時に剥離しやすく、寿命が短いという欠点がある。

(2) D L C 薄膜は、炭化水素系のガスから生成する炭素と水素を主成分とするアモルファス状の固形物であるから、成膜時に大きな残留応力を内蔵しており、もともと膜剥離を起こしやすいという問題がある。とくに、大形のキャリア本体の場合、取り扱い時に大きな変形応力を受けるので、該キャリア本体の表面が平滑だと、D L C 薄膜が、よけいに剥離しやすくなる。そこで、特許文献 3 では、D L C 薄膜の残留応力を $0.5\ \text{MPa}$ 以下に制限することを提案している。しかし、このような低残留応力の D L C 薄膜の形成は困難である。

(3) D L C 薄膜のみを再成させる場合、残存する D L C 薄膜の除去が困難な上に、さらに鏡面仕上げをしていくためには長時間を必要とし、作業能率の低下を招いて、製品のコストアップを招く。

(4) このように、最近のキャリアは大型化している上、大小さまざまな孔を多数配設しているため、その取扱い時に大きく変形することが避けられず、D L C 薄膜に割れや局部剥離が発生しやすいという問題があった。

【課題を解決するための手段】

【0009】

従来技術が抱えている上述した課題を解決するために鋭意研究した結果、発明者らは、以下に述べるような知見を得た。

(1) キャリア本体の表面を、加圧成形時に得られるような平滑面のままではなく、逆に、研削粒子を吹き付けることにより、むしろ粗面化と加工硬化などをもたらすような表面改質を行う処理（いわゆる、「加工ブラスト処理」）を施すと、こうした表面に形成した D L C 膜は付着力が向上する。

(2) 前記粗面化・加工層を有する非金属製キャリア本体上に形成した D L C 薄膜は、その粗面化・加工層の影響を受けて、ミクロ的には緩やかな凹凸が形成されていることから、シリコンウエハ研磨時には研磨材粒子が凹部に滞留することになって研磨効率が向上する。

(3) アモルファス状の固形膜からなる D L C 薄膜は、水素含有量を $12 \sim 30\ \text{at}\%$ （原子％）に制御することによって、D L C 薄膜自体に耐磨耗性ととも柔軟性を付与され、キャリア本体の変形に追従可能な膜質となる。

【0010】

上記の知見に基づき開発した本発明は、非金属製キャリア本体の表面に、研削粒子を吹き付けて加工ブラスト処理を行うことにより粗面化・加工層を形成し、その粗面化・加工層の表面に D L C 薄膜を被覆形成することの特徴とする被研磨物保持用非金属製キャリアの製造方法である。

【0011】

なお、本発明の被研磨物保持用キャリアの製造方法においては、

(1) 非金属が、強化プラスチックまたはセラミックスであること、

(2) 前記粗面化・加工層は、粒径が $10 \sim 80\ \mu\text{m}$ の、炭化物、酸化物および窒化物のいずれか少なくとも 1 種および／またはこれらサーメットから選ばれる研削粒子を、Ra 値で $0.50 \sim 1.95\ \mu\text{m}$ 、Rz 値で $5.0 \sim 18.0\ \mu\text{m}$ の凹凸を付与してなる粗面化層であると同時に、圧縮残留応力の付加もしくは加工硬化のいずれか少なくとも一方を

発現させた加工層でもあること、

(3) 前記加工ブラスト処理は、粒径が $10 \sim 80 \mu\text{m}$ の、炭化物、酸化物および窒化物のいずれか少なくとも1種および／またはこれらサーメットから選ばれる研削粒子を、 $0.2 \sim 0.5 \text{ MPa}$ の圧縮空気を用いて、研削粒子を非金属製キャリア本体の表面に対して、 $60 \sim 90^\circ$ の方向から吹付ける処理であること、

(4) 前記DLC薄膜は、水素含有量が $13 \sim 30$ 原子%で残部が炭素からなるものであること、

(5) 前記DLC薄膜は、プラズマCVD法、スパッタリング法、イオンプレーティング法のいずれか一種の方法により、キャリア本体の表面に被覆形成されること、

(6) 前記DLC薄膜は、炭化水素系ガスから気相析出させた、炭素と水素の固形物皮膜からなること、

が好ましい解決手段である。

【発明の効果】

【0012】

本発明は、上記の解決手段を採用することによって、次のような効果が得られる。

(1) 本発明方法によれば、粗面化・加工層上にDLC薄膜が形成されているので、接着面積が広がるため、加圧成形された平滑面上に形成されたDLC薄膜に比べて密着力が大きい。

(2) 本発明方法によれば、キャリア本体の表面に加工層が形成されるので、該キャリアは、取扱い時に変形を受けることが少なくなり、ひいては、その表面に形成したDLC薄膜に大きな残留応力が発生しても剥離するようなことがなくなる。その結果、DLC薄膜の形成方法として、プラズマCVD法だけでなく、イオン化蒸着法、アークイオンプレーティング法、プラズマブースター法、など多くの方法を採用することができるようになる。

