

半导体激光二极管

运用笔记

Rev.001

目录

- 1、激光二极管使用上的注意 ……【全系列产品线为对象】
 - 1-1. 绝对最大值相关
 - 1-2. 散热相关
 - 1-3. 防静电及其他浪涌破坏的保护相关
 - 1-4. 焊接相关
 - 1-5. 粘结剂使用相关
 - 1-6. 封装的处理相关（带玻璃的商品/开放封装品的情况）
 - 1-7. 安全性相关
- 2、激光二极管 浪涌破坏预防对策相关 ……【全系列产品线为对象】
 - 2-1. 浪涌破坏预防对策例
 - 2-2. 噪音、浪涌电压对策
 - 2-3. 噪音的种类
 - 2-4. 噪音除去对策
 - 2-5. 浪涌破坏事例及对策
- 3、激光二极管驱动电路设计方法及 Spice 模型 ……【大功率脉冲激光二极管为对象】※
(※型号 RLD90QZW * 系列)
 - 3-1. ROHM 的脉冲激光二极管产品线及特长
 - 3-2. LiDAR 及 ToF 方式
 - 3-3. 激光二极管驱动电路设计方法

3-4. 评估板（共振型电路）

3-5. 评估板（矩形波型电路）

3-6. 模拟模型及 DEMO 电路

3-7. 参考资料

1、激光二极管 使用上的注意

1-1.绝对最大值相关

激光二极管的电流过大的话，会产生大的光输出，发光部的端面受到损伤而发生损坏。这种光损伤在瞬间的过电流也会发生，所以规定了一瞬间也不能超过的绝对最大值。特别是，施加驱动电源时请注意因静电而引起的过电流。

要保证在绝对最大值规定内使用，绝对最大值是在壳体温度 25℃下规定的值。激光二极管会随着温度升高，最大光输出和容许损失降低，动作范围变小。另外，即使在最大额定范围内，如果在高温下使用，寿命也会比在低温下短。因此，请对散热、使用时是光输出进行充裕的设计。

1-2.散热相关

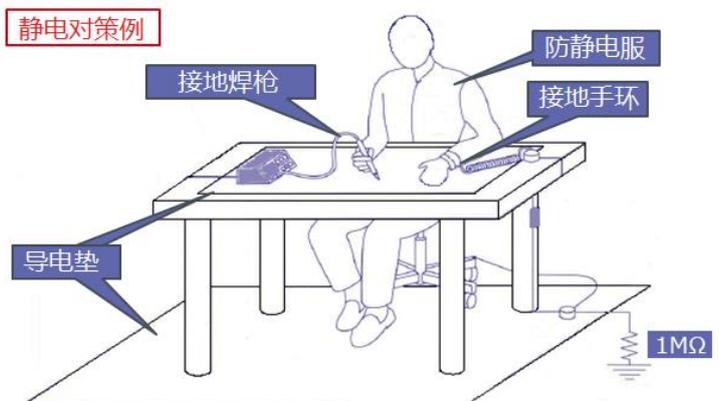
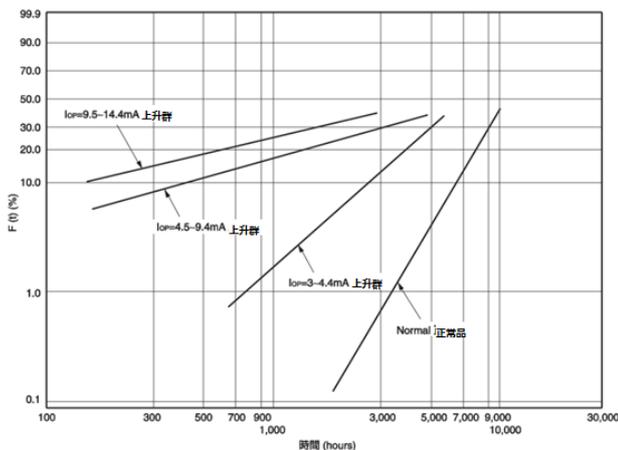
激光二极管和一般的半导体一样，长时间通电的话连接部会发热，晶元的温度会上升。散热不充分的话，壳体温度上升后光输出将减少，为了维持规定的光输出必须加大电流。顺电流上升又引起壳体温度的进一步上升，进而产生顺电流上升的恶性循环。因此，请将铝等散热板（30x30x3mm 以上的）贴紧激光二极管的支架。

1-3.静电及其他浪涌破坏的保护相关

激光二极管会因静电、浪涌引起劣化和破坏，可靠性降低。（图 1）

因此请注意以下事项。

- 机器及电路实施接地（请确认接地线不存在噪音），各电源输入部进行噪音过滤、噪音切断。请进行变压器等的浪涌静电对策。
- 工作的时候，请穿上静电对策的工作服、帽子、鞋子。特别是在工作中，请务必使用接地绑带，通过高电阻 1MΩ 对人体进行接地。
- 请使用经过了防带电处理的搬运、保管箱。
- 开/关电源的时候，过大的尖峰浪涌电流流过的话，激光二极管会受到损坏会成为劣化的原因，请充分注意。
- 在高频浪涌发生的机器附近，由于诱导浪涌会引起激光二极管劣化、损坏。因此要避免在类似荧光灯的器件附近使用。



(图 1)通过 ESD 施加装置将故意增加 Iop 的电器分成组通电的例子

1-4.焊接相关

焊接激光二极管引脚时，请将焊盘接地，同时确保作业条件在 350°C以下、3 秒内，与引脚根部相隔 2mm 以上焊接。另外，由于引脚前端部的镀金很薄，请不要焊接。

- a. 因为使用的是高温下粘合强度急剧下降的芯片绑定材料，所以需要十分注意封装整体的温度上升。**不推荐回流等整体加热方式。**
- b. 建议将引脚端子各部分分别加热。（请避免多个引脚同时加热。）
- c. 即使只加热引脚部分，由于热传导的作用，封装也会升温，因此推荐利用散热板等进行封装散热后再焊接。
- d. 为了抑制引脚的热传导，建议先焊接 GND 引脚。

1-5.粘结剂使用相关

在使用粘结剂时，请充分确认该挥发成分的影响后再使用。

1-6.封装的处理相关

请不要从高处掉落或过度在封装上施加压力。请充分注意，不要因弯曲引脚的成形加工而损坏玻璃密封部，或是对封装内部的引线施加应力而切断导线。

玻璃窗品的情況

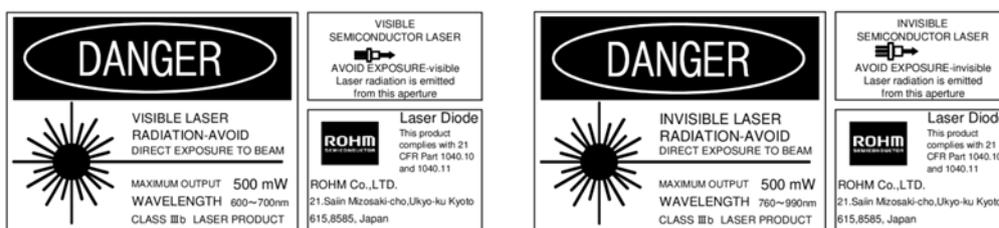
请绝对不要碰激光二极管的玻璃部。玻璃窗部有划痕、脏污的话，激光二极管的光学特性会发生变化。

封装开发品的情況

根据外部环境的不同，特性和可靠性可能会降低。打印机碳粉、人的异物、含有香烟烟灰的异物、离子腐蚀、粘结剂和助焊剂挥发成分的影响、结露、光钳效果等，请充分考虑对策。另外，请注意不要接触包括激光二极管芯片发光部在内的保护帽内的构成部件。

1-7.安全性相关

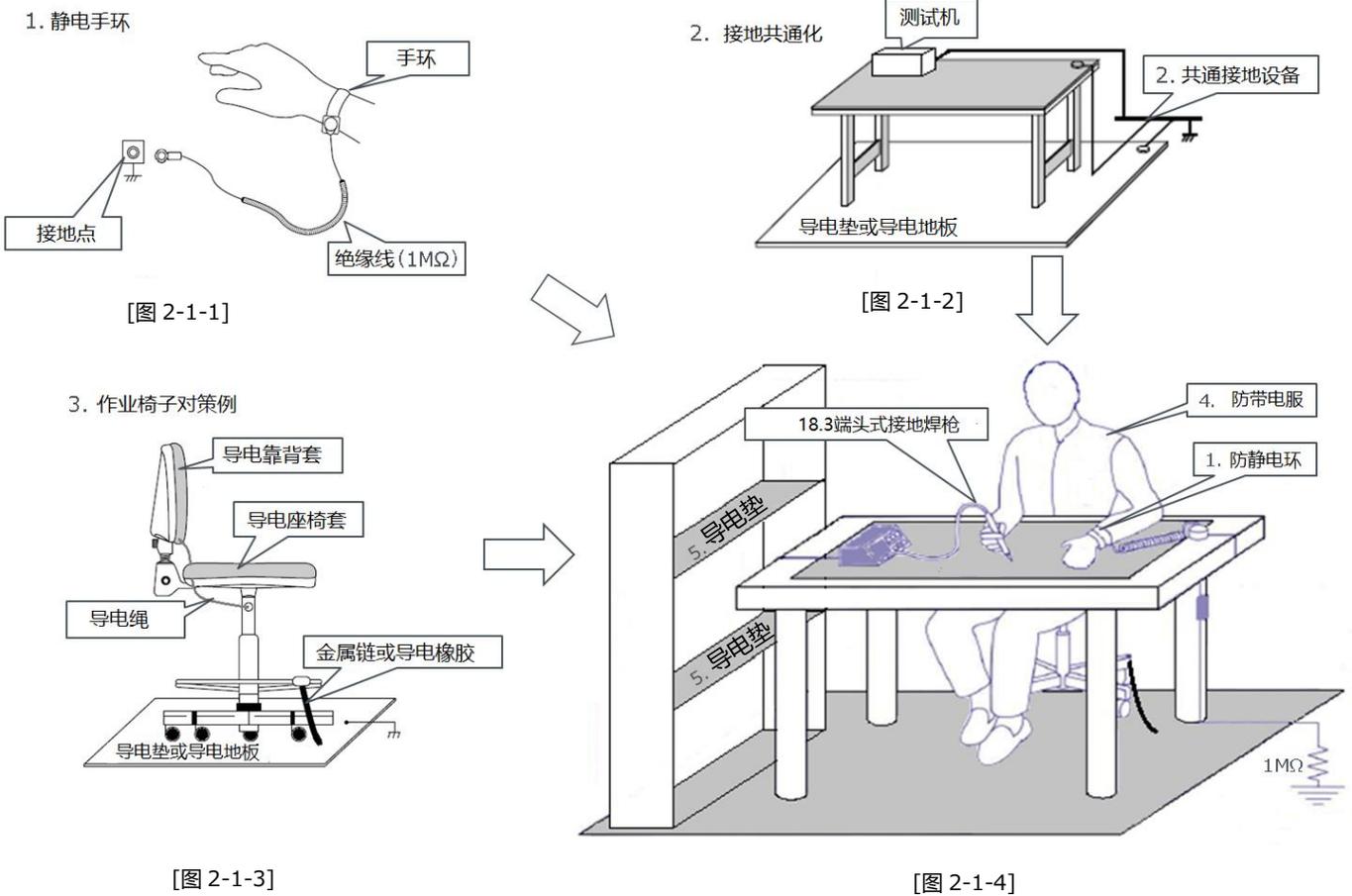
直接或通过镜头观察激光二极管的出射光是非常危险的。进行光轴调整时请使用 TV 摄像机等。半导体激光器的封装上有如下图所示的警告标签。



