

NTT持株会社ニュースリリース

(報道発表資料)

2013年1月15日

日本電信電話株式会社
国立大学法人 東京工業大学

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～

日本電信電話株式会社(本社:東京都千代田区、代表取締役社長:鶴浦博夫、以下 NTT)と国立大学法人東京工業大学(東京都目黒区、学長:三島良直、以下 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※1を利用することにより、電子の波であるプラズモン※2の伝搬速度を二桁に渡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事でコンピュータやネットワーク機器の大幅な高速化・低消費電力化が出来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PM4:00に英国科学雑誌「Nature Communications」で公開されます。

1. 研究の背景

光によるデータ伝送は電気を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。その為、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(～1000nm)以下にすることは困難であり、数10ナノメートル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為、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(図1□)。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事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。その為、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まいりました(図2□)。

2. 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(図3□)と時間分解伝導測定技術(図4□)を組み合わせることにより、マイクロ波領域(～10GHz)におけるプラズモンの伝搬速度を数十～数千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(図5□)。伝搬速度を制御できることは光の屈折率を制御できる事が可能となる為、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(図6□)。

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(0.1nm)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。

3. 技術のポイント

NTTが有するSiC(炭化ケイ素)上のグラフェン成長技術とNTT、東工大が有する時間分解伝導測定技術を組み合わせることにより可能となりました。

(1) 大面積で均一なグラフェンの成長(NTT)

実験に用いたグラフェンは、SiCをAr(アルゴン)中で熱分解しSi(ケイ素)を選択的に脱離させることによって形成されたものであり、1 mm四方と十分大きな試料においても高品位かつ均一のものが得られています。試料は、グラフェン表面を絶縁体で覆った上にゲート電極をつけることにより、広い範囲で電子または正孔の密度を変化させることが可能となっています。

(2) 時間分解伝導測定技術(NTT、東工大)

入力端子にマイクロ波領域(～10 GHz)の電磁波を印加することにより、グラフェンにプラズモンを励起し、その伝搬を1.1 mm離れた所に作製された検出端子を通してプラズモンの電荷振動を時間分解計測します。プラズモンを励起してから検出端子まで到達するまでの時間を100 ピコ秒(1ピコ秒は1兆分の1秒)の時間分解能で計測することにより、プラズモンの伝搬速度を得ることが出来ます。得られた伝搬速度は電子または正孔の密度、磁場、ゲートの有無などにより数十～数千km/sに渡って変化しました。

4. 今後の展開

グラフェンを用いたプラズモンによるデータ伝送の損失は理論上小さいと言われていますが実験を通じた測定を行う準備を進めています。また、将来的に光通信へ応用するべく周波数領域(テラヘルツ～光学周波数)へ実験を拡張し、プラズモンの速度変化を利用したスイッチングやルーティングの実証を目指します。これにより、グラフェンを用いたプラズモニクスの研究が加速され、将来的にコンピュータやネットワーク機器の大幅な高速化、低消費電力化が期待されます(図7□)。

用語解説

※1 グラフェン

炭素原子が六角形格子構造上に並んだシート状の物質。原子配置に起因する特異な物性が現れると共に室温でも高移動度であることから、基礎研究・応用研究両面から盛んに研究されている。

※2 プラズモン

電子の密度の濃い部分・薄い部分が波のように伝搬する電子の集団運動。電流によるデータ伝送より損失が小さく、光(電磁波)の波長より小さい領域(～10 nm)に閉じ込めることができる特徴を持つ。

別紙・参考資料

- ▶ [図1 プラズモンとは](#)□
- ▶ [図2 金属、グラフェンによるプラズモン](#)□
- ▶ [図3 大面積で均一なグラフェンの成長方法](#)□
- ▶ [図4 時間分解伝導測定](#)□
- ▶ [図5 時間分解伝導測定検出結果](#)□
- ▶ [図6 プラズモンの制御](#)□
- ▶ [図7 将来の応用イメージ](#)□

本件に関するお問い合わせ先

■ 日本電信電話株式会社
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

■ 東京工業大学

広報センタ
TEL:03-5734-2975
E-mail: hyo.koh.sya@jim.titech.ac.jp

ニュースリリースに記載している情報は、発表日時点のものです。現時点では、発表日時点での情報と異なる場合がありますので、あらかじめご了承くださいとともに、ご注意をお願いいたします。

[NTT持株会社ニュースリリース インデックスへ](#)

NTT持株会社 ニュースリリース

[▶ 最新ニュースリリース](#)

[▶ バックナンバー](#)

[▶ English is Here](#)

NTT持株会社 ニュースリリース内検索

1997 ▼ 年 04 ▼

月 ~

2021 ▼ 年 11 ▼ 月

検索

NTTグループの情報は
こちらからもご覧いただけます。



[▲ このページの先頭へ](#)

[▶ 更新履歴](#) [▶ サイトマップ](#) [▶ お問い合わせ](#) [▶ 著作権](#) [▶ プライバシーポリシー](#) [▶ 情報セキュリティポリシー](#) [▶ ウェブアクセシビリティポリシー](#) [▶ 個人情報保護について](#)

Copyright © 2021 日本電信電話株式会社