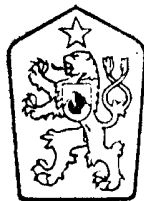


ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

238899
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
H 01 B 12/00

(22) Prihlášené 05 12 83
(21) (PV 9064-83)

(40) Zverejnené 15 05 85

(45) Vydané 15 05 87

(75)
Autor vynálezu KOPERA LUBOMÍR, BRATISLAVA

(54) Mnohovláknitý stabilizovaný supravodič

1

2

Vynález sa týka mnohovláknitých stabilizovaných supravodičov používaných v supravodivých zariadeniach, ich tepelnej a elektrickej stabilizácie a problému oddelenia tejto stabilizácie od samotného mnohovláknitého supravodiča.

Podstata vynálezu spočíva v tom, že mnohovláknitý nestabilizovaný supravodič a stabilizačný kov sú od seba oddelené nekovovou difúznou bariérou, výhodne z grafitu.

Vynález je možné využívať hlavne pri vývoji a výrobe stabilizovaných mnohovláknitých supravodičov v elektrotechnickej praxi s náhradou deficitného tantalu. Ďalej je možné touto technológiou vyrábať rôzne odľahčené vodiče aj s priemerom menším ako 1,0 mm, vo forme trubky s nekovovým jadrom, prípadne viacerými jadrami.

Vynález sa týka mnohovláknitých stabilizovaných supravodičov používaných v supravodivých zariadeniach, ich tepelnej a elektrickej stabilizácie a problému oddelenia tejto stabilizácie od samotného mnohovláknitého supravodiča.

Pri návrhu, priestorovom usporiadaní a chladení mnohovláknitého supravodiča treba počítať s jeho elektrickou a tepelnou stabilizáciou dobre vodivým kovom. Preto jeho prierez pozostáva zvyčajne zo stabilizačnej vrstvy na povrchu, ktorá je oddelená od základnej matrice obsahujúcej niekoľko 100 až 1000 vlákien zo supravodivého kovu difúznou bariérou.

Usporiadanie vodiča môže byť aj iné, napríklad stabilizačný kov je umiestnený vo vnútri vodiča, ale od základnej matrice musí byť tiež oddelený difúznou bariérou.

Účelom difúznej bariéry je zabrániť difúzii cínu, gália, či iného prvku z matrice do stabilizačného kovu, ktorého elektrická a tepelná vodivosť vplyvom obsahu týchto prvkov rýchlo klesá. Je známe, že ako difúzna bariéra sa používa tantal, ale môže byť aj niób, pričom výhodný tvar tejto bariéry je napríklad tantalová trubka, ktorá spolu s vonkajším medeným puzdrom a vnútornou matricou obsahujúcou vlákna supravodivého kovu sa skladá do kompozitu v tvare čapu. Tento sa ďalej vhodným tvárnením spracuje do konečného tvaru vodiča s $\varnothing < 1,0$ milimetrov.

Z uvedeného vyplýva, že difúzna bariéra musí mať podobné tvárne vlastnosti ako ostatné zložky kompozitu. Okrem tejto vlastnosti musí spĺňať aj iné požiadavky — materiál bariéry nesmie reagovať so stabilizačným kovom a so základnou matricou v rozsahu teplôt do 800 °C po dobu rádovo 100 hodín a musí zabrániť difúzii jednotlivých prvkov z matrice do stabilizačného kovu a naopak. Tantalová difúzna bariéra je rozšírená pre tieto uvedené vlastnosti.

Použitý tantal ale musí byť o vysokej chemickej čistote, musí byť žiňaný na mätko, pričom je nutné dodržať jemnozrnnú homogennú štruktúru bez mechanických porúch. Ak sa tieto podmienky nedodržia, dochádza pri danej redukcii k miestnym poruchám v bariére, ktoré znehodnocujú celý supravodič.

Pri použití nióbovej bariéry je nevýhodou, že na stykovej ploche s matricou dochádza k rýchlej reakcii a vytvára sa krehká intermetalická fáza typu A3B, ktorá v konečnom dôsledku zhoršuje mechanické vlastnosti a stabilitu celého supravodiča. K výrobe týchto bariér je nutné použiť drahé vákuové zariadenia a vyrábať ich z drahého, chemicky čistého, deficitného tantalu alebo nióbu.

