

翻译:

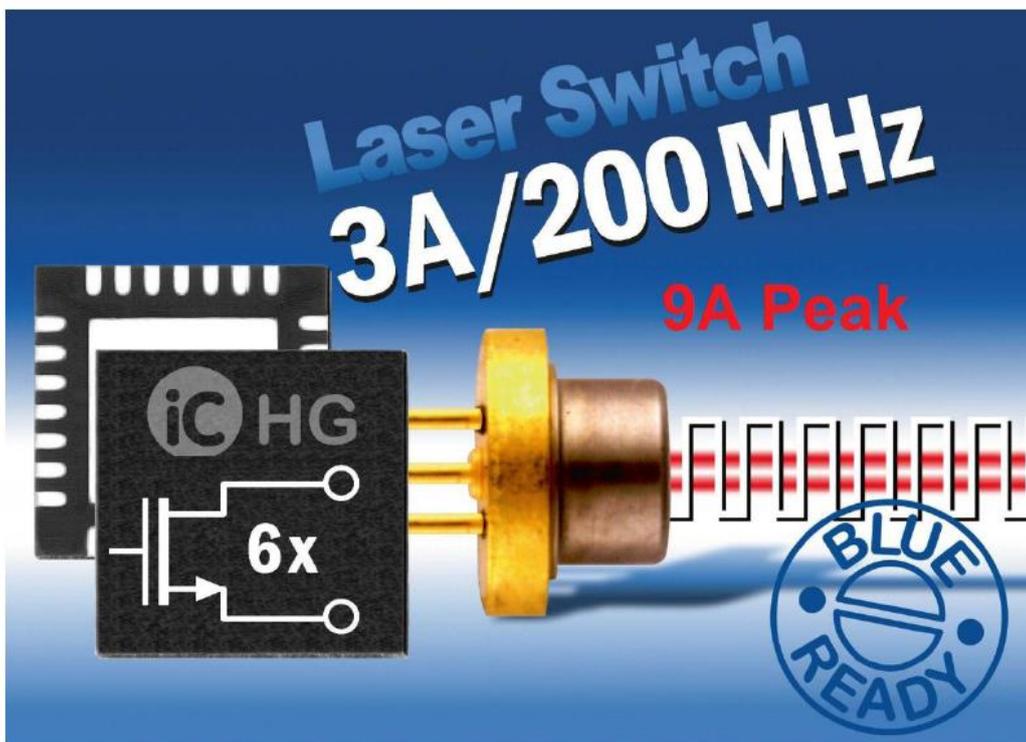
高速激光驱动电路的设计与测试

自从50年前Theodore H Maiman发明了激光器，激光就在不同技术领域里得到广泛应用，例如通信，工业生产 [1] 以及传感器，测量设备等。当通信业关注达到GHz范围的高速传输频率时，工业生产的主要目标是高速的极短的纳秒范围内的脉冲光功率。在激光感应器和测量设备的领域里，高速驱动电路的设计成为非常艰巨的任务。

这份资料主要描述快速驱动电路的设计，PCB布局，光学测量工作，以及设计一个脉冲宽度达到2.5纳秒的理想解决方案。

目录:

- 1) 集成激光驱动器解决方案
- 2) 高速激光驱动电路的设计考量
- 3) 布局要求
- 4) 测量激光脉冲
 - 4.1) 从示波器到光学仪器
 - 4.2) 从计算机到光学USB仪器
- 5) 设计检查
- 6) 概要
- 7) 文献



1) 集成激光驱动器解决方案

传统的激光二极管驱动电路通常使用分立元器件，来达到低成本低效率的使用要求[2]。而集成激光驱动方案的优势在于：

- ✓ 提高了输出功率的稳定性（1%或更高）
- ✓ 减少电路板空间（至80%）
- ✓ 错误监视
- ✓ 动态性能更佳
- ✓ 提高可靠性/MTBF无故障工作时间

对于快速开关，集成驱动器是强制性的，因为减少电感线路和电容能允许更快的信号变化。

2) 高速激光驱动器电路的设计考量

应用在测量和传感技术上的激光光源通常是半导体二极管激光，只需从几个微瓦到几百个毫瓦的光学输出功率。集成电路能简单并安全地控制[3]并覆盖整个可见光谱到红外光范围。你可以点击[这里](#)查看完整的iC-Haus集成激光驱动方案。最新一代全能型集成激光驱动方案支持的开关频率高至155兆赫兹，激光电流高达300毫安。图1是iC-NZN应用电路的原理图。它适用于3.3至5.5伏的工作电压并能在具备或不具备监控二极管的情况下驱动N, M, 以及P型激光二极管。

