

## 金属の溶射膜を形成したセラミック治具の新しい製造方法

住母家 岩夫<sup>1</sup>、比留間 文彦<sup>\*2</sup>

<sup>1</sup>電硝エンジニアリング (〒347-0111 埼玉県北埼玉郡騎西町鴻荳 3202-1)

<sup>2</sup>ウェールズ大学 (〒162-0825 東京都新宿区神楽坂 1-2)

\*adm@u-wales.jp

## Production of Ceramic Materials with Thermal Sprayed Coatings

Iwao SUMOGE<sup>1</sup> and Fumihiko HIRUMA<sup>\*2</sup>

<sup>1</sup>Densho Engineering Co.,ltd (3202-1, Koguki, Kisai, Kitasaitama, Saitama 347-0111)

<sup>2</sup>University of Wales (1-2,Kagurazaka, Shinjuku, Tokyo 162-0825)

(Received September 14, 2005; Accepted December 13, 2005)

### Abstract

This paper describes metal spraying of a strongly adhesive film onto a ceramic substrate material, which could be used to create constituent parts for semiconductor manufacturing equipment such as CVD and PVD.

For treatment of the anchor (substrate) for metal spraying, a low pressure blast method was used to give a ceramic surface with roughness of  $Ra=2.0 \sim 4.0 \mu m$  and  $Rmax=20 \sim 35 \mu m$ . An initial metal film was formed by plasma spraying onto the roughened substrate surface and a second metal film with a rough surface was subsequently applied using Rokide rod spraying.

Key words: Ceramics, Thermal, Metal Spraying, Coating

### 1. はじめに

社会における IT 製品の進化に伴い、その多くに使用される半導体は、今後も需要増が見込まれている。さらに、半導体は、高付加価値が求められ、製造の現場においても絶え間ない技術革新が求められている。

そうした中、半導体製造装置の素材として物性的安定しているセラミックの可能性には多くの技術者が着目している[1]。しかし、その優れた耐食性・耐摩耗性ゆえに粗面が必要とされる部位への使用が躊躇される場合が生じている。

本研究は、半導体製造装置の真空チャンバーに使用される図1に示した様なセラミック製の治具に関し分析を行

った。特に、粗面化の為に金属の溶射膜を形成したセラミック治具の製造方法に関し、従来の欠点を克服した新手法を提示する研究である。

半導体の高集積化、高密度化の進歩は非常に早く、今やその配線加工寸法が  $0.18 \sim 0.13 \mu m$  と、まさにナノメーターオーダーの製品が量産されている。

さらに、最先端品では  $0.10 \sim 0.07 \mu m$  にまで到達しつつある。また、それに伴い配線材やバリアー材も変化を遂げ、その構造も多層化し、加工方法もダマシン加工が多く用いられる様になり、関連製造装置も超高真空化している。

特に配線材とバリアー材の変化について見てみると、配線材については、アルミニウムは無くなることはないものの銅が多く使用される様になり、製品によってはタングス

テンが使われる様になっている。

アルミニウム配線の場合はバリアー材として窒化チタンが用いられている。しかし、銅配線の場合は窒化タンタルが使われる。周知の通り、銅はアルミニウムより、また、タンタルはチタンより高融点である。その上、銅はアルミニウムの3.5倍、またタンタルもチタンの3.5倍の比重がある。

この事から半導体製造装置のチャンパー内におけるウェハー周りの治具が受ける雰囲気はアルミニウム配線に窒化チタンバリアー層の組み合わせより、銅配線に窒化タンタルバリアー層の組み合わせの方が熱ストレス、重量ストレス共に大きく受けることになる。

現在、チャンパー内のウェハー周りの治具素材には、ステンレス素材やチタンが多く使われている。そのため、現状でも熱ストレス等による変形が問題になっている。その上、ウェハーサイズも8in~12inと大型化している。必然的に周辺治具も大型化し、熱ストレスによる影響がより顕在化し、補修等も難しくなっている。

CVD, PVD等の製造装置のプロセス温度は低温になってきているものの、それでも300~400 [2]の熱がかかり、銅配線の場合はウェハーを300 程度に温めなければならない等、ストレスの原因は減ることはない[3]。またプラズマのさらなる安定性も同時に求められている。

