

2024 年度云南省科技奖提名项目公示信息

项目名称	稀贵金属焊接/装联导电材料制备关键技术及产业化			
主要完成单位	云南省贵金属新材料控股集团股份有限公司，北京有色金属与稀土应用研究所有限公司，云南锡业新材料有限公司			
提名者	云南省贵金属新材料控股集团股份有限公司			
提名等级	科技进步一等			
项目主要完成人	谢明，王炜，段雪霖，巫小飞，朱武勋，张国清，秦俊虎，方继恒，柳旭，吕金梅，胡洁琼，赵君，毕亚男			
主要完成人基本情况				
序号	姓名	所在单位	职称	职务
1	谢明	云南省贵金属新材料控股集团股份有限公司	正高级工程师	室主任
2	王炜	北京有色金属与稀土应用研究所有限公司	高级工程师	执行董事
3	段雪霖	云南锡业新材料有限公司	高级工程师	车间主任
4	巫小飞	云南省贵金属新材料控股集团股份有限公司	高级工程师	事业部部长
5	朱武勋	云南省贵金属新材料控股集团股份有限公司	高级工程师	
6	张国清	北京有色金属与稀土应用研究所有限公司	正高级工程师	经理
7	秦俊虎	云南锡业新材料有限公司	高级工程师	
8	方继恒	云南省贵金属新材料控股集团股份有限公司	高级工程师	
9	柳旭	北京有色金属与稀土应用研究所有限公司	高级工程师	

10	吕金梅	云南锡业新材料有限公司	高级工程师	
11	胡洁琼	云南省贵金属新材料控股集团股份有限公司	正高级工程师	
12	赵君	云南省贵金属新材料控股集团股份有限公司	高级工程师	
13	毕亚男	云南省贵金属新材料控股集团股份有限公司	工程师	

项目简介

项目在国家基金重点项目（NSFC-云南联合基金，U160220075）、国家重点研发计划（2017YFB0305700）、国家科技部“科技助力经济 2020”重点专项（2020YFB0311700ZL）等计划支持下，以国家重大工程、战略发展和高端民族工业需求为牵引，围绕航空航天发动机、真空电子器件、集成电路、电子封装、5G 通讯等行业用稀贵金属钎料、锡基钎料替代进口和国产化需求，经过十余年的技术攻关，开展了高温合金、钛合金与陶瓷、石墨、金刚石、复合材料、集成电路、LED 等连接的稀贵金属钎料及其制备关键技术的研究，突破了 Au 基低温钎料、Ag 基低银钎料、Ni 基高温钎料以及 Sn 基电子装联钎料等行业存在的共性关键技术难题，形成了系列自主知识产权，建立了专业化生产线，相关产品实现了产业化并替代进口。主要研发成果如下：

（1）研发了“多层叠轧+扩散合金化”和“包覆叠轧+中温精轧”新技术，解决了合金凝固反膨胀、脆性成形等技术难题，制备出 AuSn₂₀、AuGe₁₂、AuIn₂₄、AuGe₁₂Ni_{0.5} 系列箔材。

（2）研发了“真空熔炼+连铸+连轧”新技术，解决了定向凝固连铸固/液界面位置精确控制、强轴取向、清洁性 I 级、溅散性 A 级等技术难题，制备出 AgCuGa、AgCuGe、AgCuNi、AgCuInSn、AgCuPd 系列合金产品。

（3）研发了“真空熔炼+惰性气体雾化+离心雾化”组合制粉新技术，解决了无偏析、球形、超低碳氧含量和超低杂质元素含量等制粉技术难题，制备出 NiPdCrBSi、NiAuCrBSi、AgCuTi、AgCu₂₈ 系列粉体材料。

