

ナノインプリント用金型を目的とした Ni-W めっき面の改善

安井 学、黒内 正仁、金子 智（電子技術部 電子材料グループ）

1. はじめに

撥水性を示す樹脂表面に 200nm 周期以下のナノ構造体を形成することにより、樹脂表面の濡れ性を上げて視認性を確保すること¹⁾や、純アルミニウム表面に形成した数百 nm の微細な穴を利用した小型波長フィルター²⁾、ガラス表面に形成したナノ構造体による反射光の映りこみの抑制³⁾などで、ナノ構造体が広く使われている。

ナノ構造体の形成技術として、インプリントが注目されている。樹脂を対象としたインプリントでは、樹脂のガラス転移温度より高い温度において、5MPa 程度で加圧する。そして、加熱温度が 200℃未満であれば、市販の Ni 電鍍金型を利用できる。しかし、純アルミニウムやガラスを対象としたインプリントでは 100MPa 以上の高压や 600℃前後の高温に耐えられる金型が求められる。

筆者らはガラス成形金型の離型層に使用されている Ni-W-Mo に組成が近い Ni-W めっき膜に着目し、純アルミニウム⁴⁾やジュラルミン⁵⁾、硼珪酸ガラス⁶⁾などを対象としたインプリント金型に Ni-W めっき膜を用いた Ni-W 電鍍金型が有効であることを示してきた。そして、転写パターンのサイズをマイクロサイズからナノサイズに小さくすることを目指している。

Ni-W 電鍍金型の作製方法として、原版となる Ni 電鍍金型上に析出させた Ni-W めっき膜を剥がして、Ni-W 電鍍金型とすることを考えている。ただし、内部応力の大きい Ni-W めっき膜は剥離が生じやすい欠点があり⁷⁾、Ni 電鍍金型に対する Ni-W 膜の密着力を高めて、Ni-W 膜の剥離を防止する必要がある。

そこで、本報告は、プラズマ照射により Ni 電鍍金型の表面を親水性に改質して、Ni-W 膜の剥がれを解消することを目的として、プラズマ照射時間に対する接触角の変化が Ni-W めっき膜の表面状態の指標となるか検討した。

2. 実験

プラズマ照射装置に SEDE-GE (Meiwafosis (株) 製) を用いた。放電方式はグロー放電である。ナノパターンを有する Ni 電鍍金型をチャンパーに入れた。2Pa まで真空引きを行った後、大気を導入してチャンパー内の圧力を調整した。チャンパー内の圧力と電流値は 8Pa と 3.5~4mA であった。プラズマ照射時間は、15、30、45、60、120、180、240、300 秒の 8 水準とした。プラズマの照射状態を図 1 に示す。

プラズマ照射直後に、接触角計である DropMaster 300 (協和界面科学 (株) 製) で Ni 電鍍金型上に滴下した純水 (約 1 μ L) の接触角を測定した。接触角測定を 5 回行

い、その平均値を用いた。

Ni-W めっき液は、スルファミン酸ニッケルを 0.2Mol/L、タングステン酸ナトリウムを 0.2Mol/L、クエン酸アンモニウムを 0.4Mol/L を超純水に溶解して作製した⁷⁾。60℃に加熱した Ni-W めっき液に Ni 電鍍金型を浸漬して、1200 A/m² の電流で Ni 電鍍金型に Ni-W めっき膜を析出させた。電析時間は 80 分であった。図 2 に Ni-W めっきの実験装置を示す。

