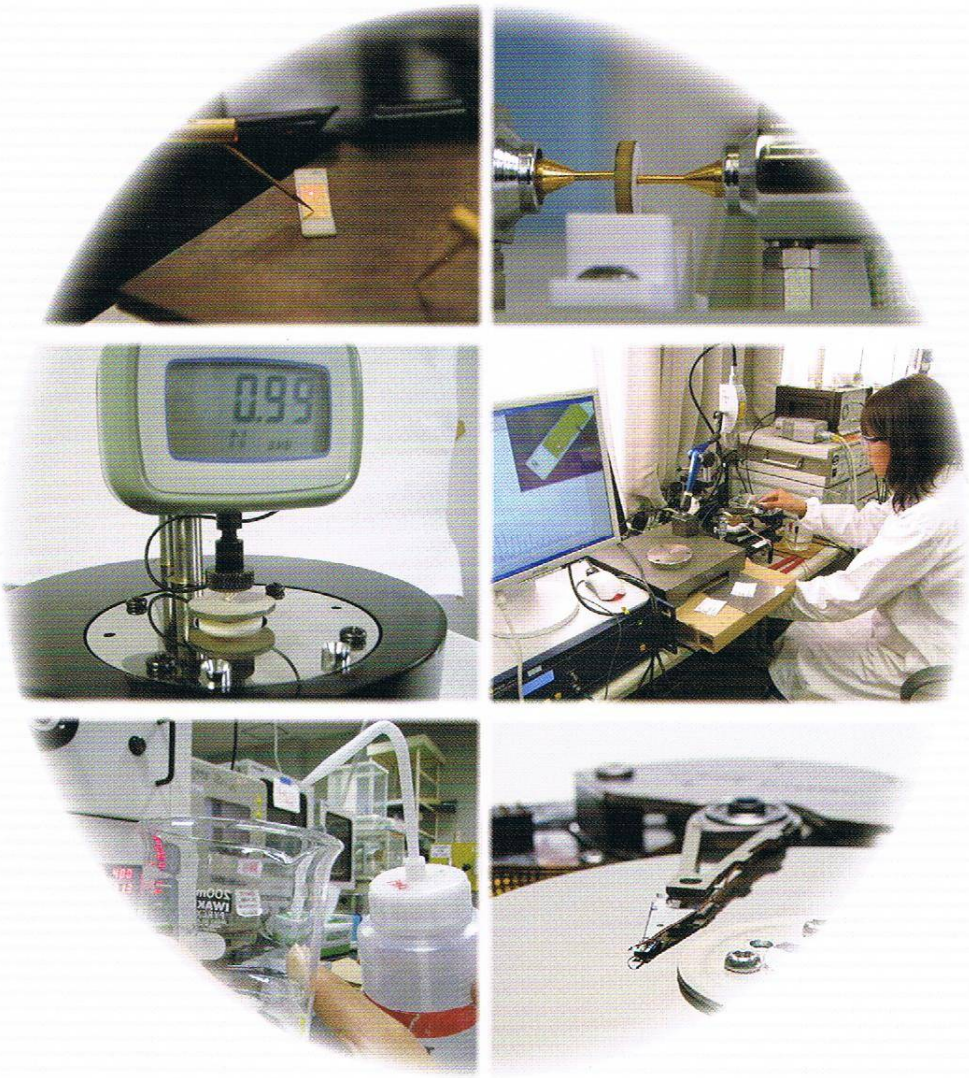
リードテクノ株式会社

Lead Techno Co.,Ltd.



