研究ノート

樹脂基板上への無電解銅めっきマイクロパターンの作製

濱口裕昭*1、青井昌子*1、山口梨斉*1

Fabrication of Site-Selective Electroless Copper Plating on Plastic Substrate

Hiroaki HAMAGUCHI*1, Masako AOI*1 and Rise YAMAGUCHI*1

Industrial Research Center*1

樹脂基板への無電解銅めっきの選択析出について検討を行った。ポリエチレンテレフタレート（PET）を基板としてアミノプロピルトリメトキシシラン（APTMS）をコーティングした。その基板にフォトマスクを介して紫外線照射を行い表面電位の異なるパターンを作製した結果、表面に正の電荷を持つアミノ基領域にのみ金ナノ粒子が吸着した。その基板に無電解銅めっきを行うと金の吸着した部分に銅が選択的に析出した。また、APTMS コーティングを行わずにフォトマスクを介して紫外線照射を行った基板では表面に親水・疎水のパターンが形成され、その基板にパラジウム触媒を付与した後に無電解銅めっきを行ったところ、親水部にのみ選択的に銅の析出が認められた。

１．はじめに

微細配線を形成する手法は全面にある銅の不要な部分をエッチングプロセスにより除去するのが一般的であるが、工数が多く煩雑であり、エッチング工程で出る廃液の処理など環境負荷も高いなどの問題点がある。そこで、必要な部分にのみ銅めっきを選択的に析出させる技術の開発が望まれる。

これまでに筆者らはAPTMSにより作製した自己組織化単分子膜（SAM）上に金や銀のナノ粒子が吸着することを見出し、それらが銅の無電解めっきの触媒として良好に働くことを確認している [1]。また、APTMS をコーティングしたガラスやシリコンウェハにフォトマスクを介して紫外線照射することでシラノール基領域とアミノ基領域のパターンを作製し、それを基板として無電解銅めっきを行うことで、選択的に銅めっきできる技術を開発した [2]。

本研究ではフレキシブルな基板に対して銅めっきパターンを作製するために、樹脂を基板として研究を行った。PET を基板として用い、紫外線照射により表面の性質の異なる領域のパターンを作製し、無電解めっきの触媒となる金属を一方の領域にのみ付与する方法で、銅の選択析出について検討した。

２．実験方法

2.1 樹脂基板

樹脂基板として KOKUYO VF-1300 再生 OHP フィルム（PET-A）及びテイジンテトロン G2-125μm（PET-B）をエタノール、純水の順にそれぞれ 15 分超音波洗浄を行い、乾燥した後に使用した。

2.2 基板の表面処理

2.2.1 APTMS による異なる表面電位パターンの作製

洗浄した PET-B にシランカップリング剤と反応する -OH 基を導入するために低圧水銀ランプを用いて紫外線照射を行った。PET-A は表面親水化処理が行われた基板であり紫外線照射は行わずそのまま使用した。基板と APTMS 1ml をデシケータに入れデシケータ内を真空ポンプで減圧した後に 120℃で 2 hr 保持することで基板上に APTMS 膜を製膜した。APTMS を製膜した基板にフォトマスクを介して紫外線照射することでアミノ基領域とシラノール基領域のパターンを持つ基板を作製した。

2.2.2 紫外線照射による親水・疎水パターンの作製

洗浄した PET-B にフォトマスクを介して紫外線照射を行い表面に親水領域と疎水領域のパターンを持つ基板を作製した。

2.3 銅めっきパターンの作製

無電解めっき用の触媒として金またはパラジウムを 2.2 節で作製した基板に付与した。金の付与は塩化ナトリウム溶液中で金電極を対向させ、電極間にパルス電圧を印加する液中プラズマ法にて作製した金ナノ粒子分散液に基板を浸漬することで行った [1]。パラジウムは上村工業(株)製アルカップを用いた。銅の無電解めっきは上村工業(株)製スルカップ PEA-3 を用いて建浴し、浴温度を 33℃とした。

得られた銅めっきのパターンは走査型電子顕微鏡

*1 産業技術センター　化学材料室

（SEM）にて観察を行い、エネルギー分散型 X 線分光分析（EDS）により元素分析を行った。

３．実験結果及び考察

PET-B に紫外線照射を行ったときの処理時間と水接触角の関係を**図１**に示す。紫外線照射時間が 5 分までは接触角が低下していき表面が親水化している。その後は接触角に変化はなく 41° 付近で一定となった。以後の操作では紫外線照射の時間をすべて 15 分で固定して行った。また基板をマスクにて遮光した状態で紫外線照射を 15 分行った基板では初期状態から接触角の変化はなかった。

