

L バンドにおける WG 型ゲルマニウム PD の高電圧駆動特性

High voltage driving properties of Germanium waveguide photodiode in the L-band

NTT NPC¹, NTT MI 研², 東大³, ○武田 浩太郎², 開 達郎^{1,2}, 土澤 泰^{1,2}, 西 英隆^{1,2}, 高 磊^{1,2}, 福田 浩^{1,2}, 石川靖彦³, 和田一実³, 山田 浩治^{1,2}NTT Nanophotonics Center¹, NTT Microsystem Integration Labs.², Univ. of Tokyo³, ○Kotaro Takeda², Tatsuro Hiraki^{1,2}, Tai Tsuchizawa^{1,2}, Hidetaka Nishi^{1,2}, Rai Kou^{1,2}, Hiroshi Fukuda^{1,2}
Yasuhiko Ishikawa³, Kazumi Wada³ and Koji Yamada^{1,2}E-mail: takeda.kotarou@lab.ntt.co.jp

ゲルマニウム (Ge) を用いたフォトダイオード (Ge-PD) は、Ge の吸収限界波長が 1600nm 程度であることから、L バンドの長波長側においては感度が低下することが報告されている[1]。一方で Ge はシリコンや他の III-V 属に比べ高いイオン化率を持つことから、アバランシェフォトダイオード (Ge-APD) としてなだれ増幅を起こした場合に、高い感度増幅を示すことが報告されている[2]。なだれ増幅による増幅は波長依存を示さないことから、高バイアス条件下では L バンドにおいても Ge が高い感度を示すことが予想できるが、Ge-APD は C バンドでの受信機応用を想定したものが多く、L バンドにおける特性を報告した例は少ない。

本研究では図 1 に示すような導波路型 Ge-PD を用いて高バイアス駆動条件下、L バンドでの感度を測定することによって、Ge が L バンド受信機材料として適用可能か確認することを目的とした。Ge-PD は図 2 のような断面構造をしており、Ge メサは幅 10 μm 、厚さ 1 μm 、長さ 50 μm で約 50nm の Si 層で覆われている。電圧 15V まで印可し、暗電流は 1V 印可時で 84nA、15V 印可時で 39.8 μA にまで達した。光電流から暗電流を引き、入力光パワーで割って算出した各電圧における Ge-PD の感度-波長特性を図 3 に示す。電圧 11V 前後で感度が急激に増大し、なだれ増幅を起こしていることが確認できた。図 4 に各波長における 1V で規格化した増幅率を示す。波長ごとに増幅率は異なり、高波長になるほど高い増幅率を示した。すなわち高波長側ではなだれ増幅に加え、他の増幅作用が起きていることを示している。波長 1550nm ではなだれ増幅のみが起きているとし、波長 1550nm での感度で規格化した各電圧における感度-波長特性を図 5 に示す。電圧印可によって高波長になるほど感度が増加していることから、電圧印可によって吸収波長端が変化するフランチ-ケルディッシュ効果のような現象が起きていることが確認できた。

以上のように Ge-PD は 15V 印可時で複数の増幅作用によって感度を上昇させ、L バンド全帯域において感度 1.5A/W 以上を示した。すなわち Ge-PD が L バンドにおいても高い感度を示すことが確認できた。

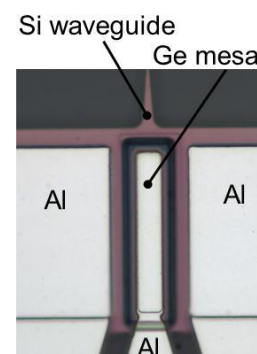


図 1 導波路型 Ge-PD

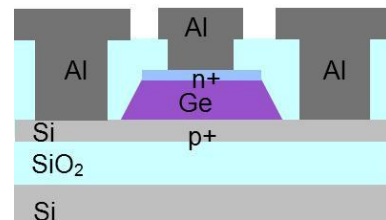


図 2 Ge-PD の断面構造

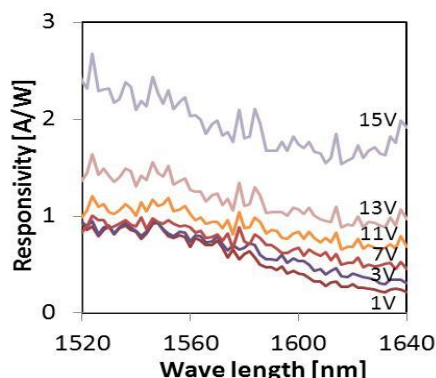


図 3 各電圧における Ge-PD の感度-波長特性

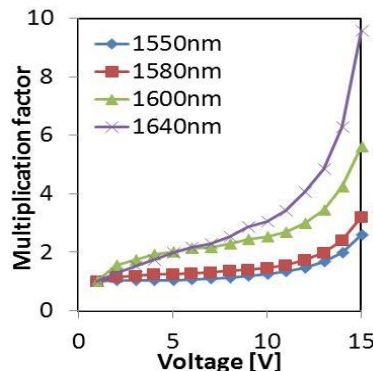


図 4 1V で規格化した Ge-PD の増幅率

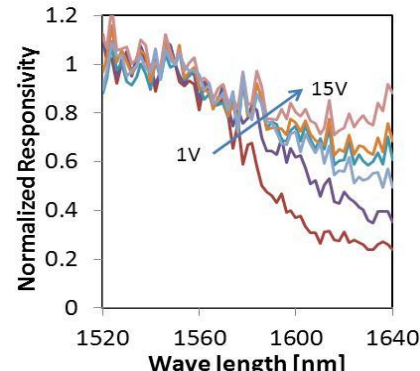


図 5 波長 1550nm で規格化した感度-波長特性

[1] C. T. DeRose, et al., Opt. Express 19, 24897-24904 (2011)

[2] S. Assefa, et al., Nature lett. 464, 80-85 (2010)