

主 論 文 要 旨

No.1

報告番号	甲 第 号	氏 名	Nurul Ashikin Binti Daud
<p>主 論 文 題 名 : 「 Silicon photonic crystal nanocavity modulator and receiver fabricated by photolithography」 (フォトリソグラフィで作製したシリコンフォトニック結晶ナノ共振器変調器と受光器)</p>			
<p>(内容の要旨)</p> <p>シリコンフォトニクスは、高度な作製技術を用いることができることに加えて、シリコンが通信波長帯の光に対して高い屈折率と小さな吸収を有するため、光インターコネクットの要素技術と目されている。本技術を用いるとチップ上に集積した微小な素子に光を閉じ込めることができる。近年では、シリコンフォトニクスの商用化につながる、CMOS(complementary metal-oxide-semiconductor)互換の作製技術の研究開発が精力的になされている。</p> <p>一方で、シリコンフォトニック結晶は高 Q 値微小光共振器を小さな素子サイズで実現できることから、注目を浴びている。この特徴は、極微小なパワーで機能動作を可能とする。したがって、シリコンフォトニック結晶をシリコンフォトニクス素子と集積することで、シリコンフォトニクスシステムの機能性をさらに高めることができる。シリコンフォトニック結晶は CMOS 互換であると主張されるが、これらの集積を実現するためには未解決の問題がある。</p> <p>本論文では、CMOS 互換高 Q 値シリコンフォトニック結晶微小光共振器の作製と、その素子を用いた機能動作を実現させている。CMOS 互換による作製手法はヒータや <i>p-i-n</i> ダイオード素子との集積を可能とし、集積した低パワーで動作する光変調器や光検出器を実現させた。</p> <p>第1章では背景と研究目的を述べている。現在のシリコンフォトニクスとシリコンフォトニック結晶技術について概説している。</p> <p>第2章は理論である。フォトニックバンドギャップやフォトニック結晶共振器の形成の理論について説明がされている。また、高 Q 値共振器を実現する手法についても示されている。</p> <p>第3章はフォトニック結晶の作製方法が <i>p-i-n</i> ダイオード集積の手法と共に示されている。シリカラッド構造を有する <i>p-i-n</i> 集積フォトニック結晶微小光共振器をフォトリソグラフィで作製し、2.2×10^5 の高 Q 値を実現した。</p> <p>第4章はフォトニック結晶微小光共振器素子を <i>p-i-n</i> ダイオードにキャリア注入することで、電気光変調器として用いた実験について説明されている。キャリアプラズマ効果によって屈折率を変調させ、1.0 V の電圧振幅を持つ信号を印可して、0.35 GHz の速度で動作する光変調が実現された。</p> <p>第5章は二光子吸収を用いた光受光器動作について報告している。38 pA の小さな暗電流が実現でき、検出可能な光パワー10 μW が達成された。</p> <p>第6章はシリコンフォトニック結晶微小光共振器による変調器と受光器による光伝送実験について示している。この実証実験によって全シリコン素子による伝送リンクが実現できることが示された。</p> <p>第7章では各章で得られた知見をまとめ、本研究を総括している。</p>			