

蔡司 MMS 系列光谱传感器的应用优点

一 概述

MMS 系列是 Carl Zeiss 推出的针对现场在线光谱检测的微型光学传感模块，其中结合了多项 Carl Zeiss 的专利技术，确保 MMS 系列光谱仪在任何严酷的现场条件下都保持长时间的稳定工作。目前 MMS 系列微型光谱仪已经在包括颜色检测、薄膜测厚、生物医药、食品 LED 分光分色等多个行业中得到的应用。其稳定的表现也获得了广泛的肯定。



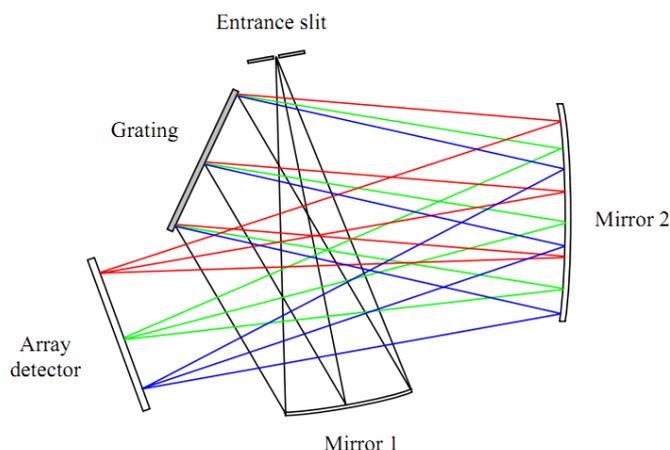
MMS 系列微型光学传感模块

二 光谱仪对比分析

目前各行各业对品质检测和过程控制的要求越来越严格，而做为关键传感器光谱仪的性能就显的非常重要，而且光谱仪属于光电技术相结合的部件，一般人很难判断光谱仪质量的和性能的好坏，目前国内主流的通用微型光谱仪供应商有海洋光学、Avantes、必达泰克等，以下是 MMS 系列光谱仪和他们的差异对比，本文将从光学平台、光电转换器件、材料等多方面来说明影响光谱仪性能的要素。（品牌只作功能及设计上的比较分析）

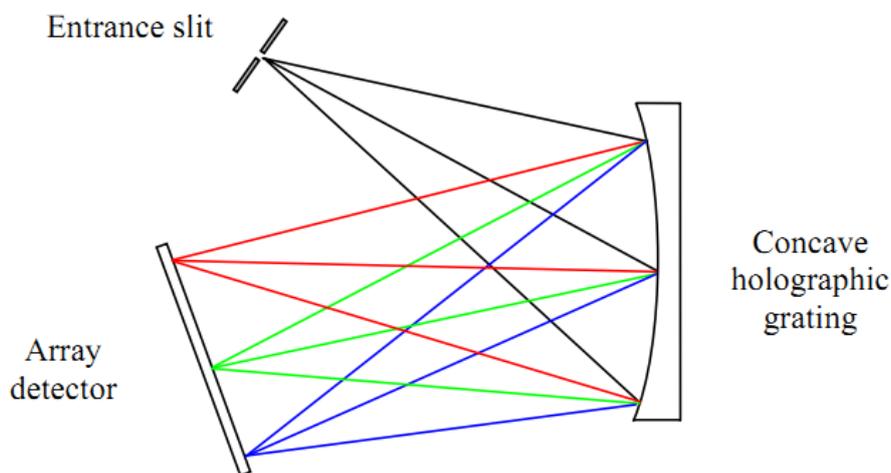
光谱仪	USB2000	USB4000	AvaSpec-2048	Quest X	MMS
厂家	海洋光学	海洋光学	Avantes	必达泰克	Carl Zeiss
光学平台	Czerny-Turner	Czerny-Turner	Czerny-Turner	Czerny-Turner	Concave Grating
光栅类型	平面光栅	平面光栅	平面光栅	平面光栅	凹面全息光栅
传感器	Sony ILX511	东芝 TCD1304	Sony ILX511	Sony ILX511	HAMAMATSU S3904
像元	2048	3649	2048	2048	256
外壳材质	铝合金	铝合金	铝合金	铝合金	钛合金
通讯接口	USB、RS232	USB、RS232	USB、RS232	USB	USB、RS232、Net

● 光学平台



Czerny-Turner 光路

目前主流通用微型光谱仪基本都是采用 Czerny-Turner 结构，分光器件使用的是平面光栅，平面光栅由于复制简单，成本低廉而得到了广泛的应用，但是这种光学结构也存在不足，首先由于采用 Czerny-Turner 使用的是平面光栅只有分光作用没有聚光作用，需要额外的凹面镜，同时为了保证入射到平面光栅上的光为平行光，需要另一个额外直准镜，这样的结构使整个光路变的复杂，杂散光消除变的困难，而经过多次反射光被削弱了很多，降低了探测灵敏度，象差也比较大。还有一个缺点是平面光栅的二三级衍射比较严重，这对光谱测量也有很大的影响。



