



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106207744 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(21)申请号 201610718099.8

G23C 28/04(2006.01)

(22)申请日 2016.08.24

(71)申请人 陕西源杰半导体技术有限公司

地址 712000 陕西省咸阳市西咸新区沣西新城世纪大道55号清华科技园北区加速器20号厂房C区

(72)发明人 王昱玺 刘拓

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200

代理人 徐文权

(51)Int.Cl.

H01S 5/028(2006.01)

G23C 14/08(2006.01)

G23C 14/10(2006.01)

G23C 14/30(2006.01)

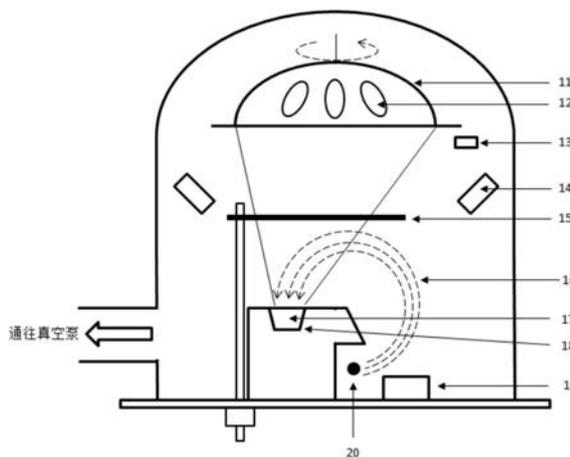
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜及其镀膜工艺

(57)摘要

本发明公开了红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜及其镀膜工艺,包括镀在半导体激光器bar条(InP)上的若干层膜层,其中,单数膜层为Ta₂O₅或SiO₂膜层;双数膜层为SiO₂或Ta₂O₅膜层,且单数膜层与双数膜层为材料不同的膜层,本发明的红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜,利用化学特性稳定的Ta₂O₅和SiO₂实现半导体激光器抗反射膜层的镀膜,实现极佳的抗反射薄膜特性,因本发明所选镀膜材料在镀膜过程中均具有稳定的化学性能,保证了镀膜的镀率稳定以及光折射率稳定,使镀膜结果与理论设计一致,进而提升产品可靠性。



1. 红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜,其特征在於,包括镀在半导体激光器bar条(InP)上的若干层膜层,其中,单数膜层为Ta₂O₅或SiO₂膜层;双数膜层为SiO₂或Ta₂O₅膜层,且单数膜层与双数膜层为材料不同的膜层。

2. 根据权利要求1所述的红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜,其特征在於,所述Ta₂O₅膜层厚度为80nm~150nm,SiO₂膜层厚度为50nm~110nm。

3. 红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜的镀膜工艺,其特征在於,包括以下步骤,

步骤一,将解理的半导体激光器bar条固定在治具(12)上,治具(12)用于固定半导体激光器bar条,然后将治具(12)固定在电子束蒸镀机的伞架(11)上,将镀膜材料(17),即Ta₂O₅和SiO₂分别放入两个坩锅(18)中,将电子束蒸镀机腔室抽真空,同时以石英灯(14)加热腔室至温度100℃~150℃;

步骤二,通过电子枪(20)产生的电子束(16)预熔其中一坩锅(18)内的镀膜材料(17),然后打开遮板(15)对固定在治具(12)上的半导体激光器bar条进行镀膜,镀完第一层膜后关闭遮板(15)停止镀膜;

步骤三,更换另一坩锅(18),通过电子枪(20)产生的电子束(16)预熔坩锅(18)内的镀膜材料(17),然后打开遮板(15)对固定在治具(12)上的半导体激光器bar条进行镀膜,镀完第二层膜后关闭遮板(15)停止镀膜;

步骤四,重复步骤二和步骤三形成由多层交叉堆迭膜层组成的抗反射膜后,使腔室回到大气压力,取出半导体激光器bar条治具(12),即得本发明。

4. 根据权利要求3所述的红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜的镀膜工艺,其特征在於,所述步骤二和步骤三中,通过膜厚监控器(13)监控镀膜厚度,当所选镀膜材料(17)为Ta₂O₅时,膜厚控制为80nm~150nm,当所选镀膜材料(17)为SiO₂时,膜厚控制为50nm~110nm。

