



摘要

光传感器在需要从周围环境中提取照明信息的许多不同应用中变得越来越常见。除了强度和颜色信息之外，检测光源类型的需求在许多系统中变得越来越重要。OPT4003-Q1 是一款双通道环境光传感器 (ALS)，可测量可见光和近红外光 (NIR) 的强度。本应用报告介绍了如何使用 NIR 通道提供的信息来检测不同类型的光源。

内容

1 引言.....	2
2 光源检测.....	2
3 光源比率.....	4
4 设计和校准注意事项.....	5
4.1 覆盖材料.....	5
4.2 覆盖玻璃应用示例.....	6
5 常见光源的近红外成分.....	6
5.1 白炽灯.....	7
5.2 卤素灯.....	7
5.3 发光二极管.....	8
5.4 荧光灯.....	9
5.5 阳光.....	10
6 总结.....	10
7 参考资料.....	10

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

对于不同的应用来说，检测光源产生的光的类型是一项重要功能。例如，在前照灯系统中，光源检测可用于区分阳光和人造光，以更准确地控制照明。自动显示亮度控制需要根据环境中的光类型进行不同的调节，因此有必要区分阳光和其他光源。

可见光与 NIR 光的比率对于不同的光源来说是独特的，这是本报告中讨论的光源检测的依据。图 1-1 展示了常见光源的可见光与 NIR 光比率。用于收集此数据的特定测试设置详见节 3。

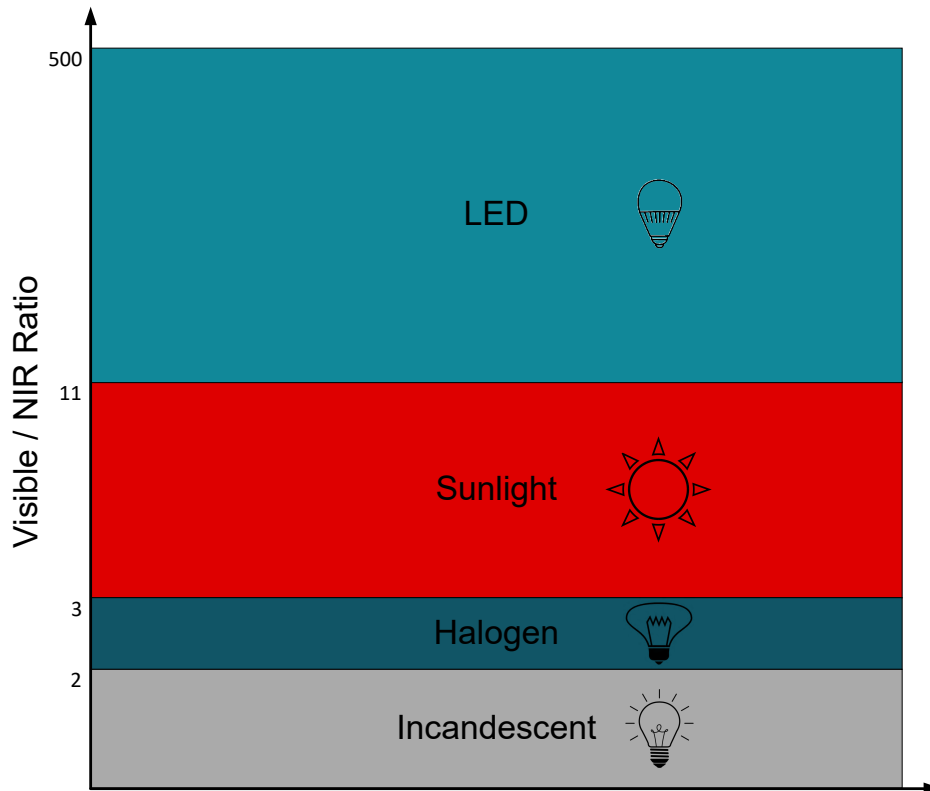


图 1-1. OPT4003-Q1 可见光和 NIR 通道比率

2 光源检测

每种光源都有独特的发射光谱，这些光谱的特性取决于产生光的光源。例如，与 LED 灯泡相比，白炽灯泡产生的光谱中 NIR 区域的含量更高。通过关注环境光和 NIR 光的强度，可以区分不同的光源。OPT4003-Q1 NIR 通道对作出这一判断至关重要，因为它只对 800nm 到 1000nm 之间的波长敏感。此外，OPT4003-Q1 的可见光通道具有出色的 NIR 抑制能力，确保光谱响应与人眼非常接近。可见光通道具有出色的 IR 抑制能力，NIR 通道具有可见光抑制能力，可防止通道测量之间产生干扰。OPT4003-Q1 的独特架构与这些通道的卓越灵敏度相结合，实现了可靠的光源检测。

