

大功率器件中改进光功率场分布的方法

Zm. Mao(茅仲明)深圳斯码光电技术有限公司 CEO 摘要

大功率器件的关键是准直器,而准直器的关键是功率场的分布,而光功率场的分布取决于加热源温度场的分布,本文提出的加热源可以提高光功率分布性能,从而廉价获得高性能的扩束方法。

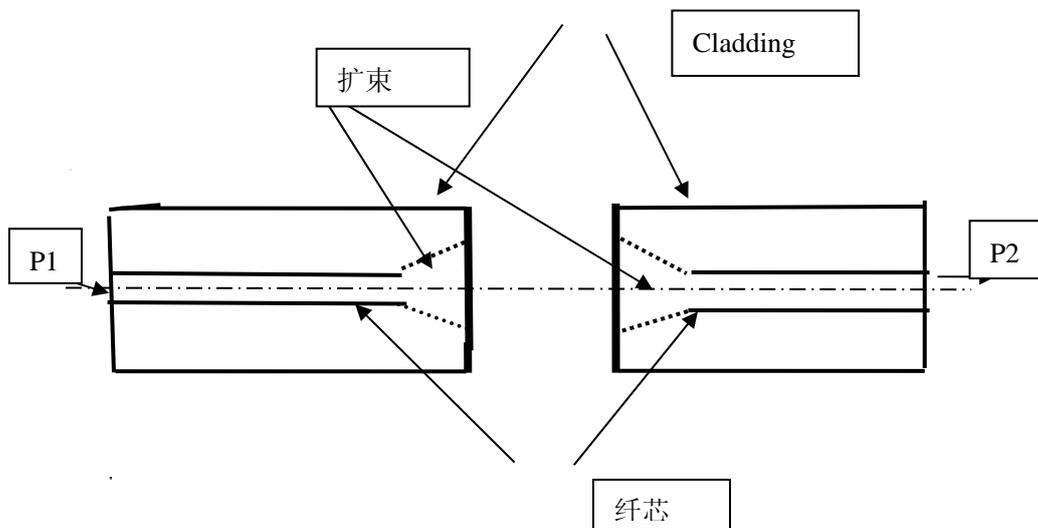
最近,随着大功率器件的需求增加,对于大功率准直器的研究方兴未艾。大家知道,光纤中芯的折射率 N_1 必须高于包层的折射率 N_2 ,这就决定了光的端面输出是从接近芯开始,喇叭状锥形扩散的。而典型的单模光纤的纤芯只有 $9\mu\text{m}$ 左右,所以功率密度很大。以光功率 500MW 计算,几乎达到每平方厘米 1000000W ,而在纤芯处更大,以致烧毁器件。所以要规定最大输入功率,例如 300MW 。

从上面可以看出,是不是大功率器件的关键是要看器件的功率密度,也就是与器件的实际受光面积有关。所以做大功率器件的关键是三个。一是看光纤出射面积,二是看透镜以及靠近光纤端面防反膜的承受功率,三是看器件的承受功率。但一般镀膜用材和方法都是规定的,除非化大代价解决膜层的功率密度极限值。而器件本身由于光斑变大,光的功率密度变小,也问题不大。所以最根本的办法也是化最小代价的办法是光纤芯的扩大。

光纤扩束是通过高温使纤芯提高折射率的掺杂物质例如锗(Ge)向包层扩散,从而使光纤芯的面积扩大,减少光功率密度

而实现的。同时随着纤芯面积的扩大，N1 和 N2 的差值的减小，光的出射角随之减小，乃至“平行”。也就是不用外加透镜，实现光纤的自准直。一对扩束到 60UM 的光纤，端面镀防反膜后，分开数毫米，仍可获得 0.3dB 以下的损耗，足可见一对光纤出射的光已接近平行光。

