

課題番号 : F-19-NM-0052
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : サーモフレクタンス法を用いた温度計測のための試料微細加工
Program Title(English) : Micropatterning for temperature measurement using thermoreflectance method
利用者名(日本語) : 中村祐介、
Username(English) : Y. Nakamura, T. Nakajima
所属名(日本語) : 東京理科大学大学院理学研究科
Affiliation(English) : Graduate school of Sci., Tokyo Univ. of Science
キーワード/Keyword : エネルギー関連技術、膜加工・エッチング、強誘電体、熱流、分極構造

1. 概要(Summary)

近年、熱マネージメントに関する関心を背景として、弾道的にフォノンを制御するフォノンエンジニアリングの研究が進められている[1]。この際の熱流計測においては、サーモフレクタンス法を用いた計測が必要となっており、特殊な橋掛け構造の試料を作製する必要がある。今回の実験では、強誘電体であるフッ化ビニリデン(VDF)とトリフルオロエチレン(TrFE)共重合体を用いて同様の構造を作製することを目的とし、本事業の支援のもと微細加工を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 酸化膜ドライエッチング装置、超高真空スパッタ装置、多元スパッタ装置 (i-miller)、高速マスクレス露光装置、シリコン深掘エッチング装置、化合物ドライエッチング装置

【実験方法】

SOI 基板の上に VDF/TrFE(75/25mol%)共重合体を 1 μm 成膜した。その後、多元スパッタ装置を用いて上部電極(Ti:10 nm、Al:100 nm)を形成した。さらに保護膜として超高真空スパッタ装置で SiO₂(100 nm)及びスピコーターでレジスト(HDMS、AZ5214E)を形成した。続いて橋掛け構造作製のため SiO₂層の一部をエッチングにて除去した。具体的なエッチング工程を以下に示す。エッチング部を高速マスクレス露光装置を用いてパターンニングしたのち、酸化膜ドライエッチング装置を用いて SiO₂をエッチング、化合物ドライエッチング装置にて Ti 及び Al をエッチング、VDF/TrFE 層を酸化膜ドライエッチング装置にてエッチング、Si 層をシリコンエッチング装置にてエッチング、さらに酸化膜ドライエッチングを用いて最下層の SiO₂をエッチングした。以上の工程を繰り返し、最終的に Fig. 1 に示すような電極パターンを有する橋掛け構造を得た。

Fig. 1 における白色部は Al 電極を表している。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 2 に圧電応答顕微鏡を用いて、表面(a)及び分極書き込みを行った後の圧電位相像(b)の観察結果を示す。表面像からは試料に目立ったダメージは確認されなかった。一方で、圧電応答顕微鏡像からはエッチングを行った付近の VDF/TrFE 層にダメージが生じ、強誘電性分極反転が不均一に生じることも明らかとなった。構造上の変化は軽微であるものの物性的な影響が生じることが明らかとなり、物性値の均一性も含めた制御も必要であることが、本実験の結果から明らかになった。

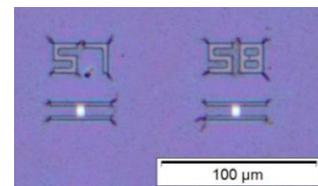


Fig. 1 SEM image after patterning

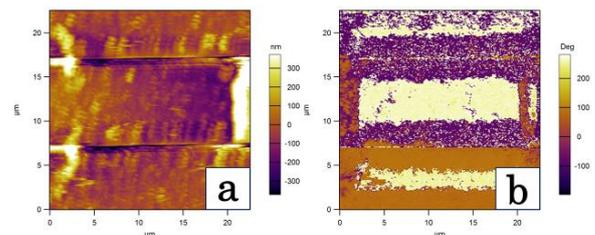


Fig. 2 Piezoelectric force microscope images of (a) surface topography and (b) phase

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献:[1] M.Nomura *et al.*, *Nat. Commun.* **8**,15505 (2018).

・技術支援者:大里 啓孝(NIMS 微細加工 PF)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし