



超音波振動子

ULTRASONIC
TRANSDUCER

圧電セラミックス / 圧電高分子膜 / 圧電薄膜

Piezoelectric ceramics

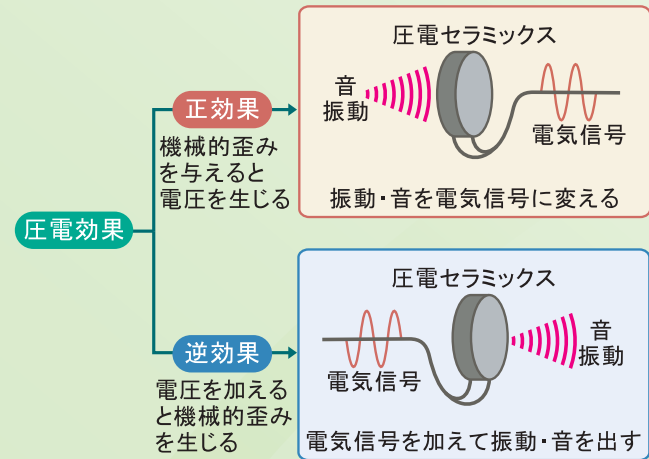
Piezoelectric polymer film

Piezoelectric thin film

圧電セラミックスとは？

●電圧によって伸びたり縮んだりする特殊なセラミックス
圧電セラミックスは、高純度な粉体(酸化チタン・酸化バリウム等)を高温度で焼き固めた多結晶体セラミックスです。圧電セラミックスに、外部から力を加える(機械エネルギーを加える)と電圧が発生し(圧電正効果)、また逆に電圧をかける(電気エネルギーを加える)と極性に依りて伸びたり縮んだりします(圧電逆効果)。このように圧電セラミックスは、電気エネルギーと機械エネルギーを変換する性質『圧電効果』をもっています。分極処理(高い温度下でセラミックスに直流高電圧を加えて自発分極の向きを揃え極性を与える)を行うことで、この『圧電効果』を持つようになります。

