

# セラミック静電チャックに関する高精度加工プロセスとその基本特性

## Highly accurate processing and its basic characteristic of ceramic electro-static chuck

服部 博<sup>1\*</sup>、土肥 俊郎<sup>2</sup>、木下 将毅<sup>2</sup>、玉川 晃樹<sup>1</sup>、加藤 邦彦<sup>1</sup>  
Hiroshi Hattori<sup>1</sup>, Toshiroh Doy<sup>2</sup>, Masaki Kinoshita<sup>2</sup>, Koki Tamagawa<sup>1</sup>, Kunihiro Katoh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>株式会社富士通東北エレクトロニクス

Fujitsu Tohoku Electronics Ltd.

<sup>2</sup>埼玉大学 教育学部

Faculty of Education, Saitama University

### Abstract

This paper proposes the method of processing the surface of the electro-static chuck in a high accuracy. The electro-static chuck is applied as a device for the adsorption of wafers. To keep the homogeneity of temperature distribution, the surface should have a stable flatness. The uniform spreading of an adhesive was examined by using a spin-coater. As the results, the spin-coater uniformly spreads the adhesive, and the flatness on the surface of the electro-static chuck has improved from 811 m to 441 m. Additionally, an inert gas should uniformly flow to all aspects of the wafer to optimize the temperature of the wafer. Authors proposed to install a minute ruggedness on the surface of electro-static chuck to form the stable gas route by lapping.

**Key Words:** Electro-static chuck, Spin-coater, Lapping, Surface roughness, Alumina ceramics,

### 1. 緒言

セラミック静電チャックは、プラズマエッチング装置、プラズマ CVD 装置等におけるウェハの吸着固定用デバイスとして採用されているが、近年のウェハ大口径化やデバイスの微細化に伴い、チャック表面の温度分布について更なる均一性が要求されている。表面温度の分布が均一であるためには、ウェハを吸着固定するチャック表面が安定した平面度を保っていなければならない。また、表面粗さも均一

であることが必要である。しかし、セラミック DISK とベース DISK を接着している接着層はスクリーン印刷によって塗布・形成されるため、接着剤の塗布量にはばらつきがあり、チャック表面の平面度を不安定にする要因となっている。

そこで、本研究では、セラミック DISK の接着工程における新しい塗布方式として、レジストの塗布技術で一般的なスピナーに替えて、接着剤を遠心力により均一に塗布<sup>1)</sup>することで、接着層のばらつきを安定させることを試みる。

また、一般に、加工中のウェハ温度を最適化するため、チャック-ウェハ間に He などの不活性ガスを流してウェハ全面を冷却させるが、この際、ガスを

\* 〒965-8577 福島県会津若松市門田町工業団地 4 番地  
電話：0242-29-5992 FAX：0242-29-5988  
Email：j-hirosi@fte.ed.fujitsu.co.jp

ウェハ全面に均一に流動させる必要がある。現在、ガスの流路として、チャック表面にスリット加工を施す等の工夫がなされているが、更に安定した流動性を実現させるため、チャック表面に微細な凹凸を設けることを検討する。具体的には、チャック表面を所定の表面粗さになるまで粗くすることで、一定の微細な凹凸を設け、安定したガスの流路を形成することを試みる。セラミック表面の形状加工には、ラップ盤と研磨液によるラッピング（粗研磨）の他、化学液（KOH）によるエッチングを適用し、所定の均一な表面粗さ・表面形状をコントロールすべく実験的な検討を行う。

## 2. 実験方法

### 2-1. スピンコーターによる接着剤塗布

静電チャックのセラミック DISK 接着工程において、現状のスクリーンマスクに代わる新しい塗布方法として、レジストの塗布技術で一般的なスピンコーターに着目した。図1に、従来のスクリーンマスクを使用した接着剤の塗布方法と、考案したスピンコーターによる塗布方法の模式図を示す。

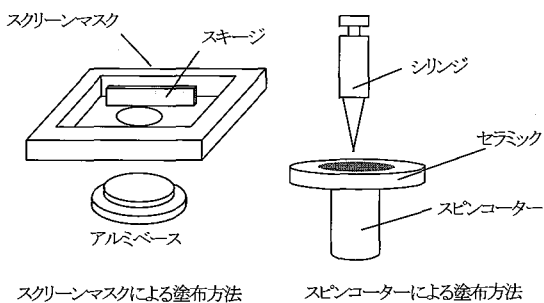


図1. 従来の接着剤塗布と考案した塗布方法の模式図

スピンコーターを用いた接着剤の塗布において適用した実験条件を表1に示す。セラミック DISK はスピンコーターの回転軸中心に真空吸着することで固定した。接着層は、スピンコーターによって一定速度で回転するセラミック DISK 上に、接着剤を添加することで形成した。

