

激光微光束技术 在细胞生物学中的应用

罗 乐 何于江

世界上第一台激光器问世后不久,激光技术就在细胞生物学的研究上得到了广泛的应用,并出现了一门新学科——激光细胞生物学。

细胞是生物体的形态结构和生命活动的基本单位,要研究生命现象的活动规律就必须研究细胞的内部结构及其功能。但是,细胞本身的体积极小,直径只有几个微米到几十微米,细胞内部的结构则更加精细复杂,所以在揭示生命奥秘的过程中,现代化的研究工具和手段是不可缺少的。激光由于具有强度高、方向性好和单色性好等优点,经过透镜聚焦后可以形成功率密度高而光斑直径仅为微米量级的微光束,利用激光微光束可以对细胞进行俘获、打孔、融合、切断、转移和移植等操作,在细胞生物学的研究中形成了激光光镊术、激光显微照射术、激光细胞融合术以及激光细胞打孔术等激光微光束技术。

一、激光光镊术

激光光镊术是利用透镜把激光束聚焦成极小的光斑,任何透明的微粒一旦落入光束焦点附近几微米的范围内就会被激光束“镊”住,从而实现对微小粒子的俘获、转移等操作。对于光镊术的原理,可用射线光学做一个简单的解释:当透明微粒进入光束焦点附近几微米的范围后,透明微粒的作用相当于一个微小的透镜,它在一定程度上使穿过它的发散光线变得准直(如图1所示)。当光线的传播方向发生改变时,光子的动量也将发生改变。这时光子将对透明微粒施加一个作用力,而所有穿过透明微

粒的光子共同作用的结果将使透明微粒受到朝向光束焦点的力,因此可以使其被镊住。

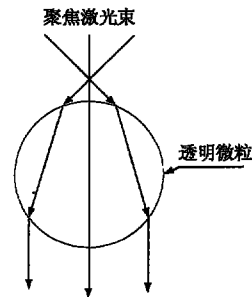


图1 透明微粒使穿过它的发散光束在一定程度上变得准直

从理论上讲,光镊可以镊住任何尺寸的透明粒子,但是对于较大的粒子则需要很高的激光功率,这样高的激光功率则会造成对粒子的损坏。所以在实际应用中,光镊只适用于直径小于几十微米的粒子,这正好满足了细胞生物学的需要。因为大多数的细胞对某一波段或全部可见光谱都是透明的,所以用几毫瓦的激光束就可以把细胞长时间地俘获,并且只须改变激光束的方向就能实现细胞的转移。

二、激光显微照射术

激光显微照射术是通过光学系统把激光束引入显微镜之中,通过显微镜聚焦成微米级的微光束,其焦点处的光斑直径可小至 $0.5\mu\text{m}$,因此可以准确地照射到细胞内某一特定的位置,如核仁、染色体、线粒体或中心粒等。在细胞生物学的研究中,可用这种微光束有选择地照射细胞的某一部分或某些细胞器,使受照处受到损伤而不损伤其他部位,从而分析研究细胞内

单一电子隧穿振荡及其应用

刘喜斌

在本世纪初物理学家密立根在做著名的油滴实验时,曾为不能控制油滴上所带的电子数而烦恼.时至今日,这种烦恼已不复存在.1987年3月6日,前苏联的“理论与实验物理学报”收到了莫斯科大学利哈廖夫等人关于“单电子学效应”的论文,极其巧合的是在同一天美国的“物理评论”收到了贝尔实验室两位学者 Theodore Fulton 和 Gerald Dolan 关于同样效应的论文,从而激起了研究单电子学和单电子装置的热潮.

一、单一电子隧穿振荡现象

对于用两块金属膜夹一绝缘层构成的隧道

中国人民武装警察部队学院基础部 河北廊坊 065000

各种结构和功能的关系,探讨细胞的合成、分裂和遗传等生命活动.

激光显微照射术也可以用来俘获细胞,具体做法是在组织切片上覆盖一层透明的热塑膜乙烯醋酸聚合物,把切片放在显微镜下观察,通过显微镜选中要俘获的细胞,这时用与显微镜同轴的脉冲激光束经显微镜聚焦在选中的细胞上,因为焦点处光斑直径在微米量级,和细胞的大小相当,所以当脉冲激光照射在热塑膜上时,被照射的膜非破坏性地熔化在选中的细胞上,当再次移动热塑膜时所选中的细胞就保持在膜上而被俘获.现在,激光显微照射术已经广泛地用在细胞显微外科、细胞遗传学、肿瘤细胞学和实验胚胎学等领域.

三、激光细胞打孔术

激光细胞打孔术是把要研究的细胞浸在含有基因物质的培养基中放在显微镜下观察,用显微镜对准要打孔的细胞,这时用与显微镜同轴的激光束经显微镜聚焦在细胞膜上,由于焦

结,可将其看做一个电容,电子有隧穿绝缘层势垒的几率,穿透几率取决于绝缘层的厚度和电极材料的特性.然而如果这种隧道结的尺寸达到足够小,即绝缘层很薄,约1nm左右,金属电极也非常小,整个结构的电容小于 10^{-16}F ,则实验表明此时电子隧穿能否发生还与电容器极板上积累的电荷数有关.若将电流源接上这样的隧道结,即使在回路中连续地通过电流 I ,每次也只能有一个电子通过或进入隧道.若隧道中已经有一个电子时,第二个电子便不能进入隧道,只有当隧道中没有电子且极板上积累的电荷满足一定条件时,电子隧穿才能发生.这样电子一个一个越过隧道,使得隧道结上出现了

点处的光斑直径极小,所以在功率适当的条件下可在细胞膜上打一个小孔,这个小孔能在1秒钟内自动闭合,而基因物质可以在小孔闭合前流入细胞内,完成基因的转移,当小孔自动闭合后,细胞恢复原状,成为一个携带新基因的细胞.由于激光细胞打孔术可以摆脱有性生殖过程和种属的限制,实现遗传物质的交换,所以为培养新的物种及治疗遗传性疾病提供了前所未有的有效手段.

四、激光细胞融合术

激光细胞融合术是利用短脉冲(宽度为纳秒级)的激光微光束同时照射在两个或两个以上相邻的细胞膜上,在适当的条件下微光束可以在细胞膜上诱发瞬间(毫秒级)的可逆性损伤,这种瞬间的变化可以把相邻的细胞膜融合在一起形成新型细胞.现在激光细胞融合术已成为人工定向创造新品系细胞的重要手段和制成单克隆细胞系的关键技术,对生物遗传工程的研究也具有重要意义.