

圧電セラミックス

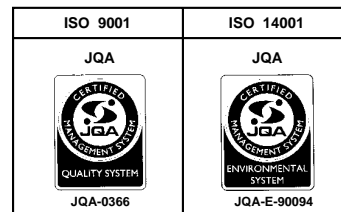
Piezoelectric
Ceramics
Piezoelectric Ceramics



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

CONTENTS

参考文献	3
設計資料	4
ネベック “NPM”	9
主要製品の応用分野	15
ボルト締めランジュバン型振動子	16
洗浄機用振動子	19
インクジェットプリンタ用振動子	20
水中用モールド型振動子	21
高周波用振動子	27
空中マイクロホン用振動子	28
ソナー用振動子	29



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

INTRODUCTION

機械振動および超音波を利用した機能部品における応用分野は、近年めざましい発展をとげていますが、その心臓部となるのが振動子です。そのため、振動子の性能に対する要求もますます厳しくなってきました。

これらの要望に対応すべく、当社も新しい材料及び製造技術の開発にたゆまぬ努力を続けております。

圧電セラミックス材料として、ジルコン酸チタン酸鉛を主成分とした、ネベック〈NPM〉、とチタン酸バリウムを主成分としたチタバリ〈VPT〉を製品化しております。

特にNPMにおいては、

- (1) 機械的品質係数、電気機械結合係数が任意に選択できる。
- (2) 温度や湿度の変化および時間経過に対し、安定している。
- (3) 緻密な磁器であるため機械加工性にすぐれており、任意の形状や寸法の振動子を製作できる。
- (4) 耐電圧性が良いため、任意の分極方向の振動子を得ることができる。
- (5) 広範囲に圧電特性を揃えているため、応用範囲が広い。

等の特長を持っております。

このカタログでは、NEC TOKINが製造している標準のピエゾ・セラミックスについて材料から応用製品まで広範に記載していますが、その他の仕様についても設計と製造を致しますのでご相談ください。

参考文献

振動子の基礎理論および応用分野について、さらに詳しくお知りになりたい方は、下記の文献をご参照下さい。

- 1) 超音波技術便覧 (実吉純一他著 日刊工業新聞社)
- 2) セラミック誘電体工学 (岡崎清著 学献社)
- 3) Physical Acoustic Vol I Part A (Mason著 Academic Press)
- 4) 圧電セラミック材料 (田中哲郎他著 学献社)
- 5) 圧電セラミックとその応用 (電子材料工業会 電波新聞社)
- 6) 超音波の新技術 (森栄司著 共立出版)
- 7) 超音波工学 (和田八三久著 日刊工業新聞社)
- 8) 超音波回路 (石渡昭一他著 日刊工業新聞社)
- 9) 超音波医学 (日本超音波医学会編 医学書院)
- 10) やさしい超音波の応用 (藤森聡雄著 産報)
- 11) エレクトロメカニカル機能部品 (専門委員会編 電気学会)
- 12) 圧電セラミック振動子の試験方法 (EMAS-6001~EMAS-6004)
(圧電セラミック技術委員会、電子材料工業会)



●本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。

●本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。

●本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

設計資料

概要

圧電セラミックスは、高温で焼き固めた多結晶体のセラミックスです。この圧電セラミックスは、このままでは「圧電性」（＝力を加えると電圧を発生し、逆に電圧を加えると変位や力を発生する性質）を示しませんが、このセラミックスに電極を付け、直流電界を加えて分極処理を施すと、はじめて圧電性を示し、圧電セラミックス振動子として作動します。これは、電気により変形する性質「電歪」を利用しているので、電歪振動子とも呼ばれています。

ところで、圧電セラミックスとして用いられているものは、

チタン酸バリウム、ジルコンチタン酸鉛系が一般ですが、NEC TOKIN圧電セラミックスでは、この他に、従来のジルコンチタン酸鉛系磁器をさらに発展させた多成分系固容体セラミックスを提供しています。これは、広範囲の用途に使用できる性質を持った圧電材料で、その主な用途として、圧電効果を利用したもの（センサ、ピックアップ）、共振現象を利用したもの（超音波モータ用振動子、洗浄機用振動子）、電歪効果を利用したもの（音響素子、変位素子）、さらに、各種超音波発振子、振動子と幅広く使用されています。



4 圧電セラミックス Vol.02



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

振動子の特性評価方法

NEC TOKINでは、材料の主要特性について、以下の点から特性評価をしています。

1) 共振周波数

振動子に交流電圧を印加し、周波数fを変化させて振動子の固有振動数に一致させると振動子は非常に強く振動します。この周波数が共振周波数frと呼ばれているものです。

従来、共振、反共振周波数の測定は定電流回路・低電圧回路が用いられてきましたが、最近ではインピーダンスアナライザ、たとえばヒューレットパッカード社のHP4194Aなどで簡単に測定できるようになりました。

Fig.1-1に示した共振周波数近傍の等価回路から求められる共振周波数fr、反共振周波数faは次の式で表されます。

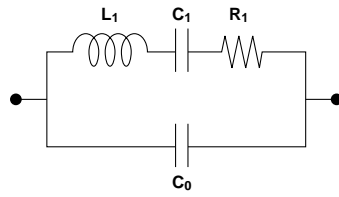


Fig. 1-1 振動子の等価回路

$$fr = 1 / \{2\pi\sqrt{L_1 C_1}\}$$

$$fa = 1 / \{2\pi\sqrt{L_1 C_0 C_1 / (C_1 + C_0)}\}$$

実際には、Fig.1-2に示すようにインピーダンスが最小、最大になるそれぞれの周波数をfr、faとして扱うのが一般的

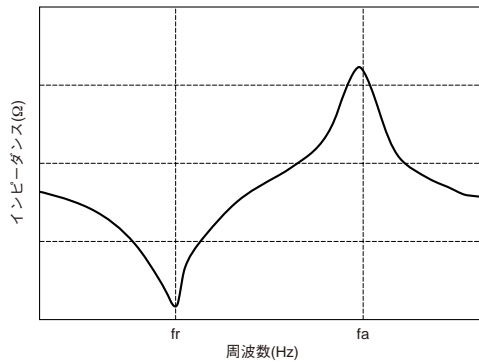


Fig. 1-2 圧電振動子のインピーダンス特性

ところで、その共振周波数frは、振動子の共振状態により、次のように定義することができます。

a) 径方向振動

$$fr = \frac{N_1}{D} [\text{Hz}] \dots \dots \dots (1)$$

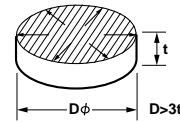


Fig. 1-3

薄い径方向振動で、電気機械結合係数はKrで表わします。

b) 長さ方向振動

$$fr = \frac{N_2}{\ell} [\text{Hz}] \dots \dots \dots (2)$$

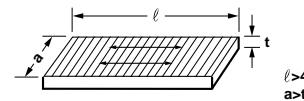


Fig. 1-4

分極方向に対して振動方向が直角であり、しかも単一振動であるものです。電気機械結合係数はK31で表わします。



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

c) 縦方向振動

$$fr = \frac{N_3}{\ell} [\text{Hz}] \dots \dots \dots (3)$$

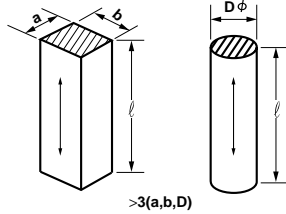


Fig. 1-5

分極方向と振動方向が同一で、単一振動しているものです。電気機械結合係数は K_{33} で表わします。

d) 厚み方向振動

$$fr = \frac{N_4}{t} [\text{Hz}] \dots \dots \dots (4)$$

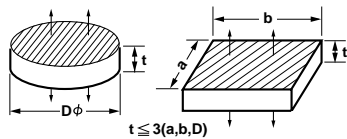


Fig. 1-6

輻射面の大きさに比較して、厚さが薄いもので、効果としては縦振動と同じですが、一般には複振動があるため区別しています。電気機械結合係数は K_t で表わします。

e) 厚みすべり振動

$$fr = \frac{N_5}{t} [\text{Hz}] \dots \dots \dots (5)$$

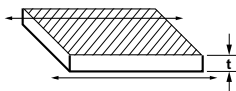


Fig. 1-7

分極方向と直角に駆動電極を設けたものです。このときの振動は分極軸と電界軸を含む面のずれ変形を生ずる振動で、電気機械結合係数は K_{15} で表わします。

ただし

- N_1 : 径方向振動の周波数定数 (Hz-m)
- N_2 : 長さ方向振動の周波数定数 (Hz-m)
- N_3 : 縦方向振動の周波数定数 (Hz-m)
- N_4 : 厚み方向振動の周波数定数 (Hz-m)
- N_5 : すべり振動の周波数定数 (Hz-m)
- D : 円板ならびに円柱状の直径 (m)
- ℓ : 角板円柱、角柱ならびに円筒状の長さ (m)
- a, b : 角板ならびに角柱の巾 (m)
- t : 円板、角板ならびに円筒状の厚さ (m)

2) 電気機械結合係数

電気機械結合係数は、電気的総入力に対する、機械的な形で結晶中に蓄積されたエネルギーの比の平方根で定義されているものです。それは、共振周波数 (fr または fm)、反共振周波数 (fa または fn) から、次式で各振動姿態における k 値を算出することにより求められます。

$$Kr = \sqrt{2.51 \left(\frac{fa - fr}{fr} \right)} \dots \dots \dots (6)$$

$$K_{31} = \sqrt{\frac{r}{r - \tan r}} \dots \dots \dots (7)$$

$$r = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{fa}{fr}$$

$$K_{33} = \sqrt{\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{fr}{fa} \right) \cot \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{fr}{fa} \right)} \dots \dots \dots (8)$$

$$K_t = \sqrt{\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{fr}{fa} \right) \cot \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{fr}{fa} \right)} \dots \dots \dots (9)$$

$$K_{15} = \sqrt{\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{fr}{fa} \right) \cot \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{fr}{fa} \right)} \dots \dots \dots (10)$$

ただし

- K_r : 径方向振動の電気機械結合係数
- K_{31} : 長さ方向振動の電気機械結合係数
- K_{33} : 縦方向振動の電気機械結合係数
- K_t : 厚み方向振動の電気機械結合係数
- K_{15} : すべり振動の電気機械結合係数
- fr : 共振周波数 [Hz]
- fa : 反共振周波数 [Hz]



●本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
 ●本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
 ●本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

3) 比誘電率

比誘電率とは、一定応力のもとで振動子の電極間に電界Eを加えることにより生じる電束密度をDとした場合、 $D/E = \epsilon^T$ で定義される定数を、真空の誘電率 ϵ_0 で割ったものです。この比誘電率は分極方向と電界印加方向が同じときには $\epsilon_{33}^T/\epsilon_0$ 、直角のときには $\epsilon_{11}^T/\epsilon_0$ で表示し、万能ブリッジやCメータなどを用いて、一般には周波数1kHzで静電容量を測定し、(11)式から算出します。

$$\epsilon_{33}^T / \epsilon_0 = \frac{tC}{\epsilon_0 S} \dots\dots\dots (11)$$

($\epsilon_{11}^T/\epsilon_0$ も同じ式から算出)

- ただし ϵ_0 : 真空の誘電率 (= 8.854×10^{-12} F/m)
- t : 両電極間の距離 (m)
- S : 電極面積 (m²)
- C : 静電容量 (F)

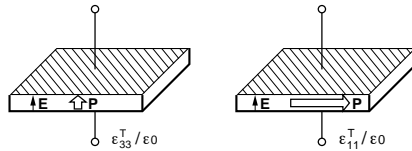


Fig.1-8

4) ヤング率

ヤング率は、各種振動形態の音速と密度の値から、(12)式によって算出します。

$$Y^E = \rho v^2 \left[\text{N/m}^2 \right] \dots\dots\dots (12)$$

- ただし ρ : 密度 (kg/m³)
- $v (= 2fr)$: 音速 (m/sec)

5) 機械的Q

機械的Qとは、共振周波数における機械的な振動の“鋭さ”で(13)式によって算出します。

$$Q_m = \frac{fa^2}{2\pi fr Z_r C(fa^2 - fr^2)} \dots\dots\dots (13)$$

- ただし fr : 共振周波数 (Hz)
- fa : 反共振周波数 (Hz)
- Zr : 共振抵抗 (Ω)
- C : 静電容量 (F)

また、簡便法として、共振周波数における点より3dBへだてたときの周波数 (f_1, f_2) を求め、(14)式によって算出する方法もあります。

$$Q_m = \frac{fr}{f_1 - f_2} \dots\dots\dots (14)$$

なお、本カタログの材料定数表の値は、(13)式から算出したものです。

6) 圧電定数

圧電定数には、次の二つがあります。

a) 圧電歪定数

応力ゼロの状態ですべての電界を与えたときその際に生ずる歪をいい(15)式によって算出します。

$$d = k \sqrt{\frac{\epsilon^T}{Y^E}} \text{ (m/V)} \dots\dots\dots (15)$$

- ただし k : 電気機械結合係数
- ϵ^T : 誘電率
- Y^E : ヤング率 (N/m²)

b) 電圧出力定数

電気変位ゼロの状態ですべての応力を与えたとき、その際に生ずる電界の強さをいい、(16)式によって算出します。

$$g = \frac{d}{\epsilon} \text{ (V} \cdot \text{m/N)} \dots\dots\dots (16)$$

ただし、d定数、g定数は、振動形態により、それぞれ d_{31} 、 d_{33} 、 d_{15} 、および g_{31} 、 g_{33} 、 g_{15} があります。

7) キュリー温度

キュリー温度とは、自発分極を消失して圧電性を失う臨界温度です。それは、試料の温度を変化させて誘電率の値が最大になったとき、その温度をもって表わされます。

8) 温度係数

温度係数とは、共振周波数と静電容量の温度変化に対する変化率で(17)、(18)式によって算出します。

$$TK(f) = \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{f(t_1) - f(t_2)}{f_{20}} \times 10^6 \text{ (PPm/}^\circ\text{C)} \dots\dots (17)$$

$$TK(C) = \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{C(t_1) - C(t_2)}{C_{20}} \times 10^6 \text{ (PPm/}^\circ\text{C)} \dots\dots (18)$$

- ただし TK(f) : 共振周波数の温度係数 (PPm/°C)
- f(t₁) : 温度t₁°Cにおける共振周波数 (Hz)
- f(t₂) : 温度t₂°Cにおける共振周波数 (Hz)
- f₂₀ : 温度20°Cにおける共振周波数 (Hz)
- TK(C) : 静電容量の温度係数 (PPm/°C)
- C(t₁) : 温度t₁°Cにおける静電容量 (F)
- C(t₂) : 温度t₂°Cにおける静電容量 (F)
- C₂₀ : 温度20°Cにおける静電容量 (F)
- Δt : 温度差 (t₂-t₁) (°C)



●本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
 ●本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
 ●本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

9) 経時変化率

経時変化率とは、共振周波数ならびに静電容量の経時日数に対する変化率です。その実際の測定は、各振動子の電極を短絡して恒温室に放置し、測定日数の間隔が2ⁿ日（1日、2日、4日、8日…）になるように、分極処理後の経過日数を変えて行います。この経時変化率は(19)式によって算出されます。

$$(AR) = \frac{1}{\log t_2 - \log t_1} \cdot \frac{X_{t_2} - X_{t_1}}{X_{t_1}} \dots\dots\dots (19)$$

ただし、(AR)：共振周波数または静電容量の経時変化率
 t₁、t₂：分極後の経時日数
 X_{t1}、X_{t2}：分極t₁日目、t₂日目の共振周波数または静電容量

10) 密度

密度は、セラミックスの体積と重量をもとめ(20)式から算出します。

$$D = \frac{W}{V} (\text{kg/m}^3) \dots\dots\dots (20)$$

ただし、W：セラミックスの重量 (kg)
 V：セラミックスの体積 (m³)



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

ネ



ネペック® “NPM”



標準材質特性

表1にネペック（NPM）の標準材質特性を示します。

- (注) 1. 周波数定数
- N1：径方向周波数定数 ($fr \times D$)
 - N2：長さ方向周波数定数 ($fr \times \ell$)
 - N3：縦方向周波数定数 ($fa \times \ell$)
 - N4：厚み方向周波数定数 ($fa \times \ell$)
 - N5：すべり周波数定数 ($fa \times \ell$)
2. 温度特性、経時特性は $17.7 \phi \times 1.0t$ の径方向振動での値です。
3. 電気機械結合係数のうち Kr の（ ）内は近似式によるものであり、他は厳密解によります。



