

マイクロ金属構造体形成に関する研究

UV-LIGAプロセスにおけるレジスト厚さの制御と面内均一性について

北 垣 寛^{*1}
宮 内 宏 哉^{*2}
松 田 実^{*3}
廣 田 敦 司^{*4}
北 田 良 二^{*4}

【要 旨】

シリコンウエハ基板上に厚膜レジストをスピコートで形成する場合、その回転数とレジスト厚さの関係及び面内均一性について検討したところ、レジストの厚膜が20 μ mから60 μ mで、基板中央部60%の面積の範囲内で、中央部厚さの5%以内の平坦さに形成できることがわかった。

1 緒 言

マイクロマシン：MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）技術の一つであるLIGAプロセスは、超微細な3次元部品を成形できる方法として着目されている。LIGAプロセスにはシンクロトロン放射光施設等の強力なX線発生装置が必要であるが、近年優れた紫外光（UV）反応性高分子の開発により、X線の代替としてUV光を用いるUV-LIGAプロセスが、LIGAプロセスに準じた加工精度が達成されるようになり応用が期待されている。そこで当センターにおいてもUV-LIGAプロセスの各種応用について検討をはじめた。

本報では、一連のUV-LIGAプロセスのうち母型形成プロセスであるスピコートによる厚膜レ

ジスト形成に関して、スピコートの回転数の変化により15 μ mから80 μ m厚さのレジストを形成し、その面内における厚さ分布の均一性について検討したので報告する。

2 実験方法

厚膜レジストは、THB151N（JSR社製）を用いた。厚膜レジストを4インチシリコンウエハ上中心部に滴下し、スピコート（ミカサ社製：1H-D7）で膜状に成形した。スピコートによるレジスト加工条件は表1のとおりである。なお、主回転を開始する前に滴下したレジスト厚さをある程度の面積まで広げるために予備回転を、さらに主回転後、形成されたレジスト層のうねりの発生を抑制するために、主回転数から徐々に回転数を下げて停止させた。また、レジスト温度は27

表1 スピコートによるレジスト加工条件

工 程	予備回転	主回転	停 止
回転数（rpm）	300	800～3000	徐々に停止
時 間（秒）	10	20	2

*1 研究開発課 技 師

*2 技術支援課 技 師

*3 研究開発課 主任研究員

（現在 企画総務課 企画調査係長）

*4 TOWA株式会社

で一定とした。各回転数条件で形成した厚膜レジストをマスクアライナ（ミカサ社製：MA-20）で露光後、現像処理を行うことにより、中央部から外周部の方向に5mm間隔でレジストによるライン・アンド・スペースを加工し、その高低差つまり、形成された厚膜レジストの厚さを、接触式の表面粗さ計（テラホブソン社製 ホームタリサーフS6）で計測した。使用した評価用パターン図及び評価位置を図1に示す。

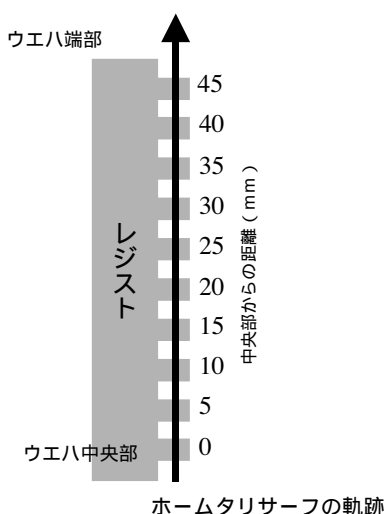


図1 レジスト評価用パターン及び評価位置図

3 実験結果及び考察

3.1 回転数とレジスト厚さの関係

図2にスピコータ回転数を変化させた場合、それぞれ形成された基板中央部レジスト厚さの測定結果を示す。一方、高分子レジストの場合、スピコータの回転数（ ω ）粘度（ η ）レジスト溶液の濃度（ C ，g/100mL）と膜厚（ t ）の関係は次式で得られる¹⁾。

$$t = K \cdot C \cdot \omega^{-1.26} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、レジスト材料（濃度）及び条件（粘度：レジスト温度を含む）が一定の場合、 $K \cdot C \cdot \omega^{-1.26}$ を定数Aに置き換えることができるので、(1)式は(2)式と表せる。

