

課題番号 : F-17- WS-0067
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : ホールパターンを有するフィルムドームの作製
Program Title (English) : Fabrication of Hole-Patterned Self-Standing Curved Film
利用者名 (日本語) : 室 隆桂之¹⁾
Username (English) : Takayuki Muro¹⁾
所属名 (日本語) : 1) 公益財団法人高輝度光科学研究センター (JASRI)
Affiliation (English) : 1) Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI)
キーワード/Keyword : 形状・形態観察, フィルムドーム, UVインプリント

1. 概要 (Summary)

我々はこれまで、光電子回折あるいは光電子ホログラフィーに適用できる阻止電場型分析器 (RFA: Retarding Field Analyzer) を開発してきた[1]。さらに我々は、角度分解光電子分光 (ARPES) にも適用可能な高分解能 RFA の開発を目指している。その実現には、金属の部分球殻 (球形キャップ) に、その球中心に向かって放射状に多数の貫通穴を開けた球面グリッド電極を製作する必要がある。そこで我々は、ホールパターンを有するフィルムドームを作製することで、三次元構造を有する球面グリッドの製作の可能性を検討した。現在、LED やディスプレイ等の光学デバイスの開発を目的に、平面上でのパターンニング技術の研究が数多く報告されている。しかし近年では、三次元構造を有する光学デバイスを実現する為、球面や曲面にパターンニングする新たな技術やフィルム状のデバイス開発技術が要求されている。今回我々が確立した技術は、三次元構造を有する光学デバイスの実現にもつながると期待される。

ホールパターンを有するフィルムドームの作製には、紫外線インプリントリソグラフィー (UV インプリント) を用いた。まず、柔軟性及び低い表面自由エネルギーを持つ材料であるポリジメチルシロキサン (PDMS) を用いて、円筒パターン付きモールド (凹型) と凸型モールドを作製した。その後、二つのモールドで UV 硬化性樹脂を挟み込み、圧力をかけつつ UV 光を照射することで樹脂を硬化させた。これにより、ホールパターンとフィルムドームを一括で作製することに成功した。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

クリーンルーム×2、UV インプリント装置、デジタルマイクロスコープ

【実験方法】

まず 3D プリンターによって直径および高さが 500 μm の円筒パターン付きモールドと凸型モールドを出力した。その後、UV インプリントを行う際に UV 光を透過させるため、ポリジメチルシロキサン (PDMS) を用いてモールドのレプリカを作製した。

次にフィルムドームの予測される膜厚 (500 μm) を形成するために、UV 硬化性樹脂の体積計算を行い、円筒パターン付きモールドに流し込んだ。そして凸型モールドとおもりで圧力をかけつつ UV 光を照射し、樹脂を硬化させた後、フィルムドームから二つの PDMS モールドを剥離した。

作製したフィルムドームは、デジタルマイクロスコープで観察し、評価を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

作製したフィルムドームの外観を Fig.1 に示す。

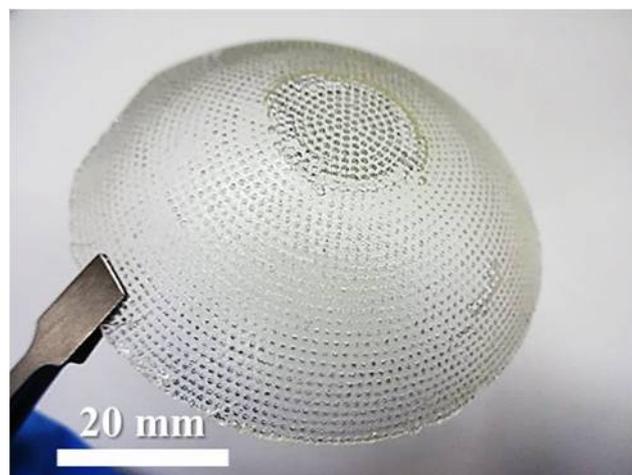


Fig.1 Photograph of the entire fabricated patterned curved film.

6. 関連特許 (Patent)

なし

Fig.1 より、PDMS モールドの低表面自由エネルギーを利用することで、欠陥のないフィルムドームの作製に成功した。

次にデジタルマイクロスコープによるホールパターンの観察結果を Fig.2 に示す。

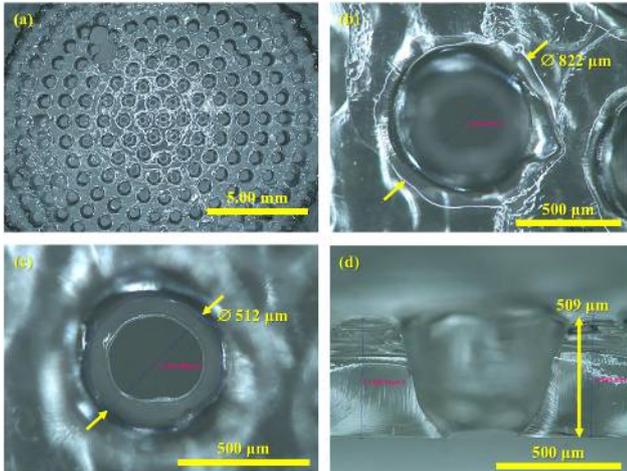


Fig.2 Photographs of the patterned curved film: (a) top view of the hole pattern, (b, c) enlarged view of a pillar-shaped hole focused on the top and bottom, respectively, and (d) cross-sectional image.

Fig.2 (b)より、設計値に対して 64%の誤差が生じたことがわかるが、これは 3D プリンターの解像度の限界と考えられる。しかしそれ以外の値に関しては、6%以内の誤差でホールパターンの形成に成功した。

以上の結果より、提案した新たな作製方法が三次元構造を有する球面グリッド電極あるいは光学デバイスの実現に向けて十分に可能性を有していることが判明した。

4. その他・特記事項 (Others)

・参考文献 : [1] T. Muro et al., Rev. Sci. Instrum. 88, 123106 (2017).

・本研究を進めるにあたり、ご協力頂きました早稲田大学ナノ理工学専攻修士 1 年の上林拓海氏、及びナノ・ライフ創新研究機構の水野潤教授に謝意を表します。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし