

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2006 年 6 月 22 日 (22.06.2006)

PCT

(10) 国际公布号
WO 2006/063502 A1

(51) 国际专利分类号:
H04B 10/06 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2005/001761

(22) 国际申请日: 2005 年 10 月 25 日 (25.10.2005)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
200410077688.X

2004 年 12 月 17 日 (17.12.2004) CN

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 中兴通讯股份有限公司(ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人; 及

(75) 发明人/申请人 (仅对美国): 张立昆(ZHANG, Likun) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 瑞高登(RIES, Gordon) [US/CN]; 中国广东

省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京连和连知识产权代理有限公司(LIAN & LIEN IP ATTORNEYS); 中国北京市朝阳区安定路33号化信大厦A座901薛平, Beijing 100029 (CN)。

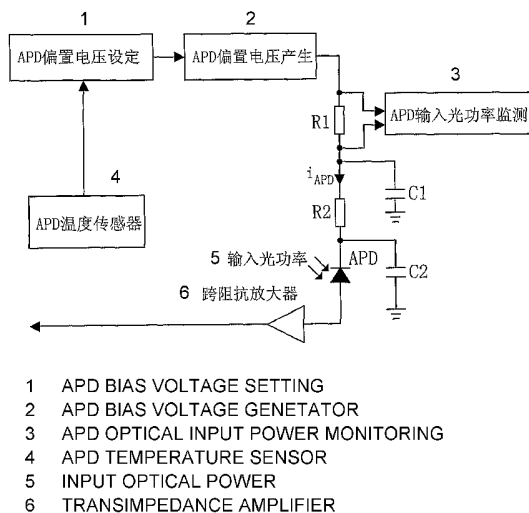
(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH,

[见续页]

(54) Title: AN OPTICAL-RECEIVING MODULE COMPRISING AN AVALACHE PHOTON DIODE WITH OVER-LOAD PROTECTION FUNCTION

(54) 发明名称: 具有过载保护功能的雪崩光电二极管光接收模块



(57) Abstract: An APD optical-receiving module with overload protection function, is used in the field of optical communication; including an Avalanche Photon Diode; DC/DC voltage boost circuit for supplying the reverse bias voltage to the Avalanche Photon Diode; sampling resistor for input power detection, one terminal of which is connected with the output of the DC/DC voltage boost circuit; current limiting protection resistor is connected the other terminal with the base pin of the DC/DC voltage boost circuit in cascade, the resistance of said current limiting protection resistor is greater than that of the sampling resistor. When the input optical power is overtop, instantaneously generating biggish photogerated current, and the voltage drop will rapidly enlargement through the current limiting protection resistor, which brings that the reverse bias voltage of the Avalanche Photon Diode decreases to not generate the avalanche effect, so that will not generate too big photocurrent to over current damage of the Avalanche Photon Diode. And that has the overload protection.

[见续页]



CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

所引用双字母代码及其它缩写符号, 请参考刊登在每
期PCT公报期刊起始的“代码及缩写符号简要说明”。

(57) 摘要:

一种具有过载保护功能的 APD 光接收模块, 用于光纤通讯领域; 包括雪崩光电二极管; 为雪崩光电二极管提供反向偏置电压的 DC/DC 升压电路; 用于输入光功率检测的取样电阻, 取样电阻的一端与 DC/DC 升压电路的输出端连接; 在取样电阻的另一端与雪崩光电二极管的反向偏压管脚之间串接限流保护电阻, 且所述限流保护电阻的阻值大于取样电阻的阻值。当输入光功率过高时, 瞬时产生较大的光生电流在限流保护电阻上产生的电压降会迅速增大, 导致雪崩光电二极管的反向偏置电压迅速降低到无法产生雪崩效应, 因此不会产生很大的光电流而造成雪崩光电二极管的过流损坏, 从而起到了过载保护的作用。

具有过载保护功能的雪崩光电二极管光接收模块

技术领域

本发明涉及光纤通信领域中的高速光接收模块，尤其涉及一种具有过载保护功能的雪崩光电二极管（Avalanche photon diode）（以下简称 APD）
5 光接收模块，且特别涉及一种在过高输入光功率条件下具有过载保护功能的 APD 光接收模块。

