

卷首语

记得在2008年初光博会筹备十周年庆典各项活动的时候，组委会曾经做过一次系统回顾，即关注十年来各领域参展企业的流动性。统计发现一些值得深思的现象，有一部分企业自从1999年光博会创办首届开始即每年参展，企业本身也从开始涉足光电领域到发展成为业界龙头，比如新飞通，比如飒特红外；也有企业曾经参加过几届展出，但很快就再没有出现，且这些企业的名称也早已在业界销声匿迹成为历史；当然还有更多的企业，是在十年间陆续新出现在光博会的平台上，从此与光博会携手同行。

回忆起来这个统计，是因为最近看今年第11届光博会的专题片，采访企业的时候，常常有参展商表示，和光博会共同走过11年，深切地体会到光博会的变化，也更在这样一个同行欢聚的热闹气氛中，看到自己的企业在业界走过的历程。我们应该说，光博会和参展商，互相见证着彼此的成长，也一同亲历和见证着产业的兴衰。这样一种唇齿相依的关系，已经深入到相互的信任与共荣中。

11年来，加入到每年光博会现场展出的企业，以平均每年17%的速度在高速增长，不能不说从另一个侧面反映着产业发展的现状。11年来光博会所走过的路，就像是一场始终没有停步的长跑，而其间，一起在跑步前进的同仁很多，有始终陪伴左右的，也有曾经同行又离开的，也更有不断新加入这个行列的。这是一场没有终点的长跑，只要产业始终存在，就永远有市场，只要信心始终存在，就永远有发展。11年的时间也许很久，但是对于一个始终关注并致力推动产业发展的专业展会来说，11年的路，也才刚刚开始，因为产业本身更加兴旺的前景，还远远看不到尽头。从这个意义上来说，光博会与企业，都还同样任重而道远。



2009年第6期
总第45期

主办：中国科协新技术开发中心
中国国际光电博览会办公室

协办：中国科协
中国科学院
中国电子商会
中国贺戎集团公司
中国科学院光电研究院
中国电子科技集团公司
中国兵器工业集团公司
中国兵器装备集团公司
中国航天科技集团公司
中国国科光电科技集团公司
中国光学学会（下属18个专业委员会）
中国光学光电子行业协会
广州光学光电子行业协会
深圳光学光电子行业协会
深圳贺戎博闻展览有限公司

总编：阳子
副总编：何兴仁
主编：赖寒
编辑：王雅娴
美编：王刚
发行：李朝霞

地址：中国广东省深圳市南山区海德三道海岸大厦东座607室
邮编：518059
电话：(0755) 86290865 86290901
传真：(0755) 86290951
E-Mail: edit@cioe.cn
网址：http://www.cioe.cn

中国光电

CHINA OPTOELECTRONICS

卷首语 PREFACE (1)

专题报道 FEATURE REPORT (3-12)

CIOE2009：我们在现场
CIOE2009观众信息分析报告
百花齐放尽展光电产业风采
——记第11届中国国际光电博览会（CIOE2009）

深度观察 PROFOUND INSIGHT (13-17)

中国LED市场成为产业火车头 对LED设备需求殷切
亚太地区FTTx现状观察：仍是全球主战场

企业访谈 ENTERPRISE INTERVIEW (18-21)

OneChip：光子集成将在FTTH市场找到“用武之地”
VEECO：明年中国成长力道不容小觑
晶元光电总经理周铭俊：专注于上游芯片制造

技术与应用 TECHNOLOGY AND APPLICATIONS (22-38)

用于EMC测试的低频光导传输设备的设计
LED芯片/器件封装缺陷的非接触检测技术
非晶硅玻璃薄膜电池应用
光学玻璃和激光玻璃研究进展

产品推荐 PRODUCTS (39-44)

目录 CONTENTS

征稿启事

《中国光电》是中国国际光电博览会（CIOE）主办的光电领域专业刊物，意在宣传CIOE、宣传展商企业和买家群体，关注产业发展，加强业界交流。刊物内容涵盖光通信、激光红外、光显示与LED、光学等光电产业链的上下游企业和市场。逢单月出刊，一年6期，面向光电产业的国家有关部委办、机构、协会、科研院所、光电企业单位和个人发行。

《中国光电》栏目包括专题报道、企业访谈、产业要闻、理论研讨、产品推荐、企业介绍等栏目，真诚欢迎业界专家学者、研发设计人员和其它相关企业或同仁为本刊供稿或提供素材。

来稿稿件要求观点新颖，资讯及时，信息准确，文责自负。技术性文章不超过8000字为宜。转载类文章需注明详细出处。请在文中注明作者姓名、详细联系地址、电话及E-mail地址。

本刊对所有来稿要求：观点新颖，信息准确，文责自负。

CIOE2009： 我们在现场



第11届中国国际光电博览会已经成功落下帷幕，鲜花与掌声的背后，是我们不曾看到的努力与汗水。始终关心、关注光博会的各界，包括政府、科研单位、业界企业等都用各种不同的方式表达着他们对光博会的祝福与期盼。在历经本世纪初光通信产业泡沫破灭、十年来国内光学制造与研发稳步前进、近年LED产业不断升温、半导体照明越来越受到国家与行业重视等产业不断磨合与调整的飞速发展过程中，已经走过十载历程的CIOE，始终坚持着以市场为导向的办展理念，不断调整办展思路与服务方式，与行业一同成长、与企业风雨同舟。既如从光博会首届举办即一直参展至今的飒特红外吴继平董事长说：“我们和展会一起在成长。”同样11年来始终和光博会并肩走在一起的光电同仁，还有很多，而且在这一路上，不断地有更多的企业加入到光博会的平台上来。11年来，CIOE参展企业从最初的37家增加至本届2368家，以平均每年17%的速度在高速递增，这是产业快速发展的结果，我们也欣喜地看到，CIOE始终坚持的市场化道路运作，历经十年来行业动荡考验而被证明没有走错。始终非常关心并大力支持光博会发展的国家科技部副部长、CIOE主席团主席曹健林同志在欢迎晚宴的致辞中表示：“这次展会在续写过去十年辉煌的同时，还将突出很多新的亮点，包括国家科学技术成果（光电）展、LED照明技术及发展论坛、中国国际应用光学专题研讨会、2009光通信技术专题论坛等，与国际接轨、打造国际精品展会的预定目标，促进CIOE在新的节点上实现更大的跨越。”科锐光电中国区唐国庆董事长向光博会提出建议“希望CIOE更加重视半导体照明产业链的发展”——这也正是CIOE2009的最近动向，今年的展会现场，已经专门新增设半导体照明展馆，而勤上光电等一批率先关注半导体照明的代表性企业已经在本次展会上成功亮相。

类似的例子，还有很多。光博会的成功，诚然是得益于产业快速发展的大环境，但是我们更要说的是，更是因为相关政府部门、科研单位、光电企业以及大量光电同仁一直以来关心、支持光博会发展并始终与光博会共同进步的结果。在今年的展会现场，还有更多的各方代表，表达了他们对光博会的期望、建议以及参展的感受，也表达着对光博会的谢意。本文撷选部分现场采访片断，以飨读者，让我们从另一个侧面，感受光博会作为行业平台的魅力。但是这并不是我们最希望看到的，相反，更多的鼓励、激励与推动力，希望我们能够和不尽的产业同仁一起做到，因为，这是我们共同的舞台。

科技部副部长、CIOE主席团主席 曹健林 在“2009LED照明技术及发展论坛”开幕式上的致辞（节选）

作为新一代光源与显示技术的革命性变革，半导体照明具有很高的成长性和带动性，是一个典型的新型产业，也是在中国这样的发展中国家和在今天控制全球气候变暖、节能减排作为科技发展第一主题的大背景下，在全世界都有广阔市场前景的这样一项事业。半导体照明技术蕴藏了巨大的创新空间，更是我们现在实现科技经济、实现节能减排的重要途径，这项事业对于提升传统照明产业，带动信息显示、数字家电、汽车、装备等产业发展，尤其是在当前金融危机的背景下，加快发展这种模式的转变、培育新的经济增长点具有非常重要的作用。为了提高我国半导体材料与相应技术的国际竞争力，科技部在“十·五”初期就成立了国家半导体照明工程协调与领导小组，并且于2003年10月启动了半导体照明工程攻关项目，以应用促发展、推动形成有核心竞争力的中国半导体照明产业。



通过国家半导体照明工程的实施，目前我国半导体照明产业已经初步形成了从上游外延材料生产芯片制备、中游的器件与模块封装以及下游照明显示集成应用比较完整的研发及产业体系，目前国产白光LED的功耗已经超过了80lm/W，国产芯片带动进口的比例逐年增长，2008年底已经接近50%，封装技术也已经接近国际先进水平，中国成为全球重要LED器件封装基地以及全球最大的LED全彩显示屏以及太阳能LED、景观照明等生产和出口大国，在照明领域，路灯、隧道灯、射灯、舞台灯等室内外照明产品应用已经走在世界的前列。2008年6月，科技部在“十·五”国家半导体照明工程实施的基础上，启动了863材料计划新材料技术领域“半导体照明工程”重大项目，对半导体照明的核心技术的突破及产业化关键技术的攻关等进行了按照全产业链配置的构思；今年，科技部又启动了“十城万盏”半导体照明应用试点工作，旨在通过加快推动半导体照明的产业检测、认证和标准的制定工作推进半导体照明成熟产品应用示范，促进国内下游应用技术的集成创新，中上游材料器件的自主创新，以及整个产业健康稳步地发展。

目前虽然我们的半导体照明产业处在高速发展时期，但是我们应该注意到，我们与国外先进水平还存在一定的差距，我国半导体技术在取得进步的同时，国外的技术水平也在迅速提高，面对半导体照明产业巨大的市场空间与节能前景，很多发达国家都将半导体照明列入战略性高技术产业，一场抢占新型产业制高点的争夺战实际上已经在全球打响。中国面临着从传统照明制造大国转型为以半导体照明技术领先世界为主要目标的新型照明强国的历史机遇，同时也面临大量的企业规模小、产业结构低、产业化技术整体水平不高、难以形成核心国际竞争力的严峻挑战。因此，当前正是中国能够在新一轮的照明工业变革中跻身世界领跑者的关键时机。

科技部高新技术发展及产业化司 副司长 戴国强

……（我国目前）功率型芯片产业化水平达到80-100流明，和国外有些差距，但这些差距正在缩小当中。从产业发展的角度来看，我们发展速度很快，企业总数达到3000余家，产值近700亿，其中外延芯片19亿元、封装产品185亿元，应用产品450亿元，而且有一定的芯片替代相当领域国外的产品。从应用角度来看我们的产业产品规模也都处于世界的先列，增长率达到90%，特别是从去年金融危机以后，这个产业发展应该说处于逆势而上的局面，应用领域也在不断拓宽。比如室内照明、刹车灯、全彩显示屏，而且20%出口。和太阳能结合在一起的景观照明、路灯都有了很大的发展速度，特别是在去年奥运会的示范中，大家可以看到，应该说LED成为去年奥运会体育竞技之外的一个亮点或是最大的一个亮点。同时在过去八、九年的时间已经形成七大产业基地，这些基地应该说各有分工、各有特色，也都在研发、产业化发展中都有了自己一定的基础……



国家科学技术奖励工作办公室 副主任 张木

本次国家科学技术奖励工作办公室首次和中国国际光电博览会组委会合作，这次组织了30多项获奖成果以及国家科技登记成果参加这次展览，我们感觉参加这次展览是一个很好的形式，是宣传国家科技奖励成果以及登记成果的一个很好的宣传的平台，此次我们借助这个机会宣传国家获奖成果，旨在搭建一个促进成果转化的平台。通过这样的展会，可以起到很好的效果，使成果的需求方和供给方很好地对接，我们还是收获很大的。



中国国际光电博览会 执行副主席兼秘书长 杨宪承

本届展会最大的突破就是贯彻国家“十城万盏”计划，把LED照明纳入本次展会一个新的展区。在光电产业的五大专业领域里面，LED照明是一个很好的发展趋势，所以今年最大的看点就在LED展区。

我们举办CIOE光博会已经是第11届了，这11年来我们搭建的这个平台，对于光电产业的五大领域在交流、科研、企业、产品、制造等方面都起到了很大的推动作用。特别是在金融风暴的冲击下，今年展会有个很大的特点，就是我们和科技部国家高新技术奖励工作办公室联合推出了近五年来光电领域的获奖成果展示，我们专门推出这个展区就是为了提高企业的研发信心，让企业在困难的时候也能看到产业未来的希望，看到产业未来的发展方向，看到产业未来在科研方面的更高境界，这也是今年展会的亮点之一。

同时，今年的展会论坛方面重点关注两个领域，一个是LED高新技术专家论坛，在今年展会里面起到了很大很好的作用，它是集国家政府、科研院所、行业协会以及国内外企业的一个大聚会，在这个会上大家对未来LED的发展进行了探讨；同时还有一个中国光学学会和德国应用光学学会共同举办的国际应用光学专题研讨会，在这个会上我们请到了德国、日本、韩国在光学领域的专家、学者以及企业的研发人员，大家在这个聚会上很好地交流、研讨，共同商讨未来光学领域发展方向和渠道。这也是今年展会的另一个重要亮点。





加拿大驻广州总领事馆 高级商务专员 榭大伟

这已经是加拿大团第六次参加CIOE展会了。我非常高兴能看到今年有一批加拿大企业参展，一起共有9个来自加拿大不同组织和企业参展CIOE。所以我们很高兴参加了今年的CIOE。我与一些参展的加拿大企业讨论过，他们对中国市场都非常感兴趣，众所周知，今年全球市场受经济危机的影响都很萧条，但中国光电市场发展还是很强劲。这对加拿大企业来说是非常有利的。



法国驻华大使馆 广州商务处主任 顾杰宏

法国驻北京商务处和法国驻广州商务处已经是第五次参加这个展会了，我们认为CIOE是中国光学解决方案及光电领域最专业的展会，对于我们及在此参展的法国企业来说CIOE是个非常重要的展会。我谨代表法国驻华使馆广州商务处和UBIFRANCE对主办方的大力支持表示感谢。我们也希望今后能带更多的法国企业来参展，更好的帮助这些企业同中国企业建立合作关系，这对法国的参展企业来说很重要。再次对CIOE表以感谢，我们真诚的希望能借此平台推广高科技，并同中国企业建立更多的合作关系。



广州飒特电力红外技术有限公司 董事长 吴继平

飒特红外从1991年开始进入红外热成像领域，转眼就要到20年了，从光博会开办的第一届开始，我们已经是第11次参加，我们一直都力主这个光博会办得最好，现在我们和这个展会的主办方一起在成长。深圳光博会已经成为国内最大的、效果最好的、聚集了国内外红外热像仪厂家的高水准的展览会，通过这个展会，飒特公司这些年来所走的历程、所得到的成绩，都得到了很好的发扬光大，我们也吸引了很多的用户，我希望国内外的优秀厂家都来参加这样的展览会，使国内外的热成像技术更好地发展。



伯明翰阿斯顿科技园 业务发展经理 Glenn Barrowman

这是我第二次参加中国国际光电博览会。我去年参观的时候对它的印象非常深刻。昨天我参观了所有的展馆，发现今年CIOE的规模比去年更大了，参展的企业更多了。

SOURCE PHOTONICS, INC Jasmin Basa

在过去的七年里，CIOE对我们来说一直都是推广我们公司（SOURCE PHOTONICS）品牌的一个很好的平台。今年来参观的观众也很多，这也为推广我们的两个新产品SFF TURNABLE TRANSPONDER和10G EPON ONT&ONU提供一个非常好的机会，非常高兴能参展CIOE，我们非常确定下个十年我们也一定会继续支持CIOE。也非常感谢组委会一直以来给我们的这些参与机会。我很肯定的是今年有很多新公司和新的中国企业参加了CIOE。很棒的是，在这里我们既可以找到目标市场又可以很好地了解竞争对手。CIOE真的是一个很不错的展会。



Zeeko Ltd. Managing Director RICHARD FREEMAN

非常高兴这次能来参展，我们去年也参展了，去年办的非常成功。去年我们拿到一个很大的订单，我们也希望今年结束后也能在拿到一个大的订单。感觉非常好，这是我们第二次

参加CIOE了。展会让我们受益很多。这届CIOE有很多专业观众，我们认识了很多公司。

上海科锐光电科技发展有限公司中国区总经理 唐国庆

很荣幸参加此次展览，希望光博会更进一步重视半导体照明产业链的发展，这是展会中很重要的一个方面，半导体照明在国家科技部、工信部和国家发改委的支持和领导下，这个产业会越来越做越大。大家都知道，半导体照明产业是真正的绿色照明产品，中国在其它技术方面和国际上有可以差距比较大，但是在半导体产业上很有希望，科锐愿意和国内同行一起，把中国半导体照明事业做大、做强、做好。

爱特蒙特光学新加坡私人有限公司 销售总监 汤津福

我们来CIOE参展已经有四年了，今后也希望能继续参加。我们认为CIOE是一个非常有前景的展会，这里有非常多的参展商，中国市场目前为止对我们来说是最重要的市场。我们在这发现了很多潜在的技术和供应商，特别是在光学信息方面，中国是世界上市场发展最快的国家之一。

巴伐利亚国际经济有限公司 商展顾问 武泽·凯

我们代表德国巴伐利亚州一共带来了五家企业，第一次参加，收获非常大，五家企业都是在巴伐利亚州做的比较好的企业，很有代表性，他们也找到了合适的合作伙伴，我们觉得非常有收获，希望以后还能继续参加。

德国代表团 AIFOTEC FIBEROPTICS GmbH CEO Dr. Gunther Vollrath

这是一个非常好的展会，我们参展的目的是寻找中国客户，因为中国在光纤领域有非常大的市场。中国是个有很多的人口国家，很多有待提供光纤服务的城市。这就是我们参展CIOE的原因，因为我们要开发中国市场。这是我们第一次在中国参展，并且我们明年一定会再来。



第11届中国国际光电博览会(CIOE2009)

观众信息分析报告

一、 总述

通过2006年至2009年第8至11届中国国际光电博览会的综合数据对比可以看出，近四届展会，特别是2009年，在金融危机仍较为严重的情况下，参展商的数量增长较快，尤其是海外参展商的数量基本没有减少；观众的数量增加相当明显，表现了展会的巨大影响力和魅力。总之，上述情况说明展会本身的宣传推广积极到位，观众对展会的认可度也有了很大提高。

项目	CIOE 2006	CIOE 2007	CIOE 2008	CIOE 2009
展览时间	2006年9月6日-9日	2007年9月6日-9日	2008年9月6日-9日	2009年9月6日-9日
展览面积	60000平方米	65000平方米	67500平方米	70000平方米
参展企业	1600家	1912家	2173家	2368家
专业观众	约6万人次	73994人次	85360人次	86516人次
来宾国别	40个国家和地区	45个国家和地区	54个国家和地区	51个国家和地区
境外企业	520家	670家	805家	796家
国际区比例	32.5%	35%	37.2%	34%

二、 观众数量分析 (总68026人)

根据统计，本届展会共有普通参观观众86516人次，累计参观人数达到73788，其中新到观众总人数达到68026，比上一届观众有一定的增长。其中，后三日的的新到比例较低，说明了有较多的观众连续参观了第二、三、四天的展会，观众对本届展会较感兴趣；整个展会的新到比率为92%，重复参观的比例达到8%。

到达情况分析	9月6日	9月7日	9月8日	9月9日	Total
到达人次	33075	24909	20824	7708	86516
到达人数	26836	21582	18239	7131	73788
其中新到	26836	18679	15417	5596	68026
新到比例	100%	87%	85%	78%	92%

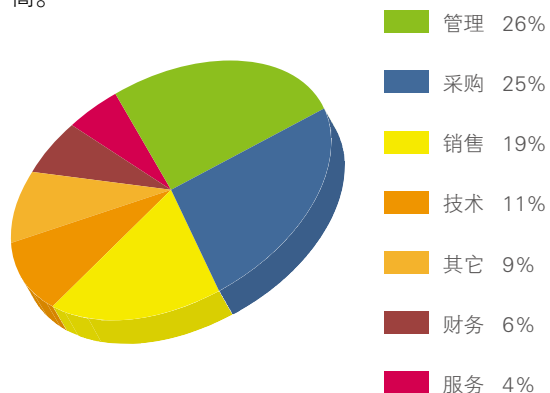
三、 观众来源地分析

根据对观众信息有效数据的综合处理，得到有效数据66528条。以下分析均基于此数据。本届展会观众来源地丰富，包括国内七大主要区域30个省、直辖市、自治区的53289名国内观众，以及51个海外国家和地区的13239名海外观众，境外观众占观众总人数的19.90%。

观众类别	区域来源	数量	比例
大陆地区观众	展览会本地	33209	49.92%
	非展览会本地	20080	30.18%
小计		53289	80.10%
海外观众	港澳台观众	9808	14.74%
	境外观众	3431	5.16%
小计		13239	19.90%
总计		66528	100%

