

超小型変位センサの特性に関する研究

利用者：九州大学システム生命科学府 竹下 俊弘, 針崎 康太
 研究支援者：北九州産業学術推進機構 安藤 秀幸, 竹内 修三, 上野 孝裕

【研究目的】

MEMS超小型変位センサに関する研究開発を行っている。センサチップのサイズは3.0 mm×3.0 mm, 厚さ0.7 mmと非常に小さい。加えて構造が簡単でありVCSEL (面発光レーザー), PD (フォトダイオード), ガラスカバーから構成されている。さらに, 直線変位・二軸の回転変位の検出が可能であることが特徴として挙げられる。光学素子は温度変化により, センサの特性が変わり精度が悪化する問題がある。本研究ではPDと同時に温度センサを作り込み, センサの温度依存性の補正を行った。

【成果】

図1は開発した温度センサ内蔵マイクロ変位センサチップである。このセンサには検出用PD12個 (PD-A1からPD-D3)とモニター用PD1個計13個が配置されており, 検出用PDの中心にVCSELがボンディングされている。

図2に測定原理の概念図を示す。VCSELから基板に対し法線方向へ向けてビームが射出される。このビームはセンサ外部にあるミラーにより反射され, その反射光はセンサ部に戻る。本センサでは, 測定面を外部の鏡面とし, そのミラー面(測定面)とセンサの距離および回転角の計測を行う。ミラー面により反射された光の一部は複数の検出用PDの光検出部に入射し, 信号として出力される。

図3はペルチェ素子を用いて温度変化させた際の温度センサの出力電圧測定結果である。このセンサの出力を用いて補正係数を算出する。

測定対象であるミラーをセンサ表面から4000 μmまで直線移動させた際の信号を, 温度を変化させて取得し, その時の温度センサの出力を用いて補正を行った。図4に補正前のセンサ出力, 図5に補正後のセンサ出力を示す。測定範囲は信号の直線部分(外部ミラーまで100 μm~600 μm)である。測定範囲内で補正前(図4)は2.8 μm/deg.であった温度依存性が, 補正(図5)によって1.7 μm/deg.まで減少している。

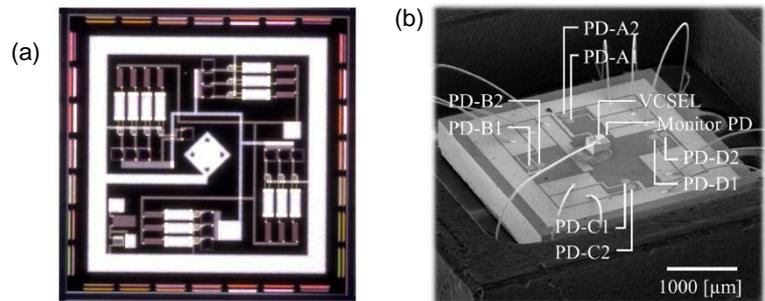


図1 (a)温度センサ内蔵マイクロ変位センサチップ
(b) VCSEL搭載後のマイクロ変位センサチップ

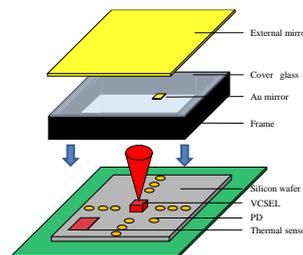


図2 測定原理

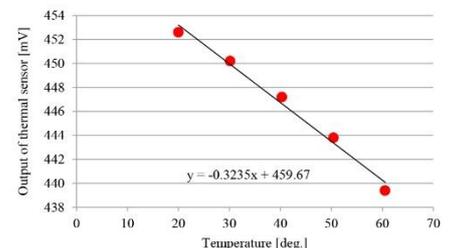


図3 温度センサ出力

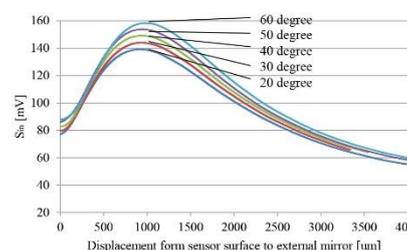


図4 補正前変位センサ出力

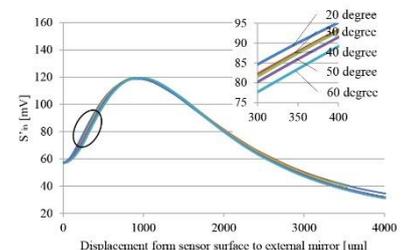


図5 補正後変位センサ出力

【支援実施機関からのコメント】

温度センサ内蔵マイクロ変位センサ製作を支援し, 温度依存性が減少していることを確認した。しかし完全には補正できてはいない。これはVCSELのビームプロファイルが温度により変化する影響がでていると考えられる。今後はビームプロファイルの温度補正を行いセンサの更なる高機能化, 高精度化を目指すための支援を継続して実施していく予定である。

【参考文献等】

- [1] Toshihiro Takeshita, Takuma Iwasaki, Kota Harisaki, Hideyuki Ando, Eiji Higurashi and Renshi Sawada, Development of a Piezo-driven Mechanical Stage Integrated Micro Displacement Sensor for Calibration of Displacements, Sensors and Materials, 26(2014) 547-557
 [2] T. Iwasaki, T. Takeshita, S. Takeuchi, M. Furue, R. Sawada, Shearing Force Measurement Device Using an Integrated Micro Optical Displacement Sensor, (Barcelona, 25-31, August 2013), SENSORDEVICES 2013, The Fourth International Conference on Sensor Device Technologies and Applications, pp.14-19
 [3] 九州大学 大学院工学研究院 機械工学部門 システム生命科学専攻 ナノ・マイクロ医工学研究室, <http://nano-micro.mech.kyushu-u.ac.jp/>