背景技术

APD 光电探测器又称为雪崩光电二极管，是利用雪崩倍增效应使光电流得到倍增的高灵敏度光电探测器，图 1 所示为 APD 光电探测器发生雪崩倍增效应的过程示意图。APD 光电探测器在正常工作时，APD 两端设置的高反向偏置电压在 APD 器件内部形成一个强电场区域。当有光入射到 PN 结上，并且光子的能量大于半导体材料的禁带宽度，则价带上的电子吸收一个光子而跃迁到导带，结果产生电子-空穴对，该电子-空穴对经过强电场区域时被加速，获得足够的能量，在高速运动的过程中和 APD
10 材料晶格中的原子碰撞，使晶格中的原子电离，从而产生新的电子-空穴对，这种经过碰撞产生的电子-空穴对称为二次电子-空穴对，二次电子-空穴对在经过强电场区域时又被加速，又可能碰撞晶格中的原子使其产生电离效应，激发出更多的电子-空穴对，这样经过多次碰撞—电离—更多的电子-空穴对—加速运动—碰撞电离的结果，使 APD 器件内部的载流子
15 数目迅速增加，反向电流迅速加大，从而产生雪崩效应。图 1 中，输入的

平均光功率通过光纤耦合直接照射在探测器的光敏面上，光敏面上镀了增透膜，防止光信号因大量反射而造成能量损失。

用 APD 做成的光接收模块，其合适的偏置电压和其内在的雪崩效应是 APD 光接收模块具有较高接收灵敏度的两个关键因素，而 APD 器件的
5 内在雪崩效应在正常的反向偏置电压作用下才可以得到最佳的接收灵敏度。因此，最佳增益因子 M 与 APD 器件的材料、APD 器件的反向偏置电压 V 、APD 器件的雪崩电压 V_B 以及温度等因素密切相关，可以用以下简单的经验公式来描述：

$$M=1/[1-(V/V_B)^n]$$

10 式中的系数 n 与 APD 器件的构成材料有关 对于典型的 InGaAs 材料， $n=3.45$ 。由上式可知，当实际的反向偏置电压 V 远小于雪崩电压 V_B 时，不足以使 APD 产生雪崩效应，APD 产生的光生电流很小，因此增益因子 M 较小；当实际的反向偏置电压 V 等于雪崩电压 V_B 时，增益因子 M 趋向于无穷大，但是由于光电器件材料和制造工艺的限制以及雪崩倍增发生时产生的噪声也非常大，实际的增益因子（或增益系数） M 的值不可能达
15 到无穷大；当实际的反向偏置电压 V 大于雪崩电压 V_B 时，增益系数 M 会迅速下降，这时 APD 器件可能由于反向偏置电压过高而迅速击穿损坏，由此可见，实际的反向偏置电压 V 通常设置在略低于雪崩电压 V_B 附近，以得到最佳增益因子 M 。另外，APD 器件的增益对温度的变化也很敏感，
20 图 2 给出了典型的 10Gb/s APD 器件的增益系数与反向偏置电压与温度的关系曲线。从图 2 曲线中可见，当温度升高时，雪崩电压 V_B 也在增大，如果此时反向偏置电压 V 不变，则增益系数 M 会下降许多，要想保证增

益系数基本不变，必须在温度升高时相应地增加 APD 反向偏置电压。所以 APD 器件的偏置电压电路必须具有温度补偿功能。目前，比较通用的 APD 偏置电压电路普遍采用 PWM (Pulse wide modulation, 脉宽调制) 升压转换器件及倍压电路来实现，如图 3 所示，输入电源通常是低电压，经过 DC/DC 升压电路及倍压电路变换后成为高电压，输出高电压可以通过控制端控制调节，并且能够随着环境温度的变化而变化，脉宽调制升压转换器件内部集成开关器件具有较高的极限耐压，再加上外部电路构成的倍压网络，使输出电压可高达 75V 以上。

APD 光接收模块通常使用的 APD 反向偏置电压电路如图 4 所示，DC/DC 升压电路包括 APD 偏置电压设定模块、APD 偏置电压产生模块及 APD 温度传感器，在升压电路输出端和 APD 高压管脚之间串接一个误差为 1% 的精密电阻 R 作为光生电流的取样电阻，电阻两端分别用一个电阻分压网络，将电阻上由光生电流而产生的电位差送到一个精密仪表运算放大器的输入端，适当地调节精密仪表运算放大器的放大倍数，得到一个在输入光功率动态范围内随输入光功率近似线性变化的电压曲线，因此可以用来检测输入光功率值的大小。连接在 APD 高压管脚与地之间的电容 C 主要作滤波使用，以降低 APD 偏置电源的噪声干扰。取样电阻 R 的阻值一般不能选择太大，如果阻值选择太大，当输入光功率增大时，在该电阻上的电压降增大，导致精密仪表运算放大器的输入端电压大于其输入共模电压而不能正常工作，因而在高输入光功率条件下不能正确检测 APD 光接收模块输入光功率的大小，另一方面，取样电阻 R 的阻值过大也会造成如果输入光功率在过载点附近时，APD 反向偏置电压过小而不能正常工

