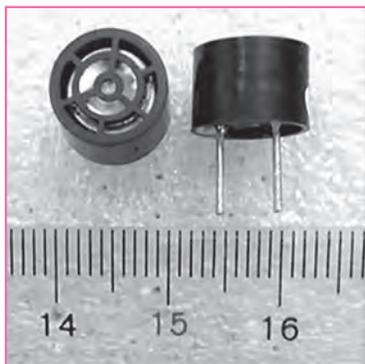


第2章 圧電セラミックスによる
さまざまな超音波の発生&検出

超音波デバイスの基礎知識

中村 健太郎 Kentaro Nakamura



音にはスピーカとマイク 超音波にはトランスデューサ

超音波を発生したり検出したりするデバイスを、超音波トランスデューサといいます。可聴周波数のスピーカとマイクロホンに相当するものです。

可聴域のスピーカは、ほぼ100%がダイナミック型です。ボイス・コイルの付いた振動板(コーン紙)を電磁力で動かします。イヤホンの一部には電磁石の吸着力を使ったマグネチック型も使われています。これに対して、超音波では電界によってひずみが発生する圧電素子が広く使われています。

可聴域のマイクロホンは、静電現象によるコンデンサ型が多用されています。超音波では検出にも圧電素子を使うことが多いです。

本章では超音波トランスデューサの概要を述べます。空中用なのか液中用なのか固体用なのか、また、動作周波数によってそれぞれ適した構造があります。固体用では縦波のほかに横波が使われることもあり、専用のトランスデューサがあります。一方、計測用かパワー用かによっても考え方が大きく変わります。

超音波デバイスに欠かせない 「圧電素子」

● 圧電とは

図1のように、水晶などの結晶片の両側に電極を付けて力を加えると電極間に電圧が発生します。これは1880年にキュリー兄弟によって発見された現象で、圧電効果と呼ばれます。

逆に、電圧を電極に加えると結晶は変形しようとして力を発生します。これを逆圧電効果と呼びます。

この性質を示す結晶には極性があって、これを分極といいます。分極の方向と電極を付ける面によって電圧をかけた際の変形の仕方がわかります。超音波の発生には逆圧電効果が、検出には圧電効果が使われます。縦波用なのか横波用なのかによって分極方向と電圧の方向を選んでトランスデューサを作ります。

● 圧電セラミックス

比較的周波数の低い10 MHz程度までの超音波応用では、圧電セラミックスが主に使われます。圧電セラミックスは圧電性が大きく、自由な形に焼成できる、分極方向を選べるなどの利点があります。

現在の多くの応用で、チタン酸ジルコン酸鉛[PZT、化学式 $Pb(Zr,Ti)O_3$]という圧電セラミックスが使われています。同じPZT材料でも少しの添加剤の変更で特性が変化し、用途に応じた材料が製造されています。

数十MHzを超える応用ではニオブ酸リチウム(LN、化学式 $LiNbO_3$)など、さまざまな結晶が使われます。また、PZTなどの薄膜を使うこともあります。

● シンプルな圧電素子…可聴周波数用圧電ブザー

本格的な超音波トランスデューサについて述べる前に、写真1の可聴周波数用の圧電ブザーをみてみましょう。

図2のように0.1 mm程度の厚さの真鍮円板にその6割程度の直径の薄いPZT素子を同心円に貼り合わせたものが圧電ブザーの本体です。これがプラスチックの共鳴ケースに入ったものが数kHzの発音素子として売られています。

PZT円板の表面には導電性金属が薄く付けられていて、真鍮板とこの金属によってPZT円板に電圧をかけます。