2、激光二极管 浪涌破坏预防对策相关

2-1.浪涌破坏预防对策例

項目	No.	内容	例
环境	1	各自好好地接地。	通过1MΩ的电阻安装接地绑带。
	2	工作台、检查装置、安装台的接地是共通的。	使用屏蔽室时接地也是通用的。
	3	工作椅子要进行带电处理 接地	用带电处理盖覆盖，安装接地链。
	4	工作服要穿导电服。	
	5	产品架设置导电垫	
	6	工程内使用的托盘请使用导电性材料。	电阻值 (10 ⁶ ~10 ⁹ Ω/□)
	7	带电环境下进行离子吹风，或在弱离子环境下进行作业。	
	8	室内环境湿度管理	以 RH 50±10% 为目标
装置	9	通过噪音滤波处理后对各个测量电源进行接线。	
	10	为了接触装置的皮带不带电请安装除电装置	
	11	产品吸附垫等接地。	
	12	在与电源连接的继电器中，注意不要发生干扰	
	13	请使用没有波纹的电源	
作業	14	在测量电气特性时，在施加规定电压的状态下请不要打开/关闭电源。	电源必须切断体积电阻并关闭 ON后上升至规定电压
	15	LD组装、调整作业时，不进行同一室内（同一线路、电灯）的电源ON/OFF。	
	16	将控制电源电压的体积电阻调整至电压为最下点后使用。 (多数情况下，以体积电阻被设定为中间值。)	
治具 その他	17	使用导电性的手套、指套等	
	18	使用的焊枪前端要与接地连接。	使用3端子式的焊枪。
	19	使用离子吹风时，请确认除电效果。	
	20	使用体积电阻不能含GARI成分。	定期更换体积电阻。

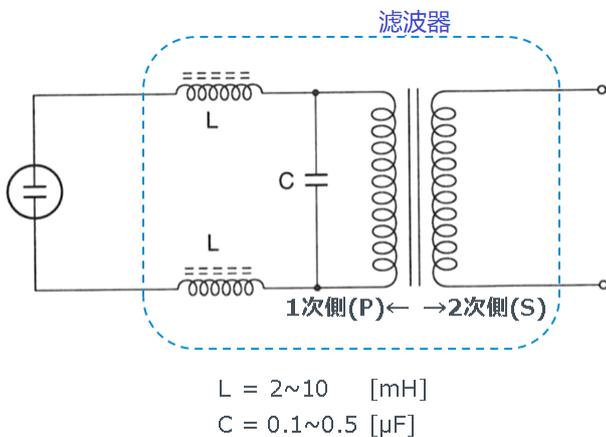


2-2. 噪音、浪涌电压对策

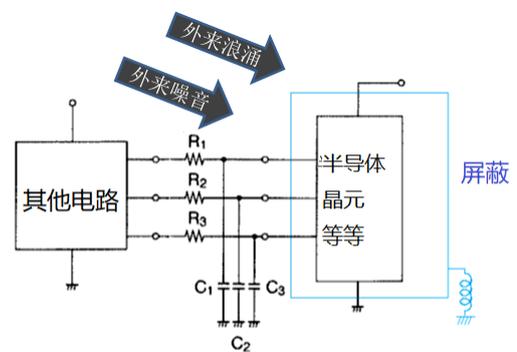
一般来说，在电子设备的设计中，作为商业电源预计会有 10% 左右增减变动。但是，如果周边使用了产生浪涌电压的机械装置，可能会因电源电压变动而产生故障或误动作，这是由于电源线重叠的浪涌。雷电等发生时也会引起脉冲状态的浪涌。对于这些，通过在 AC 线侧插入[图 2-2-1]这样的滤波器可以减轻。

即使浪涌和静电没有从 AC 线间接进入，也有可能直接施加到电路板内的半导体元件等部件上，需要进行屏蔽。另外，屏蔽对地阻抗必须低。 [图 2-2-2]

静电和浪涌脉冲等有可能作为噪音直接被施加的情况下，作为特殊的例子有时会加入如图所示的保护电路。Rx×Cx 的时间常数在不影响动作的前提下设定为适合浪涌脉冲吸收的范围。



[图 2-2-1]



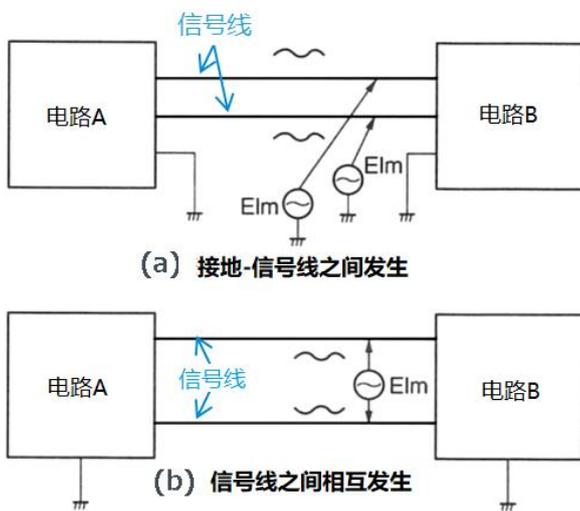
[图 2-2-2]

2-3. 噪音的种类

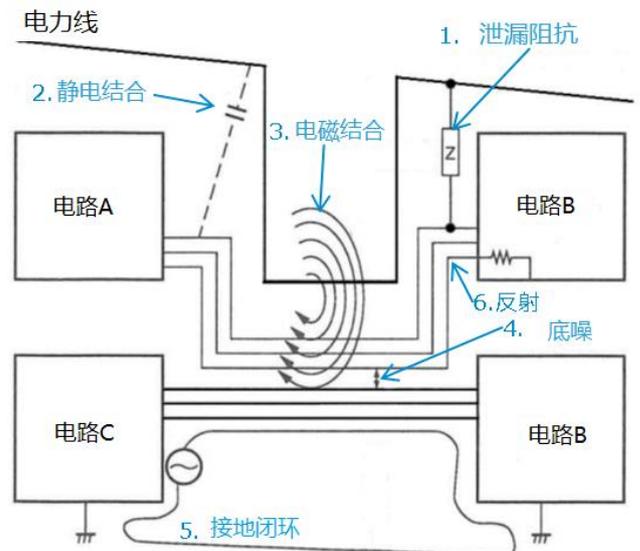
实装上的问题引起的噪音是因为 (a) 接地-信号线之间发生和 (b) 信号线之间引起的。[图 2-3-1]
对设备的影响和处理方法不同。

噪声源和信号线的耦合有如下所示的例子。(在[图 2-3-2]中显示了以电力线为噪声源的概念图)

- 1、由传导引起 噪音源与信号线之间存在泄漏阻抗时
- 2、静电诱导 噪音源和信号线之间有静电耦合的情况
- 3、电磁感应 噪音源和信号线之间有相互电导的情况
- 4、串扰 2 条以上的信号线邻接的情况下，通过静电、电磁感应在一方的信号线中引起噪音电压
- 5、接地回路 信号线的收发设置时，2 点之间的电位差成为噪音
- 6、反射引起 信号线阻抗失配引起的反射波叠加在信号上



[图 2-3-1]



[图 2-3-2]

2-4. 噪音去除对策

要针对噪音建立无问题系统就要找到、消除或减少噪音源。不产生噪音。构建对噪音余量大的电路。需要制定保护电路的对策。

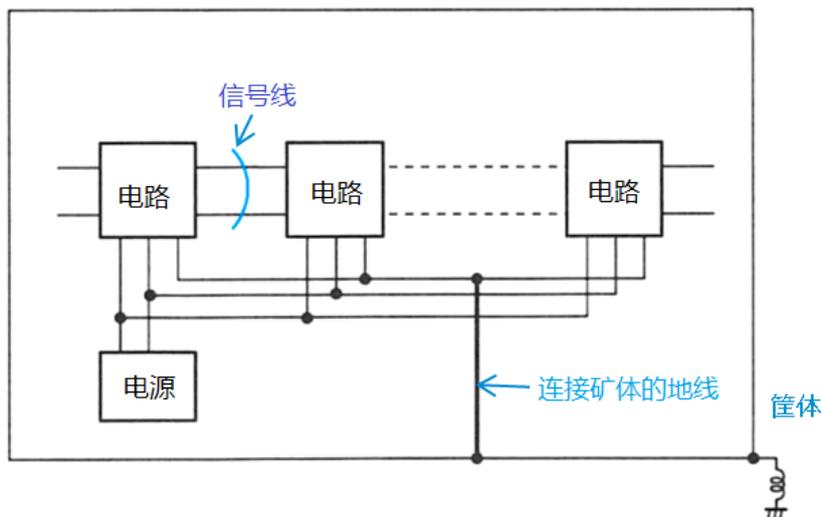
1. 噪音源对策

作为根本的对策，处理噪音发生源最有效。通过与继电器线圈并列放入二极管或电阻、电容器，可以减轻浪涌电压。

另外，对于通过 AC 电源线发出的噪音，可将噪音滤波器插入发生源一侧的电源线。另外，对于产生强电界的装置实施屏蔽等发生源侧对策的话，则不需要对受到干扰一侧的系统全体进行对策。也可以考虑与其他发生源分离等措施。

2. 接地线的对策

电路系统的接地线设置专用的接地线，与其他电源线等的接地系统完全分离，可以除去在接地系统中流过的电流对电路系统的干涉。另外，电路系统和机壳的接地为一点，以免在电路系统和机壳之间形成闭环。[图 2-4-1]