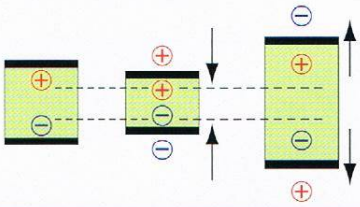
圧電セラミック製品

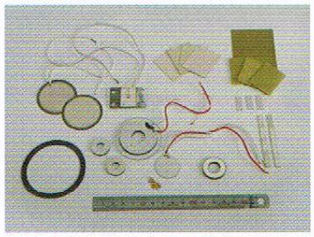
Piezoelectric ceramics & devices

圧電材料　Piezoelectric ceramics

圧電セラミックスは電気エネルギーを機械エネルギーに変換する素子で、さまざまな分野（圧電アクチュエータ、超音波振動子、魚群探知機、医療用超音波プローブ、各種センサーetc.）に応用されています。当社では、圧電セラミックス材料からその応用部品を開発・製造しております。

◆伸び縮みする圧電体





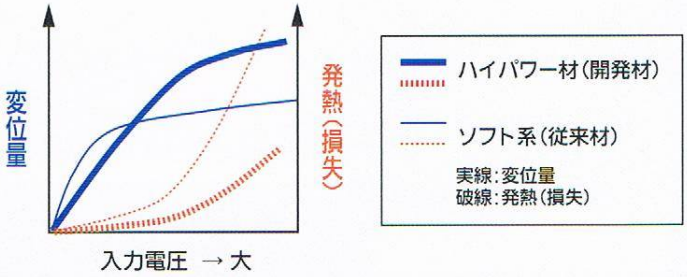
ＰＺＴ系圧電材料（ソフト系とハード系）　Ｓｏｆｔ ＆ Ｈａｒｄ ＰＺＴ

PZT系圧電材料は大きくソフト系とハード系の2種類に分けられます。各種用途に応じた圧電体を使用することが必要です。ソフト系材料は、電圧を印加（DC）したとき大きく歪むのに対して、ハード系材料はあまり大きく歪みません。しかし、エネルギー損失が小さいため、高周波(AC)で駆動する場合、素子自体があまり発熱せず、印加電圧に応じた振動が可能です。当社では、独自に開発したハイパワー用ハード系材料を揃えております。

◆ソフト系とハード系の違い

材料の種類	エネルギ損失	変位量
ハード材（硬）	小	小
ソフト材（軟）	大	大

◆損失の小さいハイパワー材の特長

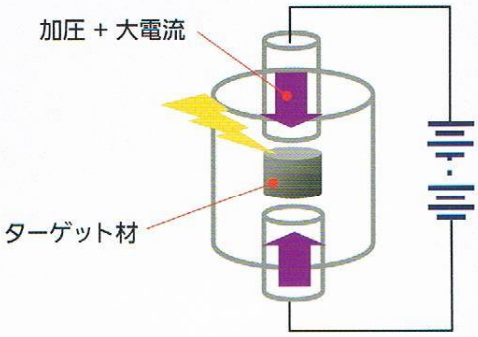


高密度焼結体（光学材料、薄膜作製用ターゲット材、高信頼性デバイス）　High density target

当社ではHP(Hot Press)、SPS(Spark Plasma Sintering)による高温・高圧焼結技術による緻密体を作製しております。高圧下(～30MPa)で短時間の焼結により、通常焼成と比べて低温焼成が可能です。組成物中の元素の揮発を低減、組成比の変動を極力抑えた緻密な焼結体を作製。

■透光性セラミックス：PLZT, PMN-PT etc.
■構造/半導体用デバイス：SiC Si_3N_4 etc.
■薄膜用ターゲット材：PZT, $BaTiO_3$, $LiNbO_3$, $SrRuO_2$ etc.
上記以外、ご要望のセラミックス材料につきましては別途ご相談ください。

◆ＳＰＳによる焼結イメージ



圧電材料（ソフト系） Piezoelectric materials (soft)

