Table of Contents

EIGER 2 R	03
EIGER 2 R CdTe	05
MYTHEN 2 R	07
Hybrid Photon Counting	09
OEM Partners	14

DECTRIS AG

Taefernweg 1
5405 Baden-Daettwil
Switzerland
+41 56 500 21 00

sales@dectris.com
support@dectris.com

www.dectris.com

DECTRIS USA Inc.

1500 Walnut Street, Suite 1630
Philadelphia, PA 19102
USA
+1 215 384 3479

DECTRIS Japan K.K.

Nakagawa building 801
3-37 Higashi-Nobusue
Himeji-shi
Hyogo 670-0965
Japan
+81 (0)79 280 9585

Registered Trademarks

“DECTRIS”: AU, AUS, CH, CN, DE, FR, IT, JP, KR, USA, UK
“DETECTING THE FUTURE”: AUS, CH, CN, EU, JP, KR, USA, UK
“DECTRIS INSTANT RETRIGGER”: AUS, CH, CN, EU, JP, KR, UK, USA
“DECTRIS EIGER”: AUS, CH, CN, EU, JP, KR, UK, USA
“DECTRIS MYTHEN“: AUS, CH, CN, EU, JP, KR, UK, USA

© DECTRIS Ltd., all rights reserved • Subject to technical modifications

