



HONDA
ELECTRONICS®

超音波振動子

圧電セラミックス / 圧電高分子膜 / 圧電薄膜

ULTRASONIC TRANSDUCER

Piezoelectric ceramics

Piezoelectric polymer film

Piezoelectric thin film



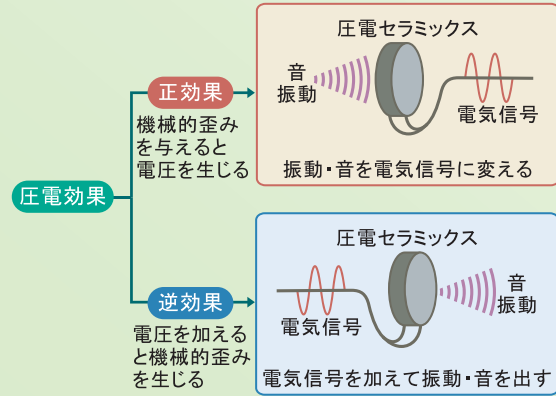
本田電子株式会社®

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性セラミックスです。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

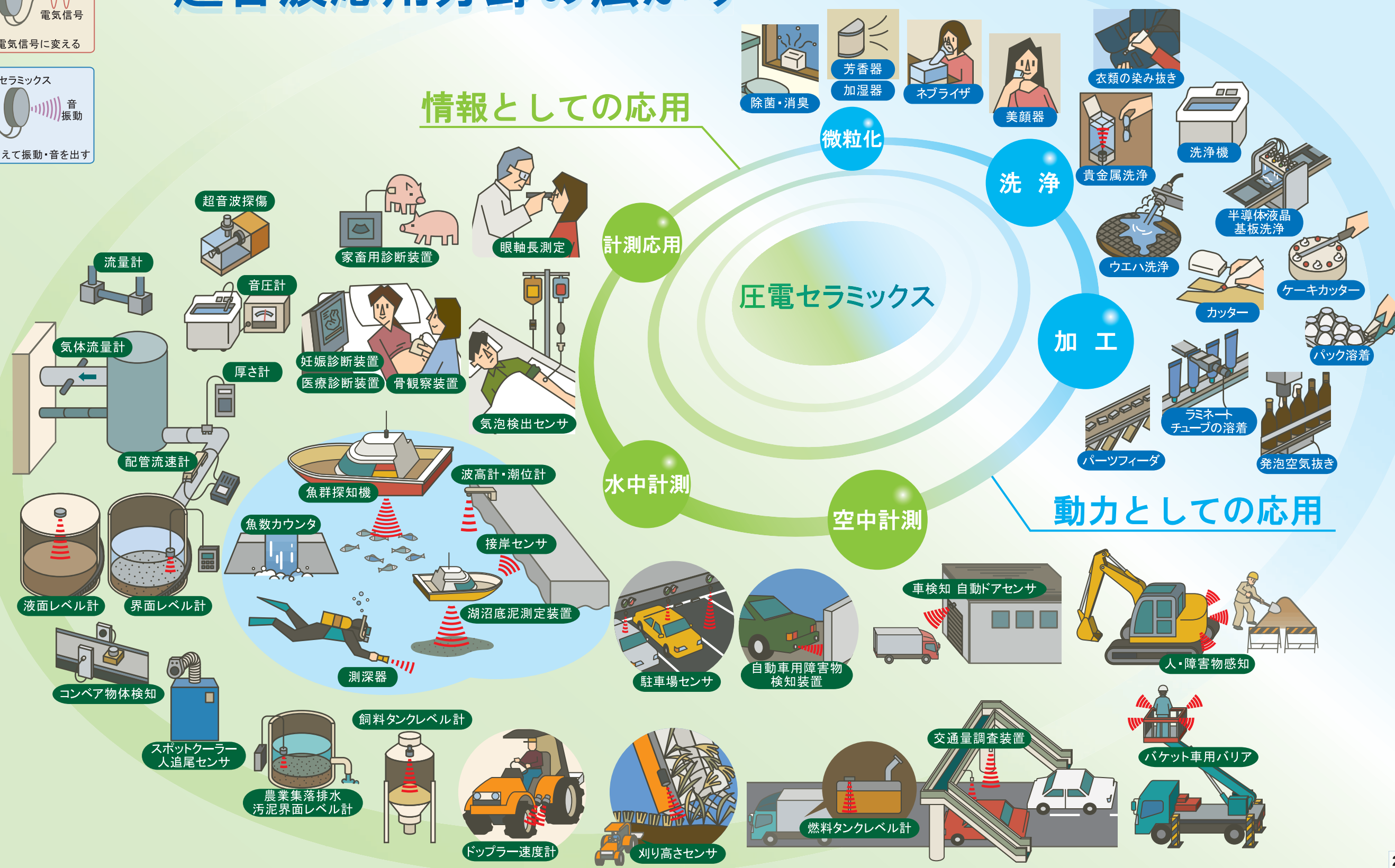


圧電セラミックスを用いて超音波を出す

●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

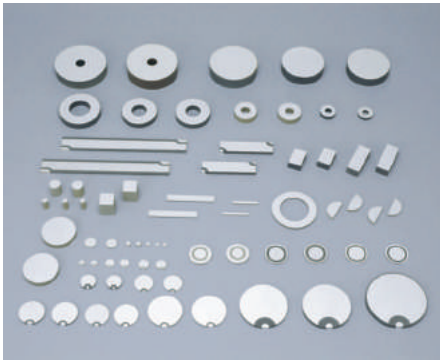
材料特性表			セラミックス							高分子膜	薄膜
項目	単位	記号	HC-90KN	HC-70BN	HC-50GS	HC-51GS	HC-60AH	HC-80GS	HC-30D	HP-CVFT	HT-ZO
電気機械結合係数	%	k _p	48	13	60	61	58	54	25	—	—
		k ₃₁	29	—	32	35	32	32	14	—	—
		k ₃₃	—	—	67	70	68	61	28	30	20.0~26.0
		k _t	48	46	47	48	48	48	27	—	—
比誘電率		ε ₃₃ ^T /ε ₀	1480	520	1300	1350	1900	1035	900	6.0	7.5~10.0
周波数定数	m・Hz	N _p	3050	3010	2035	2200	2095	2320	3246	—	3000~3075