Uvedené nevýhody v podstatnej miere odstraňuje mnohovláknitý stabilizovaný supravodič podľa vynálezu, ktorého podstata spočíva v tom, že mnohovláknitý nestabilizovaný supravodič a stabilizačný kov sú od

seba oddelené nekovovou difúznou bariérou, výhodne z grafitu.

Predmetom vynálezu je, že nekovová difúzna bariéra nevytvára pri danej teplote žiadne intermetalické zlúčeniny a bráni prechodu prvkov zo základnej matrice do stabilizačnej vrstvy, čím by sa zhoršovali stabilizačné vlastnosti alebo dosiahnuté vlastnosti supravodiča, ako aj mechanické vlastnosti kompozitu.

Ďalšou prednosťou je, že táto difúzna bariéra v priebehu tvárnenia sa nespevňuje a v dôsledku toho je rovnomerne tvárniteľná spolu s ostatnými materiálmi kompozitu. Vydrží bez žihania väčšie celkové redukcie ako uvedené bariéry, čo dovoľuje vynaložiť menšiu deformačnú prácu a tým aj menšiu ťažnú silu pri ťahaní.

Nekovová difúzna bariéra zlepšuje mechanické vlastnosti tepelne spracovaného supravodiča, t. j. tlmí kompresný tlak stabilizujúceho kovu pri schladení na teplotu 4,2 K a sama týmto tlakom nepôsobí na základnú matricu obsahujúcu vlákna so supravodivou intermetalickou vrstvou typu A3B, ktorá je citlivá na tlakové napätie.

Ak skupiny supravodivých vlákien navzájom oddelíme nekovovými difúznymi bariérami, dôjde k zvýšeniu rezistivity medzi týmito skupinami a k obmedzeniu vzniku vírivých prúdov v supravodiči. Pre výrobu vhodnej nekovovej difúznej bariéry nie je nutné vlastniť drahé výrobné zariadenia ako pri výrobe dosiaľ používaných bariér a čo je podstatné, tento materiál je cenovo výhodný a dostupný, v porovnaní s tantalom alebo nióbmom.

Na obrázkoch 1 až 5 sú znázornené niektoré z možných aplikácií mnohovláknitého supravodiča s nekovovou difúznou bariérou. Obr. 1 a 2 znázorňuje pohľad na mnohovláknitý supravodič s vonkajšou stabilizáciou, obrázky 3 a 4 znázorňujú pohľad na mnohovláknitý supravodič s vnútornou stabilizáciou, kde mnohovláknitý nestabilizovaný supravodič je od stabilizačného kovu oddelený nekovovou difúznou bariérou. Obr. 5 znázorňuje pohľad na mnohovláknitý supravodič vo forme lanka ovinutého okolo stabilizačného vodiča.

Príklad 1

Mnohovláknitý supravodič s vonkajšou stabilizáciou podľa obr. 2. Do stabilizačného kovu 4 vytvoreného z bezkyslíkatej medi sa vyvrtá 7 otvorov. Do týchto otvorov sa vložia trubky nekovovej difúznej bariéry 3 vytvorenej z čistého grafitu. Do týchto trubiiek sa vložia tyčky zo základnej matrice 2 vytvorenej zo zliatiny 70 % hmotnostných medi a 30 % hmotnostných niklu.

V tejto matrici sú umiestnené vlákna zo supravodivého kovu 1 vytvoreného zo zliatiny nióbu s obsahom 44 % hmotnostných titánu. Čelo kompozitu sa zataví vo vákuu

medou a ďalej sa vhodným tvárnením spracuje do tvaru vodiča s požadovanými fyzikálnymi rozmermi.

Takto zhotovený vodič sa nakoniec tepelne spracuje k zlepšeniu supravodivých vlastností. Výhodou tohto usporiadania je, že grafit spĺňa nielen vlastnosti difúznej bariéry, ale navyše tvorí rezistenčnú vrstvu medzi jednotlivými skupinami vlákien, čo je výhodné pri použití supravodiča pre striedavé elektrické prúdy.

