

グラフェンを用いたプラズモンの伝搬制御を世界で初めて実証 ——電子の波を利用したナノ領域での回路の高速化，超低消費電力化へ前進

NTTと東京工業大学（東工大）は、電子の移動度が高いなどの特性から近年注目されているグラフェンを利用することにより、電子の波であるプラズモンの伝搬速度を2桁にわたり制御できることを世界で初めて実証しました。従来、プラズモンの研究では金属が用いられていましたが、NTTと東工大はグラフェンに着目し電子密度等を変化させることにより伝搬速度制御を可能としました。

本成果を用いることにより、光信号をプラズモンの形でナノメートルサイズに閉じ込め制御することが可能となります。将来的には、チップ内の電子回路をプラズモン回路に置き換えることでコンピュータやネットワーク機器の大幅な高速化・低消費電力化ができると期待されています。

なお、本研究成果は英国時間2013年1月15日に英国科学雑誌「Nature Communications」で公開されました。

■研究の背景

光によるデータ伝送は電気を用いたデータ伝送と比較して高速かつ低データ損失というメリットがあります。そのため、インターネットなどの長距離データ伝送やスーパーコンピュータのラック間・ボード間にてメタル配線から光ファイ

バへの置き換えが進められてきました。昨今では、光信号を制御することで電子デバイスの一部を光デバイスに置き換え、機器の高速化・低消費電力化を実現する研究が進められています。しかし、これまで光デバイスのサイズを光の波長（～1 000 nm）以下にすることは困難であり、数10 nmであるコンピュータチップ内に用いることができませんでした。

これに対して電子の集団運動であるプラズモンは、光と同様に波の形でデータを伝送することが可能であり、ナノメートルサイズに閉じ込めることができる特性を持つため、コンピュータチップ内のデータ伝送・処理の高速化・低消費電力化が可能になると期待されています。本研究分野をプラズモニクスと呼び、主に金属表面に現れるプラズモンを用いて研究されています。しかし、「金属表面プラズモン」は材料に依存し特性が決まってしまうことから制御性が乏しく、また金属中での電子の散乱によるデータ損失が大きいという課題が指摘されています。そのため、NTTと東工大では電子の密度を変化させることでプラズモンの特性を変調でき、データ損失も小さいと考えられているグラフェンに着目しプラズモンの研究を行ってきました。

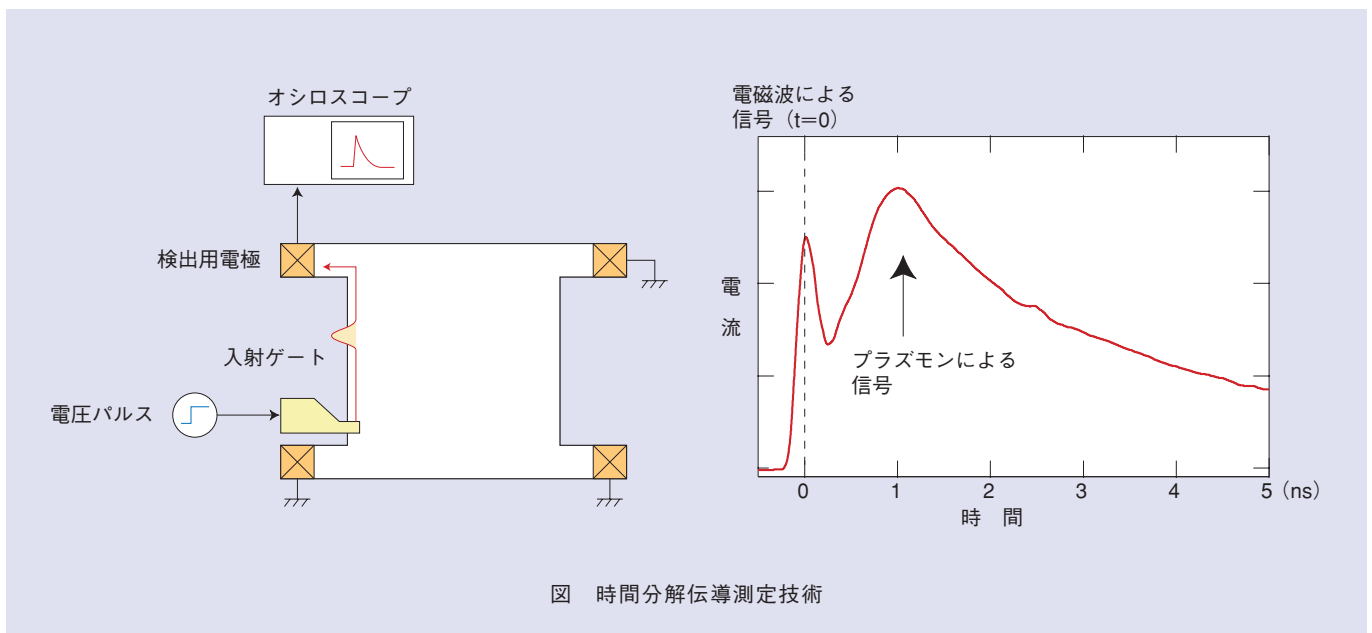


図 時間分解伝導測定技術

■研究の成果

NTTと東工大の共同研究チームは、大面積かつ高品位のグラフェンを作製する技術と時間分解伝導測定技術（図）を組み合わせることにより、マイクロ波領域（～10 GHz）におけるプラズモンの伝搬速度を数10～数1 000 km/sという非常に大きな範囲にわたり変調することに成功しました。伝搬速度を制御できるということは光の屈折率の制御が可能となるため、プラズモンのスイッチング・ルーティングなどが可能になると考えられます。

なお強磁場中では、プラズモンはグラフェンの端に存在する「エッジマグネトプラズモン」となり、その幅は10 nm程

度であることが分かりました。これは1原子の厚さ（0.1 nm）で幅10 nmにプラズモンを閉じ込めて伝搬させることが可能であることを示しています。

◆問い合わせ先

NTT先端技術総合研究所

広報担当

TEL 046-240-5157

E-mail a-info@lab.ntt.co.jp

URL <http://www.ntt.co.jp/news2013/1301/130115a.html>

共同研究による新研究分野の創出

熊田 倫雄

NTT物性科学基礎研究所

量子電子物性研究部

量子個体物性研究グループ

主任研究員（特別研究員）

私はガリウムヒ素半導体中に実現された2次元系における物性を調べてきました。その過程において、2010年ごろからグループ内および東工大との共同研究を通して時間分解伝導測定を開始しました。同時期にNTT物性科学基礎研究所内で、グラフェン（炭素原子1層からなる理想的な2次元系）の大面積、かつ高品位成長技術が確立されました。時間分解伝導測定では、ある点から入射した信号が別の点まで到達するのにかかる時間を測定しますので、十分な時間分解能を得るために試料が大面積であることは必要不可欠となっています。したがって、この2つの技術を組み合わせることにより世界のほかのグループではできない研究ができるのではと考えて始めたのが本研究です。

結果として、グラフェンにおけるプラズモンの伝搬速度は2桁にわたって変調可能であることを明らかにしました。2010年の段階で全く予想していなかった今回の結果が得られたのは共同研究の結果であり、さまざまな研究分野を高いレベルでカバーしているNTT研究所でしかできなかったことだと考えています。今後も、自分自身のスキルを高めていくとともに、NTT研究所ならではの技術、知識の組み合わせを活かし、新しい原理に基づくデバイスの開発など世の中を大きく変えるような研究を目指します。

研究者 紹介