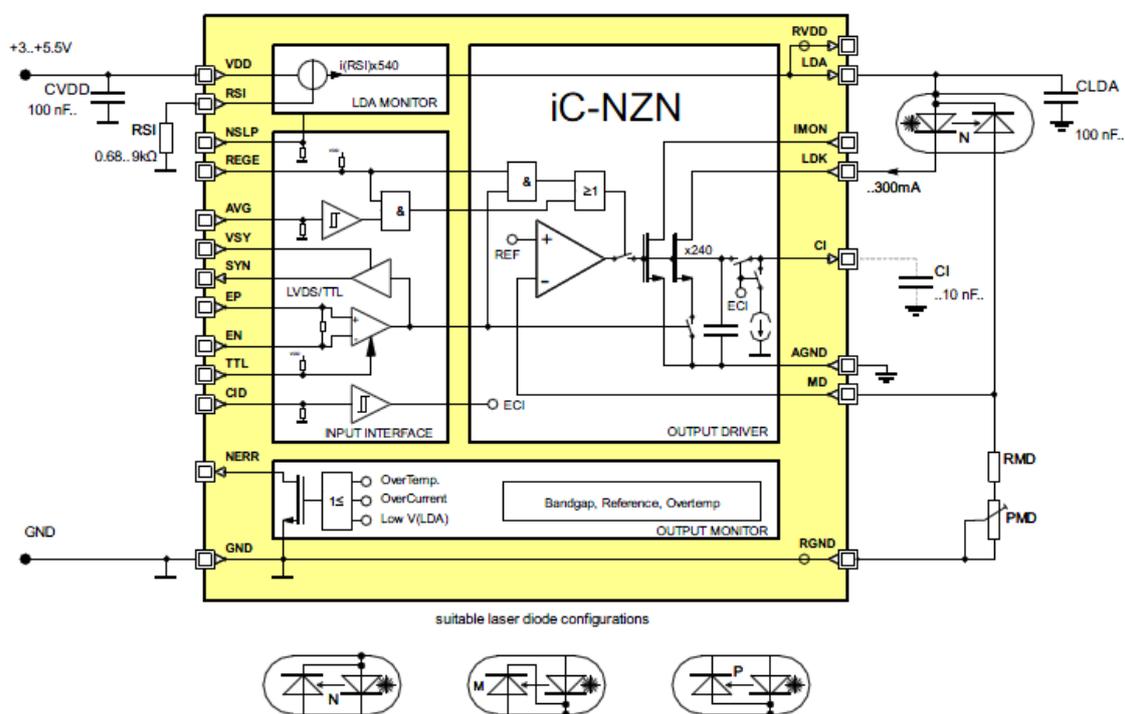


图1：全能型集成激光驱动电路

支持两个操作模式——自动功率控制（APC）和自动电流控制（ACC） [4]。如上图1所示，光学输出功率不同，驱动电流由电阻器PMP/RMD设置而成。如果采用一个合适的PCB布局，脉冲宽度可达到小于3.5纳秒以及脉冲上升沿和下降沿时长 (t_r/t_f) 为1.5纳秒（最大）。在此情况下应采用LVDS输入信号代替TTL水平来减少EMI。[iC-NZN](#)的特点是提供了一个低边输出（专门为N型激光二极管优化），[iC-NZN](#)的特点是提供了一个高边输出（专门为P型激光二极管优化）。为了保护激光二极管，特别是在APC模式，通过管脚VDDA的最大驱动电流可以由电阻RSI来限制。

对于更高功率的激光脉冲，电流开关例如iC-HG提供了一个集成解决方案。它的特点是可提供6个带尖峰释放的电流开关，每个开关切换电流为500毫安，而且这些开关可以并联起来达到3A DC电流。图2展示了[iC-HG](#)的应用电路，以3A来驱动单个激光二极管。脉冲宽度可以低至2.5ns，峰值电流可达9A。最大开关频率200MHz，上升和下降沿时长1ns(最大)。最大占空比取决功率耗散和[iC-HG](#)的散热情况。