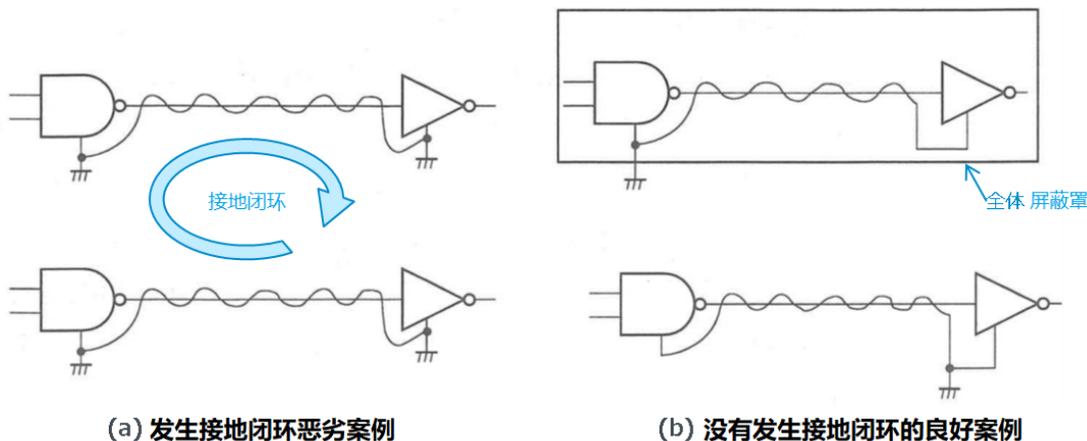
[图 2-4-1]

3. 屏蔽对策

为了减少外来噪音的影响，屏蔽信号线、系统整体是一个好方法。静电耦合产生噪音时，用优良导体屏蔽盖接地。由此，在没有屏蔽的情况下，信号线所引起的噪音会被屏蔽线所诱导，被接地成旁路。作为其他屏蔽的例子有一般常用的双绞线。

如果把 2 条信号线从信号源、接收电路、接地噪声源看成对称的话，可以减轻噪音。

如果信号线的扭转位也比传输距离小的话就能平衡化，减轻外来噪音。双绞线的情况下可产生接地环如图 2-4-2 所示，可去除噪音。



[图 2-4-2]

4. 滤波器对策

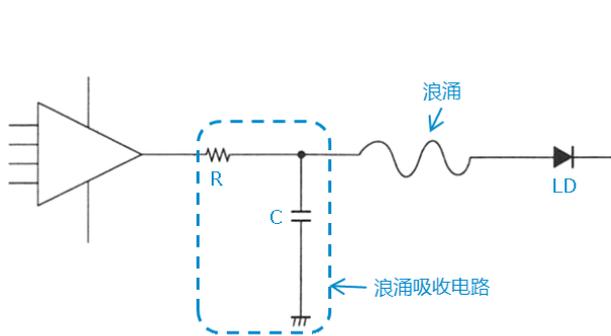
一般来说，电源装置的噪音多通过 AC 线进入，所以要将 AC 线滤波器放入源侧，或者是电路系统的 AC 电源侧。同时，也有必要极力降低从电路系统侧面来的电源阻抗，在电源线的每个重要部位插入电容器来降低对噪音的阻抗。这种情况下，作为比较低频用的旁路，最好将大容量的电容器和作为高频用的阻抗小的小容量电容器并列放入。

5. 浪涌对策相关

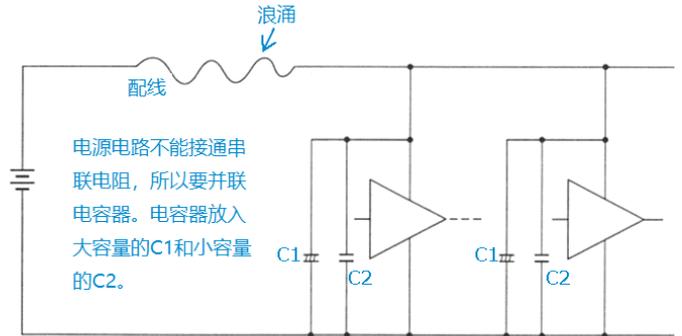
电路系统有时会被放置在浪涌电压施加的环境中，这里说明一下主要内容。

LD 跟示波器在同一组设备内使用的情况下，有高压电路接近的话，由于放电引起浪涌电压被施加的情况会发生。

[图 2-4-3]、[图 2-4-4]表示 LD 端子间作为吸收，减轻浪涌的电路被插入电阻、电容器的例子。如何减轻浪涌电压，可以说是提高可靠性的主要原因。[图 2-4-3]是作为 LD 的输出端保护，插入电容器，电阻的例子，减轻了引脚线诱导的浪涌。[图 2-4-4]表示吸收进入电源的浪涌的例子。为了防止 LD 浪涌破坏，必须寻找浪涌的侵入路径以及侵入端子，采取上述对策。其次容易看漏的地方，本来被认为是等电位的电源线的线上浪涌而产生电位差，进而破坏的情况也有，这种情况下的对策，要选择不产生浪涌引起的配置、布线方式进行屏蔽、同时需要认真考量接地点。



[图 2-4-3]

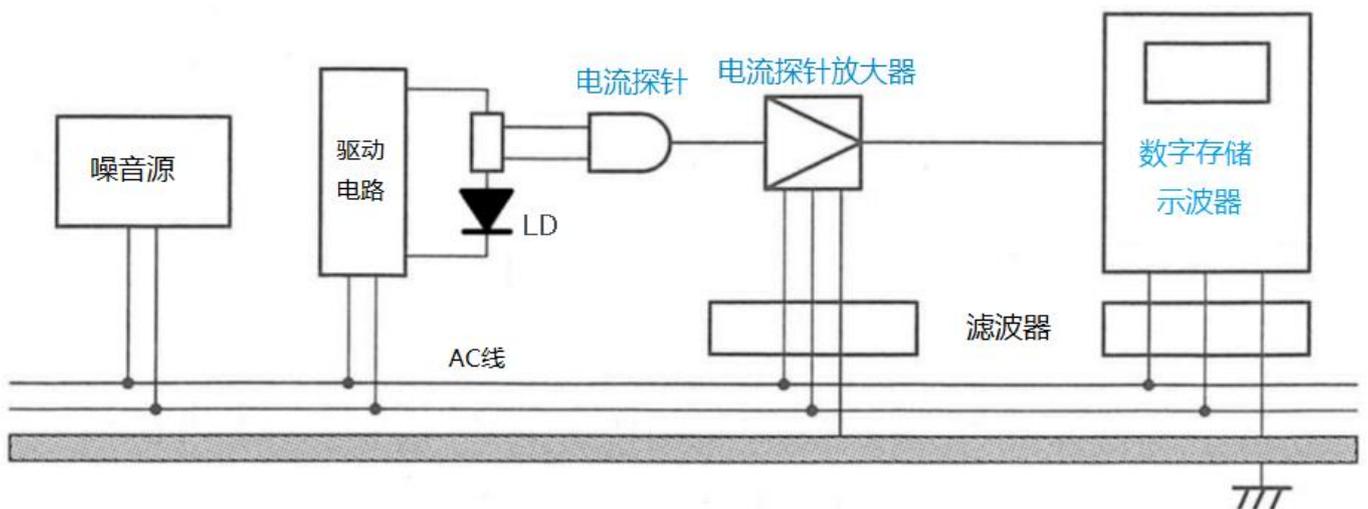


[图 2-4-4]

6. 浪涌测试方法

到前项为止，叙述了关于作为浪涌源的噪音除去方法。

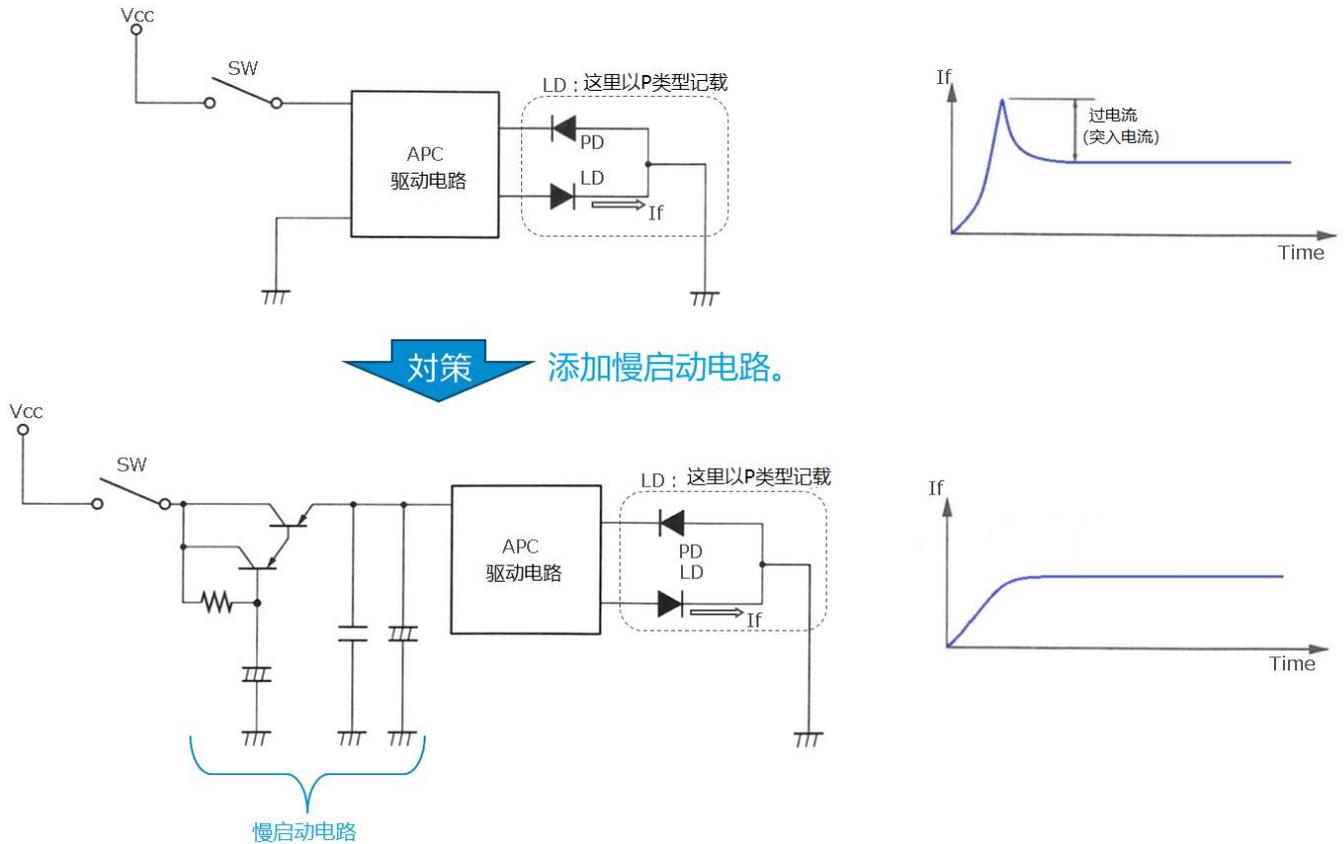
请在考虑这些对策的基础上设计、开发电路和系统。但如果定下了电路和系统，实际上浪涌也没发生，则需要尽可能接近实际驱动条件的形式去确认 LD 驱动电路的电流。为此，请如图 2-4-5 所示，用电流探针和数字存储示波器的组合，使用滚动模式等，确认实际动作时是否没有发生浪涌。（图中假设了噪音源，但也有很多因驱动电路而产生浪涌的例子。在这种情况下，也可以用这种方法检测浪涌。）