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

Table 1-1. ネベック<NPM®>標準材質特性

項目	Unit	Material					
		N-6	N-61	N-8	N-10	N-21	
比誘電率	$\epsilon_{33}^T/\epsilon_0$	1400	1400	1100	5440	1800	
	$\epsilon_{11}^T/\epsilon_0$	1350	1300	1400	5000	2000	
損失係数	tan δ (%)	0.3	0.3	0.4	2.0	2.0	
周波数定数	N ₁ [径]	(Hz-m)	2160	2160	2240	2040	1960
	N ₂ [長さ]	(Hz-m)	1600	1570	1670	1410	1410
	N ₃ [縦]	(Hz-m)	1510	1490	1520	1370	1310
	N ₄ [厚さ]	(Hz-m)	1960	2010	2000	1800	1940
	N ₅ [すべり]	(Hz-m)	970	1170	920	1110	860
電気機械結合係数	Kr [径]	(0.65) 0.55	(0.67) 0.56	(0.67) 0.56	(0.57) 0.50	(0.78) 0.62	
	K ₃₁ [長さ]	0.34	0.33	0.34	0.34	0.38	
	K ₃₃ [縦]	0.68	0.67	0.67	0.68	0.73	
	K _t [厚さ]	0.55	0.52	0.52	0.62	0.52	
	K ₁₅ [すべり]	0.71	0.66	0.78	0.66	0.77	
弾性定数	S ₁₁ ^T ($\times 10^{-12}$ m ² /N)	12.7	13.1	11.2	14.8	16.5	
	S ₃₃ ^T ($\times 10^{-12}$ m ² /N)	15.4	15.6	15.2	18.1	19.9	
	Y ₁₁ ^T ($\times 10^{10}$ N/m ²)	7.9	7.6	8.9	6.8	6.1	
	Y ₃₃ ^T ($\times 10^{10}$ N/m ²)	6.5	6.4	6.6	5.5	5.0	
圧電定数	d ₃₁ ($\times 10^{-12}$ m/V)	-133	-132	-99	-287	-198	
	d ₃₃ ($\times 10^{-12}$ m/V)	302	296	226	635	417	
	d ₁₅ ($\times 10^{-12}$ m/V)	419	464	652	930	711	
	g ₃₁ ($\times 10^{-3}$ Vm/N)	-10.4	-10.7	-13.1	-6.0	-12.1	
	g ₃₃ ($\times 10^{-3}$ Vm/N)	23.5	23.8	30.0	13.2	25.4	
	g ₁₅ ($\times 10^{-3}$ Vm/N)	45.1	39.4	44.4	21.0	41.0	
ポアソン比	δ	0.32	0.31	0.24	0.34	0.34	
温度特性	TK (fr) (PPm/°C)	-20~20°C	300	600	-250	200	-300
		20~60°C	300	400	-550	900	-150
	TK (C) (PPm/°C)	-20~20°C	1800	700	3700	3800	3500
		20~60°C	2300	3000	3600	3500	3000
経時特性	fr (%/10年)	0.4	0.4	0.5	0.5	0.1	
	C (%/10年)	-2	-2	-5	-5	-5	
機械的品質係数	Q _m	1500	1800	1600	70	75	
キュリー温度	T _c (°C)	325	315	320	145	330	
密度	D ($\times 10^3$ kg/m ³)	7.77	7.79	7.72	8.00	7.82	
線膨張係数	($\times 10^{-7}$ /°C) (室温~200°C)	30	12	11	14	29	



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

材質別の特長と主な用途

表1-2に、材質別の特長と主な用途を示します。それぞれ用途に応じた材質をお選びください。

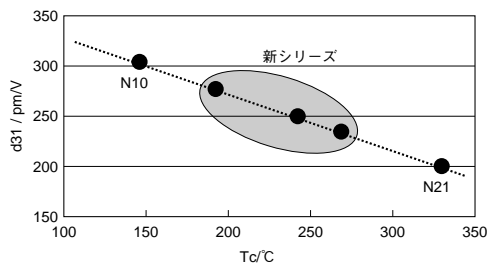
Table 1-2. 材料別の特長と主な用途

項目	材質名	N-6	N-61	N-8	N-10	N-21
誘電率		○	○	▲	●	○
電気機械結合係数		○	○	○	○	●
圧電率	圧電率				○	○
	圧電出力定数	○	○	○		○
機械的品質係数		○	○		▲	▲
共振周波数温度係数						
誘電率温度係数			●			
経時特性						○
主な用途		強力超音波発生用振動子、高圧発生素子、医療機器			ピックアップ、マイクロホン、スピーカ、水中受波振動子などの音響機器	

●印は特に良好な値を示すもの ○印は良好な値を示すもの ▲印は低い値を示すもの

アクチュエータ用材料

アクチュエータ用の材料として、カタログの一覧表に記載されていない材料の例を示します。詳細はお問い合わせ下さい。



ハイパワー圧電材料

圧電振動子の振動エネルギーは素子先端振動速度の二乗に比例します。

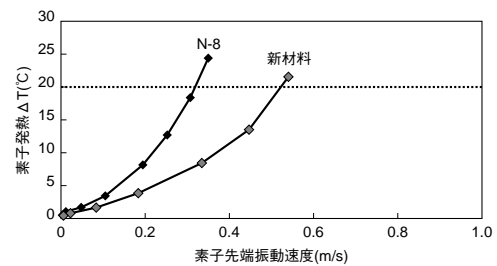
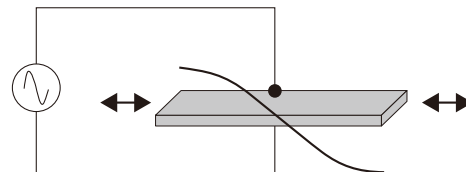
カタログの一覧表に記載されていない材料で、大きい振動速度でも従来より発熱しないハイパワー材料もあります。

詳細はお問い合わせ下さい。

$$\text{振動エネルギー } P = \frac{1}{2} Mv^2$$

M：等価質量

v：素子先端振動速度



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

電極構造

円板型、円筒型については、表1-3に示されている3種類の電極構造を採用しています。
 斜線、太線は正負の電極を示します。
 その他の円柱型、角板型、角柱型もこれに準じています。なお、特殊な電極については、別途ご相談ください。
 塗装なしの場合はハンダ点はつけません。ハンダ点又はリード線のご指定がある場合はお申し付けください。

Table 1-3

電極構造	P電極	S電極	O電極
円板型			
円筒型			
内容	正電極面、負電極面にそれぞれ端子（ハンダ点）を設けたもの。	正電極面上に負電極端子部を引き出したもの。	側面上に負電極端子部を引き出したもの。

塗装

振動子には、振動子内部の保護、輻射面の均一性美観の保持などのため、塗装を施しています。表1-4は、その種類および特長を示したものです。それぞれ用途に応じてお選びください。

表1-4 塗装の種類

塗 装	特 長	塗装範囲	標準色
M塗装	合成樹脂塗装で耐水性、耐ヒマシ油性を有し魚探用、空中励振の場合に適します。	全面可能	シルバーグレー
B塗装	ベークライト樹脂塗装で、耐溶剤性を有し、超音波洗浄などの場合に適します。	全面可能	茶褐色（ベーク色）

仕様例

	形 状 (mm)	材 質	fr(kHz)	K	C(pF)
円筒型	NR 38×34×30	N-21	24	0.25	26500
	36×31×30	N-21	25.8	0.25	19600
円板型	ND 10×0.3	N-21	6400	0.57	3000
	20×0.5	N-21	4000	0.6	7000
	20×1.0	N-8	2100	0.55	2700
	40×2.5	N-6	54	0.6	5600
	40×3.0	N-6	54	0.6	4600
	50×2.5	N-6	43	0.6	8900
	50×3.0	N-6	43	0.6	7400
円柱型	ND 7×13.5	N-21	100	0.65	48
	7×16.5	N-21	80	0.65	40
	10×13.5	N-21	100	0.65	98
	10×16.5	N-21	80	0.65	90
角板型	NS 20×20×0.3	N-21	6500	0.3	13500
	20×20×0.4	N-21	5000	0.3	10500
	25×25×0.5	N-21	4000	0.3	14000
	80×15×0.3	N-21	6500	0.3	42000
	80×15×0.4	N-21	5000	0.3	32500
	100×15×0.5	N-21	4000	0.3	33000
	100×15×0.6	N-21	3000	0.3	28500