5. 根据权利要求3所述的红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜的镀膜工艺,其特征在於,所述步骤一中,将治具(12)与监控片一同固定在电子束蒸镀机的伞架(11)上,监控片用于测量膜层的厚度和反射率。

6. 根据权利要求3所述的红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜的镀膜工艺,其特征在於,所述步骤一中,压力抽真空至 2.0×10^{-5} Torr~ 2.0×10^{-7} Torr。

红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜及其镀膜工艺

技术领域

[0001] 本发明属于半导体激光器中抗反射膜技术领域,具体涉及红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜及其镀膜工艺。

背景技术

[0002] 边射型半导体激光器的端面上镀上一层或是多层介电质薄膜,可以隔绝半导体与空气中的氧接触,避免氧化造成可靠度问题,另外藉由端面镀膜改变折射率,可改善半导体激光器的特性,降低阈值电流以及提高输出功率。

[0003] 目前使用的蓝宝石单晶粉末(Al_2O_3)和单晶硅(Si)单晶材料,在镀膜使用中,其折射率非常不稳定,造成镀膜层反射率不稳,镀膜过程中,由于化学特性的不稳定, Al_2O_3 会失掉部分氧成份,变成 Al_2O_x , $x < 3$; Si 在镀膜中会有氧化发生,变成 SiO_x ;材料发生变化后,芯片上镀上的多层抗反射膜的反射率会与理论设计有偏差,结果造成产品特性不稳定,严重时会影响产品可靠性。

发明内容

[0004] 针对现有的技术缺陷,本发明提供了一种红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜及其镀膜工艺,利用化学特性稳定的 Ta_2O_5 和 SiO_2 实现半导体激光器抗反射膜层的镀膜,实现极佳的抗反射薄膜特性。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜,包括镀在半导体激光器bar条(InP)上的若干层膜层,其中,单数膜层为 Ta_2O_5 或 SiO_2 膜层;双数膜层为 SiO_2 或 Ta_2O_5 膜层,且单数膜层与双数膜层为材料不同的膜层。

[0006] 所述 Ta_2O_5 膜层厚度为 $80\text{nm} \sim 150\text{nm}$, SiO_2 膜层厚度为 $50\text{nm} \sim 110\text{nm}$ 。

[0007] 红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜的镀膜工艺,包括以下步骤,

[0008] 步骤一,将解理的半导体激光器bar条固定在治具(12)上,治具(12)用于固定半导体激光器bar条,然后将治具(12)固定在电子束蒸镀机的伞架(11)上,将镀膜材料(17),即 Ta_2O_5 和 SiO_2 分别放入两个坩锅(18)中,将电子束蒸镀机腔室抽真空,同时以石英灯(14)加热腔室至温度 $100^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$;

[0009] 步骤二,通过电子枪(20)产生的电子束(16)预熔其中一坩锅(18)内的镀膜材料(17),然后打开遮板(15)对固定在治具(12)上的半导体激光器bar条进行镀膜,镀完第一层膜后关闭遮板(15)停止镀膜;

[0010] 步骤三,更换另一坩锅(18),通过电子枪(20)产生的电子束(16)预熔坩锅(18)内的镀膜材料(17),然后打开遮板(15)对固定在治具(12)上的半导体激光器bar条进行镀膜,镀完第二层膜后关闭遮板(15)停止镀膜;

[0011] 步骤四,重复步骤二和步骤三形成由多层交叉堆迭膜层组成的抗反射膜后,使腔室回到大气压力,取出半导体激光器bar条治具(12),即得本发明。

[0012] 所述步骤二和步骤三中,通过膜厚监控器(13)监控镀膜厚度,当所选镀膜材料

(17)为Ta₂O₅时,膜厚控制为80nm~150nm,当所选镀膜材料(17)为SiO₂时,膜厚控制为50nm~110nm。

[0013] 所述步骤一中,将治具(12)与监控片一同固定在电子束蒸镀机的伞架(11)上,监控片用于测量膜层的厚度和反射率。

[0014] 所述步骤一中,压力抽真空至 2.0×10^{-5} Torr~ 2.0×10^{-7} Torr。

[0015] 与现有技术相比,本发明的红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜,利用化学特性稳定的Ta₂O₅和SiO₂实现半导体激光器抗反射膜层的镀膜,实现极佳的抗反射薄膜特性;Ta₂O₅膜厚为80nm~150nm,SiO₂膜厚为50nm~110nm,膜层总数以及各膜层厚度不同,则镀膜后会有不同的反射率,通过改变膜层数及膜层厚度可实现0.1%到90%的光反射率。

