

多通道简并的四波混频

吴存恺 周峰* 王志英

(中国科学院上海光机所)

提要: 使用脉冲调 QNd:YAG 倍频激光辐射, 香豆素 152 染料二氯乙烷溶液作混频介质, 研究了四通道简并的四波混频。各通道后向波转换效率为 4% 左右。

Multichannel degenerate four-wave mixing

Wu Cunkai, Zhou Feng, Wang Zhiying

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

Abstract: Using laser pulses from SHG of a Q-switched Nd:YAG laser system and dishloroethane solution of coumarin 152 as nonlinear medium, four-channel degenerate four-wave mixing was achieved. The nonlinear reflection coefficient of about 4% was obtained for every channel.

前言

用简并的四波混频方法可以有效地获得位相复共轭后向波。由于它具有快速响应特性, 在实时信息储存、信息处理及飞行目标的自动瞄准等方面有广泛的应用前景^[1]。显然, 在这些应用中, 四波混频介质的信息容量是很重要的, 即希望使用同一个泵浦光束, 用一块混频介质实现多光束物波的储存和处理。根据简并的四波混频的工作原理, 这些不同通道的物波, 可以以稍微不同的角度入射到混频介质上, 在每个物波束的后向得到相应的再现波。

实验结果和讨论

实验装置如图 1 所示。来自调 QNd:

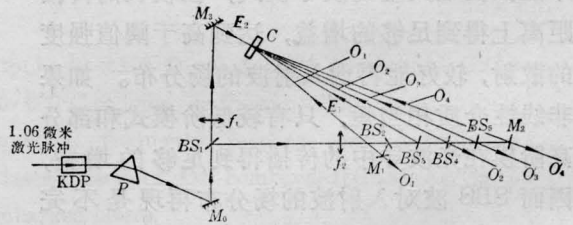


图 1 多通道简并的四波混频实验装置

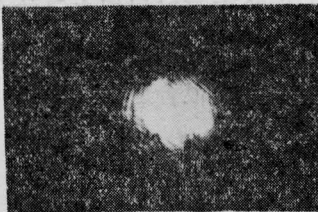
P —色散棱镜; M_0 、 M_3 —全反射镜; M_1 、 M_2 —半反射镜; BS_1 、 BS_2 、 BS_3 、 BS_4 、 BS_5 —光束分束镜; C —介质盒(有效长度 8 毫米); f_1 —透镜($f=800$ 毫米); f_2 —透镜($f=900$ 毫米)

YAG 激光振荡放大系统的 1.06 微米激光辐射经 KDP 晶体倍频。倍频晶体输出辐射经色散棱镜 P , 将剩余的红外辐射偏转出光路。5320 埃绿光经全反射镜 M_0 反射后, 用光束分束镜 BS_1 分成两束, 此分束镜的透射

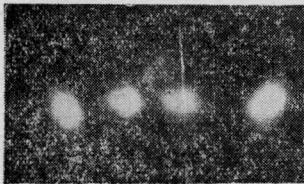
收稿日期: 1983 年 6 月 30 日。

* 浙江大学光仪系 1983 届实习生。

反射比约为 1:1.5。透射光束作为泵浦光束(读出光束) E_2 , 经透镜 f_1 ($f=800$ 毫米) 及反射镜 M_3 投射到介质盒 C 中。 BS_1 的反射光束经透镜 f_2 ($f=900$ 毫米) 会聚, 然后经分束镜 BS_2 、 BS_3 、 BS_4 、 BS_5 及反射镜 M_1 和 M_2 分成五束光投射到介质盒 C , 其中分束镜 BS_3 的反射光束作为泵浦(写入)光束 E_1 。实验使用的调 Q 激光脉冲, 半最大全宽度约为 10 毫微秒。使用辐照过的 LiF 晶体作为调 Q 元件。 E_1 光束的能量约为 1.7 毫焦耳, E_2 光束能量约为 2.5 毫焦耳。物波 O_1 、 O_2 、 O_3 和 O_4 的能量都约为 0.2 毫焦耳。物光束 O_1 与 E_1 的夹角约为 71 毫弧度; O_2 、 O_3 和 O_4 与 E_1 的夹角分别为 32、60 和 100 毫弧度。使用香豆素 152 染料二氯乙烷溶液作混频介质, 溶液浓度为 10^{-4} 克分子, 介质长度为 8 毫米。对各个通道测量了非线性反射率, 分别为 $R_1=5.7\%$, $R_2=8\%$, $R_3=5.5\%$, $R_4=3.6\%$ 。非线性反射率随着物波与泵浦波的夹角的增大而减小。这是由于随着角度的增大, 介质的有效相互作用的长度减小所致。各个通道物波的后向再现现象如图 2 所示, 其中图 2(a) 是泵浦波近场。所使用的物是 3 条线/毫米金属丝网。



(a) 泵浦波近场



(b) 四通道物波的后向再现现象

图 2

当改变物波强度时, 后向再现波与入射物波的关系曲线如图 3 所示。这是对通道

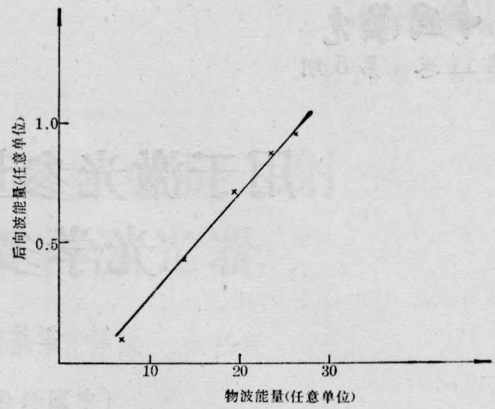


图 3 对于通道 O_4 物波与后向再现波的关系曲线

O_4 测量的结果, 对于其它通道有类似的结果。

对于 n 通道简并的四波混频, 有 $2(n+1)$ 个波相互作用, 其中任意两个都可以在混频介质中形成体光栅。然而不同物波之间干涉所形成的光栅引起的读出光束的衍射不满足简并四波混频的位相匹配条件, 因此对后向再现波没有贡献。在小信号近似下^[2], 各通道间的耦合是弱的, 因此对于多通道简并的四波混频, 可以认为相互间是独立的。在一般情况下, 泵浦波的恒稳态近似不适用, 但这时仍然可以认为各通道间的耦合是弱的。由于读出光束在各通道间分配, 故其它通道的影响可以视为使读出光束减弱。在我们的实验中, 如果仅保留一个通道, 遮断其它通道, 后向再现波的强度明显增加。对于 O_1 通道, 当四个通道都工作而后向波强度为单通道时的 73%; 对于 O_2 通道则降至单通道时的 81%。

采用合适的几何结构, 原则上可以实现更多通道的简并四波混频作用。显然, 就简并的四波混频在信息处理、信息储存和自适应光学的应用来看, 信息容量是很重要的指标。

参 考 文 献

- [1] 吴存恺, 范俊颖; 《激光》, 1981, 8, No. 9, 42.
- [2] 范俊颖, 吴存恺, 王志英; 《物理学报》, 1980, 29, No. 7, 897.