

采用2602型源表进行高吞吐量激光二极管模组和VCSEL直流生产测试

引文

激光二极管 (Laser diode, LD) 和垂直腔面发射激光器 (Vertical Cavity Surface Emitting Laser, VCSEL) 在光通信、光谱学和其他许多重要应用中是两种主要的元器件。随着对上述应用的需求的增长, 对这两类基本元件的需求也随之增长, 这就要求人们更加注重于开发精确且成本经济性好的生产测试策略。

典型的激光二极管模组由一个激光二极管和背光探测二极管管组成。带温控的激光二极管模组还可以包括一个半导体制冷器 (thermoelectric controller, TEC) 和一个热敏电阻以便对激光二极管工作温度进行精确调节, 如图1所示。(另外, 在高速激光二极管模组中还包括一个集成的调制器芯片, 未在图1中示出)。

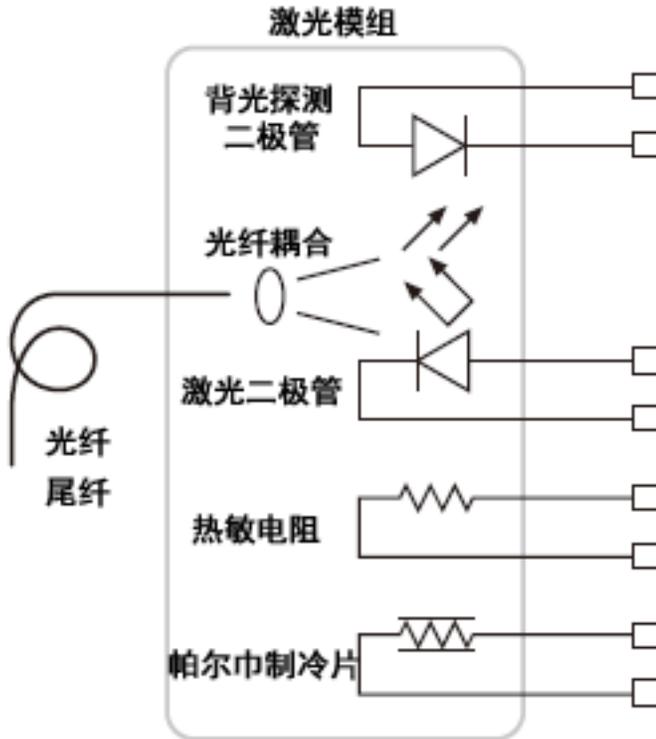


图1. 典型激光二极管模组

相比于标准的激光二极管, 垂直腔面发射激光器VCSEL具有更为复杂的半导体结构, 但其封装结构一般更为简单。典型VCSEL结构的剖面图如图2所示。不同于边缘发射激光二极管, VCSEL可

实现晶圆级测试, 这一特点同时为VCSEL的测试提供了机遇和挑战, 在下面部分将对其进行探讨。

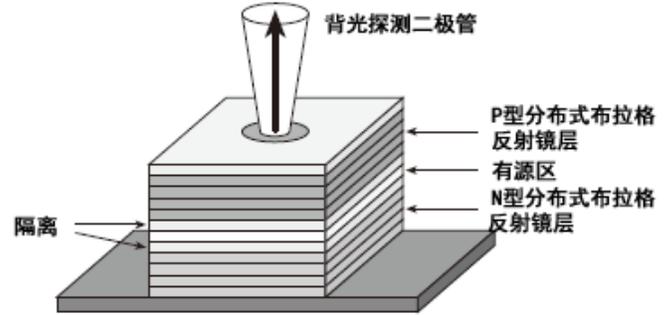


图2. 简化的垂直腔面发射激光器结构 (来源: Kartalopoulos)

需要记住的是, 无论这两种器件中的哪一种, 都需要多道工序完成制造。制造中的每一个工艺步骤本质上关乎器件价值的增长, 这决定了人们要在执行下一步组装工艺之前进行元器件测试。例如, 由于背光探测二极管失效导致整个激光二极管模组报废的成本, 要远高于在组装前对光电二极管进行完全测试的成本。快速灵活的测试方案对于减小测试的成本至关重要。

在本文中, 详细介绍了几种可以满足现今生产环境中高通量要求的、高成本效益的直流测试系统。

测试说明

在直流测试中, 激光二极管或VCSEL模组的关键技术参数如下:

- 激光二极管正向压降
- 拐点测试/线性度测试(dL/dI)
- 阈值电流
- 背光探测二极管反向偏置电压
- 背光探测二极管电流
- 背光探测二极管暗电流
- 光输出功率

通过LIV测试扫描, 可以完成多数最常见的直流特性测量。这种快速且廉价的直流测试可在测试过程的早期提早确定失效的组件, 随后昂贵的非直流域测试系统可以更经济地对剩下的高生产率元器件进行测试。图3显示了LIV测试扫描的基本仪器配置。

LIV测试扫描

正向电压测试

正向电压(V_F)测试对激光二极管的正向直流特性进行校验,测量时扫描电流 I_F ,测量激光二极管上的电压降。

一些大功率激光二极管可能要求电流扫描范围达到2~3A,步长一般在1mA。更多情况下,一般电流扫描至1A,步长为0.5mA或0.25mA。测试扫描的步长时间应在几个毫秒量级,电压测量的范围一般是0~10V,精度要达到 μ V级。