(3) 本発明方法によれば、上記のように取扱い時の変形が少ないキャリア方法が得られるので、これに取付けたシリコンウエハは、変形に伴う応力を受けにくいものになる。そのため、保持したシリコンウエハが簡単に外れるようなことのないキャリアを製造することができる。

(4) 本発明方法を適用して形成されたDLCについて薄膜は、粗面化・加工層を有するキャリア本体表面の影響を受けて、微視的な凹凸を保ちつつ、シリコンウエハの研磨に必要な平坦度を有する表面となるため、シリコンウエハを研磨する際に、水スラリー研磨剤に含まれているコロイダルシリカなどの超微粒子($0.01 \sim 0.1 \mu\text{m}$)が、上記粗面化・加工層の凹部に残留しやすくなる。しかも、このような凹部はDLC薄膜表面に均等に存在するため、シリコンウエハの研磨効率が向上するのみならず、研磨自身も均等に行われ品質も改善される。

(5) 本発明方法においては、上記加工ブラスト処理を前提としているので、新しいキャリア本体に対するDLC薄膜の形成時のみならず、DLC薄膜の除去方法として利用することも有効であり、この処理がそのままDLC薄膜の再生処理時の前処理としても使用することができ、コスト的に有利である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明に係る被研磨物保持用非金属キャリアの製造方法を説明する。

(1) 非金属製キャリア本体表面に粗面化・加工層を形成するための処理

以下は、非金属製キャリアとして主に、強化プラスチックとくにガラス繊維強化エポキシ樹脂キャリアを用いた例について説明するが、本発明はこの例示のキャリアだけに限るものではない。

強化プラスチック製キャリアは、一般に、後で詳述する強化プラスチックの複数枚を積層し、 $0.5 \sim 1.0 \text{ mm}$ 程度の厚さに仕上げられたものであって、その外観は、図1に示したように、大小幾つもの円形または不定形な孔が配設されているものである。このように強化プラスチック製キャリアそれ自体は、非常に薄いため、これを持ち運びする際に

10

20

30

40

50

は、変形しやすいという欠点がある。

【0014】

そこで、本発明では、図1に示すようなキャリア本体の表面に、研削粒子を強く吹き付ける加工ブラスト処理を施すことにより、該キャリア本体の表面に粗面化させるだけに止まらず、さらにはその表面に金属製キャリア本体ほど大きな変化を示さないが、圧縮残留応力の付加や加工硬化特性を示す加工層を同時に生成させることにした。この加工ブラスト処理において用いられる上記研削粒子としては、JIS R6111規定のSiCなどの炭化物、 Al_2O_3 などの酸化物、TiNなどの窒化物等のセラミック粒子（平均粒径 $3\sim 80\mu m$ ）またはこれらとNiやCoなどとのサーメットを、圧力 $0.2\sim 0.5MPa$ の圧縮空気を用いて吹き付けることにより、下記の粗さを有する粗面化・加工層を形成するようにすることが大切である。

算術平均粗さRa： $0.50\sim 1.95\mu m$

十点平均粗さRz： $5.0\sim 18.0\mu m$

なお、こうした粗面化・加工層を形成するための加工ブラスト処理の条件を上記のように限定する理由は、圧縮空気の圧力が $0.2MPa$ 未満では、加工ブラスト処理の時間が長くなるうえ、均等な粗面が得られにくいからである。一方、 $0.5MPa$ より強い圧力の圧縮空気を用いると強化プラスチック製キャリア本体表面が過大に粗面化するので好ましくない。

【0015】

また、本発明で適用されるより好ましい前記加工ブラスト処理の条件とは、前記のセラミック粒子やサーメット粒子、できれば硬質粒子（Hv： $300\sim 2000$ ）を、飛行速度V： $(30\sim 100)m/sec$ 以上の速度で、キャリア本体の表面に $60^\circ\sim 90^\circ$ の角度で吹き付けて、該キャリア本体表面に、微細な凹凸を有する粗化面を形成すると同時に、圧縮残留応力もしくは加工硬化のいずれか一方が発現した加工層を形成する処理である。この加工ブラスト処理において、吹き付け粒子の硬さがHv： 300 未満、もしくはその飛行速度が $30m/sec$ 以下では、望ましい粗面化・加工層の形成ができなくなる場合がある。なお、上記硬質粒子の硬さは、キャリア本体の材質によっても変わるので、一概に規定はできないが、望ましくHv ≥ 900 、そして飛行速度Vについては、V： $80m/sec$ 以上、より好ましくは $100m/sec$ 以上とすることがよい。

【0016】

次に、本発明において、粗面化・加工層を上記の粗さ値（Ra、Rz、Rsk）にすることに着目した理由を説明する。研削粒子の吹き付け面、即ち、加工ブラスト処理によって形成した粗面化・加工層の表面を、触針式粗さ検査機で測定すると、RaとともにRzも同様に記録することができる。発明者等が行った測定の結果によると、Raは小さくともRzは常に大きく、本発明が推奨する表面粗さの範囲内では、RzはRaの10倍以上に達するものが多い。

