圧電材料定数値の取扱いについて
Attention on using piezoelectric data

当圧電材料データ群は、（社）電子情報技術産業協会規格 JEITA : EM-4501（旧 : EMAS-6100 ）あるいは、米国 DOD-Standard : 1376B / SH などの公的規格に規定された標準試験片の計測方法に基づき得られた静的・無負荷・1Vrms条件下のデータです。
従いまして必ずしも当データ群に基づくシミュレーション結果の正確性はもとより、実際の製品駆動条件等を含めたあらゆる動的状態を弊社として保証するものではありません。
有限要素解析法などのインプットパラメータとしてご使用になる際には、これらの点を十分ご考慮頂きますよう、 お願い致します。
なお、各特性値はあくまで規定の標準試験片形状における代表値であり、弊社保証値ではありません。
空欄は取得データがございませんのでご了承願います。
また、当データ群は予告なく変更することがありますので予めご了承願います。

The piezoelectric data are measured with based on the measurement procedure prescribed by official standards such as JEITA : EM-4501 (Japan) and / or DOD-Standard : 1376B / SH (US).
Following the official standards, provided data are basically the result of the standard shape specimen under the static measuring condition. (ex. 1vrms, The specimen is non-loaded.)
Therefore, Niterra do not guarantee “ the accuracy of the simulation result ” and also “ every dynamic status including real product’s driving situation” .
When you use them as input parameters for the finite element analytical methods, please consider these points enough. In addition, each datum is just a representative value of the standard shape specimen, so Niterra do not guarantee each characteristic value.
We do not have the measuring data in the blank column. Thank you for your understanding.
Please note that Niterra may change the data without a notification.

圧電材料特性表①　Piezoelectric characteristics①

Niterra

圧電特性 Piezoelectric Characteristics	記号 Symbol	その他の代用記号	Navy Type	I		II			III			VI	無鉛 Lead Free (※)Under Development				
			単位 Unit	MT-18	MT-18K	MT-107	MT-501	E	MT-811	MT-812A	MT-831	MT-111H	LF02B	LF03A (※)	LF04A	LF05A	LF05B
比誘電率 Relative Dielectric Constants	$\varepsilon_{33}{}^{t}/\varepsilon_0$	$K_{33}{}^{T}$, εr, ε	無次元無単位 Dimensionless Unitless	1400	1450	1800	1800	1920	1000	1100	1100	3800	1400	1700	2200	1100	700
	$\varepsilon_{11}{}^{t}/\varepsilon_0$	$K_{11}{}^{T}$		1250	1300	1630	1900	1900	1170	1220	1310	2550	1300	1800	1900	1200	
	$\varepsilon_{33}{}^{s}/\varepsilon_0$	$K_{33}{}^{s}$				810			615		660		990	970	1300	980	490
	$\varepsilon_{11}{}^{s}/\varepsilon_0$	$K_{11}{}^{s}$				960			760		810		1000	1150	1400	1060	
誘電損失 Dielectric Loss (Dielectric Loss Tangent)	tan δ	D.F.	% (ex : 0.4%=0.004)	0.4	0.35	2.0	1.7	2.0	0.18	0.18	0.15	2.5	1.3	2.2	1.9	1.0	0.4
結合係数 Coupling Factors	kp	kr	%表記する場合もある (ex : 0.60 = 60%)	0.53	0.60	0.66	0.64	0.56	0.53	0.53	0.53	0.62	0.47	0.57	0.53	0.29	0.40
	k_{31}	-		0.30	0.34	0.34	0.38	0.31	0.31	0.30	0.33	0.33	0.27	0.32	0.3	0.17	0.24
	k_{33}	-		0.63	0.72	0.75	0.72	0.72	0.62	0.56	0.63		0.50	0.60	0.59	0.39	0.46
	kt	-		0.34	0.41	0.49	0.50	0.44	0.49	0.48	0.47		0.39	0.44	0.47	0.3	0.38
	k_{15}	-		0.41	0.54	0.64	0.71	0.66	0.59	0.59	0.62		0.46	0.60	0.52	0.36	
圧電d定数 Piezoelectric Strain Constants	d_{31}	-	pico Coulomb / Newton = pico meter / Volt (pC / N = pm / V) ($\times10^{-12}$ C / N=$\times10^{-12}$m / V)	-104	-142	-200	-180	-160	-102	-80	-103	-310	-95	-139	-148	-50	-55
	d_{33}	-		270	340	450	410	425	225	230	236	620	180	260	300	120	110
	d_{15}	-		250	300	550	615	570	360	368	400		-260	410	370	190	
圧電g定数 Piezoelectric Voltage Constants	g_{31}	-	milli-Volt meter / Newton ($\times10^{-3}$ V·m / N)	-9.2	-10.5	-11.5	-11.0	-9.4	-10.4	-11.5	-10.6	-8.0	-8.1	-9.3	-7.7	-5.1	-9.4
	g_{33}	-		24.0	26.5	25.0	25.7	21.9	25.4	20.6	23.9	12.5	15.4	17.4	15.5	12	18.4
	g_{15}	-		23.0	26.9	26.1	34.5	34	35.1	34.1	34.8	15.0	22.9	26.3	21.6	17.2	

