

Title	三角断面形状型回折格子
Author	牧尾, 佑奈
Citation	Fabrica. 29 卷, p.46-47.
Issue Date	2017
ISSN	
Type	Article
Textversion	Publisher
Publisher	大阪市立大学工作技術センター
Description	

Placed on: Osaka City University Repository

三角断面形状型回折格子

牧尾 佑奈 (まきお ゆな)

所属：工学研究科 電子情報系専攻
 専門分野：物理光学（テラヘルツ波）
 趣味：音楽、サッカー観戦、映画



回折格子を始めとする金属周期構造体の表面では、金属表面の自由電子の集団振動と電磁波が相互作用することが知られています。その現象は表面プラズモンポラリトン (Surface plasmon polaritons, SPPs) と呼ばれ、励起できると表面方向に伝搬していきます。SPPs は、表面状態への依存性、増強電場の発生、波長以下の領域に閉じ込め可能であるという特性を有しており、それらを生かした様々な応用が期待されています。可視光領域における SPPs の励起周波数は、金属材料と構造周期および入射角によって決まります。一方、テラヘルツ (THz) 波領域 (0.1 THz-10 THz) を始めとした金属が完全導体として振る舞う周波数領域の SPPs は、金属材料による影響はなく、構造周期と入射角および複数の構造共鳴から影響を受けます。複数の構造共鳴からの影響は THz 波領域の SPPs の最大の特徴であると言えますが、詳細は未だ解明されていません。そこで私は、THz 波領域の SPPs に対する構造共鳴の影響を調査するため、回折格子の断面形状を変化させたときの SPPs について調査することにしました。

THz 波領域の SPPs の励起には、THz 波の波長程度 (サブ mm) の周期の金属構造体が必要になります。とりわけ今回のテーマでは変わった形状の構造であるため、そのようなものは科学製品を取り扱うメーカーにも無く、特別に作製する他ありませんでした。そこで工作センターの富高さんに作製をお願いしました。作製して頂いた回折格子を図 1 に示します。(a)

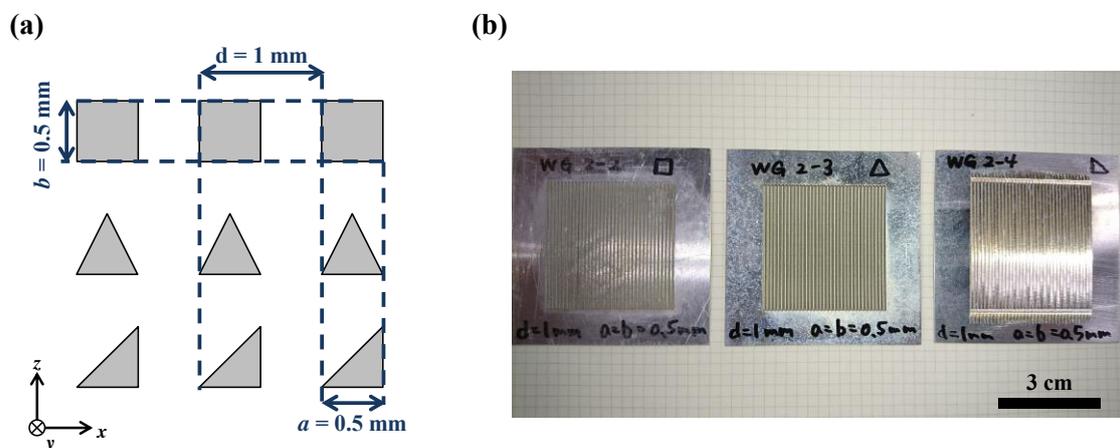


図 1. 実験に使用した回折格子。(a)は断面形状の模式図、(b)は実際に使用した回折格子。

は断面形状の模式図、(b)は実際に実験に使用した回折格子です。ワイヤー放電加工機で作製して頂きました。周期(d)は1 mmとしており、この大きさですと、特に断面形状が二等辺三角形や直角三角形の場合、細くなった金属部がよれるため作製は困難であると伺いました。しかし無理を言って2017年2月に作製して頂きました。その節は誠にありがとうございました。

これら3種類の回折格子に垂直入射した場合の透過率の測定結果を図2に示します。散布図が実験結果を示しており、実線は同様の構造を用いた電磁界シミュレーションの結果を示しています。実験結果が、理想的な系を模したシミュレーション結果と良い一致を示すことから、回折格子の完成度の高さが伺い知ることができます。また、構造共鳴の影響を考慮しない場合の ± 1 次のSPPs励起条件を破線で示しています。一般に、SPPs励起には規則正しい周期構造が必要で、励起によって「アノマリー」と呼ばれる透過率の急峻な低下が見られます。図2においても、3種類の回折格子全てで ± 1 次のSPPs励起条件付近にアノマリーが存在しており、SPPsが励起されたことがわかります。このことから、回折格子の完成度の高さが示されています。一方、断面形状が直角三角形の場合のみ、 ± 1 次のSPPs励起条件よりも長波長側(図でいうと左側)に、より急峻なアノマリーが見られます。これもまたSPPsの励起によるもので、私の研究で一番確認したかったところです。更に、この2つのSPPsについて実験やシミュレーションを用いてより詳細に調査を進めていくと、両界面で励起された表面モードがスリット間を介して共鳴し、 -1 次のSPPsが長波長側にシフトしていたことがわかりました。すなわち、構造共鳴を利用することで、垂直入射時に2つのSPPs励起し、それを観測することができました。この結果は、構造共鳴を利用したSPPs制御の可能性を広げるものであると考えています。

最後に、工作センターの方々には上記の回折格子の作製だけでなく、様々な素子の作製における相談に乗っていただき、また作製していただきました。大変感謝しています。また今後も、当研究室から色々とお願ひすることがあると思ひますが、何卒よろしくお願ひいたします。

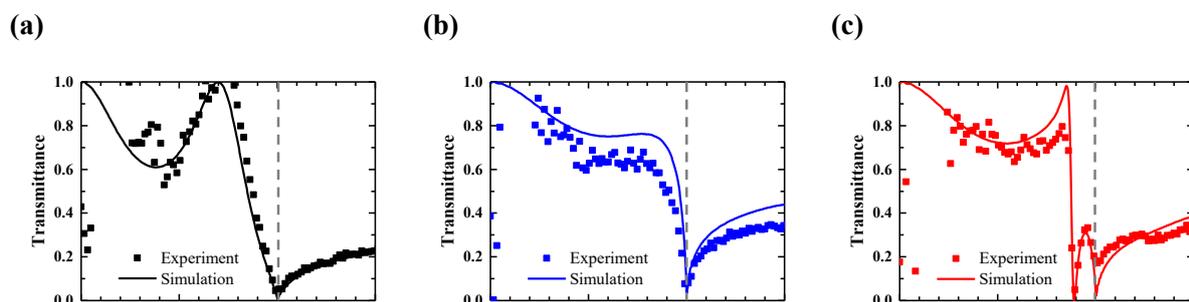


図2. 3種類の回折格子に垂直入射したときの透過率の測定結果。横軸は、周期を波長で規格化している。灰色の破線は ± 1 次のSPPs励起条件を示している。回折格子の断面形状はそれぞれ、(a)正方形、(b)二等辺三角形、(c)直角三角形である。