



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

KOMMUNIKATION UND PRESSE



F-22-10 • 3 Seiten

22.04.2010

Kommunikation und Presse

PRESSEINFORMATION

FORSCHUNG

Schlüsselemente für eine Elektronik nach Maß: Elektron-Loch-Systeme an Oxidgrenzflächen

München, 22. April 2010 – Die Grenzflächen komplexer Oxide zeigen oft unerwartete Eigenschaften, die nicht in den Ausgangsmaterialien vorhanden sind. Eine gezielte Manipulation dieser Eigenschaften könnte zu elektronischen Bauteilen mit maßgeschneiderten Funktionen führen. Ein Team um die LMU-Physikerin und Materialwissenschaftlerin PD Dr. Rossitza Pentcheva konnte nun erstmals die Vorgänge an der Grenzfläche von Oxidschichten – hier aus den beiden Isolatoren Lanthanaluminat (LaAlO_3) und Strontiumtitanat (SrTiO_3) – entschlüsseln. Wie kürzlich von Augsburger Forschern um Professor Mannhart nachgewiesen, entwickelt sich ab einer gewissen Dicke der LaAlO_3 -Schicht ein zweidimensionales Elektronengas. Dann leitet die bislang isolierende Grenzschicht Strom. „In einer internationalen Kooperation haben wir nun gezeigt, dass sich dieser Effekt durch eine Deckschicht aus SrTiO_3 zusätzlich manipulieren lässt“, berichtet Pentcheva. „Besonders spannend ist, dass sich dabei eine Doppellage aus mobilen Elektronen an der Grenzfläche und Löchern an der Oberfläche ausbildet, den positiv geladenen Gegenstücken der Elektronen.“ Dieses Elektron-Loch-System, bei dem die Ladungsträger nur ein bis zwei Nanometer voneinander getrennt sind, könnten Schlüsselemente in der weiteren Miniaturisierung elektronischer Bauelemente werden. (Physical Review Letters online, 22. April 2010)

Übergangsmetalloxide sind außerordentlich spannende Werkstoffe, weil sie dank der starken Wechselwirkung ihrer Elektronen vielfältige Eigenschaften zeigen. Als Hochtemperatur-Supraleiter etwa leiten sie bei tiefen Temperaturen elektrischen Strom ohne Energieverluste. Manche Oxide sind dagegen magnetisch oder ferroelektrisch, etwa weil sie ein permanentes elektrisches Dipolfeld aufbauen. Manchmal kann ein Magnetfeld auch den elektrischen Widerstand des Materials extrem stark verändern. Dieser kolossale Magnetowiderstand ähnelt dem Riesenmagnetowiderstand, auf dem die Leseköpfe von Festplatten basieren. So könnten Übergangsmetalloxide die Grundlage für eine künftige Spintronik bilden,

Luise Dirscherl (Leitung)

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706
Telefax +49 (0)89 2180 - 3656
dirscherl@lmu.de

Infoservice:
+49 (0)89 2180 - 3423

Geschwister-Scholl-Platz 1
80539 München
presse@lmu.de
www.lmu.de

Kommunikation und Presse

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706
Telefax +49 (0)89 2180 - 3656
[dirtscherl@lmu.de](mailto:dirscherl@lmu.de)

Infoservice:
+49 (0)89 2180 - 3423

welche die Ladung der Elektronen und auch deren magnetisches Moment für die Informationsverarbeitung nutzt.

Die Herstellung von oxidbasierten Schichtstrukturen mit atomarer Präzision ist erst seit Kurzem möglich. Um Materialien mit maßgeschneiderten Eigenschaften zu erhalten, müssen im Labor eine Vielzahl von Parametern variiert werden. Da im Experiment mehrere Faktoren zusammenwirken, können allerdings die Ursachen oft nicht eindeutig identifiziert werden. Deshalb spielen komplexe quantenmechanische Simulationen eine große Rolle, mit deren Hilfe das Verhalten eines Materials auf der atomaren Ebene berechnet werden kann.

Entsprechend modellierten die Forscher um PD Dr. Rossitza Pentcheva am Department für Geo- und Umweltwissenschaften der LMU die elektronischen Phänomene bei Übergangsmetalloxiden, indem sie die quantenmechanischen Wechselwirkungen einzelner Atome an den Grenzflächen zwischen LaAlO₃- und SrTiO₃-Schichten berechneten. „Wir haben einen neuen und besonders einflussreichen Parameter gefunden“, sagt die Materialwissenschaftlerin. „Wie sich in Zusammenarbeit mit Kollegen der University of California in Davis gezeigt hat, lässt eine SrTiO₃ Deckschicht das System schon bei einem deutlich dünneren LaAlO₃-Film elektrisch leitend werden.“ Experimente an der niederländischen Universität Twente haben dies bestätigt.

Weil LaAlO₃ formal aus positiv und negativ geladenen Lagen besteht, ist seine Oberfläche polar. Um diesen Ladungsunterschied auszugleichen, entsteht an der Grenzfläche zum neutralen SrTiO₃ ein Elektronengas. Zudem bildet sich an der Oberfläche des Systems eine Lage mit positiven Ladungsträgern, den Löchern – als Gegenstück zu den negativ geladenen Elektronen. Derartige Elektron-Loch-Paare sind Schlüsselemente in der Halbleiterelektronik. So beruht etwa die Funktion von Solarzellen darauf, dass Licht ein Elektron auf ein neues Energieniveau hebt. Dabei bleibt ein Loch zurück. Im Gegensatz zu Halbleitern sind in diesem System die Elektron-Loch Schichten nur ein bis zwei Nanometer voneinander entfernt.

Solche Systeme könnten eine Schlüsselrolle für die weitere Miniaturisierung von Elektronik-Bauelementen spielen. „Wir wollen nun gezielt nach Materialkombinationen mit neuartigen elektronischen Eigenschaften suchen“, sagt Pentcheva. Dieses Projekt soll im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Sonderforschungsbereichs SFB/TRR80 „Von elektronischen Korrelationen zur Funktionalität“ durchgeführt werden. (CR/suwe)

Publikation:

„Parallel electron-hole bilayer conductivity from electronic interface reconstruction“,

R. Pentcheva, M. Huijben, K. Otte, W.E. Pickett, J.E. Kleibeuker, J. Huijben, H. Boschker, D. Kockmann, W. Siemons, G. Koster, H.J.W. Zandvliet, G. Rijnders, D.H.A. Blank, H. Hilgenkamp, and A. Brinkman
Physical Review Letters, xx April 2010

Ansprechpartner:

PD Dr. Rossitza Pentcheva

Sektion Kristallographie

Department für Geo- und Umweltwissenschaften der LMU

Tel: 089 / 2180 - 4352

Fax: 0 89 / 2180 - 4334

E-Mail: pentcheva@lrz.uni-muenchen.de

Web: www.kristallographie.geowissenschaften.uni-muenchen.de/personen/wiss_mitarbeiter/pentcheva/index.html

Kommunikation und Presse

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706

Telefax +49 (0)89 2180 - 3656

dirschler@lmu.de

Infoservice:

+49 (0)89 2180 - 3423