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

諸特性

a) 温度特性

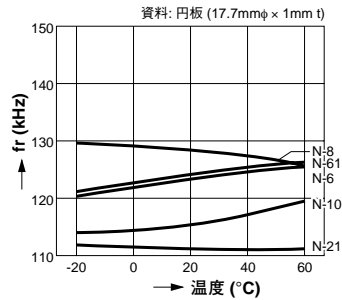


図1-9 共振周波数の温度特性

b) 経時特性

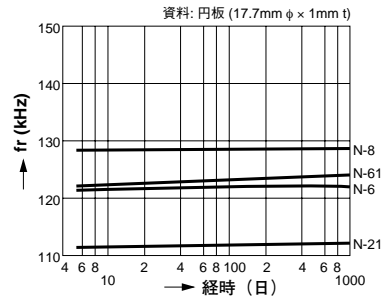


図1-12 共振周波数の経時特性

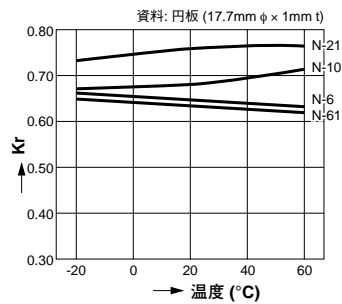


図1-10 電気機械結合係数の温度特性

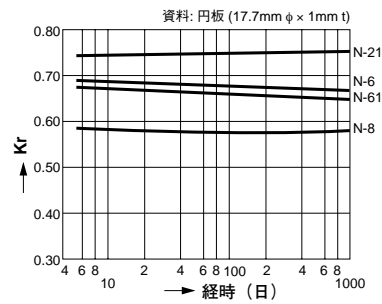


図1-13 電気機械結合係数の経時特性

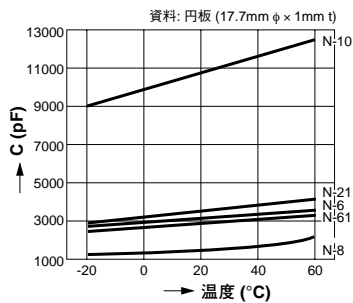


図1-11 静電容量の温度特性

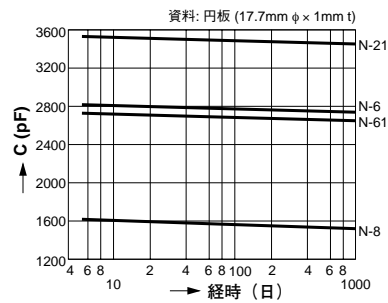


図1-14 静電容量の経時特性



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

c) 熱エージング特性

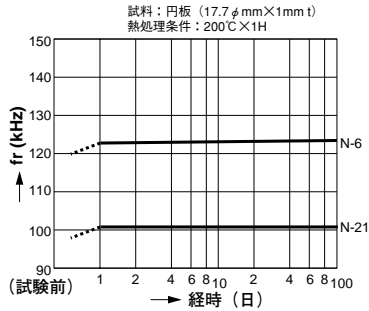


図1-15 共振周波数の熱経時特性

d) 耐電圧エージング特性

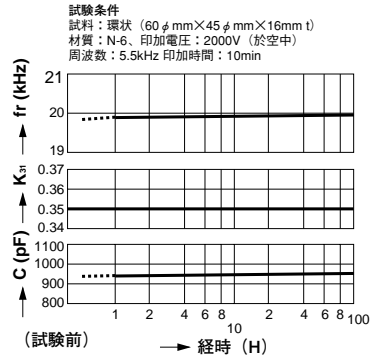


図1-18 耐電圧経時特性 (1)

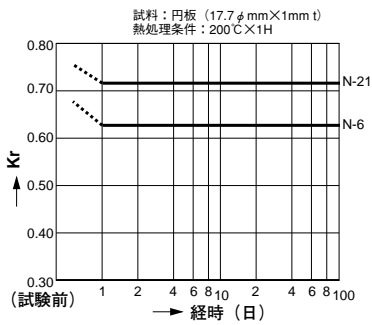


図1-16 電気機械結合係数の熱経時特性

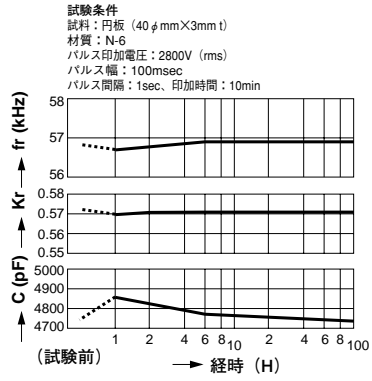


図1-19 耐電圧経時特性 (2)

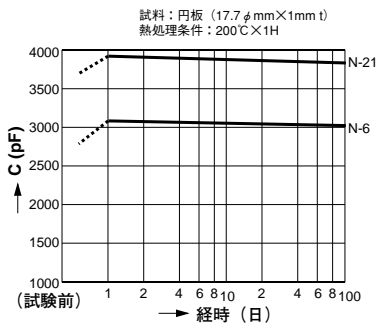


図1-17 静電容量の熱経時特性

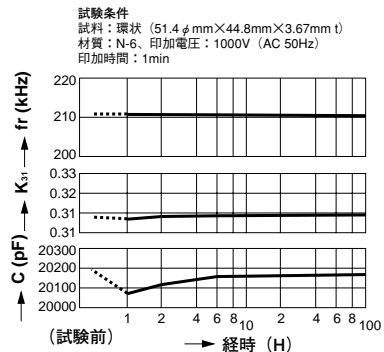


図1-20 耐電圧経時特性 (3)



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

主要製品の応用分野

振動子は、電気的エネルギーを機械的エネルギーに、あるいは逆に、機械的エネルギーを電気的エネルギーに変換するものです。以下はこの「電気エネルギー / 機械エネルギー」の変換という基本機能を動力的応用と通信的応用に大別した NEC TOKIN 圧電セラミックスの応用例です。

圧電セラミックス (NPM)	動力的応用	ボルト締めランジュバン型振動子	16
		洗浄機用振動子	19
		インクジェットプリンタ用振動子	20
	通信的応用	水中用モールド型振動子	21
		高周波用振動子	27
		空中マイクロホン用振動子	28
		ソナー用振動子	29



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

ボルト締めランジュバン型振動子



概要

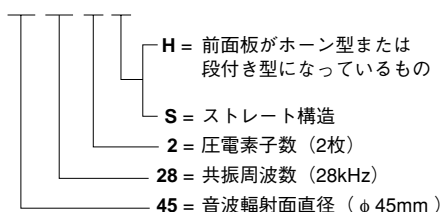
ボルト締めランジュバン型振動子は、超音波の応用機器である超音波洗浄機、超音波加工機、プラスチックウェルダなど、強力超音波と呼ばれている分野で数多く使用されています。

NEC TOKINでは、このボルト締めランジュバン型振動子として高性能のネベックN-61材を使用、NEC TOKIN独自の設計により他社にないすぐれたものになっています。

呼称法

製品呼称記号は、次のように分類されています。

NBL 45 28 2 H



特長

- 大振幅における機械的Qが高いため、電気音響変換効率が高い。
- 圧電素子を機械的に組み込んだ構造により、振動速度が大幅に向上、大振幅で使用可能です。
- 耐熱性にすぐれたN-61材を用いて使用温度範囲を拡大したため、振幅の直線性が良好です。
- ボルトによって装置に取り付けることができるため、装着の信頼性にすぐれ、また取り付けも容易です。

<洗浄機用>

品名・仕様

Table 2-1

項目		型名	
		NBL45282H-A	NBL45402H-A
共振周波数	fo (kHz)	28.0	40.2
自由アドミタンス	Yo (mS)	40	15
機械的Q	Qm	500	500
静電容量	C (pF)	4000	4000
最大許容速度	V (cm / S)	40	50
最大許容入力	P (W)	50	50
用途		洗浄機	

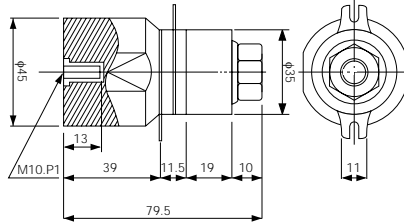
最大許容入力は、1本使用の場合、片面水負荷時。



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

形状・寸法

NBL45282H-A



NBL45402H-A

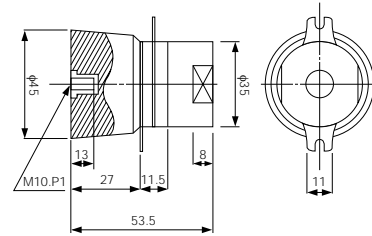


Fig. 2-1

温度特性

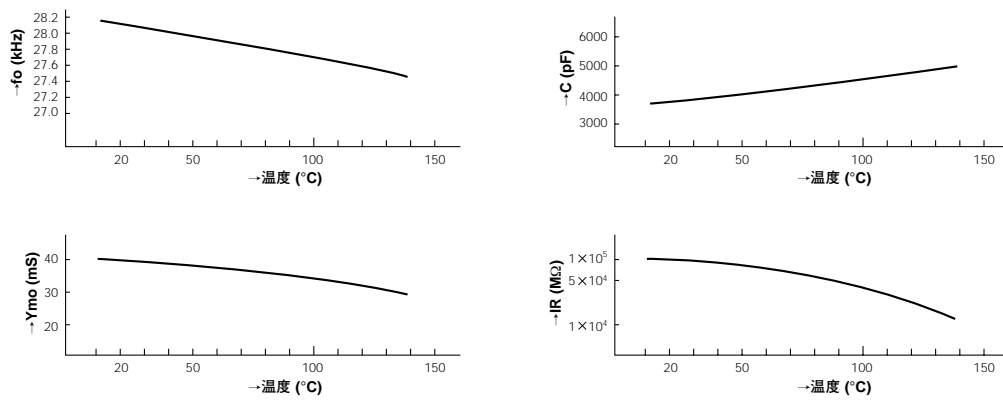


Fig. 2-2. NBL-45282H-A 温度特性



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

<加工機用>

品名・仕様

Table 2-2

項目		型名	
		NBL15602S	NBL20602S
共振周波数	fo (kHz)	60	60
自由アドミッタンス	Ymo (mS)	25	20
機械的Q	Qm	500	400
静電容量	C (pF)	850	1250
最大許容振動速度	V0-P (cm / s)	50	40
最大許容入力	P (W)	2.5	3.7
用途		加工機	

