

详析像增强器的构造及作用——专为微弱信号探测而生

CCD、CMOS 相机常备用来拍摄发光影像。然而受到效率、噪声的限制，在微弱光环境下，普通相机很难实现有效的成像，这些场景包括：

- 微光夜视，即环境光照很低的场合；
 - 微弱发光，如单颗粒发光、单粒子探测、生物自荧光等；
 - 高速成像，因为曝光时间很短而导致信号微弱
-那么；是否有办法将影像增强呢？

如何解决微弱信号探测？

像增强器可以有效增强影像，并可以实现单光子计数探测。



简述像增强器的用途：

1. 顾名思义，像增强器能实现光放大，可提供高达 $10^3 - 10^7$ 的光增益，实现微光环境成像、高速成像、单个粒子探测等微弱信号探测的功能；但绝不仅仅是增强光信号而已，还可以实现：
 2. 选通（超高速快门）功能，可达纳秒量级甚至更低；
 3. 结合闪烁体用于探测 X-Ray，带电粒子以及中性粒子等。
- 同时值得一提的是，在增强信号的同时，本君极少产生干扰，在厘米量级的靶面上，暗计数每秒不超过 10 个！

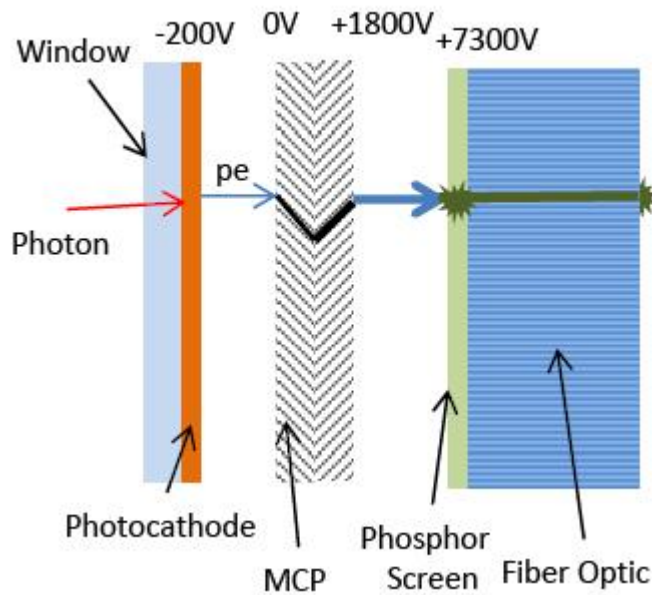
像增强器的构造：

此部分我们介绍像增强器的构造，器件中各个部分的功能，像增强器的结构决定了其可以对微弱信号进行检测。

简单来讲像增强器由阴极、微通道板、荧光屏构成，下面一一为您剖析：

1) 光电阴极：

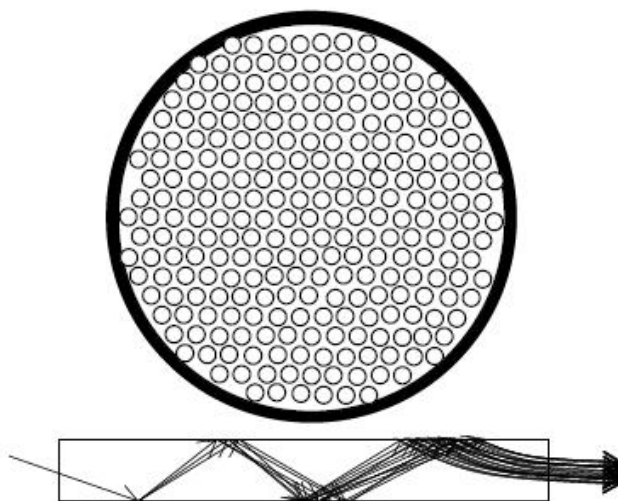
像增强器的阴极的作用是将光子转换成电子，阴极材料可以是金属或半导体。通常二代像增强器采用双碱或多碱光电阴极，对紫外-可见光较为敏感（日盲型仅对紫外敏感）。描述光电阴极的主要参数包括量子效率，峰值响应波长，暗电流等。



