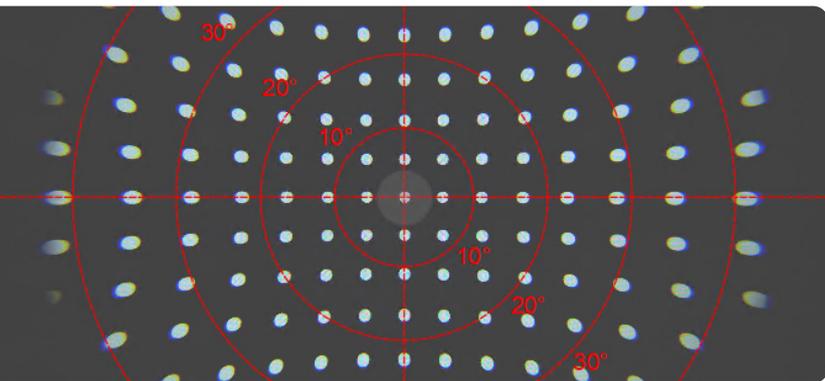
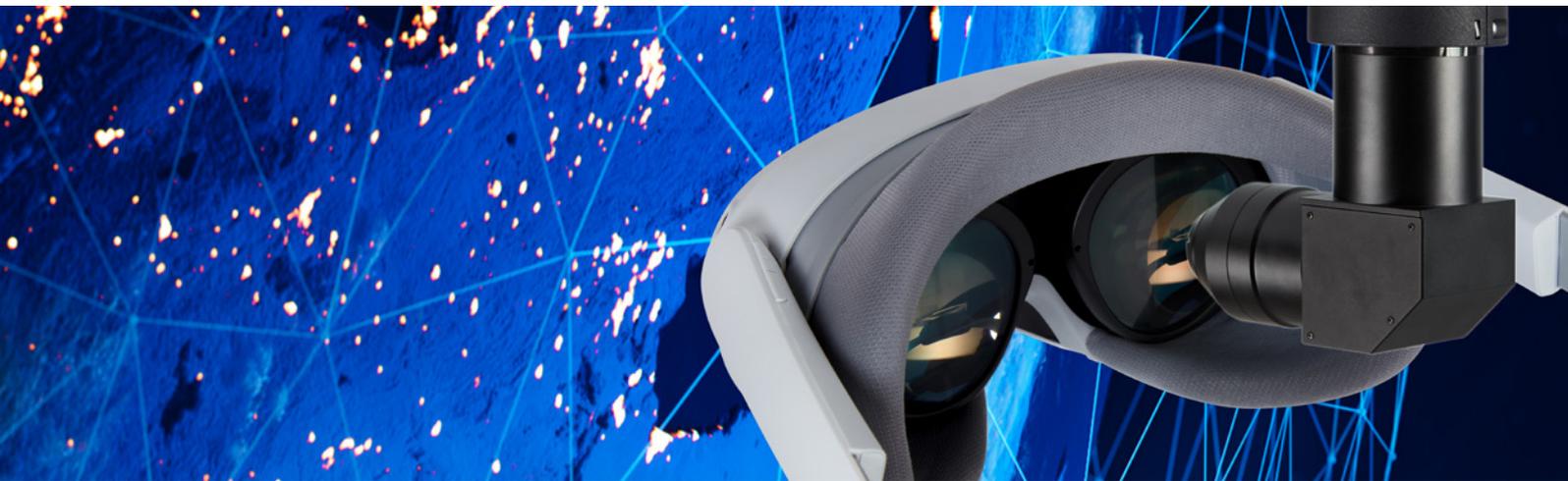


