

Elektrische- und magnetische Eigenschaften von ungeordneten Cr₂AlC MAX Phasen (TRANSMAX)

Materialien, die aus zweidimensionalen Lagen bestehen, welche aus Übergangsmetallkarbiden oder Nitriden aufgebaut sind, welche voneinander durch Lagen aus Post-Übergangsmetallatomen separiert werden, nennt man MAX-Phasen. Diese Materialien haben herausragende mechanische Eigenschaften und werden in Form von hochtemperaturresistenten Beschichtungen eingesetzt. Ihre Nanolamellen-Struktur besitzt ebenfalls einen starken Einfluss auf die elektronischen Transporteigenschaften und führt zu einer metallartigen Leitfähigkeit. Im beantragten Projekt soll das Potenzial magnetisch dotierter MAX-Phasen für Magnettransport-Anwendungen untersucht werden, wobei auf die spätere Herstellung temperaturresistenter, mesoskopischer Bauteile abgezielt wird. Im Mittelpunkt des Arbeitsprogramms steht das Material Cr₂AlC, eine industriell relevante MAX-Phase. Für die systematische Variation der Ordnung soll Ionenbestrahlung eingesetzt werden. Das Verständnis des Zusammenhangs zwischen dem Ionen-Bestrahlung-Prozess und der mikroskopische Grenzflächendurchmischung ist notwendig, um MAX-Phasen für den Magnettransport zu optimieren. Beschleunigte Edelgasionen, wie Ar⁺, werden für eine kontrollierte Absenkung der strukturellen Ordnung eingesetzt, wobei der Grad der bestrahlungsinduzierten Unordnung über die Fluenz und die Energie der Ionen eingestellt werden kann. Darüber hinaus soll die MAX-Phase mithilfe magnetischer Ionen dotiert werden. Hierzu werden beschleunigte Ionen mit einem magnetischen Moment, wie Co⁺, Mn⁺, Fe⁺ etc., verwendet. Unsere Vorarbeiten haben gezeigt, dass bereits eine geringe strukturelle Unordnung, d.h. eine Durchmischung der Lagen, zu einem stark erhöhten Magnetwiderstand führt, wobei eine nichtlineare Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes vom Grad der Unordnung beobachtet wurde. Eine reine Durchmischung der Lagen mithilfe von Ar⁺-Ionen führt ebenfalls zum Anstieg der Gesamtmagnetisierung, was auf einen starken Einfluss der Unordnung auf die elektronische Struktur hindeutet. In unserem früheren Projekt, wurden ebenfalls Untersuchungen an magnetisch dotierten MAX-Phasen durchgeführt, um herauszufinden, ob die Magnetisierung als ein direkter Indikator für die Integrität der Hochtemperaturbeschichtung verwendet werden kann. In dem beantragten, dreijährigen Projekt sollen detaillierte Untersuchungen an kommerziellen MAX-Lagen durchgeführt werden. Die Planung, die Durchführung der Ionenbestrahlungsexperimente sowie die Untersuchung der erzeugten mikrostrukturellen Veränderungen sollen im Ionenstrahlzentrum des HZDR erfolgen. Darüber hinaus werden Tieftemperatur-Transportmessungen an lithographisch erzeugten Strukturen an der TU Dresden durchgeführt. Ein gemeinsamer Doktorand wird in den Reinraumprozessen (am HZDR) und den Transportmessungen (an der TUD) unterwiesen. Die Erkenntnisse am Ionenbestrahlten Cr₂AlC-System können neue Anwendungsbereiche für MAX-Phasen als Materialien für den Magnettransport aufzeigen.