

2010年7月、米国カリフォルニア州で開催された、第23回真空ナノエレクトロニクス国際会議において、(独)産業技術総合研究所 機能集積システムグループは、イオン注入を利用した薄膜の立体微細構造の作製技術を発表した。部分的にアンダーエッチしたシリコンあるいは金属薄膜の表面へのイオン注入により薄膜が変形する技術を用いて、リソグラフィーパターンを設計し、イオンの注入量とエネルギーを制御することで、基板上に立体微細構造を容易に、高精度に作製できることを示した。この技術では、現在のリソグラフィー技術では困難な数10nm以下の線幅で、高さ10 $\mu\text{m}$ (アスペクト比約1000)以上の立体構造が作製できる。また、広範囲の薄膜材料とイオン種が選択可能で、今後、電子・光学集積デバイスやMEMS等に応用される。

## トピックス4 イオン注入を利用した薄膜の立体微細構造の作製技術

立体構造デバイスでは、基板上にアスペクト比の高い $\mu\text{m}$ オーダーの立体構造の形成が必要とされる。しかしながら、従来の半導体微細加工は、基板上への平面集積技術が主であるため、高アスペクト比を有する立体構造の作製に、長時間の成膜とエッチングが必要で、スループットと制御性に課題があった。

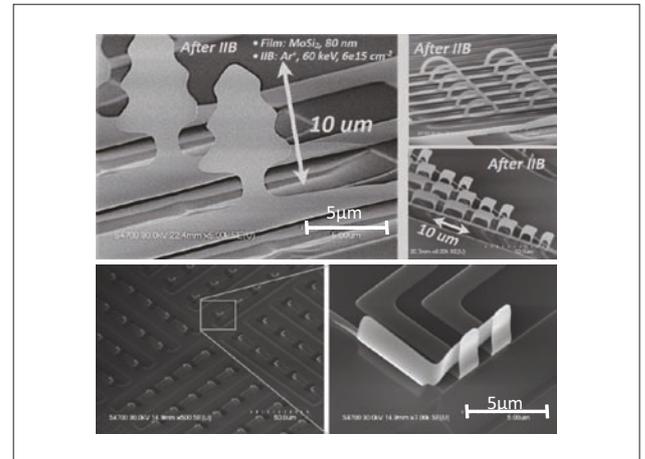
(独)産業技術総合研究所 機能集積システムグループは、2010年7月に米国カリフォルニア州で開催の第23回真空ナノエレクトロニクス国際会議において、イオン注入を利用した薄膜の立体微細構造作製技術で微小電子源を作製したことを発表した(図表1)。

研究グループでは、これまでに、基板上に形成した薄膜にイオン注入することで、薄膜を基板に対し垂直方向に曲げ、高アスペクト比の立体構造が作製できる基本技術を開発していた<sup>1)</sup>。まず、単結晶シリコン基板上に、酸化シリコン層を形成し、その上にスパッタ法により非晶質シリコンまたは金属薄膜を成膜する。次に、リソグラフィーにより薄膜を所定の形状に加工し、曲げる部分の下地の酸化シリコン層をエッチング除去した後、基板表面にArイオンを注入する。注入量( $10^{14} \sim 10^{16}\text{cm}^{-2}$ )とエネルギー(15~150keV)を調整することにより、角度を精密に制御して薄膜を曲げることが可能である(図表2)。この技術では、現在のリソグラフィー技術では困難な数10nm以下の線幅で、高さ10 $\mu\text{m}$ (アスペクト比約1000)以上の立体構造が作製可能である。

今回の発表では、この技術を微小電子源作製に応用し、シリコン基板上に薄膜トランジスタとフィールドエミッタを集積して、高安定な電子放出特性が得られることを示した<sup>2)</sup>。さらに、リソグラフィーパターンと作製プロセスを設計することにより、簡便なプロセスで、

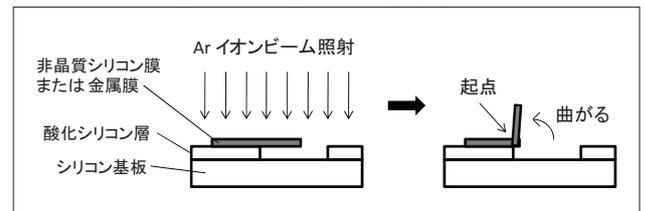
様々な立体微細構造、例えば3次元スイッチやメモリの基本構造が作製できることを示した。この技術では、広範囲の薄膜材料とイオン種が選択可能で、イオンの注入量とエネルギーを制御することで、立体構造の曲がり角と形状を高精度かつ再現性よく作製できる。また、現状の半導体製造のイオン注入技術が適用可能なため、300mm径の面積に均一に作製できる。今後は、電子・光学集積デバイスやMEMS等へ応用される。

図表1 作製された立体微細構造の走査型電子顕微鏡像



出典：産業技術総合研究所 機能集積システムグループ提供

図表2 イオン注入による立体微細構造作製方法



参考文献<sup>2)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

### 参考

- 1) T. Yoshida et al., "Development of Thin-Film Bending Technique Induced by Ion-Beam Irradiation", Appl. Phys. Express, 2,066501(2009)
- 2) T. Yoshida et al., "Integration of TFT and VTF-FEA using Ion-Induced Bending", IVNC 2010 Book of Abstracts (2010)p199.