# SYSTEMS & SOLUTIONS

AR/VR/MR 显示测量解决方案



适用于  
近眼显示设备

# 01 \ 引言

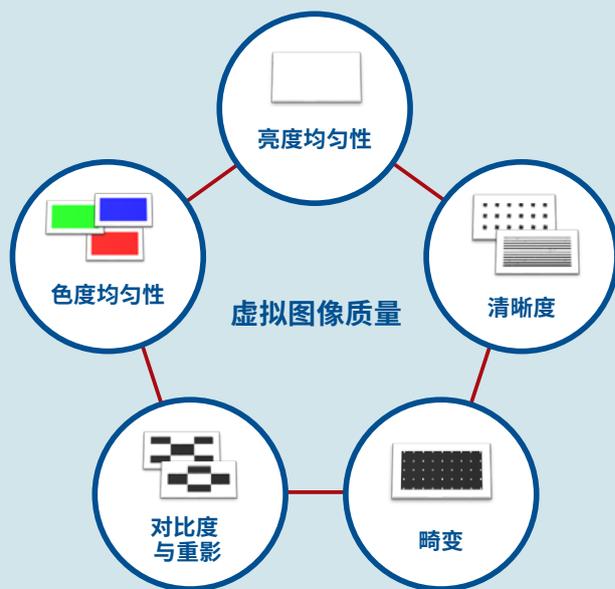
近眼显示 (NED) 是增强现实 (AR) 和虚拟现实 (VR) 系统中的关键组成部分。通过紧凑的光学结构设计, 将虚拟影像精准呈现在人眼前方, 带来沉浸式视觉体验。为实现优质的图像表现、准确的色彩还原以及舒适的观看效果, 整个产品开发过程中都需要进行系统性的光学测量与评估。

成像色度计和点式色度计可对显示视场内的亮度与色度进行测量, 用于评估均匀性、对比度和色彩表现。成像色度计还能够分析空间特征, 例如清晰度、重影及畸变等。

测角仪用于分析亮度和色彩随观察角度变化的情况, 从而评估显示器的视角特性。可控背景照明可模拟不同环境光条件, 用于测试显示性能在多种应用场景下的表现。

通过多种测量技术的协同应用, 可建立系统化的测试流程, 为 AR/VR 视觉系统的设计验证与性能优化提供可靠的数据支持。

## 显示性能评估指标



在 Instrument Systems 的产品体系中, 提供多种解决方案以支持 AR/VR 显示测量需求。本手册涵盖以下测试系统:

### ▲ LumiTop 成像色度计

用于分辨率级亮度与色度测量, 支持 MTF 相关分析及空间缺陷检测。

### ▲ TOP 300 光学探头

用于高精度点式测量, 适用于校准与验证应用。

### ▲ DMS 测角仪

用于高精度角度相关测量, 支持校准与性能验证。

### ▲ CoboTop

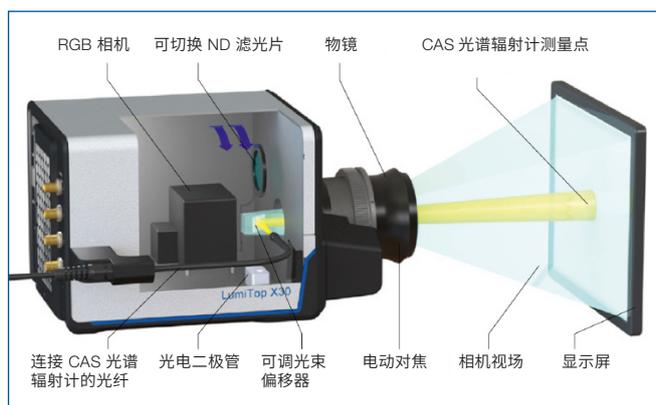
提供灵活的机器人定位方案, 实现可重复、高效率的测试流程。

### ▲ 照明系统

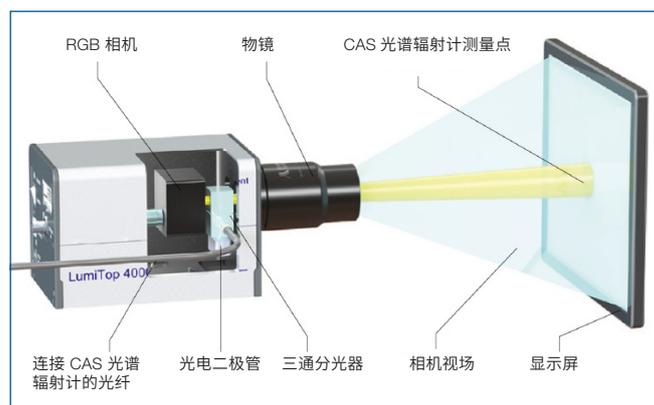
可控背景与场景照明, 用于模拟实际环境光条件。

## 02 \\ LumiTop 成像色度计

LumiTop 将成像相机与高端阵列式光谱辐射计结合在同一系统中, 由光谱辐射计作为实时参考, 实现更加可靠的色度测量。系统在一次图像采集过程中即可同时获取相机图像和参考光谱信息, 并利用光谱数据对测得的颜色值进行即时精细校正。



LumiTop X30 光学结构示意图



LumiTop 4000/5300 光学结构示意图

### 满足实验室与生产环境需求的灵活配置

LumiTop 与 LumiTop X 系列提供多种型号和配置, 可根据不同应用需求进行灵活组合:

- ▲ 可选配高动态范围、低噪声的 CMOS RGB 相机, 传感器分辨率从 12 MP 至 31 MP, 支持高分辨率测量
- ▲ 传感器动态范围最高可达 81 dB, 可覆盖从低亮度到高亮度的多种测量场景。对于亮度较高的光源, 还可通过外置滤光片进一步扩展测量范围
- ▲ 提供多种工业级物镜, 可根据不同被测对象进行选择, 例如微显示器、平板显示器或 AR/VR 设备中的近眼显示系统

此外, 系统还可搭配不同型号的 CAS 系列光谱辐射计, 以满足不同测量需求, 组成完整的 LumiTop 测量系统。

其中, LumiTop X20 与 X30 在低亮度测量方面具有较高灵敏度, 并提供灵活的系统配置。系统内置可切换的中性密度滤光片, 可扩展动态测量范围, 同时配备外部驱动的电子对焦功能, 支持灵活的对焦调节, 并具备良好的重复性。

## LumiTop 为近眼显示带来高速与高精度绝对光度测量

Instrument Systems 为 LumiTop 与 LumiTop X 成像色度计开发的 AR/VR 专用镜头, 专为虚拟现实与增强现实头显及眼镜中的近眼显示 (NED) 生产测试而设计。

其光学设计模拟人眼视觉特性, 可对用户实际感知的颜色与亮度进行测量, 同时支持对比度、清晰度和畸变等关键显示参数进行评估。

大视场、多种瞳孔尺寸选择以及可调焦距, 使系统能够覆盖多种测试应用。直筒式和潜望式镜头结构可在空间受限的装配环境中, 为近眼显示测量提供良好的测试位置。

### LumiTop 4000/5300 搭配 AR/VR 镜头

- ▲ 视场角: 最高可达  $120^{\circ} \times 105^{\circ}$
- ▲ 可调焦距
- ▲ 多种瞳孔尺寸选择
- ▲ 支持“双眼”测量空间

### LumiTop 30X 搭配 AR 镜头

- ▲ 视场角:  $42^{\circ} \times 32^{\circ}$
- ▲ 可调焦距
- ▲ 多种瞳孔尺寸选择

除直筒式结构外, 潜望式镜头在整机装配完成的头戴式设备中也能提供合适的测量位置, 即使在空间较为紧凑的情况下仍可进行测量。两台 LumiTop 设备还可以以双目配置并行运行, 实现同步测量。