如图 1 所示：虚线代表扩束部分，光纤芯扩束到 60 微米左右，粗线代表已镀防反膜，左右两根光纤分开 3 毫米左右，一对光纤的插入损耗小于 0.3 dB。



$$IL = -10 \log (P2/P1) \text{ dB}$$

图 1：光纤扩束准直示意图。

现在讨论现有的几种具体的扩束方法。一种是火焰加热法：

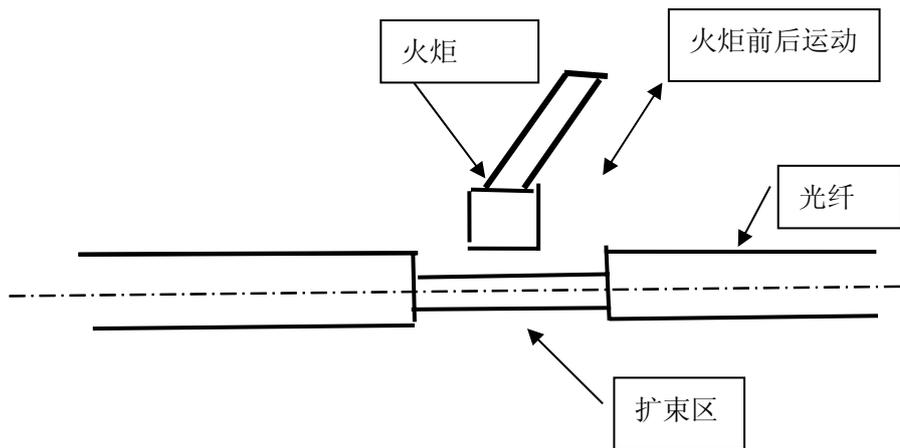


图 2A：火焰加热法示意图

我们可以看到，这种方式的好处是简单，容易获得高温和扩束部分离光纤包层近。但缺点是由于火的温度的不均匀，造成扩束不均匀；而扩束的不均匀造成光纤扩束后光功率分布的不均匀，因此用这种方式扩束后制成的光纤准直器的场分布也不够均匀。

图 2B 是电炉加热的光纤扩散的示意图。

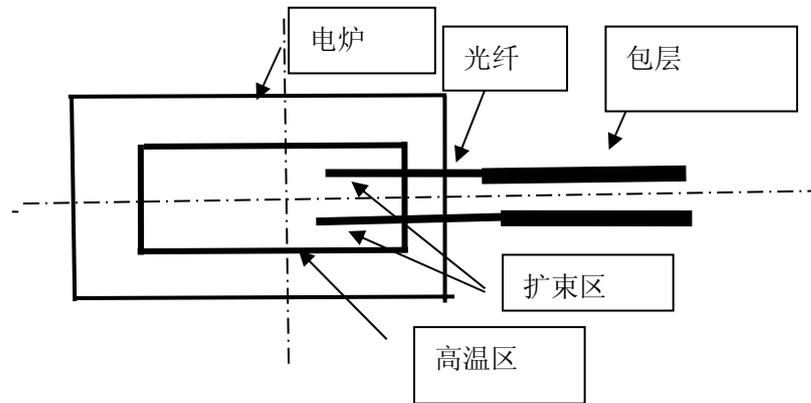
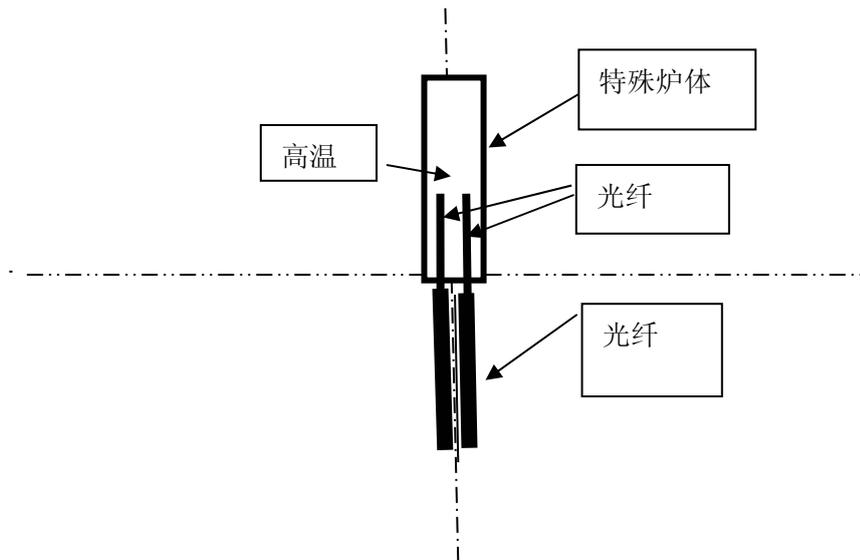


图 2B: 电炉加热扩束法

采用电炉加热的优点是温度场均匀多了，而且可以多根加热，效率也高，但是温度高的地方离包层太远，这样的准直器太长，而且离理想的场分布还有一段距离。

图 3 是我们正在开发的比较理想的光纤扩束方式。



炉体是特殊设计的。炉体垂直放置。高温区有很好的隔热措

施，使高温到包层的距离尽可能短，并有多根光纤同时加热，几台炉子合用一台电脑同时控制。炉子本身消耗的能量很少，能源可充分利用。在光纤放置区温度分布绝对均匀，保证每根光纤芯的扩散有很好的一致性和扩束的均匀性。

结论

本文提出的扩束方法重点是开发一种理想的，功耗低，温度场分布均匀，高温区离光纤包层近，效率高的特殊电炉及控制系统。这样可提供廉价的，性能好的光准直器，并有可能在功耗要求低的器件中获得广泛应用。