[图 2-4-5]

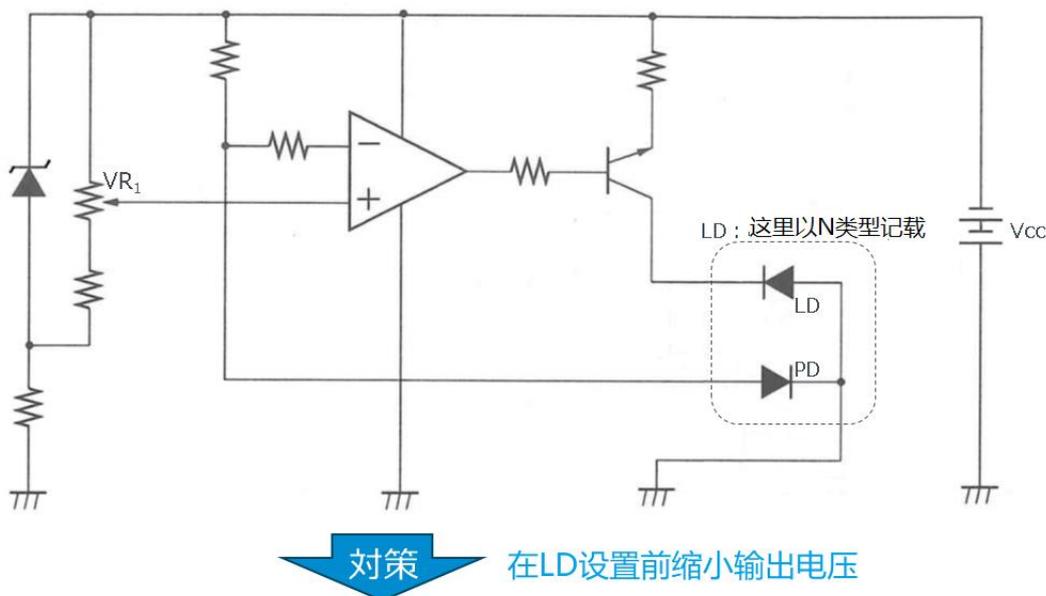
2-5.浪涌破坏事例及对策

1. APC 电路实装时的过电流（突入电流）破坏：电源上升时的过渡特性导致的破坏



2. 在 APC 电路的测定中，为了使测定后光输出为 0，降低 VR1，更换并设置 LD，LD 发生过电流破坏。

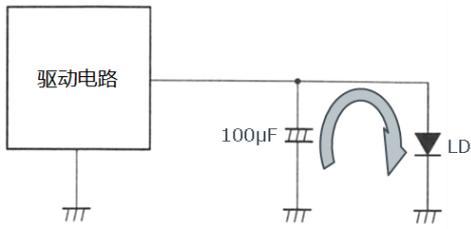
：取下前一个 LD 时，电路处于开路状态→输出电压上升到 Vcc，下一个 LD 发生过电流破坏。



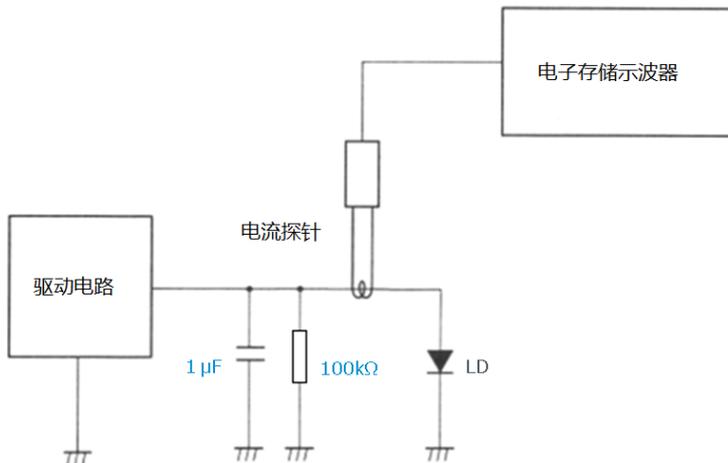
以光输出 0 为目标降低 VR1，以输出电压 0 为目标降低 Vcc，以此设置 LD。

3. 驱动电源端子连接了大容量电容器而引起的破坏

: 电源断开时, 向电容器充电的电压, 电流反过来被施加到 LD 驱动电源端子上, 造成过电流损坏。

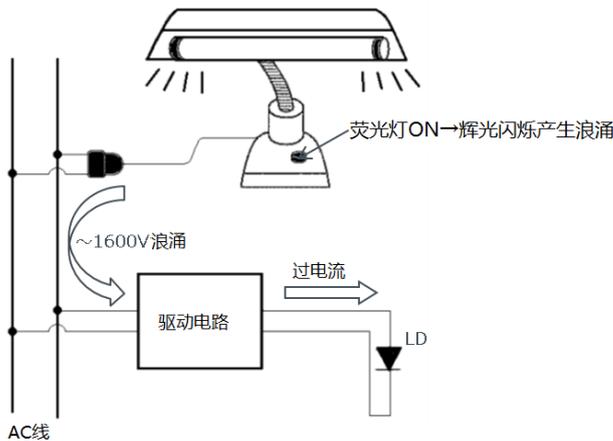


使电容器的容量适当化
与电容器并联插入电阻
检查电路ON/OFF时是否施加了瞬态浪涌

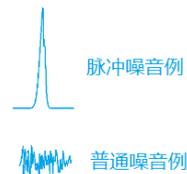
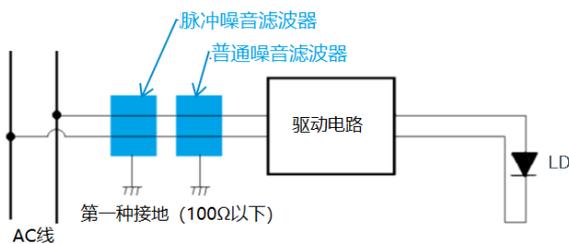