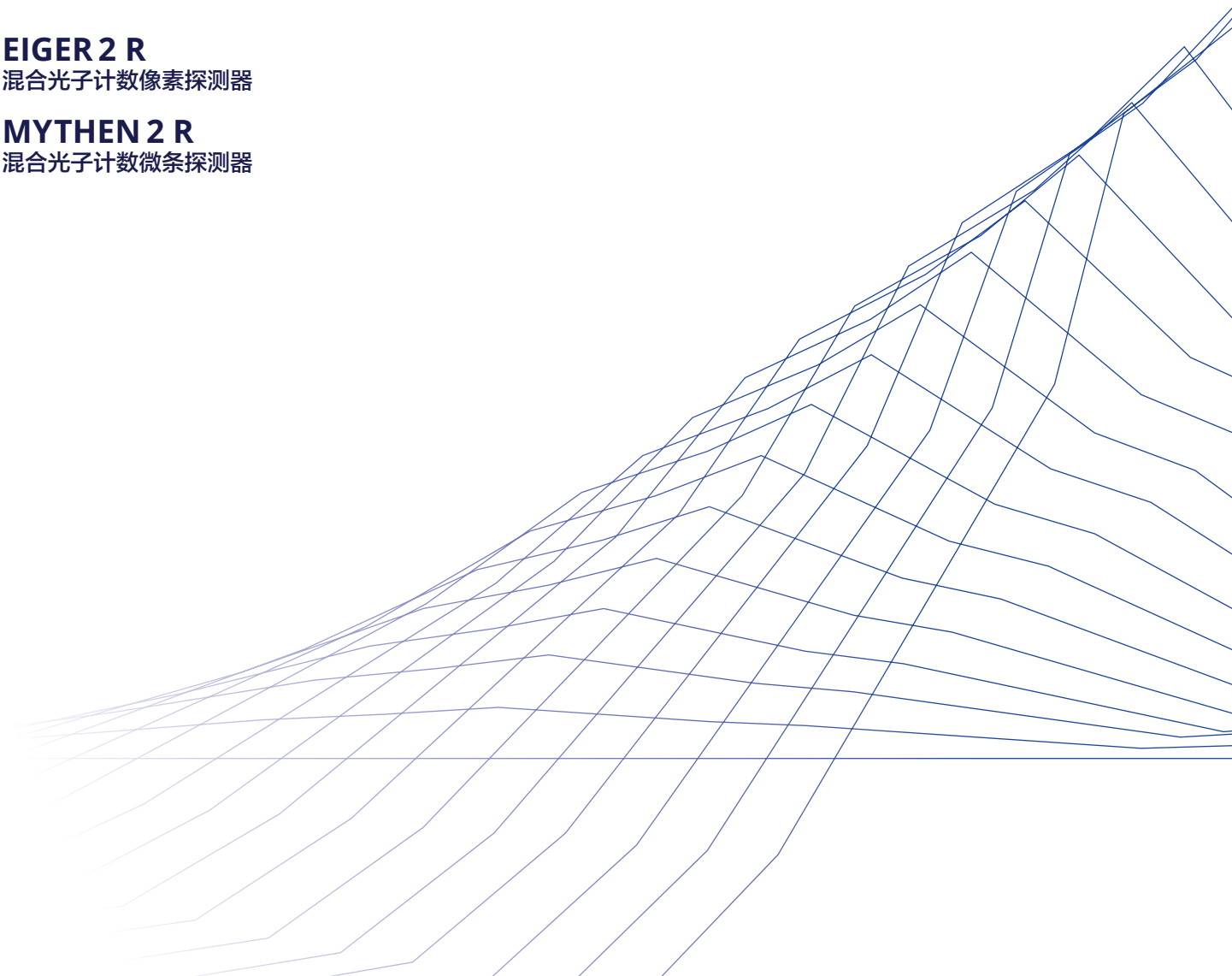
January 2024

DECTRIS

实验室专用探测器

EIGER 2 R
混合光子计数像素探测器

MYTHEN 2 R
混合光子计数微条探测器



EIGER 2 R 与 EIGER 2 R CdTe

HPC 像素探测器

EIGER2 是 DECTRIS 最先进的混合光子计数 (HPC) X 射线探测器系列。HPC 技术的核心特性之一是通过固态传感器直接将X射线转换成电信号，因此可以获得高灵敏度和高分辨率的信号。

最近推出的 **EIGER2 R** 探测器系列采用了硅传感器，是实验室中 Ga, Cu 或更长波长 X 射线源的理想伴侣。请查阅第3页和第4页了解有关 EIGER2 R 的更多信息。

新型 **EIGER2 R CdTe** 探测器系列配备了碲化镉传感器。与配有硅传感器的 EIGER2 R 系列相比，EIGER2 R CdTe 探测器在探测铜（Cu）和 镓（Ga）辐射时保持了相似的性能。它采用了高Z传感器材料，与EIGER2 R系列或其它配备有硅传感的HPC探测器相比，在探测高能辐射时极大地优化了量子效率，灵敏度，及采集速度。EIGER2 R CdTe是所有双波长设备或高能实验室光源的理想选择。请查阅第5页和第6页了解有关 EIGER2 R CdTe 的更多信息。

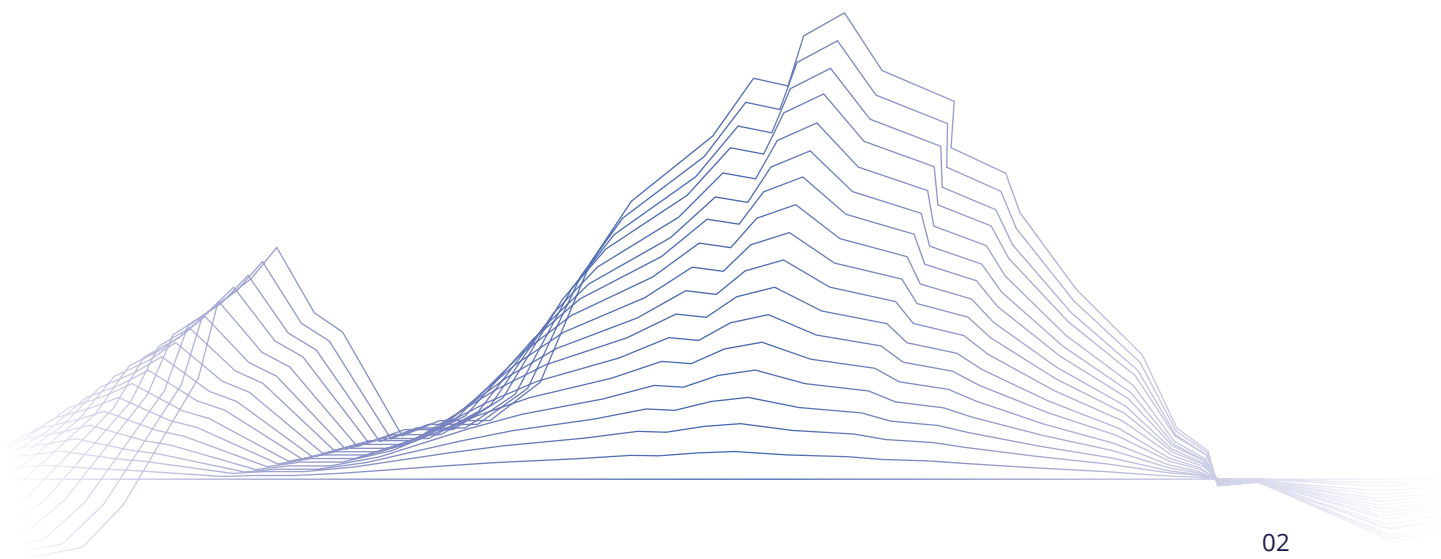
MYTHEN 2 R

微条探测器

无需任何牺牲，即可获得用于 X 射线衍射、散射或光谱实验的完美一维探测器。**MYTHEN2** 微条探测器系列具有最广泛的产品组合，使您能够在一系列X射线能量范围内优化数据覆盖和信噪比。两种模块尺寸和四种传感器几何形状确保您可以选择最适合您应用的探测器来采集数据。

