

Wissenschaftler sprechen von negativer Wärmeausdehnung in Lithiummetaborat-Kristallen

Negative Wärmeausdehnung (NTE) gilt als eher ungewöhnliches Verhalten für Festkörper. In den meisten Fällen dehnen sich Stoffe bei Erwärmung aus. Festkörperatome beginnen mit größerer Amplitude im Kristallgitter zu schwingen und nehmen ein größeres Volumen ein. Viele Flüssigkeiten und Gase verhalten sich ähnlich. Entgegen dieser Logik gibt es Substanzen auf der Welt, die einen negativen Wärmeausdehnungskoeffizienten haben: Gewöhnliches Eis gilt als markantes Beispiel für dieses Verhalten. Forscher in China und Russland haben das NTE-Verhalten von Schichtmaterialien untersucht, um zu verstehen, wie 2D-NTE-Materialien oder Verbundwerkstoffe, die solche Materialien enthalten, besser gehandhabt werden können.

„In dieser Studie beobachteten wir zweidimensionales (2D) NTE-Verhalten in einem Lithiummetaborat (LiBO₂)-Kristall, der innerhalb graphitähnlicher Schichten auftritt. Es konnte festgestellt werden, dass dieses Verhalten auf eine ungewöhnliche Abnahme der Winkel $\angle O-Li-O$ und $\angle B-O-B$ innerhalb solcher Schichten zurückzuführen ist, was wiederum durch eine Zunahme der Länge der Li-O-Bindungen mit steigender Temperatur verursacht wird“, sagte der Mitautor des Artikels, Dozent am Lehrstuhl für Festkörperphysik und Nanotechnologien des Instituts für Technische Physik und Radioelektronik SibFU **Maxim Molokeev**.



Lithiummetaborat ist eine bekannte anorganische Verbindung, ein Salz aus Lithium und Metaborsäure mit der Formel LiBO₂. Dies sind farblose Kristalle, die in Wasser hochlöslich sind und kristalline Hydrate bilden. Die einfache Synthese sowie die Verfügbarkeit von Ausgangsmaterialien erlauben es, diese Kristalle als interessante Objekte für die Untersuchung zweidimensionaler NTE zu betrachten. Die Wissenschaftler interessierten sich auch für die Perspektiven des Einsatzes von LiBO₂ in der Optik, denn Materialien mit negativer Wärmeausdehnung haben ein sehr breites Anwendungsspektrum – das ist Technik, Elektronik, Bauwesen, Medizin und natürlich Photonik.

„Durch Mischen von LiBO₂ mit einem Material mit normaler Wärmeausdehnung können verschiedene Verbundmaterialien mit Nullausdehnung erhalten werden, um den „Temperaturwechsel“-Effekt zu stabilisieren. Zum Beispiel dehnen sich Zahnfüllungen und Zahnschmelz unterschiedlich schnell aus, wenn eine Person heißen Tee trinkt. Würden Füllungen aus einem Zero-Expansion-Composite hergestellt, wäre das Problem der Schmerzen, die als Reaktion auf ein heißes Getränk auftreten, gelöst. Was die Optik betrifft, werden auch dort Materialien mit gut kontrollierter Wärmeausdehnung benötigt. Beispielsweise ist die Wärmeleitfähigkeit von Materialien von großer Bedeutung für die Aufrechterhaltung des thermischen Gleichgewichts in Laseroptikanwendungen sowie beim Design von optischen Linsen und Substraten“, so Maxim Molokeev weiter.

Ein interessantes Ergebnis der Arbeit war die Entdeckung der Tatsache, dass in einem Lithiummetaborat-Kristall die entscheidende Rolle für das Verhalten von 2D-NTE von ungefähr der gleichen Streckung von Li-O sowohl in der Ebene der Schicht als auch aus ihr heraus gespielt wird das Flugzeug. Dies ermöglichte es, die vorherrschende Meinung zu überdenken, dass die Wechselwirkung zwischen den Schichten viel schwächer sein sollte als die Wechselwirkung innerhalb der Schichten, und erweiterte das Untersuchungsgebiet von NTE-Materialien erheblich.

Durch die Untersuchung der optischen Durchlässigkeit des LiBO₂-Kristalls stellten die Wissenschaftler fest, dass das Material im Bereich von 190–5790 nm bei Raumtemperatur eine hohe Transparenz und

einen breiten Spektralbereich (von ultravioletter bis infraroter Strahlung) aufweist. Berechnungen zeigen, dass auch bei Temperaturänderungen ein weiter Bereich der optischen Transmission erhalten bleibt, was für ein in der Optik verwendetes Material sehr wichtig ist. Aufgrund der Vorteile von 2D-NTE in Kombination mit hervorragenden optischen Eigenschaften wird LiBO₂ breite Anwendung in ultrapräzisen optischen Geräten finden, die bei niedrigen Temperaturen arbeiten

[Artikel](#)

SibFU-Pressedienst, den 22. Juni 2022, 29 Juni 2022

© Sibirische Föderale Universität. Webmaster: +7 (391) 246-98-60, info@sfu-kras.ru.

Webmaster-Seite: <https://news.sfu-kras.ru/node/26496>