【0017】

このようなRzの高い粗面化・加工層の表面に、DLC薄膜を被覆形成すると、図2に示すような状態となる。即ち、加工ブラスト処理した後の強化プラスチック製キャリア本体21の表面に形成されたDLC薄膜24は、非常に薄い膜である。従って、実質的に、Rzを決定づける凸部23をもつ粗面部に形成されたDLC薄膜24は、凸部25が露出したり、露出しない場合であっても実質的な有効膜厚が得られないこととなる。このため、DLC薄膜24が僅かに摩耗しただけでも凸部25のみが露出するようになる。こうした露出部は、繊維強化プラスチックの場合、繊維状のガラスやウイスカなどであるため、シリコンウエハの研磨時に微細な固形粒子となって研磨剤中に混入し、ウエハの表面に疵を発生させることがある。なお、図示の22は、実質的にRaで表示される粗さを示している。

【0018】

本発明では、加工ブラスト処理後に必要に応じ、さらにバフや#1000以上の研磨紙を用いて軽く研磨することによって、主に凸部のみを除去して、前記課題を解決すること

10

20

30

40

50

ができる。また、バフや研磨紙に代えて、小さな銅球やガラス球を吹き付けて凸部のみを選択的に消失させる方法であってもよい。

【0019】

なお、表面粗さ R_a を $0.50 \sim 1.95 \mu\text{m}$ の範囲に規制する理由は、 $0.50 \mu\text{m}$ 未満では加工ブラスト処理の効果が薄く、一方、 $1.95 \mu\text{m}$ より大きいと、その上に形成される DLC 薄膜の均一性が欠けるか、成膜条件によっては凸部 25 が露出し易くなり、DLC 薄膜被覆の効果が乏しくなるからである。

【0020】

次に、本発明では粗面化・加工層の粗さ特性として、 R_{sk} 値についても、所定の管理値の範囲内になるようにすることが好ましい。即ち、この粗面化・加工層の粗さ特性につ

10

【0021】

この R_{sk} 値は、下記式に示すとおり、基準長 (I_r) における高さ ($Z^{(x)}$) の三乗平均を二乗平均率方根の三乗 (R_q^3) で割ったもので定義されるものである。

$$R_{sk} = \frac{1}{R_q^3} \left[\frac{1}{I_r} \int_0^{I_r} Z^3(x) dx \right]$$

20

【0022】

なお、 R_{sk} 値が、図 3 に示すように、凸部に対して凹部の部分が広い粗さ曲線では、確立密度関数が凹部の方へ偏った分布となるが、これを正值とし、その逆を負値と定義されているが、本発明では R_{sk} 値の正負に関係なく、その“ゆがみ”を ± 1 以下に規制することにした。

【0023】

本発明において、粗面化・加工層の粗さのうち、 R_{sk} 値を重視する理由は、粗面化・加工層の表面粗さの大小に関係なく、その R_{sk} 値が DLC 薄膜の表面性状を示す数値と

30

【0024】

例えば、ガラス繊維強化エポキシ樹脂製のキャリア本体の平滑表面（無処理）と、その表面に対して、研削粒子を吹き付ける加工ブラスト処理を施して粗面化・加工層を形成したものについて、これらの表面の表面粗さを測定すると、表 1 に示すような結果が得られた。

【0025】

【表 1】

処理有無	R_a	R_z	R_{sk}
①無処理（平滑）表面	$0.11 \mu\text{m}$	$0.91 \mu\text{m}$	1.454
②加工ブラスト処理面	$1.85 \mu\text{m}$	$16.1 \mu\text{m}$	0.302

40

【0026】

なお、表 1 に示した R_a 、 R_z などの表面粗さの測定値は、粗さのそのものを示しているが、 R_{sk} 値については粗さ、というよりもむしろ、測定面の“ゆがみ”を表わしているものである。また、本発明では、粗さ： R_a 、 R_z に加え、必要に応じて R_{sk} 値をも規制することにする。

【0027】

50

また、発明者らの研究によると、本発明に従い形成された粗面化・加工層上のDLC薄膜は、シリコンウエハ研磨用キャリアの性能に大きな影響を与えることがわかった。即ち、Rsk値が±1未満を示す粗面化・加工層をもつ強化プラスチック製キャリアの表面に被覆形成されたDLC薄膜は、Rsk値の影響を受けてミクロ的な緩やかな“ゆがみ”を持つようになる。この“ゆがみ”の凹部に相当するところに、コロイダルシリカのような微細なシリコンウエハ用研磨材が滞留し、この研磨材粒子が該シリコンウエハの研磨効率を向上させるものと考えられる。とくに、そうした研磨材粒子の滞留部は、DLC薄膜全体にわたって均等に分布しているので、シリコンウエハの研磨も単に効率の向上にとどまらず、研磨面全体が均等に研磨されることとなる。