所有的 MYTHEN2 都具有无噪声性能，高动态范围和出色的计数率。它们可优化无论使用强光源或弱光源，无论长时间或短时间曝光下的所有实验。MYTHEN2 能够帮助您获得数据的最高分辨率：其微条是目前市场上最窄的。

该系统拥有多功能软件界面、3年保修期和免维护操作，因此使用起来非常方便。请查阅第5页和第6页了解有关MYTHEN2 R 的更多信息。



EIGER 2 R

适用您实验室的
最新一代混合光子计数技术

EIGER2 R 融合了混合光子计数技术的所有高端性能。小尺寸像素与直接探测相结合，实现了高空间分辨率和角分辨率，使您能在倒易空间内进行精细样品的测量。出色的计数率性能确保了即使是最高强度X射线的信号也能被精确测量。通过无死区时间的同步读写，即使在长时间曝光期间，您也可以充分利用该探测器系列的广泛动态范围。双能量识别可以实现深度背景抑制，并提高信噪比，特别适用于处理微弱信号和长时间曝光的情况。借助可选择的真空兼容性，您可以消除空气和窗口引起的吸收和散射。我们提供三种不同的型号以满足您的需求。

核心优势

DECTRIS即时再触发技术实现几乎线性的响应和卓越的计数率。

直接探测和小尺寸像素相结合，实现了最佳的光斑分离、最小的背景重叠，以及更好的信噪比。

由于探测器具有零背景噪音，出色的计数率和同时读写性能，实现了**最大可能的动态范围**。

双能量识别有助于抑制低能量和高能量背景

借助数字计数和读出技术，该探测器实现了**零读出噪音或暗电流**，可提供最佳的信噪比。

应用

- X射线单晶衍射
- X射线粉末衍射
- SAXS/WAXS
- EXAFS, XANES



技术规格

EIGER 2 R	4M	1M	500K	250K
有效面积 (W x H) [mm²]	155.1 x 162.2	77.1 x 79.7	77.1 x 38.4	38.4 x 38.4
像素阵列 (W x H)	2,068 x 2,162	1,028 x 1,062	1,028 x 512	512 x 512
像素大小 (W x H) [µm²]	75 x 75			
能量范围 [keV]	5.4 - 22.2			
能量阈值数量	2			
阈值范围 [keV]	3.5 - 30			
计数率 (max.) [ph/s/pixel]	3.8×10^6			
帧频 (max.) [Hz]	20	100	50	50
传感器材料	Silicon (Si)			
传感器厚度 [µm]	450			
点扩散函数 (FWHM) [pixels]	1			
真空兼容性	可选			
采集方式	零死区时间的同时读/写			
冷却方式	Water	Water	Air	Air
尺寸 (W x H x D) [mm³]	235 x 237 x 372	114 x 133 x 240	100 x 140 x 93	100 x 140 x 93
重量 [kg]	15	4.7	1.8	1.8

所有规格如有更改，恕不另行通知。

EIGER 2 R CdTe

高能应用中的HPC技术优势一览

EIGER2R CdTe X 射线探测器融合了最新的 HPC 技术成果和碲化镉传感器的高量子效率，使其成为在使用高能量 X 射线源或需要双波长装置实验室中变得不可或缺。DECTRIS 的专利技术 “即时再触发 “赋予了它前所未有的高计数率能力，因此能够更精确地测量实验室光源所能达到的最高强度。这些探测器配备有双能量识别阈值，相较于前代探测器系列，其对环境引起的暗计数更低。这显著提高了微弱信号和长时间曝光的信噪比，从而缩短了测量时间，提高了数据质量。通过单光子计数与连续读/写相结合，克服了所有饱和问题以及积分探测器动态范围的限制。此外，直接探测和 75 微米的小像素尺寸确保了高空间和角度分辨率。