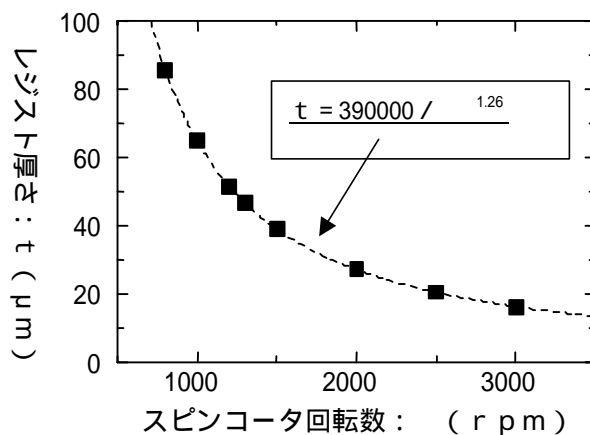


図2 スピコータ回転数とレジスト厚さの関係

$$t = A / \omega^{1.26} \dots\dots\dots (2)$$

測定データより A及び ω の近似値を求めると、レジスト厚さ（ t ）[μm]と、スピコータ回転数（ ω ）[rpm]の関係は次式に近似できる。

$$t = 390000 / \omega^{1.26} \dots\dots\dots (3)$$

(3)式による近似式を図2中に破線で示す。実測値に良く適合していることがわかる。

この結果、スピコータ回転数を制御することで、任意の厚さのレジストを形成できることがわかった。

3.2 レジスト厚さと面内均一性の関係

スピコータの各回転数と、中央部から外周部に5mm間隔毎のレジスト厚さを図3に示す。いずれの回転数でも、シリコンウエハ外周部（中央部からの距離45～50mmの範囲）は回転による遠心力と表面張力のため盛り上がりが生じたため、その部分は測定結果から省いた。回転数の一番遅い1800rpmでは、さらに内側（中央部からの距離40mm）までその影響を受けていることがわかる。図4に各回転数条件における中央部厚さを基準とした、各面内での最大厚さ及び最小厚さの割合を示す。中央部レジスト厚さ80 μm （回転数800rpm）では、外周部が著しく厚くなってしまっているものの、その他のレジスト厚さでは最大値で5%、

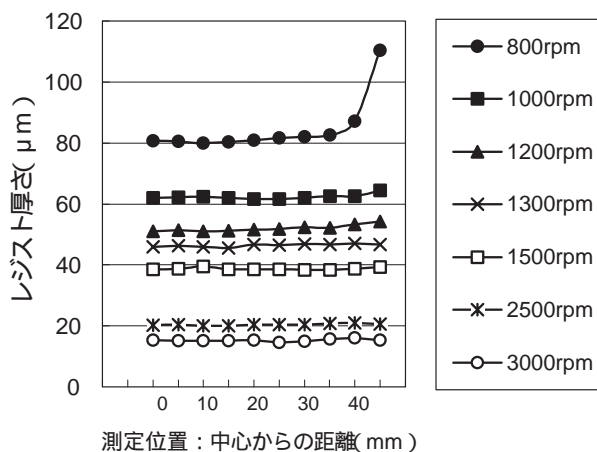


図3 スピンコート回転数とレジスト膜厚分布の関係

最小値で - 1 % の範囲内にコントロールできることがわかった。

これらの実験結果から、回転数1000rpmから2500rpm、つまり中央部レジスト厚さ20 μmから60 μmの範囲では、4 インチシリコンウエハ上に、中央部から距離40mmの範囲内(全面積の約64%)において、中央部の厚さを基準に最大5%以内の範囲に均一にレジストを形成できることがわかった。

4 まとめ

4 インチシリコンウエハ上へのスピンコートによる厚膜レジスト形成に関して、スピンコートの回転数とレジスト厚さと加工精度について、検討したところ次のことがわかった。

- ・厚膜レジストの厚さは近似式を用いたることにより、回転数の制御によって任意の厚さにコントロールできることがわかった。
- ・目標レジスト厚さ20 μmから60 μmの範囲では、面内のばらつきのを5%以内にできることがわかった。

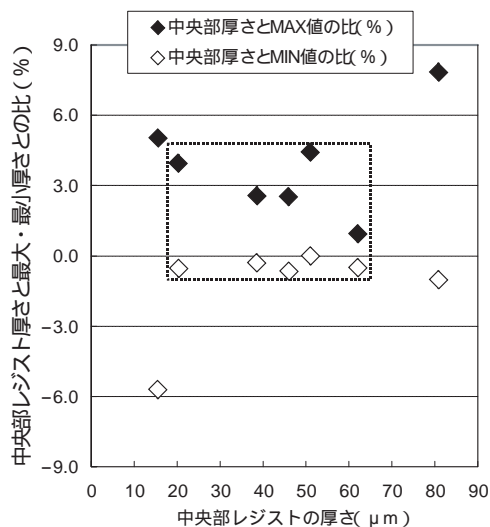


図4 中央部レジスト厚さと最大・最小厚さとの比
測定位置(中央~40mm)

参考文献

- 1) 難波進 編著 マイクロプロセスハンドブック P357 (1990)