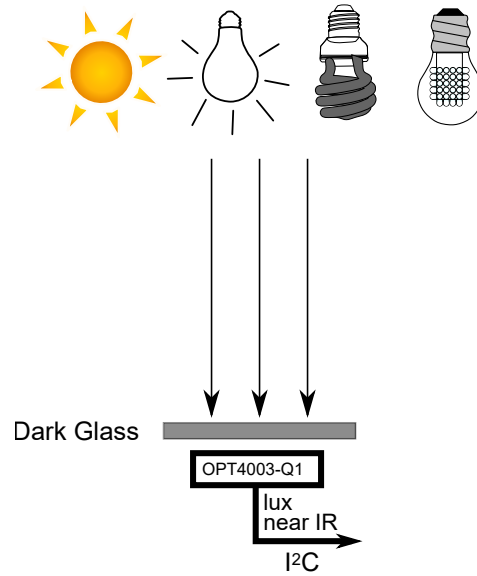


图 2-1. OPT4003-Q1 典型应用图

OPT4003-Q1 的通道 0 (可见光) 和通道 1 (NIR) 报告与测量光量成比例的 ADC 代码。计算通道 0 和通道 1 测量值的比率，可以得出特定光源类型的唯一值。该计算如方程式 1 所示。

$$\text{light source ratio} = \frac{\text{visible}}{\text{NIR}} = \frac{\text{CH0 codes}}{\text{CH1 codes}} \quad (1)$$

预计 LED 光源之间会有相似的比率，而这些比率可能与其他类型的光源不同。由于 LED 光源不产生 NIR 区域的内容，因此测得的 LED 比率应远高于白炽灯比率。因此，可见光测量值可能远远大于 NIR 测量值。请参阅节 5，了解有关常见光源光谱的更多详细信息。

有关器件测量和寄存器结构的更多详细信息，请参阅 [OPT4003-Q1](#) 数据表。

3 光源比率

图 3-1 展示了 OPT4003-Q1 的测量数据。x 轴显示通道 0 代码与通道 1 代码的比率，y 轴列出光源类别。每个大类都包含不同的光源，如图 3-2 所示。

