



Z型六方晶フェライト 室温かつ弱磁場で電気磁気効果

大阪大学基礎工学研究科の木村 剛教授らの研究グループは、ストロンチウム、コバルト、鉄および酸素からなるフェライト磁石と類似の材料を用いることにより、通常は「電場（電圧）」の印加によって制御される電気分極を「室温」において「弱い磁場」の印加によって制御させることに成功した。

外部から印加された電場により物質に磁化が誘起される現象、また逆に、外部から印加された磁場により物質に電気分極が誘起される現象は「電気磁気効果」と呼ばれ、古くは19世紀末のフランスの科学者ピエール・キュリーらの提案に端を発し、1960年代から1970年代にかけていくつかの先駆的な研究が行われた。電気磁気効果を利用すれば、電場（磁場）制御によって磁気（強誘電）ドメインをスイッチさせる新規のデバイスや光の偏光制御を電場および磁場で行うといった磁気光学素子などへの応用が期待できる。それゆえ近年、基礎および応用の両面の興味から精力的に研究が進められている。しかしながら、これまで報告されている材料においては、室温よりはるかに低い温度でしか電気磁気効果が観測されていない。さらに、これらの材料における電気磁気効果発現のためには、数万ガウスという非常に強い磁場を必要としていた。これらの理由のため、これまで電気磁気効果を応用した実用的な各種デバイス、メモリ等を構成することが困難であった。

今回、「Z型六方晶フェライト」と呼ばれるストロンチウム、コバルト、鉄および酸素からなる酸化物セラミックス（化学式 $\text{Sr}_3\text{Co}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ ）が、室温領域かつ数百ガウスという弱い磁場の印加で顕著な電気磁気効果を示すことを発見した。今回の成果によって、室温において弱磁場で動作する電気磁気効果が実現され、同効果を利用したメモリ素子などの電子デバイスへの応用に向けた研究・開発が加速することが期待される。また、これまでフェライト磁石、マイクロ波素子さらにギガヘルツ領域での吸収体などとして利用されてきた六方晶フェライトの新たな機能開拓という意味でも今後の研究の展開が期待される。

（大阪大学基礎工学研究科 教授 木村 剛
連絡先：〒560-8531 大阪府豊中市待兼山町1-3、E-mail：kimura@mp.es.osaka-u.ac.jp）
URL：http://www.crystalmp.es.osaka-u.ac.jp
[2010年9月27日原稿受付]

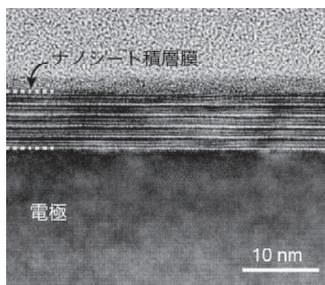
ナノの積木細工で高性能薄膜コンデンサ

（独）物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点の長田 実 MANA 研究者、佐々木高義主任研究者らの研究グループは、分

子レベルの薄さ（厚さ：1.5nm）の新しい高誘電体シートを発見し、ピーカーを使ったナノの積木細工で世界最高性能の薄膜コンデンサ素子の作製に成功した。

近年の携帯電話、パソコンの高機能化に伴い、コンデンサの需要も急速に伸びており、小型で大容量、高機能のコンデンサの開発が重要となっている。現在、コンデンサには、チタン酸バリウムなどの高誘電体セラミックスから作製した誘電体膜が使われており、誘電体膜を薄膜化することで、素子の小型化、高性能化（大容量化）を実現してきた。しかし、現在の高誘電体膜には、製造プロセスによる加工限界（薄膜化限界）や、ナノサイズに薄膜化すると、誘電率が低下するという問題があり、これがさらなる高性能化を目指す上で大きな障害となっていた。

