

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99126983.7

[43] 公开日 2001 年 6 月 27 日

[11] 公开号 CN 1300927A

[22] 申请日 1999.12.23 [21] 申请号 99126983.7

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械研究所

地址 130022 吉林省长春市人民大街 140 号

[72] 发明人 秦伟平

[74] 专利代理机构 中国科学院长春专利事务所

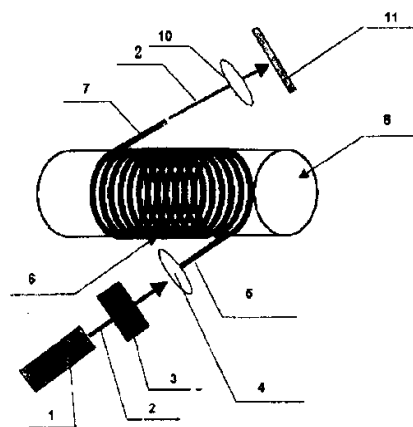
代理人 李恩庆

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图页数 1 页

[54] 发明名称 光纤线圈型激光制冷器

[57] 摘要

本发明属于激光制冷技术领域,是一种光纤线圈型激光制冷器。本发明基于反斯托克斯荧光制冷原理,利用光纤的细长结构,使泵浦激光在光纤中的行进光程变长。主要由冷芯、绕在冷芯上的光纤、泵浦激光器、激光横模扰乱器、光束入射透镜组、光束出射透镜组、反射镜等光学器件组成。所使用的光纤应具有光纤内芯和外包层结构。光纤芯采用荧光制冷材料,外包层允许反斯托克斯荧光透过并且对泵浦激光具有局陷作用。冷芯对于反斯托克斯荧光没有吸收,同时具有良好的导热性。本发明采用光纤线圈型结构,有利于制冷介质对泵浦激光的吸收,制冷效果好。另外反斯托克斯荧光易于射出,行进光程短。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1、一种光纤线圈型激光制冷器，包含有泵浦激光器（1）、制冷光纤、冷芯（8）等，其特征是泵浦激光器（1）发出的泵浦激光（2），经过横模扰乱器（3），被光学透镜组（4）聚焦，进入制冷光纤（5）内，从制冷光纤（7）出射的泵浦激光（2），被光学透镜组（10）会聚到反射镜（11）上，在反射镜（11）反射后再经光学透镜组（10）聚焦返回制冷光纤（7）内；所述的冷芯（9）为圆柱形的，制冷光纤（6）绕在冷芯（8）上，冷芯（8）由不吸收泵浦激光和反斯托克斯荧光，具备良好的导热性材料制作而成；制冷光纤5、6、7，有光纤芯（12）和光纤外包层（13）两部分，光纤芯（12）是荧光制冷材料，光纤外包层（13）是对荧光不吸收而对泵浦激光具有高反射率材料。

2、根据权利要求1所述的光纤线圈型激光制冷器，其特征是冷芯（8）的表面有与制冷光纤（6）的外径相匹配的螺线槽，制冷光纤（6）绕在冷芯（8）表面的槽内。

3、根据权利要求2所述的光纤线圈型激光制冷器，其特征是冷芯（8）的材料为单晶体。

4、根据权利要求3所述的光纤线圈型激光制冷器，其特征是冷芯（8）的单晶体为氯化钠晶体。

5、根据权利要求1所述的光纤线圈型激光制冷器，其特征是光纤芯（12）所用的材料是ZBLANP:Yb³⁺玻璃。

光纤线圈型激光制冷器

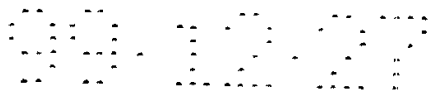
本发明属于激光制冷技术领域，是一种采用光纤缠绕冷芯的方法进行激光制冷的荧光制冷器。

反斯托克斯荧光制冷 (Anti-Stokes Fluorescent Cooling) 也被称为激光制冷 (Laser Cooling)。自1995年以来，该项技术取得了飞速的发展。目前，人们利用激光制冷的的方法已经得到了比家用冰箱冷冻室还低的温度。由于这项技术具有全光性，基于它的制冷器具具有体积小、重量轻、无电磁辐射、无振动、无噪声等优点，因此也就具有了非常诱人的应用前景和符合军事、空间、集成光学、微电子、医学等领域的特殊要求，而被国外研究者所重视。做为一项基本技术，激光制冷技术的突破必然会导致许多对温度有特殊要求的高技术实用化，推动那些领域向前发展。