圧電材料特性表②　Piezoelectric characteristics②

Niterra

圧電特性 Piezoelectric Characteristics	記号 Symbol	その他の代用記号	単位 Unit	I		II			III			VI	無鉛 Lead Free (※)Under Development				
Navy Type				MT-18	MT-18K	MT-107	MT-501	E	MT-811	MT-812A	MT-831	MT-111H	LF02B	LF03A (※)	LF04A	LF05A	LF05B
圧電h定数 Piezoelectric Constants	h_{31}	-	$x10^9$ V / m, $x10^9$ Volt / meter			-			-0.9		-1.4						
	h_{33}	-				-			2.6		2.2						
	h_{15}	-				-			1.5		1.6						
周波数定数 Frequency Constants	Np	Nr	Hz・meter (Hz・m)	2250	2200	1950	2050	2090	2320	2375	2320	1950	3190	3000	2990	3400	3400
	N_{31}	-		1650	1650	1370	1460	1460	1720	1780	1740	1400	2240	2100	2130	2500	2500
	N_{33}	-		1500	1500	1300	1410	1410	1610	1630	1610	1400	2260	2200	2120	2400	2500
	Nt	-		2200	2150	1900	1970	2040	2090	2080	2220	2000	2890	2800	2560	3000	2800
	N_{15}	-		1000	1300	1050	-	890	1160	1170	1200	900	1450	1400	1430	1500	
機械的品質係数 Mechanical Quality Factor	Qm	-	無次元無単位 Dimensionless Unitless	1300	1800	70	75	60	1200	1350	1200	65	104	60	50	725	910
ポアソン比 Poisson's Ratio	σ_E	σ			0.32	-		0.39	0.30	0.28	0.29		0.36	0.36	0.35	0.3	0.29
3点曲げ強度 Bending Strength (3 Points)	σb_3	-	N / mm^2 (X 10^{-3} GPa)	118	134	-			105	105	105						
圧縮強度 Compression Strength	σc	-	N / mm^2 (X 10^{-3} GPa)		630	-			420	420	420						
キュリー点温度 Curie Point Temperature	Tc	-	℃	300	300	350	360	320	310	300	330	220	290	330	250	230	340
密度 (固体比重) Density (Specific Gravity)	ρ	D , SG	g / cm^3	7.60	7.65	7.86	7.90	7.65	7.69	7.63	7.68	7.70	4.55	4.51	4.45	4.59	4.50

圧電材料特性表③　Piezoelectric characteristics③

圧電特性 Piezoelectric Characteristics	記号 Symbol	その他の代用記号	Navy Type	I		II			III			VI	無鉛 Lead Free (※)Under Development				
			単位 Unit	MT-18	MT-18K	MT-107	MT-501	E	MT-811	MT-812A	MT-831	MT-111H	LF02B	LF03A (※)	LF04A	LF05A	LF05B
弾性 コンプライアンス定数 Elastic Compliance	s_{11}^E	-	x10^{-12} meter^2 / Newton (x10^{-12} m^2/N)	12.3	12.5	17.3	15.8	15.4	10.9	10.4	9.7	16.7	11.0	12.4	12.4	8.9	8.8
	s_{12}^E	-			-4.0		-5.4	-6.0	-3.3	-2.9	-2.8		-3.9	-4.3	-4.3	-3.2	-3.1
	s_{13}^E	-			-5.7		-8.3	-4.4	-4.7	-4.4	-4.4		-4.0	-4.6	-4.2	-3.2	-2.9
	s_{33}^E	-		15.8	16.0	22.0	21.0	18.1	13.5	13.0	13.9	17.6	11.2	12.5	13.3	9.7	9.4
	s_{44}^E	-			41.8	50.8	41.5	44.6	36.8	36.2	36.5		27.3	30.5	28.9	24.3	
	s_{11}^D	-			10.9				9.8	9.3	8.6		10.2	11.1	11.3	8.6	8.3
	s_{12}^D	-			-5.3				-4.3	-3.7	-3.9		-4.7	-5.6	-5.5	-3.5	-0.5
	s_{13}^D	-			-2.5				-2.1	-2.4	-1.9		-2.5	-2.1	-1.9	-2.6	-1.9
	s_{33}^D	-			8.0				8.4	9.0	8.4		8.5	8.0	8.7	8.2	7.5
	s_{44}^D	-			21.0	29.9			24.0		22.4		21.4	19.5	21	21.1	
	s_{66} $(=s_{66}^D=s_{66}^E)$				32.4	47.4	42.7	42.8	28.2		25.0		29.8	33.5	33.5	24.1	17.7
弾性 スティフネス定数 Elastic Stiffness	c_{11}^E	-	x10^{10} Newton / meter^2 (x10^{10} N / m^2)		15.1	13.0			15.0		16.0		15.2	13.5	12.2	18.4	12.8
	c_{12}^E	-				8.8			7.9		8.0		8.5	7.5	6.3	10.1	1.5
	c_{13}^E	-				8.2			7.9		7.5		8.4	7.7	5.8	9.6	4.4
	c_{33}^E	-			12.8	10.7	12.1		12.9	12.7	11.9		14.8	13.7	11.2	15.9	14.9
	c_{44}^E	-			2.3	2.0	2.4		2.7		2.7		3.7	3.3	3.5	4.1	
	c_{11}^D	-			15.3	13.4			14.7	15.4	16.8		15.9	14.5	13.1	18.6	13.0
	c_{12}^D	-				9.2			7.6		8.9		9.2	8.6	7.1	10.3	1.7
	c_{13}^D	-				6.9			5.5		5.8		7.4	6.2	4.5	9.2	3.8
	c_{33}^D	-			16.5	14.2	15.1		14.7	16.3	14.5		17.4	17.1	14.4	17.5	17.5
	c_{44}^D	-			4.7	3.4	4.9		4.2		4.5		4.7	5.1	4.8	4.7	
	c_{66} $(=c_{66}^D=c_{66}^E)$				3.1	2.1	4.3		3.5		4.0		3.4	3.0	3.0	4.2	5.7