

# 早期MOCVD方面研究

常规的MOCVD薄膜外延技术，是将衬底以一定角度放置在平行的炉管中，炉管加热，然后利用载气（carrier gas）氢气或者氮气携带被沉积的金属复合物等组份沉积到衬底上，改变进气通道，就可以改变不同材料的生长。中村修二别出心裁地提出了双气流（two-flow MOCVD）的外延生长方法。之所以提出这样的方法，是因为常规的Ga<sub>2</sub>N薄膜制备很难，其中一个原因是由于Ga<sub>2</sub>N与衬底的晶格常数有较大的失配，不能在衬底上生长出连续匀整的镜面般的薄膜。因此，不能靠调节温度等参数来实现品质良好的薄膜制备。

在双气流生长法中，主载气气流携带着反应的气相物质，从石英喷嘴以较高的速度出来，水平与衬底方向。而另一个子气流，携带着惰性的气体垂直于衬底方向，从而改变主载气流的方向，使反应气体与衬底接触。子气流非常重要，没有子气流，就得不到表面均匀连续的薄膜，而只能生长出岛状的薄膜。子气流由氢气和氮气组成，在蓝宝石衬底上、在环境压力下进行薄膜生长。

在双气流法中，反应气体流与衬底平行，这样，Ga<sub>2</sub>N的横向生长速率比常规的气体垂直于或者斜入射到衬底上的MOCVD系统要快很多。这样获得了连续均匀的薄膜，晶体质量有很大提高。

# 最近研究主方向—激光技术

LED的性能提高总会遇到极限，一个代表性的瓶颈就是“光效下降现象”。这是指提高电流密度后，发光效率下降的现象。因为这是物理性质导致的问题，所以解决起来非常困难。但半导体激光器没有光效下降现象。而且，只要开始振荡，(理论上)效率可以达到100%。

出于上述理由，我们正在以“效率接近100%的发光体”为目标，开发新型半导体激光器。为此还在去年(2013年)新成立了一家风险企业。虽然企业的名称和具体成果还不能详谈，但现在这家企业正在制作会令外界大吃一惊的激光器。估计在不久的将来，该领域将会产生重大变革。

用途方面，估计首先将是激光投影仪。使用这种产品可以在地面、天花板等所有位置投射影像。如果制作出输出功率高的激光器，那么在明亮的房间里也能看清影像，而且还能以低成本实现大屏幕。激光投影仪能够以30~50万日元的成本实现100英寸的观看尺寸。而液晶电视估计需要200万~300万日元。除此之外，激光器还有其他用途，比如说照明领域。宝马i8的前灯就配备了激光器。使用紫色LED，让白衬衫显得更白。

当然，LED也在进步。例如，我们正在开发的紫色LED与荧光材料组合而成的白色LED，其特点就是发光中含有紫外光。

普通的由蓝色LED和荧光材料组成的白色LED不含紫外线。因此，与含有阳光和紫外线的其他光源相比，呈现出的色彩有时会存在差别。例如白衬衫。一般的白衬衫都含有荧光物质，这种物质的作用是突出白色。但在过去的LED照明下看这样的白衬衫，因为光源中不含紫外线，光线与荧光材料不发生反应，因此衬衫会显得发黄。使用紫色LED的白色LED已经由(中村等人成立的)风险企业Soraa公司投产。蓝色LED一般是在蓝宝石基板上制作，而我们的紫色LED是在GaN基板上制作。

制作大尺寸晶体，我们还在研究制作(以GaN基板为基底的)GaN大晶体(体晶)。通过利用名为“氨热法”的液相法制作大型GaN晶体，在晶体上切割出GaN基板，理论上可以大幅降低基板的成本。而且还有望制作出没有晶体缺陷的“无转位”GaN晶体。

目前，因为晶体的生长速度缓慢，因此这种方法的成本比现有方法(HVPE 法)还要高。这就要首先利用氨热法制作出 GaN 基板所需的高品质籽晶，然后再利用 HVPE 法，使晶体在籽晶上生长。但将来，估计氨热法的制造速度估计会加快。届时，使用由这种方法制作的 GaN 大晶体将能够制作出 GaN 基板。