

PIEZO CERAMICS

圧電セラミックスの材料特性

●PZT-Pb(Zr·Ti)O₃系 ●ハード材

材質			C-2	C-21	C-201	C-202	C-203	C-204
主な用途例			超音波洗浄機 水中探査ソナー 魚群探知機 超音波美容機器		車載センサ 電位センサ 光ファイバー用センサ		超音波洗浄機 超音波溶着機	超音波霧化器
電気機械 結合係数	×10 ⁻²	k_p	63	59	60	56	59	63
		k_{31}	37	34	34	32	35	37
		k_{33}	76	71	71	69	71	74
		k_t	52	48	46	47	49	52
		k_{15}	77	74	74	69	70	71
周波数定数	m·Hz	N_p	2100	2210	2170	2240	2130	2110
		N_{31}	1550	1630	1570	1620	1530	1530
		N_{33}	1410	1510	1500	1550	1470	1450
		N_t	2020	2090	2100	2120	2020	2070
		N_{15}	880	910	930	990	920	930
比誘電率		$\epsilon_{11}^T/\epsilon_0$	1970	1900	2010	1700	1470	2240
		$\epsilon_{33}^T/\epsilon_0$	1460	1400	1550	1600	1450	2200
等価圧電定数	×10 ⁻¹² m/V(C/N)	d_{31}	-158	-131	-145	-130	-145	-190
		d_{33}	367	288	330	315	325	435
		d_{15}	692	634	640	540	520	650
電圧出力係数	×10 ⁻³ V·m/N(m ² /C)	g_{31}	-12.7	-10.7	-10.3	-9.4	-11.2	-9.7
		g_{33}	29.2	27.2	24.3	22.3	25.6	22.0
		g_{15}	39.7	37.7	36.0	33.6	39.6	32.7
弾性定数	×10 ¹⁰ N/m ²	$Y_{11}^E=1/S_{11}^E$	7.3	8.3	7.9	8.2	7.2	7.2
		$Y_{33}^E=1/S_{33}^E$	5.3	6.4	6.4	6.8	6.0	5.7
		$Y_{55}^E=1/S_{55}^E$	2.2	2.3	2.4	2.8	2.3	2.4
ポアソン比		σ	0.30	0.29	0.30	0.31	0.29	0.29
機械的品質係数		Q_m	1200	1400	900	1200	2000	520
誘電損失	%	$\tan \delta$	0.25	0.30	0.29	0.20	0.30	0.25
キュリー点	°C	T_c	300	307	290	290	350	250
密度	×10 ³ kg/m ³	ρ	7.60	7.80	7.80	7.85	7.70	7.65
温度係数	f/T_C ppm/°C	-40~+20°C	200	110	400	400	240	140
		+20~+80°C	90	110	30	150	240	120
	CTC ppm/°C	-40~+20°C	1820	1810	500	300	1900	1900
		+20~+80°C	4120	3630	4100	3000	3200	3600
材質の特長			汎用高電力駆動		高 d_{33} ・温度係数安定		高 d_{33} ・ Q_m 高 T_c	中 Q_m 高 k_{33} ・ d_{33}

※材料特性試験法は一部の特性を除き一般社団法人電子情報技術産業協会 (JEITA) 規格EM-4501Aに準拠しています。
上記特性は代表値であり保証値ではありません。

