

金属功能材料论文集

(一九九四年卷)

祝景汉主编

冶金部钢铁研究总院
精密合金研究部

一九九五年·北京

金属功能材料论文集

(一九九四年卷)

祝景汉主编

冶金部钢铁研究总院
精密合金研究部

一九九五年★北京

前 言

记得刚开始工作的时候,被分配到二室(精密合金研究部的前身)永磁组。当时一些先参加工作的同志除了教我们这些新出校门的人如何进行材料研究外,还介绍在此领域内应当查阅的国内外有关文献,如美国的“化学文摘”“应用物理快报”,“应用物理”,前苏联的“金属物理与金属学”和我国的“金属学报”等期刊文献。其中的一些直至今天还经常翻阅。但是给我印象最深的要数前苏联黑色冶金研究院精密合金研究所出版的“精密合金”文集了。说印象深并不是该文集当时对自己工作有多么重要,说实话那时自己的俄文水平还达不到能看懂文集中那么多文献的水平。这种文集是该研究所每年或每几年将本所研究人员所发表的文章或内部资料收集成册并出版,是系统地介绍该所研究成果的不定期文献资料。该文集从五十年代一直出版至今。九十年代初,我们精密合金研究部科技人员访俄时,还收到过该所近几年出版的文集。话说回来,当时是文集的本身给我的深刻印象,随即产生一个天真的想法是我们自己什么时候也出一个类似的文集呢?

有些事想到了,事情本身也看的简单,但真正办起来也不易。出文集首先要收集稿件,分类、出版、印刷等杂事,最重要的还要有经费。出版这种学术文集更无经济效益而言。不过,无论如何,这本“冶金部钢铁研究总院金属功能材料论文集——1994 卷”终于与读者见面了。收入本文集的文章均取自于精研部职工在 1994 年内公开发表在国内外期刊杂志或会议文集上的文章,共 60 篇,其中以中文发表的有 43 篇,以英文发表的有 15 篇,以日文发表的有 2 篇。这些文章可基本反映出精研部目前科研课题的研究内容和方向及学术水平。

近年来,原“精密合金”所属的研究领域,已不能完全包括我部现在所有的研究领域,因此本文集取名为“金属功能材料论文集”。计划今后每年出一集,条件允许的话也把前面数年的文集补全。做什么事都贵在坚持,只要坚持下去就会把文集出版这件事办好。

如果本文集能对读它的人及作者本人的回忆有一点点益处的话,此文集的出版目的也就达到了。

祝景汉

1995. 8. 28

目 录

一、综合评述

金属功能材料的新近发展.....	1
王新林 王琦安	
电子产品的开发和市场动向.....	6
孙桂琴	
汽车电子化与金属功能材料	10
王 焰	

二、稀土永磁

稀土永磁材料的最近进展	13
戴礼智	
快碎 Nd—Fe—B 永磁体.....	16
祝景汉	
快碎 Nd—Fe—B 磁粉生产及市场预测.....	24
祝景汉	
粘结稀土永磁的开发	26
金瑞湘	
粘结 NdFeB 磁体的热稳定性.....	32
金瑞湘 陈敏勤	
NdFeB 永磁体的生产与应用	36
蒋 龙	
快碎 Nd—Fe—B 合金的磁性研究.....	39
祝景汉 彭长平 曹宏文 丁树林 郝继明	
烧结 NdFeB 磁体在磁路中的磁性不可逆损失变化.....	43
金瑞湘 陈敏勤	
还原扩散法制作的高稳定性 R—Fe—B 永磁体	47
潘 伟	
Sm ₂ Fe ₁₇ 和 Sm ₂ Fe ₁₇ N _x 的制备工艺和磁性研究	53
张绍英 戴礼智	

三、非晶合金和软磁合金

国外非晶微晶合金研究和应用发展概况	58
王新林 孙桂琴	
非晶微晶合金从研究到产业化	74
王新林 王立军	

日本非晶、超微晶合金的开发与应用.....	79
孙桂琴	
快淬超微晶及非晶软磁合金研究动向	84
全白云	
铁基超微晶合金磁滞回线偏移的研究	89
李志华 陈文智 张国祥	
热处理对铁基超微晶合金居里点的影响	93
陈文智 李志华 张国祥	
0~4kA/m 恒导磁非晶电感铁芯的研究	97
丘渝青 刘俊欣 许 妍	
高频大功率用非晶及微晶铁芯和变压器的开发与应用.....	101
王立军 李立国 冯淑琴	
非晶态铁芯制造高频弧焊逆变电源的输出电抗器.....	105
王立军 陈新华 关晓东 刘亚茹	
逆变弧电源单端脉冲变压器用超非晶与非晶合金铁芯脉冲损耗特性对比.....	108
全白云 李玉国 陈新华 孙桂琴	
快速退火对铁基非晶合金磁特性的影响.....	113
喻晓军 全白云 成田贤仁	
超微晶软磁合金的结构与磁性稳定性关系.....	117
李 春 李玉国 王新林	
中高频小功率电子元器件用非晶材料的开发与应用.....	124
丘渝青 董凤兰 许 妍 刘俊欣	
Cu 在高磁感取向硅钢中的作用	130
赵 宇 何志志 朱 静 翁宇庆 吴宝榕	
霍尔电流传感器用聚磁环.....	136
孙学范 杜炳坤 钮淑香	

