

第十届学术年会

会议报告论文选集

北京有色金属研究总院

一九九三年

前 言

院學術年會，按慣例兩年舉行一次，93 年本應舉行第十屆學術年會，因故延遲到 94 年 1 月。本屆年會設加工、礦冶、電子電氣、半導體材料、理化測試、情報與技術經濟、機械設計、管理、青年等九個分會，按專業以分會形式宣讀論文。

本屆年會宣讀論文共 276 篇，其中評選出一等論文 36 篇，二等論文 68 篇，分別占宣讀論文總數的 13% 和 24%；宣讀論文和入選等級論文之比與歷屆年會相近。

學術年會是展示科技成果，促進學術交流，推動科技管理、激勵科技人員在總結經驗的基礎上不斷提高學術水平的活動，為此我院定期將年會論文編輯出版，現已出版九集，希望論文集能成為學術交流的“載體”，促進和推動我院科技工作的不斷發展和進步。

本論文集，年會一等論文全文（或詳細摘要）刊載，二等和其它年會論文摘要刊載。文集在編輯出版中得到北京退科聯有色金屬研究總院協會的許多老同志鼎力幫助，對此深表謝意。因時間倉促，限于編輯水平，錯漏和不足之處，請予批評指正。

責任編輯 隋鳳臣

目 录

获奖论文

金属材料与加工部分

Si ₃ N ₄ —钢铁连接用银—铜—钛钎料及其连接工艺	(3)
型吸波材料的研究及其应用	(4)
核电站乏燃料防临界格架用包覆 Al 的 B ₄ Cp/Al(硼铝)复合材	(5)
用于微波器件的大面积 YBCO 超导薄膜	(6)
Ag 包套 Bi 系氧化物超导带材的研究	(7)
磁控溅射制备 Y—ZrO ₂ 、MgO、CeO ₂ 隔离层薄膜	(8)
高阻尼锰铜合金	(9)
全自动焊机用键合金丝	(10)
宽滞后形状记忆合金研制	(11)
粉末注射成形原理及其工艺的研究进展	(13)
“金属布”硬质合金涂层的微观组织及性能	(13)
Ni—MH 电池负极用贮氧材料的研究	(14)
加工工艺对 Bi(2223)Ag 超导带临界电流密度的影响	(14)
快速凝固高强铝锂合金的研究	(15)
大块织构 YBCO 样品中成分对磁悬浮性能的影响	(15)
MoD 法制备 YBCO 超导薄膜	(16)
2MN 立式温静液挤压装置及其工艺研究	(16)
Zr 合金管材中温静液挤压工艺研究	(17)
上引连铸法生产紫铜管坯的显微组织分析	(17)
彩色不锈钢着色工艺研究	(18)
快速全向压制技术研究	(18)
多层筒体中应力分布的计算及分析	(19)
PQTi—17 合金研究	(19)
形状记忆合金在医学界的应用和发展	(20)

矿冶部分

电解法生产镍箔最佳工艺的选择	(23)
----------------------	------

金屬鈰製備工業試驗研究	(27)
金屬氧化物鎳電池研究	(30)
難處理金礦綜述	(32)
化學還原法製備超細鎳粉	(35)
檸檬酸鈦螯合物(植物促長劑)的研製及應用	(41)
都龍含錫鐵精礦提錫冶煉過程熱力學初步分析	(55)
汽車冷起動 PTC 陶瓷恆溫加熱元件的研究	(55)
彩色金屬鹵素燈發光材料製備工藝的研究	(56)
取代元素對 $M_{1-x}Ni_x$ 基貯氫電極材料性能的影響	(57)
鋁/空電池空氣陰極的研製	(58)
鋰蓄電池用鋰錳複合氧化物的研究	(58)
桐柏銀礦選礦工藝研究及生產實踐	(59)
電鍍工藝對泡沫鎳性能的影響	(59)
河北麻峪口金礦選礦工藝的研究	(60)
新型高效溶劑萃取器的工業應用	(60)
山東招遠銀礦完善選礦工藝研究	(61)
稀土元素在春小麥上的十年定位試驗	(61)

半導體材料部分

無位錯雙晶硅帶的生長	(65)
ICB 技術生長 GaAs/Si 的某些特性	(70)
用於功率 FET 半絕緣 HB-GaAs 單晶	(75)
有機鍺(Ge-132)的研製和應用	(76)
大面積非晶硅太陽電池工藝技術的新進展	(76)
氧化鋅功能膜研製	(77)

