

先进  电子技术丛书 10
〔日〕伊贺健一 池上彻彦 荒川泰彦 主编

光电子技术 与产业

〔日〕池上彻彦 松仓浩司 著

科学出版社

共立出版

先进  电子技术丛书 10
〔日〕伊贺健一 池上彻彦 荒川泰彦 主编

光电子技术 与产业

〔日〕池上彻彦 松仓浩司 著
夏书强 译
王友功 校

科学出版社 共立出版

2002 北京

图字:01-2001-4113 号

Original Japanese language edition

Sentan Hikari Electronics Series ⑩ Hikari Electronics to Sangyo

by Tetsuhiko Ikegami • Koji Matsukura

Copyright © 2000

Published by Kyoritsu Shuppan Co., Ltd.

This Chinese language edition is co-published by

Kyoritsu Shuppan Co., Ltd. and Science Press

Copyright © 2002

All rights reserved

本书中文版权为科学出版社和共立出版(株)所共有

先端光エレクトロニクス シリーズ 10

光エレクトロニクスと産業

池上徹彦 松倉浩司 共立出版(株) 2000

图书在版编目(CIP)数据

光电技术与产业/(日)池上彻彦,松仓浩司著;夏书强译. —北京:科学出版社,2002
(先进光电技术丛书 10)

ISBN 7-03-010080-8

I. 光… II. ①池… ②松… ③夏… III. 光电技术-关系-产业 IV. F407.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 007482 号

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社 共立出版 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2002 年 7 月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2002 年 7 月第一次印刷 印张: 5

印数: 1—5 000 字数: 134 000

定 价: 14.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

《先进光电子技术丛书》序

1970年,半导体激光器室温连续振荡的成功和低损耗光纤的实现拉开了光电子时代的序幕。现在主干信息通信网几乎全部都实现了光通信,今后光纤也将进入每个家庭。另外,在存储和显示领域对新的光技术的期望也越来越高,而且期望光技术对计算机技术也有所贡献。在21世纪这个高度信息化的社会中,光技术将起十分重要的作用,对它的发展,人们寄予厚望。

为使希望变成现实,光技术必须要不断地创新和发展。因而,从事光技术的人必须具备两种素质:一是具有在任何时候都能从物理学的角度对光的本质有深入理解的能力;二是具有敢于开辟新领域的开拓精神。为此,就要不断地提高基础知识和基本能力水平,而这种水平要建立在从学术性的基础研究到开发研究,直至应用实践的较宽领域的知识积累之上。

策划编撰本丛书的目的是使那些立志承担21世纪光电子技术发展重任的大学生、企业中的研究人员以及技术工作者,充分掌握要实现光电子最新技术的基础知识及应用知识,并把所掌握的知识有效利用到实际工作中。光电子技术人员往往需要较扎实的基础理论知识与器件技术及系统技术有机结合的广泛知识。本丛书系统地归纳了这些知识,因此通过本丛书的学习可以掌握光电子最前沿的技术。本丛书的另外的特点是力求叙述简明,以使非光电子专业的学生或科技工作者也能容易理解;编者在编写本丛书时尽量做到使本丛书系统、完整,自成体系,使之达到不依赖其他参考书也能理解的水平;本丛书中各册的执笔者都是其相应领域中的知名学者。