【0028】

10

(2) 加工ブラスト処理の効果

加工ブラスト処理を施した強化プラスチック製キャリア本体には、次のような特徴がある。

(a) 加工ブラスト処理によって、キャリア本体の被処理面は、微細な凹凸を有する粗面となることによって、DLC薄膜との接合面積が大きくなるとともに、DLC薄膜の主成分を攻撃する炭素との化学的親和力が向上するため、DLC薄膜の密着性が向上する。その結果、従来の非金属製キャリア本体のような平滑な表面を有するものと比べると、DLC薄膜に発生する割れや剥離現象による損傷率を低下させることができる。

【0029】

一方、加圧成形したままの強化プラスチックシートからなる平滑な表面を有するキャリア本体表面に被覆したDLC薄膜は、基材との密着強さが小さいため、残留応力の高いDLC薄膜が形成されると、非常に剥離しやすくなる欠点がある。このため特許文献3では、DLC薄膜成膜時の残留応力を0.5MPa以下に制限している。

20

【0030】

この点、本発明の方法に従って粗面化・加工層を形成した場合、そのような制約がなくなる。その結果、DLC薄膜の形成に当たっては、プラズマCVD法だけでなく、イオン化蒸着法やアークイオンプレーティング法、プラズマブースター法など多く方法が採用可能になり、DLC薄膜施工法の選択肢が多くなる。

【0031】

次に、図4は、本発明方法に従って、加工ブラスト処理を施したガラス繊維強化エポキシ樹脂製のキャリア本体の表面(b)と、加工ブラスト処理前の表面(a)の電子顕微鏡写真を示したものである。加工ブラスト処理前の表面(a)は比較的平坦な面であるのに対して、加工ブラスト処理を施した表面(b)は、微細な肌荒れとともに円形の縞模様が明瞭に現われている。なお、この円形の縞模様はエポキシ樹脂の強度を向上させるために存在するガラス繊維である。

30

【0032】

図4に示すの写真からも明らかなように、加工ブラスト処理前のキャリア本体の表面に形成されるDLC膜の大部分はエポキシ樹脂の表面に形成されるのに対し、加工ブラスト処理後のDLC薄膜はSiO₂を主成分とするガラス繊維上にも密着していることがわかる。DLCは薄膜の主成分である炭素は、SiO₂との化学結合性にも優れているため、粗面化による接合面積の増大に加え化学的結合性をも付加された状態となるので、密着性は一段と向上することとなる。

40

【0033】

また、図5は、図4の表面粗さを測定した結果を示したものであり、加圧成形後の表面は平滑であるものの、Rsk値が大きく“キャリア本体”が“ゆがんで”いる様子が伺える。加工ブラスト処理はこの“ゆがみ”をとる効果を示唆していることも理解できる。

【0034】

(c) 加工ブラスト処理に要する時間は、DLC薄膜を備えたキャリアを再使用する場合の前処理(古いDLC薄膜を除去する処理にも使用できる)としても適用可能である。

【0035】

50

(3) キャリア本体（基材）について

上述した加工ブラスト処理の効果を活用できる非金属製キャリア本体としては、強化プラスチックやセラミック等が用いられる。

a. 強化プラスチック：高強度の補強材と積層用合成樹脂シートを積層し、加工成形したものが用いられる。例えば、補強材としては、ガラス繊維の他、カーボン繊維、ウイスカ、アスベスト、マイカなどの無機材料やアラミド繊維、綿、麻、レーヨン、ビニロン、テトロン、アクリルなどの各種の繊維が用いられる。これらに対し、積層用基材としての合成樹脂は、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、フェノール樹脂、アラミド樹脂、フラン樹脂などの熱硬化性樹脂の他、ポリプロピレン、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレートなどの熱可塑性樹脂からなるものが用いられ、これらの複数枚の樹脂シートを加圧成形してキャリア本体が得られる。

b. セラミックス： Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 などの酸化物系セラミックス、 SiC 、 TiC 、 WC などの炭化物系セラミックス、 Si_3N_4 、 BN 、 TiN などの窒化物系セラミックスおよび、これらと Co 、 Cr 、 Ni 、 Mo などとのサーメットが用いられる。

【0036】

(4) DLC 薄膜の被覆形成方法

加工ブラスト処理を施して粗面化・加工層を形成したキャリア本体の表面に、DLC 薄膜を被覆形成する方法としては、イオン化蒸着法、アークイオンプレーティング法、プラズマブースター法および高周波・高電圧パルス重畳型プラズマCVD法（以下、単に「プラズマCVD法」という）などの方法が有利に適合する。以下、プラズマCVD法の例について説明する。