		N ₃₁	2160	—	1600	1630	1490	1710	—	—	—
		N ₃₃	—	—	1660	1460	1450	—	—	—	—
		N _t	2800	2220	2100	2086	2071	2280	2720	—	—
圧電歪定数	×10 ⁻¹² m/V	d ₃₁	-112	—	-110	-132	-162	-105	-36	—	—
		d ₃₃	275	110	290	312	380	230	140	—	—
圧電出力定数	×10 ⁻³ V・m/N	g ₃₁	-8.9	—	-10.5	-11.1	-10.0	-10.3	-4.5	170	—
		g ₃₃	21.6	23.8	32.0	26.1	24.0	23.8	18.0	-380	—
弾性定数	×10 ¹⁰ N/m ²	Y ₃₃ ^E	11.4	11.4	5.0	6.0	4.5	7.1	11	1.13	—
機械的Q		Q _m	40	500	1000	2500	75	850	300	—	—
誘電損失	%	tan δ	2.1	0.66	0.5	0.3	1.6	0.3	2.0	0.15	—
ポアソン比		σ	0.38	0.26	0.32	0.30	0.36	0.30	0.32	—	—
密度	×10 ³ kg/m ³	ρ	4.4	5.5	7.55	7.90	7.50	7.60	5.36	1.88	5.5
キュリー点	°C	T _C	345	260	320	320	320	300	160	—	—
Navy Type					I	I	II	III			
用途	空中計測		空中計測	洗浄機	洗浄機	洗浄機	探傷機	洗浄機	空中計測	探傷機	顕微鏡
	水中計測		水中計測	加工機	加工機	加工機	厚み計	加工機	水中計測	加工機	探傷機
			brand name LEAD OFF 特許取得	brand name LEAD OFF 特許取得	霧化器 溶着器	霧化器 溶着器	医療診断 空中計測 水中計測	溶着器	brand name LEAD OFF		

