平成２６年度 成果事例

窒化シリコン薄膜を用いた超微細デバイス用基板の作製

利用者：香川高等専門学校 電子システム工学科　長岡史郎
研究支援者：香川大学　鈴木孝明，鈴木勝順，中田智恵美

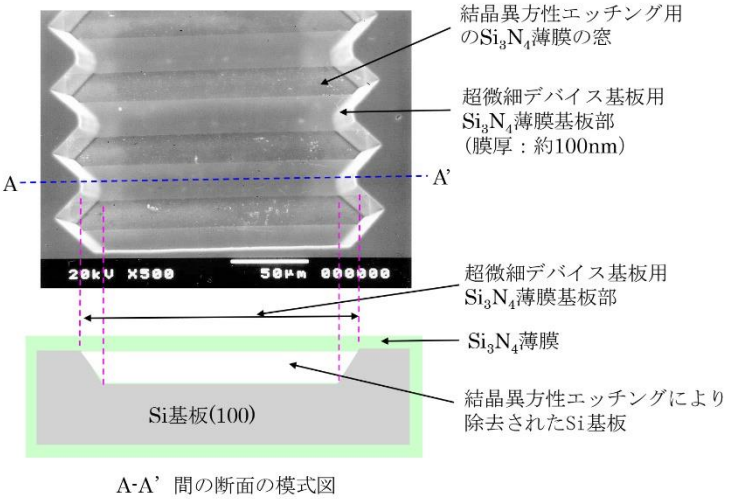
【研究目的】

電子線(EB)直接描画法は、数nmの寸法のデバイス作製が可能な数少ない微細加工法の１つであり、次世代のリソグラフィー装置として期待されている。しかし、電子線照射時における基板からの電子線の後方散乱が、EB描画が本来持つ解像度を妨げており、本来の特徴を充分に発揮できていない。そこで、本研究の目的は、熱的に非常に安定な窒化シリコン(Si_3N_4)薄膜を中空に保持する構造（便宜的に、Si_3N_4薄膜基板部と呼ぶ）を形成し、これを基板（以下、超微細デバイス基板と呼ぶ)として用いることで、後方散乱を排除し、EB本来の解像度を発揮させることを考え、その実現の可能性を明らかにすることである。

【成　果】

図１に、支援装置を利用して作製した超微細デバイス基板の作製プロセスの概要を示す。超微細デバイス基板の作製には、単結晶Siを結晶異方性エッチングで行うとともに、Si_3N_4がそのエッチング液に殆ど溶解しない性質を利用した。まず単結晶Si(100)基板の全面に約100nmの膜厚のSi_3N_4薄膜をLP-CVD法（LPD-1200サムコ社製)で作製した(図1(1))。次に、基板両面にレジストを塗布し(図1(2)) 、表面にSi_3N_4薄膜下部のSiを結晶異方性エッチングするための窓開け用レジストパターンを作製した(図1(3) 、(4))。その後、ドライエッチング装置を用いてSi_3N_4薄膜をエッチングし(図1(5)) 、Siの結晶異方性エッチング用の窓を作製した。それをエッチングマスクとし、KOH30%、60℃の水溶液でSi_3N_4薄膜下部のSiをエッチング除去した(図1(6) ～(8)) 。図２に完成した超微細デバイス基板用のSi_3N_4 薄膜基板部のSEM写真を示す。図1で示したプロセスによって、方形のエッチング窓から侵入したエッチング液により、Siが良好にエッチング除去され、Si_3N_4薄膜を空中に保持する構造を有する超微細デバイス基板が実現できた。このことから、この基板上にSi等のデバイスの母材となる薄膜を作製し、電子線直接描画により加工すれば、極微細な構造のデバイスを実現できる。更に、それらを積層することで3次元構造のデバイスへの応用も期待できる。

図1　超微細デバイス基板の作製プロセス



A-A’ 間の断面の模式図

図2　試作したSi_3N_4薄膜を空中に保持する構造を有する超微細デバイス基板。Si_3N_4薄膜基板部の幅:約20μm、長さ:約200μmである。この薄膜は凹凸も無く、かつ湾曲等もない平坦な薄膜であることから、デバイス作製用基板として充分に機能することが期待できる。

【支援実施機関からのコメント】

支援室のSi系のドライ／ウエットエッチングに関する基盤技術・経験等を生かした支援例である。今回の成果を基に提案手法の検証、更にその応用デバイス等の作製に向けて、支援を継続していきたい。尚、本支援先は、本事例の研究用以外にも、教育用としてEBリソグラフィ法と通常のフォトリソグラフィ法を用いたハイブリッドフォトマスク作製プロセスの構築等、積極的に利用されている機関であり、今後、教育教材としての波及効果についても期待をしている。