核心优势

结合 DECTRIS **即时再触发技术**实现了卓越的计数率

直接探测和小尺寸像素相结合，实现了最佳的光斑分离、最小的背景重叠，以及更好的信噪比。

DR

通过零探测器背景噪音，卓越的计数率与同步读/写功能，实现了**最高可能的动态范围。**

借助数字计数和读出技术，探测器实现了**零读出噪音或暗电流**，实现了最佳的信噪比。

双能量阈值可抑制低能量和高能量背景。

应用

- X射线单晶衍射
- 粉末X射线衍射
- SAXS/WAXS
- μCT



技术规格

EIGER 2 R	CdTe 4M	CdTe 1M	CdTe 500K
有效面积 (W x H) [mm²]	155.1 x 162.2	77.1 x 79.7	77.1 x 38.4
像素阵列 (W x H)	2,068 x 2,162	1,028 x 1,062	1,028 x 512
像素大小 (W x H) [µm²]	75 x 75		
能量范围 [keV]	8 - 25 (8 - 100)[1]		
能量阈值数量	2		
阈值范围 [keV]	4 - 30 (4 - 80)[1]		
计数率 (max.) [ph/s/pixel]	5.5×10^6		
帧频 (max.) [Hz][1]	20	100	100
传感器材料	Cadmium telluride (CdTe)		
传感器厚度 [µm]	750		
点扩散函数 (FWHM) [pixels]	1		
真空兼容性	可选		
采集方式	零死区时间的同时读/写		
冷却方式	Water		
尺寸 (W x H x D) [mm³]	235 x 237 x 372	114 x 133 x 242	114 x 92 x 242
重量 [kg]	15	4.7	3.7

所有规格如有变更，恕不另行通知。

[1] 具有可选的扩展能量范围校准

MYTHEN 2 R

免扫描数据采集

MYTHEN2 模块具有 1,280 (1K) 或 640 (1D) 个微条。根据仪器的几何形状，一个1K模块可以采集 2 θ 为 25° 的衍射数据或 1.24 eV 的宽能谱[3]。您可以使用一个探测器控制系统 (DCS4)，同时最多操作四个模块，来获得更广的覆盖范围。

50 µm 微条实现高分辨率

MYTHEN2 提供了前所未有的分辨率，这要归功于它具有采用目前X射线市场上最窄的微条。配备 MYTHEN2 探测器的衍射仪可实现 2 θ 为0.03° 的分辨率 (FWHM)[1]，而 WD-XRF 光谱仪的分辨率可达 2 eV[2]。

从4到40keV的能量范围

MYTHEN2 广泛的产品组合包括四种传感器几何形状，每一种都经过优化，以提供特定能量范围的最佳效率和信噪比。320µm 传感器厚度与 4mm 微条长度的组合能够探测低至 4 keV 的能量。1000µm 传感器即使对于钼（Mo）或银（Ag）辐射也能实现高效率。

核心优势

DR

高动态范围，每条计数率高达10^6计数/秒

50µm微条带来的高分辨率

荧光抑制

能量范围可覆盖从钛到银

Hz

高帧率实现了连续扫描

借助数字计数和读出技术，该探测器实现了**零读出噪音或暗电流**，实现了最佳的信噪比。

应用

- PXRD 分析
- PDF 分析
- SAXS, WAXS, GISAXS
- 残余应力测量
- X射线反射仪
- WD-XRF, EXAFS, XANES



[3] Sato, K. et al. (2017) X-Ray Spectrom. 46, 330-335.

[1] www.stoe.com/wp-content/uploads/2014/03/STOE_STADI_P-1.pdf
[2] Németh, Z. et al. (2016) Rev. Sci. Instrum. 87, 103105.

技术规格

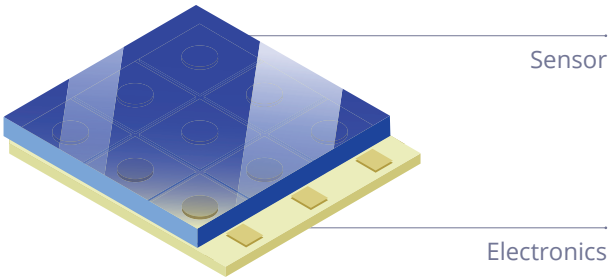
MYTHEN 2 R	1K	1D
微条宽度 [µm]	50	
微条长度 [mm]	8	8 (450 µm only) 4 (320 µm only)
有效面积 (W x H) [mm²]	64 x 8	32 x 8 (450) 32 x 4 (320)
能量范围* (取决于传感器厚度) [keV]	5 - 40 (320) 6.6 - 40 (450) 7.4 - 40 (1,000)	4 - 40 (320) 6.6 - 40 (450)
阈值范围 (取决于传感器厚度) [keV]	4.5 - 20 (320) 5.5 - 20 (450) 6.0 - 20 (1,000)	3.5 - 20 (320) 5 - 20 (450)
帧频 (max.) [Hz]	100	
计数率 (max.) [ph/s/strip]	10^7	
读出时间 [µs]	89	
模块微条数量 [strips]	1,280	640
传感器材料	Silicon (Si)	
传感器厚度 [µm]	320, 450, or 1,000	320 or 450
点扩散函数 [strips]	1	
真空兼容性	可选	
模块尺寸 (W x H x D) [mm³]	70 x 62 x 22	36 x 62 x 22
冷却方式	Air	

