

小型脉冲工作的光泵 CH_3OH 分子远红外激光器^{*}

黄 晓 秦家银 郑兴世

(中山大学无线电电子学系, 广州 510275)

关键词 CH_3OH , 远红外激光, 脉冲光泵激光

分类号 O 433. 54

CH_3OH (甲醇)是最常用的远红外激光工作物质之一,迄今已从 CH_3OH 中产生了 575 条远红外激光谱线^[1,2],大部分都是用连续波 CO_2 激光器作泵浦源获得的. 我们利用脉冲工作的 TEA- CO_2 激光器作泵浦源也成功地获得了 CH_3OH 的远红外脉冲激光.

由于 CH_3OH 分子的 C-O 键伸缩振动吸收谱与 CO_2 激光波长为 9.2 至 10.6 μm 的 P 支和 R 支的许多谱线很吻合;而且 CH_3OH 分子具有较大的电偶极矩及振动-转动自由度,使得它能有效地吸收泵浦激光的能量以转化为远红外激光的能量. 窄脉冲工作的 TEA- CO_2 激光器的脉冲激光能量在瞬间把 CH_3OH 分子激活,产生能级反转分布,再借助光学谐振腔的调谐作用,便可以产生远红外激光脉冲.

1 实验装置及测量

泵浦激光器是一台工作波长在中红外 9.2 至 10.6 μm 范围、用反射光栅选线的 TEA- CO_2 激光器,工作电压为 27 kV,激光脉冲宽度为 150 ns,脉冲能量为 570 mJ(对应 9P(16)线时测得). 远红外激光器的样品管为内径 32 mm 的长为 1 m 或 0.2 0.1 m 的玻璃管,管两端分别装有为中红外光透过率高的 ZnSe 晶片的输入窗口及对远红外光透过率高对中红外光完全吸收的 Teflon(聚四氟乙烯)片的输出窗口,并在激光管内靠近两窗口的位置装上一对作为光学谐振腔反射镜的金属网栅,网栅的常数 $g=60\mu\text{m}$. 这对网栅必须保持严格的相互平行,以形成一个良好的 F-P 光学谐振腔. 远红外激光器抽真空后灌进一定压强的 CH_3OH 蒸汽. 激光器用这 3 种不同长度的样品管时,分别用 CO_2 激光的 9P(14), 9P(16)和 9P(36)等线激励 CH_3OH 分子时,我们都可以观测到强弱不等的远红外脉冲激光,其中以 9P(16)作泵源时,输出最强,单个脉冲的能量可以达到 2 μJ (用 1 m 长的样品管时测定). 我们用特制的 F-P 干涉仪^[3]对这个远红外脉冲的波长和频谱进行测量,测出含有 570.6 μm 的强线和 369 μm 的弱线. 当改变激光器的调谐长度,又测出一条 918 μm 的强线. 我们还测量了这些谱线的频谱特性和输出光强与 CH_3OH 工作气压的关系.

* 国家自然科学基金(69471014)资助项目

收稿日期: 1996-08-20 黄晓,女,28岁,硕士研究生

2 讨论分析

前人曾经用 CO₂ 的 9P(16)线泵浦 CH₃OH分子,产生波长为 570.6μm和 369μm的激光谱线,他们都是使用连续波工作的 CO₂ 激光器作泵源而获得远红外的连续波激光的.迄今尚未见报导使用 TEA-CO₂ 激光器作泵源产生这些波长的激光谱线;波长为 918μm的激光是一条新线.根据 CH₃OH分子的能级表,可以找出这 3条谱线对应的能级跃迁(表 1).

表 1 CO₂-9P(16)脉冲光泵 CH₃OH分子激光谱线的跃迁能级
Tab. 1 Transitions of CH₃OH laser lines optically pumped by CO₂-9P(16)

波长 (μm)	跃迁能级代号 σ, v, n, k; J>
570.6	A, gr, 0, 0; 10> → co, 0, 0; 11> → co, 0, 0; 10>
369	A, gr, 1, 0; 16> → co, 1, 0; 17> → co, 1, 0; 16>
918	A, gr, 0, 0; 10> → co, 0, 0; 11>, A, gr, 0, 1; 10> → A, gr, 0, 0; 10>

通过 F-P干涉仪测量发现这些激光脉冲的频谱都表现双峰特性,很可能是因为强脉冲泵浦场作用下 CH₃OH分子能级产生 Stark分裂而引起的.

小型的光泵 NH₃分子远红外激光器的研究成功^[4]启发我们开展研究长度为 0.1m和 0.2m的光泵 CH₃OH激光器,从研究结果看到,这两种短腔式激光器的输出光强与 1m长的激光器很接近,只是工作气压不同而已,激光器越短,工作气压越高.我们将对这种激光器的性能作进一步的研究.

参 考 文 献

1 Moruzzi G, Strumia F, Lees R M, et al. CH₃OH laser line assignments and frequency predictions. Infrared Physics, 1991, 32: 333~ 347

2 Xu Lihong, Lees R M, Elza C C, et al. Methanol and optically pumped far-infrared laser. IEEE J of Quantum Elect, 1996, 32(3): 392~ 399

3 郑兴世,黎耀,林贻坤,等.硅铝网栅亚毫米波 FP干涉仪及其在激光频谱研究中的应用.红外与毫米波学报,1993,12(3): 229~ 232

4 Luo X, Zheng X, Lin C, et al. Study of miniature optically pumped NH₃ FIR cavity laser. Inter J of Infrared & Millimeter Waves, 1995, 16(12): 2163~ 2172

Pulsed Emission from Optically Pumped
CH₃OH Far-Infrared Miniature Laser

Huang Xiao* Qin Jiayin Zheng Xingshi

Abstract A pulsed optically pumped CH₃OH molecule far-infrared (FIR) laser was studied. The F-P cavity of the laser consisted of a pair of metallic meshes and a pyrex sample tube, which was changed from 1 metre to 0.2 or 0.1 metre. Pumping by a TEA-CO₂ laser with 9P(16) line, there were three FIR laser lines observed, included a new line of 918μm in wavelength.

Keywords methanol, far-infrared laser, pulsed optically pumped laser

* Department of Radio and Electronics, Zhongshan University, Guangzhou 510275
(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net