

圧電デバイスによる発電と発生力応用

Energy Harvesting and Stress Generation with Piezoelectric Transducer

東工大, 黒澤 実

Tokyo Tech., Minoru Kuribayashi Kurosawa

E-mail: mkur@ieee.org

緒言 圧電デバイスのパワー応用としては、超音波の振動出力を用いることが多く、トランスデューサとしての扱い方もよく知られている。ここでは、これらの応用とは少し異なる圧電デバイスの使い方として、発電に用いる例と PET(Piezoelectric transistor) の例について、電気機械変換素子としての取り扱いを考察する。

Energy Harvesting 圧電によるたわみ振動子を用い環境振動により発電をするという研究は 20 年以上前からある¹⁾。圧電デバイスの電気等価回路から、環境振動と電圧発生の様子をどう表現するのか考察する。共振周波数付近で動作する圧電素子は 1 自由度の集中定数系として表されるので、Fig. 1 の等価回路となる。□に囲まれた「A」は力係数と呼ばれ、力 F_o と電圧 V_o の変換係数であり、 $F_o = AV_o$ の関係で機械系と電気系とを結びつけている。圧電材料で議論に上る d 定数、e 定数の大小により力係数 A の大小が決まるが、単なる変換比としてしか作用しない。環境による振動が 1 自由度の振動系に作用するモデルは Fig. 2 の機械モデルで表現される。したがって、等価回路の機械損失抵抗 r と等価コンプライアンス s のところに作用する内部抵抗はほぼ無限大の電流源として振動源が接続されることとなり、Fig. 3 の等価モデルが導かれる。圧電素子による超音波振動子の電気機械変換効率は 90% 以上となるが、負荷条件により変化することが知られていて²⁾、Fig. 4 のようになる。機械抵抗と誘電体損による最適負荷条件があるので最適負荷の近くで取り出せる電力を最大にするべく振動子を開発する必要がある。

結言 発電デバイスにおいては圧電定数の大小は電気側でのインピーダンスの大小に作用するだけであるが、PET においては発生力に比例するために高い e 定数が求められる。

1) Ultrasonics International '91 Le Touquet の招待講演では PVDF による研究が紹介されていた
 2) M. Kurosawa, et. al. *Ultrasonics*, 27(Jan.), pp.39-44, 1989.

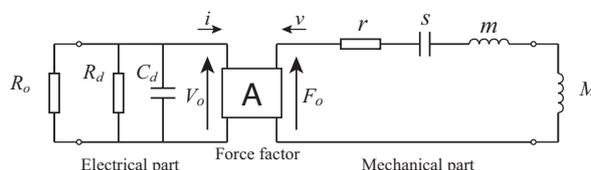


Fig. 1 Equivalent circuit of piezoelectric vibrator.

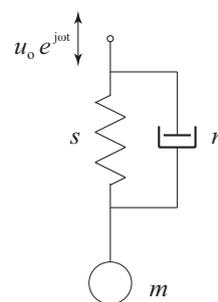


Fig. 2 Mechanical model of shaking vibrator.

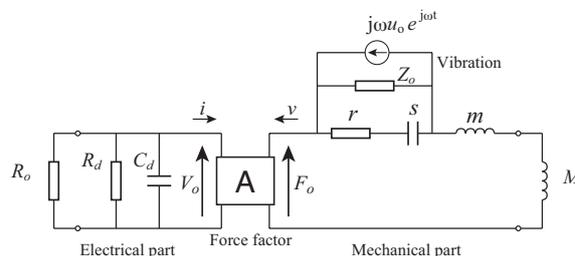


Fig. 3 Equivalent circuit of shaking piezoelectric vibrator.

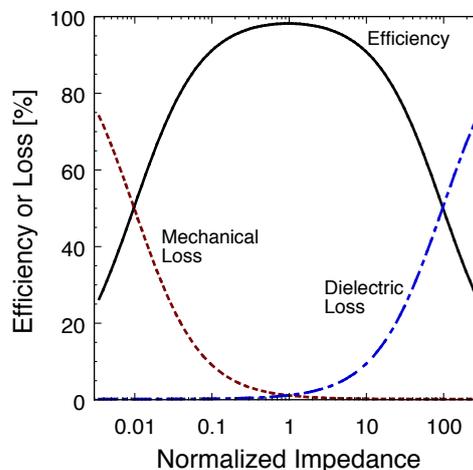


Fig. 4 Efficiency and losses of piezoelectric vibrator.