注) 最大許容入力は無負荷時の場合

形状・寸法

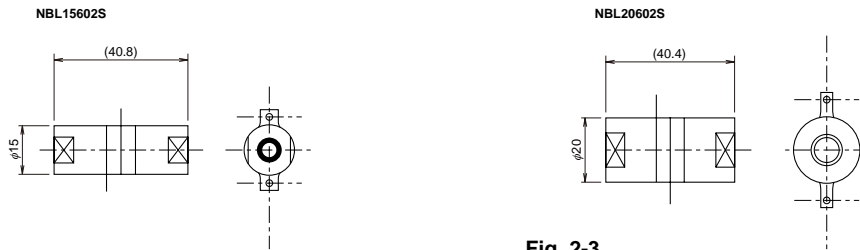


Fig. 2-3

ホーン取付参考例

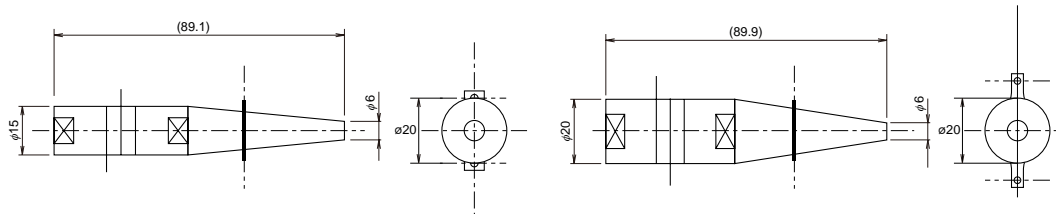


Fig. 2-4

振幅

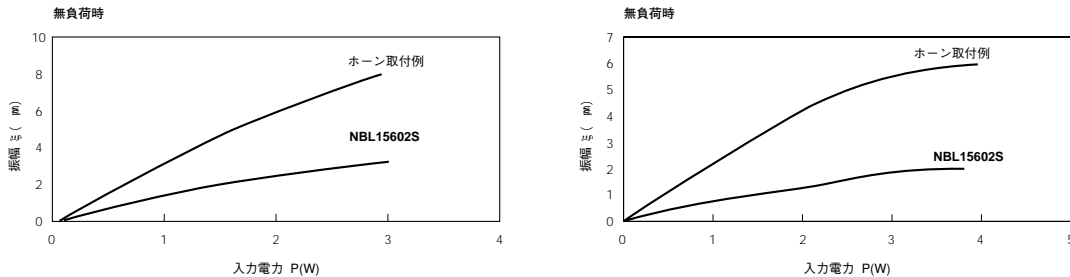


Fig. 2-5



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

洗

概

洗浄
産業用
ネ、入
に対す
NEC
浄機用
評を得

仕

温度

洗浄機用振動子

概要

洗浄機用振動子は、超音波洗浄機への応用として、従来は産業用および業務用の利用が主流でしたが、最近では、メガネ、入歯、宝石などの洗浄を目的とした家庭用の小型洗浄機に対する需要が非常に高まっています。

NEC TOKINでは、そのような最近の傾向を反映し、小型洗浄機用圧電振動子として、高効率のN-6材振動子を製造、好評を得ています。

仕様

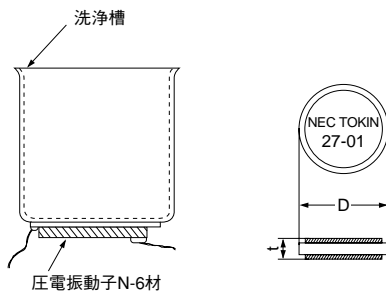


Table 2-3 仕様例

D (mm)	t (mm)	fr (kHz)	Kr	C (PF)
40	2.5	54	0.60	5600
40	3.0	54	0.60	4600
50	2.5	43	0.60	8900
50	3.0	43	0.60	7400
60	5.0	36	0.60	6500

Fig. 2-6. 製品図

温度特性

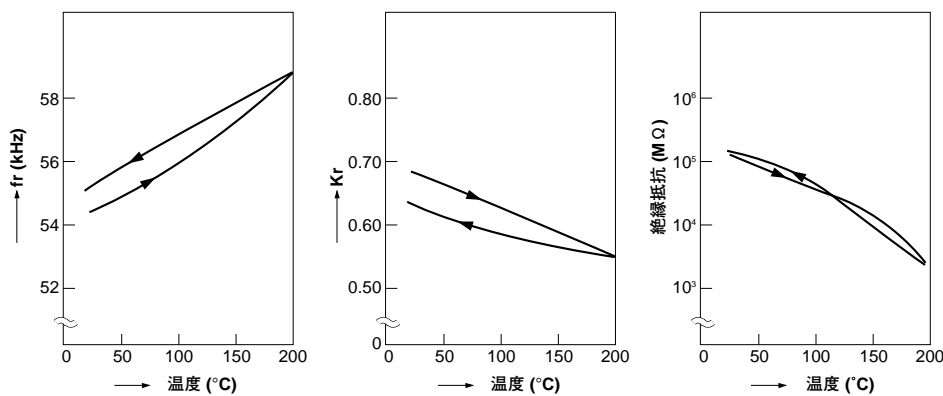


Fig. 2-7. N-6材の温度依存特性



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

インクジェットプリンタ用振動子

概要

圧電振動子をプリンタに応用する試みは、最近、積極的に行われているもので、なかでもノンインパクト方式のインクジェットプリンタに多く利用されています。その振動子としては、主に、電歪定数が大きく安定なNEC TOKINのN-10材、またはN-21材が採用され、その主流となっています。

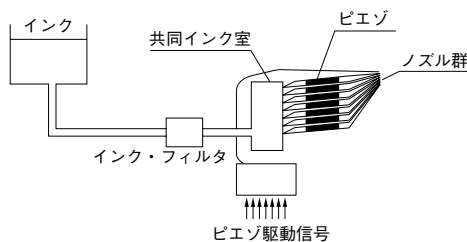


Fig. 2-8 プリンタヘッド略図

材質

Table 2-4 材料特性

	$\epsilon_{33}^T/\epsilon_0$	Kr (%)	K_{31} (%)	d_{31} (m/v)	d_{33} (m/v)	Qm	Tc (°C)
N-21	1800	78	38	-198×10^{-12}	417×10^{-12}	75	330
N-10	5440	57	34	-287×10^{-12}	635×10^{-12}	70	145

Table 2-5 仕様例

	仕様	材質	a	b	c	電極	リード線の有無
副 形 製	4.5×1.6×0.2	N-21	4.5	1.6	0.2	Au	リード無
	2×2×0.15	N-10	2	2	0.15	Au	リード無

仕様

サイロニクス方式 (短形型)

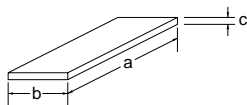


Fig. 2-9



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

水中用モールド型振動子



概要

水中用モールド型振動子は、水中に信号としての超音波を発生させることにより魚群探知機、測深器、さらにドップラー効果の速度計、潮流計などに使用されているものです。

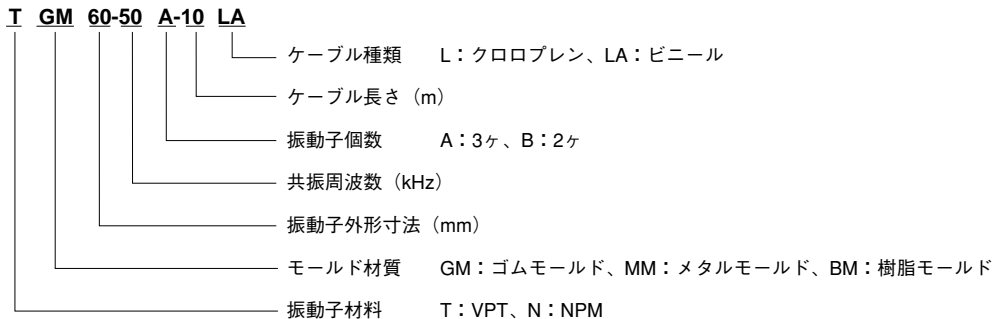
これは水中で使用されるため、NEC TOKINでは、独自の設計により耐水性、機械的強度、温度特性などの諸条件にすぐれたものを製造しています。また、振動子材料としては、周波数、許容入力、指向特性面から使いわけ、各種のモールド型振動子を送り出しています。