如果能对飞速发展的光电子的最前沿技术有深刻的了解,那

么就能担负起下一次技术创新的使命。本丛书若能对作为 21 世纪信息通信技术支柱的光电子技术的发展有所贡献,编者将不胜荣幸。

编 委

前 言

20 世纪后半叶,光电子学与微电子学及生物工程学一样,在学术研究和产业技术两方面都得到了很大的发展。尤其在 20 世纪 80 年代后期,日本在这个领域的研究水平与实用化程度都达到了国际领先水平。惟独这个领域是没有受到因所谓“基础研究利用论”为由引起的“日美贸易摩擦”的影响的日本自主发展的领域。1960 年,梅曼成功地进行了蓝宝石激光发射实验。以此为开端,许多利用激光光束的设想被提出来,如光通信、光计算机、激光加工等。到 20 世纪 70 年代后期,这些设想在产业技术方面开花结果,激光的光导纤维传输成功是最初的硕果。日本的技术得到海外好评,更具体地讲,收到国际学术会议邀请而作的学术报告中最受到重视的,首先是在有关利用微米级长波长光纤电缆领域,其次是在半导体激光领域。现在,在光电子学的国际会议中,日本研究者的论文似乎已不可或缺。迄今为止,日本在光电子学研究 and 产业技术方面得到了快速的发展,这都是在此领域里从事研究开发的大学、国立和公立研究所、产业界,以及一些小型企业(新兴企业)的众多前辈努力奋斗的结果。

日本工业一贯擅长大批量生产的技术,但在光电子学领域情况有所不同。在这一领域,日本走了前所未有的独特道路。以光通信为例,把市场限定在一个非常小的范围中。在这种高技术且小量生产的领域里,日本却领先了世界先进水平。到了 20 世纪 80 年代后期,日本在如光盘、激光打印机等急速发展的民用产品方面能领先世界,从过去已有的成就来看是可以理解的。但在还处于萌芽状态的新技术产品市场,日本也能十分活跃这一事实似乎有些不可思议了。事实上,美国一直是小型企业活跃的舞台。

而在日本,大部分新兴企业好像都是赔本的。但这种由于过热投资活动而引起的“泡沫经济”现象,可能正反映了日本企业界积极的一面,说明他们对于发展高新技术产业寄托着热切的期望。另外,考虑到会有读者有兴趣了解日本如何支持高新技术新兴企业以及日本的产业结构的特异性,故在本书中安排一定篇幅来回答这方面的问题。

本书作为先进光电子技术丛书的应用篇之一,对光电子技术领域的研究开发与光电子技术产业化的关系和迄今为止光电子产业的发展,用企业的生产总值这一量化参数来说明。与此同时,从通过调查所收集起来的企业意见可以大致了解在光电子产业领域中企业经营者的观念。在对调查收集的企业意见的阐述中,本书还首次提出了一些新的见解。著者意欲作为读者在数据森林中的热情的带路人,把宝贵的信息也写进了本书的字里行间。当然,对于这些数据一定会有其他的考察方法。作者在此想声明的是本书从头到尾以财团法人光产业技术振兴协会收集的日本企业 1980 年以后的统计数据为基础,对海外企业并没有直接接触。这些数据主要是企业的生产总值,也没有直接反映日本国内以及海外市场复杂的变化动态。另外,关于今后发展的蓝图,我们介绍了财团法人光产业技术振兴协会发布的对主要产品的中长期需求预测。但是请不要忘记市场经营规则,不仅光电子技术产品,包括整个高技术产品的市场预测与其结果完全吻合的例子是没有的,万维网(WWW)如此,便携式电话如此,电视电话等等也都如此。

本书的第 1 章与第 4 章由池上执笔,第 2 章与第 3 章由松仓执笔。第 2 章与第 3 章的内容完全来自财团法人光产业技术振兴协会实施的光产业动向调查结果。这种以光电子产业为对象的光产业动向调查,不仅在日本独一无二,在世界范围内也是少见的。这一调查的实施和信息的整理,是光产业动向调查委员会及其下属机构的专门委员会的各位委员,以及各专题部门的事务局辛勤劳动的成果。在不断改进调查方法的基础上,这个调查仍在继续进行。我们期望能够准确地掌握光电子产业的动向,不断地

给关心这一技术领域的人们提供信息。

另外,在本书出版之际,对财团法人光产业技术振兴协会事务局的有关工作人员在内容检查时给予的各种帮助,以及共立出版株式会社的国井和郎先生的多方协助,一并表示衷心的感谢。

内 容 简 介

本书是先进光电子技术丛书之一。书中用企业的生产总值这一量化参数来阐述光电子领域的研究开发与光电子产业之间的关系,以及迄今为止光电子产业的发展状况。主要内容有:光电子学的研究与产业化、日本光电子产业的变化与展望、各主要相关产业的变化与展望及光电子技术的市场战略等。