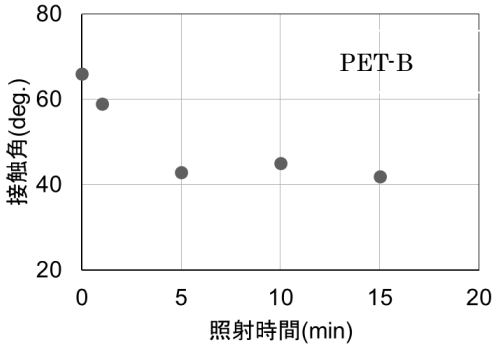

図１　紫外線照射時間と水接触角の関係

APTMS をコーティングした基板の水接触角は PET-A、PET-B ともに 73°程度となり、表面がアミノ基で覆われていることが示唆された。また APTMS でコーティングした基板に紫外線を照射したところ水接触角は 10° 以下となり、紫外線照射により基板表面がシラノール基で覆われたことが示唆された。

パターン作製のために使用したフォトマスクの光学顕微鏡像を**図２**に示す。フォトマスクはライン&スペースのテストパターンで、ポジとネガが交互に配置されている。

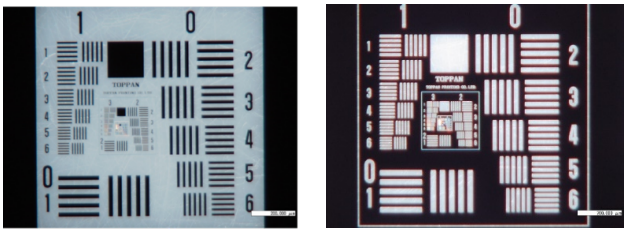

図２　使用したフォトマスク

フォトマスクを介して紫外線を照射することにより、APTMS でコーティングした基板では光照射部がシラノール基、未照射部はアミノ基のままとなり表面電位の異なる部位が露出したパターンが形成される。また洗浄のみを行った基板では、光照射部が親水部、未照射部が疎水部となる。

無電解めっき触媒となる金及びパラジウムは、APTMS をパターン化した基板ではアミノ基の部位に選択的に吸着した。親水・疎水パターンを作製した基板ではパラジウムは親水部に選択的に吸着したが、金ナノ粒子は親水部、疎水部のどちらにも吸着しなかった。無電解銅めっき浴に基板を浸漬すると、触媒金属が選択的に吸着された基板からは銅めっきのパターンが作製された。**図3**に PET-A に APTMS のパターンを作製したのちに、金ナノ粒子を吸着させ、無電解銅めっきを行った基板の SEM 像、及び PET-B に親水・疎水パターンを作製したのちにパラジウムを吸着させ無電解銅めっきを行った基板の SEM 像を示す。EDS 分析により白色部分が銅の析出した領域であることが確認され、フォトマスクに対応した銅めっきが基板に施されたことが確認できた。析出した銅の剥離強度について定量的な測定はしていないが強いものではなく、剥離強度を高める検討が必要である。

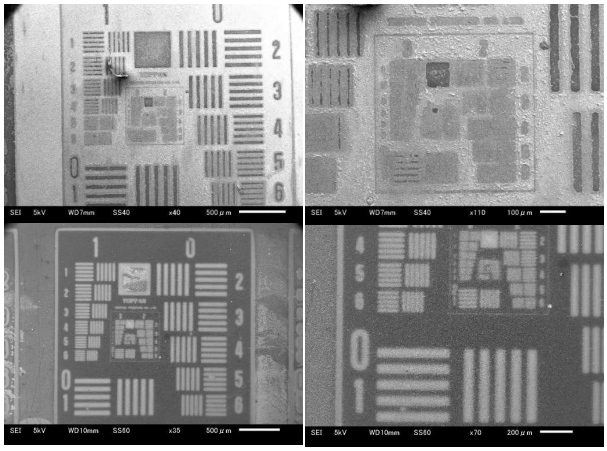

図３　得られた銅めっきパターンの SEM 像
上段：PET-A　下段：PET-B

４．結び

樹脂基板上に表面の電位や親水・疎水の性質の異なるパターンを作製し、そこに触媒金属を選択的に吸着させることでエッチングプロセスなしに無電解銅めっきのパターンを得た。本手法はエッチングプロセスに比べ廃液が少ない等のメリットを有し、低環境負荷な手法である。

文献

1）濱口裕昭，松本望，吉本昭二，行木啓記：あいち産業科学技術総合センター研究報告，**3**，30(2015)
2）濱口裕昭，松本望：あいち産業科学技術総合センター研究報告，**4**，38(2015)