

漫谈光通信

芯片卷

匡国华 著

上海科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

漫谈光通信. 芯片卷 / 匡国华著. -- 上海 : 上海
科学技术出版社, 2023. 1
ISBN 978-7-5478-6035-9

I. ①漫… II. ①匡… III. ①光通信 IV.
①TN929. 1

中国版本图书馆CIP数据核字(2022)第230887号

漫谈光通信·芯片卷

匡国华 著

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海市闵行区号景路159弄A座9F-10F)
邮政编码 201101 www.sstp.cn
印刷

开本 787×1092 1/16 印张 23
字数 364 千字
2023年1月第1版 2023年1月第1次印刷
ISBN 978-7-5478-6035-9/TN·36
定价: 98.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题, 请向印刷厂联系调换

前 言

从2015年写公众号开始,一晃儿就进入第7个年头了,日子过得真快,体会也不同。

2018年出版的《漫谈光通信》,主要是2015年和2016年公众号中的一部分内容,本书主要是2017—2019这3年的学习笔记。

这些散乱的笔记,有个乱中有序的规律,从对一个技术点的疑惑开始,收集相关资料,分析,整理,输出,反馈,修订。

收集-分析-整理-输出,是很多人的学习方式,我也一样,第一步的输出,虽然包括了一些前期资料的理解和转化,但错误频出,接纳这些错误是我这些年受益匪浅的心理过程。

在没有公开之前,那些是不是错误,其实我并不知道,换句话说,也许这些错误会伴随我度过未来的中老年日子。

当有机会公开,就有机会得到反馈,虽然反馈有正向积极的,也有负面消极的,去除情绪干扰,剩下的就是让我知道哪些地方是要改正的,这个步骤对我来说很重要,因为有了成长的契机,下一步就会去修订错误知识点,得到改进和提升。

收集-分析-整理-输出-反馈-修订-提升……螺旋曲线就是工作之余学校之外碎片化时间,碎片化学习的一条隐藏曲线。

Handwritten signature in black ink, reading '匡国华' (Kuang Guohua).

目 录

半 导 体 激 光 器

激光器	2
激光器小信号频响	24
DFB 激光器等效电路模型	26
FP,DFB,DBR 的区别	30
【5G 光模块】——FP 激光器的模式分配噪声	35
DFB 双峰对光通信系统的影响	37
DFB 激光器双峰	40
DFB 直调激光器的发展方向	41
相干光模块中的窄线宽激光器	46
用于突发模式下一代 PON 的 MEL 激光器-双电级 DFB	47
非制冷 DWDM 激光器	50
FP 和 DBR 的区别	53
DFB 的发展史	58
DFB 的光栅	60
双腔 DFB 激光器	62
区分 FP,DFB,DML,EML,VCSEL	65
激光器发散角优化结构	69
为什么激光器的 BH 结构需要多次外延	71
背光	74
为什么不能“轻易”把 GPON ONU 的 DFB 激光器换成 便宜的 FP	76
区分 DFB,DML,EML	80

DBR 激光器	82
DFB 激光器的增益耦合光栅与折射率耦合光栅	83
多纵模激光器的传输距离	87
单纵模激光器的传输距离	89
FP 与 DFB 的波长温度漂移	91
区分电光效应、光电效应与电致发光效应	94
相干通信历程、可调谐光源标准发展史	97
可调谐激光器	102
外腔激光器	104
激光器的啁啾、展宽与色散	108
啁啾	110
直调激光器啁啾管理的几个方案	113
啁啾光栅与色散补偿	115
利用微环做 DML 的啁啾管理	117
直调激光器的传输并不是距离越长 TDP 就一定越大	121
PT 对称光栅	122
Avago 的高速 VCSEL	124
MEMS VCSEL	128
比 VCSEL 小 100 倍的 BICSEL	130
Finisar VCSEL 用 OM4 光纤可传输 2.3 km 的 56 Gb/s	
PAM4 信号	134
超薄激光器	135

铌酸锂调制器	电光调制器	140
	铌酸锂调制器	141
	为何铌酸锂调制器那么长	146
	铌酸锂薄膜制备	148
电吸收调制器	EAM 电吸收调制器等效模型	154
	为何探测器和电吸收调制器,加反电压,而不是正电压	157
	电吸收调制器的吸收波长红移	159
	非制冷单波 100 Gb/s EML	164
	EML 更容易实现更大的消光比	167
	电吸收调制激光器 EML	169
	为什么 EML 要加一个 TEC	171
半导体调制器	热光调制	176
	PN 结载流子耗尽型硅基调制器	178
	光调制器的载流子耗尽型与注入型的区别	181
光探测器	探测器	186
	探测器响应度与光模块灵敏度之间的关系	196
	几种探测器的结构	198
	垂直型与波导型 PIN	202
	平衡探测器	204
	探测器速率与结电容	207
	探测器结构与响应度、灵敏度	211
	探测器材料与截止波长	214
	探测器材料之 Si, GeSi, GaAs	217
	探测器响应度下降原因	218