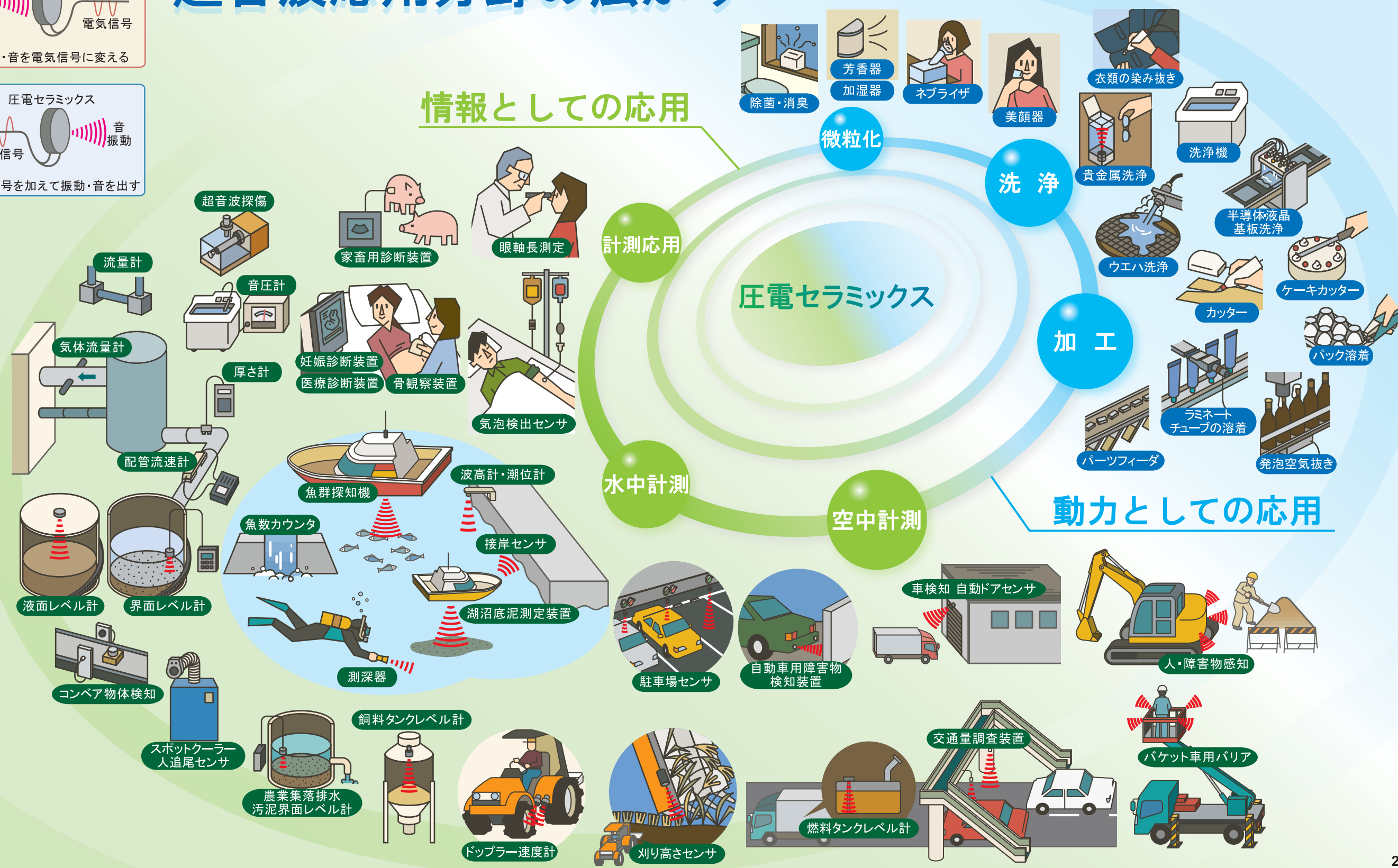
●圧電正効果と圧電逆効果



圧電セラミックスを用いて超音波を出す

●圧電セラミックスに交流電圧を加えると…
圧電セラミックスに電極を付けて交流電圧を印加すると、圧電効果により振動し、超音波が発生します。また、共振周波数で振動させることで大きな振幅を得ることができます。共振周波数は形状によって決まるため、目的とする周波数になるように圧電セラミックスの形状を加工して使用します。

超音波応用分野の広がり



超音波を発生させるための圧電材料として、当社では 圧電セラミックス、圧電高分子膜、圧電薄膜を使用しています。

圧電セラミックス (BaTiO₃・PZT・(Bi,Na)TiO₃・KNN)

圧電セラミックスは、酸化チタン・酸化バリウムなどの高純度な粉体を高温で焼き固めた多結晶体セラミックスからなり、これに分極処理を施すことで圧電性をもつようになります。

圧電高分子膜 (P(VDF-TrFE))

圧電高分子膜は、重合体の溶解体または、溶液から作製した膜に分極処理することで得られます。特徴としては、音響インピーダンスが著しく小さいこと、屈曲性があること、溶液からの塗布により薄膜の作製が容易であることがあげられます。

圧電薄膜 (ZnO)

圧電薄膜は、スパッタ法により得られます。材料としては、酸化亜鉛(ZnO)を用いています。圧電振動子の形成は、石英やサファイアなどの媒体に酸化亜鉛(ZnO)をC軸配向させることで、圧電性を得ることができます。

材料特性表

項目	単位	記号	セラミックス									高分子膜	薄膜
			HC-60AH	HC-61AK	HC-62AK	HC-50GS	HC-51GS	HC-81GK	HC-30D	HC-70BN	HC-91KN	HP-CVFT	HT-ZO
電気機械結合係数	%	k _p	58	65	72	60	61	54	25	13	46	—	—
		k ₃₁	32	38	43	32	35	32	14	—	28	—	—
		k ₃₃	68	74	77	67	70	65	28	—	52	30	20.0 ~26.0
		k _t	48	50	55	47	48	48	27	46	42	—	—
比誘電率		ε ₃₃ ^T /ε ₀	1900	2400	3800	1300	1350	1050	900	520	1470	6	7.5 ~10.0
周波数定数	Hz・m	N _p	2095	2000	1850	2035	2200	2300	3246	3010	2900	—	3000 ~3075
		N ₃₁	1490	1450	1350	1600	1630	1700	—	—	2020	—	—
		N ₃₃	1450	1360	1300	1660	1460	1600	—	—	2070	—	—
		N _t	2071	2250	2370	2100	2086	2250	2720	2220	2600	—	—
圧電歪定数	×10 ⁻¹² m/V	d ₃₁	-162	-210	-330	-110	-132	-115	-36	—	-117	—	—
		d ₃₃	380	550	830	290	312	230	140	110	265	—	—
圧電出力定数	×10 ⁻³ V・m/N	g ₃₁	-10.0	-10.8	-10.0	-10.5	-11.1	-10.8	-4.5	—	-9.0	170	—
		g ₃₃	24.0	24.0	20.0	32.0	26.1	25.2	18.0	23.8	20.2	-380	—
弾性定数	×10 ¹⁰ N/m ²	Y ₃₃ ^E	4.5	4.8	5	5.0	6.0	6.8	11	11.4	7.4	1.13	—
機械的Q		Q _m	75	80	60	1000	2500	1200	300	500	55	—	—
誘電損失	%	tanδ	1.6	2.0	2.0	0.5	0.3	0.3	2.0	0.66	2.4	0.15	—
ポアソン比		σ	0.36	0.36	0.27	0.32	0.30	0.31	0.32	0.26	0.35	—	—
密度	×10 ³ kg/m ³	ρ	7.50	7.80	7.85	7.55	7.90	7.65	5.36	5.5	4.6	1.88	5.5
キュリー点	°C	T _C	320	290	220	320	320	310	160	260	325	—	—
Navy Type			II	II	VI	I	I	III					
用 途			探傷機 厚み計	探傷機 厚み計	探傷機 厚み計	洗浄機 加工機	洗浄機 加工機	洗浄機 加工機	空中計測 水中計測	洗浄機	空中計測 水中計測	探傷機	顕微鏡 探傷機
			医療診断	医療診断	医療診断	霧化器	霧化器	霧化器					
			空中計測	空中計測	空中計測	溶着器	溶着器	溶着器	LEAD OFF®	LEAD OFF®	LEAD OFF®		
			水中計測	水中計測	水中計測					特許取得	特許取得		

