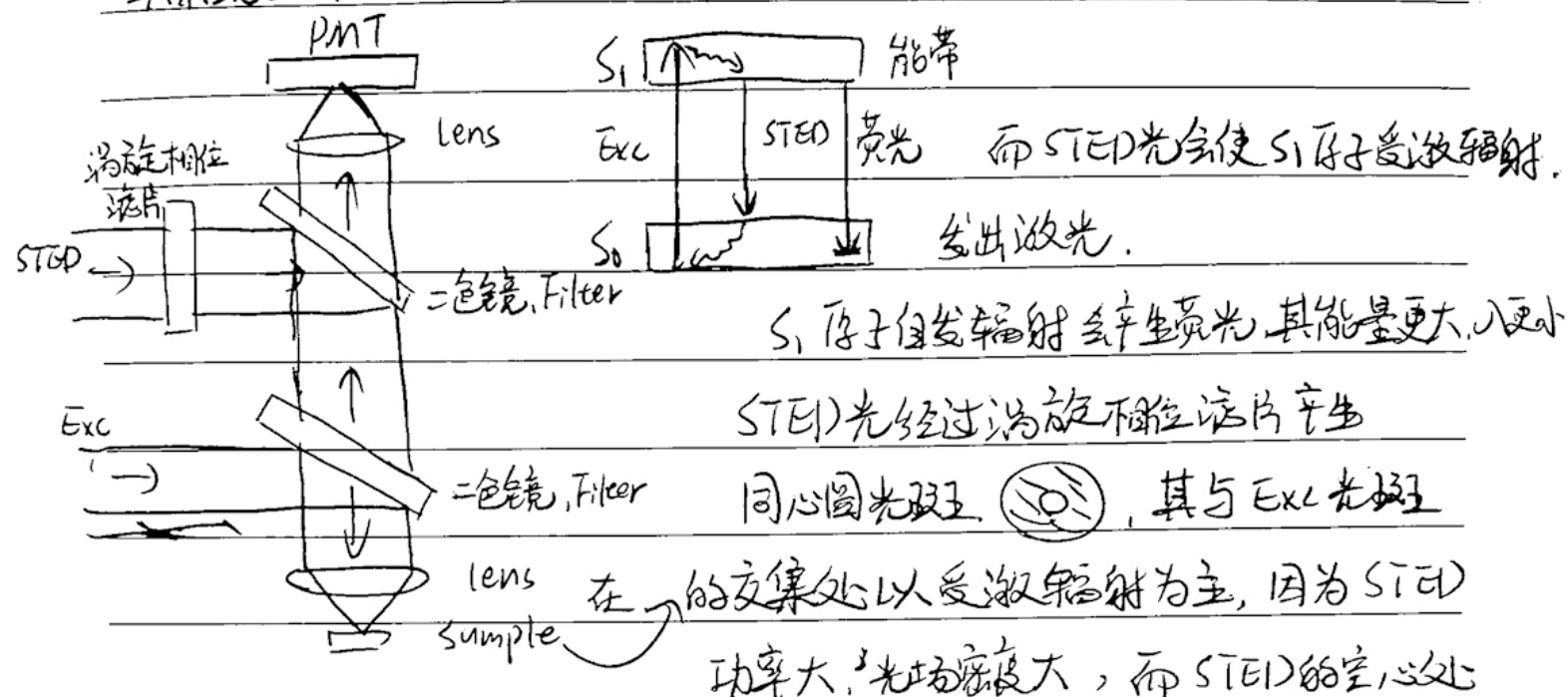


1. STED 原理.

其系统如下

其中 E_{exc} 为激发光, 将低能原子 pumping 到高能级.



S_1 原子自发辐射会产生荧光, 其能量更大, 波长更短.

STED 光经过波片产生

同心圆光斑, 其与 E_{exc} 光斑

在的交集处以受激辐射为主, 因为 STED 功率大, 光场密度大, 而 STED 的空心处

以自发辐射为主, 产生荧光; 荧光的波长更短, 用高通 Filter 可以得到荧光很细 (用 \odot 的光得到 \circ 的光), 分辨率提高

接收光路依然受衍射极限限制, 毕竟只要用了 lens 的光学系统都受 $\delta\theta$ 的限制, 但用了 PMT, 只接收强度, 不接收分布, 突破 $\delta\theta$. Res 更高.

$$\Delta x = \lambda / 2n \sin \alpha \sqrt{I_{max} / I_{sat}}$$

其中 I_{max} 是 STED 光强极大值, I_{sat} 是荧光饱和光强.

Δx 是照射时的最小分辨率距离, 提高 I_{max} (用脉冲等) 可以提高分辨率, 提高成像质量

2. PALM PALM.

既然两个像的艾里斑会重叠，那一次只成一个像就行

在分辨率极限内让荧光分子单独发光，对每个光斑用 Gauss fit 估计光点。

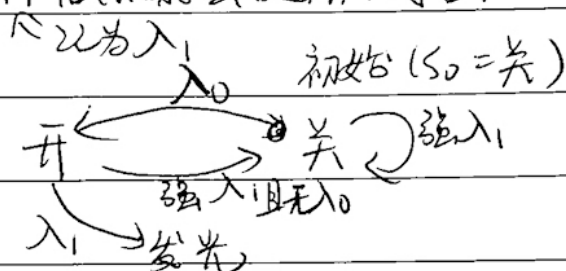
~~将所有光点拼接起来~~ 当这个荧光分子完全漂白后对下一个重复。

将所有光点拼到一起得到图像。很耗时。不能再次成像。

3. STORM

给每个荧光分子配上光开关，当特定光照射时才会产生荧光，
且过强的另一种光照射会使开关关闭。

逻辑是：

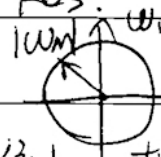


成像过程与 PALM 类似，开关一个个开，用完就关，不用等漂白，可以重复开关

4. SIM.

一张图片做 FFT，其 W 越大则需要越大的 Pos.

对成像系统的系统函数做 FFT，其图景是



使用波矢已知的结构光 (记为 W_0) 叠加在系统上，相当于将 进行平移。

得到 $|W_m + W_0|$ ，提高了系统的分辨率。(W 是向量)

(W_0 转一圈) 有 $W - W_0 = W_m \Rightarrow W = W_m + W_0$.

在频域上处理图像信息，减去已知的结构光 SI 信息得到原始图像的频谱，做 iFFT 得到图像。

结构光将系统的分辨率极限由 $|W_m|$ 拓展到 $|W_m + W_0|$