

铬 - 镁橄榄石多光子成像

钛 - 蓝宝石的替代品

德尔马光子特有的铬 - 镁橄榄石激光器是一种经济的在1250 nm波段能够提供短于60飞秒脉冲的全固态激光系统。由于具有比钛 - 蓝宝石系统泵浦激光器便宜的6 - 10 W 镜光纤激光器作为泵浦源，铬 - 镁橄榄石激光系统具有占地面积小，调试简便和价格低等特点。飞秒铬 - 镁橄榄石激光器在1230 至 1270 nm范围内波长可调，是凝聚物质成像和生物医学应用的理想选择。极短的飞秒脉冲提供强大的峰值功率和功率密度。激光输出可以通过光纤或直接被耦合至显微镜系统用于共焦荧光和多光子成像。

激光扫描共焦荧光显微镜是一种通过在样品上扫描一个发散激光束的焦点来得到生物样品高分辨率三维图像的工具。荧光信息经过一个孔径后被探测器逐点收集。荧光显微术存在几个缺点。分辨率与孔径尺寸有关，因此提高分辨率就意味着缩小孔径而限制入射到探测器上的光子数量，导致低信噪比。被探测到的光子数目小也意味着通常需要较高平均功率的激光，而这会对生物样品造成损害，对活体组织成像造成困难。此外，荧光染料还有光致褪色和毒性等问题。

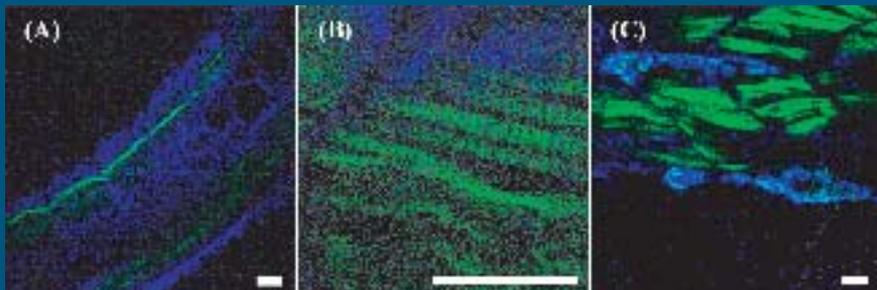
尽管如此，许多这样的问题可以通过应有超快激光的极高峰值功率（低平均功率）产生的非线性效应进行多光子成像来解决。在多光子成像中，二次谐波和三次谐波光由一个高度汇聚的短脉冲激光束产生。谐波生成与光强密切相关，

因此，只在焦点的一个小面积内发生。这使得非线性反应区域成为一个“孔径”，任何到达探测器的二次谐波或三次谐波光子都来自于焦点处的目标区域。所有材料都具有非零三次磁化系数，因此三次谐波显微术可以不需荧光染料即对生物样品成像。

铬 - 镁橄榄石激光源与在活体生物样品多光子成像中应用最广泛的钛 - 蓝宝石激光器相比具有如下优点。铬 - 镁橄榄石的三次谐波光在410 nm产生，用标准光电探测器很容易探测。研究显示，铬 - 镁橄榄石较长的波长(1230 nm)允许在不影响细胞活性的前提下使用更高的功率。近期科学研究成功的使用铬 - 镁橄榄石的二次和三次谐波对斑马鱼胚胎细胞增殖过程实现了活体成像。据观察，高达100 mW的平均功率未对细胞造成任何光学损伤。相比之下，相似研究表面钛 - 蓝宝石激光器的细胞损伤极限是10 mW. 水吸收导致的加热不是限制因素。实验中未观察到线性吸收导致的伤害，多光子吸收的伤害也被大大降低。

¹R. Boyd: Nonlinear Optics (Academic, New York 1992)

²S. Chu, S. Chen, T. Tsai, T. Liu, C. Lin, H. Tsai, and C. Sun, "In vivo developmental biology study using noninvasive multi-harmonic generation microscopy," Opt. Express 11, 3093-3099 (2003)

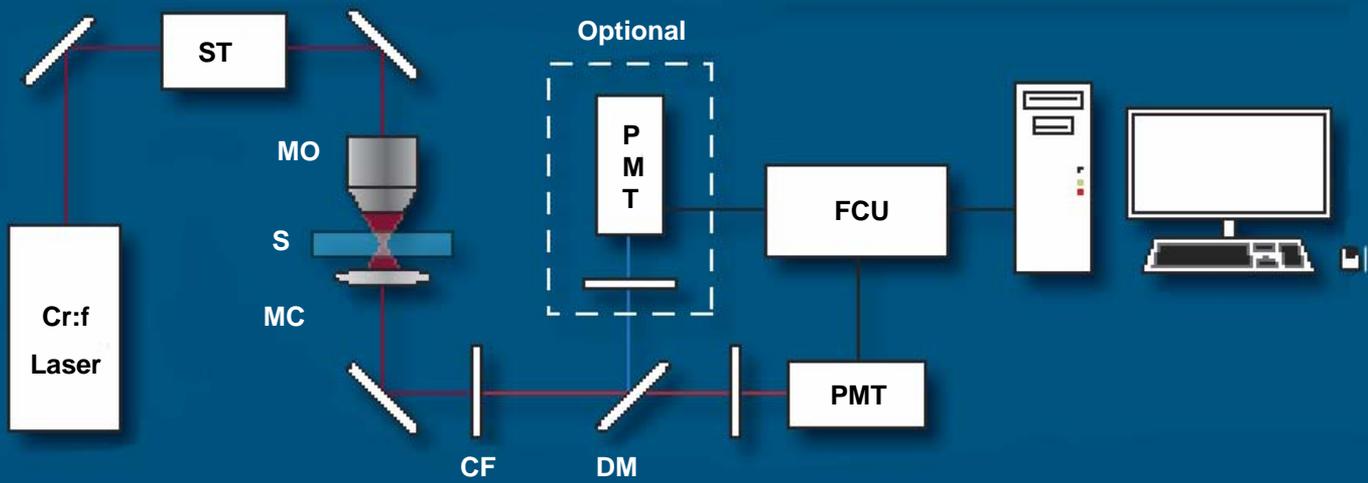


活体谐波光学显微术 (HOM) 在一个活斑马鱼幼体内第20体节不同截面的成像。(a) 对幼虫的一个光学切片显示了中空脊索内的节段和体节沿脊索侧面的分布。(b) 一个体节内的放大图像，通过二次谐波显示单个肌肉纤维及其上肌原纤维节，通过三次谐波显示体节交界。(c) (281 kB) 深度分辨光学系列显示借助

S. Chu, S. Chen, T. Tsai, T. Liu, C. Lin, H. Tsai, and C. Sun, "In vivo developmental biology study using noninvasive multi-harmonic generation microscopy," Opt. Express 11, 3093-3099 (2003)

DEL MAR PHOTONICS

www.dmp Photonics.com



DEL MAR PHOTONICS

4119 Twilight Ridge | San Diego, CA 92130 | Tel: (858) 876-3133 Fax: (858) 630-2376
E-mail: sales@dmphotronics.com URL: www.dmphotronics.com