

負性容量回路を結合した圧電材料の遮音および防振性能

○大久保 朝直 木村 和則 山本 貢平 深田 栄一 (小林理研)
児玉 秀和 伊達 宗宏 (リオン)

Sound-insulation and Vibration-isolating Efficiency of Piezoelectric Materials

Connected with Negative Capacitance Circuits

Tomonao Okubo, Kazunori Kimura, Kohei Yamamoto, Eiichi Fukada (Kobayasi Inst. Phys. Res.)

Hidekazu Kodama, Munehiro Date (Rion Co., Ltd.)

圧電材料に負性容量回路を結合すると、材料のみかけの弾性率を制御することが可能になる。この性質を利用して圧電ポリマーフィルムおよび圧電セラミックの弾性率を変化させ、それらの材料の遮音性能や防振性能を向上させることができる。実験的検討の結果、回路の結合による遮音性能および防振性能の向上が確認された。

Key Words: 圧電材料, 弾性率, 負性容量回路, 遮音, 防振

1. はじめに

負性容量を実現する電気回路を圧電材料に結合することにより、材料の弾性率を制御できることが明らかになっている^[1]。本研究ではこれを応用し、圧電ポリマーフィルムを用いた遮音構造、および圧電セラミックを用いた防振構造を提案し、性能の向上を試みている。前報までの検討では、負性容量回路を結合しても、非常に狭い周波数域でしか性能を向上させることができなかった^[2]。そこで本報告では、負性容量回路の構成に改良を加え、有効な周波数域の拡張を試みる。

2. 負性容量回路による弾性率の制御

本研究で用いる負性容量回路とは、あたかも負の容量を持つコンデンサのように動作する電気回路を意味する^[1]。正電位の印加に対する動作を例にあげると、通常のコンデンサからは負電荷が流出する（極板に正電荷が蓄えられる）が、この回路からは正電荷が流出する。このような性質を持つ回路を圧電材料に結合すると、外力によって生じた材料の歪みを任意に増加あるいは減少させることができる。つまり、外力と歪みの比で定義されるみかけの弾性率を、任

意に制御することが可能になる。負性容量回路による弾性率制御の例を Fig. 1 に示す。厚さ $9\mu\text{m}$ のポリフッ化ビニリデン (PVDF) を 10Hz で伸縮させ、弾性率を測定した結果である。回路の容量を C_{NC} ($C_{\text{NC}} < 0$)、フィルムの容量を C_s とすると、 $-C_s < C_{\text{NC}} < 0$ となる回路を結合すると弾性率は増加し、 $C_{\text{NC}} < -C_s$ となる回路を結合すると減少することがわかる。また、どちらの場合にも、 $C_{\text{NC}} = -C_s$ のときに弾性率が大きく変化している。理論的には、 $C_{\text{NC}} = -C_s$ のとき、弾性率を無限大あるいはゼロにすることが可能である。なお、弾性率を増加させる回路および減少させる回路は、それぞれ別の回路構

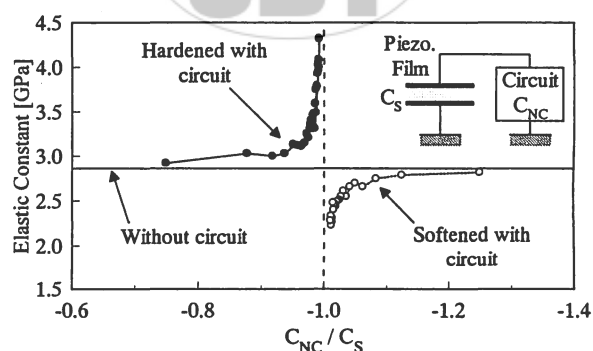


Fig. 1. Measured elastic constant of PVDF film connected with negative capacitance circuit at 10 Hz.