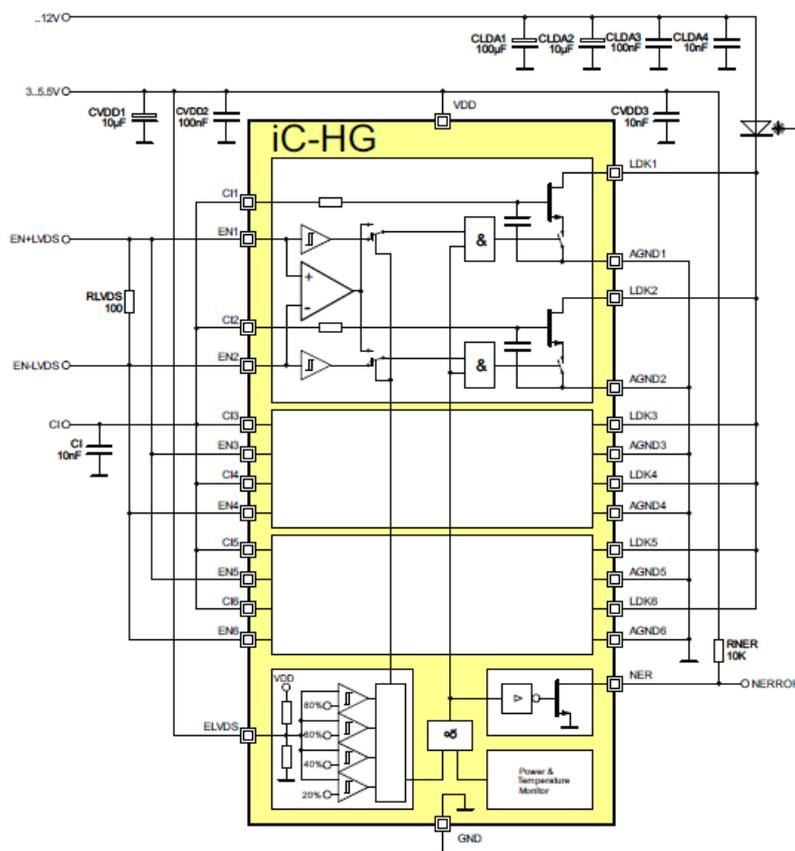


图2：激光驱动电路电流达3A，脉冲可达9A

输入EN1和EN2使用LVDS模式带100欧姆线路终端电阻。激光电源电压（最大12V）由两个低ESR钽电容缓冲以及使用两个瓷片电容进行RF滤波。iC-HG监控LVDS输入信号，如果幅度低于50%，会在管脚NER产生一个错误信号，电源电压和芯片温度也被监控。当欠压和过载时NER信号也会产生。每个通道的电流可以通过控制CIx的电压来设置。它也可以被用来做模拟调制。最大调制频率典型值2MHz，CIx的输入电容是调制频率的限制因素。

3) 布局要求

激光驱动模块的布局对于非常短的激光脉冲是相当挑剔的。由于快速开关的瞬间变化，设计PCB时需特别谨记传输线路低电感。图3a所示是一个*iC-HG*高速驱动模块的例子，图3b是布局的细节。以下是推荐的设计指导方案：

- 保持从驱动器到激光二极管的线路和回路尽可能短（每个mm都要考虑到！）
- 放置储能/旁路电容在驱动器IC电源和地线附近
- 选择低ESR电容（使用两个电容并联来减小ESR）
- 分离AGND_x 和GND大面积铺地（只在公共地处连接）
- 确保DFN封装的散热PAD的散热



