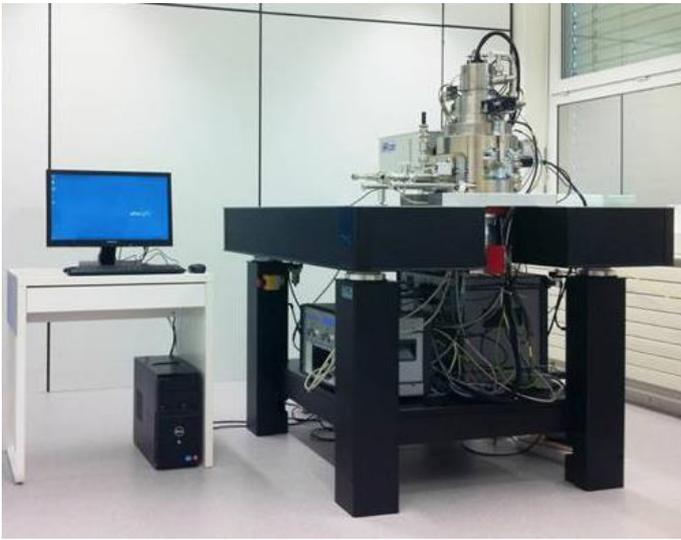


## 时间分辨精细阴极荧光分析系统

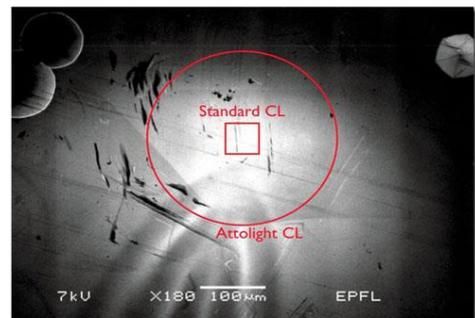


SEM-CL 时间分辨精细阴极荧光分析系统是由瑞士 attolight 公司设计并制造的，并获得 R&D top100 创新大奖。它是：

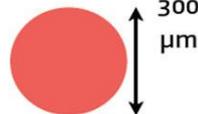
- 世界上唯一实现定量测量的阴极荧光分析系统 SEM-CL
- 300 $\mu\text{m}$  直径的视场
- 优于 10nm 的空间分辨率
- 10ps 的时间分辨率
- Schottky 场发射枪（连续系统）和皮秒脉冲光电枪（时间分辨模式）
- 样品温度范围：20K-300K，位移精度 1nm

### 高性能光学与 SEM 系统： 简单易用，大视野，高分辨

Attolight SEM-CL 系统自带集成了光镜的扫描电子显微镜（10nm 空间分辨率）。光镜被嵌入在扫描电镜的电子物镜，使两者的视场相互匹配。获取阴极荧光图从未如此简单：无需调准光路，光镜的存在帮助完成了样品定位。系统经过优化，在不牺牲扫描电镜性能的同时获得了优越的阴极荧光性能。它提供了一个优秀的光学光圈（ $f/0.5$ ），和在整个视场范围内恒定的高光子收集效率。同时，它工作在低电子束的能量范围内（3-10kV），可获得更高分辨的阴极荧光图。



Attolight CL  
Focal plane



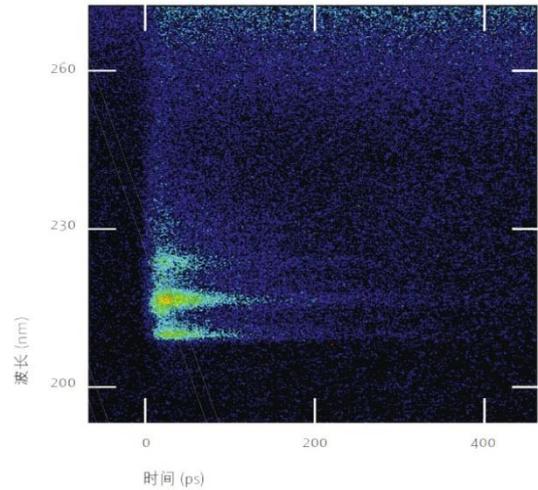
Standard CL  
Focal point



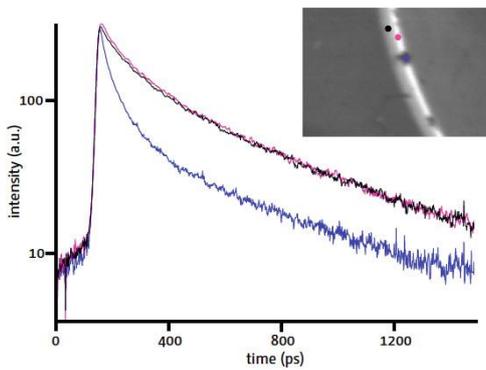
## Schottky 场发射电子枪和皮秒脉冲光电子枪： 连续工作模式和时间分辨工作模式

