

FC1500-Quantum

量子2.0应用的完整解决方案

MenloSystems



全机柜式系统FC1500-Quantum提供超低相位噪声的光学频率梳和各个波长的CW激光器。对于量子2.0应用，它是基于超稳光学频率梳的一体化解决方案。无论您是在搭建基于离子/中性原子的量子计算机、光学原子钟、还是原子干涉实验装置，Menlo都能根据需求定制系统，为您的物理实验提供光学引擎。该系统包括一台亚赫兹线宽的超稳激光器（Menlo ORS系列产品）、一台超低噪声的光学频率梳（FC1500-ULN或SmartComb）以及您实验所需的多台CW激光器。

Menlo独有的光梳专利技术保证超稳激光的光谱纯度、超窄线宽、超高稳定度可以高保真传递至整个光梳光谱，并能在不损失相位相干性的情况下把光频下变频至射频。光谱纯度的无损传递是面向未来的技术，因为光梳的残余相位噪声比迄今为止稳定度最高的光学参考源还低几个量级。这些特性可以使光钟的Dick效应最小化，其超高的相位相干性可以最大化光学和微波量子比特的保真度。更重要的是，系统支持24/7无周期滑动(cycle-slip-free)以及可补偿激光器的漂移。FC1500-Quantum系统已经准备好助力您最先进的量子应用。

应用

- Sr, Yb, Ca, Sr+, Yb+, Ba+, Ca+, 以及其他冷原子/离子实验的完整解决方案
- 量子计算、量子传感和量子模拟
- 光学原子钟、射频下变频和时间标准的实现
- 原子干涉
- 作为操控多台亚赫兹线宽CW激光器的实验室主参考源

特点

- 完整的解决方案，随时对接物理系统
- 重复频率高达250 MHz，易于测量/锁定CW激光频率
- 从光学参考到CW激光器的高保真光谱纯度传递
- 可集成不同供应商的CW激光器
- CW激光输出功率覆盖mW到W级
- 全机柜式
- 支持远程控制

主要规格

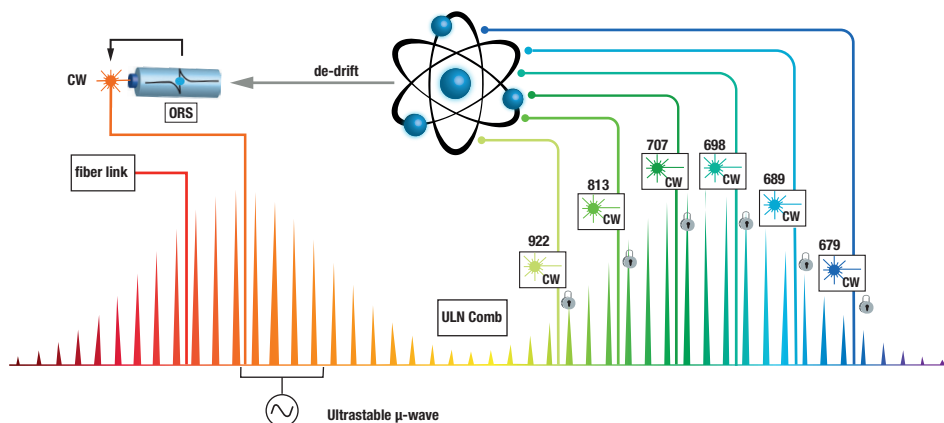
- 绝对稳定度低至 $<7 \times 10^{-16}$ (1 s)
- 长期稳定度由用户提供的精密光谱信号或溯源至SI的GPS接收机信号（自适应去漂移）定义
- 超稳的微波/射频输出信号，与光学参考相位一致
- 多达24个通道的无死区时间Lambda型频率计数器，用于精确测量
- 用于激光波长调谐和监测的OEM
- 波长计