[0016] 与现有技术相比,本发明选用SiO₂(二氧化硅)和Ta₂O₅(五氧化二钽)作为镀膜材料,SiO₂(二氧化硅)是氧化物中膜性良好的最低折射率材料,折射率 $n=1.4468@1310\text{nm}$,且不易分解,吸收与散射很小,在1000nm到8000nm有良好的透明度,因此是制镀多层膜所需最佳的低折射率薄膜,Ta₂O₅(五氧化二钽)是高折射率材料,在可见光到红外线也都是透明的,且容易得到较小的吸收及散射,而膜的沉积速率也较快,用来与SiO₂搭配镀低反射,低吸收的多层膜;解决了现有技术中用电子束蒸镀法(ElectronBeamEvaporation)蒸镀时,电子束轰击Al₂O₃后产生较多二次电子,使得Al₂O₃含氧量不稳定,造成材料变黑、镀率不稳定以及光折射率不稳等问题,以及Si在电子束轰击加热后,容易喷溅到坩锅外和易氧化的问题,因本发明所选镀膜材料在镀膜过程中均具有稳定的化学性能,保证了镀膜的镀率稳定以及光折射率稳定,使镀膜结果与理论设计一致,进而提升产品可靠性;

[0017] 另外,本发明的镀膜方法,因为选用镀膜材料都具有稳定的化学性能,Ta₂O₅作为高折射率材料,用电子枪蒸镀相较其他材料都稳定,堆积密度近乎为1,且SiO₂是氧化物中膜性良好的最低折射率材料,更不易分解,材料在蒸发过程中,因为材料的辐射能的承受量高,受镀膜环境影响小,可以快速得到透明度高,吸收小,折射率稳定,堆积密度高,机械附着力、硬度及应力高,化学性稳定的膜层,省去在镀膜过程中通入保护气氛的环节,精简了工艺流程。

[0018] 进一步的,本发明还具有以下有益效果,由于半导体激光器bar条非常小,难以直接量测验证镀膜效果,本发明采用监控片测量镀完膜层的厚度和反射率,确认是否达到工艺要求。

[0019] 进一步的,本发明使用电子束蒸镀法蒸镀,腔室真空度 2.0×10^{-5} Torr~ 2.0×10^{-7} Torr,用以确保半导体激光器端面镀上之膜层洁净不受空气中氧、碳和水气的污染,利用石英灯加热,增加膜层的附着性和膜层微结构的致密度。

附图说明

[0020] 图1是膜层堆迭示意图;其中,A为Ta₂O₅/SiO₂/InP膜层堆迭示意图,B为SiO₂/Ta₂O₅/InP膜层堆迭示意图。

[0021] 图2是量测Ta₂O₅/SiO₂/InP反射率图。

[0022] 图3是量测SiO₂/Ta₂O₅/InP反射率图。

[0023] 图4是电子束蒸镀机示意图。

[0024] 附图中:11-伞架,12-治具,13-膜厚监控器,14-石英灯,15-遮板,16-电子束,17-

镀膜材料,18-坩埚,19-磁铁,20-电子枪。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步阐述。

[0026] 如图1所示,红外半导体激光器芯片的新型抗反射膜,包括镀在半导体激光器bar条(InP)上的若干层膜层,其中,单数膜层为Ta₂O₅或SiO₂膜层;双数膜层为SiO₂或Ta₂O₅膜层,且单数膜层与双数膜层为材料不同的膜层,所述Ta₂O₅膜层厚度为80nm~150nm,SiO₂膜层厚度为50nm~110nm。

