

材料判別を実現する熱伝導率センサ集積型メッシュ状シリコン触覚イメージャ

Mesh-like silicon tactile imager with integrated thermal conductivity sensor for realization of material discrimination

香川大学, ○大杉 亮太, 高木 優佑, 前田 祐作, 寺尾 京平, 鈴木 孝明, 下川 房男, 高尾 英邦

Kagawa University, Ryota Osugi, Yusuke Takagi, Yusaku Maeda, Kyohei Terao, Takaaki Suzuki,

Fusao Shimokawa, and Hidekuni Takao

E-mail: takao@eng.kagawa-u.ac.jp

1. はじめに

これまでに様々な触覚センサが研究開発されている⁽¹⁾。しかし、人間の指先を再現する場合は柔軟性を持ち、指先と同等に高感度かつ高分解能に触感を感じ取れる触覚センサが必要となる。加えて、人間の触覚には磁性体と非磁性体、金属と絶縁体などの物性を判別できる機能は備えていないが、今日の半導体センサ技術では、これらのセンサの形成が可能である。これまで我々は、シリコンダイアフラム上にピエゾ抵抗アレイや温度センサアレイを高密度集積し、3軸力覚分布や温度分布を高い空間解像力で検知するシリコン集積化触覚イメージセンサ^(2, 3)を実現した。本研究では、高い柔軟性を有し、接触対象の熱伝導率による材料判別を目指した新機能触覚イメージャを製作した。

2. 複合センサ集積化触覚イメージャの概要

今回提案する触覚センサの概念図を図1に示す。本触覚イメージャの特徴の一つは、シリコン上にセンサ回路を形成した後、メッシュ状の加工を行い、樹脂で充填することで高い柔軟性を実現させることである。また、従来の応力センサや温度センサだけでなくヒーターを組み合わせることで熱伝導率の取得を目指している。これらの複数のセンサ情報を複合的に処理することで、ある程度材料判別能実現が可能になると考えている。

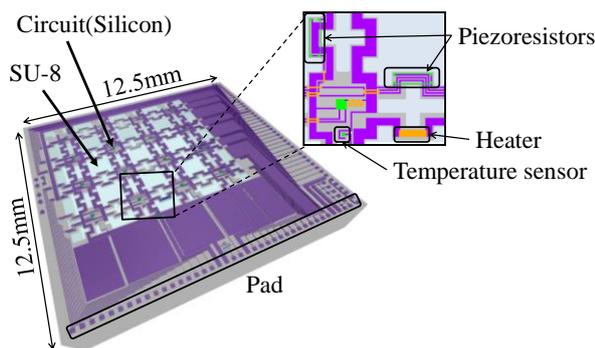


図1 本触覚イメージャの概念図

本デバイスでは、触覚イメージャとしては新たに熱伝導率センサの機能を集積化している。図2はヒーター及び温度センサをダイアフラム上に搭載したデバイスの写真である。熱伝導率センサは、ヒーターで対象物の温度を上昇させ、ヒーターからの距離が異なる複数の温度センサで対象物の温度上昇量を測定することで物体の局所的な熱伝導率測定を行う。

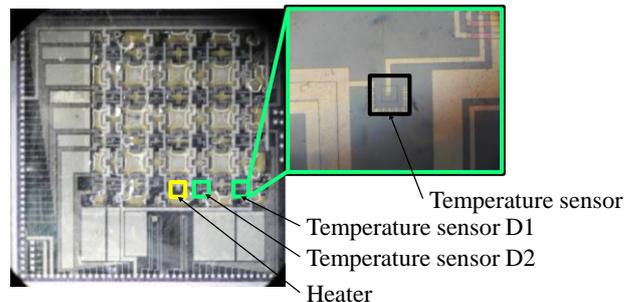


図2 ヒーター及び温度センサの配置

3. 熱伝導率センサによる熱伝導率測定実験

デバイス上にサンプルをのせ、ヒーターを216mWで駆動しながら図2のように配置しているヒーターに近い側の温度センサD2とヒーターから離れた側の温度センサD1の出力電圧の差を得ることでサンプルの熱伝導率を概略的に測定する。その結果、図3のような分布となった。図3において縦軸はD1とD2の出力電圧の差を表し、横軸はサンプルの熱伝導率を表している。熱伝導率1[W/(m·K)]のガラスよりも熱伝導率が高い領域では熱伝導率と出力電圧差は反比例の関係に有る。図3中の破線は熱伝導率1以上のサンプルの近似曲線である。しかし、熱伝導率が1[W/(m·K)]より小さい領域ではこの傾向から外れている。これは、ダイアフラムを構成するSU-8の熱伝導率が0.3[W/(m·K)]程度であり、これよりも熱伝導率が低いサンプルの測定においては、ダイアフラム自体の熱伝導の影響によりサンプルの熱伝導率が計測できないためと考えられる。

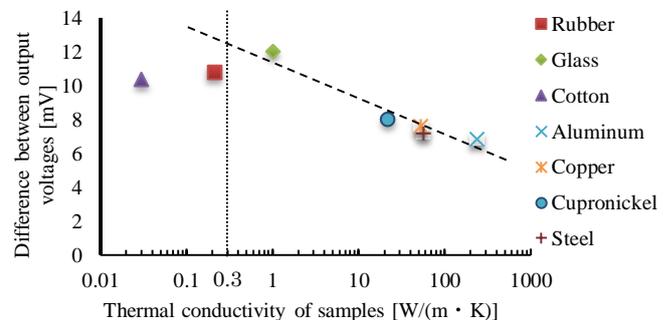


図3 接触物の熱伝導率と出力電圧差の関係

文献

- (1) 篠田裕之 日本ロボット学会誌 Vol. 20 No. 4, pp.385 ~ 388, 2002
- (2) H. Takao, M. Yawata, K. Sawada, M. Ishida, Sensors and Actuators A Physical, Vol. 160, pp. 69-77, 2010.
- (3) Y. Maeda, K. Terao, T. Suzuki, F. Shimokawa, and H. Takao, Proc. of IEEE Sensors2012 Conference, Oct. 28-31,2012,