

## OPAMP内臓小型センサ

利用者：九州大学システム生命科学府 竹下俊弘, 針崎康太, 岩崎拓真, 森田伸友, 林田優馬, 野上大史  
 研究支援者：北九州産業学術推進機構 安藤秀幸, 竹内修三

### 【研究目的】

OPAMPが組み込まれている、超小型変位センサのセンサチップの作製を目的とする。現在、当研究室で研究・開発中の超小型変位センサは三角測量を原理とし、構成要素が、PD(Photo Diode)を作り込んだセンサチップ、VCSEL(Vertical Cavity Surface Emitting LASER)、ガラスカバー、と非常にシンプルな構造となっている。またセンササイズが3\*3\*1.6[mm]と非常に小型である。しかし、現在信号を増幅する回路を外部に設けており、センサ部でなく、増幅部によって全体のサイズが大きくなっている。今回は小型変位センサの中にPDと一緒にOPAMPを作りこむことにより、センサの小型化を目標とする。

### 【成果】

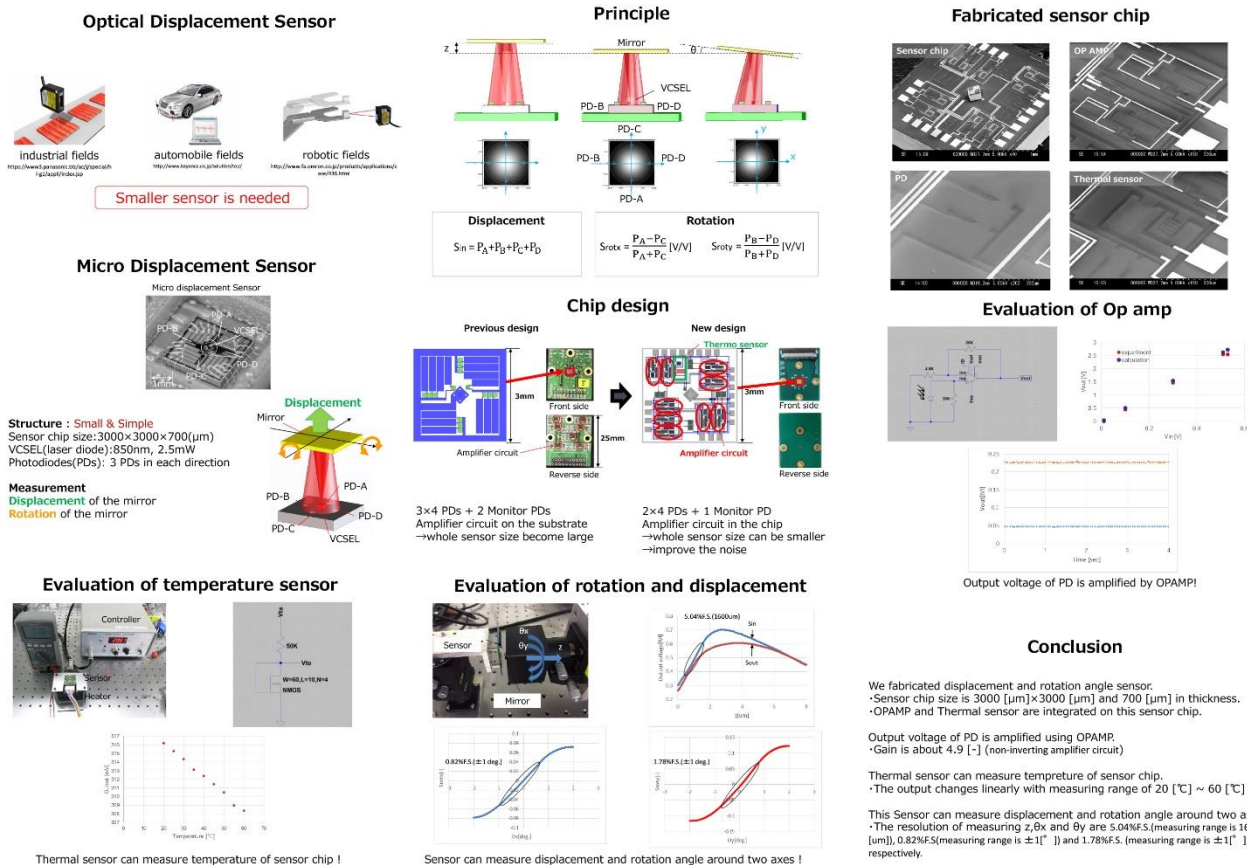
センサの試作を行った。もともと増幅器を外部にもつセンサ全体のサイズが25\*25[mm]だったのに対し、今回試作したセンサチップサイズが3\*3[mm]であるため、寸法比で約1/8のサイズとなっている。このことにより1番目の目標であるセンササイズの小型化の目標が達成された。

センサの評価としてまず温度センサの評価を行った。温度センサもチップ内に配置されており、センサの温度を測定する。ヒーターでチップ温度を変化させたとき、温度センサ出力が直線的に変化したため、温度の測定が可能であることが確認できた。

次に試作したセンサチップの増幅器の評価を行った。増幅器の外部抵抗もセンサ内に作りこんでいる。非反転増幅回路で増幅率が5.16倍になるように設計を行ったが、実験を行ったところ増幅率が約4.9倍となりほぼ設計と近い性能の増幅器ができていたことが確認できた。

次に増幅器の有無によるS/N比の比較を行った。チップのPDにレーザー光を当て、出力電圧を発生させ増幅前後の電圧を測定した。増幅前の信号のS/N比は46.7[dB]に対して、増幅後の信号のS/N比は49.5[dB]であるため、S/N比が向上していることが分かる。また電気分解で換算すると1.37倍の分解能向上が見込める。このことにより2番目の目標が達成された。S/N比はセンサの分解能に相当するためセンサの性能が向上したといえる。

最後に測定対象が直線変位、回転変位した際の信号の取得を行った。直線変位、回転変位の変位に対して信号の変化が現れたため、本センサを変位センサとして使用することが可能であることが確認できた。分解能はそれぞれz軸直線変位測定時5.04%F.S.(測定範囲1600um時)、x軸回りの回転角測定時0.82%F.S.(測定範囲±2°時)、y軸回りの回転角測定時1.78%F.S.(測定範囲±2°時)となった。このことにより3番目の目標が達成された。以上により申請時の目標は全て達成された。



### 【支援実施機関からのコメント】

本課題はナノテクノロジープラットフォーム事業開始時から継続して支援しており、初期の支援ではPD（フォトダイオード）のみの試作であったが、温度センサや増幅回路等の集積により、システム全体の小型化を着々と進めてきた。今後、システム周辺回路の更なる集積化を行いFAISの目指すMEMS on CMOSに近づけていきたい。

### 【参考文献等】

[1] Y. Hayashida, T. Takeshita, H. Nogami, H. Ando, E. Higurashi and R. Sawada, Development of Integrated Micro-displacement sensor by embedding amplifier circuits in the chip, International Conference on BioSensors, BioElectronics, BioMedical Devices, BioMEMS/NEMS & Applications (Bio4Apps 2016), December 14-16, 2016, Australia, (2016) 69-70  
 [2] T. Iwasaki, T. Takeshita, Y. Arinaga, K. Uemura, H. Ando, S. Takeuchi, M. Furue, E. Higurashi, R. Sawada, Shearing force measurement device with a built-in integrated micro displacement sensor, Sensors and Actuators A: Physical, 221 (2015)1-8  
 [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/