【0037】

図6は、前述のような処理を経て粗面化・加工層が形成されたキャリア本体の表面に、DLC 薄膜を被覆形成するために用いられるプラズマCVD装置の略線図である。プラズマCVD装置は、主として、接地された反応容器61と、この反応容器61内に高電圧パルスを印加するための高電圧パルス発生電源64、被処理体（以下、「キャリア本体」という）62の周囲に単価水素系ガスプラズマを発生させるためのプラズマ発生電源65が配設されているほか、導体63およびキャリア本体62に高電圧パルスおよび高周波電圧の両方を同時に印加するための重畳装置66が、高電圧パルス発生電源64とプラズマ発生電源45との間に介装配置されている。なお、導体63およびキャリア本体62は、高電圧導入部49を介して重畳装置66に接続されている。

【0038】

このプラズマCVD装置は、反応容器61内に成膜用の有機系ガスを導入するためのガス導入装置（図示せず）および、反応容器61を真空引きする真空装置（図示せず）が、それぞれバルブ67aおよび67bを介して反応容器61に接続される。

【0039】

このプラズマCVD装置を用いて、キャリア本体62の表面にDLC 薄膜を成膜させるには、まず、キャリア本体62を反応容器61内の所定位置に設置し、真空装置を稼動させて該反応容器61内の空気を排出して脱気した後、ガス導入装置によって有機系ガスを該反応容器61内に導入する。なお、本発明に係る強化プラスチック製キャリア本体は、一般に絶縁体であるため、電気伝導体の金属とあわせて配設する。この結果、非金属製キャリア本体は恰も金属電極と同じような挙動を示すこととなる。

【0040】

次いで、プラズマ発生用電源65からの高周波電力をキャリア本体62に密着させている金属板に印加する。なお、反応容器61は、アース線68によって電氣的に中性状態にあるため、キャリア本体62は、相対的に負の電位となるためプラズマ中のプラスイオンは、負に帯電したキャリア本体62（正確にはこれを保持した金属板）のまわりに発生することになる。

【0041】

10

20

30

40

50

そして、高電圧パルス発生装置 6 4 からの高電圧パルス（負の高電圧パルス）をキャリア本体 6 2 に印加すると、炭化水素系導入ガスプラズマ中のプラスイオンは、該キャリア本体 6 2 の表面に誘引吸着される。このような処理によって、キャリア本体 6 2 の表面に、D L C 薄膜が生成して薄膜が形成される。即ち、反応容器 6 1 内では、最終的には炭素と水素を主成分とするアモルファス状炭素水素固形物からなる D L C 薄膜が、被処理体 6 2 のまわりに気相析出し、該キャリア本体 6 2 表面を被覆するようにして皮膜形成するものと考えられる。

【0042】

発明者等は、上記プラズマ C V D 装置により、被処理体表面に形成されるアモルファス状炭素水素固形物からなる D L C 薄膜の層は、以下の（a）～（d）のプロセスを経て形成されるものと推測している。

10

【0043】

（a）導入された炭化水素ガスのイオン化（ラジカルと呼ばれる中性な粒子も存在する）が、

（b）炭化水素ガスから変化したイオンおよびラジカルは、負の電圧が印加されたキャリア本体 4 2 の表面に衝撃的に衝突し、

（c）衝突時のエネルギーによって、結合エネルギーの小さい C－H 間が切断され、その後、活性化された C と H が重合反応を繰り返して高分子化し、炭素と水素を主成分とするアモルファス状の炭素水素固形物を気相析出し、

（d）そして、上記（c）の反応が起こると、キャリア本体 4 2 表面に、アモルファス状炭素水素固形物の堆積層からなる D L C 薄膜が形成されることになる。

20

【0044】

なお、この装置では、高電圧パルス発生電源 4 4 の出力電力を、下記（a）～（d）のように変化させることによって、キャリア本体 4 2 に対して金属等のイオン注入を実施することもできる。

（a）イオン注入を重点的に行う場合：10～40 k V

（b）イオン注入と皮膜形成の両方を行う場合：5～20 k V

（c）皮膜形成のみを行う場合：数百 V～数 k V

（d）スパッタリングなどを重点的に行う場合：数百 V～数 k V

【0045】

30

また、前記高電圧パルス発生源 4 4 では、

パルス幅：1 μ s e c ～ 10 m s e c

パルス数：1～複数回のパルスを繰り返すことも可能である。

【0046】

また、プラズマ発生用電源 4 5 の高周波電力の出力周波数は、数十 k H z から数 G H z の範囲で変化させることができる。

【0047】

このプラズマ C V D 処理装置の反応容器 4 1 内に導入させる成膜用有機系ガスとしては、以下の（イ）～（ハ）に示すような炭素と水素からなる炭化水素系ガス、およびこれに S i、A l、Y および M g などのいずれか 1 種のものが添加された金属有機化合物を用いる。

40

【0048】

（イ）常温（18℃）で気相状態のもの

CH_4 、 CH_2CH_2 、 C_2H_2 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

（ロ）常温で液相状態のもの

$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ 、 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ 、 C_6H_{12} 、 $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}$

（ハ）有機 S i 化合物（液相）

$(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4\text{Si}$ 、 $(\text{CH}_3\text{O})_4\text{Si}$ 、 $[(\text{CH}_3)_4\text{Si}]_2\text{O}$