VCSEL一般是低功率器件,电流扫描最大至30mA,步长约1 μ A。

在正向电压测试中,可以使用2602型双通道源表的一个通道作为电流源,连接到激光二极管,同时测量相应的电压降。

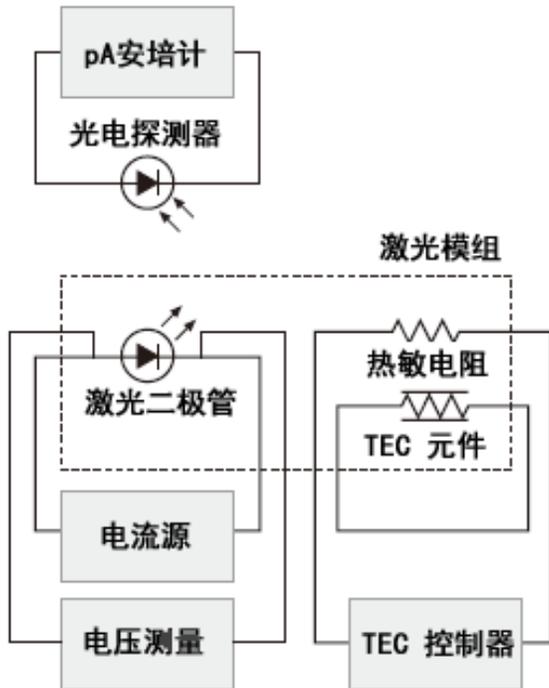


图3. LIV测量框图

光强度测量

光强度(L)测量对激光二极管的光输出进行测试检验。随着驱动电流的增加,光输出功率也增加。光强度测量的输出一般以毫瓦为单位。

基于直流的光强测量中,在激光二极管的输出端接一个反向偏置的光电二极管。光电二极管吸收激光二极管的光辐射,将其转化成电流。光电二极管的直流电流通过皮安计或静电计(高精细度的DC万用表)测量出来。不过,光电流还可以通过可提供合适的低电流测量范围的源表(Source-Measure Unit, SMU)进行测量。一般地,100nA的量程对于大多数激光二极管而言绰绰有余。

测得的光电流然后用于反推待测器件的光功率。光功率测量需要一个经过校准的探测器或积分球。校准信息,即响应度R是一个与波长相关的值,可以在校准的过程中测定。

为了从测得的光电流中得出光输出功率,采用如下公式:

$$L = I_p/R$$

其中,L表示光源的输出功率(瓦特), I_p 表示探测器电流,即光电流(安培),R表示在相应波长下探测器的响应度(安培/瓦特)*。

*响应度曲线可在探测器或积分球/探测器组件校准后获得。

探测器测得的电流除以探测器在所关注的波长下的响应度,所得的结果是照射到探测器上的光功率。

激光阈值电流测试

阈值电流是激光二极管开始发射激光时的点电流。标定阈值的一种方法是二阶导数法。这种方法中,阈值电流定义为输出光强度曲线对电流二阶导数的第一个最大值,基于光强度测量结果计算得出,如图4所示。

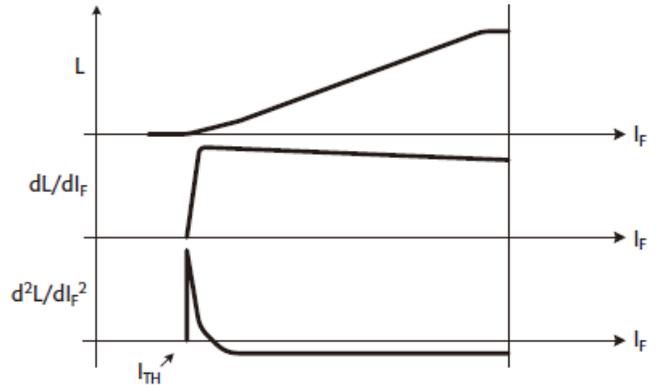


图4. 阈值电流计算图解

背光探测器(BFMD)测试

这项测试对背光探测二极管(反向偏置)的响应进行校验测试,让激光二极管的光输出随驱动电流增加而增加。典型的电流量程为0~100mA,精度为0.1mA。这项测试通过皮安计或静电计实现,可以通过能提供合适的电流量程的源表进行测量。一般地,100nA的量程对于低功率光学器件而言绰绰有余。

在这项测试中,可以使用2602型双通道源表的第二个SMU通道。SMUB通道对光电二极管加偏压(如果需要的话)并同时测量光电流。或者,也可以增添一个单通道源测量单元(如2601型)或简单的皮安计(如6485型)来测量背光探测器光电流。

拐点测试/线性度测试

这项测试对图5中所示的驱动电流 I_F 和输出光强度L之间的比例关系进行测试校验。驱动电流 I_F 和输出光强度L之间在额定的工作范围内应为线性关系。如果在测量范围内,两者确实是线性关系,L- I_F 曲线的一阶导数曲线将是一条近似水平的线段,标记为 dL/dI_F 曲线图。计算一阶导数 dL/dI_F 可以放大光强度-驱动电流曲线中的凸起或拐点。如果一阶导数曲线中有明显的拐点,换言之,即不是很平滑,则表示激光二极管有缺陷。如果工作在拐点对应的驱动电流 I_F 值,输出光强度不再与驱动电流成比例。光强度-驱动电流曲线的二阶导数的最大值可用以计算阈值电流,即激光二极管开始发光或者发光明显时的驱动电流值。

