

小型・高荷重センサ向けセラミック複合材料

無機材料研究室 牧野浩明

Ceramic Composite for Small Force Sensor Detecting High Load

Hiroaki Makino

1. はじめに

従来の荷重センサは、金属薄膜抵抗体もしくはSi半導体の歪ゲージを起歪部に接着し、歪の大きさに応じて歪ゲージの抵抗が変化する現象 - ピエゾ抵抗効果 - を利用して荷重を検出する。起歪部を必要とするため小型化に限界があった。もし構造部材そのものに歪検知機能があれば、起歪部を設けることも、ゲージを接着する必要もなくなる。したがって荷重センサを大幅に小型化・低コスト化できる。そこで、構造部材として使用でき、かつ荷重検知機能を有する複合機能材料の創製を目的として、ピエゾ抵抗効果を有する酸化物材料を高強度セラミック材料に分散複合化した力学量センサ材料を開発した。

2. 力学量センサ材料および特性

セラミックスの中では高い強度とじん性を有する部分安定化ジルコニアをマトリックス材料とし、これとの反応性が低くかつ室温付近で比較的平坦な温度特性のピエゾ抵抗効果を有する $\text{La}_{0.75}\text{Sr}_{0.25}\text{MnO}_3$ ^{1,2)}を分散材料とした。両者の粉末を湿式混合、プレス成形、酸素中で焼結して、緻密な焼結体を得た。XRD回折により第3相が発生していないこと、EPMA分析により界面での相互拡散が小さいこと等を確認した。分散材料の添加量が20%以上になると、パーコレーション伝導により電気伝導性が現れた。1軸圧縮応力および静水圧応力に対する抵抗変化率をFig. 1に示した。いずれの応力によってもほぼ直線的に抵抗が変化した。図に示した応力範囲において数%の抵抗変化率を示し、比較的高い応力を定格とするセンサとして応用できる。静水圧の方が高い感度を有するのが、Si半導体型センサ材料と異なる特徴である。簡便な圧力センサ素子を構成でき、有望な応用の一つである。開発材料の曲げ強度と、1軸圧縮によるゲージ率とをFig. 2にまとめて示した。ゲージ

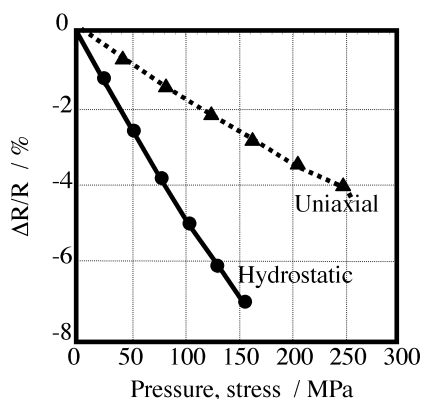


Fig. 1 Relationship between stress and variation in resistivity.

率は分散させた $\text{La}_{0.75}\text{Sr}_{0.25}\text{MnO}_3$ とほぼ同等な値、一方、強度はマトリックスよりも低下したものの、構造部材として用いるには十分な強度である500MPaを発現した。すなわち、荷重検知機能と構造部材としての強度との双方を開発材料に付与することができた。本開発材料は、ジルコニアをマトリックスとするためにセンサとしての剛性を高くできる。したがって小型・高荷重用途のセンサ材料として有望と考えている (Fig. 3)。

材料の課題であるが、50°C以上の温度になると抵抗変化率が低下した。より広範に利用できるセンサ材料とするために、温度特性を改良中である。

3. 終わりに

センサ機能と構造強度とを併せ有する力学量センサ材料を、世界に先駆けて開発した。構造部材そのものをセンサとすることが可能となるため、センサを大幅に小型化できる。新たな荷重検知用途を切り開くことができるセンサ材料と期待している。

参考文献

- 1) Moritomo, Y., et al. : Phys. Rev. B, 51(1995), 16491
 - 2) Takeda, Y., et al. : Electrochem., 68-10(2000), 764
- (2002年1月11日原稿受付)

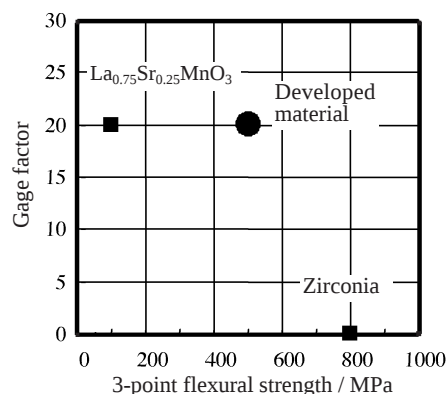


Fig. 2 Relationship between 3-point flexural strength and gage factor.

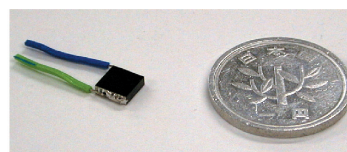


Fig. 3 Force sensor sample for 500kgf.