

Wolfgang Becker

bh 时间相关单光子计数手册

第四版

时间相关单光子计数模块

Time-Correlated Single Photon Counting Modules

SPC-130 SPC-134

SPC-140 SPC-144

SPC-150 SPC-154

SPC-630

SPC-730

SPC-830

Multi SPC Software

目 录

BH 公司的时间相关单光子计数 (TCSPC) 仪器概览	1
TCSPC 装置的基本特征.....	1
TCSPC 模块的种类.....	2
Simple-Tau 笔记本电脑 TCSPC 系统.....	6
其他时间相关光子计数装置.....	6
BH TCSPC 模块的测量方式.....	9
BH DSC-120 共焦扫描荧光寿命成像 (FLIM) 系统	18
用于 Zeiss LSM 510 激光扫描显微镜的 FLIM 系统.....	21
用于徕卡 SP2 及 SP5 激光扫描显微镜的 FLIM 系统.....	25
用于奥林巴斯 FV300 及 FV1000 系统的 FLIM 系统	26
用于尼康 C1 和 A1 的扫描头的 FLIM 系统.....	27
皮秒激光器.....	27
探测器.....	29
探测器的电路.....	32
连接电路.....	33
仪器软件.....	34
数据分析软件.....	35
经典时间相关单光子计数	37
单光子探测.....	37
时间相关单光子计数.....	37
经典 TCSPC 结构.....	41
多维 TCSPC	45
多探测器及多波长 TCSPC.....	47
多维 TCSPC.....	51
序列记录.....	52
TCSPC 扫描 FLIM 技术.....	55
时间标记记录.....	57
时间标记模式的成像.....	59
ps 和 ns 范围的 FIFO 成像.....	59
微秒时间成像.....	61
多模块 TCSPC 系统.....	62
BH TCSPC 模块的结构	65
基本原则.....	65
恒比定时器 (CFD) 及 同步 (SYNC) 电路.....	65
时幅转换器 (TAC)	66
模数转换器 (ADC)	66
通道记录器.....	67

序列器.....	67
存储控制.....	67
制作模块的细节描述.....	72
探测器（开始）通道中的 CFD.....	72
SPC-x00 系列.....	72
SPC-x30 系列.....	73
同步（终止）通道中的 CFD.....	74
SPC-x00 系列.....	74
SPC-x30 系列.....	75
时幅转换器.....	76
模数转换.....	78
ADC 误差的校正.....	78
可变 ADC 的分辨率.....	79
ADC 的缩放.....	80
TCSPC 的探测器.....	81
探测器的基本原则.....	81
常规光电倍增管（PMT）.....	81
通道板及微通道光电倍增管（PMT）.....	81
PMT 的阴极.....	82
单光子计数型雪崩管.....	84
探测器的参数.....	85
增益.....	85
单电子响应（时间）.....	86
脉冲高度的分布.....	86
信号渡跃时间.....	88
渡跃时间扩散及时间抖动.....	88
光阴极（量子）效率.....	89
暗计数率.....	91
后脉冲.....	92
前脉冲.....	93
可选择的探测器的描述.....	94
MCP PMTs.....	94
Hamamatsu R5600 及 R7400 小型 PMT.....	95
H5783 及 H5773 光敏模块.....	96
PMH-100 及 PMC-100.....	97
Hamamatsu H7422.....	98
Hamamatsu H7421.....	99
HPM-100-40 和 HPM-100-50 探测器.....	99
PML-16C 多通道探测器.....	104