この様な条件を満足させる最適な治具の素材はセラミックである。セラミックは、熱膨張係数が小さく、微少なポーラスを有しているため、熱や重量によるストレスが発生しにくく、その上、プラズマの安定化に優れている。

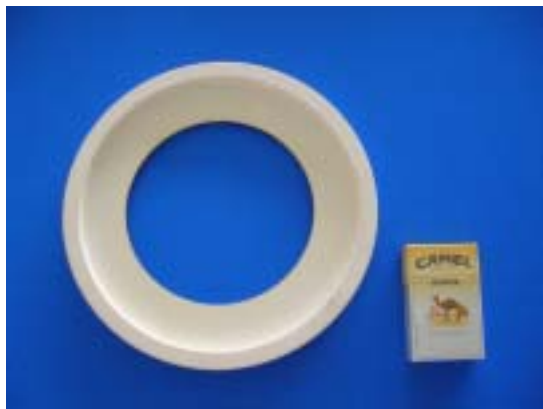


図1 代表的な真空チャンパー内のセラミック製治具

また、化学的雰囲気にも強いいため、現状ではエッチング工程等、一部の工程で多く使用されている。しかし、他の工程ではあまり使用されていない。

セラミック素材が、CVD, PVD工程のウェハー周りの治具に理想的な素材であるにも拘わらず、あまり使用されていないのは、重大な欠点があるためである。それはセラミックの硬く脆弱な特性のため表面処理が難しく、成膜材である窒化タンタル等と馴染みが悪いからである。

CVD, PVDのチャンパー内ではシリコンウェハー上に数種類の配線材やバリアー材を成膜させ、同時に成膜材はウェハーからはみ出て周りの治具にも付着する。治具に付着した成膜材が工程中の真空チャンパー[4]内で剥離脱落す

ると製品不良の原因になる。

そこで、現状では、これを防止するためステンレス素材やチタン素材の治具の表面を粗し、はみだして付着した成膜材が治具に密着して剥離脱落しないような処理を施している。その場合、治具の表面は出来る限り大きく粗した方が、はみだして付着した成膜材との接着面積をより大きくして密着度を増すことができ、剥離脱落を防止することに寄与する。

CVD, PVD工程において、ウェハー周辺治具として、セラミック治具を使用する場合、はみだして治具に付着した成膜材を剥離脱落させないためには、その表面にステンレスやチタンと同じ様な粗度を持たせる加工を施さねばならない。

この粗面加工は、サンドブラスト法で形成するのが一般的ではある。加工条件としては、普通、エア圧が0.6Mpa程度で、砥粒として炭化珪素(#100程度)を使用している[5]。ウェハー周辺治具がSUSやチタンの場合は、上記の条件で、Ra(中心線平均粗さ)=5 $\mu$ m、Rmax(最大粗さ)=48 $\mu$ mの粗面を得ることができる。これに対し、セラミックではRa=2 $\mu$ m、Rmax=19 $\mu$ m程度にしかならない。

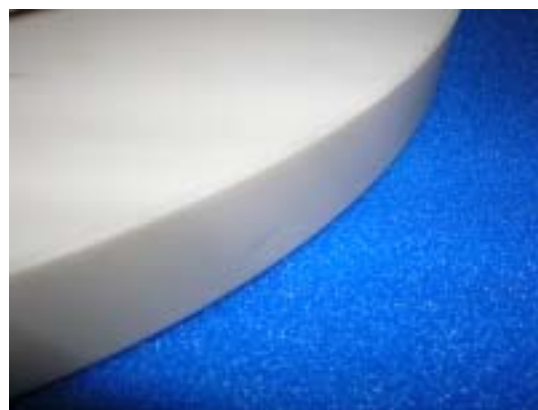


図2 セラミック製治具の表面

すなわち、図2のような滑らかなセラミックの表面処理には一般的なサンドブラストの加工条件では粗度が小さいために装置に装着後、付着物との密着が弱く、パーティクルの剥離脱落を抑える事が出来ない。また、粗度の大小の他にも金属とセラミック間の親和性が悪く、強い結合力が得られないという問題もある。さらには、セラミックは価格が高いこともあり、ウェハー周辺治具の素材として使用するには解決すべき問題点が多くあった。