激光制冷介质的形状对制冷效率有着至关重要的影响，因为泵浦光束引入时都具有一定的几何形状，如何发挥泵浦光束的最大效用，是制冷器设计的一个关键。美国Los Alamos实验室的技术人员在采用光纤样品后就得到了更低的制冷温度。另外，制冷介质的形状对泵浦光的吸收和反斯托克斯荧光的射出都起着关键的作用。原则就是让泵浦光束的行进光程尽可能地长，而反斯托克斯荧光的行进光程尽可能地短。当我们用激光泵浦时，泵浦光的方向性和准直性是我们进行制冷器设计时可以利用的两大优点。在进行制冷器件的设计时，好的方向性和准直性有利于泵浦光局陷 (trapping) 的实现。因此，也就可以得到另外一个推论，制冷介质对泵浦光的散射越小越好。反斯托克斯荧光是各向同性的，不具备特殊的方向性，这样的特征在进行荧光制冷器的设计时，也要给予充分的考虑。因此，综合泵浦激光和反斯托克斯荧光的这些特点，我们可以得到这样的结论：细长的介质形状最有利于荧光制冷。当激光从一端输入后，泵浦光可以沿着制冷介质的轴向行进比较大的光程，而发出的荧光又可以行进很小距离就射出介质之外。

本发明的目的是提供一种泵浦光束行进光程长，反斯托克斯荧光行光程短的光纤线圈型激光制冷器。

光纤是典型的细长型光学元件，它对光的传播具有束缚作用。目



前在光纤通讯中使用的光缆可以将光信号传播数百米。这样的光程距离远远大于Los Alamos研究者们所设想的25米的光程。

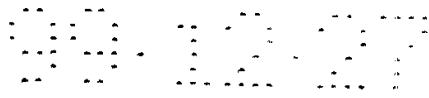
本发明用激光泵浦光纤中的荧光制冷材料，使荧光制冷材料的稀土离子吸收激光，并发射出反斯托克斯荧光。由于发射出反斯托克斯荧光，光纤材料中的分子（离子）以光的形式释放能量，降低能态，进而温度下降。

附图为基于光纤的线圈型制冷器件原理性结构，它由冷芯、绕在冷芯上的光纤、泵浦激光器、光束入射透镜组、光束出射透镜组、反射镜等光学器件组成。所使用的光纤应具有光纤内芯和外包层结构。光纤芯采用荧光制冷材料；外包层允许反斯托克斯荧光透过并且对泵浦激光具有局陷作用。冷芯对于反斯托克斯荧光没有吸收，同时具有良好的导热性。

下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细的描述。

图1为本发明的示意图，图2为所使用光纤示意图。图中，1 - 泵浦激光器；在本实施例中选用二极管激光器或钛宝石激光器，所发出的波长为：1015纳米；2 - 波长为1015纳米的泵浦激光束；3 - 激光横模扰乱器，其作用在于将入射的泵浦激光的横模扰乱，以增加制冷光纤对激光的吸收；4 - 入射泵浦激光的准直会聚光学透镜组；5、6、7 - 激光制冷光纤，具体描述如图2；8 - 冷芯，它的特点为：不吸收泵浦激光和激光制冷光纤所发射的荧光，同时，它还具备良好的导热性能。在本实施例中选用氯化钠晶体作为冷芯的材料。冷芯的形状为圆柱形，在它的表面上加工有与激光制冷光纤5、6、7的外径相匹配的螺线槽，目的在于增加制冷光纤与冷芯的表面接触，提高它们之间的热传递；9 - 从制冷光纤7出射的泵浦激光；10 - 对出射激光9进行会聚的光学透镜组；11 - 高反射率的反射镜，它的作用在于将会聚后的出射激光反射回制冷光纤7；12 - 光纤芯，本实施例采用的材料为ZBLANP:Yb³⁺玻璃；13 - 光纤外包层，采用对荧光没有吸收同时对泵浦激光具有高反射率的材料。

本实施例的具体工作如下：由激光器1发出的1015纳米泵浦激光2首先经过横模扰乱器3，使泵浦激光具有混乱的横模。光学透镜组4对这样的激光束进行聚焦并使光束入射进制冷光纤5中。制冷光纤芯12的Yb³⁺离子吸收1015纳米波长的激光并发射出反斯托克斯荧光，从而使光纤5、6、7和冷芯8的温度降低。冷芯8与光纤5、6、