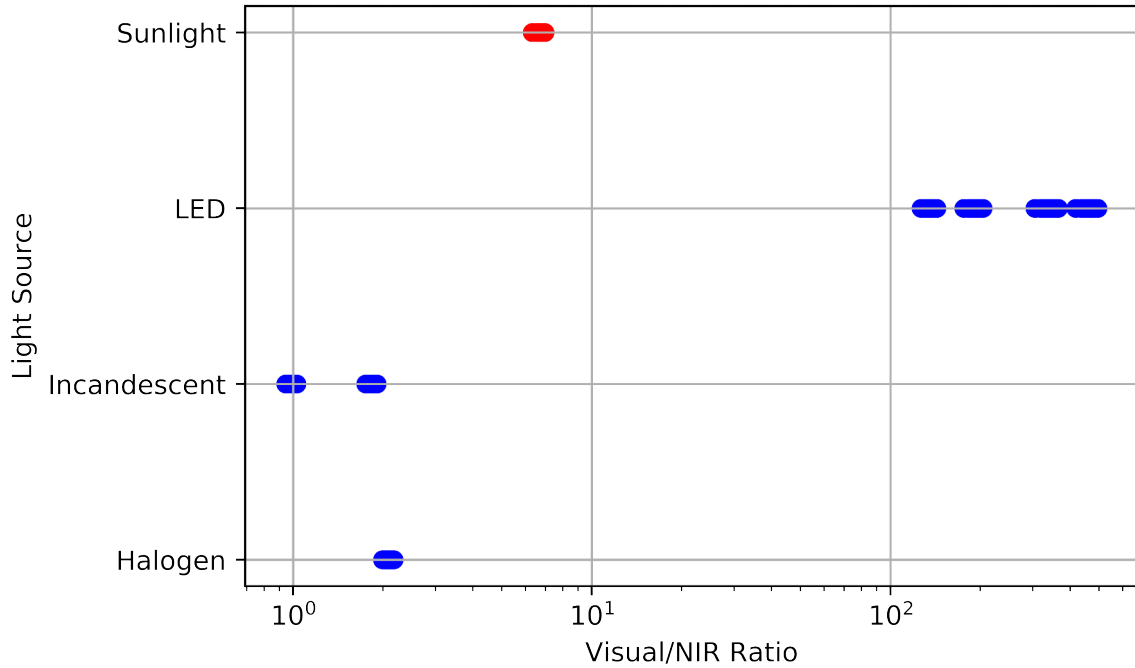


图 3-1. OPT4003-Q1 光源比率示例

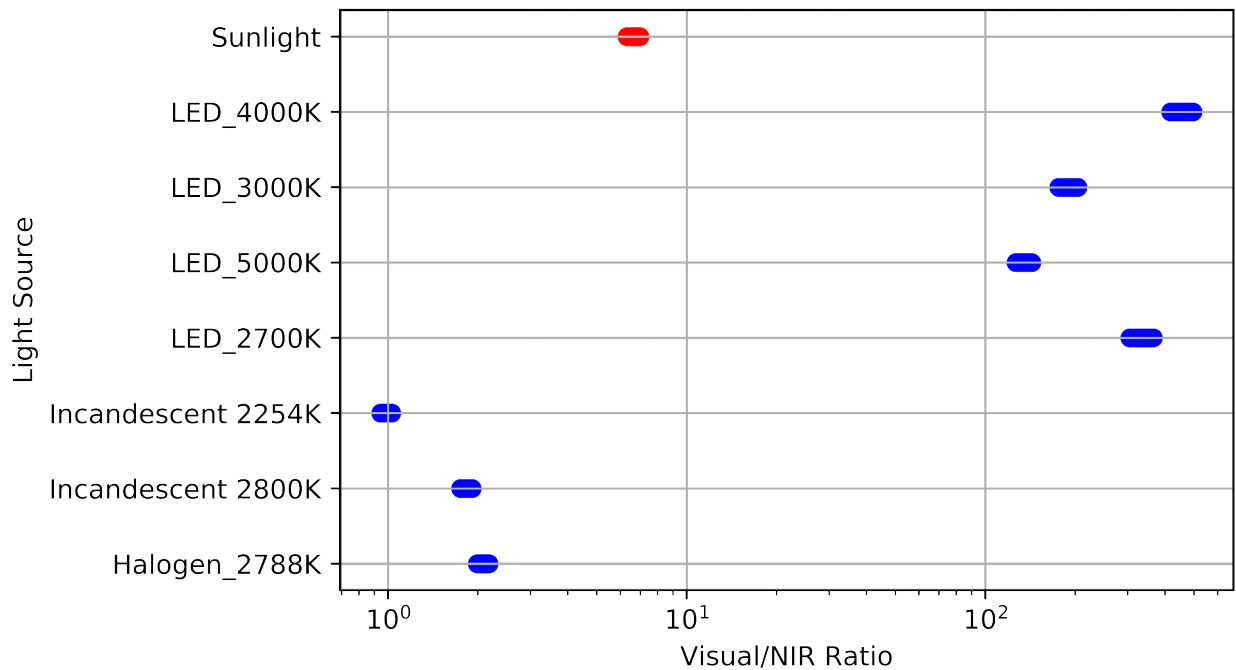


图 3-2. OPT4003-Q1 光源比率的更多示例

使用 25 个 OPT4003-Q1 器件进行了测量，以确保器件之间保持稳定性。由此产生的光源比率具有清晰且明确的边界。对于此数据集，可以创建阈值来识别阳光和人造光源。表 3-1 列出了所有单个光源的最小和最大比率，如图 3-2 所示。每个类别中比率的变化是由于不同色温的光源被组合在一起。

表 3-1. OPT4003-Q1 测试数据比率

光源	最小测量比率	最大测量比率
阳光	6.31	6.97
LED	126.52	495.19
白炽灯	0.94	1.91
卤素灯	1.99	2.18

可以按照下面代码块中显示的模式，为每个光源类别定义阈值，从而进行具体区分。

```
if (ratio > 2.2 and ratio < 11):
    source = sunlight
else:
    source = artificial
```

4 设计和校准注意事项

任何环境光传感系统的机电设计都存在一些关键问题。合理的设计可以确保有足够的透光率来保证正常运行，而系统特定的校准则有助于确保性能。

4.1 覆盖材料

在许多环境光检测应用中，为了美观，传感器被放置在深色玻璃后面。材料类型和光谱透射属性将决定整体光透射水平。在任何应用中，OPT4003-Q1 传感器区域必须相对于任何窗口开口居中。图 4-1 中介绍了这些尺寸，通道 0 光电二极管用浅灰色表示，通道 1 光电二极管用深灰色表示。有关完整封装尺寸，请参阅 OPT4003-Q1 数据表第 10 节。