凹面光栅光路

目前高端的光栅分光型光谱仪普遍采用平场全息凹面光栅，虽然光栅成本上比较高，但是平场全息凹面光栅使光路变的简化，凹面光栅把平面光栅和凹面镜的功能合二为一，大大简化了光路，降低的杂散光，而且采用全息闪耀技术的凹面光栅衍射效率也大大的提高，二三级衍射被削弱。光路的简化也造成了采用平场全息凹面光栅的光谱仪可以实现更小的体积。MMS 系列光谱仪就是采用的 Carl Zeiss 最新离子刻蚀技术的平场全息凹面光栅，Carl Zeiss 也是目前世界上为数不多的高端商用和科研光栅的供应商之一。

● 光电转换传感器

可能很多人会认为 CCD 是唯一的商用光谱仪光学传感器，其实除了 CCD 以外还有很多类型的光学传感器适合在光谱仪上使用，光电二极管阵列 (PDA) 就是其中之一。目前主流通用微型光谱仪基本都采用 CCD (ILX511、TCD1304) 作为光电转换器件，CCD 传感器有很高的光学灵敏度，而且可以做到很高的象素阵列。但是 CCD 同样也存在一个问题，就是比较不稳定的暗电流噪声，而非内制冷式的 CCD 在工作中随着温度的升高，暗电流也会变化。这就导致了光谱仪重复性差。MMS 系列光谱仪没有采用 CCD 作为光学传感器，而是使用了日本 HAMAMTSU 公司的一款 NMOS 光电二极管阵列作为光学传感器，虽然 NMOS 在光学灵敏度上和象素数量上比 CCD 传感器要差，而且价格也比 CCD 高很多 (价格为普通 CCD 的 10-20 倍)，但是在信噪比、暗电流、温飘、重复性等方面都要远远的好于 CCD，除了一些需要在弱光下进行测试的应用 (比如拉曼光谱检测)，其他应用点 MMS 系列光谱仪的 NMOS 光学传感器更能满足要求。

● 材质和特性

MMS 系列光谱仪的壳体放弃了传统的铝合金而是采用了昂贵的钛合金做为光谱仪的制作材料，钛合金拥有热膨胀系数小、耐腐蚀、硬度高等特点，这确保了 MMS 光谱仪拥有极小的波长温飘 ($< 0.005 \text{ nm / K}$) 和更稳定的机械特性。

此外 MMS 系列还使用了光纤平面转换器，确保尽可能多的光进入狭缝。这一点非常重要，这可以避免光纤各个角度出光的不均匀而导致的测量不稳定。

三 MMS光谱仪性能

● 暗电流温飘

暗电流温飘一直是影响微型光谱仪性能的最大问题之一，虽然暗电流可以检测，然后通过软件扣除，但是在 LED 分光分色等需要快速检测的应用中，无法去实时的检测和扣除暗电流，一般只是在设备启动的时候检测一次。这样如果在测试过程中暗电流飘动严重，就会对测量结果造成很大的影响。暗电流的性能主要和传感器相关，而目前普通的光谱仪采用的 CCD 传感器 (ILX511 或者 TCD1304) 的暗电流受工作温度的影响非常大。而 MMS 放弃了 CCD 传感器选择了光电二极管阵列 (PDA)，光电二极管阵列的暗电流受工作温度的影响就要小很多，

以下是暗电流基准温飘对比测试：

以下是暗电流基准温飘对比测试：

积分时间	XXX-2000 (ILX511)	XXX-4000 (TCD1304)	MMS (PDA)
10 ms	< 300	< 300	< 3
50 ms	< 550	< 500	< 3
100 ms	< 900	< 800	< 5
1000 ms	< 1100	< 1000	< 50

测试条件：温度从 10 摄氏度变化到 50 摄氏度

测试方法：计算暗电流基准飘动的数值（都是 16 位 AD，满量程为 65535）

● 杂散光

在需要测试颜色的应用中（LED 色温检测、物体颜色检测），杂散光是影响测试结果的主要因素，杂散光也是评价光谱仪性能和光路设计水平的重要指标。以下为杂散光测试结果（杂散光： $< 10^{-5}$ ）：

色片	标准色坐标	测量色坐标	误差
HB650 (红色)	x = 0.7304 y = 0.2696	x = 0.7313 y = 0.2689	x = 0.0009 y = 0.0007
QB3 (蓝色)	x = 0.1647 y = 0.0451	x = 0.1688 y = 0.0458	x = 0.0041 y = 0.0007

● 波长精度

光谱仪的波长精度也是重要指标之一，由于采用了平场全息凹面光栅，使得分光后的像差相对采用平面光栅的光谱仪要小很多，以下为波长测试数据（光源采用 Xe Flash Lamp + UVC-600-LL）。

实际波长	测量波长	误差
229.62 nm	229.38 nm	0.24 nm
247.61 nm	247.55 nm	0.06 nm
260.64 nm	260.49 nm	0.15 nm
297.82 nm	297.95 nm	0.13 nm
362.09 nm	362.06 nm	0.03 nm
377.61 nm	377.22 nm	0.39 nm