常规 PMT.....	105
单光子计数雪崩管.....	106
SPAD-8 八通道 SPAD 模块.....	108
前置放大器及探测器的控制.....	111
前置放大器.....	111
DCC-100 探测器的控制器.....	112
电磁屏蔽.....	114
安全使用探测器的建议.....	118
BH TCSPC 模块的安装.....	121
基本要求.....	121
软件安装.....	121
首次安装.....	122
安装动态连接库(DLL)及 Lab View 库.....	122
软件更新.....	123
从网页上更新.....	124
新软件组件的安装.....	124
软件修复.....	125
卸载 TCSPC 软件包.....	125
硬件安装-单一 SPC 模块.....	125
驱动器的安装.....	126
硬件安装-多 SPC 模块.....	126
软件启用.....	126
模块测试程序.....	127
安装中的问题.....	128
在不使用 SPC 模块的状况下启动 SPC 软件.....	128
SPC 模块的操作.....	131
探测器及参比信号的输入.....	131
参比信号的产生.....	131
延迟终止操作.....	133
随机信号的同步.....	134
系统连接.....	135
单一探测器系统.....	135
多探测器系统.....	138
使用触发.....	141
去除线缆干扰.....	143
荧光寿命成像 (FLIM) 系统.....	144
TCSPC FLIM 系统的基本原理.....	144
TCSPC 在激光扫描显微镜的应用.....	147
单光子共聚焦显微镜.....	147

多光子显微镜.....	150
用于共聚焦及多光子激光扫描显微镜的 FLIM 系统的模块.....	155
单一模块 TCSPC FLIM 系统.....	155
多模块 TCSPC FLIM 系统.....	158
典型 FLIM 系统的线路图.....	158
单一探测器 NDD FLIM 系统.....	159
采用单一 TCSPC 模块的双探测器 NDD FLIM 系统.....	159
多波长 FLIM 系统.....	159
多模块 FLIM 系统.....	161
其他扫描系统.....	162
DCS-120 共焦扫描 FLIM 系统.....	163
基本系统结构.....	164
DCS-120 系统的连接.....	165
采用压电陶瓷扫描平台的扫描系统.....	169
第一束光：启动.....	171
推荐系统的参数.....	171
标准荧光寿命系统的设置.....	172
扫描系统的设置.....	174
多探测器系统.....	178
TCSPC 其它应用的设置过程.....	178
TCSPC 系统的调试（最佳化）.....	181
基本建议.....	181
CFD 及 SYNC 输入的配置.....	182
脉冲波形.....	182
上升沿的配置（只针对 SPC-x00）.....	183
调整 CFD 的门限值.....	184
CFD 的零点值.....	189
SYNC 参数的最佳化.....	190
调整 SYNC 及 CFD 线缆长度.....	190
调整 TAC 的参数.....	193
TAC 的线性度.....	194
死时间.....	196
计数损失.....	198
死时间的补偿.....	198
堆积效应.....	200
经典的堆积.....	200
脉冲内的堆积.....	201
阻止堆积效应.....	202
低重复频率的测量.....	202

高重复频率的信号.....	203
激光的倍增.....	204
光电倍增管的最佳化.....	204
分压器.....	205
感光面积.....	205
与信号无关的背景噪声.....	206
暗计数率.....	207
检测 PMT 的单电子响应时间 (SER)	208
PMT 的快速检测.....	208
光学系统.....	209
镜头.....	209
吸色滤光片.....	210
干涉滤光片.....	210
单色仪及多色仪.....	210
光纤.....	211
挡板 (Baffles) 及孔径光阑 (Aperture Stops)	211
避免光反射.....	211
荧光去偏振.....	212
再吸收.....	214
TCSPC 的应用.....	215
化学发光淬灭曲线的测量.....	215
基于单色仪的系统.....	215
时间分辨光谱.....	217
基于滤光片的系统.....	219
多-光谱时间分辨实验.....	220
时间分辨荧光各向异性的测量.....	222
锁相 TCSPC.....	225
瞬变荧光现象.....	227
叶绿素的瞬变现象.....	227
停-流技术.....	230
连续流动混合技术.....	231
荧光及磷光淬灭的同时检测.....	232
时间分辨的激光扫描显微术:原理和应用.....	234
使用荧光寿命的原因	234
生物寿命成像技术的要求.....	237
激光扫描显微镜.....	241
单光子激发.....	241
双光子激发	242
检测.....	243

