

第十五届国际等离子体化学会议简介

吴承康

中国科学院力学研究所, 北京 100080

引言

国际等离子体化学会议 (International Symposium on Plasma Chemistry, ISPC) 开始于 1973 年, 由国际纯粹与应用化学联合会 (IUPAC) 主办, 由其下属物理化学部等离子体化学分委员会具体组织. 历届会议的会址是德国 Kiel (1973), 意大利罗马 (1975), 法国 Limoge (1977), 瑞士苏黎世 (1979), 英国爱丁堡 (1981), 加拿大 Montreal (1983), 荷兰 Eindhoven (1985), 日本东京 (1987), 意大利 Pugnuchiuso (1989), 德国 Bochum (1991), 英国 Loughborough (1993), 美国 Minneapolis (1995), 中国北京 (1997), 捷克 Prague (1999), 法国 Orleans (2001). 在 2001 年第十五届会议上, 成立了国际等离子体化学学会, 参加会议的均成为学会会员. 2003 年 ISPC-16 将在意大利举行.

会议内容包括低温等离子体科学与技术的各个方面, 从基础研究到工业应用. 一般在会议前后还举办等离子体暑期学校和工业应用讨论班.

我国自 1983 年 ISPC-6 起, 每届都有代表参加会议, 并且自 1987 年以后, 一直参加会议的组织机构——IUPAC 等离子体化学分委员会与国际等离子体化学学会理事会. 会议中我国有一定数量文章, 近年来有若干邀请报告. 1997 年在北京成功举办了 ISPC-13, 到会代表 300 余人, 其中国外代表 200 余人. 我国在 ISPC 中有一定影响.

本文简要介绍 ISPC-15 的情况, 并希望由此看到当前国际低温等离子体科技发展趋势.

1 ISPC-15 概况

会议于 2001 年 7 月 8 日到 7 月 13 日在法国奥尔良 (Orleans) 由当地的 Orleans 大学主办. 到会代表 600 余人, 以法国本国最多, 其次是日本. 由我国大陆去的 5 人, 由我国台湾和海外去的中国人若干人. 会议出版论文集 8 本, 共 3333 页, 刊登论文 553 篇. 会议有大会邀请报告 7 篇, 分组邀请报告 18 篇, 分组口头报告 135 篇, 墙报展出 418 篇. 会前有等离子体暑期学校, 分为热等离子体和非平衡等离子体两班. 此次热等离子体班的学员较少. 会前还有一天的工业应用讨论班 (Workshop on Industrial Applications of Plasma Chemistry), 由工业界一些研究人

员来做报告. 内容都是在工业中已得到应用的一些新技术和有关问题. 本次会议大量采用墙报展出, 便于代表们与作者交流, 是一种很好的方式.

2 工业应用讨论班内容

应该指出, 讨论班的内容并不是等离子体工业应用的全面反映, 而只是一些例子.

(1) 汽车工业中等离子体技术的应用. 主要是汽车灯光和指示灯大量应用等离子体镀膜技术 (塑料上镀膜). 发展方向是: 质量控制, 硬膜镀层, 彩色镀层.

(2) 激光光源用于表面清理. Nd: YAG 激光器系列产品 (10~50 kW), 用于各种表面如石质建筑物、光纤等在大气中的清理, 表面刻印, 零件加工等.

(3) 等离子体技术的电源. 直流 ≤ 25 kW, 开关型脉冲直流电源, 几十 kHz, 小型化, 2 kW 电源 3000~4000 欧元. 低频几百 kHz, ≤ 5 kW. RF 13.56~40.68 MHz, 5~2 kW. 微波 915 MHz (镀金金刚石膜 ≤ 75 kW), 2450 MHz ≤ 10 kW, 5.8~28 GHz, 几千瓦 (离子源), 18 GHz, 2.4 kW 电源, 90000 欧元. 各种控制手段.

(4) 等离子体变换器: 用于处理废弃物与降低车辆排放. PEM (Plasma Enhanced Melter), 电弧等离子体加热 + 电流焦耳热. 10 t/d 商业系统, 处理包括放射性废料的各种物质, 1999 年开始使用, 4 t/d 医院废物处理系统 (夏威夷). 等离子体变换器将烃类燃料转变为氢与 CO, 用于车辆可降低污染 (尚在研究中).

(5) 等离子体控制汽车污染排放 (SIEMENS). 脉冲电晕放电 (PCD), 介质阻挡放电 (DBD), 介质充填反应器 (DPB). 后者是选择性催化 + 介质阻挡放电 + 过滤器的复合系统, 已取得较好效果.