4. 在 LD 特性测试过程中, 当邻座的荧光灯打开时 LD 破坏。

: 荧光灯 ON 时, 共通 AC 线路产生了~1600V 的浪涌, 进入了 LD 驱动电路的 AC 输入

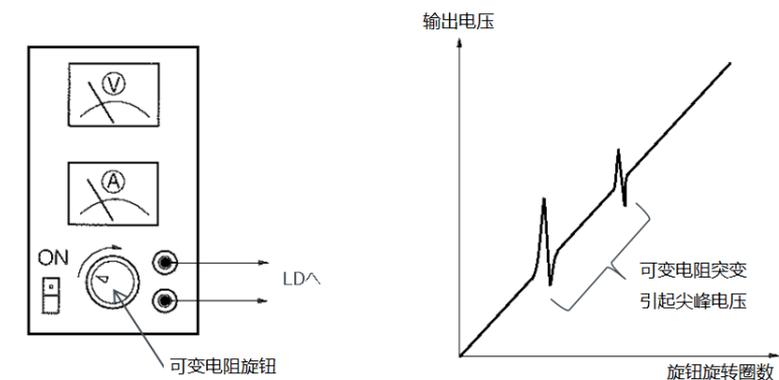


在AC线和驱动电路之间加入脉冲和普通两种噪音滤波器, 噪音源和驱动电路的AC线是分开的。

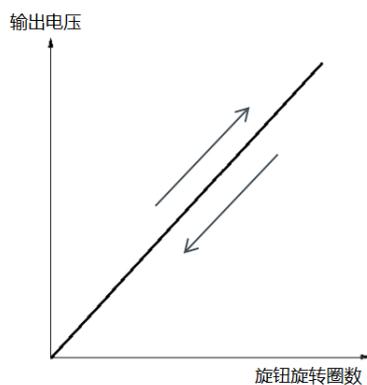


5.LD 的输出调整使可变电阻旋转时 LD 破裂

: 由于可变电阻的突变(gully), 过电流流动破坏。

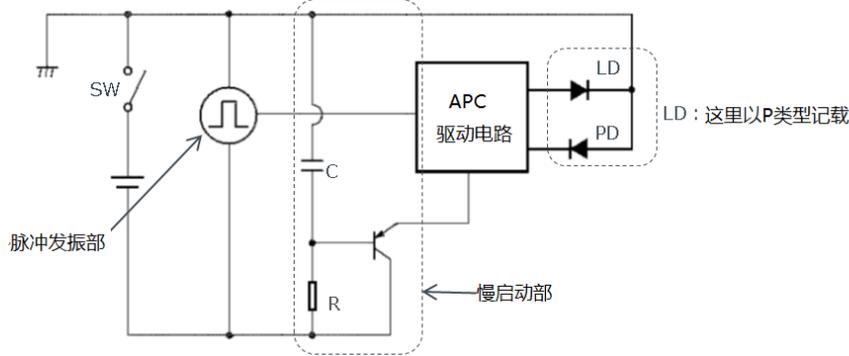


定期更换可变电阻, 用示波器确认没有尖峰电压现象
保持工位清洁, 避免灰尘附着在可变电阻上。

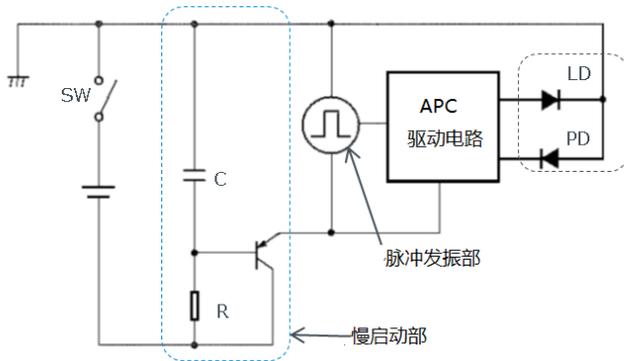


6. 用下图的电路接通电源 SW 时 LD 破坏。

: 慢起动的时间常数大, APC 的上升延迟, 过电流流动破坏。

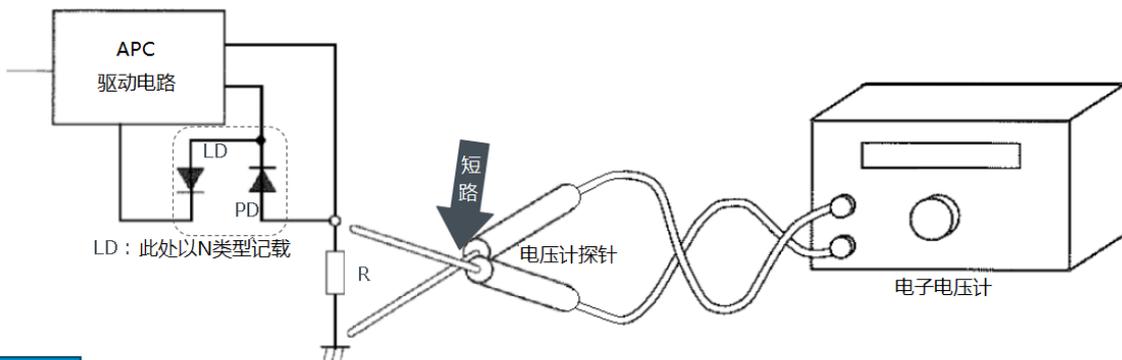


对策 使脉冲振荡部发生在慢启动后半段并与APC同时发生。

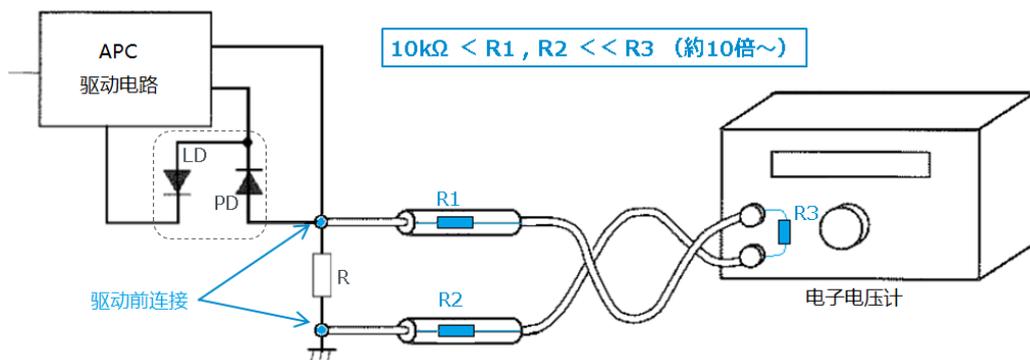


7.APC 电路为了确定光输出功率，测量监控电压时 LD 被损坏。

：电压计的探针之间短路，监控电压变为 0，所以过电流流入 LD。（下图的情况）即使不短路，由于来自电压计的浪涌，监控电压减少→过电流也会发生。



对策 APC电路动作中不从外部接触进行确认。
监控时，请在动作前连接相应端子。



3、激光二极管驱动电路设计方法和 Spice 模型

ROHM 可提供 Light Detection and Ranging (LiDAR) 用的激光二极管 (LD)。本项目介绍 ROHM 大功率脉冲激发光二极管的产品线，同时介绍驱动电路设计方法。另外，ROHM 提供了用于评估 LD 的评估板和 Spice 模型，介绍其使用方法和注意点等相关内容。

3-1. ROHM 脉冲 LD 产品线と特点

脉冲 LD 是通过短电流施加时间 (脉冲宽度) 发出高光输出功率的 LD。近年来，出现了测距用途等很多运用。

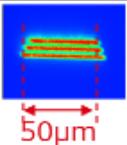
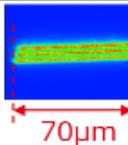
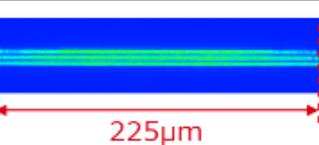
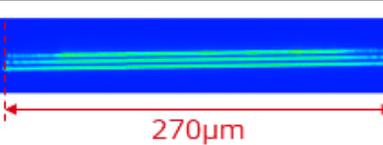
许多 LD 是设计成连续波 (CW) 驱动的，从几 mW 到几 W 的输出功率。这样的 LD 如果想要输出比特定的光功率更高的功率，即使是很短的脉冲宽度，光谱振器也会受到损伤，光功率也不能输出。

因此，脉冲 LD 是为了以短的脉冲宽度来输出高的光功率而设计的。脉冲 LD 的驱动，必须由脉冲宽度和 Duty 比决定。为了输出高的光功率，Duty 比也必须非常小。例如，占空比 0.05% (一个周期 100μs 的话，脉冲宽度 50ns)，意味着在 kHz 范围内反复施加非常短的脉冲电流。为了输出高的光功率脉冲，LD 的施加电流可能是数 A ~ 数十 A。

脉冲 LD 的波长取决于材料，ROHM 可以提供 905nm。构成 905nm 波段 LD 的 AlGaAs 是一种具有高可靠性、高光束质量和稳定温度特性的材料。脉冲 LD 为了实现高的光输出效率，采用多层层叠发光层的堆栈构造。ROHM 采用 3 层堆栈，可提供 120W 的光输出功率。

ROHM 的脉冲 LD 的特点是“窄发光宽度，良好的波长温度依赖性”。表 1 表示不同光输出功率产品线的发光图像。发光宽度越窄，光密度越高，同样的光输出功率下可以测量更长距离的距离。另外，发光宽度越窄，照射对象物时的光束形状也越小，可以实现 LiDAR 模块的高分辨率化。

表 1 光输出功率产品线相对应的发光图像

光功率 ※	25W		75W	120W
機種名	RLD90QZW6	RLD90QZW5	RLD90QZW3	RLD90QZW8
发光宽幅 (全光)	50μm × 10μm	70μm × 10μm	225μm × 10μm	270μm × 10μm
发光宽幅 FWHM)	44μm × 10μm	64μm × 10μm	170μm × 10μm	210μm × 10μm
发光图像				

※ 发光宽度 50ns 的光功率

在 LiDAR 的光学系统中，为了提高 S/N (Single to Noise) 比，会装上能滤掉所需波长范围以外波长的带通滤波器。ROHM 脉冲 LD 的波长温漂系数 0.15nm/°C 具有良好的波长温度特性。使用 ROHM 的脉冲 LD 能设计滤波范围更窄的带通滤波器，可提高 LiDAR 模块的 S/N 比。

3-2. LiDAR 和 ToF 方式

LiDAR 是「Light Detection and Ranging」(光检测和距离)的略称，它在汽车、机器人、无人机、监控摄像头等各个领域都备受关注。LiDAR 中通常使用的距离测量方法有 ToF (Time of Flight) 方式。ToF 方式如图 3-2-1 所示，测量从光源发射的光被对象物反射，到返回检测器之前的时间 (飞行时间) 来计算距离。

这里，光源和为象物之间的距离设为 d ，飞行时间设为 t_f ，由以下公式定义。

$$d = \frac{c \cdot t_f}{2} \cdots (2-1)$$

此处 c 表示光的速度。

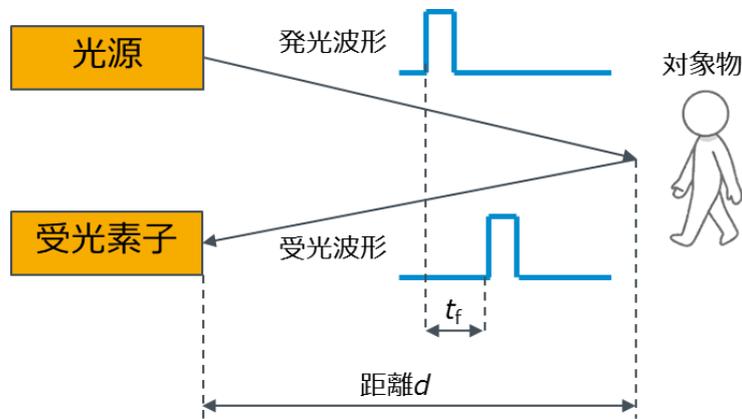


图 3-2-1 Time of Flight (ToF)方式的概念图

为了提高测量距离，要求大功率化。由于光在空气中衰减，距离越远，输出功率的光返回的比例越小。*1 因此，为了检测长距离的对象物，要求大功率化。

为了提高距离分辨率，需要减小脉冲宽度。脉冲宽度大的话，检测器接收到的光脉冲容易重叠，所以很难区分距离接近的两个以上的为对象物。脉冲幅度变小的话从人眼安全的观点考虑也是可以提高最大输出功率值的。

根据运用，譬如图 3-2-2 被要求的距离分辨率和距离范围均不同。因此，根据运用被要求的光输出功率和脉冲幅度不同，根据各自的运用进行元件选定和电路设计变得很重要。

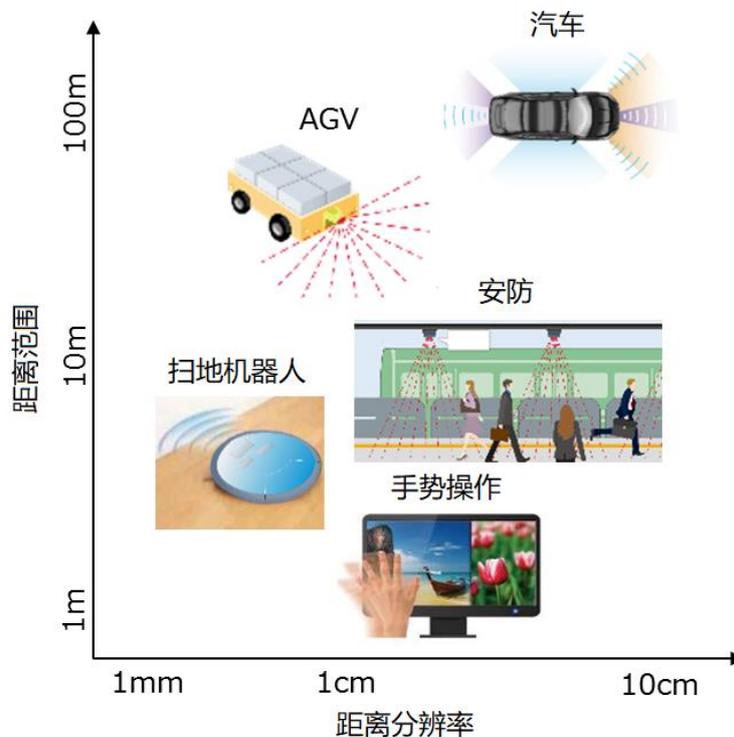


图 3-2-2 ToF 方式假设用途

3-3. LD 驱动电路设计方法

为了输出短脉冲且大功率的光，不仅是 LD 的选定，LD 的驱动电路的设计也变得重要。LD 驱动电路有各种各样类型，在这里说明一下电流共振型的相关驱动电路。电流共振型的电路有在短脉冲下容易大功率化这样的特点。

