干渉法を用いたテラヘルツ波高感度化検出技術

Terahertz high sensitivity detection technology using interferometry

(株)日立製作所 研究開発グループ [1]，名大院工 [2]
○白水 信弘 [1]，田中 幸修 [1]，高井 茉佑子 [1]，川瀬 晃道 [2]
Hitachi Ltd. Research & Development Group [1], Nagoya Univ. [2]
°Nobuhiro Shiramizu[1], Yukinobu Tanaka[1], Mayuko Takai[1], and Kodo Kawase[2]
E-mail: nobuhiro.shiramizu.fq@hitachi.com

研究背景　テラヘルツ(THz)波は、その特徴である透過性と指紋スペクトルを活かした工業製品の非破壊検査，ガス濃度分析，医薬品の分光分析などへの応用が期待されている[1]。多様な検査応用への適用のためには、感度の向上が求められる。非線形光学結晶を用いた光注入型 THz 波パラメトリック発生器(is-TPG)は、高出力とコヒーレントであることを特徴とする光源である[2]。この方式では検出光と同じ光路上に非線形光学結晶を用いた THz 波検出器により THz 波に依存しない非コヒーレントな不要光が生じる課題があった。干渉法はコヒーレント光を検出する方法として知られている[3]。そこで高感度化のために is-TPG へ干渉法を適用した検出方法を検討した。

測定方法　Fig. 1 に is-TPG の装置構成を示す。is-TPG に干渉法を適用するため、光学系を追加した。THz 波を赤外に変換した検出光と THz 波に依存しない不要光を分離するため、検出光とアイドラー光をビームスプリッタで合波し、干渉した光の強度を光センサで測定した。光遅延器 1、または光遅延器 2 を動かして、検出光とアイドラー光の位相差を 0～2π と変化させ、干渉で強め合う最大値と弱め合う最小値との差を出力電圧値とした。不要光は干渉性がないため、位相差によらず合波した光強度は一定となる。そのため、異なる位相での光強度の差を出力電圧値とすることにより不要光による影響が低減する。干渉して検出した場合と不要光が重畳した検出光を光センサで直接検出した場合との比較を行った。

結果　Fig. 2 に is-TPG 方式テラヘルツ波測定装置に干渉法を用いた場合と直接検出した場合(直接検出法)の結果を示す。THz 波が減衰すると不要光やセンサの雑音によって出力電圧が飽和する。しかし、干渉法では不要光が低減するため、THz 波減衰率が 80dB 以上でも出力電圧が変化する。よって干渉法の is-TPG への適用でテラヘルツ波の検出感度は 10dB 以上向上することが確認できた。

[1] X.-C. Zhang, *et al.*, “Introduction to THz Wave Photonics”, Springer, Jul. 2010
[2] S. Hayashi, *et al.*, *Sci. Rep.*, vol. 4, 5045, 2014
[3] S. Hayashi, *et al.*, CLEO-PR, WPC-15, 2013

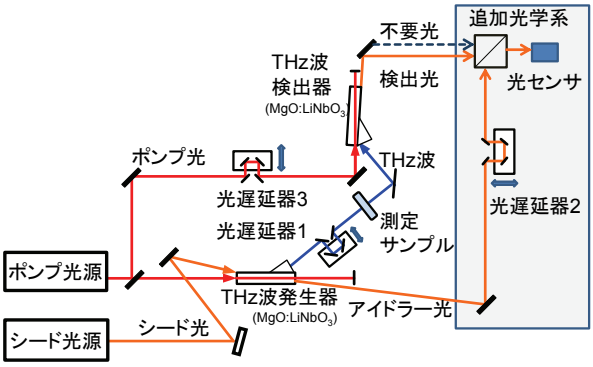

Fig. 1 Phase shift interferometer using is-TPG

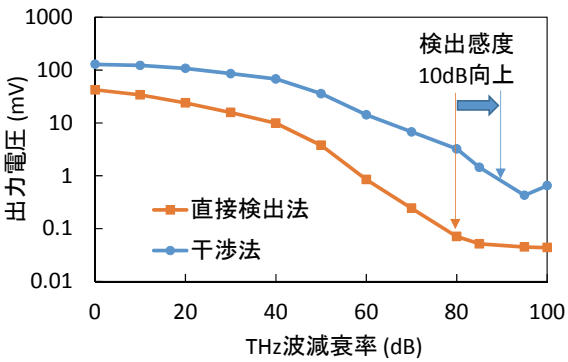

Fig. 2 Measurement results