【0049】

50

上記の反応容器 4 1 内への導入ガスは、常温で気相状態のものは、そのままの状態で反応容器 4 1 内に導入できるが、液相状態の化合物はこれを加熱してガス化させ、そのガス（蒸気）を反応容器 4 1 内へ供給することによって D L C 薄膜を形成することができる。

【0050】

(5) 本発明方法に従い形成された D L C 薄膜

上記のように粗面化・加工層を設けてなるキャリア表面に形成する D L C 薄膜は、次に示すような特性を有する。

(a) 前記 D L C 薄膜を構成する炭素と水素含有量の比率

D L C 薄膜は、硬く耐摩耗性に優れているものの柔軟性に欠ける特性がある。このため、キャリア本体のように全体が大きくかつ薄い金属等につくられ、しかも大小さまざまな孔が複数個設けられているものに対し、D L C 薄膜を被覆すると、キャリアの持ち運び時に大きく湾曲したり変形したときに、延性に乏しい D L C 薄膜にクラックが発生したり、ときには剥離することがある。この対策として、本発明では D L C 薄膜を構成する炭素と水素の割合に注目し、特に、水素含有量を全体の 12～30 原子% (at%) に制御することによって、D L C 薄膜に耐摩耗性ととも柔軟性を付与することとした。具体的には、この D L C 薄膜中に含まれる水素含有量を 12～30 原子% (at%) とし、残部を炭素含有量とした。このような組成の D L C 薄膜を形成するには、成膜用の炭化水素系ガス中に占める水素含有量の異なる化合物を混合することによって果すことができる。

【実施例】

【0051】

(実施例 1)

この実施例ではガラス繊維強化エポキシ樹脂製の試験片（寸法 幅 50 mm×長さ 50 mm×厚さ 7 mm）を用い、その表面を加工ブラスト処理したものと、加工ブラスト処理をしない未処理状態のものについて、D L C の密着性をスクラッチ試験によって評価した。

【0052】

(1) 加工ブラスト処理

加工ブラスト処理として、粒径範囲 10～80 μm の S i C 研磨粒子を用い 0.3 MPa の圧縮空気によって試験片面に吹きつけ、下記の表面粗さのものを準備した。

(No. 1) R a : 0.50～1.89 μm R z : 5.2～9.69

(No. 2) R a : 1.4～1.52 μm R z : 6.5～11.4

なお比較例として加圧形成された状態の試験片表面の粗さは次の通りであった。

(No. 3) R a : 0.11～0.20 μm R z : 2.27～4.27

【0053】

(2) D L C 薄膜の形成方法と膜厚

D L C 薄膜の形成にはプラズマ C V D 法を用い、水素含有量 16.5% の D L C 薄膜を 5 μm の厚さに被覆した。

【0054】

(3) スクラッチ試験

スクラッチ試験は、一定の荷重を付加したダイヤモンド庄子で D L C 薄膜に直線の切り傷を付け、このときに発生する D L C 薄膜のはく離の有無とその程度によって密着力を評価した。

【0055】

(4) 試験結果

試験結果を表 2 に示した、この結果から明らかなように、本発明に係る加工ブラスト処理をほどこした D L C 薄膜 (No. 1、No. 2) は、ダイヤモンド庄子による引掻き傷のみが発生し、周辺の D L C 薄膜には、全く以上は認められなかった。しかし、比較例の D L C 薄膜 (No. 3) は引掻き傷周辺の薄膜も大きくはく離し、密着性に乏しいことが分かった。

なお図 7 は試験後の引掻き傷の外観状態を示したものであり、加工ブラスト処理による

DLC 薄膜の密着性向上がよく観察できる。

【0056】

【表2】

No.	前処理	基材の粗さ (μm)		スクラッチ試験後の DLC 薄膜の外観
		R a	R z	
1	加工ブラスト 処理	0.50~1.89	5.2~9.69	引掻きによる損傷のみ
2		1.4~1.52	6.5~11.4	同上
3	未処理	0.11~0.20	2.27~4.27	引掻き傷周辺の DLC 膜のはく離あり

10

【0057】

(実施例2)

この実施例では、先に図1に示した形状のガラス繊維強化エポキシ樹脂のキャリア本体を用いて、直径200mm、厚さ0.8mmのSiウエハを研磨して、本発明の効果を実証した結果である。キャリア本体の全面に対して、下記の前処理とDLC膜を形成した。

【0058】

(1) 本発明に係る前処理とDLC膜

加工ブラスト処理によって、キャリア本体を表面をRa: 0.68~1.51 μm 、Rz: 5.01~11.88 μm の粗面化を行った後、その上にDLC膜を3 μm 厚に形成した。DLC膜中に水素含有量は14原子%、残部は炭素である。

20

【0059】

(2) 比較例の前処理とDLC膜

加工ブラスト処理をしない平滑なキャリア本体の表面のRa: 0.08~0.64 μm 、Rz: 2.52~5.95 μm のものに対して、その上に本発明と同質のDLC膜を3 μm 厚に皮膜した。

