

人工脂質二分子膜形成のための微細孔を有する半導体シリコンチップの作製プロセスの改善

Improvement of fabrication process for semiconductor silicon chips with micro-apertures for formation of artificial bilayer lipid membranes

○但木 大介¹, 平野 愛弓¹, 石橋 健一², 荒木 駿¹, 吉田 美優¹, 荒田 航平¹, 大堀 健³, 山本 英明⁴, 庭野 道夫³ (1.東北大院医工, 2.半一, 3.東北大通研, 4.東北大学際研)

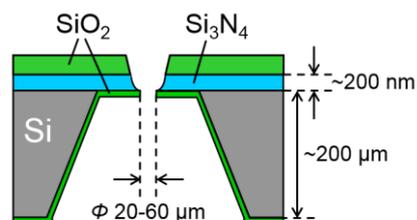
○Daisuke Tadaki¹, Ayumi Hirano-Iwata¹, Kenichi Ishibashi², Shun Araki¹, Miyu Yoshida¹, Kohei Arata¹, Takeshi Ohori³, Hideaki Yamamoto⁴, and Michio Niwano³

(1.Tohoku Univ., 2.Hang-Ichi Corp., 3.RIEC, Tohoku Univ., 4.FRIS, Tohoku Univ.)

E-mail: ahirano@bme.tohoku.ac.jp

はじめに 我々の体は数兆個もの細胞によって構成されており、それら個々の細胞は脂質二分子膜 (BLM) で覆われている。BLM は、わずか数ナノメートルの厚さでありながら、数 GΩ を超えるような高い絶縁性を有する。このため、人工的に再構成された BLM は、イオンチャンネルとなるタンパクが包埋されるための支持体となり、包埋された BLM は、高感度バイオセンサーとしての機能を果たす[1]。我々は以前、半導体微細加工技術を用いて、半導体シリコンチップ上に直径数十ミクロンスケールの微細孔を作製したところ、機械的安定性に優れた BLM の形成に成功した[2]。これは孔のエッジをテーパの付いた滑らかな形状にすることによって、膜にかかるストレスが抑制されたためだと考えられる。しかし一方で、孔を作製する際に、意図しない亀裂がその周りに入りやすく、チップの歩留まりが低いという問題があった。本研究では、孔付近の微細構造に着目し、各プロセス条件を精査することにより、歩留まりの大幅な向上に成功したので報告する。

実験結果・考察 図1に完成した孔開きチップの断面模式図を示す。まず $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Si}$ 基板の Si 面側を熱酸化、 Si_3N_4 面側にスパッタ堆積することによって両面にそれぞれ SiO_2 層を形成する。次に Si 面側において、リソグラフィによるパターニング・ SiO_2 層のエッチングを行い、露出した Si を異方性エッチングすることによってキャビティを形成させる。最後に、 Si_3N_4 面側において、同様のパターニング・ SiO_2 層のエッチングを行い、露出した



(図1. 孔開きチップの断面模式図)

Si_3N_4 を等方性エッチングすることによって微細孔を形成させた。当初、得られたチップの孔のほとんどに亀裂が見られ、歩留まりは5% ($n > 100$) 未満であった。そこで、孔付近の共焦点顕微鏡による高さプロファイルの測定、及びエッジの断面 SEM 観察を行ったところ、孔のエッジ部分が極めて薄く、荒い形状になっていることが分かった。この形状の脆さが亀裂の一因ではないかと考え、エッチング液を速度が速く、レートが安定しにくいと言われるフッ酸からバッファードフッ酸に変更、さらに Si_3N_4 の熱りん酸によるエッチングの条件 (温度の均一性や時間) をそれぞれ精査した結果、チップの歩留まりを7割以上 ($n = 209$) にまで向上させることに成功した。

謝辞 本研究は、JST-CREST の助成を受けて行われたものである。

文献 [1] M. Sugawara *et al.*, *Biosens. Bioelectron.*, **12**, 425 (1997).

[2] A. Hirano-Iwata *et al.*, *Langmuir*, **26**, 1949 (2010).