

# スプレーコータのMEMS製造における役割とコーティング用途への可能性

ウシオ電機株式会社 システムカンパニー  
川北 正人

## 1. はじめに

MEMS(Micro Electro Mechanical System)とは、多様な要素を集積化し高度な働きをするマイクロシステムである。特徴としては、小型(高感度、高速応答、低消費、高空間分解能)集積化(低コスト、アレイ構造)が挙げられ、その応用例として、加速度センサ、ジャイロセンサ、インクジェットプリンターヘッド、DMD(Digital Mirror Device)等がある。さらに今日では、自動車、携帯機器、バイオ医療関係等さまざまな分野での応用が期待されており、2005年現在、その市場規模は、5~6000億円とされ、今後、年率15%程度の伸びが予測されている。

半導体のフォト・ファブリケーションをはじめとするさまざまな技術が応用されているのがMEMS製造であるが、立体構造(3D)へのパターン形成技術など、従来にはない、MEMS独特の要素技術も必要とされ、その発展が期待されている。

ウシオ電機では、3Dパターン形成技術の要素である焦点深度が深い「投影露光装置」と立体構造へレジスト塗布を可能とした「スプレーコータ」を開発し、手動機から全自動機まで、ニーズに併せたラインナップを描いているが、今回はレジスト塗布を目的とした「スプレーコータ」を紹介する。

## 2. MEMS製造のプロセスと現状の課題

MEMS製造の基礎技術の一つが「パターニング技術」である。半導体プロセスと同様の平坦面へのパターニングには、「スピコータ(ワーク回転による塗布)」によるレジスト・コーティングが一般に使用されている。しかし、スピコータでは、塗布方式上、立体構造基板またはコーティング表面に凹凸構造がある場合、その基板構造に沿ったコーティングが困難だ。

その立体構造への塗布を可能としたのが「スプレーコータ」である。MEMS製造には、多種多様なデバイスに応じて約20種類の液体レジストが使われているため、多様な液体レジストに対応するスプレーコータは、MEMSの必需品と言えよう。しかし、従来のスプレーコータにも技術的課題(後述)は残存し、本格的な普及に至っていない。

## 3. ウシオ製スプレーコータの特長と装置の紹介

### 3-1. スプレーコータ開発の背景

ウシオ電機は、東北大学工学部羽根・佐々木研究室との共同研究により2004年に「スプレーコータ」を開発した。従来、ウシオ電機では、段差基板への露光装置として「投影露光装置」を製造・販売しているが、その前工程となる「段差基板へのレジスト膜形成が難しい」とのユーザーからの要望を受け、共同開発に至った。

同研究室では、主に光MEMSの研究をしており、そのプロセスとしてレジスト塗布(段差部における薄膜形成)を重要技術として位置付けている。

### 3-2. 既存スプレーコータの技術課題とその解決への取り組み

従来のスプレーを使用したレジスト塗布では、「立体構造で凸部でのレジスト切れ(図1)」や、特に「段

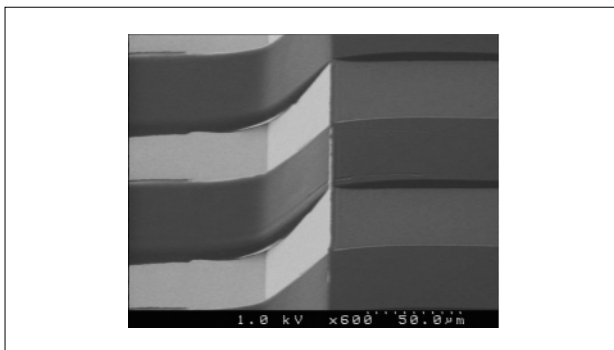


図1. 従来のレジストコータ

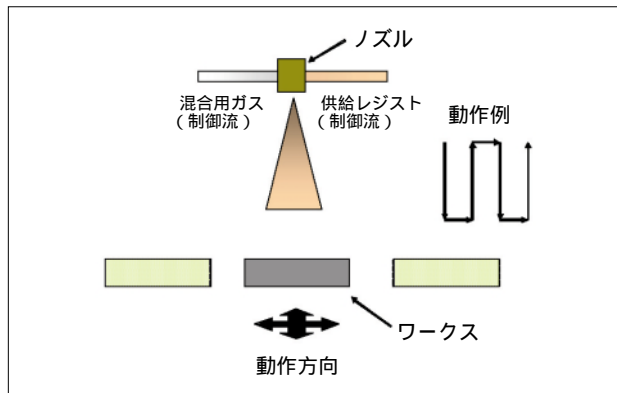


図2. 塗布概要

差基板のボトム部でピンホール欠陥の発生、さらに「最適塗布条件が再現出来ないなど」の課題があった。これは、スプレーが、僅かな条件の揺らぎや変化に対して不安定であり、またその傾向を明確に掴み、コントロールすることができないから、と考えている。さらに、レジスト塗布結果に大きな影響を及ぼす乾燥条件は、流体条件により変化してしまうため、両者を複合して捉えないと、欠陥を生む原因となる。

今回開発した装置では、気液混合流体(窒素ガス、液体レジスト)の流体条件を制御することで、スプレーの安定性を向上させ、かつレジストの乾燥条件も過熱温度を最適化し、これらの問題を解決した。塗布の概要を図2に示す。実際のコーティング結果を図3に、SEM(走査電子顕微鏡)写真を図4に示す。(ターゲット膜厚 $3\mu$ に対し、平均 $2.87\mu$ の膜厚が得られている。使用レジスト東京応化工業製OMR83, ネガレジスト)