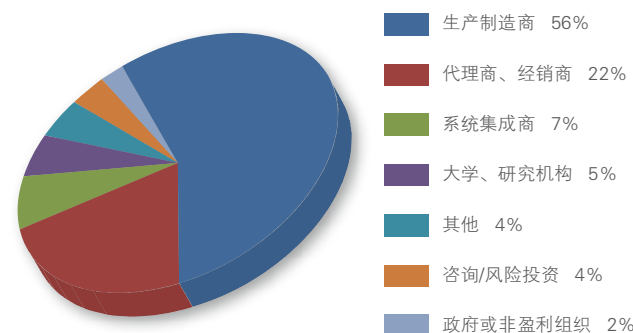
四、 观众职位/部门分析

企业管理部门观众接近30%，采购部占据观众25.49%，销售部和技術部分别占据了超过一成的比例，这些数据从另一个角度证明本届光博会的观众质量水平较高。

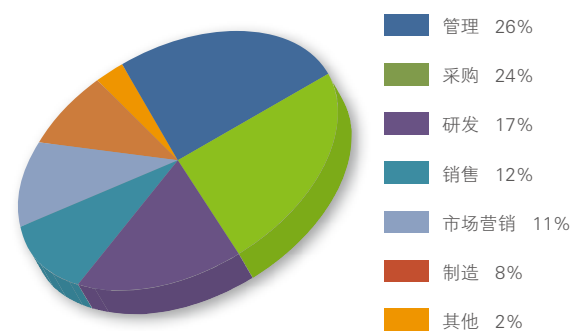


五、 观众调查问卷分析

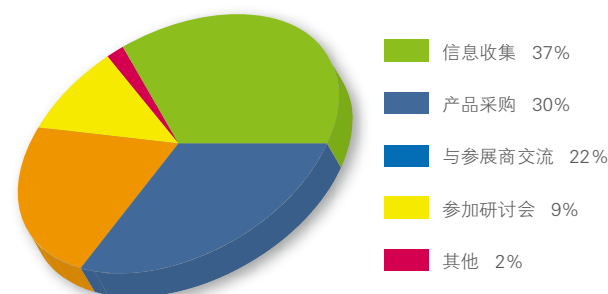
1、 您所在公司的性质



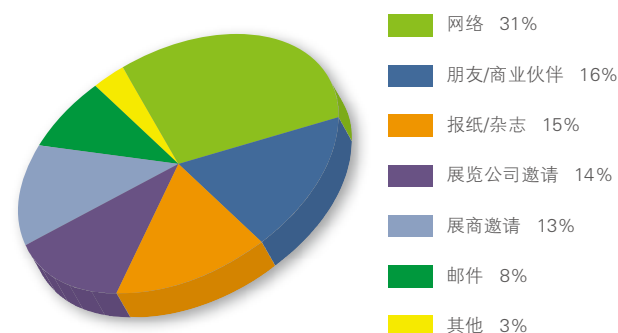
2、 您的职务类别



3、 您的参观目的

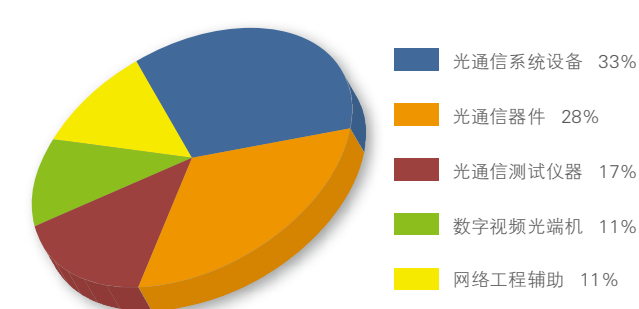


4、 你了解展会信息的渠道

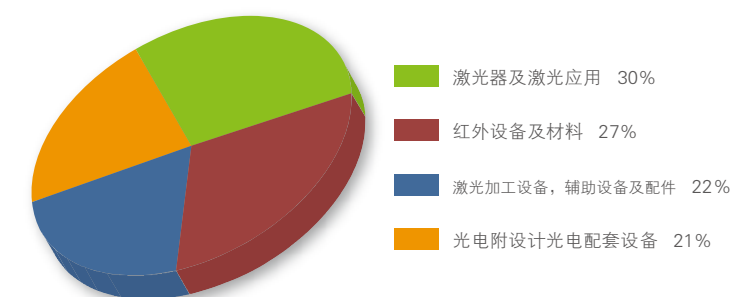


5、 您感兴趣的产品

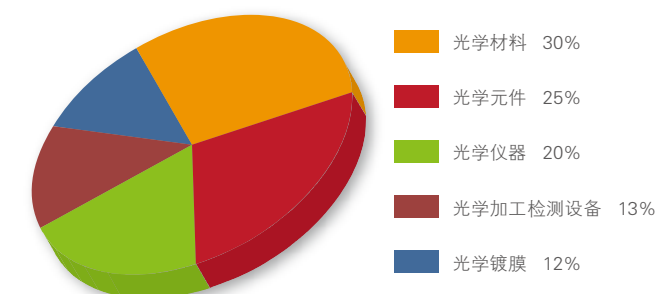
A、 光通信、传感:



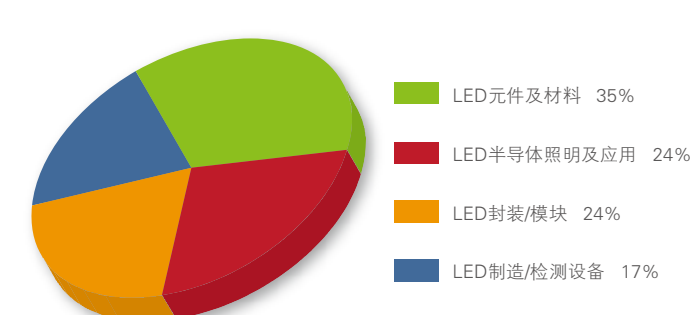
B、 激光红外产品及应用:



C、 光学类



D、 LED类





百花齐放尽展光电产业风采

——记第11届中国国际光电博览会(CIOE2009)

2009年9月6日至9日，第11届中国国际光电博览会(CIOE2009)在深圳会展中心成功举行。这是中国光博会迈入第二个十年历程的全新开局。新的十年，新的起点，在这个金秋九月，光博会再一次以令世人瞩目的异样光彩及新颖的亮点，谱写了一曲关于创新与进取、关于激情与力量的时代颂歌。

第11届中国国际光电博览会，总展出面积再创新高，首次达到70000平方米。三大专业展会——光通信传感与激光红外展、精密光学展、LED展同期展出，共2368家国内外光电企业现场亮相，其中国际展商796家，占全部参展企业的34%。他们在现场展示了当前世界光电产业的最新产品与技术。

今年光博会LED展相比去年增多了个展馆，LED展共600多家参展企业中，同比去年新增的170多家企

业，大部分为半导体照明企业。与以往LED展以LED显示屏和制造设备企业参展为主不同的是，今年LED展更增多了外延、芯片、封装等企业参展，全面覆盖上游芯片、材料和中游封装以及下游LED应用，可以看出LED产业链更加完善。半导体照明无疑是当前光电领域最炙手可热的行业，作为21世纪最具有发展前景的绿色照明产业，它正在掀起一场全球性的照明光源革命。本次光博会LED展上汇集了国内外半导体照明的代表性企业，包括CREE、勤上、台达、瑞丰、九洲等以及众多来自港澳台、日本、韩国及世界各地LED及半导体照明领域的企业高管、下游客户、投资者及政府行业管理官员以及“大运会”项目组等专业人士参加，节能照明、绿色环保成为现场最闪亮的风景。

光通信、激光红外展仍是光博会的重头戏，Source Photonics、

WTD、新飞通、光讯、海信、腾昌、奥雷、思达、恒讯通、光恒、飞康、大族激光、飒特红外、武汉高德、FLIR等历届均有参展的知名光通信、激光和红外企业均悉数出席这场光电盛宴。国内3G网络建设、基站光纤拉远技术、光进铜退战略实施、光纤到户应用发展等都成为光通信市场迅速增长的强劲动力，今年光博会的光通信激光红外展上，能感受到行业热火朝天的气氛。而越来越多的企业选择在光博会上发布新产品是近年来的明显变化，OneChip为其最新推出的EPON系列集成模块在光博会上面向全球首发，光库与RIO签定了独家代理协议后也在会上发布其最新研发的一款“窄线宽激光器模块”，威谊光通也带来了最新研发的两款光纤偏振测试系统、PLC新产品亮相展会。基于此，组委会今年专门在各展馆搭建了“新技术、新产品发布台”，四天展

会中，共有47家企业通过该发布会展示企业的最新技术和产品。

精密光学展上凤凰光学、利达光电、光明光电、HOYA、OHARA、中光学集团、永新光学、海洋光学、度恩光学等国际国内知名光学企业展出了代表业界最新技术的光学元件、材料、镀膜、仪器及配套设备。纵观展会可以发现，现场所展出的产品不但更加丰富细密，而且产品链向行业纵深延展的趋势更加明显。2009年的光博会，三大展会汇集了光电产业链上从原材料、元器件到设备、应用以及代表未来研究方向的最新科研成果，使光博会成为一个微型的光电世界。四天展期内，展会现场接待来自51个国家和地区的专业观众及采购商共66528人，每个人都能从这里体验到光电科技带来的力量与震撼。

国际方面，受金融危机部分影响，今年共有加拿大、法国、英国、德国、巴伐利亚等五个国家和地区组团参展，总展出面积近三百平米。但中国日益好转的经济环境吸引着越来越多的国际企业关注中国光电产业的发展，本次展会上共有英国、韩国、以色列、印度、日本、美国、意大利等国家组团参观，其中英国贸易投资总署联合八家英国企业在现场举办“中英光电子及LED照明商业洽谈会”，韩国光电代表团以政府、科研机构以及光电企业代表共17人现场参观并与CIOE签订后续合作协议。据不完全统计，本次展会的海外观众共13239人，占全部观众的19.9%。

站在第二个十年开局的光博会，带给现场十万光电同仁的最大感受，就是今年的展会现场亮点不断，各种活动精彩纷呈。“国家科学技术成果(光电)展”作为今年展会现场的最大亮点，展区内始终人流不断。国家

科学技术奖励工作办公室协同光博会举办本次光电成果展，是我国光电领域科技成果获奖项目的首次集中展示，展出项目包括近年来我国光电产业在技术研究、技术开发、技术创新、推广应用等方面的先进科学技术成果。这些项目，集中反映了近年来我国科学技术工作者在自主创新、推动科技与经济的结合、促进人类社会可持续发展所取得的重大进展。诚如科技部副部长、中国国际光电博览会主席团主席曹健林同志所言，在当前金融风暴大面积波及我国经济的严峻形势下，举办这样一场代表国家科研实力的成果展示，全面彰显我国科技企业、科研人员的开拓与奉献精神，将成为鼓舞人心的胜利旗帜，激发社会各界特别是青年学子的创造思维和



创新活力，推动我国科技事业更好更快发展。

由科技部高新技术发展及产业化司与光博会共同主办的“2009LED照明技术及发展论坛”与本次光博会同期举办。本次论坛以高规格、权威性、注重科研理论与产业实际相结合为主要特色，重点关注国家半导体照明政策、LED设计与封装技术关键、LED技术与应用、产业环境与风险规避等话题的综合探讨。科技部高新技术发展及产业化司副司长戴国强、国家半导体照明工程研发及产业联盟秘书长吴玲、国家半导体照明工程研发及产业联盟研发执行主席李晋闽，国家知识产权局发展研究中心、香港应用科技研究院、深圳灯光环境管理中心、厦门LED促进中心、重庆LED产业联盟等研究机构负责人，复旦大学、清华大学、南昌大学、重庆大学等院校的专家教授，欧司朗半导体、科锐光电、勤上光电、台湾晶元光电、雷曼光电等LED企业家组成强大的演讲嘉宾阵容，有力地形成了集政府、研究机构、科研院校、生产企业的有效联动，是集政策、学术和产业于一体的高水平、高质量的产业盛会。两天论坛共接待注册听众七百余人，并对本次论坛给予了高度评价，认为这是一场充分关注到产业环境各方面话题与需要的高效对话，更有媒体评价此次论坛为一场LED业界的头脑风暴。

展会同期更值得我们关注的是由中国光学学会和德国应用光学学会联合主办的中国国际应用光学专题研讨会。由中国光学学会理事长周炳琨院士带领的中方光学专家团和由德国应用光学学会主席Michael Pfeffer博士带领的德国光学专家团，首次在光博会上同台论剑。同时出席的演讲嘉宾还包括中国科学院光电研究院院长相里斌，广东省光学学会、中科院成都光电所、上海光机

所等机构的代表，德国不莱梅大学、中国中山大学、天津大学、北京理工大学、南开大学、苏州大学的专家教授，以及默克化工、舜宇光学、SCHOTT、Carl Zeiss、DxO Labs等企业领导。两天的会期里，演讲嘉宾就前沿光学设计理论与技术、光学与光电子材料应用、现代光学制造技术、光学测试技术与仪器等话题展开深度探讨，共吸引近五百名注册听众入场听会。同场还有来自日本、韩国等国家的光学专家参会，展现了应用光学领域的世界最高水平。注重理论研讨与实际需求结合的本次光学研讨会，在发展方向和技术进步方面为业界开启了一扇打开世界的大门，有力地提升了我国光学产业在国际上的影响力。

专家预测，未来三至五年将是FTTx持续快速增长的重要阶段。面对当前的国际金融危机，宽带基础设施建设成为各国推进经济增长、扩大内需并提高民众就业机会的主要振兴手段之一。9月7日召开的“2009光通信产业链联谊会”邀请到中国电信、中国移动、中国联通等运营商代表，中兴通讯、华为技术等设备商代表以及青岛海信、世纪晶源、WTD、新飞通、光迅、腾天昊宇、凌云光子等器件商代表等50余光电同仁共聚一堂，就当下业界关注的3G网络建设、FTTx宽带光接入技术、光通信器件需求、光传输设备发展热点等话题进行了深入交流。同时，第五届中国光纤到户研讨会及光通信专题论坛的成功举行，也为国内外光通信企业提供了更多的交流平台与商机。

由英国贸易投资总署等机构组织



英国光电子及LED照明企业组团参观本次光博会并举行“中英光电子及LED照明商业洽谈会”，该团在洽谈会结束后走访了现场的部分代表性光电企业，了解国内光电现状并大为感叹，希望能与国内光电同行增加更多的商业贸易合作机会。英国贸易投资总署高科技产业司司长罗伯特·德瑞弗表示：此行的英国代表团展示了英国在整个光电子和LED产业链方面的创新、解决方案与服务。相信中国和英国企业探寻这种关系的努力将进一步扩大两国在贸易和投资领域的合作机会。

随着中国光电产业的迅速崛起，光电企业对融资需求不断加大。为促进国际国内资本与中国光电产业的投资对接，帮助光博会2000多家参展企业实现资本与项目、企业资源与政府资源的无缝对接，CIOE联合深港投资促进中心邀请国内外投资机构及各地政府在展会同期举办了“第一届中国光电投资大会”，帮助光电项目和企

业实现与国际资本的深度融合，为企业迅速解决融资难题和引进战略投资者；帮助有意投资光电产业的投资者对接最佳投资地区和项目，提高投资效率、降低投资成本，全面实现光电产业项目与资本的有效配对，使资本与项目、机构与机构达成最大化的针对性合作。

新十年的开端，光博会有另一个重要变化引起了业界的关注，即取消了例行的展会开幕式，取而代之的是在开幕当晚举行盛大的欢迎酒会。CIOE名誉主席粟继红教授在祝酒辞中表示：“这是CIOE向国际展会

并轨的重大举措之一，同时也意味着CIOE另一个十年进程的启动，任重道远，中国光电事业的未来、CIOE的明天，要靠所有光电同仁们的辛勤耕耘和共同努力。”。本次开幕酒会，是光电同仁欢乐共享、举杯共庆的美好盛会，随着金融危机影响的全面减退、国际经济形势进一步好转，更多的商业机会和发展契机将成为推动中国光电产业再一次大跨步前进的重要力量，美好的产业未来属于所有奋斗在光电战线的同仁。

随着四天展期的顺利结束，第11届光博会取得了具有历史意义的圆满成功。光博会的新十年，从这里迈出了划时代的重要一步，也奠定了未来十年顺利发展的坚实基础。下一个金秋，让我们再次相约深圳，相约2010年第12届中国国际光电博览会，共同为中国光电产业、为全球光电同仁共同为之努力的光电事业喝彩。

中国LED市场成为产业火车头 对LED设备需求殷切

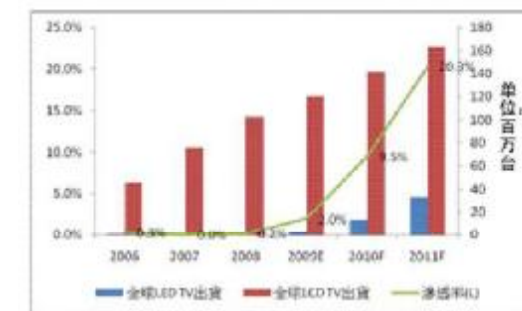
看好LED产业，着眼于液晶面板背光与照明需求

LED背光源具有的宽色域、无污染、高色域等技术优势使得LED成为下一代液晶产品背光源的首选。在液晶面板的背光应用上，导光板技术进步使得LED背光模块渗透率提升，今年下半年NB新机种几乎全数使用LED背光源。而随着下半年LED TV机种推出，明年LED TV可望快速起飞。相比传统液晶电视（LCD TV），LED TV具有非常明显的三大技术优势。首先，LED色彩饱和度丰富，色域范围扩展到110%NTSC以上；其次，LED背光源的亮度可主动调节，节能效果超过三成；而LED背光源因不含铅和汞等物质，是真正的绿色环保光源。

从市场销售成绩来看，消费者接受LED TV的条件已经成熟。市调机构DisplaySearch最新的全球电视出货报告指出，今年第二季全球LCD TV市占率已经由62%提高到67%。第二季全球LCD TV出货量较去年同期增长27%，达三千万台，推估全年LCD TV销量上看1.2亿台。同时，全球电视第二大市场的中国上半年LCD TV出货规模也持续增长，销量达901万台，较去年同期增长65%，已经逼近总体电视出货的60%；连三、四级农村市场LCD TV销售比重逐步扩大，占彩电比重也上升至30%。据中国电子商会调查，消费者对LED

TV的关注度已达到75%，准备今年购买LED TV的消费者比例达到34%。电子商会表示，LED电视将成为下半年液晶电视市场的最大热点。如此背景提供厂商大胆推出LED TV的成熟条件，既能提供更佳画质产品，销售额也能因单价高而再攀高峰。

近期中国的LCD TV本土龙头海信集团启动了“LED TV普及风暴”，率先对全系列LED TV进行折扣大优惠，47英寸LED TV首度跌破万元大关，以9,999元的破盘价面市。中国国庆之前，国际品牌如Samsung、Sharp、Sony与本土的海信、创维等厂商都推出了LED TV。电子商会更乐观预测，到2011年LED TV市场占有率将超过普通LCD TV。不过一般则预估要到2014年，LED TV出货量才可能超过采用CCFL(冷阴极荧光灯管)为背光源的LCD TV。



资料来源：拓璞产研 2009/08

图一、全球液晶电视出货

节能环保是抢占照明市场最大利器

随着各国政府陆续公布白炽灯停产大限，许多国际照明大厂也因而计划停产白炽灯。世界三大照明厂商Philips、GE、Osram积极与上游LED芯片厂商整合，分别成立了Lumileds、GElcore、Osram Opto，纷纷推出全系列LED照明产品；而日系的Toshiba照明也决定在2010年之前全面停产普通白炽灯泡；另外据《日本经济新闻》最新报导，日本NEC和Mitsubishi电机两大电机巨头也宣布将进入LED照明市场。包括已推出LED灯泡的Toshiba和Sharp以及稍后很可能加盟的松下电器（Matsushita），几乎日本大多数电机大厂都开始对LED照明市场吹起了进攻号角。据LEDinside估计，现在LED照明领域至2012年的年复合增长率将高达33%，产值上看千亿元台币。而随着LED发光效率的提升以及成本下降，未来LED照明将逐渐切入室内照明以及路灯领域。不过由于LED还有亮度与成本问题待克服，所以景观照明成为LED照明市场最先启动的应用领域。

表一、世界各国停用白炽灯时间表

国家或地区	实施内容
澳大利亚	2009年停止生产,最晚在2010年逐步禁止使用传统的白炽灯
加拿大	2012年前禁用白炽灯
中国台湾	2010年开始执行白炽灯禁产政策,2012年全面禁产
日本	到2012年止,停止制造销售高能耗白炽灯
美国	2012年1月到2014年1月间,美国要逐步淘汰40W、60W以及100W白炽灯,以节能灯泡取代替换。
欧盟	2009年9月起禁止销售100瓦传统灯泡,2012年禁止使用低瓦数的传统灯泡
韩国	2013年底前禁止使用白炽灯

不过LED路灯除成本过高外，尚有主要问题待解，包括：光源、散热以及电源系统。从光源方面来看，LED发光效率的进一步提升、光源的排列方式也待改善。目前市场大部分产品光源是通过点阵结构方式进行排列，这种方式最大的优点在于有利于解决散热问题，但由于这种结构

