

ICF11 会议简介及 MnZn 功率铁氧体材料发展近况

ICF11 Brief Introduction and Late Development of Mn-Zn Power Ferrite materials

陆明岳

山东中瑞电子股份有限公司 (新三板股票代码 430433)

中图分类号: TM27 文献标识码: A 文章编号: 1606-7517(2014)07-4-117

1 国际铁氧体会议历史简介

国际铁氧体会议 (International Conference on ferrite, 简称 ICF) 是由铁氧体发明人日本东京工业大学武井武教授于六十年代倡导并发起的, 第 1 届国际铁氧体会议 (ICF1) 于 1970 年 7 月在日本京都成功举行, 该会获得了日本粉体与粉末冶金协会、TDK、三菱和松下等大公司的鼎力相助。四十年来, ICF 已经成功举办过 11 次, 平均每四年召开一次, 每次会议时间和地点由国际铁氧体委员会确定。

国际铁氧体委员会由来自日本、美国、德国、法国、荷兰、意大利、俄罗斯、中国、英国、波兰、加拿大、印度等 12 国家的 19 名专家组成。其中, 日本东京工业大学杉本光男教授为委员会主席, 美国 F.J.Friedlaender 博士为副主席, 委员 14 名, 名誉委员 3 名。

2 第 11 届国际铁氧体会议 (ICF11) 基本情况

ICF11 原计划于 2011 年 11 月 14 日至 18 日在日本 Nara 举行, 但由于 2011 年日本大地震, 福岛发生核泄露事件, 国际铁氧体委员会决定改期并改变了会议地点。

经过一年多的重新筹备, ICF11 于 2013 年 4 月 15 日至 19 日在日本冲绳国际会议中心顺利举行, 来自美国、中国、日本、韩国、德国、法国、俄罗斯、荷兰、印度等 20 多个国家从事铁氧体及相关材料研究的 286 名专家、学者、教授、工程技术人员参加了会议。会议总计收到论文 264 篇, 其中 44 篇为大会特邀报告。会议采用口头报告 (Oral) 和论文张贴 (Poster) 的形式, 其中口头报告 113 篇, 论文张贴 151 篇。论文内容涵盖了铁氧体及相关材料在各个领域的

理论与应用方面的研究进展以及所取得的成就。

本届大会主席是国际铁氧体委员会主席杉本光男教授, 杉本光男曾经担任 ICF1、ICF3 大会秘书长以及 ICF6、ICF8 大会主席。大会副主席为日本东京工业大学 M.Abe 教授, 秘书长为 N.Matsushita 博士。

ICF11 由日本粉体与粉末冶金协会主办, 日本科学院、日本政府教育、文化、体育、科学技术部, 以及日本磁学会、日本物理学会、日本应用物理学会、日本电子工程师协会、IEEE 日本磁学分部、日本电化学学会、日本电子信息与通讯工程师协会、日本化学学会、日本金属协会、日本陶瓷学会、美国陶瓷学会等给予大力支持。

本人全程参与了 ICF11 会议, 现将会议有关情况给予简要介绍, 供国内同行分享。

2.1 会议主要日程

2013 年 4 月 16 日上午, 举行了大会开幕式, 由秘书长 N.Matsushita 博士主持, 大会主席杉本光男教授致辞、日本粉体与粉末冶金协会董事长致欢迎词。

随后举行了武井武奖颁奖仪式, 武井武奖颁给对铁氧体事业作出过重大贡献的研究人员, 在每届国际铁氧体会议上颁发, 每次只奖给一个人, 本届武井武奖颁给印度技术研究院的 S.C.Mani 教授。

颁奖仪式后, 紧接着是大会主题报告, 本届会议有 3 个主题报告, 分别是:

- (1) 美国加州大学伯克利分校 Ramamoorthy 教授
磁学的电场控制
(Electric Field Control of Magnetism)

(2) 日本东京工业大学 Hideo 教授

铁基超导体：目前状况

(Iron-based Superconductors: Current Status)

(3) 英国爱丁堡大学 John Paul 教授

四氧化三铁的费尔威相——铁氧体的神奇

(The Verway Phase of Magnetite—a Long-Running Mystery in Ferrites)