レジストの違いによる塗布結果をSEM(走査電子顕微鏡)写真を図5に示す。(使用レジスト: AZエレクト

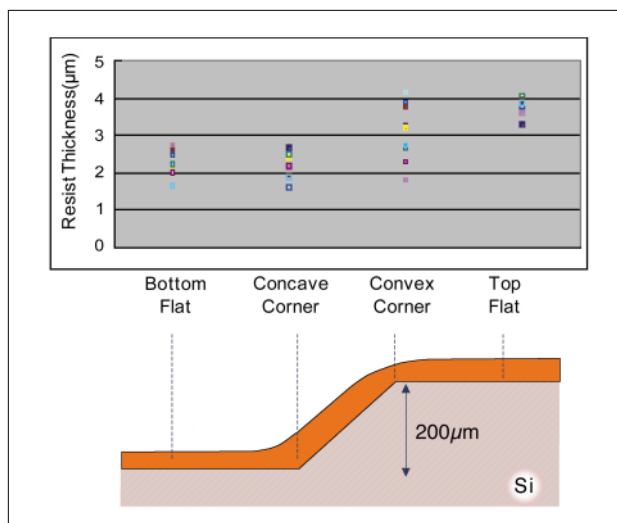


図3. 実際のコーティングデータ

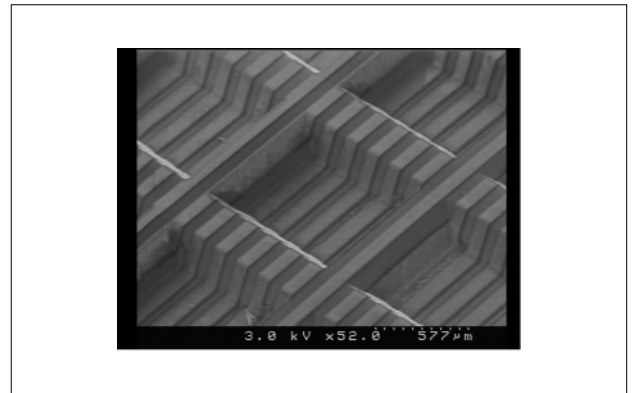
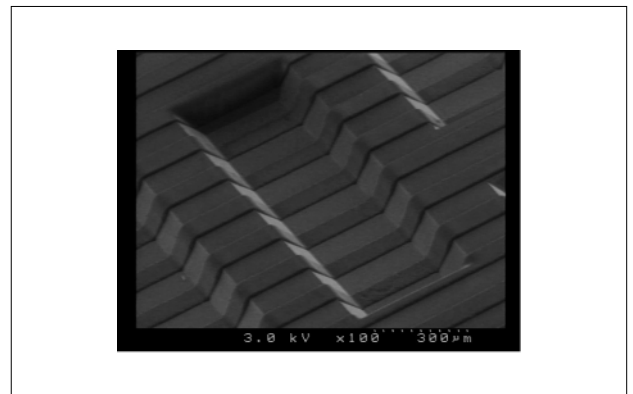


図4. SEM写真(使用レジスト: 東京応化工業製OMR83)

図5. SEM写真  
(使用レジスト: AZエレクトロニックマテリアルズ製AZ-5218E)

ロニックマテリアルズ製AZ-5218E, ポジレジスト)

以上の結果より、立体構造へのレジストコーティングにおいて、最も困難とされる凸部においてレジスト切れがなく、ピンホール欠陥が無い塗布の達成できていることがわかる。

### 3-3. 装置の特長

従来のレジスト塗布方式(スピン塗布、スプレー塗布)では困難とされていた立体構造の凸部においてのレジスト膜切れがない。

従来のスプレーコートでは、段差基板のボトム部にピンホール欠陥が発生していた。これを解決したピンホールレス塗布が可能。

省スペースに設置可能なコンパクト設計

CPUコントロール、マスフローコントロール採用により、塗布の再現性に優れている。

自動搬送にも対応する豊富なバージョンが選択可能。

最大8インチ(200mm)サイズの基板に対応可能  
スプレーの本来持っている揺らぎや変化に対応すべく、スプレーノズルは固定。ステージスキャン方式を採用



図6：マニュアル式スプレーコータ外観写真

### 3-4. 装置の主な仕様及び外観：

図6にマニュアルタイプ(4インチ対応)の装置の外観を示す。

対象ワーク：4インチウェーハ(6インチ、8インチがオプション設定)

ウェーハステージ：20～120 温度制御プレート、真空吸着固定

ステージ駆動：x, y, z方向駆動

レジスト供給方式：2流体混合方式、マスフローコントローラにてレジスト供給量を制御。レジスト供給はシリンジ或いは加圧タンク方式(選択)

タッチパネル上より各種設定可能、イーザーオペレーションの実現

レジスト1系統標準(2系統オプション)

装置寸法：800mm(W)×1100mm(D)×1700mm(H)

ユーティリティ

- ・電源：AC200V ± 20v
- ・真空：-80Kpa
- ・窒素ガス：0.5Mpa, 50L/min
- ・排気：2～3m<sup>3</sup>/min

### 4. 今後の課題とコーティング用途への可能性

今後、MEMSがさらに発展し、産業化へと促進されてくると、塗布性能向上の課題のみならずスループット(タクト)の向上、省レジスト、選択塗布、システム化(複合機化)といった機能面での課題が浮上してくる。

さらに、最近では、レジスト以外の液体の塗布、シリコンウェーハ以外の基板への塗布、また凹凸がない大面積基板への塗布、リールトゥリール搬送での塗布といった、当初想定していなかったMEMS分野以外のユーザーからの要望が出てきており、その比率も上がってきている。

そのニーズをしっかりと見極め、スプレーコータをMEMS分野のみならず、多分野で活用出来る「薄膜作成装置」として可能性を追求していきたいと考えている。

以上