横向照射距离不够，同时光源分布范围较大，导致无法实现反光杯的集中配光、需要利用二次透镜来独立配光，但是目前不同材料的二次透镜都存在待解决问题，因而影响照明效果。目前有企业推出了采用集成模块方式的光源改善方案，减少了电路板焊接时和成品在运作时因光源排列的缺货问题。而由于可利用反光杯强化集中配光，故可避免因使用二次透镜所带来的负面影响，不过又因而产生散热的问题。从电源方面来看，不同于传统照明产品可直接连接交流电，LED属于低电压驱动器件，并且需要稳定电流驱动，这有赖重新设计LED路灯的电源系统。目前LED电源成本约占到整体产品成本的10%~20%，电源系统不稳定也会影响产品的使用寿命。

但即便如此，中国已在政府政策鼓励下成为全球LED照明发展最快速的国家。2008年LED景观照明市场规模达到人民币44.3亿元，比2007年增长37.3%；而LED路灯市场需求达到人民币5.6亿元，比2007年增长了127.1%。

据中国能源研究会能效与投资评估专业委员会调查显示，目前中国城市道路照明的路灯总数已达2,800万盏，是2000年的6倍之多。道路照明造成能源消耗和环境污染，解决路灯高能耗有助节能减碳。因此今年3月份中国政府宣布“十城万盏”LED应用工程启动、6月份紧接着广东省实施的“千里十万盏”21城LED照明工程，将中国路灯和24小时连续使用的隧道灯等都列入首先替换的重点，北京、上海、广州、深圳的地铁已启动普及LED日光灯节能项目。拓璞产研即预测中国2009年LED路灯比2008年增长178%，产值上看16亿美元，而2011年LED路灯上看800多万盏，渗透率仍只有8.5%。因此中国未来每年LED需求至少40亿盏且逐年增加，到2015年LED应用渗透率将上看30%，规模可达5,000亿元人民币。

LED搭配绿色能源蔚为风潮 可望引领下一波增长

今年3月份，英国前首相布莱尔为减少温室气体排放、应对全球暖化而创办“气候组织”（The Climate Group），与壹基金发起人暨好莱坞影星李连杰携手在中国贵阳的摆贡村共同启动“太阳能LED照明千村计划”。该计划为期5年，项目的前两年将涉及中国的400个村庄，将新建LED太阳能路灯10万盏，每盏造价约人民币1万元。在未来三年里，将推广到包括中、印和非洲等国的乡村。由于边远村落的电力不足，太阳能LED的照明技术因而提供解

决方案，不仅解决农村的照明问题，也能减少温室气体排放。

最近，有企业更推出一款“三合一”路灯，结合了LED照明、太阳能与风力发电，其工作原理就是风车全天候转动，转化的电能被储存在蓄电池里；而在晴天，太阳能电池板转化的电能同样存在蓄电池里。蓄电池则安放在路灯杆底部，如此设计可弥补日照不足时的发电问题。

中国LED市场成为产业火车头

随着全球节能减排意识抬头，LED产业也成为明日之星。中国的LED产业经过30多年的发展，虽然先后实现了自主生产器件、芯片和外延片，但自产的LED芯片、外延片产量仍有限，且以中、低端产品为主，产业规模只能满足国内封装企业需求量的20%~30%，大部分大功率LED产品仍要依赖进口。随着中国政府的积极推广和全球产业结构变化，预计到2010年整个中国LED产值将超过人民币1,500亿元。若以2015年产业规模乐观可达5,000亿元的市场大饼来看，中国进入LED的企业将使得市场竞争将更加激烈。据了解，中国2008年的LED器件产量已达到515亿，其中高亮度LED器件产量就已超过300亿件，占LED器件总产量的58%；LED芯片产量达到415亿颗，其中高亮度LED芯片已达245亿颗，年增长16.8%，并占整体LED芯片的59%。

为迎合未来庞大需求，中国政府也积极拿出一连串鼓励政策。目前湖北省武汉市高新区的光谷是中国LED产业链最完善的区域，2008年实现产业销售额达人民币10亿元，2009年将达到20亿元人民币。同时，中央已将“国家半导体照明工程”列入“十一五”规划，并批准上海、大连、南昌、厦门、深圳5大LED产业化基地，可见LED产业在中国获得重视的程度。

中国LED企业主要从事封装，技术门槛相对低，主要有厦门华联、佛山国星、江苏稳润、惠州华岗、深圳光量子、宁波和谱、江西联创、天津天星、廊坊鑫谷、深圳瑞丰、深圳雷曼、珠海力丰等；在LED产业上游，主要的厂商有三安、路美、明芯、蓝光、蓝宝。近年来我国台湾地区的LED厂商前往大陆投资LED也络绎不绝，总部设在香港的台湾巨能科技斥资1.45亿美元在大连高新区建立LED芯片厂。而旺宏拟在高新区投资IC设计公司，友顺科技则计划扩大在大连的IC设计业务，并将封装业务移到大连。

表二、武汉光谷主要进驻厂商概况

产业地位	代表厂商	营运状况
上游外延/芯片	迪源光电	大陆第一家生产照明用大功率芯片厂商
	华灿光电	以生产蓝、绿光产品为主
中游封装	元茂光电(台湾鼎元转投资)、富士康	下游材料、封装以及应用
下游应用	日新科技、中科凌云	结合太阳能、风力等多功能应用开发

中国对LED设备需求殷切

中国的LED产业的装备和原辅材料的进口比例，随着越往上游其进口仰赖度越高。中国LED产业起步晚，且上游外延芯片设备相对复杂，故必须依赖国外厂商。例如MOCVD外延设备主要来自美国、德国和英国，芯片后工序设备也大部分来自进口，部分来自台湾。作为基础材料的蓝宝石衬底也以进口居多。溯及上游的设备包括外延用的MOVACVD、X-ray、AFM、CV/Hall、PL/EL以及检漏、烘烤设备等，芯片制造用的光刻、去胶、ICP/RIE、PECVD、E-beam蒸发、溅射、清洗、烘干、显微镜、台阶仪、椭圆仪、磨抛、划片、芯片测试、分选等。

中游封装主要涉及固晶、打线、注胶、烘烤、测试、分选、老化等步骤。手动设备中国厂商已可自行生产，但全自动设备主要仍以进口为主。虽在除焊线机外，固晶、封胶、分级机、烤箱等均有国产设备，惟精度、可靠性和市场占有率有待提高。封装材料方面，如环氧树脂、支架、银胶等，先前台湾进口的产品比重较大，但目前中国大陆生产的材料如环氧树脂、支架、硅胶、金线、荧光粉等均有供应，已能满足中、低端产品需求；但是高端封装产品仍需仰赖进口物料。

中国企业正致力于LED材料本土化。预计未来三年，上游外延芯片材料本土化将达70%，中游封装材料本土化将达90%，下游材料将达98%。但是需要指出的是，高端的设备及关键原材料则仍只能依赖进口。

亚太地区FTTx现状观察： 仍是全球主战场

陈梅铃

一、前言

2008年底到2009年，全球金融风暴疯狂侵袭各个产业，FTTx电信运营商当然也无可幸免，但是从2009年第一季FTTx的新增用户(290万)来看，仅比2008年第二季(298万)衰退2.7%，和其它产业相比冲击算是非常小。根据Point Topic统计数据显示，2009年第一季全球FTTx用户数为5,340万户，约占全球宽带用户12.4%的比重，在用户分布区域上，亚洲地区所占比重仍为最高，约84.06%。

二、亚洲主要国家和地区FTTx发展概况

(一) 日本

根据日本总务省统计，2008年第三季日本FTTx用户已达1,370万户，其中FTTH用户约780万户，远超过于其它国家。在运营商发展上，日本NTT东和NTT西用户数最多，占总用户数72.9%。在受到经济景气不佳，国内建设速度过快以及国内住宅市场缺乏等因素影响，NTT因而调降了2010年的光纤用户目标，自3,000万调降为2,000万户。在NGN服务发展上，NTT预计2010年3月可通过现有的FTTx网络(GEPON、Media Converter等)提供新的服务，包括HD IPTV、稳定的带宽、VoIP、较高的安全服务、新的企业服务。

在技术发展上，日本的电信运营商多数是采取GEPON或Point to Point技术，不过另一个Cable运营商(Suo Cable Net)则采用Alcatel-

Lucent的GPON技术。至于WDM-PON技术，由于其具备光纤用量较少的优势，目前已在NTT实验室里开始进行测试，但NTT实际建设WDM-PON的时间表仍尚未确定。

(二) 韩国

截至2008年第三季，韩国FTTH用户为150万户，其中大多数是采用EPON技术，选用WDM-PON技术的则约有15万用户，Hanaro的少数新增用户则是采用GPON技术；FTTB+LAN服务用户则为520万户。韩国的FTTx用户之所以在2008年急速增长，主要是受到下列几项因素影响：

IPTV：自从2007年底韩国政府通过IPTV法规，允许服务运营商可全天提供实时的IPTV服务后，促使Hanaro与KT的VoD用户已达50万和15万，另外也加速LG Dacom将IPTV推销给LG Powercom的宽带用户。

KT：KT在2008年投资了十亿美元在网络基础建设上，其中约有30%的资金是花费在接入端设备上，主要是通过VDSL、optical LAN、FTTH方式将现有网络升级为50Mbps的速度，截至2008年底已有67%的用户可享受50Mbps以上的速度。

Hanaro-SKT：受到SKT购买了Hanaro运营商39%的股份，以及IPTV法规通过的影响，在资金与政策到位的情况下，促使Hanaro开始加速光纤网络的建设，其所采取的建设技术为

ETTH(Ethernet-to-the-home)，另外也采用了Alcatel-Lucent的GPON技术。

(三) 中国大陆

自从中国大陆六大电信运营商整合为三大运营商后(中国电信、中国联通、中国移动)，FTTx用户就分别落在中国电信和中国联通旗下。中国电信为最早大规模建设光纤网络的运营商，所采用的技术为GEPON。中国联通则是最近才积极进行GEPON的建设，总计两家运营商在2008年第三季所建设的光纤网络就达100万户，而另一家运营商中国移动则是最近才宣布进入FTTx市场。

中国电信在建设FTTH时主要面临了两项挑战，第一为建设成本，目前中国电信的EPON(ONT加OLT)建设成本约控制在150美元，此价格为ADSL建设成本的五倍，但和GPON的建设成本(195美元)相比还是比较便宜，不过在如此高成本的压力下，中国电信还是希望2010年可以将成本控制在100美元左右。第二则为视频(Video)法规，由于视频服务为促使中国大陆建设FTTH的关键因素，但是视频法规仍处于模糊地带，将有碍于FTTH的发展。

中国联通在FTTx的建设上，主要是采取FTTB+LAN和FTTB+ADSL/VDSL方式，由于中国联通在主导国家标准地位非常小，目前较趋于选择EPON。在GPON的建设历程上落后于中国电信，但中国联通未来仍会持续观察GPON的发展。另外，中国联通最近和股东之一的PCCW合作，希望能将PCCW在香港推动FTTH服务的成功经验，复制到中国联通推动IPTV业务上。

(四) 中国香港

香港地区目前主要有三家运营商在建设光纤网络，包括HKBN、PCCW、HGC。HKBN主要通过以太网网络提供Triple Play / IPTV服务，总计可提供给180万家庭用户和1,000栋建筑物，其中约有50%的用户可以享受25~100Mbps的带宽。另外，HKBN也已与Alcatel-Lucent签订GPON的合作协议，预计未来能朝向提供1Gbps的FTTH服务发展。

PCCW主要是提供ADSL服务，早期仅能提供1.5~6Mbps的带宽，2008年已可提供8、15、25Mbps的带宽服务，最近PCCW更提供了1Gbps的FTTH服务给电邮服务平台。截至2008年第三季，PCCW的宽带用户总计190万户，其中有50%的用户为IPTV用户，9%为企业用户。HGC主要提供100Mbps的FTTH和FTTB服务，目前除了可提供给5,500栋建筑物和130万家庭用户光纤网络，另外还可提供VoIP和其它宽带服务。

(五) 印度

由于印度的运营商多专注在移动服务的发展上，使得宽带市场增长相对缓慢，截至2008年第二季，印度的宽带用户仅470万户(较去年同期增加190万户)。因此，印度政府希望在这1~2年间宽带市场能像移动市场一样快速增长，并希望民间运营商可以专注在宽带用户的扩展上。

印度的国营电信运营商BSNL早在2008年三月就提出了FTTx的标案，但受到上层决策的延迟，到目前仍没有任何建设动作，另外BSNL也提出了一个60万线网络建设的标案，可望2012年能达到1,100万的FTTx用户。以专注于印度FTTx市场的设备商来看，UTStarcom最有可能成为供应设备

商。

(六) 中国台湾

中华电信的FTTx建设计划进行得非常顺利，从2006年底的18.5万户增长到2008年第三季的79.9万户，平均带宽大小也自2.7Mbps升级到3.7Mbps，其中90%的用户是使用FTTB方式，其它10%则为FTTH方式。由于FTTx在中华电信NGN计划中占有重要任务，预计2007~2011年花费40亿美元建设FTTx网络，中华电信更因此订出2010年达到250万光纤用户目标。至于其它电信公司如台湾固网也将提供城市FTTB服务，亚太固网则提供DSL、Cable和光纤三种服务。

(七) 泰国

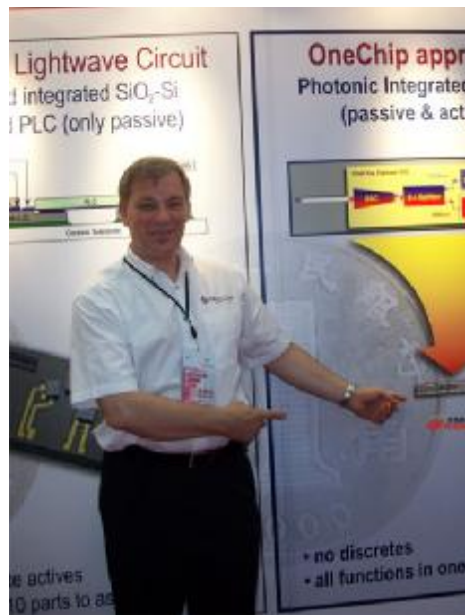
True将在2009年于泰国某些地区建设FTTx网络，并预定2009年达到10万FTTH用户，以提供用户IPTV和游戏服务。另一家电信运营商TT&T，主要是通过ADSL提供IPTV服务，目前已计划在2009~2010年建设FTTB和FTTH，以提供游戏、Triple Play、VoD等服务。

三、小结

虽然目前全球仍以亚洲地区所占的FTTx用户最多，但随着At&t、Verizon、北美地方电信运营商、英国电信、法国电信等企业积极投入FTTx网络建设，以及各国宽带振兴经济方案的助力，未来欧美的FTTx用户将为增长最快速的地区，因此，除了现有的EPON订单将维持稳定需求外，GPON设备也将成为下一波电信运营商主要的采购设备。

OneChip: 光子集成将在FTTH市场找到 “用武之地”

——访Onechip负责产品线管理副总裁Andy Weirich



Onechip负责产品线管理副总裁Andy Weirich

踏足FTTH市场 光子集成新秀Onechip踌躇满志

OneChip Photonics是一家总部位于加拿大渥太华的私营新创公司，主要从事低成本、高性能光收发器的研发和制造。其产品首次采用单片的磷化铟（InP）光子集成电路，用于接入网络及其他大众市场上的宽带应用。成本和性能方面的瓶颈一直阻碍光纤到户（FTTH）技术的普及部署，而OneChip新的突破性方法和技术据说将消除这两方面的障碍，并催生新的企业和个人宽带应用。

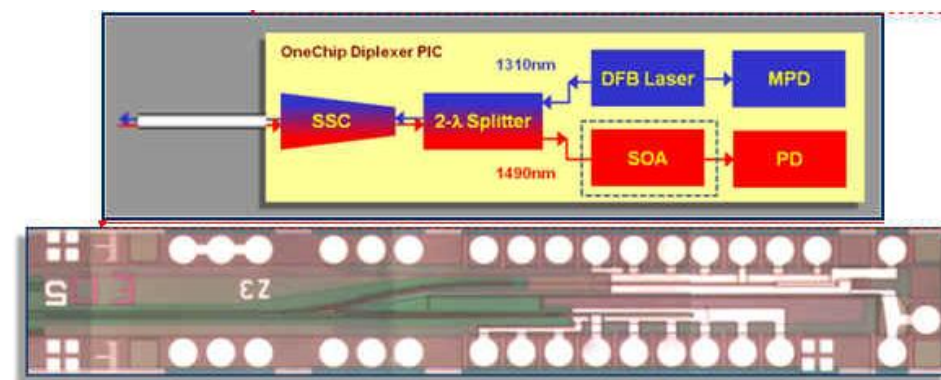
来自Ovum的研究指出，目前全球FTTH用户接近3300万户，到2013年这一数字将达到1亿户。“每一个FTTH用户都需要一个光收发器。”——市场需求非常大。

“目前FTTH光模块市场是一个充满竞争，齐聚很多竞争对手的市场，现在Onechip进入该领域听起来的确很疯狂，不过我们有我们独到的

技术，并且这种技术能帮助我们赢得市场的先机。” Onechip负责产品线管理副总裁Andy Weirich表示，“我们的PIC光子集成电路技术可以大幅度的降低光模块的成本，并且可以大规模自动化的生产制作，而FTTH无疑将成为光子集成技术新的‘用武之地’，我们现在进入该市场可以说是最佳的切入点。”

光子集成初露锋芒 大展宏图在今朝？

目前基于InP的光子集成电路（PIC）技术已经在长途传输领域获得真正的应用，代表厂商是Infinera，据悉，目前Infinera在长途传输和城域网领域都已经获得不小成功，在全球已经拥有41家客户，其光子集成电路出货已超万个。可以说，光子集成技术已经小露锋芒，Heavy Reading的光学分析师Sterling Perrin曾说过：“Infinera光子集成电路产品发展蓝图显示，我们正开启一



Onechip Diplexer Pic原理示意图

个全新的光网络时代，也即是光子集成时代。”

但是值得关注的是，Infinera并没有将这种技术带入到光纤接入领域，这不仅令人臆想连连，Andy Weirich给出了他的看法，“的确，Infinera主要将PIC技术应用到LH DWDM领域，但是他们生产的芯片比较复杂，尺寸也很大，最重要是良率很低，导致成本比较高，同时，Infinera的芯片集成的功能也非常多，而产品一致性要求非常高，这对其生产将带来很多困难，并限制了其获得更大规模的应用。相比之下，Onechip另外对光子集成技术做了独特改革，推出‘单晶体生长’技术，解决了通常多晶体生长过程所出现的良率问题。最终的结果是，通常Infinera一个晶圆能生产5-6个芯片，而我们一个晶圆能生产数千个芯片。”

“总体来说，我们的PIC技术最大优势是低成本、高可靠性以及体积小，大规模、全自动化生产可以极大地降低成本，元件的有效集成也可以大大提高产品可靠性，另外小巧的尺寸还便于实现更复杂的功能和集成，比如我们把一种独特光放大技术集成到PIC里，可以让其满足更加繁重的链路预算需求。” Andy如是说。

“目前公司已经出样，本次光博会我们就带来了我们第二代的OLT/ONU光模块系列新品，包括传统对称EPON OLT/ONU模块以及2.5G EPON产品，我们不久还将发布GPON产品。我们预计在今年第四季度实现小规模出货，到明年第二季度实现大规模出货。” Onechip负责FTTx产品线管理副总裁程东表示。

有实力竞争过PLC、硅光子集成等技术

目前光集成技术有几大重要技术，如PLC（平面光波导）技术，硅光子技术（代表厂商是英特尔，

SiFotonics）以及光子集成电路（PIC）等。但PLC（平面光波导）早已不是一个新的概念，在03、04年北美就有许多小公司在研制相关的产品。“PLC厂商在当时认为，采用这种技术制作的光模块比传统光学组装工艺更加便宜，封装技术也比传统技术更好，但是在实际应用过程中PLC技术暴露出两大弱点：一是良率很低，二是核心器件仍需外购，

换句话说，技术生产加工成本即使为零，元件依然将占总体成本的70%以上——成本的控制受到很大限制，这也是近年来PLC光模块成本居高不下的主要原因。” Andy评论道。

Andy补充说，硅光子技术应该说也是一种有前途的技术，这种技术应该有他一定的市场地位，不过目前该技术面临的最大问题是不能生产出光通讯应用的有源光学元件，也就是说，目前硅光子技术无法生产出1310nm到1550nm之间硅基光通信器件。从这个角度看，硅光子技术与PLC技术很像，均无法生产出他们所需要的器件来。

“而现在Onechip的PIC光模块不需要购买任何元件，所有集成的元件，包括最核心的激光器和探测器，都可以自行生产，集成在一起。从而让我们在成本控制方面得心应手。”

看好中国FTTH大市场 意欲开拓新兴应用市场

“现在可以肯定地说，中国市场将是全球最大，最有潜力和最具吸引力的市场，” Andy表示，三年前，日韩是全球FTTH火车头，而现在，中国无疑将成为绝对主角。但当我们问起中国市场与国外市场存在的最大差异是什么的时候，Andy Weirich很肯定的告诉编辑，区别是有三大点，“一是成本，二是成本，三还是成本！”

当然除了FTTH市场外，Onechip对其他新兴市场也给予很高的期望和想法。“OneChip的全集成技术可以帮助将FTTH的潜力完全发挥出来，并非非常有希望进入其他光通讯应用市场。” Andy说，“基于PIC技术在其他领域也会发挥很大的作用，我们未来将会向电信、数据通信以及终端用户市场拓展。”（编辑：于占涛）

