

光ナノインプリント用超精密機械加工モールド

株式会社 MEPJ

御 田 護

現在超精密機械加工技術は、溝加工ピッチ 5 ~ 10 μm のスマートフォン導光板やフレネルレンズなどの光学樹脂成形用モールドの微細加工に用いられている。これは $\pm 0.1^\circ\text{C}$ の温度維持管理のできる特殊な免震無人加工室に、ナノレベルの送りピッチ精度を持つ超精密微細加工マシンを設置し、特殊なダイヤモンドバイトを用いて超精密微細加工を行う技術である。現在、最少 300nm ピッチまでの溝加工が可能である。最近この超精密機械加工技術の光ナノインプリント用モールド製作への応用が高まっている。また、超精密機械加工モールドを原版とした電鍍モールドの製作も可能で、光ナノインプリントへのさらなる応用拡大が期待される。本稿では、超精密機械加工技術を用いた光ナノインプリント用モールドおよびニッケル電鍍モールドについて報告する。

1. 超精密機械加工技術

超精密微細加工機を図 1 に、また超精密微細加工モールドを用いて樹脂成形加工した液晶表示パネル用プリズム導光板を図 2 に示す。加工機は 2 重に温度管理された無人の免震室に設置されている。

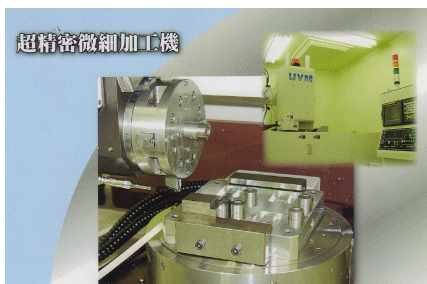


図 1 超精密微細加工機

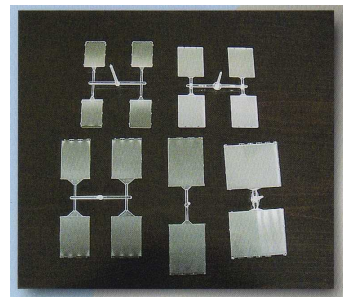


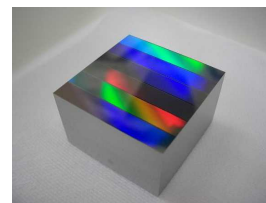
図 2 液晶表示パネル用プリズム導光版

2. 超精密機械加工モールド

超精密機械加工モールドの標準仕様を表 1 に示す。外形寸法は加工溝ピッチに応じて最大 $\square 200\text{mm}$ 程度まで可能であるが、要求に応じて表 1 以外の形状にも対応している。現在製作しているモールドの例を図 3 に示す。

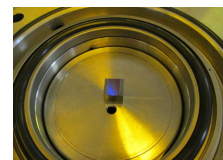
表 1 超精密機械加工モールド標準仕様

項目	仕様
台座材質	超硬 (STAVAX)
加工表層材質	無電解ニッケルめっき
溝形状	ライン、クロスカット、ウェーブ
モールド寸法	溝ピッチ 1000nm $>$; $\square 30\text{mm}$
t10~30mm	溝ピッチ 1000nm $<$; $\square 50\text{mm}$
	溝ピッチ 3000nm $>$; $\square 200\text{mm}$



t25mm \times $\square 30\text{mm}$

溝ピッチ 300 \rightarrow 700nm



t25mm \times $\square 10\text{mm}$

溝ピッチ 500 \rightarrow 700nm

図 3 精密機械加工モールド

図 4、5、6 に超精密加工モールドの SEM 観察像を示す。

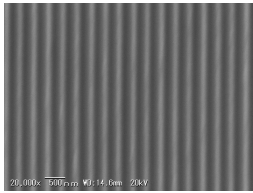


図4 ライン
(ピッチ 500nm)