图3a：高速激光驱动模块

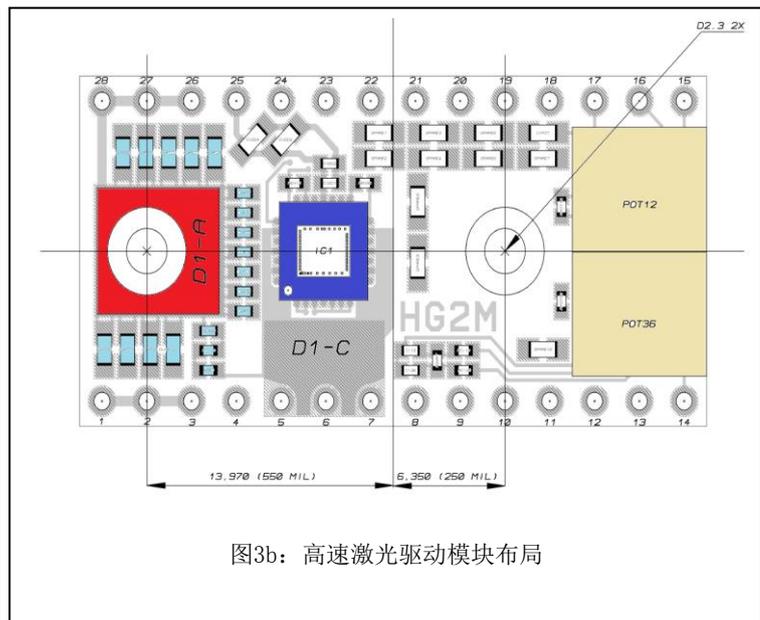


图3b：高速激光驱动模块布局

4) 测量激光脉冲

为了了解准确的激光脉冲形状，仅有一个电气测量激光电流是不够的。由于激光二极管的特性，测量结果会大不相同。因此必须测量激光二极管的光学输出。这通常是通过使用一个扩展常规实验室设备用于电子测量。可能的方法有扩展常规示波器或者试验用PC来测量光学的激光光束。

4.1) 从示波器到光学仪器

为了激光二极管脉冲的光学测量，需要一台高速示波器和一个附加的高速光电接收器。此光电接收器应该在相关频谱范围具有高灵敏度以及尽可能宽的带宽，从DC到GHz范围，以便激光脉冲的幅度和快速脉冲的边沿同样可以被测量。

典型测量装置

图4a所示的是一个典型的光学测量装置，使用*iC212*高速光电接收器作为示波器的一个适配器。在这个例子中，使用一个大约12.5ns的40mW的激光脉冲发生器，脉冲幅度和上升沿时长可以使用示波器测量。示波器需要一个合适的高模拟带宽，工作频率也要到GHz范围。图4b所示的是光学脉冲响应。

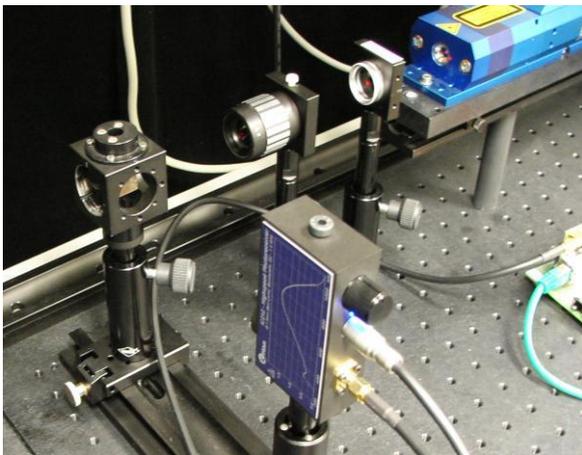


图4a: 带有*iC212*光电接收器的激光二极管和模块测量装置

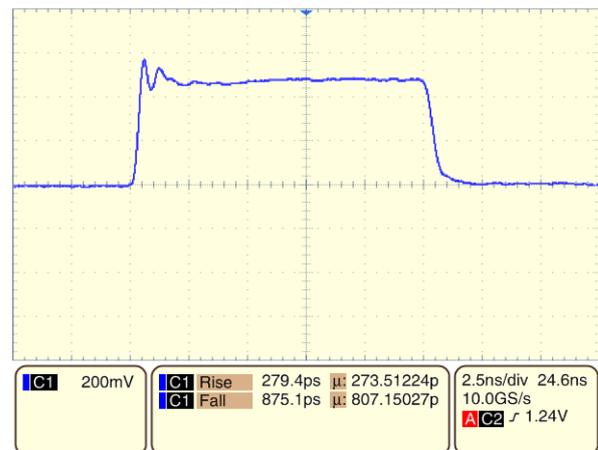


图4b: 通过光电接收器*iC212*测得的激光脉冲结果

*iC212*是特别为此类测量而设计的光电接收器，它是第一个此类装置，结合一个带宽范围从直流到1.4GHz的宽光谱灵敏度，波长从320到1000nm（见图5）。它可以测量连续波和脉冲光功率，瞬态低至280ps。