作。上述电路，通过调节控制电压，可以使 APD 器件工作在最佳反向偏置电压附近从而得到最佳的接收灵敏度，过载点测试也能够满足指标要求。在输入光功率动态范围内，APD 的光生电流随输入光功率而线性变化，使得 APD 器件能很好地工作。但是在实际工程中常常由于误操作等因素（例如，由于操作失误，误将从光放大器中输出的光信号不作衰减，直接接入到 APD 光接收模块，或光纤传输系统在线检查线路光纤时，光时域反射计发射的超强脉冲光会经过线路放大器到达中继端或接收端的 APD 光接收模块）使输入光功率大大超出 APD 输入过载光功率，使输入、输出的线性关系遭到破坏，造成 APD 器件不能正常工作甚至损坏的情况，特别是当输入光功率远大于 APD 器件的过载光功率时，由于此时 APD 器件的反向偏置电压使得 APD 仍然工作在最佳增益状态，光生电流会瞬时迅速增加到远大于 APD 的饱和输出电流，从而在极短的时间内迅速将 APD 器件损坏，给光模块制造商和客户均造成较大的损失。因此如何保证在较大的输入光功率条件下，APD 光接收模块不被损坏已经成为光接收模块设计中必须解决的难题。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是：针对现有 APD 光接收模块在输入远大于过载光功率的强输入光功率时常常会损坏的缺点，提供一种具有过载保护功能的 APD 光接收模块，更具体地说，提供一种在过高输入光功率条件下具有过载保护功能的 APD 光接收模块。

本发明为解决上述技术问题所采用的技术方案为：

一种具有过载保护功能的 APD 光接收模块，包括：雪崩光电二极管；
为所述雪崩光电二极管提供反向偏置电压的 DC/DC 升压电路；用于输入
光功率检测的取样电阻，所述取样电阻的一端与所述 DC/DC 升压电路的
输出端连接；以及第一滤波电容；在所述取样电阻的另一端与所述雪崩光
5 电二极管的反向偏压管脚之间串接限流保护电阻，且所述限流保护电阻的
阻值大于所述取样电阻的阻值；所述第一滤波电容接于所述取样电阻和所
述限流保护电阻的连接处与地之间。

所述的光接收模块，其中：在所述限流保护电阻和所述雪崩光电二极
管的反向偏压管脚的连接处与地之间接有第二滤波电容。

10 所述的光接收模块，其中：当所述雪崩光电二极管采用的是传输速率
为 2.5Gb/s 的雪崩光电二极管时，所述限流保护电阻的阻值设置在 20k Ω
至 40k Ω 之间；当所述雪崩光电二极管采用的是传输速率为 10Gb/s 的雪崩
光电二极管时，所述限流保护电阻的阻值设置在 10k Ω 至 20k Ω 之间。

所述的光接收模块，其中：所述第一滤波电容取值为 0.1 μ F；所述第
15 二滤波电容取值为 100pF。

本发明的有益效果为：采用本发明的技术方案，由于在取样电阻与雪
崩光电二极管的反向偏压之间串接了限流保护电阻，并且限流保护电阻的
阻值远大于取样电阻的阻值，因此，当输入光功率过高时，瞬时产生较大
的光生电流在限流保护电阻上产生的电压降会迅速增大，导致雪崩光电二
20 极管的反向偏置电压也迅速降低下来，直至降低到雪崩光电二极管无法产
生雪崩效应，此时即使 APD 光接收模块接收到很大的输入光功率，也不
会产生很大的光生电流而造成雪崩光电二极管的过流损坏，从而起到了过

载保护的作用。本发明提高了 APD 光接收模块对超强输入光功率的抵抗能力，并使 APD 光接收模块在实际的光传输系统中在线运行的可靠性也大大提高。

附图说明

- 5 图 1 为 APD 光电探测器发生雪崩倍增效应的过程示意图；
图 2 为 APD 光电探测器的增益系数随温度变化的关系曲线；
图 3 为通常采用的 APD 的 DC/DC 升压电路及倍压电路图；
图 4 为通常使用的 APD 反向偏置电压电路框图；
图 5 为电阻值不同时，APD 输入光功率与其反向偏置电压的关系曲线
10 图；
图 6 为滤波电容值不同时，APD 输入光功率与其反向偏置电压的关系
曲线图；
图 7 为具有过载保护功能的 APD 反向偏置电压电路框图；
图 8 为具有过载保护功能的 APD 光接收模块正常工作时输入较大光
15 功率后的测试数据表格。