VEECO： 明年中国成长力道不容小觑

受惠于LED背光大幅应用于显示器领域，2009年上游芯片市场开始出现供不应求的现象，导致芯片厂商积极扩充产能、大幅采购机台，整体产业呈现一片荣景。

本文即台湾威科仪器(VEECO)大中华区总经理王克扬先生针对VEECO的未来发展与明年的LED市场趋势做深入探讨。王总经理过去曾任职于英特尔(Intel)、东京电子(Tokyo Electron)等国际大厂，其丰富的半导体相关产业经历，也将为LED业界带来不同的新思考模式。

LED与太阳能相关设备为VEECO发展重点

VEECO是世界知名量测仪器、工艺设备供应商，目前营业上分为三大领域，分别是LED与太阳能(LED & Solar)设备、资料储存(Data storage)设备和量测(Metrology)设备；由于近年来节能减碳议题发酵，带动绿能产业发展，根据VEECO所公布2009年第二季度的财报显示，在LED与太阳能的比重高达44%，为最主要的营收来源。

售后服务与客户关系是VEECO加强的重点

针对VEECO如何追上MOCVD设备大厂爱思强(AIXTRON)的脚步，王总经理指出，VEECO现阶段在MOCVD机台全球的市占率为20-23%，其中八成左右出货集中在亚洲地区，为了拉近与竞争对手的差距，提升售后服务是他到任以后的第一个重点；新设置的软体工程师，负责拜访客户，实地解决在设备操作上的程式问题，提升客户对VEECO产品的信任度与满意度。另一方面，也加强与客户间的交流，在新机台开发的过程中，藉由多方听取客户意见来修正研发方向；而在新加坡设立的新厂房，也可以就近服务亚洲客户。

背光有待考验 照明稳定中成长

在LED TV热卖之后，LED背光成为今年业界关注的焦点，也是目前LED产业的最大动能。王总经理表示，NB和netbook走LED背光是必然的路径，毕竟两者以省电与超薄为诉求，然TV是否需要导入LED背光仍是个见仁见智的问题，由于目前处于景气低点，多数消费者的购买还是以价格为主要考量；因此LED TV的需求是短时间被创造出来，还是已经广泛的为市场接受，这点仍有待年底的圣诞节销售数字来证明。

另一方面，照明则是稳定中求成长的市场，尤其是各国政府陆续制定政策，规范白炽灯的使用，庞大的内需市场更是LED成长的另一项重要动能，而其中最受瞩目的就是中国市场“十城万盏”是中国LED照明示范工程建设的重要专案，计划在21个重点城市实施百万盏LED照明灯具工程，预期也将带动中国LED相关厂商的蓬勃发展。

今年订单成长超过35% 明年中国成长力道不容小觑

从VEECO设备商的角度来看整体产业，今年订单成长超过35%，显示LED产业仍是蓬勃发展的状态。王总经理指出，以LED背光TV为主轴的动能可望延续到明年下半年，来自中

国方面的订单则将于明年年初开始发酵，而台湾客户在明年的规划则显得相对保守，但整体产业看来算是维持在健康水位。

就VEECO的主力产品而言，2寸机台规格可投45片，而明年主流的4寸机台标准可投12片；然蓝宝石基板成本过高，现阶段4寸与2寸的价格差距仍维持在7倍，一但价差缩小在5倍之内，4寸生产设备将可望取代现有的2寸成为生产主线。

尽管LED这波因为背光以及稳定的照明市场，展现出惊人的成长速度，但就长远的再生能源角度来看，下一波将会以太阳能为主要优势。

循半导体模式 加强MTBF 降低COO 提高产值

未来VEECO的MOCVD设备发展方向，将比照半导体的模式，以下列指标为参考标准：

1. 延长MTBF (Mean Time Before Failure)：就目前半导体标准是250小时(约十天当机一次)，反观现阶段LED机台，平均一、两天当一次，往往造成厂商极大的困扰，因此拉长两次当机的间隔时间，是VEECO努力改善的地方，也是大型机台是否量产的参考指标。

2. 延长MTBC (Mean Time Between Clean)：拉长两次清洗间隔时间，让机器能长时间运(转下页)

晶元光电总经理周铭俊： 专注于上游芯片制造

台湾晶元光电股份有限公司是台湾知名LED芯片生产商。目前该公司拥有179台MOCVD机，据笔者了解的情况，整个台湾总共是400多台，大陆只有200台左右。该公司的营业额占台湾LED芯片行业总营业额的50%。今年第11届中国国际光电博览会期间举办的“2009LED照明技术及发展论坛”上，晶元光电的总经理周铭俊先生应邀作了《LED于照明和背光应用发展趋势》的演讲，在会议期间周总接受了记者的简短采访。

采用自主技术进行生产

在LED上游，专利一直是敏感的

(接上页)转，增加机台的稳定性，目前VEECO的机台可以达到100个生产周期清扫一次，也就是一个月清扫一次。

3. 缩短MTTR (meantime to repair)：若七分钟无法解决故障问题便是当机。为了避免影响产线的效率，标准在四小时内要解决故障问题，因此VEECO未来机台设计将朝智慧化的方向改进。

4. 降低COO (Cost Of Ownership)：现阶段某些MOCVD设备的价格便宜，但后续的维修耗材的购买，却占了总成本的3-4成左右，因此让零组件能在台湾认证而非从国外进口，以降低后段维修成本将是未来努力的方向。

王总经理表示，LED应用较为单纯，主要功能就是发光发亮，所以相信未来也会像半导体一样，最终成为一项成熟产业。

问题。目前台湾和大陆都在不同程度地受到关键专利掌握在国外大厂手中的困扰。周总表示，目前晶电所采用的生产技术完全自主研发，没有用到国外的专利，晶电自身也有一批专利，对于有专利要求的芯片，晶电采用OEM的方式生产，即客户需要含有其他公司专利的芯片，可以叫晶元代工，专利问题由客户自己解决。

周总告诉记者，现在晶电的功率LED芯片量产的流明效率为80-90lm/w，实验室效率是100-110lm/w。相比之下，目前Cree的实验室效率为161lm/W，量产是102lm/w，据笔者了解的情况，国内多家芯片厂商都自称其量产效率能够达到80lm/W。

专注于芯片、外延片制造

目前在产业链中有一些公司采取了垂直整合的方法，业务覆盖整个产业链，比如欧司朗、飞利浦等，而有些公司专注于某一个环节，晶电就是其中之一，虽然在芯片领域他们已经做得很大。对此，周总表示，现在还没有打算做封装，他们的客户就是封装厂商，假如晶电自己也做封装的话，可能会影响到跟客户的合作。他进一步指出，虽然晶电没有做封装和灯具，但是将积极跟中下游厂商沟通合作，了解他们的需求，然后决定芯片生产研发计划。

据悉，晶元光电股份有限公司目前已是全球最大的红光厂以及第四大的蓝光LED厂，其综合生产能力位居全球第二。

走出金融危机的阴霾 前景看好

受金融海啸袭击，2008年台湾LED产业从年初的供不应求转变为下半年产能过剩。周总介绍，今年第一季度的时候，晶电营业额一度下滑至四亿元每月(台币，下同)，金融危机前是八亿元，不过现在行业景气正在恢复当中，六、七月份的时候达到了12亿元。他特别强调，需求的增长主要由于LED背光对显示行业的不断渗透。当被问及未来营业额是否会继续增长时，他表示作为上市公司，不便做财务上的预测，不过他反复强调未来LED背光的需求仍非常强劲。

他告诉记者，晶电的主要市场在台湾，向台湾几家主要的封装厂提供芯片，其次是大陆、韩国、日本。原因在于晶电的芯片主要用在背光方面，而台湾显示产业对LED背光芯片的需求量巨大。

未来可能会进一步投资大陆

据台湾媒体报道，仅次于晶电的台湾第二大外延厂璨圆准备在大陆开设外延厂，规划设置50台以上外延生长设备，产能将远超过台湾璨圆现有产能。晶电是否会有类似打算？周总表示，进一步投资大陆的问题正在考虑之中，晶电的规划小组正在大陆各地洽谈，了解当地的优惠政策、产业配套等，未来有可能进一步投资大陆。

据悉，今年年初晶元光电全额投资的晶宇光电(厦门)有限公司在厦门动工。晶宇光电初期将以红橙黄光为主，未来会扩大至蓝绿光LED产品的生产。

用于EMC测试的低频光导传输设备的设计

杨洋

引言

依据项目要求,研制一种用于测试飞机内部电磁环境相关信号和电源线上产生的干扰发射电平电磁辐射的设备。低频模拟信号光传输设备采用光电转换技术,加上相应的控制逻辑,与频谱分析仪结合使用,可精确测定飞机内部真实的电磁模拟信号。

1 EMC测试光导传输设备的设计

飞机内部有许多辐射源,会在相关信号线和电源线上产生干扰发射电平,为确保飞机内部各机载设备之间能互不干扰地正常工作,在设计EMC测试光传输设备时,不仅需要采用高精度的A/D芯片以精确测试出其电磁信号,用于评估飞机电子系统、内部设备及互连电缆对电磁辐射的承受能力,还要保证被测的电磁信号在传输到频谱分析仪的过程中不被飞机内部电磁环境所干扰,所以需要把采集到的电磁信号转变为光信号进行传输,通过使用光纤传输,以完全避免电磁

辐射信号的干扰,确保被测电磁信号的准确性,并提高设备的可靠性。

2 设备的构成和结构框图

EMC测试低频光导传输设备由光发送单元和光接收单元组成。光发送单元由背板、控制板(包括电源单元、测试信号发生器单元及控制电路单元)、10MHz通道发送板(2通道)以及1MHz通道发送板(6通道)组成;光接收单元由背板(包括电源单元、IEEE488接口单元)、10MHz通道接收板(2通道)以及1MHz通道接收板(6通道)组成。如图1所示。

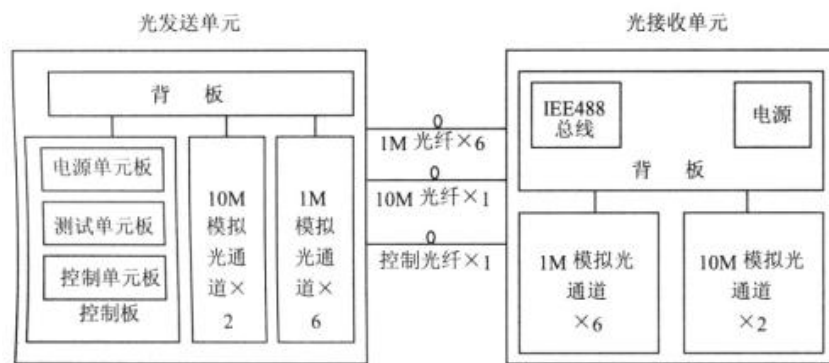


图1 电磁兼容测试低频光导传输设备结构框图

3 EMC测试低频模拟信号光传输设备的实现

3.1 1MHz模拟光通道设计

EMC测试低频光导传输设备1MHz模拟光通道包含6个低频模拟信号光传输通道,6个低频传输通道的信号频带为100Hz~1MHz,采用1550nm单纵模DFB激光器和AM直接强度调制技术,通过6芯单模光纤传输,原理框图如图2、图3所示。

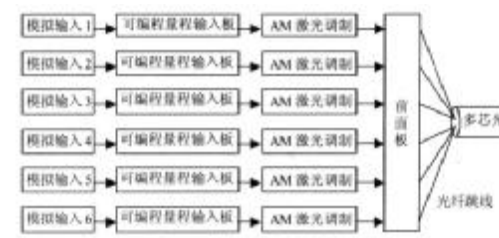


图2 1MHz模拟光通道发送端原理框图



图3 1MHz模拟光通道接收端原理框图

其原理是将100Hz~1MHz的低频模拟信号直接调制在高性能激光器上,调制成光强随信号幅度变化的激光,通过光纤进行长距离传输;接收端通过PIN光电探测器检测和宽带低失真运放的放大,将光信号还原为电信号。这种模拟光传输方式通过对器件的优选保证设备具有较高的信噪比和较低的失真度。

3.2 10MHz模拟光通道设计

2路10MHz模拟光传输通道的信号频带为DC~10MHz,采用模数一数模的全数字调制方式,在单芯单模光纤中以1310nm波长激光传输。发送时对2个模拟传输通道高速采样,进行A/D转换,通过光电转换电路,再复

用到一根光纤上传输;反之,接收时,首先对从光纤上来的高速数字信号解复用成数字信号,进行D/A转换,还原成模拟信号。图4和图5为10MHz通道的原理框图。由于10MHz通道的传输信号频率已经比较高,为保证信号质量,本方案的2个10MHz通道均采用8位A/D、D/A转换器,采样速率为60MHz,理论上10MHz通道的信噪比 $SNR \approx (6.02N + 1.76)$ dB,可达48dB(用户要求为36dB)。

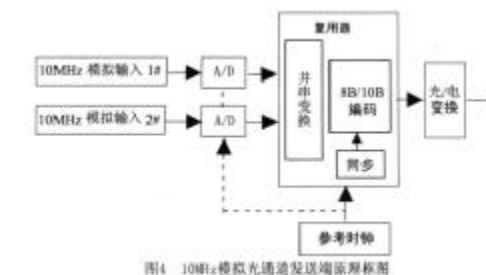


图4 10MHz模拟光通道发送端原理框图

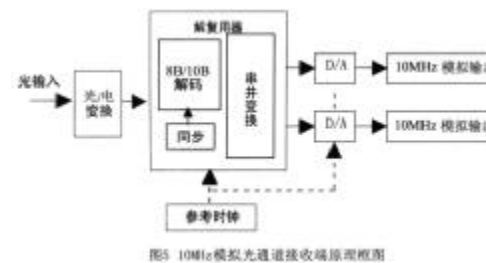


图5 10MHz模拟光通道接收端原理框图

3.3 控制电路设计

根据设备功能的要求,根据设备功能的要求,EMC测试低频模拟信号光导传输设备的光接收机提供IEEE-488接口,EMC站主控系统通过IEEE-488接口对EMC测试低频模拟信号光传输设备发控制命令,光接收机则通过专用控制光纤将控制命令传至发送端(位于测试现场)。综合上述要求,设计EMC测试低频模拟信号光传输设备的发送端和接收端之间一共需要三根光纤,分别用于传输10MHz信号(已经数字化并2路复用一根光纤)、1MHz信号(已经数字化并6路复用一根光纤)及控制信号(本设备的控制信号为R8232数据)。

3.4 抗干扰设计

EMC测试低频模拟信号光导传输设备为了精确测定飞机内部真实的电磁辐射信号,所以提高设备的抗电磁干扰能力尤为重要,为此,主要考虑以下方面:光发送部分和光接收部分的机箱内要四周密封,内部采用金属隔离物以避免电磁干扰。发送端的AM

激光器和接收端的PIN光电探测器也通过金属围栏与控制电路相隔离,通过内部隔板的电气连线都经滤波电容过滤。在电源抗干扰方面必须把数字电源和模拟电源分开,避免数字信号干扰模拟信号。同时,优异的去耦和出色的滤波也是降低噪声的有效途径,常用的做法是在电源输入和输出管脚加去耦电容和旁路电容,去耦电容使电源模块去除交流成分后的直流,使得瞬态电流可以回流到地;旁路电容能消除高频辐射噪声和抑制高频干扰。

4 结语

本文采用光强直接调制和光电转换技术,同时结合频谱分析仪实现了对飞机内部低频电磁辐射信号的准确测试,其技术实用而且可靠,通过实践检验,该设备不仅可用于对飞机内部的电磁测试,还可以用到其他的电磁环境测量中,应用前景广泛。

(中国电子科技集团 供稿)

LED芯片/器件封装缺陷的非接触检测技术

陈伟民, 李平, 文玉梅

光电技术与系统教育部重点实验室 重庆大学光电工程学院 重庆 (400044)

【摘要】为了在大批量封装生产线上对LED的封装质量进行实时检测, 利用LED具有与PD类似的光伏效应的特点, 导出了LED芯片/器件封装质量与光生电流之间的关系, 并根据LED封装工艺过程的特点, 研制了LED封装质量非接触检测实验平台, 完成了芯片、固晶、焊接质量影响的模拟实验, 证实了方法的可行性, 并开发出了实际样机。

【关键词】LED; 封装质量; 非接触; 在线检测

1、引言

近些年来, 随着制造成本的下降和发光效率、光衰等技术瓶颈的突破, 我国的LED照明产业进入了加速发展阶段, 应用市场迅速增长, 这导致了LED封装产品的巨大市场, 催生出了成千上万家LED封装企业, 使我国成为国际上LED封装的第一产量大国, LED封装产品的年产值从2004年的99亿元、2006年的140亿元, 发展到2008年的185亿元, 而年产量更是已经突破万亿只^{[1][2]}。若LED封装的废品/次品率为0.1%, 则全国每年万亿只LED封装产品中就可能产生数亿只废品/次品, 造成近亿元的直接经济损失。

为了保证封装质量, LED封装企业都是通过封装前的镜检与封装后的分检来保证LED封装质量。封装前的镜检即在封装前对用显微镜对原材料芯片进行人工外观检查, 观察芯片材料表面是否有机械损伤及麻点麻坑、芯片尺寸及电极大小是否符合工艺要求、电极图案是否完整, 并剔除不合格芯片, 避免其流入下道工序、产生次品; 封装后的分检即在封装完成后, 采用自动分光分色机对封装成品的光、电参数进行检查, 并根据检测结果进行分档、然后包装。显然封装前的镜检与封装后的分检, 只能将封装中生产出的次品与正品区分开来、或将正品按参数进行分

档, 不能提高封装的成品率。

对于现代化的全自动封装线, 其自身的任何微小差异都将迅速对封装产品的质量产生直接影响。则因此在全自动封装线全面普及的条件下, 在封装生产过程中主动地对封装质量进行在线实时检测, 已经成了提高封装水平、保证封装质量的一个必然需求。由于LED芯片尺寸小、封装工艺要求高、封装生产速度快, 因此很难在封装过程中进行实时的质量检测与控制。

2、LED封装工艺的特点分析

要在LED封装工艺过程中对其芯片/封装质量进行实时在线检测, 就必须首先了解LED封装的工艺特点、LED的参数特点。

2.1 LED封装的工艺过程

LED封装的任务是将外引线连接到LED芯片的电极上, 同时保护好LED芯片, 并且起到提高光取出效率的作用。而LED的封装形式是五花八门, 主要根据不同的应用场合采用相应的外形尺寸。而支架式全环氧包封是目前用量最大、产量最高的形式, 因此也应该是LED封装产品质量在线检测的重点突破对象。

支架式全环氧包封的主要工序是^[4], 首先对LED芯片进

行镜检、扩片, 并在一组连筋的支架排中每个LED支架的反光碗中心处以及芯片的背电极处点上银胶(即点胶、备胶工艺), 然后用真空吸嘴将LED芯片吸起安置在支架的反光碗中心处, 并通过烧结将芯片的背电极与支架固结在一起(即固晶工艺); 通过压焊将电极引线引到LED芯片上, 完成产品内外引线的连接工作(即压焊工艺); 将光学环氧胶真空除泡后灌注入LED成型模内、然后将支架整体压入LED成型模内(即灌胶工艺), 对环氧胶进行高温固化、退火降温, 固化之后脱模(即固化工艺), 最后切断LED支架的连筋(图1所示), 最后进行分检、包装。

2.2 LED封装工艺的特点分析

从LED的封装工艺过程看, 在芯片的扩片、备胶、点晶环节, 有可能对芯片造成损伤, 对LED的所有光、电特性产生影响; 而在支架的固晶、压焊过程中, 则有可能产生芯片错位、内电极接触不良, 或者外电极引线虚焊或焊接应力, 芯片错位影响输出光场的分布及效率, 而内外电极的接触不良或虚焊则会增大LED的接触电阻; 在灌胶、环氧固化工艺中, 则可能产生气泡、热应力, 对LED的输出光效产生影响。

因此可知, LED芯片与封装工艺皆会对其光、电特性产生影响, 因此LED的最终质量是各个工艺环节的综合反映。要提高其封装产品质量, 需要对各个生产工艺环节进行实时检测、调整工艺参数, 以将次品、废品控制在最低限度。