### 用户视觉体验 — 真实的颜色与亮度

- ▲ 高分辨率相机, 可减少摩尔纹影响
- ▲ 优化的镜头设计, 更接近人眼实际观察效果
- ▲ 快速光度计与触发控制, 可实现对调制光源的精确同步与控制

搭配 AR/VR 优化镜头的 LumiTop 系统, 可实现稳定可重复、可溯源的颜色与亮度测量, 为增强现实和虚拟现实设备的显示质量评估提供可靠支持。

经过光谱校正的 LumiTop AR/VR 测量系统能够对近眼显示 (NED) 进行高速且高精度的光度测量。



LumiTop X30 AR:  
30 MP 分辨率, 视场角  $42^{\circ} \times 32^{\circ}$



LumiTop 4000 AR/VR:  
12 MP 分辨率, 视场角  $120^{\circ} \times 85^{\circ}$



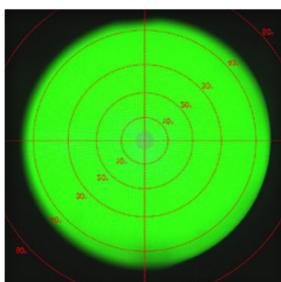
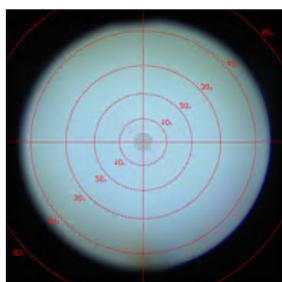
LumiTop 5300 AR/VR  
24 MP 分辨率, 视场角  $120^{\circ} \times 105^{\circ}$

为了实现便捷的系统集成与操作, Instrument Systems 开发了功能强大的 LumiSuite 软件。LumiSuite 提供简洁直观的图形用户界面 (GUI), 可引导用户按照清晰的工作流程逐步完成数据分析与评估。LumiSuite SmartAnalysis 的分析流程采用简洁的三步逻辑结构, 操作直观高效。

凭借丰富的图像分析功能, LumiSuiteSmartAnalysis 可用于对显示模组或近眼显示 (NED) 进行全面表征与评估。LumiSuite 同时支持多种适用于 AR/VR 应用的分析方法, 并内置测试图案生成器 (Test Pattern Generator)。

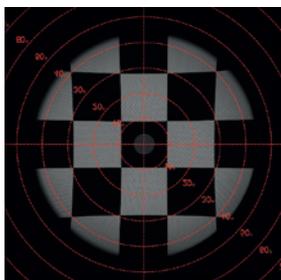
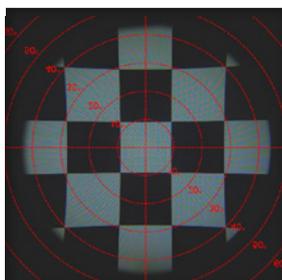
### LumiTop AR/VR 测量系统 结合 LumiSuite 可实现的 测试项目

- ▲ 亮度与色度均匀性
- ▲ 畸变
- ▲ 色差 (Chromatic aberration)
- ▲ 视场角 (Field of view)
- ▲ Eye box 扫描
- ▲ 对比度
- ▲ Michelson 对比度
- ▲ 倾斜边缘分析 (Slanted edge analysis)
- ▲ 虚像距离



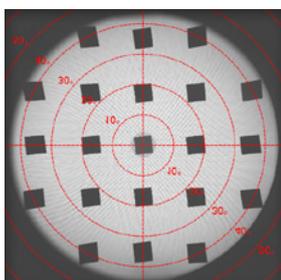
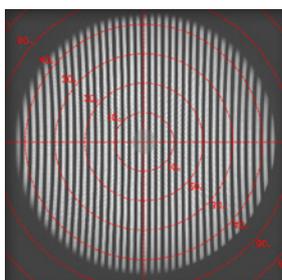
#### VR 头显近眼显示 (NED) 的亮度与色度测量

亮度与色度测量是评估和优化近眼显示 (NED) 以及 AR/VR 设备显示性能的重要基础测试。系统通过一次图像采集, 即可在一秒内完成整个视场范围的测量与分析。



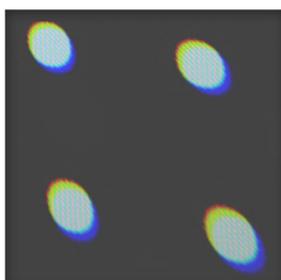
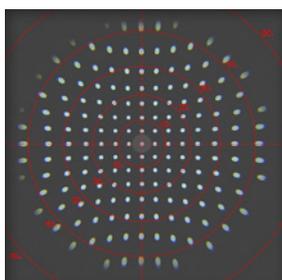
#### VR 头显近眼显示 (NED) 的对比度测量