物理和化學測試部分

大量程 E 型夾式引伸計的數學分析	(81)
大量程 E 型夾式引伸計	(84)
熱沉結構 SOI 硅材料的透射電鏡研究	(86)
ES-901 汽化爐——庫倫水份測定儀	(88)
YL-110 型流動注射測金裝置的研製	(89)
電感耦合等離子體——質譜分析 5N 氧化鈮中稀土雜質	(90)
快中子輻照熔融組織生長 YBCO 超導體中晶體缺陷的电子顯微鏡研究	(92)
快速凝固材料金相制樣技術及組織觀察	(93)
Hg 系高溫超導體材的微观結構研究	(93)
高相變點 TiNi 形狀記憶合金的特性研究	(94)

银包套铋系高温超导带材的微观结构对电流特性的影响	(94)
用同步辐射 x 射线微荧光分析技术研究硅中掺杂元素砷的分布均匀性	(95)
小型管道 pH 化学传感器的研究	(96)
x 射线荧光光谱理论 α 系数法在混合稀土氧化物分析中应用	(96)
高纯氧化铈中十四个稀土杂质元素的化学光谱分析方法研究	(97)
液相化学发光分析方法的建立——鲁米诺— AuCl_4^- 化学发光的研究及应用	(97)
预处理中子活化分析化测完高纯氧化镧中稀土杂质元素	(98)

电子电气与机械设计部分

电化学扫描隧道显微镜研制与半导体表面结构研究	(101)
电池及电极材料性能测试系统	(105)
超高真空静态维持试验研究	(106)
电解铜箔表面处理机列的研制	(112)
接触网导线在役涡流探伤方法及装置	(112)
IGBT 逆变式空气等离子切割/氩弧焊/手工焊电源研究	(113)
一种水源地微机集中测控系统	(113)
高压钠灯电弧管封排联合设备微机控制装置的研制	(114)

技术经济与情报部分

高温超导专利情况分析	(117)
“八五”期间我国半导体硅材料工业实际生产水平与市场需求动向浅析	(119)
层次分析法在我院发展战略研究中的应用	(123)
稀土产品市场分析和预测	(127)
金属钛市场的分析与预测	(130)
表面工程的进展与趋向	(131)
快速凝固技术及其在有色合金中的应用与发展	(131)
多晶硅太阳能电池产业的新进展和发展前景	(132)
引人注目的新型材料——纳米材料	(132)
一种新的材料制备工艺——燃烧合成法及其进展	(133)
我国科技成果研究与转化应用阶段经费投入比例及其调控研究	(133)

管理部分

加强产业建设,发展我院经济	(137)
减少人才外流,争取人才回归	(140)
浅析我院实施论文奖励办法的成效	(142)
我院军工配套新材料研制情况分析 & 经验体会	(142)
我院实行企业化管理的探讨	(143)

关于建立以研究所(室)为核算主体的思考.....	(144)
浅谈科研单位国有资产保值增值.....	(144)

青年分会

不锈钢着色工艺研究—影响不锈钢着色过程的一些因素.....	(149)
充电电池测试系统上位机的内存驻留软件.....	(153)
在市场经济的竞争中应重视“行销”.....	(162)
专业技术干部量化考核办法的探讨.....	(166)
超细铜粉制备技术的研究.....	(169)
区熔单晶炉热场的初步分析.....	(170)
泡沫铜制备工艺研究.....	(170)
铝及其合金着色红色系列添加剂的研究.....	(171)
超音速火焰喷涂强化风机叶轮的研究.....	(171)
SiCp(w)/Al 复合材料的初步研究.....	(172)
工业电解 MnO_2 用新型钛基钛锰合金阳极.....	(172)