四、储氢合金及电池

包覆钨和镍后 MmNi_5 基贮氢合金的电极特性	138
张文鹏 李 军 耿鸣明	
MmNi_5 基贮氢合金包覆镍后对电极特性的影响	140
张文鹏	

五、超磁致伸缩材料

超磁致伸缩材料生产现状及应用.....	144
祝景汉	
稀土—铁大致伸缩材料.....	147
高有辉 周谦莉 祝景汉	

六、形状记忆合金

新型形状记忆合金及其应用.....	152
-------------------	-----

刘 江

七、吸收材料

金属磁粉微波吸收材料.....	156
-----------------	-----

宋保钢 赵 晖

八、弹性、阻尼合金及其它产品

铁基 $\text{Ni}_{42}\text{CrNbTiAl}$ 合金的恒弹性与单轴磁各向异性	159
---	-----

毕 晖

热处理温度对铁基阻尼合金阻尼特性和磁性的影响.....	162
-----------------------------	-----

毕殿清

铁基阻尼合金的阻尼特性与磁性.....	166
---------------------	-----

毕殿清

(JG)正畸钢丝的研制及监床应用	170
------------------------	-----

万成绪 姜春阳 胡秀奎 石成启 王邦康 纪昌蓉

仿古科技制品的开发.....	174
----------------	-----

赵连德 尹滋华

九、基础理论

涂层微波吸收材料的计算机模拟实验研究.....	175
-------------------------	-----

于涛 王崇愚 胡荣泽

掺杂和空位对过渡金属碳化物电子结构的影响.....	179
---------------------------	-----

段文晖 唐师龙 顾秉林 宋全明

十、磁性测量

磁场扫描时间对直流磁性影响的分析.....	184
-----------------------	-----

吕包苓 蔡 蕾

衰减振荡瞬态分析法软磁磁性测量装置.....	188
------------------------	-----

张 立 任晓北 陈新华

十一、外文文章

Atomic Structure and Doping Response of Grain Boundary in Transition Metal Ni	193
---	-----

Wang Chong-Yu and YU Tao

Electronic Structure of the $\Sigma 3[111]$ Grain Boundary and Doping Effect in Ni	206
Wang Chong—yu Zhao Dong—liang	
Finite — temperature Molecular Dynamics Study for Atomic Structure of Grain Boundary in Transition Metal Fe and Ni	212
Wang Chong—yu, Duan Wenh—hui and Song Quan—ming	
Optical Interface Phonon in Graded Quantum Well Structures	218
Zhu Jia—lin, Duan Wen—hui, GU Bing—lin	
The Stability of R—Fe—B Powder and Bonded Magnet by HDDR Process	222
W. Pan, J. M. Wu, P. Wang, L. Y. Cui and X. D. Guan	
The structure and magnetic properties of $\text{Sm}_2(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{17-y}\text{Al}_y$ compounds	228
Wu Jian—min, Li Feng, L. C. Tai	
Study of Structure, Magnetic Properties and Preparation of $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ Powder With High Energy Products	234
Zhang Shao—ying, Tai Li—chi, Cui Li—ya	
Structure and Magnetic Properties of $\text{LaCo}_{13-x}\text{M}_x$ Intermetallic Compounds	238
Wu Jian—min, Li Feng, Tai Li—Chi and Zheng Qun	
Electrochemical characterization of MmNi_5 based alloy powder coated with palladium and nickel—palladium	241
Geng Ming—ming	
Electrochemical characteristics of Ni — Pd — coated MmNi_5 — based alloy powder for nickel—metal hydrides batteries	244
Geng Mingming	
Electrode Characteristics of MmNi_5 based Alloys for Nickel—Metal Hydride Batteries	248
Geng Mingming	
Electrode characterisation of MmNi_5 — based alloys for nickel—metal hydride batteries	251
Geng Mingming	
Influence of hydrogen on the hyperfine field of amorphous	

$\text{Fe}_{83.3}\text{Si}_{3.5}\text{B}_{11.2}\text{C}_2$ alloy	254
Wen—Zhi Chen and Rong—Li Gui Kai—yuan He	
A study of flash—annealed FeMnSiB amorphous cores	258
Baiyun Quan Kenji Narita	
Magnetic properties of flash annealed Fe—based amorphous cores	262
Xiao—jun Yu, Bai—yun Quan, Kenji Narita	
瞬間熱処理されたFe—Si—B系アモルファス薄帯の磁気特性	265
C o — Z r — N b 磁性金属の固相アモルファス化	266

金属功能材料的新近发展

王新林

王琦安

(冶金部钢铁研究总院)

(国家科委工业科技司)

