

めっき雌型用レジストパターン形成の基礎検討

東京電機大院工¹⁾ 東京電機大工²⁾ ◦清水功太¹⁾, 西田悠人²⁾, 堀内敏行¹⁾²⁾

要旨

任意形状のマイクロコイルなどをめっきにより形成するため、膜厚 50 μm に塗布したネガ型レジスト SU-8 を用いて矩形断面パターンを形成する方法を検討した。約 1 μm 厚のポジ型レジストを用いて 10 μm ラインアンドスペース(L&S)に形成できる焦点位置では 50 μm L&S が全く解像しなかった。しかし、ウエハを投影レンズから離す方向に 2000 μm デフォーカスした結果、矩形断面の 50 μm L&S パターンを形成することができた。

1. 研究の背景・目的

近年、パソコンやスマートフォンの小型化により電子部品は小型・低背化が求められている。その要望に応えるために部品の製作に光リソグラフィが利用されている。その利用のされ方は多岐に渡り、マイクロ部品を製作するためのめっきの雌型にも利用されている。このめっき雌型には線幅が細く膜厚が厚くなるような、高いアスペクト比を持つレジストパターンが必要とされている。そこで、本研究では、ネガ型レジスト SU-8 を用いて、膜厚 50 μm で高アスペクト比の矩形断面パターンを持つめっき雌型用レジストパターン形成を目的とした。

2. 露光装置

図 1 に本研究で使用した露光装置を示す。光源には超高圧水銀ランプ(インフリッジ工業、UV-CURE120 中心波長: 365 nm)を使用した。投影レンズには最大開口数 NA=0.09 のマクロレンズ(シグマ 50mm F2.8 DG MACRO)を用いた。投影倍率は約 1.0、最大露光領域は 20mm 角である。また、装置全体の寸法は 300(W) \times 600(D) \times 900(H)である。¹⁾

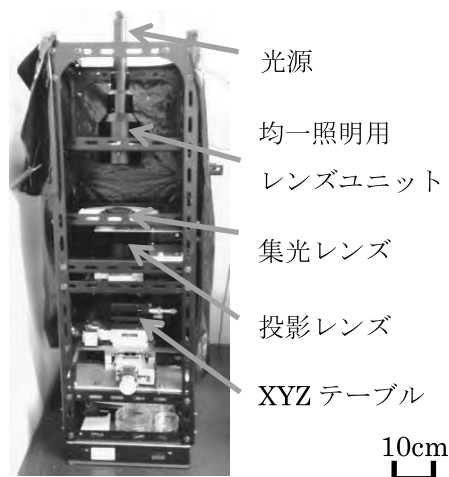
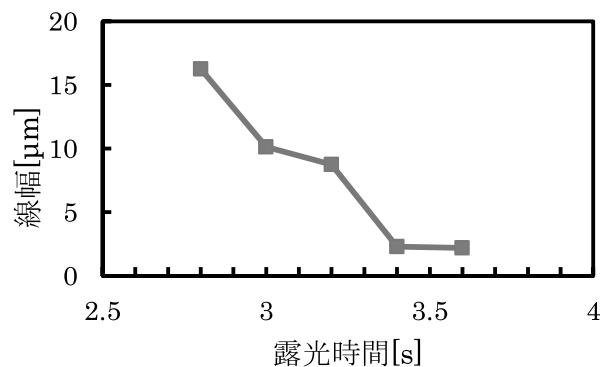


図 1 露光装置の外観

3. 薄膜レジストパターン形成実験

高アスペクト比のレジストパターンの形成が目的ではあるが、最初から高アスペクト比のパターンを形成することは難しい。そのため、初めに低アスペクト比のレジストパターンを形成し、その時の露光条件やパターンのでき方を参考に、高アスペクト比のレジストパターン形成を目指すこととした。

最初に露光装置のベストフォーカス点を見出すため、ポジ型レジストの OFPR-800(東京応化工業)をシリコンウエハ上に膜厚約 1 μm で塗布し、線幅 10 μm のラインアンドスペース(L&S)パターンを形成する実験を行った。そして、ウエハ上にパターンが最も鮮明に形成できたフォーカス位置をフォーカスの基準(フォーカス位置:0 μm)とした。焦点位置をそこに固定し、露光時間を変更してレジスト線幅の変化を測定した。その測定結果を図 2 に示す。露光時間が増加する毎に線幅が細くなり、露光時間 3 s がライン幅とスペース幅の比が 1:1 となる最適な露光条件となった。最適条件で形成した 10 μm L&S パターンの光学顕微鏡写真を図 3 に示す。

図 2 露光時間によるレジスト線幅の変化 (OFPR 膜厚 1 μm)

