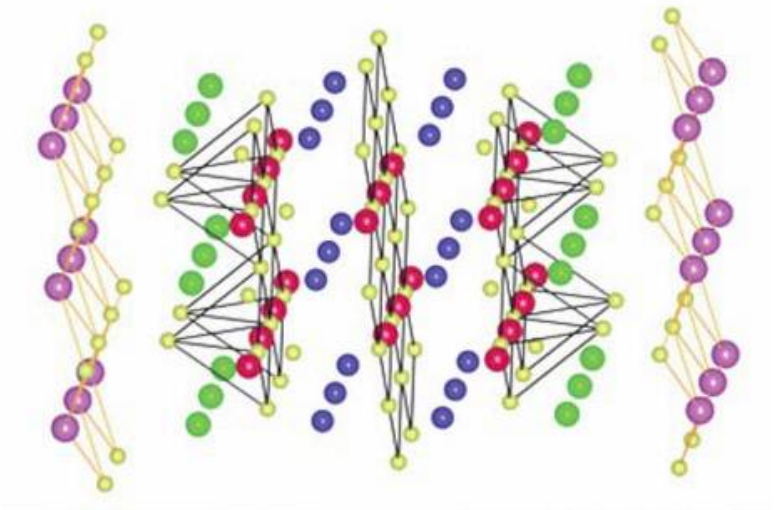
Logran la superconductividad aumentando la presión en dos fases

Un equipo de científicos internacional ha descubierto que las extremadamente bajas temperaturas que se requieren para conseguir la superconductividad de los materiales se pueden inducir aumentando mucho la presión y, además, en dos fases diferentes. El estudio, que publica hoy *Nature*, se ha centrado en un cristal de óxido de bismuto de tres capas denominado “Bi2223”.

SINC 18/8/2010 19:00 CEST



Estructura del Bi2223. Imagen: Xiao-Jia Chen et al.

Los superconductores son más de 150 veces más eficaces que los cables de cobre a la hora de conducir la electricidad. Sin embargo, para conseguir el estado de superconductividad, estos materiales deben ser enfriados por debajo de una temperatura extremadamente baja, llamada de transición (temperatura de transición superconductora, *Tc*), a cuyo punto la resistencia eléctrica normal desaparece. Desarrollar superconductores con temperaturas de transición más altas es uno de los mayores retos de los físicos. Ahora, un equipo liderado desde el Laboratorio de Geofísica de la Institución Carnegie para la Ciencia (EEUU) ha descubierto de forma inesperada que la temperatura de transición puede se puede inducir bajo dos diferentes presiones intensas en un cristal de óxido de bismuto de tres capas denominado “Bi2223”.

La presión más alta produce la temperatura de transición requerida. Los científicos piensan que este fenómeno en dos fases se produce a partir de la "competición" del comportamiento electrónico en diferentes tipos de capas de oxígeno-cobre en el cristal. El trabajo se publica esta semana en la revista *Nature.*

Hasta ahora, los materiales con carga de cobre llamados cupratos habían sido los únicos superconductores cuyas temperaturas de transición eran mayores que el punto de de ebullición del nitrógeno líquido a -321° F (77 K). Todavía supone un reto saber si se pueden conseguir temperaturas de transición más altas en estos materiales.

"Bi2223 es como una tarta con capas", explica el autor principal Xiao-Jia Chen, de la Institución Carnegie. "En la parte superior y en la inferior existen capas de óxido de bismuto aislantes. Dentro de ellas, están las capas de óxido de estroncio. Después están las capas de óxido de cobre, después las de calcio y, finalmente, en el medio hay otra capa de óxido de cobre. Algo muy interesante es que las capas de óxido de cobre más externas y más internas tienen propiedades físicas diferentes lo que provoca un desequilibrio de la carga eléctrica entre las capas".

Uno de los modos que han encontrado los científicos de aumentar la temperatura de transición de los materiales superconductores es "doparlos" añadiendo partículas cargadas. Bajo una presión normal, la temperatura de transición dopada óptima de Bi2223 es de -265° F (108K). Los científicos han sometido los cristales dopados del material a un rango de presiones de hasta 359.000 veces la presión atmosférica a nivel del mar (36,4 gigapascales), la presión hasta ahora más alta para las mediciones magnéticas en superconductores cupratos. La primera temperatura de transición más alta tuvo lugar a 100.666 atmósferas (10,2 GPa).

A 237.000 atmósferas reaparece la superconductividad

"Después de eso, las presiones aumentadas terminaron con temperaturas de transición más bajas", remarca Chen. "Entonces, para nuestra sorpresa total a unas 237.000 atmósferas (24 GPa) el estado de superconducción apareció de nuevo. Incluso bajo una presión mayor, 359.000 atmósferas, la temperatura de transición aumentó a -215° F (136K). Esta fue la presión más

alta que nuestro sistema de medición pudo detectar".

Otra investigación ha demostrado que algunos materiales superconductores de múltiples capas como este presentan comportamientos electrónicos y vibratorios diferentes en capas distintas. Los investigadores piensan que 237.000 atmósferas podría ser un punto crítico donde la presión omite un comportamiento y permite la superconductividad.

"El descubrimiento ofrece nuevas perspectivas para crear temperaturas de transición más altas en superconductores cupratos de múltiples capas. La investigación puede ofrecer una forma prometedora de diseñar y crear una ingeniería de superconductores con temperaturas de transición mucho más altas en condiciones ambientales", destaca el coautor Viktor Struzhkin, también de la Institución Carnegie.

Los factores que controlan la superconductividad en los superconductores de alta *T*c todavía no se comprenden bien. En los óxidos de cobre de múltiples capas, tales como Bi2223 ($Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$), la superconductividad se ha demostrado recientemente que compite con otro tipo de ordenamiento electrónico, como el antiferromagnetismo o las ondas de densidad de carga. En otros superconductores que muestran tal competición, la *T*c del superconductor se maximiza cuando está sometida a condiciones que inhiben el orden de competición, pero no se sabe si esto puede realizarse en materiales de alta *T*c.

Xiao-Jia Chen y colegas han usado mediciones magnéticas y ópticas para supervisar la variación de la *T*c mientras aumentaba la presión. Los autores sugieren que el cambio en el comportamiento a 24 gigapascales refleja un cruce dirigido por la presión en los planos "internos" del CuO_2 del Bi2223, que no participan en la superconductividad a bajas presiones.

Referencia bibliográfica:

Xiao-Jia Chen, Viktor V. Struzhkin, Yong Yu, Alexander F. Goncharov, Cheng-Tian Lin, Ho-kwang Mao y Russell J. Hemley. "Enhancement of superconductivity by pressure-driven competition in electronic order". Nature

466, 19 de agosto de 2010. DOI: 10.1038/nature09293.

Derechos: **Creative Commons**

Creative Commons 4.0
Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. Lee las condiciones de nuestra licencia

La ciencia es noticia