

军用激光器冷却液的研制

张永艳 李 波 冯苏英
(西南技术物理研究所, 成都, 610041)

摘要: XW1 军用固体激光器冷却液适用于重复频率固体激光器。它具有比热大, 热传导系数高, 对冷却系统无腐蚀作用, 适用温度范围($-65^{\circ}\text{C}\sim 99^{\circ}\text{C}$) 大的优点。该冷却液主要由卤化锂、水组成, 并含有阻化剂及提高热传导系数的有机添加剂。

关键词: 激光 冷却液

Research of military laser cooling fluids

Zhang Yongyan, Li Bo, Feng Suying
(Southwest Institute of Technical Physics, Chengdu, 610041)

Abstract: XW1 military solid laser cooling fluids can be used in the repeated frequency solid laser. It's adaption to the temperature from -65°C to 99°C . Large specific heat, high heat-transfer coefficient and no corrosion to the cooling system are the obviously advantage. The cooling fluids is composed of LiCl and H_2O , with a small amount of preservative agent. In order to enhance heat-transfer coefficient, some organic agent is added.

Key words: laser cooling fluids

引 言

随着现代科学技术的发展, 激光在军事、工业、科研、医疗等领域的应用越来越广泛。激光器在工作中, 激光棒、泵浦源及激光腔中会产生大量的热量, 特别是高重复频率的固体激光器所产生的热量直接影响了激光器的寿命和稳定性。激光器冷却液的研制国外由来已久。3M 公司、DUPONT 公司相继推出了各种冷却液, 而国内对冷却液的研制, 特别是军用激光器冷却液的研制尚属空白。为了填补这一空白, 我们研制了军用激光冷却液。

一、组 成 及 配 方

军用激光器冷却液除了具备民用固体激光器冷却液要求的性能即(1)比热大, (2)热传导系数高, (3)没有腐蚀性, (4)粘度小等之外, 还必须工作在很大的温差范围之内。机载军用系统标准规范是 MIL-E-5400K(1)类, 它要求电子设备工作在 -54°C 至 $+55^{\circ}\text{C}$ 的温度范围之内。我们研制的 XW1 军用激光器冷却液比热大, 热传导系数高, 粘度低, 没有腐蚀性, 其冰点 $< -65^{\circ}\text{C}$, 沸点为 99°C , 而且在低温下不会发生紫外分解。

XW1 军用激光器冷却液是一组主要由卤化锂为基础的电解质水溶液, 其组成为: 卤化锂: $10\% \sim 50\%$, 阻化剂: $1\% \sim 10\%$, 有机添加剂: $0.1\% \sim 5\%$, 其他: 水。

阻化剂主要用以调节溶液的 pH 值及抗氧化还原能力, 提高溶液的稳定性, 抑制溶液对冷却系统的腐蚀性, 如亚硝酸钠、铬酸钠、钼酸钠等。有机添加剂是一些烷基醇如: 2-octanol, 1-heptanol, 2-ethylhexanol 及一些烷基氨基醇如: diethanolamine 等。添加有机添加剂的目的

在于提高热传导系数, 增加冷却液的冷却效率。

二、配制及测试结果

1. 配制: 在 1000ml 的容量瓶中, 依次加入溶解了的 280g 氯化锂, 2-ethyl-1-hexanol 0.5g, 氢氧化钠 0.05g, 加入蒸馏水稀释至刻度线, 反复振荡摇匀, 静置, 得黄绿色军用激光冷却液。

2. 测试: XW1 军用激光冷却液各性能参数为: 比热: 0.84, 密度: 1.16, pH= 7.2, 沸点: 99℃, 粘性: 1.6(E-2), 热导率: 1.05(E-3), 体膨胀系数: 0.62(E-4), 冰点 < -65℃。XW1 军用激光冷却液的可见至近红外吸收谱线如附图所示。

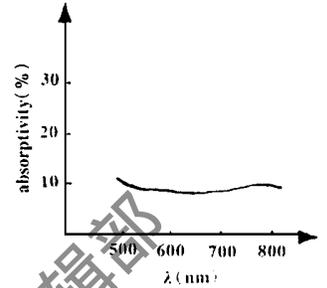


Fig. 1 The visible and near-infrared absorption spectrum of XW1

三、结 论

XW1 军用激光冷却液主要由氯化锂组成, 含有适量的阻化剂和提高热传导系数的有机添加剂。它具有 (1) 比热大; (2) 热传导系数高; (3) 没有腐蚀性; (4) 粘度小, 工作范围能满足军用指标, 而且在低温条件下不易发生紫外分解等优点。可广泛用于各种激光器的冷却。下表为军用激光冷却液与其他各种冷却液室温特性对照表:

Table Military laser cooling fluids compared with the other cooling fluids

	water	water 60% / methol 40%	FC-104 ⁽³⁾	E-2 ⁽⁴⁾	ethylene glycol 50% / water 50%	XW1 ⁽⁵⁾
specific heat	1.0	0.84	0.24	0.24	0.79	0.84
density(E-2) (kg/l)	1.0	0.905	1.79	1.76	1.06	1.16
PH value	7.0	/	/	/	/	7.2
boiling poit(℃)	100	65	104	194	110	99
freezing poit(℃)	0	-29	-62	-94	-36	< -65
viscosity(E-2) (Pa)	1	0.8	1.4	4.1	3.0	1.6
heat-transfer coefficient(E-3)	1.36	0.91	0.33	0.16	1.01	1.05
coefficient of volume expansion(E-4)	0.643	4.14	9.0	6.4	5.7	0.62

注: (3) 制造者: 3M 公司, 碳氟化合物“FC”系列; (4) 制造者: DUPONT 公司, 氟利昂“E”系列; (5) 产品部分数据由中国测试技术研究院测试。

试用情况: 本冷却液用于西南技术物理研究所激光器 LF-4B 的 60 天使用表明, 该产品具有比热大、热导传系数高、粘度小且无腐蚀性、低温不分解、工作范围能满足军用指标等优点。此研制工作得到卿光弼老师的大力支持, 特此致谢。

参 考 文 献

- 1 Mori, Yasushi. JPN. Kokai Tokkyo Koho, 日本专利, JP 90 294 383
- 2 Iizuka Hivoshi. JPN. Kokai Tokkyo Koho, 日本专利, JP 89 184 371
- 3 (西德)克希奈尔 W 著, 华 光译. 固体激光工程. 北京: 科学出版社, 1974

* * *

作者简介: 张永艳, 男, 1966 年 7 月出生。工程师。主要从事激光防护镜及材料的研究和开发。

李 波, 男, 1972 年 4 月出生。助理工程师。主要从事激光防护镜及材料的研究和开发。