具体实施方式

下面根据附图和实施例对本发明作进一步详细说明。

- 一种具有过载保护功能的 APD 光接收模块，如图 7 所示，包括雪崩
光电二极管，为所述雪崩光电二极管提供反向偏置电压的 DC/DC 升压电
20 路及其外围控制电路，用作输入光功率检测的精密取样电阻 R1，其作用
是把 APD 产生的光生电流转换成电压，经后续的精密仪表运算放大器放

大，利用 APD 输入光功率动态范围内检测电压与输入光功率的近似线性关系来检测 APD 输入光功率的大小，所述取样电阻的一端与所述 DC/DC 升压电路输出端连接；在所述取样电阻的另一端与所述雪崩光电二极管的反向偏压管脚之间串接限流保护电阻 R2，并使限流保护电阻的阻值远大于所述取样电阻的阻值。这样，当 APD 处于最佳反向偏置电压状态时，在正常输入光功率状态下，由于取样电阻 R1 的阻值要比限流保护电阻 R2 的阻值小许多，不影响取样检测的动态范围；如果输入光功率突然增大至过载状态，必然会产生瞬时较大的光生电流，伴随着瞬时光生电流的迅速增大，在限流保护电阻 R2 上的电压降也迅速增大，导致 APD 反向偏置电压也迅速降低下来。由前面分析我们知道，合适的反向偏置电压是 APD 器件发生雪崩效应的必然条件，当 APD 反向偏置电压降低到无法产生雪崩效应时，APD 产生的光生电流很小，甚至只有很小的暗电流，此时即使接收到很大的输入光功率，也不会产生很大的光生电流，因而可以有效地保护 APD 器件不再因接收到过强的输入光功率而过流损坏。为了降低电源噪声对 APD 器件接收灵敏度的影响，滤除电源噪声，且充分发挥本发明装置的作用，除了在取样电阻 R1 与限流保护电阻 R2 的连接处与地之间接第一滤波电容 C1 外，还在所述限流电阻 R2 与所述雪崩光电二极管的反向偏压管脚的连接处与地之间接有第二滤波电容 C2。

APD 光接收模块的过载保护性能与串接在 DC/DC 升压电路输出端与雪崩光电二极管的反向偏压管脚之间的电阻，以及滤波电容的取值大小有直接的关系。以下通过对图 4 所示的现有光接收模块框图中电阻电容参数选取的分析，为具有过载保护功能的 APD 光接收模块中相关电阻电容参

数的选择和确定奠定基础。

APD 器件正常工作的两个重要参数是反向偏置电压 V_{APD} 和最大工作电流 i_{APD} ，其中：

$$i_{APD} = (M \cdot R_0) P_{in} = R \cdot P_{in}, \quad (1) \quad \text{则}$$

$$V_{APD} = V - i_{APD} \cdot R \cdot (1 - e^{-t/RC}) = V - (M \cdot R_0) P_{in} \cdot R \cdot (1 - e^{-t/RC}) \quad (2)$$

式(1)中： M 是 APD 器件的增益因子， R_0 是单位倍增响应度， R 是 APD 器件的响应度，式 (2) 中 P_{in} 是输入光功率， V 是 DC/DC 升压电路的输出直流电压值， R 为电阻值， C 是电容值。由公式 (2) 可见，增益因子 M 值与反向偏置电压 V_{APD} 是有关的，即可以认为 M 是 V_{APD} 的函数，
10 当反向偏置电压 V_{APD} 到某一定值时，增益因子 M 将达到最大。

以典型的 2.5Gb/s APD 光接收模块为例，假设 DC/DC 升压电路输出电压为 75V（高速光通信用 2.5Gb/s 光电探测器 APD 雪崩电压的范围是 40~80V），典型的 APD 器件响应度 R 为 8.5A/W，选择电容 $C=0.1\mu F$ 时，分别选择 $R=5k\Omega$ 和 $R=8k\Omega$ ，由公式 (2) 可以得到 APD 器件反向偏置电
15 压 V_{APD} 与输入光功率 P_{in} 的曲线关系如图 5 所示。由图 5 曲线可见，在弱的输入光功率条件下几乎不影响 APD 的反向偏置电压，也就是说对增益系数几乎没有任何影响，因而对 APD 器件的接收灵敏度也几乎没有任何影响。随着输入光功率的增加，尤其是在大于过载光功率 ($>-9dBm$) 之后，APD 反向偏置电压会迅速下降，并且下降的速率根据电阻阻值的不同
20 而不同。图中曲线 1 对应电阻为 $R=5k\Omega$ ，曲线 2 对应电阻为 $R=8k\Omega$ ，比较这两组曲线可知，随着电阻值的增大，在高输入光功率时 APD 反向偏置电压下降越快。但是当我们继续增加电阻值时会发现在 APD 器件过载