「LEAD OFF」は、本多電子㈱の登録商標です。

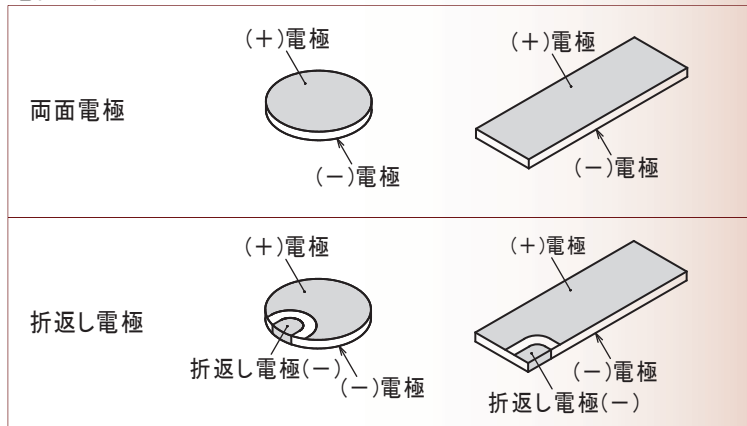
※材料および無鉛材素子の販売はしていません。

超音波振動子の種類

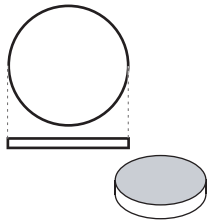
圧電セラミックス



電極形状

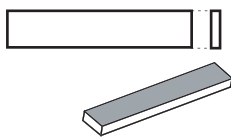


円形



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)	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-45752	70.5	45±30	3300	1.0	30	45	80	395	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
HEC-421002	127	30以下	3300	1.0	50	42	61	250	M10 P1.0
HEC-422002	231	200以下	1300	1.0	50	42	61	250	M10 P1.0

(測定条件: 室温25±3°C)

※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)	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°C)

※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

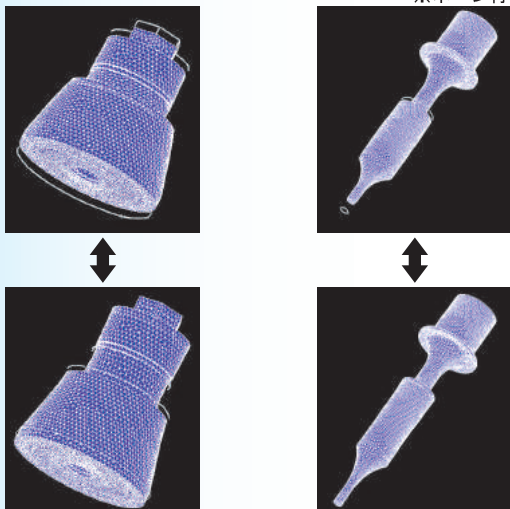
※2 取付トルク値は目安です。

brand name
LEAD OFF 「LEAD OFF」は、本多電子㈱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



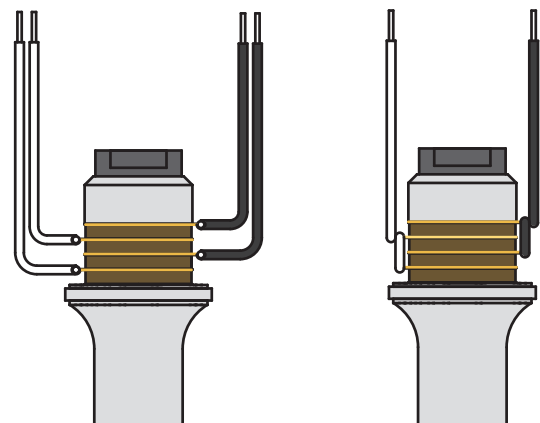
振動子配線例

(4枚素子の場合)