## 2. 研究の目的

### 2.1 従来技術の問題点

前述した問題点を解決する試みの一つとして、図3で示すようにセラミック母材の上にアルミニウムのような金属を溶射してコーティング層を形成することが考えられた。

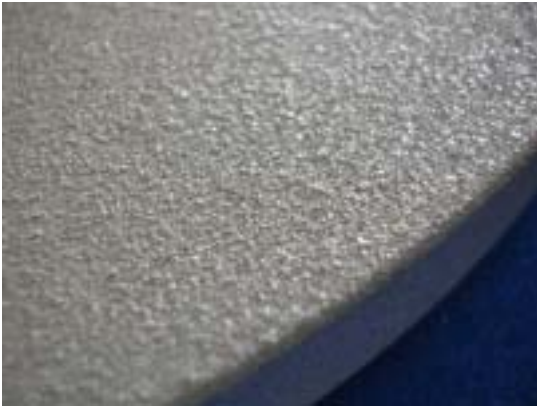


図3 セラミック母材の溶射膜（金属）

熱歪みに強いとされている[6]セラミックに金属の特性を持たせた理想の治具材ができることになる。ただし、上述したようにセラミックと金属とは本来的に結合力が小さいため、両者をしっかりと結合させるアンカー処理が必要になる[7][8]。

セラミック母材に金属溶射被膜を形成する方法として、次のような方法[9]が知られている。これは、被膜材料となる金属にレーザーを照射して金属粒子を飛散させ、この金属粒子をセラミック母材に衝突させて固定し、アンカーとする。その後、スパッタリング、真空蒸着、金属溶射等々によりセラミック母材上に金属被覆膜を形成するものである。アンカーとしての金属は、レーザー照射によりセラミック母材に高速で打ち込まれるので、強固に固定されており、これがアンカーとなって、スパッタリング等で形成された金属被覆膜をセラミック母材に固定するのである。

また、他の方法として、セラミック母材上にセラミックを溶射して被膜を形成し、このセラミック被膜をアンカーとして使用し、この上に金属被覆膜を形成する方法が提案されている[10]。

しかしながら、上記の方法[9]は、セラミック素子の表面に電極を形成する方法としてなされたもので、アンカーとなる金属は、セラミック素子の表面に点在しているだけで、セラミックと金属とが直接結合している部分が多く、ウェハー周辺治具として使用するには、結合力が不足する。また、上記[10]の方法は、母材のセラミックと、アンカーのセラミックとの結合力と、アンカーのセラミックと金属被覆膜との結合力の2つに問題があり、十分な結合力を得ることができない。

半導体の製造技術は、ウェハーの大口径化、配線加工寸法の更なる微細化に向かうと共に、熾烈な国際競争に勝ち抜く為のコストダウンも要求される。それに伴い、製造工程において、ウェハー周辺の治具精度は、より精緻され、また耐ストレス性が要求される。

以上のことから本研究は、これらの事実から考えられたもので、CVD、PVD等の製造装置の治具として使用できる密着力の強い金属溶射膜を持ったセラミック母材の製造方法を提供することを目的としている。

## 2.2 本研究の狙い

目的を達成するために本研究の金属の溶射膜を形成し

たセラミック治具の製造方法は、セラミック治具の所定の表面を粗面にする工程と、粗面にした表面に金属を溶射して第一の溶射膜を形成する工程と、第一の溶射膜の上に粗面の第二の溶射膜を形成する工程とを有することを特徴としている。第一の溶射膜と第二の溶射膜の形成には図4のような表面状態に違いのあるプラズマ溶射法とローカイド・スプレー溶射法の2通りの手法を用いた。

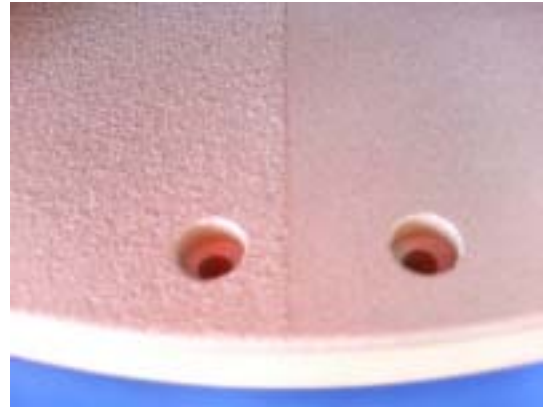


図4 プラズマ溶射法(左)およびローカイド・スプレー溶射法の溶射膜(右)