表1. 実験条件

試料	8inch セラミック DISK (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 92%)
接着剤	シリコンゲール・ニ液混合熱硬化型 粘度：3.0Pa・s (硬化前粘度)
スピンコーター	SC-300 (押鐘社製)
回転数	1000rpm/min
回転時間	19s
接着剤供給量	5ml (約 10.5g)

また、スピンコーターによって形成された接着層を評価するため、比較としてスクリーンマスクによる接着剤の塗布実験を行った。表2に実験条件を示す。スクリーンマスクを使った接着剤塗布は、アルミベースにスクリーンマスクをのせ、スクリーンマスクに接着剤をたらし、スキージを用いて接着剤を伸ばした。

形成された接着層のばらつきは、それぞれの接着剤の重量ばらつきから評価した。接着剤の重量ばらつきは、塗布後の接着剤の総重量から塗布前の重量を引くことで求めた。

表2. 実験条件

試料	8inch アルミベース
接着剤	シリコンゲール・ニ液混合熱硬化型 粘度：3.0Pa・s (硬化前粘度)
スクリーンマスク	メッシュ：#80、織厚：125μm、 線径：71μm、オープニング：246、 空間率：60%、エマルジョン厚：20μm

さらに、塗布方法によるセラミック平坦度の差を見るために、製品同様、セラミック DISK とアルミベースを接着し、接着剤を加熱硬化した。平面度測定は、常温において接触式3次元測定機を使用した。接着剤塗布量は、スピンコーター評価で接着剤を塗布したサンプルをそのまま使用し、サンプル形状の差による影響を考慮し、スピンコーターで接着した3組のセラミック DISK とアルミベースを剥離し、同じ組み合わせでスクリーンマスク塗布を行った。

### 2-2. セラミック表面加工

チャック表面を所定の表面粗さになるまで粗くすることで、一定の微細な凹凸を設け、安定したガスの流路を形成することを試みる。

#### (1) ラッピングによる表面加工

ラップ加工は、研磨液中のラップ材の粒度（粒子径）、加工時間、加工圧力について、所定の表面形状をコントロールすることを目的とし、表面粗さ Ra0.8 (nm) の条件を求めた。適用した実験条件を表 3 に示す。

表 3. 実験条件

試料	8inch セラミック DISK (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 92%)
ラップ材	材質: SiC 粒度: #320(57 μm)、#800(20 μm)、 #1000(16 μm)
加工液	純水
加工圧力	5.9kPa, 12.35kPa
加工時間	30s, 60s, 600s
接着剤供給量	5ml (約 10.5g)

### (2) エッチングによる表面加工

化学エッチングによってセラミックの表面加工が可能かどうか検討した。エッチング液として KOH を適用し、濃度及び温度、時間の条件で表面粗さに変化が現れるかを調べた。表 4 に適用した実験条件を示す。

表 4. 実験条件

試料	8inch セラミック DISK (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 92%)
KOH 濃度	30w%, 50w%
温度	20°C, 80°C, 150°C
時間	120min

## 3. 実験結果と考察

### 3-1. スピンコーター評価

スピンコーター及びスクリーンマスク塗布方法による塗布重量の比較結果を表 5 に示す。

表 5. 塗布方法による塗布重量比較結果

	①	②	③	Ave	Max-Min
スピンコーター	3.3	3.4	3.4	3.4	0.1
スクリーンマスク	8.2	8.3	5.3	7.3	3.0

スピンコーターによる接着剤の塗布重量は、スクリーンマスクによる塗布と比較し、ばらつきは 1/30 と安定性に優れていることが確認された。

図 2 に塗布方法による平坦度の実験結果を示す。

スピンコーターにより接着剤を塗布することで、セラミック表面の平坦度が向上した。

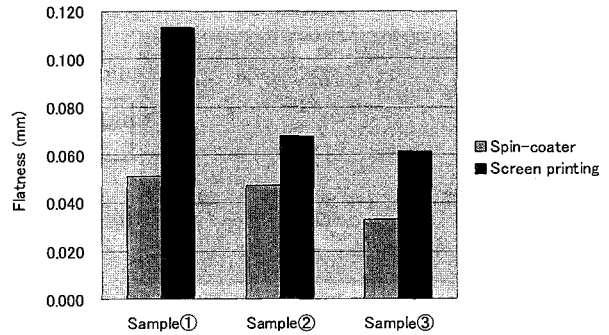


図 2. 塗布方法によるセラミック表面の平坦度の比較

以上の実験結果より、接着剤の塗布を薄く均一にすることで、セラミック DISK の平坦度を向上させることが明らかになった。また、接着層が平坦度に影響を与えていることを確認し、セラミック DISK の接着工程において、スピンコーターを用いることの有効性を明らかにした。