摘 要 简要介绍了金属功能材料的基本内容、特点和地位;重点论述了国内外几类研究和应用开发比较活跃的新材料领域;讨论了我国金属功能材料的开发简况和发展方向。

关键词 金属材料 功能合金 应用 发展 动向

1 前 言

从材料性质和实际应用观点,人们通常把材料分成结构材料和功能材料两大类。从发展趋势看,各国在发展新材料时,重点放在发展新型功能材料方面。据专家估计,功能材料约占材料研究的85%。金属功能材料是指具有特殊物理或生化性能的金属基材料,如磁、电、热、光、力、声、化学和生物等功能。据此,有人把金属功能材料分为九类:①磁功能材料,②电功能材料,③热功能材料,④力功能材料,⑤化学功能材料,⑥光功能材料,⑦声功能材料,⑧生物功能材料和⑨核功能材料等。近期发展比较快的金属功能材料有多个领域,如非晶微晶(含纳米晶)合金,铁基稀土永磁合金,贮氢贮能材料,形状记忆合金,超磁致伸缩材料,专用金属电子材料,减振阻尼材料以及正在开发的梯度功能材料和隐身(吸波)材料等。

金属功能材料的特点有:(1)性能要求高和特殊,属于高新技术领域;(2)形状差异大、尺寸精度高、技术难度大,如生产 $\phi 0.003\text{mm}$ 的超细丝,厚度为 0.002mm 的超薄带, $\phi 0.3 \times 0.1\text{mm}$ 的微细管,粒度达 6nm 的超微粉等;(3)种类牌号多,使用数量少,专用性强,是其它材料所不可能代替的;

(4)应用范围广,且常以元件形式对其性能进行评价,为材料元件“一体化”产品;(5)属于技术密集型产品,因而附加价值高(材料的增值高),如一般的传统材料,由原材料加工成材,增值不过几倍,个别达十几倍,而金属功能材料可增值几十倍或更高。以金属功能材料的主体精密合金为例,据1988年统计数据,与普通钢铁材料相比单位重量的利税高147倍;(6)新材料、新工艺、新应用不断涌现,更新换代快,而且周期越来越短。(7)金属功能材料对科研、生产的条件、装备和环境要求高,属于知识密集、技术密集、多学科交叉的高新技术产业。

金属功能材料在电子电讯工业、国防工业、科学技术、能源交通、机电和家电等方面具有广泛应用和重要地位。据国际货币基金组织统计,原材料在单位工业产值中的消费量每年以1.25%的速率下降,结论是“夕阳化”,而功能材料则以每年两位数字的速率增长。在功能材料中,新型功能材料占80%,格外重要。仅以磁性功能材料为例,著名的美国“硅谷”近十年来磁性材料的产值一直高于硅材料。因此,人们称“硅谷”变成了“磁谷”,如果没有磁性材料,世界将一片黑暗。

2 几种发展快的新型功能材料

2.1 非晶微晶合金

非晶态合金的出现是金属材料和冶金工艺技术的两项重大变革。在晶态材料基础上发展的非晶态、微晶和纳米晶材料,因微观结构的根本区别而具有一系列特殊性能,如优异的磁性和耐蚀性等。在工艺上以大约 $10^6\text{ }^\circ\text{C/s}$ 的冷速使液态金属快速凝固,一步成材,省去多道工序,适于快速生产,正在推广应用。现在,美国 Allied-Signal 公司已具有年产6万吨非晶薄带的能力,产品有58个牌号。日本各公司累计也有70个牌号,德国15个牌号。我国从“六五”起步,经“七五”和“八五”攻关,已在冶金部建立了非晶态合金喷带和元器件制造中试生产线,计划年生产带材100吨,生产元件200万件,已制订材料国家标准28个。“八五”攻关的重点也由材料研究转向材料生产技术和材料应用开发。非晶微晶合金已经在电子、电力电子、仪表、军工等方面得到应用推广,仅日本东芝公司一家,年产用于高频电源的非晶铁芯约700万只,我国在漏电开关、逆变电焊机等方面应用已形成产业,优越性得到了肯定。用非晶态合金制做配电变压器,是未来非晶带材应用的一个重要领域,据 Allied-Signal 公司估算全世界已有20万台在运行,我国也已经开始这方面的开发研究。

非晶微晶合金最近的一个重大发展是纳米晶(超微晶)软磁材料开发,它已成为国际上材料研究的热点。1988年日立金属公司首先研制出Fe基纳米软磁合金($\text{Fe}_{73.5}\text{Si}_{13.5}\text{B}_9\text{Nb}_3\text{Cu}_1$),定名为Finemet,推出五个牌号,当年产值就达5000万日元。其主要创造性在于:具有高饱和磁感 B_s (1.18~1.35T)的Fe基合金,其各向异性 K 和饱和磁致伸缩系数 λ_s 同时趋近于零,从而获得优异软磁特性。据报道最佳研究水平为:矫顽力 $H_c=0.16\text{ A/m}$ (0.002Oe);初始磁导率 $\mu_1=80\sim 88\times 10^4$ (一般为 $8\sim 10\times 10^4$);高频损

耗 $P_{2/100\text{K}}=220\text{ mW/cc}$;在脉宽 $10\mu\text{s}$ 和 $\Delta B=0.4\text{ T}$ 下脉冲磁导率 $\mu_p=3.2\times 10^4$ 。近来,又研究了Fe—Zr—B和Fe—Zr—B—Cu系列合金等,其 B_s 可高达1.70~1.72T。这类合金的微观结构和磁性的关系的深入研究,也成为1993年在日本召开的RQ8国际会议的研讨热点之一。