对比度测量是保证显示画面对比效果的重要测试项目。显示设备通常希望具有较高的白黑亮度比。通过 LumiSuite AR/VR 分析功能, 可以在整个视场范围内对图像的对比度进行测量与评估。



#### 基于 Michelson 对比度或斜边法的清晰度分析

LumiSuite 支持采用 Michelson 对比度或斜边法 (Slanted Edge) 对图像清晰度进行分析。清晰度在不同视场位置可能存在变化, 是评估近眼显示光学系统质量的重要指标之一。



#### 畸变与色差

畸变和色差反映了近眼显示光学系统的关键光学特性。通过 LumiTop AR/VR 系统结合 LumiSuite 软件, 可以对这两项参数进行快速表征与分析。

# 03 \ TOP 300 AR/VR 光学探头

## 主要特点一览

- ▲ 坚固、紧凑且轻量化设计, 适用于生产测试环境
- ▲ 集成 5 MP 取景相机, 便于快速对准测量位置
- ▲ 光学结构模拟人眼视角, 视场角  $\pm 1.2^\circ$
- ▲ 支持可配置的入瞳尺寸与对焦距离
- ▲ 支持双目测量配置
- ▲ 光纤导光器, 集成模式混合适配器



## 系统演示视频:

使用 TOP 300 光学探头与 CAS 140D 光谱辐射计进行 AR/VR 测试



扫码观看 TOP 300 AR/VR 测试系统演示

Instrument Systems 的 TOP 300 AR/VR 光学探头专为高精度亮度与色度测量而设计, 可实现对亮度及光谱辐亮度的精确测定。该系统可对光源、光学镜片、光学模组以及完整的 AR/VR 设备进行详细的色度分析, 并适用于对近眼

显示 (NED) 及 AR/VR 应用中各类光学组件进行性能表征。结合高性能 CAS 光谱辐射计以及功能强大的 SpecWinPro 软件, 可快速构建一套用于近眼显示测量的高精度测试系统。



TOP 300 配备取景相机, 并可与高端 CAS 光谱辐射计组合使用, 实现高精度测量。

# 04 \\ DMS AR/VR 测角仪系统

DMS 系列是用于显示器件、材料及光学组件电光性能综合分析的成熟测量系统,可覆盖从研发到生产的各个阶段。

当系统搭配模拟人眼视觉特性的 AR/VR 专用光学组件时, DMS 能够对近眼显示 (NED) 产生的虚像进行高精度测量。

DMS 系统可实现以下测试功能:

- ▲ 在不同显示驱动状态和观察方向下测量亮度、对比度和色度
- ▲ 测量闪烁 (Flicker) 和响应时间
- ▲ 评估环境因素 (如环境光照和温度变化) 对显示性能的影响

## DMS AR/VR 测量项目

- ▲ Luminance 亮度
- ▲ Color 色度
- ▲ MTF (调制传递函数)
- ▲ 不同眼距条件下的 Eye box 分布测量
- ▲ 视线扫描或视场扫描 (Gaze / FOV scan)



▲ 光学模型模拟人眼结构 (入瞳、晶状体、眼球中心), 可实现整个视场范围内的准确表征。



▲ 了解更多 DMS 测角仪系列

## DMS 803 测角仪

- ▲ 适用于小型至中型样品的多功能测试平台
- ▲ 6 轴电动控制, 实现自动化测量
- ▲ 多种附件可用于在环境光照和不同温度条件下对 DUT 进行测试

## 05 \ 基于协作机器人的 AR/VR 测试解决方案

Instrument Systems 提供面向 AR/VR 应用的先进传感器与测量解决方案,适用于近眼显示 (NED) 及头显设备的测试。主要产品包括 **TOP 300 AR/VR 光学探头**和 **LumiTop AR/VR 成像式光测量系统**,可用于对亮度和光谱辐亮度进行精确测量,从而支持显示性能评估。

对于 Eye-box 扫描或视线 (Eye-gaze) 测量等更复杂的测试任务,这些传感器还可与其他机械测量设备配合使用。例如高精度测角仪系统 **DMS 803**,可进一步扩展 AR/VR 应用中的测量能力。