电子枪类型是决定电镜性能的重要参数。attolight SEM-CL 采用特殊设计的肖特基 (Schottky) 场发射电子枪, 提供高亮度高相干的电子束, 在样品上产生的荧光空间分辨率好于 10nm。

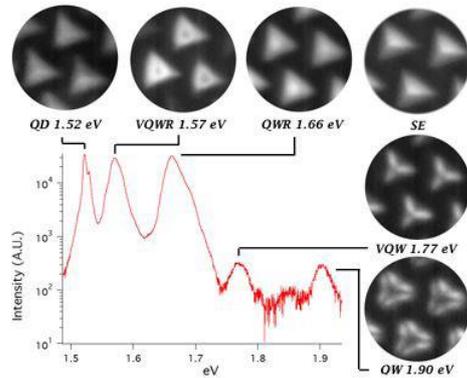
Attolight SEM-CL 系统还是第一个具有时间分辨选项的阴极荧光分析系统, 可实现无与伦比的 10ps 的时间分辨率。时间分辨的阴极荧光分析系统将是研究光电材料载流子动力学和寿命的完美工具。



时间和光谱分辨的氮化硼阴极荧光



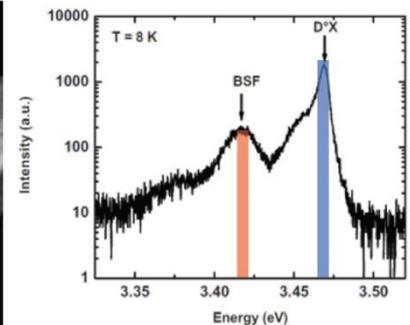
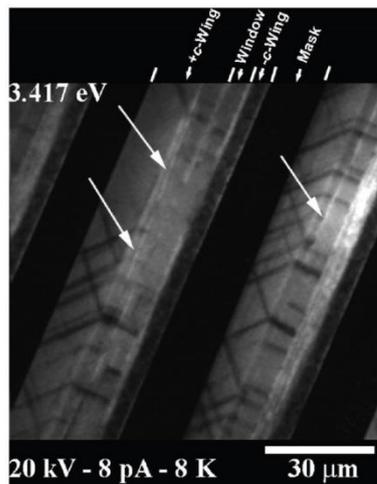
ZnO 纳米线上不同区域的荧光寿命研究



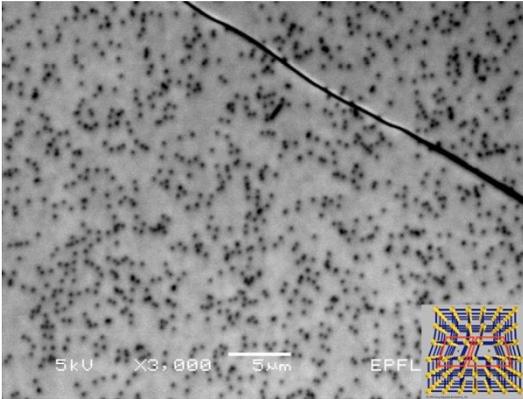
纳米结构在不同波长下的荧光发射区域变化

## 定量测量阴极荧光发光

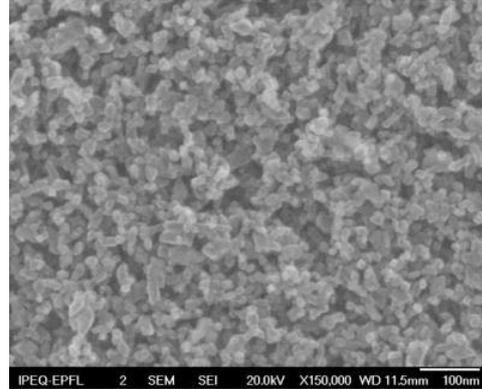
Attolight SEM-CL 系统是世界上唯一能实现定量测量不同样品的阴极荧光发光的系统。受益于独特的设计, 它能够甄别并发现超痕量杂质, 以及某些在其他成像模式下不可见的晶体缺陷的能力, 为研究及开发半导体材料、荧光粉、陶瓷、岩石和玻璃提供了新的可能。



晶体缺陷研究  
(GaN晶体的堆垛层错观测)