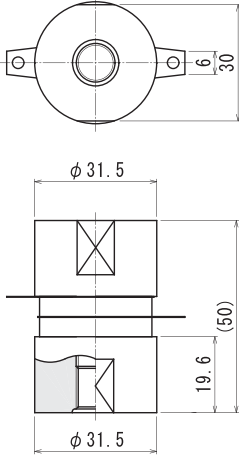
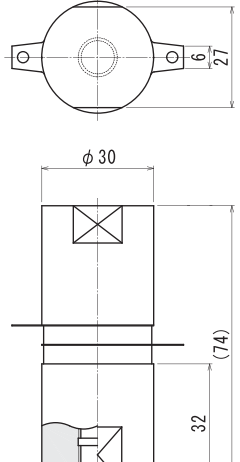
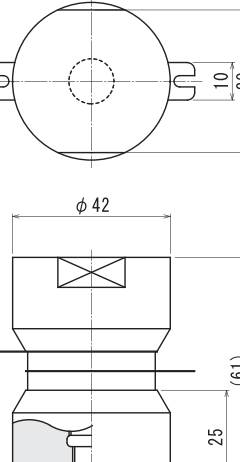
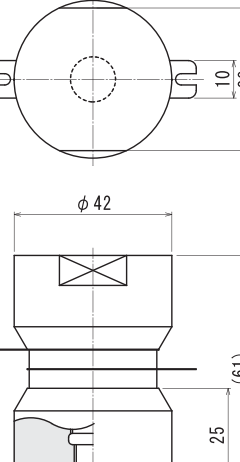
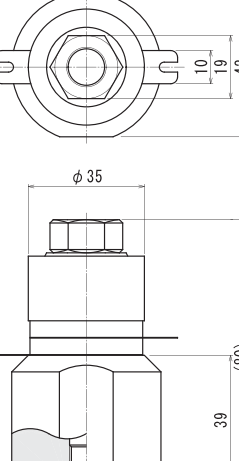
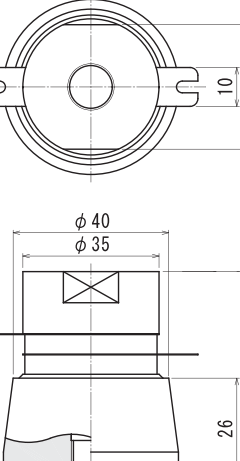
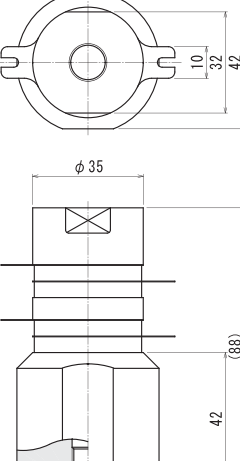
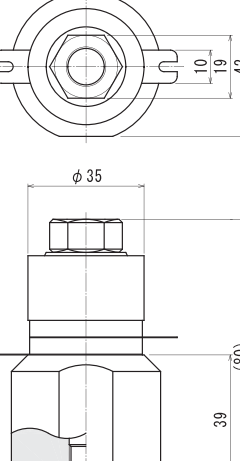
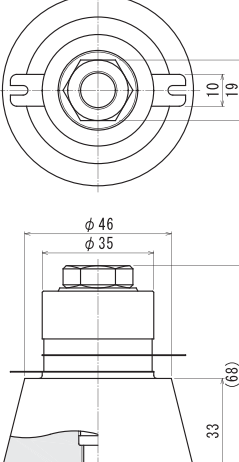
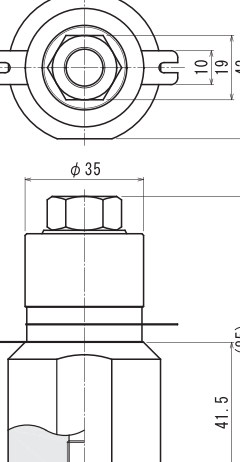
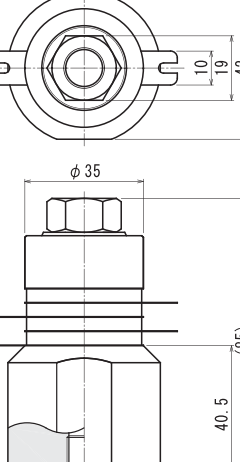
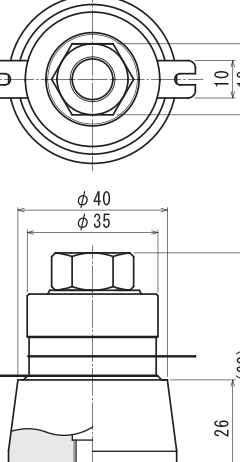
【配線例1】