驱动电路如图 3-3-1 所示，LD 和谐振电容器 Cr 和开关元件 Q1 是主要的电流路径。Q1 开关断开时，Cr 通过 I1 的路径被充电。在 Q1 开关接通的瞬间，通过从 Cr 到 I2 的路径电流流动，LD 光功率可输出。此时，如果不安装限制 I1 电流的电阻 RL，则 I2 的电流变小。

由于 I2 的电流，Cr 逐渐积累了逆向的电荷。Cr 积累了电荷，电流就会开始在 I3 的路径流动。此时，如果没有连接二极管 Dp 来保护 LD，则会对 LD 施加逆电压，元件可能会损坏。（图 3-3-1 的谐振电路也是充电电路，所以没有 Dp 就不能正常驱动。）电流通过 I3 的路径时，如果不抑制振动，则电流再次通过 I2 的路径流入 LD，产生不必要的光输出功率。通常是在从 I2 转移到 I3 的时机关闭 Q1，所以第 2 发以后的电流很难流动。但是，即使关闭 Q1，电流也会通过 Q1 的漏极-源极间容量流动，因此光输出功率越大，越容易产生不必要的光输出功率。第 2 发以后的光输出功率也会成为误检测的原因，所以在逆流的时候抑制振动是很重要的。因此，为了抑制振动，将 RD 串联连接到 Dp 上。Cr 的电荷丢失的话再次通过 I1 对 Cr 再充电。

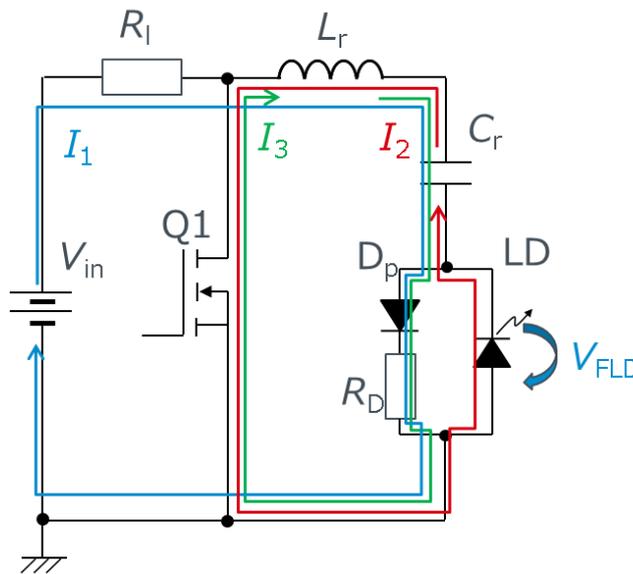


图 3-3-1 电流共振型电路图

图 3-3-1 中 I2 的电流路径是 LCR 的自由振动电路，因此可以用以下公式定义电流。

$$I_2 = \frac{V_{in}}{\gamma L_r} e^{-\alpha t} \sin(\gamma t) \cdots(3-1)$$

这里

$$\alpha = \frac{R}{2L_r} \cdots(3-2)$$

$$\gamma = \frac{\sqrt{\left(\frac{4L_r}{C_r}\right) - R^2}}{2L_r} \cdots(3-3)$$

R 是由 Q1 的导通电阻和 LD 的正向下降电压 VFLD 产生的电阻成分 (VFLD/I2)、由 Cr 的 ESR、主要电流路径的配线电阻相加而成的。Vin 是输入电压，Lr 是 I2 电流路径的寄生电感。

这里，我们假设 Q1 是一个理想的开关。

由式 (3-1) 式可知，谐振周期 T_{res} 由下述式表示。

$$T_{res} = \frac{2\pi}{\gamma} \dots(3-4)$$

I_2 的最大电流 I_{2max} 是电流开始流动后 1/4 周期的时刻的电流，因此 I_{2max} 可以用式 (3-5) 表示。这个 I_{2max} 越大，光输出功率越大。

$$I_{2max} = \frac{V_{in}}{\gamma L_r} e^{-\frac{\alpha T_{res}}{4}} \sin\left(\frac{\gamma T_{res}}{4}\right) \dots(3-5)$$

脉冲宽度 T_p 可以用式 (3-6) 表示。

$$T_p = \frac{T_{res}}{3} = \frac{2\pi}{3\gamma} \dots(3-6)$$

图 3-3-2 显示出用这些公式表达对于 C_r 和 L_r 的 I_{2max} 和 T_p 的关系。(图 3-3-2 表示 $V_{in}=80V$, $R=0.3\Omega$ 时的结果。) 从图 3-3-2 也可以看出，通过减小 L_r ，可以在提高 I_{2max} 的同时减小 T_p 。另外， C_r 变小的话 T_p 会变小，但同时 I_{2max} 会下降，所以根据用途进行选择是很重要的。

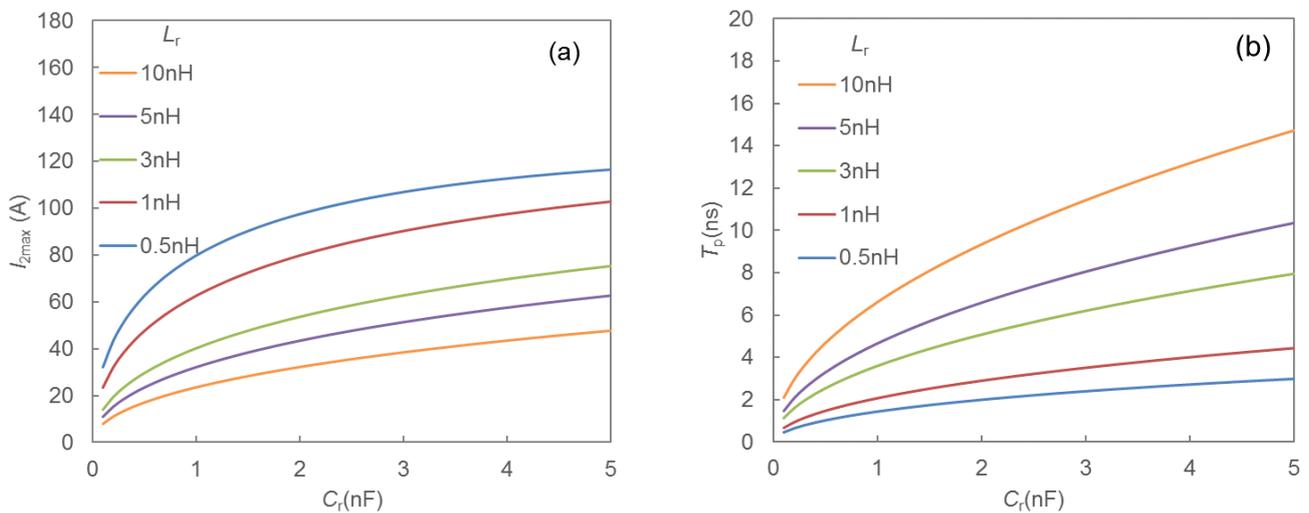


图 3-3-2 最大电流 (a) I_{2max} 与脉冲宽度 T_p (b) 对谐振电容器 C_r 和寄生电感 L_r 的关系

布局 layout 设计的影响

根据电路的布局设计 L_r 会有很大的变化，所以在设计时需要注意。一般来说，电流路径的闭环面积越小，电感也会越小，因此通过减小如图 3-3-1 中 I_2 的电流闭环的面积，可以减小 L_r 的值。为了减小电流路径的环路面积，与平面状形构成环路相比，在基板的厚度方向形成环路更能减小 L_r 。*2 另外，不仅是主电流环路，降低栅极-源极间的电感 L_g 也很重要。 L_g 大的话，栅极浪涌电压会变大而超过元件的耐压，所以为了尽量使 L_g 变小，将栅极-源极间的环路设计得较小也很重要。

LD 的影响

为了大功率化，如式 (3-1) 所示，选择 V_{FLD} 小的元件是很重要的。另外，量子效率越好的元件在流过相同电流时，可提高光输出功率。

ROHM 的 datasheet 记载着脉冲宽度 50ns 的光输出功率，不过，根据脉冲宽度不同光输出功率也可不同。一般来说，脉冲宽度越小，越不容易受到热的影响，因为对光耦有贡献的电子越多，所以光输出功率越大。因此，在脉冲宽度小于 50ns 的情况下使用时，光输出功率可能会比 datasheet 上记载的值大。

谐振电容器 Cr 选择相关

式 (3-1) 为了提高光输出效率，尽量选择 ESR 小的电容器。

电容器的容量因 Vin 而变动的話，会产生与电路设计条件不同的结果，所以要选择因电压引起的容量变动影响小的元件。因此，推荐使用 ESR 小、容量变动小的 COG 陶瓷电容器。

驱动频率与 R_L, R_D 相关

驱动频率 f_{sw} 越大，Cr 的充电所需的时间越短，所以需要注意。

如果把 Cr 的电压充电到 99%的时间作为 T_{charge} 的话，用

$$T_{charge} = (R_L + R_D)C_r \ln\left(\frac{V_{in}}{V_{in}-0.99V_{in}}\right) \dots (3-7)$$

来表示。

这里，将电容器放电之前时间 T_{discharge} 设为 $T_{discharge} = \frac{T_{res}}{2} = \frac{\pi}{\gamma} \dots (3-8)$

那么如

$$\frac{1}{f_{sw}} - T_{discharge} > T_{charge} \dots (3-9)$$

所描述一样需要对 R_L, R_D 进行选定。

SW 元件 Q1 的影响

封装形状也会影响光输出功率特性。正背面有电流环的晶体管因为需要用电线布线，所以电感变大。因此，只有单面有焊盘的元件才可以降低电感，实现大功率、短脉冲化。*3 如果在共振的途中关断 Q1，可以使 T_p 更小，但此时静电容量越小的元件越能够进行高速关断。另外，为了不产生不必要的光输出功率，需要静电容量更小的元件。