APD 的盖革模式	220
APD 盖革模式的应用	223
光电二极管台面结构	225
GaAs 衬底	230
激光器衬底——InP 单晶	233
激光器中含铝材料	238
为什么激光器的热烧蚀,更容易发生在腔表面	244
激光器有源材料晶格缺陷与可靠性,GaAs 比 InP 更难	246
激光器晶格缺陷之线位错	248
激光器衬底生长技术:VGF 垂直梯度凝固法	250
分子束外延	253
半导体工艺中的“退火”	257
激光器材料生长——张应变和压应变	260
衍射极限	264
电子束光刻 EBL	269
纳米压印	271
激光器波导结构制作:干法刻蚀与湿法刻蚀	273
MACOM 激光器垂直端面刻蚀	280
DFB 激光器的倒台波导	283
磁控溅射——光芯片电极制作	287
CBN 立方氮化硼	291
脉冲激光溅射	292
电子束蒸镀——光芯片电极制作	296
半导体激光器欧姆接触以及欧姆接触与肖特基接触的区别	299
激光器减薄,与台阶仪厚度检测原理	304
激光器端面钝化	307
激光器从材料到芯片	310

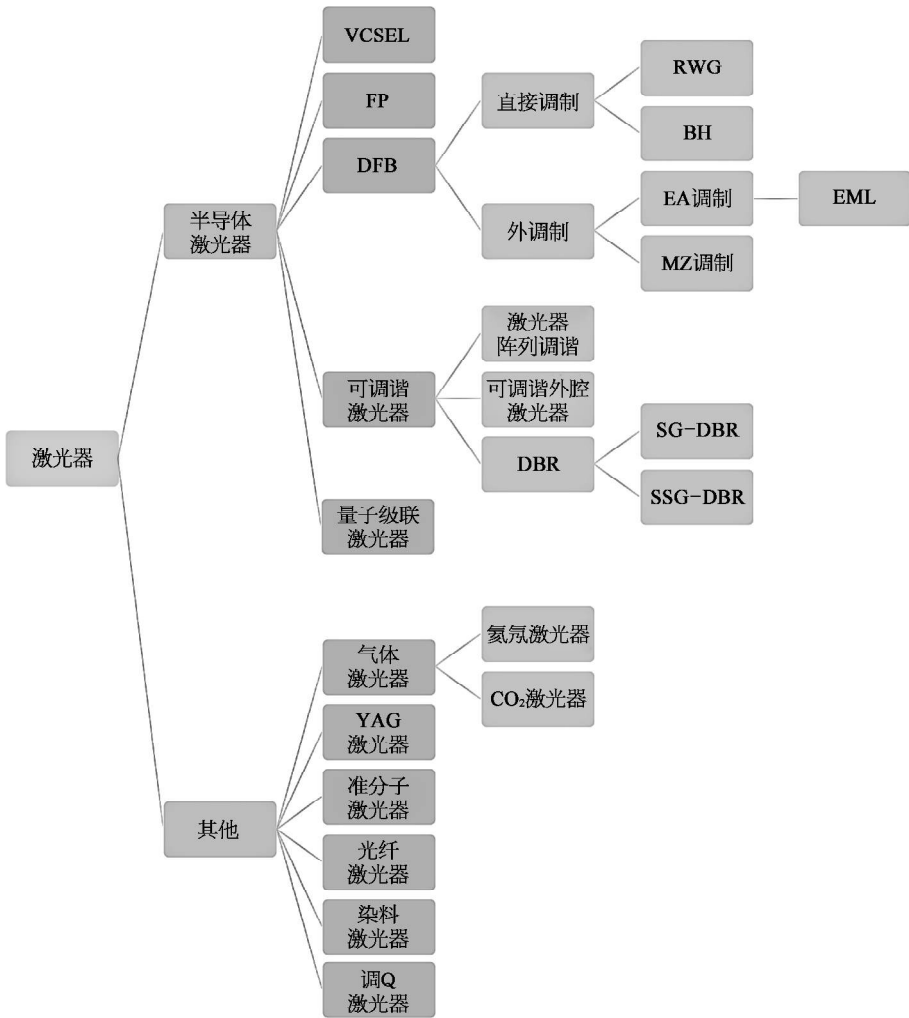
	激光器晶圆划片与裂片	314	
	特殊波导制作与激光冷加工	319	
半 导 体 物 理 与 器 件 结 构	电芯片的材料 Si, GeSi 和 GaAs	324	
	半导体材料, P 型、N 型半导体与 PN 结	328	
	FET, MOSFET, MESFET, MODFET	330	
	三星 3 nm 全环栅结构	335	
	5 nm 晶体管技术之争- GAA FET, IMEC 8 nm 纳米线	337	
	晶体管之 BJT, FET, CMOS, HBT, HEMT	340	
	电芯片的锗硅与 CMOS 区别	343	
	MOSFET 与符号	344	
		缩略语	349