特長

- ウレタンゴムによる一体モールド、またはネオプレンゴムの焼付けなど、独自のモールド技術により信頼性が非常に高い。
- 吸音材などの独自の設計で、ノイズ特性が非常によくなっています。
- 広範囲の周波数と多種のモールド材質がシリーズ化されています。

呼称法

製品呼称記号は次のように分類されています



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

品名・仕様

Table 2-6

型名	共振周波数 (kHz)	共振インピーダンス(Ω)	静電容量 (pF)	絶縁抵抗 (M Ω)	指向角	形状
TGM60-40-10L	40	150 ~ 400	7500	500 以上	50°	A
TGM60-45-10L	45	150 ~ 400	7500	500 以上	45°	A
TGM60-50-10L	50	150 ~ 350	8000	500 以上	44°	A
TGM42-75-10L	75	200 ~ 600	3400	500 以上	36°	A
TGM80-75-12L	75	300 ~ 800	2500	500 以上	20°	A
TGM100-100-15L	100	200 ~ 400	4500	500 以上	12°	A
TGM50-200-10L	200	100 ~ 400	2400	500 以上	11°	A
TGM80-200-20L	200	50 ~ 200	5500	500 以上	7°	A
TGM100-200-20L	200	30 ~ 100	7500	500 以上	6°	A
TMM60-50-10LA	50	100 ~ 300	8000	500 以上	44°	B
TMM50-200-10LA	200	200 ~ 400	2500	500 以上	11°	B
TGM60-50A-15L	50	50 ~ 150	23000	500 以上	12°×44°	E
TGM50-200A-15L	200	70 ~ 150	5500	500 以上	5°×11°	E
TGM60-50B-12L	50	100 ~ 300	15000	500 以上	13°×44°	D
TGM46-68B-12L	68	50 ~ 200	12700	500 以上	11°×38°	D
TGM42-75B-12L	75	50 ~ 200	9000	500 以上	11°×36°	D
TGM50-200B-12L	200	150 ~ 400	4300	500 以上	11°	D
NBM40-50-8LA	50	150 ~ 350	2800	500 以上	60°	C
TBM50-200-8LA	200	200 ~ 450	2800	500 以上	11°	C

形状・寸法

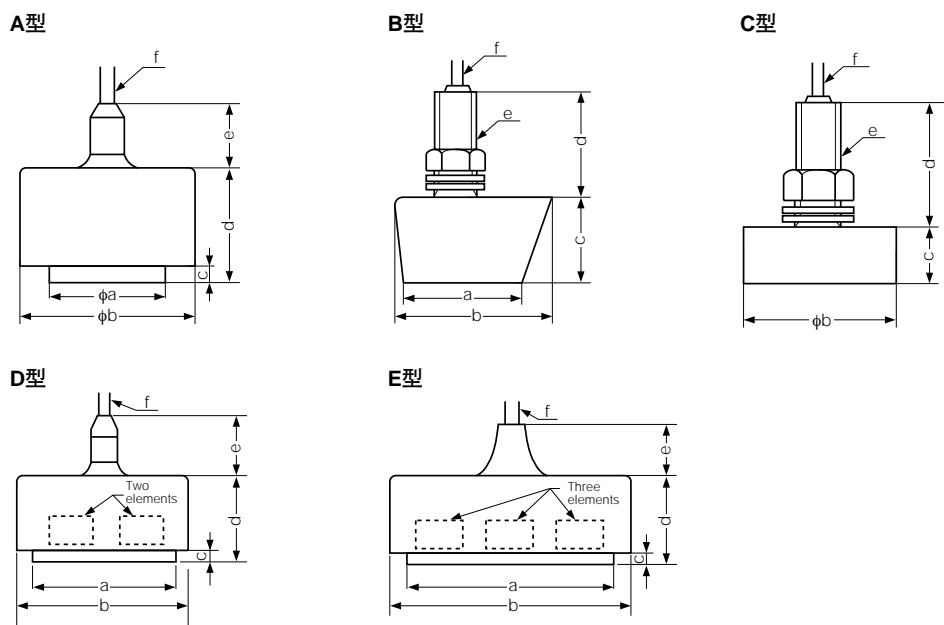


Fig. 2-10. 型式および寸法



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

Table 2-7

形状	型状	寸法					ケーブル	形状
		a	b	c	d	e		
	TGM60-40-10L	69.5	89.5	5.0	78.0	60.0		
A	TGM60-45-10L	69.5	89.5	5.0	78.0	60.0		
A	TGM60-50-10L	69.5	89.5	5.0	60.0	60.0		
A	TGM42-75-10L	47.8	61.0	4.0	43.0	27.0	φ11、2芯シールドキャブタイヤケーブル (クロロブレン)	A
A	TGM80-75-12L	104.0	120.0	5.0	65.0	30.0		
A	TGM100-100-15L	120.0	130.0	4.0	55.0	40.0		
A	TGM50-200-10L	69.5	89.0	5.0	60.0	60.0		
A	TGM80-200-20L	100.0	120.0	7.0	45.0	30.0		
A	TGM100-200-20L	124.0	140.0	7.0	45.0	30.0		
A	TMM60-50-10LA	80.0	100.0	56	120	W・1.11d/ inch	φ7、2芯シールドキャブタイヤケーブル (ビニール)	B
B	TMM50-200-10LA							
B	TGM60-50A-15L	206.0	226.0	7.0	160.0	60.0	φ11、2芯シールドキャブタイヤケーブル (クロロブレン)	E
E	TGM50-200A-15L							
E	TGM60-50B-12L							
D	TGM46-68B-12L	140.0	160.0	5.0	60.0	50.0	φ11、2芯シールドキャブタイヤケーブル (クロロブレン)	D
D	TGM42-75B-12L							
D	TGM50-200B-12L							
D	NBM40-50-8LA	—	68.0	31.0	120.0	M・22 P1.5	φ5、2芯シールドキャブタイヤケーブル (ビニール)	C
C	TBM50-200-8LA							
C								



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

指向性パターン代表例 (1)