2) 微通道板:

像增强器的增强功能是通过微通道板(MCP)实现的,微通道板是阵列式微细玻璃管,玻璃管的直径可以小到几个微米,内壁镀有二次电子发射材料。当微通道板被加上高压后,电子碰撞内壁会进行倍增,形成雪崩式反应,实现信号的放大。像增强器根据增益的要求不同,分为单MCP,双MCP和三MCP,增益也从 $10^3 \sim 10^7$ 不等,在单光子成像的成像系统中,最好采用双MCP,由于具有高的增益,会很好的剔除模拟噪声。

通常情况下对MCP进行描述有如下四个性能:长径比,同等情况下,长径比大的MCP增益能力强;开口面积比,这个参数决定了MCP的探测效率;增益,MCP通过加上高压实现雪崩放大,电压越高增益越强,但是高压是有限制的,通常情况下这个高压不能超过1000V;均匀性,MCP的均匀性一定程度上决定了像增强器的均匀性。



3) 荧光屏:

像增强器的荧光屏是将电子再次转换成光信号的器件，荧光屏上加有 5000-6000V 的高压，可以将一个电子转换成转换成多个光子。荧光屏要求屏层强度和导通性良好，以免被静电击穿铝膜层，表面质量优良以免产生针尖放电，发光效率良好，MTF 曲线优良。

描述荧光屏 4 个主要参数：空间分辨率，高的空间分辨率才会让图像效果更好；电子转换效率，荧光屏根据材质的不同光子的转换效率可以为 55-320 个光子不等；发光光谱，荧光品的发光光谱主要集中于 400nm - 550nm 之间；湮灭寿命，荧光屏的荧光湮灭寿命根据实验重频要求来选择，不同荧光材料的湮灭寿命在 ns~ms 量级。

选通功能

光电子从阴极到达 MCP 需要一个正电压（通常为 200V 左右）导引及加速，而如果施加一个负电压（约-50V），电子无法抵达 MCP，像增强器无输出，为关断状态。因此可以通过对光电阴极-MCP 之间的电压施加脉冲电压来实现超快的快门，实现低至纳秒的选通；

MCP 本身如果采用脉冲高压来驱动，也可实现选通，MCP 的选通时间一般比像增强器略慢。

附件及拓展功能：

像增强器工作时需要高压电源提供增益电压；选通（门控）功能需要门控脉冲发生器。这些器件现在都可以做成很小的模块，甚至集成在像增强器外周。

同时本君还具备相当灵活的变身功能：输入面加闪烁体可以实现高能光子、粒子成像；无光电阴极的像增强器可以直接用于探测电子，离子，X 射线等能量较高的粒子。

Photek 公司强大研发背景：

Photek 公司成立于 1991 年，由英国 Bristol University 从事空间光电探测器研发的科学家创建，公司位于英国 East Sussex 郡，该地曾是英国著名的显像管生产中心。基于完善的电真空器件生产测试设备、人才和经验，Photek 提供基于真空光电技术的光电探测器，包括像增强器、超快光电倍增管、真空粒子探测器、条纹管，配套的高压、快电子学设备，以及单光子计数相机、微光探测相机等。Photek 具备光电阴极蒸镀、荧光粉蒸镀、陶瓷/玻璃/金属超高真空密封等设计和制造工艺，具备高压电源、纳秒高压高速脉冲发生器、数字控制电路与软件开发、光学设计以及成像评价测试的完整研发、生产、质检体系。Photek 专长于大面积、高速光电探测器以及先进光子计数探测器，并在特种探测器（如宇航级探测器、军标探测器）领域有丰富的实际经验。