7之间的热量是靠表面接触传递的。没有被吸收的泵浦激光从光纤7射出后经由光学透镜组10会聚到反射镜11上，发射的激光再次经过光学透镜组10聚集进入光纤7。如此设计的目的在于提高泵浦激光的利用率，增加光纤对泵浦激光的吸收。由于光纤中 Yb^{3+} 离子所发射的荧光没有方向性，绝大部分会穿过光纤包层13而射出。从而，实现了光纤线圈型激光制冷的目的。

本发明的冷芯8为圆柱形，表面有与制冷光纤5外径相匹配的螺线槽，制冷光纤6缠绕在冷芯8上的槽内。制冷光纤5、6、7由光纤芯12和光纤外包层13构成，光纤外包层13包覆光纤芯12。光纤芯12是一种制冷材料，光纤外包层13是对荧光没有吸收同时对泵浦激光2具有高反射率的材料。

本发明采用线圈型的结构，制冷介质为细长形状，可以实现泵浦激光长的行进光程长，有利于制冷介质对泵浦激光的吸收，制冷效果显著。同时使得反斯托克斯荧光易于射出，行进光程短。

说明书附图

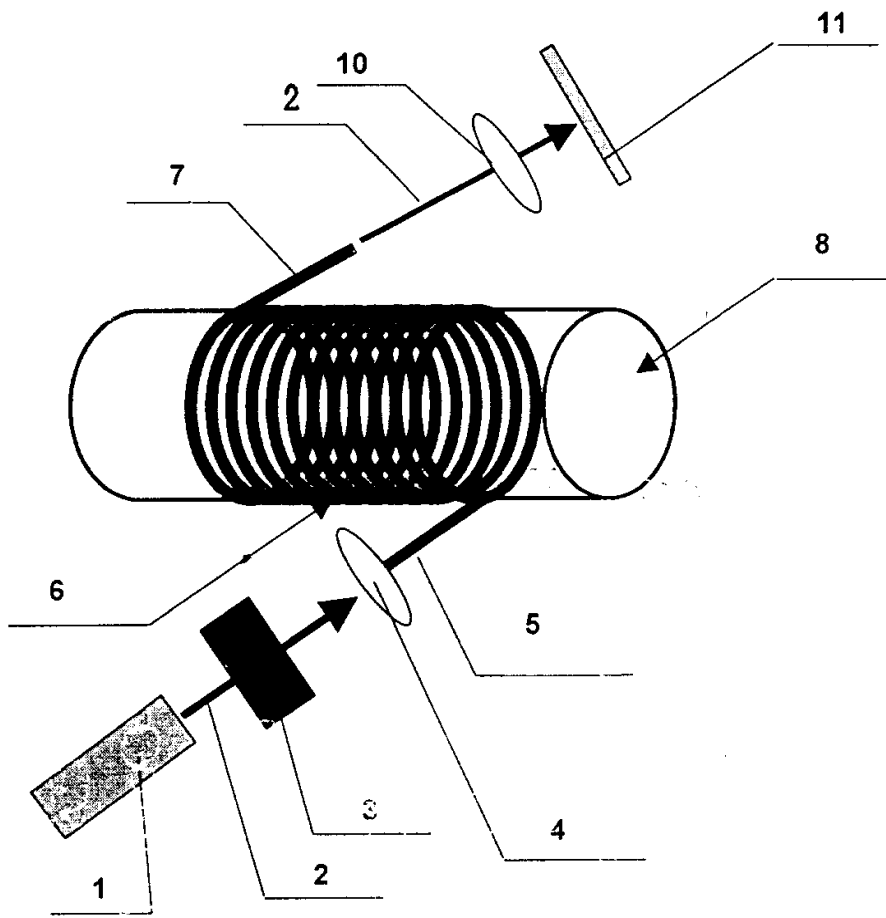


图 1

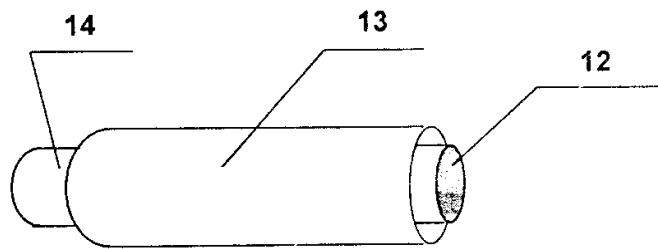


图 2