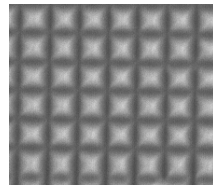


図5 クロスカットモスアイ
(四角錐底辺 900nm)

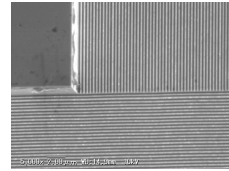


図6 エリアライン
(ピッチ 500nm)

3. 電鍍モールド製造技術

開発した電鍍モールド製造技術は、機械加工により製作した金属製外枠（銅、ニッケルなど）の中央空間部を電鍍により埋め込むモールドの製法（特願 2008-9422 参照）である。この方式で作製した電鍍モールドを（Frame Embedded Mold (FEM)）と命名した。FEMは金属製外枠と電鍍層が一体的に接合され、インプリントにおいて取り扱いが容易で、平坦性に優れる特徴がある。図7に FEM の製作プロセスを示す。

- 1) 原版反転パターンまたは製品を準備
- 2) 1) への導電層形成
(クロム、チタンなどの蒸着)
- 3) 電鍍枠機械加工（銅、ニッケルなど）
- 4) 1) 3) を合体して電鍍装置へ設置
- 5) 電鍍（ニッケル、クロム、銅など）
- 6) 1) と 3) を分離
- 7) 完成

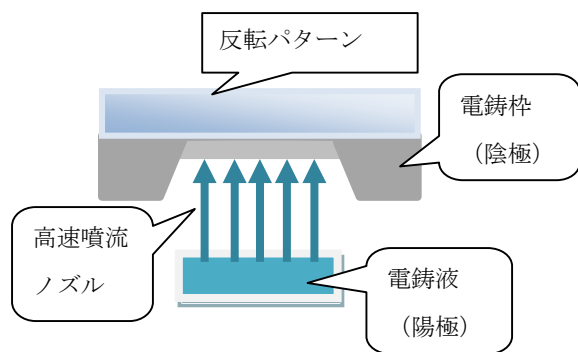


図7 FEM の製作プロセス

4. FEM の例

図8にニッケル製電鍍枠を用いた□80mmの FEM の外観を示す。

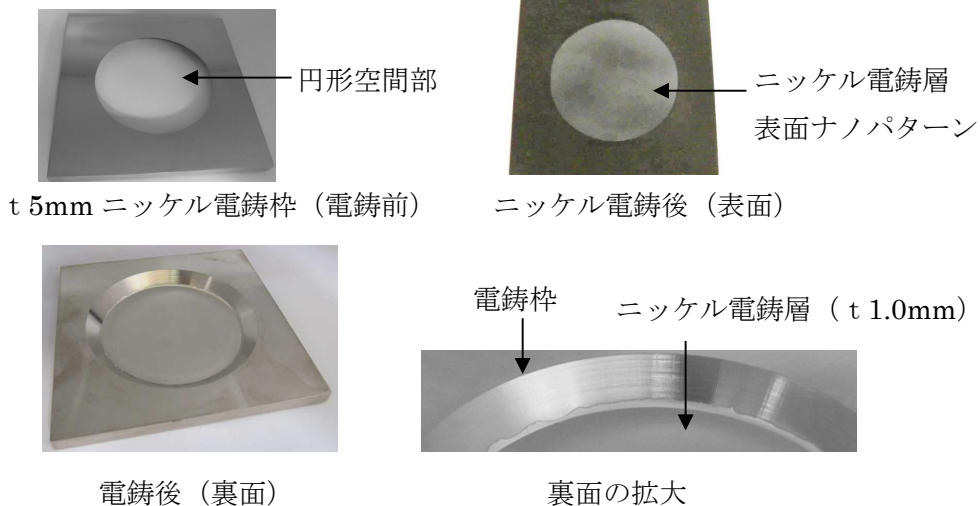


図8 FEM の外観 (t 5 mm × □ 8 0 mm)