「LEAD OFF」は、本多電子株の登録商標です。

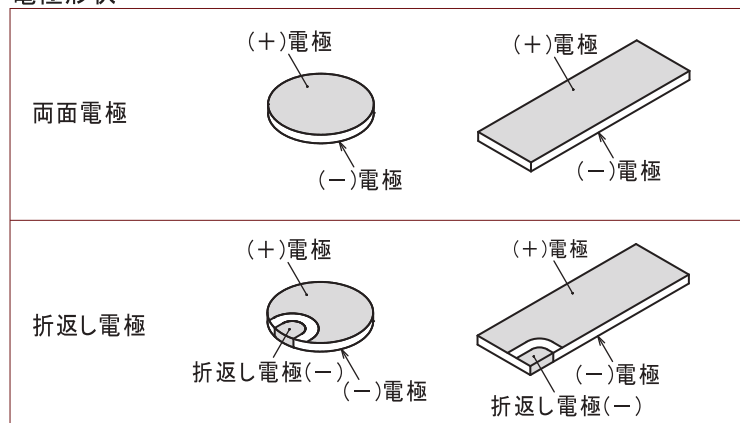
※材料および無鉛材素子の販売はしていません。

超音波振動子の種類

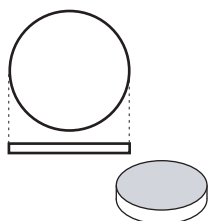
圧電セラミックス



電極形状

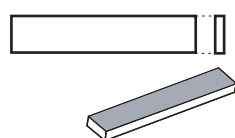


円形



型 式	直径 (mm)	厚み (mm)	公称周波数 (MHz)	情報系	動力系	振動 モード	分極 方向
HC-063	6	0.7	3	○		厚み	厚み
HC-103	10	0.7	3		○		
HC-162	16	1	2		○		
HC-202	20	1	2		○		
HC-301	30	2	1		○		
HC-501	50	2	1		○		

矩形



型 式	長さ (mm)	厚み (mm)	公称周波数 (MHz)	情報系	動力系	振動 モード	分極 方向
HC-5015S12	50×15	1.7	1.2		○	厚み	厚み
HC-10015S12	100×15	1.7	1.2		○		
HC-11715S12	117×15	1.7	1.2		○		

※上記型式の詳細な仕様・用途につきましては、お問い合わせください。

圧電高分子膜・ZnO薄膜振動子



応 用	周波数	振 動 子
超音波探傷機	10MHz～100MHz	高分子膜
超音波顕微鏡	100MHz～400MHz	ZnO膜

※受注生産品です。納期はお問い合わせください。
※カタログ品以外の仕様もご相談ください。

ボルト締めランジュバン型振動子

洗浄機用

圧電セラミックスが機械的に結合されているため、高振幅励振時においても破損がなく堅牢です。また電気音響変換効率が高く、発熱が小さいため高温下での安定動作が可能です。



PZTタイプ

型番	周波数 (kHz)	インピーダンス (Ω)	静電容量 (pF)	測定電圧 (Vrms)	許容入力電力 (W) ※1	直径 (mm)	全長 (mm)	質量 (g)	連結ネジ 寸法
HEC-30502	50	30以下	2100	1.0	30	31.5	50	130	M10 P1.0
HEC-45282	28	35以下	3300	1.0	50	45	80	395	M10 P1.0
HEC-45402	40	35以下	3300	1.0	50	45	54	225	M10 P1.0
HEC-45254M	25・45	30以下	6600	1.0	50	45	88	385	M10 P1.0
HEC-60282	28	35以下	3300	1.0	50	60	68	410	M10 P1.0
HEC-301002	108	50以下	2600	1.0	30	30	74	175	M10 P1.0

