높은 전압과 초음파를 만드는

신비의 돌…압전체

李 光 榮
〈한국일보기획위원/본지편집위원〉

두드리면 전기 발생한다

물질(結晶體) 가운데는 두드릴 때마다 전기가 생겨나는 것이 있다. 이들 물질은 압력을 가해서 모양(形態)을 찌그러트리면 한쪽엔 양(+) 다른 한쪽엔 음(-) 전기가 생겨나 전압(電壓)을 일으킨다. 이같은 물질을 압전체라 한다. 그리고 이같은 현상을 전문용어로 피에조(piezo)전기직접효과 또는 압전직접효과라 한다. 피에조는 그리스말로 눌러서 오그라뜨린다는 뜻이다.

이와 같이 힘을 가할 때 전압이 발생하는 물체를 압전체(壓電體)라 말한다. 압전체는 이와 같이 전기를 일으키는(起電力)효과와 함께 이와 정반대로 전압을 걸면 늘어나든가 줄어들어 모양이 변하는 특성을 갖고 있다. 이를 압전효과의 반대되는 현상이라 해서 피에조전기역(逆)효과라 한다.

최근 이같은 압전체가 널리 응용됨에 따라 우리의 생활을 한결 편리하게 만들고 있다. 특히 압전효과를 갖는 여러 가지 종류의 세라믹스가 소개되면서 압전체의 이용도는 날이 갈수록 크게 확대되어 가고 있다.

압전체는 우선 피에조전기직접효과를 이용해서 가스라이터와 가스레인지 등에 불을 붙이는 데 널리 이용되고 있다. 고급 가스라이터는 대부분 압전체를 이용해서 불을 붙이고 있을 정도이다. 가스에 불을 붙이는 압전착화소자에 주로 사용하고 있는 것은 PZT(티타늄과 지르코늄酸鉛) 계열의 세라믹스이다. PZT는 지름 5mm, 길이 10cm 정도 크기의 알갱이(素子)로 1만5천~2만볼트의 전압을 얻을 수 있으며 두께 1mm 정도로 1천볼트가 넘는 높은 전압을 얻을 수 있다. 작은 가스라이터에 불을 붙이는데 이들 압전소자가 이용되고 있는 것은 이 때문이다.

물리적인 힘을 전기로 바꿔주는 피에조전기직접효과는 전축의 픽업과 전화기의 송화기에도 이용하고 있다. 지금은 레코드라 하면 디지털의 콤팩트 디스크(CD)를 떠올리지만 얼마전까지만 해도 아날로그전축이 인기를 끌었다.

아날로그전축은 판에 새겨진 홈을 따라 파인 파형을 소리로 재생하는 것이다. 아날로그전축은 1960년경 스테레오가 나와 홈의 중앙은 물론 좌우의 벽에 별도로 파형을 만들어 이를 재생함으로써 입체음향효과를 낼 수 있게 했다. 바로 이 음을 재생하는 장치의 주역이 PZT 압전소자였다. PZT 압전소자는 바늘이 홈과 양쪽 벽에 새겨진 파형에 따라 진동할 때 이를 전압의 차로 바꿔, 음을 재생했다. PZT 압전소자 픽업은 구조가 간단한데다 미세한 홈의 진동을 비교적 높은 전압(0.2~0.5볼트)으로 간단히 바꿔줌으로써 소리를 천연의 상태로 쉽게 재생했다. 따라서 입체음향효과를 얻는데 PZT는 없어서는 안될 귀중한 재료였다.

압전송화기는 전축의 픽업에서 나타나는 원리를 이용한 것이다. 차이가 있다면 픽업은 홈의 진동을 전압차로 바꿔준 것이고 압전송화기는 음파를 직접 전압차로 전환한다는 것뿐이다. 종전의 탄소가루를 사용하던 송화기에 비해 잡음이 없고 가벼운 데다 소형이어서 이용에 편리한 점이 많다. 압전송화기가 나타나자 탄소가루를 사용하던 송화기가 자취를 감추게 된 까닭이 여기에 있다. 전압을 진동으로 바꿔주는 피에조전기역효과는 압전부저에서 압전스피커, 압전수화기, 초음파송수신기, 초음파진단장치, 초음파력진동자, 초음파증기발생기, 압전모터 등 다양하게 이용되고 있다.

꽃 만지면 음악이 나온다

전자시계에서 내는 신호음은 작고 알팍한 압전부저판 한장이면 족하다. 압전소자판에 전압을 가하면 이에 따라 늘어났다 줄어들었다 하게 되는데 이를 금속판에 전달해서 부저음(공진주파수 2~6킬로헤르츠)을 내게 된다. 이를 더 발전시킨 것이 요즘 각종 카드나 책갈피를 연다든지 인조꽃의 줄기 또는 잎과 꽃잎 등 특정 부위를 만질(壓迫) 때마다 아름다운 멜로

디가 울려나오는 자명악(自鳴樂Orgel)이다. 요즘은 이들 자명악의 원리를 이용해서 사람의 음성을 녹음할 수 있는 집적회로(集積回路)를 만들어 신년인사는 물론 명절이나 생일 같은 특별한 날에 축하인사말을 카드 속에 직접녹음해서 보내는 일이 가능해졌다. 집적회로의 크기도 새끼손톱보다 작게 만들 수 있게 되어 이용폭이 넓어졌다. 아직은 값이 비싼 것이 흠이지만 반도체기술이 발전함에 따라 머지않아 수천원대로 구입할 수 있게 될 것으로 보고 있다.