今回、研究グループは、小型、高性能のコンデンサ素子を開発する新しい手法として、ナノレベルでも機能する高誘電体の探索を行い、分子レベルの薄さの高誘電体シート（ペロブスカイトナノシート（ $\text{CaSr})_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$ ）を発見した。さらに、環境にやさしい水溶液プロセスを用いたナノの積木細工で、ナノシートを1層ずつ精密に積み重ね、酸化物や白金の電極基板上に高品位の積層薄膜素子を作製した。こうして作製した薄膜コンデンサ素子は、優れた誘電特性を有し、膜厚5~20nmの超薄膜素子で世界最高の誘電率（210~240）と低リーク電流特性（ 10^{-8} A/cm²以下）を実現した。



今回の成果は、高誘電体ナノ材料を利用した新たな電子素子作製技術を与えると同時に、ペロブスカイトナノシートが持つ高誘電率、低リーク電流特性という特徴を利用した大容量コンデンサや低消費電力型メモリへの応用展開が期待される。

本研究は、科学技術振興機構 CREST 研究の一環として行われた。
（独）物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 長田 実 連絡先：〒305-0044 茨城県つくば市並木1-1、E-mail：osada.minoru@nims.go.jp

[2010年10月27日原稿受付]

お酒を使って超伝導発現に成功

（独）物質材料研究機構 超伝導材料センターの高野義彦らのグループは、お酒を用いて鉄系超伝導の誘発に成功したと発表した。さまざまな酒で試験した結果、最も効率よく超伝導が発現したのが赤ワインであったことが報告された。

最近発見された鉄系超伝導体は、銅酸化物高温超伝導体に次ぐ第二の高温超伝導になるものと期待され、世界中で精力的な研究がなされている。鉄系超伝導体の中で最もシンプルな結晶構造を有するのがFeSeである。FeSeは超伝導転移温度Tcが約10Kの超伝導体であるが、圧力をかけるとTc~37Kまで飛躍的に上昇することが最近明らかになり注目を集めている。

このFeSeと結晶構造が大変よく類似しているものにFeTeがあるが、反強磁性体で超伝導は示さない。一般に、磁気秩序が存在すると超伝導が発現しない。そこで、固相反応法でイオン半径の小さなSを20%ドープしたFeTe_{0.8}S_{0.2}を作成したところ、磁気秩序の抑制には成功したが、残念なことに超伝導は出現しなかった。ところが、その試料をしばらく大気中に放置していたところ、数日後にはなんと超伝導体になっていたのである。この現象を詳しく調べたところ、水と酸素が共存すると超伝導が発現しやすいことがわかった。しかし良質な超伝導が発現するには、数ヶ月もの時間が必要である。そこで、もっと短時間に効率よく超伝導を誘発させる良い液体はないかと、例えば、水酸基OH-などが含まれた液体、メタノール、エタノールなどを試したが、期待した効果は得られなかった。

そのころ偶然、研究室で宴会が催され、もしかしたらお酒で超伝導が発現するかもしれないと思いつき、実際に実験してみた。用いたお酒は、赤ワイン、白ワイン、ビール、日本酒、ウイスキー、焼酎の6種類である。それぞれのお酒と、比較のために、純粋、水エタノール混合溶液、無水エタノールに試料を浸し、70℃で24時間加熱した。図に、磁化率より見積もった超伝導体積率を示す。水エタノール混合溶液ではアルコール濃度に依存せず超伝導体積率が10%前後と少ないのに対し、酒では最も少ない焼酎でもその2~3倍、そして、最も大きい赤ワインでなんと6~7倍もあった。エタノール濃度が同程度である赤ワイン、白ワイン、日本酒において超伝導体積率に大きな違いがあることから、お酒に含まれる水エタノール以外の成分が超伝導発現に寄与していることがわかる。高野らは、「思いついたことは何でもやってみることが大切なんです。今後、お酒と試料の反応前後の成分分析を行い、超伝導発現のメカニズムを解明したい」と述べている。

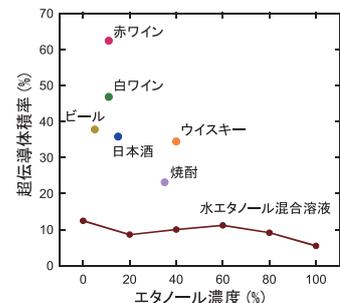


図 さまざまなお酒に70℃24時間浸した試料の超伝導体積率

[2010年10月31日原稿受付]