

Magnetwerkstoffe

Magnetische Kühlung für die Industrie

So genannte magnetokalorische Werkstoffe erwärmen sich beim Anlegen eines Magnetfeldes. Derartige Materialien könnten in der Zukunft die Kälte- und Klimatechnik revolutionieren. Der Beitrag skizziert das Anwendungspotenzial neuer Werkstoffe für eine leistungsstarke, umweltfreundliche, leise und sichere Kühltechnik.

Matthias Katter*

■ Der magnetokalorische Effekt wurde bereits 1881 vom deutschen Physiker Emil G. Warburg entdeckt. Er fand heraus, dass sich Eisen, bringt man es in ein starkes Magnetfeld, um einige tausendstel Grad Celsius erwärmt. 1949 wurde William F. Giauque für seine Entdeckung, dass sich mit Hilfe des magnetokalorischen Effekts extrem tiefe Temperaturen unterhalb von -270°C erzeugen lassen, mit dem Nobelpreis ausgezeichnet.

Wodurch ändert sich nun beim magnetokalorischen Effekt die Temperatur? Dazu muss man zunächst wissen, dass die Temperatur eines Körpers ein Maß für die Bewegung und Unordnung seiner atomaren Bestandteile ist. Wird an einen magnetokalo-

*Dr. Matthias Katter ist als Entwicklungsleiter des Geschäftsbereiches Dauermagnete bei der Vacuumschmelze in Hanau tätig.



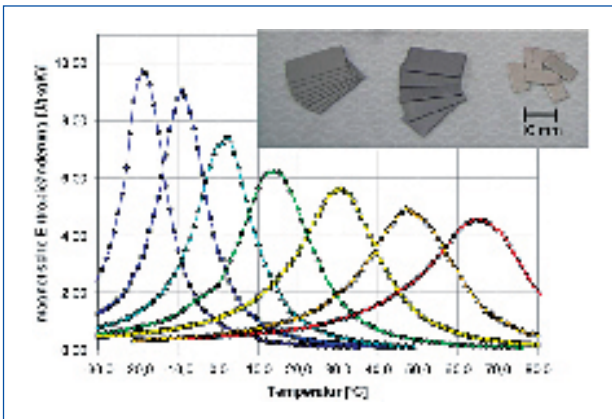


Bild 2: Muster der magnetokalorischen Legierung aus La-Fe-Si (oben) und magnetische Entropie bei verschiedenen Temperaturen (unten)

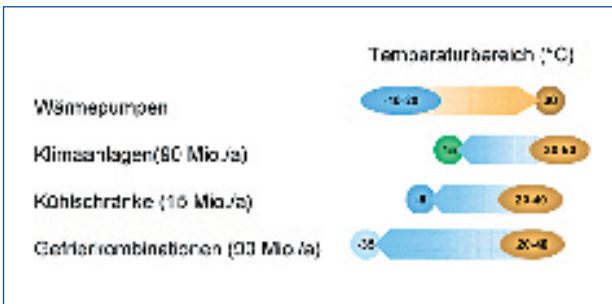


Bild 3: Anwendungsmöglichkeiten der magnetokalorischen Kühlung

den in den folgenden Jahren weitere Werkstoffe entwickelt, die ebenfalls das Potenzial haben, für kommerzielle Anwendungen in der Kältetechnik eingesetzt zu werden. Die meisten enthalten jedoch entweder teure Rohstoffe wie Germanium und Gallium oder giftige Elemente wie Phosphor oder Arsen. Vielsprechend ist derzeit eine Mangan-Eisen-Legierung. In Hanau entwickelte man eine magnetokalorische Legierung auf Basis von Lanthan, Eisen und Silizium – alles ungiftige und kostengünstige Rohstoffe. Formkörper der La-Fe-Si-Legierung mit optimierten magnetokalorischen Eigenschaften lassen sich auf pulvermetallurgischem Weg herstellen. Wichtig dabei ist, dass die Curietemperatur der Werkstoffe, die der Anwen-

„Die magnetische Kühlung hat das Potenzial, eines Tages die konventionelle Kühlung großflächig zu ersetzen. Der Markt ist praktisch da. Wegen der hohen Energiedichte und der hohen Sicherheit sind die Anlagen platzsparend, handlich und leicht, also ideal für den Einsatz in Autos, Flugzeugen oder Schiffen etc.