当需要更高灵活性时,基于协作机器人的测角系统提供了一种创新解决方案。通过更高的自由度和更大的工作空间,这类系统能够适应复杂的测试场景。

其中的代表方案是 CoboTop。该系统基于协作机器人平台开发,并结合 Konica Minolta 的 CoboSense 技术。CoboTop 与 TOP 300 集成后,可实现检测流程、重复性测试任务和测量流程的自动化。

通过将 TOP 300 的高精度测量能力与 CoboSense 的自动化功能相结合,制造商能够优化质量控制流程,提高生产效率,并降低生产成本。这一自动化解决方案为 AR/VR 行业提供了可扩展的测试能力,以满足快速发展的市场需求。



CoboTop 集成 TOP 300、CoboSense 与 CAS 140D, 可实现高精度自动化 AR/VR 测试。

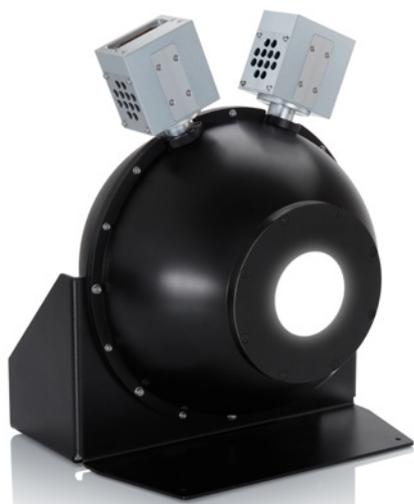
## 06 \ X R 设备环境光模拟光源系统

环境光照对 AR 眼镜中使用的透视式近眼显示具有重要影响。根据环境光的颜色和亮度不同，外部光线可能会削弱用户对虚拟内容的可见性。与此同时，AR 光学结构（例如波导合光器）也可能改变用户对环境光颜色和亮度的感知，而散射效应则可能产生视觉伪影，从而影响观看舒适度。

Instrument Systems 提供用于 XR 设备测试的照明光源，可在不同环境光条件下支持清晰、稳定的图像评估。这些光源支持按照 IEC 63145 和 IDMS 标准进行可靠测试，并可根据具体产品需求和测试环境进行配置。

这些光源在 AR 眼镜和透视式显示系统的测试中发挥重要作用，可用于评估环境感知效果以及环境光对虚拟图像质量的影响。

凭借在光源制造与表征方面的经验，Instrument Systems 提供亮度和光谱输出可溯源至初级标准的照明系统，以确保测量的可靠性。系统可提供不同的亮度等级、发光口径以及光谱特性（例如白光或类太阳光谱），能够满足研发和生产环境中从紧凑型到完整测试系统的多种应用需求。