【0060】

(3) 試験結果

研磨剤として、コロイダイシリカを研磨材とする水スラリーを用い、Siウエハの研磨を行った結果、本発明法に従ってDLC膜を形成したキャリア本体を用いた場合は、Siウエハの表面をRa0.01 μm に仕上げるのに約25分で終了したのに対し、比較例のDLC膜を被覆したキャリア本体では58分を要した。また、比較例のDLC膜を形成したキャリア本体で研磨したSiウエハの研磨面にはスクラッチ状の痕の発生は認められなかった。

30

なお上記試験を複数回繰り返したところ、本発明のキャリア本体は10回の試験後も、DLC薄膜にははく離などの以上は認められなかったが、比較例のDLC薄膜は微小な剥離が数箇所が発生していた。

【0061】

(実施例3)

この実施例では、実施例2と同じキャリア本体を用いSiウエハの研磨条件におけるキャリア本体のRsk値の影響を調査した。

40

キャリア本体の全面に対して、下記の前処理とDLC膜を形成した。

【0062】

(1) 本発明に係る前処理とDLC膜の性状

加工ブラスト処理によって、キャリア本体を表面をRa: 0.65~1.88 μm 、Rz: 5.15~10.88 μm の粗面化し、同時に計測したRsk値が±0.4~0.8の範囲にあることを確認した。その後、この表面に本発明に係るDLC膜を3 μm 厚に形成した。

【0063】

(2) 比較例の前処理とDLC膜の性状

50

加工ブラスト処理をしないキャリア本体の表面粗さは $R_a: 0.10 \sim 0.58 \mu m$ 、 $R_z: 2.88 \sim 6.05 \mu m$ かつ R_{sk} 値は+1以上の範囲にあった。この表面に本発明と同じDLC薄膜を $3 \mu m$ 厚に形成した。またDLC薄膜中の水素含有量は17原子%であり、残部は炭素であった。

【0064】

(3) 試験結果

コロイダルシリカを研磨材とする水スラリ研磨剤を用いて、Siウエハの研磨を行った結果、本発明のDLC薄膜を形成したキャリア本体を用いた場合、Siウエハの表面を $R_a 0.01 \mu m$ に仕上げるのに約23分で終了するとともに、研磨面の平行度は管理値の範囲にあり、非常に精度よく研磨されていた。これに対して、比較例のDLC膜を形成したキャリア本体を用いた場合には、所定の研磨面を得るための時間に30分を要するうえ、研磨面の平行度も低下しバラツキが認められた。

10

【産業上の利用可能性】

【0065】

本発明の、前処理として加工ブラスト処理を施すDLC薄膜技術は、Si、GAPなどの半導体ウエハの研磨だけに限定されるものではなく、液晶ディスプレイガラス、ハードディスクなどの研磨用として応用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】シリコンウエハ研磨用非金属製キャリア本体の平面図である。

20

【図2】非金属製キャリア本体の表面に加工ブラスト処理を施した表面粗さと、その上に形成したDLC薄膜の断面模式図であり、(a)は R_z 値よりも薄いDLC薄膜が形成された場合、(b)は R_z 値よりも厚いDLC薄膜が形成された場合である。

【図3】非金属製シリコンウエハ研磨用キャリア本体の表面粗さ表示におけるスキューネス値(R_{sk})を示す模式図である。

【図4】ガラス繊維強化エポキシ樹脂製のキャリア本体の表面(a)とその面を加工ブラスト処理した表面(b)のSEM写真である。

【図5】図4のキャリア本体の表面粗さを測定した結果を示したもので、(a)は加圧成形状態のキャリア本体、(b)は加工ブラスト処理後の表面である。

【図6】シリコンウエハの研磨用キャリア本体にDLC薄膜を形成するためのプラズマCVD装置の概略図である。

30

【図7】引掻き試験部のDLC薄膜の表面状態を示す拡大写真である。

【符号の説明】

【0067】

1. シリコンウエハの保持孔
2. 研磨剤の供給孔
3. 外周歯
4. 抜き孔
5. DLC薄膜を形成するキャリアの表面
21. キャリア本体
22. R_a で表示される粗さ
23. R_z で表示される粗さ
24. DLC薄膜
61. 反応容器
62. 被処理体(キャリア本体)
63. 導体
64. 高電圧パルス電源
65. プラズマ発生源
66. 重畳装置
- 67 (a)、67 (b). バルブ