点附近反向偏置电压值要下降，这时有可能导致增益系数下降，造成 APD 器件在过载点附近不能正常工作，而影响了 APD 器件正常工作的动态范围，所以电阻 R 的选择也不能任意增大，必须根据实际的 APD 光接收模块进行选择，保证在 APD 器件动态范围内能够正常工作是选择该电阻的基本原则。

图 6 所示的 APD 器件反向偏置电压 V_{APD} 与输入光功率 P_{in} 的关系曲线，以滤波电容 C 为参变量，从而讨论滤波电容 C 对 APD 反向偏置电压的影响。其中曲线 1 对应 $C=100\mu F$ ，曲线 2 对应 $C=0.1\mu F$ ，从两条曲线的比较中可看出，选择滤波电容值越小，在输入光功率升高时，APD 反向偏置电压下降得越快，但电容过小会影响低频噪声的滤除效果；相反如果滤波电容值越大，在输入光功率升高时，APD 反向偏置电压下降得缓慢一些。为了有效地保护 APD 器件，我们期望在强输入光功率增加时，APD 反向偏置电压迅速降低，因此，为使 APD 光接收模块获得良好的过载保护性能，并兼顾其滤波效果，一般选择 $C=0.1\mu F$ 的电容。

上述分析的结果，同样适用于本发明的 APD 光接收模块。只不过其中 $R=$ 取样电阻 R_1 + 限流保护电阻 R_2 ，而由于限流保护电阻 R_2 的阻值远大于取样电阻 R_1 的阻值，所以限流保护电阻 R_2 阻值的选取对于过载性能的影响具有决定性的意义。由于 APD 光接收模块都有过载点，若限流保护电阻 R_2 的阻值太大，则会导致在接收略低于过载光功率点时，APD 器件的反向偏置电压降低到小于最佳偏置电压，APD 器件的过载点指标将不合格，所以该限流保护电阻 R_2 的阻值有一个必要的范围；经过实际的仿真确定，对于 2.5Gb/s 的 APD 器件，限流保护电阻 R_2 的选择范围为 $20k\Omega$

到 $40\text{k}\Omega$, 对于 10Gb/s 的 APD 器件, 限流保护电阻 $R2$ 的选择范围为 $10\text{k}\Omega$ 到 $20\text{k}\Omega$; 而 $C2$ 一般取值为 100pF , 以保证在输入光功率增大时, APD 反向偏置电压降低得更快。

其中, 上述对于 2.5Gb/s 的 APD 器件, 限流保护电阻 $R2$ 的选择范围
5 为 $20\text{k}\Omega$ 到 $40\text{k}\Omega$, 对于 10Gb/s 的 APD 器件, 限流保护电阻 $R2$ 的选择范围
为 $10\text{k}\Omega$ 到 $20\text{k}\Omega$ 是针对不同厂家的 APD 器件而言的。由于在相同入射
光条件下, APD 器件产生的光生电流是不同的, 有的可能大一些, 有的可
能小一些, 在这样的范围内来取值的目的是保证对所有厂家的 APD 器件
在强输入光条件下, APD 器件的反向偏置电压一般均可以降低到 5V 以下
10 甚至更低, 且电阻值越大, 在电阻上产生的电压降就越大, APD 器件的反
向偏置电压就越低, 对于光生电流较小的 APD 器件, 只能使用阻值稍大
的电阻, 从而最终破坏 APD 器件产生雪崩效应的条件, 保护 APD 器件不
再因过载而损坏。

在实际的 2.5Gb/s APD 光接收模块电路中, DC/DC 升压电路采用脉宽
15 调制技术, 其输出电压为范围为 $35\sim 78\text{V}$, 而且是可通过外围控制电路调
节输出电压大小的, 为了适应温度变化, 在外围控制电路中增加了温度补
偿网络, 用来补偿因温度变化而造成 APD 器件雪崩电压的变化, 在 APD
光接收模块工作全温度范围内线性补偿输出电压的变化。输入光功率检测
取样电阻 $R1$ 选择 $4.75\text{k}\pm 1\%$ 的精密电阻, APD 限流保护电阻 $R2$ 选择 $20\sim$
20 $40\text{k}\Omega$ 的电阻, 滤波电容 $C1=0.1\mu\text{F}$, $C2=100\text{pF}$, 在正常工作条件下, 输
入 $+20\text{dBm}$ 的平均光功率, 测量 APD 器件的反向偏置电压已经降低到 10V
左右, 此时的 APD 器件几乎没有倍增特性, 光生电流很小, 几乎相当于