以下に本研究のセラミック母材に金属溶射を施す方法について、説明する。

本研究では、金属溶射加工の前に母材表面にアンカー(下地)処理として、サンドブラスト加工によりセラミック母材の表面を粗面化している。金属溶射加工とはアルミニウムや銅等の溶射材を溶融・加速し、母材表面に衝突させて物理的に結合させ、コーティングするものである。

母材と溶射材の結合は化学的な結合でも、分子間結合でもなく、ただ単に母材表面の凸凹した中に溶けた溶射材が勢い良く入り込み密着し、収縮応力等により結合して形成されているだけである。

故に母材の表面の凹凸を大きくし、かつ凹凸(ピーク)の数を多くすることでセラミックと金属との接合面積を増大させて、密着力を上げるのである。一般的なサンドブラストの加工条件としては、サクシオン式(別称:重力式・サイホン式)でエア圧が0.5~1.0Mpa程度で、砥粒として炭化珪素(#100程度)を用いている。

しかし、これでは前述のように、 $Ra=2.0\mu m$ 程度、 $R_{max}=19\mu m$ 程度にしかならない。その結果、溶射膜の密着力も小さく、実用性に欠ける。

セラミック母材にアルミニウムの溶射の場合、母材と溶射膜の密着力の適正値は経験的に、 $30\sim 50N/m^2$ とされている。 $30N/m^2$ 以下だと溶射膜の割れや剥がれが起き、 $50N/m^2$ 以上では、母材を破壊的に痛めなければならないからである。

上記通常のサンドブラスト加工によるアンカー処理では、形成された溶射膜の密着力は、 $8N/m^2$ 程度であり、これは指で擦ると剥がれる程度である。強い密着力を得るためには、サンドブラスト加工による表面粗度を大きくする必要がある。

そこで、投射する砥粒として#40(JIS)程度の大きな粒径のアルミナや炭化珪素を使用する。これによって、表面粗度を大きくすることができ、金属を溶射してできる溶射

膜の密着力もほぼ所望の大きさにすることができる。

しかし、この場合、セラミック母材である治具が、厚く幅の広いものであれば良い。しかし、厚みが薄かったり、先端が尖っていたり、エッジが立っていたりする治具類では、これらの部分が破損し易いので、このサンドブラスト処理では粗面化できない。

また厚く幅の広い治具であっても、メンテナンス時の溶射膜形成・溶射膜剥離を繰り返すこと(再生洗浄)により、母材の劣化を早めてしまいリサイクル可能回数が減少し、価格の高いセラミック治具のコスト低減率が悪化する。

これに対し、低圧プラスト法によるアンカー処理は、セラミック母材に薄い部分があったり、エッジがあっても所望の密着力を得ることができるアンカー処理である。砥粒を射出するエア圧を0.05~0.15Mpaと低圧にしている。

投射する砥粒サイズは従来とほぼ同じ#80~#130メッシュとし、従来手法と比べ空気の流量(ブロー式)と投射材を多くしている。砥粒の種類は現在と同じ炭化珪素やダイヤモンド等で良い。

このようなサンドブラスト処理をすることで、セラミック母材の表面における凹凸のピークの数(ピークカウント:Pc)を多くすることができた。Pcを多く、すなわち、単位面積当たりの凹凸を密にする事により、Rmaxは小さいものの、密着力は増大した。

また、低圧のサンドブラストで面粗化を行うことで、投射材の持つエネルギー量は小さくセラミック母材の傷みを最小限に抑えることができた。

半導体製造装置のチャンバー内において、セラミック治具に付着する成膜材を剥離させない為にはその表面を、より粗くしなければならない。しかし、セラミック母材自体の表面を、条件を満たすほど大きく粗らすのはセラミックの特性上無理がある。

また、セラミックと金属の成膜材との結合は相性が悪く、基本的に大きな密着力は得られない。そのためにセラミック母材にアルミニウム溶射を施す。そのとき、溶射膜の表面をより粗くすることが必要となる。