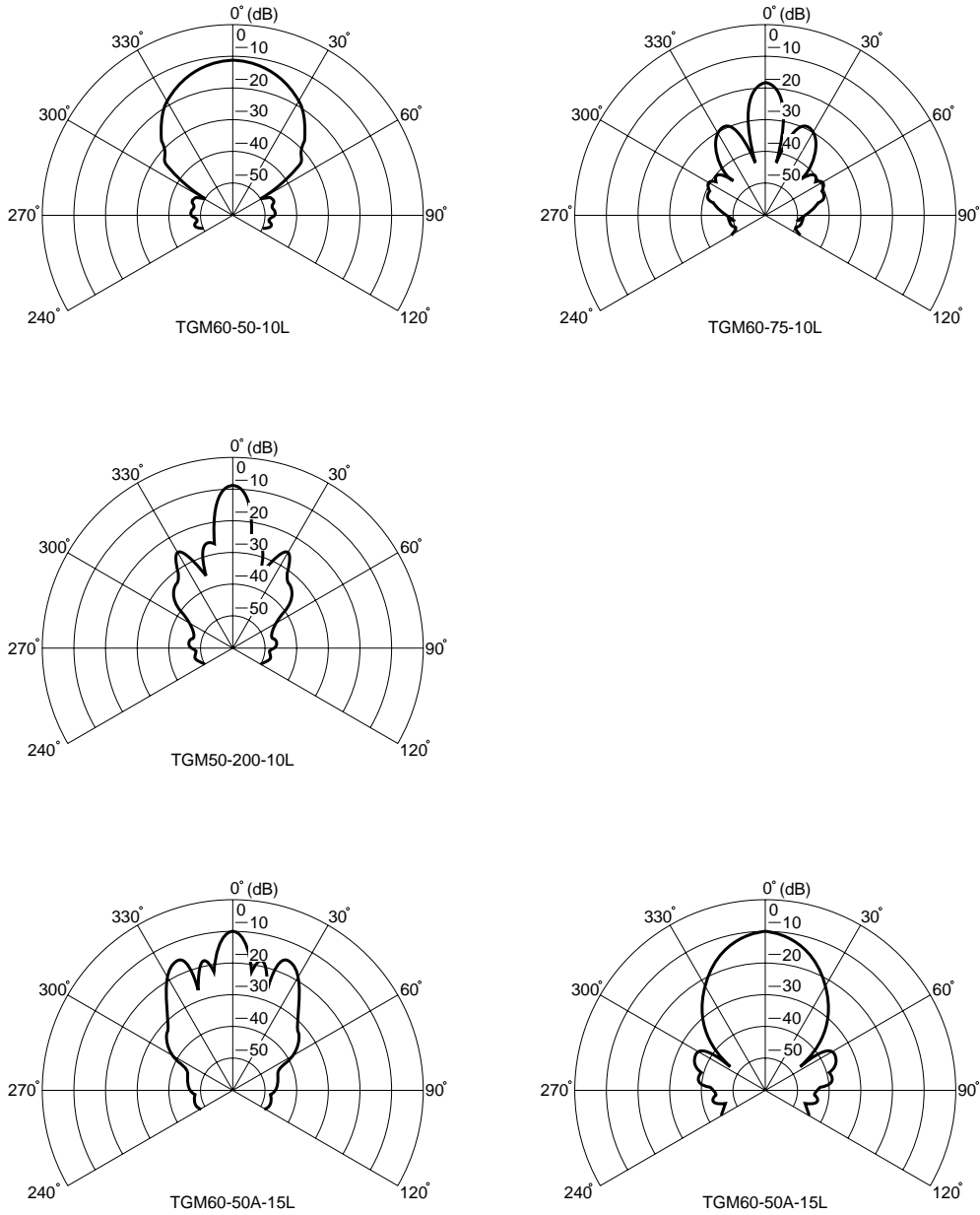


Fig. 2-11. 指向性例



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

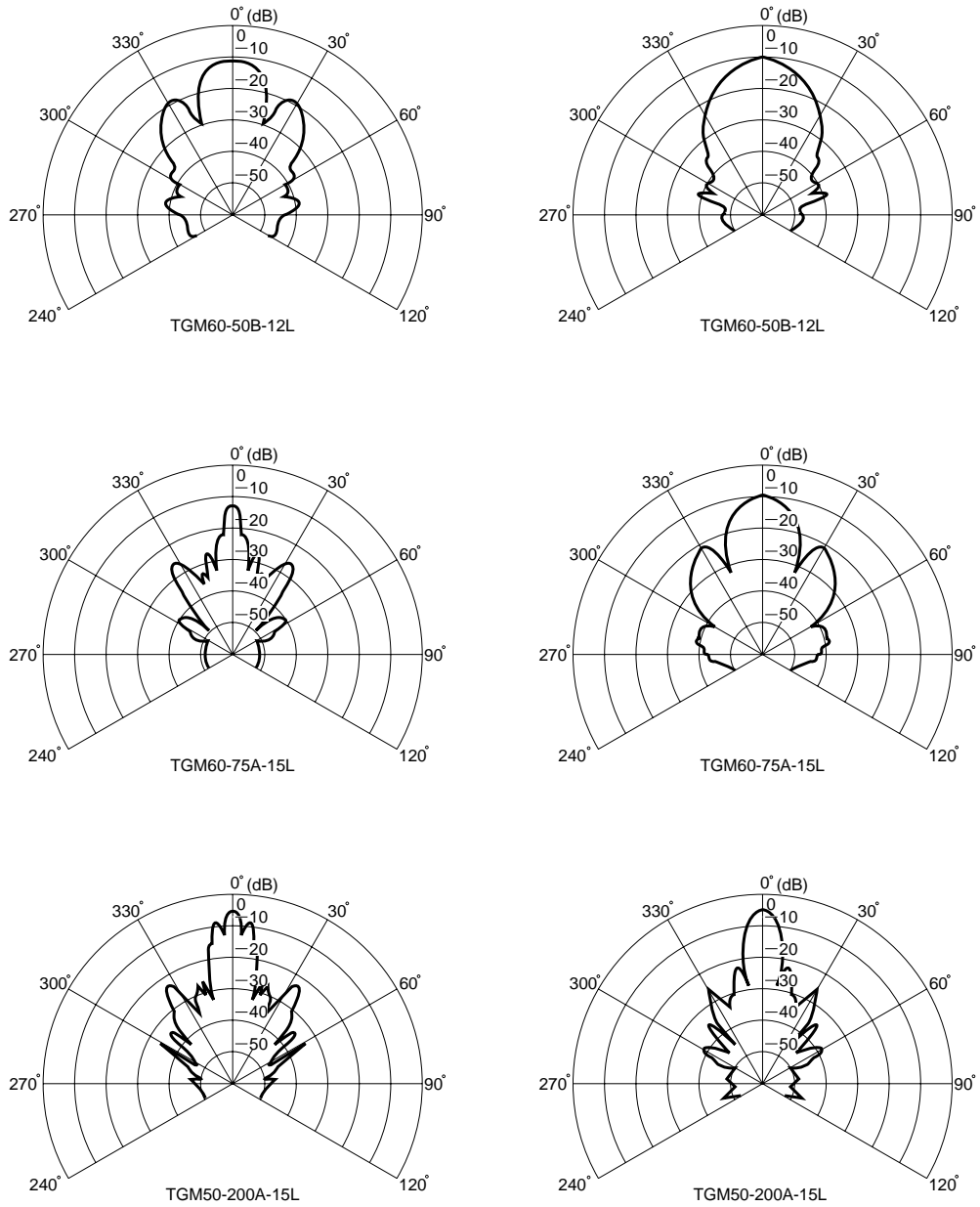


Fig. 2-11. 指向性例



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

指向性パターン代表例 (2)

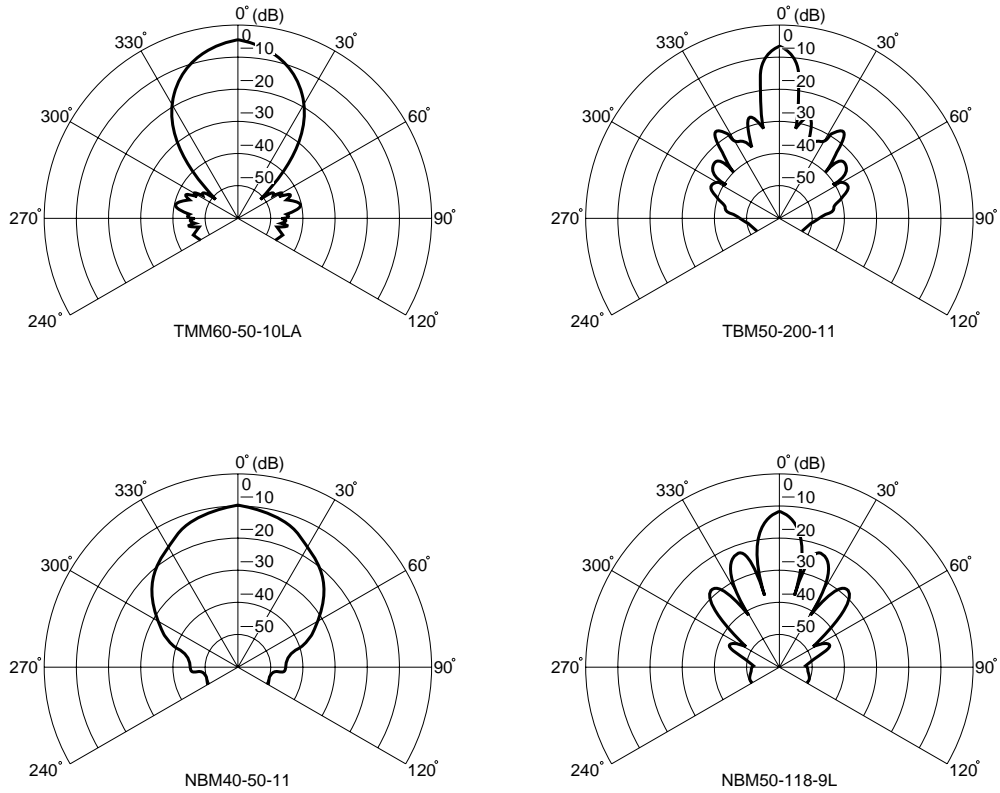


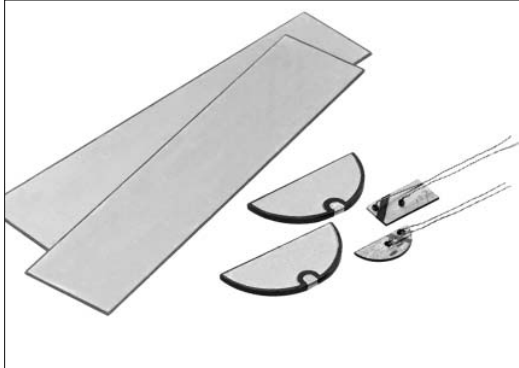
Fig. 2-11. 指向性例

標準仕様以外についても、ご要求に応じて製造していますので、ご相談ください。



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

高周波用振動子



概要

高周波用振動子は、圧電振動子のなかでも比較的周波数が高い1~10MHzの領域のもので、医療または探傷センサとして応用されています。特に、最近では、医療分野における超音波診断装置の発展がめざましいため、圧電振動子は、下記に示すように広範囲にわたって応用され、非常に脚光を浴びているものです。