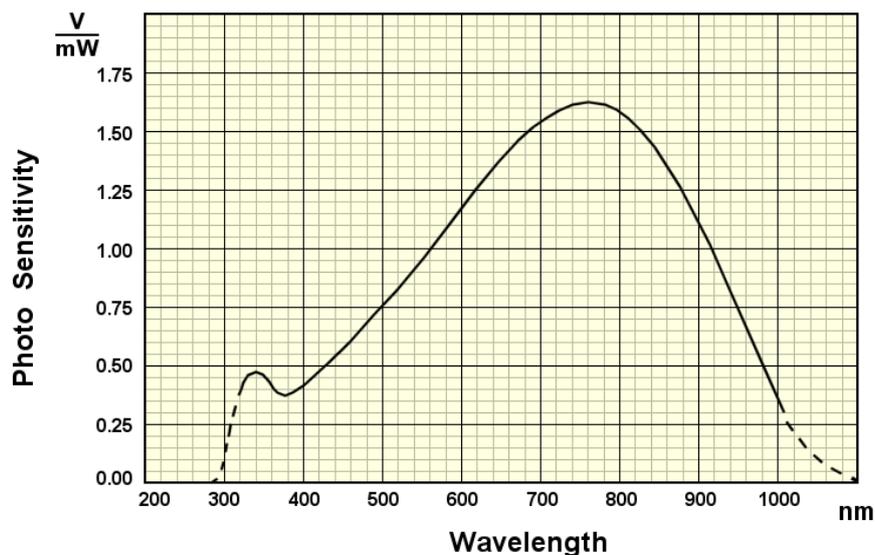


图5：光电接收器频谱灵敏度

[iC212](#) 在波长760nm的增益因数是1.625V/mW。这允许光学功率测量低至毫瓦范围。激光脉冲的上升沿和下降沿时长可以直接从示波器读出。然后光学功率可以由测量得到的幅度除以相关波长的灵敏度得出。

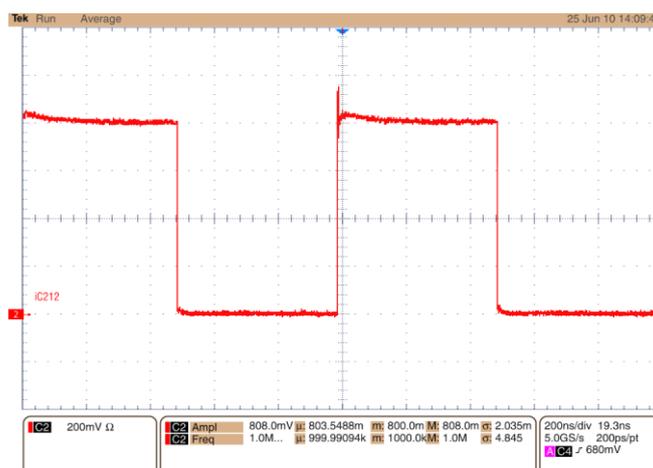


图6：测量功率

图6所示的示波器测量波长为635nm。灵敏度由图5得出，在635nm处， $S=1.34\text{V/mW}$ 。光学功率有下面的式子计算，其中， U 是从示波器读出的幅度。

$$P_{\text{opt}}(\text{iC212}) = U / S = 0.803 \text{ V} / 1.34 \text{ V/mW} = 0.60 \text{ mW}$$

除了激光二极管和激光模块的光学测量，[iC212](#)也可以用来测量玻璃纤维传输线，光学传输时间，照度或者激光系统的光学触发或者错误检测测试。

4.2 从计算机到USB光学仪器

另一个选择是*iC227*数字示波器，通过USB连接到实验计算机。它是一个非常快速和精确的双通道8GHz顺序采样示波器，基于微控制器和高速ECL差分电路。微控制器经过隔离的全速USB接口通信，全速速率12Mbits/s。顺序工作范围是由在触发和采样电路之间插入增量时延完成。ADC转换随着一个触发事件开始以10皮秒增量采样。图7所示的是*iC227*配置成4GHz双通道示波器的功能原理。连接到*iC212*的被测部件来构成一个完整的光学计算机仪器。

