

## 圧電セラミックスの材料特性

●PZT-Pb(Zr・Ti)O<sub>3</sub>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<br>水中探査ソナー<br>魚群探知機<br>超音波美容機器 |       | 車載センサ<br>電位センサ<br>光ファイバー用センサ |       | 超音波洗浄機<br>超音波溶着機              | 超音波霧化器                             |
| 電気機械<br>結合係数 | ×10 <sup>-2</sup>                             | $k_p$                              | 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         |                                               | $\varepsilon_{11}^T/\varepsilon_0$ | 1970                                  | 1900  | 2010                         | 1700  | 1470                          | 2240                               |
|              |                                               | $\varepsilon_{33}^T/\varepsilon_0$ | 1460                                  | 1400  | 1550                         | 1600  | 1450                          | 2200                               |
| 等価圧電定数       | ×10 <sup>-12</sup><br>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 <sup>-3</sup><br>V・m/N(m <sup>2</sup> /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 <sup>10</sup><br>N/m <sup>2</sup>         | $Y_{11}^E=1/s_{11}^E$              | 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        |                                               | $\sigma$                           | 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        | ℃                                             | $T_c$                              | 300                                   | 307   | 290                          | 290   | 350                           | 250                                |
| 密度           | ×10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>            | $\rho$                             | 7.60                                  | 7.80  | 7.80                         | 7.85  | 7.70                          | 7.65                               |
| 温度係数         | $f_rTC$<br>ppm/℃                              | -40～+20℃                           | 200                                   | 110   | 400                          | 400   | 240                           | 140                                |
|              |                                               | +20～+80℃                           | 90                                    | 110   | 30                           | 150   | 240                           | 120                                |
|              | $CTC$<br>ppm/℃                                | -40～+20℃                           | 1820                                  | 1810  | 500                          | 300   | 1900                          | 1900                               |
|              |                                               | +20～+80℃                           | 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 $d_{33}$ ・ $Q_m$<br>高 $T_c$ | 中 $Q_m$<br>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)O<sub>3</sub>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・医用ネブライザー<br>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<br>超音波厚み計<br>ボルト軸力計          |       |
| 電気機械<br>結合係数 | ×10 <sup>-2</sup>                             | <i>k<sub>p</sub></i>                                                  | 58                                               | 58    | 60             | 45                                  | 36    |
|              |                                               | <i>k<sub>31</sub></i>                                                 | 34                                               | 34    | 35             | 26                                  | 23    |
|              |                                               | <i>k<sub>33</sub></i>                                                 | 70                                               | 70    | 70             | 64                                  | 57    |
|              |                                               | <i>k<sub>t</sub></i>                                                  | 49                                               | 48    | 47             | 49                                  | 39    |
|              |                                               | <i>k<sub>15</sub></i>                                                 | 68                                               | 70    | 69             | 64                                  | 53    |
| 周波数定数        | m・Hz                                          | <i>N<sub>p</sub></i>                                                  | 2270                                             | 2230  | 2210           | 2460                                | 2520  |
|              |                                               | <i>N<sub>31</sub></i>                                                 | 1660                                             | 1620  | 1630           | 1810                                | 1840  |
|              |                                               | <i>N<sub>33</sub></i>                                                 | 1560                                             | 1540  | 1540           | 1710                                | 1760  |
|              |                                               | <i>N<sub>t</sub></i>                                                  | 2110                                             | 2090  | 2070           | 2140                                | 2150  |
|              |                                               | <i>N<sub>15</sub></i>                                                 | 990                                              | 960   | 950            | 1060                                | 1100  |
| 比誘電率         |                                               | <i>ε<sub>11</sub><sup>T</sup>/ε<sub>0</sub></i>                       | 1650                                             | 1590  | 1750           | 820                                 | 560   |
|              |                                               | <i>ε<sub>33</sub><sup>T</sup>/ε<sub>0</sub></i>                       | 1580                                             | 1470  | 1470           | 510                                 | 330   |
