

LiNbO₃:MgO 晶体在 Q 开关 YAG 激光腔内的双通倍频

曾传相 周业为 杨守智 谢 健 仲跻国

(四川大学物理系)

(西南技术物理所)

提要: 本文介绍了用 LiNbO₃:MgO 晶体作倍频元件, 研究了 Nd:YAG 激光器腔内双通倍频, 获得约 60% 的倍频效率。

Two-pass SHG produced by a LiNbO₃:MgO crystal in the resonator of a Q-switched YAG laser

Zheng Chuanxiang, Zhou Yewei, Yang Shouzhi, Xie Jian

(Department of Physics, Sichuan University)

Zhon Jiguo

(Southwest Institute of Technical Physics)

Abstract: In this paper two-pass SHG by a LiNbO₃:MgO crystal placed in the resonator of a Q-switched YAG laser is studied and the conversion efficiency of about 60% has been obtained.

一、基本理论分析

按照激光倍频的基本原理, 为获得高的倍频效率, 要求基波功率密度高, 倍频晶体的非线性系数大, 基波与谐波充分位相匹配。对中小功率的激光倍频而言, 由于基波功率有限而倾向于将倍频晶体放入腔内。若使基波全部处于腔内, 只使谐波耦合出, 自然是比较理想的。若将基波在正、反方向通过倍频晶体所产生的谐波叠加在一起输出, 对倍频更为有利。我们所提出的方案如图 1 所示。这一方案曾在 [1] 中介绍过, 但限于当时的实验

条件, 只作了现象性的实验研究。

腔镜 M_1 和 M_2 对 1.06 微米 YAG 激光均是全反射, 格兰棱镜 G 使基波起偏, 并使其在倍频晶体 S 中作为寻常光。 M_2 对谐波

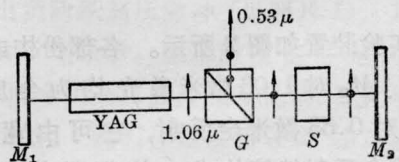


图 1 格兰棱镜耦合的腔内双通倍频原理图

也是全反射, 从而使通过倍频晶体正、反方向传播的谐波迭加为一束, 并从 G 的侧面输出

收稿日期: 1982年6月7日。

腔外。

从图1不难看出,腔内基波存在着两类损耗:一是样品 S 在倍频时所产生的非线性损耗,它是一种有用的损耗,一是由腔反射镜、倍频晶体、格兰棱镜、激光棒的吸收和散射所引起的线性损耗,它是有害的损耗。在文献[2]中所作的理论分析表明,腔内倍频所能获得的最大谐波功率,等于从具有相同总线性损耗值的激光器可获得的最大基波功率。根据文献[3],腔内倍频时非线性晶体的最佳长度 $L_{c(opt)}$ 为

$$L_{c(opt)} = \sqrt{c^5 n_o^3 \alpha_4 (32\pi d^2 h \omega^5 \Delta\omega n_L^3)^{-1}} \frac{W_0}{W}$$

其中, c 为真空光速(厘米/秒); ω 、 $\Delta\omega$ 为激光角频率和线宽(弧度/秒); n_L 、 n_o 为激光棒及非线性晶体折射率; α_4 为基波在腔内的单程损耗; d 为倍频晶体的非线性系数; W_0 、 W 为基波在倍频晶体中及激光棒中的光斑半径。

对于Nd:YAG激光的典型参量而言,若 $\alpha_4 \sim 10^{-2}$, $d \sim 2 \times 10^{-8}$ esu(LiNbO₃),而在我们的器件中 $\frac{W_0}{W} \sim 1$,则从上式可得出 $L_{c(opt)} \sim 4$ 厘米。实际上,在我们的器件中 α_4 的值远大于 10^{-2} ,故在最佳倍频情况中所要求的倍频晶体长度还要大得多。

从上述分析可看出,在此倍频方案中,要求格兰棱镜及倍频晶体所引起的插入损耗尽可能少,否则将使所要求的倍频晶体长度大到不实际的程度,从而不能实现最佳倍频。

二、实验装置及结果

实验装置如图2所示。各部份构成:腔镜 M_1 、 M_2 对1.06微米激光均为全反射。 M_2 也对0.53微米全反射,它可由宽带反射镜或全反射棱镜构成。倍频元件 S 为掺5~7% MgO的LiNbO₃晶体,其非临界位相匹配温度处于100~120°C范围。样品尺寸为10×10×15毫米³,端面镀增透膜,基波在XZ平面内垂直于光轴入射。倍频元件 S 置

于石棉保温的控温炉 h 中部,由DWT702型精密控温仪准确控温到0.1°C以下;BDN液体盒调Q脉冲宽度为 10^{-8} 秒,脉冲功率在 $10^6 \sim 10^7$ 瓦级之间,以单次或1次/秒重复工作。

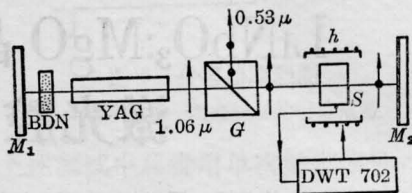


图2 实验装置示意图

在格兰棱镜及晶体均处在腔中,且晶体大大偏离匹配温度的情况下,把 M_2 换为该器件最佳输出耦合镜(反射率 $\sim 20\%$)时,器件所输出的激光能量为 ~ 70 毫焦耳;把 M_2 换为对1.06微米及0.53微米全反射镜,且准确控温到最佳匹配温度时,在相同泵浦输入下从格兰镜侧面所输出的绿光能量为 ~ 41 毫焦耳,倍频的能量转换效率约为60%。由于谐波脉宽比基波脉宽要窄些,故功率转换效率还要高些。

若 M_2 是对0.53微米全透射,对1.06微米全反射的镜时,则为腔内单通倍频情况。在最佳位相匹配温度及相同泵浦输入下,该器件倍频的能量转换效率 $\sim 33\%$,约为双通倍频时的一半。

在我们实验中,由于所用的格兰棱镜未镀增透膜,对基波及谐波的线性损耗较大,从而导致所能获得的基波功率及倍频效率下降。此外,样品的非线性损耗也不是所要求的最佳情况。若在这两点上有所改进,必将使倍频效率进一步提高。

参 考 文 献

- [1] 四川大学物理系;《四川激光》(创刊号),1965,34~36.
- [2] R. S. Smith; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1970, **QE-6**, 215.
- [3] F. Zernike, J. E. Midwinter; *Applied Nonlinear Optics*, A Wiley-Interscience Publication, 1972, p. 117.