暗电流的强度，因而可以确保 APD 接收器件不再损坏。

为了验证上述保护措施的有效性，我们采用如图 7 所示的本发明具有过载保护功能的 APD 光接收模块来进行实验验证，实验测试结果如图 8 所示。实验选用的 APD 光接收模块的型号为 OF3637B-CTM421，其雪崩电压分别为 $V_B=63.3V$ 和 $V_B=64.9V$ ，另外一种 APD 光接收模块的型号为 F0862482T，其雪崩电压为 $V_B=55.3V$ ，光源统一采用 Santec TSL-210 可调谐激光器，其输出波长和平均功率均可调，最大输出光功率为 +20dBm。实验时直接将较强的光功率输入到采用本发明所述的具有过载保护功能的 APD 光接收模块中，APD 光接收模块处于上电状态，各种不同供应商的 APD 器件经过 10~60 分钟时间的强光入射后再重新测试灵敏度和过载点，可发现 APD 光接收模块的接收灵敏度和过载点没有任何改变，而没有采用本发明所述的具有过载保护功能的 APD 光接收模块在输入光功率大于 0dBm 时，APD 器件瞬间就很快损坏。实验结果进一步证实了本发明具有过载保护装置的 APD 偏置电路可以有效地保护 APD 光接收模块，避免强输入光时 APD 的过载损坏，大大地提高了 APD 光接收模块在实际光传输系统中在线运行的可靠性。

可以理解的是，对本领域普通技术人员来说，可以根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变，而所有这些改变或替换都应属于本发明所附的权利要求的保护范围。

权 利 要 求

1、一种具有过载保护功能的雪崩光电二极管光接收模块，包括：雪崩光电二极管；为所述雪崩光电二极管提供反向偏置电压的 DC/DC 升压电路；用于输入光功率检测的取样电阻，所述取样电阻的一端与所述 DC/DC 升压电路的输出端连接；以及第一滤波电容；其特征在于：在所述取样电阻的另一端与所述雪崩光电二极管的反向偏压管脚之间串接限流保护电阻，且所述限流保护电阻的阻值大于所述取样电阻的阻值；所述第一滤波电容接于所述取样电阻和所述限流保护电阻的连接处与地之间。

2、根据权利要求 1 所述的光接收模块，其特征在于：在所述限流保护电阻和所述雪崩光电二极管的反向偏压管脚的连接处与地之间接有第二滤波电容。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的光接收模块，其特征在于：当所述雪崩光电二极管采用的是传输速率为 2.5Gb/s 的雪崩光电二极管时，所述限流保护电阻的阻值设置在 20k Ω 至 40k Ω 之间；当所述雪崩光电二极管采用的是传输速率为 10Gb/s 的雪崩光电二极管时，所述限流保护电阻的阻值设置在 10k Ω 至 20k Ω 之间。

