

<<光电二极管及其放大电路设计>>

图书基本信息

书名：<<光电二极管及其放大电路设计>>

13位ISBN编号：9787030344687

10位ISBN编号：7030344685

出版时间：2012-6

出版时间：科学出版社

作者：Jerald Graeme

页数：256

字数：224000

译者：赖康生

版权说明：本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问：<http://www.tushu007.com>

<<光电二极管及其放大电路设计>>

内容概要

光电技术是一个高科技行业，光电二极管是光通信接收部分的核心器件。

光电二极管及其放大电路设计系统地讨论了光接收及放大电路的设计和解决方案中的带宽、稳定性、相位补偿、宽带放大电路、噪声抑制等问题。

光电二极管及其放大电路设计专业性强，系统架构由简到难，理论与实践相结合，具有较强的应用性、资料性和可读性。

光电二极管及其放大电路设计适合光信息科学与技术、电子科学与技术、光通信相关专业的高校师生及研发人员使用。

<<光电二极管及其放大电路设计>>

作者简介

Jerald Graeme是国际知名的电子放大器权威人士。

他现在是Gain Technology Corporation的总工程师，在那里他主要从事高速模拟集成电路的设计。

他先前在Burr Brown Corporation工作了30年，期间主要从事运算放大器、仪表放大器、变增益放大器、V/F转换器、两线传送器（two-wire transmitters）和模拟乘法器的设计工作。