| 等価圧電定数       | ×10 <sup>-12</sup><br>m/V(C/N)                | <i>d<sub>31</sub></i>                                                 | -136                                             | -135  | -139           | -55                                 | -39   |
|              |                                               | <i>d<sub>33</sub></i>                                                 | 322                                              | 310   | 306            | 154                                 | 110   |
|              |                                               | <i>d<sub>15</sub></i>                                                 | 492                                              | 510   | 542            | 381                                 | 201   |
| 電圧出力係数       | ×10 <sup>-3</sup><br>V・m/N(m <sup>2</sup> /C) | <i>g<sub>31</sub></i>                                                 | -9.7                                             | -10.2 | -10.7          | -12.0                               | -12.8 |
|              |                                               | <i>g<sub>33</sub></i>                                                 | 22.7                                             | 23.4  | 23.5           | 32.4                                | 33.7  |
|              |                                               | <i>g<sub>15</sub></i>                                                 | 33.6                                             | 36.4  | 34.9           | 43.5                                | 40.8  |
| 弾性定数         | ×10 <sup>10</sup><br>N/m <sup>2</sup>         | <i>Y<sub>11</sub><sup>E</sup>=1/<i>S<sub>11</sub><sup>E</sup></i></i> | 8.6                                              | 8.2   | 8.4            | 10.0                                | 10.3  |
|              |                                               | <i>Y<sub>33</sub><sup>E</sup>=1/<i>S<sub>33</sub><sup>E</sup></i></i> | 6.8                                              | 6.6   | 6.7            | 8.2                                 | 8.7   |
|              |                                               | <i>Y<sub>55</sub><sup>E</sup>=1/<i>S<sub>55</sub><sup>E</sup></i></i> | 2.7                                              | 2.6   | 3.3            | 2.5                                 | 3.5   |
| ポアソン比        |                                               | <i>σ</i>                                                              | 0.29                                             | 0.29  | 0.28           | 0.28                                | 0.29  |
| 機械的品質係数      |                                               | <i>Q<sub>m</sub></i>                                                  | 2140                                             | 2500  | 1520           | 1900                                | 1700  |
| 誘電損失         | %                                             | <i>tan δ</i>                                                          | 0.40                                             | 0.30  | 0.28           | 0.20                                | 0.35  |
| キュリー点        | ℃                                             | <i>T<sub>c</sub></i>                                                  | 280                                              | 315   | 318            | 270                                 | 330   |
| 密度           | ×10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>            | <i>ρ</i>                                                              | 7.80                                             | 7.80  | 7.90           | 7.60                                | 7.60  |
| 温度係数         | <i>f<sub>T</sub></i> TC<br>ppm/℃              | -40～+20℃                                                              | 30                                               | 200   | 150            | 10                                  | 20    |
|              |                                               | +20～+80℃                                                              | 200                                              | 100   | 20             | -180                                | -170  |
|              | CTC<br>ppm/℃                                  | -40～+20℃                                                              | 2490                                             | 2100  | 1900           | 2670                                | 2250  |
|              |                                               | +20～+80℃                                                              | 3230                                             | 3400  | 3900           | 5370                                | 4360  |
| 材質の特長        |                                               |                                                                       | 高 <i>Q<sub>m</sub>・d<sub>33</sub></i>            |       | 低 <i>tan δ</i> | 低 <i>ε<sub>33</sub><sup>T</sup></i> |       |

※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)O<sub>3</sub>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<br>マイク<br>音響用<br>センサ            | 超音波送受信センサ<br>(車両用・流量計・気泡センサ・レベル計、等)<br>医療用超音波プローブ(画像診断用)<br>各種アクチュエータ用 |                                        |       |           |                        |                                        | 音響ピックアップ                                                      |                         |
| 電気機械<br>結合係数 | ×10 <sup>-2</sup>                             | <i>k<sub>p</sub></i>                                                    | 64                                  | 66                                                                     | 70                                     | 68    | 59        | 63                     | 65                                     | 58                                                            | 65                      |
|              |                                               | <i>k<sub>31</sub></i>                                                   | 38                                  | 39                                                                     | 41                                     | 40    | 33        | 35                     | 37                                     | 34                                                            | 38                      |
