

超微細加工領域における支援成果

アモルファスSiを用いたナノ光デバイスの研究

^a福井大学, ^b物質・材料研究機構, ^c東洋大学

吹留啓太^a, 山口達也^a, 北村友輔^a, 齋木健太^a, 遠藤峻^a, 勝山俊夫^a,
池田直樹^b, 杉本喜正^b, 筒井謙^c, 和田恭雄^c

【研究目的】

近年、Si集積回路と光デバイスを融合する技術として、Siフォトニクスと呼ばれる分野が注目されている^{1), 2)}。従来、これに用いられるデバイスには、結晶シリコン(c-Si)からなるSOI基板が用いられているが、結晶シリコンは価格も高く、生産性の点で問題があった。このため、本研究では、スパッタ等の薄膜形成技術を用いることが可能な、生産性の点で優れた特長をもつアモルファス・シリコン(a-Si)を用いて、エアブリッジ構造フォトニック結晶の作製検討を行い、a-SiがSiフォトニクス用ナノメータスケール光デバイスとして適しているかの検討を行う。

【成果】

まず、SOI基板として、SiO₂酸化膜の上に形成したa-Si膜をアニールし、結晶化について調べた。a-Siは、スパッタ法で作製し、厚さ0.2μmからなる。アニール条件としては、ArにH₂を3%含む雰囲気の場合と、N₂のみの雰囲気の場合の2種類について検討した。また、アニールは、RTAで行い、1000, 800, 600°Cの3種類の温度に設定した。Fig. 1に、ArにH₂を3%含む場合の結果、Fig. 2に、N₂のみの場合の結果を示している。どちらの場合も、800°C以上の温度で、450cm⁻¹と900cm⁻¹付近に特徴的なピークが現れる。これらは、Si膜がアモルファス状態から結晶状態に変化していることに起因していると思われる。また、雰囲気ガスの違いによるピークの高さについては、Ar+H₂ガスの方が、ややピークが高くなっており、こちらの方が結晶化が速いと思われるが、両者の差は殆ど無い。次に、Siフォトニクス用の光デバイスとして、まず、a-Siからなる2次元スラブ型フォトニック結晶の作製検討を進めた。フォトニック結晶構造の作製は、加速電圧100KVの電子線描画装置を用いてパターンニングを行い、a-Si膜のエッチングは、レジストとSiO₂膜の2重マスクを用いて、ICP-RIE装置で行った。また、a-Si層下部のSiO₂層のエッチングは、HFを用いた。作製したエアブリッジ型フォトニック結晶の一例を、Fig. 3に示す。このフォトニック結晶は、空孔三角格子からなり、導波路部分は、結合欠陥構造にしている。図から分かるように、欠損の無いほぼ完全なフォトニック結晶が得られている。以上示したように、今回の検討で、a-Siに対するアニール効果と結晶化の関係を定量的に把握することができた。また、極微細加工によって、a-Siからなるエアブリッジ型フォトニック結晶を実際に作製することができた。今後は、これらの技術を駆使して、a-Siからなる新しいSiフォトニクス用光デバイスの実現に取り組む予定である。

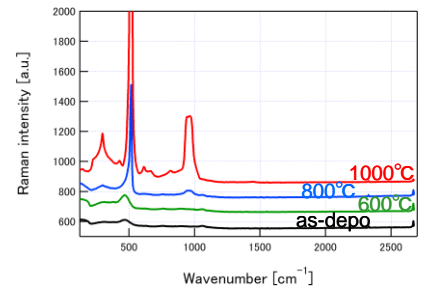


Fig. 1 Relation between annealing temperature and Raman scattering light intensity (Ar+H₂ Atmosphere).

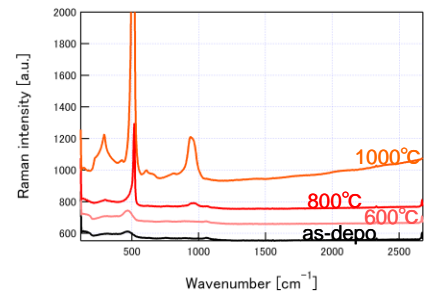


Fig. 2 Relation between annealing temperature and Raman scattering light intensity (N₂ Atmosphere).

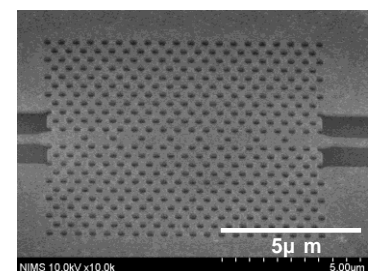


Fig. 3 Fabricated typical air-bridge photonic crystal.