特定器件的拐点和线性度也可以基于对光强度测量结果的分析进行计算。

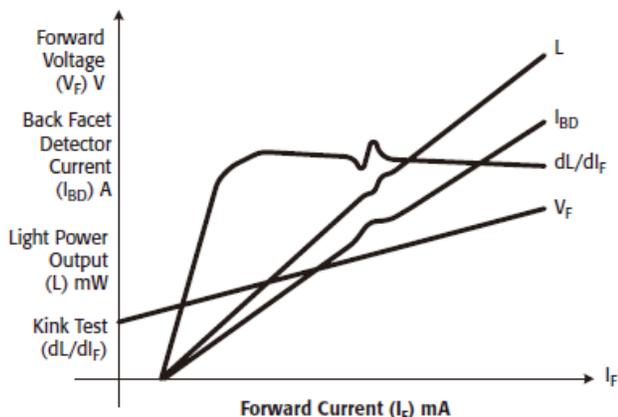


图5. 典型的LIV曲线套件

温度测试

LIV测试一般在多个温度下对激光二极管进行。有时会在器件指标中的标称温度以及极限温度下对激光二极管进行测试，如 -40°C 、 25°C 、和 85°C 。另一种常见的温度测试方案是在一系列温度下进行LIV测试，如 5°C 、 10°C 、 15°C 、 20°C 、 25°C 、 30°C 、和 35°C ，然后对这一组LIV测试曲线进行分析，以保证器件满足规格要求。

测试系统配置

图6示出了LIV测试系统的组成，包括2602型源表、2510-AT型自动温度控制源表和一台配备了GPIB接口板的计算机。

2602型一体化信号源/测量仪表是一个双通道的信号源—测量仪—单元源表(SMU)，可以在提供源电压或电流的同时进行电压和电流的测量。这样用一个SMU通道即可以为待测器件(DUT)提供源电流，并进行电压测量，而用另一个通道监测DUT附近探测器的光电流，为LIV测试提供了“单机箱化”的思路。

2510-AT型自动温度控制源表控制着制冷片TEC，保持待测模组处于恒定的温度上。

计算机通过GPIB总线对各个源—表进行编程，协调测试进程，收集并分析得到的测量结果。

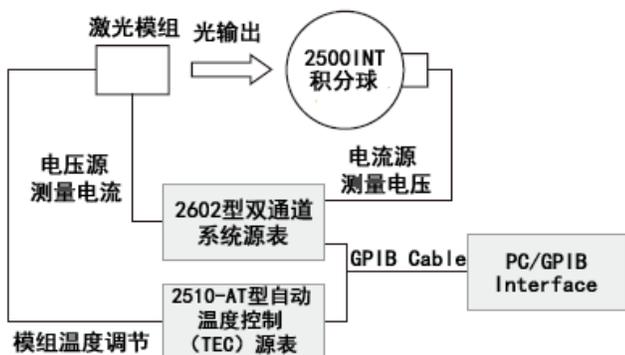


图6. 激光二极管模组典型LIV测试系统框图，2602用以对模组进行特性测试并监测输出光强度，2510-AT控制整个模组的温度

提升测试程序速度: 吉时利的TSP

在众多仪器中，计算机控制了测试的方方面面。在测试的每一个步骤中，必须对测试设备进行配置，使其执行所希望的操作

后，将相应数据返给控制计算机(如图7所示)。然后控制计算机根据标准进行合格/不合格的判定，执行合适的操作来分拣测试器件。发出和执行每一条命令都会消耗宝贵的生产时间，降低产量。

显然，测试程序中大部分的时间用在与控制计算机交换信息上。2600系列设备可以减少通信总线的信息流量，从而极大地增加整个复杂测试程序的吞吐量。在这些设备中，大部分的测试程序都是嵌入在设备中的。测试脚本处理器(TSP)是一种全功能的测试序列引擎，可以实现对测试序列的控制，可内合格/不合格准则、算术运算、计算以及数字I/O控制等(参见图8所示的2602型设备的测试序列)。TSP可以将用户自定义的测试序列存入其存储器中，在收到命令时调用执行。这样限制了测试序列中每一步的建立和配置时间，通过减少与设备和控制计算机的通信量增加了吞吐量。

下面是一个简单的对2602型源表编程的流程:

- 1) 创建脚本;
- 2) 将脚本下载到设备中;
- 3) 调用脚本运行。

2602源表的脚本可以通过提供的测试脚本生成器(Test Script Builder)软件生成，或通过其他程序，如Visual Basic或LabVIEW，下载到设备中。要获得更多关于2602型设备编程的信息，参见其用户手册的第二部分。