圧電セラミックスの材料特性

●PZT-Pb(Zr·Ti)O₃系 ●ハード材

材質			C-205	C-213	C-213P	C-3	C-4
主な用途例			超音波洗浄機・超音波溶着機・医用ネプライザー 医用メス・超音波モーター用・歯科スケーラー用			超音波探傷機 超音波厚み計 ボルト軸力計	
電気機械 結合係数	×10 ⁻²	k_p	58	58	60	45	36
		k_{31}	34	34	35	26	23
		k_{33}	70	70	70	64	57
		k_t	49	48	47	49	39
		k_{15}	68	70	69	64	53
周波数定数	m・Hz	N_p	2270	2230	2210	2460	2520
		N_{31}	1660	1620	1630	1810	1840
		N_{33}	1560	1540	1540	1710	1760
		N_t	2110	2090	2070	2140	2150
		N_{15}	990	960	950	1060	1100
比誘電率		$\epsilon_{11}^T/\epsilon_0$	1650	1590	1750	820	560
		$\epsilon_{33}^T/\epsilon_0$	1580	1470	1470	510	330
等価圧電定数	×10 ⁻¹² m/V(C/N)	d_{31}	-136	-135	-139	-55	-39
		d_{33}	322	310	306	154	110
		d_{15}	492	510	542	381	201
電圧出力係数	×10 ⁻³ V·m/N(m ² /C)	g_{31}	-9.7	-10.2	-10.7	-12.0	-12.8
		g_{33}	22.7	23.4	23.5	32.4	33.7
		g_{15}	33.6	36.4	34.9	43.5	40.8
弾性定数	×10 ¹⁰ N/m ²	$Y_{11}^E=1/S_{11}^E$	8.6	8.2	8.4	10.0	10.3
		$Y_{33}^E=1/S_{33}^E$	6.8	6.6	6.7	8.2	8.7
		$Y_{55}^E=1/S_{55}^E$	2.7	2.6	3.3	2.5	3.5
ポアソン比		σ	0.29	0.29	0.28	0.28	0.29
機械的品質係数		Q_m	2140	2500	1520	1900	1700
誘電損失	%	$\tan \delta$	0.40	0.30	0.28	0.20	0.35
キュリー点	°C	T_c	280	315	318	270	330
密度	×10 ³ kg/m ³	ρ	7.80	7.80	7.90	7.60	7.60
温度係数	f/T_C ppm/°C	-40~+20°C	30	200	150	10	20
		+20~+80°C	200	100	20	-180	-170
	CTC ppm/°C	-40~+20°C	2490	2100	1900	2670	2250
		+20~+80°C	3230	3400	3900	5370	4360
材質の特長			高 $Q_m \cdot d_{33}$		低 $\tan \delta$	低 ϵ_{33}^T	

※材料特性試験法は一部の特性を除き一般社団法人電子情報技術産業協会 (JEITA) 規格EM-4501Aに準拠しています。
上記特性は代表値であり保証値ではありません。

PIEZO CERAMICS

圧電セラミックスの材料特性

●PZT-Pb(Zr·Ti)O₃系 ●ソフト材

材質			C-5	C-6	C-6H	C-62	C-63	C-64	C-601	C-7	C-8	
主な用途例			骨伝導 マイク 音響用 センサ	超音波送受信センサ (車両用・流量計・気泡センサ・レベル計、等) 医療用超音波プローブ(画像診断用) 各種アクチュエータ用						音響ピックアップ		
電気機械 結合係数	×10 ⁻²	k_p	64	66	70	68	59	63	65	58	65	
		k_{31}	38	39	41	40	33	35	37	34	38	
		k_{33}	73	76	77	77	68	73	76	76	72	77
		k_t	53	52	50	52	48	50	50	50	53	52
		k_{15}	78	74	76	76	66	71	73	73	64	70
周波数定数	m・Hz	N_p	2060	1960	1960	1960	2130	1970	2060	2080	1980	
		N_{31}	1530	1420	1420	1440	1480	1380	1460	1440	1410	
		N_{33}	1400	1350	1380	1350	1500	1360	1380	1380	1410	1350
		N_t	2050	2010	2110	2040	2060	1970	2070	2070	2070	2050
		N_{15}	850	850	860	850	950	850	890	890	950	910
比誘電率		$\epsilon_{11}^T/\epsilon_0$	2140	2270	2550	2730	1850	1960	2400	3670	3100	
		$\epsilon_{33}^T/\epsilon_0$	1170	2130	2400	2600	2000	1850	2300	4660	3480	
等価圧電定数	×10 ⁻¹² m/V(C/N)	d_{31}	-140	-210	-240	-234	-165	-185	-210	-271	-274	
		d_{33}	333	472	490	500	320	435	500	665	627	
		d_{15}	764	758	800	860	530	670	730	737	779	
電圧出力係数	×10 ⁻³ V·m/N(m ² /C)	g_{31}	-14.5	-11.5	-11.2	-10.6	-9.5	-11.4	-10.0	-6.8	-8.8	
		g_{33}	32.1	25.0	23.2	24.4	23.0	24.4	23.0	15.0	19.7	
		g_{15}	40.3	37.7	35.6	35.6	32.5	38.5	34.0	22.7	28.4	
弾性定数	×10 ¹⁰ N/m ²	$Y_{11}^E=1/S_{11}^E$	7.2	6.2	6.3	6.3	6.7	5.9	6.7	6.1	6.0	
		$Y_{33}^E=1/S_{33}^E$	5.3	4.9	5.2	4.9	6.2	5.1	5.0	5.2	4.8	
		$Y_{55}^E=1/S_{55}^E$	1.9	1.9	2.0	1.9	2.5	2.0	2.2	2.4	2.2	
ポアソン比		σ	0.29	0.32	0.31	0.30	0.37	0.34	0.33	0.39	0.32	
機械的品質係数		Q_m	90	80	70	75	90	80	110	45	65	
誘電損失	%	$\tan \delta$	1.65	1.60	2.00	1.65	1.20	1.50	0.90	2.50	1.90	
キュリー点	°C	T_c	305	295	290	245	295	345	285	162	193	
密度	×10 ³ kg/m ³	ρ	7.65	7.65	7.80	7.60	7.60	7.70	7.80	7.40	7.45	
温度係数	f/T ppm/°C	-40~+20°C	-550	-330	-250	-380	-20	-180	-260	-540	-340	
		+20~+80°C	-680	-130	-5	170	80	180	-120	180	-20	
	CTC ppm/°C	-40~+20°C	4230	3590	3400	3860	1850	3500	3300	4330	3940	
		+20~+80°C	7960	4850	4000	5610	2550	3600	4000	8030	6050	
材質の特長			中 ϵ_{33}^T	汎用材	高 $k_{33} \cdot d_{33}$		CTC 安定	高 T_c	高 $k_{33} \cdot d_{33}$	高 ϵ_{33}^T 低 Q_m	高 k_{33}	

