銅の超臨界流体薄膜堆積法によるナノホール型シリコン赤外ディテクタ

Silicon-based Nano-hole IR Detector with Supercritical Fluid Deposition of Copper

東大 [1]，電通大 [2]　○(M1)安永 竣 [1]，高橋 英俊 [1]，菅 哲朗 [2]，塚越 拓哉 [1]，
百瀬 健 [1]，高畑 智之 [1]，下山 勲 [1]

The Univ. of Tokyo [1], The Univ. of Electro-Communications[2], ◦Shun Yasunaga[1], Hidetoshi Takahashi[1],
Tetsuo Kan[2], Takuya Tsukagoshi[1], Takeshi Momose[1], Tomoyuki Takahata[1], Isao Shimoyama[1]

E-mail: yasunaga@leopard.t.u-tokyo.ac.jp

1. 研究の背景

赤外線は可視光線で得られない情報をもたらすため，そのイメージャが研究されてきたが，材質に制約があった．赤外光のイメージャがシリコンベースで実現されれば，可視光のイメージャと統合でき，幅広い波長域を同時にイメージングできると考えられる．菅ら[1]はシリコン基板上にサブミクロンの柱のアレイを作製し，金の膜で覆うことで，高い光吸収率をもち，金-シリコン界面のショットキー障壁で光を電流に変換する赤外ディテクタを作製した．しかし，励起された電子は金膜内を通過する必要があり，その際のロスを防ぐことで感度向上が期待できる．シリコンは赤外光を透過するため，裏面からの入射により金属/シリコン界面で電子を励起できると考えられるが，そのためには基板内に柱状の構造を作る必要がある．そこで，穴構造のアレイを作製し，超臨界流体薄膜堆積法(SCFD)[2]を利用して，穴の内部まで均一に金属で覆われたデバイスを実現した．

2. デバイスの作製と実験

Fig. 1 にデバイスの概略図と写真を示す．まず n 型シリコンウェハ上に電子線直描および DRIE により直径 250 nm，深さ 500 nm の穴を 2 μm 間隔であけ，SCFD により 95 nm 厚の銅を成膜した．また真空蒸着により，アルミニウムの電極を作製した．シリコンと銅はショットキー接合を形成し，整流作用を示した．このデバイスにシリコン側から赤外線レーザを照射し，ショットキー接合逆方向のバイアス電圧 V=1.5 V の下で電流の増加を計測した．デバイスの評価は，入射強度あたりの電流量で行った．また，SCFD の性能を確認するために，比較として金蒸着で金属膜を作製したデバイスを用意した．その結果を Fig. 2 に示す．穴ありのデバイスでは穴無しのものと比べ，λ=1.6～1.7 μm において 2 倍以上の感度を示した．一方，金の蒸着で作製したデバイスでは，穴の有無で感度にほとんど差がなかった．蒸着では穴の内部まで均一に成膜できなかったためと考えられる．

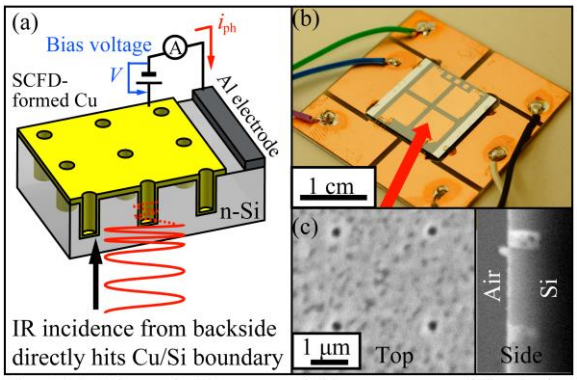

Fig. 1 (a) Schematic diagram and (b) appearance of the device. (c) SEM-images of the top/side view of holes.

3. 結論

サブミクロンスケールの穴をもち，SCFD により銅を成膜したシリコンウェハは，穴無しに比べ，近赤外領域で最大 2 倍以上の感度上昇を示した．

参考文献

[1] T. Kan, *et al.*, *Proc MEMS2016*, pp.624-627, 2016.

[2] T. Momose, *et al.*, *Appl. Phys. Express*, Vol. 1, No. 097002, 2008.

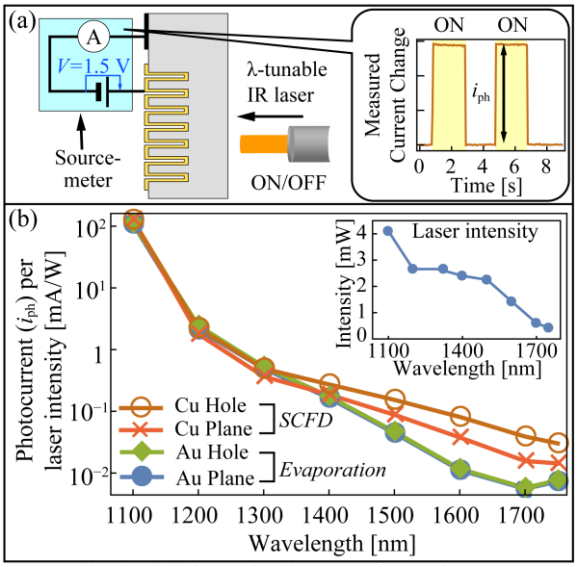

Fig. 2 (a) Schematic diagram of experiment. (b) Experimental results in terms of responsivity.