典型 FLIM 实验例子.....	244
采用半导体激光器作激发光源的共聚焦FLIM.....	244
多路激发波长.....	247
可调激发波长的共聚焦FLIM.....	247
多光子NDD FLIM.....	249
多光谱共聚焦FLIM.....	251
多光谱、多光子NDD FLIM.....	252
高速多平行通道FLIM.....	254
时间序列FLIM.....	257
Z轴扫描.....	258
DIC FLIM.....	260
特殊显微技术.....	261
微秒淬灭FLIM: 荧光及磷光混合寿命成像.....	261
多光束扫描技术.....	264
受激发射损耗显微技术 (STED).....	265
Polygon scanners.....	265
(显微) 平台扫描系统.....	267
时间分辨的近场光学 (SNOM)	268
FLIM数据采集中的实际操作问题	270
光漂白.....	270
FLIM的采集时间	271
寿命数据的箱化处理(Binning).....	272
图像尺寸对采集时间的影响	274
多指数衰减函数.....	274
IRF 记录.....	276
荧光去极化对衰减曲线测量的影响.....	278
生物相关 FLIM 应用.....	282
局部环境参数的测定.....	282
荧光共振能量转移 (FRET)	283
细胞及组织自发荧光的显微术.....	291
光敏物的光动力学效应的内在及变换.....	296
其他 FLIM 应用.....	296
光学断层扫描 (DOT)	298
乳腺扫描.....	301
静态脑成像.....	303
动态脑成像.....	305
灌注检测.....	307
其它 DOT 实验.....	310
近距离探测的DOT实验	3103

组织分光光度计.....	10
肌肉及骨骼的研究.....	311
DOT 中的荧光寿命.....	311
小动物成像.....	312
DOT 中的技术问题.....	313
光纤中的脉冲分布	313
激光多路技术	314
探测器.....	314
组织的自发荧光.....	318
单点、多波长测定.....	318
扫描系统.....	319
自发荧光寿命成像.....	319
眼科成像.....	321
皮秒光子相关.....	325
反聚束效应 (Antibunching)	326
技术现状.....	327
荧光相关 (关联) 光谱.....	328
原理.....	328
从 TCSPC 数据中计算出 FCS 曲线.....	329
溶液中的 FCS.....	332
活细胞中 FCS.....	332
门控及寿命选择 FCS.....	333
扫描 FCS.....	334
延迟探测器信号的相关.....	336
低至皮秒的荧光相关.....	336
激光扫描显微镜中的 FCS.....	338
实用技巧.....	344
时间分辨的单分子光谱.....	352
脉冲整合的荧光寿命(BIFL)技术.....	352
多参数荧光检测及分析.....	354
单分子荧光共振能量转移 (FRET) 实验.....	359
单分子的识别.....	360
时间分辨漂移的校正.....	360
光子计数直方图.....	361
采用皮秒激光器进行双光子激发.....	364
屏障放电.....	365
正电子寿命的测量.....	366
距离修正 (Ranging) 系统.....	367
遥感.....	368

探测器的量子效率绝对值的测量.....	369
光学示波器.....	369
SPCM 软件.....	371
概览.....	371
SPC 主界面设置.....	371
应用选项	373
改变设置值.....	374
显示及追溯参数.....	374
改变显示窗口、尺寸及位置.....	375
主面板上显示窗口中的鼠标.....	376
数据的追溯.....	377
在线显示.....	377
系统参数的设置.....	378
模块选择（多维 SPC 系统）	378
状态信息.....	378
主菜单.....	381
下载面板.....	381
储存面板.....	383
预定义的设置.....	385
多文件显示.....	386
数据输出，转换功能.....	387
与 SPC 图像数据连接分析.....	390
打印.....	390
休眠策略.....	391
系统参数.....	393
操作模式.....	393
单个模式.....	394
示波器模式.....	395
f(txy) 模式.....	396
f(t,T) 模式.....	398
f(t,EXT) 模式.....	400
f i(T) 模式.....	402
fi(EXT) 模式.....	404
持续流动模式.....	406
扫描同步输出模式.....	409
时顺列记录模式.....	411
扫描同步输入模式.....	412
扫描同步输入持续流动成像.....	416
XY 扫描输出模式（只用于 SPC-700/730 系列）	417