[0027] 参见图4,本发明包括以下步骤:

[0028] 步骤一,将解理的半导体激光器bar条固定在治具12上,治具12用于固定半导体激光器bar条,将治具12与监控片一同固定在电子束蒸镀机的伞架11上,监控片用于测量膜层的厚度和反射率,将镀膜材料17,即Ta₂O₅和SiO₂分别放入两个坩埚18中,将电子束蒸镀机腔室抽真空,压力抽至 2.0×10^{-5} Torr~ 2.0×10^{-7} Torr,同时以石英灯14加热腔室至温度100℃~150℃;

[0029] 步骤二,通过电子枪20产生电子束16,电子束16在磁铁19的作用下改变方向从而预熔其中一坩埚18内的镀膜材料17,然后打开遮板15对固定在治具12上的半导体激光器bar条进行镀膜,并通过膜厚监控器13监控镀膜厚度,当所选镀膜材料17为Ta₂O₅时,膜厚控制为80nm~150nm,当所选镀膜材料17为SiO₂时,膜厚控制为50nm~110nm,镀完第一层膜后关闭遮板15停止镀膜;

[0030] 步骤三,更换另一坩埚18,通过电子枪20产生的电子束16预熔坩埚18内的镀膜材料17,然后打开遮板15对固定在治具12上的半导体激光器bar条进行镀膜,并通过膜厚监控器13监控镀膜厚度,当所选镀膜材料17为Ta₂O₅时,膜厚控制为80nm~150nm,当所选镀膜材料17为SiO₂时,膜厚控制为50nm~110nm,镀完第二层膜后关闭遮板15停止镀膜;

[0031] 步骤四,重复步骤二和步骤三形成由多层交叉堆迭膜层组成的抗反射膜后,使腔室回到大气压力,取出半导体激光器bar条治具12与监控片,即得本发明,通过使用监控片进行反射率量测,验证工艺效果。

[0032] 如图2所示,即第一膜层为SiO₂膜层,第二膜层为Ta₂O₅膜层时的反射率图,膜层设计为两层:第一层SiO₂:镀率为3~6Å/s,厚度为65~100nm;第二层Ta₂O₅:镀率为3~6Å/s,厚度为90~200nm,波长1310nm处,可得到反射率0.15%,实现极佳的抗反射薄膜特性。

[0033] 如图3所示,即第一膜层为Ta₂O₅膜层,第二膜层为SiO₂膜层时的反射率图,膜层设计为两层:第一层Ta₂O₅:镀率为3Å/s,厚度为140~200nm;第二层SiO₂:镀率为3Å/s,厚度为80~200nm,在波长1310nm处,可得到反射率0.19%,实现极佳的抗反射薄膜特性。