本书可作为光电子技术领域的研究开发人员、工程技术人员、大学师生,以及光电子产品的市场开发人员的参考用书。

机器人竞技系列



定价：16.80 元



定价：22.00 元



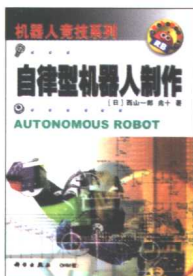
定价：23.00 元



定价：30.00 元



定价：18.00 元



定价：25.00 元

目 录

第1章 光电子学的研究与产业化 1

- 1.1 从“光”到“光电子学” 1
- 1.2 新兴企业的活跃 2
- 1.3 实用化的先驱——光通信 3
- 1.4 光电子产业技术振兴协会的诞生 4
- 1.5 美国的领先作用 5
- 1.6 半导体激光器的研究历史——日本的贡献 5
- 1.7 贝尔研究所和贝尔中心的产生 6
- 1.8 “疯狂”创造出了日本的黄金时代 8
- 1.9 波分复用多路传输方式使得美国再呈繁荣 9
- 1.10 独创性引导世界 10
- 附 录 12

第2章 日本光电子产业的变化与展望 15

- 2.1 日本光电子产业的发展历程 15
 - 2.1.1 光电子产业动向调查 15
 - 2.1.2 光电子产业的范围 16

2.1.3	1980 年光电子技术产业的状况	18
2.1.4	光电子产业的发展历程	21
2.2	日本光电子产业的最新动向	27
2.2.1	国内生产动向	27
2.2.2	研究开发的动向	39
2.2.3	雇佣状况	43
2.2.4	海外生产动向	44
2.2.5	研究开发部门和设计部门向海外的发展	51
2.2.6	新兴企业的状况	53
2.3	日本光电子产业今后的展望	56
2.3.1	2010 年日本的社会经济变化动向	57
2.3.2	光电子产业今后发展的预测	65
2.4	小 结	69
附 录		75

第3章 各主要相关产业的变化与展望 81

3.1	光通信相关产业	81
3.2	光盘相关产业	95
3.3	光输入输出相关产业	105
3.4	显示器相关产业	111
3.5	测量与传感技术相关产业	116
3.6	电源相关产业	121
3.7	小 结	127

附 录 129

第 4 章 光电子学的市场战略 131

4.1 光缆市场的变化 131

4.2 通信量发生的巨大变化 133

4.3 向宽带域服务的过渡 134

4.4 由统计数据看日本的科研开发投资 135

4.5 日本的选择及科研政策 136

4.6 高新技术商品开发的新模式 137

4.7 今后研究开发应取的方法 138

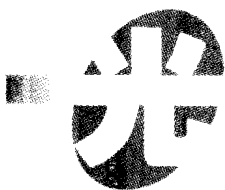
附 录 140

索 引 141

附栏 1 光电子技术产业的“结构思想的改变” 73

附栏 2 1995 年度日本国内需求之总额是否妥当 73

附栏 3 世界光电子产业的生产规模如何 128



第 1 章

光电子学的研究 与产业化

1.1 从“光”到“光电子学”

