

CLによる表面プラズモン計測とプラズモニクス

東京工業大学理工学研究科 山本直紀 鈴木喬博

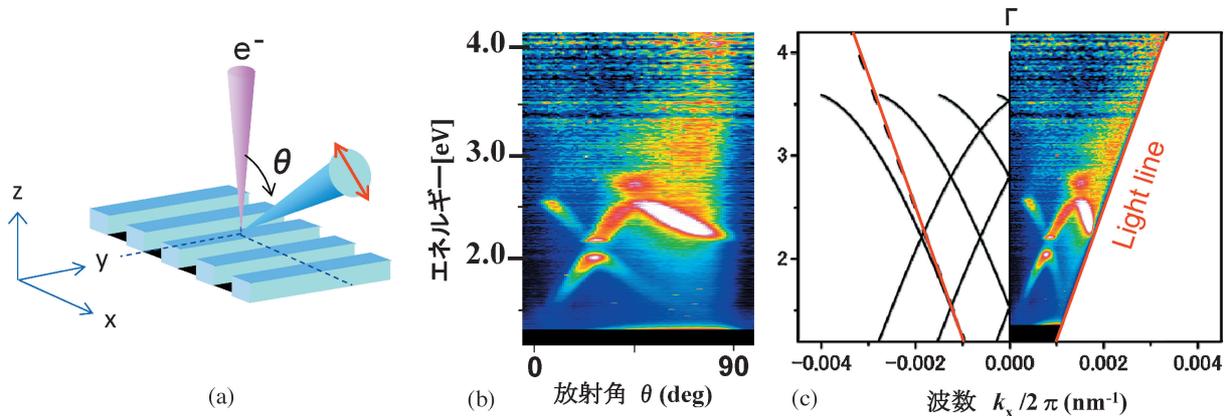


Fig. 1 (a) 周期 800 nm のグレーティングからの放射の検出方向と (b) スペクトルの角度変化, および (c) 変換した分散関係.

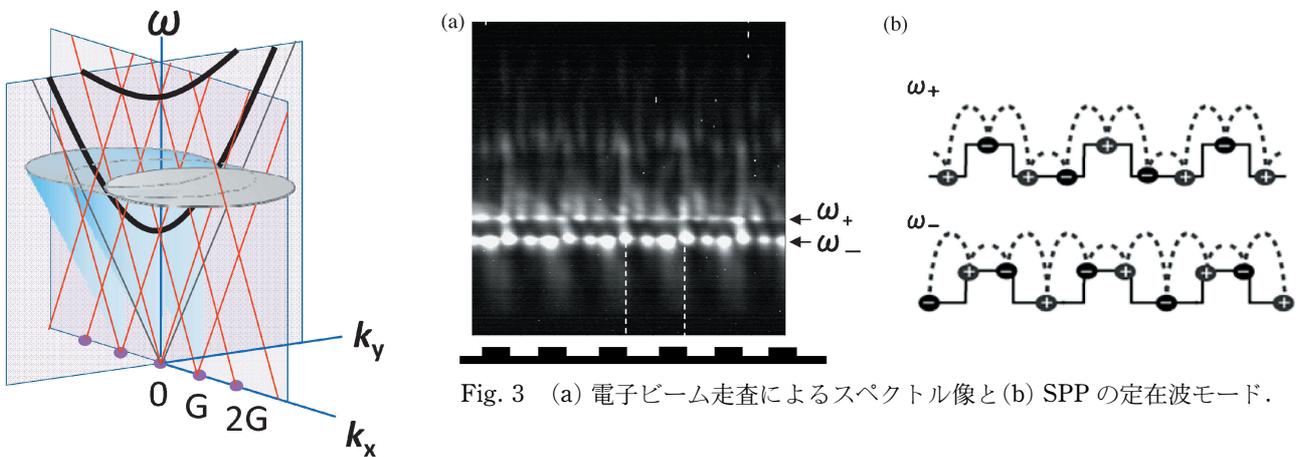


Fig. 2 ω - k 空間の SPP 分散面.

表面プラズモンポラリトン(SPP)は金属表面に局在した電磁場を伴う表面電荷の集団振動の波である。表面局在領域に強い電磁場を生成でき、また光の回折限界を超えてナノメートルオーダーの領域に閉じ込めることができるので、高感度センサーや次世代光集積回路における導波路への利用が考えられている。最近、SPP を応用するプラズモニクスと呼ばれる分野が急速に発展している。

SPP は高エネルギーの電子によって励起することが出来る。電子ビームはナノメートルの大きさに絞れるので、SPP の点光源を任意の場所に来ることが出来る。最近、我々は、200 kV の透過型電子顕微鏡と組み合わせた光検出システムに放射角度分解の機能を付け加え、特定の方向の放射強度の測定から平坦な銀表面の SPP の分散関係を導くことに成功した(1)。この実験装置を使って銀表面の 1 次元グレーティング上の SPP を励起し、放射される光の角度分解測定を行った。グレーティングは、SPP と光とを変換する直接的な手段の一つとして知られており、SPP の分散

関係にエネルギーギャップをもつプラズモニック結晶としての性質を持つ。Fig. 1(a)の配置で周期 800 nm、テラス幅 320 nm のグレーティングに電子ビームを照射して放射角度を変えながらスペクトルを測定し、横軸を放射角にとり 2 次的に表示した像が Fig. 1(b)である。さらに、放射角度を SPP の波数に変換すると Fig. 1(c)の SPP の分散を表すパターンが得られる。SPP 分散面は ω - k 空間で平坦な表面上の SPP のコーン状の分散面を逆格子ベクトルだけシフトさせた組から成ると考えられ(Fig. 2)、実験と良く一致している。また、分散線が交差したところでギャップが開いているのが見られる。ギャップ位置の角度の放射を使って電子ビームを走査しながらスペクトルを測定して得たスペクトル像(Fig. 3(a))には、SPP の定在波(Fig. 3(b))に対応するパターンが現れている。

文 献

(1) N. Yamamoto and T. Suzuki: Appl. Phys. Lett., **93**(2008), 093114.

(2009年7月23日受理)

Optical Measurement of Surface Plasmon by CL and Plasmonics; Naoki Yamamoto and Takahiro Suzuki (Tokyo Institute of Technology, Tokyo)

Keywords: surface plasmon, plasmonics, cathodoluminescence, grating, transmission electron microscopy

TEM utilized: JEM-2000FX (200 kV)

Observation condition: TEM-SEM Specimen preparation: electron beam lithography