2013 年 4 月 16 日下午至 18 日下午，根据会议议题不同在 3 个分会场同时进行大会口头报告 (Oral) 与学术交流，同时在 5 个展厅进行张贴论文 (Poster) 学术交流。

2013 年 4 月 18 日下午 4:00，进行了大会闭幕式。并颁布了青年研究奖 (Young Researcher' Award)、新产品新技术奖 (New Product & Novel Technology Award) 以及 Yamazaki Yohtaro Memorial Student Award 奖。与往届会议不同，本届大会增加了后 2 项奖项，特别是颁发 Yamazaki Yohtaro Memorial Student Award 奖是为了鼓励在校大学生 (研究生) 从事铁氧体及相关材料的研究。

2.2 会议主要内容及论文统计

(一) 本届大会共涉及 26 个方面专题内容

(1) 铁氧体及先进材料物理学；

(2) 铁氧体及先进材料化学；

(3) 晶体生长；

(4) 薄膜及多层；

(5) 结构材料；

(6) 颗粒及复合材料；

(7) 磁流体；

(8) 自旋电子学；

(9) 多铁性材料；

(10) 超导体 (包括铁基材料)；

(11) 软磁材料；

(12) 永磁材料；

(13) 原材料及制造工艺；

(14) 粉末成型与烧结；

(15) 磁记录与记忆；

(16) 磁光；

(17) 微波铁氧体；

(18) 电磁兼容 (EMC)；

(19) 功率磁体；

(20) 传感器与调节器及变换器；

(21) 马达与发电机；

(22) 生物医药应用；

(23) 环境应用；

(24) 能源应用；

(25) 铁氧体工业资源；

(26) 其它新出现的技术。

(二) 大会还设立了 4 个专题讨论

(1) 磁学颗粒结构及其在生物医药方面的应用 (Biomedical Application of Magnetic Particles and Structures)；

(2) 多铁性材料：物理及应用 (Multiferroic Materials: Physics and Applications)；

(3) 永磁材料及其应用 (Hard Magnetic Materials and their Applications)；

(4) 磁性颗粒及超导体在环境保护方面的应用 (Environmental Preservation by Using Magnetic Particles and Superconducting Magnets)。

(三) 大会设立了展览厅

世界著名的 TDK、FDK、NEC-TOKIN、EPSON、Taiyo Yuden、Bosch 等 14 家公司，从铁氧体、金属软磁材料、复合材料、测试方法、设备仪器等方面展出了它们所取得的最新科技成果。

(四) 各国提交的论文数统计

第 11 届国际铁氧体会议 (ICF11) 共收到论文 264 篇，其中 44 篇为大会特邀报告。会议采用口头报告 (Oral) 和论文张贴 (Poster) 的形式，其中口头报告 113 篇，论文张贴 151 篇。

这些论文，来自日本 162 篇，印度 21 篇，韩国 14 篇，中国 13 篇，美国 8 篇，中国台湾 7 篇，法国 6 篇，希腊 5 篇，马来西亚 4 篇，德国 3 篇，俄罗斯、英国、奥地利、泰国、斯洛文尼亚、罗马尼亚、埃及各 2 篇，意大利、芬兰、拉脱维亚、伊朗、墨西哥、香港、葡萄牙各 1 篇。

3 MnZn 功率铁氧体材料最新进展

ICF11 关于 MnZn 铁氧体材料研究的文章较少，具有代表性的主要有 3 篇：日本 TDK 公司的“电动汽车用掺 CoMnZn 铁氧体材料的温度稳定性”，日本 JFE 公司的“使用温度超过 100℃ 的新型低功耗 MnZn 铁氧体材料”，飞磁等公司合作研究的“新型高饱和磁通密度 MnZn 铁氧体材料”。

日本 JFE 公司介绍了新开发的高温高 Bs 低功耗铁氧体材料性能, 图 1 是 JFE 公司现有功率材料的功耗—温度特性。图 2 则是新开发的能够使用至 140℃ 以上的新型功率铁氧体材料 MBT4_1 和 MBT4_2, 其中 MBT4_2 材料甚至可以在 150℃ 以上应用。图 3 为不同牌号材料的饱和磁通密度随温度的变化。表 1 为 JFE 公司功率铁氧体材料技术指标。