他已经为McGraw-Hill写作了三本运算放大器的书，有超过100篇文章在EDN和Electronics Design等上发表。

他拥有8项美国专利，并且在1993年获EDN“年度革新者”称号。

<<光电二极管及其放大电路设计>>

书籍目录

第1章 光电二极管1.1 光电效应1.2 光电二极管模拟电路1.3 光电二极管的变体1.3.1 PIN光电二极管1.3.2 雪崩光电二极管1.4 位置敏感光电二极管1.4.1 基本的横向光电二极管1.4.2 横向光电二极管模型1.4.3 双横向光电二极管1.4.4 四横向光电二极管参考文献第2章 基本放大器2.1 线性度2.2 偏置2.2.1 利用补偿电阻减小偏置2.2.2 利用T型反馈网络减小偏置误差2.3 带宽参考文献第3章 带宽与稳定性3.1 固有的响应极限3.1.1 寄生电容的响应极限3.1.2 运算放大器的带宽响应限制3.2 相位补偿要求3.2.1 L-C等效谐振和相位补偿3.2.2 基本电路反馈分析3.3 相位补偿3.3.1 基本相位补偿3.3.2 相位裕度分析3.3.3 相位裕度分析的典型例子3.3.4 通常情况下的相位裕度分析3.3.5 相位补偿电容的选择3.4 电流-电压转换器的带宽优势3.5 相位补偿的可选方案3.5.1 光电二极管放大器的二阶响应3.5.2 把二阶系统结果用到光电二极管放大器上3.5.3 选择相位补偿进行峰值限制3.5.4 实现精确的相位补偿参考文献第4章 宽带光电二极管放大器4.1 光电二极管的偏置4.1.1 偏置的影响4.1.2 光电二极管偏置和电流-电压转换器4.2 偏置的改善4.2.1 偏置电压的滤波4.2.2 偏置引起误差的共模抑制4.3 自举光电二极管4.3.1 基本自举光电二极管放大器4.3.2 自举放大器的带宽分析4.3.3 相位补偿自举放大器4.4 自举电路和电流-电压转换器的结合4.4.1 基本组合及其要求4.4.2 一个实际的缓冲器解决方案4.4.3 组合的带宽分析参考文献第5章 噪声5.1 总体的噪声效应5.1.1 噪声密度和噪声增益5.1.2 噪声增益峰5.1.3 总均方根输出噪声5.2 运算放大器的输入噪声电压效应5.2.1 e_{noe} 噪声部分的直观推导5.2.2 e_{noe} 分析的简化5.2.3 e_{noe} 的组成5.3 噪声效应的结合5.3.1 噪声分析总结5.3.2 对于主要噪声效应的识别参考文献第6章 降噪6.1 利用反馈电容 C_f 降噪6.1.1 C_f 的噪声增益降低6.1.2 C_f 情况下的噪声分析6.2 噪声带宽与信号带宽6.3 使用复合放大器降噪6.3.1 复合放大器的噪声带宽降低6.3.2 复合放大器的噪声增益降低6.3.3 优化复合噪声与带宽6.3.4 复合情况下的噪声分析6.3.5 与有源滤波器电路方案的比较6.4 相位补偿解耦降噪6.4.1 解耦的噪声增益降低6.4.2 解耦情况下噪声与带宽的优化6.4.3 解耦情况下的噪声分析参考文献第7章 高增益光电二极管放大器7.1 使用反馈T型网络7.1.1 反馈T型产生的增益和噪声7.1.2 T型的噪声电压响应优化7.1.3 T型的阻抗噪声响应优化7.1.4 T型方案的噪声分析7.2 增加一个电压放大器7.2.1 优化双放大器的带宽与噪声的关系7.2.2 带宽与噪声优化的设计7.2.3 双放大器方案的噪声分析7.3 增加电压增益7.3.1 电压增益方案7.3.2 优化单放大器的带宽与噪声7.3.3 单放大器方案的噪声分析7.4 增加电流增益7.4.1 电流增益方案7.4.2 优化电流增益的带宽与噪声关系7.4.3 电流增益方案的噪声分析参考文献第8章 减少电源噪声耦合8.1 电源旁路要求8.1.1 噪声耦合机制8.1.2 噪声耦合频率响应8.1.3 电源耦合与频率稳定性8.1.4 振荡条件8.2 选择基本旁路电容8.2.1 旁路谐振8.2.2 旁路谐振的直观分析8.2.3 旁路选择8.3 选择次级旁路电容8.3.1 旁路电容自身谐振8.3.2 双重旁路电容8.3.3 双重旁路的选择8.4 旁路方案8.4.1 双重旁路谐振的消谐8.4.2 选择消谐电阻8.5 电源去耦8.5.1 去耦方案8.5.2 选择去耦元件参考文献第9章 减小外部噪声效应9.1 降低静电耦合9.1.1 静电屏蔽9.1.2 差动输入的电流-电压转换器9.1.3 差动输入连接的其他噪声效应9.1.4 差动输入光电二极管放大器的替代方案9.1.5 差动输入替代方案的其他噪声影响9.2 降低磁耦合以及射频干扰9.2.1 磁屏蔽9.2.2 电路中磁耦合的降低9.3 复合耦合噪声影响的降低9.4 磁场产生的最小化参考文献第10章 位置敏感光电二极管放大器10.1 直接位移监测放大器10.1.1 使用差动光电二极管放大器单轴监测10.1.2 差动光电二极管放大器噪声的降低10.1.3 不同的光电二极管连接方式10.1.4 差动光电二极管连接方式的替代方案10.1.5 二维方向上的测量10.2 归一化的监测放大器10.2.1 差动光电二极管放大器的归一化10.2.2 归一化的简化10.2.3 归一化的差动光电二极管放大器的简化10.3 归一化的数字方案10.3.1 阵列信号的处理10.3.2 确定逻辑输出水平参考文献名词解释