（4）研发了“超高速线状雾化+在线钝化+高速急冷”新技术，实现了离心雾化粉末 D50

的下移，解决了氧含量、粒度分布、粉末形貌、颗粒微观组织结构和表层钝化等精确控制技术难题，制备出 SnAgCu、SnBi、SnAgBi 系列产品。

该项目获授权发明专利 20 件，发表论文 46 篇（其中 SCI/EI 收录 14 篇），主持制订国家标准 4 件，参与制订国家和行业标准各 2 件；培养省部级人才 5 名和省级创新团队 1 个，晋升高工工程师 5 人，培养博士和硕士研究生 9 人，项目成果技术创新程度高。项目产品已在北京航天 12 所、13 所、北京控制工程所，中国航发动机集团，陕西宝光、成都旭光、聚豪机电、唯特偶、京东方等高端制造企业得到应用，部分产品销售到德国 ABB、印度 ABB，法国施耐德等国际公司，年产量达 1300 吨以上，取得显著的经济和社会效益；解决了国内重大工程和民族工业领域的“卡脖子”难题。

主要发明专利目录

序号	专利类别	专利名称	授权号	申请日期	授权日期	专利权人
1	发明专利	陶瓷低温活性金属化用膏体、陶瓷金属化方法及依据该方法制备的真空电子器件	ZL201811438469.8	2018-11-28	2021-09-17	北京有色金属与稀土应用研究所公司
2	发明专利	一种低 Ti 高强度银基中温活性钎料及其制备方法	ZL201811329583.7	2018-11-08	2021-02-05	北京有色金属与稀土应用研究所公司
3	发明专利	一种真空电子器件封接用低银钎料及其制备方法	ZL201711104843.6	2017-11-10	2021-04-16	北京有色金属与稀土应用研究所公司
4	发明专利	一种用于电真空器件的封接钎料及其制备方法	ZL201711202707.0	2017-11-24	2020-12-25	北京有色金属与稀土应用研究所公司
5	发明专利	一种电真空钎料及其制备方法	ZL201711185029.1	2017-11-23	2020-06-16	贵研铂业股份有限公司
6	发明专利	一种银基钎料合金及制备方法、箔带材和丝材的制	ZL201910681318.3	2019-07-26	2021-12-24	昆明贵金属研究所

		备方法				
7	发明专利	一种用于硬质合金刀具钎焊的复合钎料及其制备方法	ZL2020106929 87.3	2020-07 -17	2021-1 0-22	昆明贵研新材料 科技有限公司
8	发明专利	一种含有贵稀有金属的钎合金及其制备方法和用途	ZL2020100408 98.0	2020-01 -15	2020-1 2-11	贵研铂业股份有 限公司
9	发明专利	银基/铜基/金基钎料焊膏、制备方法及焊接工艺	ZL2021103095 63.9	2021-03 -23	2022-0 6-28	贵研铂业股份有 限公司
10	发明专利	一种 ABS 型粘带钎料及其制备方法	ZL2019101300 51.9	2019-02 -21	2021-0 6-15	昆明贵金属研究 所
11	发明专利	一种高效制备三元扩散偶的方法	ZL2019106981 26.3	2019-07 -31	2020-1 2-11	贵研铂业股份有 限公司
12	发明专利	一种制备高熔点金属三元扩散偶的方法	ZL2021103932 55.9	2021-04 -13	2023-0 1-24	昆明贵金属研究 所
13	发明专利	一种制备高品质球形焊粉的设备与方法	ZL2019108500 71.3	2019-09 -10	2022-0 7-15	云南锡业新材料 有限公司
14	发明专利	一种快速高效处理锡基合金球形焊粉返料的方法	ZL2018112428 99.2	2018-10 -24	2024-0 2-20	云南锡业新材料 有限公司
15	发明专利	超细焊锡粉的无铅焊锡膏及其制备方法	ZL2011102620 75.3	2011-09 -06	2016-0 8-10	云南锡业新材料 有限公司
16	发明专利	适用于多种锡基焊锡膏的助焊剂及其制备方法	ZL2011102620 59.4	2011-09 -06	2017-0 3-15	云南锡业新材料 有限公司
17	发明专利	适用于 SnBi 系列焊锡膏用无卤助焊剂及制备方法	ZL2014105737 22.6	2014-10 -24	2016-0 8-24	云南锡业新材料 有限公司
18	发明专利	一种微电子封装用可伐/银合金复合材料及其制备方法	ZL2021107079 13.7	2021-06 -24	2023-1 0-27	北京有色金属与 稀土应用研究所 公司
19	发明专利	一种超薄真空腔均热板复合材料及其密封成型方法	ZL2020114909 45.8	2020-12 -16	2022-1 2-16	北京有色金属与 稀土应用研究所 公司
20	发明专利	一种三元扩散偶高通量制备和热处理方法	ZL2019107946 66.1	2019-08 -27	2021-0 7-09	贵研铂业股份有 限公司