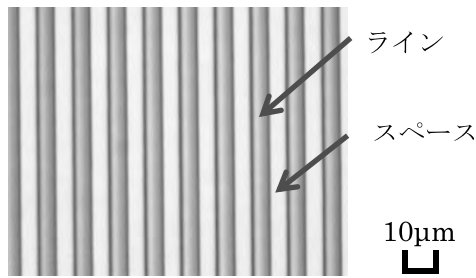


図3 10μmL&S パターン(光学顕微鏡写真)

4.めっき雌型用レジストパターン形成実験

線幅 50 μm の L&S を垂直側壁に形成する実験を行った。レジストをネガ型の SU-8 50(Micro Chem)に変え、膜厚 50 μm で塗布した。最初にフォーカス位置を前節で 1 μm 厚の OFPR-800 の 10μmL&S パターンを使用して求めたベストフォーカスの位置とし、露光時間を変化させて実験を行った。その結果、図 4 に示すようにレジストのスペース部が下まで抜けることが無く、L&S パターンを形成することができなかった。

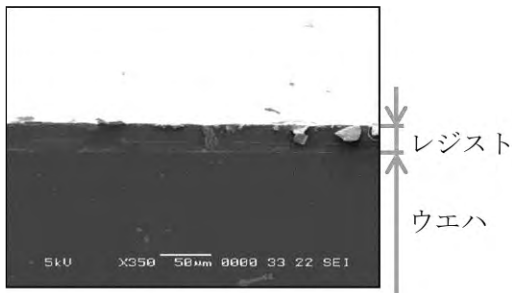


図4 薄膜レジストのベストフォーカスでのパターン形成

本研究で使用している露光機はウエハを Z 軸方向に動かして意図的に焦点位置をずらすことにより垂直側壁を持つレジストパターンを様々な膜厚のレジストに、任意に形成することができる。そこで、デフォーカスして露光し、L&S パターンができる条件を探した。その結果、+2000 μm 付近で垂直側壁を有する 50 μmL&S パターンを形成できた。+はウエハをレンズから遠ざける方向である。

次に焦点位置を+2000 μm に固定し、露光時間に対するレジスト線幅の変化を調べた。その結果を図 5 に示す。露光時間が増加する毎にわずかながら線幅が太くなり、露光時間 70 s でライン幅とスペース幅の比がほぼ 1:1 となった。そのときの 50 μmL&S パターンの走査型電子顕微鏡写真を図 6 に示す。パターン高さ 40 μm でほぼ垂直な側壁を持つパターンを形成でき、露光時間を調整すれば線幅を目標値に合わせられることも分かった。

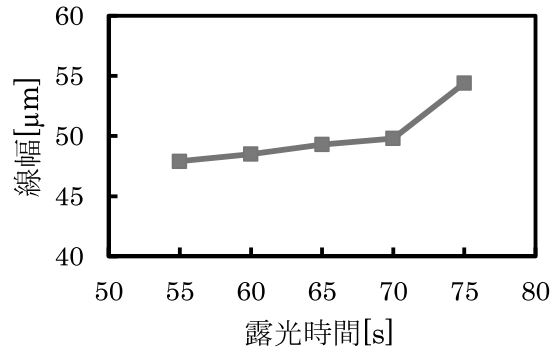


図5 露光時間によるレジスト線幅の変化 (SU-8 膜厚 50 μm)

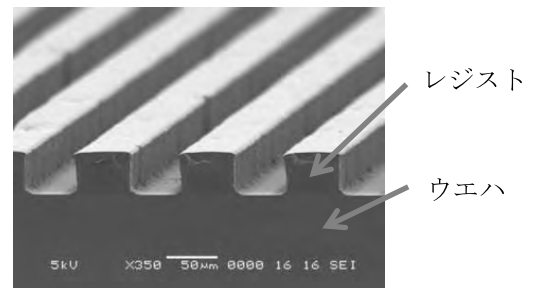


図6 デフォーカス露光で形成した 50μmL&S(走査電顕写真)

5. 結言

線幅 10 μm の L&S レチクルを使用し、膜厚 1 μm のレジスト OFPR-800 に L&S パターンを形成して薄膜レジストに対するベストフォーカス位置を調べた。その焦点位置で、膜厚 50 μm に塗布した SU-8 に 50 μmL&S パターンの形成を目指したが全く解像しなかった。しかし、+2000 μm デフォーカスすると高さ 40 μm の矩形断面 50 μmL&S パターンが形成できた。今後は、高アスペクト比のめっき雌型用レジストパターン形成のために更に細い線幅の矩形断面パターンの形成を目指す。

本研究の一部は東京電機大学総合研究所一般研究課題 Q15T-03 として行った。

参考文献

- 1) Y. Morizane, S. Uchino, Y. Watanabe, T. Horiuchi: Digest of Papers, Photomask Japan 2014 ,p. 42(2014)