由于封装工艺过程的精细、复杂、高速特性, 常规的接触式测量几乎难以实现封装中的质量检测, 非接触测量是最有希望的手段。

3、非接触检测的基本原理

3.1 LED芯片的光伏特性

发光二极管LED芯片的核心是掺杂的PN结, 当给它施加正向工作电压 V_D 时, 驱使价带中的空穴穿过PN结进入N型区、同时驱动导带中的电子越过PN结进入P型区, 在结的附近多余的载流子会发生复合, 在复合过程中发光、从而把电能转换为光能。其在电流驱动条件下发光的性质是由PN的掺杂特性决定, 而光电二极管PD的光电特性的也是由PN的掺杂特性决定的, 因此LED与PD在本质上有相近之处, 这样当光束照射到开路的LED芯片上时, 会在LED芯片的PN结两端分别产生光生载流子电子、空穴的堆积, 形成光生电压 V_L 。若将此LED芯片的外电路短路, 则其PN结两端的光生载流子会定向流动形成光生电流 I_L 。^{[4][5]}

$$I_L = A \cdot q \cdot (w + L_n + L_p) \cdot \beta \cdot \bar{P} \quad (1)$$

式中: A 为芯片的PN结面积, q 是电子电量, w 是PN结的势垒区宽度, L_n 、 L_p 分别为电子、空穴的扩散长度, β 是量子产额(即每吸收一个光子产生的电子-空穴对数), \bar{P} 是照射到PN结上的平均光强度(即单位时间内单位面积被半导体材料吸收的光子数)。它们分别为:

$$L_n = \sqrt{\mu_n \cdot K_B \cdot T \cdot \tau_n / q}, \quad L_p = \sqrt{\mu_p \cdot K_B \cdot T \cdot \tau_p / q} \quad (2)$$

$$\bar{P} = \alpha \cdot \int_0^d P(x) dx \quad (3)$$

其中, μ_n 、 μ_p 分别为电子、空穴迁移率(与材料本身、掺杂浓度以及温度有关), K_B 为玻尔兹曼常数, T 为开氏温度, τ_n 、 τ_p 分别为电子、空穴载流子寿命(与材料本身及温度有关), α 为半导体PN结材料本身、掺杂浓度以及激励光的波长有关材料吸收系数, d 是PN结的厚度, $P(x)$ 是在PN结内位置 x 处的激励光强度。

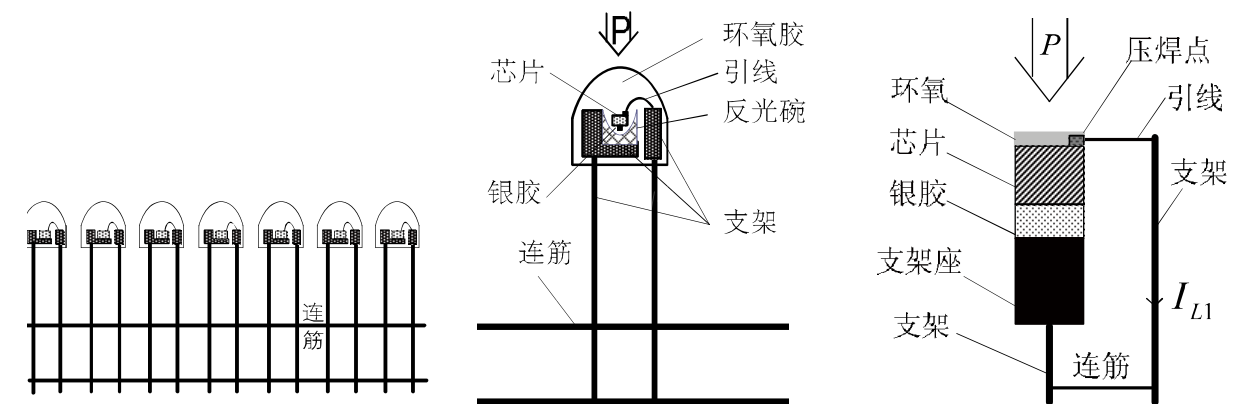


图1、支架式LED封装结构示意图

考察式(1) - (3)可知, LED芯片的光伏特性与其PN结的结构参数、材料参数相关, 而这些参数正好是决定LED发光特性的关键参数, 因此如果一只LED芯片的发光特性好、则其光伏特性也好, 反之亦然。因此可以利用LED芯片发光特性与光伏特性之间的这种内在联系, 通过测试其光伏特性来间接检验其发光特性, 判断LED芯片质量的优劣, 实现其封装质量的非接触检测。

3.2 LED光伏特性的等效电路

对于支架式封装的LED而言, 在封装过程中是将一组连筋的支架装夹在封装机上, 然后将芯片与支架封装在一起, 构成图1所示的支架封装结构。由图1(b)、(c)可以看出, LED的支架、支架连筋、引线、银胶与LED芯片一起, 构成了一个完整的外电路短接通道, 正符合光伏效应的工作要求。而对于LED封装质量的常规检测方法而言, 这种工作条件是根本无法开展检测的。

由于实际的LED并不是一个单纯的理想PN结, 它不仅包含PN结的内阻、并联电阻及串联电阻, 还包含支架、支架连筋、引线、银胶, 因此PN结在外界光照下产生的光伏伏特效应形成的光生电流 I_L 并不完全等于流过支架的光生电流 I_{L1} 。因此支架上流过的电流是LED光电参数的综合反映。

若将引线支架的内阻 R_L 看作是光照时LED的负载、PN结光生伏特效应产生的光生电流 I_L 看作作为一个恒流源, 则光照时LED的等效电路如图2所示。即工作于光生伏特效应下的LED由可等效为一个理想电流源 I_L 、一个理想二极管D、以及相应的等效串、并联电阻 R_{sh} 、 R_s 。其中等效并联电阻 R_{sh} 包括PN结内的漏电阻以及结边缘的漏电阻, 而等效串联电阻 R_s 包括P区和N区的体电阻 R_{s1} 、电极的电阻以及电极和结之间的接触电阻 R_{s2} , 且

$$R_s = R_{s1} + R_{s2} \quad (4)$$

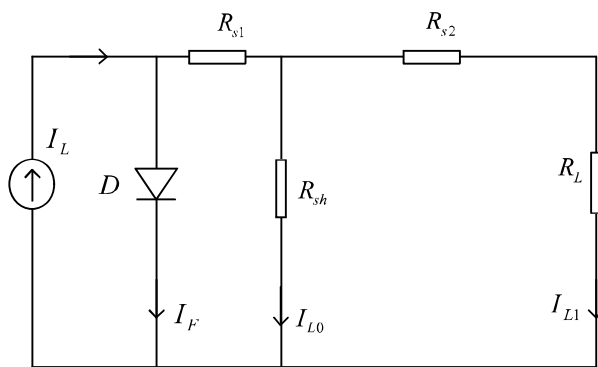


图2、支架式LED封装结构的等效电路图

而 I_{L1} 是引线支架上流过的负载电流, I_F 是流过理想二极管D的正向电流, 它与二极管两端的电压 V_D 满足关系式:

$$I_F = I_s \left[\exp\left(\frac{qV_D}{\eta K_B T}\right) - 1 \right] \quad (5)$$

式中 I_s 是二极管的反向饱和电流, η 是与PN结电流复合机制有关的一个参数, 它们都是由LED芯片的特性决定。因此 I_F 反映了LED的芯片特性。

根据图2所示的等效电路, 可以得到光生电流 I_L 与支架上流过的电流 I_{L1} 的关系为:

$$I_L = I_F + I_{L0} + I_{L1} \quad (6)$$

将式(1)、(4)、(5)带入(6), 并整理、变形, 则可得到LED支架上的光生电流 I_{L1} 为:

$$I_{L1} = \left\{ Aq(w + L_n + L_p)\beta\bar{P} - I_s \left[\exp\left(\frac{qV_D}{\eta K_B T}\right) - 1 \right] \right\} / \left(1 + \frac{R_{s2} + R_L}{R_{sh}} \right) \quad (7)$$

由式(7)可以看出, 对于LED封装产品而言, 外线路上的电流 I_{L1} 由两部分组成, 其中分子部分主要反映芯片的内在质量, 而分母则主要反映芯片外部的器件质量(如封装过程中存在的固晶胶连、引线焊接质量等诸多缺陷)。因此只要检测连筋上的光电流, 既可全面掌握LED芯片/器件的封装质量。

4、LED封装质量非接触在线检测的弱信号检测技术

4.1 系统实现原理

考察图1(b)、(c)及式(7)可知, 在LED压焊之后、灌胶之前, 就已经形成了LED光伏效应必须的短接电路, 因此可以在压焊后、灌胶前, 利用LED的光伏效应对芯片质量、固晶质量、压焊质量进行检测, 及时挑出次品进行人工修补, 并根据检测结果对LED封装生产线的相应工艺参数进行实时修正, 进一步控制次品率。而在环氧封装完成后、切筋前的环节, 则还可以再次利用LED的光伏效应对封装的效果进行非接触检测, 指导对环氧灌胶、固化工艺的实时调整, 剔除次品/废品。

根据图1及式(7)可知, 利用LED的光伏效应进行芯片/封装的非接触检测, 其关键有三, 一是用特定光束准确地照射到LED芯片上, 非接触地提供光伏效应所需的光激励; 二是用特殊的技术手段, 非接触地获取支架回路中的光生电流; 三是根据获取的光生电流, 对芯片的质量缺陷进行判断。为此采用图3所示原理系统, 实现LED的非接触检测^{[5][6]}。

其中半导体激光器LD发出的光经聚焦后投射到LED芯

片上, 以对LED激发使其产生光伏效应。而在信号的采集环节, 采用电磁耦合方式获取LED在光照下输出的电流信号, 以实现非接触测量。最后采用式(7)对光电流进行计算处理, 对LED的质量进行判别, 并找出影响封装质量的原因, 区分出芯片、封装的因素。

虽然在光照下LED会产生光伏效应, 但其光伏效应远远弱于作为光电探测器的光电二极管PD, 因此其光生电流 I_L 极为微弱, 只有微安数量级, 因此非接触地获取支架回路中的光生电流, 是其中技术难度最大的一个关键。虽然采用电磁耦合方式可实现LED光生电流的非接触测量, 但是电磁耦合的方式同时也会耦合进了空间电磁场, 这些外界电磁场噪声与干扰远远比光生电流 I_L 强, 因此从强烈的外界电磁场信号中提取出十分微弱的光生电流 I_L 非常困难。为此采用抗混滤波、锁相放大的组合方式, 实现了从强烈的环境噪声中分离光生电流 I_L 的目的。

4.2 系统验证实验

利用图3所示原理系统, 搭建了试验平台, 对数组支架式LED封装产品进行了原理验证实验。实验条件是支架式LED封装环氧封装脱模后、但尚未切断连筋的成品组。主要实验有系统检测效果的综合性实验、芯片固晶错位对LED输出光生电流影响的模拟实验、引线焊接质量对LED输出光生电流的模拟影响实验等^{[4][5]}。

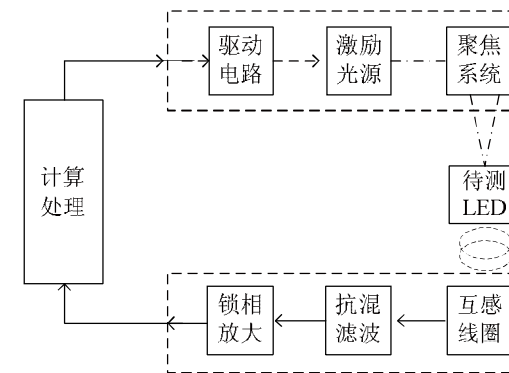


图3、LED器件封装非接触检测原理示意图

4.2.1 不同芯片LED的对比实验

图4是不同芯片LED的对比实验效果。其中图4(a)、(b)、(c)分别是三只不同芯片LED在同等条件下的对比实验, 图4(d)则是没有LED的输出结果(相当于纯粹环境噪声的结果)。从图4可看出, 不同芯片的差异得到了充分的体现; 而且从表1可看出, 30次实验重复结果有极好的

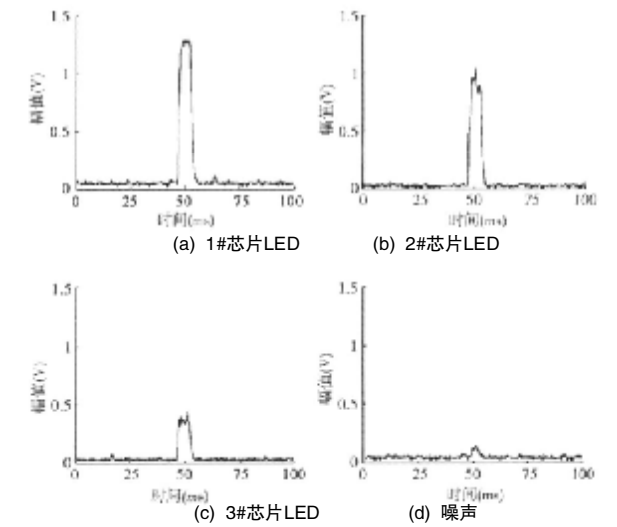


图4、不同芯片LED的对比实验结果

一致性。另外从图4还可以看出, 每只LED的检测时间仅5毫秒, 如果按1:1的信号占空比计算, 则在不考虑机械运动与惯性的条件下, 纯粹从电气处理的角度看, 此方法可以达到100只/秒的检测速度。

表1、重复试验结果

	电压均值(V)	方差(V)	信噪比
芯片1	1.2814	4.654×10^{-6}	906.6%
芯片2	1.2807	4.368×10^{-6}	906.05%
芯片3	0.3733	9.644×10^{-6}	193.3%
噪声	0.1273	6.489×10^{-6}	——

4.2.2 LED芯片固晶错位影响的模拟实验

当固晶位置有偏差时, 芯片将偏离环氧透镜球心位置, 这时入射的激光束经透镜后将产生偏折而不能全部聚焦到芯片上, 导致芯片接受到得总光强 P 变弱。由式(7)可以看出, 入射光强 P 的变化将引起 I_{L1} 的线性变化。因此系统输出的信号强度, 也能反映固晶的质量。为此通过调整照射LED的激光光源强度, 来模拟固晶偏差, 其实验结果如图5所示, 与(7)式完全吻合。

4.2.3 引线焊接质量影响的模拟实验结果

在图2所示的等效电路中, R_{s2} 与负载 R_L 是串联的, 由于电极的电阻以及电极和结之间的接触电阻 R_{s2} 很难直接测量, 因此实验中通过串联不同的负载电阻 R_L 来模拟接触电阻 R_s 对检测结果造成的影响, 其试验结果如图6所示。由图6可知, 随着外加负载 R_L 的增大, 流过负载的电流越来越小。实验与理论都表明, 接触电阻 R_s 的微小变化会使支架上流过的电流 I_{L1} 产生很大的改变。对于功能完好的LED芯片, 通过测量支架上流过的光生电流 I_{L1} 可以计算得到LED的串联

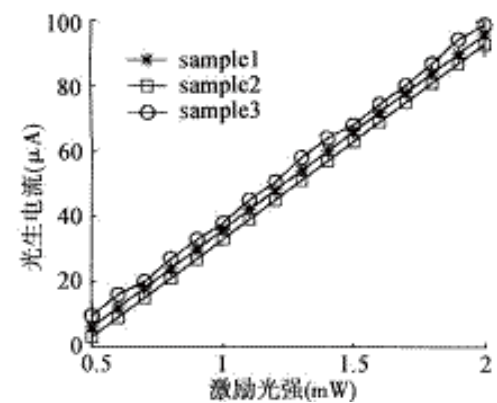


图5、固晶错位影响的模拟实验结果

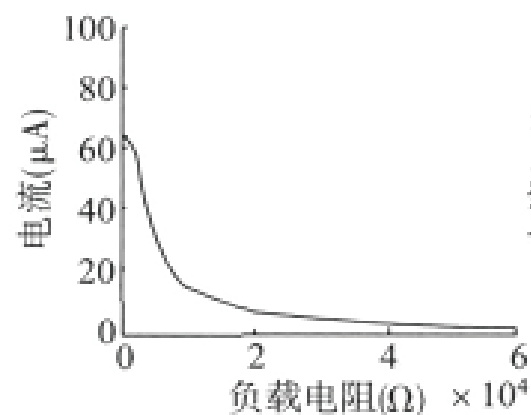


图6、引线焊接质量影响的模拟实验结果

电阻 R_s 。若串联电阻值无穷大，则芯片与电极之间可能出现了银胶脱胶、漏焊或者焊丝断裂问题，若串联电阻与正常连接状态下的串联电阻有大的差异，则芯片与电极之间可能出现了其它的焊接问题，如虚焊、重复焊接等。因此，通过分析支架上流过的光生电流值，可以检测LED封装过程中芯片与引线支架之间的电气连接状态。

5、结论

由于我国LED封装产量十分巨大，因此在大批量封装生产线上对LED的封装质量进行实时在线检测，能够替代有效改善目前大批量的封装生产企业采用的人工肉眼检查落后现状、有效降低废品率。为此，充分利用LED具有

与PD类似的光伏效应的特点、以及所建立的LED芯片/器件封装质量与光电流之间的关系，搭建了LED封装质量非接触检测实验平台，并

通过模拟实验证明了芯片差异、固晶质量、焊接质量的影响都可以通过检测仪输出信号的特征体现出来，而且检测的离散度小于 10^{-6} ，检测速度可达100只/秒。在此基础上，还开发出了图7所示实际检测样机^[7]，并正在进行实际检测样机与封装生产线的系统集成，以及LED参数的进一步的量化研究。



图7、LED封装质量非接触检测实际样机

【参考文献】

- [1] 梁红兵,LED:三大应用引领增长 封装业寻求突围,2007年第41期 第C6版;
- [2] 赛迪顾问信息产业研究中心,中国LED照明市场现状及趋势分析,中国照明网,http://www.lightingchina.com/news/18107.html,2009-7-15;
- [3] Ledinfo,LED封装的工艺流程,中国LED技术论坛,http://www.ledinfo.cn/bbs/index.asp,2007-5-13 12:21:02
- [4] 毋玉芬,文玉梅,李平,张鑫,李恋,尹飞,LED芯片封装在线非接触检测系统,传感技术学报,2008,21(6):1061~1065;
- [5] 李恋,李平,文玉梅,尹飞,毋玉芬,张鑫,采用光生伏特效应的LED芯片在线检测方法研究,仪器仪表学报,2009,30(3):454~458;
- [6] 文玉梅,李平,李恋,文静,一种LED芯片的检测方法,中国专利数据库检索系统,200710078657,
- [7] 文玉梅,李平,李恋,文静,一种带LED缺陷检测装置的焊线机,中国专利数据库检索系统,200710093098

非晶硅玻璃薄膜电池应用

张旭鹏 杨胜文 张金玲

【摘要】 本文通过详细阐述非晶硅薄膜电池的结构和优点，论证了非晶硅薄膜电池具有广阔的应用前景，尤其在遮阳、中空光伏组件中的应用具有明显的优势，对可再生能源的发展有着积极的推动作用。

【关键词】 太阳能电池 非晶硅 光伏应用 遮阳 中空光伏组件

引言

随着能源危机与环境污染问题越来越严重，社会各界对能源消耗的可持续性发展日益重视，尤其引起了各国政府对干净的、可再生能源的关注和青睐，新型能源成为国际学术界和各国研究和开发的重点，而太阳能是新能源发展的主要方向之一^[1]。

太阳能光伏发电是太阳能利用的一个主要方面，目前常用的太阳能电池有单晶硅、多晶硅电池和非晶硅薄膜电池。在欧美一些国家，因为政府的一些优惠政策，并且单晶硅、多晶硅电池具有研发早、转化效率高、生产工艺成熟等优点，得到了一定数量的推广。但是单晶硅、多晶硅电池组件的硅料提纯、制取过程中消耗大量的电能，发电成本远高于其他能源形式。经分析，单晶硅、多晶硅电池成本下降有两种途径：提高转化率和降低硅片厚度。据电池转化率和硅片厚度变化趋势可以测算得多晶硅系统价格变化趋势，最高值分别是22%和150微米，这个数值接近晶硅的成本极限；根据我们的模型测算，按照年日照1000小时测算，2020年多晶硅电池系统的发电成本为2.02元/度；年日照1300小时的发电成本为1.55元，这一数据接近晶硅的成本底线，但仍不足以与煤炭等常规能源相比^[2]，市场前景日益黯淡。单晶硅、多晶硅电池的这些缺点在客观上为非晶硅薄膜电池的发展提供了契机，以下将着重介绍非晶硅薄膜电池的优点和应用。

一、非晶硅玻璃薄膜电池简介

非晶硅薄膜电池衬底一般用带有导电层的玻璃，在其上沉积一层非常薄的N型非晶硅，厚度约为 $0.02 \mu\text{m}$ ；然后在N层之上沉积一层厚约 $0.5 \mu\text{m}$ 的非掺杂的本征层（I层）；再在I层上面沉积一个超薄的重掺杂P型非晶硅层，约 $0.008 \mu\text{m}$ ；最后在P层上蒸发或喷涂透明导电膜（TCO）。

非晶硅薄膜电池组件的结构如图1所示，自上到下依次为顶面玻璃、 SnO_2 导电膜、双结非晶硅薄膜电池（非晶硅薄膜电池还可做成单结或三结非晶硅薄膜电池）、背电极、EVA、底面玻璃。

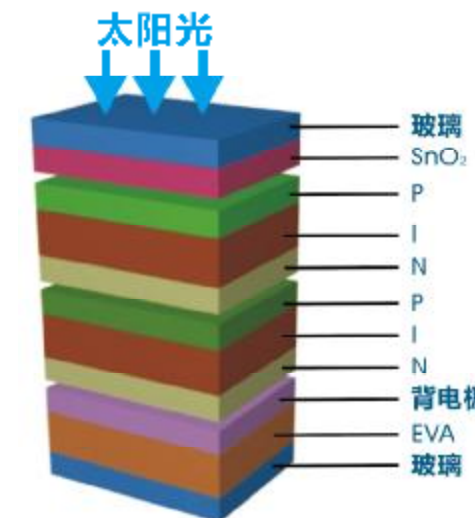


图1 非晶硅玻璃薄膜电池结构

非晶硅玻璃薄膜电池发电原理与单晶硅、多晶硅电池相似，当太阳光照射到电池上时，电池吸收光能产生光生电子—空穴对，在电池内建电场的作用下，光生电子和空穴被分离，空穴漂移到P侧，电子漂移到N侧，形成光生电动势，外电路接通时，产生电流。