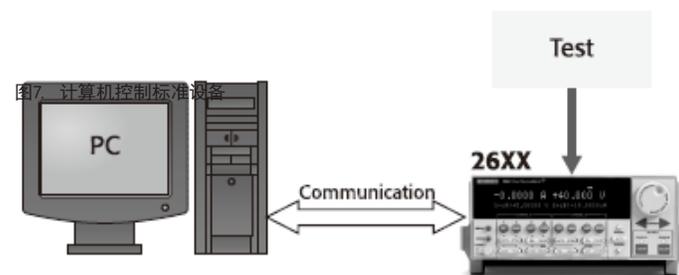
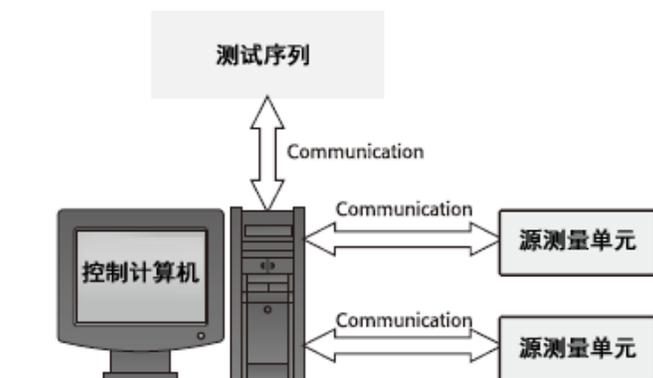


图8. 在2602源表中应用嵌入式测试脚本处理器TSP存储测试序列，减少通信流量。

测试序列

将激光二极管安放在测试架上，测试人员通过控制计算机启动LIV测试序列。

- 1、控制2510型设备设置测试所需的温度;
- 2、运行脚本。2602源表的SMUA通道对激光二极管施

加偏压, 并进行0~100mA步长1mA的电流扫描, SMUB通道测量探测器上的电流。这两个SMU通道记录各自的测量数据并返回给计算机;

3、 返回测量数据。

2602型源表系统设置

整个的LIV测试都可以写成一个测试序列或脚本。在这个脚本中, 2602型设备的SMUA通道被编程设定为进行0~100mA、100次步长1mA的电流扫描。在每个新的电流值施加到激光二极管上之后, SMUB通道通过直接测量光电二极管的电流来测量激光二极管的输出光强。

2602型设备是功能完备的SMU, 因而可以在向探测器上施加电压偏置的同时配合测量光电二极管的电流。一些探测器会需要不同的偏置电压。偏置电压源可以在0~40V之间编程设定。光电通道的电流量程设定为可达20mA。对于激光二极管模组, 这是典型的背光探测器电流量程。若使用积分球或探测器对, 量程可能设定为20 μ A或200 μ A。

LIV脚本实例

下面的程序可以通过应用程序LabVIEW或Visual Basic以文本文件txt的格式下载到测试设备中, 也可以通过随机附赠的测试脚本生成器Test Script Builder的脚本编辑工具完成程序载入。利用脚本编辑工具可以创建、下载、编辑脚本, 同时为应用程序开发提供一个好的故障排查工具。脚本编辑工具可以在产品CD上找到, 也可以登录吉时利网站 (www.keithley.com) 获得。

```
function LIVTest() --Defines function for Main Test
```

```

--Local Variables for SMUA (LD Channel)
local I_irange = 100E-3 --Current Source Range
local I_ilevel = 0 --Initial Source Value
local I_vcml = 6 --Source Compliance
--Local Variables for SMUB (PD Channel)
local I_vrange = 6 --Set SMUB (PD Channel) voltage bias range
local I_vlevel = 0 --Set voltage bias
local I_icmpl = 10E-3 --
--Shared Local Variables
local I_nplc = 0.001 --Integration rate of measurement
--Local Sweep variables
local I_start = 0.001 --Sweep start current
local I_stop = 0.06 --Sweep stop current
local I_steps = 100 --Number of steps in sweep
local I_step = (I_stop - I_start)/ (I_steps - 1) --Current step
size
local I_source_val = I_start --Source value during sweep
local I_i = 1 --Iteration variable
--Data Tables
```

```

local I_curr = {} --Create data table for sourced current
local I_volt = {} --Create data table for measured voltage
local I_photocurr = {} --Create data table for photocurrent
reset() --reset instrument
display.smub.measure.func = display.MEASURE_DCAMPS
--Toggle to get SMUB to show current
--Configure SMUA (LD) source and measure settings
smua.source.func = smua.OUTPUT_DCAMPS
smua.source.rangei = I_irange
smua.source.leveli = I_ilevel
smua.source.limitv = I_vcml
smua.measure.rangev = I_vcml
smua.measure.nplc = I_nplc
smua.measure.autozero = smua.AUTOZERO_OFF
--Configure SMUB (PD) source and measure settings
smub.source.func = smub.OUTPUT_DCVOLTS
smub.source.rangev = I_vrange
smub.source.levelv = I_vlevel
smub.source.limiti = I_icmpl
smub.measure.rangei = I_icmpl
smub.measure.nplc = I_nplc
smub.measure.autozero = smub.AUTOZERO_OFF
smua.source.output = smua.OUTPUT_ON --Enable Output
smub.source.output = smub.OUTPUT_ON
timer.reset() --Reset Timer
--Execute LIV sweep
for I_i = 1, I_steps do
    I_volt[I_i] = smua.measure.vandstep(I_source_val) --LD voltage
    measurement and step source
    I_curr[I_i] = smua.measure.i() --LD source measurement
    I_photocurr[I_i] = smub.measure.i() --PD measurement
    I_source_val = I_source_val + I_step --Step source value
end--for
I_test_time = timer.measure.t() --Stop timer
--Call function printData() and pass parameters to function
printData(I_steps,I_volt,I_curr,I_photocurr,I_test_time)
smua.source.output = smua.OUTPUT_OFF --Disable SMUA
smub.source.output = smub.OUTPUT_OFF --Disable SMUB
smua.measure.autozero = smua.AUTOZERO_AUTO --Enable Autozero
```

```

smub.measure.autozero = smub.AUTOZERO_AUTO --Enable Autozero
end--function LIVTest()
function printData(steps,volt,curr,photocurr,testtime)
    --Print Data to output queue
    --Local Variables
    local l_steps = steps
    local l_volt = volt
    local l_curr = curr
    local l_photocurr = photocurr
    local l_testtime = testtime
    local l_datatime
    timer.reset() --Timestamp
    print("Voltage Data (V):")
    for l_i = 1, l_steps do
        print(l_volt[l_i])
    end
    print(" ") --Space
    print("Source Current Data (A):")
    for l_i = 1, l_steps do
        print(l_curr[l_i])
    end
    print(" ") --Space
    print("Photocurrent Data (A):")
    for l_i = 1, l_steps do
        print(l_photocurr[l_i])
    end
    print(" ") --Space
    print(string.format("Test time per part = %f", l_testtime))
    print(string.format("Test time per step = %f", l_testtime/
        l_steps))
    l_datatime = timer.measure.t() --Stop datatimer
    print(string.format("Data Print time = %f", l_datatime))
    --display.clear()
    --display.settext("Test Complete")
end --function printData()
LIVTest() --Run Test