▲ 发光口径 75 mm、类太阳光谱的照明光源



▲ XR 测试系统示例：  
照明光源结合 LumiTop AR/VR 成像色度计

# 09 \\ Technical 技术参数

## LumiTop 4000/5300 AR/VR

Model	LumiTop 4000 AR/VR (preliminary)	LumiTop 5300 AR/VR (preliminary)
<b>Measurement quantities</b>		
2D	Luminance, color	
Spot	Spectrum, luminance, color, flicker	
<b>General specifications</b>		
Operating system	Windows 10 (64 bit), Windows 11 (64 bit)	
Dimensions (l x w x h) <sup>1)</sup>	With periscope lens: 452 mm x 190 mm x 180 mm With straight lens: 527 mm x 190 mm x 180 mm	
Weight <sup>2)</sup>	5.4 kg	
Power supply	24 V	
Operating temperature range	15 – 35 °C	
<b>Camera specifications</b>		
Effective resolution (h x v)	4096 x 3000 pixels (12 megapixels, CMOS)	5312 x 4600 pixels (24 megapixels, CMOS)
AD converter	12 bit	
Interface camera	Gigabit Ethernet, M12 12-Pin Female	
Measurement range 2D <sup>3) 4)</sup>	L = 0.012 cd/m <sup>2</sup> – 170,000 cd/m <sup>2</sup>	
Angular Resolution	> 30 px/deg (average over FOV)	> 40 px/deg (average over FOV)
<b>Lens specifications</b>		
Field of View (FOV) (H x V)	120° x 85°	120° x 105°
Adjustable focus distance	0.5 m – 1.5 m (other on request)	
Entrance pupil <sup>15)</sup>	1.0 – 3.6 mm	
<b>Measurement time <sup>8)</sup></b>		
Measurement time hybrid mode	0.7 s	
Measurement time camera only	0.7 s	
<b>Accuracy and precision</b>		
	<b>Luminance</b>	<b>Color</b>
Accuracy of camera (rel. to CAS) <sup>5)</sup>	±0.4 %	±0.002
Instrumental precision camera <sup>6)</sup>	±0.03 %	±0.0001
Camera uniformity (RNU) <sup>7)</sup>	±0.35 %	±0.0013
<b>CAS specifications</b>		
	<b>CAS 140D</b>	
Interface CAS	USB, Gigabit Ethernet	
Measurement range CAS <sup>3) 9)</sup>	L = 0.003 cd/m <sup>2</sup> – 4 x 10 <sup>7</sup> cd/m <sup>2</sup>	
<b>Accuracy and precision</b>		
	<b>Luminance</b>	<b>Color</b>
Accuracy of CAS	±3.0 % <sup>10)</sup>	±0.0015 <sup>11)</sup>
Instrumental precision CAS <sup>6)</sup>	±0.1 %	±0.0001
Polarization sensitivity <sup>12)</sup>	±2.0 %	±0.002
<b>Flicker specifications</b>		
Flicker range	5 cd/m <sup>2</sup> – ca. 600 cd/m <sup>2</sup>	
Flicker accuracy <sup>13)</sup>	±1 dB	
Flicker instrumental precision <sup>13) 14)</sup>	±0.02 dB	

<sup>1)</sup> Inclusive lens and fiber exit.

<sup>2)</sup> Without CAS, with mode mixer.

<sup>3)</sup> Contact us for extended measurement range options.

<sup>4)</sup> Lower measurement limit based on a signal to noise ratio of 10:1 for maximum exposure time of 10 seconds. Upper measurement limit based on a Y channel signal level < 80 % for a white (non-modulated) LED light source using a minimum exposure time of 28 μs.

<sup>5)</sup> Typical value for maximum deviation over the FOV relative to the CAS spot; calculated for an image with 21 pixels cropped at each edge binning (34 averages).

<sup>6)</sup> 2σ of repeated measurements of one instrument (L ≈ 100 cd/m<sup>2</sup>, autoexposure).

<sup>7)</sup> RNU (response non-uniformity) is defined as 99.7 % percentile of the deviation of the mean image value; calculated for an image with 21 pixels cropped at each edge binning (34 averages) immediately after calibration with reference used for flat-field correction.

<sup>8)</sup> Time between beginning of two subsequent measurements using the SDK; determined with a camera exposure time of 20 ms and CAS exposure time of 200 ms for a white LED (L ≈ 500 cd/m<sup>2</sup>). Depends mainly on PC processing capability.

<sup>9)</sup> Lower measurement limit based on a signal to noise ratio of 10:1 for maximum exposure times 65 s for CAS 140D. Upper measurement limit based on a signal level < 80 % for a white (non-modulated) LED light source using a CAS internal optical density filter OD4 and minimum exposure time of 4 ms (CAS 140D). Values valid for CAS 140D with 250 μm slit width.

<sup>10)</sup> Immediately after calibration relative to calibration standard.

<sup>11)</sup> Immediately after calibration.

<sup>12)</sup> Maximum deviation from average of repeated CAS measurements with a linear polarized light source and varying polarization angle.

<sup>13)</sup> L ≈ 150 cd/m<sup>2</sup>, 30 Hz, 10 % sine wave.

<sup>14)</sup> 2σ of repeated measurements of one instrument.

<sup>15)</sup> The entrance pupil is exchangeable. Standard sizes are: 1.0 mm, 1.5 mm, 2.0 mm, 2.5 mm, 3.0 mm and 3.6 mm.

