

Pressemitteilung

Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden

Dr. Carola Langer

19.11.2020

<http://idw-online.de/de/news758289>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Elektrotechnik, Maschinenbau, Physik / Astronomie, Werkstoffwissenschaften
überregional



Martensitischer „Mondrian“: Puzzle von ineinander geschachtelten martensitischen Zwillingen gelöst

Erstmals wurde gezeigt, dass verschachtelte Zwilling-in-Zwilling-Strukturen von der atomaren bis zur makroskopischen Längenskala mit einem einzigen Parameter beschrieben werden können. Damit wird es möglich, Legierungen in der Zukunft noch gezielter zu beeinflussen, um deren funktionelle Eigenschaften weiter zu verbessern.

Zwillinge gleichen einander und werden in Werkstoffen meist durch eine Spiegelung an einer Zwillingsgrenze beschrieben. Kristalline Zwillinge treten in vielen neuartigen Funktionswerkstoffen auf. Dass zum Beispiel thermomagnetische Bauelemente Abwärme in Elektrizität umwandeln oder magnetokalorische Bauelemente Systeme kühlen können, geht in vielen Werkstoffen auf die Bildung von Kristallzwillingen zurück. Auch für das Härten martensitischer Stähle sowie für den Formgedächtniseffekt ist die Zwillingsbildung entscheidend. Das zugrundeliegende Prinzip der Verzwillingung ist daher auch gut erforscht und gehört zum Grundwissen der Werkstoffkunde. Doch je genauer man hinsieht, desto mehr Fragen stellen sich. So bilden sich die Zwillinge im Material nicht zufällig und homogen, sondern formen eine ineinander verschachtelte Struktur: winzige Zwillinge im atomaren Maßstab bilden Bereiche, die einen übergeordneten Zwilling formen, der wiederum Teil eines noch größeren Zwillings ist. Diese hierarchische „Zwilling-in-Zwilling-Struktur“ enthält Zwillingsgrenzen auf allen Längenskalen: vom atomaren- bis in den makroskopischen Bereich.

Obwohl Zwillingsbildung auf jeder einzelnen Längenskala beobachtet wurde, gab es bisher noch keinen umfassenden Ansatz, warum und wie die Zwillinge ineinander geschachtelt sind. Wissenschaftler des IFW Dresden haben sich zusammen mit Kollegen in Prag der Aufgabe gestellt, das Rätsel der hierarchischen Zwillinge zu lösen. In der aktuellen Ausgabe der Zeitschrift „Advanced Functional Materials“ berichten sie, wie die Entstehung von hierarchischen Zwillingsstrukturen über alle Längenskalen hinweg erklärt werden kann. „Es war wie ein Puzzle“ erzählt einer der Koautoren. „Man spielt erst mit atomaren Bauklötzen und stellt dann fest, dass man aus diesen einen größeren Baustein zusammensetzen kann. Dann haben wir weiter gepuzzelt und es ließ sich auch der nächstgrößere Baustein aus den Kleineren zusammensetzen. Das Ganze haben wir dann wiederholt, bis nach fünf Schritten alles zusammengepasst hat.“ Hat man das Bauprinzip erst einmal verstanden, so sieht man auf Mikroskopieaufnahmen nicht mehr nur viele kreuz und quer verlaufende Linien, sondern kann diesen Linien unterschiedliche Zwillingsgrenzen zuordnen. „Durch das ineinander geschachtelte Puzzle erhält man Bilder, die sehr an den holländischen Künstler Mondrian erinnern. Um diese zu malen, braucht die Natur nur einen einzigen Parameter, die Gitterkonstante der atomaren Bauklötze. Der Rest ergibt sich durch die wiederholte Verzwillingung von selbst.“ Für die Wissenschaft sind jedoch nicht die schönen Bilder der exemplarisch untersuchten Ni-Mn-Ga Legierung wichtig, sondern dass man das erste Mal das Gefüge der anfangs beschriebenen Funktionswerkstoffe von der atomaren bis zur makroskopischen Längenskala mit einem einzigen Parameter beschreiben kann. Damit wird es möglich, diese Werkstoffe in der Zukunft noch gezielter zu beeinflussen, um deren funktionelle Eigenschaften weiter zu verbessern.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Dr. Sebastian Fähler

E-mail: [s.faeher\(at\)ifw-dresden.de](mailto:s.faeher@ifw-dresden.de)

