

PZT 電極縁き裂電界誘起進展におよぼす負荷電圧波形の影響

知能材料学研究室 上荷弘晃

1. 緒言

チタン酸ジルコン鉛 (PZT) は、機械的エネルギーと電気的エネルギーを相互に変換でき、マイクロオーダの変位を出力したり、高い応答速度で振動、ひずみの検出を可能とするので、センサーやアクチュエータの材料として広く利用されている。

圧電アクチュエータへの応用を考えた場合、電極を介して電界を圧電体に負荷することになる。電極の不連続部が存在する場合、電気弾性場の集中が生じるため、そのような集中部での繰返し電界誘起き裂進展挙動が研究されている。⁽¹⁾⁽²⁾本研究では、これまでの正弦波状交流電界と比較して、矩形波状繰返し電界によるき裂進展挙動について調査した。

2. 実験材料および方法

実験材料

本研究では、図 1 に示す試験片を用いた。板厚方向に分極された一辺 5mm、厚さ 1mm の PZT である。両面は分極のための銀電極が焼き付けられている。正極側の電極を研磨により除去し、部分電極として片側半分に金パラジウムを蒸着した。一方、負極面はドータイトにより銅板に接着した。部分電極の境界中央に予き裂としてピッカース圧子を打ち込んだ。

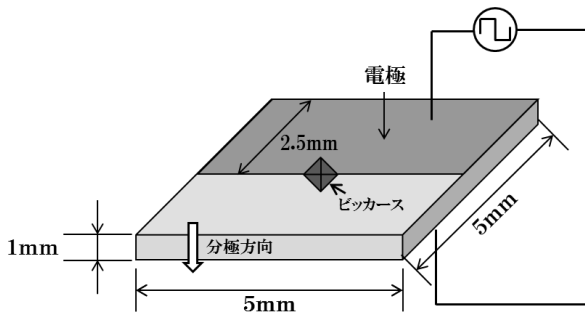


図 1 試験片

実験方法

信号発生装置により出力された交流矩形波状信号を高電圧高速電力増幅器によって増幅し、試験片に繰返し電界を負荷し、表面でのき裂進展挙動を観察した。き裂長さの測定を実験開始直後から 10sec, 30sec, 1min, 2min, …と適当な時間間隔で行った。き裂は徐々に進展しなくなるので、き裂の進展が認められなくなった時点から 24 時間で実験を打ち切った。

負荷条件は、周波数 400Hz、繰返し電圧幅 $\Delta V = \pm 100V$, $\pm 200V$, $\pm 300V$ および $\pm 400V$ に変えて行った。 $\Delta V = \pm 200V$ の条件では恒温恒湿器内で温度 20°C, 相対湿度 40%, および 40°C, 80% に制御した環境下においても実験を行った。

3. 実験結果および考察

$\Delta V = \pm 100V$ 以外の条件では、実験開始直後からき裂が進展し、時間が経過するとともに進展量は減少し、やがてき裂は停留した。このとき単位時間当たりのき裂長さの増分を求め、き裂半長進展速度 dc/dt を求めた。 $\Delta V = \pm 400V$ および $\pm 200V$ における dc/dt とき裂長さ $2c$ との関係は正弦波状電界における結果⁽²⁾と比較して図 2 に示す。 $\Delta V = \pm 400V$ での正弦波と比較して、矩形波では $2c$ が小さい時の進展速度が高い。しかし、き裂が停留するときの長さにはほとんど差が見られなかった。一方、正弦波の場合、 $\Delta V = \pm 200V$ ではき裂進展は生じなかったが、矩形波では若干ではあるがき裂進展が確認された。

各環境下での $dc/dt - 2c$ 関係を図 3 に示す。 $\Delta V = \pm 200V$ においては環境によるき裂進展速度の違いはあまり見られなかった。正弦波 $\Delta V = \pm 400V$ の場合、高温高湿度環境下において dc/dt は増加することがわかっているが、今回矩形波の $\Delta V = \pm 200V$ では、急激に dc/dt が低下するため、環境の差が現れなかったものと思われる。

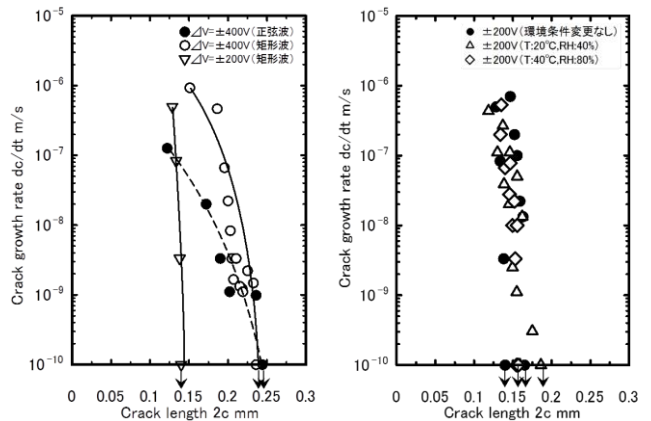


図 2 dc/dt に及ぼす電界幅の影響 図 3 dc/dt に及ぼす環境の影響

結論

部分電極に繰返し電界を負荷した時の電極縁き裂の進展について、正弦波状電界よりも矩形波状電界のほうが、き裂進展を加速させることがわかった。

文献

- (1) 高知工科大学 平成 21 年度卒業論文 片山政輝
- (2) 高知工科大学 平成 23 年度修士論文 片山政輝
- (3) FDK 株式会社圧電セラミックス
(技術資料) www.fdk.co.jp/cyber-j/pdf/BZ-TEJ001.pdf