(測定条件:室温25±3℃)

※1 参考電力値です。

◆取付振動板の厚みに対するトルク

振動板厚み (mm)	取付トルク (N・m)※2
1.0~1.5	5
1.6~2.0	8
2.1~3.0	10

※2 取付トルク値は目安です。

(Bi,Na)TiO₃タイプ

無鉛圧電セラミックス

型番	周波数 (kHz)	インピーダンス (Ω)	静電容量 (pF)	測定電圧 (Vrms)	許容入力電力 (W) ※1	直径 (mm)	全長 (mm)	質量 (g)	連結ネジ 寸法
HEC-45282Z	28	75±25	1300	1.0	50	45	85	395	M10 P1.0
HEC-45284Z	28	40±20	3300	1.0	50	45	85	405	M10 P1.0
HEC-45382Z	38.5	70±25	1300	1.0	50	45	60	270	M10 P1.0

(測定条件:室温25±3℃)

※1 参考電力値です。

◆取付振動板の厚みに対するトルク

振動板厚み (mm)	取付トルク (N・m)※2
1.6~2.0	8

※2 取付トルク値は目安です。

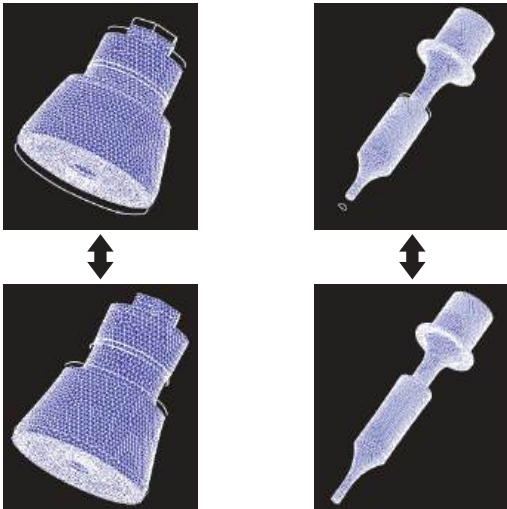
LEAD OFF® 「LEAD OFF」は、本多電子機の登録商標です。

※受注生産品です。納期はお問い合わせください。
※カタログ品以外の仕様もご相談ください。

振動子シミュレーション ※FEMによる解析

ボルト締めランジュバン型振動子

※ホーン付

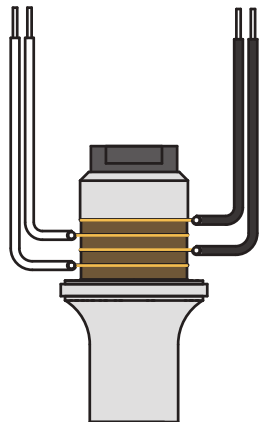


振動子配線例

(4枚素子の場合)