人类利用光的历史已十分悠久。自从伽利略发明了望远镜,才使战乱中的一方因能够尽快得知远方敌人的行动信息而成为胜利者;又使渴望了解夜空中闪光星星之奥秘的人们的欲望得到了满足。其后,牛顿在古典物理学之集大成,即《自然哲学的数学原理》中,建立了称为“光学”的学科领域。进入 20 世纪,在近代战争中光学设备成为最简便的军事情报收集工具。最早用作记录器的照相机具有眼镜一样的功能,因而成为人的五官功能的一种辅助工具;此外还有用于科学研究的光学仪器等,总之“光学”那时就已成了产业的一个部分。当时的“光学”把光作为光线来处理,作为光学器件所用的材料是玻璃或者反射镜。其实,人们在日常生活中也可以观察到光学现象,如由于光速对波长的依赖性,光通过材料时出现的七色彩虹色散现象等。而在现代光通信技术中,如何控制和克服令人头痛的光的色散问题,包括克服光波畸变等,这也是处理可见光全频带光学器件中存在的 key 问题,这在技术上涉及到互相影响的很多因素,属于世界范围的复杂问题。现在,人们得到了波长(频率)和相位可以控制的激光,再回顾过去,前人竟能把多色光(杂光)混合体的自然光线整体处理而加以利用,真是令人叹服。当然,目前此问题的重要性已改变了,光学设计不再依赖于人工设计,而改为由计算机来完成。进入 20 世纪以来,“光学”由于受到产业界的青睐,在产业界的支持下得到不断的发展。美国光学学会(Opti-

cal Society of America)于1930年创立。据说从当时十分活跃的“物理学会”中分立出来而诞生的“应用物理”学会,其大多数的会员都是和光学研究有联系的。

1956年微波激射器(maser)的成功发明,给光学领域带来了革命性的变化。微波激射器是利用爱因斯坦发现的物质和电磁波相互作用之一的感应发射现象制成电磁波放大器,并把放大器和谐振器组合起来,成功地发射出与收音机中所用的由相位、频率决定的“电波”相似的高质量的微波器件。开始,这也只是引起了物理学家的兴趣(“电波”发射在真空管时代已经实现了),但是1960年梅曼(Maiman)利用红宝石成功地发射了一种暗红色的电磁波,即激光发射成功的消息使形势发生了急剧的变化(据说他最初的投稿论文竟没有被接受,现在看来是不可思议的)。这使新学科领域诞生的同时,也播下了新兴产业的种子。

不包括在自然光里的光——激光的存在,使人们从视觉上体验到了20世纪初完成的“量子力学”理论,并且创造出了与传统的“光学”完全不同的“光电子学”领域,它又称为“量子电子学”。

新兴学科的诞生,使当时世界各国的优秀研究人员和技术人员,尤其是在工程技术领域中追逐创新的微波技术领域里的科技人员,纷纷向“光电子学”这一新学科转移,开始了一场世界性的竞争。以日本为例,在这个领域里就出现了3位后来任日本主要大学校长的人才(西泽、熊谷、末松)。

1.2 新兴企业的活跃

一批来自非光学领域的科技开发人员参加了光电子学的研究,他们以传统的光学技术作为基础,巧妙地应用以光谱学为代表的量子效应理论,将理论研究与实现光通信为目标的应用研究平行发展。众所周知,在20世纪60年代提倡强化基础研究的美国处于所有领域的中心位置。当时在日本,生产测量用科研仪器的企业中的与通信有关的专业公司,尽管从数量上来看还很少,但其发展却是蒸蒸日上。尤其进入20世纪70年代后,日本的所谓新兴企业的发展壮大已经引起社会注目。应用光电的青岛、葵产商的佐藤(节雄)以及稍迟一步的 SANTEKKU 的定村(政雄)等等,他们对日本的光电子学的研究开发做出了很大贡献。例如,那时当有人向精密加

工厂提出 $10\mu\text{m}$ 以下加工精度要求时,对方的回答是:“ $10\mu\text{m}$ 以下加工精度?不可能”。而能够给予帮助的便是上述这些企业的优秀的科技人员。当时在日本,如果出现具有挑战性并且有明显发展前途的项目,就会出现与现在美国硅谷一样的情况。日本电报电话公司(NTT)开发的单模光纤的熔融接口技术能够席卷全球,就是与这些科学技术人员的出色工作分不开的。