年会论文摘要

金属材料与加工部分

贮氢材料研究应用的新进展.....	(175)
陶瓷—金属连接活性钎料研究与发展.....	(175)
金刚石薄膜的制备.....	(176)
球型全稳定 ZrO_2 粉的研制.....	(176)
ZTM 陶瓷颗粒弥散强化的研究.....	(177)
九十年代几种粉末冶金新技术.....	(177)
Ni—MH 电池负极用 Ti 系贮氢材料的电化学性能.....	(178)
稀土贮氢合金的表面镀铜处理及其电化学性能.....	(178)
铝电解惰性阳极用金属陶瓷材料的研究.....	(179)
自蔓延高温合成技术.....	(179)
Bi(2223)/Ag 包套带材重复处理工艺对带材 I_c 的影响.....	(180)
CuNi10Fe 合金离心熔铸工艺研究.....	(180)
焊接工艺对 Ti—Ni 形状记忆合金系性能的影响.....	(181)
052 舰用大直径 B_{10} 薄壁管旋压研制.....	(181)
喷射沉积工艺研究.....	(182)
熔融织构超导样品的交流磁化率特性.....	(182)
YBCO 高温超导靶材制备工艺研究.....	(183)
SiC 颗粒及晶须增强铝基复合材料的比较研究.....	(183)

痕量 Pr 对熔融结构 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ 超导电性的影响	(184)
标准塑料硬度块的研制	(184)
挤压模具的综合评价	(185)
PC 技术在 20MN 静液挤压机电控系统中的应用	(185)
国产铜合金材料在海水环境中的腐蚀行为及主要影响因素	(186)
冠型齿坯锻造过程的数值模拟	(186)
JAPAX 编程机的数控磁带研究	(187)
Ly_{12} 铝合金型材大气腐蚀规律性研究	(187)
环境因子对有色金属大气腐蚀的影响	(188)
进口年轮楔形应力环的解剖及分析	(188)
CuNi 合金的机械性能和耐蚀性能与其显微组织的关系	(189)
毛细铜管连续光亮电镀锡生产线的工艺研究	(189)
非晶态 Ni-P 合金电沉积条件与组织结构的关系	(190)
高纯钼毛细管的研制	(190)
静液挤压生产硬质合金制品工艺研究	(191)
一种 TiNiCu 形状记忆合金的研制	(191)
$\alpha+\beta$ 相区热处理对铜基形状记忆合金性能的影响	(192)
微材料学与形状记忆合金薄膜	(192)
300KW 单极电机用 NbTi 超导线	(193)
钛人工牙根种植体	(193)
多弧等离子镀 Ti、Al、NbN 薄膜工艺与性能的初步研究	(194)
高 J_c 铌钛多芯超导线研制	(194)
锰对 Cu-Zn-Al 形状记忆合金的影响	(195)
形状记忆合金医用支架的研制与应用	(195)
TiNi 合金相变与微观观察	(196)
磁控溅射靶材研究	(196)
Cu-3J ₁ 合金高弹性复合材料	(197)
SiCw(p)/Al 复合材料界面研究	(197)
平面复合触点研究	(198)
Ti-6242S 合金成份对性能的影响	(198)
新一代 β 钛合金—— β_2 1S 合金	(199)
RTF 型中国 NiTi 牙弓丝	(199)

矿冶部分

一种新的宝石改色方法——熔盐法	(203)
Ti-Ni 合金, 电极电化学行为的研究	(203)
稀土紫外荧光粉的研制	(204)
高光效稀土金属卤素灯发光材料的制备	(204)

隔膜槽电解氧化——萃取法制备二氧化铈	(205)
江西离子型稀土矿全分离工艺研究	(205)
内燃机排气催化净化稀土催化剂的研究	(206)
16V—26000 μ FV/g 高比容钽粉	(206)
铜电解液净化处理立方米级工业性试验	(207)
高比容钽粉用镁除氧的研究	(208)
热电池用 LAHB—1 型锂铝合金粉的研制	(208)
宜春锂云母氧化钠压煮法制取碳酸锂	(209)
废铅蓄电池熔炼机理的研究	(209)
富氧熔池自热熔炼过程中杂质元素行为	(210)
阜平金银矿选矿工艺流程研究	(210)
军用片式电容器可镀端电极浆料	(211)
熔渣炉的发展和特点	(211)
电解液净化—新解析剂的研究	(212)
从银金多金属硫化矿中分离砷	(212)
有机金浆料的研制	(213)
金山矿田物质组成特性与工艺选择	(213)
新型钴皂的研制	(214)
军用 MLC 高烧导电浆料	(214)
新型农用稀土 u—31, u—32 的研制	(215)

半导体材料部分

光伏技术的发展预测和经济评价	(219)
掺 Ge 直拉硅单晶性能的研究	(220)
Ⅲ—V 族化合物半导体应用现状	(220)
砷离子集团束的研究	(221)
GaSb 单晶的退火特点	(221)
非掺 LEC Si—GaAs 生长条纹的显示	(222)
Ø50mmGeSbSe 红外光学玻璃的研制	(222)
非晶硅背吸除技术的研究	(223)
非晶硅太阳能电池研究开发的新进展	(223)

