

非鉛系圧電体を用いた超音波流量計の開発と材料科学 --- 次世代の誘電・圧電研究の方向性 ---

Material Science and Development of Ultrasonic Flow Sensor

Using Lead-free Piezo-Ceramics

東工大院理工 °鶴見 敬章, 保立 萌衣, 吉留 大地, 保科 拓也, 武田 博明

Tokyo Tech., °Takaaki Tsurumi, Mei Hotate, Daichi Yoshidome, Takuya Hoshina, Hiroaki Takeda

E-mail: ttsurumi@ceram.titech.ac.jp

非鉛系圧電体はいまでも精力的に研究されているが、未だ PZT に匹敵する材料は見いだされていない。また、電子材料での鉛の使用に関する規制も不透明な部分が残されている。非鉛系材料に使用される元素は、いずれも PZT の鉛、チタン、ジルコニウムよりも高価であり、非鉛系圧電体の実用化は、性能が悪く値段の高い製品をユーザーに買わせることに他ならない。このような状況では、非鉛系圧電体の開発に関わる企業の研究者が、先の見えない研究開発に不安感や焦燥感をいだくのは当然である。これに対し、大学の研究者は相も変わらず夢物語を語り、論文の引用件数を競いあう。最近では、論文の引用件数で、研究費だけでなくともすれば上位ポストへのノミネーションまで決まってしまう。しかし、町で暮らす一般市民にとっては論文の引用件数など、どうでもいいのは言うまでもない。このような状況では学会の活性化など望むべくもない。今回、応用物理学会の誘電体関連で薄膜とバルクが融合したのは本当に喜ばしいことである。是非、この機会に将来の当分野の活性化のため議論を積み重ねていただきたいと思う。

電子材料は何らかのデバイス・機器に使われて初めて人の役に立つ。特に、圧電デバイスでは材料とシステムが一体となって機能を発現する。したがって、視野の狭い圧電材料の研究だけでは問題の解決や新規製品の開発にはつながらない。本発表で紹介するのは、圧電体ではなく、超音波の音響インピーダンス整合層に着目することで超音波流量計の性能を向上した研究である。チタン酸バリウム微粒子とエポキシ樹脂のコンポジットを、両者の混合比を変えて作り音響インピーダンスを測定した。圧電体から水中へ超音波が放出され、さらにそれが受信されときに信号強度が最大となる際の音響インピーダンスを計算し、そのコンポジットを 1 層挟むだけで出力信号は 50% 以上向上した。圧電体の研究だけでは達成が難しい値である。音響インピーダンス整合層は厚みを超音波の波長の $1/4$ にすることが望ましいと教科書には書かれており、多くの技術者もそう信じている。これは多重反射する超音波の干渉から考えれば理解できるが、実際に、1 層と 3 層のインピーダンス整合層を比較しても層数による性能の向上はみられなかった。この結果は独自に開発したシミュレーションの結果とも一致した。何故、教科書の記述に合わないのか、医療用のトランスジューサでも同じなのかについては講演の中で説明する。

さらに、超音波流量計の性能はシステムとして電気回路、制御用のソフトウェアにも大きく依存する。これらを踏まえたうえで新しい材料工学の分野について論じる。