主要制修订标准目录

序号	标准类别	标准具体名称	标准编号	标准起草单位	标准有效状态
1	国家标准	贵金属及其合金钎料规范	GB/T18762-2017	贵研铂业股份有限公司	有效
2	国家标准	贵金属及其合金复合带材	GB/T15159-2020	贵研铂业股份有限公司	有效
3	行业标准	贵金属及其合金板、带材	YS/T201-2018	贵研铂业股份有限公司	有效
4	国家军用标准	HBNi48PdCrBSi 合金粉末规范	GJB10871-2022	贵研铂业股份有限公司	有效
5	国家标准	电子装联高质量内部互连用助焊剂	GB/T 31474-2015	云南锡业锡材有限公司	有效
6	行业标准	电子产品焊接用锡合金粉	SJ/T 11391-2019	云南锡业锡材有限公司	有效

代表性论文目录

序号	论文名称	期刊名称	年卷期页码	作者	收录情况
1	新型低温无铅焊料的研究进展.	贵金属	2022, 43(S1): 42-54	申兵伟, 刘国化, 高勤琴, 谢明, 张巧, 段云昭	
2	Effect of joining temperature and bonding time on evolution of interfacial microstructure and brazing properties for 4J29/Ag-27Cu-4Ga/4J29 brazed joint.	Vacuum	2019, 167: 459-470	方继恒, 马洪伟, 谢明, 陈永泰, 杨有才, 胡洁琼, 王松	SCI 收录
3	AgCuGa 钎料的组织和性能研	焊接	2020, 3:	柳旭, 黄晓猛, 张国清,	

	究		58-61	韩鹏, 张京叶	
4	AgCuTi 合金的组织与润湿性研究.	贵金属	2019, 40(2) : 55-58	谢明, 杜静, 魏明霞, 高勤琴, 何静, 陈永泰, 王松, 杨有才	
5	Microstructure and properties of the joints of ZrO ₂ ceramic/stainless steel brazed in vacuum with AgCuTi active filler metal.	China Welding	2018, 27(2): 52-56	柳旭, 黄晓猛, 马会斌, 史秀梅, 齐岳峰	
6	AgCuTi 活性钎料的研究进展.	贵金属	2020, 41(S1): 27-33.	刘国化, 魏明霞, 高勤琴, 赵君, 王剑平, 谢明	
7	Effect of Ni content on microstructure and properties of fibers-reinforced Ag-28Cu-Ni alloy.	Materials Research Express	2019, 6(4): 46310	方继恒, 谢明, 杨有才, 陈永泰, 胡洁琼, 马洪伟, 张吉明, 王松, 刘满门, 陈松	SCI 收录
8	Numerical Simulation of Solidification Structures of Ag-28Cu-1Ni Alloy through Continuous Casting Based on Three-Dimensional CAFE Method.	Materials Transactions	2020, 61(7): 1230-1238	方继恒, 刘曦, 范玉曼, 谢明, 陈永泰, 杨有才, 段云昭, 陈松	SCI 收录
9	连铸 Ag-28Cu-0.75Ni 合金相组成、组织及性能.	稀有金属	2017, 41(07): 759-767.	方继恒, 张吉明, 田娟娟, 陈静洪, 王塞北, 谢明	EI 收录
10	过热度、传热系数以及高斯分布参数对 Ag-28Cu-2Ni 合金凝固组织的影响.	材料导报	2019, 33(9): 3077-3084	方继恒, 刘曦, 谢明, 胡洁琼, 王松, 张吉明, 杨有才, 陈永泰, 王塞北, 李再久	EI 收录
11	Structure, energy and electronic properties of Ag/Cu/M(M=Ni,Pd)interfaces:	Computational Materials	2019, 169: 109133	胡洁琼, 谢明, 陈永泰, 方继恒, 杨有才	SCI 收录