```

只要将函数LIVTest()和printData()载入到测试设备中,就可以通过调用它们来运行。

函数调用:

在Visual Basic 6和吉时利 GPIB卡中,运行LIV测试的调用命令类似于如下的方式:

```
Call Send(kth2602, "LIVTest()", status) 'run function LIVtest()
```

其中,Kth2602表示测试设备地址。

数据返回:

函数printData()将3组数据(L, I, V)放到输出队列中,其他还包括一些头文件信息和空格等用以隔开各个数据列。

为了从输出队列中取回数据,需要输入这些数据。有许多命令可以实现数据提取,如下是使用Visual Basic和吉时利GPIB卡的一个实例:

```
For i = 1 To n
```

```
Call enter(Data, 1000, Length, kth2602, status)
```

```
' Get info back from meter
```

```
Loop
```

其中n表示返回的条目数。每一个print语句都会对输出队列进行访问。

需要谨记的是,输出缓冲有最大字节数和条目数限制。当上述两条条件中有一条满足,输出缓冲装满,不再接受新的条目直到数据被移除。

2510温度控制源表设置:

2510型设备基于给定的温度传感器TEC制冷片进行编程,并设置单点温度。在控制器将激光二极管模组稳定到目标温度之前,首先对TEC的AC电阻进行测量和显示。

如下是一个利用Visual Basic和吉时利488 GPIB卡控制2510-AT的实例。

```
'Reset Instruments
```

```
send(kth2510, "*rst", status) 'reset TEC controller
```

```
'Setup Peltier Current Limit
```

```
send(kth2510, ":sens:curr:prot:lev 1.0", status)
```

```
'Setup Temperature Sensor
```

```
send(kth2510, ":sens:temp:tran ther", status) 'use thermistor
```

```
send(kth2510, ":sens:temp:curr:auto on", status)
```

```
'auto sensor current level
```

```
send(kth2510, ":sens:temp:ther:range 1e4", status) '10K ohm Ther.
```

```
send(kth2510, ":sour:temp:spo 25.0", status)
```

```
'set temp. to 25C, Read Peltier AC Ohms
```

```
send(kth2510, ":outp on", status) 'turn on output
```

```
send(kth2510, ":meas:res:ac?", status) 'measure AC ohms
```

```
enter(strData, 100, intLength, kth2510, status) 'enter reading
```

```
txtTECRes.Text = strData 'display on screen
```

```
'Begin controller Laser Diode Temperature
```

```
send(kth2510, ".outp on", status)
```

开始扫描

开始扫描时，所有设备的输出端接通打开。一旦温度稳定，外部程序即可调用LIV_Test()函数，通过向2602设备发送如下字符串实现：

```
send(kth2602, "LIV_Test()", status)
```

读取线程缓冲区

```
'query trace buffers
```

```
send(kth2500, ".fetch?", status)
```

```
send(kth2420, ".trace.data?", status)
```

```
'enter data
```

```
enter(strData, 4000, intLength, kth2500, status)
```

```
enter(strData, 2000, intLength, kth2420, status)
```

Pass/Fail (通过/失效) 分析

构成正向电压曲线、激光二极管背光探测器电流曲线和外部光电二极管电流曲线的3组数据流经过数学处理得出阈值电流、量子效率以及最大差分欧姆偏移。通过这些数值与期望值的比较确定激光二极管的质量。

