18a-E14-8

MEMS Fabry-Perot 干渉型表面応力センサの受光素子感度向上

Responsivity improvement of photodiode in a MEMS Fabry-Perot interferometric surface stress sensor

豊橋技科大 [1]，JST-CREST[2]　○桝屋 善光 [1]，高橋 一浩 [1,2]，小澤　遼 [1]，　飛沢　健 [1]，石田 誠 [1]，澤田 和明 [1,2]

Toyohashi Univ. of Tech.[1], JST-CREST[2]　Y. Masuya[1], K. Takahashi[1,2], R. Ozawa[1],T. Hizawa[1], M. Ishida[1], K. Sawada[1,2]

E-mail: masuya-y @ int.ee.tut.ac.jp

1. はじめに

現在，医療現場でガンなどの疾患を迅速かつ簡易に測定するスマートチップとして標識試薬を用いないバイオセンサが研究・開発されている．本研究室では，生体分子の吸着をストレス変化として検出する MEMS ファブリペロー干渉型バイオセンサ[1]を提案している．このセンサは，MEMS 干渉計の透過スペクトル幅を制御することによって伝達特性を向上させることが可能である．反射率の高いハーフミラーを使用することにより干渉スペクトル幅を鋭くし，膜変位に対する透過率変化を増大させることができる．しかし、ハーフミラーである可動膜の反射率向上によりフォトダイオードへ入射する光強度が低下する．そこで本研究では，高感度 MEMS ファブリペロー干渉型バイオセンサに向け，受光素子の高感度化を目的とした．

2. n-well/p-sub フォトダイオードの設計

本研究では，センサの受光素子として使用している Si フォトダイオードの空乏層幅を大きくすることによる受光感度向上を検討した．MEMS ファブペローセンサは既に CMOS イメージセンサを応用した信号処理回路との一体化に成功しており[2]，ここでも作製する Si フォトダイオードは CMOS イメージセンサと一体化が可能な構造の設計を行った．pn 接合の不純物濃度が低い程空乏層幅が広がりやすいことから，p 基板の濃度と n 層を形成するイオン注入の条件の変更を行った．使用する p 基板は，従来は 7×10^{15} cm^{-3} を使用していたものを 1×10^{15} cm^{-3} に変更した．不純物として打ち込むリンの量は n+層形成の条件である 4×10^{15} cm^{-2} から n-well 層形成の条件である 5×10^{12} cm^{-2} に変更し，シミュレーションを行った．シミュレーションの結果を図 2 に示す．これらの条件でフォトダイオードを製作した．

3. 実験結果

従来の n+/p-sub 構造及び，今回製作した n-well/p-sub フォトダイオードの受光感度特性を図 2 に示す．n-well/p-sub フォトダイオードは，従来の 2~3 倍の受光感度得ることができた。また従来の受光感度のピークは 650 nm であったのに対して，本研究では 780 nm になっていることが分かる．これは，n-well 層を形成したことにより接合深さが深くなったことに起因していると考えられる．また，暗電流は 187 pA から 137 pA への低減が確認できた．

今回得られた受光感度および暗電流の値を基に，MEMS センサの表面応力検出限界の算出を行った．なお，表面応力に対する変形特性及び，透過率変化は ANSYS および Diffract MOD による解析値を用いた．表面応力に対する光電流の変化分を図 3 に示す．光電流変化が雑音である暗電流に埋もれる所が検出限界となる．受光感度の向上と暗電流の低減により検出限界が一桁程度向上していることが示された．ここでの表面応力は吸着分子の分子間力に起因するものであり，受光素子の感度向上により，光干渉型 MEMS バイオセンサの高感度化が示唆された．

参考文献

[1] K. Takahashi, et al., Sens. Actuat. B, 188, p.393 (2013)
[2] K. Takahashi, et al., Proc. IEDM'12, p. 553.

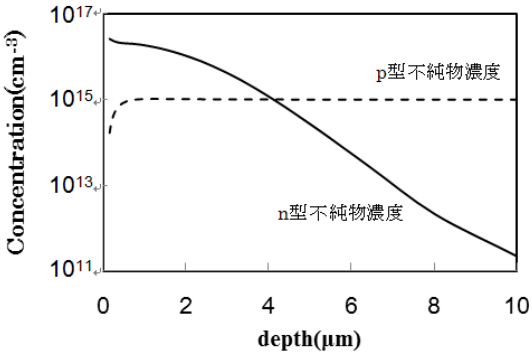

図 1　n-well/p-sub フォトダイオードの不純物濃度分布

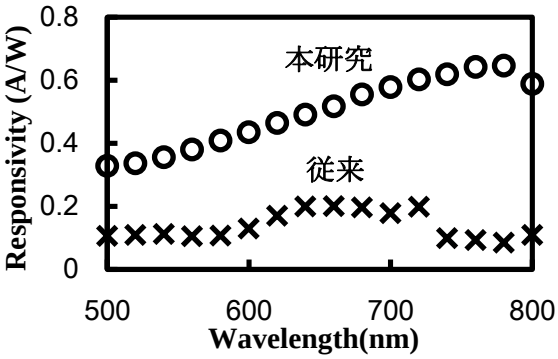

図2　受光感度特性

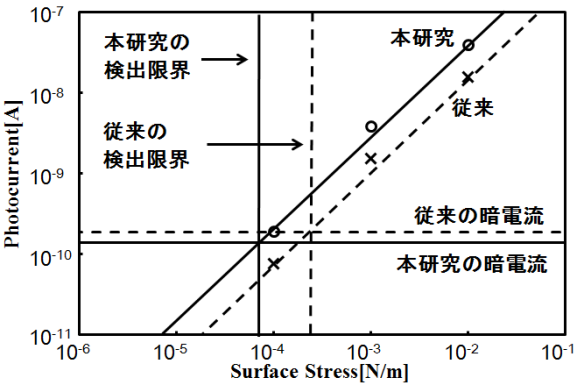

図3　解析的検出限界

© 2014 年　応用物理学会