

課題番号 : F-17-NM-0093
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : マイクロ流路式希釈冷凍機の開発
Program Title (English) : Development of a dilution refrigerator on a chip
利用者名(日本語) : 笠倉麻優子
Username (English) : M. Kasakura
所属名(日本語) : 日本女子大学 理学部 数物科学科 物理情報専攻
Affiliation (English) : Department of Mathematical and Physical Sciences, Japan Women's University
キーワード/Keyword : 希釈冷凍機、マイクロ流路、熱交換器、膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

希釈冷凍機で得られる ~ 10 mK の温度域は、物性物理学の研究だけでなく、量子計算や高感度測定などの幅広い分野で必要とされている。しかし、その利用は大きな大学や研究所などに所属する低温物理学に関係するユーザーにはほぼ限られ、多くの研究者が気軽に使用できる環境にはない。その要因として、装置が長大であり設置場所を選ぶことや、価格が高価であることなどがあげられる。本研究では、これらの問題を解決するため、微細加工技術を用いて 3 インチシリコン基板上にマイクロ流路を形成することにより超小型で、量産可能な希釈冷凍機の実現を目指している。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ 全自動スパッタ装置
- ・ 高速マスクレス露光装置
- ・ シリコン深堀エッチング装置
- ・ 走査電子顕微鏡

【実験方法】

以下の手順で 3 インチシリコンウエハ上に全長約 1 m のマイクロ流路の溝形成を行った。

1. 全自動スパッタ装置で、ウエハ上に 200 nm のクロム (Cr) 膜を成膜した。
2. レジスト AZ5214E を塗布後プリベークした。
3. 高速マスクレス露光装置で $100 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ 露光した。
4. TMAH2.38 % で現像を行った。
5. Cr エッチャントでパターン部の Cr をエッチングした。
6. シリコン深堀エッチング装置でシリコンウエハに約 $200 \mu\text{m}$ の溝形成を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 は完成した流路の写真である。ウエハ表面を光学顕微鏡で確認する限り、流路に欠陥は見られなかった。これより、全長約 1 m にわたる流路の溝形成プロセスを確立することができた。また、Fig. 2 は走査電子顕微鏡で撮った流路の断面の写真である。

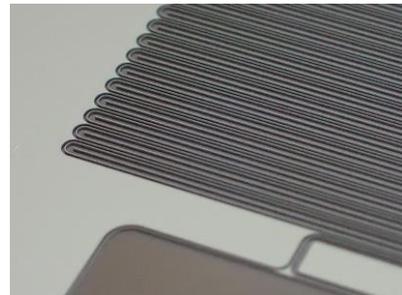


Fig. 1 Photo image of the fabricated micro channel.

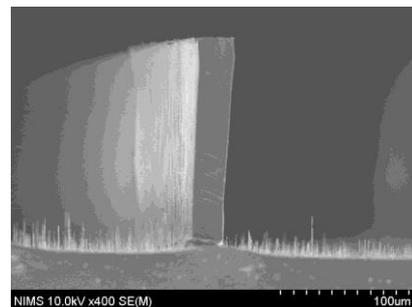


Fig. 2 SEM cross sectional image after Si etching.

4. その他・特記事項 (Others)

なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

M. Kasakura, 日本物理学会第 73 回春期大会, 平成 30 年 3 月 23 日

6. 関連特許 (Patent)

なし