物理与化学测试部分

重熔 Duralcan A356/Sic 颗粒增强复合材料的界面研究	(227)
陶瓷材料表面断裂韧性实验方法研究	(227)
陶瓷及脆性材料多试样高温抗弯强度试验装置研究	(228)
Ti ₃ Al—11Nb 合金淬火组织中的 O 相	(228)

形狀記憶合金差溫循環試驗裝置及其應用	(229)
APD 10 衍射儀——AST/286 微機聯機系統	(229)
Y-ZrO ₂ /(11 $\bar{2}$ 0)藍寶石上 YBa ₂ Cu ₃ O _{7-x} 薄膜的微結構研究	(230)
金屬陶瓷刀具材料增強增韌機制的 TEM 研究	(230)
Bi-Sr-Ca-Cu-O 超導晶須的微觀組織結構研究	(231)
硅鍍砷化鎵的电子通道花樣的研究	(231)
离子电子双束辐照及原位观察实验的研究	(232)
形狀記憶合金彈簧特性試驗裝置	(232)
耐辐照 ODS 铁素体合金微觀結構研究	(233)
3004H ₁₄ 鋁合金工藝過程的組織梯度分析	(233)
單晶 SADP 标定程序編制的純 hkl 法	(234)
複雜結構單晶 SADP 的标定	(234)
Cu-Zn-Al 形狀記憶合金 α 相的定量分析	(235)
強脈冲离子注入直接生成難熔金屬硅化物研究	(235)
K ₂ TiF ₆ -SiC/Al 合金基複合材料的界面研究	(236)
強束流离子源 Y 离子注入 H13 鋼氧化膜显微分析	(236)
導數吸光光度法測定鎘、鉍、鈐、鎢、釷、鎢	(237)
寶鋼廠區環境條件及腐蝕介質調查報告	(237)
中子活化法測定血清中鋅、鎘和銅	(238)
金屬鈐中氯的測定	(238)
ICP—光電光譜快速測定鋁合金中主成分鈦、鈷、鎳、錳及其雜質硅、鐵、鎂	(239)
石墨爐原子吸收光譜法測定硫化鋁中痕量鐵、鈷、鎳、錳和鉛	(239)
石墨複合材料中 SiC 和游离碳的測定方法——CS-144C/S 測定儀和管狀爐燃燒	(240)
CYS-Ⅱ 非水滴定儀聯合應用	(240)
提純硼產品中雜質元素的 ICP—AES 分析	(240)
提高難熔金屬氧化物 (Sc ₂ O ₃ 、TiO ₂) 中難熔雜質分析靈敏度	(241)
鋰硅粉末合金中鋰的測定——電位滴定法	(241)

電子電器與機械設計部分

摻雜濃度與砷化鎵表面隧道譜	(245)
KN 充電電池化成裝置	(245)
鎳氫電池快速充電器研制	(246)
空氣等離子切割電源探討	(246)
電化學掃描隧道顯微鏡的主體設計	(247)
真空充氣兩用移動門鎖緊裝置的技術設計	(247)
低壓真空燒結爐功能範圍的選擇	(248)
電解銅箔後處理	(248)

技術經濟與情報部分

稀土新材料開發應用的研究·····	(251)
大有前途的材料製備新工藝——高溫自蔓延合成法(SHS)的原理和工藝·····	(251)
銻市場分析與預測·····	(252)
有色金屬工業科技與生產結合機制的研究·····	(252)
鋁/空氣電池的進展·····	(253)
銻鐵技術經濟分析·····	(253)
等離子體技術製備超細粉的最新進展·····	(254)
超磁致伸縮材料的制取和應用·····	(254)
化合物半導體的現狀和展望(1991年)·····	(255)
離子型稀土礦開發現狀及其分析·····	(255)
在社會主義市場經濟下對我院軟科學研究工作的思考·····	(256)
鉬市場分析與預測·····	(256)
半導體硅的市場分析和預測·····	(257)
利用我國鋰資源生產加工鋰系列產品的經濟性及可行性研究·····	(257)
形狀記憶合金研究與應用的新進展·····	(258)
熱噴塗工藝的現狀和發展趨向·····	(258)
$\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$ 應變層外延的進展·····	(259)
能原工業中的稀土·····	(259)
化合物半導體品種質量的現狀及其發展對策·····	(260)
新型氧傳感器及其材料的發展現狀和前景·····	(260)
高溫超導材料及其應用的新進展·····	(261)
我院半導體材料發展戰略淺析·····	(261)
新材料分析測試技術的新動向和我國應取的發展戰略措施·····	(262)

