

光波导用 MgO LiNbO₃ 晶体光学均匀性的测定

张辉荣 徐观峰 李 斌

(西南技术物理研究所,成都,610041)

摘要: 介绍了用非临界位相匹配温度法,测量了光波导用 MgO LiNbO₃ 晶体光学均匀性的原理、公式和实际测量的结果。

关键词: MgO LiNbO₃ 晶体 光学均匀性 非临界位相匹配温度

Measurement of optical homogeneity of MgO LiNbO₃ crystal for optical waveguide

Zhang Huirong, Xu Guangfeng, Li Bin

(Southwest Institute of Technical Physics, Chengdu, 610041)

Abstract: The optical waveguide needs high quality optical substrate or high optical homogeneity. In our experimental research, the phase-matching temperature of MgO LiNbO₃ crystal has the relative to the refractive index and its temperature grade. According to the measuring results of phase-matching temperature and temperature grade of refractive index, the refractive index could be calculated. In the experimental system, three specimens taken from different position of a single MgO LiNbO₃ crystal set in a line and a 1.06 μ m laser source was used to measure the phase-matching temperature, finally the grade of the refractive index was calculated.

Key words: MgO LiNbO₃ crystal optical homogeneity phase-matching temperature method

引 言

铌酸锂是一种多功能晶体,它的波导品质因素大,是光电子领域和高技术领域的关键材料之一。未掺杂 LiNbO₃ 光波导器件已应用于通信、信号处理和传感等领域。但是,未掺杂的固液同成分 LiNbO₃ (Li₂O 占 48.6mol %) 晶体抗光折变能力低,易发生光损伤。为了克服这一问题,我们实验室在国际上最早生长出了高掺氧化镁铌酸锂晶体^[1]。为了使用较高泵浦功率和适用激光短波,同时避免光损伤效应,国外近几年采用 MgO LiNbO₃ 作光波导基片,但是, MgO LiNbO₃ 必须有很高的折射率光学均匀性,才能取得好的效果。我们曾用正交平行偏光干涉法测其光学均匀性^[2]。在本文中,我们首次报道用位相匹配温度法测量其折射率光学均匀性,即通过测量 MgO LiNbO₃ 晶体的折射率温度系数和不同 MgO LiNbO₃ 元件的位相匹配温度差来得到晶体的光学均匀性。

1 方法原理

一根 MgO LiNbO₃ 晶体不同部位或几根 MgO LiNbO₃ 晶体的光学均匀性不同,反映在二次谐波产生(SHG)时位相匹配温度 T_{PM} 不一样。MgO LiNbO₃ 是负单轴晶体,类非临界位相匹配时有:

$$n_o(\lambda) / T_{PM} = n_e(2\lambda) / T_{PM} \quad (1)$$

式中, $n_o(\)$ 为室温时基波折射率, $n_e(2\)$ 为二次谐波折射率, T_{PM} 为位相匹配温度, 则(1)式为:

$$n_o(\) + (n_o / T) (T_{PM} - T_R) = n_e(2\) + (n_e / T)_2 (T_{PM} - T_R) \quad (2)$$

(2) 式中, T_R 为室温, $T_{PM} - T_R = T$, 因此,

$$T_{PM} = T_R + [n_o(\) - n_e(2\)] / [(n_e / T)_2 - (n_o / T)] \quad (3)$$

由(3)式可知, 只要测出位相匹配温度 T_{PM} 和折射率温度系数 n_o / T 和 n_e / T , 就可以知道这块 MgO LiNbO₃ 样品的折射率($n_o(\) - n_e(2\)$), 也就知道晶体的光学均匀性了。

对于不同部位的两块 MgO LiNbO₃ 样品, 可得:

$$T_{PM}^A = T_R + [n_o^A(\) - n_e^A(2\)] / [(n_e / T)_2^A - (n_o / T)^A] \quad (4)$$

$$T_{PM}^B = T_R + [n_o^B(\) - n_e^B(2\)] / [(n_e / T)_2^B - (n_o / T)^B] \quad (5)$$

因折射率温度系数对同一熔体配方, 同样条件下生长的 MgO LiNbO₃ 晶体可看做常数, 设 $B = n_o(\) - n_e(2\)$, 则: $T_{PM}^A - T_{PM}^B = [B_{(A)} - B_{(B)}] / [(n_e / T)_2 - (n_o / T)]$

如果同一根 MgO LiNbO₃ 晶体 A, B 两样品相距 l , 则双折射梯度为

$$B / l = [B_{(A)} - B_{(B)}] / l = [(n_e / T)_2 - (n_o / T)] T_{(AB)} / l \quad (6)$$

式中, $T_{(AB)} = T_{PM}^A - T_{PM}^B$ 为 A, B 两个部位 MgO LiNbO₃ 样品的位相匹配温度差。由(6)式可知, 如果测出两个晶体样品的位相匹配温度差 $T_{(AB)}$, 就可以知道晶体的双折射率梯度。