|              |                                               | <i>k<sub>33</sub></i>                                                   | 73                                  | 76                                                                     | 77                                     | 77    | 68        | 73                     | 76                                     | 72                                                            | 77                      |
|              |                                               | <i>k<sub>t</sub></i>                                                    | 53                                  | 52                                                                     | 50                                     | 52    | 48        | 50                     | 50                                     | 53                                                            | 52                      |
|              |                                               | <i>k<sub>15</sub></i>                                                   | 78                                  | 74                                                                     | 76                                     | 76    | 66        | 71                     | 73                                     | 64                                                            | 70                      |
| 周波数定数        | m・Hz                                          | <i>N<sub>p</sub></i>                                                    | 2060                                | 1960                                                                   | 1960                                   | 1960  | 2130      | 1970                   | 2060                                   | 2080                                                          | 1980                    |
|              |                                               | <i>N<sub>31</sub></i>                                                   | 1530                                | 1420                                                                   | 1420                                   | 1440  | 1480      | 1380                   | 1460                                   | 1440                                                          | 1410                    |
|              |                                               | <i>N<sub>33</sub></i>                                                   | 1400                                | 1350                                                                   | 1380                                   | 1350  | 1500      | 1360                   | 1380                                   | 1410                                                          | 1350                    |
|              |                                               | <i>N<sub>t</sub></i>                                                    | 2050                                | 2010                                                                   | 2110                                   | 2040  | 2060      | 1970                   | 2070                                   | 2070                                                          | 2050                    |
|              |                                               | <i>N<sub>15</sub></i>                                                   | 850                                 | 850                                                                    | 860                                    | 850   | 950       | 850                    | 890                                    | 950                                                           | 910                     |
| 比誘電率         |                                               | <i>ε<sub>11</sub><sup>T</sup>/ε<sub>0</sub></i>                         | 2140                                | 2270                                                                   | 2550                                   | 2730  | 1850      | 1960                   | 2400                                   | 3670                                                          | 3100                    |
|              |                                               | <i>ε<sub>33</sub><sup>T</sup>/ε<sub>0</sub></i>                         | 1170                                | 2130                                                                   | 2400                                   | 2600  | 2000      | 1850                   | 2300                                   | 4660                                                          | 3480                    |
| 等価圧電定数       | ×10 <sup>-12</sup><br>m/V(C/N)                | <i>d<sub>31</sub></i>                                                   | -140                                | -210                                                                   | -240                                   | -234  | -165      | -185                   | -210                                   | -271                                                          | -274                    |
|              |                                               | <i>d<sub>33</sub></i>                                                   | 333                                 | 472                                                                    | 490                                    | 500   | 320       | 435                    | 500                                    | 665                                                           | 627                     |
|              |                                               | <i>d<sub>15</sub></i>                                                   | 764                                 | 758                                                                    | 800                                    | 860   | 530       | 670                    | 730                                    | 737                                                           | 779                     |
| 電圧出力係数       | ×10 <sup>-3</sup><br>V・m/N(m <sup>2</sup> /C) | <i>g<sub>31</sub></i>                                                   | -14.5                               | -11.5                                                                  | -11.2                                  | -10.6 | -9.5      | -11.4                  | -10.0                                  | -6.8                                                          | -8.8                    |