Príklad 2

Mnohovláknitý supravodič s vnútornou stabilizáciou podľa obr. 3. Stabilizačný kov 4 z medi o čistote 99,99 % sa vloží do nekovovej difúznej bariéry 3 vytvorenej vo forme trubky potrebných rozmerov z grafitu. Táto zostava sa vloží do základnej matrice obsahujúcej nióbové vlákna 1. Ako základná matrica 2 sa použije ľahký materiál vytvorený zo zliatiny 88 % hmotnostných medi a 12 % hmotnostných cínu.

Základná matrica spolu so supravodivými vláknami tvorí nestabilizovaný mnohovláknitý supravodič. Čelo kompozitu sa zataví vo vákuu, aby nedošlo pri ďalšom spracovaní k vnútornému naoxydovaniu tohto kompozitu. Celok sa potom pretvární dopredným pretlačením za tepla s 92 %-nou redukciou.

Ďalej sa kompozit tvárni ťahaním pri izbovej teplote s užitím 45 %-ného celkového úberu. Spevnenie kompozitu sa odstráni rekryštalizačným žiňaním a nasleduje ďalšie ťahanie so 45 %-ným celkovým úberom.

Cyklus ťahanie — rekryštalizačné žiňanie sa opakuje po dosiahnutí vodiča požadovaných fyzikálnych rozmerov. Takto zhotovený vodič sa nakoniec tepelne spracuje k vytvoreniu supravodivej intermetallickej vrstvy Nb₃Sn.

Príklad 3

Mnohovláknitý stabilizovaný supravodič vo forme lanka podľa obr. 5. Stabilizačný kov 4 vytvorený z medi polovodičovej čistoty sa vloží do nekovovej difúznej bariéry 3 vytvorenej vo forme trubky z grafitu. Táto zostava sa vloží do základnej matrice 2 vytvorenej z bezkyslíkatej medi.

Kompozit sa zataví vo vákuu a vhodným tvárnením sa spracuje do formy vodiča o priemere $\varnothing = 0,2$ mm. Okolo tohto vodiča sa ovinú nestabilizované mnohovláknité supravodiče 5 o priemere 0,2 mm. Takto vznikne stabilizovaný mnohovláknitý supravodič vo forme lanka so stabilizačným kovom uprostred. Celok sa nakoniec tepelne spracuje difúznym žiňaním k vytvoreniu A — 15 štruktúry.

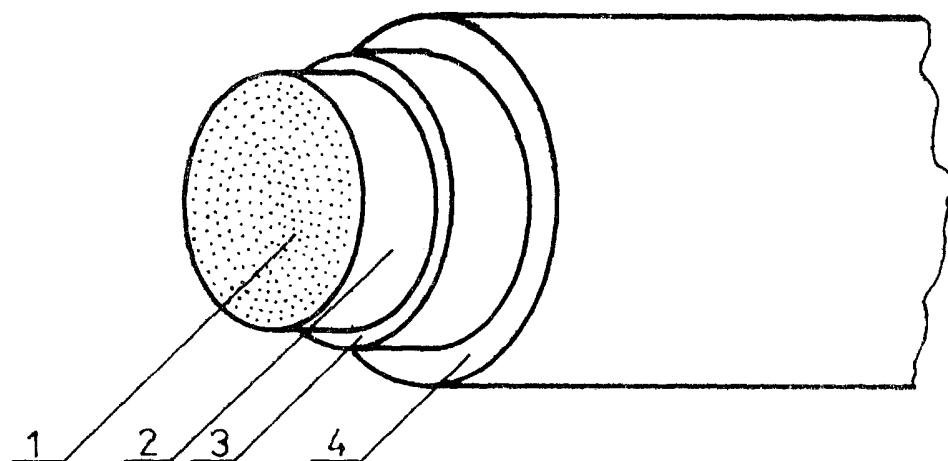
Vynález je možné využívať hlavne pri vývoji a výrobe stabilizovaných mnohovláknitých supravodičov v elektrotechnickej praxi s náhradou deficitného tantalu. Ďalej je možné touto technológiou vyrábať rôzne odľahčené vodiče aj s priemerom menším ako 1,0 mm, vo forme trubky s nekovovým jadrom, prípadne viacerými jadrami.

