InGaSb/InAs ヘテロ接合を用いた高強度テラヘルツ放射素子の研究(II)

Study for enhanced THz radiation using InGaSb/InAs heterostructures (II)

大阪工業大学　工学部　ナノ材料マイクロデバイス研究センター
○高木善之, 長谷川尊之, 小山政俊, 前元利彦, 佐々誠彦
Nanomaterials Microdevices Research Center, Osaka Institute of Technology,
Yoshiyuki Takagi, Takayuki Hasegawa, Masatoshi Koyama, Toshihiko Maemoto, and Shigehiko Sasa
E-mail: m1m21321@st.oit.ac.jp

THz の光源・検出素子には, 光伝導スイッチ (PCS) が広く使用されているが他の方法として半導体表面に超短光レーザーパルスを照射し, 励起キャリアによる過渡電流により THz 波を放射する方法がある. この方法の利点は, PCS に比べて, 電極が不要, 細かな光学調整が不要といった点がある. 励起波長が 800 nm の場合, III-V 族半導体の中では, InAs の表面からの THz 放射が最も高強度になる. 我々はこれまで, 分子線エピタキシー法を用いて半絶縁性 GaAs 基板の上に InAs 薄膜をベースとして様々な試料構造を作製し発光特性を評価してきた[1]. 最近では GaSb/InAs のヘテロ構造を利用し, GaSb 層で励起された電子が, InAs 層にホットエレクトロンとして注入されることにより, InAs 薄膜での電子の速度が増加し, その結果, THz 放射強度が増加することを報告した[2].

今回, 電子の注入層である GaSb 層を InGaSb 層に変えたヘテロ構造を用い, THz 放射強度を測定した. 今回の実験に使用した試料構造を Fig.1 に示す. InGaSb 層の In 組成は 0.2 とし, その膜厚を 5-20 nm の範囲で変化させた. これらの試料と以前に報告した GaSb (5 nm)/InAs ヘテロ構造および InAs 薄膜 (1 μm) を, 励起波長 800 nm, パルス幅約 100 fs の励起光を用いた THz-TDS 法により測定した結果のフーリエスペクトル強度を Fig.2 に示した. 放射強度は, InGaSb の膜厚が 5 nm のとき, 従来の GaSb/InAs 構造を超え最大となった. 注入層を GaSb から InGaSb に変えることで, 伝導帯不連続は減少するが, 注入層での光吸収は増加する。この結果は, 注入層からのホットエレクトロンの注入効果だけでなく, 光吸収の増加による励起キャリアの増加効果が放射強度の増強により重要であることを示唆している.

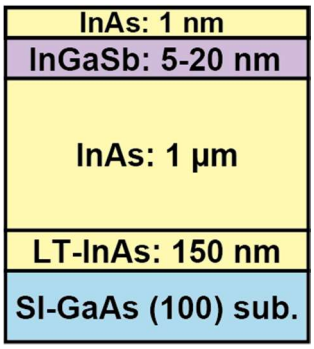

Fig.1 Cross-sectional view of InGaSb/InAs heterostructures

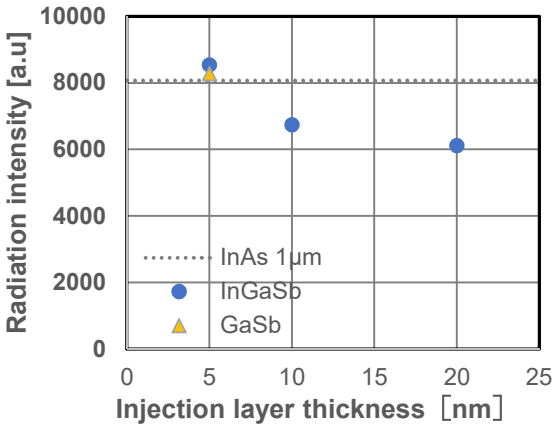

Fig. 2 Radiation intensity of InAs-based hetero-structures

謝辞　本研究は, 基盤研究(C) 21K03435, 19K04540 および 21K04204 の支援を受けて行われたものである.

参考文献

[1] Sasa et al., J. Infrared Milli Terahz Waves **32** 646 (2011)
[2] S. Sasa et al., Int. Conf. on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves, IRMMW-THz 2018.

© 2022年 応用物理学会