* 低至 4 keV 的 X 射线能量仅适用于 320 µm x 4 mm 传感器。

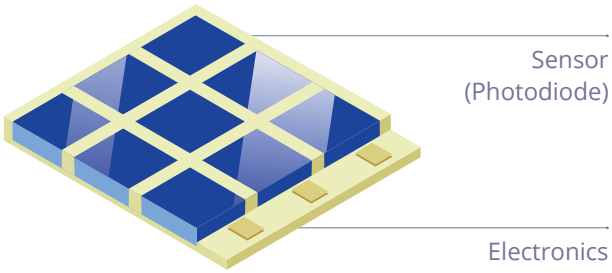
混合光子计数

混合像素技术中的直接转换

混合光子计数(HPC)技术本质上是将单光子计数的方法与混合像素技术相结合，使得X射线能够直接转化为电荷。该技术相较于间接探测提供了许多优势，是X射线探测领域的最前沿技术。。在混合像素的传感器层中，X射线吸收所产生的电荷被捕获在一个电场中，然后沿着电场方向迅速移动到电子层，进行处理和计数，整个过程中，信号的丢失和扩散都被降至最低。。因此，混合像素探测器能够获得尖锐的点扩散函数和接近传感器吸收效率的量子效率。由于电信号在独立的传感层中生成，且传感层覆盖整个像素区域，混合像素技术能够避免将电子层的大部分区域用作光电二极管。这样一来，每个像素都可以配备数以千计的晶体管用以实现先进的探测器性能，却不会减少用于信号探测的面积或降低量子效率。