溶射膜の表面を粗くする方法としては、図5で示したような射出ノズルを使用するローカイド・スプレー溶射法が最適である。



図5 ローカイド・スプレー溶射器の射出ノズル

図6では射出ノズルの仕組みを概略図で示した。溶射材は4000程度で射出され、多孔質な溶射膜が形成される。これは、溶射材が母材や、溶射材同士の上に衝突する際、

間に挟まれ、閉じこめられた微小な気泡が気孔となるからである。

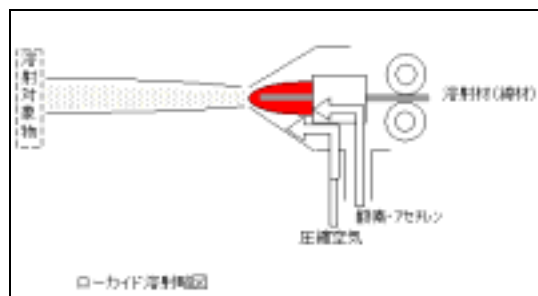


図6 ローカイド・スプレー溶射器射出ノズルの仕組み

しかし、セラミック母材と溶射膜との密着性を考えると、ローカイド・スプレー溶射法は難点がある。なぜなら、溶射の密着力は、溶射材が母材表面にぶつかり扁平化し、固まる時に発生する収縮応力が結合力の主たる要因であり、この点から、より粘度の低い溶射材の方が良い。ローカイド・スプレー溶射法は溶射材の粘度が高く、溶射膜が多孔質になるので、比較的収縮応力が弱くなり、気孔が多い為、母材との密着力が劣る。これが難点の要因である。



図7 プラズマ溶射器の射出ノズル

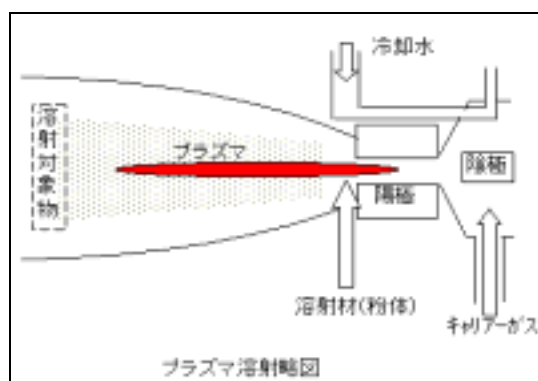


図8 プラズマ溶射器射出ノズルの仕組み

その反面、図7で示したような射出ノズルにより加工されるプラズマ溶射法は、プラズマの高温(8,000~

10,000 )で溶融されたアルミニウムが他の溶射方法より粘度が低く、母材表面によりよく入り込み、閉じこめる気泡を少なくし、より収縮応力を大きくし、結合力が増大する[11]。

さらに、射出ノズルの構造を図8で示す。射出ノズルは、溶射材にアルミナ・シリサイトを使用し粉体として供給されるので、セラミック母材との馴染みがより良く、バインダー効果を上げる。しかし、デメリットとして溶射膜表面の粗度は他の方法と比較して低くなる。つまり真空チャンパー内において、治具表面に付着した成膜材が剥離しやすくなってしまふ。

本研究では、この二つの溶射法の長所を組み合わせた。すなわち、プラズマ溶射法でセラミック母材との密着力の強い第一の溶射膜を形成し、この上にローカイド・スプレー溶射法により表面粗度の大きな第二の溶射膜を形成するのである。

プラズマ溶射法の第一の溶射膜と、ローカイド・スプレー溶射法による第二の溶射膜とは、同じ金属(例えばアルミニウム)同士のため相性が良く、密着力は大きくなって、剥離しにくい。

真空チャンパー内の治具としては、表面が、ローカイド・スプレー溶射法により粗い面となっており、付着した成膜材をしっかりと保持し、容易に剥がれることがない。

### 3. 実験方法

加工には以下の4種類の方法を用いた。

- A. 一般的な(サクシオン式)サンドブラスト法でアンカー処理した後、アルミニウム溶射した場合
- B. サンドブラスト投射材の粒度及びエア圧のみ変更して同上処理した場合
- C. アンカー処理に低圧(ブロー式)ブラスト法を用い、溶射法にプラズマ溶射法とローカイド・スプレー溶射法を併用した場合
- D. Aと同条件で、母材にチタン材を使用した場合。