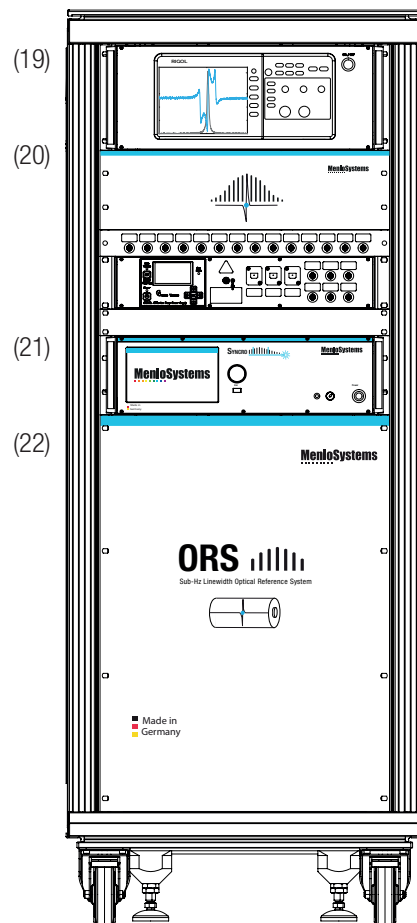
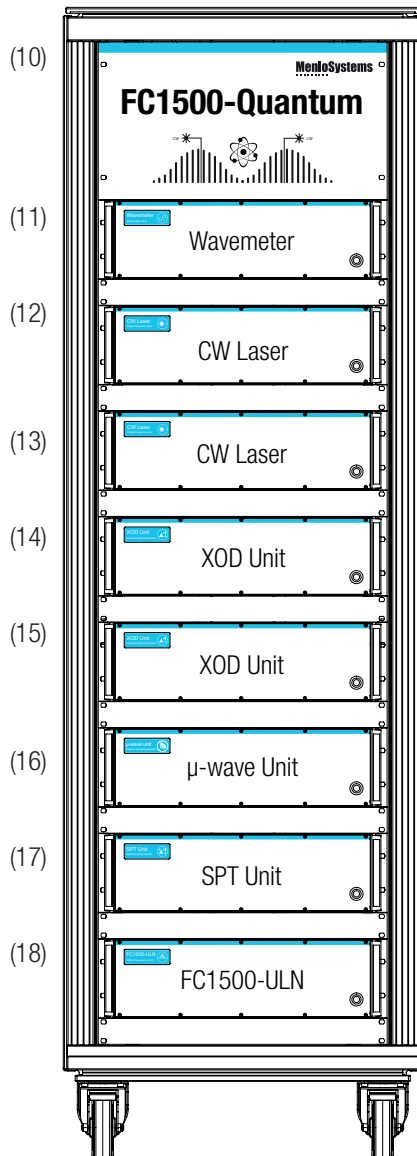
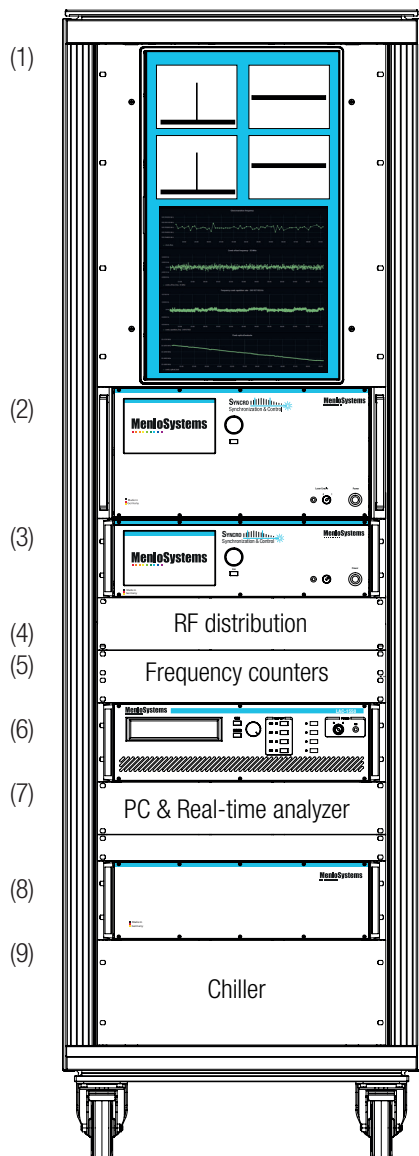
附加值

- 在不损失保真度的情况下，光功率的可扩展性
- 计量级光纤网络

SYSTEM SCHEME – FC1500-QUANTUM

中性铯原子
示范系统



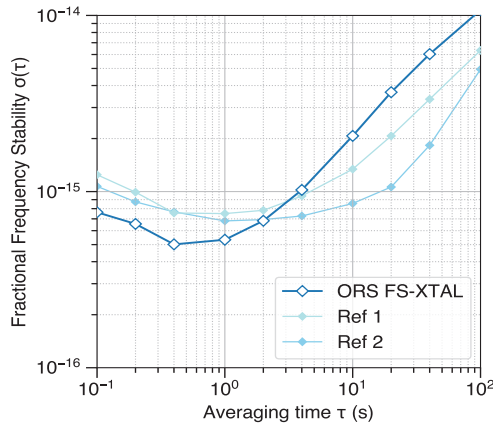
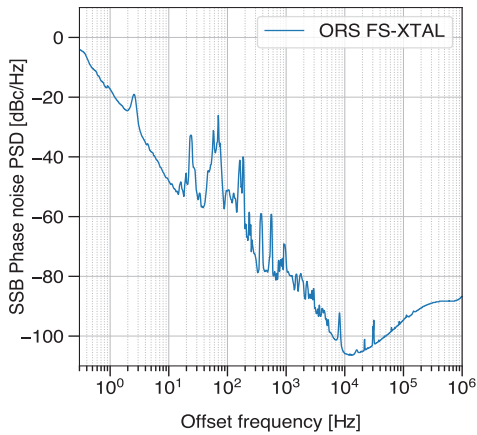


