

Nový ultra-ľahký supravodič

Supravodivý efekt je možné využiť v mnohých aplikáciách v kozmickom, leteckom, energetickom priemysle, kde je z viacerých dôvodov potrebná nízka celková hmotnosť zariadení so supravodičom. Nízka hmotnosť supravodiča v takýchto aplikáciách vedie k vyššej energetickej efektívnosti, nižšej spotrebe energie, vyšším rýchlostiam a zrýchleniam pohybujúcich sa zariadení.

Známe vyhotovenia supravodičov, napríklad na báze NbTi a Nb₃Sn, používajú plášť z medi (Cu), ktorá má vhodné elektrické a mechanické vlastnosti. Avšak plášť z medi, ktorý tvorí výraznú objemovú časť supravodivého drôtu, prispieva ku aj tak už vysokej hmotnosti supravodivého jadra. K vysokej hmotnosti supravodivých drôtov vedie aj použitie iných kovov a zliatin pre materiál plášťa, napríklad nióbu (Nb), alebo ocele. Zo všetkých známych supravodivých materiálov je borid horečnatý (MgB₂) najľahším supravodivým materiálom s približne trikrát nižšou hustotou ako napríklad Nb₃Sn. Logicky sa teda ľahké supravodičové drôty prirodzene navrhujú na báze MgB₂ supravodivého jadra. Avšak aj v prípade supravodičov na báze MgB₂ sú známe predovšetkým vyhotovenia, kde je plášť z Cu. Je preto požadované a nie je známe vyhotovenie plášťa supravodiča z ľahkého materiálu s hustotou výrazne nižšou ako je hustota Cu (ideálne na úrovni hustoty hliníka (Al)), ktorý zároveň poskytne výhodné mechanické a elektrické vlastnosti, a bude technologicky prijateľný pre výrobu supravodičov s jadrom na báze MgB₂.

Riešenie zo SAV

Tímu pôvodcov z Ústavu materiálov a mechaniky strojov SAV (Ing. Martin Balog, PhD. a Ing. Peter Krížik, PhD.) a Elektrotechnického ústavu SAV (Ing. Pavol Kováč, DrSc., Ing. Imrich Hušek, Ľubomír Kopera a Ing. Alica Rosová, CSc.) sa podarilo v podstatnej miere vyššie uvedené nedostatky odstrániť novým typom ultra-ľahkého supravodiča vo forme kompozitného drôtu, ktorého jadro je na báze MgB₂ s kompozitným plášťom na báze hliníka. Plášť supravodiča je vyrobený tvárnením Al kompozitného materiálu vo forme rúrky technológiou „powder-in-tube“. Kompozitná rúrka je produktom kompaktácie Al prášku metódami práškovej metalurgie a mikroštruktúra tvárneného kompozitného materiálu plášťa je tvorená mikrometrickými až submikrometrickými Al zrnami a je stabilizovaná malým množstvom homogénne



dispergovaných nanometrických čatíc oxidu hlinitého (Al₂O₃), ktoré sú vytvorené in situ v Al matrici.

Výhody nového plášťa

Výnimočná štruktúrna stabilita zaručuje to, že Al kompozitný materiál plášťa si zachováva požadované mechanické vlastnosti, t.j. vysokú pevnosť spolu s dostatočnou ťažnosťou, aj po tvorbe MgB₂ jadra, t.j. pri prevádzke supravodiča. To je výhodne využité v niektorých aplikáciách, kde dochádza k intenzívnemu mechanickému ťahovému zaťaženiu supravodiča v kryogénnych podmienkach (napríklad v supravodivých magnetoch na vysoké polia). Vysoká pevnosť je potrebná aj tam, kde dochádza k mechanickej manipulácii už s vyžihávaným supravodičom (napríklad v káblach na prenos veľmi veľkých prúdov a pri navíjaní supravodiča do cievok s malým priemerom).

Popri dobrých mechanických vlastnostiach zabezpečuje Al kompozit aj to, že supravodič má tiež relatívne vysokú elektrickú a tepelnú vodivosť. Kombinácia ľahkého sup-

ravodiča vyššej pevnosti a s relatívne nižšou elektrickou vodivosťou môže byť výhodne využitá pri elektrických motoroch alebo generátoroch, kde sa magnetické pole v okolí supravodiča mení a do príliš vodivého obalu sa indukujú vírivé prúdy, ktoré ho môžu nahrievať. Zvýšený odpor vonkajšieho obalu redukuje vírivé prúdy, a tým aj nežiaduci ohrev supravodiča.

Hľadá sa partner

Unikátne vyššie opísané riešenie spĺňa národné a protichodné požiadavky, keďže technologicky umožňuje výrobu ultraľahkých tenkých supravodičových drôtov s jadrom na báze MgB₂ a zároveň poskytuje vhodné mechanické a elektrické vlastnosti, potrebné pri prevádzke supravodiča. To všetko pri nízkych výrobných nákladoch.

Na predstavenú inovatívnu technológiu nového ultra-ľahkého supravodiča je podaná prioritná národná (SK) patentová prihláška PP 50037-2017 a medzinárodná PCT prihláška PCT/IB2018/053540. Pôvodcovia hľadajú priemyselných partnerov pre licencovanie danej technológie. www.ktt.sav.sk