### 4. 実際の加工現場での実施例

各条件での実際の加工データを検証してみる。

表1 溶射前表面データと処理後の密着力比較

	A	B	C	D
Ra(μm)	2.3	2.5	2.7	4.5
Rmax(μm)	18.7	46.6	28.1	47.8
Pc(個)	5	10	15	14
密着力(N/m <sup>2</sup> )	8.15	40.4	47.7	59.8

表1のAは従来の一般的サンドブラストによるアンカー処理後の物性値及びにアルミニウムを溶射した後の密着力を示し、図9(A)は、アルミニウム溶射後の断面図である。セラミック母材1の表面1aはサンドブラスト処理により粗面にされ、その上にアルミニウムの溶射膜2が被覆されている。

アンカー処理としてのサンドブラスト処理は、エア圧

0.6MPa、砥粒は炭化珪素#100を用いた。サンドブラスト後の表面1aの測定では、Ra=2.3μm、Rmax=18.7μmとなった。10mm当たりのピーク数(Pc)は5個であった。アルミニウムの溶射は、プラズマ・スプレー溶射法とした。

アルミニウムを溶射した後、アルミニウムの薄膜すなわち溶射膜2の密着力を測定したところ、8.15N/m<sup>2</sup>であった。この密着力は、溶射面を指でこすっただけで剥がれる程度である。

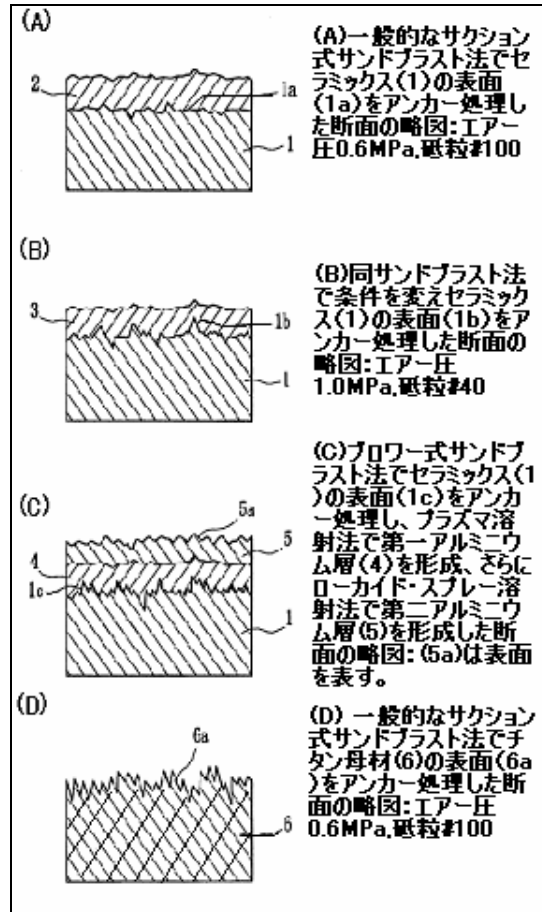


図9 表1の各アンカー処理をし、アルミニウム溶射した断面図

表1のBは、砥粒を炭化珪素#40と、エア圧を上げて1.0MPaにして噴射したものである。その他の条件はAと同じである。図9(B)は、アルミニウム溶射後の断面図である。セラミック母材1の表面1bはサンドブラスト処理により粗面にされ、その上にアルミニウムの溶射膜3が被覆されている。表面1bのRa=2.5μmはAに比べてあまり変化はない。しかし、Rmaxは46.6μm、PCは10個と大きく変化した。溶射膜3の密着力も40.4N/m<sup>2</sup>と大幅に改良された。

この密着力の点では、上記Bは、実用性のあるレベルに達している。しかし、砥粒が大きくなり、エア圧も上がったため、セラミック母材1の損傷の可能性が増え、エッジ部や薄い加工部分を有する場合には使用できないという問題があった。また、アルミニウムの溶射もプラズマ溶

射法を用いたため、溶射膜3の表面の粗度が不足しており、成膜材のパーティクルが剥がれやすいものであった。

なお、溶射膜3の表面の粗度を上げるために、プラズマ溶射法に代えてローカイド・スプレー溶射法を採用することも考えられる。しかし、その場合、溶射膜3とセラミック母材1との密着力が低下して所望の強さを得られなくなってしまう。

