

◆新素材・先端 L S I 開発を支える微細構造解析技術の高感度化技術◆

最先端の L S I 開発において材料の微細構造解析は重要であり、広域 X 線吸収微細構造解析 (EXAFS) は、シリコンのドーパント元素の構造解析として有力な分析手法である。本研究では、SPring-8 の世界最高性能の高輝度 X 線をプローブとし、液体窒素冷却方式の結晶分光器を利用した高感度 EXAFS 測定技術開発を行った。その結果 X 線の輝度は従来の水冷式と比較して 8 倍向上し、ドーパント元素である As の検出レベルは 10^{15} 個/cm² から 10^{12} 個/cm² に向上した。さらにこの方法をドーパント元素活性化率の濃度依存性や膜厚 1 nm (Si 原子 5 個分相当) 以下の極薄界面層の EXAFS 解析に広く応用した。

【E1017】

シリコン中ヒ素の高感度 EXAFS 測定

(東芝研開セ) ○山崎英之、吉木昌彦、高石理一郎、竹野史郎

[連絡者 : 山崎英之、電話 : 044-549-2316、e-mail : hideyuki.yamazaki@toshiba.co.jp]

最先端の L S I 開発において、材料の微細構造解析は極めて重要である。これは、微量元素のわずかな位置の差が素子の性能に大きく影響するからである。広域 X 線吸収微細構造解析 (EXAFS) は、物質中の特定元素周辺の構造情報が得られる有力な分析手法であり、プローブとして SPring-8 の世界最高性能の高輝度 X 線を利用することでシリコン (Si) のドーパント元素の構造解析が可能である。しかし、特定エネルギーの X 線を取り出す分光結晶そのものが、高輝度 X 線による熱負荷の影響で変形するため、高輝度 X 線の本来の性能を相当失っている。このため、SPring-8 の性能をフルに活用し、より高感度な EXAFS 解析を行うには、分光結晶の冷却性能を向上させる結晶分光器が必要不可欠である。本研究では、SPring-8 の BL16XU ビームラインに導入された液体窒素冷却式の結晶分光器を利用して、高感度 EXAFS 測定技術の開発を行った。

検証用試料として、シリコン (Si) ウエハにヒ素 (As) をエネルギー: 10 keV、注入ドーズ量: 5×10^{12} 個/cm² でイオン注入した試料を作製した。これまでの放射光を用いた EXAFS による As の検出レベルは 10^{15} 個/cm² であり、本試料の As は、これよりも 3 桁低い注入ドーズ量である。As の K 吸収端 EXAFS 測定は、波長分散型蛍光 X 線装置を用いた蛍光 X 線収量法により行った。

X 線の輝度は従来の水冷式と比較して約 8 倍に向上し、より高感度な測定が実現できるようになった。更にバックグラウンドとなる散乱 X 線の低減や回折 X 線の混入を抑制する測定技術を開発し、 10^{12} 個/cm² レベルの As 濃度でも十分に解析が可能であることを確認した。現在、この高感度測定技術をドーパント元素活性化率の濃度依存性や膜厚 1 nm (Si 原子 5 個分相当) 以下の極薄界面層の EXAFS 解析に広く応用している。

従来の検出レベル: 10^{15} 個/cm² 本技術の検出レベル: 10^{12} 個/cm²

