

低損失な光学結合方式によるテラヘルツ波パラメトリック発生および検出

Terahertz-Wave Parametric Generation and Detection

with Low-Loss Optical Coupling Configuration

○瀧田 佑馬, 野竹 孝志, 縄田 耕二, 時実 悠, 林 伸一郎, 南出 泰亜 (理研)

○Yuma Takida, Takashi Notake, Kouji Nawata, Yu Tokizane, Shin'ichiro Hayashi, Hiroaki Minamide (RIKEN)

E-mail: yuma.takida@riken.jp

近年のフォトニクス技術の向上に伴い、様々な非線形光学波長変換によるテラヘルツ (THz) 波発生および検出技術の研究開発が盛んに行われてきた。中でも、 $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ 結晶を用いたパラメトリック波長変換は、特にイメージング応用に対して有用な 1~3 THz 領域において高出力発生および高感度検出が可能であるとして注目されている^[1]。しかしながら、 $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ 結晶は THz 波領域において非常に大きな分散を有し、その吸収係数は 7.5 THz に存在する横光学フォノンモードに近づくにつれて指数関数的に増大する。そのため、 $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ 結晶内部で発生した THz 波が外部へと取り出されるまでに大きく減衰するため、得られる THz 波出力が制限されるという課題があった。その影響は検出系でも同様であり、特に 2 THz 以上の高周波数領域においてより顕著である。そこで、本講演では、低損失な光学結合方式^[2]を用いて $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ 結晶内の THz 波の伝搬距離を最小化し、吸収損失を低減することで高周波数領域においても高効率で動作する THz 波パラメトリック発生および検出を実現したので、その結果について報告する。

実験では、一対の台形型にカットした $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ 結晶を用いることで、THz 波に対する低損失な光学結合方式を実現した。具体的には、台形型 $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ 結晶の底面で励起レーザー光を全反射させることにより、Si プリズムなどの結合素子を用いることなく $\text{MgO}:\text{LiNbO}_3$ 結晶から自由空間へ、またその逆過程へと結合させることが可能である。この結合方式では、THz 波と光波の相互作用領域を結晶界面に限りなく近づけることができるため、吸収損失の影響が大きい高周波数領域において THz 波パラメトリック発生および検出の高効率化が達成される。

Fig. 1 に、1.5 THz および 2.3 THz における検出信号光 (アイドラー光) の入出力特性を示す。ノンコリニア位相整合条件を満たすように発生した検出信号光は、励起レーザー光と空間的に分離したのち、光パワーメーターを用いて検出された。2.3 THz の場合においても 1.5 THz の場合と比較して検出信号光強度が大きく減少することなく、70 dB 以上のダイナミックレンジが実現された。今後は、PIN フォトダイオードなどの高感度な光検出器を用いることで、よりダイナミックレンジの広い THz 波計測の実現が期待できる。

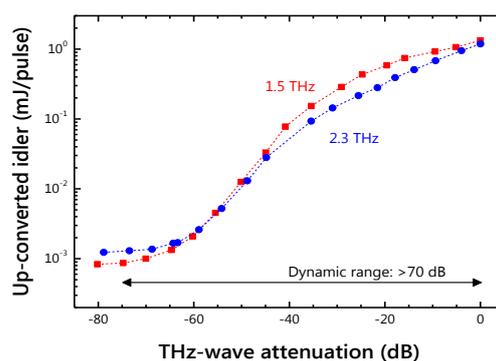


Fig. 1 Up-converted idler output as a function of THz-wave attenuation.

【謝辞】 有益なご助言をいただきました理研・伊藤弘昌先生並びに東北大・熊野勝文先生に感謝いたします。本研究の一部は、JSPS 科研費 (25・30003) および JST 産学共創基礎基盤研究プログラムの支援を受けました。

【参考文献】 [1] S. Hayashi *et al.*, *Sci. Reports* **4**, 5045 (2014). [2] T. Ikari *et al.*, *Opt. Express* **14**, 1604 (2006).