

PZT 圧電セラミックスの高パルス電圧印加時における疲労特性

北川賀津一* 豊田丈紫* 山名一男* 北川和夫** 山本孝***

研究の背景

近年、圧電トランス、圧電アクチュエータおよび超音波モータなどのハイパワー用圧電セラミックスの需要が増加している。これらの素子は情報化時代に対応して小型でかつ薄型で使用されるために、ハイパワー用圧電セラミックスでは、発熱による温度上昇による電気的特性(電気機械結合係数(k_{31})), 機械的品質係数(Q_m))の劣化と共振振動による機械的疲労破壊が問題となっている。

研究内容

本研究では、50kHz で共振振動するように PZT 圧電セラミックス(主成分はチタン酸ジルコン酸鉛, $Pb(Ti,Zr)O_3$)を機械加工した(図 1)。試料は長手方向に高パルス電圧印加部分を節として共振振動を行い、試料の発熱、圧電特性、そして試料の破断からその疲労特性を調べた。PZT 圧電セラミックスには図 1 に示す機械的品質係数 $Q_m=1250$ の high- Q_m 材と $Q_m=75$ の low- Q_m 材の 2 種類を使用した。

high- Q_m 材と low- Q_m 材にパルス電圧を印加すると節である中央部分は最も応力が大きく変位は 0 となる。腹の部分にあたる試料両端では変位が最も大きくなるが、発生応力は最も小さくなる。

試料中央節部分の表面温度を熱電対で測定した結果、弾性損失の大きい low- Q_m 材の方が high- Q_m 材と比較して約 2~3 倍発熱による温度上昇が大きくなった。また電圧よりもパルス回数に温度上昇が依存することがわかった。圧電特性で k_{31} は high- Q_m 材と low- Q_m 材のいずれにおいても低下しない。一方、 Q_m 値は low- Q_m 材で 17%, high- Q_m 材で 37%の低下が観測された。上記原因は繰り返し電圧印加による疲労と考えられる。

研究成果

PZT 圧電セラミックスを高励振振動した際の疲労挙動を調べた結果以下の事がわかった。

- (1) パルス数に比例して温度上昇が観測された。
- (2) パルス電圧印加後 k_{31} 値は低下しないが、 Q_m 値は low- Q_m 材で 17%, high- Q_m 材で 37%の低下が観測された。
- (3) low- Q_m 材は high- Q_m 材と比較して、パルス電圧を印加しても破壊しにくい。

論文投稿

粉体粉末冶金協会 2001 Vol.48 No.9 P.796-800

*化学食品部 **金沢大学 ***防衛大学校

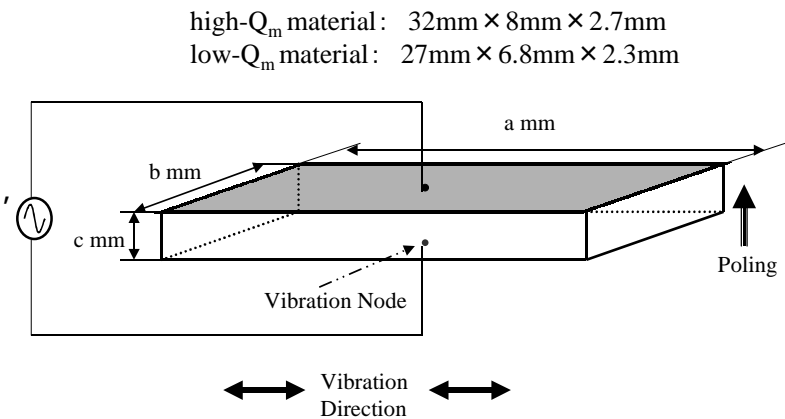


図 1 high- Q_m 材と low- Q_m 材の試料形状と大きさ

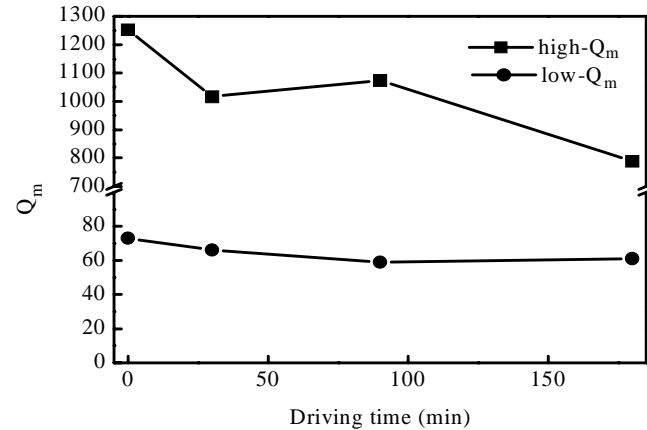


図 2 high- Q_m 材と low- Q_m 材の圧電特性値の変化