

平成 27年 2月 24日

豊橋技術科学大学長 殿





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	相 原 卓 磨		学籍番号	第 083301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配線に関する研究 (Study on surface plasmon interconnections on silicon chips)			
論文審査の 期間	平成 27年 1月 22日 ~ 平成 27年 2月 23日			
公開審査会 の日	平成27年 2月 6日	最終試験の 実施日	平成27年 2月 6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  印</p> <p>石山 武  印</p> <p>福田光男  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）配線の基盤技術確立のために、（１）電子デバイスとモノリシック集積が容易なシリコンベースのプラズモニック検出器、（２）検出器と電子デバイスとのモノリシック集積デバイス、（３）表面プラズモンを介したコヒーレント光通信技術を提案し、実証している。第１章では、情報処理デバイスの現状と課題および電気配線と光配線技術の特徴と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、本研究で実現したスリット構造を有する金属薄膜とシリコンのショットキー障壁からなる表面プラズモン検出器を提案し、表面プラズモンの周波数信号検出の可能性を、理論および実験的な観点から、明らかにしている。第３章では、表面プラズモンを介したコヒーレント通信の可能性について記述している。金属表面を表面プラズモンが伝播する際に、強度は減衰するもののそのスペクトル幅（コヒーレンシー）は一定であることを理論および実験的な見地から明らかにしている。第４章では、本研究で実現した表面プラズモン検出器と MOSFET で構成されるモノリシック集積回路について設計、作製および評価を行ない、シリコンに吸収されない波長帯である 1300 および 1550 nm 帯のレーザ光で動作する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、今後の展望と課題について記述している。

審査結果の要旨

情報化社会の高度化を背景に、情報通信で取り扱われる情報量は指数関数的に増加しており、それらの情報を扱うシステムの性能向上が必須となっている。そのため、情報システムのキーデバイスである半導体集積回路の高速化・低消費電力化が喫緊の課題となっており、集積回路内の信号伝達的手段として、光を導入した光・電子集積回路が開発されつつある。しかし、これらの光・電子集積回路では、伝播光を使用するため、波長のサイズ以下まで縮小した集積化ができず、光デバイスと電子デバイスのサイズの違いが集積度向上の障壁となっていた。そこで、光の回折限界を超えて集積化が可能な表面プラズモンを用いた光・電子集積回路が注目され始めているが、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、表面プラズモンを集積回路内通信の信号キャリアとして使用し、プラズモニック検出器と MOSFET 等の電子デバイスをシリコン基板上へモノリシック集積する形態を提案し、その動作を理論的および実験的に実証している。プラズモニック検出器についてはシリコン上の金薄膜へ回折格子を形成したショットキー型ダイオードを提案し、回折格子へ入射する伝播光あるいは金薄膜表面を伝播してきた表面プラズモンを電流へ変換できることを実証している。本構造を MOSFET のゲート電極へ導入し、外部から入射した伝播光および金薄膜表面を伝播してきた表面プラズモンにより MOSFET が動作すること、さらに、表面プラズモン信号が約 4 桁増幅されることを実証している。信号キャリアとしての表面プラズモンについては、レーザ光から変換した表面プラズモンを金属表面に沿って伝播させ、損失とスペクトル線幅の変化を詳細に観察し、強度は減衰するものの線幅は一定に保たれることを明らかにしている。これにより、表面プラズモンが強度信号による通信のみならずコヒーレント通信まで適用できることを解明している。

これらの研究成果は学術論文および国際会議等で発表されており、IEEE Photonics Conference 2013 では Best Student Paper Award (Second place)、SPIE Micro+nano Materials, Devices, and Applications 2013 では Best Student Paper of Conference Award の受賞に結びついている。

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。