

センサチップ製造に向けた高速重イオンビーム均一照射系の開発

Development of a uniform-irradiation system of swift-heavy ions for manufacture of sensor chips

○藤巻 真¹、左高 正雄²、松田 誠² (1. 産総研、2. 原子力機構)

○Makoto Fujimaki¹, Masao Sataka², Makoto Matsuda² (1. AIST, 2. JAEA)

E-mail: m-fujimaki@aist.go.jp

研究目的 SiO₂ 基板上に Si 薄膜層及び SiO₂ 薄膜層を持つ検出チップを用いる導波モードセンサ[1]は、SiO₂ 層にナノ孔を形成して表面積を増加させると、その感度が 1 桁程度向上できる[2]。ナノ孔形成には、高速重イオン照射によって形成される潜トラックの選択エッチングが最適な手法であるが、量産プロセス化が難しいことが課題であった。そこで我々は、量産化を視野に入れた高速重イオン照射プロセスを構築した。

実験方法 イオンには 200MeV-Xe イオン(28+)を用いた。タンデム加速器にて加速されたイオンは、Q レンズによって整形された後、X-Y スキャナーに導かれる。開発した照射系では、ビームの横方向(X 方向)スキャンはこのスキャナーで行い、縦方向(Y 方向)のスキャンは試料ホルダーを上下に動かすことによって行った。

試料には厚さ 1.2mm の SiO₂ 基板上に厚さ 45nm の Si 層、厚さ 530nm の SiO₂ 導波路層を持つ検出チップを用いた。チップの大きさは 14mm×18mm であり、横方向に 3 枚、縦方向に 8 枚のチップを試料保持板に貼り、照射を行った。正確かつ均一なイオン照射量を得るために、まず、ビーム診断プローブによって X 方向のビームの均一性を確認する。イオン照射量は以下の様に制御した。まず、Al 板に開けた直径 12.2 mm の穴(照射密度測定用アパーチャ)を一定速度 S で Y 方向に移動させながらイオンビームを照射し、照射密度測定用アパーチャを通過したイオンの総電荷量を後方に設置したファラデーカップにて計測する。観測された総電荷量(C)を電気素量、イオンの価数(28)、穴の面積(1.17 cm^2) で除することにより、試料ホルダー移動速度が S の時、単位面積当たり照射されるイオンの個数が得られる。つまり、イオン注入量は、 S によって調整が可能となる。イオン照射後の試料は、4.7%HF にてエッチングを行い、ナノ孔の形成を行った。

結果と考察 図 1 に形成されたナノ孔の SEM 像を示す。ここでは、イオン注入量は 5×10^9 個/cm² に設定して照射を行った。照射試料上の 20 か所において SEM 画像を取得し、ナノ孔数を数えたところ、平均個数は 4.5×10^9 個/cm² であった。使用した SEM 測定の高さの測定精度誤差が $\pm 10\%$ であったことから、狙い通りの照射量のイオン照射が実施できていることが分かる。また、照射量の分布(標準偏差 σ より計算)は $\pm 6\%$ であった。このように、非常に均一性が高く、狙った値からの誤差も少ない大面積イオン照射系を構築することができた。発表当日には、本手法によって作製した検出チップを用いた水中の微量界面活性剤の検出例についても報告する。

本研究におけるイオン照射実験は日本原子力研究開発機構の施設供用制度にて行った。導波モードセンサ用検出チップは信越化学工業(株)より提供いただいた。

参考文献

- [1] M. Fujimaki et al., OPTICS EXPRESS, 23-9, pp.10925-10937, (2015).
- [2] M. Fujimaki et al., OPTICS EXPRESS, 16-9, pp.6408-6416, (2008).

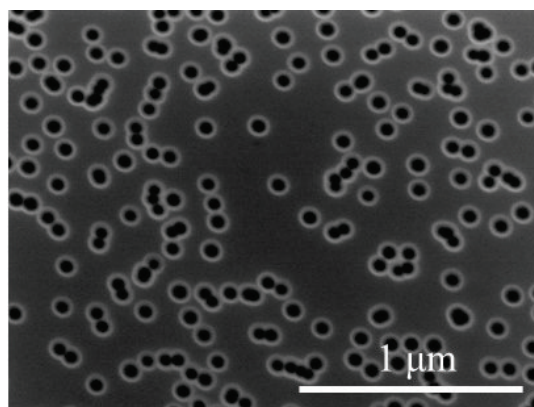


Fig. 1. SEM image of the perforated surface of the sensing chip.