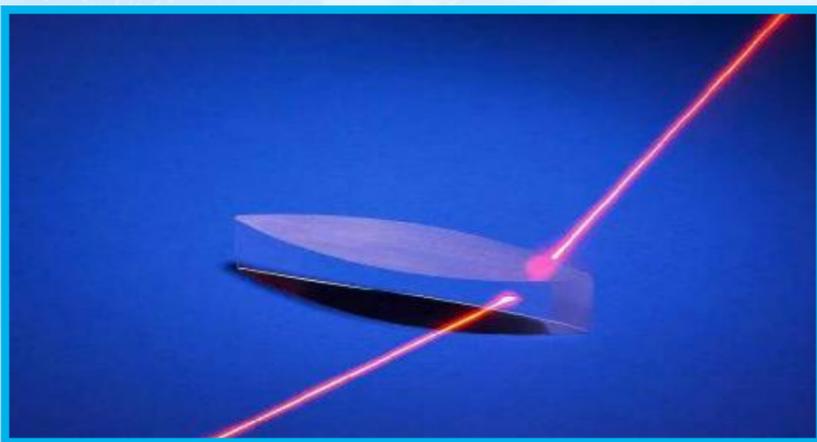


激光技术或将“如虎添翼”?

中国科学家研发超薄高效光学晶体!

中国科学院半导体研究所研究员 姬扬

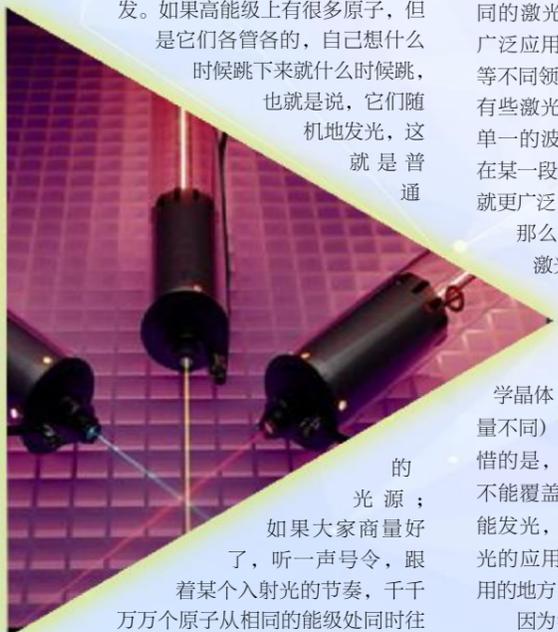


2023年12月,有新闻报道说,我国科学家研发出超薄高效光学晶体,为新一代激光技术奠定理论和材料基础。一句话里好多生词。不过我相信大

家最感兴趣的还是激光本身,毕竟科幻片里激光剑、激光武器都没少听说。激光技术可以有多厉害,光学晶体跟它什么关系,这个研究先进在哪里?

先说激光,激光是20世纪的一项重大发明。1916年,著名物理学家爱因斯坦发现了激光的原理,也就是“通过受激辐射过程把光放大”。但是直到几十年以后,科学家才在实验室里实现了微波波段的受激辐射放大,进而在1960年制造出了激光,也就是可见光的受激辐射放大。

简单地说,发光就是原子从高能级跳到低能级的过程中,把一部分能量转化为光。这就好比是,张三从凳子上跳到地上,发出咚的一声,就是从能量高的地方转移到能量低的地方,同时把一部分能量转化为声音了。原子通常待在低能级,要想跑到高能级,就需要热、电或者光的激发。如果高能级上有很多原子,但是它们各管各的,自己想什么时候跳下来就什么时候跳,也就是说,它们随机地发光,这就是普通



的光源;如果大家商量好了,听一声号令,跟着某个入射光的节奏,千千万万个原子从相同的能级处同时往

下跳,这就是受激辐射,发出的光跟入射光一模一样,这样产生的光就是激光。

相比于普通光源,激光具有亮度高、单色性好和方向性好的优点,应用的范围非常广泛,覆盖了生产和生活的方方面面。我们通常说的激光技术有着很宽泛的含义,包括一切制造激光和使用激光的技术。简单地说,用光能够做的事情,用激光都能做得更好、更快。大功率的激光可以切割钢板,可以击落无人机甚至导弹,影视作品中的“激光剑”只是玩具而已。

激光器就是产生激光的设备,根据设计原理特别是工作介质,不同类型的激光器可以发出不同的激光,通常用波长和功率等参数来描述,广泛应用于手术、模型制作、打孔、水下通讯等不同领域,早已深入到我们日常的方方面面。有些激光器只能发出单一的波长、或者是几种单一的波长,有些激光器发出的激光波长可以在某一段波长范围内连续可调,因而应用的范围就更广泛。

那么,为什么能有这么多不同的激光呢?

激光器有一个关键部件叫作增益介质,也就是为原子们提供从高能级往下跳的场所。有一大类激光就是用光学晶体作为增益介质的,不同的光学晶体(其实主要是光学晶体里的杂质原子含量不同)可以用来制作波长不同的激光器。可惜的是,现在的激光器虽然种类繁多,但是并不能覆盖所有的波长范围,在有些波长上虽然能发光,但是功率可能不够大,这都限制了激光的应用范围,这也是非线性光学晶体发挥作用的地方。

因为激光的功率很大,它在一些材料中可以

诱导非线性效应,也就是说,出射光的频率和入射光不一样:可能是单个入射光的倍频,也可能是两个入射光的和频或差频。这种光的转换效率强烈地依赖于入射光的强度、非线性光学晶体本身的特性以及相位匹配条件。

把激光器和非线性晶体结合起来,巧妙地利用倍频、和频或差频,可以得到现有激光器无法输出的激光,这样就进一步扩大了激光技术的使用范围。以前的工作主要是在提高入射光强度和改进单个非线性晶体的转换效率方面做文章,还需要在转换过程中满足相位匹配条件:对于不同频率的光,非线性晶体的折射率不一样,因为入射光和出射光的频率不同,只有适当地选择入射的方向和晶体的安置角度,在尽可能长的距离上满足相位匹配条件,才能最大效率地进行转换。

北京大学的科学家采用了一种新方法,把多个非线性光学晶体(也就是几片薄薄的氮化硼晶体)堆叠在一起,彼此转动适当的角度,实现了高效率的倍频转换,结果符合理论的预测。这是一种制备非线性光学晶体的新方案,有助于推动激光技术的进一步发展和应用。

(来源:科普中国·星空计划)

