

Ключ к электронике будущего: на что способен самый популярный магнитный материал

Учёные из МФТИ изучили свойства одного из самых популярных в мире материалов для производства магнитов. Оказалось, что этот материал можно применять в электронике нового поколения — терагерцовых приборах.

В работе, кроме сотрудников лаборатории терагерцовой спектроскопии Центра фотоники и двумерных материалов МФТИ, принимали участие их коллеги из [Института общей физики им. А. М. Прохорова РАН](#), [Южно-Уральского государственного университета](#), [Южного федерального университета](#), Института физики Чешской академии наук и Карлова университета (Чешская Республика), Штутгартского и Аугсбургского университетов (Германия), а также [Института автоматизики и электрометрии СО РАН](#).



GettyImages

Несмотря на непривычное название, на самом деле гексаферриты хорошо знакомы любому человеку, который держал в руках банковскую карточку, карту-ключ от номера в отеле или кассету с магнитной лентой — магнитные полоски в них сделаны из гексаферрита. Оказалось, что это вещество можно применять в электронике нового поколения — терагерцовых приборах.

Терагерцовые технологии пока не вошли плотно в нашу повседневную жизнь, однако ввиду их бурного развития этот день явно не за горами. Многие из нас, сами того не зная, уже соприкоснулись с терагерцовыми приборами, например проходя на посадку в аэропорту через сканер для досмотра. Это лишь один из множества примеров терагерцовых приборов. Область их применения захватывает медицину, телекоммуникации, информационную безопасность и многие другие сферы. Но чего же не хватает перспективным технологиям для уверенного развития? Ответ прост — материалов. Тех самых «кирпичиков», из которых учёные и инженеры строят наше с вами будущее. И здесь на сцену выходят гексаферриты. Несмотря на непривычное название, на самом деле гексаферриты хорошо знакомы любому человеку, который держал в руках банковскую карточку, карту-ключ от номера в отеле или кассету с магнитной лентой. Все эти вещи объединяет одно — магнитные полоски в них сделаны из

гексаферрита. Внешне невзрачное черно-коричневое вещество, как оказалось, является весьма привлекательным магнитным материалом. А тот факт, что гексаферриты ещё и достаточно дешёвы в производстве, так как их получают из отходов металлургии и машиностроения, позволил им развернуться во всю мощь на магнитном рынке и занять добрую его треть с годовым оборотом в миллиарды долларов. Однако прославившие гексаферрит магнитные свойства заставили незаслуженно забыть о других его выдающихся качествах. Исторически научное изучение гексаферритов шло довольно однобоко: учёные немного меняли химическую формулу и смотрели, как это скажется на магнитных характеристиках. Остальные исследования если и проводились, то с сильно меньшим энтузиазмом.

Учёные из [МФТИ](#) в соавторстве с российскими и зарубежными коллегами впервые исследовали потенциал гексаферрита для терагерцовых технологий. Результат оказался впечатляющим. Одной из желанных характеристик материала в современном приборостроении является настраиваемость, то есть возможность целенаправленно менять свойства вещества. Например, меняя температуру, управлять прозрачностью материала и т.д. Именно настраиваемость гексаферритов и вызвала восторг исследователей. Людмила Алябьева с коллегами исследовали гексаферрит бария-свинца. Оказалось, что если в гексаферрит бария добавить свинец, это значительно изменит его терагерцовый отклик, то есть характер взаимодействия с терагерцовым излучением.

Изучая, как количество добавленного в гексаферрит свинца влияет на способность поглощать терагерцы, учёные обнаружили, что при определенной концентрации свинца отклик меняется внезапно и неожиданным образом. В нём появляется полоса поглощения, которую можно передвигать по частоте. Чтобы сместить такую полосу, нужно просто охладить материал — и гексаферрит станет легко настраиваемым! В принципе, само явление таких перемещающихся полос поглощения известно в физике твёрдого тела и носит название «мягкие моды». Однако мягкая мода, обнаруженная в гексаферрите, задала учёным сразу две загадки: во-первых, само её появление было полной неожиданностью, а во-вторых, её поведение при понижении температуры отличается от предписываемого стандартной теорией. В своей работе Людмила Алябьева и соавторы предлагают объяснение обоим явлениям — и неожиданному появлению мягкой моды, и её необычному поведению. Работа опубликована в журнале группы Nature — [NPG Asia Materials](#).

«Помимо очевидной практической значимости, исследование имеет и чисто фундаментальный интерес: мы впервые пронаблюдали мягкую моду с таким экзотическим температурным поведением. Сейчас мы активно работаем над тем, чтобы выяснить, какие физические процессы лежат в основе её природы», — говорит Борис Горшунов, д. ф.-м. н., руководитель лаборатории терагерцовой спектроскопии Центра фотоники и двумерных материалов МФТИ.

Таким образом, гексаферрит, кроме заслуженной славы на магнитном поприще имеет также потенциал для покорения вершин терагерцовой электроники. Дешевизна производства, химическая стабильность, нетоксичность и экологичность также сыграют здесь свою роль.

«Конечно, не обошлось без проблем: для досконального изучения свойств гексаферрита нам требовались достаточно большие кристаллы, в то время как все хорошо отработанные в мире технологии работают на получение мелких кристалликов или порошков. Однако и эта проблема постепенно преодолевается. Например, уникальные по размеру и качеству кристаллы для данной работы были выращены нашими коллегами, группой профессора Дениса Винника в Челябинске», — добавляет Людмила Алябьева, к. ф.-м. н., старший научный сотрудник лаборатории терагерцовой спектроскопии МФТИ и первый автор работы.

Василий Макаров
Материал предоставлен пресс-службой МФТИ

Источники:

Ключ к электронике будущего: на что способен самый популярный магнитный материал – TechInsider (techinsider.ru), Москва, 25 августа 2023.