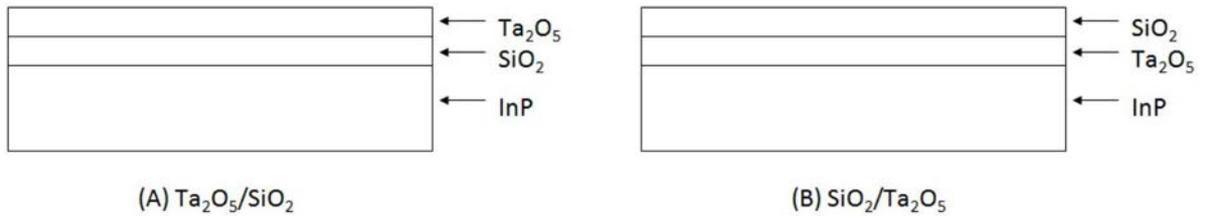


图1

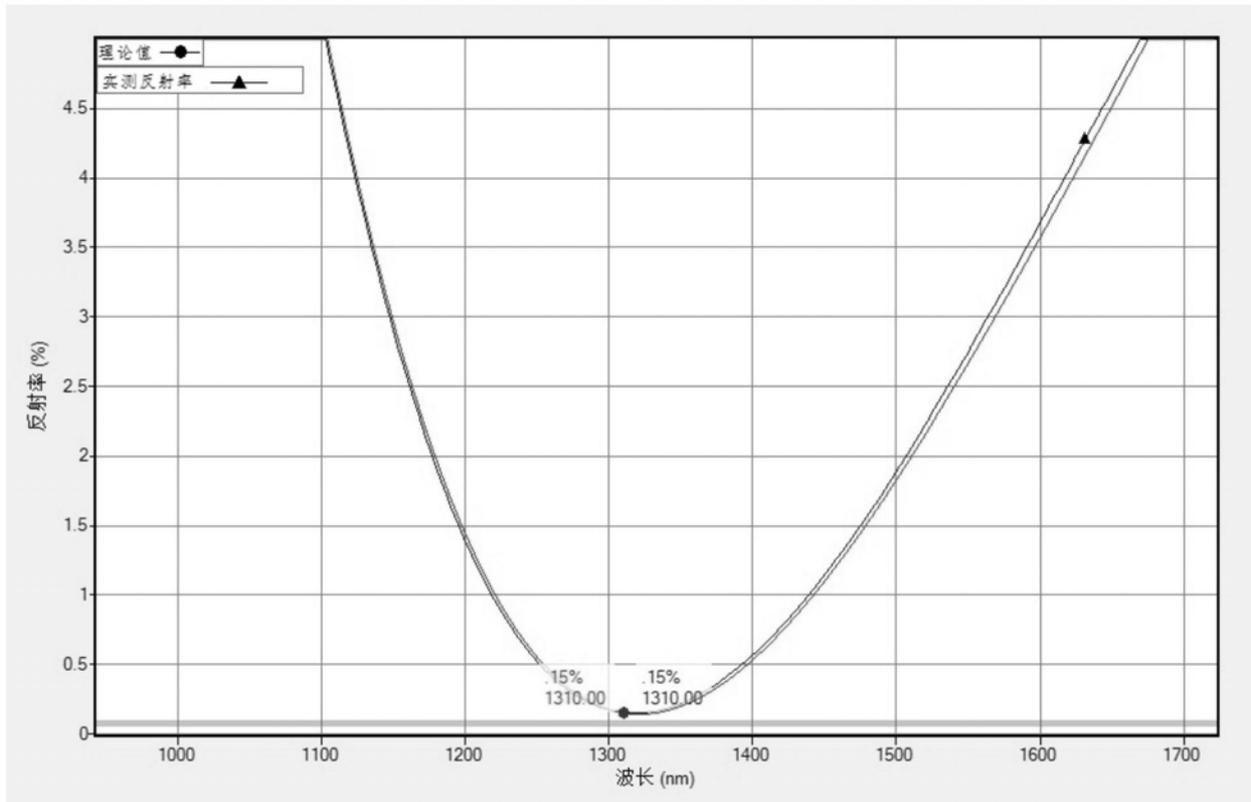


图2