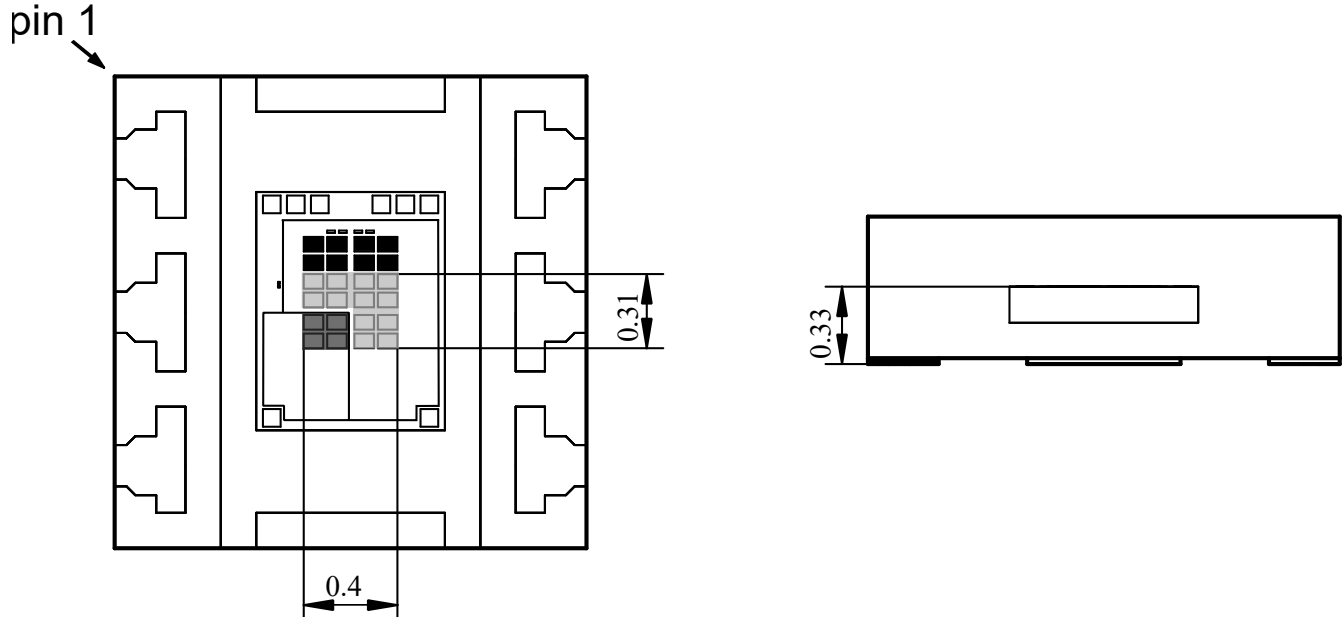


图 4-1. OPT4003-Q1 传感器位置

深色材料会使较少的光线来照亮传感器，从而影响精度。选择一种颜色足够深的材料在器件美观与传感器性能之间取得平衡非常重要。

在需要光源检测的汽车应用中，除了深色覆盖玻璃之外，OPT4003-Q1 还可以放置在挡风玻璃后面。

覆盖材料上使用的深色油墨通常能透过 2% 到 20% 的入射光，从而减少了照射到传感器上的光量，降低了传感器的弱光灵敏度。

例如，如果油墨在 50 勒克斯下透射 2% 的环境光，则传感器只能看到 1 勒克斯。系统分辨率可以根据覆盖材料的可传递性使用 [方程式 2](#) 进行计算。

$$\text{Resolution}_{\text{System}} = \frac{\text{Resolution}_{\text{Sensor}} \times 100}{\% \text{ Transmission}} \quad (2)$$

有关正确窗口尺寸和覆盖玻璃补偿的更多详细信息，请参阅 [环境光传感器应用指南](#)。

4.2 覆盖玻璃应用示例

为了说明覆盖玻璃对计算的可见光/NIR 比率的影响，我们使用 3000K LED 灯泡来照亮 OPT4003-Q1。最初的测量是在没有窗口或覆盖玻璃来减弱光透射的情况下进行的。

记录传感器的输出，然后在传感器之上放置透光率为 0.1% 的覆盖玻璃重复测试。我们比较了两种情况下的测量结果，并将其用于计算各样本的 CH0/CH1 比率。[表 4-1](#) 显示了观察到的比率变化。

表 4-1. OPT4003-Q1 可见光/NIR 衰减，3000K LED 灯泡

	平均 ALS 响应	平均 NIR 响应	ALS/NIR
无覆盖玻璃	6577341 代码	21715 代码	303
覆盖玻璃	9361 代码	113 代码	83

深色覆盖玻璃可防止部分可见光到达传感器并导致信号衰减。根据所选覆盖玻璃的特性，可见光和近红外光的衰减可能会有所不同。因此，在设置光源检测阈值之前，必须考虑覆盖玻璃对可见光和近红外通道的影响。

5 常见光源的近红外成分

光谱图显示了每个波长的辐射功率。由于光的产生方式不同，不同的光源类型可能具有不同的光谱图。本节讨论常见光源的照明机制以及相应的光谱图。每个光谱图的 x 轴显示波长（纳米），y 轴显示相对强度。Y 轴已标准化为峰值强度，允许直接比较每个图。

有关光源类型的更多信息，请参阅[环境光传感器](#)视频系列中的“光感应基础知识”一章。

5.1 白炽灯

白炽灯泡通过使电流流经钨丝来产生照明。灯丝被加热，通常在 2,000 到 3,000 开尔文之间，灯泡内的惰性气体与钨发生反应，产生在可见光区域辐射的光谱。这种可见光谱是导致灯丝发光的原因，尽管强度的峰值位于红外区域。2254K 白炽灯泡的光谱图可以在图 5-1 中看到。