非晶微晶合金另外一些引人注目的研究进展有:(1)极薄带研制。用快淬工艺已制出厚度为 $3.8\mu\text{m}$ 的Co基非晶薄带,在1MHz下初始磁导率高达10000;而厚度 $7.8\mu\text{m}$ 的纳米晶合金 $\text{Fe}_{72}\text{Cu}_1\text{V}_8\text{Si}_{13}\text{B}_8$ 的高频损耗低达 $P_{2/100\text{K}}=80\text{ mW/cc}$ 。(2)非晶态合金薄膜和多层膜;(4)非晶态合金粉末和细丝;(5)轻金属(Al或Mg等)基高强度轻合金;(6)非晶微晶催化材料;(7)非晶和纳米晶永磁材料。

非晶微晶合金开发的标准是应用和市场。国内外的大量研究都是围绕材料和元器件的一体化研究。日本各公司如东芝、日立等都是材料做成元件随整机出售,不出售材料,也不出售元件。我国的主要研究已转入非晶微晶元器件应用研究和开发。非晶微晶合金和元件具有广阔的市场。以日本为例,东芝公司1986年建成年产600万只非晶元件的生产线,1989年扩大到1800万只,当年销售额约为135亿日元;日立金属的Finemet,在1988年销售5000万日元基础上,1991年达到年产12吨能力,计划1995年达到年产600吨,增加50倍,1993年日本要从美国进口32000台非晶合金铁芯配电变压器。到2001年,日本非晶丝材可达每年200亿日元,非晶薄膜可达400亿日元。据日本预测,到2000年非晶态合金的日本市场为1600亿日元,每年增长的比率为32.8%,居十大类新金属材料之首。

2.2 稀土永磁合金

稀土永磁合金主要指60年代开发的Sm—Co 1:5型、70年代开发的Sm—Co 2:17型

和80年代开发的以NdFeB为代表的铁基稀土永磁。特别是1983年日本住友公司开发出第三代烧结稀土永磁Nd₂Fe₁₄B后,铁基稀土永磁合金的研究开发热潮彼落此起,至今不衰。其原因在于这类合金性能大幅度提高、价格大幅度下降、应用十分广泛、产值利润大。1983年研究成功的Nd₂Fe₁₄B磁体,1984年就开始商品化,西方世界总产量32吨,到1990年总产量已达1550吨,六年间产量增长近50倍,平均年增长率高达90%,年产值2.81亿美元。粘结NdFeB永磁,西方世界1987年为35吨,1989年为180吨,1991年为580吨,年增长率达每年翻一番,1990年产值已达0.8亿美元。预计到2000年,烧结NdFeB将达29亿美元,粘结NdFeB永磁将达13亿美元。

NdFeB系磁体的性能在逐年提高,以主要性能指标最大磁能积为例,1993年为291.2 kJ/m³ (36.4MGOe), 1986年报道404.8 kJ/m³ (50.6MGOe), 1991年达到417.6 kJ/m³ (52.2MGOe), 1993年日本住特金公司的最新报道达433.6 kJ/m³ (54.2MGOe), 同时其它性能指标也很高,如*H*_c=848 kA/m (10600 Oe),取向度达95%,*B*_r=1.495 T,达到了磁能积理论值66MGOe的85%。在生产产品上,日本住友公司、信越化学工业及TDK公司等,都推出45MGOe级磁体,最高可达48MGOe (384 kJ/m³)。

快淬NdFeB是制造NdFeB粉末的新工艺,世界上最大生产厂家是美国GM公司,材料商标是“Magnequench”,其主要产品有各向同性NdFeB粉末四种:MQP-A、MQP-B、MQP-C和MQP-D。磁体有三种:各向同性粘结磁体MQ1,热压磁体MQ2,热塑性变形的各向异性磁体MQ3。最近,日本日立公司报道了热挤压快淬NdFeB系粉末得到很好的性能:(BH)_{max}=48.3MGOe, *H*_c=13.2 kOe。美国GM公司已具有年产4500吨粉末的能力,其中约80%以粉末出售,主要

是MQ1类粘结磁体用粉末。我国已能批量生产快淬NdFeB系列永磁粉末,用于制造粘结磁体,性能同MQ1相当。

氢化—歧化—脱氢—重组(HDDR)新工艺是英国伯明翰大学Harris教授首先开发的,是可直接获得高矫顽力、各向异性NdFeB磁粉的一种新工艺方法。因工艺简单、性能较好、适合制作廉价粘结磁体而引起广泛重视,是快淬NdFeB磁粉的一个竞争对手。我国用HDDR方法生产的NdFeB系各向同性磁粉性能已达到:*B*_r=0.82~0.85 T, *H*_c=11~12 kOe, (BH)_{max}=12 MGOe,同国际水平相当。日本最近报道的各向异性粉末性能为:*B*_r=1.13 T, *H*_c=13.9 kOe, (BH)_{max}=26 MGOe。据称,将HDDR法制得的NdFeB磁粉热压成磁体,最大磁能积最高达35 MGOe (280 kJ/m³)。

另外,机械合金化法、还原扩散法、雾化法等制备NdFeB粉末,铸锭—热变形ReFeB永磁体制备工艺等均有许多研究和进展。目前研究较多的是Re-Fe-N系永磁体。Sm₂Fe₁₇N₃磁粉性能已达到:*B*_r=1.3 T, *H*_c=10.4 kOe (832 kA/m), (BH)_{max}=30 MGOe (240 kJ/m³)。各向异性场*H*_A=260 kOe, 4π*M*_s=1.57 T,居里温度*T*_c比NdFeB提高160℃左右,最大磁能积的理论值高达59 MGOe,具有重要开发前途。