鉴于数据流中可能包含的噪声干扰，在进行诸如 dL/dIF 之类的计算前可能需要进行数据过滤处理。

程序实例

吉时利公司开发了一个用于LIV测试的脚本实例。要获得脚本程序的副本，可以浏览吉时利的网站 (<http://www.keithley.com>)。

系统扩展

通信用激光二极管模块引脚输出

来自于一家制造商的通信用激光二极管模组一般有不只一种引脚配置。利用吉时利的开关主机 (switch mainframe) 和合适的插入式开关卡对设备信号进行路由，可以方便地通过电脑控制对各种各样形式的激光二极管模组引脚输出形式的测试。开关主机还允许设备实现复杂的隔离和静态功耗测量。

对于通道数少的情况，推荐带2个槽位的7001开关主机。中等密度器件引脚数可以通过7002型10槽主机实现。对于高器件引脚数的情况，吉时利提供最高密度的开关平台—7002-HD高密度开关主机。

调制输入

激光二极管模组常常是配备了调制或衰减控制输入引脚，因而在LIV测试扫描中，可能需要加入2400型或2601型信号源/测量仪一体设备源表对衰减输入端施加偏置。

正向电压测试

正向电压由多子电流流动形成，因而是半导体材料和结温的函数。

正向电压测试可以在激光二极管和背光探测器上进行，用以确定半导体结的正向操作电压。一般地，2602型源表用以提供足够小的源电流（以防器件损伤），然后测量半导体结上的电压。鉴于探测器所用的半导体材料的温度系数一般为 $2\text{mV}/^\circ\text{C}$ ，半导体结的温度必须事前获知或进行控制。

反向击穿电压测试

随着反向偏压增加，少子穿过半导体结的速度增加。在一定的反向偏压下，载流子所携带的能量足以通过碰撞引起电离作用。这时的反向偏压称为反向击穿电压。通过很好的控制反向击穿电压下的电流，可以避免半导体结被毁坏。

反向击穿电压测试可以在激光二极管和背光探测器上进行。无损反向击穿电压测试可以通过提供 $-10\mu\text{A}$ 源电流并测量相应的半导体结电压实现。2602源表是这一测量的理想选择。

漏电流测试

反偏的半导体结（略低于击穿电压的偏置电压下）会出现由少子渡过耗尽区产生的漏电流。漏电流的大小由电子电荷、掺杂浓度、半导体结面积和温度决定。激光二极管和背光探测器的漏电流测试由2602源表系统进行。一般，在半导体结上施加反向击穿电压的80%，然后测量相应的漏电流。

对于光电二极管，这项测试同时可用于暗电流测量。将激光二极管的偏置电压设置到零，通过在半导体结上施加一个电压偏置并测量流过的电流，可得到暗电流的值。在这项测量中，关键在于确保杂散光子不会碰撞到激光二极管或背光探测器上。

热敏电阻测试

典型的激光二极管模组中，热敏电阻在 25°C 下的标称阻值为 $10\text{k}\Omega$ 。在常规工作模式中，整个模组的热稳定性要比其绝对温度值更为关键。

一系列测试热敏电阻的技术如下：

- 1、维持激光二极管模组的温度在一个已知温度上，简单测量热敏电阻的阻值；
- 2、将一个特性已经测出的热敏电阻热耦合到激光二极管模组上，使整个组装体达到热平衡，比较特性已知热敏电阻与激光二极管热敏电阻的阻值；
- 3、在制造过程中，设定一个足以包含激光二极管模组温度的阻值范围。为了避免热敏电阻的自加热效应，需要保持最小的功耗。一般地，提供 $10\mu\text{A}\sim 100\mu\text{A}$ 的恒定电流，测得的电压用于推导电阻值。

晶圆测试

VCSEL是唯一的一种进行晶圆级测试的激光器件。图9示出了片上VCSEL测试的简单测试系统。晶圆探针台通过探针卡与每个器件实现电学连接。探针台也可直接定位器件上的光学探测器。随后，使用单台2602双通道源表进行特性测量。

如果探针卡可以同时与多个器件连接，每次探针卡与晶圆接触，类似于图6所示的系统可以测试片上的所有器件。由于片上器件数量巨大，采用扫描测试方案会非常耗时。对于要求高吞吐量的应用，用多个设备并行进行多个器件的测试往往是最优的测

