

## 用于四波混频实验的同心热管炉设计

张秀兰 雷子明 赵理曾 聂玉昕

卢振中 江德仪 沈立康

(中国科学院物理研究所)

使用金属蒸汽做四波混频实验时,为满足位相匹配要求,通常混入一定数量的缓冲气体<sup>[1]</sup>。使用普通热管炉可以达到此目的,即控制炉温,使金属蒸汽的分压小于所充的缓冲气体的压强。这样在加热区中可形成金属蒸汽与惰性气体的混合。但此时热管炉工作在非热管工作状态,加热电功率的波动会导致炉温的波动,从而引起金属蒸汽分压以及此区域中缓冲气体分压的相应波动(加热区中金属蒸汽分压与缓冲气体分压之和等于非加热区缓冲气体的压强)<sup>[2]</sup>。实际上,加热电功率总是在一定范围内变化,因而系统中无法保持金属蒸汽分压与缓冲气体分压间的固定比例,这对于要求位相匹配的四波混频实验是不利的,因此发展了同心热管炉技术<sup>[3]</sup>。在同心热管炉中,由外层热管加热内层热管,使外层热管处于热管工作状态,即加热区金属蒸汽的压强与所充的缓冲气体的压强相等,此时加热功率的变化只影响金属蒸汽柱的长度而不影响温度(因为温度仅由所充惰性气体的压强决定)。在同心热管炉中,还要使内管处于非热管工作状态(金属蒸汽压强小于原来所充的缓冲气体的压强)。由于内管受恒温的外管加热,所以金属蒸汽的分压是恒定的。如缓冲气体的压强恒定,那么,加热区中缓冲气体的分压也恒定,都不再受电源加热功率波动的影响(加热功率的变化,影响外管金属蒸汽柱的长度,也影响内管金属蒸汽与惰性气体混合气柱的长度)。这对于要求位相匹配条件的四波混频实验是非常必要的。文献[3]给出了同心热管炉原理的示意图,没有介绍具体结构。根据文献[3]的原理,作者设计了两种同心

热管炉的结构,并介绍其中一种加热铔和镁蒸汽的运行情况。

图1是用不锈钢管焊接的同心热管炉的结构设计。

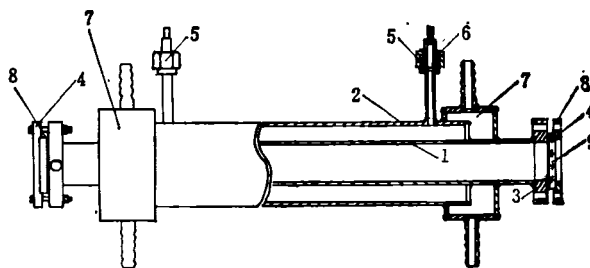


图1 用不锈钢管焊接的同心热管炉结构图

图1中1为 $\phi 28$  mm、长510 mm的不锈钢内管,2为 $\phi 54$  mm、长420 mm的不锈钢外管。在紧靠外管的内壁、内管的外壁和内管的内壁都装有三层100目的不锈钢网层。装在外管内壁和内管外壁的不锈钢网层由一层不锈钢网连接起来,以使内管外壁上的液体金属返回外管内壁,液体金属浸润全部不锈钢网,可避免形成热点。3和4为法兰。6和5分别为内、外热管的充气口,由铜管分别与各自的贮气瓶相连。根据实验要求可使内外管保持不同的缓冲气体压强。7是内外管共用水冷套。外管加热区长度为200 mm,水冷套距加热区端部90 mm。8是真空密封橡皮圈,9是石英窗口。

内、外管焊接前,要把选用的金属(几十克)用不锈钢丝固定在内外管之间的不锈钢网中部,即放在热管炉运转时加热区位置。内管的金属可在焊好后打开端窗放入。

图2是用橡皮O圈密封的可拆卸型氧化铝

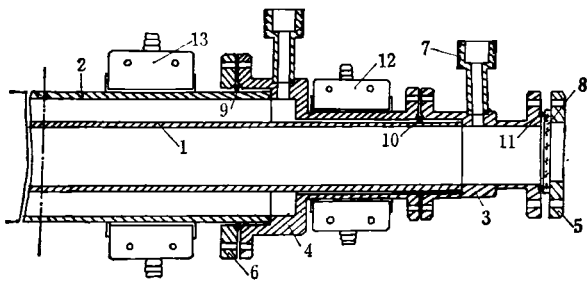


图2 用橡皮O圈密封的可拆卸型氧化铝管同心热管炉

管同心热管炉。  
图2中1为氧化铝内管,2为氧化铝外管,3为内管接头,4为外管接头,它们靠橡皮O圈10,9及法兰6用螺栓压紧橡皮圈使外管密封。7为内、外管充气口,12和13分别为内、外管的水冷套,每组水套由两只半圆型对接组成,可拆卸,可移动。不锈钢网的安装与结构,端窗的密封等均与前述热管炉相同。

这种热管炉的优点是拆卸方便,如果换用不同的金属做实验,只要更换尺寸相同的内、外管和不锈钢网即可。此外,氧化铝管和不锈钢管相比,可耐受更高的温度,并耐腐蚀。

两种热管炉的加热都是用电炉丝绕在紧包外管的两块半圆柱型高温陶瓷炉瓦上,电炉丝

外包一层20mm厚的硅酸铝纤维毡保温。由镍铬-镍铝热电偶测温,用DWT-702型精密温度控制器控温,升温情况可在热电偶上接数字电压表监视。

对于不锈钢管焊接型热管炉,内、外管装入锌,并充入氩气27Torr,温度达650℃时,看到内管锌全部熔化,并均匀浸润了不锈钢网,热管炉的热区呈暗红色。内、外管放入镁时,升温至850℃时看到镁熔化,热管炉连续工作数小时后,在内管热区边看到有镁金属的针状结晶,并逐渐挡住光路。这种质量转移现象已有文献报道<sup>[4]</sup>。根据观察,这是由于镁熔化后对不锈钢网浸润不良所致,因为浸润不良会导致回流不好。

### 参 考 文 献

- [1] D. C. Hanna et al, *Nonlinear Optics of Free Atoms and Molecules*, Springer-Verlag, (1979), 119.
- [2] C. R. Vidal and J. Cooper, *J. Appl. Phys.*, **40** (1969), 3370.
- [3] C. R. Vidal and F. B. Haller, *Rev. Sci. Instrum.*, **42** (1971), 1779.
- [4] S. C. Wallace and G. Zdasiuk, *Appl. Phys. Lett.*, **28**(1976), 449.



(上接第410页)  
法具有广泛应用潜力,特别是当前建筑材料例

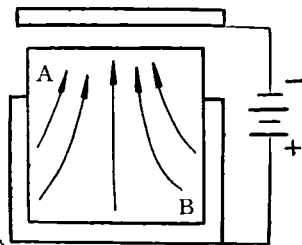


图2 加大正极面积  
A——样品; B——电力线

如砖块需要量日益增加,而砖块生产大多采用

自然晾干的方法,周期长(预干时间约6天),占地面积大,若采用电场干燥方法把砖坯内部水分抽出可大大缩短预干时间。在制造高级瓷器、陶瓷工艺品时,烧制前需要预干,预干时只要把电极形状和分布作适当安排,就可以克服由于自然晾干而造成的形变以及由于内外干燥不均匀而造成的破裂等缺点。另外,水泥生产中原料干燥等亦可采用此法。这是一种耗电量小、内外均匀的干燥方法。

### 参 考 文 献

- [1] H. Pohl, *Popular Science*, **208**(1981), 128.