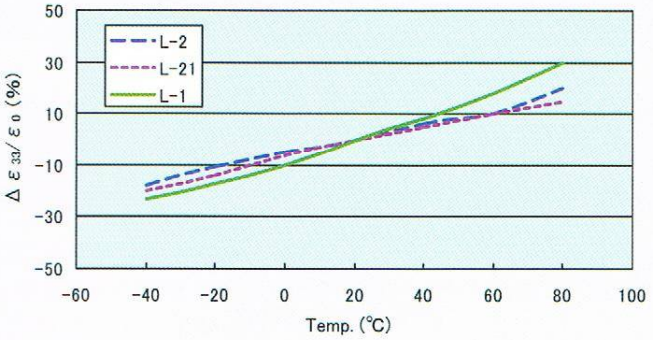
Characteristics	Material No.		L-1	L-2	L-21	L-22	L-23	L-24	L-25
密度 Density	ρ	g/cm^3	7.8	7.9	7.8	7.8	7.8	7.9	8.1
電気機械結合係数 Coupling factors	k_p	%	60	62	62	65	60	65	70
	K_{33}		71	70	69	73	72	72	75
	k_{31}		40	35	36	37	34	36	43
	k_t		53	-	48	49	53	-	52
比誘電率 Permittivity	$\varepsilon_{33}/\varepsilon_0$	—	1430	2300	1780	2300	3600	4200	5200
	$\varepsilon_{11}/\varepsilon_0$		2100	-	1650	2250	4600	-	4300
圧電定数 Piezoelectric constants	d_{33}	pC/N	280	480	410	482	650	630	720
	d_{31}		-140	-210	-180	-210	-270	-280	-360
	g_{33}	E-3 Vm/N	22.1	23.6	26	23.7	20.4	16.9	15.6
	g_{31}		-11.1	-10.3	-11.4	-10.3	-8.5	-7.5	-7.8
弾性コンプライアンス Elastic constants	S_{33}^E	E-12 m^2/N	18.9	20	20.7	20.1	20.8	20	20.4
	S_{11}^E		13.9	17	16.1	14.9	16.4	16.5	15.2
周波数定数 Frequency constants	N_p	Hz·m	1980	1900	2000	2050	1880	1950	1900
	N_{33}		1380	1700	-	1450	1400	1780	1320
	N_{31}		1550	1330	1430	1380	1440	1390	1420
	N_t		2040	-	2010	2060	2050	-	2060
誘電損失 Dielectric loss	$\tan\delta$	%	1.1	1.7	2	0.9	1.8	2	3.5
機械的品質係数 Mechanical quality factor	Q_m	—	90	60	80	100	45	50	30
キュリー温度 Curie point	T_c	℃	310	320	350	290	210	230	180
主な用途 Applications			各種センサー、アクチュエータ (Transducer, Sensor, Actuator etc.)						

圧電材料（ハード系） Piezoelectric materials (hard)