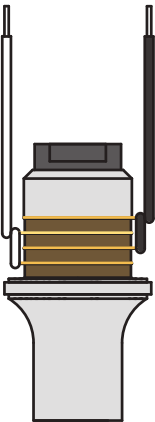
【配線例1】

プラス電線 マイナス電線

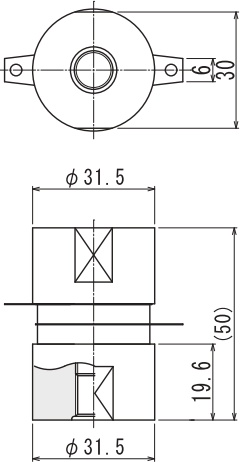
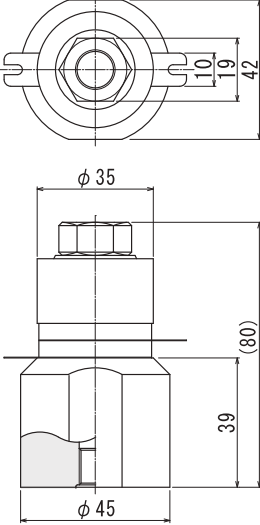
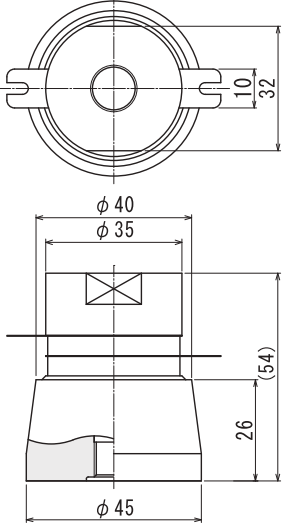
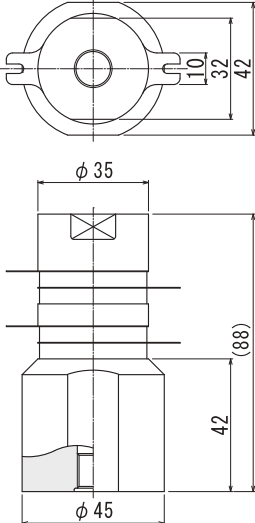
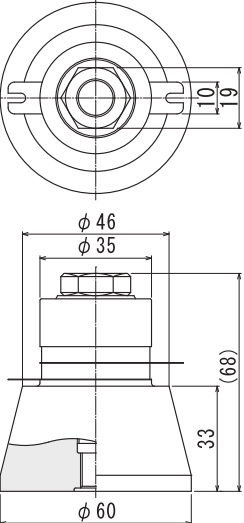
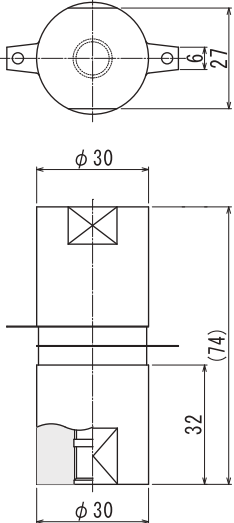
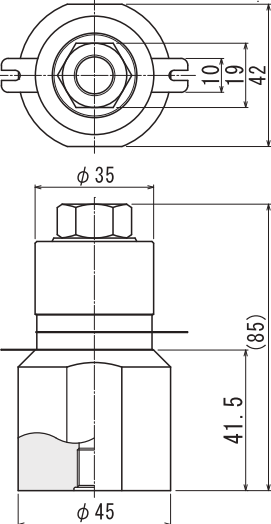
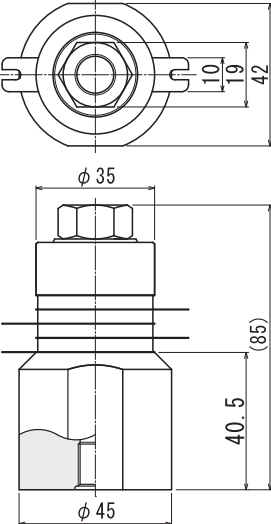
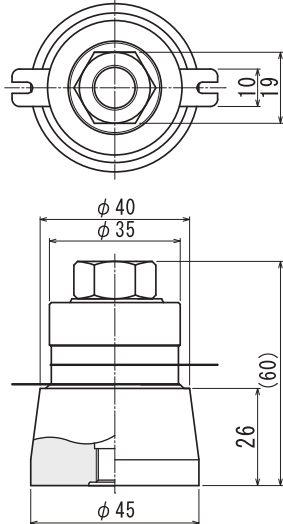


【配線例2】

プラス電線 マイナス電線



外形図

HEC-30502 	HEC-45282 	HEC-45402 
HEC-45254M 	HEC-60282 	HEC-301002 
HEC-45282Z 	HEC-45284Z 	HEC-45382Z 

(単位:mm)