벽걸이 TV에도 이용한다

압전스피커는 자명악 집적회로를 한층 발전시킨 것으로 로봇이 내는 음성이 이에 속한다. 압전스피커는 요즘 평면스피커를 탄생시켜 액정 TV와 같이 얄팍한 벽걸이 TV에 이용하고 있다. 압전수화기는 압전송화기의 원리를 반대로 이용한 것이다. 압전수화기가 실용화함으로써 과거에 사용하던 탄소가루 수화기가 자취를 감추게 된 것은 물론이다.

초음파란 사람의 귀로는 들을 수 없는 음파를 말한다. 주파수로는 2만헤르츠 이상이 이에 해당한다. 그러나 초음파는 힘을 지니고 있어 기계적으로 이를 잡을 수 있다. 초음파송수신기와 수중초음파수신기, 초음파진단장치는 이를 이용한 것이다. 압전체의 원리를 반대(逆)로 이용하면 쉽게 초음파를 만들 수 있다. 다시 말해서 압전체에 전기를 통해주면 심하게 떨게(振動)된다. 압전체를 이용한 초음파 발생장치는 바로 이같은 원리를 이용한 것이다. 따라서 압전체를 이용하면 초음파를 간단히 만들어 낼 수 있다. 다시 말해서 2만헤르츠 이상으로 진동하는 압전체판만 있으면 초음파를 만들 수 있게 된다.

초음파의 이용은 무척 다양하다. 우선 가정에서 널리 사용하고 있는 TV의 리모컨이 초음파를 이용한 것이다. 리모컨 속에 초음파를 만드는 압전체를 집어넣고 여기에서 만드는 초음파를 TV에서 잡아 동작하도록 한 것이 TV 리모컨의 원리이다. 따라서 원리자체는 아주 간단하다.

초음파는 커튼을 원격조종하는 등 가정의 자동화에 널리 이용되고 있다. 집안에 도적이 침입하면 이를 포착해서 주인에게 부저음이나 전기신호로 알려줄 뿐 아니라 자동차가 후진할 때 어느 정도로 뒤쪽의 물체에 접근했는지를 알려주는 데도 이용되고 있다. 집을 비우고 나간 주부가 전화를 걸어 집안에 사람이 있는지도 확인할 수 있고 전기밥솥은 물론 보일러의 스위치를 켜 밥을 짓게 하고 방을 따뜻하게 할 수 있다. 밖에서 집에 전화를 건 다음 수치로 된 명령을 주어 초음파를 발생토록 해서 이 초음파에 따라 밥솥과 보일러가 작동하도록 할 수 있기 때문이다.

고기떼 찾고 질병도 진단

수중초음파송수신기는 어군탐지기에 이용되고 있다. 초음파는 물속을 뚫고 퍼져나갈 수 있을 뿐 아니라 단단한 물체에 부딪치면 반사되어 되돌아오는 성질을 갖고 있다. 초음파어군탐지기는 바로 이같은 원리를 이용한다. 배안에서 일정한 방향으로 초음파를 쏘아 보내면 단단한 물체에 부딪쳐 반사음이 되돌아 오기 마련인데 이를 수신장치로 잡아 물체의 정체를 알아내는 것이다. 초음파어군탐지기를 갖춘 고기배가 쉽게 망망대해에서 고기의 떼는 말할 것 없고 고기의 종류까지 정확히 알아낸 다음 움직이는 방향을 따라 좇아가 잡을 수 있는 이유가 이것이다.

압전체는 병을 진단하는 초음파진단장치로서도 널리 쓰이고 있다. 초음파진단장치는 바로 어군탐지원리를 몸안의 상태와 움직임을 알아보는데 이용한 것이다. 초음파진단장치를 이용하면 몸안에 생긴 신석이나 담석과 같은 돌은 물론 심장과 태아의 움직임에서 방광과 요도 같은 곳의 형태변화를 알아낼 수 있다.

초음파는 힘도 갖고 있어서 세기를 강하게 하면 물체를 부수거나 깎아낼 수도 있다. 초음파를 이용해서 신장이나 요로 또는 담낭이나 담도에 생긴 돌을 잘게 부수어 밖으로 배출하도록 하는데 이용하고 있는 까닭이 여기에 있다. 요즘은 이같은 의술이 많이 발달해서 옛날 같으면 수술을 해야 할 신석과 담석도 수술하지 않고 치료할 수 있는 길이 열렸다.

초음파는 보석과 세라믹스가공에서 안경을 닦는 초음파세척과 금속의 표면처리를 위한 세척에도 널리 이용되고 있다.

가습기 · 세척기에도 사용

안경점에서 안경을 깨끗하게 세척해주는 장치가 바로 초음파를 이용한 세척기이다. 초음파는 수증기발생기에도 널리 이용하고 있다. 요즘과 같이 건조한 겨울에 가정에서 널리 쓰이고 있는 가습기는 초음파를 이용한 수증기발생기이다. 가습기는 물속에서 압전소자판을 초음파영역의 빠른 속도로 진동시킴으로써 물분자를 흐트러뜨려 증기를 만들어낸다. 따라서 가습기는 아주 간단하게 만들어져 있다. 압전체만 있으면 간단히 증기를 만들어낼 수 있기 때문이다.

압전체는 정밀모터에도 이용되고 있다. 압전체를 이용한 압전모터는 전압에 따라 늘어나고 움츠러드는 성질을 기계적 에너지로 바꿔 모터의 기능을 갖도록 한 것이다. 전기량으로 압전체가 움츠러드는 정도를 마음대로 조정할 수 있어 정밀모터 개발에 대단히 중요하다. 압전모터는 최신 자동초점렌즈카메라와 비디오카메라에 널리 이용되고 있다. 이렇듯 압전체는 우리 생활속에 깊이 파고들어 세상을 바꿔놓고 있다.