

水熱合成により作製した PZT 振動型力センサ

材料強度研究室

山崎 裕平

1. 緒言

圧電セラミクスは電気的エネルギーと機械的エネルギーを相互に変換できる特性を持っている。この特性を利用した共振型の加速度センサに関する研究が報告されている。⁽¹⁾その原理は、薄板状のダイヤフラムに貼り付けた圧電体で、これを励振させ、別な圧電体をセンサとして用いて振動を電気信号として取り出し、加速度が生じた時のダイヤフラムの共振周波数の変化から加速度の大きさを測定するものである。

一方、金属基板上に PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) を水熱合成法により成膜する方法が確立されており⁽²⁾、これを上述のセンサに応用すれば、ダイヤフラムと圧電体を一体化して作製することが可能となり、センサの小型化に有利になると考えられる。本研究では、水熱合成法により作製した純チタン PZT 複合材により、共振を利用した力センサを試作しその利用可能性を検討した。

2. 実験方法

厚さ $50\mu\text{m}$ の純チタン板に水熱合成法により、約 $10\mu\text{m}$ の PZT を成膜した材料から $5\times 12\text{mm}$ の寸法に切り出し、図 1 に示すように片面の両端から 4mm だけ残すように PZT を除去しダイヤフラム部を作製した。このダイヤフラム部を図 2 に模式的に示すように、アルミニウム製の板に、幅 10mm の溝をまたぐように接着しセンサ本体とした。

実験は、図 2 のセンサを片持ちはりとして用い、自由端側に荷重を負荷し、励振側 PZT に 0.96V の交流信号を入力した。ダイヤフラム中央部の変位をレーザードップラー変位計で測定することで共振周波数を確認しながら、その周波数における受信 PZT より出力される信号をロックインアンプに通しその電圧と位相角を測定した。

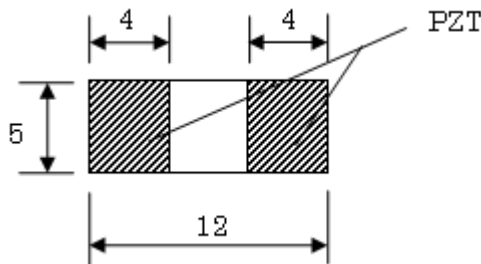


図 1 ダイヤフラム(単位 mm)

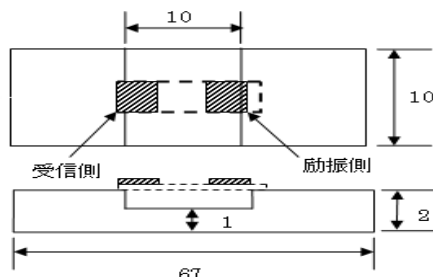


図 2 センサ概略図(単位 mm)

3. 実験結果および考察

作製したダイヤフラム自体の振動モードと共振周波数を確認する目的で有限要素法 (FEM) によりモード解析を行った。解析には、汎用 FEM パッケージの ANSYS を用いた。ダイヤフラムの両端 1mm の片面を完全固定とし、1次から5次のモードについて調べた。共振周波数 (F_r) の低いものから3番目までのモードの結果を表 1 に示す。その結果、表 1 に示すような曲げの1次モードにおける共振周波数が 2793Hz となった。

受信 PZT 位置で大きな出力を得るため、1次の曲げ振動を利用することにした。

前節で述べた方法により測定した負荷荷重と共振周波数の関係を図 3 に示す。ダイヤフラムの振動を弦の振動と同様であると考えると、共振周波数は張力の平方根に比例する。図 3 の結果においても、負荷荷重の増加に伴い、共振周波数が高くなる結果が得られたが、 3N 付近で共振周波数が低下する挙動が見られた。この時、受信 PZT の信号出力も他の荷重負荷時と比べ異なる挙動を示した。センサ全体としてのモード解析を行うと、 3700Hz 付近でねじれモードの共振点があり、ここでの挙動はダイヤフラムを固定したセンサ本体の影響によるものと考えられる。

表 1 解析結果

F_r (Hz)	2793	4598	7253
変形モード			

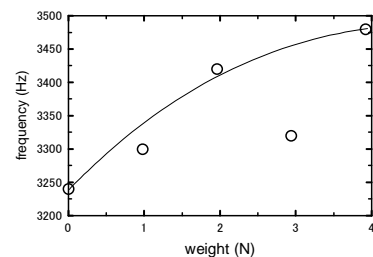


図 3 荷重負荷による共振周波数の変化

4. まとめ

本研究では、水熱合成法により作製した PZT-純チタン複合材を用いて、振動型の力センサを試作し、その有効性を検証した。ダイヤフラムとこれを固定する部材の形状をさらに検討することで、センサとして利用可能な性能を有することが確かめられた。

(参考文献省略)