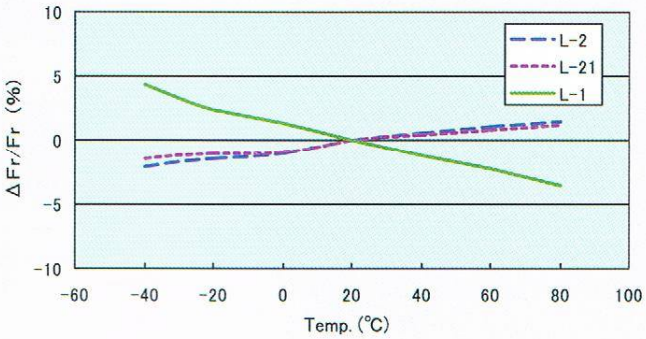
Characteristics	Material No.		L-1H	L-2H	L-31	L-32	L-33	L-34	L-8
密度 Density	ρ	g/cm^3	7.6	7.8	7.7	7.7	7.8	7.9	7.6
電気機械結合係数 Coupling factors	k_p	%	63	55	67	66	56	35	6.2
	k_{33}		70	72	68	70	66	37	38
	k_{31}		34	32	34	36	32	20	6.4
	k_t		47	-	52	50	46	-	-
比誘電率 Permittivity	$\varepsilon_{33}/\varepsilon_0$	—	1380	1460	1400	1450	1220	830	210
	$\varepsilon_{11}/\varepsilon_0$		-	-	1100	-	1480	760	-
圧電定数 Piezoelectric constants	d_{33}	pC/N	320	370	220	306	270	108	44.2
	d_{31}		-140	-125	-100	-130	-120	-56	-4.4
	g_{33}	E-3 Vm/N	26.2	28.6	17.8	23.8	25	14.7	23.8
	g_{31}		-11.5	-9.7	-8.1	-10.1	-11.1	-7.6	-2.4
弾性コンプライアンス Elastic Constants	S_{33}^E	E-12 m^2/N	14.5	15.5	13.4	16.6	14.2	10.2	7.4
	S_{11}^E		12.5	11.4	12.2	13.2	11.8	10.3	8.4
周波数定数 Frequency constants	N_p	Hz·m	2230	2170	2220	2180	2270	2570	2650
	N_{33}		1550	1980	1510	-	2010	1980	2060
	N_{31}		1560	1600	1680	1640	1640	1810	2050
	N_t		2040	-	2010	2040	2110	-	2120
誘電損失 Dielectric loss	$\tan\delta$	%	0.4	1.1	0.4	0.3	0.3	2	1.3
機械的品質係数 Mechanical quality factor	Q_m	—	700	1500	1600	1800	2000	2400	1250
キュリー温度 Curie point	T_c	℃	310	310	320	310	320	320	390
主な用途 Applications			洗浄器、ソナー、着火用、圧電トランス (Ultrasonic transducer, Cleaner, transformer etc.)						

圧電特性　Piezoelectric characteristics

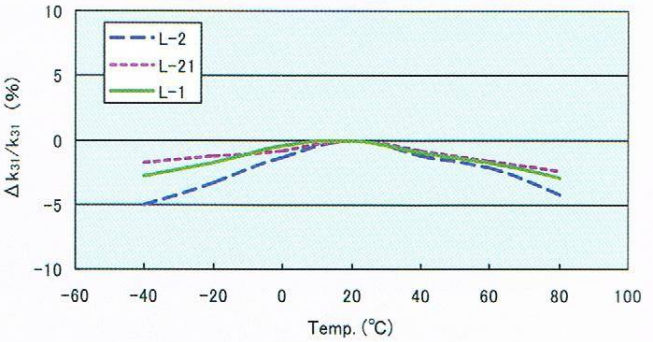
比誘電率($\varepsilon_{33}/\varepsilon_0$)の温度特性
Permittivity vs.temperature



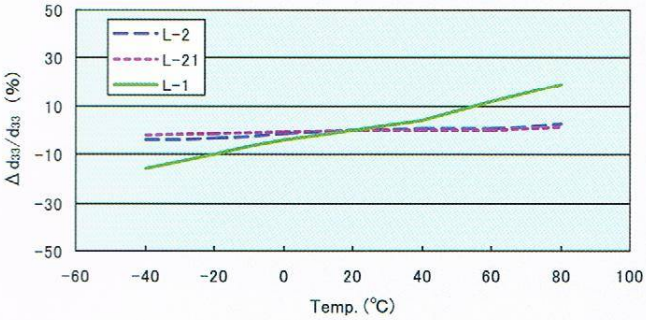
共振周波数(Fr)の温度特性
Resonance frequency vs. temperature



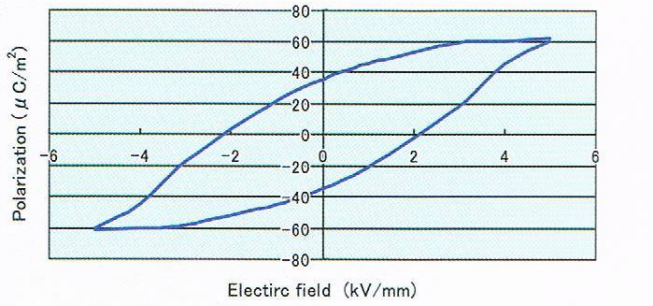
電気機械結合係数(k_{31})の温度特性
Coupling factor vs. temperature