管理部分

從編寫“院志”看檔案工作·····	(265)
淺議“檢測中心大樓”的建筑设计·····	(265)
我院科技年報數據分析·····	(266)
談我院國家自然科學基金的申請·····	(266)
加強檔案管理工作之我見·····	(267)
科研成果應轉化為生產力·····	(267)

青年分會

LEC 法 GaAs 孪晶成因的探討·····	(271)
-------------------------	-------

Bi(2223)带材及饼状线圈的制备与性能	(271)
铝、铜及其合金在我国的大气腐蚀	(272)
铜应力缓解层对陶瓷——金属连接强度的影响	(272)
α 相铝青铜初期腐蚀的 XPS 研究	(273)
锆合金管材中温静液挤压工艺研究	(273)
SiCp/Al MMC 在高压下的模锻成型研究	(274)
“稳住一头、放开一片”的实现	(274)

金属材料与加工部分

Si_3N_4 —钢铁连接用 银—铜—钛钎料及其连接工艺

楚建新 林晨光 叶 军 文献军
汪有明 贺从训 石云军 彭 刚

陶瓷与金属连接中最有潜力的是钎接。钎接中的活性法由于适用面广,性能可靠倍受重视。活性钎料中,研究最多、公认最好的是银—铜—钛系钎料。为此,在国家“863”高技术项目支持下,进行了“ Si_3N_4 钢铁连接用银—铜—钛钎料及其连接工艺”研究。

一、研究内容及结果

1. 浸润试验

在 0~6wt% 的 Ti 含量范围内配制 10 种银—铜—钛合金,用座滴法测量各合金对 Si_3N_4 浸润角。结果表明:随 Ti 含量增加,钎料对 Si_3N_4 浸润角急剧下降,Ti 接近 0.7wt%,浸润角小于 90° ,Ti 接近 1.5wt%,浸润角小于 45° ,且随 Ti 含量增加而下降趋势变缓。在本试验条件下,浸润角最小为 12° 。Ti 含量相近,而 Cu 含量在 23~38% 时,钎料对 Si_3N_4 的浸润性影响不大。

2. 钎接温度选择试验

由浸润试验,配制了含 Cu30wt%,含 Ti 分别为 1.5、2.5、4wt% 的三种成分钎料,在 840、870、890℃ 进行钎接温度对连接性能影响的研究。并按“工程陶瓷弯曲强度试验方法”(GB6569-86)对连接试样进行三点或四点弯曲强度测试。结果表明:含 Ti1.5~4wt% 的银—铜—钛钎料可很好地实现 Si_3N_4 和钢铁的连接,Ti 含量和钎接温度均对连接强度有影响。在本试验条件下,以含 Ti 量 4%,钎接温度 870℃ 时连接强度最高。用电子深针和 X 射线衍射对 Si_3N_4 与钎料的界面反应过程和连接机理进行研究表明,钎接工艺对强度的影响实质是界面反应层起作用。适当控制钎接工艺,可以得到适宜厚度及致密的界面反应层,从而获得较高的连接强度。

用上述最好钎料及钎接工艺重复四周期连接试验,结果为:

Si_3N_4 —1Cr13 连接试样平均三点弯曲强度室温为 4438.2MPa;600℃ 为 326.5MPa; Si_3N_4 —40Cr 连接试样室温平均四点弯曲强度为 452.7MPa。

上述强度测试简便易行,试样容易制备;便于和陶瓷本身强度及国外多数试验结果参考对比。1990 年 1 月焊接学会 Ia 委召开的“陶瓷—金属连接强度检测方法研讨会”建议采用该检测方法。

作为应用,进行了发动机用 Si_3N_4 电热塞中 Si_3N_4 发热体与钢外套连接研究。提供工厂连接的上百支 Si_3N_4 电热塞经综合检测,满足技术要求,并通过 D459AQ 柴油机全速、全负荷台架试验。该工艺生产效率比现行工艺高 5 倍以上,成品率由 45% 提高到 95% 以上。经国内外资料查阅及国际联机检索表明,本研究的 Si_3N_4 电热塞连接方法有特色,已申报中国发明专利。