二、非晶硅玻璃薄膜电池的优点

1. 硅材料用量少

由于非晶硅电池光吸收系数大，硅的厚度可以极薄。单晶硅电池需要充分吸收太阳光，需要的厚度为200 μm，而非晶硅电池只要1 μm就足够了。另外非晶硅电池不需要像单晶硅那样切片，材料浪费极少。

2. 制造工艺简单，可连续、大面积、自动化批量生产

非晶硅产业化是利用化学气相沉积法制造的，硅烷气体流入真空反应器，利用高频放电等方法分解硅烷，使非晶硅沉积在基板上。硅烷中混入含有P或B的PH₃、B₂H₆气体，可得到N型或P型非晶硅。目前已经实现了可连续、大面积、自动化批量生产。晶硅电池组件的制造需要经过太阳电池的筛选、焊接等琐碎的工序，人力投入较多，制造过程中容易出现质量问题，实现可连续、大面积、自动化批量生产难度大。

3. 制造过程消耗电力少，能量偿还周期短

非晶硅薄膜电池是用气体分解法制备非晶硅，基板温度仅200~300℃，且放电电机所需的放电功率密度较低。与单晶硅在1412℃以上反复多次熔解相比，所消耗的电力少得多。晶体硅太阳能电池能量偿还时间为2~3年，而非晶硅太阳能电池只有1~1.5年^[9]。

4. 制造原材料丰富

生产过程无毒，对生态环境不会造成不利影响。

5. 温度系数影响低

太阳能光谱分布比较宽，晶体硅电池只能吸收能量比自己带隙高的光子，其它光子被吸收转换为热量或将能量传递给材料分子，使材料发热，这些热效应会使晶体硅电池的发电效率下降，而非晶硅带隙比晶体硅宽，温度系数影响明显低于晶体硅。

6. 弱光性能强

采用层叠技术增加非晶硅玻璃薄膜电池的光谱响应范围，使得其对光的吸收性比晶硅电池强500倍，由于非晶硅的价带电子能级低，在暗光下非晶硅玻璃薄膜电池依然具有良好的光电效率。

7. 发电量大

在相同的测试条件下，与相同功率的晶体硅太阳能电池相比，非晶硅薄膜电池的年总发电量比单晶硅、多晶硅电池高10%~15%。

图2是非晶硅薄膜电池与单晶硅电池单位瞬时功率对比图，以每天上午10:00和下午15:00各记录一次电压、电流数据，计算瞬时功率，再除以组件的额定功率得到。

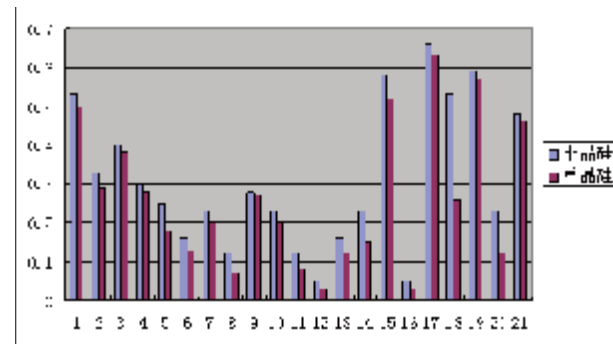


图2 非晶硅薄膜电池与单晶硅电池单位瞬时功率对比图

由图2可见，单位功率的非晶硅薄膜电池比单晶硅电池发电量大，这主要是因为非晶硅薄膜电池具有温度系数低、弱光性能强等性能。

三、非晶硅玻璃薄膜电池应用

下文详细介绍了非晶硅玻璃薄膜电池组件在遮阳、中空光伏组件等方面的应用。

1. 非晶硅光电活动遮阳系统

非晶硅光电活动遮阳系统是安装在建筑立面的一种新型户外高端遮阳产品，是利用非晶硅玻璃薄膜电池组件作为遮阳板的一种具有发电、遮阳功能的新型节能环保产品，外观效果如图3所示。主要由遮阳板、托架、支杆、

电动推杆等几部分组成。遮阳板可以选用单晶硅、多晶硅电池组件或非晶硅玻璃薄膜电池组件，但是单晶硅、多晶硅电池组件中太阳能电池之间存在间隙，用于遮阳板会漏过许多阳光，影响遮阳效果。使用不透光非晶硅玻璃薄膜电池组件，阳光可完全被遮挡，遮阳效果比较好。另外非晶硅玻璃薄膜电池组件正反两面的颜色均匀，线条平直，与建筑整体协调一致。



图3 非晶硅薄膜电池组件遮阳系统

2. 非晶硅玻璃薄膜电池中空光伏组件

非晶硅玻璃薄膜电池中空光伏组件的结构如图4所示，主要由六部分组成：由上至下分别是顶面玻璃、薄膜电池、EVA、底面玻璃、中空层、Low-E膜以及镀膜玻璃。在底面玻璃和镀膜玻璃之间设有铝间隔条，由铝间隔条围成一中空腔，中空腔上下侧中的其中一侧镀有Low-E膜层；在间隔条一边的外侧到相应玻璃边上装有带二极管的接线盒；间隔条与底面玻璃、镀膜玻璃之间设有第一道密封胶，玻璃与铝间隔条外围设有第二道密封胶。



图4 非晶硅玻璃薄膜电池中空光伏组件结构

城市中的建筑鳞次栉比，难免出现相互遮挡的情况，非晶硅玻璃薄膜电池的弱光性能强，在暗光下依然具有良好的光电效率，能够继续发电。非晶硅玻璃薄膜电池还可以做成半透明的组件，既能采光又可以发电。另外组件的镀膜玻璃中空侧镀有Low-E膜，具有对可见光高透过及对中远红外光高反射的特性，可达到为建筑隔热、保温的双重效果。两个引出电极与接线盒采取内电路连接。这使得接线盒隐藏在组件内，避免安装到建筑上影响美观，同时安装也更加方便。

目前，山东皇明太阳能集团有限公司的以上两种产品已相当成熟，并具备大规模生产的能力。

四、结论

在全球能源供应日趋紧张的情况下，各种太阳能利用的新技术发展比较迅速，太阳能应用领域正在逐渐拓宽，设计应用水平也在不断得到提高。虽然非晶硅薄膜电池存在着转换率较低和性能稳定性问题，但是这些问题的解决现在已经有了很大的突破。随着人们节能环保意识的增强、思想观念的转变，资源和能源节省等优势依然能确保非晶硅电池有良好的应用前景，相信非晶硅薄膜电池的应用领域将会更加广阔。

（山东皇明太阳能集团有限公司 供稿）

【参考文献】

- [1] 邱速希,非晶硅玻璃薄膜电池应用及热稳定性和抗压性能测试,《玻璃》[M]. 2009年第4期总第211期,P35.
- [2] 国金证券-薄膜电池行业研究报告[R]. 2008年.
- [3] 杨金焕,于化丛.太阳能光伏发电应用技术.[J]. 电子工业出版社,2009.

光学玻璃和激光玻璃研究进展

胡丽丽 蒋亚丝 姜中宏
中国科学院上海光学精密机械研究所 上海 201800

【摘要】本文介绍了国内外光学玻璃和激光玻璃的发展进程和应用，以及光学玻璃产品和激光玻璃产品的制备工艺技术的发展历程。

【关键词】：光学玻璃；激光玻璃；制造工艺

一、光学玻璃及其制造工艺发展

1、光学玻璃的应用和进展

光学玻璃包括从短波高能辐射、X射线、紫外、可见到红外电磁波区域，用于光的传输、透射、反射、折射、光学成像、像传递和增强的玻璃材料。也包括光、电、电磁场、磁场、力、声作用下，玻璃光学性质出现变化，利用这些变化而发展的能探测和转换这些性质的玻璃，即一大批光学功能玻璃。现在通常所指的光学玻璃是无色光学玻璃，用于光学仪器、光学机械的光学系统，是发展历史最久、产业规模最大、制造技术最先进的玻璃。

到上个世纪80年代，发展光学玻璃所需的简单系统研究已经完成。到上个世纪90年代，具有特殊光学常数的玻璃牌号已基本定型并投入生产。上个世纪80年代以后光学玻璃在化学组成和制造技术方面的进展主要有：为特殊光学系统需要而发展的玻璃牌号；为防止玻璃制造和使用中的污染而发展的无公害“环保”玻璃；为适应大规模生产、制造优质玻璃而发展的光学玻璃连续熔炼；为提高成像质量和简化光学系统而发展的非球面透镜精密模压成形技术和模压技术。

2、光学玻璃的牌号扩展

图1为光学玻璃光学常数扩展图。光学玻璃牌号的发展一直沿着扩展折射率和阿贝数的范围。光学常数的扩展都与引入一些特殊化学组成有关，包括引入少量PbO，得到折射率高、阿贝数较小的火石玻璃，形成消色差透镜；引入BaO、ZnO，得到钡冕和重钡冕玻璃；引入大量PbO，形成QF、F、ZF

等高折射率玻璃；引入La₂O₃和其它稀土化合物，形成高折射率、低色散的LaK、LaF和LaSF镧系玻璃；以P₂O₅为玻璃形成体，形成低折射率、低色散PK系列玻璃；以氟化物为主体的特低折射率FK玻璃；以消除二级光谱而发展的特殊相对色散玻璃。图2为Schott公司的n_d-v_d图。

最近几年随着光学器件的发展，光学玻璃研究者仍在继续扩展光学常数。Sumita(日本住田)的K-PSFn系列玻璃中K-PSFn202和KPSFn214的折射率分别为2.019和2.143，有利于广角光学系统的设计。Hoya的FCD10和Sumita的K-CaFk95的光学常数均与CaF₂相当。这些玻璃的优点为特殊相对部分色散Pg，F显著偏离通常的Pg，F-v_d正常线，有利于消除剩余色差，甚至实现全消色差光学系统。

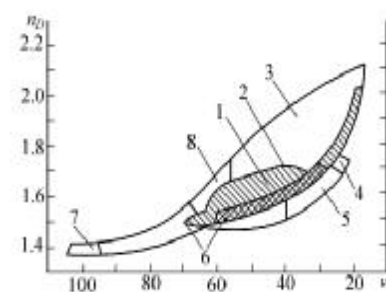


图1 光学玻璃的光学常数扩展

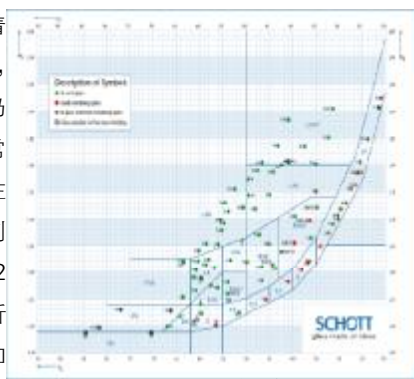


图2 Schott公司光学玻璃nd-vd图

	n _d	v _d	PgF
KCaFk95 玻璃	1.43425	95.0	0.534
CaF ₂ 晶体	1.4338	95.23	0.5389

3、无铅无砷光学玻璃

3.1 “环保”玻璃

光学玻璃分为两大类，冕牌和火石玻璃。火石玻璃以含氧化铅为其特征，以获得高折射率。为加速玻璃熔制过程中的澄清而使用氧化铈。早期镧系玻璃引入二氧化铈和氧化镉等有害物质，有害物质会造成包括使用过程中废弃物的环境污染和制造过程中对人体的危害。各国都有相应的法规限制制造过程中的有害物质排放。从上世纪80年代开始，已不再使用ThO₂、CdO等有害物质。欧盟于2002年制定了WEEE2002/96/EC和RoHS2002/95/EC指令。WEEE涵盖了一系列信息技术设备和消费设备，RoSH禁止产品中含有铅、镉、汞等。对光学玻璃，铅含量必须小于0.1wt%。考虑到砷的危害，光学玻璃中为防止有害物质的污染而发展的无铅无砷光学玻璃称为“环保玻璃”。

3.2 无铅无砷光学玻璃的组成

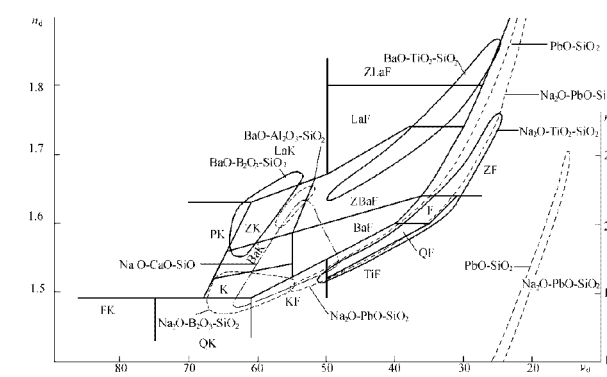


图3：用于光学玻璃的基础系统

图3为用于光学玻璃的基础系统。R₂O(K₂O、Na₂O)-PbO-SiO₂是QF、F、ZF的主要系统，BaO-B₂O₃-PbO-SiO₂是BaF、ZBaF的基础系统。从图3可以看出，Na₂O-TiO₂-SiO₂和BaO-TiO₂-SiO₂覆盖了QF、F、ZF和BaF、ZBaF的光学常数范围。无铅玻璃基本上是含TiO₂硅酸盐系统玻璃。表1列出一些玻璃牌号的化学组成(质量百分比)。

表1 一些环保玻璃的化学组成

玻璃牌号	SiO ₂	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	ZnO	BaO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O
F620361	56.0			22.5	1.5	3.3		7.0	9.5
BaF566439	62.0		3.0	13.0				8.0	14.0
ZBaF614492	42.0	8.0		6.0	6.4	20.0	5.5	5.0	5.0

3.3 无铅无砷光学玻璃牌号

无铅无砷光学玻璃在各光学玻璃目录中都有专门标志，Schott用“N”前缀，Ohara用“S”，Sumita用“K”。成都光明光电用“H”，上海新沪用“N”，湖北新华光用“N”。一些光学玻璃制造商仍保留少数含PbO光学玻璃，用于不受RoSH限制的产品。

3.4 无铅无砷光学玻璃的性质变化

用Ti⁴⁺代替Pb²⁺后，色散曲线向长波方向移动，g，F线的相对部分色散稍有增加；短波透过率下降；Knoop硬度显著增加，已接近硼硅酸盐玻璃；热膨胀系数变化不大，玻璃转变温度T_g升高；密度变小；化学稳定性得到改善。

4、光学玻璃的连续熔炼

光学玻璃连续熔炼开始于二次世界大战时期的美国。1960年Bauch Lamb和Corning完成眼睛片的连续熔炼和直接成形，之后陆续建成一批全铂小型池炉。Hoya于1965年实现BK7玻璃的连续熔炼。1971年完成直接熔炼、压形、退火技术。在坩埚熔炼中，按时间执行熔炼过程中的各种工艺，连续熔炼则按空间排列完成所有工艺过程。连续熔炼池炉分二种，它们是全铂连熔炉和陶瓷-铂金炉。前者用于熔化对陶瓷材料侵蚀严重的镧系玻璃和氟磷玻璃。后者用于生产量大的玻璃品种。陶瓷-铂连续熔炼炉结构见图4。

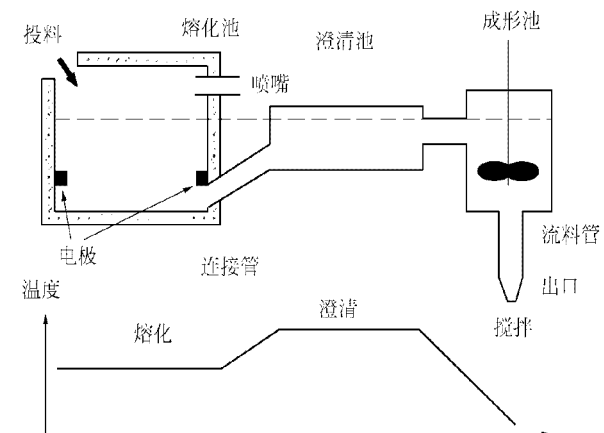


图4 陶瓷-铂光学玻璃连续熔炼池炉结构

Schott认为连续熔炼除用于制造小尺寸光学元件外，也适合于大尺寸、高光学均匀性的玻璃毛坯，如大型天文望远镜的微晶玻璃镜坯，以及后面将要讲述到的磷酸盐激光钜玻璃。

用连续熔炼制造玻璃的优点有生产率高、成品率高、折射率一致性好、光学均匀性好。连续熔炼是一种低成本、高效率的制造技术。

5、光学玻璃精密模压成形

5.1精密模压光学玻璃的要求

光学玻璃精密模压成形是把具有抛光质量的光学玻璃型料置于模具中,加热到一定温度后压制在一定尺寸、面形、具有光学研磨精度和表面粗糙度的光学元件的一种工艺,是一种低成本、适用于制造非球面透镜的技术。非球面透镜已广泛用于照相物镜、光刻物镜、高数值孔径的光学元件中。以光盘机为例,高数值孔径的读取物镜为达到高存储密度、需体积小、重量轻以达到快速读取。1982年光盘机问世,使用了5片透镜的光学系统,到1986年已由一片非球面物镜替代。非球面模压透镜已用于数码照相机、摄像机、移动电话照相机、投影机和光通信系统。

用于模压的玻璃通常具有一般光学玻璃的折射率和阿贝数,良好的抗析晶能力和抗热炸性能、较好的化学稳定性,为减少模具损耗特别要求玻璃具有低的模压温度,并在此温度下不与模具发生化学反应。为此,不少光学玻璃厂商专门研究和开发了低玻璃转变点T_g的玻璃。按Schott定义,模压玻璃的T_g必须低于550℃。光学玻璃中的磷冕和氟冕,如Schott的PK51、PK53、FK5、FK51玻璃T_g都在500℃以下,已适合于精密模压。通过采用磷酸盐系统,引入Li₂O、ZnO等氧化物可以降低T_g。

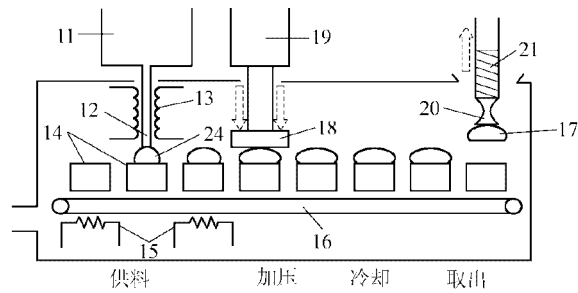


图5 精密型料的制造原理图

5.2 精密模压型料

用于精密模压的型料有二种:按光学加工方法制成圆球、圆片或者椭球;直接从玻璃熔体经滴料压制成形。后者称“精密型料”。图5为精密型料制造原理图,表2为Ohara可提供的椭球形精密型料规格。Schott最近发展了从熔融玻璃拉制直径从0.1mm到12.5mm,长达1m圆形或方形、具有光学质量的玻璃棒的成形方法,便于切割制成型料。

表2 Ohara的椭球形精密型料规格

体积(mL)	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7
直径(mm)	6.0-6.5	7.5-8.5	9.0-10.0	11.0-12.5	12.0-14.5
中心厚度(mm)	4.5-5.0	5.5-6.5	6.0-7.0	7.0-8.0	7.5-8.5
R ₁ (mm)	3.0-4.5	4.5-5.5	6.0-7.5	8.5-11.0	12.0-17.5
R ₂ (mm)	3.0-4.5	4.5-7.0	5.0-8.5	6.0-10.0	6.5-12.0

表中R1,R2为椭球上下表面的曲率半径

Schott的精密型料标准为:直径正负偏差:0.2mm;体积偏差:2%;表面质量:S/D 20/10,表面粗糙度:小于1nm。

5.3 精密模压

精密模压装置见图6所示。整套装置放在石英管7中,6为加热器,5为待压玻璃型料,9为测量热电偶,4a和4b为模具,8为加压机构。

Schott可提供的非球面透镜规格和质量为:直径10-35mm,厚度:3-10mm,曲率半径:20-250mm,面形偏差:<=5圈(球面),5umPV(非球面),表面粗糙度<3nm rms。

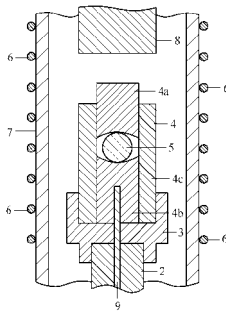


图6 玻璃的精密模压装置

5.4 精密模压玻璃牌号

模压玻璃基本上覆盖了所有玻璃品种,从光学常数与CaF₂相似的FK434950到ZF907212,也包括常用的LaK、LaSF玻璃。Sumita最近开发了可模压、折射率最高的K-PSFn214(214178),图7和图8分别为Sumita和Ohara模压玻璃的n_d-v_d图。