● 扫描速度

在 LED 分光机中需要快速的对 LED 进行光谱检测，所以光谱仪完成一个扫描周期的全部时间越短，测试时间就越快。一个完整的扫描周期包括 PC 命令发送时间、采样触发时间、积分周期、采样时间、数据上传时间。目前主流的光谱仪都采用 USB 作为通讯方式，速度已经足够，所以数据上传时间和 PC 命令发送时间可以忽略。因此影响整体时间的主要是采样触发时间、积分周期、采样时间。

MMS 系统（包含驱动模块）拥有 2 种工作模式（高精度模式和高速模式），如果采用高速模式可以把采样触发时间控制在 50us 以内，MMS 系统最短积分时间为 2ms。以下为 MMS 系统一次完整扫描时间（从 PC 发送数据到接收光谱数据到内存中）的测试数据。

模式	积分时间	最大时间	最小时间	平均时间
高速模式	2 ms	7.3 ms	5.1 ms	6.3 ms
	10 ms	15.6 ms	13.0 ms	14.5 ms
高精度模式	2 ms	10.1 ms	5.4 ms	7.6 ms
	10 ms	22.8 ms	14.4 ms	17.9 ms

测试方法：在每一种模式和积分时间下测试 1000 次统计结果

四 LED检测解决方案

深科健光谱科技有限公司 2012 年推出基于蔡司 MMS UV-VIR 光谱传感器的 LED 在线检测解决方案，可提供客户方便、稳定、高效、低成本的 LED 检测系统。系统包括如下模块：

MMS 系列	采用 256 像素 PDA 探测器和凹面全息光栅
ZMS-PDA 电子板	支持 USB (480MHz)、RS232 接口、EtherNet (选配)，采用高精度 16 位高速 ADC。
SpectraNexus_LED	基于 JAVA 的 LED 光谱分析软件
SpectraArsenal	二次开发软件支持包 (SDK) 包含色温、色坐标、主波长、色纯度等相关参数
机箱口	全铝合金工业等级机箱 (选配)

深科健光谱科技有限公司

联系人：李锡安

联系电话：400-621-2890 0755-33916213

传真电话：0755-61640821

移动电话：13809274112

联系地址：宝安区西乡大道盛辉大厦 B 座 406

电子邮件：13809274112@163.com

邮编：518000

网址：<http://www.caisigp.com>

产品特性

产品型号	ZMS UV	ZMS 1 UV-VIS	ZMS 1 NIR	ZMS UV-VIS1	ZMS UV-VIS2
对应光学模块	MMS UV	MMS 1 UV-VIS	MMS 1 NIR	MMS UV-VIS1	MMS UV-VIS2
波长范围	195-390 nm	360-900 nm	400-1100 nm	190-720nm	250-785nm
物理参数					
外形尺寸	OEM / ODM				
重量	OEM / ODM				
工作温度	-10~70 摄氏度				
探测器					
型号	HAMAMATSU S3904				
检出范围	200-1000				
像元数	256				
像元尺寸	25 x 2500 μm^2				
光学参数					
入射狭缝	70 μm				
平场凹面光栅	1084 l/mm	366 l/mm	366 l/mm	366 l/mm	366 l/mm
光学接口	SMA905				
光谱特性					
光学分辨率	0.8nm	3.3nm	3.3nm	2.2nm	2.2nm
信噪比	5000:1				
AD 分辨率	16 Bit				
积分时间	10ms - 5000ms				
杂散光	0.3 % (Deuterium lamp, Signal at 240 nm with NaJ-solution (10g/l))	< 0.8%(with Halogen lamp, Signal at 450 nm with filter GG 495)	< 0.8%(with Halogen lamp, Signal at 450 nm with filter GG 495)	< 0.3 %(with Deuterium lamp, as transmission at 365 nm with NaNO2-solution (50 g/l))	< 0.3 %(with Deuterium lamp, as transmission at 365 nm with NaNO2-solution (50 g/l))
线性	> 99.8%				
波长温漂	$\leq 0.005\text{nm/K}$	$< 0.02 \text{ nm/K}$	$< 0.02 \text{ nm/K}$	$\leq 0.006\text{nm/K}$	$\leq 0.006\text{nm/K}$
电子特性					
功耗	150mA / 5VDC				
供电	USB / POWER PORT				
通讯接口	RS232、USB、EtherNet、蓝牙(选配)				
通讯速度	RS232: 115200 b/s USB: 480 Mb/s EtherNet: 100Mb/s 蓝牙: 115200 b/s				
数字输入输出	10 GPIO				
模拟接口	2 路 0-5V 模拟输入(选配) 2 路 0-5V/4-20mA 模拟输出(选配)				
触发方式	4 种 (软件触发、外部电平触发、外部边沿触发、定时触发)				

WWW.CAISIGP.COM