

「助成対象研究の紹介文」

貴金属に替わるプラズモニクス材料の開発

京都大学大学院 工学研究科 助教 村井 俊介

概要：

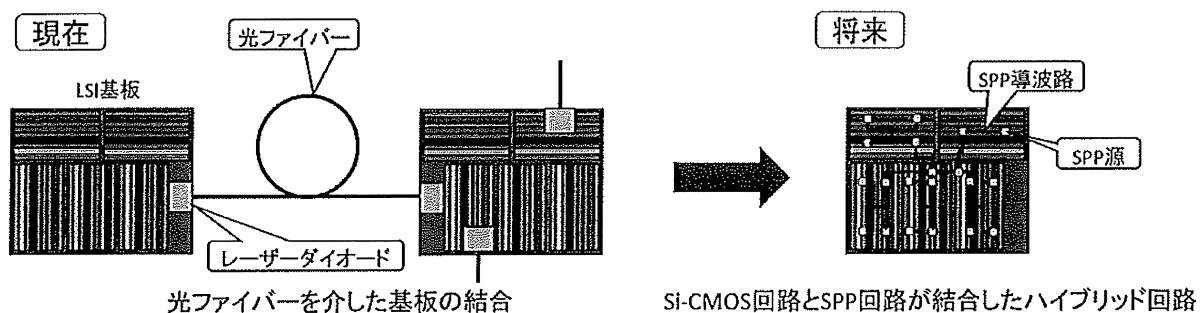
携帯電話から大規模ネットワーク・サーバまで、ありとあらゆるエレクトロニクス機器に搭載されている集積回路（LSI）は私たちの快適・安心な生活に欠かせない。これからユビキタスネットワーク社会を迎えるにあたり、LSIには更なる小型化、高性能化、低消費電力化が要求される。これまで半世紀近くにわたりムーアの法則にしたがって高集積化を続けてきた LSI は、シリコン系相補型金属酸化膜半導体(Si-CMOS)技術の発展により、現在ゲート長が 50 nm 以下の CMOS トランジスタを実現するまでになった。しかし量子効果によるトンネル電流などの物理的な限界が存在するため、これ以上の微細化は困難である。従って、今までとは異なる技術で LSI の高速化を実現することが必要とされている。そのひとつの手法が、電子回路より高速な光回路を用いることであるが、光はその回折限界のためナノメートル領域に閉じ込めることができず、光回路の小型化は未だ実現されていない。

表面プラズモンポラリトン（Surface Plasmon Polariton, SPP）の利用は、これまで培われてきた Si-CMOS 技術を活かしつつ、更なる高性能 LSI を実現するための新規かつ革新的な解決策である。SPP は金属/誘電体の界面に発生する「電子の波」であり、光と同程度の高速性をもちつつナノメートル領域に閉じ込め可能であるため、トランジスタ間を SPP 回路で結ぶことができれば、従来技術では得られない高集積・高性能 LSI の開発につながると考えられる。

この目的の達成のためには、SPP 回路の材料選定が重要である。本研究では、現状で金および銀に限定されている SPP を担う金属を、地表に豊富に存在する元素で構成される導電性化合物（特に窒化物）に置き換えることを目的とする。特に窒化チタンは半導体加工技術と相性がよく、CMOS デバイスの中の電極材料として使用可能であるため、SPP 回路に用いることができれば Si 電子回路との融合に有利であると考えられる。

将来実用性が期待される分野：

Si 集積回路と SPP 回路を融合することで更なる高性能 LSI が実現できれば、従来に比べて高速・低消費電力なデータプロセッシングやチップ間の光インターコネク트가実現することが期待されるため、現在より桁違いに大量の情報を効率よくやり取りすることが可能になると。従って、これらの開発の波及効果として、ネットワーク機器・システムの大幅な高性能・省エネルギー化が見込まれる。



図：電子回路と光回路のサイズ不整合を解消し、シリコン CMOS 回路とシームレスに結合可能な表面プラズモンポラリトン (SPP) 導波路を開発します。これにより高集積・省エネルギーな次世代回路を実現し、グリーン・イノベーションに貢献します。