※材料特性試験法は一部の特性を除き一般社団法人電子情報技術産業協会(JEITA)規格EM-4501Aに準拠しています。
上記特性は代表値であり保証値ではありません。

圧電セラミックスの材料特性

●PZT-Pb(Zr·Ti)O₃系 ●ソフト材

材質			C-82	C-83H	C-84	C-9	C-91	C-91H	C-92H	C-93
主な用途例			医療用超音波プローブ(画像診断用) 各種アクチュエータ用							
電気機械結合係数	×10 ⁻²	k_p	65	73	69	57	60	69	72	68
		k_{31}	37	43	43	37	37	42	44	40
		k_{33}	75	78	79	69	69	74	78	77
		k_t	51	51	54	49	49	50	51	53
		k_{15}	70	76	76	58	65	68	69	71
周波数定数	m·Hz	N_p	2030	1930	1900	2040	1960	1950	1910	1890
		N_{31}	1430	1410	1400	1440	1380	1410	1430	1410
		N_{33}	1390	1380	1290	1390	1380	1390	1320	1300
		N_t	2090	2150	2000	1950	1960	2080	2070	1970
		N_{15}	900	880	840	950	920	900	930	870
比誘電率		$\epsilon_{11}^T/\epsilon_0$	3090	3900	4870	6050	4400	4900	4400	5600
		$\epsilon_{33}^T/\epsilon_0$	3650	4200	4760	6640	5500	5800	5300	6050
等価圧電定数	×10 ⁻¹² m/V(C/N)	d_{31}	-266	-335	-356	-354	-330	-375	-366	-371
		d_{33}	600	670	774	718	640	710	770	826
		d_{15}	781	980	1140	827	820	920	848	1080
電圧出力係数	×10 ⁻³ V·m/N(m ² /C)	g_{31}	-8.3	-9.0	-8.4	-6.0	-7.0	-7.3	-7.8	-6.9
		g_{33}	18.5	17.9	18.4	12.2	13.5	13.9	16.4	15.4
		g_{15}	28.6	28.3	26.6	15.5	21.0	21.2	21.8	21.8
弾性定数	×10 ¹⁰ N/m ²	$Y_{11}^E=1/S_{11}^E$	6.2	6.1	6.0	6.5	5.9	6.4	6.6	6.3
		$Y_{33}^E=1/S_{33}^E$	5.1	5.1	4.4	5.4	5.4	5.5	4.9	4.6
		$Y_{55}^E=1/S_{55}^E$	2.2	2.1	1.9	2.6	2.4	2.4	2.6	2.5
ポアソン比		σ	0.34	0.29	0.30	0.36	0.38	0.32	0.28	0.27
機械的品質係数		Q_m	65	65	46	25	30	24	28	67
誘電損失	%	$\tan \delta$	1.90	2.20	2.00	4.50	3.00	3.70	3.60	1.70
キュリー点	°C	T_c	195	202	186	130	165	170	183	150
密度	×10 ³ kg/m ³	ρ	7.50	7.70	7.67	7.75	7.75	8.10	8.10	7.91
温度係数	f/T_C ppm/°C	-40~+20°C	-260	-290	-704	-970	-1000	-1370	-1580	-690
		+20~+80°C	30	100	-185	540	550	330	660	1360
	CTC ppm/°C	-40~+20°C	3650	3500	4360	7610	6000	8400	8450	7190
		+20~+80°C	5440	5300	7590	9630	4500	8800	6780	5360
材質の特長			高 $\epsilon_{33}^T \cdot d_{33}$ 、低 Q_m							