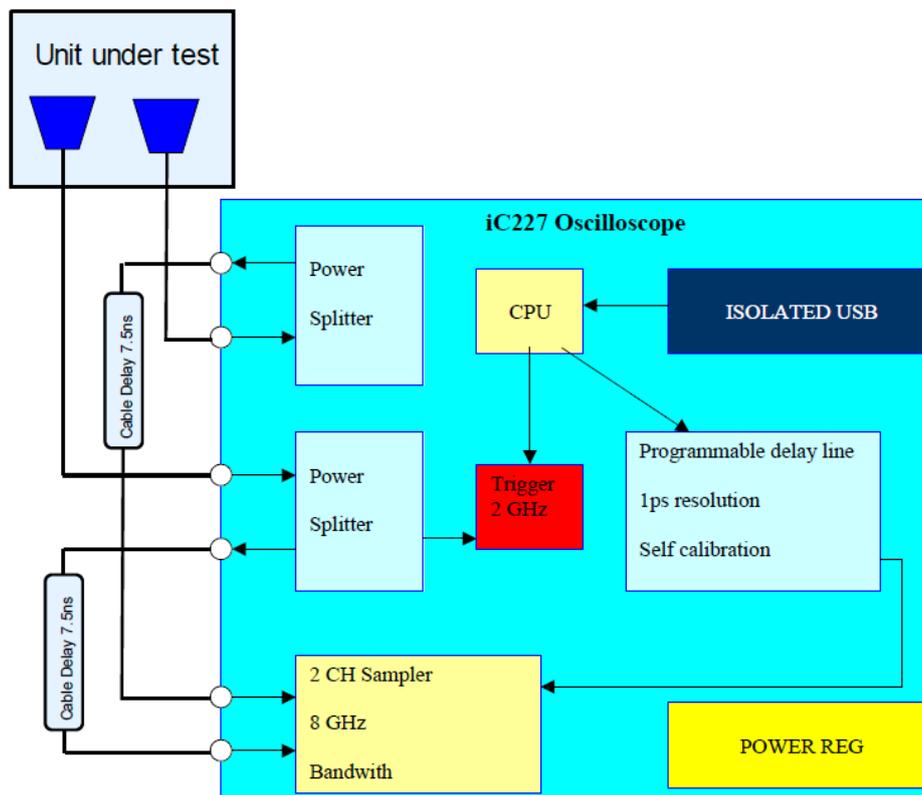


图7：USB示波器的功能原理

*iC227*的主要特性如下：

- 8 GHz 带宽在CH1和CH2上
- 触发输入带宽2GHz
- 时基范围25 ps至100 μ s
- 垂直12位分辨率
- 时基精度0.5% FS \pm 10 ps
- 垂直精度随着CH1/CH2输入 3% FS
- 最小触发频率10 kHz
- 垂直刻度10到1000 mV
- 最大输入采样电压2 Vpp，触发输入4 Vpp

由于采样原理，[iC227](#)会重复信号工作。因此，需要一个数字脉冲发生器来完成测试装置。图8所示的是[iC149](#)脉冲发生器。它产生脉冲宽度从1到64ns，步长增量0.25ns。固定频率1MHz以及提供LVDS和TTL输出。管脚连接兼容[iC-HG](#)和[iC-NZN/NZP](#)评估板。