<<光电二极管及其放大电路设计>>

章节摘录

1.1 光电效应 所示, 光照射在半导体材料上, 释放电子空穴对, 产生电流。光子将能量转移到辐射材料的原子中, 将空穴和电子载流子激发到导态。进入导态后, 载流子并不一定会参与电流的流动。在半导体结耗尽区内释放出的载流子组成了光电流的主要部分, 这主要是因为耗尽区的电场对载流子的加速作用。在耗尽区中存在的已经电离的或耗尽的原子支撑了跨过PN 结的电势差。此电场使载流子向二极管的上下端加速移动, 为载流子增加了传导能量并减少了复合概率。PN 结外加反向偏置电压, 可以扩大耗尽区, 使更多的半导体材料成为载流子加速区。然而, 在没有外加反向偏置电压时, 在PN 结内建电场的作用下, 耗尽区仍然存在。热运动产生的载流子扩散穿过PN 结形成净电荷层。最终, 净电荷形成的跨过PN 结的电场与这种扩散运动相平衡, 形成了PN 结内建电场。在耗尽区以外释放出来的载流子在半导体材料里面扩散, 直到到达耗尽区或被复合。到达耗尽区的载流子在电场加速作用下被传送到二极管的两端, 成为传导电流的一部分。典型情况下, 只有在耗尽区一个扩散长度内生成的载流子才会成为传导电流。光电二极管结构和光波长是影响光电转化效率的重要因素。这里, 半导体掺杂浓度和结深度是关键参数。轻度掺杂材料通过减少单位体积内的掺杂原子数扩大耗尽区。这些掺杂物或选择性杂质添加, 生成了含有势阱或电子载流子的原子, 其能级接近半导体材料的导带能级。在它们的高能态, 这些原子更容易电离, 一旦离子化, 它们就会支撑耗尽区的电场。这样, 轻度掺杂扩大了耗尽区的体积, 由裸露电荷占据了耗尽区并支撑着内建电场。遗憾的是, 电气接触要求材料具有低电阻率, 这一点限制了轻度掺杂的选择。PN 结的深度和广度不仅决定了耗尽区的位置, 还确定了有效响应的光波长。光子产生载流子的深度是与光波长成比例的一个深度范围。这样, 薄型PN 结可以有效转化短波长的光, 其耗尽区可以囊括绝大部分光生载流子。然而, 对于长波长, 则需要更大的耗尽区才能有效转化, 这一点我们在后面的PIN 光电二极管会有讨论。对于给定的光电二极管和给定的波长, 光电二极管响应度通过 $i_p = r_{\text{ph}} \Phi_e$ 描述了最终效率¹。这里, r_{ph} 是二极管的通量响应率, Φ_e 是辐射通量的功率, 单位: 瓦。由于载流子漂移形成光电流的两种不同的机制, 导致了 i_p 的交流响应表现出了双时间常数的特性²。如上所述, 无论耗尽区内部还是外部产生的载流子都对光电流的形成有所贡献。在电场加速作用下, 耗尽区内部生成的载流子迅速移向二极管的两端。形成了 i_p 电流的快速或渡越电流部分 i_{dr} , 这些电流受耗尽区的漂移时间控制。耗尽区外部生成的载流子开始受方向或速度的影响很小, 漂移缓慢。当这些外部生成的载流子到达耗尽区时, 它们也迅速移动, 但是最初的扩散时间形成了 i_p 电流的扩散部分 i_{di} 。两种电流结合为时域电流 $i_p(t) = r_{\text{ph}} [i_{\text{dr}}(t) + i_{\text{di}}(t)]$, 其中 r_{ph} 和 i_{dr} 和 i_{di} 分别表示渡越和扩散电流部分的系数。这将产生阶跃响应 $i_p(t) = r_{\text{ph}} \Phi_e (1 - \tau_{\text{dr}} e^{-t/\tau_{\text{dr}}} - \tau_{\text{di}} e^{-t/\tau_{\text{di}}})$ 其中, τ_{dr} 和 τ_{di} 为时间常数, 分别描述渡越和扩散的响应特性。图1.2显示了这两个响应和它们的合成 $i_p(t)$ 的曲线。 i_{dr} 和 i_{di} 的曲线形状反映出时间常数 τ_{dr} 和 τ_{di} 有很大的差别。两曲线结合后生成的 i_p 曲线含有典型双时间常数。最初, i_p 上升迅速, 这要归因于 i_{dr} 的效果, 之后, i_p 会经历一个 i_{di} 造成的较长的建立时间, 这个建立时间定义了光电二极管的基本交流响应极限。