PREDMET VYNÁLEZU

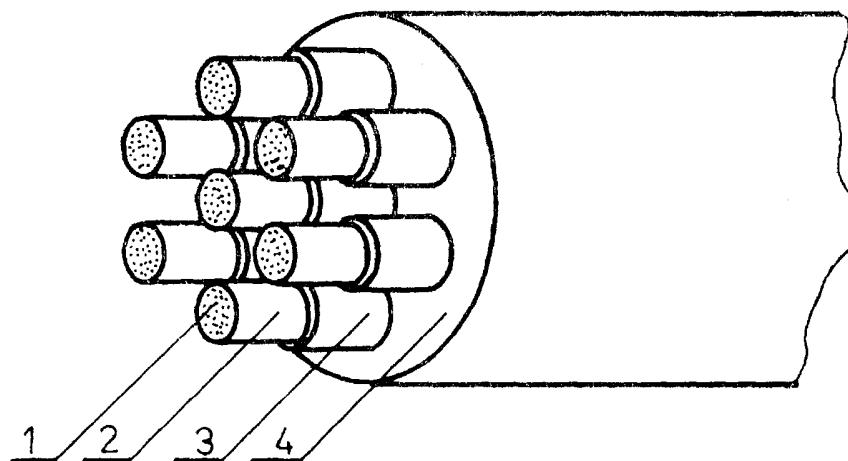
Mnohovláknitý stabilizovaný supravodič vytvorený z mnohovláknitého nestabilizovaného supravodiča a stabilizačného kovu, vyznačujúci sa tým, že mnohovláknitý nestabi-

lizovaný supravodič a stabilizačný kov sú od seba oddelené nekovovou difúznou bariérou, výhodne z grafitu.

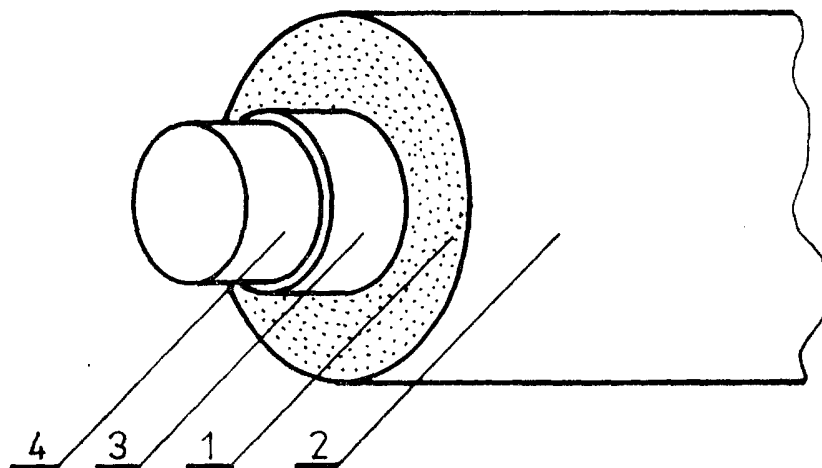
Obr.1



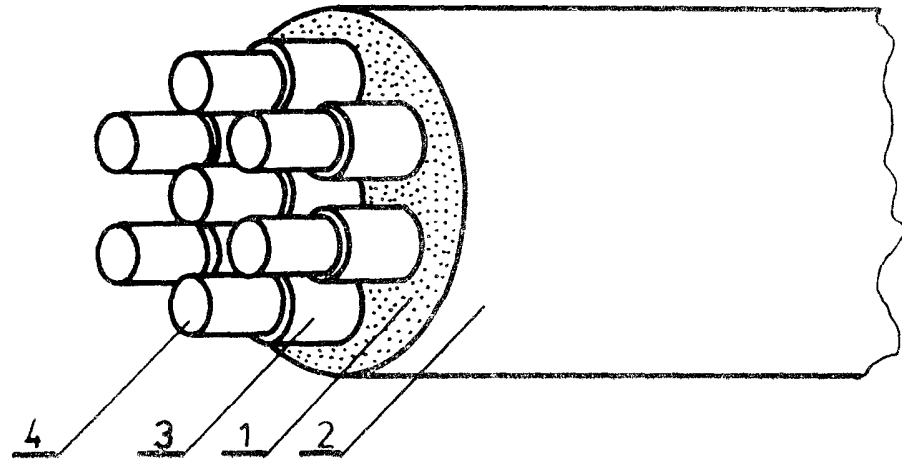
Obr.2



Obr.3



Obr.4



Obr.5