1.3 实用化的先驱——光通信

20 世纪 60 年代提出的许多大胆设想中,能引起广泛兴趣的主题多数都与信息通信技术有关,光通信便是其中之一。作为无线电技术的延伸,让激光在大气中或者在管子里发射、传输的通信方式得到了许多研究者的注目,但是最终没有能成为主流。1967 年英国的高锟(Charles Kuen Kao,在电缆公司(STL)工作)提出,可以用玻璃纤维作为传输媒质来传送光线。确信这种光传送方式的康宁公司,于 1980 年发表了 20dB/km 的低损耗光纤制造成功的消息。这便是其后开辟了光通信大道的光纤维的诞生。光通信 25 周年纪念活动于 1992 年秋季在伦敦举行,纪念会邀请了最早关注石英玻璃纤维制造的日本电缆厂古河电气的村田、藤仓电线的稻田、发明半导体激光器的东北大学的西泽,以及日本板玻璃的小泉等出席会议。日本板玻璃与康宁公司同样,很早就注意到玻璃纤维,努力为把玻璃纤维作为光传输媒质争取发展空间,至今日本板玻璃仍然占据着作为功能器件的自聚焦(selfoc)光器件的主要市场。在这次纪念会上,据作者个人的了解,STL 公司的有关人员当时对于高锟的建议根本就没有重视。STL 公司现已被收购,它由此退出了历史舞台。

光在大气中的传播技术问题最近重新开始登上舞台。像卫星间的通信、导弹的传感器技术、地球环境的观测和作为民用的区域网络(LAN),以及已经标准化的利用红外(IR)技术的简易接口设备等等,都与利用光在大气空间的传播技术有关。另外,现在受到广泛关注的波分复用(WDM)通信系统正在成为一种主要的通信设备技术。光纤放大器是许多公司的畅销产品,但它的概念早在 20 世纪 60 年代就已经出现了,可见实现其产品化实际上花费了 30 年的岁月。

光通信的民用产品是 20 世纪 80 年代中期开始出现的,也就是经过四分之一世纪了。花费了这么长时间,就是因为它需要支持数字技术的微电子技术的成熟发展,也就是说需要等待大规模集成电路(LSI)的登场。

1.4 光电子产业技术振兴协会的诞生

数据丰富是本书的一大特点,其中第 2 章和第 3 章的统计数据,是以“财团法人光电子产业技术振兴协会(OITDA)”(亦简称光产业技术振兴会)1980 年以后对日本光电子产业动向的调查结果为依据的。该协会是根据当时日本的国家产业政策,在通产省(现为经济产业省)的指导下,于 1980 年设立的。电子综合研究所(ETL)和提供资金支持的企业及大学起了中坚作用。这是日本产业为追赶和适应时代的一种举措。也可以说,该协会的设立是为实施“科学技术基本计划(1996 年)”所强调的“产学官携手”的第一步骤。进入 20 世纪 90 年代,美国之所以能认同日本的光电子产业具有很强的竞争能力,该协会的存在是其原因之一。美国同行们并依此向美国政府陈述了国家对光电子产业支持的重要性,于是便诞生了“美国光电子产业发展协会”(optoelectronics industry development association, OIDA)。美国协会中的成员有不少过去曾和日本同行一起合作研究过。因为存在这样的关系,从协会设立(1991 年)起,就和日本光产业振兴会紧密合作,携手工作(见附录 1)。

光电子学现在已经成为信息技术(IT)的主要理论基础。在 20 世纪 60 年代,一个 IT 还不成熟的年代,为什么新兴学科“光电子学”所隐含的光通信应用得到许多研究者的关心,其原因之一就是从 20 世纪 50 年代到 60 年代之间,有关电波的高频化技术,尤其是微波通信技术已成为研究的中心课题。后来微波通信本身虽已被光通信所取代,但是化合物半导体制造技术、高频技术或者滤波技术都是从微波技术研究领域发展起来的,微波技术的研究奠定了现在超高频率模拟信号技术的基础。总的来说,普遍认同的尽可能向高频发展的观点,闯出了频率超越 4 个数量级的成绩,开创了“把激光引到通信”这一新的技术潮流。由以上所简述的关于光电子通信技术的诞生、发展,给世界带来了令人满意的结果。但作者认为值得指出的是,在一个伟大的发明诞生之后,总是会产生一种将老的研究环境保持、