

平成 28年 2月 29日





豊橋技術科学大学長 殿

電気・電子情報 工学専攻
学位審査委員会
委員長 長尾 雅行



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	福原 誠史		学籍番号	第093340号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 電気・電子情報工学 専攻	
博士学位 論文名	シリコンチップ内表面プラズモン導波路に関する研究 (Surface plasmon waveguide on silicon chips)			
論文審査の 期間	平成 28年 1月 28日 ~ 平成 28年 2月29日			
公開審査会 の日	平成28年 2月15日	最終試験の 実施日	平成28年 2月15日	
論文審査の 結果*	合格		最終試験の 結果*	合格
<p>審査委員会(学位規程第6条)</p> <p>学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。</p> <p>委員長 松田 厚範 </p> <p>委員 澤田 和明  石山 武 </p> <p>福田 光男  印</p> <p style="text-align: center;">印</p>				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

本論文は、電子集積回路の高速化を目指し、シリコンチップ内の表面プラズモン（金属表面等における光の電界と結合した自由電子の集団振動）導波路の基盤技術確立のために、①シリコンチップ上における表面プラズモン導波路について検討し、導波路に沿った表面プラズモンの伝播方向の制御技術と表面プラズモンを電気信号へ変換する構造の開発、②表面プラズモンと電気信号の相互作用について検討し、電気バイアスされた導波路に沿って表面プラズモンを伝播させても信号の混信が発生しないことの実験的な検証、を行っている。これにより、電子集積回路に適用可能な表面プラズモン導波路技術の基礎を築いている。

第1章では、情報処理デバイスの現状と課題およびプラズモニクインターコネクト技術が期待される背景とその課題について概説し、本研究の位置づけと目的を記述している。第2章では、本研究で扱うプラズモニク素子（励起構造、導波路および検出器）について概説し、素子設計に用いる式の導出とその物理的対応について説明している。第3章では、本研究で開発した表面プラズモン導波路と検出器がモノリシックに一体化された構造について述べている。さらに、シリコンプロセスを用いて本構造を作製することにより、プラズモニク素子の集積化を実現し、シリコンチップ上での表面プラズモン信号の伝播および電氣的検出を実証している。第4章では、金属導波路を介し、表面プラズモン信号の伝播及び電気バイアスの供給が同時に実現できることを示している。さらに、電気バイアスされた金属導波路を介し、強度変調された表面プラズモンが伝播可能であり、導波路に流れるバイアス電流が表面プラズモンのコヒーレント性に影響を与えないことを実験的に明らかにしている。最後に第5章で本論文を総括するとともに、今後の課題と展望について記述している。

審査結果の要旨

情報化社会の発展に伴い、通信トラフィック量は全世界で指数関数的に増加しているが、情報処理デバイスの高速・大容量化は消費電力や配線遅延の増大といった問題により律速されている。解決策の一つとして、電子の代わりに光子を通信キャリアとする光インターコネクト技術が注目されている。しかし、伝播光を扱う光インターコネクト技術では、回折限界と呼ばれる物理的制約のため、波長のサイズ以下への集光ができず、光デバイスと電子デバイスのサイズの違いが問題となっている。そのため、伝播光の回折限界を超えて集光が可能な表面プラズモンを用いたプラズモニクインターコネクト技術が開発されつつあるが、そのデバイスの形態等は未だ模索の段階である。

本研究では、シリコンプロセスで作製可能なプラズモニク素子を開発し、シリコンチップ上への集積化を実現している。また、開発したデバイス上における表面プラズモンの伝播及び電氣的検出を実証することで、プラズモニクインターコネクト技術の基盤技術を確立している。表面プラズモンの励起部及び検出部は、シリコン基板上の金薄膜に回折格子を形成することで実現し、合わせて回折格子結合法を用いた設計により、表面プラズモンの伝播方向を制御できることを示している。伝播した表面プラズモンの電氣的検出は、検出部にショットキー型ダイオードを用い、その光応答特性を評価することで確認している。導波路に印加される電気バイアスが表面プラズモンに与える影響については、電圧と電流の両面から検討し、導波路-検出部間に電氣的な分離溝を設ける事により、導波路に印加されるバイアス電圧が検出器より分離され、伝播した表面プラズモンがバイアス電圧の影響を受けず検出できることを実験的に確認している。さらに、表面プラズモン導波路に電流を流入させ、伝播する表面プラズモンのコヒーレント性を検出することで、電気信号と表面プラズモンが同一の導波路を介して伝達できることを明らかにしている。これらの研究成果は、今後の光・電子集積デバイスの一形態を示すものとして学術的および工学的に高く評価できる。

以上により、本論文は博士（工学）の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)