ボルト締めランジュバン型振動子

加工機用

独自の構造設計により、電気音響変換効率が高く、機械的振動損失が小さく、低発熱で高振幅が得られます。



型番	周波数 (kHz)	アドミ タンス (mS)	静電容量 (pF)	測定 電圧 (Vrms)	許容 入力電力 (W) ※1	直径 (mm)	全長 (mm)	質量 (g)	連結ネジ 寸法	連結 ボルト ※3	伝送系 取付トルク (N・m) ※2
HEC-1340P4BF	40	15	2000	5	20	13	65	30	M6 P0.75	無	7
HEC-1540P2B	40	10	850	10	30	15	67	40	M6 P0.75	無	7
HEC-1540P2BF	40	10	850	10	30	15	67	40	M6 P0.75	無	7
HEC-1560P4B	60	40	2000	5	50	15	39	30	M5 P0.5	無	5
HEC-2528P2BF	28	25	2300	10	150	25	88	165	M8 P1.0	無	15
HEC-2528P4B	28	40	4300	10	300	25	89	180	M10 P1.0	無	20
HEC-2528P4BX	28	40	4300	10	350	25	89	180	M10 P1.0	有	20
HEC-3020P2B	20	20	2900	10	200	30	130	310	M10 P1.0	無	20
HEC-3028P2BF	28	20	3000	10	200	30	90	225	M10 P1.0	無	20
HEC-3028P4B	28	45	5750	10	400	30	88	280	M10 P1.0	無	20
HEC-3028P4BX	28	45	5750	10	450	30	88	280	M10 P1.0	無	20
HEC-3039P4B	39	200	7600	1	300	30	60	115	M10 P1.0	無	20
HEC-4020P4B	20	100	8400	10	500	40	125	570	M16 P1.0	無	70
HEC-4020P4BX	20	100	8400	10	600	40	125	570	M16 P1.0	無	70
HEC-4027P4B	27	150	10000	10	500	40	90	445	M16 P1.0	有	70
HEC-4028P4BH	28	150	10000	10	500	40	90	435	M10 P1.0	無	20
HEC-5020P4B	20	200	15500	10	700	50	127	925	M18 P1.5	有	80
HEC-5020P4BX	20	200	15500	10	850	50	127	925	M18 P1.5	有	80
HEC-5020P6B	20	250	23000	10	1000	50	124	980	M18 P1.5	有	80
HEC-6015P4B	15	150	10500	10	1500	60	161	1800	M20 P1.5	有	100
HEC-6015P4BX	15	150	10500	10	1800	60	161	1800	M20 P1.5	有	100
HEC-7015P4B	15	250	20000	10	2000	70	164	2590	M24 P1.5	有	110

(測定条件: 室温25±3℃)

※1 参考電力値です。 ※2 取付トルク値は目安です。
※3 標準付属品の有無です。

ハイパワー型加工機用

新圧電セラミックス材料により、高電力・低発熱・高振幅駆動が得られるハイパワー型振動子です。



型番	周波数 (kHz)	アドミ タンス (mS)	静電容量 (pF)	測定 電圧 (Vrms)	許容 入力電力 (W) ※1	直径 (mm)	全長 (mm)	質量 (g)	連結ネジ 寸法	連結 ボルト ※3	伝送系 取付トルク (N・m) ※2
HEC-5020P4BW	20	260	12900	10	900	50	127	973	M18 P1.5	有	80
HEC-5020P6BW	20	360	19200	10	1200	50	124	1020	M18 P1.5	有	80
HEC-5020P6BXW	20	360	19200	10	1400	50	124	1020	M18 P1.5	有	80

(測定条件: 室温25±3℃)

※1 参考電力値です。 ※2 取付トルク値は目安です。
※3 標準付属品の有無です。

※受注生産品です。納期はお問い合わせください。
※カタログ品以外の仕様もご相談ください。

外形図

HEC-1340P4BF	HEC-1540P2B	HEC-1540P2BF	HEC-1560P4B	HEC-2528P2BF	HEC-2528P4B
HEC-2528P4BX	HEC-3020P2B	HEC-3028P2BF	HEC-3028P4B	HEC-3039P4B	HEC-4020P4B
HEC-4020P4BX	HEC-4027P4B	HEC-4028P4BH	HEC-5020P4B	HEC-5020P4BX	
HEC-5020P6B	HEC-6015P4B	HEC-6015P4BX	HEC-7015P4B		

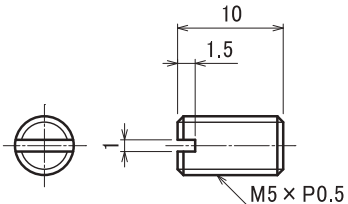
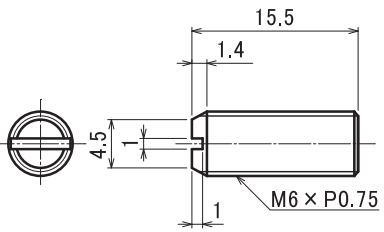
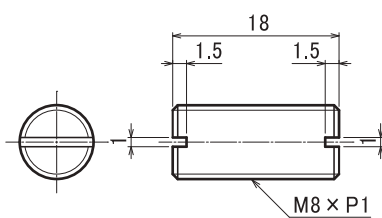
(単位:mm)

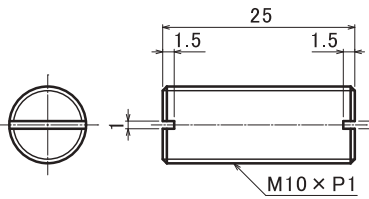
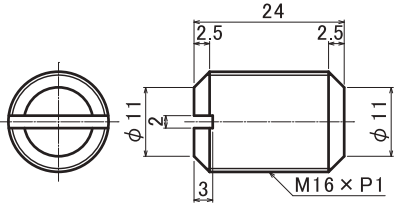
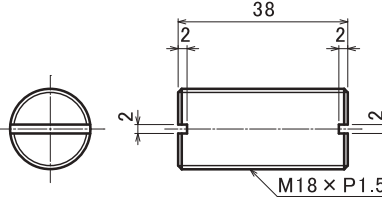
外形図