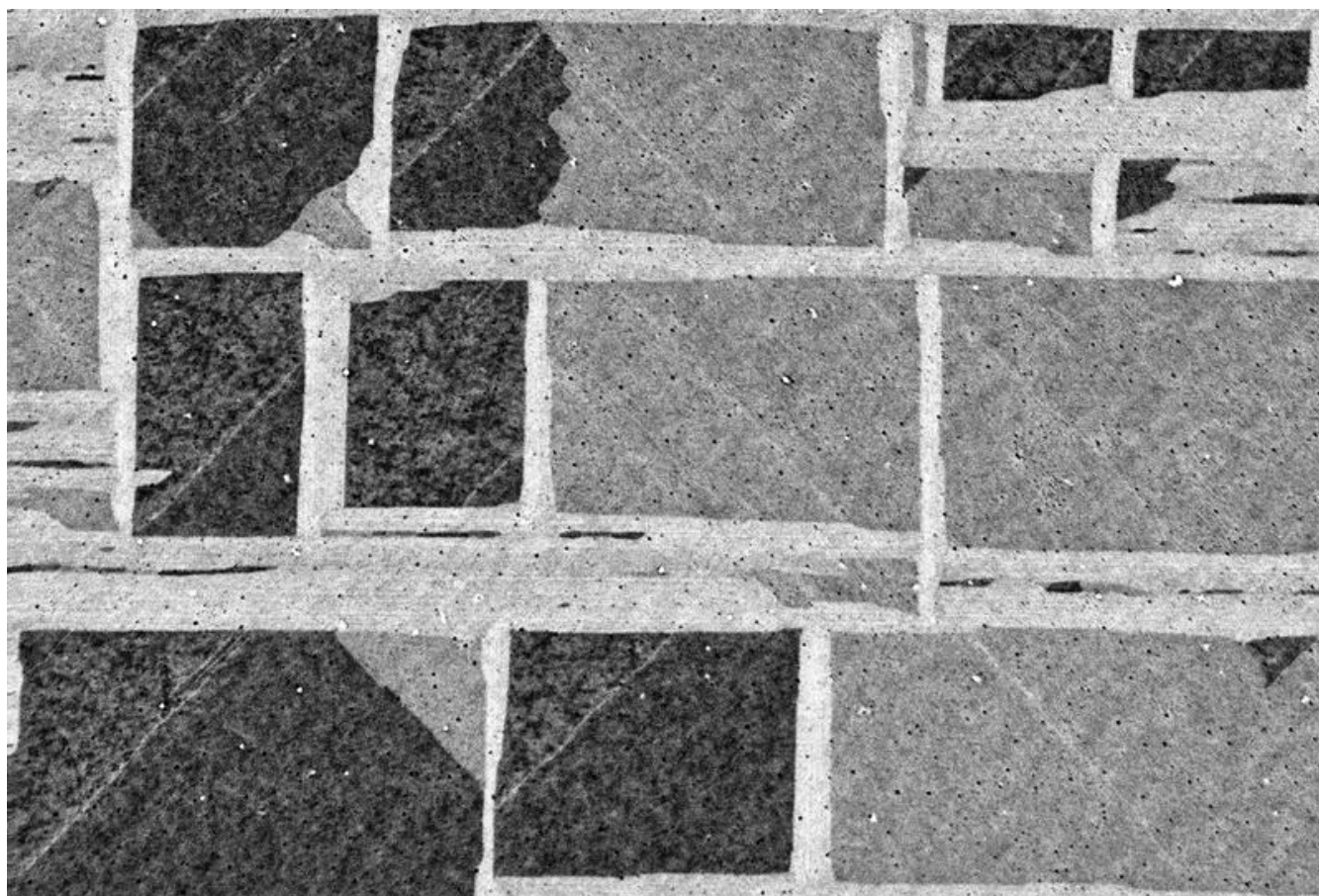
Tel +49 (0) 351 4659 588

Originalpublikation:

S. Schwabe, R. Niemann, A. Backen, D. Wolf, C. Damm, T. Walter, H. Seiner, O. Heczko, K. Nielsch, S. Fähler, Building Hierarchical Martensite, Adv. Funct. Mater. 2020, 202005715; <https://doi.org/10.1002/adfm.202005715>

URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adfm.202005715>

URL zur Pressemitteilung: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adfm.202005715>



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen (3000- bis 10000-fache Vergrößerung) der Oberfläche martensitischer Ni-Mn-Ga-Schichten. Die „Zwilling-in-Zwilling“-Struktur erinnert in der größten Längenskala an Bilder des holländischen Malers Mondrian.

S. Kauffmann-Weiß, IFW Dresden