	A first principles study.	als Scienc e			
12	定向凝固 Ag-28Cu-xNi 系合金的组织性能研究.	贵金属	2022,43(S1):9-14.	赵君,王剑平,魏明霞,张乃千,杨有才,赵通明,毕亚男,谢明	
13	稀土元素对 AgCuNi 合金材料组织性能影响研究.	贵金属	2019,40(S1):31-34	魏明霞,柳青,高勤琴,赵通明,郑旭阳,龙小庆,谢明,陈永泰	
14	GA-BP 神经网络在 AgCuNi 电接触材料的性能预测研究.	贵金属	2022,43(S1):15-21.	张乃千,魏明霞,赵君,王剑平,杨有才,赵通明,方继恒,谢明	
15	Ag-6Cu-1Zn-0.5Ni 合金变形行为的高通量研究.	贵金属	2019,40(S1):35-39.	陈永泰,谢明,王松,方继恒,胡洁琼,杨有才,张吉明,王塞北	
16	AgCuNiSi 扁丝轧制工艺研究.	贵金属	2020,41(S1):17-21	陈永泰,谢明,陈力,方继恒,胡洁琼,杨有才,王塞北	
17	无模拉拔工艺参数对 Ag-28Cu-8Sn 合金组织及性能的影响.	贵金属	2018,39(S1):1-7	方继恒,谢明,陈永泰,胡洁琼,杨有才,张吉明,王松,马洪伟	
18	Simulation of temperature field,flow field and solidification structure of Ag-28Cu-2Ge-0.4Co alloy.	Materi als Scienc e and Techno logy	2020,36(1):33-45	方继恒,谢明,胡洁琼,陈永泰,马洪伟,李爱坤,杨有才	SCI 收录
19	Al ₂ O ₃ 陶瓷活性连接用 AgCuInTi 合金钎料性能研究.	焊接	2019, 12:46-49	黄晓猛,齐岳峰,张国清,陈晓宇,郭菲菲	
20	Microstructure and properties of the joints of Cu/Cu and metallized Cu / kovar brazed with a low-silver vacuum brazing filler metal.	China Weldin g	2020,29(3):39-43	柳旭,王文静,张国清,陈晓宇,黄晓猛,陈怡兰	

21	AgSnO ₂ /Cu 材料焊接钎着率及界面的组织研究.	贵金属	2020, 41(S1): 22-26	魏明霞, 赵君, 王剑平, 高勤琴, 杨有才, 陈永泰, 段云昭, 谢明	
22	金/钯基贵金属钎料研究进展.	中国有色金属学报	2017, 27(8): 1659-1669	方继恒, 谢明, 张吉明, 田娟娟, 陈静洪, 胡洁琼	EI 收录
23	NiPdCrBSi 合金的钎焊组织与性能研究.	贵金属	2019, 40(S1): 20-23	杜静, 柳青, 高勤琴, 魏明霞, 谢明, 陈永泰, 杨有才	
24	银基焊膏的研究进展.	贵金属	2020, 41(S1): 34-42	范玉曼, 赵君, 魏明霞, 王剑平, 高勤琴, 谢明	
25	粘带钎料的制备方法及其钎焊性能研究.	焊接技术	2019, 48(1): 71-75	成建洋, 谢明, 陈松, 胡洁琼	
26	石墨电极-铜导线低温钎焊连接方法.	焊接学报	2021, 42(3): 70-76	黄晓猛, 齐岳峰, 柳旭, 王炜, 王峰	EI 收录
27	Study on high frequency brazing of brass-red copper.	China Welding	2020, 29(2): 60-64	黄晓猛, 宋文杰, 齐岳峰, 柳旭, 王炜	
28	扩散偶制备技术发展及其应用.	贵金属	2019, 40(S1): 62-72.	毕亚男, 吴先月, 陈松, 谢明, 方继恒, 刘曦	
29	离心雾化制备 SAC305 球形粉工艺研究	稀有金属材料与工程	2021, 50(09) : 3313-3319	陇赞、白海龙、陈东东、段雪霖、严继康、易健宏	SCI 收录
30	雾化气氛对球形焊锡粉形貌粒度影响试验研究	粉末冶金工业	2019, 28(6): 19-22	普友福、段雪霖	
31	高可靠无铅焊锡膏的研制及应用评估	云南冶金	2021, 50(3): 81-85	秦俊虎、段雪霖、何欢、武信	
32	触变剂对降低锡珠数量的研究	云南冶金	2021, 50(秦俊虎, 卢梦迪, 武信,	