GaN 表面 TD 观测



太阳能板表面 TiO<sub>2</sub> 纳米颗粒观测

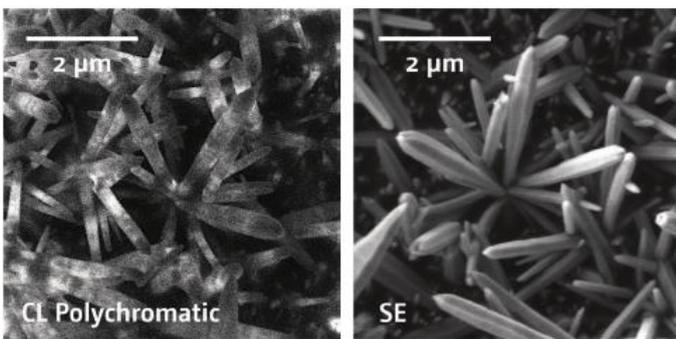
### 工作模式:

- 光学显微镜成像
- 阴极荧光测绘（多色，单色和高光谱）
- 二次电子测绘
- 时间分辨阴极荧光（时间分辨选项）
- 二次电子和阴极荧光同步测绘

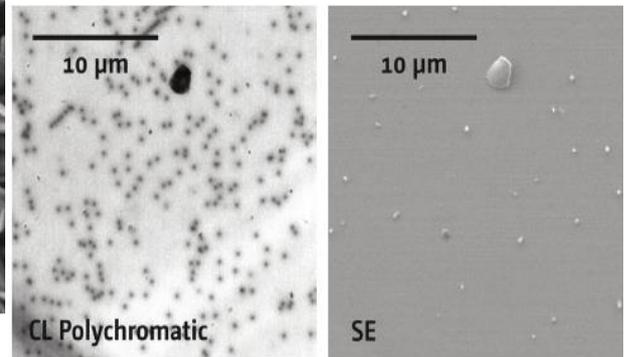
### 应用领域:

- LED 的性能和可靠性
- GaN 功率晶体管
- 线位错密度(TDD)
- 载流子寿命和动力学
- 太阳能电池的效率
- 纳米尺度光电器件的研发

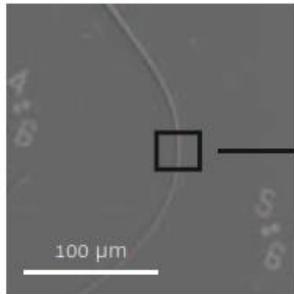
### 应用案例:



ZnO纳米带。CL图像（左）的获取不影响二次电子（右）的探测。

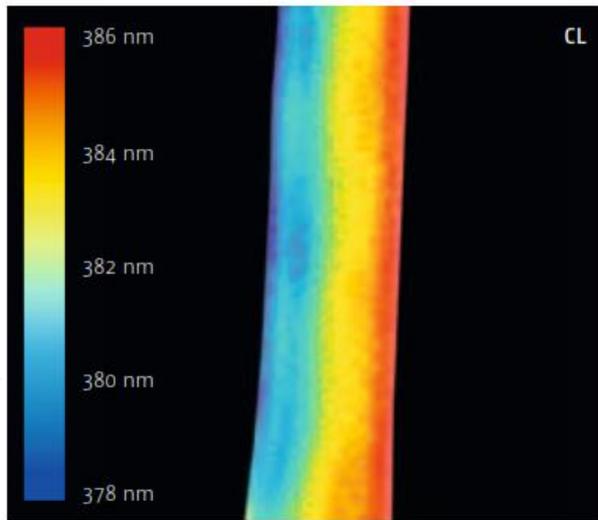


阴极荧光是测量GaN中线位错密度的理想工具（左）；由于其附近的非辐射复合，它们在CL图中显示为暗点。同样的区域通过二次电子扫描无法识别任何线位错（右）。



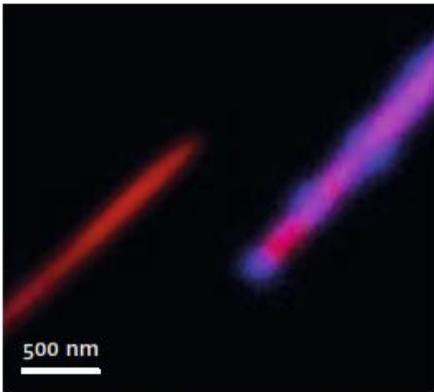
SEM image of a bent ZnO microwire

zoomed section

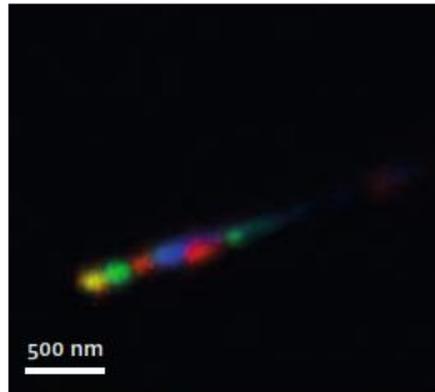


Energy shifts of near-band-edge emission peak depending on the local strain: blue-shift at the inner side, red-shift at the outer side of the bent microwire