(6) 欧洲联合废气处理新技术发展平台 (等离子体与激光技术资源中心, Orleans). 提供各种新技术试验发展的硬、软件条件. 固定平台, 虚拟平台, 移动平台. 2003 年运行.

(7) 半导体工业环保技术 (Applied Materials). 半导体工业排放大量有害物质. GWG (温室气体, 如各种氟化物), HAP (有害大气污染物, 如各种氯、氟化合物等), VOC (挥发性有机化合物). 固体、液体废料, 水、电消耗相当可观. 过程分析, 消耗、排放

模型. 对策: 优化, 替代, 收集再循环, 消除. 每一过程都采用最佳、最经济对策.

(8) 光纤加工的等离子体技术 (ALCATEL). RF 热等离子体生产光纤, 优化沉积过程, 增加到达基材的热量, 加快棒料生长速度. 初始芯料 (CVD), 等离子炬优化设计, 石英颗粒送入射流加热熔化, 沉积棒料. 实验调节 + 数值模拟 (等离子炬模型, 颗粒模型).

(9) 十年来等离子喷涂技术的进展 (SULZER METCO). 轴向送粉喷枪 (TRIPLEX, 见 ISPC-13 Landes 文章) 电极寿命增加一个量级, 噪音降至 95 dB, 喷涂效率增加, 喷涂时间减半. 大面积喷枪, 射流直径 400 mm, 工作压力 0.1~1 kPa, 20 μ m 功能膜喷涂, 每分钟 1 m². 内径喷枪 (喷内径大于 40 mm, 60 mm, 125 mm). 控制: 颗粒参数测量将成为标准技术, 过程稳定化与诊断, 进一步闭环控制. 降低成本与自动化.

(10) 脉冲电晕系统控制污染 (Eindhoven). 接近工业应用. 臭味控制, 排气污染控制, VOC 控制.

(11) 电弧等离子体废料再循环 (EDF). 炼铝废料铝回收 (800 kW), 催化剂贵金属回收 (3 MW, Ar, 铂、钯、铑), 石棉玻璃化 (1.5 MW), 飞灰玻璃化 (中试 500 kW, 350 kg/h, 工业化 2500 t/a), EDF 试验炉 900 kW, 双石墨电极.

(12) 微机械加工 (ALCATEL). 微型质量流量计, 压力传感器, 热电堆 (红外测量用).

(13) 等离子消毒 (Johnson & Johnson). H₂O₂ 等离子体消毒系统, 45~75 min 完成消毒.

(14) 冷启动高频荧光灯 (Philips Lighting).

(15) 大面积等离子体加工. 薄膜半导体 (TFT). 显示用大面积加工 (现在 1.15 m, 即将到 1.55 m, 将来可到 2 m).

3 ISPC-15 会议内容

会议的 546 篇分组论文, 分为以下 15 组, 每组论文篇数是:

热等离子体基础理论与基本过程	23
非平衡等离子体基础理论与基本过程	39
热等离子体源、诊断、数值模拟	52
低气压等离子体源、诊断、数值模拟	80
常压非平衡等离子体源、诊断、数值模拟	48
硅基化合物等离子体化学气相沉积	26
无机与硬质膜	38
聚合物等离子体镀膜与表面处理	47
蚀刻, 微加工技术	21
等离子喷涂, 热等离子体材料加工	39
团聚物, 颗粒, 粉末	29

等离子体化工合成与工程	41
非平衡等离子体的环保应用	36
热等离子体的环保应用	16
等离子体光源, 激光	11

应注意到 ISPC 的文章主要是正在研究中的题目, 因此已经比较成熟的应用项目在此体现不出来.

由文章数目来看, 热等离子体基础和应用仍有大量研究, 低气压等离子体仍是当前等离子体科技的最重要方面, 常压非平衡等离子体是新的研究热点. 在应用方面, 除传统的镀膜、合成、蚀刻等领域外, 环保方面的应用正在发展.

不可能对所有文章作全面综述, 以下仅对大会和分组会邀请报告作简要介绍. (将在 2002 年 Pure and Applied Chemistry 期刊上选登全文, 可能是 5 月期):

大会邀请报告 7 篇:

(1) Kruger (Stanford) 大气压空气等离子体中的非平衡放电.

(2) Schram (Eindhoven) 等离子体加工与化学.

(3) Sekine (日本 ASET, 超先进电子技术协会) 未来超大型集成电路加工中的等离子体技术.

(4) Heberlein (Minnesota) 热等离子体技术的新途径.

