

表面微細構造制御めっきモールド

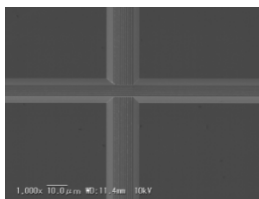
株式会社 MEPJ

御 田 護

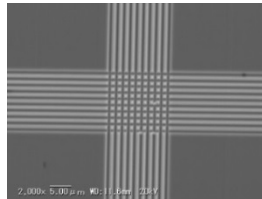
ナノ・マイクロインプリント用モールドは非常に高価であり、インプリント技術を応用した光学フィルムなどの製品化の障害となっている。また切削加工やレーザ加工は複雑形状の曲面への加工は不得意である。電気めっきや化学めっきにより、モールド表面にナノ・マイクロの微細加工が可能となれば、安価なモールドの製造が可能となる。このため、特殊なめっき添加剤などを用いた、表面微細構造制御めっき技術の開発に取り組んでいる。

1. 無電解ニッケルめっきクロスカット精密切削加工モールド

精密平面仕上げ加工した超鋼の土台に、厚付け無電解ニッケルめっきを行い、めっき膜に精密切削加工を行う方法。液晶表示パネル導光板用インプリント用モールドはこの方法で作られている。導光板用モールドには、一方向に整列した 400nm から 700nm ピッチの溝が形成されており、外観は干渉色からなる構造色を呈する。精密切削加工法を光学分野以外、例えばバイオ関係に展開するために、クロスカットモールド作製の可能性を検討している。下図にその例を示す。1200nm ピッチ以上でクロスカット矩形パターンの形成が可能である。



ピッチ 500nm×1000nm



ピッチ 1200nm×1200nm

図 1 精密切削加工法によるクロスカットモールドの例

(厚さ 100 μm の無電解ニッケルめっき上に頂角 45° のバイトで溝を形成)

2. 表面微細構造制御めっき技術

2. 1 表面微細構造制御法と原理

微細構造制御法によりめっき膜表面に微細孔を形成する手法には、主に下記の方法がある。

- 1) 共析離脱できるポリマーや無機微粒子をめっき液に添加する方法
- 2) ガス放電電位に維持してめっきする方法
- 3) 結晶構造制御添加剤をめっき液に添加する方法
- 4) めっき膜マイクロ溶解法

1) は共析離脱できるポリマーや無機微粒子をめっき液に微量添加し、これらめっき膜に共析させながら電気めっきする方法である。めっき後表面の微粒子は離脱して、めっき膜表面に微細孔を形成する。2) はポテンショスタットにより、陰極電位を水素ガス放電電位に維持しながら電気めっきを行う。維持する電位によって、微細孔の径や密度を制御できる。

3) は光沢剤などのめっき添加剤の濃度を調整して電気めっきを行うもので、比較的簡単にできるが、電流密度のバラツキの影響を受けやすい欠点がある。4) のめっき膜マイクロ溶解法は、欠陥の無いめっき膜を化学溶解により微細孔を形成する方法である。

2. 2 電気めっき法による表面微細構造制御膜

表面微細構造制御電気ニッケルめっき膜の表面と断面を図 2 に示す。

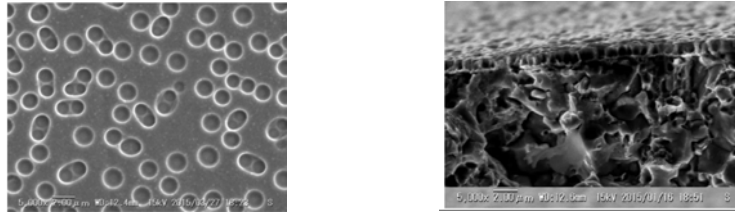


図2 表面微細構造制御めっきのSEM像/左;表面、右;断面(厚さ $1.0\mu\text{m}$ 電気ニッケルめっき膜)
めっき表面に、独立した直径 $1\text{--}2\mu\text{m}$ 程度の孔がランダムに分散している。断面は深さ $1\mu\text{m}$ 程度の直立した孔となっている。微細孔の底部をさらに拡大したSEM像を図3に示す。孔の底部には径 100nm 程度の円形の凸部が密集している。このめっき膜をインプリント用モールドとして用いた場合に想定されるレプリカ像モデルを図4に示す。図4に示すように、凸形状の表面にさらに微細な凹部を凸部頂点に形成することができる。

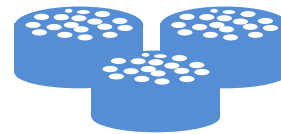
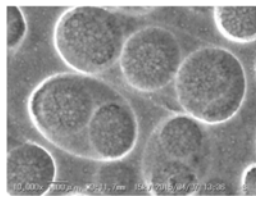


図3 表面微細構造制御めっき孔底部のSEM像 図4 図3のレプリカ像モデル

2. 3 ミクロ溶解法による表面構造制御めっき膜

図5にミクロ溶解法により無電解ニッケルめっき膜に微細孔を形成した例を示す。表面前面に径約 200nm の微細孔が形成されている。

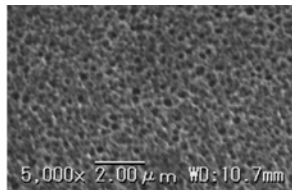


図5 ミクロ溶解法による無電解ニッケルめっき微細孔のSEM像

3. 離形性付与モールド

表面微細構造制御めっき表面に、インプリント樹脂の官能基と化学結合しにくい、貴金属、レアメタル、酸化金属などの極薄被膜を、めっきや気相成膜法で形成したモールドである。モールド表面に特殊な離形剤処理をすること無くインプリント樹脂の付着を防止でき、優れた離形性が得られる。また離形性が消失した場合には再生が可能である。インプリント樹脂に最も化学結合しにくい離形性薄膜をその都度インプリント実験により選定し、最適な離形性被膜を形成する。

4. 表面微細構造制御めっきの応用例

表面微細構造制御めっき技術を応用し中空ロールの全面に微細孔を形成した例を図6に示す。



図6 微細微細構造制御めっき SUS304 中空ロール(電気Niめっき $3\mu\text{m}$)

問い合わせ先 株式会社MEPJ URL/<http://www.mepj.jp/> 御田 護 (みたまもる)

Eメール; mmamoru@net1.jway.ne.jp 電話; 0294-33-0627 携帯 070-5463-1541