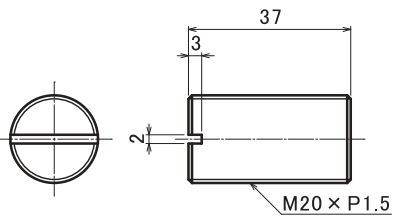
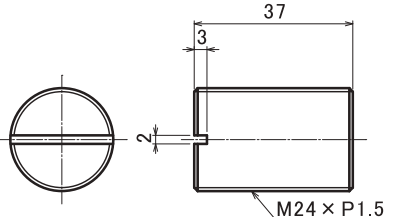
HEC-5020P4BW	HEC-5020P6BW	HEC-5020P6BXW

(単位:mm)

連結ボルト外形図

品名	連結ボルトM5P0.5	連結ボルトM6P0.75	連結ボルトM8P1
外形図 材質：鉄鋼 単位：mm			
対応型番 (オプション)	HEC-1560P4B	HEC-1340P4BF, HEC-1540P2B, HEC-1540P2BF	HEC-2528P2BF

品名	連結ボルトM10P1	連結ボルトM16P1	連結ボルトM18P1.5
対応型番 (標準付属)	HEC-2528P4BX	HEC-4027P4B	HEC-5020P4B, HEC-5020P4BX HEC-5020P6B, HEC-5020P4BW HEC-5020P6BW, HEC-5020P6BXW
外形図 材質：鉄鋼 単位：mm			
対応型番 (オプション)	HEC-2528P4B, HEC-3020P2B, HEC-3028P2BF, HEC-3028P4B, HEC-3039P4B, HEC-4028P4BH	HEC-4020P4B, HEC-4020P4BX	

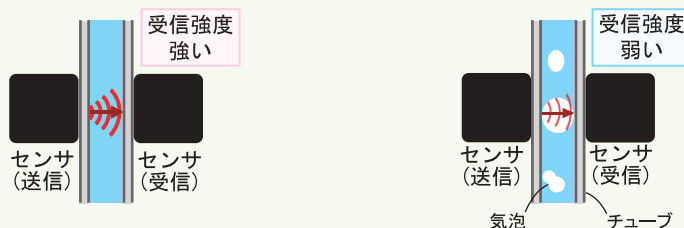
品名	連結ボルトM20P1.5	連結ボルトM24P1.5
対応型番 (標準付属)	HEC-6015P4B, HEC-6015P4BX	HEC-7015P4B
外形図 材質：鉄鋼 単位：mm		

超音波センサ

気泡検知センサ

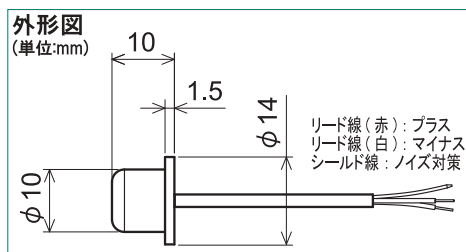
超音波は、液体中を伝搬しやすい性質を持っていますが、液体中に空気(気泡)が存在する場合、伝搬効率が低くなり、超音波の受信強度も弱くなります。
超音波気泡検知センサは、この関係を利用して気泡検知を行います。
検知可能な気泡サイズは、 $1\mu\text{l}$ 以上となります。
但し、センサの設定方法や発信方法などにより異なります。

〈イメージ図〉



〈適用チューブ径: $\phi 3 \sim \phi 7\text{mm}$ 〉※1

超音波の伝搬効率が低いほど、受信強度が弱くなる。
[伝搬効率=受信強度]



仕様

型 式	HKS0620	HKS0630	HKS0630Z
公称周波数	2MHz	3MHz	3MHz
送受信感度 ※2	-23dB以上	-25dB以上	-32dB以上
静電容量	400pF	550pF	320pF
許容入力電圧	10Vrms		10Vrms
絶縁抵抗 (DC50V)	500M Ω 以上		500M Ω 以上
使用温度範囲	5℃ ~ 45℃		5℃ ~ 45℃
保存温度範囲	-10℃ ~ 55℃		-10℃ ~ 55℃
ケース材質	m-PPE		m-PPE
リード線	AWG30		AWG30

(測定条件: 室温 $25\pm 3^\circ\text{C}$)