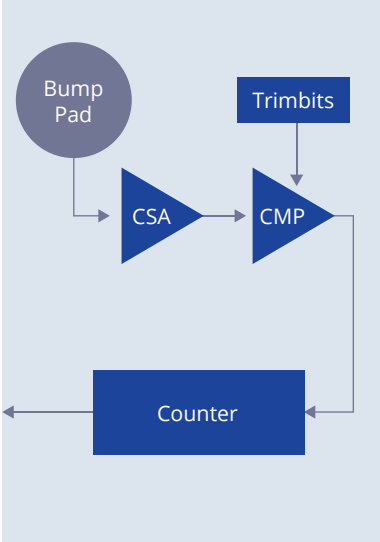
Hybrid-Pixel Detector



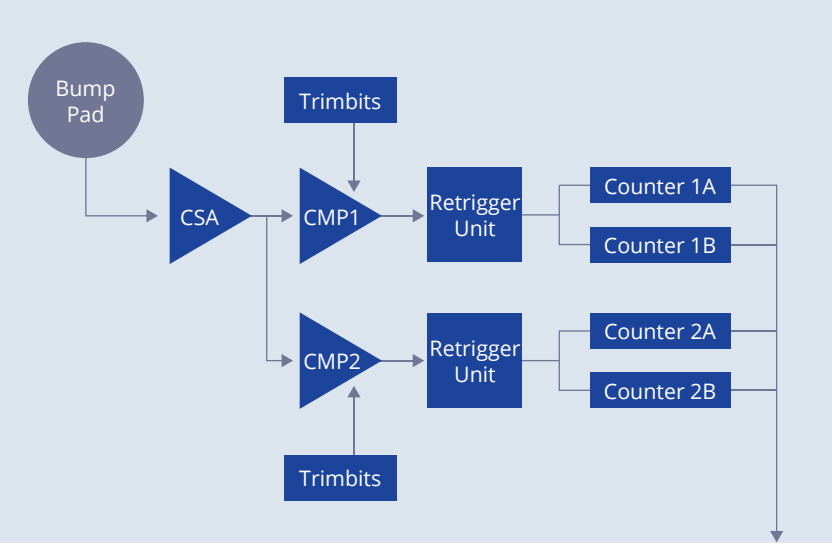
CMOS Active Pixel Sensor

超先进的 HPC芯片

EIGER2 采用了一款最先进的HPC专用集成电路 (ASICs), 每个芯片拥有超过 1.5 亿个晶体管。就像 CPU 或 GPU 一样，更多的晶体管意味着更多的功能，也意味着相比于上一代产品或竞品更有优势。EIGER2 探测器的每个像素都在电荷敏感放大器(CSA)上都配备了不是一个，而是两个能量比较器（CMP）。除了单个比较器实现的低能量识别之外，这还可以实现高能量识别。每个能量比较器都配备了一个重新触发单元，与 CSA 的快速响应相辅相成，进一步提高了计数率性能。这使得 EIGER2 满足最新一代的同步辐射光源的要求，并为典型实验室实验中可实现的计数速度提供几乎线性的响应。此外，每个能量比较器都具有两个数字计数器，这使得您可以同时利用双能量识别和同步读/写功能。得益于零探测器背景噪音、出色的计数率和同步读/写功能的结合, EIGER2 探测器的动态范围已经达到了 10 个数量级以上。



Schematics of a single pixel in a basic **HPC ASIC.**



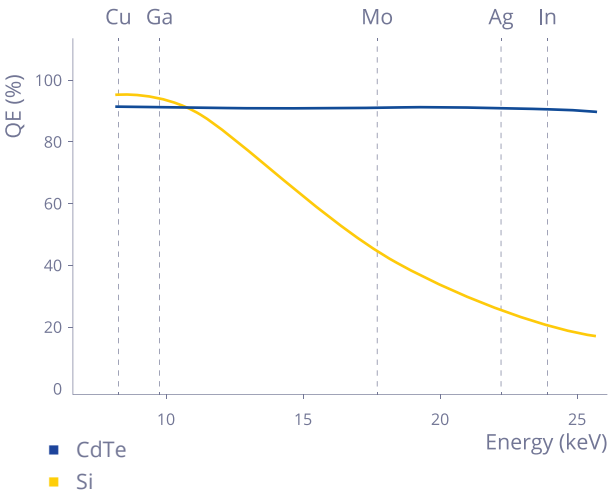
Schematics of a single pixel in an **EIGER2 ASIC.**

高量子效率

直接探测可实现接近传感器材料吸收效率的高量子效率。高量子效率可帮助您在更短的时间内获得更优质的数据。

在铜到铟之间的任意波长范围内， EIGER2 R CdTe 提供的量子效率高达90% 以上。由于碲化镉相较于硅具有更高的效率，短波长的测量时间可以减少 2 到 4 倍。EIGER2 R CdTe 探测器在铜和镓辐射下的性能也与其基于硅材料的同类产品相近。选择 EIGER2 R CdTe，可实现高能源或双波长设置下的最短测量时间。

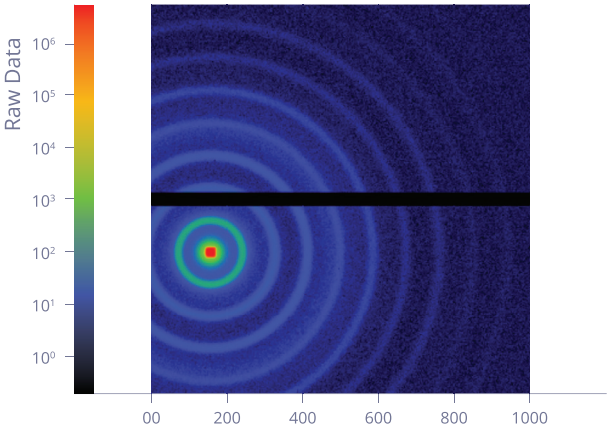
配备硅传感器的 EIGER2 R 探测器在铜和镓的辐射下可以达到94%的量子效率 。它们是任何实验室源的完美伴侣。在较短波长下，此种传感器材料的量子效率的下降可以通过提加曝光时间弥补。其不存在探测器背景噪音，并且 EIGER2 的双能量识别抑制了实验背景噪音，这一策略可为高能 X 射线源提供出色的数据质量。



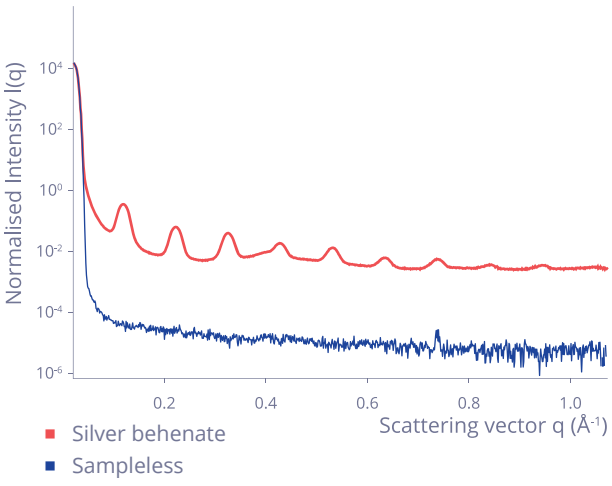
Quantum efficiency (QE) of EIGER2 R CdTe (blue) and EIGER2 R (yellow) with silicon sensors.

