

文章编号: 1000-2618(2001)02-0001-02

•院士报告会论点选登•

超短脉冲激光及其应用

侯 洵

(中国科学院西安光机所, 西安 710068)

摘 要: 介绍超短脉冲激光技术发展水平、飞秒激光技术发展趋势和超短脉冲激光应用。

关键词: 超短脉冲激光; 飞秒激光器; 激光放大

中图分类号: TN 248.4

文献标识码: A

超短脉冲激光技术, 当前达到的水平大体如下^[1~5]: 固体激光器直接产生的脉冲宽度已缩小到 5fs ($1\text{fs}=10^{-15}\text{s}$), 经压缩的最短脉冲为 4fs ; 出现了用半导体激光器 (LD) 泵浦的全固体化的飞秒激光器, 使飞秒激光器体积更小、工作更稳定、寿命更长、使用更方便; 开发了多种激光介质和放大介质, 除 $\text{Ti}:\text{Sapphire}$ 外, 尚有 $\text{Cr}^{3+}:\text{LiSAF}$, $\text{Cr}^{3+}:\text{LiCAF}$, $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ 和 $\text{Nd}:\text{YVO}_4$ 等; 发展了宽调谐的飞秒激光系参量振荡 (OPO) 及参量放大 (OPA), 拓宽了飞秒激光的波长可调谐范围。目前 OPO 的频率已可覆盖 $178\text{nm}\sim 20\mu\text{m}$, 而 OPA 则可做到 6.3fs 、 5J , 波长 ($550\sim 700$) nm 及 4fs 、 1J , 波长 ($900\sim 1300$) nm ; 出现了全光纤的超短脉冲激光器; 发展了单次或重复频率 10Hz 的桌面型 TW 级固体飞秒激光器。这类系统的峰值功率已达 100TW ($1\text{TW}=10^{12}\text{W}$) 以上, 可以提供 $10^{20}\text{W}/\text{cm}^2$ 的功率密度, 为开展强场物理创造了条件。目前已利用 25fs 的高功率激光脉冲在氦气中实现了 221 次的高次谐波, 从而获得了相干可调谐的已进入水窗范围的 X 射线。

目前, 飞秒激光技术的发展趋势是: 向更短的脉宽迈进, 如试图获得 $\text{Ti}:\text{Sapphire}$ 的 3fs 的极限脉宽; 寻求新的介质、机理和技术, 向阿秒 (10^{-18}s) 时域迈进; 发展半导体激光器 (LD) 泵浦的全固体飞秒激光器, 包括飞秒光纤激光器和高功率的系统。研制端面发射的飞秒 LD 列阵器件, 完善 DFB 激光器; 发展桌面型数十太瓦 (TW) 可调谐飞秒激光系统, 为在普通实验室开展强场物理及惯性约束快点火创造条件; 扩展飞秒激光的波长范围。利用各种方法, 包括变换激光介质, 使用多种频率变换技术, 把飞秒激光的波长向软 X 射线及中红外、甚至远外方向扩展, 以适应多种学科的使用要求。

超短脉冲激光的最直接应用是人们利用它作为光源, 形成多种时间分辨光谱技术和泵浦/探测技术。它的发展直接带动物理、化学、生物、材料与信息科学的研究进入微观超快过程领域, 并开创了一些全新的研究领域, 如飞秒化学、量子控制化学、半导体相干光谱、高/超高强度科学与技术等。飞秒脉冲激光与纳米显微术的结合, 使人们可以研究半导体的纳米结构 (量子线、量子点和纳米晶体) 中的载流子动力学。在生物学方面, 人们正在利用飞秒激光技术所提供的差异吸收光谱、泵浦/探测技术, 研究光合作用反应中心的传能、转能

收稿日期: 2000-10-16 修回日期: 2001-03-12

作者简介: 侯 洵 (1938-), 男 (汉族), 陕西省西安市人, 中国科学院院士、中国科学院西安光机所研究员。

E-mail: houxun@optics.opt.ac.cn

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

与电荷分离过程. 超短脉冲激光还将应用于信息的传输、处理与存贮方面.

参考文献:

- [1] Baltuska A, Wei Z, Pshenichnikov M S, et al. 全固化腔倒空低于 5fs 的激光器 [J]. 应用物理 B, 1997, 65(2): 175-188. (英文版).
- [2] Baltuska A, Wei Z, Pshenichnikov M S, et al. 重复频率为 1MHz 压缩至 5fs 的光脉冲 [J]. 光学快报, 1997, 22(2): 102-104. (英文版).
- [3] Sartania S, Cheng Z, Lenzner M, et al. 重复频率为 1kHz 的 0.1TW 5fs 光脉冲的产生 [J]. 光学快报, 1997, 22(20): 1562-1564. (英文版).
- [4] Zhou J, Peatross J, Murnane M M, et al. 利用 25fs 光脉冲产生高次谐波 [J]. 物理评论快报, 1996, 76(5): 752-755. (英文版).
- [5] 侯 洵, 阮双琛, 杨建军, 等. 低重复率的 Ti : Al₂O₃ 飞秒激光放大器的研究 [J]. 光子学报, 1997, 26(3): 193-196. (英文版).

•Selected Topics at the Academicians Forum of CHTF'2000, Shenzhen•

Ultrashort Pulse Laser and its Application

HOU Xun

Xi'an Institute of Optical and Precision Mechanics

The Chinese Academy of Sciences

Xi'an 710068

P. R. China

Abstract: In this article, the development level of the ultrashort pulse laser technology, the trend of the technique in femtosecond laser and the extensive application of the ultrashort pulse laser are summarized.

Key words: ultrashort laser pulse; femtosecond laser; laser amplification

References:

- [1] Baltuska A, Wei Z, Pshenichnikov M S, et al. All solid-state cavity-dumped sub-5fs laser [J]. Apply Phys B, 1997, 65(2): 175-188.
- [2] Baltuska A, Wei Z, Pshenichnikov M S, et al. Optical pulse compression to 5fs at a 1MHz repetition rate [J]. Opt Lett, 1997, 22(2): 102-104.
- [3] Sartania S, Cheng Z, Lenzner M, et al. Generation of 0.1TW 5fs optical pulses at a 1kHz repetition rate [J]. Opt Lett, 1997, 22(20): 1562-1564.
- [4] Zhou J, Peatross J, Murnane M M, et al. Enhanced high-harmonic generation using 25fs laser pulses [J]. Physical Review Letter, 1996, 76(5): 752-755.
- [5] HOU Xun, RUAN Shuang-chen, YANG Jian-jun, et al. Femtosecond Ti : Al₂O₃ laser amplifier at low repetibion rate [J]. Acta Photonica Sinica, 1997, 26(3): 193-196.