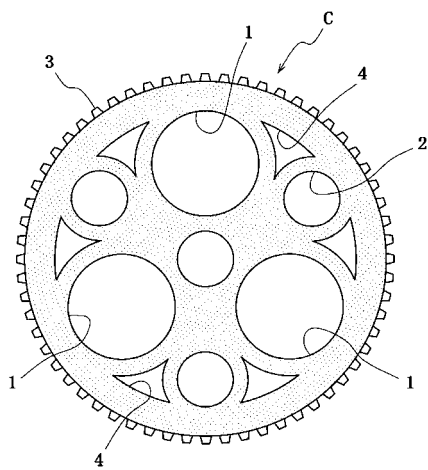
40

50

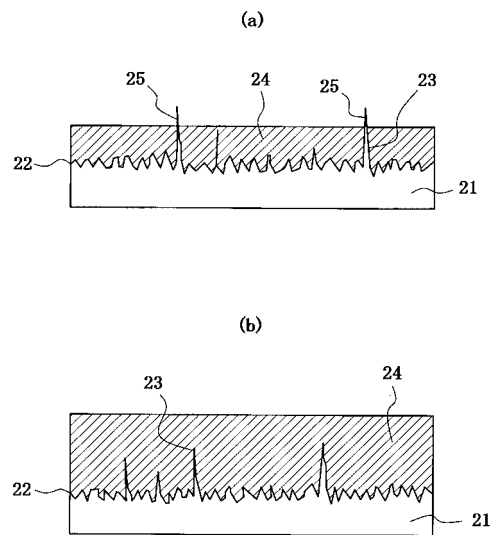
68. アース線

69. 高電圧導入装置

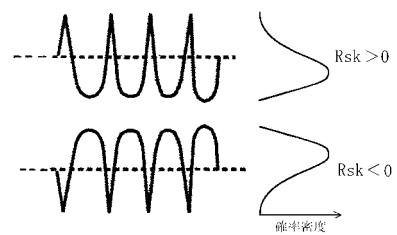
【図 1】



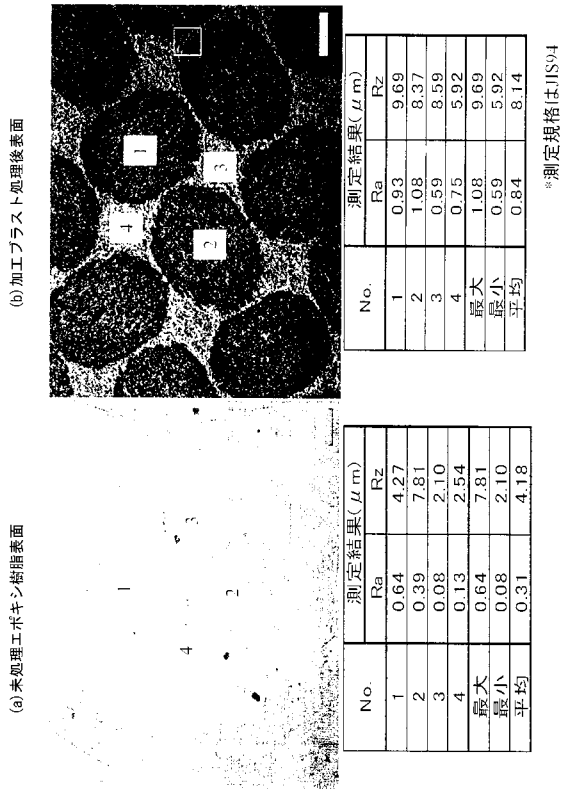
【図 2】



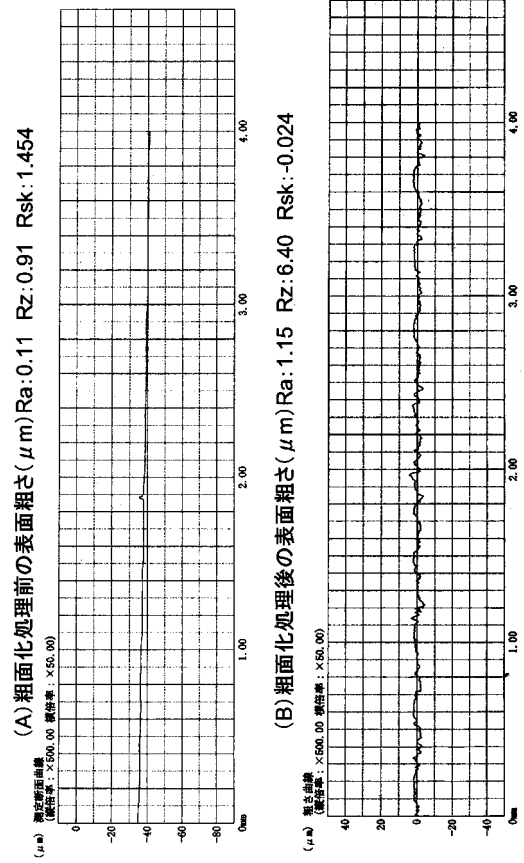
【図 3】



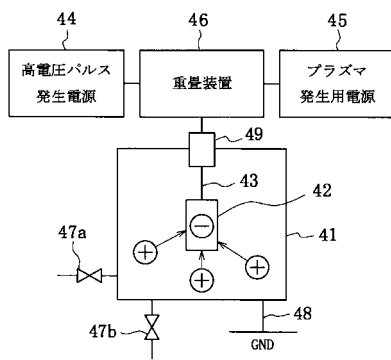
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