(5) Benedictis (意大利 Bari 大学) 辉光及余辉中长寿命组分的能量传递.

(6) Cabarrocas (法国 CNRS) 等离子体方法生产多态硅薄膜及其在大面积电子器件中的应用.

(7) Moisan (加拿大 Montreal 大学) 等离子体消毒——方法与机理.

分组邀请报告共 18 篇:

(1) 水稳, 水 - 气复合直流电弧喷枪产生热等离子体.

(2) 短脉冲介质阻挡放电及其应用.

(3) 螺旋波等离子体中 SiO₂ 沉积过程中离子的作用.

(4) 非热平衡高功率脉冲 ICP 用于材料表面改性.

(5) 厚 c-BN 膜生长中如何利用离子引起的应力松弛效应.

(6) 超硬纳米复合涂层: 由基础科学到工业化.

(7) 分子动力学模拟等离子体 / 表面化学.

(8) 蚀刻等离子体的诊断现有方法.

(9) 等离子体喷涂过程中层片的形成.

(10) 低气压反应等离子体中的团聚现象: 基础研究与应用.

(11) 用 IR 到 VUV 的发射光谱诊断高密度等离子体反应器.

(12) 低气压化学活性反应等离子体的“简单”诊断.

(13) 等离子体合成催化薄膜.

(14) PECVD 镀气体阻挡膜的诊断与体会.

(15) 激发气体灯 (Excilamp) 作为有效的 UV-VUV 光源.

(16) 纺织物的等离子体处理.

(17) 等离子体辅助由烃类产生氢.

(18) 仿生材料合成.

4 结束语

ISPC 的内容, 与低温等离子体科技密切相关, 特别是在材料工艺方面. 由 ISPC-15 的情况可见, 在这个广阔的领域内学科发展和应用研究都有很大的发展空间. 我国的低温等离子体研究人员和工作不少, 在理论研究、新材料研制等方面也有不少成绩, 有一些科研成果已在生产上得到应用. 但真正高水平、深入细致的机理性、创新性研究还不能说很多, 科研成果

转化成生产力的数量也还不够. 这一方面可能是国内前一阶段研究力量分散, 支持不够, 科研和生产的体制尚不适应科学与技术发展的需求, 另一方面也可能因为国内应用等离子体生产高技术产品的商业化机构还不多, 一些大工业如微电子工业也主要依赖进口的先进设备和技术, 所以对基础性研究的推动力不大. 要改变这种状况, 需要长期的努力, 并且需要整个科研、生产体制上的改革. 我们应坚持建设高水平的集体, 做扎实深入的研究工作, 注意与生产的结合, 加强与国际的交流, 使我国的等离子体科学与技术有较大的发展.

5 一则会议消息

第六届亚太等离子体科学技术会议 (ASIA PACIFIC CONFERENCE ON PLASMA SCIENCE AND TECHNOLOGY, APCPST 6) 明年 7 月上半月将在韩国济州岛举行. 希望各单位和个人及早考虑, 争取参加会议.

有关会议问题可向吴承康 (ckw@imech.ac.cn), 王友年 (ynwang@dlut.edu.cn) 询问.

新世纪力学与材料研讨会简讯

陈宜亨

西安交通大学建筑工程与力学学院, 西安 710049

Suo Zhigang

Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Princeton University, Princeton, NJ 08544, USA

“新世纪力学与材料研讨会”于 2001 年 7 月 9~12 日在西安召开, 且每两年召开一次.

研讨会的目的是:

(1) 交流和促进力学和材料学科及在先进技术中应用.

(2) 加强国际间中国出身的学者间的合作.

研讨会的语言采用中文, 演讲人和讨论主持人来自世界各地, 研讨会向一切有成就的学者和研究生开放. 每个演讲人用一小时讲解题目的背景, 当前的研究水平并进行讨论. 演讲是非正式的, 允许与会者即兴提问. 会议自始至终还有许多非正式的活动.

第一届研讨会由西安交通大学陈宜亨教授和普林斯顿大学锁志刚教授任主席; 西安交通大学王铁军教授, 孙军教授和宋晓平教授任副主席, 这次会议由国家自然科学基金委员会和西安交通大学资助. 研讨的题目包括多功能材料和结构, 纳米工程, 断裂和变形及微电子力学. 会议的程序可通过 www.princeton.edu/suo 查询, 会议论文集将在力学学报 (英文版) 上出版.

第二届研讨会将于 2003 年在北京召开, 由 Illinois 大学黄永刚教授和清华大学杨卫教授担任主席.