

InAlGaAs/InP コンポジットコレクタを持つ共鳴トンネルダイオードを用いたテラヘルツ発振素子

Terahertz Oscillator using Resonant Tunneling Diodes with InAlGaAs/InP composite collector

東工大 総理工¹, 日本電信電話株式会社 NTT フォトニクス研究所² ○曾我部 陸¹, 静野 薫¹,
金谷 英敏¹, 鈴木 左文¹, 浅田 雅洋¹, 杉山 弘樹², 横山 春喜²

Tokyo Tech.¹, NTT Photonics Laboratories, NTT Corporation² ○R. Sogabe¹, K. Shizuno¹, H. Kanaya¹,
S. Suzuki¹, M. Asada¹, H. Sugiyama², H. Yokoyama²

E-mail: safumi@quantum.pe.titech.ac.jp

【はじめに】室温テラヘルツ(THz)光源として有望な共鳴トンネルダイオード(RTD)発振素子[1-3]の周波数向上にはコレクタ空乏層走行時間の短縮が有効である。今回、初期実験として、 Γ -L バレー間エネルギー分離の大きい InP をコレクタ層に導入し走行時間増大の原因と考えられる Γ -L 遷移抑圧を狙った RTD を用いて発振素子を作製し、面積が大きいものについてのみではあるが発振特性を測定したので報告する。

【実験】空乏層の遅延時間が増大するのは走行中の電子が Γ バレーから L バレーへと遷移し速度が大幅に低下することが原因と考えられるため、 Γ -L エネルギー分離の大きい InP を用いるのが遅延減少に有効である。しかしながら、コレクタをすべて InP にすると、井戸の共鳴準位が InP の禁制帯に隠れトンネルしにくくなるため、コレクタ側 AlAs バリアと InP の間に InAlGaAs の Al と Ga の組成を変えたステップ構造を挿入した。層構造を Fig. 1 に示す。ピーク電流密度は $15.5\text{mA}/\mu\text{m}^2$ で、微分負性抵抗領域の幅はそれぞれ $\Delta J = 8.6\text{mA}/\mu\text{m}^2$, $\Delta V = 0.31\text{V}$ であった。電流密度はコレクタがすべて InGaAs のものと同等で、InAlGaAs ステップ構造の効果があったと考えられる。この RTD を用い約 0.05 から $1.5\mu\text{m}^2$ の間で面積の異なるメサと $20\mu\text{m}$ スロットアンテナを集積して発振素子を作製した。今回は測定にショットキーバリアダイオード受信器と簡易ファブリーペロー干渉計を用いた。発振周波数とメサ面積の依存性を Fig. 2 に示す。InP コレクタを持つ RTD 構造からも発振が得られる事が分かった。発振周波数が計測できたもののみプロットしてある。面積が小さくなると出力も小さくなるため $1\mu\text{m}^2$ 以下の素子は受信器のノイズに埋もれ発振周波数をこの測定系では測定することが出来なかった。今後、液体 He 冷却ボロメータを用いて微細メサ素子、及び、コレクタ InP の厚さの異なる素子の測定を行い空乏層走行時間の見積を行う予定である。

[1] Feiginov, et al, APL **99** (2011) 233506. [2] Kanaya, et al, APEX **5** (2012) 124101. [3] Koyama, et al, FTT (2012) Pos1.8.

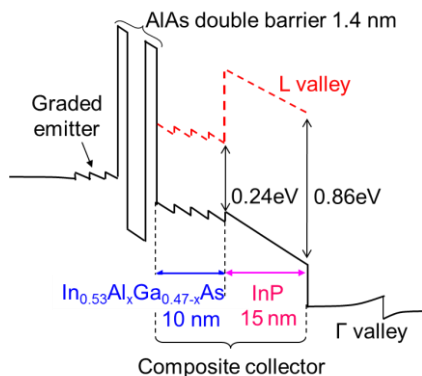


Fig. 1 Band diagram of the RTD with InAlGaAs/InP composite structure for suppression of Γ -L transition.

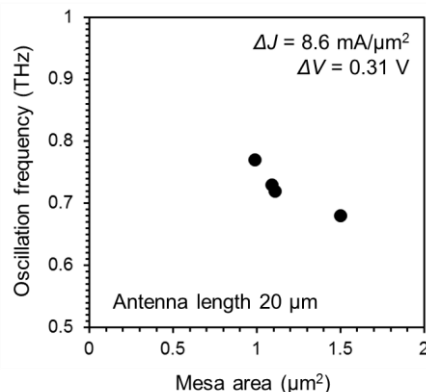


Fig. 2 Experimental oscillation frequency as a function of mesa area for the RTDs with InAlGaAs/InP composite collector.