2.3 贮氢合金及其在Ni-MH电池中的应用

自60年代发现贮氢合金以来,应用性能最好的有稀土系、钛系和镁系三类。其应用研究涉及到热泵、暖气设备、传动设备、贮氢容器、太阳能蓄存、汽车氢燃料系统、氢分离膜、冰箱、快速加热装置等,而发展最快的是Ni-MH电池。镍氢电池是90年代出现的最新高科技产品。利用贮氢合金做负极生产Ni-MH电池,目前主要生产5^号电池(AA型)。同现有镍镉电池相比,容量从500 mAh提高到1000 mAh,可快速充电或放电、无毒(镉则有毒性),无记忆性,充放

电寿命达500次以上,属于电池的更新换代产品。据报道,日本的东芝、松下、三洋、日立等公司都筹建生产厂,预计在1993年达1亿只电池。美国Ovonic公司则致力于大型电池研制与生产。我国Ni-MH电池研究已列入“863”计划,在广东中山建立了中试研究基地。钢铁研究总院在苏州建立的年产300万只AA型Ni-MH电池的中外合资企业已初步投产。据日本市场分析,1991年Ni-MH电池需求1100万只,价值65亿日元,预计五年后市场将高达5亿只,价值2600亿日元。另外,美国和日本正在开发使用贮氢电池的电动汽车。

2.4 形状记忆合金

形状记忆合金因其具有记忆形状的特性而成为一种智能材料。它基本上分为三类: Ni-Ti基、Cu基和Fe基形状记忆合金。形状记忆合金的应用起步于70年代初美国海军F-14舰载战斗机的油压管接头,后来在军工、汽车、机器人、生物工程和自动控制等方面多处实用化。日本1988年的市场规模为60~70亿日元,其中主要是Ni-Ti基合金,约占80%。近期,Fe基形状记忆合金的开发研究很受重视,主要是Fe-Mn-Si系合金。它虽然记忆性能不如Ni-Ti合金,如不能双向记忆等,但其价格可比Ni-Ti合金约低一个数量级,且易于焊接、切割等,因而,具有很大的潜在市场。研究表明,具有马氏体相变的材料在一定条件下都可望呈现形状记忆效应。

2.5 超磁致伸缩材料

传统磁性材料的饱和磁致伸缩系数 λ_s 一般都小于 40×10^{-6} ,70年代发现,稀土铁、稀土钴系合金的 λ_s 高达 1000×10^{-6} 以上,称为超磁致伸缩材料,典型合金是以金属间化合物 RFe_2 莱夫斯相为代表的材料如 $Tb_{0.27}Dy_{0.73}Fe_2$ 。这类材料在磁场的作用下使长度变化、弹性模量变化、声速变化或应力变化,从而在军工、电子、自动控制、机器人、传

感器等方面开发了众多的应用,是高新技术材料的一个重要方面。美国边缘技术公司(ETI)生产的商品牌号为Terfenol-D;瑞典菲罗迪公司(Feredyn AB)产品牌号为MAGMEK86,成分为 $Tb_{0.27}Dy_{0.73}Fe_{1.95}$,尺寸为 $\phi 6 \sim 30 \times 200\text{mm}$;我国可批量试制 $\phi 8 \sim 20 \times 150\text{mm}$ 棒材;英国稀土制品公司(REP)于1990年开始生产。虽然超 λ_s 材料用量不大,估计到1995年全世界也不足100吨,但价格昂贵,产值相当高。据日本的预测,其中,美国市场约6亿美元,日本约200亿日元。其主要应用有声纳系统、超声波诊断、机器人、致动器、传感器、换能器等。实用材料的 $\lambda_s = 1800 \times 10^{-6}$,磁各向异性性能 $E = 20240\text{J/m}^3$;实验室水平则达到 $\lambda_s = 2400 \times 10^{-6}$ 和 $E = 36\text{kJ/m}^3$ 。目前这类材料的研究主要集中于提高性能和改善制备工艺以降低生产成本。

2.6 电子专用金属材料

据统计,1991年全世界电子产品市场6350亿美元。中国1988年彩电生产达1028万台,需要多种金属功能材料。仅彩管一项,预测到1995年要用热双金属、无磁不锈钢带、弹簧不锈钢带、阳极帽材料、框架钢带和阴罩钢带等金属材料44000吨。有人估计,高清晰度电视(HDTV)在1995~2010年全世界销售额将达2500~5000亿美元。除了性能质量保证外,产品的规格尺寸、表面、一致性、外观质量等都非常重要。最近,为满足高质量图象的显象管要求,日本已开发出36Ni-Fe合金(NAS36),厚 $0.13 \sim 0.25\text{mm}$,宽 $450 \sim 600\text{mm}$ 。对于引线框架材料,Cu合金在发展,日本推出的IC用超高强度、高导电性的铜系合金“KLFI85”,性能优于42Ni-Fe合金。