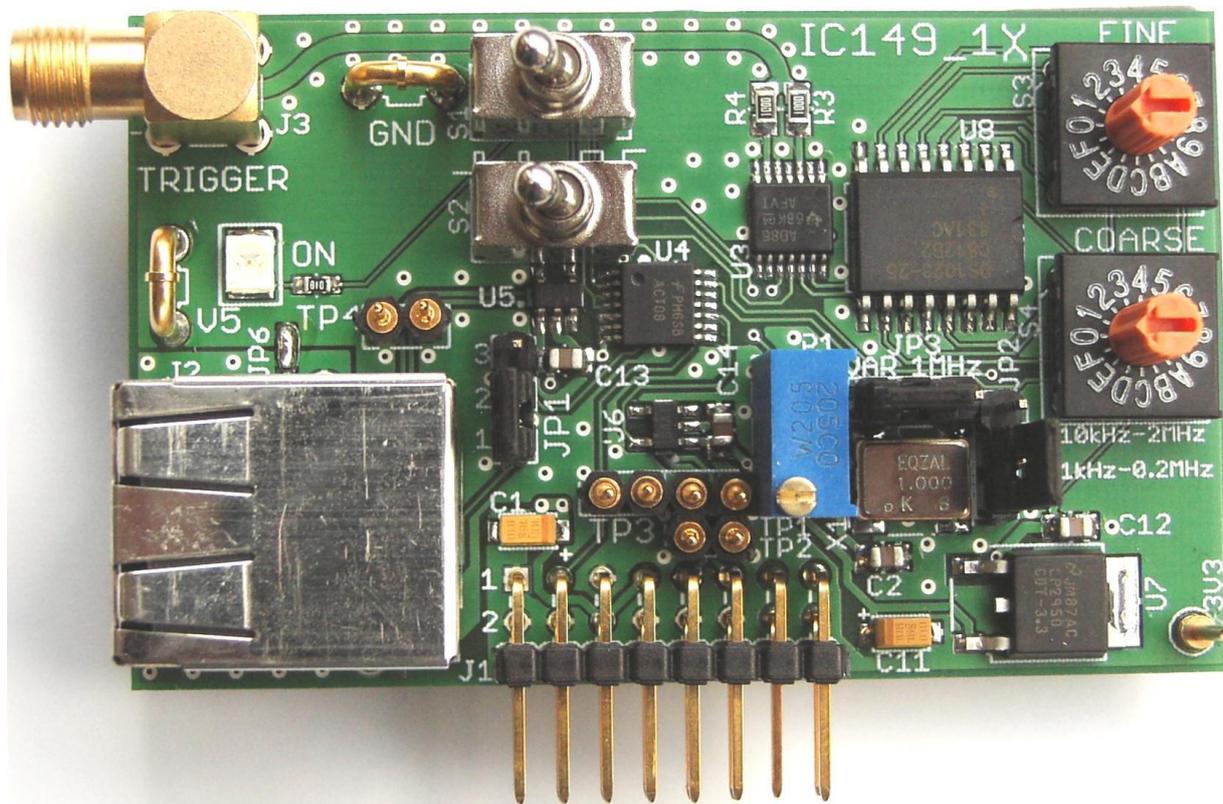


图8：脉冲发生器管脚连接使用[iC-HG/NZN/NZP](#)评估板

脉冲宽度可由两位十六进制码旋转开关设置。举个例子，一个完整的测试装置如图9所示。它由一个光学测试台组成，包括[iC-NZN](#)评估板和脉冲发生器[iC149](#)。接收器方[iC212](#)光电接收被用来和[iC227](#)一起工作，[iC227](#)带宽设置为8GHz，[iC212](#)光电接收器直接连接到通道1。“Input via Trigger”复选框必须保持未选。

