

圧電膜の積層化による高分子超音波探触子の感度向上

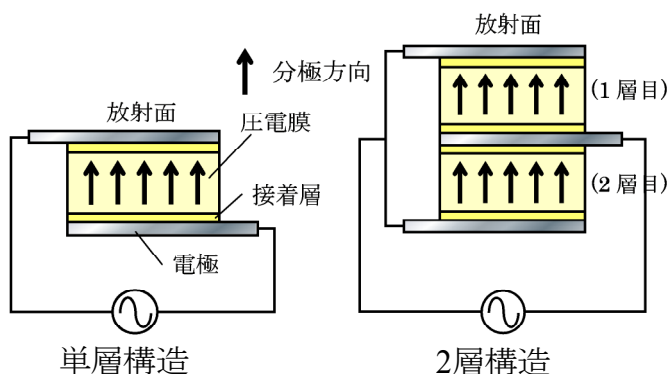
氏名：梅本勇貴

研究背景・目的

非破壊検査分野で使用される超音波探触子の振動子材料には、PZT(チタン酸ジルコン酸鉛)に代表される圧電セラミックス材料が広く用いられている。しかし、余分な振動が生じやすいために分解能が低くなることや原料に鉛を含むことなどが問題とされており、原料に鉛を含まない非鉛系の圧電材料が求められている。本研究では、高分子圧電材料を用いた超音波探触子の高性能化を目的とし、その感度向上手法について検討を行った。

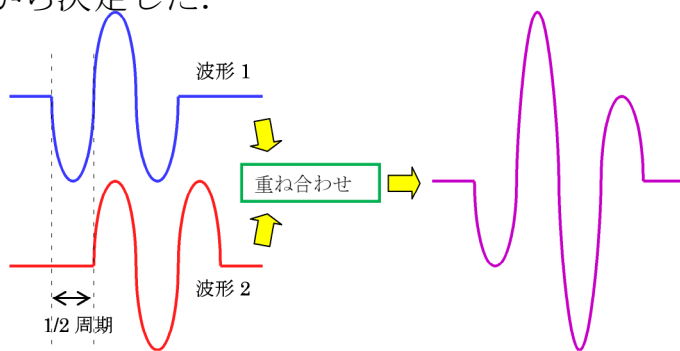
圧電膜の積層化

一般的な超音波探触子は、振動子となる圧電素子が1つだけの単層構造である。1つの圧電素子から得られる電圧や変位は圧電特性に依って決まり、その量には限界がある。そこで本研究では、高分子超音波探触子の感度向上を実現するために、同じ厚みの圧電膜を複数枚積層する構造を提案した。



感度向上の仕組み

1層目の圧電膜から得られる信号(波形1)に対して、2層目の圧電膜から得られる信号(波形2)が逆位相となり1/2周期分の遅延時間が生じるように探触子の構造を工夫することで、波の重ね合わせ効果による感度向上の実現を試みた。探触子の製作条件は、数値解析ソフトによるシミュレーション結果から決定した。



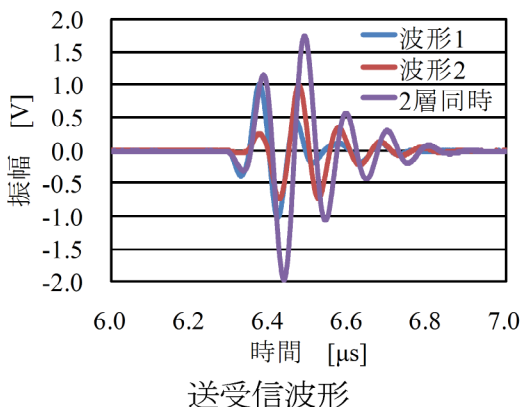
性能評価実験と感度比較結果

提案した構造により、どの程度感度が向上するかを確認するために、探触子の試作・性能評価を行った。性能評価実験には水浸法を採用した。接続を切り替えることで波形1、波形2、2層同時接続時の波形をそれぞれ取得し比較を行った。

送受信波形を見ると、波形2は波形1に対して逆位相であり、1/2周期分遅延されていることがわかる。感度比較結果から、2層同時での感度は波形1のおよそ1.8倍となっており、提案した構造を採用することで感度が向上することを確認した。ここで、波数とは時間領域での応答性を示す指標であり、波数が少ないほど距離方向分解能が高くなる。

製作条件

高分子圧電膜 (PVDF)		電極 (アルミニウム)	接着層 (エポキシ樹脂)	パッキング材 (エポキシ樹脂)
厚み [μm]	面積 [mm ²]	厚み [μm]	厚み [μm]	音響インピーダンス [×10 ⁶ kg/m ² s]
110	144	6.5	1	3.1



感度比較結果

	感度 [V]	波数
波形1	2.02	2.5
波形2	1.72	3
2層同時	3.72	3

まとめ

高分子超音波探触子の感度向上を図るために圧電膜を複数枚積層する新たな構造を提案し、試作・性能評価を行った。その結果、単層構造の探触子と比較して感度が向上することを確認した。また、提案した積層構造の探触子を用いて、人工欠陥を有する試験体に対し超音波画像探傷試験を行ったところ、従来の単層構造の探触子を用いた場合と比較して、より微小な欠陥の判別が可能となることも確認した。