2.7 其它正在大力开发的材料

2.7.1 梯度功能材料。它是1984年首先由日本科学家平井敏雄等提出的新概念,简称FGM。是选择两种不同性质的材料,连续改

变这两种材料的组成和结构,为非均质材料,重点首先研究高速飞行器用金属—陶瓷材料。将来,其领域将拓宽,有良好的应用前景。

2.7.2 吸波材料。主要是对电磁波、红外波的吸收,如雷达波吸收材料、红外隐身材料,多为复合材料。国内外都在大力研究,并在飞机、导弹、舰艇、坦克等方面初步应用。

2.7.3 金属基功能复合材料。包括电接触复合材料(开关材料、滑动材料);超导复合材料;特种封接(热膨胀)性能材料;电磁屏蔽复合材料等。

2.7.4 磁记录材料。包括纵向磁记录、垂直磁记录和磁光记录材料等,发展十分迅速。具体材料如磁性薄膜材料、磁光材料、大磁阻材料和各种磁盘。

2.7.5 新型晶态软磁材料,如日本大同特殊钢公司推出的RM417合金($0.8\text{Si}-12\text{Mn}-10\text{Cu}-6\text{Fe}-\text{Ni}$),初始磁导率 $\mu_1=45.5\times 10^4$;日立制作所1989年研究出的 Fe_{16}N_2 材料, $B_s=2900\text{OG}(2.9\text{T})$;晶粒取向 $6.5\text{Si}-\text{Fe}$ 合金和三次再结晶硅钢薄带开发。

2.7.6 减振阻尼合金,是一种防止振动、噪音的新型材料,包括 $\text{Fe}-\text{Cr}$ 系、 $\text{Co}-\text{Ni}$ 系、 $\text{Cu}-\text{Al}-\text{Ni}$ 系等多种,很有应用开发前途。

2.7.7 磁性液体,即磁性微粒的悬浮分散液体,用于密封、印刷、分离等。目前实验室水平的 $B_s=2300\text{G}(0.23\text{T})$,目标是 0.4T 。

2.7.8 特种形态金属功能材料,包括二维材料—薄膜和多层膜;一维材料—超细丝;零维材料—超微粉;它们具有根本不同于通常三维材料的特性。

2.7.9 生体材料,如人体植入材料。据报道全世界有关骨病的人已超过三亿,许多人要换关节,大部分用金属基材料。

2.7.10 其他特种应用金属材料,如高温合金、铁电材料、传感器材料、分离膜材料、表面改性材料、电阻材料、耐腐蚀材料、测

温材料、特种钎料和信息显示材料等。

3 我国的开发简况和发展方向

几十年来,我国从无到有,在材料研究、工艺技术研究 and 应用开发方面做了很多工作,已具有雄厚的研究基础和一支高水平的科技队伍。有大批科技成果的研究水平已进入国际先进行列,如非晶微晶合金、稀土永磁材料、超导材料、贮氢材料及应用等。有些高技术产品已形成批量生产,并有一定出口规模。但是,总体来看,我国的研究仍然是以跟踪仿制为主。虽然有些方面有中国自己的特色,但发明创造不够多,同国际水平相比,存在相当差距。

3.1 品种、规格、性能同国际先进产品有差距,不能满足国内市场需求。例如,我国仪表与电子系统引进2000多条生产线,彩电生产线100多条,许多关键材料仍然依靠进口。

3.2 生产装备和工艺技术相对落后、不配套,厂家多而规模小、分散,所以产品批量小、一致性差、尺寸精度不高、表面质量差,成本较高,加之专利问题,使新材料难以进入国际市场。

3.3 金属功能材料元件化不够。美、日和西欧很重视材料元件“一体化”,甚至发展某些材料制备出来就是元件,如薄膜元件等。

3.4 新材料、新工艺技术跟踪仿制多,创造发明少,专利意识不强。我国稀土资源占世界的84%,但稀土功能材料如三代稀土永磁、贮氢合金及超λ材料等基本专利均属外国,至今在生产和销售上仍受制于人。

3.5 近期科研工作短期行为多,深入研究少,后劲不足,科研设备和检测仪器相对落后,基础研究薄弱。

3.6 在科研管理和资金体系方面存在缺陷,有些领域的差距有增大趋势。

根据国内外金属功能材料的研究开发现状以及今后的发展趋势,我国应着重做好以下几方面工作:

●重视新材料尤其是功能材料的研究与

开发, 优先发展与国民经济支柱产业密切相关的材料, 对有重要应用前景以及我国有科研优势的领域给予重点支持, 增加投入强度, 争取在短期内形成有我国特色的专利系列。

●大力发挥我国在资源及科研水平上的优势, 采取积极的态度重点解决若干个对我国新型材料发展有较大阻力的专利问题。

●金属功能材料科研与生产要相对集中, 发挥技术密集型产业的特点, 设备要完善、配套、先进、适合规模生产, 提高科研与生产的起点, 加强国际竞争能力。

●金属功能材料要向材料和器件的“一体化”发展, 直接以高新技术产品进入市场。

●在重视材料研究的同时, 要注重材料制备新工艺、新方法的研究。

电子产品的开发和市场动向

Market Trends and Development of Electronic Products

孙桂琴

(冶金部钢铁研究总院)