表1のC及び図9(C)は、セラミック母材1の表面1cをサンドブラストによりアンカー処理した後、プラズマ溶射法で第一の溶射膜4を形成し、その後、ローカイド・スプレー溶射法で第二の溶射膜5を形成した結果を示している。

サンドブラスト法はブロー式とし、エア圧を0.1MPaとした。投射する砥粒は炭化珪素で砥粒サイズは#100を用いた。空気の流量を多くして投射材が多くワークに当たるようにしている。この方式でのサンドブラスト後の粗面は、 $Ra=2.7\mu\text{m}$ 、 $R_{\text{max}}=28.1\mu\text{m}$ であった。一方、 $P_c$ は15個と大幅に増加している。すなわち、低圧のブロー式サンドブラスト法では、通常サンドブラスト法で処理したAに比べて $Ra$ はあまり変わらない。しかし、 $R_{\text{max}}$ は、大きくなっている。しかし、Bに比べると小さい。

一方、 $P_c$ はAの3倍、Bの1.5倍と大きくなっている。これは、従来のサンドブラスト処理によるアンカー処理は凹凸が大小バラバラでその差が大きいのに対し、低圧サンドブラスト法で空気の流量を多くしたときのアンカー処理は、凹凸が揃っており、かつ、凹凸の数が多い( $P_c$ が多い)ということを示している。

図9(C)に示すように、第二の溶射膜5の表面5aには適度の凹凸が形成され、成膜材のパーティクルが付着したら、容易に剥がれないようになっている。

溶射膜4と表面1cとの間の密着力は、 $47.7\text{N}/\text{m}^2$ であった。これは、Bの $40.4\text{N}/\text{m}^2$ より大きく、十分な実用性を備えている。 $R_{\text{max}}$ はBの方が大きいものの密着力は逆となった。密着力の最大値と最小値の差を調べると、Bでは、最大値 $50.0\text{N}/\text{m}^2$ 、最小値 $29.7\text{N}/\text{m}^2$ で、その差は約 $20\text{N}/\text{m}^2$ であった。

これに対し、本研究の実施例であるCでは、最大値 $52.7\text{N}/\text{m}^2$ 、最小値 $42.7\text{N}/\text{m}^2$ でその差は約 $10\text{N}/\text{m}^2$ とBの1/2であった。

従来のアンカー処理は凹凸が大小バラバラでその差が大きい。そのため溶射膜と母材の境界面から溶射膜表面方向の引っ張り応力も、非常に強い部分と、非常に弱い部分とができる。一点弱いところがあると、その弱い部分だけが剥がれるのではなく、比較的弱い引っ張り応力でも全体に剥がれて行く傾向がある。溶射膜は横の結合力も比較的強いので、この様な現象が起きると考えられる。

本研究の実施例の場合は、粗度は小さいが単位面積当たりの凹凸の密度が上がるため、接触面積が多くなり、粗度が平準化されている。その結果、前述と同じ方向の引っ張り応力が比較的均等に分散される。その結果、非常に弱い部分がないために、 $R_{\text{max}}$ が小さいにも拘わらず全体的にBより強い密着力を得ることができたものと考えられる。

又、Bのように $R_{\text{max}}$ を大きくすると、セラミック母材に必ず欠けや、大きなえぐれができる。経験値から $R_{\text{max}}35\sim 40\mu\text{m}$ を越えるとその確率は高くなる。しかし、それ以下であれば多少の例外はあるが先端や角の欠けは非常に少なくなる。更に低く $R_{\text{max}}$ が $20\mu\text{m}$ 未満になるとアン

カーの意味を持たない。つまりCの本研究の実施例は、極めて欠けの発生しにくい値であり、且つアンカーとしての機能を十分に発揮していることがわかる。

また、 $Ra$ は、 $2.0\sim 4.0\mu\text{m}$ の間であれば最適と考える。 $2.0\mu\text{m}$ 未満では粗度が小さすぎて密着力を上げられない。ただし、エア圧や砥粒の実際上の制限から $4.0\mu\text{m}$ 程度が限界であり、かつ、十分と考えられる。