|              |                                               | <i>g<sub>33</sub></i>                                                   | 32.1                                | 25.0                                                                   | 23.2                                   | 24.4  | 23.0      | 24.4                   | 23.0                                   | 15.0                                                          | 19.7                    |
|              |                                               | <i>g<sub>15</sub></i>                                                   | 40.3                                | 37.7                                                                   | 35.6                                   | 35.6  | 32.5      | 38.5                   | 34.0                                   | 22.7                                                          | 28.4                    |
| 弾性定数         | ×10 <sup>10</sup><br>N/m <sup>2</sup>         | <i>Y<sub>11</sub><sup>E</sup></i> =1/ <i>S<sub>11</sub><sup>E</sup></i> | 7.2                                 | 6.2                                                                    | 6.3                                    | 6.3   | 6.7       | 5.9                    | 6.7                                    | 6.1                                                           | 6.0                     |
|              |                                               | <i>Y<sub>33</sub><sup>E</sup></i> =1/ <i>S<sub>33</sub><sup>E</sup></i> | 5.3                                 | 4.9                                                                    | 5.2                                    | 4.9   | 6.2       | 5.1                    | 5.0                                    | 5.2                                                           | 4.8                     |
|              |                                               | <i>Y<sub>55</sub><sup>E</sup></i> =1/ <i>S<sub>55</sub><sup>E</sup></i> | 1.9                                 | 1.9                                                                    | 2.0                                    | 1.9   | 2.5       | 2.0                    | 2.2                                    | 2.4                                                           | 2.2                     |
| ポアソン比        |                                               | <i>σ</i>                                                                | 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      |                                               | <i>Q<sub>m</sub></i>                                                    | 90                                  | 80                                                                     | 70                                     | 75    | 90        | 80                     | 110                                    | 45                                                            | 65                      |
| 誘電損失         | %                                             | <i>tan δ</i>                                                            | 1.65                                | 1.60                                                                   | 2.00                                   | 1.65  | 1.20      | 1.50                   | 0.90                                   | 2.50                                                          | 1.90                    |
| キュリー点        | ℃                                             | <i>T<sub>c</sub></i>                                                    | 305                                 | 295                                                                    | 290                                    | 245   | 295       | 345                    | 285                                    | 162                                                           | 193                     |
| 密度           | ×10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>            | <i>ρ</i>                                                                | 7.65                                | 7.65                                                                   | 7.80                                   | 7.60  | 7.60      | 7.70                   | 7.80                                   | 7.40                                                          | 7.45                    |
| 温度係数         | <i>f<sub>T</sub></i> TC<br>ppm/℃              | -40～+20℃                                                                | -550                                | -330                                                                   | -250                                   | -380  | -20       | -180                   | -260                                   | -540                                                          | -340                    |
|              |                                               | +20～+80℃                                                                | -680                                | -130                                                                   | -5                                     | 170   | 80        | 180                    | -120                                   | 180                                                           | -20                     |
|              | <i>CTC</i><br>ppm/℃                           | -40～+20℃                                                                | 4230                                | 3590                                                                   | 3400                                   | 3860  | 1850      | 3500                   | 3300                                   | 4330                                                          | 3940                    |
|              |                                               | +20～+80℃                                                                | 7960                                | 4850                                                                   | 4000                                   | 5610  | 2550      | 3600                   | 4000                                   | 8030                                                          | 6050                    |