试方案。对于扩展的测试方案，可以参考下面小节中讨论的多路技术以及并行设备配置。

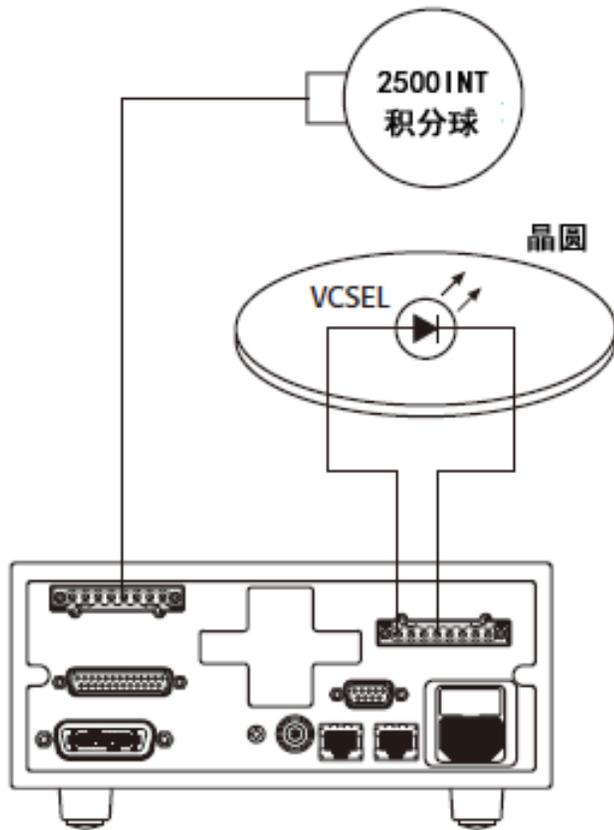


图9. 2602 VCSEL片上测试典型框图

多器件测试

TEC测试和控制

许多激光二极管模组配备了半导体制冷器（帕尔贴器件）。一般地，可以用TEC控制器在LIV测试扫描中控制整个模组的温度。还可以调节温度设定点来对TEC的功能进行校验，并可在达到新的设定温度之后检验热敏电阻的阻值。

过大的机械剪切载荷可能是最常见的帕尔贴器件失效机理。在传送和安装帕尔贴器件过程中，机械剪切载荷会导致器件的部分或全部元件的分层或破损。简单的交流或反向直流电阻测试可以在安装前后确定帕尔贴器件的质量。由于组成元件的自加热效应以及随之而来的热偏移导致直流电阻测量结果并不准确。2510-AT型TEC源表可以提供所需的双极源电流和电压测量，方便进行这项测试。

隔离测试

利用开关矩阵可以在激光二极管模组的各个组成元件中方便地进行隔离测试。举例来说，热敏电阻与激光二极管间的电隔离可以通过在热敏电阻和激光二极管之间施加电压，同时保持热敏电阻和激光二极管各自的两个端子上具有相同的电势，来进行测试，上述措施可以避免电流流过各个元件本身。

方法和技巧

电缆

电缆必须针对测量精度和测试速度进行优化。所有测量都需要高品质、低噪声的电缆。用于传输激光二极管驱动信号的电缆的特性与传输光电二极管信号的电缆的特性存在很大差异。

光电二极管上的信号通过输入几伏的电压产生，然后测量相应的nA级电流信号。如此小的电流，需要使用有屏蔽的电缆以提高信噪比。使用最小长度的电缆，可以减小漏电、感应电流以及电容，也有助于提高信噪比。

激光二极管驱动信号的电压转换速率 dV/dt 是半导体结的函数。对于几十mA的电流变化，结电压只改变几个mV。由于需要保证低电压转换速率，激光二极管驱动信号电缆的电容对应应用的重要性没有电缆两端电压降那么大，因为它承载的电流高达3A。大尺规的电缆有助于减小整个电缆长度上的电压降，同时对测试的速度影响最小。

无论在什么情况下，电缆都需要进行屏蔽，并且其长度应尽可能短，以减小噪声和电容。较小的噪声意味着需要每次测量需要更少的积分时间，测试扫描进程可以更快。

典型的误差来源

半导体结自加热效应

随着测试时间增加，VCSEL的半导体结逐渐变热。正向电压测试变得对半导体结自加热效应敏感。随着半导体结发热，电压下降，更严重的是，在恒定电压测试中漏电流会上升。

因而，在不牺牲测量精度和稳定性的前提下保持尽可能短的测量时间变得非常重要。SourceMeter®系列设备允许用户在测量前定义器件的热机时间，以及获得输入信号的时间长度。热机时间可以保证任何电路电容在测量开始前进入稳态。测量积分时间由电源的线性周期数（NPLC, number of power line cycles）决定。如果输入电源是60Hz，1个电源线性周期测量需要 $1/60s$ ，即16.667ms。积分时间决定了模数转换器ADC采集输入信号的时间。通常，所选择的积分时间表示了速度和精度之间的折中。

VF测试的典型热机时间范围是1~5ms，对于光强度-电流测试，该时间范围是5~20ms。这段短暂的热机时间有助于减少由半导体结自加热效应带来的误差。通过进行一系列测试并且在每一次重复测试时只改变热机时间的做法，可以进行半导体结的热特性测试。

漏电流

除了电缆和待测器件夹具通常的漏电特性之外，测试夹具的导电性沾污会随着时间增加，产生漏电流。在测量小电流或采用小电流光电二极管时，需要想办法减小漏电流。

一种减小漏电流的方法是，采用带保护的夹具。在带屏保护的夹具中，待测件附近的区域与输出的HI信号保持相同的电势，可以减小待测件和漏电流路径上的电压。要了解更多更详细的关于保护装置和防护敏感信号的解释，请参见吉时利名为“Obtaining More Accurate Resistance Measurements Using the 6-Wire Ohms Measurement Technique”的文章，可以在吉时利网站上查到。