4、根据权利要求 2 所述的光接收模块，其特征在于：所述第一滤波电容取值为 0.1 μ F；所述第二滤波电容取值为 100pF。

5、根据权利要求 3 所述的光接收模块，其特征在于：所述第一滤波电容取值为 0.1 μ F；所述第二滤波电容取值为 100pF。

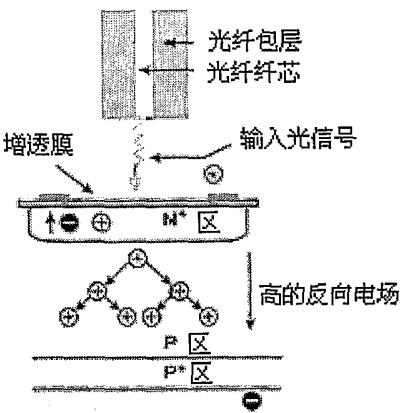


图 1

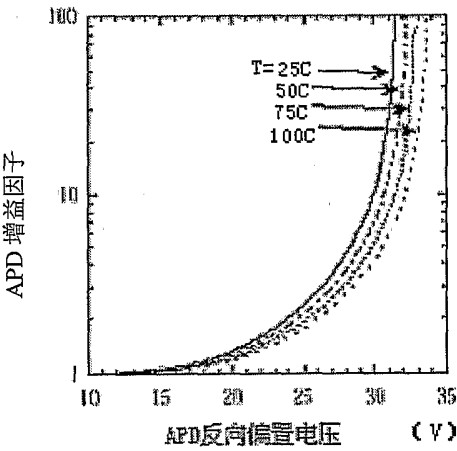


图 2

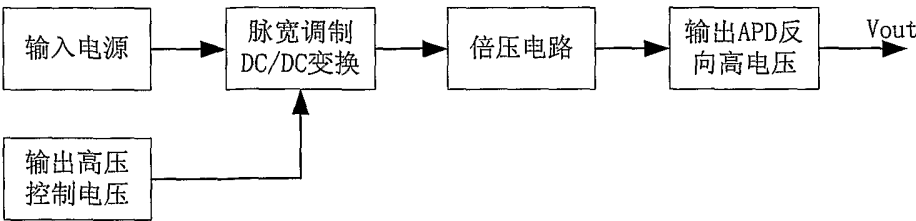


图 3

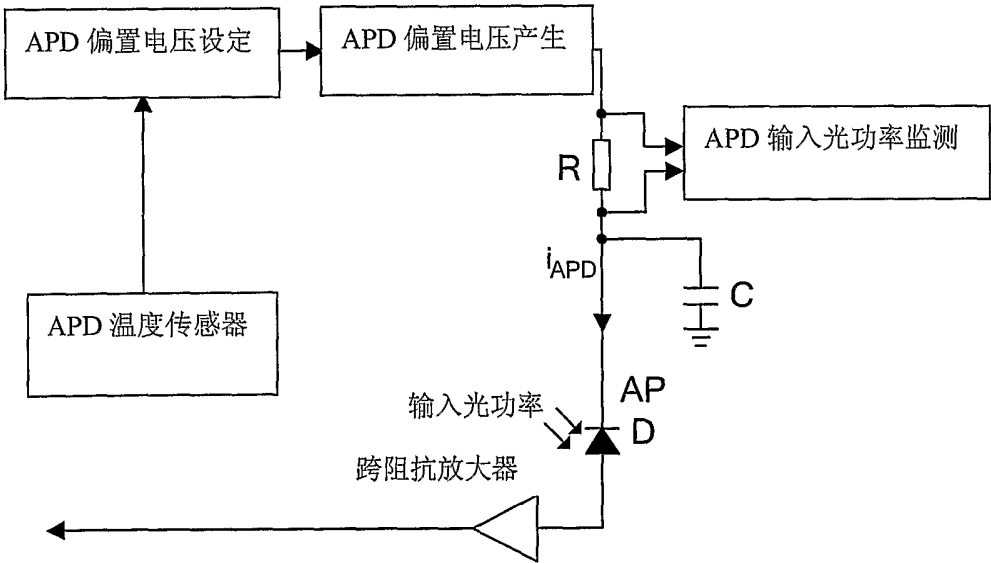


图 4

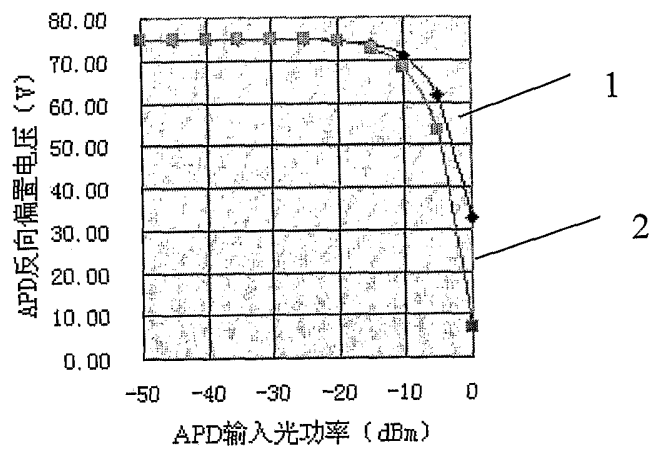


图 5

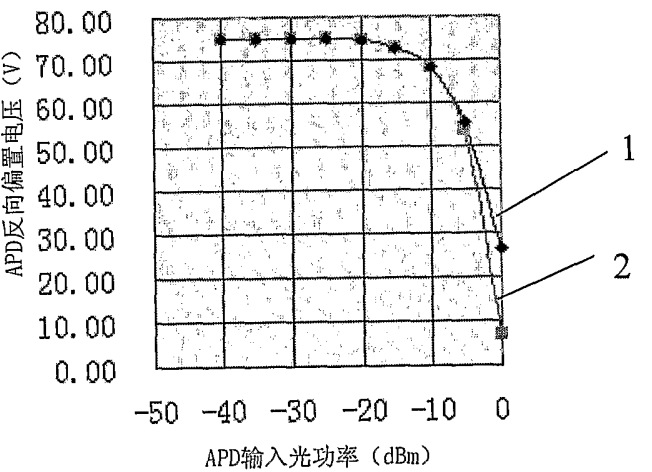


图 6

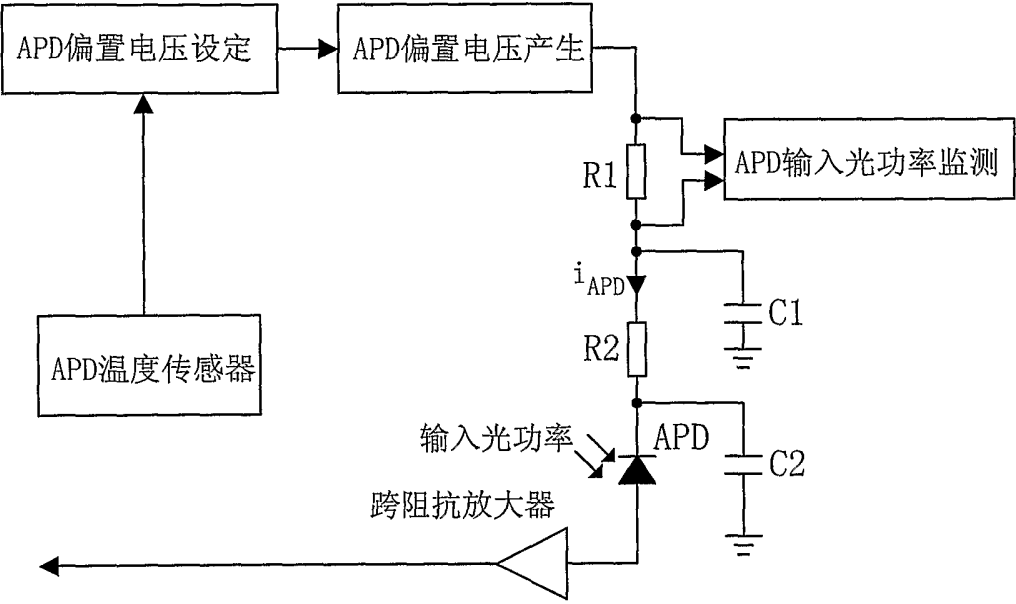


图 7

器件型号	输入平均光功率	实验时间	持续时间	实验后灵敏度	实验后过载点
OF3637B-CTM421	+10 dBm	9:43-9:56	13 分钟	-32.19 dBm	-2.5 dBm
	+15.9 dBm	10:06-10:28	22 分钟	-32.25 dBm	-2.6 dBm
OF3637B-CTM421	+10.84 dBm	11:43-13:08	25 分钟	-32.75 dBm	>-4.0 dBm
	+15.9 dBm	13:48-13:58	10 分钟	-32.08 dBm	>-4.0 dBm
F0862482T	+15 dBm	17:54-18:16	22 分钟	-32.08 dBm	>-8.8 dBm
F5W231KT	+16.25 dBm	12:30-13:30	60 分钟	-31.04 dBm	>-9.0 dBm

图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2005/001761

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC⁷ H04B10/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC⁷ H04B10/06 H04B10/00 H02H3/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI, PAJ: Avalanche Photon Diode APD overload protect+ optical
receiv+ bias transimpedance

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB, A, 2400505(TEXTI), 13.OCT.2004 (13.10.2004), see the whole document	1-5
A	US,A,5367156(NEC),22.NOV.1994 (22.11.1994) see the whole document	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9.DEC.2005 (9.12.2005)

Date of mailing of the international search report