Als Anwendungen sind darüber hinaus denkbar: Haushaltskühlschränke, Kälte- und Klimaanlage in Gebäuden, Raum- und Produktkühlung in Supermärkten, Industriekälteanlagen (Prozesstechnik) und Kühlung der Kältekette (Lastwagen etc.).“

Prof. Dr. Peter Egolf, HEIG-VD

dungstemperatur entspricht, auf die jeweilige Anwendung abgestimmt werden muss.

Pulvermetallurgische Herstellung der magnetokalorischen Legierung

In der Pulvermetallurgie werden geeignete Ausgangslegierungen zu einem feinen Pulver vermahlen, zu so genannten Grünlingen verpresst und anschließend durch Wärmebehandlung unterhalb der Schmelztemperatur verdichtet und ausgehärtet (das heißt gesintert).

Zur Beschleunigung des Wärmeübergangs wird die magnetokalorische Legierung in Form von dünnen Platten hergestellt (Beispiele sind in Bild 2 oben abgebildet). Labormuster wurden weltweit an Entwicklungspartner zur Erprobung verschickt. So sollen z.B. mit dem Werkstoff im Rahmen des von der EU geförderten Projektes SSEEC (Solid State Energy Efficient Cooling) mehrere Prototypen für Klimageräte aufgebaut werden. Ziel des dreijährigen Entwicklungsprojekts (Ende 2011) ist es, die magnetische Kühlung als Alternative zur Kompressionskühlung zu entwickeln und industrietauglich zu machen. Die Arbeiten umfassen die Analyse der physikalischen Grundlagen und die Herstellung magnetokalorischer Werkstoffe, die Entwicklung von Magnetkühlern und die Integration dieser Kühler in gängige Applikationen.

Auf Grund der Umkehrbarkeit des magnetokalorischen Effektes wird für die magnetische Kühlung im Vergleich zur bestehenden Kompressortechnologie eine um bis zu 50% bessere Energieeffizienz erwartet. Im Gegensatz zu den derzeit üblichen Kältemitteln tragen die magnetokalorischen Werkstoffe nicht zum Treibhauseffekt bei. Außerdem arbeiten magnetische Kältegeräte praktisch geräuschfrei.

Magnetische Kühlung für Kühlschränke, Klimaanlage und Schaltschränke

Diese technischen und auch umweltpolitischen Vorteile machen die magnetische Kühlung für praktisch alle kommerziellen Anwendungen in der Kältetechnik wie beispielsweise Kühlschränke, Klimaanlage, aber auch Wärmepumpen, interessant (Bild 3). Eine mögliche Pilotanwendung könnte dabei unter anderem die Kühlung von Elektronikschaltschränken in Rechenzentren sein, für die zurzeit Kompressoraggregate mit einer Kühlleistung von etwa 1 kW verwendet werden.

Inwieweit der Weltmarkt von fast 200 Mio. Kältemaschinen pro Jahr von magnetischen Kühlgeräten bedient werden kann, bleibt abzuwarten. Neben den technischen Vorteilen spielen hier die Kosten für die magnetokalorischen Werkstoffe, insbesondere aber auch für die in erheblicher Menge benötigten Nd-Fe-B-Dauermagnete, eine entscheidende Rolle.

Es mag noch einige Jahre dauern, bis die magnetische Kühlung eine wirtschaftliche Bedeutung erlangen wird. In Hanau geht man davon aus, dass, wenn sich auch nur ein Teil der Erwartungen der Partner erfüllen sollte, sich die Magnetokalorik zu einem wichtigen Geschäftszweig entwickeln kann. (kr)

Vacuumschmelze

Tel. +49(0)6181 380

www.elektronikpraxis.de

Mehr zur Vacuumschmelze

EU-Projekt SSEEC

InfoClick

350176