高効率 InGaAs 光伝導層を用いた 1.5 μm 帯励起用光伝導アンテナのサブテラヘルツ波発生・検出特性

Sub-Terahertz Wave Emission and Detection Properties of Photoconductive Antennas based on Highly Efficient InGaAs Photoconductive Layers for 1.5 μm Excitation

パイオニア(株)　○加茂 喜彦，伊田 孝寛，栗田 暢之，田中 亮太

Pioneer Corp. ○Yoshihiko Kamo, Takahiro Ida, Masayuki Kurita, Ryota Tanaka

E-mail: yoshihiko_kamo@post.pioneer.co.jp

1. はじめに

テラヘルツ時間領域分光法（THz-TDS）による光励起方式の THz イメージングシステムを小型で安価に実現するためには、通信分野での開発が進み低廉化している 1.5 μm 帯レーザー用の光学部品やデバイスの活用が有効である。そのためには、1.5 μm 帯励起用の光伝導アンテナ（PCA）が必要である[1]。

我々は以前、PCA の光伝導層においては、発生用は高いキャリア移動度が、検出用は短いキャリア寿命が重要であることを示した[2][3]。そして 1.5 μm 帯レーザー励起の発生用と検出用に最適化した 2 種類の $In_{0.53}Ga_{0.47}As$ 光伝導層を用いた PCA において、周波数 0.5～2 THz で高効率な THz 波の発生・検出特性を示した[4]。

本研究では、THz イメージングの用途拡大のために、ゴム、木材等の、0.1～0.2 THz で透過率が高い材料への適用を考え、ダイポールアンテナの共振周波数を 0.1 THz に設計すると共に、同じアンテナ長のボウタイアンテナも設計し、0.5 THz 以下の低周波数での広帯域化[5]の効果について検証した。

2. 実験

分子線エピタキシー法（MBE）を用いて発生用と検出用に 2 種類の高効率な $In_{0.53}Ga_{0.47}As$ 光伝導層を各 InP 基板上に成長させた[3]。

Fig. 1 に発生用と検出用の 2 種類の光伝導層上に形成したアンテナの構造と寸法を示す。ダイポールアンテナ（DP）とボウタイアンテナ（BT）を各光伝導層上に形成し、PCA を作製した。

THz 波の発生・検出評価には、1.56 μm フェムト秒ファイバーレーザー（Menlo Systems 社製：パルス幅 70 fs 以下、繰り返し周波数 100 MHz）を励起光源とした THz-TDS を使用した。発生用 PCA には正弦波のバイアス電圧（耐電圧の 6 割の電圧）を印加した。測定した THz 波時間波形をフーリエ変換し、スペクトル $DR(\omega)=10\log_{10}(I(\omega)/N(\omega))$ を導出した。ここで、$I(\omega)$ は、検出した THz 波の強度、$N(\omega)$ は THz 波が発生していない時の検出ノイズである。

3. 結果

Fig. 2 に作製した PCA を THz 波の発生と検出に用いた時の各 THz スペクトルを示す。発生と検出にボウタイアンテナを使用した時に 0.2 THz 付近にピークを持ち DR が最大となった。検出にダイポールアンテナを使用すると 0.1 THz 付近がピークとなった。ボウタイアンテナによる広帯域化の効果は、検出側にボウタイアンテナを使用した時が顕著であった。

講演では上記データの詳細を示すと共にイメージングへの適用について報告する。

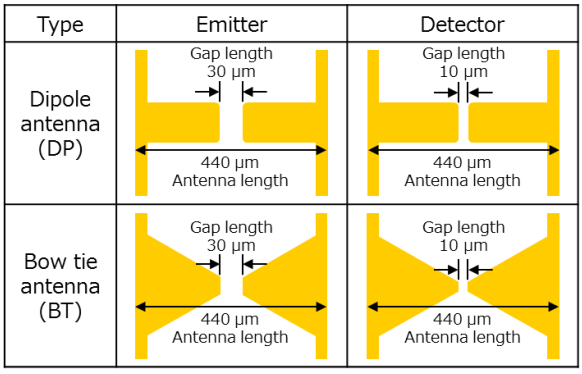

Fig. 1. Schematic structure of each antenna on each InGaAs layer optimized for emitter and detector.

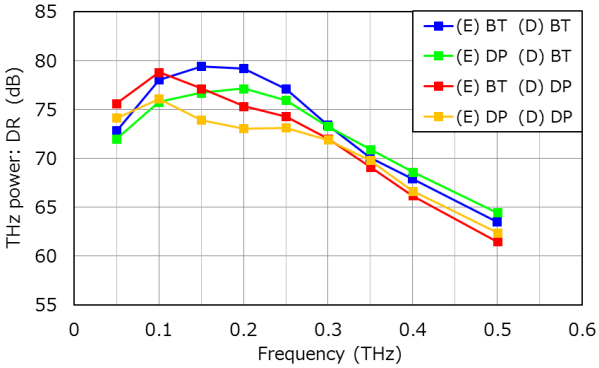

Fig. 2. THz spectra obtained by emitter (E) and detector (D) with respective antennas.

参考文献

[1] R.J.B. Dietz et al., Opt. Express **22** (16), 19411 (2014).
[2] Y. Kamo et al., Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 032201 (2014).
[3] 加茂 他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 20p-H135-11 (2016).
[4] 栗田 他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 20p-H135-12 (2016).
[5] H. Harde et al., J. Opt. Soc. Am. B **8**, 1642 (1991).

© 2018年 応用物理学会