※1 検知可能なサイズです。詳細はお問い合わせください。

※2 送信センサと受信センサを対向させ、センサ間を2mmとし、水を満たした軟質塩ビチューブ ($\phi 4.3 \sim \phi 3.3$) を差し込んだ時の送受信感度。送受信感度(dB) = $20\log(\text{受信センサ受信電圧} / \text{送信センサ送信電圧})$

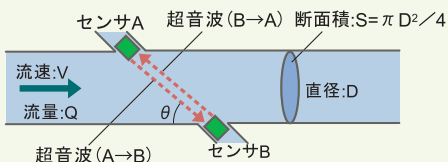
上記仕様は、基本仕様であり、ご要望に合わせたカスタマイズもご相談ください。

LEAD OFF 「LEAD OFF」は、
本多電子機の登録商標です。

流量計向けセンサ

超音波流量計は、超音波を利用して流体の流速を計測し、その流速から流量を計算するものです。

超音波流量計(伝搬時間差法)の原理

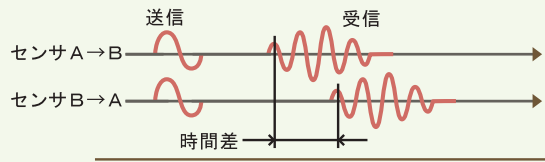


順方向(センサA→B)の伝搬時間: $T_{AB} = L / (C + V \cos \theta)$

逆方向(センサB→A)の伝搬時間: $T_{BA} = L / (C - V \cos \theta)$

$V = (L / 2 \cos \theta) \cdot (1 / T_{AB} - 1 / T_{BA})$

$Q = (\pi D^2 / 4) \cdot V$



上流側と下流側から超音波を伝搬させ、流れによって生じる伝搬時間差から流速を測定



測定流量範囲 (m ³ /h) ※	計測管サイズ ※	公称周波数	耐圧力	材 質 (接液部)	動作温度 (°C)	保存温度 (°C)
10~300	50A~250A	1MHz	1.0MPa	SUS316	0~80	-20~80
5~150	50A~100A	3MHz				

(測定条件: 室温 $25\pm 3^\circ\text{C}$) ※参考値

※受注生産品です。納期はお問い合わせください。
※カタログ品以外の仕様もご相談ください。

セラミックスの無鉛化への取り組み

近年、環境問題から、EU 連合を中心に WEEE 指令（廃電気電子機器指令）、RoHS 指令（特定有害物質使用制限指令）、ELV 指令（廃自動車指令）など、有害物質の使用制限を定めた法令の整備が進んでいます。

現在各種用途に幅広く使用されている PZT 系圧電セラミックスについても、今後、環境面から使用制限が厳しくなることが予想され、PZT 材に匹敵する圧電特性・物理定数を持つ無鉛圧電材料が必要となっています。

圧電セラミックス材料に含まれる鉛の使用条件が一段と厳しくなることが予想される中、実用的な無鉛圧電セラミックスの開発に成功しました。

特許取得し実用化した無鉛圧電セラミックス材料は、 $(\text{Bi,Na})\text{TiO}_3$ と KNN で、現行の鉛系材料であるチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）に匹敵する実用特性・物理定数が得られました。



ご使用に際して

このカタログに記載されている製品は、改良のため予告なく仕様変更あるいは製造を中止することがあります。

ご使用に際しましては、必ず納入仕様書をご請求の上、内容の確認をお願いいたします。

このカタログの記載内容は、製品単体の特性・品質を保証するものです。

ご使用に際しましては、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き、実際に使用される実装状態での評価・確認をお願いいたします。

このカタログに記載されている仕様内容（特性・定格・使用範囲など）を逸脱してご使用になりますと、人身事故・火災事故・社会的損失などを生じる恐れもあります。ご使用方法につきましてご不明な点がございましたら、弊社担当までお問い合わせくださるようお願いいたします。

このカタログに記載されている製品は、一般的な機器への使用を意図しています。

極めて高度な信頼性・安全性が求められる機器・装置へのご使用を検討される場合は、予めお客様において適合性をご検証していただきたくお願いいたします。

この製品をご使用されたことにより、第三者の知的財産権に関わる問題が発生した場合は、弊社製品の構造・製法に直接関係するもの以外につきましては、弊社はその責任を負いませんので、ご了承くださいようお願いいたします。

このカタログの記載内容は、2024年9月24日現在のものです。



本田電子株式会社

本 社 〒441-3193 愛知県豊橋市大岩町小山塚20
TEL(0532)41-2511(代)

超音波デバイス事業部 営業グループ [本社内]
TEL(0532)41-2593(直通)

<https://www.honda-el.co.jp/>

当社は、ISO9001/ISO14001認証登録企業です。

お問い合わせ