## LumiTop X30 AR

LumiTop X30 AR (preliminary)		
Measurement quantities		
2D	Luminance, color	
Spot	Spectrum, luminance, color, flicker	
General specifications		
Dimensions (l x w x h)	730 mm x 288 mm x 215 mm	
Weight	17 kg	
Operating system	Windows 10 (64 bit), Windows 11 (64 bit)	
Power supply	24 V	
Operating temperature range	15 – 35 °C	
Camera specifications		
Effective resolution (h x v)	6464 x 4852 (31 megapixels, RGB, CMOS)	
Pixel size	3.45 µm x 3.45 µm	
AD converter	12 bit	
Size sensor	27.9 mm diagonal (APS-C)	
Interface camera	CoaXPress	
Angular resolution	150 px/°	
Lens specifications		
Lens shape	Straight	
Field of view (FOV) (h x v)	42° x 32°	
Focus distance VID	0.25 m to infinity (fixed)	
Entrance pupil	1 – 5 mm (fixed)	
Lens barrel diameter (between entrance pupil and fold mirror)	< 46 mm	
Virtual aperture position	12.5 mm from first surface	
Accuracy and precision	Luminance	Color
Accuracy of camera (rel. to CAS) <sup>1)</sup>	±0.4 %	±0.0015
Instrumental precision camera <sup>2)</sup>	±0.03 %	±0.00015
Camera uniformity <sup>3)</sup>	±0.35 %	±0.0013
CAS specifications		
CAS 140D	CAS 140D	
Interface CAS	USB, Gigabit Ethernet	
Accuracy and precision	Luminance	Color
Accuracy of CAS	±3.0 % <sup>4)</sup>	±0.0015 <sup>5)</sup>
Instrumental precision CAS <sup>2)</sup>	±0.1 %	±0.0001
Polarization sensitivity <sup>6)</sup>	±2.0 %	±0.002

<sup>1)</sup> Typical value for maximum deviation over the FOV relative to the CAS spot.

<sup>2)</sup>  $2\sigma$  of repeated measurements of one instrument ( $L \approx 100 \text{ cd/m}^2$ , autoexposure).

<sup>3)</sup> RNU (response non-uniformity) is defined as 99.7 % percentile of the deviation of the mean image value.

<sup>4)</sup> Immediately after calibration relative to calibration standard.

<sup>5)</sup> Immediately after calibration.

<sup>6)</sup> Maximum deviation from average of repeated CAS measurements with a linear polarized light source and varying polarization angle.

## TOP 300 AR/VR Optical Probe

TOP 300 Optical Probe	
Optical properties	
Entrance pupil diameter (Others upon request)	2.5 mm / 3.0 mm / 3.6 mm / 4.5 mm (One entrance pupil can be configured)
Focus distance (Others upon request)	1000 mm / 1333 mm / 1500 mm (One focus distance can be configured)
Optical probe Field of View	±1.2°
View finder Field of View	±3.5°
Fiber length	Approx. 3 m
Bending radius fiber	200 mm
View finder resolution (H x W)	2592 px x 1944 px
Nominal resolution	5 MP
Type view finder	Mono
Environmental properties	
Operation temperature	+15 °C to +35 °C
Mechanical properties	
Dimensions (D x H x W)	255 mm x 80 mm x 40 mm
Weight	Optical probe without fiber: 690 g Optical probe with fiber: 1350 g
Mounting	4 x M3 thread (depth 9 mm) (60 mm x 20 mm pattern) 2 x dia. 3 H7 (depth 6 mm)
Electrical properties	
Power consumption	Via USB (1.4 W)
Connector type	USB 3.0 A
Protection class	Class III
Cable length	Approx. 1.1 m
Interface	
Interface protocol	USB vision

Instrument Systems is continually working on the further development of its products. Technical changes, errors and misprints do not justify claims for damages. For all other purposes, our Terms and Conditions of Business shall be applicable.

有关 DMS 测角仪系列的详细技术参数, 请扫描第 7 页二维码查看。