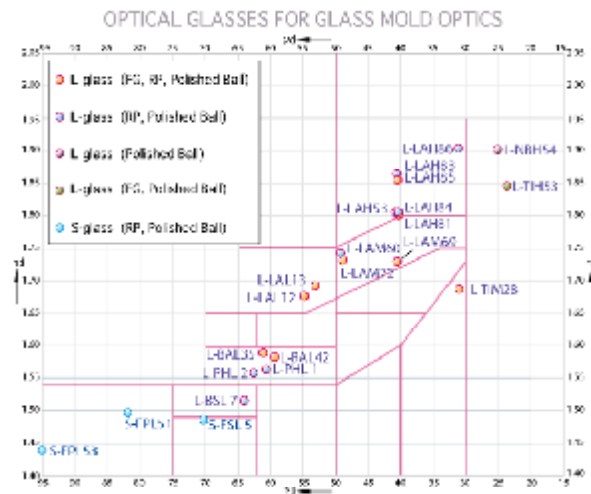


图7 Ohara公司的精密模压玻璃

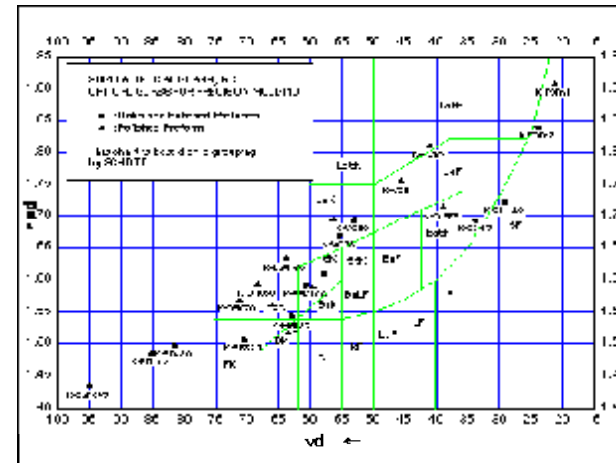


图8 Sumita公司的精密模压玻璃

中国成都光明光电信息材料公司已研制包括QK、K、ZK、LaK、ZBaF、ZF、LaF、ZLaF等的9个模压玻璃牌号,并已投入生产。

6、红外和硫系光学玻璃

近年来用于透红外的氧化物玻璃和硫系玻璃得当了迅速发展,由于这些玻璃的红外透过波长可以延伸到5-20μm,所以在红外热成像透镜方面有广泛的应用前景。硫系玻璃的熔制温度低(约300℃左右),成玻璃能力强,折射率和非线性系数高,但其机械强度和热性质较差、对制备设备条件有较苛刻的要求。硫系红外玻璃经历了从含砷的Ge-As-Se玻璃系列到不含砷的Ge-Ga-Se和Ge-Sb-Se玻璃系列的发展过程。借助精密压型的方法和硫系玻璃转变温度低的特点,比较容易实现硫系玻璃非球面透镜的制作生产,这是光学玻璃行业的新增长点之一。国际上法国的Rennes 第一大学拥有先进的红外玻璃研究开发技术。国内有上海光机所、宁波大学、中国建筑材料研究院和宁波舜宇红外技术有限公司从事红外玻璃和硫系玻璃的应用开发研究,并有一定规格的产品。

二、激光玻璃及其制造工艺技术发展

激光玻璃是一种特殊的光学玻璃,迄今为止应用最多的激光玻璃是磷酸盐激光钕玻璃,它通常应用于国内外大型激光装置,如美国的NIF、法国的LMJ、中国的神光系列装置。激光钕玻璃是这些大型激光装置核心元器件——放大器工作物质,通过激光钕玻璃可以实现激光能量放大,使最终装置的激光输出功率达到装置设计要求。因此,激光钕玻璃产品的性能指标要求很高,尤其是光学均匀性、气泡、夹杂物含量,这些指标都比普通光学玻璃的性能指标要求要高。此外还有普通光学玻璃没有的特殊指标,如受激发射截面、荧光

寿命和损耗指标。自1980年代以来磷酸盐激光钕玻璃由于具备较好的光谱激光性质被广泛地应用在现代的各类大型激光装置上。表3给出了大型激光装置应用的磷酸盐激光钕玻璃的主要指标要求。

表3:面向大型激光装置应用的钕玻璃主要性能指标

性能	要求达到的指标
光学均匀性	2×10^{-6}
铂金颗粒	小于0.2个/立方
应力	<3nm/cm
400nm吸收系数	$<0.25 \text{cm}^{-1}$
3000cm ⁻¹ 吸收系数	$<2 \text{cm}^{-1}$
1053nm吸收系数	$<0.19\% \text{cm}^{-1}$
气泡	直径小于0.1mm,气泡总截面小于等于0.15mm ² /100cm ²
1053nm,3ns损伤阈值	$>40 \text{J/cm}^2$

1、激光钕玻璃的品质因子

根据应用目的,激光钕玻璃可以分成二类,一类是应用于大能量、高峰值功率的钕玻璃,如Schott公司的LG-750、LG-760、LG-770,Hoya公司的LHG-8,上海光机所的N21、N31玻璃。它们多具有较高的受激发射截面和较小的热光系数。另一类是用于高重复频率、高平均功率的钕玻璃,例如:Schott公司的APG-1、APG-2,Hoya公司的HAP-4。它们多为磷酸盐玻璃。具有较低的膨胀系数、较高热导率、较小的受激发射截面。

对应用于大能量、高功率的激光钕玻璃品质因子主要由激光性质决定,可以表达为:

$$FOM_{laser} = \frac{\Delta \lambda_{abs}(\tau_0 Q) \sigma_{em} \eta_{ex}}{n_2} \quad (1)$$

其中 $\Delta \lambda_{abs}$ 是钕离子吸收谱的平均吸收宽度。FOM因子为大能量、高峰值功率激光装置应用的钕玻璃研制提供了方向。这种钕玻璃的组成确定主要考虑受激发射截面大、能量提取效率高、吸收线宽大、二阶非线性系数小,荧光寿命尽可能长、Q因子尽可能大。

对应用于高重复频率目标的钕玻璃,主要考虑它的热机械性质,它的品质因子表达如下:

$$FOM_m = \frac{K_{1c} K(1-\nu)}{\alpha E} \quad (2)$$

式中K_{1c}为玻璃的断裂韧性,K为热导率,ν为泊松比,α为膨胀系数,E为杨氏模量。对于这种钕玻璃它的成分设计主要考虑热导率高、膨胀系数低,必须加入场强大的阳离子,受激发射截面不可能高。在后面的各公司钕玻璃产品介绍中也

可以看到这一点。

对于上述二种钕玻璃,它们的生产品质因子都可以用下式衡量:

$$FOM_{prod} = K_{lc} \left(\frac{K(1-\nu)}{\alpha E} \right)^2 \frac{1}{T_g} F_{pt} F_{dur} F_{dvt} \quad (3)$$

式中 F_{pt} , F_{dur} , F_{dvt} 分别表示玻璃对铂金颗粒的溶解性,化学稳定性和析晶性。由上式可见,钕玻璃的生产和加工对热机械性质要求较高。

2、国内外磷酸盐钕玻璃种类和性质介绍

世界上生产钕玻璃的主要单位有美国的Schott和Hoya公司、美国的Kigre公司和中国的上海光机所,其中除美国Kigre公司生产的玻璃尺寸较小外,其它三家均可以生产大尺寸的钕玻璃。美国Schott和Hoya公司在完成了NIF和LMJ装置需要的大批量玻璃之后不在继续开展大尺寸钕玻璃制备工作。下面介绍迄今为止国内外钕玻璃产品的性质。

2.1 Schott公司的钕玻璃性质

下表列出Schott公司的五种磷酸盐钕玻璃特性。

(1) 激光性质

玻璃	LG-750	LG-760	LG-770	APG-1	APG-2
λ_i (nm)	1053.7	1054	1052.7	1053.9	1054.6
$\Delta \lambda_{eff}$ (nm)	26.0	24.3	25.4	27.8	31.5
τ_{rad} (μ s)	347	323	350	361	456
σ_{em} ($10^{-20}cm^2$)	3.7	4.5	3.9	3.4	2.4
τ_0 (μ s)	356	330	372	370	464
$Q(10^{20}cm^{-3})$	17.0	10.0	8.8	16.7	10.6

(2) 光学性质

玻璃	LG-750	LG-760	LG-770	APG-1	APG-2
n_d	1.5260	1.5190	1.5086	1.5370	1.5127
n_t	1.5160	1.5080	1.4996	1.5260	1.5032
$n_e(10^{-13}esu)$	1.08	1.02	1.02	1.13	1.06
Abbe No.	68.20	69.20	68.4	67.70	66.90
$dn/dT(10^{-6}/^\circ C, 20-40^\circ C)$	-5.1	-6.8	-4.7	1.2	3.4
$ds/dT(10^{-6}/^\circ C, 20-40^\circ C)$	0.8	-0.4	1.1	5.2	6.0

(3) 物理和热性质

玻璃	LG-750	LG-760	LG-770	APG-1	APG-2
density(g/cm^3)	2.830	2.600	2.585	2.633	2.559
K (25°C, W/m.K)	0.49	0.57	0.57	0.78	0.80
E (GPa)	50.10	53.70	47.29	70.0	63.81
ν	0.256	0.267	0.253	0.238	0.225
Knoop硬度	290	340	330	450	420
$K_{1c}(MPa.m^{1/2})$	0.48	0.47	0.48	0.61	0.64
$C_p(J/g.K)$	0.72	0.75	0.77	0.84	0.77
$T_g(^\circ C)$	450	350	461	450	540
$\alpha(20-40^\circ C, 10^{-7}/^\circ C)$	114.0	125.0	116.1	76.0	50.7
$\alpha(20-300^\circ C, 10^{-7}/^\circ C)$	130.1	150.4	133.6	99.6	62.6

(4) 化学稳定性

玻璃	LG-750	LG-760	LG-770	APG-1	APG-2
Weight loss in 50°C water ($mg/cm^2.day$)	0.016	0.028	0.040	0.006	0.007
Acid resistance pH=0.3, 25°C	3.0	4.0	3.0	3.3	0.0
Alkali resistance pH=12, 50°C	3.0	4.0	4.0	4.0	3.3

2.2 Hoya公司的钕玻璃性质

Hoya公司的激光钕玻璃产品中应用最广的是LHG-8型号的磷酸盐钕玻璃, LHG-8同时也是在国际上大型激光装置中应用最广的磷酸盐激光钕玻璃,它被应用于美国NOVA、NIF,法国LMJ,日本大阪大学Firex-I装置。LHG-80应用在日本大阪大学的Petawatt装置上。HAP-4玻璃由于其优良的热性质,被应用于LD泵浦的重复频率工作的激光器。以下是Hoya公司的三种磷酸盐激光钕玻璃的特性。

(1) 激光性质

玻璃	LHG-8	LHG-80	HAP-4
λ_i (nm)	1054	1054	1054
$\Delta \lambda_{eff}$ (nm)	26.5	23.9	27.0
τ_{rad} (μ s)	351	327	350
$\sigma_{em}(10^{-20}cm^2)$	3.6	4.2	3.5
$\tau_0(\mu s)$	365	337	?
$Q(10^{20}cm^{-3})$	8.4	10.1	?

(2) 光学性质

玻璃	LHG-8	LHG-80	HAP-4
n_d	1.52962	1.54291	1.5433
n_t	1.52005	1.53289	1.5331
$n_e(10^{-13}esu)$	1.12	1.24	1.25
Abbe No.	66.5	64.7	64.6
$dn/dT(10^{-6}/^\circ C, 20-40^\circ C)$	-5.3	-3.8	1.8
$ds/dT(10^{-6}/^\circ C, 20-40^\circ C)$	0.6	1.8	5.7

(3) 物理和热性质

玻璃	LHG-8	LHG-80	HAP-4
density(g/cm^3)	2.83	2.92	2.70
K (25°C, Kcal/m.h.K)	0.50	0.54	0.88
E (kg/mm^2)	5110	5100	7020
ν	0.258	0.267	0.236
Knoop硬度	350	342	470
$K_{1c}(MN.m^{1/2})$	0.51	0.46	0.83
$C_p(J/g.K)$	0.75	0.63	0.71
$T_g(^\circ C)$	485	402	486
$\alpha(20-40^\circ C, 10^{-7}/^\circ C)$	112	102	72
$\alpha(20-300^\circ C, 10^{-7}/^\circ C)$	127	130	85

(4) 化学稳定性

玻璃	LHG-8	LHG-80	HAP-4
Weight loss in 100°C water(%)	0.18	0.13	0.07
Acid resistance pH=2.2, 100°C HNO ₃ 1hr (weight loss %)	0.39	0.47	0.11

2.3 美国Kigre公司的钕玻璃性质

美国Kigre以研制和生产掺钕、掺钇激光玻璃而著名于世,其主要钕玻璃包括高受激发射截面的Q系列钕玻璃和低膨胀,可离子交换表面强化的QX/Nd玻璃。它的主要五种产品性能见下表,其中Q-88应用于美国NOVA装置。

(1) 激光性质

玻璃	Q-88	Q-98	Q-100	Q-89	QX/Nd
λ_i (nm)	1054	1053	1054	1054	1054
$\Delta \lambda_{eff}$ (nm)	26.3	25.5	25.1	25.1	34?
$\tau_{rad}(\mu s)$	326	308	357	308	$\tau_{em}=353$
$\sigma_{em}(10^{-20}cm^2)$	4.0	4.5	4.4	3.8	3.34

(2) 光学性质

玻璃	Q-88	Q-98	Q-100	Q-89	QX/Nd
n_d	1.550	1.555	1.572	1.559	1.538
n_t	1.536	1.546	1.562	-	1.53
$n_e(10^{-13}esu)$					1.17
Abbe No.	64.8	63.6	62.1	63.6	66.0
$dn/dT(10^{-6}/^\circ C, 20-40^\circ C)$	-0.5	-4.5	-4.6	-	1.0
$ds/dT(10^{-6}/^\circ C, 20-40^\circ C)$	2.7	0±0.5	0±0.5	-	4.8

(3) 物理和热性质

玻璃	Q-88	Q-98	Q-100	Q-89	QX/Nd
Density(g/cm^3)	2.71	3.099	3.204	3.14	2.66
K (W/m.K)	0.84	0.82	0.82	0.82	0.85
E (N/mm^2)	69805	70658	70070	-	71000
ν	0.24	0.24	0.24	-	0.24
Knoop硬度	418	556	558	-	503
$C_p(J/g.K)$	0.81	0.80	0.80	-	-
$T_g(^\circ C)$	366	416	413	440	506
$\alpha(20-40^\circ C, 10^{-7}/^\circ C)$	104	99	96	88	72

(4) 化学稳定性

玻璃	Q-88	Q-98	Q-100	Q-89	QX/Nd
Weight loss (In 100°C water, 1hr, %)	0.20	0.08	0.08	-	50 $\mu g/cm^2$

2.4 上海光机所的钕玻璃性质

上海光机所发展的二种磷酸盐钕玻璃分别为N21和N31,主要应用在中国的神光系列装置中。它们的主要性质如下表所示。

性质	N21	N31
激光性质		
Nd_2O_3 (wt%)	2.2	2.2
Nd^{3+} ion conc. (10^{20} ions/ cm^3)	2.68	2.26
$\sigma_{em}(10^{-20}cm^2)$	3.4±0.3	4.0±0.3
Fluorescent lifetime(μ s)	330	340±10
FWHM(nm)	24.0	20.1
Laser wavelength(nm)	1053	1053
光学性质		
n_d	1.5758	1.5357
n_t	1.5652	1.5280
$n_e(10^{-13}esu)$	1.3±0.1	1.1±0.1
Abbe No.	65.2	66.2
$dn/dT(10^{-6}/^\circ C)(20-100^\circ C)$	-4.2	-4.3
$ds/dT(10^{-6}/^\circ C)(20-100^\circ C)$	1.9	1.4
物理性质		
density(g/cm^3)	3.40	2.83
E(kg/mm^2)	5640	5270
ν	0.27	0.27
Knoop hardness(kg/cm^2)	650	350
热性质		
$T_g(^\circ C)$	500	450
$\alpha(10^{-6}/^\circ C)(20-100^\circ C)$	110	107
$\alpha(10^{-6}/^\circ C)(100-300^\circ C)$	120	127
K(W/m.K)	0.553	0.558
$C_p(25^\circ C)$ ($J/cm^3.^\circ C$)	0.75	0.75

化学稳定性		
$D_2(H_2O, 1.00^\circ C, 1hr, wt. loss\%)$	0.06	0.09
$D_2(HNO_3, pH=2.2, 100^\circ C, 1hr Wt. Loss\%)$	0.30	0.40

3、磷酸盐激光钕玻璃的制备工艺

由于磷酸盐激光钕玻璃尺寸大、性能要求高,所以其制备工艺过程显得非常重要。激光玻璃的熔制工艺经历了从单坩埚熔炼到半连续熔炼到连续熔炼的发展阶段。20世纪末Schott和Hoya二公司在大尺寸磷酸盐激光钕玻璃连续熔炼工艺方面的成功开发是光学玻璃连续熔炼发展史上的一个重要里程碑。

3.1 坩埚熔炼工艺

磷酸盐激光钕玻璃的熔制需要解决除水、除铂金和均匀性达到 10^{-6} 的三个关键技术要求。这是磷酸盐激光钕玻璃熔制工艺的三个关键环节。日本Hoya公司率先在国际上采用反应除水

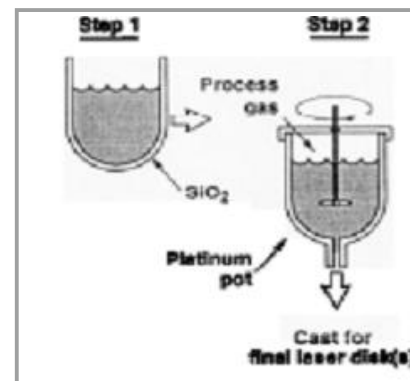


图9: 磷酸盐激光钕玻璃的坩埚熔炼工艺

方法有效解决了磷酸盐玻璃的除水问题,该技术被沿袭应用至今。为保证获得 10^{-6} 均匀性,必须采用铂金坩埚和特殊搅拌工艺。铂金颗粒在强激光作用下会发生气化,从而大致玻璃炸裂,因此危害极大。为此,需要采用对铂金颗粒具有较高溶解度的玻璃成分来尽量减少铂金颗粒的析出。单坩埚熔炼工艺采用陶瓷坩埚先熔制玻璃熟料,之后浇出,在到铂金坩埚中进行均化。生产效率很低,并且会因为过程污染造成损耗太高而报废。图9是磷酸盐激光钕玻璃单坩埚熔炼示意图。上海光机所在单坩埚熔炼工艺的基础上于上世纪90年代发明了半连续熔炼工艺技术,提高了激光钕玻璃的生产效率,保证了钕玻璃的性能稳定,并且采用这一工艺技术制备了神光II和神光III原型的所有钕玻璃。

3.2 磷酸盐激光钕玻璃的连续熔炼工艺

磷酸盐激光钕玻璃的连续熔炼工艺技术20世纪末发展起来的,采用连续熔炼工艺制备钕玻璃的好处是钕玻璃片与片之间的一致性可以得到很大提高,生产效率可以大幅度提高,成品率高,并且可以降低生产成本。美国为开发磷酸盐激光钕玻璃的连续熔炼技术攻克了一系列技术难题,包括耐火材料、发热体材料、除水、均匀性等,经过六年的研制, Schott

和Hoya二公司取得了钕玻璃连续熔炼工艺的成功。图10为Schott和Hoya公司的磷酸盐激光钕玻璃的连续熔炼线示意图。表3为Schott和Hoya公司采用连续熔炼工艺制备的二种

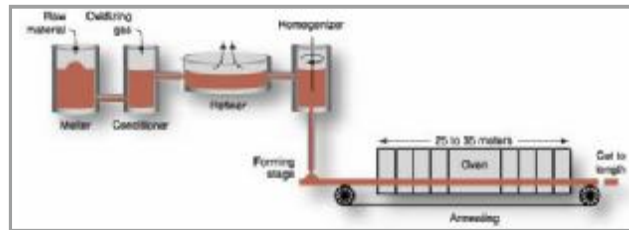


图10: 磷酸盐激光钕玻璃的连续熔炼工艺流程图

磷酸盐钕玻璃性能指标。连续熔炼方法使钕玻璃的均匀性获得了成倍的提高,另外,钕玻璃片的损耗也大大降低。更为重要的是对NIF这样拥有192路激光束的大型激光装置,钕玻璃片与片之间的性能高度一致对装置的建设非常重要。连续熔炼工艺技术的应用很好地解决了钕玻璃片性能一致性问题,为NIF装置的建设起到了关键作用。

表3: Schott和Hoya公司连续熔炼钕玻璃片的主要性能指标

性质	LG-770	LHG-8	NIF技术要求
Nd ³⁺ 离子浓度(10 ²⁰ /cm ³)	4.19(±4%)	4.23(±1%)	4.22±0.1
400nm吸收系数(cm ⁻¹)	0.224(±10%)	0.079(±10%)	<=0.25
1053nm吸收系数(cm ⁻¹)	1.1×10 ⁻³ (±9%)	0.7×10 ⁻³ (±24%)	<=1.9×10 ⁻³
3000cm ⁻¹ 吸收系数(cm ⁻¹)	1.49(±19%)	1.46(±29%)	<=2
633nm的透过波前畸变	0.21(±39%)	0.22(±38%)	<=0.333