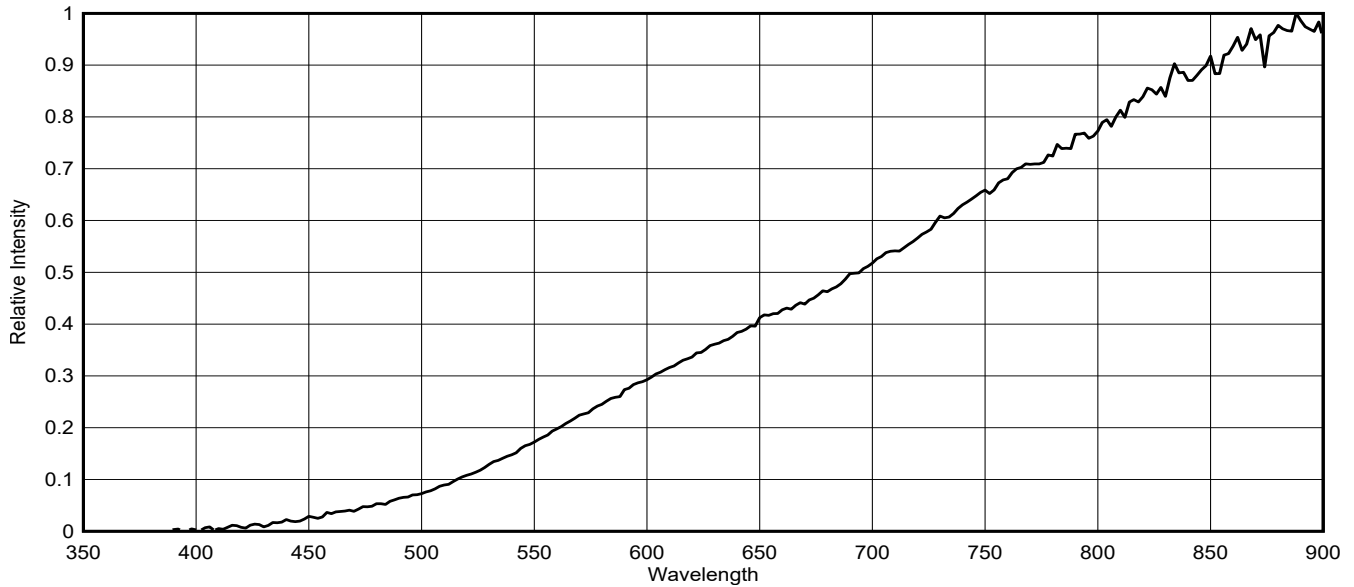


图 5-1. 2254K 白炽灯泡

5.2 卤素灯

卤素光源与白炽光源相似，卤素灯含有钨丝，不同之处在于卤素灯泡含有卤素气体，而不是白炽灯泡中使用的惰性气体。卤素灯泡中的灯丝通常在超过 2,700 开尔文的温度下工作，产生向可见光区域较低波长左移的光谱。在图 5-2 中可以看到一个示例光谱图，显示卤素灯泡的光谱在 NIR 区域达到峰值。

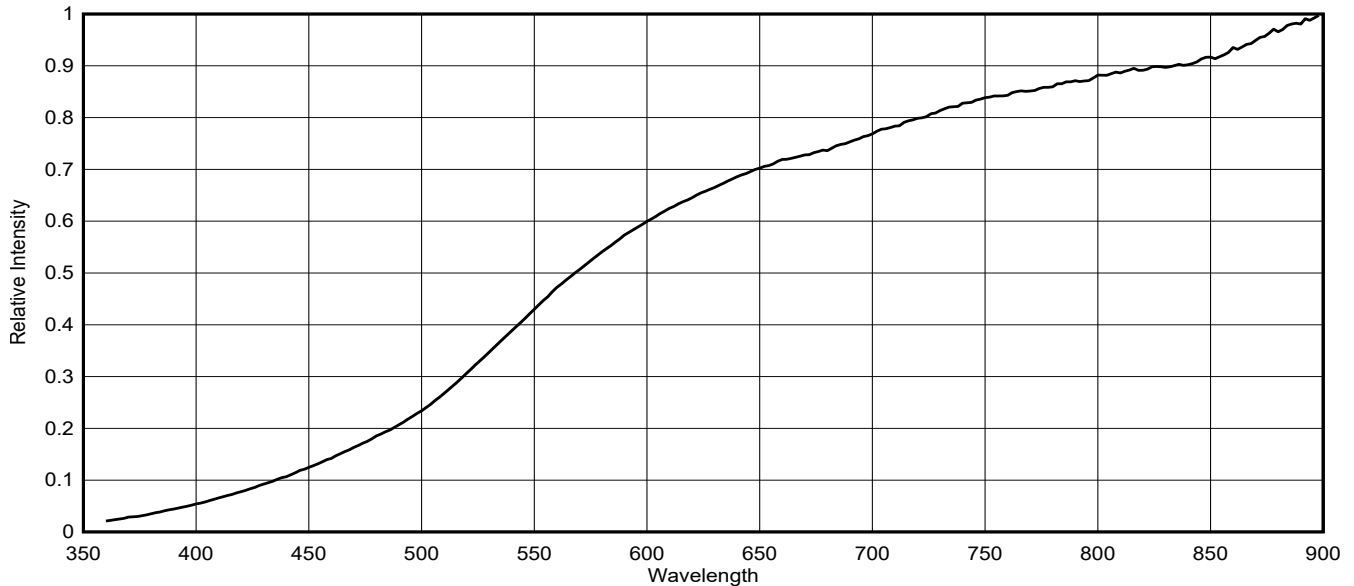


图 5-2. 2788K 卤素灯泡

5.3 发光二极管

发光二极管 (LED) 光源能够利用穿过二极管 PN 结的电子来产生光。LED 有许多不同类型，可产生不同波长的光。白光 LED 是具有独特光谱的不同 LED 的组合，组合在一起产生白光颜色。