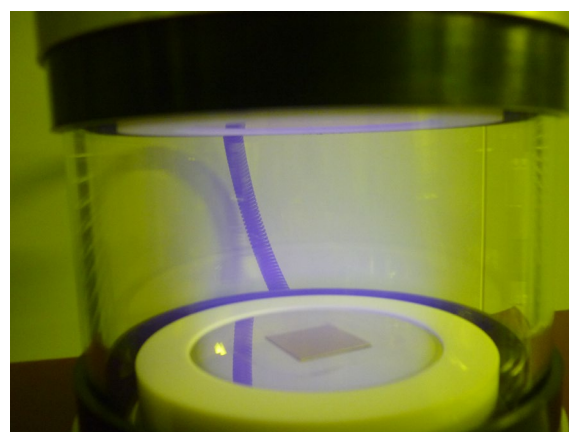


図 1 Ni 電鍍金型に対するプラズマの照射状態

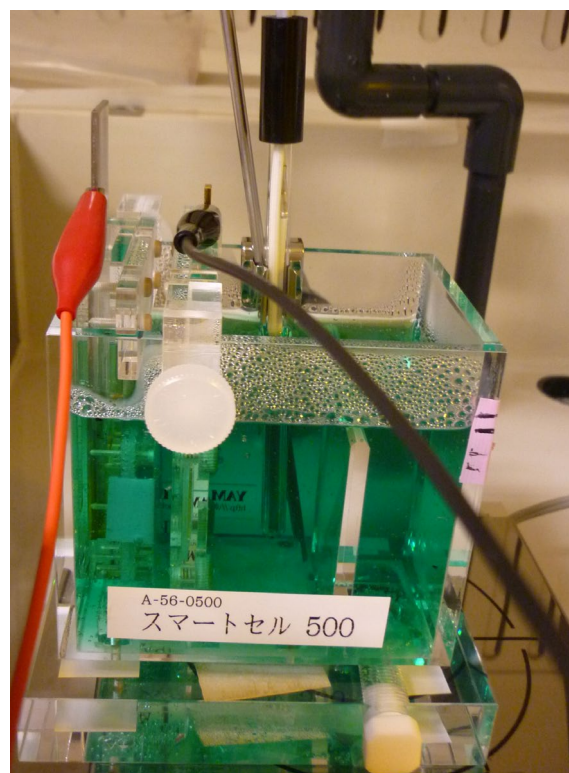


図 2 Ni-W めっきの実験装置

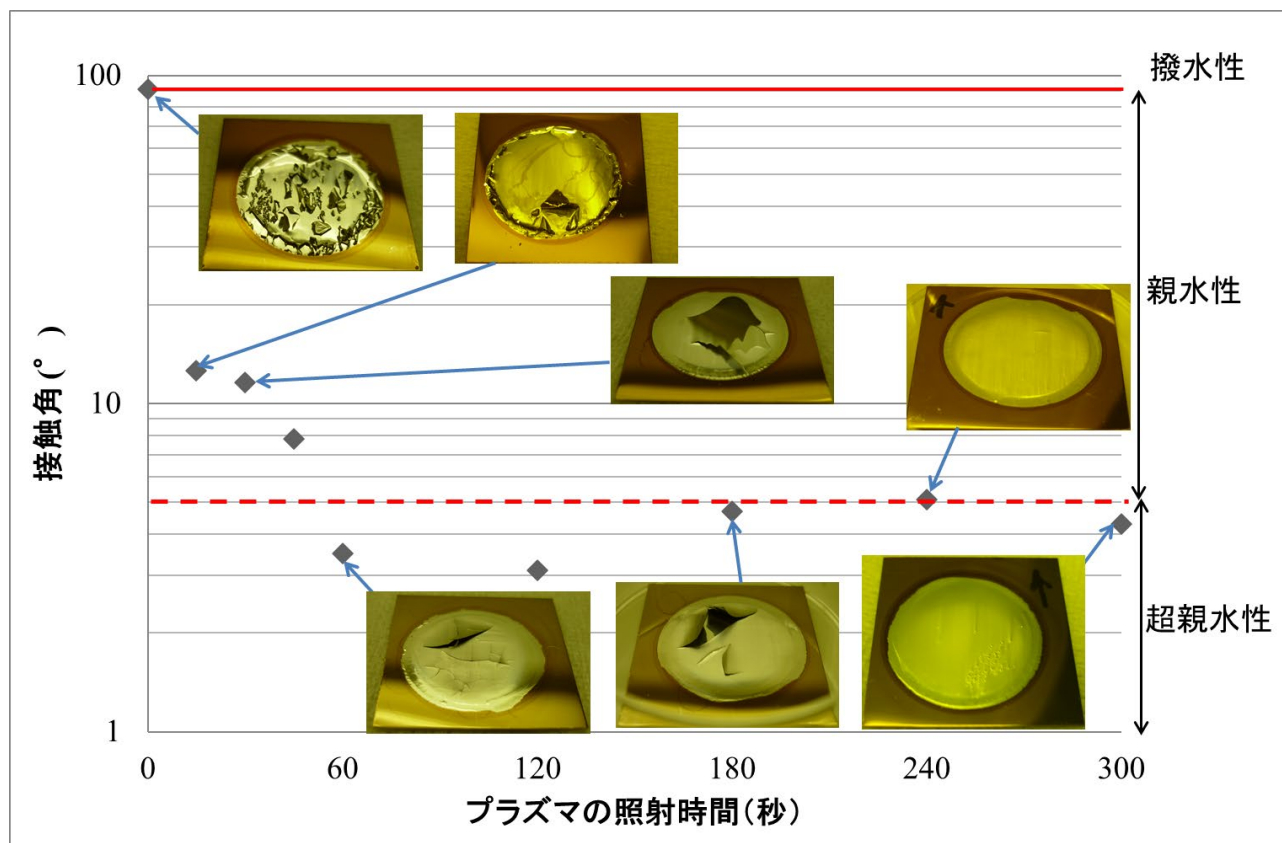


図3 プラズマ照射時間に対する接触角とNi-Wめっき膜の表面状態
(Copyright (2020) The Japan Society of Applied Physics⁸⁾)

3. 結果と考察

図3にプラズマ照射時間に対する接触角とNi-Wめっき膜の表面状態を示す⁸⁾。プラズマ照射時間の増加に伴って、接触角は減少傾向を示した。具体的には、接触角が撥水性の目安となる90°近傍⁹⁾より大きい100°では、Ni-Wめっき膜全面で剥離が生じた。また、接触角が15°付近まで小さくなった場合では、Ni-Wめっき膜の周辺部で剥離が生じた。そして、接触角が超親水性の目安となる5°¹⁰⁾より小さい4°近傍を示し始めたあたりで、Ni-Wめっき膜の周辺部の剥離が無くなり、中央部で大きな剥離が生じるようになった。

その後、接触角が5°近傍で推移する間に、親水性がさらに強まり、Ni電鍍金型に対するNi-Wめっき膜の密着力が

更に増加したことにより、Ni-Wめっき膜の剥離は解消したと考えられる。

このように一連の接触角の変化に応じてNi-Wめっき膜の表面状態が変化することから、接触角がNi-Wめっき膜の表面状態の指標となることを確認できた。

なお、親水性の進展に伴う密着力増加の要因の検証は今後の課題である。

4. まとめ

プラズマ照射時間に対するNi電鍍金型上の純水の接触角の変化がNi-Wめっき膜の表面状態の指標となることを確認できた。

【参考文献】

1. 栗原 一真, 特開2010-253903, 成形構造体, 平成22年11月11日
2. S. Yokogawa, Nano Letter, **12**, 4349 (2012).
3. 栗原 一真, 光学, **40**, 24 (2011).
4. M. Yasui, Isplasma2018, 05P58 (2018).
5. M. Yasui, Int. J. of Automation Technology, **9**, 674 (2015).

6. M. Yasui, JJAP **52** 11NJ05 (2013).

7. 安井 学, 電気学会論文誌 C, **139**, 644 (2019).

8. M. Yasui, Isplasma2020, 10P3-33 (2020).

9. 中島 章, 表面技術, **60**, 2 (2009).

10. 入江 寛, 化学と教育, **59**, 100 (2011).

【外部発表】ポスター発表 1件