日本 TDK 公司研究了电动汽车用掺 CoMnZn 铁氧体材料的温度稳定性问题, 图 4 为电动汽车用 DC—DC 转换器模块示意图。

飞磁等公司合作研究了功率变压器用高密度高 Bs 铁

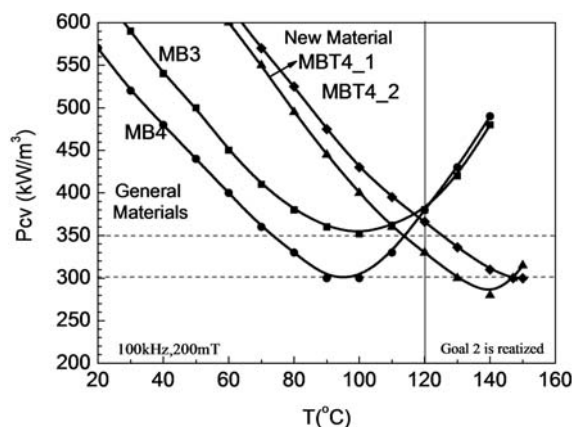


图 2 JFE 新开发功率铁氧体材料功耗—温度特性

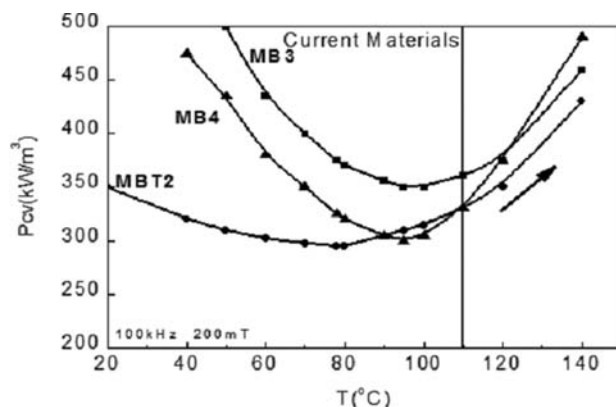


图 1 JFE 现有功率铁氧体材料功耗—温度特性

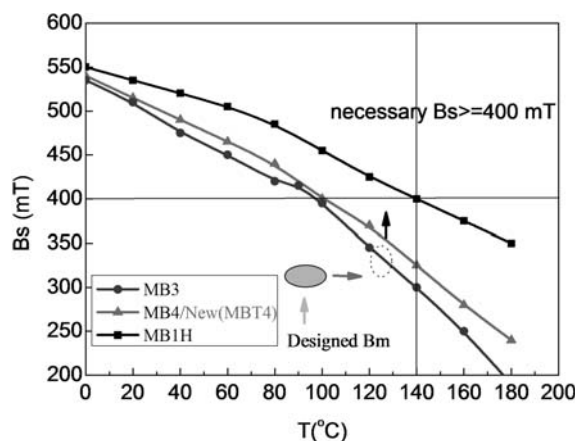


图 3 JFE 公司不同牌号材料的饱和磁通密度随温度的变化

表1 JFE公司功率铁氧体材料技术指标

Material			MB3	MB4	MB1H	MBT1	MBT4
Initial Permeability	μ_i	23℃	2500	2500	1700	3400	1500
Saturation Flux Density 1200A/m	$B_{ms}[mT]$	23℃	510	520	540	510	537
		60℃	450	470	505	460	503
		100℃	390	400	460	390	460
		130℃	325	350	410	340	405
		140℃	300	330	400	325	400
Core Loss @100kHz 200mT	$P_{cv}[kW/m^3]$	23℃	650	575	980	395	900
		60℃	440	375	600	365	605
		100℃	350	270	380	340	407
		120℃	390	350	550	390	332
		130℃	430	440	675	420	299
		140℃	485	525	775	465	286
Curie Point	$T_c[℃]$		215min	215min	300min	230min	250min
Resistivity	$P[\Omega m]$		6.0	4.5	6.0	4.0	5.0
Density	$D[kg/m^3]$		4.9×10^3		4.9×10^3		4.9×10^3