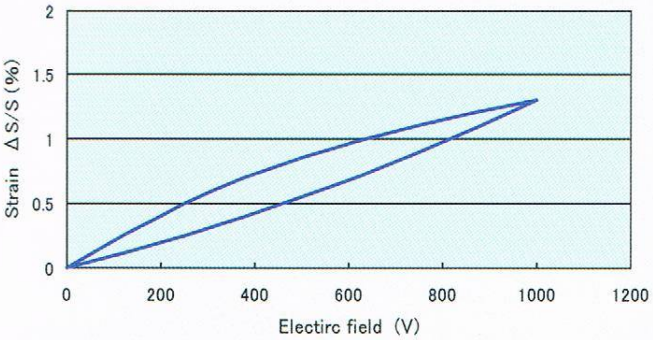
圧電定数(d_{33})の温度特性
Piezoelectric constant vs. temperature



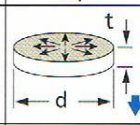
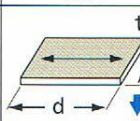
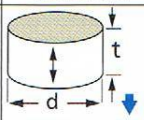
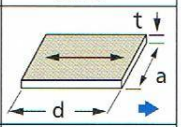
ヒステリシス (L-21)
Hysteresis loop: polalization vs. electric field



電界強度に対する歪み量 (L-21)
Strain vs. electric field



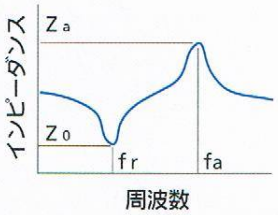
各振動モード

振動モード	径方向	長さ方向伸び	縦方向	厚みすべり
記号	kp	k31	k33、kt	k15
形状				
試験片サイズ	d≧15 t	ℓ≧4a a≧3t	t≧ 2.5d	ℓ≧a≧ t
共振周波数	100kHz～4MHz	20kHz～1MHz	2～100MHz	1～10MHz

振動方向：→
分極方向：➡

圧電特性

◆圧電素子の周波数特性（共振 - 反共振法）



fr：共振周波数
fa：反共振周波数
Z0：共振抵抗
Za：反共振抵抗
ε：比誘電率
C：電極間容量
Y：ヤング率

①電気機械結合係数
（エネルギーの変換効率）

$$k_{33}=\sqrt{\frac{\pi}{2}\frac{fr}{fa}\cot\left(\frac{\pi}{2}\frac{fr}{fa}\right)}$$

②圧電定数
（電界に対する歪み量）

$$d_{33}=k_{33}\sqrt{\frac{\varepsilon}{Y}}$$

③機械的品質係数
（振動の鋭さ、エネルギー損失）

$$Q_m=\frac{fa^2}{2\pi\, fr\, Z_0 C\,(fa^2-fr^2)}$$

圧電評価装置
Piezoelectric measurement system

圧電評価方法　Piezoelectric measurement system

圧電体の電気特性の評価方法は、インピーダンス特性から圧電特性を求める共振-反共振法（インピーダンスアナライザー）、応力を加えて発生する電荷量を直接測定するベルリンコート法（d33メータ）があります。当社ではこれらの評価装置をご提供しております。

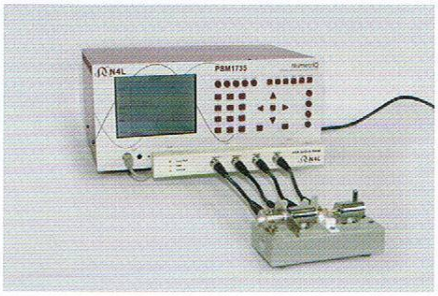
装　置	評価特性	特　長
インピーダンスアナライザー	k、ε、d、Q_m	各振動モードに応じた素子形状が必要
d33メータ	d_{33}、d_{31}、d_h	測定器のフォースヘッドに挟むことができれば素子形状に関係なく評価可能

ＬＣＲメータ（インピーダンスアナライザー）　ＬＣＲ meter (impedance analyzer)

製造元：Newtons4th Co.,Ltd.