利,具有推广应用价值。

二、结论

1. 钛对银—铜—钛钎料对 Si_3N_4 浸润性有明显影响。在本研究条件下,钛含量在 0.7~6wt%,铜含量 23~38wt%时,浸润角小于 90° ,可用于 Si_3N_4 和金属的连接。

2. 钛含量为 1.5~4wt%、铜含量为 30wt%的银—铜—钛钎料,在真空度高于 6.7×10^{-3} Pa,温度在 $840 \sim 890^\circ\text{C}$ 条件下,可很好地实现 Si_3N_4 与钢铁连接。含钛 4wt%,钎接温度 870°C 为最好。

3. 将 $3 \times 4 \times (>18)\text{mm}$ 陶瓷与金属中间夹钎料对接成 $3 \times 4 \times (>36)\text{mm}$ 试样,然后按 GB6569—86“工程陶瓷弯曲强度试验方法”进行精密陶瓷—金属连接强度检测,方法简便易行,适于国内采用。

A 型吸波材料研究及其应用

苏兰英 马志新 汪礼敏

贺从训 夏志华

隐身技术激光武器和巡航导弹一起被列为世界最新三大军事技术,这是决定现代战争胜负的重要手段,海湾战争就是一例。

吸波材料的研究和应用是实现隐身技术的重要途径。

高性能的吸波材料需要解决以下两个问题:

第一、吸收体表面反射尽量低,其输入阻抗尽量接近空气的波阻抗;

第二、进入吸收体内部的电磁波有一定的损耗。

以上两点需要材料具有合适的电磁参数,关键在于吸收剂的质量和涂层的复合技术。吸收涂层与基本的结合强度及耐环境条件性能除与吸收剂、涂层复合技术之外,还与载体的性能和涂覆工艺有关。

本课题研究的重点:①吸收剂;②涂层复合技术;③载体;④应用研究。

研究表明:吸收剂的组分、粒径、形态、表面状况,在一定的条件下,这些因素对其电磁性能均有显著的影响,而且其电磁性能随电磁波的频率变化而变化。由此可以有效地控制其电磁参数,为计算机优化设计吸波涂层材料提供了依据。

根据不同的军事装备对吸波材料力学及环境条件性能的不同要求选择合适的基料,通过一定的加工,制出合乎要求的载体。

按照吸收剂的电磁参数,综合利用多种吸波原理,利用计算机优化设计,通过特定的复合技术,制作出性能优良的吸波涂层材料。

本课题研究的吸波材料厚度薄、重量轻、工作频带宽、附着力强、抗冲击、耐湿热、耐盐雾、

热疲劳性好、性能稳定、工艺简便、实用性强。综合性能国内领先,并达到国际八十年代中期先进水平。

此材料已首先大面积成功地用于舰艇的隐身技术,隐身效果十分显著,降低雷达作用距离 57%(吸收率 95%~96%)以上。此材料还用于陆海空多种电子设备。

核电站乏燃料防临界格架用包覆 Al 的 B_4C_P/Al (硼铝)复合材

桑吉梅 徐 骏 王志英

随着我国大亚湾和秦山核电站的建设和运行,对核电材料的品种提出了许多新的需求,用于乏燃料密集存放水池及乏燃料运输容器中的防临界格架材料……具有优异的核性能、良好的导热、耐蚀性的包覆 Al 的 B_4C_P/Al (硼铝)复合板就是其中之一。目前美国、法国、日本和德国等国的一些核电站已采用该类材料,运输容器中用的更多。随着我国核电事业的发展及国外应用硼铝复合材的趋势,研制和发展该种金属基复合材是势在必行的。通过我们的工作,研制成功了该材料,其性能达到了国际同类材料的相应水平,填补了国内空白。

研制的板材是一种双重复合材,芯体是具有高颗粒含量(35wt% B_4C_P)的金属基复合材(Al 基),芯与 Al 包壳是具有冶金结合的包层复合材。复合板的尺寸为 200×1500 mm(长×宽),板厚公差为 ± 0.2 mm,复合板为两种规格:

- (1)芯厚: 5 ± 0.25 mm, Al 壳 1 ± 0.1 mm
- (2)芯厚: 6 ± 0.25 mm, Al 壳 3 ± 0.25 mm

主要性能指标:

- (1) B_4C_P 含量 ≥ 35 wt%
- (2) B_4C_P 分布不均匀度 $\leq \pm 2.5\%$
- (3) 芯体 $\sigma_b \geq 34$ N/mm², $\delta \geq 0.4\%$, Al 壳与芯的结合强度 $\tau_b \geq 56$ N/mm²
- (4) 测定芯体密度
- (5) 测定芯体常温—500℃的导热系数

本文首先分析了工艺路线确定的依据,确定采用粉末冶金法制取芯体,芯体包覆 Al 壳后进行热轧。原材料为工业纯铝粉、核能级 B_4C 粉和工业纯铝板。文中对主要工序工艺参数的选择、确定的原则作了详细的论述。认为粉料装模时,除根据技术条件要求的最终芯厚外,还要考虑混合粉的松装比重、成品芯块的“理论”密度、等静压力的大小、压制收缩率及拟采取的轧制总加工率等。为了得到压块具有适宜的致密度,并从工业应用的现实性和经济性考虑,测定了不同成型压力下的芯块密度。在烧结除气时,温度、时间、升温速率的选择是很关键的。在 B_4C 粉中,绝大部分是 B_4C ,但含有一定含量的游离 B 和游离 C 存在,它们与 Al 的界面反应的程度

和温度有很大关系,这对烧结后芯体性能有影响,所以烧结温度的选择必须考虑成分中各组元的特点以及组元与组元之间的相互关系。本文还探讨了包覆 Al 时,值得注意的问题和规律,并对热轧时的润滑、轧制温度和道次加工率对 Al 和芯材复合的影响、总加工率与芯体和包覆 Al 的变形量之间的关系,成型压力相同而总加工率不同及成型压力不同而总加工率相同的情况下,芯材密度的变化规律等进行了深入的分析论述。

本文最终报告了研制出的复合板材的力学性能、密度、导热系数,用金相法观察到的 Al 壳和芯块的结合界面、芯体不同位置 and 不同方向上 B_4Cp 的分布,并用定量金相法测定 B_4Cp 含量的均匀度,表明采用的工艺路线和选择的工艺参数是合理可行的,复合板满足核电站乏燃料防临界格架的要求。

用于微波器件的大面积 YBCO 超导薄膜

王小平 杨秉川 石东奇 彭正顺
王瑞坤 孙丽虹 张其劭* 卢 剑*
罗正祥* 任向阳* 郝凤珠**

高质量大面积的 YBCO 薄膜是用原位中空柱状阴极直流磁控溅射装置制备的。化学计量比的超导靶的内径为 100mm,加热器有效面积 $50 \times 40 \text{mm}^2$ 。在 $30 \times 30 \text{mm}^2$ 的 Zr(Y)O_2 , LaAlO_3 基片上沉积的 YBCO 薄膜的厚度均匀度为 $\pm 6\%$,临界温度 $T_c > 89\text{K}$, T_c 不均匀性在 1% 以内, ΔT 在 0.8~0.9 之间,临界电流密度 J_c 为 $2.0 \sim 3.5 \times 10^4 \text{A/cm}^2$; ΔJ_c 为 1.0~1.5。微波表面电阻在 77.5K, 9894MHz 下,测得 R_s 为 0.25~0.76m Ω 。以上参数表明该 YBCO 超导薄膜可在无源微波器件领域应用。

YBCO 超导薄膜沿 C 轴生长时的临界电流密度 J_c 比沿 a 轴和 b 轴生长时的临界电流密度 J_c 大两个数量级,微波表面电阻可差一个数量级。一般认为, YBCO 超导薄膜沿什么方向生长主要依赖于两个方面的因素:一是衬底的选择;二是加热温度。所制备的 YBCO 薄膜经 X 射线衍射分相表明,是纯 C 轴垂直于基体表面的外延薄膜。SEM 电子沟道和 TEM 截面电子衍射结果表明,在 Zr(Y)O_2 和 LaAlO_3 基体上沉积的薄膜为单晶结构。用该薄膜做出了性能良好的 YBCO 超导带状线谐振器,其 Q_0 值已达到 13130。做出的环形微带谐振器,直线式微带谐振器,超导天线均性能良好,已可作为单独元件多次使用。

* 成都电子科技大学
** 电子工业部十三所