

陶瓷聚光腔研制简报

前 言

目前, 固体激光器中多采用金属镀层抛光镜面反射型聚光腔, 该种聚光腔加工、抛光困难, 且易于氧化, 稳定性差。国外在一些小型化单次器件中, 采用了陶瓷漫反射型聚光腔。陶瓷聚光腔具有稳定可靠、造价便宜、加工方便、体积小、重量轻等优点, 比金属镀层的椭圆柱聚光腔优越。近年来我们在陶瓷聚光腔方面开展了一些研制工作, 取得了初步成效。

配 方

陶瓷聚光腔一般做成紧包裹腔形, 要求陶瓷腔在 $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$ 棒中 Nd^{3+} 的吸收波段必须有高的漫反射率, 同时希望对有害的紫外光有较高的吸收率。我们首先对多种陶瓷配方进行了试验, 每种配方均做成圆形试片, 并测定其漫反射率。选料时高纯度材料固然好, 但价格太高。我们首先选用工业用料进行配方试验, 结果漫反射率太低, 且强度也差, 做成的聚光腔效率低, 仅为镀银单椭圆柱聚光腔的50~60%。后来对工业用料略加提纯, 再次进行配方试验, 现找出五种配方, 烧成试片, 测定了漫反射率。经中国计量科学研究院光学室测定, 其中最好的两种配方漫反射率如下表:

表 1 试片漫反射率

编 号	波长(毫微米)	1000	950	900	850	700	650	600	550	500
8	漫反射率(%)	98.9	98.5	98.3	98.4	99.91	99.68	99.75	99.59	99.72
9	漫反射率(%)	98.1	98.2	98.2	98.4	97.86	96.87	96.21	96.08	94.84

注: 因为测量中可见光和红外光分别由两台仪器测得, 因此在700毫微米和850毫微米之间测量数据有跃变。

影响漫反射率的另一个因素是材料颗粒的大小和均匀性。实验发现, 材料的颗粒小、均匀, 烧成后洁白、均匀无条纹, 局部缺陷很小。颗粒不均匀会形成局部漫反射率降低。合理的堆积密度能够保证产品的强度, 也能保证烧结期间颗粒生长速率、形状和取向。颗粒尺寸大小和空隙都对漫反射率产生影响。

对泵浦 $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$ 晶体无用的400毫微米以下的光, 我们加入外添加剂作为补偿吸收, 使得400毫微米以下的光有较大吸收而对有用波段又不产生影响。

收稿日期: 1982年10月14日。

成 型

如果成型工艺复杂，不但不便于生产，而且也提高造价，失去了陶瓷聚光腔物美价廉的优点。我们立足于模压成型烧结法，根据所需陶瓷腔的形状和尺寸，设计模具，将粉料倒入模具内，一次挤压成型。设计模具时陶瓷腔的收缩率按16%计算，试样烧成后实际收缩率为28%。坯料在成型前经过1200℃初烧，最后经1500℃烧结成瓷。升温曲线也经过了多次反复摸索，避免了烧成后腔体开裂。烧结时不能堆放，相互间保持一定的距离，以免烧结过程中产生的挥发物质相互污染而影响漫反射率。

实 验

采用表1中9#料烧制成陶瓷聚光腔，其样品尺寸如图1。

实验用Nd³⁺:YAG棒为φ4.5×50毫米，脉冲氙灯外径为4毫米，极间距为40毫米，输出端反射率为50%。用同一支棒和灯，我们对陶瓷聚光腔与我厂现产品用的镀银单椭圆柱聚光腔作了比较实验。典型的一组数据如下：

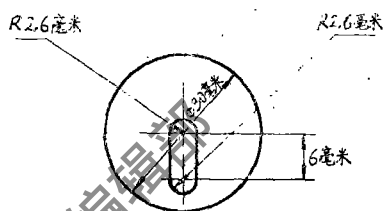


图1 陶瓷腔（长45毫米）

表2 两种腔比较

腔 类 别	输入能量 (焦耳)	输出能量 (毫焦耳)	静态效率 (%)	输入能量 (焦耳)	输出能量 (毫焦耳)	静态效率 (%)
镀 银 腔	11.5	189.36	1.65	14.7	249.12	1.69
陶 瓷 腔	11.5	207.36	1.80	14.7	265.68	1.81

多次反复测量，陶瓷聚光腔的效率比镀银单椭圆柱聚光腔略高一些。

存 在 问 题

收缩率的控制：模具虽然经过两次修改，但是不同配方的收缩率相差甚大。另外，收缩是外圆向里收缩，而内孔向外扩大。因此实验所用的陶瓷聚光腔的内孔没有达到原设计要求。相应的棒和灯的中心距比原设计要求大得多而影响了抽运效率，如能达到紧包裹设计要求，则效率可望提高，将会比镀银单椭圆柱聚光腔更好。

由于采用模压成型，所需压力很大，在脱模时中间芯棒必须用很大的拉力才能抽出。芯棒和腔体内孔壁磨擦，使得大量铁粉存留在陶瓷腔内孔壁上，虽经一定处理和初烧都无法把黑色铁粉完全除净。烧成后腔内孔壁不如外表洁白，也一定程度地影响了漫反射率，如果采用较硬材料做模具芯棒，或采用其它脱模方法，消除腔内壁的发黑现象，聚光效果会更好。陶瓷聚光腔一定会大大地超过镀银单椭圆柱聚光腔。

(孙连玉·薛友苏 周云生 供稿)