在文献[3]中, 测量了高掺 MgO LiNbO₃ 晶体的折射率温度系数。对 $0.53975\mu\text{m}$, $n_e(2\) / T = 7.3 \times 10^{-5} /$, 对 $1.0795\mu\text{m}$, $n_o(\) / T = 0.4 \times 10^{-5} /$

$$n_e(2\) / T - n_o(\) / T = 6.9 \times 10^{-5} / \quad (7)$$

对于 $1.064\mu\text{m} - 0.532\mu\text{m}$ 的 SHG, 取上述值时误差为 10^{-6} 。由(6)式和(7)式得出不同的 MgO LiNbO₃ 晶体的双折射率差为 $B = 6.9 \times 10^{-5} T_{(AB)}$

对同一根 MgO LiNbO₃ 晶体不同部位的样品, 双折射率梯度为

$$B / l = 6.9 \times 10^{-5} T_{(AB)} / l (\text{cm}^{-1}) \quad (9)$$

式中, $T_{(AB)} / l$ 为单位长度 MgO LiNbO₃ 晶体位相匹配温度的变化, 称为位相匹配温度梯度。

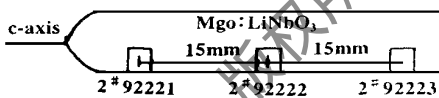


Fig. 1 The location diagram of experimental samples

2 测量结果

我们 用

Nd YAG激光器 $1.064\mu\text{m}$ 辐射作基频光, 工作方式为脉冲调 Q, 测试的 MgO LiNbO₃ 晶体为高掺氧化镁(熔体中 MgO 浓度为 7mol %), 晶体样品三块, 取于同一根晶体上的三个不同

部位, 如图 1 所示, 三个样品之间距离都为 1.5cm。表 1 是三块 MgO LiNbO₃ 样品测量结果。

根据(9)式、图 1 和表 1, 可以得到 2#92221 与 2#92222 之间的双折射率梯度为: $B_{(1,2)} / l = [6.9 \times 10^{-5} (59.3 - 58.7) / 1.5] \text{cm}^{-1} = 2.76 \times 10^{-5} \text{cm}^{-1}$ 。2#92222 与 2#92223 之间的双折射率梯度为: $B_{(2,3)} / l = [6.9 \times 10^{-5} (58.7 - 57.8) / 1.5] \text{cm}^{-1} = 4.14 \times 10^{-5} \text{cm}^{-1}$ 。2#92221 与 2#92223 之间的双折射率梯度为: $B_{(1,3)} / l = [6.9 \times 10^{-5} (59.3 - 57.8) / (1.5 \times 2)] \text{cm}^{-1} = 3.45 \times 10^{-5} \text{cm}^{-1}$ 。此根 MgO LiNbO₃ 晶体在沿提拉方向 c 轴的 3cm 长范围内, 双折射率均匀性达 $3.45 \times 10^{-5} \text{cm}^{-1}$, 达到光波导用 MgO LiNbO₃ 晶体的技术指标。

Table 1 The measured results of MgO LiNbO₃ samples

crystal No.	$T_{PM}(\)$
2#92221	59.3
2#92222	58.7
2#92223	57.8

光通量在血液中的分布研究 *

姚翠萍 李红丽 张镇西

(西安交通大学工程与科学研究院生物医学工程研究所,西安,710049)

摘要: 光通量在血液中的分布是激光医学研究所必须了解的。葡萄酒色痣是皮肤的常见病之一,而用激光治疗是经常使用的手段。设血液在整个皮肤内是均匀分布的,而不是封闭在离散的血管内,那么通常可模拟葡萄酒色痣的激光治疗。在这个假设条件下,计算和分析了它的结果。

关键词: 组织光学 皮肤结构 均匀分布 光通量 葡萄酒色痣

The study of the light fluence rate distribution in blood

Yao Cuiping, Li Hongli, Zhang Zhenxi

(Institute of Biomedical Engineering, Academy of Science and Engineering,
Xi'an Jiaotong University, Xi'an, 710049)

Abstract: It is necessary to understand the light fluence rate distribution in blood in the field of laser medicine. Port wine stain is one of the most common dermal diseases, and the means of laser treatment was often used. Assume that blood is distributed homogeneously over the dermal volume, instead of being enclosed in discrete vessels, and laser treatment of port wine stains has often been modelled. The paper calculates and analyses the result under the assumption.

Key words: tissue optics dermal structure homogeneous distribution fluence rate port-wine stain

引 言

葡萄酒色痣(port-wine stain)又名鲜红斑痣和焰色痣(nevus flammeus),俗称“红胎记”,其

*陕西省自然科学研究计划资助。

3 结 论

从原理和实验上表明,可用测量位相匹配温度的方法来测试光波导用 MgO LiNbO₃ 的光学均匀性,也可推广到其它非线性晶体。作者感谢四川大学王琇教授在测量 MgO LiNbO₃ 位相匹配温度方面所给予的热情帮助。

参 考 文 献

- 1 仲济国,徐观峰,王廷福 *et al.* 物理学报,1983;32(6):795~798
- 2 徐观峰,郭永金,陈家蓉 *et al.* 激光技术,1992;16(4):197~201
- 3 徐 浩,吴瑞芬,曾政东 *et al.* 激光技术,1992;16(5):287~289

作者简介:张辉荣,男,1973年1月出生。助工。现从事晶体生长和技术方面的研究。