表1のDは、Aの一般的サンドブラストによるアンカー処理と、全く同じ条件でチタンの母材にサンドブラスト処理をした例である。図9(D)はサンドブラスト処理後の断面図である。 $Ra$ は $4.5\mu\text{m}$ 、 $R_{\text{max}}$ は $47.8\mu\text{m}$ で $P_c$ は14個で、密着力は $59.8\text{N}/\text{m}^2$ であった。

セラミック母材1では、Aに示すように $Ra$ 、 $R_{\text{max}}$ 、 $P_c$ 共にDのチタンより小さく、そのため、密着力もチタンの $59.8\text{N}/\text{m}^2$ に対し、セラミックの $8.15\text{N}/\text{m}^2$ と極端に小さい。チタン母材6では、大きな粗度の表面6aを得ることができ、セラミックとチタンとの違いを明瞭に表している。

チタンの密着力 $59.8\text{N}/\text{m}^2$ は、試験機で使用する接着剤の密着力と同じぐらいである。この程度あれば、治具上に落下付着した成膜材のパーティクルが、剥離脱落することを防止するのに十分な密着力となる。これに対し、Cの本研究の実施例は、密着力は若干劣るものの実用的には十分な強さを有するものである。

表1のCに示す金属の溶射膜を有するセラミック母材を、CVD、PVD等の製造装置のチャンバー内の治具として使用した場合、パーティクルの出現状況は20個以下が80%以上という結果を得た。Bに示す金属の溶射膜を有するセラミック母材の場合、50%以下であることと比較すると、大幅な改良となっていることが分かる。

また、セラミック母材を損傷することがないので、母材の再生使用回数を増加させることができ、繰り返し使用することで、大幅なコスト低減を可能にした。なお、上記の実施例では、溶射する金属としてアルミニウムを例示したが、銅やその他の金属を使用した場合も同様である。

また、第一の溶射膜と第二の溶射膜とを共にアルミニウムにしたが、これもアルミニウムと銅など、異なる金属としても同様の結果が得られる。金属同士であれば、第一の溶射膜と第二の溶射膜との密着力は十分な大きさを確保することができる。

## 5.まとめ

第一の溶射膜が、プラズマ溶射法による金属溶射であり、第二の溶射膜がローカイド・スプレー溶射法による金属溶射である構成としたとき、セラミック母材に密着力の強い金属の溶射膜を形成することができる。

この金属の溶射膜を有するセラミック母材を半導体製造装置のチャンバー内の治具として使用した場合、CVD、PVD等の製造装置のプロセスにおける熱ストレスや重量ストレスに由来より耐えることができ、しかも、パーティクルの飛散のより少ない、治具を得ることができた。パーティクルの飛散が少ないので、装置の稼働時間を従来より延ばすことができ、装置のトータル的なメンテナンスコストを低減させることが出来る。

最先端の半導体製造ラインの、CVDやPVD工程における今後の重要ポイントの一つはセラミック治具の導入方法である。

しかし、従来は十分に実用に耐えるセラミック治具が存在しなかった。本研究は、その可能性を実現させるものであり、この点に本研究の価値があるものと考ええる。

## 6. 文献

- [1] H.Matsubara and N.Shibata,"HYOMEN GIJUTSU vol45"p2-3,The surface Finishing Society of Japan,№4,(1994)
- [2] 菊池正典,「半導体のすべて」 p 114,日本実業出版社,10(2000)
- [3] 仁平宣弘,三尾淳,「はじめての表面処理技術」 p12,工業調査会,1(2001)
- [4] 日本真空,「真空ハンドブック」 p340,オーム社,1(1992)
- [5] 平塚勝朗,「プラスト知恵の実」 p10,ニッチュ
- [6] 工業調査会編集部,「最新 ファインセラミック技術」 p22,工業調査会,2(1984)
- [7] 日本溶射協会「溶射技術ハンドブック」 p25,新技術開発センター,(1998)
- [8] Mitsumasa Sasaki,"HYOMEN GIJUTSU vol51"p41-42,The surface Finishing Society of Japan,№2,(2000)
- [9] 【特許文献 1】特開平 11-45818 号(段落 0021,0022,図 1)
- [10] 【特許文献 2】特開 2000-103690 号(段落 0005,図 1)
- [11] Yochio Harada,"HYOMEN GIJUTSU vol49"p32-33,The surface Finishing Society of Japan,№6,(1998)