

您当前位置： 首页 > 科普园地 > 光学前沿 > 光学进展

人工界面改写光反射和折射定律

2011-10-14 | 编辑： | 【小 中 大】 【打印】 【关闭】

光的折射和反射定律是几何光学的基础。但是美国哈佛大学物理学家用一系列实验演示了光线的传播可以不遵从这些经典定律。这意味着，或许有一天当你用一块平面镜端详自己容貌时，看到的却是哈哈镜的变形效果。

光在不同介质中的传播速度不一样。当一束光从空气中斜射向水中，光束的传播方向会发生改变，这就是所谓的折射现象。它的准确表述即折射定律是很多年前由物理学家斯涅尔、数学家笛卡尔以及费马确立的。这一定律表明，光线在界面的折射角仅由光在两种物质中的传播速度决定。而早在古希腊时期由欧几里德发现的反射定律更简单：光的反射角等于入射角。

经典的反射和折射定律都很自然地认为一个界面仅仅是区分两种物质的理想边界，换句话说，是两种介质而不是它们的截面影响了光的传播。哈佛大学研究人员的创新在于意识到界面可以成为决定光的传播的因素。他们的实验表明，精巧设计的界面能够干预光的传播。

研究人员利用硅片和空气界面处一层薄薄的金属阵列来演示一系列违背经典反射和折射定律的现象。这个阵列中的每个组成单元都类似微小的英文字母“V”，其大小和间距都远小于光的波长以及入射光束横截面的尺寸。这些“V”字形的单元的大小、夹角和朝向都不同，这样设计是为了控制光波和不同单元的相互作用时间：每个金属“V”都类似一个光的陷阱，能够将光波“囚禁”一段时间再释放出来。

阵列的设计使得这个“囚禁”时间沿界面从右向左线性增加，这样即使垂直入射，光束不同部分经历不同的时间延迟，透射以及反射光束就不再沿着垂直于界面的方向传播了。而当光以倾斜的角度入射，按不同的“界面”设计，反射和折射光可以被操纵朝向任何方向。反射角不一定等于入射角，反射光甚至可以被“反弹”回光源方向，而不是像一般情况那样折向远离光源方向。这就是平面镜可以有哈哈镜的效果的原因。

这项成果9月2日发表在美国新一期《科学》杂志上，第一作者虞南方目前在哈佛大学工程和应用科学学院做博士后研究，虞南方2004年本科毕业于北京大学电子学系，2009年在哈佛大学获博士学位。

利用界面来控制光束不同部分的时延是一个具有革新意义的概念。虞南方告诉新华社记者，他们已用这种人工界面产生了“光涡旋”，这种奇异的光束在空间里螺旋前进，因而可以用来操纵旋转微小的悬浮颗粒。他预计，这一概念将衍生出一系列有用的光学元件，比如可以纠正相差的超薄平面聚焦镜片、可以采集大范围入射阳光的太阳能汇聚装置。哈佛大学目前已就这一成果提出专利申请。

(来源 <http://news.sciencenet.cn/htmlpaper/2011961059410219161.shtm>)