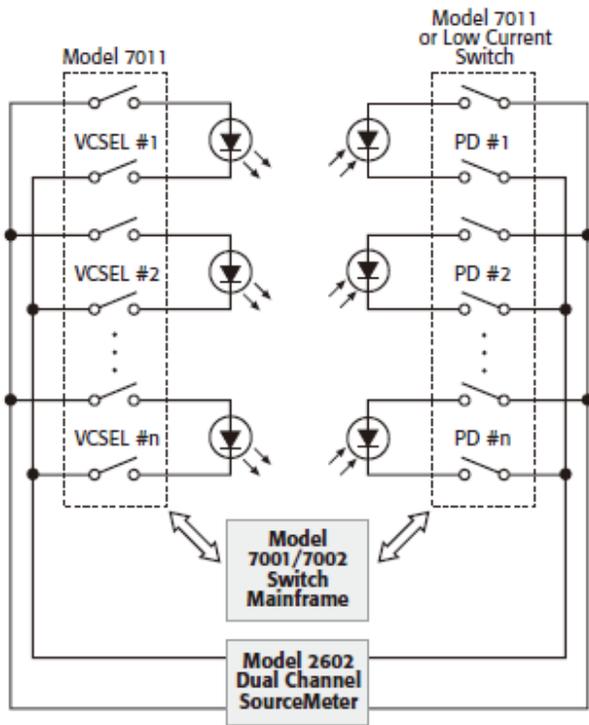


图10 使用开关进行多器件测试

静电干扰

高电阻测量，如使用光电二极管的测量，可能会受一些带电物体的静电干扰影响。因而可能会需要静电屏蔽（法拉第笼）来消除静电影响。要了解更多信息，可以参考吉时利的弱信号测量手册第六版中“小电流测量”章节。

- 对操作人员可能接触的所有电学连接进行双重绝缘。双重绝缘保证即使一层隔离失效了，操作人员仍然受到保护的。
- 使用高可靠性的故障安全互锁开关，以便在测试夹具盖子开启的情况下切断电源。
- 尽可能地使用自动化的分拣工具，这样操作人员就不需要触碰到测试夹具内部或打开保护装置。
- 为系统的所有用户提供合适的训练，让他们了解所有潜在的危害并懂得如何保护自己免受伤害。
- 作为测试系统设计者、集成商以及安装的人，有责任确保操作人员和维护人员的保护到位和有效。

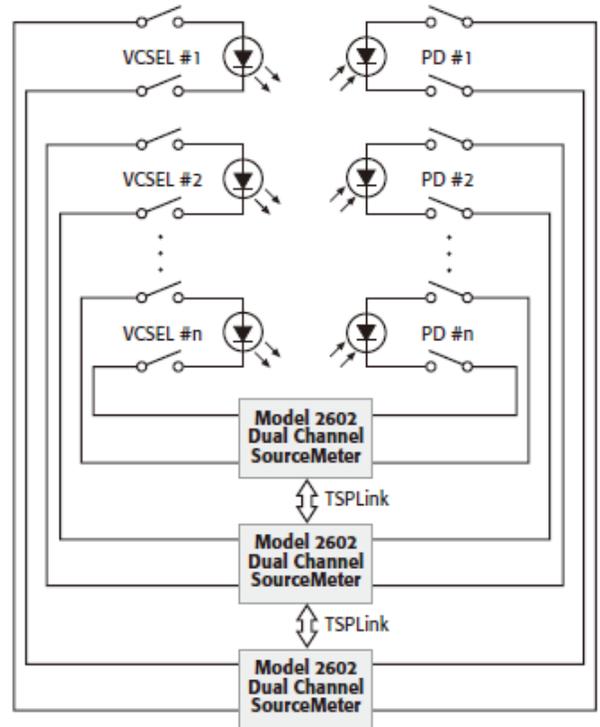


图11 采用多个2602型源表系统进行并行测试的配置

光干扰

杂散光进入光纤或积分球会导致测试结果偏移。要小心确保在所有可能会影响半导体结电导的波长下，所有的器件都得到合适的屏蔽。这一点对于光电二极管的暗电流测量尤为重要。

设备清单

基本设备

- 2602型双通道源表系统（以单机箱实现激光二极管偏置电压输出和光电流测试）
- 2510-AT型TEC源表（激光二极管温度控制）
- 2500INT-xx系列积分球和探测器（xx=SI，对应波长190~1100nm，xx=GE对应波长900~1670nm）。
- 7008-3 IEEE-488 (GPIB) 电缆（需要1条）
- IEEE-488/GPIB接口卡：KUSB-488, KPCI-488.2AT, 或同等性能的元素。

扩展装置

- 2602型双通道源表系统（以单机箱实现激光二极管偏置电压输出和光电流测量）
- 2601型单通道源表系统或6485单通道皮安计（背光探测器测量选配）
- 7001型（2插槽）、7002型（10插槽）或7002-HD高密度开关系统主机
- 7053型大电流切换卡（2602和2510的输出连接路由）
- 7058型小电流扫描卡（2602的光电流输入）

- 702-HD-MUX1高密度多路复用器卡(2602输出激光二极管和光电流的源信号和测量其信号时的路由)
- 用以执行LIV测试扫描的合适的计算机和软件。

结论

激光二极管模组的直流测试不但可以在生产过程中提早确定失效器件从而减小生产成本,而且在加速生命周期测试中也非常重要。许多激光二极管生产商可以提供高可靠性的激光二极管部件,这些激光二极管部件成功地经受了多天的高温工作LIV测试,以便在各部件集成到海底操作的子系统之前,识别出不稳定的部件。

技术规格如有变更,恕不另行通知。

所有吉时利商标和商品名是吉时利公司的财产。

所有其它商标和商品名是其各自公司的财产。

KEITHLEY

美国吉时利仪器公司 全国免费电话: 400-650-1334/800-810-1334

邮箱: china@keithley.com

网址: www.keithley.com.cn