| 材質の特長        |                                               |                                                                         | 中 <i>ε<sub>33</sub><sup>T</sup></i> | 汎用材                                                                    | 高 <i>k<sub>33</sub>・d<sub>33</sub></i> |       | CTC<br>安定 | 高 <i>T<sub>c</sub></i> | 高 <i>k<sub>33</sub>・d<sub>33</sub></i> | 高 <i>ε<sub>33</sub><sup>T</sup></i><br>低 <i>Q<sub>m</sub></i> | 高 <i>k<sub>33</sub></i> |

※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)O<sub>3</sub>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）<br>各種アクチュエータ用                                            |       |      |      |       |       |       |      |
| 電気機械<br>結合係数 | ×10 <sup>-2</sup>                              | <i>k<sub>p</sub></i>                                                  | 65                                                                         | 73    | 69   | 57   | 60    | 69    | 72    | 68   |
|              |                                                | <i>k<sub>31</sub></i>                                                 | 37                                                                         | 43    | 43   | 37   | 37    | 42    | 44    | 40   |
|              |                                                | <i>k<sub>33</sub></i>                                                 | 75                                                                         | 78    | 79   | 69   | 69    | 74    | 78    | 77   |
|              |                                                | <i>k<sub>t</sub></i>                                                  | 51                                                                         | 51    | 54   | 49   | 49    | 50    | 51    | 53   |
|              |                                                | <i>k<sub>15</sub></i>                                                 | 70                                                                         | 76    | 76   | 58   | 65    | 68    | 69    | 71   |
| 周波数定数        | m・Hz                                           | <i>N<sub>p</sub></i>                                                  | 2030                                                                       | 1930  | 1900 | 2040 | 1960  | 1950  | 1910  | 1890 |
|              |                                                | <i>N<sub>31</sub></i>                                                 | 1430                                                                       | 1410  | 1400 | 1440 | 1380  | 1410  | 1430  | 1410 |
|              |                                                | <i>N<sub>33</sub></i>                                                 | 1390                                                                       | 1380  | 1290 | 1390 | 1380  | 1390  | 1320  | 1300 |
|              |                                                | <i>N<sub>t</sub></i>                                                  | 2090                                                                       | 2150  | 2000 | 1950 | 1960  | 2080  | 2070  | 1970 |
|              |                                                | <i>N<sub>15</sub></i>                                                 | 900                                                                        | 880   | 840  | 950  | 920   | 900   | 930   | 870  |
| 比誘電率         |                                                | <i>ε<sub>11</sub><sup>T</sup>/ε<sub>0</sub></i>                       | 3090                                                                       | 3900  | 4870 | 6050 | 4400  | 4900  | 4400  | 5600 |
|              |                                                | <i>ε<sub>33</sub><sup>T</sup>/ε<sub>0</sub></i>                       | 3650                                                                       | 4200  | 4760 | 6640 | 5500  | 5800  | 5300  | 6050 |
| 等価圧電定数       | ×10 <sup>-12</sup><br>m/V (C/N)                | <i>d<sub>31</sub></i>                                                 | -266                                                                       | -335  | -356 | -354 | -330  | -375  | -366  | -371 |
|              |                                                | <i>d<sub>33</sub></i>                                                 | 600                                                                        | 670   | 774  | 718  | 640   | 710   | 770   | 826  |
|              |                                                | <i>d<sub>15</sub></i>                                                 | 781                                                                        | 980   | 1140 | 827  | 820   | 920   | 848   | 1080 |
| 電圧出力係数       | ×10 <sup>-3</sup><br>V・m/N (m <sup>2</sup> /C) | <i>g<sub>31</sub></i>                                                 | -8.3                                                                       | -9.0  | -8.4 | -6.0 | -7.0  | -7.3  | -7.8  | -6.9 |
|              |                                                | <i>g<sub>33</sub></i>                                                 | 18.5                                                                       | 17.9  | 18.4 | 12.2 | 13.5  | 13.9  | 16.4  | 15.4 |
|              |                                                | <i>g<sub>15</sub></i>                                                 | 28.6                                                                       | 28.3  | 26.6 | 15.5 | 21.0  | 21.2  | 21.8  | 21.8 |
| 弾性定数         | ×10 <sup>10</sup><br>N/m <sup>2</sup>          | <i>Y<sub>11</sub><sup>E</sup>=1/<i>S<sub>11</sub><sup>E</sup></i></i> | 6.2                                                                        | 6.1   | 6.0  | 6.5  | 5.9   | 6.4   | 6.6   | 6.3  |
|              |                                                | <i>Y<sub>33</sub><sup>E</sup>=1/<i>S<sub>33</sub><sup>E</sup></i></i> | 5.1                                                                        | 5.1   | 4.4  | 5.4  | 5.4   | 5.5   | 4.9   | 4.6  |
|              |                                                | <i>Y<sub>55</sub><sup>E</sup>=1/<i>S<sub>55</sub><sup>E</sup></i></i> | 2.2                                                                        | 2.1   | 1.9  | 2.6  | 2.4   | 2.4   | 2.6   | 2.5  |