最高的动态范围

EIGER2 R 的零探测器背景噪音、出色的计数率和同步读/写功能提供了最高的动态范围。无论您是在测量强反射，弱反射，漫散射，还是在面对具有挑战的小角散射与广角散射(SAXS/WAXS)，都能在单幅图像中准确判定最高和最低强度。



The WAXS signal of Silver behenate (AgBH). The data were acquired with an EIGER2 R 1M in a Xeuss3.0 SAXS/WAXS instrument from Xenocs.

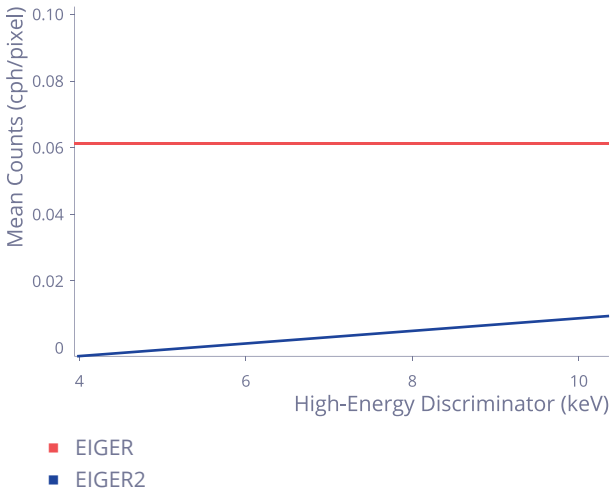


The WAXS signal of Silver behenate (AgBH). This dual plot of AgBH's signal and a negative control shows that the dynamic range of EIGER2 R detectors easily covers the more than ten orders of magnitude that are needed for weakly scattering samples.

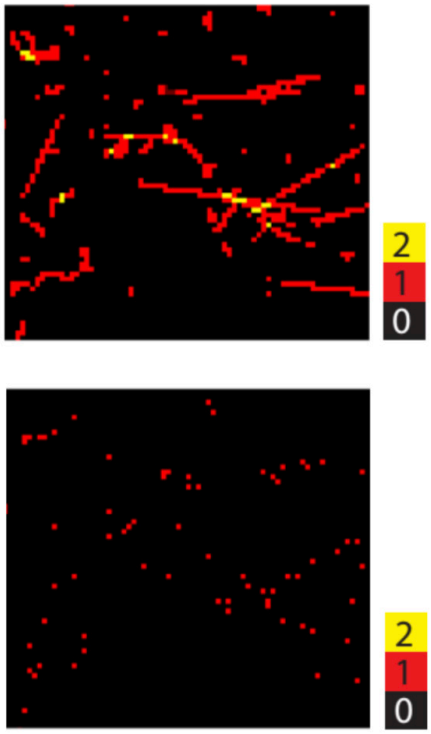
背景抑制

EIGER2 R 的双能量识别功能能够抑制低能量和高能量的背景噪音。与任何HPC探测器一样，单一能量识别阈值用于抑制低能量背景。这一技术的显著优势在于处理在 X 射线光谱中来自于样本或低能污染物的荧光信号。不过，利用 EIGER2 中装配的第二个能量识别阈值，也可以抑制高能背景。

宇宙辐射是一种高能量背景源，当在长曝光时间下探测非常微弱信号时，它会损害数据质量。EIGER2 R 能够将宇宙辐射的高能量背景噪音降低五倍，从而确保更好的数据质量。如果X射线束存在高能量污染，例如高阶谐波，双能量识别变得尤为关键。由于它们没有探测器背景噪音并具有双能量识别来抑制实验背景噪音的能力，EIGER2 R 探测器是对微弱信号实现高精度测量的最佳选择。



Background counts per pixel in 1-hour dark images. Red line: Dark counts for EIGER with a single energy discriminator set at 4 keV. Blue line: Dark counts for EIGER2 R with a low-energy discriminator at 4 keV as a function of a high-energy discriminator setting.