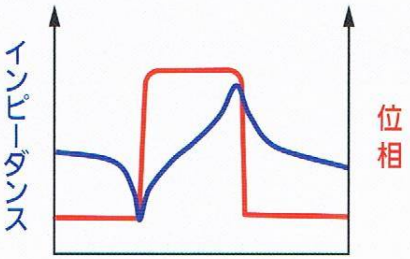
圧電体の各振動モードに応じて、インピーダンスが極小となる共振周波数が存在します。さらにその共振点近傍に、インピーダンスが最大となる反共振点が存在し、この共振波形により圧電特性を評価します。

■測定機能：L、C、R、tanδ、Q_m、インピーダンス、位相　etc.
■周波数レンジ：1μHz～2.4MH
■分解能：2.5%（<50kHz）、12.5%（<1MHz）、20%（<2MHz）



◆ＬＣＲメータとテストフィクスチャー

◆インピーダンスの周波数特性

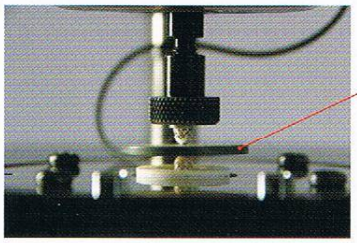


d33メータ（ベルリンコート式）　d33 meter

製造元：Piezotest

圧電体を本体のフォースヘッドに挟み応力を加えて発生した電荷量を測定します。対象物の形状/サイズに関係なくリアルタイムで評価が可能です。また、セラミックスから高分子樹脂まで幅広い材料に対応します。

■測定レンジ：～2,000pC/N
■分解能：0.01pC/N
■印加応力：0.1～15N



◆電荷量測定イメージ

リードテクノ株式会社は、
大学との連携による
圧電セラミックスを軸とした
エキスパートカンパニーです。

圧電体材料 提供

・ソフト/ハード系（PZT）
・ハイパワー材料
・鉛フリー材料

圧電デバイス 試作・開発

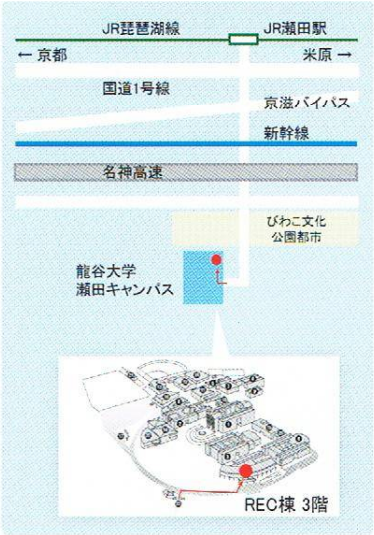
・アクチュエータ
・圧電トランス　etc.

製造ライン サポート

・プロセス条件
・製造装置
・シート成形
・高密度化 etc.

■リードテクノ株式会社　Lead Techno Co., Ltd.

＜本　　社＞
〒631-0804
奈良県奈良市神功5-19-1

＜お問合せ先＞
リードテクノ株式会社 RECラボ（右図）
〒520-2194
滋賀県大津市瀬田大江町横谷1-5 龍谷大学 REC 312
TEL(FAX):077-543-7812

＜販売提携会社＞
アルファ株式会社
〒264-0025
千葉市若葉区都賀3-10-3 POビル3F