FC1500-QUANTUM			
电子元件架		光学元件架	光学参考系统机架
(1)	24 “触摸屏用于系统控制和监测	(10)	预留的额外扩展空间
(2)	SYNCRO 5-HU控制电路，用于CW激光器和光纤噪声抑制模块	(11)	波长计（最多8通道）
(3)	SYNCRO 3-HU 控制电路，用于光学频率梳	(12)	CW激光器（最多4台ECDL或2台高功率激光器
(4)	RF频率参考分发	(13)	CW激光器（最多4台ECDL或2台高功率激光器）
(5)	频率计数器（多达24通道，无死区时间，Lambda型）	(14)	光梳探测扩展单元XOD*
(6)	泵浦二极管驱动器和控制器	(15)	光梳探测扩展单元XOD*
(7)	带有实时信号分析仪的PC	(16)	超稳光生微波/射频单元
(8)	电源、interlock、直流/直流转换模块	(17)	超高稳定度光梳光谱纯度传递单元SPT*
(9)	用于光学单元制冷的制冷机	(18)	超低噪声光学频率梳和f-2f干涉仪
			(19) 示波器
			(20) 离子泵控制器
			(21) PDH锁相电路、超低强度噪声的激光器及驱动
			(22) 置于主动隔振平台上的带真空的高精细度法布里-珀罗腔

**XOD由掺铒光纤放大器、非线性光纤组成，用于生成目标频率范围内的梳齿（从500 nm到2.1 μm）和用于产生射频频拍的拍频检测模块。SPT单元与XOD相似，但在更长的时间范围内有更高的稳定度，可能包括最关键的CW激光器和光纤噪声抑制模块，以给物理系统提供亚赫兹量级、长期稳定的激光。

光学参考系统

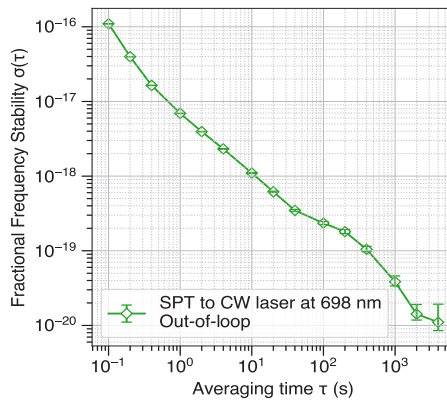
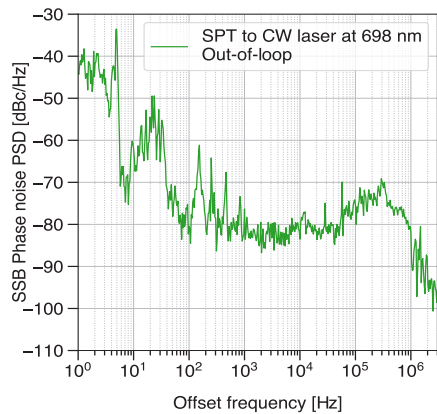
频率稳定度: 10^{-16} 量级@1s



FC1500-Quantum系统中的机柜式ORS的单边带光学相位噪声功率谱密度和频率稳定性的测试结果。Menlo Systems对每个系统都进行详细地分析,以保证最优的性能和不间断运行。ORS的绝对噪声分析采用三角帽法。

超低噪声的光谱纯度传递SPT

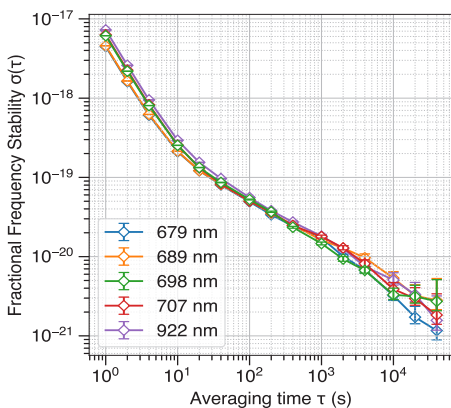
出厂前对光谱纯度传递进行全面的环外评估



锁定光学参考对超低噪声的光学频率梳进行评估。光谱纯度传递性能针对短期相位噪声和长期频率稳定度都进行了分析,以确保可忽略不计的附加噪声。在这里,FC1500-Quantum中698nm的ECDL的残余相位噪声和光学参考系统进行了对比,证明了从光学参考系统到中性铯原子高Q值钟跃迁谱线的相位相干传递。