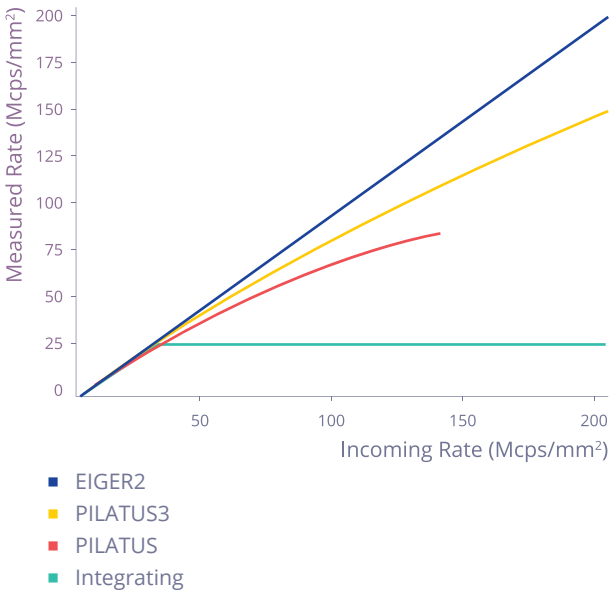


Identical regions obtained through a 1-hour dark exposure of an EIGER2 R detector. Top: Counts obtained with a low-energy discriminator at 4 keV. Bottom: The difference between the counts with a high-energy discriminator at 10 keV and the counts with a low-energy discriminator at 4 keV.

卓越的计数率性能

DECTRIS HPC 探测器旨在满足同步辐射光源的高计数率要求，但即使是最先进的实验室源,其通量和亮度也低于典型的同步辐射光源线站。因此, EIGER2 R 探测器远远超过了任何实验室装置和实验的计数率要求。同时,EIGER2 R 克服了积分探测器典型的，即使是现在的型号也面临的，饱和度和有限的动态范围问题。

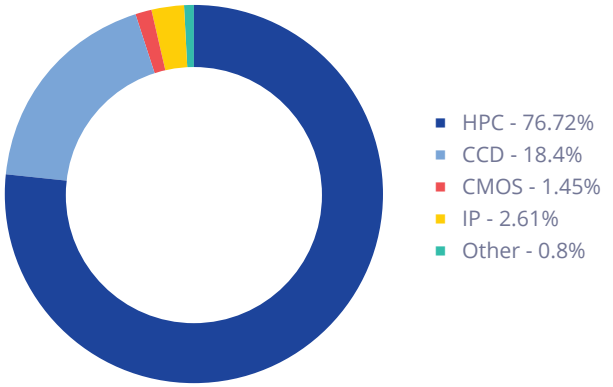
EIGER2 R 凭借其超高的计数率性能，成为了高端的实验室光源的最佳选择。它为高强度提供高精度，没有饱和问题,甚至允许测量直接光束。



世界上最成功的探测器技术

在同步辐射光源和实验室中，越来越多的间接探测X射线探测器，例如 CCD 和影像板等，正被混合像素技术取代。2009年首次报告了在蛋白质晶体学中使用间接探测的 CMOS 有源像素传感器探测器的情况[1]，但如今，这项技术已无法为蛋白质结构测定领域提供帮助。在2022年1月到11月期间，蛋白质结构数据库 (Protein Data Bank,PDB)发布的X射线识别结构中，约 77% 是由 DECTRIS HPC 探测器获取的。

直接探测和单光子计数技术是 DECTRIS HPC 技术成功的关键所在。在 EIGER2 R 的协助下，蛋白质晶体学领域高端的探测器技术正变得愈发完善。



X-ray detector technologies used in PDB releases – 2022.

[1] K. Hasegawa et al., *"Development of a shutterless continuous rotation method using an X-ray CMOS detector for protein crystallography,"* Journal of Applied Crystallography, **vol. 42, no. 6**, pp. 1165–1175, Dec.

OEM Partners

DECTRIS EIGER2 和 MYTHEN2 探测器集成在下列制造商生产的衍射仪和残余应力分析仪中：

- Anton Paar
- Bruker AXS (EIGER2)
- Forvis Technologies
- GNR (MYTHEN2)
- HP Spectroscopy (EIGER2)
- Huber Diffraktionstechnik
- marXperts (EIGER2)
- PHOTRON-X
- Proto
- Rigaku (EIGER2)
- Sirius X-ray Solutions
- STOE & Cie
- Xenocs (EIGER2)
- XRD Eigenmann