ドップラー方式 { 胎児心音計用
血流計用 } 電子スキャン用
機械式スキャン用

パルスエコー方式 { 断層撮影用
頭蓋内疾診断用
心臓壁変位測定用

特長

- 共振周波数のインピーダンスが高い。
- 厚み振動姿態の電気機械結合係数が高く高感度です。
- 厚み振動と径方向振動に異方性があり、厚み共振のスプリアスが少なく、分解能力がすぐれています。

ところで、その振動姿態は、厚み共振が中心で周波数が高いために薄板状となり、一般に、共振周波数におけるインピーダンスが小さくなります。しかし、NEC TOKINネバックは、誘電率が低く、インピーダンスはもちろん、感度などの性能面においても、非常にすぐれたものになっています。

仕様

Table 2-8 仕様例

形状	材質	寸法 (mm)			特性				
		d	t	ℓ	f _r (kHz)	K _t	K ₃₁	C (PF)	端子
	21	20	0.5	—	4,000	0.60	—	7,000	S
	8	20	1.0	—	2,100	0.55	—	2,700	S
	21	10	0.3	—	6,400	0.57	—	3,000	S
	21	20	0.3	20	6,500	—	0.30	13,500	P
	21	20	0.4	20	5,000	—	0.30	10,500	P
	21	25	0.5	25	4,000	—	0.30	14,000	P
	21	15	0.3	80	6,500	—	0.30	42,000	P
	21	15	0.4	80	5,000	—	0.30	32,500	P
	21	15	0.5	100	4,000	—	0.30	33,000	P
	21	15	0.6	100	3,000	—	0.30	28,500	P



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

空中マイクロホン用振動子



概要

超音波空中マイクロホンは、超音波を空中に放射して、標的とする物体の検出や距離の測定に利用されているもので、現在、交通制御システムや障害物の検知、ロボット用センサなどに応用されています。

これらの振動子は、バイモルフ型振動子と円筒型振動子に大別され、それぞれの振動姿態は異なりますが、一般には、振動放射面にホーンを付けて使用しているので、超音波の送受感度ならびに指向性の工夫が重要なポイントとなります。

特長

- 温度特性が良好です。
- 円筒型振動子は、耐湿性の表面処理を施しているため、室外での使用にも安定しています。
- 高機械結合係数のため高感度です。

仕様

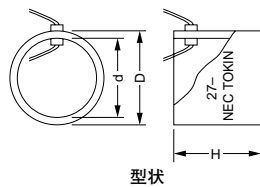


Table 2-9. 仕様例 (N-21材)

D (mm)	d (mm)	H (mm)	fr (kHz)	K	C (PF)
38	34	30	23.7	0.25	28000
36	31	30	25.8	0.25	19600

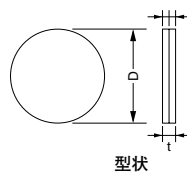


Table 2-10. 仕様例 (N-6材)

D (mm)	t (mm)	fr (kHz)	Δf (kHz)	C (PF)
18.7	1.5	23.5	2.0	2100

応用例

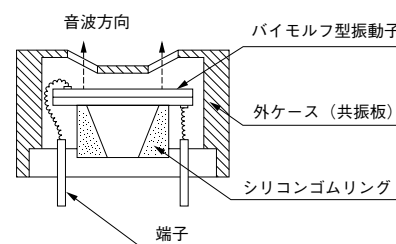
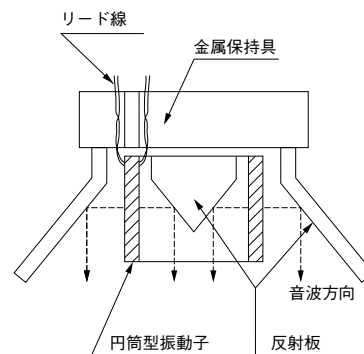


Fig. 2-12. 製品例



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

ソナー用振動子

概要

水中測深機や水中探知機としてのソナーは、魚群探知機の原理と同様で、水中に音波を放射し、標的である物体の検知や距離の測定に利用されているものです。また、その機種により、検知能力や探知距離が異なります。その使用される振動子の周波数および形状は、下記に示すように、広い範囲にわたっていますが、いずれも高感度、高分解能力、指向性そして高信頼性が要求されるため、高品質を誇るNEC TOKINのネバックが使用されています。

種類と特長

Table 2-11

振動子型名	振動モード	使用周波数	主な特長	備考
a 円板型	厚み振動	70 ~ 500	周波数調整容易、構造上機械強度大	寸法および特性は、お客様のご要望に応じますので、ご相談ください。
b 角柱型	縦振動	40 ~ 100	周波数調整容易、電気機械結合係数大	
c 円筒型	厚み振動	100 ~ 500	機械的Q、周波数の調整が容易	
	径方向振動	10 ~ 200		
d ランジュバン型	縦振動	20 ~ 100	低印インピーダンスで低い周波数が得られる	

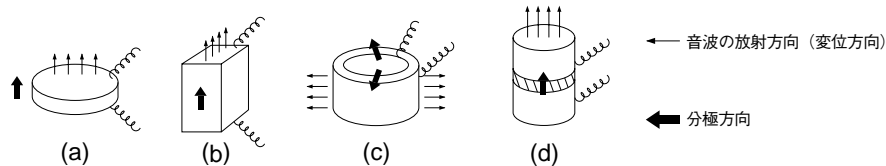


Fig. 2-13

材質特性

Table 2-12

材質	K_{31}	ϵ_{33}/ϵ_0	Qm	Tc (°C)	特長
N-6	0.34	1400	1500	325	高出力に対する安定度が良い
N-21	0.38	1800	75	300	低Qmで高感度



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。

ご使用に際して



- 本カタログに記載されている品名・仕様は、改良のため予告無く変更、あるいは製造を中止する事があります。ご使用の際は必ず納入仕様書をご請求の上、内容をご確認下さい。
- 設計に際しては、お客様の用途に応じて、圧電セラミックスの材質選定、取り付け方法、駆動方法などを決定し、その適否を判断していただく必要があります。決定が妥当であるかどうかを評価するために、実際に使用される最終状態および予測される可能な限りの異常状態にして繰り返し試験し、ご確認いただくことをお勧めします。
- 本カタログに記載されている特性、定格、使用範囲を逸脱して使用されますと、人身事故・火災事故・社会的損失を生じる恐れがあります。誤って使用された結果発生した不具合につきましては、保証致しかねますのでご了承下さい。使用方法についてご不明な点がございましたら、弊社販売窓口までご相談下さい。
- 本製品を使用したことにより、第三者の工業所有権に関わる問題が発生した場合、弊社製品の構造、製法に係わるもの以外につきましては、弊社はその責を負いませんので、ご了承下さい。
- 文書による当社の許諾なしに本資料の転載複製を禁じます。
- 本製品が外国為替及び外国貿易法の規定により 規制貨物等（または役務）に該当する場合には、日本国外に輸出する際に、同法に基づき日本国政府の輸出許可が必要です。
- ネベックのご注文に際しては、下記の事項をご明示願います。
 - 1) 形状（円板型、円柱型、円筒型、角板型、球面型、バイモルフ型）
 - 2) 材質名および用途（ご希望の材質および用途）
 - 3) 寸法（共振周波数に関係のない部分の寸法）
 - 4) 共振周波数（ご使用になる振動形態ならびに共振周波数）
 - 5) 表面処理（処理の有無、ならびに種類）
 - 6) 端子の種類（S 端子、P 端子、その他のご指定の端子）
- 水中用モールド振動子などの振動応用部品のご注文は、型名をご明記ください。その他、特別仕様のご指定がありましたら、別途お申し付けください。
- 本カタログの記載内容は 2006 年 9 月現在のものです。



- 本PDFカタログの記載内容は、予告なく変更あるいは製造を中止する場合がありますので、ご注文に際しては最新の情報をご確認ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご注文にあたっては、さらに詳細な仕様をご確認いただける納入仕様書をご請求ください。
- 本PDFカタログ記載製品のご使用に際しては、印刷版カタログに記載の「安全に関するご注意」その他安全に関する注意事項をご確認いただくようお願いいたします。