### ZnO 纳米线-阴极荧光光谱分析

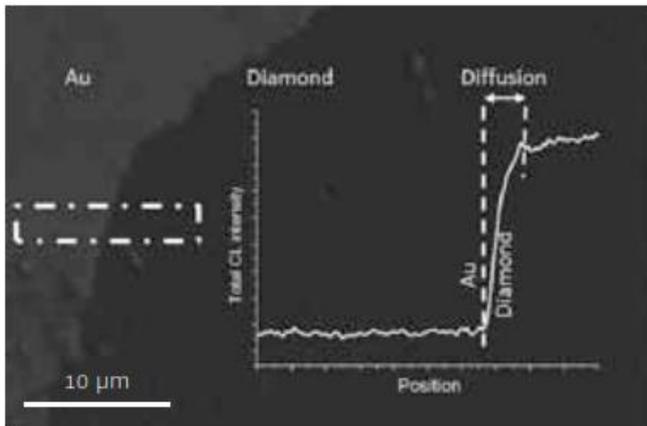


Close-up of two NWs tip. Red now represent emission from the GaAs core (820 nm) of the wire, when blue regions mark the QDs emission (670 nm). Dots at less than 500 nm can be easily resolved.

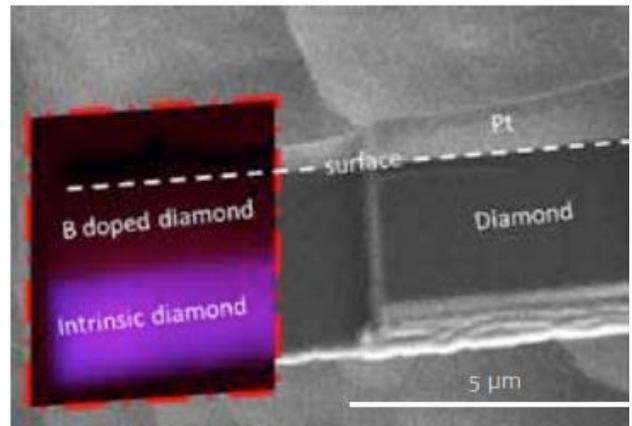


Mapping of the QDs location with respect to the emitted wavelength. Blue, green and red correspond to 3 wavelengths between 650 and 700 nm. Some dots emit are several wavelength, resulting in composite colors (e.g. yellow)

### 量子点异质结 - 阴极荧光光谱测量

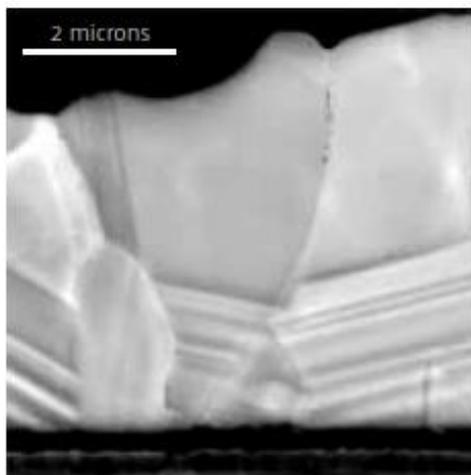


SE image and profile of an Au-diamond interface, HR linescans allows to study some electrical properties (like charge carriers diffusion length) in the transitions.

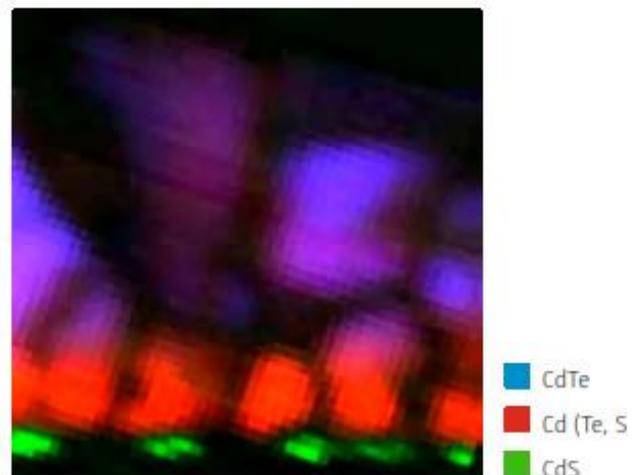


CL-mapping and SE image in diamond FIB lamella, transition between doped and undoped diamond can be observed in the CL map.

### 金刚石 - 阴极荧光光谱分析



SEM image of a CdTe/CdS photovoltaic heterojunction in cross-section.



CL map of the same cross section colour-coded by emission frequency. The interdiffusion of sulfur at the junction is clear in the CL dataset.

### 光伏材料 - 阴极荧光光谱测量