摘 要 重点介绍几个国家最新开发和应用的电子产品, 特别是美、英、日、韩及东南亚国家, 分析了国外电子产品的最近市场动向。概述了我国电子产品生产、市场等状况, 并简要作了对比分析, 找出差距并提出努力方向。

关键词 电子产品 元器件 开发 市场

1 新产品开发

1993年初在美国拉斯维加斯举行的冬季电子产品大展中, 轻、薄、短小的便携式产品, 成为消耗性电子产品新的趋势。最引人

注意的新产品是收音广播系统。这个系统, 能够接收广播电台的广告、交通时刻表, 体育竞赛结果及呼叫信息等。这些信息可通过一种特别的FM收音机或汽车收音机的显示

器传送。

美国ATT贝尔研究所开发出“近视野光扫描显微技术”，可解决目前用光磁记录方式所造成的信息高密度化的障碍。这种新技术能记录比目前市场销售的光磁盘多100倍以上的信息量。这种技术记录密度为光磁盘的100倍，磁记录的300倍。手掌大小的磁盘，可容纳17小时的高清晰度电视图像信息。

日本东芝公司最近开发出世界最小的电磁电机。这种超微型电机的外径仅0.8mm，其体积是该公司先期推出的同类电机（微型电机，其绕组缠在磁铁上）的1/3。这种微型电机的研制成功，给微型电机制造业的发展带来了新活力。微型电机是直接关系到微型机器能否成功的关键部件。专家们预计，微型机器有着广阔的应用前景。工业上可用微型机器检查机器设备中的细小管道。在医疗界微型机器将成为下一世纪最先进的检验手段之一，这种微型机器可直接进入人体的消化道和血管内，检查人体内微小的病变组织。

日本东北大学精密电子研究所开发出一种高精度、高密度记录的光磁盘记录膜材料，该材料的存贮容量比现用材料高4倍。这种光磁盘记录膜材料是一种锰和锑的二元基合金，另含微量元素铂。材料特点是可自由消除和存贮信息。

IBM的研究人员开发出一种读计算机磁盘存贮磁信息传感器装置，相当于当前磁盘存贮信息量的30倍以上。目前在每 in^2 的磁盘上存贮的信息为3.5亿位。预计到本世纪末，密度可增至每 in^2 100亿位。这样一个3.5in的磁盘便可存贮1000本300页的小说。

英国牛津大学研制成功由磁性和非磁性薄膜交替叠加，并可分层磁化的三维磁记录材料。这是在真空镀膜机中用电子来交替加热磁性和非磁性材料，使之沉积于基片上而成。磁性材料为钆，非磁性材料为钇和镱，沉积厚度为数nm。

韩国现代精工公司最近研制成功了曲线

运行磁悬浮列车。这台车重28t、长17.6m、宽3m、高3.8m，可乘40人，最高时速为150km。列车运行时离轨道上浮12mm。在此之前，现代精工公司还制造出时速为50km，供8人乘坐的磁悬浮列车“HML-01和HML-02”。同时，韩国大宇重工业公司已制造成功磁悬浮列车，但只能直线运行。

现代精工公司是韩国第一家制造曲线运行磁悬浮列车的公司。除大部分尖端技术产品外，35%的部件国产化。该车无震动，被称为“幻想中的交通工具。”

据日本科学家杂志透露：前不久，日本全国科技政策研究所发表了由专家们对1149项科技突破进行的科学预测，其中对未来电子科技的预测包括：

1999年 光通讯系统广泛应用；遗传工程获取新的粮食品种；准确的天气预报。

2000年 出现脉冲速度10.9s以上的硅元件，可预报机场风涡。

2001年 出现能经受数百℃的集成电路，由卫星通讯实现世界范围的空中交通监视。

2002年 芯片存贮量10亿比特，研制出新型计算机的逻辑开关电路。

2004年 光波电缆可传送10亿比特/s；人造器官；出现建筑用机器人；救火用的机器人；盲人机器人。

2007年 大部分癌症能治愈；存贮量达千亿比特的芯片；磁悬浮列车时速达500km。

2008年 提出用活细胞制造计算机的方案。

2009年 外来基因同人的染色体结合；用高能粒子清除放射物；照顾婴儿的机器人。

2010年 有效率达50%的多层太阳能电池；计算机能写文章。

2012年 生物和计算机相结合。

2013年 能医治所有癌症；出现商业性的空间工厂；出现有手足的机器人。

2 市场动向

美国加利福尼亚市场情况研究公司预测：世界开关电源将持续兴旺，销售收入1991

年为80亿美元,到1997年可望增长到150亿美元。中档功率(100~500W)开关电源得宠,市场需求旺盛,到1997年可占世界销售总收入的38%。鉴于模块电源,功率因素标准的发展及混合电路和表面安装技术的广泛应用,这部分开关电源在90年代独领风骚。但随着欧洲统一市场的形成和加拿大、墨西哥和美国之间贸易协议的出笼,预计竞争日趋激烈。太平洋沿岸国家(包括日本)的竞争,亦维持热点。

据调查,东南亚电子消费增长幅度达14%,其中“有源元件”如半导体、电子管等占市场销售总量的55%,年增长率超过9%。而“无源元件”如电阻器、电容器、集成电路、连接器等销售增长率为6.3%,仅占电子零件市场的4.5%。在各种电子零件的销售金额方面,半导体市场1992年销售额约为590亿美元,年增长率超过10%,存储器市场的总规模约为140亿美元。

