

a-Si:H 薄膜を用いたフレキシブル脈波センサーに関する研究

A study on flexible pulse wave sensor using hydrogenated amorphous silicon film

広大院先進理工 〇岩崎 真也, 花房 宏明, 佐藤 拓磨, 東 清一郎

Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University

〇S. Iwasaki, H. Hanafusa, T. Sato, and S. Higashi

Email: semicon@hiroshima-u.ac.jp

序> 近年、フレキシブルエレクトロニクスは様々な材料を用いて研究開発が行われており、生体・医療向けウェアラブルデバイスへの応用が注目されている。中でも水素化アモルファスシリコン(a-Si:H)は大面積成膜が容易であり、可視光領域において高い光吸収係数と光感度(=光電流/暗電流)を持つ[1]。また我々は、メニスカス力を用いた単結晶 Si 及び a-Si:H 膜の PET 基板上への低温転写と CMOS インバータ動作に成功している[2,3]。そこで本研究では、緑の波長帯に対する a-Si:H と血中の酸化ヘモグロビンの光吸収係数が高いことを利用し、緑色 LED の発光部と a-Si:H 膜を受光部とした生体貼り付け型の反射型フレキシブル脈波センサーの作製を目指す。このデバイスの実現により、指先に挟むようなパルスオキシメーターに代わり、日常生活中で装着負荷が極めて低い脈波測定が期待できる。本報告では、a-Si:H 膜に対する低抵抗コンタクトの形成と脈波の検知に必要な特性の見積もりを行った。

実験> a-Si:H膜をICP-CVDにより石英基板上に基板温度250℃にて400 nm堆積させた後、フォトリソグラフィと真空蒸着(背圧 1.0×10^{-5} Torr)によりAl及びAl/Mgの電極(W/L=400 μ m/30 μ m)をそれぞれa-Si:H膜上に形成した。その後、中心波長525 nmの緑色LEDを電極側から照射しI-V特性を測定した。また、a-Si:H膜を用いた脈波測定に先立ち、550 nmにピーク感度を有するフォトディテクター(LLS05-A, Nanyang Senba Optical and Electronic Co., Ltd)と緑色LEDを用い、Fig. 1に示すような配置で脈波測定を行った。

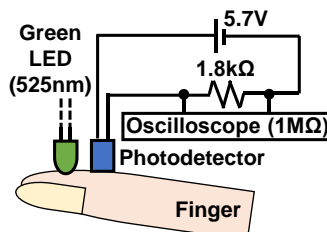


Fig. 1 Schematic of pulse wave measurement using a green LED and a photodetector.

結果及び考察> 緑色 LED の照射下における a-Si:H 膜の I-V 特性を Fig. 2 に示す。照度増加により光電流の増加はどちらの電極構造においても確認できたが、Al のみを電極として用いた場合はオーミック接触を得られず、Al/Mg をコンタクトとして用いた場合においてはオーミック接触を得られ、光感度が約 260 から約 930 まで向上した(5 V, 200 Lux)。

フォトディテクターを用いた脈波測定の結果を Fig. 3 に示す。実際の脈拍に相当する周期的な波形が得られ、生体からの反射光の照度変化は約 5Lux から 6Lux と見積もられた。Fig. 4 に示すように作製した a-Si:H 膜の照度に対する光電流値変化の傾きはフォトディテクターの傾きと同等であり、Al/Mg/a-Si:H 構造が脈波センサーとして動作可能である感度を有していると考えられるものの、現状では光電流が $\sim 10^{-10}$ A と小さい。Fig. 4 挿入図に示すように、約 2 mm 角の a-Si:H に W/L = 40000 の Al/Mg 電極を形成することで、フォトディテクターと同程度の光電流値を得られるものと見積もられた。

謝辞> 本研究の一部は広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所の支援の下に行われた。

参考文献> [1] I. Shimizu, et. al., Journal of Non-Crystalline Solids, 35, 773, (1980). [2] K. Sakaike, et.al., JJAP, 52, 05EC01, (2013). [3] R. Mizukami, et.al., IEEE J. Electron Dev. Soc., 7, 943, (2019).

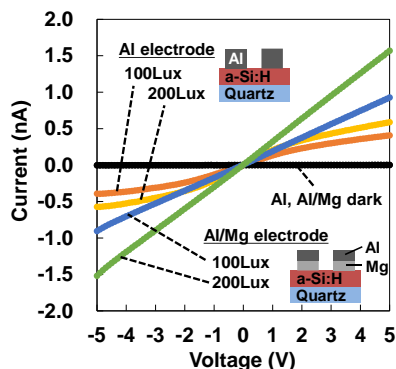


Fig. 2 I-V Characteristics of a-Si:H with Al electrode and Al/Mg electrode under green LED irradiation.

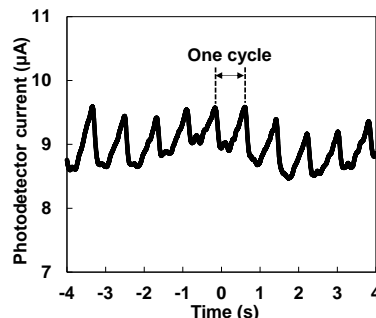


Fig. 3 Pulse wave measured under the experimental set up shown in Fig. 1.

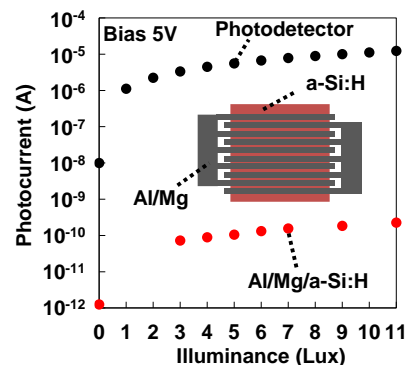


Fig. 4 Photocurrent vs. Illuminance of Al/Mg/a-Si:H and photodetector. Inset shows an improved design of a-Si:H photo sensor.