22.DEC.2005 (22.12.2005)

Name and mailing address of the ISA/CN

The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088
Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer

ZHANG Xueling

Telephone No. 86-10-62084571



INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2005/001761

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
GB2400505A	2004-10-13	US2005035275A1	2005-02-17
US5367156A	1994-11-22	JP5344134A	1993-12-24
		US5371354A	1994-12-06
		US5373152A	1994-12-13

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2005/001761

A. 主题的分类

IPC⁷ H04B10/06

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC⁷ H04B10/06 H04B10/00 H02H3/08

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, CNKI: 雪崩光电二极管 过载保护 光接收 偏置 跨阻抗
EPODOC, WPI, PAJ: Avalanche Photon Diode APD overload protect+ optical receive+
bias transimpedance

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	GB,A,2400505(TEXT),13.10 月 2004(13.10.2004),全文	1-5
A	US,A,5367156(NEC),22.11 月.1994(22.11.1994),全文	1-5

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“B” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

9.12 月 2005 (9.12.2005)

国际检索报告邮寄日期

22.12月2005 (22.12.2005)

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

授权官员

张雪凌

电话号码: (86-10)62084571



国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2005/001761

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
GB2400505A	2004-10-13	US2005035275A1	2005-02-17
US5367156A	1994-11-22	JP5344134A	1993-12-24
		US5371354A	1994-12-06
		US5373152A	1994-12-13