

Материалы

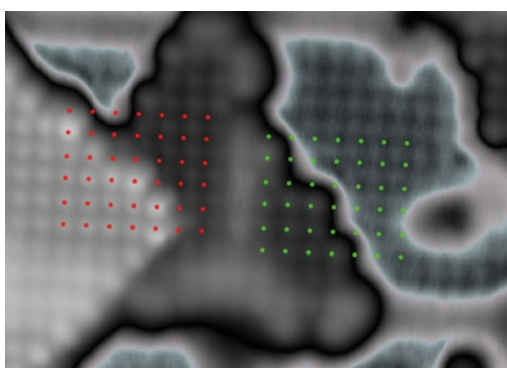
Физика

Физики смогли

20:46 | 25 Окт. 2017

Сложность | 3.7

Электрический переключатель толщиной в атом сделали из поваренной соли



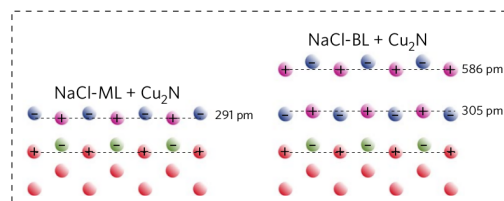
Изображение исследуемой поверхности, полученное с помощью туннельной электронной микроскопии. Полосы соответствуют поверхности меди, не покрытой слоем нитрида. Красными и зелеными точками обозначено положение ионов хлора в разных слоях
J. Martinez-Castro et al. / Nature Nanotechnology, 2017

Слой обычной поваренной соли (NaCl) толщиной в один-два атома стал основой для электрического «нановыключателя» — этот слой способен менять диэлектрическую поляризацию в ответ на изменение внешнего электрического поля, и «запоминать» ее после того, как поле исчезает. Этот двумерный материал может оказаться перспективным для создания электрических цепей и элементов памяти, пишут авторы исследования в статье, [опубликованной в Nature Nanotechnology](#).

Материалы с управляемой **диэлектрической поляризацией** являются одной из альтернатив магнитным материалам при создании элементов компьютерной памяти. Обычно в этом качестве используют **сегнетоэлектрики** — аналоги ферромагнетиков, в которых образуются области с согласованной поляризацией. Однако, поскольку при включении сегнетоэлектрических материалов в электрическую цепь из-за эффектов экранирования заряда поверхностные слои теряют свои свойства, создание из них тонких пленок крайне затруднено. Поэтому, хотя сейчас разработано много двумерных проводящих и **полупроводниковых** материалов, диэлектрических атомарно тонких пленок с контролируемой проводимостью на сегодняшний день предложено не было.

Хосе Мартинес-Кастро (Jose Martinez-Castro) из университета Женевы и его коллеги из Британии и Испании предложили способ создания атомарно тонкой пленки с управляемой поляризацией на основе хлорида натрия. Для его получения поверхность медного электрода покрывали слоем нитрида меди (Cu_2N), а сверху наносили один или два слоя хлорида натрия. И хлорид натрия,

и нитрид меди являются диэлектриками, при этом слой нитрида меди может поляризоваться при наложении внешнего поля за счет смещения электронной плотности. Хлорид натрия является ионным кристаллом и поляризоваться он может только при смещении ионов относительно своего равновесного положения.



Атомарная структура изучаемого материала: в случае одного (слева) или двух (снизу) слоев хлорида натрия

J. Martinez-Castro et al. / Nature Nanotechnology, 2017

В таком материале условия снизу и сверху от слоев хлорида натрия сильно отличаются, и это приводит к нарушению кристаллической симметрии. Асимметрия структуры приводит к сдвигу позиции ионов относительно их начального положения. Хлорид-анионы при этом оказываются ближе к поверхности, а катионы натрия — глубже погружены внутрь материала. Такое смещение зарядов приводит к появлению собственной поляризации слоя хлорида натрия даже при отсутствии внешнего электрического поля.

Оказалось, что кроме наличия собственной поляризации, для такой структуры характерна чувствительность к изменениям внешнего электрического поля. При включении поля можно менять положение ионов в двумерной решетке, меняя таким образом поляризацию пленки. Интересно, что поляризация при изменении поля имеет ярко выраженный гистерезис и имеет остаточную поляризацию, отличную от начальной при выключении поля. Это свойство может оказаться крайне важным в контексте возможного использования таких пленок для записи информации.

Аналогичные свойства проявляют и другие ионные кристаллы, в частности, в работе было показано аналогичное поведение диэлектрических слоев бромида калия.

Благодаря тому, что атомарные диэлектрические пленки хлорида натрия нанесены на поверхность электрода, то изменять ее поляризацию довольно просто. Управление же поляризацией отдельных доменов в трехмерных

сегнетоэлектриках оказывается довольно сложной задачей. Обычно для этого используется контактный метод, а в качестве альтернативного способа ученые **предложили** использовать электронные пучки, что позволяет резко повысить плотность записи информации.

Александр Дубов