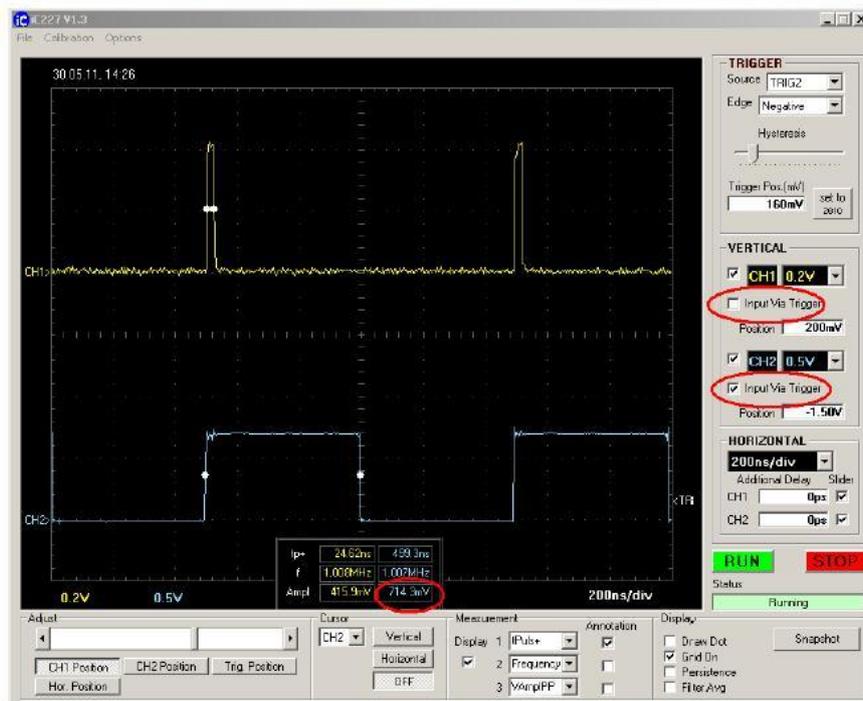
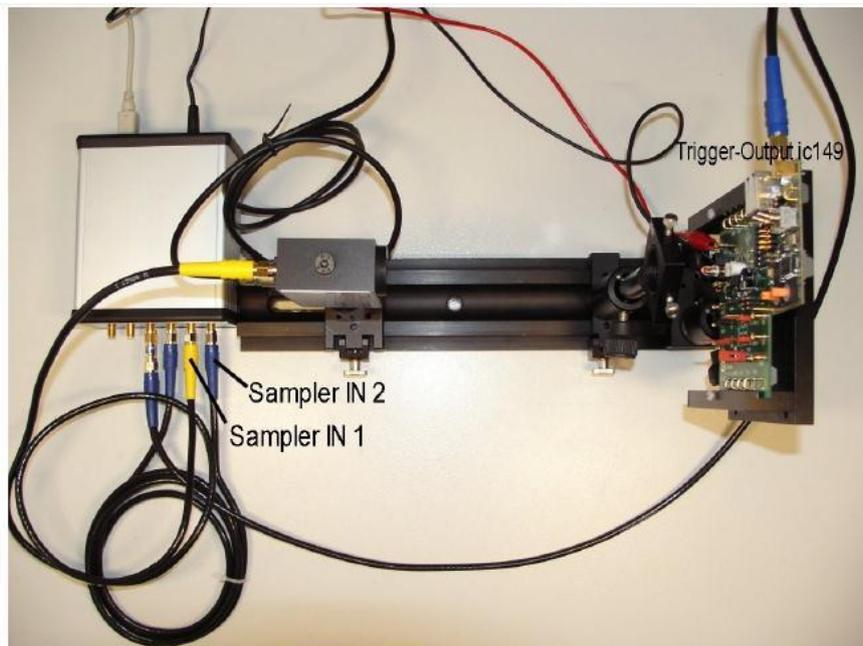


图9：光学测量采用计算机USB光学仪器

[iC212](#)光电接收器输出直接连接到“SAMPLER IN1”。“Input via Trigger”复选框必须保持未选。

5) 设计检查

对于高速激光驱动器设计，推荐注重考虑以下项目：

- PCB板布局参照第3项
- 示波器带宽要充分考虑快速跃迁和过冲
- [iC-HG](#)在LDKx的过冲输出不应该超过最大值12V
- [iC-NZN](#)在LDK的过冲输出不应该超过15V，正常值为12V

6) 概要

新一代基于[iC-HG](#)的激光驱动器电路能够产生高功率激光脉冲，脉宽低于3.5ns。为了在相关应用中能精确达到这个目标，需要优化PCB设计来减小分布电感。需要专用工具来测量光学输出的上升沿和下降沿时长。光电接收器[iC212](#)，脉冲发生器[iC149](#)和数字USB示波器[iC227](#)是测量设备新的选择。这同时也将示波器和计算机改变成一个测量实际激光二极管输出的光学仪器。

6) 文献

- [1] *50 years of the laser - a technology that has changed the world*
(<http://www.50-years-laser.com/>)
- [2] Discrete vs. integrated, [Application Note 3](#)
- [3] Uwe Malzahn, *Driving diode lasers is straightforward*, [EuroPhotonics, 8/2004](#)
- [4] Laser Webinar [Handout](#)

iC-Haus 简介

iC-Haus 是一家领先的独立德国制造商，具备标准 ICs (ASSP) 并可定制 ASiC 半导体解决方案。该公司已经积极在工业、汽车和医学技术领域设计、生产和销售特定应用型集成电路超过 25 年，其分支机构与业务遍布全球。iC-Haus 在 CMOS，双极和 BCD 技术方面的单元库配备齐全，可实现传感器，驱动器集成电路，激光/光电子集成电路，光学编码器电路，驱动电路和其他混合信号组件的设计。这些 IC 采用标准塑料包装或精密封装技术来加工成完整的微系统，多片模块和 optoBGA™，后者与传感器相结合。

欲知更多详情，请查看<http://www.ichaus.com>