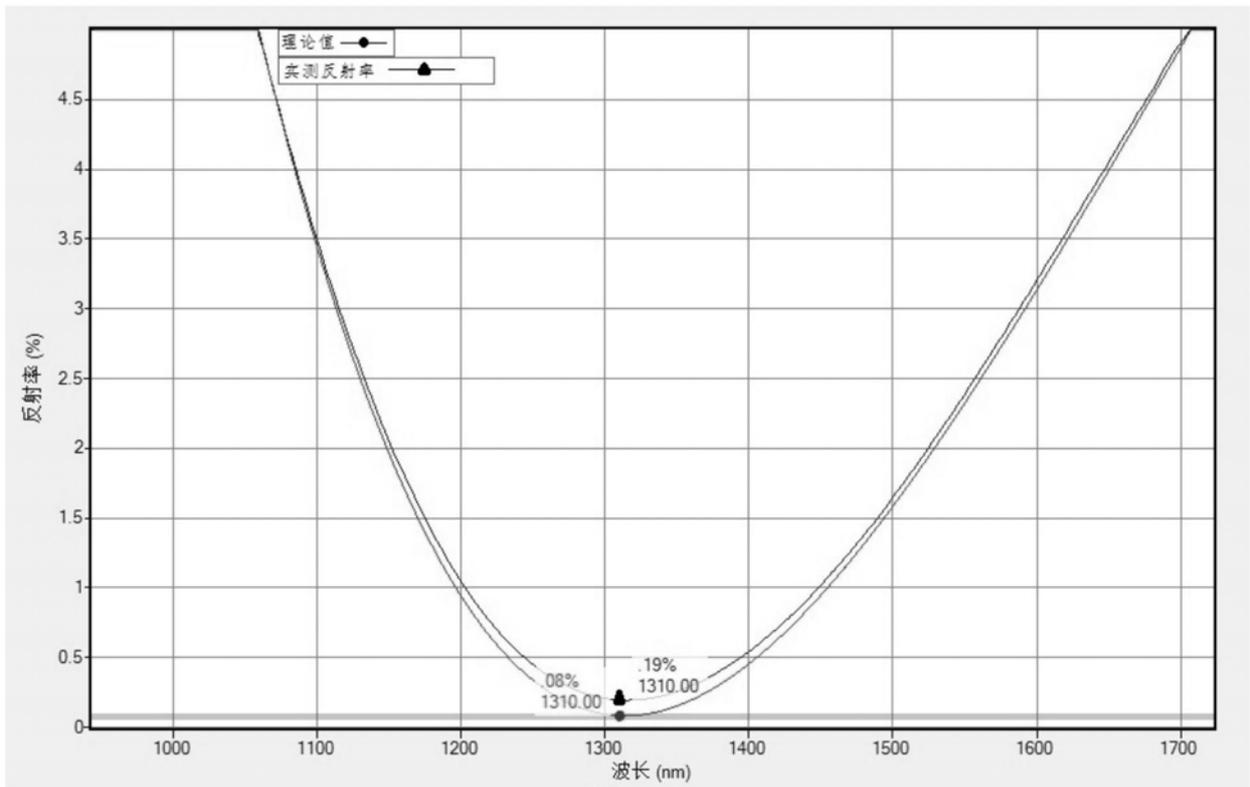


图3

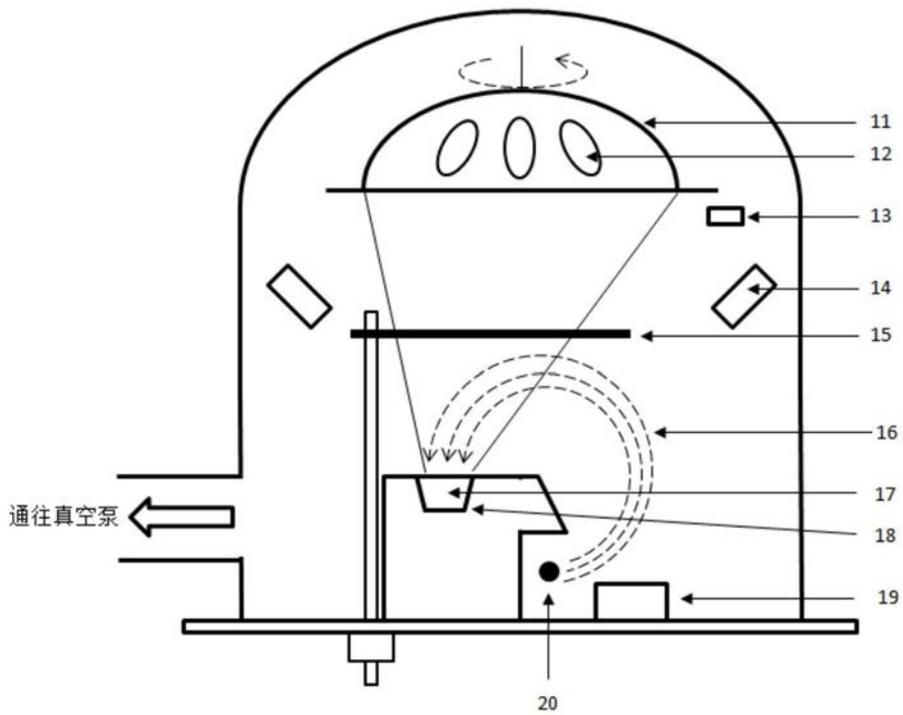


图4