<<光电二极管及其放大电路设计>>

但是，由于光电二极管的电容和监测放大器的带宽限制，大多数光电二极管在应用时都会引入更多更显著的限制。

这些其他影响会在第3章中进行讨论。

1.2 光电二极管模拟电路 可以用分立电子元件建立光电二极管的特性模型，便于应用电路的分析。

如图1.3所示，模型包括一个理想二极管、一个电流源以及其他附加的寄生单元。

电流源 i_p 代表光电二极管信号，二极管则再现了正向偏置状态的电压条件。

R_D 代表二极管的暗电阻，即零偏置时的结电阻。

对于大多数应用来说，暗电阻的阻值很大，流过的电流很小，可以忽略。

类似地，半导体材料的串联电阻 R_S 值很小，一般也可以被忽略。

然而，寄生电容 C_D 却会对大多数的光电二极管应用产生深远的影响。

电容引起的稳定性、带宽和噪声优化等都会在后面的章节中进行讨论。

C_D 代表光电二极管PN结的电荷储存效应，它会随二极管面积和电压变化而变化。

二极管面积越大，PN结储存电荷也就越多，相应的 C_D 值也就越大。

二极管反向偏置提高了PN结的耗尽区宽度，相当于有效地增加了电容器两极板之间的距离，从而降低了 C_D 值。

电压对 C_D 的影响 $C_D = C_{D0} + V_R / B$ C_{D0} 是光电二极管零偏置电容， B 是二极管PN结的内建电压。

C_{D0} 不变，反向偏置电压 V_R 与 B 的比值越大， C_D 就越小。

实际电路应用都会降低电容 C_D ，这种电容的减小对实际应用电路的好处将会在第4章中进行量化分析。

这个光电二极管模型的简化版本有助于很好地解释光电二极管的特性曲线。

对一个光电二极管，改变二极管两端电压进行扫描，测量端子间的电流，可得出二极管的特性曲线。

由于光电二极管内部会生成光电流，因此会引入另一个变量。

但是，为了评估光电二极管的性能，我们需要区分二极管的终端电流和光生电流。

图1.4说明了图1.3中的电流源和光生电流的区别。

由于暗电阻影响很小，该简化模拟电路忽略了暗电阻。

类似地，由于通常的特性曲线测量属于低频区域，因此电容 C_D 也被忽略了。

利用该模型，我们给端点加上测试电压 e_p ，生成终端电流 $i_T = i_d - i_p$ 。

这里，测量产生的二极管电流 i_d 把测量电流 i_T 与光生电流 i_p 区别开来。

外加 e_p 极性的不同可能影响也可能不影响特征曲线的直观评价结果。

图1.4为零照度通量 $\phi_e = 0$ 的曲线和一些通量密度是测量得到的照度通量 ϕ_{em} 的整数倍的对应曲线。

这些测量曲线显示了相似的二极管电流电压特性，只是由于照度通量的不同产生了偏移的变化。

然而，解释曲线的光子增益需要从垂直轴转换到水平轴，比较通过零点的电压 e_p 。

对于 $e_p < 0$ ，模型中的二极管保持反偏状态， $i_d = 0$ ， $i_T = -i_p$ 。

测量的电流直接反映二极管光子响应。

在这个曲线的这一区域，零照度或 $\phi_e = 0$ 使 i_p 在最小的漏电或暗电流水平。

i_p 的值随 ϕ_e 的值线性增加，图中 $i_T = -i_p$ 曲线垂直向下平移。

曲线之间的垂直间隔反映光子增益和光电二极管的响应率，即先前 $i_p = r\phi_e$ 表达式中的 r 。

在同一区域内，曲线的倾斜反映出光电二极管的响应率随反向偏置电压的增大而增大。

正如前面所提到的，这个反向偏置增加了二极管损耗区的宽度，也就增长了响应率。

这个 $e_p < 0$ 的区域代表着光电导区或光电二极管响应的电流输出区。

对于 $e_p > 0$ ，二极管变成了前向偏置并且影响着测量到的电流。

这样 $i_d > 0$ ，前向偏置增加了测量电流 $i_T = i_d - i_p$ 。

在曲线的这一区域，曲线的路径不再只反映光子响应。

不过，这些曲线的间隔仍然代表了光子增益，这是因为这些间隔是由 i_p 的变化独自产生的。

曲线的水平间隔反映了光电二极管的光伏模式或电压输出模式的光子增益。

在实际的光伏的模式下，没有 e_p 测量信号驱动电路。

<<光电二极管及其放大电路设计>>

而是由 i_p 供应二极管的全部电流，在图1.4 中， $i_d = i_p$ ，产生电压 e_p 作为输出信号。

i_p 流过二极管产生 $e_p = V_t \ln i_p / I_D$ ，这里 $V_t = KT/q$ 是半导体结的热电压， I_D 是二极管的暗电流或反向饱和电流。

先前的 i_p 变量和照度 ϕ_e 的线性关系表示为 $i_p = r \phi_e$ 。

这样得到表达式 $e_p = V_t \ln r \phi_e / I_D$ 是光强的对数函数而不是线性函数。

1.3 光电二极管的变体 基本光电二极管的两个变体提高了二极管的响应特性。

PIN光电二极管增加了光谱宽度或光频率范围，因而产生了高效的光子响应。

雪崩光电二极管大幅度地增加了输出电流和响应速度，这主要通过允许二极管偏置在击穿电压的边缘来实现。

然而.....

<<光电二极管及其放大电路设计>>

版权说明

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问:<http://www.tushu007.com>