【配線例2】

プラス電線 マイナス電線 プラス電線 マイナス電線



外形図

HEC-30502	HEC-301002	HEC-421002	HEC-422002
 <p>Technical drawing of HEC-30502 showing front and side views. Front view diameter is $\phi 31.5$. Side view diameter is $\phi 31.5$. A height dimension of 19.6 is shown.</p>	 <p>Technical drawing of HEC-301002 showing front and side views. Front view diameter is $\phi 30$. Side view diameter is $\phi 30$. A height dimension of 32 is shown.</p>	 <p>Technical drawing of HEC-421002 showing front and side views. Front view diameter is $\phi 42$. Side view diameter is $\phi 42$. A height dimension of 25 is shown.</p>	 <p>Technical drawing of HEC-422002 showing front and side views. Front view diameter is $\phi 42$. Side view diameter is $\phi 42$. A height dimension of 25 is shown.</p>
HEC-45282	HEC-45402	HEC-45254M	HEC-45752
 <p>Technical drawing of HEC-45282 showing front and side views. Front view diameter is $\phi 35$. Side view diameter is $\phi 45$. A height dimension of 39 is shown.</p>	 <p>Technical drawing of HEC-45402 showing front and side views. Front view diameter is $\phi 40$. Side view diameter is $\phi 45$. A height dimension of 26 is shown.</p>	 <p>Technical drawing of HEC-45254M showing front and side views. Front view diameter is $\phi 35$. Side view diameter is $\phi 45$. A height dimension of 42 is shown.</p>	 <p>Technical drawing of HEC-45752 showing front and side views. Front view diameter is $\phi 35$. Side view diameter is $\phi 45$. A height dimension of 39 is shown.</p>
HEC-60282	HEC-45282Z	HEC-45284Z	HEC-45382Z
 <p>Technical drawing of HEC-60282 showing front and side views. Front view diameter is $\phi 46$. Side view diameter is $\phi 60$. A height dimension of 33 is shown.</p>	 <p>Technical drawing of HEC-45282Z showing front and side views. Front view diameter is $\phi 35$. Side view diameter is $\phi 45$. A height dimension of 41.5 is shown.</p>	 <p>Technical drawing of HEC-45284Z showing front and side views. Front view diameter is $\phi 35$. Side view diameter is $\phi 45$. A height dimension of 40.5 is shown.</p>	 <p>Technical drawing of HEC-45382Z showing front and side views. Front view diameter is $\phi 40$. Side view diameter is $\phi 45$. A height dimension of 26 is shown.</p>

(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	伝送系取付トルク (N・m) ※2
HEC-1340P4BF	40	15	2000	5	20	13	65	30	M6 P0.75	7
HEC-1540P2BF	40	10	850	10	30	15	67	40	M6 P0.75	7
HEC-1560P4B	60	40	2000	5	50	15	39	30	M5 P0.5	5
HEC-2528P2BF	28	25	2300	10	150	25	88	165	M8 P1.0	15
HEC-2528P4B	28	40	4300	10	300	25	89	180	M10 P1.0	20
HEC-2528P4BX	28	40	4300	10	350	25	89	180	M10 P1.0	20
HEC-3020P2B	20	20	2900	10	200	30	130	310	M10 P1.0	20
HEC-3028P2BF	28	20	3000	10	200	30	90	225	M10 P1.0	20
HEC-3028P4B	28	45	5750	10	400	30	88	280	M10 P1.0	20
HEC-3028P4BX	28	45	5750	10	450	30	88	280	M10 P1.0	20
HEC-3039P4B	39	200	7600	1	300	30	60	115	M10 P1.0	20
HEC-4020P4B	20	100	8400	10	500	40	125	570	M16 P1.0	70
HEC-4020P4BX	20	100	8400	10	600	40	125	570	M16 P1.0	70
HEC-4027P4B	27	150	10000	10	500	40	90	445	M16 P1.0	70
HEC-4028P4BH	28	150	10000	10	500	40	90	435	M10 P1.0	20
HEC-5020P4B	20	200	15500	10	700	50	127	925	M18 P1.5	80
HEC-5020P4BX	20	200	15500	10	850	50	127	925	M18 P1.5	80
HEC-5020P6B	20	250	23000	10	1000	50	124	980	M18 P1.5	80
HEC-6015P4B	15	150	10500	10	1500	60	161	1800	M20 P1.5	100
HEC-6015P4BX	15	150	10500	10	1800	60	161	1800	M20 P1.5	100
HEC-7015P4B	15	250	20000	10	2000	70	164	2590	M24 P1.5	110

(測定条件:室温25±3°C)

※1 参考電力値です。 ※2 取付トルク値は目安です。

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	伝送系取付トルク (N・m) ※2
HEC-5020P4BW	20	260	12900	10	900	50	127	973	M18 P1.5	80
HEC-5020P6BW	20	360	19200	10	1200	50	124	1020	M18 P1.5	80
HEC-5020P6BXW	20	360	19200	10	1400	50	124	1020	M18 P1.5	80

(測定条件:室温25±3°C)