	及防控措施	金	5):64-69	何欢, 王艳南, 柳丽敏	
33	焊锡粉对焊锡膏粘度稳定性的影响	云南冶金	2018,47(05):59-63	武信,秦俊虎,白海龙,刘宝权	
34	SnBi-X 低温焊锡膏开发及其性能评价	电子工艺技术	2019,40(5):298-301	武信, 卢梦迪, 秦俊虎, 白海龙, 王艳南	
35	触变剂加入温度及含量对焊锡膏印刷性能的影响	焊接	2020,(11):46-49+64	武信, 卢梦迪, 秦俊虎, 何欢, 王艳南, 熊晓娇	
36	有机溶剂对 Sn42Bi58 低温锡膏润湿性能的影响	电子工艺技术	2021,42(05):285-288	武信、柳丽敏、熊晓娇、段雪霖、秦俊虎	
37	AgCuInSn 钎料的研究进展综述	贵金属	2022,43(S1):37-41	毕亚男, 张乃千, 魏明霞, 赵君, 王剑平, 陈松	
38	CuSnTi 钎料焊膏与焊片钎焊性能对比	焊接	2021(01):18-23+62	齐岳峰, 黄晓猛, 王莉, 王峰, 李笑颖	
39	Joining of Al ₂ O ₃ to Cu with Cu-Sn-Ti active brazing filler alloy	Welding in the World	2022(66):1471-1479	Linlin Yuan, Wei Wang, Xiaomeng Huang, Yuefeng Qi, Xiaoying Li	SCI 收录
40	连续铸造 Ag-28Cu 合金的组织形貌表征	贵金属	2017,38(S1):24-27	谢明, 杜静, 魏明霞, 高琴琴, 庄滇湘, 陈家林, 朱绍武, 张吉明, 杨有才, 陈永泰, 胡洁琼, 李爱坤, 刘满门, 侯攀	
41	Pt-M(M=Fe,Co,Ni)金属间化合物电子结构和弹性性质的第一性原理研究	材料导报	2018,32(14):2467-2474	胡洁琼, 谢明, 陈永泰, 陈松, 张吉明, 王塞北	EI 收录
42	Au _(1-x) Pt _x Sn ₂ (x=0,0.125,0.25,0.50,0.75,0.875,1)体系相结	功能材料	2018,49(05):	胡洁琼, 谢明, 陈永泰, 陈松, 李爱坤, 王塞北	

	构稳定性、电子结构与弹性性质的第一性原理研究		5208-5215		
43	Au-Pt-Sn 三元合金相图的700°C等温截面	中国有色金属学报	2019, 29(03): 538-548	胡洁琼, 谢明, 陈松, 陈永泰, 王松, 王塞北	EI 收录
44	Microstructure and properties of continuous casting Ag-28Cu-8Sn alloy fabricated by dieless drawing	Rare Metals	2020, 39, 279-288.	方继恒, 谢明, 张吉明, 杨有才, 陈永泰, 王松, 刘满门, 胡洁琼	SCI 收录
45	钯的反演势的构建与研究 (英文)	贵金属	2017, 38(S1): 28-34	任县利, 陈松, 谢明; 李慕阳, 王松, 胡洁琼, 王塞北	
46	高通量实验技术发展现状及在贵金属研究中的应用分析	贵金属	2018, (S1): 72-84.	陈松; 吴先月; 毕亚男; 谢明; 王塞北; 胡洁琼; 刘满门	