

先端技術キーワード解説

知っておきたい最新の動き

[プラズモン (Plasmon)]

今月（2013年）、1月15日、NTTと東京工業大学は、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て制御することを可能にする技術の実証に成功したと発表しました。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により、大幅な高速化や低消費電力化が期待されるとのことです。今月は、この電子回路の概念を変えるかもしれないプラズモンについて、取り上げたいと思います。

1. プラズマ (Plasma)

プラズモンの前に、プラズマについて解説しておきたいと思います。

物質を構成する原子に、エネルギーを与えると固体→液体→気体と順にエネルギーの高い状態になり、動き回るスピードも増します。そこに、さらにエネルギーを与える、電子は原子の束縛をふりきり自由に動き回ることができ、プラスの電荷をもった陽イオン（原子核）とマイナスの電荷をもった電子に別れてしまいます。これが物質の第4の状態と言われるプラズマです。

2. プラズマ振動

プラズマには面白い性質があります。ある場所の電子集団が局所的に動くと、そこでは、電氣的に中性が失われるため、電子を引き戻す方向に電場が発生します。陽イオンは電子より質量がはるかに大きいので、電場によって加速されるのは電子だけとなります。こうして、電場により電子群が動いて、電氣的に中性になろうとしますが、慣性で元の場所を歩き過ぎてしまいます。そこで、今度は、反対方向の電場が発生し反対方向に電子群が動きます。これを繰り返して、電子群の往復運動、すなわち振動が起きます。これがプラズマ振動と呼ばれるもので、巨視的には電荷密度の粗密波（縦波）となります。

3. プラズモン

プラズマは、一般に気体として存在しますが、固体の中においても存在します。例えば、金属において、伝導電子が原子核の正電荷からのクーロンポテンシャルを遮蔽するため、あたかも自由電子のように振る舞います。この状態は、プラズマと見なすことができます。ここで、伝導電子の集団が振動電界を受けると、あたかも気体プラズマ中の電子群のように、固体のなかを往復運動します。このプラズマ振動を、量子力学的には粒子の挙動とみなし、プラズモン (Plasmon) と呼びます。

金属微粒子に光を照射すれば、プラズモンが共鳴励起されます。これを表面プラズモンと呼びます。一部の金属微粒子では、光電場とプラズモンがカップリングして光吸収が起こり、鮮やかな色調を示します。これは、光エネルギーが表面プラズモンに変換されることにより、金属微粒子表面に光のエネルギーが蓄えられる、そして、光の回折限界より小さな領域でも光制御が可能となることを意味しています。

4. グラフェンを用いたプラズモン応用

前出のNTTと東京工業大学による、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て制御可能としたという発表では、金属ではなくグラフェンを使用しています。

発表によると、これまで、プラズモンの研究には金属が用いられてきたが、制御性が乏しくデータ損失も大きかったとのこと。今回は、グラフェンを使用することで、マイクロ波領域での伝搬速度を数十～数千キロメートル/秒の範囲で変化させることができたとのこと。