※1 参考電力値です。 ※2 取付トルク値は目安です。

※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。

外形图

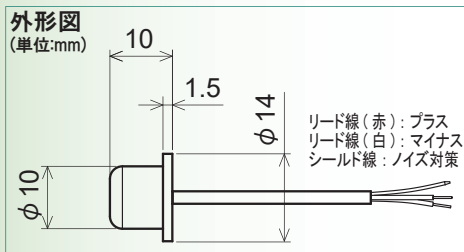
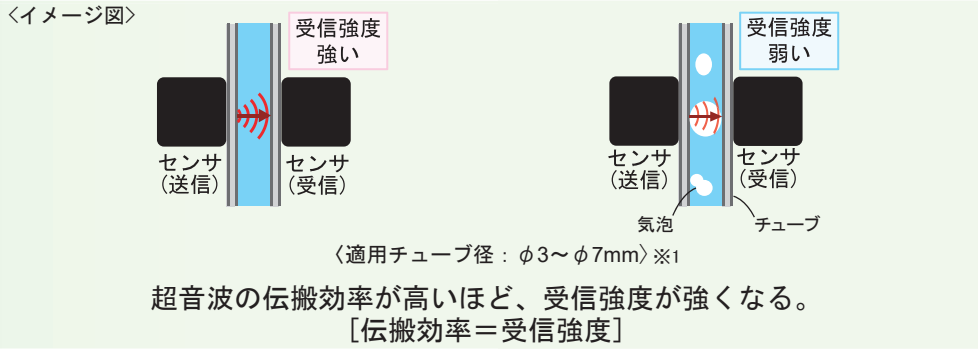
<p>HEC-1340P4BF</p>	<p>HEC-1540P2BF</p>	<p>HEC-1560P4B</p>	<p>HEC-2528P2BF</p>	<p>HEC-2528P4B</p>	<p>HEC-3020P2B</p>		
<p>HEC-3028P2BF</p>	<p>HEC-3028P4B</p>	<p>HEC-3039P4B</p>	<p>HEC-4020P4B</p>	<p>HEC-4027P4B</p>	<p>HEC-4028P4BH</p>		
<p>HEC-5020P4B</p>		<p>HEC-5020P6B</p>		<p>HEC-6015P4B</p>		<p>HEC-7015P4B</p>	
<p>HEC-5020P4BX</p>		<p>HEC-6015P4BX</p>		<p>HEC-5020P4BW</p>		<p>HEC-5020P6BW</p>	

(单位: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 μl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。



仕様

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

(測定条件: 室温25±3°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。

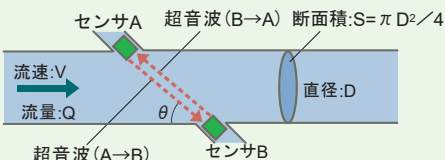
※2 送信センサと受信センサを対向させ、センサ間を2mmとし、水を満たした軟質塩ビチューブ(φ4.3-φ3.3)を差し込んだ時の送受信感度。送受信感度(dB)=20log(受信センサ受信電圧/送信センサ送信電圧)

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。

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

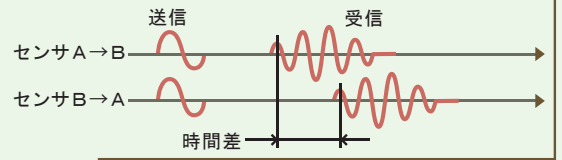


順方向(センサA→B)の伝搬時間: $T_{AB} = L / (C + V \cos \theta)$

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 (m³/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±3°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。

様々な形状で、各種用途に適した圧電セラミックスの実現

圧電セラミックスは、電気機械結合係数が高いこと、特性の安定性に優れていること、特性の自由度が高く加工性が良いことなどから、超音波振動子、圧電アクチュエータ、圧電トランス、通信機用フィルタなど広く利用されています。

代表的な圧電セラミックス

チタン酸ジルコン酸鉛 ($\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$) ー通称 PZT)、チタン酸バリウム (BaTiO_3 ー通称チタバリ)、チタン酸鉛 (PbTiO_3) があります。

材質、組成、粒径、形状などの違いにより様々な特性の圧電セラミックスが得られます。

PZT 系圧電セラミックスは、電気機械結合係数^(※1)が高く、キュリー点^(※2)も高い(300°C)ことから、洗浄機や加工機などの強力超音波発生用や魚群探知機や計測用の振動子材料として広く実用されています。

※1 電気機械結合係数は、電気エネルギーと機械エネルギーの変換効率を示しています。

※2 キュリー点は、この温度以上で圧電性が失われる温度であり、使用温度範囲はキュリー点よりも低い温度に設定する必要があります。

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、 $(\text{Bi},\text{Na})\text{TiO}_3$ 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。



本物電子株式会社®

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

セラミックス事業部 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