半导体激光器

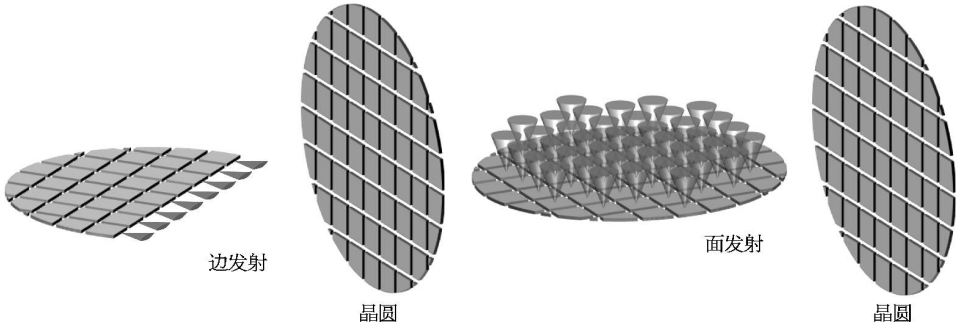
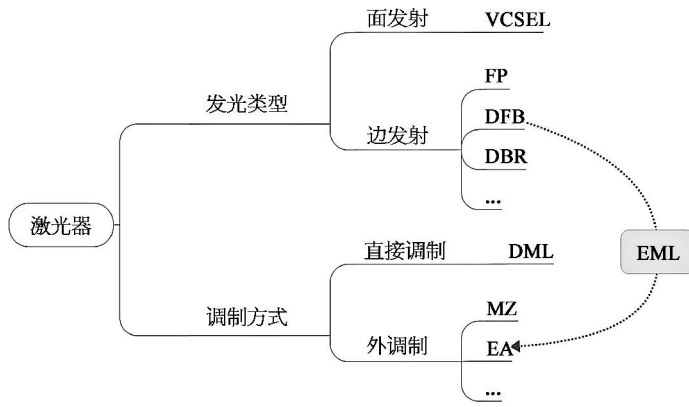


激 光 器

写激光器汇总篇,分类:

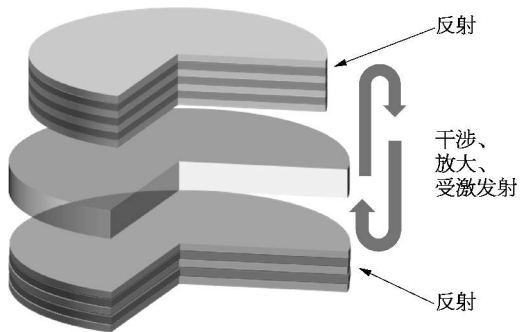


用于光通信的激光器,以半导体激光器为主,主要分两种类型,边发射与面发射。

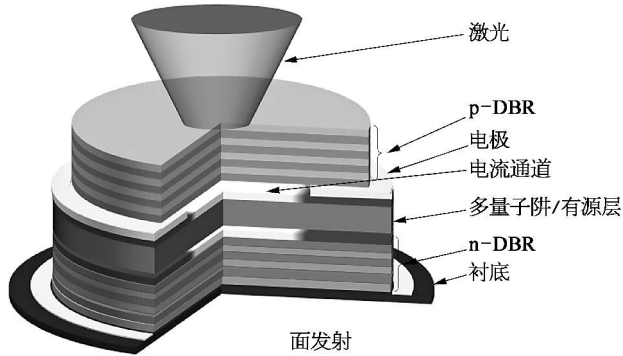


1) VCSEL

VCSEL,叫垂直腔面发射。



垂直腔 (两组布拉格光栅做发射腔)