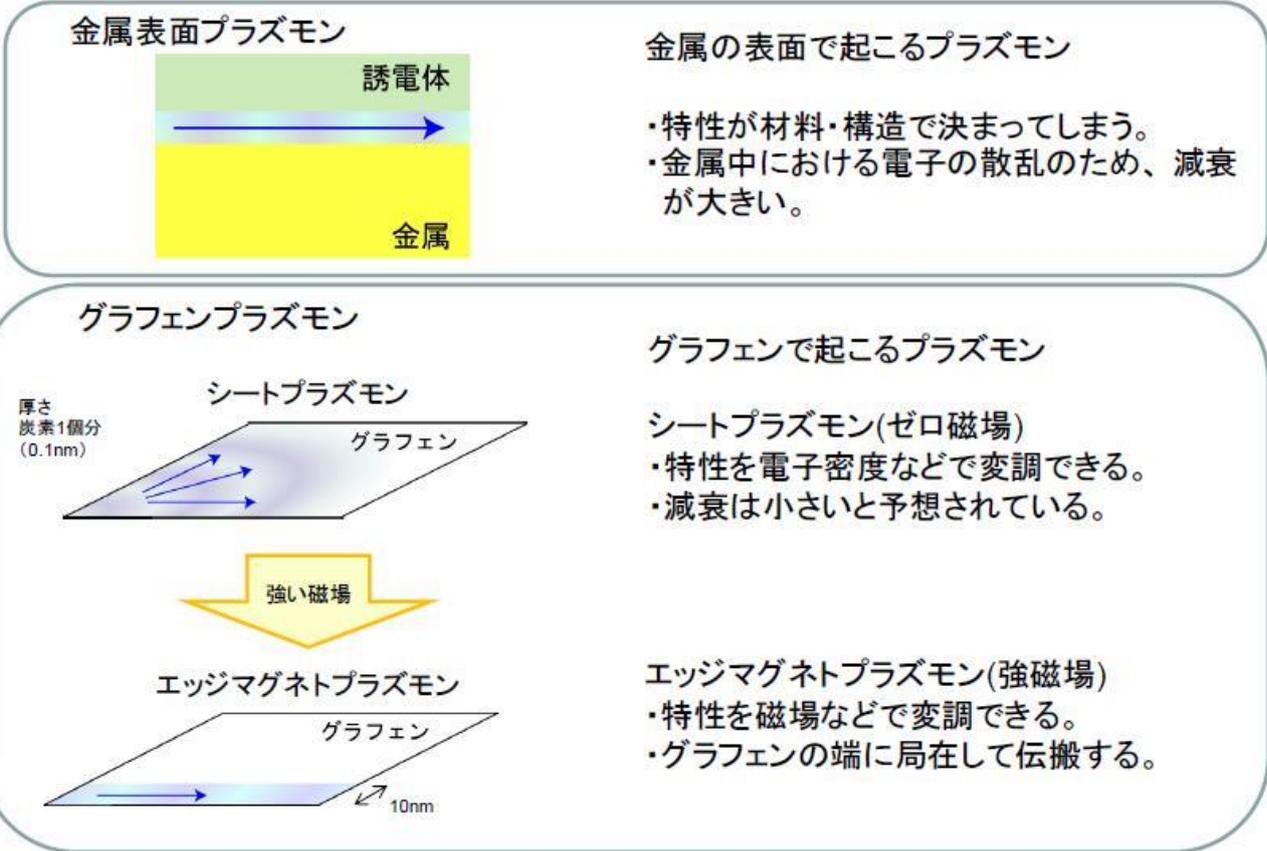
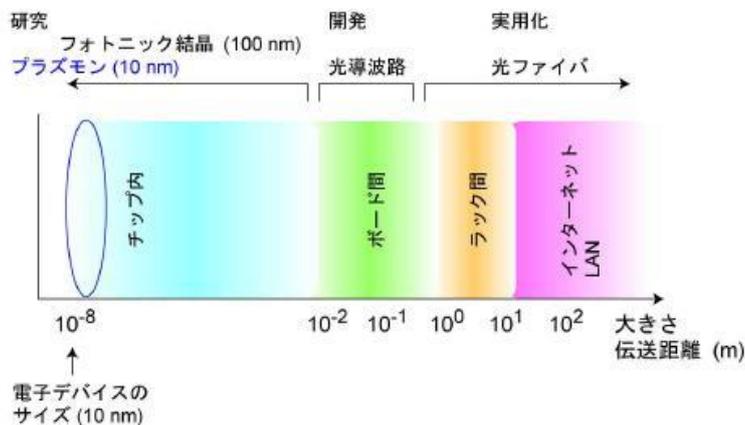


図1 金属、グラフェンによるプラズモン (文献1) から引用

信号の伝送、処理を電気から光に置き換えることにより高速化、低消費電力化が可能となる



【現在】スーパーコンピュータにおいてラック間やボード間で光信号が用いられている。



【将来】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ることにより、チップ内の回路も高速化、低消費電力化が可能となる。

図2 将来の構想 (文献1) から引用

(参考文献、および一部、図を引用)

1) 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～

http://www.titech.ac.jp/file/20130116_ntt_titech.pdf

(2013年1月15日)

(注)

本解説は、執筆当時の状況に基づいて解説をしております。ご覧になる時には、状況が変わっている可能性がありますので、ご注意をお願いします。

Copyright (C) Satoru Haga 2013, All right reserved.

技術・経営の戦略研究・トータルサポーター	工学博士 中小企業診断士 社会保険労務士(登録予定)
ティー・エム研究所	代表 芳賀 知
E-Mail: info_tm-lab@mbn.nifty.com	URL: http://tm-lab@a.la9.jp/