4、掺钕磷酸盐激光玻璃

掺钕磷酸盐激光玻璃由于其输出的激光波长为1.53-1.54um范围,这是一种对人眼安全的激光波长,并且也是通信窗口。为此,掺钕磷酸盐激光玻璃可以应用于光通信、激光测距和激光美容。美国Kigre公司是一家专业研究开发掺钕磷酸盐激光玻璃的公司,自1960年代开始激光钕玻璃的研制工作,他们研制的激光钕玻璃品种多、应用广泛。表4是美国Kigre公司研制的几种钕玻璃产品的主要性能指标,其中QE-7S主要用于激光测距,QX/Er用于高重复频率激光器,MM-2可以应用于光通信和LD泵浦的小型化激光器件。国内上海光机所根据市场需求开发了四种激光钕玻璃产品,它们分别是应用于激光测距的Cr14玻璃,应用于光通信放大的WM4玻璃,应用于LD泵浦小型激光测距机的EAT14玻璃,以及应用于激光美容的CrE5玻璃。它们的主要性能指标见表5。随着钕玻璃激光器的日益成熟,掺钕磷酸盐激光玻璃扮演着越来越重要的角色。

表4: Kigre公司的三种主要钕玻璃产品性能

性能	QE-7S	QX/Er	MM-2
Density(g/cm ³)	2.94	2.93	2.70
n _d	1.542	1.532	1.54
Stimulated cross section (pm ²)	0.8	0.8	0.8
Fluorescent lifetime (mini second)	8.0	7.9	7.9
T _g (°C)	462	470	506
T _r (°C)	-	502	535
α(25-80°C)(10 ⁻⁷ /K)	114	88	84
dn/dT(10 ⁻⁷ /K)	-63	-21	-3.8
dS/dT(10 ⁻⁷ /K)	3	41	33
Knoop hardness	556	435	435

表5: 上海光机所研制的四种激光钕玻璃产品性能

性能	WM4	Cr14	EAT14	CrE5
Density(g/cm ³)	2.83	3.10	3.06	2.95
n _d	1.536	1.5393	1.5323	1.541
ν	66	64	66.0	63.6
Stimulated cross section (pm ²)	0.75	0.8	0.8	0.8
Fluorescent lifetime (mini second)	8.0	7.8-8.0	7.7-8.0	7.8-8.0
T _g (°C)	530	455	556	476
T _r (°C)	573	493	605	519
α(25-80°C)(10 ⁻⁷ /K)	82	103	84	80.5
α(25-300°C)(10 ⁻⁷ /K)	96	127	95	87
dn/dT(10 ⁻⁷ /K)	-30	-52	-17.2	-6.8
dS/dT(10 ⁻⁷ /K)	14	3.6	29	36.8

结束语:

本文介绍了光学玻璃和激光玻璃的品种和制备工艺方面的发展动态,光学玻璃的发展总趋势是:不断开发环保品牌,拓展应用波段范围,光学常数方面高折射率、低阿贝数和低折射率、高阿贝数是二个发展方向。先进的精密压型技术的日益普及推动了新一代低玻璃转变点、环保型光学玻璃的开发,为光学设计者提供了更多的选择。激光玻璃连续熔炼生产工艺技术的成功开发代表了光学玻璃制造业的一个新里程碑,为特种、高端光学制品的批量化生产提供了重要工艺技术支持和基础。



无锡市锡斌光电设备有限公司

地址: 江苏省无锡市新区坊前新风路15号
 电话: 0510-85072226 传真: 0510-85072276
 网址: www.xboecn.com
 邮箱: zhangxibing@263.net xboe@xboecn.com

CW16B平面精密环抛机(变频调速)

本机床主要用于高精度光学玻璃、石英、晶体、金属和非金属高精度平面元件的精磨抛光。机床采用了大功率蜗轮减速器,大型推力球轴承。花岗岩工作台面在不同的环境、不同的温度下变形量极小。机床采用不锈钢的台面,清洁美观的水槽,清洗方便,变频调速、出力扭矩大。



在工件旋转系统中增加了主动轮旋转机构,对于加工大型零件起到了很好的自转功能,充分地满足高精度光学加工工艺的要求。

主要技术参数

磨盘尺寸(花岗岩)	1600×2500(mm)	水盆直径	Φ1800 mm
加工平面精度	λ/20以上	加工范围	Φ≤600mm
磨盘转速	0~5转/分	机床总功率	7.5KW/380V
主动轮电机	(5RK60RGU-CF) x2台 (5RK90RGU-CF) x1台	校正盘直径	Φ850mm
机床重量	约4000 kg	外形尺寸	2300×2300×1480(mm)

机床的任何特殊需求都可根据用户的要求设计、制造。

无锡市锡斌光电设备有限公司主要供应以下产品:

平面精密环抛机,单轴、两轴、四轴、五轴、六轴、二十轴研磨抛光设备
 高速研磨抛光机,万能磨床,球面加压研磨抛光机,斜轴研磨抛光机
 柱面研磨抛光机,单轴磨抛机,手修机,修磨倒角机等

欢迎和大家一起携手合作,共同发展!



潮州三环（集团）股份有限公司

地址：广东省潮州市凤塘三环工业城
 电话：0768-6855170 传真：0768-6855928
 网址：www.cctc.cc
 邮箱：ferrules@cctc.cc



光纤连接器用陶瓷插芯

产品特点
 一良好的同轴度和尺寸精度；
 一强度高、耐磨损、抗老化性能好；
 一插入损耗低、插拔次数高；



光纤适配器用陶瓷套筒

产品特点
 一良好的同轴度和内孔圆筒度；
 一插入损耗低；
 一插拔次数高；
 一插拔力集中；



激光器用带纤插芯

一应用：激光器组件
 所有的带纤插芯和激光器组件均可依客户要求定制。

潮州三环（集团）股份有限公司是国家级高新技术企业，是全球著名的电子陶瓷生产商、国家“863”计划成果产业化基地、中国电子元器件百强企业、公司于2001年从日本引进高精度陶瓷插芯和套筒生产设备和技術，按ISO9001认证体系大规模生产陶瓷插芯和套筒，供给国内外广大用户。

主要产品及产能：

- 1、陶瓷插芯SC、APC、ST、LC、MU，应用于激光器组件的产品及各种非标产品，每月600万只。
 - 2、陶瓷套筒，SC、ST和LC（MU）和各种非标产品，每月300万只。
 - 3、各种上述型号的陶瓷插芯和套筒毛坯。
- 三环集团愿与业界同仁一起，共同促进光通信事业的发展。



福建福晶科技股份有限公司

地址：中国福建省福州市杨桥西路155号 邮编：350002
 电话：0591-83710533 传真：0591-83711593
 网址：www.castech.com
 邮箱：sales@castech.com

一. LBO

福晶科技是全球最大的LBO晶体制造商，拥有二十多年的晶体生长，加工经验。福晶科技的LBO晶体内部吸收低，抗激光损伤阈值高，使用寿命长，膜层吸收小，镀膜指标最高可达到 $R < 0.05\% @ 1064\text{nm}$ ， $R < 0.1\% @ 532\text{nm}$ ，是Spectra-Physics，Coherent等众多激光公司的最主要的供应商。



二. BBO

福晶科技是全球最大的BBO晶体制造商，拥有二十多年的晶体生长，加工经验。福晶科技凭借其先进的晶体生长、加工技术能提供目前世界上最大尺寸的BBO成品（最大尺寸 $15 \times 15 \times 20\text{mm}$ 以上，应用于OPO系统等应用）。同时福晶科技还能提供世界上最薄的BBO成品（厚度 $< 0.005\text{mm}$ ，应用于超短脉冲倍频等应用），并能批量提供Z向 25mm 长度的电光应用器件。



三. KTP

福晶科技是国内最大的KTP晶体制造商，其产品广泛应用于激光医疗，激光探测，激光显示，激光测量等商业和军用领域。主要用途包含 1064nm 红外激光的倍频，OPO和OPA系统等。



四. Nd:YVO₄

福晶科技是全球最大的Nd:YVO₄晶体制造商，可提供掺杂浓度从0.1%到3.0%，最长尺寸40mm的各种规格的晶体。福晶科技的Nd:YVO₄晶体以其精确的掺杂浓度控制，极低的内部吸收和独特的IBS、IAD镀膜技术成为世界上众多的大型激光公司的最主要的供应商。



五. Nd:GdVO₄

Nd:GdVO₄是福晶科技近几年开发的新的激光晶体，具有与Nd:YVO₄相似的基本性能，但热传导性能更好，可掺杂更高的浓度，福晶科技于2001年开始研发，目前已能稳定地批量生产。





成都华精科力实业有限公司

地址：四川省成都市成华大道民兴东路21号 邮编：610051
 电话：028-84125539 028-84129481
 传真：028-84112360
 网址：www.huajingkeli.com
 邮箱：sale@huajingkeli.com

光缆接头盒系列

本系列产品分为：一进一出、二进二出、三进三出、四进四出光缆接头盒，适用于 $\phi 10-\phi 22$ 光缆的架空、管道和直埋的直通、分歧接续。本产品采用优质工程塑料盒体，用密封材料填充的机械密封结构。外部结构件及紧固件采用优质不锈钢的材料，密封后可重复开启。



光缆壁挂式，机架式终端盒，ODF配线系列

本系列产品盒体为冷轧板，表面采用静电喷塑，适用于FC/SC/ST等多种适配器接口。该产品结构美观、操作方便，可根据满足不同的施工条件要求。



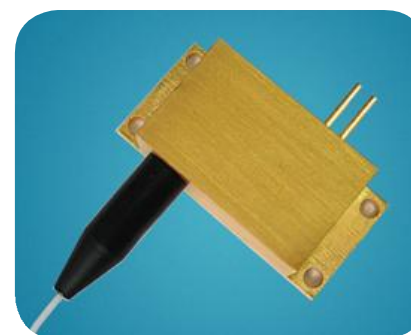
光纤入户FTTH系列产品

本系列产品适用于FTTH工程光缆工程到楼、到户后使用，安装于楼道、地下室、机房盒大楼外墙、室内。作为无源光接入点，可以分光后配线、也可以直接或交叉连接引入出入户光缆，具备冷、热熔接、分光、配线调度功能。本系列产品体积小，重量轻，容量大，操作方便，设计新颖，美观大方。

北京凯普林光电科技有限公司



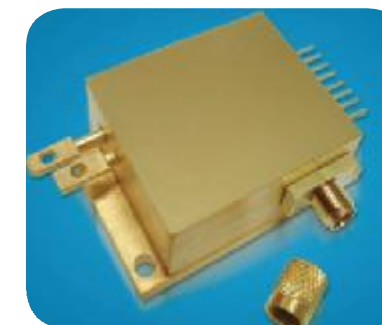
地址：北京丰台科技园区航丰路甲4号6层 邮编：100070
 电话：010-83681053 传真：010-83681077
 网址：www.bwt-bj.com
 邮箱：sales@bwt-bj.com



976nm/25W/105um光纤耦合半导体激光器

采用单管芯组合方式，NA0.15/0.22使极具有极高的亮度。除此之外，良好的稳定性、长达40000小时以上的寿命、精准的中心波长和窄线宽是我们的突出特点。

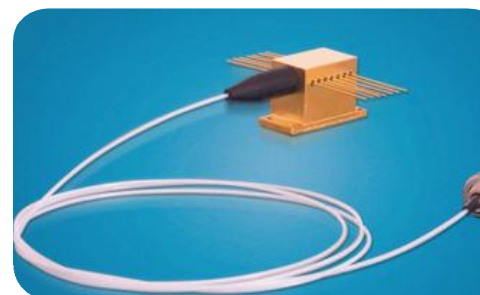
我们的激光器广泛用于MOPA放大、医疗、激光打标、高功率光纤激光器泵浦源和夜视等方面。



808nm/30W/400um光纤耦合半导体激光器

采用单管芯组合方式，光纤芯径200um可选。寿命长达40000小时以上。具有散热面积大、光谱半宽更窄、氮气密封、气密性好、散热性好等优点。同时可选择多波长带指示光等功能。

激光器广泛用于工业加工、固体激光泵浦、打标、医疗和军工等方面。



635nm~690nm光纤耦合半导体激光器

波长由635nm到690nm的激光器广泛用于指示照明、激光动力治疗、激光荧光激发等方面。功率可以提供2mw到2.8W。



405nm光纤耦合半导体激光器

随着光刻、医疗、CTP技术的不断提高，蓝光激光器有着巨大的应用市场。05nm激光器具有良好的功率稳定性和高功率光纤耦合输出特性。3um单模光纤输出功率达30mw。60um多模光纤输出功率达100mw。

公司除了激光器组件外，我们还自主研发生产激光电源并做成整机系统，良好的匹配性可以保证激光器在安全状态下操作，并且方便于工业及科研用户的操作和使用。

成都新易盛通信技术有限公司



地址：成都市高新区高棚大道21号2号楼5楼
 电话：028-85124308 85122709
 传真：028-85121912
 邮箱：sales@Eoptolink.com



成都新易盛通信技术有限公司致力于光通信模块的研发和生产，其适用范围涵括Datacom, Telecom, FTTx和CATV的应用。我们为客户提供高性价比的产品，并以完善的售前服务和售后技术支持为客户提供全面的支持。

DWDM Duplex SFP Transceiver

- Duplex LC connector
- Data rate 1.25G 2.5G 4.25G
- All C-Band wavelengths on the 100GHz DWDM ITU-T
- DDMI function available
- FE/FC/SDH/SONET/Giga Ethernet/Amplified DWDM networks



DWDM Duplex XFP Transceiver

- Duplex LC connector
- Data rate 9.95G to 11.1G
- All C-Band wavelengths on the 100GHz DWDM ITU-T
- Built-in Digital Diagnostic Functions
- Temperature-stabilized DWDM rated EML and PIN/APD for ER/ZR
- FE/FC/SDH/SONET/Giga Ethernet/Amplified DWDM networks



广州飒特红外科技有限公司



地址：广州经济技术开发区东江大道10号
 电话：020-82069766 82069807
 网站：www.sat.com.cn
 邮箱：market@sat.com.cn, sat@sat.com.cn

广州飒特红外科技有限公司是国内专业制造红外热像仪的生产厂商，拥有20多年的红外热像仪研发生产经验，是《工业检测型红外热像仪》国家标准（GB/T19870-2005）的起草单位。公司拥有完善的产品范围，从工具型红外热像仪到研究型红外热像仪，涵盖了电力、石化、冶炼、建筑、电子等多个应用领域，产品远销欧美多个地区和国家，年出口量达6000套。

飒特红外于2006年推出了世界上第一款“直立式”并带有“双显”、“四通道”的红外热像仪S280，引起了业界的轰动，随后，飒特陆续推出的“直立式”系列的红外热像仪：S180, S380，以其新颖的造型、卓越的性能，吸引了世界红外市场的关注，并且获得了科学技术部、商务部、国家质量监督检验检疫总局以及国家环境保护总局四部委授予的《国家重点新产品证书》。

现在，飒特公司的产品已经发展成八大系列，包括：

- 工具型红外热像仪：适合大部分应用领域的低成本热像仪；
- 维护检测型红外热像仪：具有先进功能，适合中高端用户使用的高级热像仪；
- 研究型红外热像仪：适合研究人员使用、带优秀成像及分析功能的超级热像仪；
- 矿用本质安全型红外热像仪：为煤矿安全检测而开发的矿用热像仪；
- 消防型红外热像仪：为消防抢险救援而设计的消防热像仪；
- 监控型红外热像仪：用于安防监控领域监控型热像仪；
- 车载夜视型红外热像仪：用于夜间驾驶安全辅助系统的车载型热像仪；
- 用户定制型红外热像仪：针对用户特殊要求而开发的热像仪产品。

这八大系列产品已经在国内及海外被广泛、深入地应用到各个领域之中，为飒特品牌赢得口碑。如今，飒特公司已经成为了国内和国际市场上名列前茅的民用红外热成像研发及生产企业，“飒特红外”已成为了国际著名的红外热像仪品牌。

新型工具型红外热像仪HM200, HM300

广州飒特红外科技有限公司近期推出的新型工具型红外热像仪HM200/300是集红外、可见光、激光指示等功能于一体的专业工具型热像仪。手持式的外观设计，体积小、操作简单、功能强大，再加上红外融合技术，把红外图像与可见光图像进行叠加，使用户更直观、更准确地发现问题所在，大大提高了使用效率。

特点：

- 操作简单 快捷高效
- 高帧频
- 多个测温范围
- 红外融合技术
- 2.5寸翻盖式液晶屏
- 多种镜头选择
- 多点测温 自动捕捉

浙江大立科技股份有限公司



地址： 杭州市高新技术开发区（滨江）滨康路639号
 邮编： 310053
 电话： 400-887-1897 0571-86695666
 传真： 0571-86695600
 邮箱： market@dali-tech.com
 网址： www.dali-tech.com

大立科技是建于1984年的浙江省测试技术研究所改制后与浙江日报报业集团有限公司、浙江省科技风险投资有限公司组建而成的股份制高新技术企业。公司股票公开发行后于2008年2月18日在深圳证券交易所挂牌上市(股票代码:002214),是红外和安防行业国内A股首家上市公司。

公司专业从事红外热像仪系列产品、数字硬盘录像机系列产品的研发、生产和销售。经过多年稳健的发展,从一个非营利性质的研究所成长为具有较强自主研发和技术创新能力且经营业绩稳定增长的上市公司。目前,公司是国内规模最大、综合实力最强的民用红外热像仪、硬盘录像机生产企业之一。

红外夜间监控系统



- 夜间观察,图像清晰,根据场景自动聚焦
- 多点同时控制,流媒体转发
- 长时间录制数据,并随时回放,分析
- 移动侦测报警,随时保证安全
- 多路图像合并输出
- 数据随时备份
- IE浏览,网络云台控制
- 夜间划线报警、移失物体检测、遗失物报警、运动路径识别、人群异常行为识别、财产保护功能滞留行为识别物体统计计数
- 适用于: 搜救、边防、缉私、森林防火监控等领域实时在线监控的需求



警用观察型红外望远镜



160×120非制冷探测器
 单手操作,携带轻便
 OLED单目显示
 高性价比

S230系列非制冷红外望远镜采用160×120非制冷平面探测器,具有体积小、携带轻便、结构坚固、单手操作、图片存储快速等特点,可在各种恶劣环境下完成全天候观察、监视、缉私、搜索、森林防火等要求。



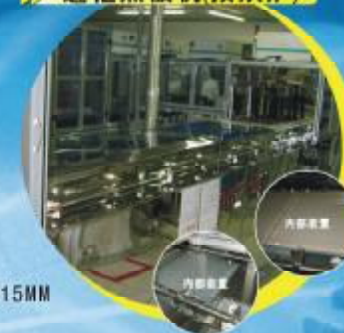
深圳市晶向科技有限公司
 SHENZHEN JINGXIANG TECHNOLOGY CO.,LTD.

TFT全视觉自动捕捉对位切割机



该设备提供TFT高精度玻璃盖板切割专用设备。独立双数控可移动式OCD对位系统,视觉捕捉自动对位。
 1. 最大切割玻璃尺寸:
 500×500mm, 600×500mm,
 750×550mm
 2. 切割玻璃的厚度: 2×0.2-2MM
 3. 切割玻璃的精度: 直线±0.015MM

边框热板机(预烘炉)



该设备应用在LCD前工序边框/银点丝印后预烘的专用设备。自动联机。
 1. 生产能力: 28秒/片
 2. 运送方式: 自动联机
 3. 玻璃表面温度: 80-140℃可控
 4. 玻璃尺寸: 355.6×406mm (14"×16" MAX)
 5. 玻璃厚度: 0.4mm-1.1mm 单面厚度
 6. 控制方式: 采用工业用触摸屏系统PLC

异形玻璃切割机



规格: 16x16" 9x9" 19x19"
 切割厚度: 0.2-5mm
 异性厚度切割: 0.3-2mm
 切割速度: max 400mm/sen

自动丝印机



生产能力: 28秒/片
 运送方式: 自动联机
 玻璃厚度: 0.4mm 1.1mm
 自动视觉对位印刷模式

全视觉自动组片机(贴合机)



节拍: 29秒 自动联机
 全视觉自动对位
 精度: 3-5μ

旋转涂胶机



处理能力: 20sec/片
 3级减加速自动控制
 压力式时间控制注液量

自动联机干喷粉机



节拍: 27秒/片
 密度: 150粒/mm²±15粒
 防止颗粒2次分布

JXMC-1416型摩擦机



用于LCD生产中摩擦工序的专用设备,该机毛轮可作±50度调整,可用于高档STN类LCD的生产。
 处理能力: 20sec/片(平移速度30.0mm/sec)
 玻璃尺寸: 14×16\16×16

- | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| TFT全视觉自动捕捉对位切割机
(精密)异形切割机
单、多刀切割机
US干超声清洗机
自动丝印机
探针检测机
旋转涂胶机 | 全视觉自动组片机(贴合机)
自动联机干喷粉机
干喷粉机
收、发料机
暂存机
物料输送转角机
曝光机(全视觉) | 裂片机
摩擦机
边框热板机(预烘炉)
揭盖式灌晶机
立式灌晶机
边框胶印胶机(点胶机)
PVC板材下料机 |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

深圳市晶向科技有限公司
 SHENZHEN JINGXIANG TECHNOLOGY CO.,LTD.
 深圳市宝安区西乡铁岗益成工业园E栋三楼A区之三
 联系人: 安先生
 TEL: 13714761899 27664756
 FAX: 0755-27664755
<http://www.szjingxiang.cn>