3-4. 评估板（共振型电路）

ROHM 提供谐振型的评估板（Resonant wave B-01）。评价板的照片如图 3-4-1 所示。

Resonant wave B-01 为对应 5.6Φ CAN 封装测试，可不焊接直接按照。另外，通过改变 Cr 的值，可改变脉冲宽度、峰值输出功率 P_{peak}。本评价板的 L_r 已包括 CAN 封装在内的容量约为 4nH。（但是，根据插入情况多少会有点差异，所以请好好插入 CAN 封装。）因此，请根据想使用的光输出功率，脉冲幅度来变更 Cr 值。本评估板可施加 Vin 至 120V。



图 3-4-1 评估板 Resonant wave B-01

实测结果

·使用的测量机器型号

示波器：DPO5204B (Tektronix)

光功率计：S121C (THORLABS)

PD：DET025AL/M (THORLABS)

函数信号发生器【Function generator】：33250A (Agilent)

峰值功率的计算方法

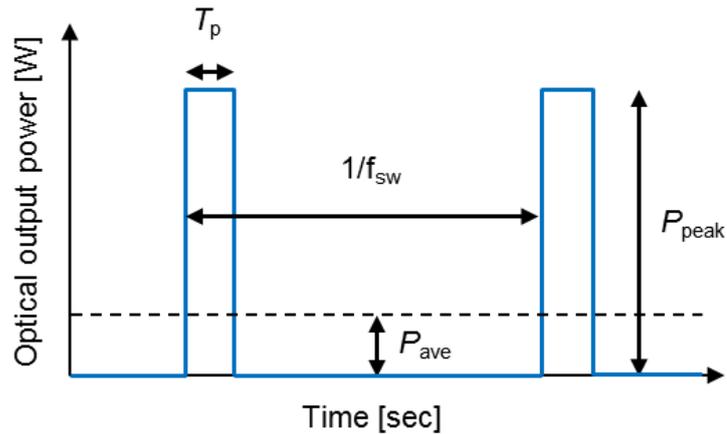


图 3-4-2 峰值功率 P_{peak} 和平均功率 P_{ave} 的关系

如图 3-4-2 所示，将光功率计得到的平均光输出功率 P_{ave} 设为 P_{peak} 时， P_{peak} 可以用下式定义。

$$P_{peak} = \frac{P_{ave}}{f_{sw} \times T_p} \dots (4-1)$$

$V_{in}=100V$ 时的光输出功率的实测波形如图 3-4-3 所示。测量样品是 ROHM 的 120W 产品。从这个结果 $T_p=4.5ns$ ，能确认 $P_{peak} = 120W$ 可实现。 V_{in} 与 P_{peak} 的关系如图 3-4-4 表示。

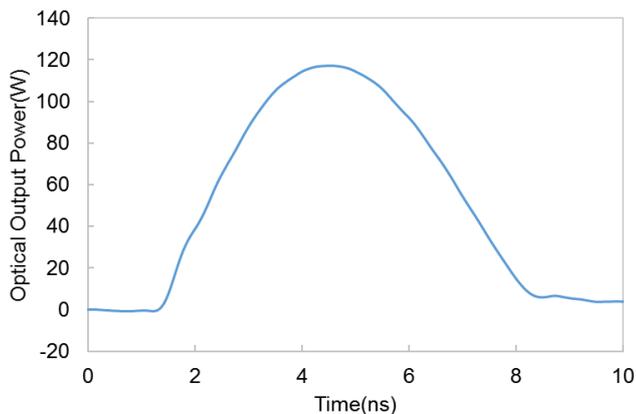


图 3-4-3 光输出功率波形(输入电压 $V_{in}=100V$ 时)

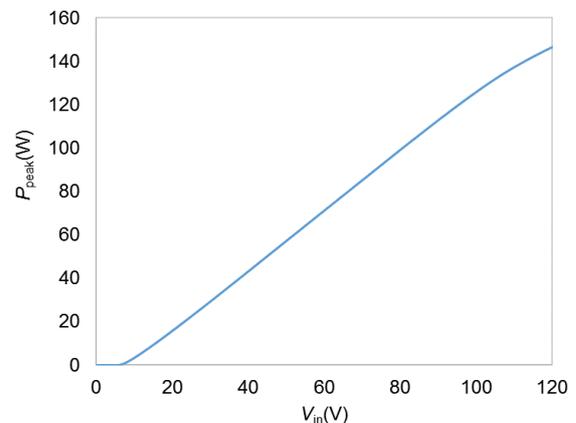


图 3-4-4 V_{in} 与 P_{peak} 的关系

谐振型电路有着以短的脉冲宽度能大功率化这样的特点，不过，因为谐振波形，不能正确地测量电流。在主电流环上加上分流电阻读取电流时，电流变动时由于分流电阻自身寄生电感的影响而起电。这个与 LD 的 V_{FLD} 也可以说是同样的。由于 LD 的寄生电感成分的影响而不能正确测量出 V_{FLD} 。因此，实际的测量波形也包含了那个起电部分影响的结果。为了正确测量电流和 V_{FLD} ，在不受分流电阻和 LD 寄生电感而引起起电影响的电流不变动区域进行测量是很重要的。因此，作为能够正确测量电流和 V_{FLD} 的电路，需要输出矩形波的功率电路。在矩形波的电流一定的区域，由于寄生电感的起电成分为 0，所以可以正确测量电流和 V_{FLD} 。

3-5. 评估板（矩形波型电路）

为了正确测量电流和 V_{FLD} ，ROHM 还提供了矩形波功率输出型评估板（Square wave B-01）。评估电路的照片如图 3-5-1 所示。



图 3-5-1 评估板 Square wave B-01

实测结果

·使用的测量机器型号

示波器：DPO5204B (Tektronix)

电压探测仪（被动探测仪）：TPP1000 (Tektronix)

光功率计：S121C (THORLABS)

PD：DET025AL/M (THORLABS)

函数信号发生器：33250A (Agilent)

$V_{in}=50V$ 时的实测波形如图 3-5-2 所示。测量样品是 ROHM 的 120W 产品。从这个结果能确认 $T_p=50ns$ ， $P_{peak}=120W$ 可实现。另外，从图 3-5-2 可以看出，由于有电流、电压恒定的区域，所以可以不受寄生电感的影响进行测量。（上升时、下降时的正向电压浪涌电压如前所述，是寄生电感造成的。）如图 3-5-3 所示正向电流与光输出功率，正向电压的关系。这个波形是 $T_p=50ns$ 时的结果，不过， T_p 大的话由于发热的影响用同样的电流情况来比较，光输出功率有下降的可能性。另外，根据驱动频率和散热环境的不同，发热的方法也会发生变化，所以比较元件时请在相同条件下进行比较。

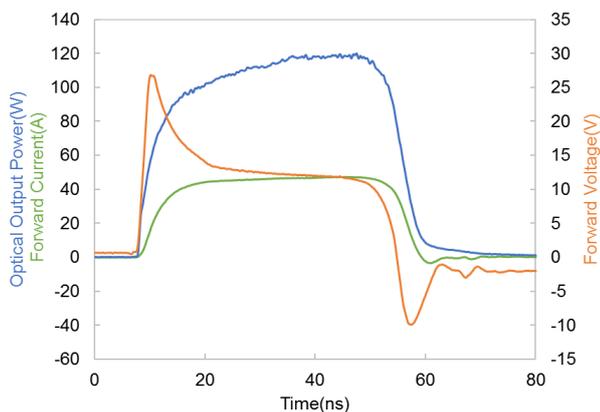


图 3-5-2 光功率波形、正方向电流波形、正方向电压波形 (Ppeak=120W 时)

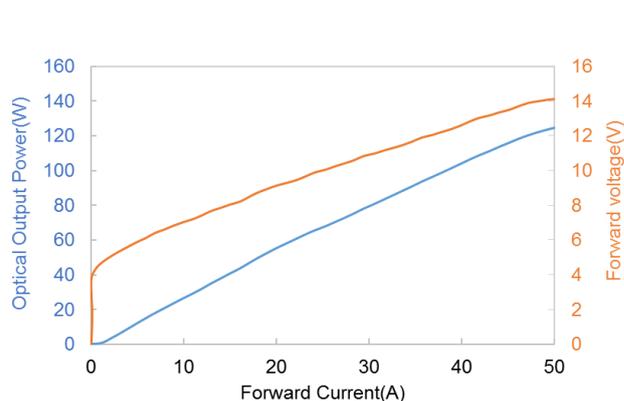


图 3-5-3 正方向电流与光功率、正方向电压的关系

本电路和谐振电路一样，安装了 LD 的保护用二极管。没有保护用二极管的情况下，在关断之后 LD 会产生逆浪涌电压。另外，在逆浪涌电压后，LD 也会向相反方向持续施加直流成分电压，有时会破坏元件。通过安装保护用二极管可以抑制反方向的浪涌电压，浪涌电压发生后也可以使电压稳定在大致 0V。因此，为了不破坏 LD 元件，连接保护用二极管是很重要的。在第 6 章中使用模拟软件进行有保护二极管情况和没有保护二极管情况的比较，详细情况请参照那边。

3-6. 模拟模型和 DEMO 电路

为了简化事前讨论，ROHM 也提供了 Spice 模型。关于模型的下载，请参照下面的页面。

<https://www.rohm.co.jp/products/laser-diodes/high-power-lasers>

ROHM 的 LD Spice 模型不仅是正向电流，正向下降电压，电容特性，漏电流特性还有光输出功率也可模型化。由此，用模拟器设计电路，能容易地预测光的输出功率。（可使用光功率模型的 OPT 端子确认光功率。此时请将 GND 端子连接到 GND。光功率的单位虽然标记为 V[伏特]，请将输出功率结果乘以 1A 转换为 W[瓦特]。）但是，在该模型中，由于光输出功率波形与正向电流波形相同的假设被模型化，所以想要进行严密的计算时，请考虑其他方法。

图 3-6-1 表示 ROHM120W 品的各特性实测结果和模拟结果比较。从这个结果可以确认模拟结果几乎再现了实测结果。另外，使用与评估板 Resonant wave B-01 对应的 DEMO 电路，模拟结果如 F 图 3-6-2 所示。通过使用该电路，不仅可以确认谐振电路中的光功率波形，实际上也可以事先确认由于电感的起电影响而难以测量的电流。