蓝色调较多的 LED 灯泡相关色温 (CCT) 较高。图 5-3 展示了 5000K LED 灯泡的光谱图，图 5-4 展示了 2700K LED 灯泡的光谱图。从这些图可以看出，2700K 灯泡的光谱向右偏移，偏向长波长。两个光谱图都没有明显的 NIR 区域，而这正是所有 LED 光源的特征。

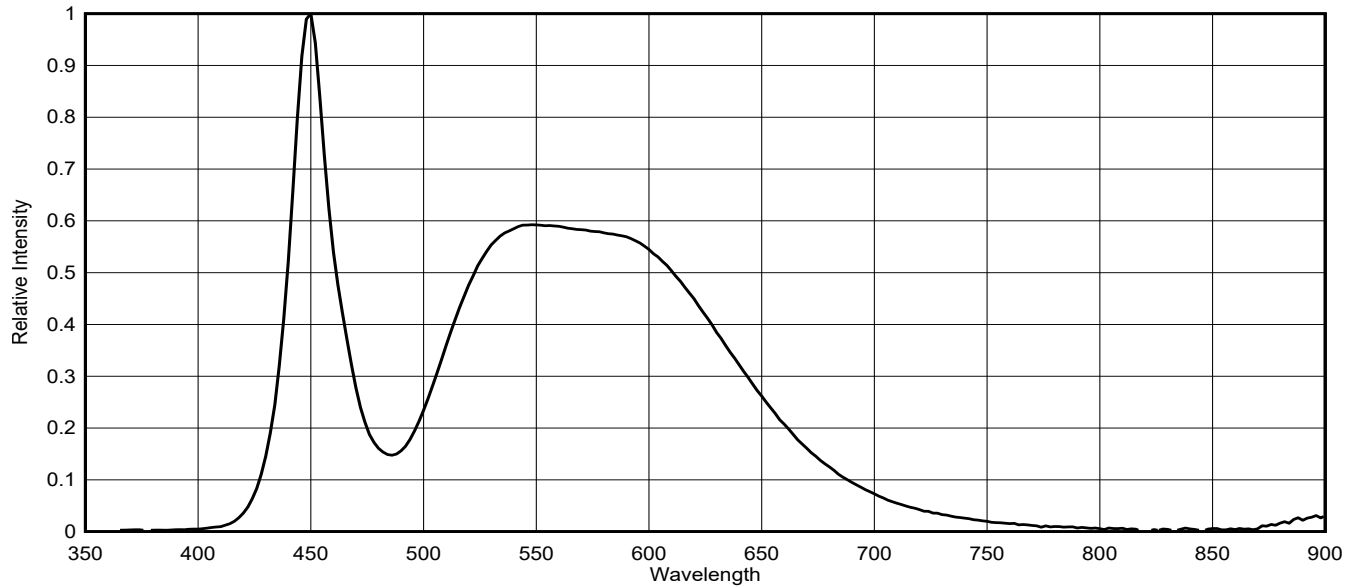


图 5-3. 5000K LED 灯泡

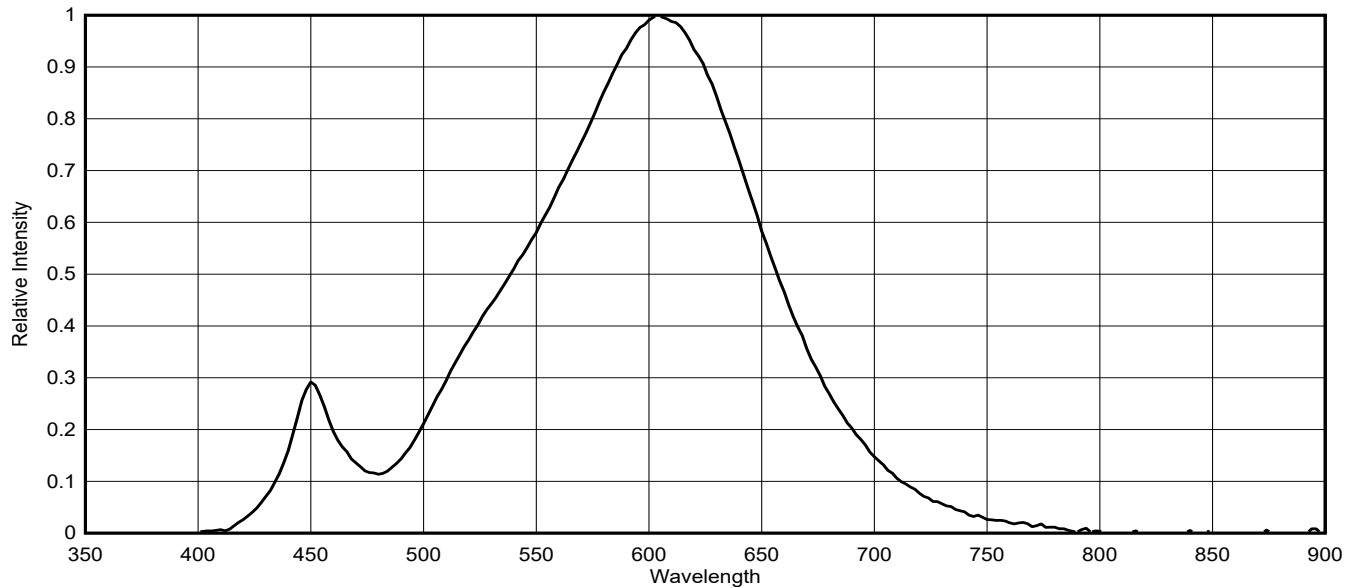


图 5-4. 2700K LED 灯泡

5.4 荧光灯

荧光灯泡内含有水银气体，表面涂有荧光材料。荧光是原子中的电子吸收较短波长的光并发射较长波长光子的过程。

当暴露在电流下时，灯泡内的汞气体会产生紫外线 (UV)，这种紫外线与荧光涂层发生反应，产生可见光。

荧光灯泡光谱中的明显峰值是电子的特定发射波长造成的。这些峰值可以在图 5-5 和图 5-6 所示的光谱图中看到。这种独特的光谱使得识别荧光灯管或紧凑型荧光灯 (CFL) 灯泡产生的光变得更加困难。