| ポアソン比        |                                                | <i>σ</i>                                                              | 0.34                                                                       | 0.29  | 0.30 | 0.36 | 0.38  | 0.32  | 0.28  | 0.27 |
| 機械的品質係数      |                                                | <i>Q<sub>m</sub></i>                                                  | 65                                                                         | 65    | 46   | 25   | 30    | 24    | 28    | 67   |
| 誘電損失         | %                                              | <i>tan δ</i>                                                          | 1.90                                                                       | 2.20  | 2.00 | 4.50 | 3.00  | 3.70  | 3.60  | 1.70 |
| キュリー点        | ℃                                              | <i>T<sub>c</sub></i>                                                  | 195                                                                        | 202   | 186  | 130  | 165   | 170   | 183   | 150  |
| 密度           | ×10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>             | <i>ρ</i>                                                              | 7.50                                                                       | 7.70  | 7.67 | 7.75 | 7.75  | 8.10  | 8.10  | 7.91 |
| 温度係数         | <i>f<sub>T</sub></i> TC<br>ppm/℃               | -40～+20℃                                                              | -260                                                                       | -290  | -704 | -970 | -1000 | -1370 | -1580 | -690 |
|              |                                                | +20～+80℃                                                              | 30                                                                         | 100   | -185 | 540  | 550   | 330   | 660   | 1360 |
|              | CTC<br>ppm/℃                                   | -40～+20℃                                                              | 3650                                                                       | 3500  | 4360 | 7610 | 6000  | 8400  | 8450  | 7190 |
|              |                                                | +20～+80℃                                                              | 5440                                                                       | 5300  | 7590 | 9630 | 4500  | 8800  | 6780  | 5360 |
| 材質の特長        |                                                |                                                                       | 高 <i>ε<sub>33</sub><sup>T</sup>・d<sub>33</sub></i> 、低 <i>Q<sub>m</sub></i> |       |      |      |       |       |       |      |

※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。

## 圧電セラミックスの材料特性

●PT-PbTiO<sub>3</sub>系 ●PN-PbNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>系 ●BiT-Bi<sub>4</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>12</sub>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<br>超音波レベル計<br>タッチセンサ<br>HIFU式治療用 |                          | 超音波探傷機<br>超音波厚み計              | 超音波流量計<br>(高温型)         |
| 電気機械<br>結合係数 | ×10 <sup>-2</sup>                             | $k_p$                             | 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         |                                               | $\varepsilon_{11}T/\varepsilon_0$ | —                        | —                                       | 250                      | (370)                         | —                       |
|              |                                               | $\varepsilon_{33}T/\varepsilon_0$ | 185                      | 220                                     | 215                      | 300                           | 150                     |
| 等価圧電定数       | ×10 <sup>-12</sup><br>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 <sup>-3</sup><br>V・m/N(m <sup>2</sup> /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 <sup>10</sup><br>N/m <sup>2</sup>         | $Y_{11}^E=1/S_{11}^E$             | 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        |                                               | $\sigma$                          | 0.26                     | 0.20                                    | 0.21                     | —                             | 0.22                    |
| 機械的品質係数      |                                               | $Qm$                              | 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        | ℃                                             | $T_c$                             | 385                      | 310                                     | 250                      | 530                           | 670                     |
| 密度           | ×10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>            | $\rho$                            | 7.60                     | 7.40                                    | 6.92                     | 5.70                          | 7.20                    |
| 温度係数         | $f_TTC$<br>ppm/℃                              | -40～+20℃                          | -70                      | -60                                     | -50                      | (-1400)                       | -66                     |
|              |                                               | +20～+80℃                          | -70                      | -40                                     | -100                     | (-800)                        | -66                     |
|              | $CTC$<br>ppm/℃                                | -40～+20℃                          | 2350                     | 2550                                    | 3000                     | (950)                         | 450                     |
|              |                                               | +20～+80℃                          | 3600                     | 4000                                    | 4500                     | (1100)                        | 820                     |
| 材質の特長        |                                               |                                   | 異方性 $k_t>k_p$<br>高 $T_c$ | 異方性 $k_t>k_p$<br>高 $Qm$                 | 異方性 $k_t>k_p$<br>高 $k_t$ | 低 $Qm$ ・<br>高 $T_c$ ・低 $\rho$ | 異方性 $k_t>k_p$<br>高 $Qm$ |

※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。