5台CW激光器的锁相环稳定度

超稳的锁相环确保了CW激光器的附加噪声可以忽略不计



我们相信相位完全锁定的系统是将光谱纯度从一个特定的光学频率传递至所有频率的唯一途径。在这里,我们对锁相环的鲁棒性进行了测量,证明了可忽略的附加噪声和被锁CW激光器的全控制。

FC1500-Quantum

MenloSystems

量子2.0应用的完整解决方案

规格参数

FC1500-QUANTUM

光学参考系统 (ORS) 自由光谱区	1.2 GHz或3 GHz (参考ORS产品系列)
光学参考稳定度	$<5 \times 10^{-15}$ at 1 s, 低至 $<7 \times 10^{-16}$ at 1 s (取决于ORS可选项)
光学参考相位噪声	<-5 dBc/Hz at 1Hz, <-50 dBc/Hz at 100Hz, <-80 dBc/Hz at 10kHz (取决于ORS可选项)
ORS相位噪声杂散	<-20 dBc (ORS-XTAL)
梳状间距 (自由光谱区)	250 MHz, 125 MHz或100 MHzs
光梳稳定度 (modADEV) ¹	$<1 \times 10^{-17}$ at 1 s, $<5 \times 10^{-18}$ at 100 s ^t
光梳精度 (相对) ¹	$<1 \times 10^{-18}$ for $t > 100$ s ^t
梳齿残余相位噪声功率谱密度 ¹	<-40 dBc/Hz at 1 Hz; <-60 dBc/Hz at 100 Hz, <-90 dBc/Hz at 10 kHz
梳齿线宽	<1 Hz (锁定至Menlo ORS)
CW激光器的光谱范围	紫外到红外 (OEM集成或用户提供)
CW激光器的功率	从毫瓦到瓦级 (取决于应用和激光器)
锁相环特性	所有锁相环都能无周期滑动 (CYCLE-SLIP-FREE) 地连续运行数周 [‡]

¹当稳定度、准确度和相位噪声通过将两个光梳锁定到同一台ORS进行测量。绝对精度由用户物理系统或射频参考 (如GPS信号) 给出。[△]ORS类型和系统配置相关。 [♦]光梳类型和系统配置相关。 [‡]保证连续地相位相干的测量和光谱纯度传递。

可选项

参考系统	Menlo Systems ORS, ORS-Compact, ORS-Mini
光学频率梳	Menlo Systems FC1500-250-ULN, FC1500-ULN ^{PLUS} , SmartComb
光梳扩展模块 500-2100 nm 每个扩展模块都优化达到最高信噪比	XOD: 光梳探测扩展单元 集成了用于CW激光锁相的高信噪比拍频单元 SPT: 超高稳定度光梳光谱纯度传递单元 用于超高稳定度的运行-支持最先进的光钟甚至更高的稳定度
嵌入式电子器件	模块化的Menlo Systems SYNCRO 电子装置用于锁相、信号放大和分配。 每个5U SYNCRO单元最多可控制8或12个CW激光器 (取决于激光器类型)。
CW激光器	ECDLs 和其放大系统。 DFB光纤激光器, 钛宝石和其他全固态半导体激光器 (我们为您的应用选择最佳解决方案)
其他	FNC:用于超窄线宽信号传输到用户物理系统的光纤噪声抑制模块; Microwave: 超稳射频和微波输出模块; GPS: 可溯源至SI的GPS接收机的10 MHz频率基准; WLM-NIR / WLM-VIS: 机柜式波长计 (取决于配置);

要求

工作电压	100/115/230 VAC
频率	50 to 60 Hz
消耗功率	~1 kW (取决于配置)
冷却要求	包括封闭式可循环水冷机 (集成到机柜内或独立安装)
操作温度	22 ± 5 °C
尺寸/重量	3×19" 机柜, 每个大约140 kg (取决于配置)

订购信息

产品代码	FC1500-Quantum
------	----------------

请致电了解价格。规格如有变化, 恕不另行通知。可提供定制的修改, 请咨询。

MenloSystems



Invisible laser radiation
avoid exposure to beam
Class 4 laser

Menlo Systems GmbH
T+49 89 189 166 0
sales@menlosystems.com

Menlo Systems US
T+1-303-635-6406
ussales@menlosystems.com

Menlo Systems Japan
T+81 907 409 20 21
jpsales@menlosystems.com

Menlo Systems China
T+86 21 6071 1678
chinasales@menlosystems.com