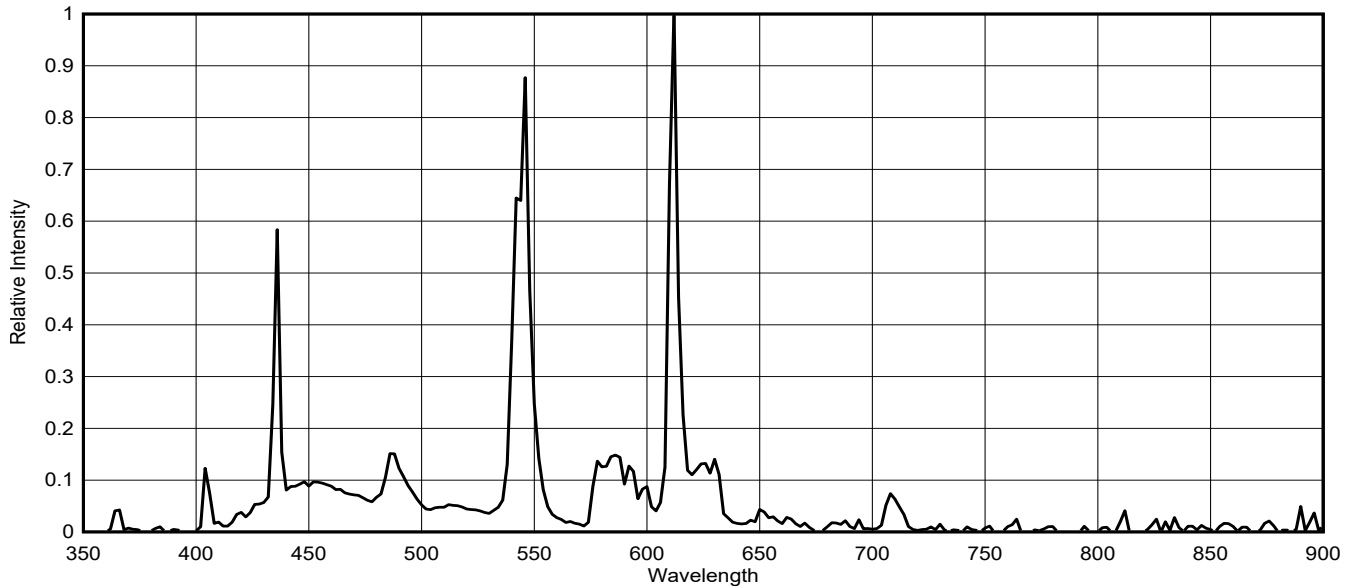


图 5-5. 5000K CFL 灯泡

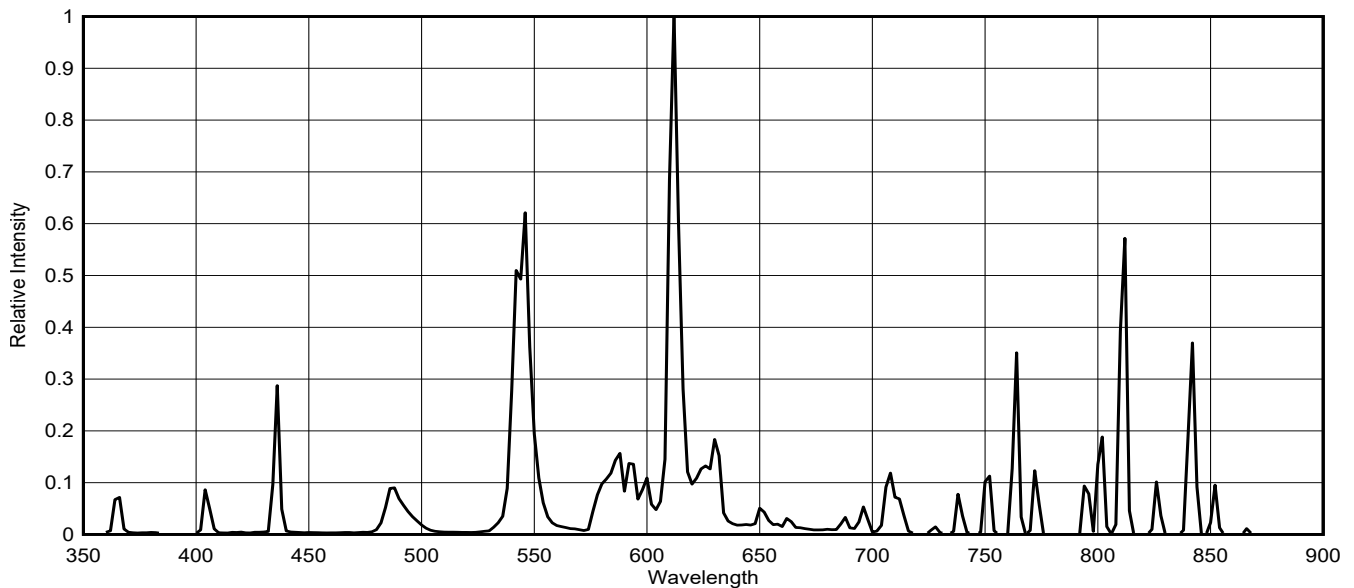


图 5-6. 2700K CFL 灯泡

5.5 阳光

太阳发出的电磁波谱波长范围很广，但本报告的重点是太阳光中的可见光和近红外成分。图 5-7 展示了在室外微阴条件下测量的光谱。

太阳发射的许多波长都在可见光光谱中，但在阳光光谱图中可以看到大量的近红外成分。

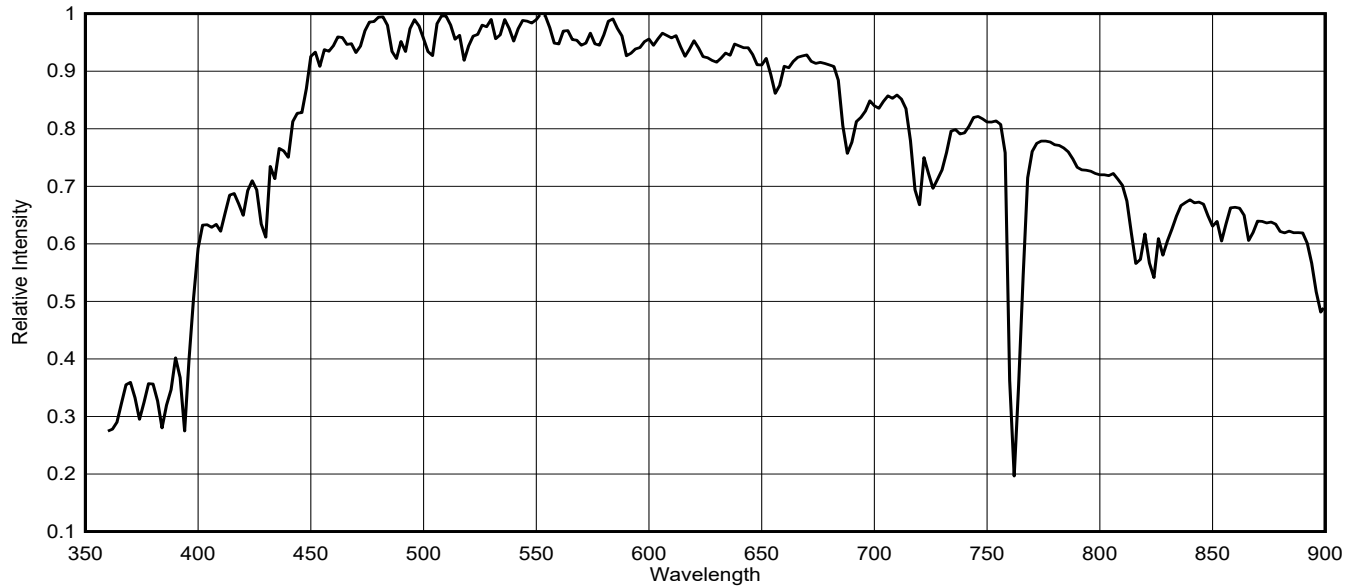


图 5-7. 阳光

6 总结

光源检测可能是需要额外环境信息来做出照明决策的系统的重要组成部分。与同样明亮的 LED 光源相比，阳光在显示屏上产生的刺眼眩光会造成更糟糕的用户体验。识别阳光可以确保显示屏可读。汽车前照灯系统可以通过区分日光隧道和 LED 照明隧道来做出智能选择，确保前照灯在明亮的隧道中保持开启状态。OPT4003-Q1 可见光和近红外通道的灵敏度和出色的抑制能力使系统能够使用光源检测算法，从而做出更先进的照明决策。

7 参考资料

- 德州仪器 (TI), [OPT 4003-Q1 汽车高速高精度数字环境光传感器](#) 数据表。
- 德州仪器 (TI), [环境光传感器应用指南](#) 应用手册。
- 德州仪器 (TI), [环境光传感器](#) 视频系列。

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司