

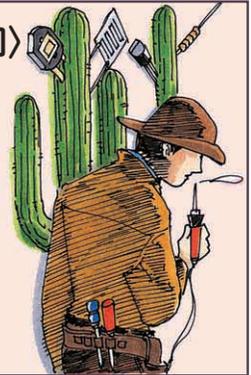
作りながら学ぶ初めてのセンサ回路〈第11回〉

たたくと瞬間的に電圧を発生する圧電素子で作る！



衝撃測定器の製作

島田 義人
Yoshihito Shimada



今月は圧電素子を使った衝撃測定器(写真11-1)を作ってみましょう。米粒ほどの小さな物が当たった程度の衝撃でも検出できます。

衝撃を感知すると電子ブザーが鳴る警報機能も付きました。衝撃センサをドアや窓に貼り付けておけば防犯に役立つでしょう。

圧電素子ってなんだろう？

● 電気エネルギーと機械エネルギーを相互に変換する

圧電素子は、たたくと瞬間的に電圧を発生する圧電効果と、電圧を加えると伸び縮みする逆圧電効果という二つの効果をもっています。

1880年、キューリー夫人の夫であるピエールと、その兄のジャックが、電気石にこの現象があることを発見しました。圧電性を示す物質としては、古くからロッシェル塩や水晶など単結晶の素材が知られていますが、圧電素子の材料としては、より大きな圧電性をもつチタン酸バリウム(BaTiO_3)やチタン酸ジルコン

酸鉛 $\text{Pb}(\text{Zi}, \text{Ti})\text{O}_3$ などの圧電セラミックスが使われています。

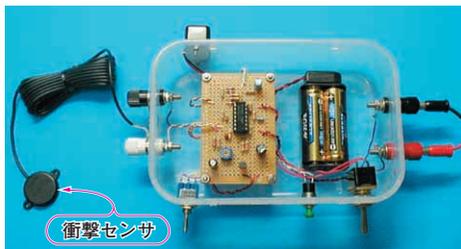
● 圧電素子の構造

チタン酸バリウムなどの圧電セラミックスの結晶は、図11-1に示すようなペロブスカイト型と呼ばれる結晶構造をしています。結晶の中心付近の原子(Ti^{4+})は、外部電界で動きやすいため、電気的中性から外れる「分極」という現象が発生します。

図11-2に分極状態の変化のようすを示します。製造工程で焼結したばかりの段階[図11-2(a)]では、結晶粒子内がいくつかの群に分かれて分極を作っています。その区域内でそれぞれ分極を生じていますが向きがばらばらで、セラミックス全体では見かけ上、電荷の偏りがなく、分極はゼロに見えます。この状態では圧電セラミックスは圧電性を示しません。

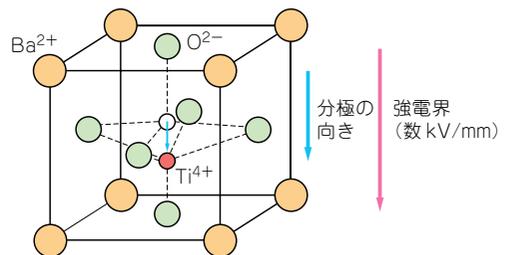
これに高電圧を加え、結晶中に数 kV/mm 程度の強電界を加えると、分極の向きが同じ方向[図11-2(b)]にそろいます。これを分極処理といいます。

ひとたび強電界を加えると、高電圧を取り除いた後

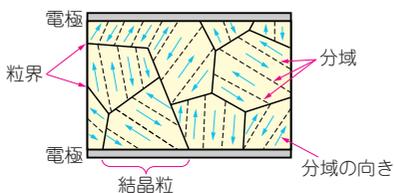


〈写真11-1〉 衝撃測定器の外観

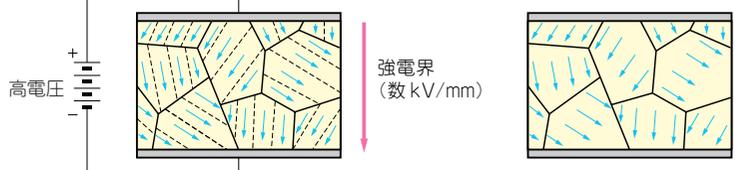
〈図11-1〉 ペロブスカイト型結晶構造



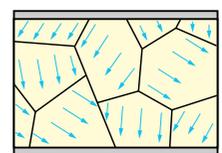
〈図11-2〉 圧電セラミックス



(a) 焼結したばかりの状態

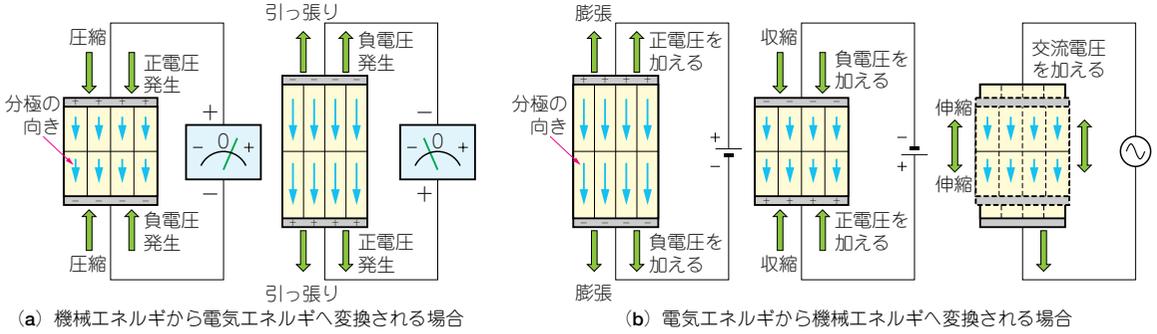


(b) 高電圧を加える(分極処理)



(c) 分極処理後の状態

〈図 11-3〉 圧電セラミックスのエネルギー変換のしくみ



でも分極の向きは元に戻らず、一様の方向にそろったまま残ります。図 11-2(c)に示します。この状態になってはじめて圧電セラミックスは圧電効果を発揮します。

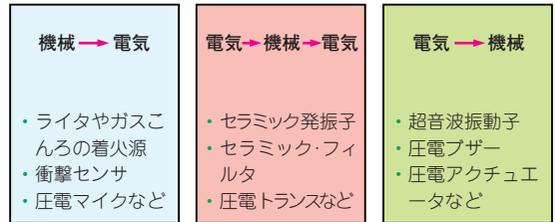
● 圧電セラミックスのエネルギー変換のしくみ

図 11-3(a)に示すように、分極処理後の圧電セラミックスに圧力を加えると、片面は正電圧、他面は負電圧が発生します。引っ張ると、各面には圧力を加えたときと反対の電圧が発生します。

図 11-3(b)に示すように、圧電セラミックスに外部から直流電圧を加えると、セラミックス内部の電荷の中心が引き合ったり、しりぞけ合ったりして、セラミックス本体が伸びたり縮んだりします。

交流電圧をかけると図 11-3(c)のように、その周波数に応じた振動が生じます。このように圧電セラミックスは、結晶の分極を利用して電気エネルギーと機械

〈図 11-4〉 圧電セラミックスの応用例



エネルギーの交換をします。

● 圧電セラミックスの応用例

図 11-4に圧電セラミックスの応用例を示します。機械エネルギーから電気エネルギーへ変換するものに衝撃センサや圧電マイクなどがあります。もっと身近な物ですと、ライターやガスコンロの着火源に利用されています。圧電体をたたいて急激にひずませることで、瞬

〈図 11-5〉 衝撃測定器の回路図