### 3-2. セラミック表面加工

#### (1) ラッピングによる表面加工

粒度と加工表面の粗さの関係を図 3 に示す。GC#320 で Ra0.8 μm を得、粒度を変化させることによって、表面の性状を制御できる可能性を確認した。GC#1000 では表面粗さに 0.42 μm ものばらつきがあったが、自転を強制したものは 0.05 μm であった。粗さのばらつきを小さくするためには、加工時の回転運動を一定に保つ必要があると考えられる。

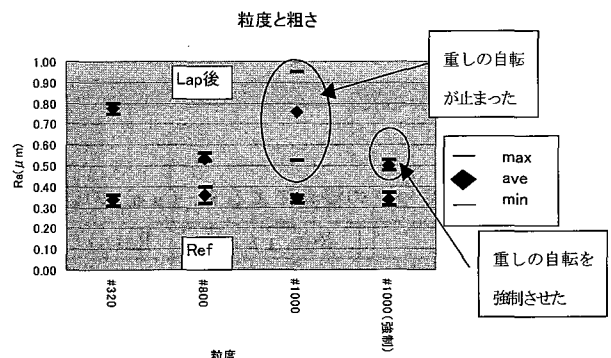


図 3. 粒度と加工表面の粗さ

加工時間について検討した結果、ばらつきは 60s のときは  $0.06 \mu\text{m}$ 、600s で  $0.05 \mu\text{m}$  であった (図 4)。

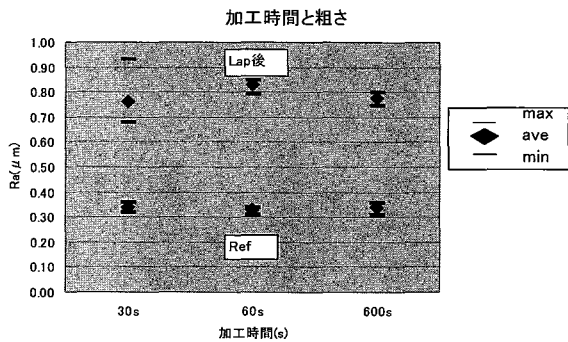


図 4. 加工時間と加工表面の粗さ

加工圧力について検討した結果を図 5 に示す。

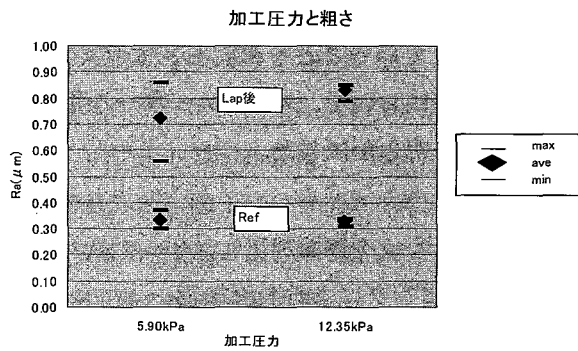


図 5. 加工圧力と加工表面の粗さ

5.90kPa でのばらつきは  $0.3 \mu\text{m}$  であり、12.35kPa のばらつきよりも大きくなった。

(2) エッチングによる表面加工

KOHによる浸食作用を検討した結果を表 6 に示す。高濃度の領域においても、表面粗さ Ra には殆ど変化が見られず、エッチングによる表面加工は困難であることが分かった。

表 6. セラミックの浸食による Ra ( $\mu\text{m}$ ) の結果

	Ref. ( $\mu\text{m}$ )	Result ( $\mu\text{m}$ )
KOH30wt% (20°C)	0.36	0.30
KOH30wt% (80°C)	0.39	0.39
KOH50wt% (150°C)	0.37	0.42

4. 結言

セラミック静電チャックの開発研究の一環として、その高性能化に最も影響を与えられとされるセラミック DISK の接着ならびにガス流路確保の二点に着目して、新しい加工プロセスを検討した。

- (1) スピンコーターを使用した塗布方法によって、セラミックの平坦度が  $81 \mu\text{m}$  から  $44 \mu\text{m}$  に向上した。
- (2) Ra $0.8 \mu\text{m}$  にするラップ加工条件を見出し、表面性状を制御する可能性を得た。
- (3) KOH を使ったエッチング実験を行ったが、セラミックスが化学的に安定していることもあって、表面を粗くすることは困難であった。

以上、考案したスピンコーターによる接着剤塗布によってチャック表面形状を高精度に制御できることを明らかにした。また、安定したガス流路を形成するためのラッピングが有効であることを示し、セラミック静電チャックの高性能化を実現する新しい加工プロセスの可能性を見出した。

参考文献

[1] Ttoshiroh Karaki-Doy, Toshio Kasai: "High-Precision Processing System for Thinning of Glass Substrates with Interference Filter Films and Its Characteristics", Sensors and Materials, Vol.6, No.5(1994)251-260