

課題番号 : F-18-NU-0027
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 薄膜金属ガラスを用いた光学デバイスの開発
 Program Title (English) : Fabrication of Optical device using thin film metallic glass
 利用者名(日本語) : 秦誠一, 中川優希
 Username (English) : S. Hata, Y. Nakagawa
 所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Nagoya University.
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, 膜加工・エッチング, MEMS ミラー

1. 概要(Summary)

MEMS ミラーは、ミラー部を支持する両もちのはり部がねじり振動することにより、ミラー部で反射した光を走査するデバイスである。MEMS ミラーの更なる広角走査の実現には、はり部のねじり応力が増加するため、はり部材料の引張強度の向上と、弾性率の減少が求められる。本論文では、従来材料の Si に比べて、高強度、低弾性率な金属ガラス Ni-Nb-Zr を用いた MEMS ミラーの新規作製プロセスの実現と試作を行った。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】 レーザー描画装置一式, リアクティブイオンエッチング装置

【実験方法】

MEMS ミラーの作製には、厚膜構造体の作製が必要である。金属ガラスの厚膜構造体の従来の作製方法

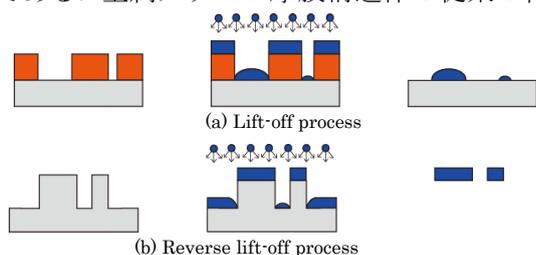


Fig. 1 Lift off and reverse lift off processes

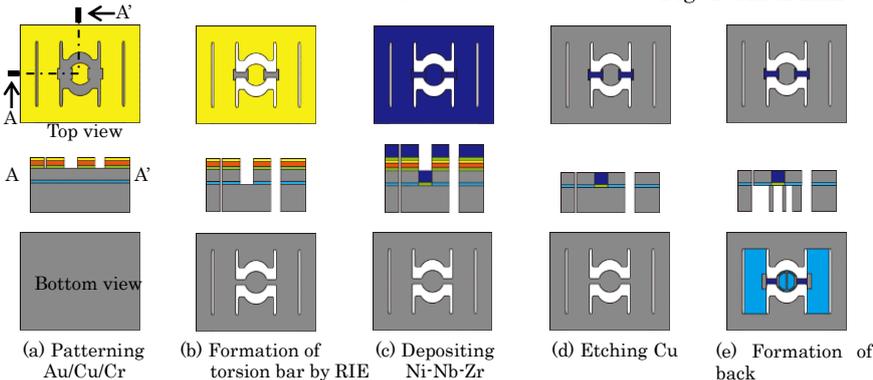


Fig. 3 Fabrication process of MEMS mirror using TFMG

であるリフトオフ法では、リフトオフ犠牲層によって成膜粒子の基板への到達が妨げられる。このため、膜厚、断面形状が開口部のアスペクト比によって不均一であり、山形になってしまうという欠点がある (Fig. 1a).

本研究では、リフトオフ犠牲層の上面に相当する凸部上に堆積する膜を目的の構造体とする逆リフトオフ法 (Fig. 1b) に注目した。逆リフトオフ法は、リフトオフ犠牲層のように成膜粒子を妨害する層がないため、堆積した構造体の膜厚は均一であり、矩形の断面形状を得ることが可能である。

MEMS ミラー作製の予備検討として、未解明であったマイクロメートルオーダーにおける逆リフトオフ法の加工特性を調査した。様々な幅の凸部上に製作された厚膜構造体の断面形状、膜厚を測定した。Fig. 2 にその結果を示す。

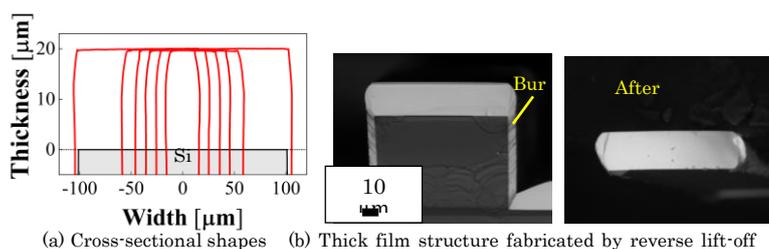


Fig. 2 Thick film structure using reverse lift off process

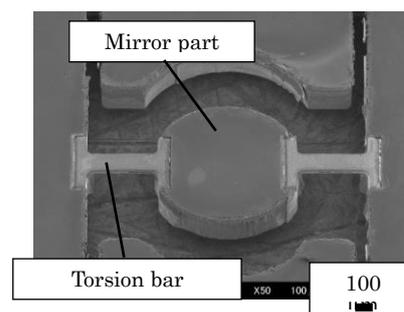


Fig. 4 MEMS mirror using TFMG

Fig. 2a より μm オーダでも矩形の断面を有し、膜厚も均一な構造体を得られることが明らかとなった。また、逆リフトオフ法で厚膜構造体を作製した際には凸部側壁にバリが堆積する。しかしながら、そのバリの膜厚は疎であり、凸部から分離する際に、バリは自然に剥離し、逆リフトオフ法による厚膜構造体作製の有用性を確認した (Fig. 2b)。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

逆リフトオフ法を用いた厚膜金属ガラス MEMS ミラーの作製プロセスを提案した。Fig. 3 に作製プロセスを示す。始めに、SOI ウェハに犠牲層 Cu、剥離層 Au をリフトオフ法を用いてパターンニングした。その後、両面から RIE を行い Si のはり構造を形成し、金属ガラス Ni-Nb-Zr を基板全体に新対向ターゲット式スパッタ法を用いて $40\ \mu\text{m}$ 成膜した。その後、超音波振動を適宜加振しながら Cu エッチャントに約 2 週間浸漬し、犠牲層 Cu をエッチングし、不要な部分の金属ガラスを基板から剥離した。応力緩和のアニールを行った後、最後に裏面からの RIE によって Si をエッチングし、裏面構造を形成した。

提案したプロセスにより厚膜金属ガラス MEMS ミラーの作製を行った。Fig. 4 に作製した MEMS ミラー構造の SEM 像を示す。逆リフトオフ法を用いた新規作製プロセスにより厚膜金属ガラスの MEMS ミラー構造の作製に成功した。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 中川 優希, 山田 恭平, 岡 智絵美, 溝尻 瑞枝, 櫻井 淳平, 秦 誠一, 第 35 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 2018 年 11 月 1 日
- (2) Yuki Nakagawa, Kyohei Yamada, Mizue Mizoshiri, Chiemi Oka, Junpei Sakurai, Seiichi Hata, 29th 2018 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2018), WA2-1-5, (2018.12, Nagoya, Japan)

6. 関連特許(Patent)

なし。