日本为全球最大的电子零件消费国,占市场的30.2%,其次为北美占27.3%,欧洲则占24%。半导体市场增长率日本最低,仅6.4%;欧洲地区约占10.35%;美国为11.8%;而东南亚市场的增长率高达20%。

调查表明,到2000年,全球电子零件市场总规模将增长1倍,约达2500亿美元,预计东南亚市场1994年将赶上欧洲市场。

汽车电子器件市场的发展也很迅速,据美国《现代技术》援引英国电子工业协会的调查指出,按目前的速度,到2000年每辆小汽车装备的电子元器件价值可达2000美元。全球汽车业消耗的电子元器件将达600~700亿美元。

90年代用于装备汽车的各种电子控制系统将从试验室进入生产线。最近的调查表明,至少有三、四十种传感器可向汽车厂商提供,如果这些传感器中的1/3批量生产,1996年可形成10亿到12亿美元的市场规模。据英国电子工业协会预测,90年代拥有可观市场

的汽车电子系统,包括燃油喷射和最佳能耗控制装置、自动变速系统、电子悬挂、数字液晶显示、排污控制、安全系统、防盗系统、通信和导向系统,以及舒适和娱乐装置等。

由于汽车电子装置普遍向智能化发展,导致了汽车用电脑的大发展。1991年日本消费了6.5万台汽车电脑,丰田公司生产的“滑翔机”小汽车使用了24个微电脑。预测显示2000年以前汽车用电脑的消耗量,平均每年将以25%的速度增长。日本汽车厂商相信,不断提高电子化水平,将成为夺取竞争优势的有效手段。

永磁材料在世界市场也很活跃,80年代以来,世界永磁产量增长很快,1990年为21亿美元,预计到2000年,永磁总产值将达52亿美元,年增长率为14.7%。汽车、摩托车电机用磁体出现短缺,美国1年缺少约3000万件,德国缺少1700万件。

粘结永磁能制造薄壁复杂形状磁体,利于大批量生产,随着电子装置“轻、薄、短、小化”而日益发展。据调查,用于电子产品的粘结永磁预计1995年将达5.04亿美元,在此市场中,日本有很大优势。我国购买了日本钕铁硼烧结磁体销售许可证,又是稀土资源丰富的大国,钕铁硼磁体的产量将有可能超过美国而跃居世界第二位。购买销售许可证排除了专利的障碍,使我国磁体进入国际市场,这对我国继续保持钕铁硼磁体的国际先进地位有着非常重要的作用,使我国永磁生产和销售前景更加广阔。

3 国内概况

近年来,我国电子产品发展迅速,取得长足进展,但仍落后于某些工业国家,差距还相当大。目前电子元器件产品不论品种还是质量,都满足不了国内市场需求。据有关部门统计:国产集成电路仅能满足国内市场的25%,国产分立器件为50%,电子元器件为80%左右。特别是电子元器件中高新尖端技术产品,不能满足整机要求。如果近期“入关”,国外

进口产品将大量涌进国内市场。目前外商对我国市场采取的政策是：对我国市场需要量大的高档元器件，往往采取高价政策。高档元器件产品，如国内开发成功并能批量供货时，外商则压价竞争，使国内企业无利可图。有的传统出口产品，正在被国外商人看中，在我国投资建厂以争夺市场。国际大公司受我国大市场的吸引，也纷纷以独资形式在我国建厂，欲挤占我国市场。预计对进口产品的冲击力度将会增大。另外，“入关”后，整机企业可以直接到国外市场采购质量高、价格低的元器件和散件等进行组装配套，将使国内元器件企业面临严峻的挑战。

综上所述，我国元器件产品市场发展，有利因素很多，但不利因素客观上会不同程度地制约产品市场的发展。

从1993年国内元器件市场总体来看，需求量比1992年有所上升，但幅度不大，约15%~20%，其中电子元件为350亿只，集成电路为1.5亿只，半导体分立器件为60亿只，电真空器件为5000万只，电阻器125亿只，电位器6亿只，电容器为140亿只。

我国汽车工业在采用电子技术方面可以说刚刚起步，到目前为止，能够实际应用的电子技术主要有：电子点火装置，安全报警器，汽车闪光器，汽车收、放音机等电子产品，技术层次较低，应用范围窄，现有技术水平与国外先进水平相差约10~15年，尚未形成汽车电子工业的体系和规模。随着我国汽车工业的发展及恢复我国关贸总协定缔约国地位日期的逼近，汽车普及应用电子技术已势在必行。

“八五”、“九五”期间是我国汽车工业大发展时期，汽车年产量将突破百万辆大关，轿车将达30万辆以上，国内汽车电子产品市场潜力很大。虽然我国汽车电子化起步较晚，但预计最迟在1995年将形成汽车电子化高潮。汽车电子产品装备将占整车价格的15%。市场销售额将突破50亿元。专家们认为：我国恢复关贸总协定缔约国地位一旦签约，我国汽车工业将不可避免地面临世界大厂商强有力的挑战，面临一场真正市场竞争的考验。我们要抓住这一机遇，采取有利措施，加速开发汽车电子产品。