

Miniaturizando los futuros dispositivos electrónicos: control del transporte cuántico de los electrones a través de una pared de dominio ferroeléctrica.

Madrid, 19 de abril de 2017

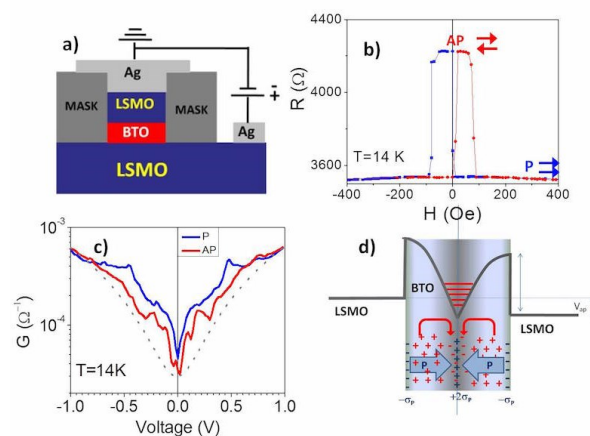
– Investigadores del Departamento de Física de Materiales de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM-CSIC) aprovechan un conocido efecto cuántico para conseguir que los electrones puedan atravesar una pared de dominio ferroeléctrica en uniones túnel multiferroicas.

Los materiales ferroeléctricos se caracterizan por tener un momento dipolar eléctrico, o polarización, permanente, de forma análoga al más conocido caso de los materiales ferromagnéticos o imanes que presentan un momento dipolar magnético, o imanación, permanente. En el caso de los ferromagnéticos, la imanación puede orientarse utilizando un campo magnético, mientras que en los ferroeléctricos, la polarización puede orientarse mediante un campo eléctrico. Si los campos eléctrico o magnético no son lo suficientemente altos, aparecen en el material regiones o dominios, con orientaciones diferentes para la polarización o la imanación, pero donde el momento dipolar tiene una misma orientación en el interior de cada dominio.

En particular en los ferroeléctricos, las paredes de dominio que separan los diferentes dominios en el material tienen un espesor incluso menor a un nanómetro y pueden desplazarse muy rápidamente mediante campos eléctricos adecuados, por lo que sería muy interesante su control preciso. Las paredes de dominio ferroeléctricas podrían ser utilizadas como elementos activos en dispositivos electrónicos y espintrónicos de nueva generación tales como memorias no volátiles o puertas lógicas, e incluso en nuevos dispositivos para producir energía. Estas paredes representan un alternativa muy interesante a los muy recientes dispositivos magnéticos (“race-track memory”) que explotan las funcionalidades de las fronteras entre dominios magnéticos.

Un grupo de científicos, dirigidos por Jacobo Santamaría, profesor de la Universidad Complutense de Madrid, ha dado recientemente un importante paso en esta dirección fabricando uniones túnel multiferroicas donde dos láminas de un metal magnético ($\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$) están

separados por una delgadísima capa de material ferroeléctrico (BaTiO_3), de sólo unos nanómetros de espesor, y en cuyo interior se forma un tipo de pared de dominio caracterizada por presentar una carga eléctrica positiva de polarización, y por tanto difícil de estabilizar. Debido a las propiedades de esta particular pared de dominio, los investigadores de la UCM han podido detectar que la corriente eléctrica a través suyo presenta fuertes oscilaciones, de origen cuántico, en función del voltaje aplicado. Los resultados obtenidos permiten ya vislumbrar la oportunidad de desarrollar innovadoras aplicaciones en futuros nanodispositivos basados en las paredes de dominio ferroeléctricas, en particular en campos emergentes de computación avanzada y tecnologías cuánticas.



a) Esquema de la estructura detallada de las uniones túnel multiferroicas.

b) Magnetoresistencia túnel, mostrando el cambio en la resistencia de las uniones cuando las láminas magnéticas tienen sus imanaciones orientadas paralela o antiparalelamente.

c) Conductancia diferencial de las uniones a través de la frontera de dominio ferroeléctrica, mostrando las oscilaciones en función del voltaje aplicado.

d) Esquema de los estados electrónicos confinados por efecto cuántico que aparecen en la frontera de dominio para apantallar las cargas positivas de polarización.

El trabajo, realizado en gran parte dentro de la colaboración entre la UCM y el ICMM-CSIC a través de la Unidad Asociada ‘Laboratorio de heteroestructuras con aplicación en Espintrónica’, ha sido publicado recientemente en la revista Nature Nanotechnology.

<http://www.nature.com/nano/journal/vaop/ncurrent/full/nano.2017.51.html>

nature
nanotechnology