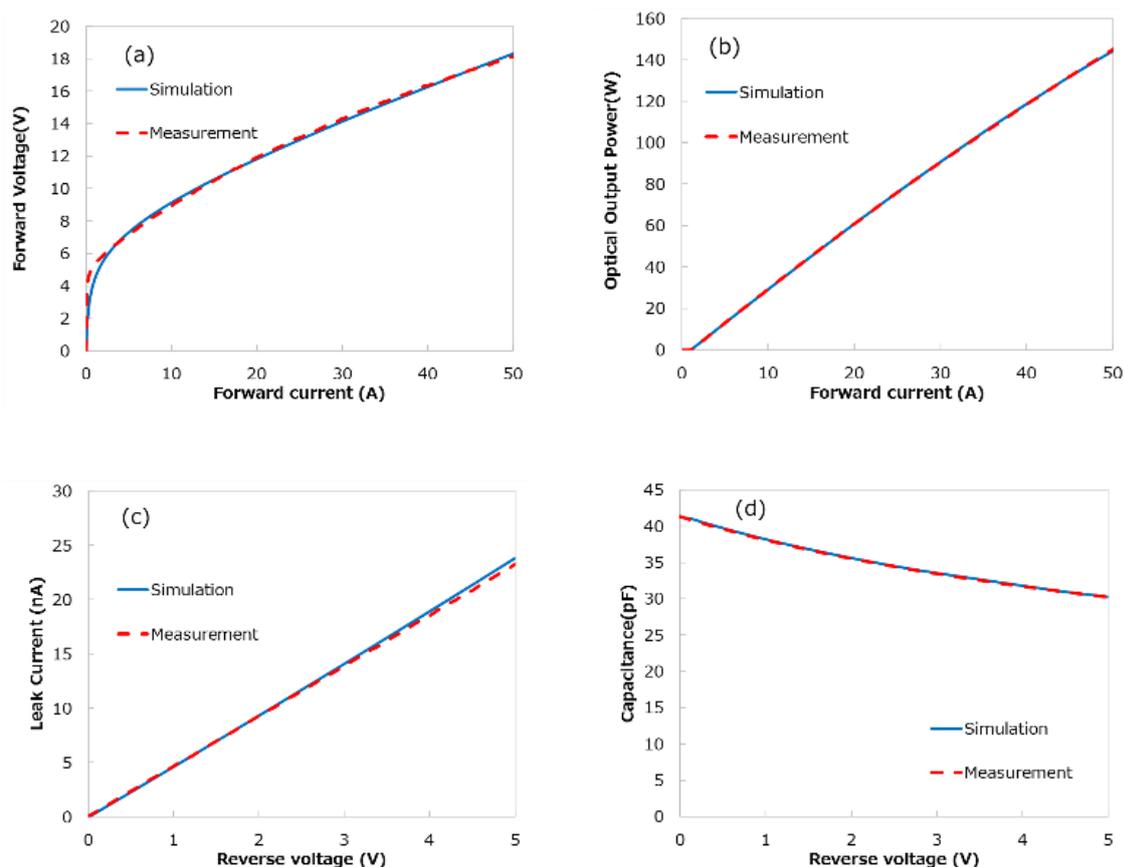


图 3-6-1 实测结果与模拟结果比较 (a)正方向电压特性 (b)光功率特性 (c)漏电流特性 (d)容量特性

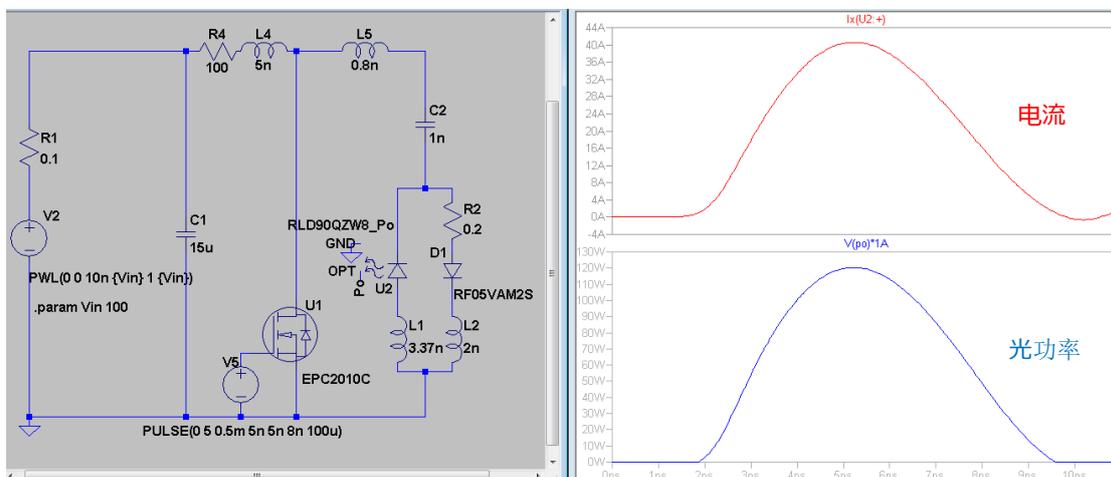


图 3-6-2 Resonant wave B-01 相对应的 DEMO 电路

Square wave B-01 的电路对应的 DEMO 电路上安装保护二极管时和不安装保护二极管时 LD 上施加的电压的模拟结果如图 Fig.3-6-3 表示。在实际测量中，只有包含 LD 的电感成分的结果才能输出光功率，但在这种情况下，由于无法确认 LD 的元件实际施加的电压，因此在模拟上确认了与 LD 的元件直接施加的电压成分相关。

安装保护二极管时，如图 3-6-3 所示，开关后电压立即变为接近 0 的值。但是，不安装保护二极管的情况下，开关后电压几乎被负电压固定。此次的模拟条件施加了约 -20V 的电压，证实了以超过元件的逆电压耐压 -4V 的条件驱动的事实。如果不这样安装保护二极管的话，元件损坏的可能性会变高，所以推荐安装保护二极管。

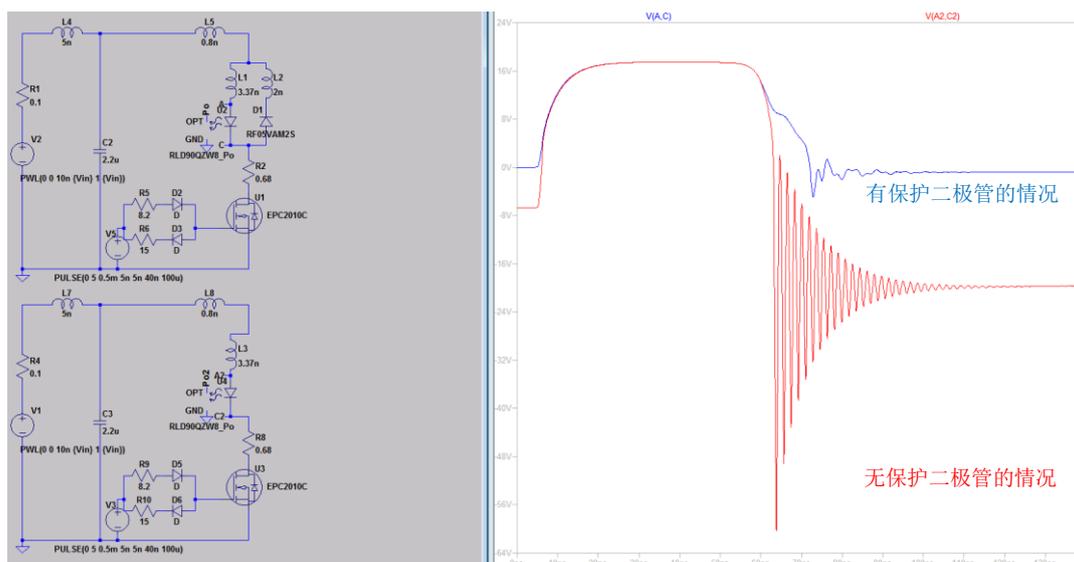


图 3-6-3 通过模拟确认的保护二极管的影响

3-7. Reference

- *1 G. A. Howe, "Capabilities and performance of dual-wavelength Echidna® lidar," *Journal of Applied Remote Sensing* 9(1), 095979, Dec 2015
- *2 Efficient Power Conversion Corp., "Optimizing PCB Layout," 2019.
- *3 J. Glaser, "High Power Nanosecond Pulse Laser Driver Using an GaN FET," *PCIM Europe 2018 Proceedings*, 2018

Notes

- 1) The information contained herein is subject to change without notice.
- 2) Before you use our Products, please contact our sales representative and verify the latest specifications :
- 3) Although ROHM is continuously working to improve product reliability and quality, semiconductors can break down and malfunction due to various factors.
Therefore, in order to prevent personal injury or fire arising from failure, please take safety measures such as complying with the derating characteristics, implementing redundant and fire prevention designs, and utilizing backups and fail-safe procedures. ROHM shall have no responsibility for any damages arising out of the use of our Products beyond the rating specified by ROHM.
- 4) Examples of application circuits, circuit constants and any other information contained herein are provided only to illustrate the standard usage and operations of the Products. The peripheral conditions must be taken into account when designing circuits for mass production.
- 5) The technical information specified herein is intended only to show the typical functions of and examples of application circuits for the Products. ROHM does not grant you, explicitly or implicitly, any license to use or exercise intellectual property or other rights held by ROHM or any other parties. ROHM shall have no responsibility whatsoever for any dispute arising out of the use of such technical information.
- 6) The Products specified in this document are not designed to be radiation tolerant.
- 7) For use of our Products in applications requiring a high degree of reliability (as exemplified below), please contact and consult with a ROHM representative : transportation equipment (i.e. cars, ships, trains), primary communication equipment, traffic lights, fire/crime prevention, safety equipment, medical systems, servers, solar cells, and power transmission systems.
- 8) Do not use our Products in applications requiring extremely high reliability, such as aerospace equipment, nuclear power control systems, and submarine repeaters.
- 9) ROHM shall have no responsibility for any damages or injury arising from non-compliance with the recommended usage conditions and specifications contained herein.
- 10) ROHM has used reasonable care to ensure the accuracy of the information contained in this document. However, ROHM does not warrants that such information is error-free, and ROHM shall have no responsibility for any damages arising from any inaccuracy or misprint of such information.
- 11) Please use the Products in accordance with any applicable environmental laws and regulations, such as the RoHS Directive. For more details, including RoHS compatibility, please contact a ROHM sales office. ROHM shall have no responsibility for any damages or losses resulting non-compliance with any applicable laws or regulations.
- 12) When providing our Products and technologies contained in this document to other countries, you must abide by the procedures and provisions stipulated in all applicable export laws and regulations, including without limitation the US Export Administration Regulations and the Foreign Exchange and Foreign Trade Act.
- 13) This document, in part or in whole, may not be reprinted or reproduced without prior consent of ROHM.



Thank you for your accessing to ROHM product informations.
More detail product informations and catalogs are available, please contact us.

ROHM Customer Support System

<https://www.rohm.com.cn/contactus>