扫描模式显示.....	418
FIFO 模式.....	420
FIFO 模式运行时间的计算.....	421
FIFO 成像模式.....	425
皮秒、纳秒分辨率下的FIFO FLIM	425
微秒寿命成像: MCS FLIM.....	428
控制参数（光子分布模式）.....	430
中心条件及过载的处理.....	430
步骤.....	431
周期及自动存储.....	431
堆积.....	431
重复.....	431
触发.....	431
每一步及每一周期后的显示.....	432
增/减信号.....	432
步进装置.....	432
时间控制的参数.....	433
取样时间.....	433
重复时间.....	433
显示时间.....	433
死时间的补偿.....	434
CFD 参数.....	434
SYNC 参数.....	435
TAC 参数.....	435
数据格式.....	437
页数控制	440
更多参数.....	441
多模块 SPC 系统的参数管理.....	442
显示参数.....	443
基本显示参数.....	443
2D 显示参数.....	444
3D 显示参数.....	444
显示多维数据的子集.....	446
不同显示窗口的显示参数.....	448
2D Trace 参数.....	449
2D 曲线模式的参数追踪.....	449
2D 阻滞模式下的参数追踪.....	451
阻滞信息.....	452
追溯参数的输出	452

3D 追溯参数.....	453
窗口间隔.....	455
时间窗口.....	455
X 及 Y 窗口的曲线追溯.....	457
扫描 XY 窗口.....	460
自动设置功能.....	461
调整参数.....	463
产生数据.....	463
调整数值.....	463
扫描头的控制.....	465
基本扫描参数.....	465
激光器的控制.....	466
预览功能.....	466
扫描面积.....	467
指定光束位置功能.....	468
扫描头的配置.....	468
调整激光按钮的名称.....	469
Z 轴扫描.....	469
显示程序.....	471
2D 显示.....	471
鼠标箭头.....	471
2D 数据处理.....	472
3D 显示.....	473
多维数据显示.....	473
指针及缩放功能.....	474
3D 数据处理.....	476
测量的启动及终止.....	477
启动.....	477
暂停.....	477
中止.....	477
退出.....	478
数据文件的构成.....	479
光子分布模式数据.....	479
文件头.....	479
文件信息.....	480
设置.....	480
测量描述语句块.....	481
数据语句块.....	481
FIFO 数据文件.....	483

设置文件.....	483
FIFO 数据文件 (SPC-600/630,4096 通道模式).....	483
FIFO 数据文件 (SPC-600/630 256 通道模式).....	484
FIFO 数据文件 (SPC-134, SPC-144, SPC-154, SPC-830).....	485
常见问题的解决	487
如何避免损坏.....	487
用 SPC 测试程序检测模块.....	488
对不同的非线性度的基本功能检测.....	488
时间分辨率的检测.....	489
常见问题.....	489
Bh 协助.....	495
信号的路由及控制	496
SPC-600/630.....	496
SPC-700/730 及 SPC-830.....	497
SPC-130, SPC-134.....	500
SPC-140, SPC-144, PC-150, SPC-154.....	501
DCC-100 探测器的控制器.....	503
规格	505
SPC-600/630.....	505
SPC-700/730.....	506
SPC-830.....	507
SPC-130/134.....	508
SPC-130EM / 134EM.....	509
SPC-140/144.....	510
SPC-150/154.....	511
DCC-100 探测器的控制器.....	512
最大绝对额定值 (适用于所有 SPC 模块).....	513
参考文献	514
索引	541