※材料特性試験法は一部の特性を除き一般社団法人電子情報技術産業協会(JEITA)規格EM-4501Aに準拠しています。

※C-92H材は、Ni-Cr/Auスパッタ電極条件の特性です。

上記特性は代表値であり保証値ではありません。

PIEZO CERAMICS

圧電セラミックスの材料特性

●PT-PbTiO₃系 ●PN-PbNb₂O₆系 ●BiT-Bi₄Ti₃O₁₂系

材質			PT系			PN系	BiT系
			M-1	M-5	M-6	F-100	B-600
主な用途例			超音波流量計	超音波探傷機 超音波レベル計 タッチセンサ HIFU式治療用		超音波探傷機 超音波厚み計	超音波流量計 (高温型)
電気機械 結合係数	×10 ⁻²	k_p	6.0	6.0	4.0	(30)	4.7
		k_{31}	6.5	6.0	2.6	(24)	2.9
		k_{33}	37	47	53	(31)	—
		k_t	38	43	51	39	20.1
		k_{15}	—	—	37	(39)	—
周波数定数	m・Hz	N_p	2630	2800	2860	(2015)	2710
		N_{31}	2050	2150	2200	(1570)	2080
		N_{33}	2060	2150	2240	(1580)	—
		N_t	2130	2250	2230	1630	2180
		N_{15}	—	—	1450	(1030)	—
比誘電率		$\epsilon_{11}^T/\epsilon_0$	—	—	250	(370)	—
		$\epsilon_{33}^T/\epsilon_0$	185	220	215	300	150
等価圧電定数	×10 ⁻¹² m/V(C/N)	d_{31}	-4.3	-4.7	-3.7	(-55)	-2.9
		d_{33}	43.9	58.2	71.0	80	(19.0)
		d_{15}	—	—	41.0	(145)	—
電圧出力係数	×10 ⁻³ V・m/N(m ² /C)	g_{31}	-2.7	-2.4	-1.6	(-19)	-2.2
		g_{33}	25.1	30.3	37.3	(22)	(14.3)
		g_{15}	—	—	21.3	(45)	—
弾性定数	×10 ¹⁰ N/m ²	$Y_{11}^E=1/S_{11}^E$	11.9	13.9	13.2	(5.4)	12.4
		$Y_{33}^E=1/S_{33}^E$	13.5	14.4	11.6	(5.5)	—
		$Y_{55}^E=1/S_{55}^E$	—	—	8.7	(2.3)	—
ポアソン比		σ	0.26	0.20	0.21	—	0.22
機械的品質係数		Q_m	1200	1450	850	20	5980
誘電損失	%	$\tan \delta$	1.50	1.50	2.00	(1.00)	0.30
キュリー点	°C	T_c	385	310	250	530	670
密度	×10 ³ kg/m ³	ρ	7.60	7.40	6.92	5.70	7.20
温度係数	f/T_C ppm/°C	-40~+20°C	-70	-60	-50	(-1400)	-66
		+20~+80°C	-70	-40	-100	(-800)	-66
	CTC ppm/°C	-40~+20°C	2350	2550	3000	(950)	450
		+20~+80°C	3600	4000	4500	(1100)	820
材質の特長			異方性 $k_t > k_p$ 高 T_c	異方性 $k_t > k_p$ 高 Q_m	異方性 $k_t > k_p$ 高 k_t	低 Q_m ・ 高 T_c ・低 ρ	異方性 $k_t > k_p$ 高 Q_m

※材料特性試験法は一部の特性を除き一般社団法人電子情報技術産業協会 (JEITA) 規格EM-4501Aに準拠しています。
 ()内は参考値です。 B-600の d_{33} 、 g_{33} は d_{33} メータでの測定値によります。
 上記特性は代表値であり保証値ではありません。