

表面プラズモン共振器デバイスにおけるテラヘルツ波結合に関する検討

Study on coupling of THz waves to surface plasmon resonator

理研¹, 日本大学² °時実 悠¹, 四方 潤一², 瀧田 佑馬¹, 南出 泰亜¹

RIKEN¹, Nihon University², °Yu Tokizane¹, Jun-ichi Shikata², Yuma Takida¹ and Hiroaki

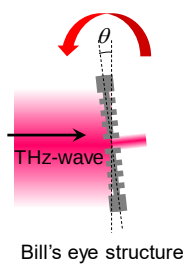
Minamide¹

E-mail: yu.tokizane@riken.jp

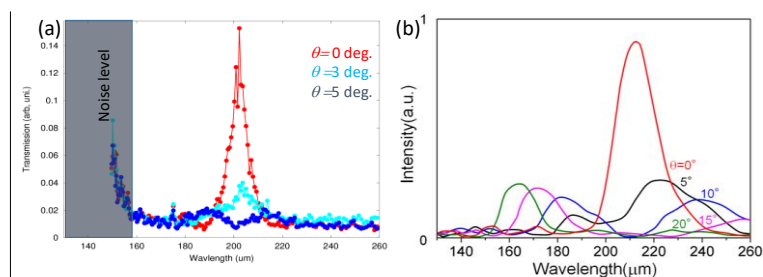
テラヘルツ波集積回路において、表面プラズモンを用いた伝送方法が注目されている[1]。低損失なテラヘルツ波伝送が実現可能である一方、一般には空間伝搬する電磁波と表面プラズモンは結合しないため、無線接続する場合にはテラヘルツ波と表面プラズモンの結合技術が重要となる。これまでの研究では、表面に周期構造を有するブルズアイ素子を用いて、表面プラズモンの分散曲線を変調し、テラヘルツ波を表面プラズモンに結合可能な事が報告されている [2]。しかし、動作検証は分散曲線の一部分のみ行われており、より深い理解を得るため、四方らは入射ビーム角度変化によって、表面プラズモンとテラヘルツ波の分散曲線の交点を制御出来る事を解析的に示した[3]。これに基づき本研究ではテラヘルツ波の入射角を制御し、テラヘルツ共鳴ピークの分裂を実験的に確認したので報告する。

テラヘルツ光源には、光注入型周波数可変テラヘルツパラメトリック発生器 (is-TPG)[4]を用いた。パルス時間幅~100 ps、帯域幅~1 GHz、繰り返し周波 100 Hz である。テラヘルツ波を Tsurupica レンズによりコリメートし、ブルズアイ構造に入射した。ブルズアイ構造の回折格子の周期は 200 μm 、中心の開口径は 100 μm である。表面に金メッキが施されている。透過テラヘルツ波はレンズで集光し、液体ヘリウム冷却型ボロメーターで検出した。入射テラヘルツ波の周波数 5 GHz 毎に掃引し、透過スペクトルを測定した。また、回転ステージによりブルズアイ構造を傾け、ビーム入射角を変化させ、透過スペクトルの変化を測定した(図 1)。

図 2 (a)に今回計測したブルズアイ構造の透過スペクトルを示す。入射角 0 度の場合、プラズモン共鳴が波長 200 μm 付近に観測された。入射角を大きくしていくことで、ピーク強度の低下とスペクトル幅の広がりが観測された。入射角 5 度では共鳴のピークが波長 190 μm と 220 μm 付近の 2 つに分裂した。この結果は FDTD 解析による結果(図 2 (b))[3]と定性的に一致している。



(図1)



(図2)

(図 1) 実験配置図 (図 2)(a)THz 透過スペクトル(入射角 0 度、3 度、5 度), (b)FDTD 解析による THz 波透過スペクトル(入射角 0 度、5 度、10 度、15 度、20 度)

謝辞: 本研究に的確なご助言いただいた伊藤弘昌氏(理研)、熊野勝文氏(東北大)に謝意を表します。また、テラヘルツ光源チームのすべてのメンバーに感謝いたします。また本研究は日本学術振興会科学研究費(17K14129)、文科省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 (No. S1411017)、(株)トプコンとの共同研究の支援を受けています。

[1] W. Zhu, et. al, Opt. Express, **16**, 6216 (2008).

[2] K. Ishihara, et. al, Appl. Phys. Lett. **89**, 201120 (2006).

[3] 四方他、電子情報通信学会、2012 年ソサイエティ大会、C-4-20、p.230, (2012).

[4] S. Hayashi, et. al, Sci. Rep., **4**, 5045 (2014).