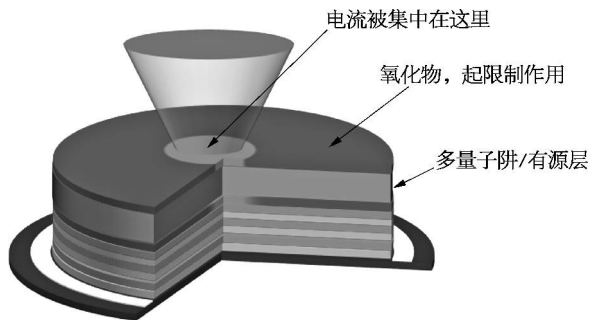
VCSEL 历史

VCSEL 波长/nm	材 料	应 用 领 域
410~470	GaInALN/GaN	显示
535	GaInALN/GaN	显示

续 表

VCSEL 波长/nm	材 料	应 用 领 域
550	GaInALN/GaN	显示
650	ALGaInP/GaAs	打印
850~940	GaAlAs/GaAs	数据中心短互联 3D 成像
980	GaInAs/GaAs	短互联
1 300	GaInAs/InP	局域网等通信
1 550	GaInAs/InP	局域网等通信

VCSEL 应用



典型氧化物限制结构

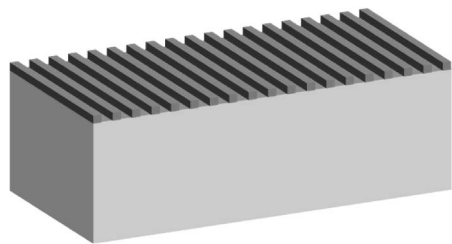
这个限制,一是限制光场,二是降低阈值电流。

2) FP 与 DFB

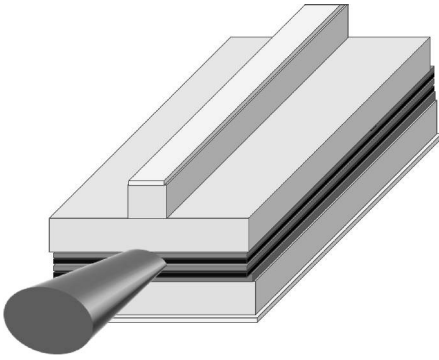
FP 与 DFB 都是边发射激光器,FP 结构的激光器,是通过两侧反射镜做光反馈,DFB 是通过光栅做光反馈。



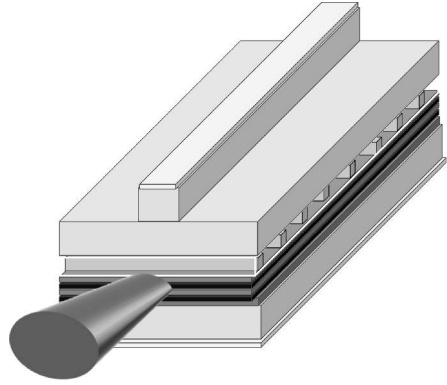
FP 的反射腔



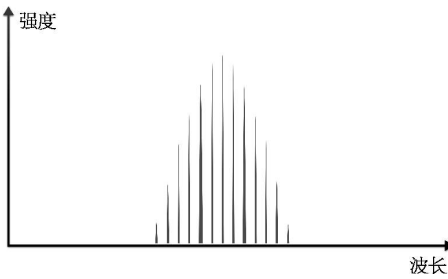
DFB 的布拉格反射



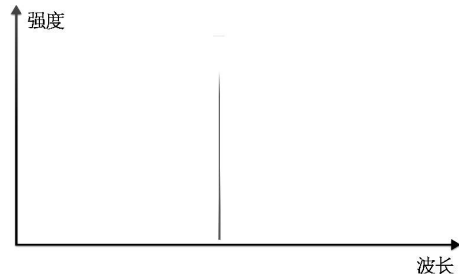
FP 无需刻蚀光栅,工艺简单



DFB 需要刻蚀光栅,工艺复杂

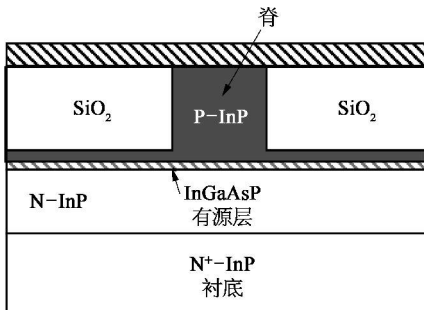


FP 是多纵模激光器

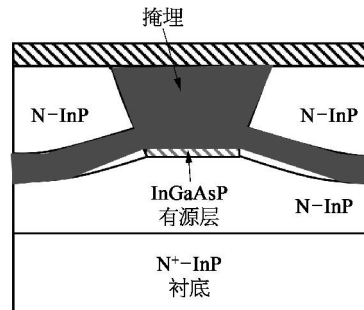


DFB 是单纵模激光器

DFB 激光器应用广泛,常用的 RWG 结构与 BH 结构:



RWG结构



BH结构

RWG,脊波导,上图深灰色部分是波导设计,工艺简单。