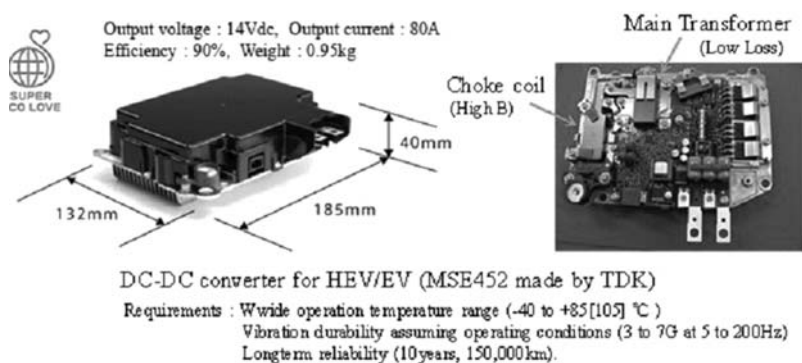


图4 电动汽车用DC—DC转换器模块

氧体材料,图5、图6分别为新研究的材料的功耗及饱和磁通密度、起始磁导率及饱和磁通密度与其他公司报道的参数对比。

作者简介

陆明岳,研究员级高级工程师,山东中瑞电子股份有限公司(新三板股票代码430433)副总经理兼总工程师。

迄今,多项科研成果和发明专利获得省市奖励。主持

制定国家标准和行业标准各2项。在有关学术期刊和学术会议上共发表论文近70篇。作为第一发明人,获得授权专利30余项,其中发明专利10项。

现为全国磁性元件与铁氧体材料标准化技术委员会委员、中国电子学会应用磁学分会委员、中国仪表功能材料学会第6届理事会理事,《磁性材料及器件》以及大比特《磁性元器件与电源》期刊编委。

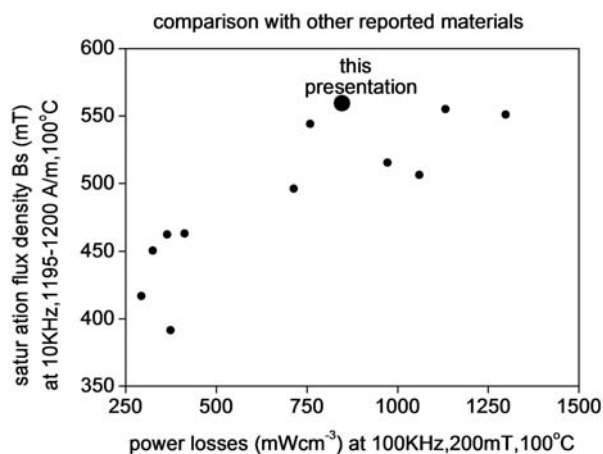


图5 新研究材料的Bs—Pc特性与其它公司对比

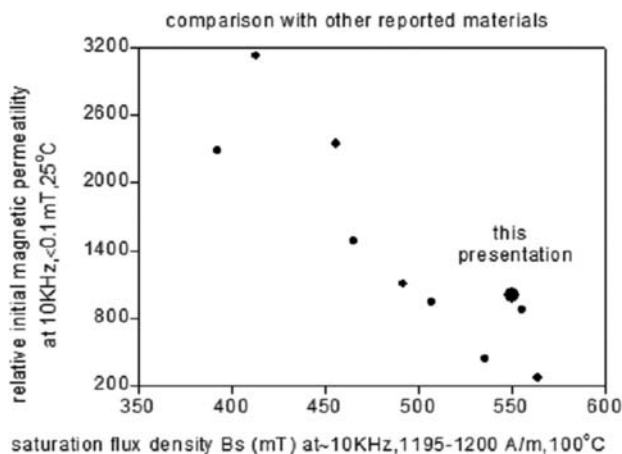


图6 新研究材料的Bs— μ_i 特性与其它公司对比