

バイモルフ型振動子

バイモルフ型振動子は、長さ方向に伸縮する圧電素子2枚を接合し、一方が伸びると他方が縮むように構成したもので撓み振動子となります。逆に撓み力を与えると交流電界を出力することができます。多くは可聴領域の固有振動数を持つため、高感度の音響センサ、あるいはON-OFF駆動の屈曲アクチュエータとして多用されています。

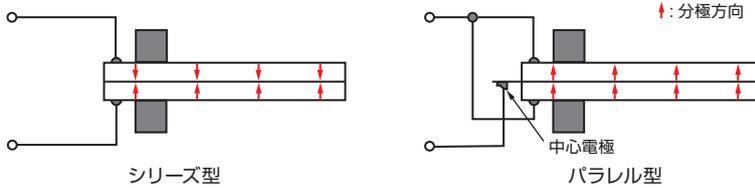


アクチュエータ用



センサ用

基本構造



シリーズ型

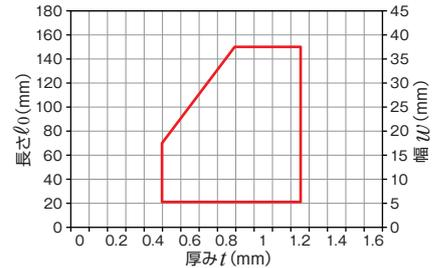
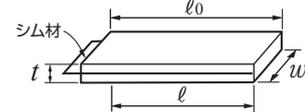
パラレル型

主な用途例

- マイクロポンプ
- バルブフラッパー
- 骨伝導マイク
- 振動スイッチ
- 音響ピックアップ
- 各種アクチュエータ

最大製作範囲

シム材(弾性補強板)の厚さ t_s は、0.05mm、0.1mm標準。自由長 l は全長 l_0 の約85%標準。



バイモルフ型振動子の関係式

条件	片端固定		両端支持	
	シリーズ型	パラレル型	シリーズ型	パラレル型
発生電荷量	$Q_{cs} = \frac{3}{2} d_{31} \left(\frac{l}{t}\right)^2 F$	$Q_{cp} = 3 d_{31} \left(\frac{l}{t}\right)^2 F$	$Q_{ss} = \frac{3}{8} d_{31} \left(\frac{l}{t}\right)^2 F$	$Q_{sp} = \frac{3}{4} d_{31} \left(\frac{l}{t}\right)^2 F$
力“F”に対する出力電圧	$V_s = \frac{3}{2} g_{31} \frac{l}{tw} F$	$V_p = \frac{3}{4} g_{31} \frac{l}{tw} F$	$V_s = \frac{3}{8} g_{31} \frac{l}{tw} F$	$V_p = \frac{3}{16} g_{31} \frac{l}{tw} F$
変位“u”に対する出力電圧	$V_s = \frac{3}{8} g_{31} Y \left(\frac{t}{l}\right)^2 u$	$V_p = \frac{3}{16} g_{31} Y \left(\frac{t}{l}\right)^2 u$	$V_s = \frac{3}{2} g_{31} Y \left(\frac{t}{l}\right)^2 u$	$V_p = \frac{3}{4} g_{31} Y \left(\frac{t}{l}\right)^2 u$
静電容量	$C_{ds} = \epsilon_{33} T \frac{lw}{t}$	$C_{dp} = 4 \epsilon_{33} T \frac{lw}{t}$	$C_{ds} = \epsilon_{33} T \frac{lw}{t}$	$C_{dp} = 4 \epsilon_{33} T \frac{lw}{t}$
コンプライアンス	$S_{nc} = \frac{1}{Y} \cdot \frac{4l^3}{wt^3}$		$S_{ns} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{Y} \cdot \frac{l^3}{wt^3}$	
変位	$u_c = F \cdot S_{nc}$		$u_s = F \cdot S_{ns}$	
共振周波数	$f_{rn} = \frac{\alpha_n^2}{4\sqrt{3}\pi} \cdot \frac{t}{l^2} \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$ $\alpha_1 = 1.875$ $\alpha_2 = 4.69$ $\alpha_3 = 7.85$		$f_{rn} = \frac{\alpha_n^2}{4\sqrt{3}\pi} \cdot \frac{t}{l^2} \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$ $\alpha_1 = \pi$ $\alpha_3 = 3\pi$	

パラレル型バイモルフ型振動子の片端固定で使用した場合の無負荷変位 u_0 、最大発生力 F_b 、コンプライアンス S_n 、および共振周波数 f_{rm} は次式ようになります。

$$u_0 = 3 \cdot d_{31} \left(\frac{l}{t}\right)^2 \cdot \left(1 + \frac{t_s}{t}\right) \cdot V \cdot \alpha \text{ [m]}$$

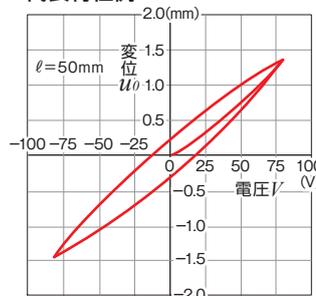
$$F_b = \frac{u_0}{S_n} \text{ [N]}$$

$$S_n = S_{11}^E \cdot \frac{4 \cdot l^3}{w \cdot t^3} \text{ [m/N]}$$

$$f_{rm} = \frac{1.875^2}{4\sqrt{3}\pi} \cdot \frac{t}{l^2} \sqrt{\frac{Y_{11}^E}{\rho}} \text{ [Hz]}$$

- α : 非線形補正係数 (≈ 2)
- d_{31} : 等価圧電定数 (C-82; -266×10^{-12} [m/V])
- V : 印加電圧
- S_{11}^E : 圧電体の弾性コンプライアンス ($\frac{1}{Y_{11}^E}$)
- Y_{11}^E : 圧電体のヤング率 ($\frac{1}{S_{11}^E}$)
- t_s : シム材(弾性補強板)の厚さ
- ρ : 圧電体の密度 (C-82; 7.5×10^3 [kg/m³])

代表特性例



PM60-5-0.5 (C-82) 0.05P
 変位 u_0 は、印加電圧 V に比例、長さ l の2乗に比例。
 発生力は、印加電圧 V に比例、幅 w に比例。
 常温時の最大印加直流電圧 V_{max} は、
 $V_{max} = Er \times \frac{t-t_s}{2}$ [V]でご使用ください。
 Er : 耐久電界 C-6 : 400 [V/mm]、
 C-82 : 300 [V/mm]、
 C-91 : 250 [V/mm]

ご使用メモ

バイモルフ型振動子は結線方法によってシリーズ型とパラレル型に分けられます。アクチュエータとして使用される多くはパラレル型です。アクチュエータは低い電圧で大きな変位を得るのが課題で、アクチュエータの変位量は圧電素子の単位厚さ当りの印加電圧に比例するため、電圧および寸法が同じ場合は内部電界が大きいパラレル型の方が大きな変位を得ることができます。バイモルフ型アクチュエータは積層型に比べると、発生力は小さく変位量が大きいので小型微動アクチュエータに適します。また、バイモルフ型アクチュエータは、電気的および機械的に正負が対称なため、印加電圧に対する変位および発生力も上図のように対称ヒステリシス曲線を描きます。