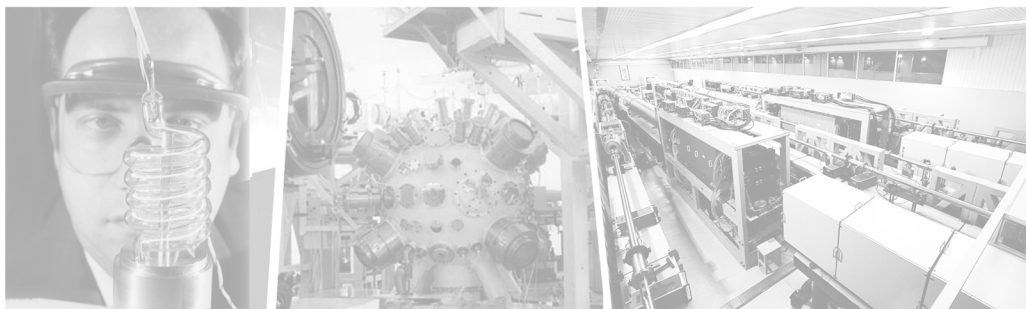


激光器发明

50周年

《中国激光》第37卷 第9期



文章编号: 0258-7025(2010)09-2181-02

激光,令人激动的光

——纪念激光器发明 50 周年

周炳琨

激光器已经发明 50 年了。50 年来,激光科学与技术以其强大的生命力谱写了一部典型的学科交叉的创新发明史。激光的应用已经遍及科技、经济、军事和社会发展的众多领域,远远超出了 50 年前人们原有的预想。在纪念激光器发明 50 周年之际,回顾一下历史并展望未来是一件有意义的事情。

导致激光发明的理论基础可以追溯到 1917 年,爱因斯坦(Albert Einstein)在量子理论的基础上提出了一个崭新的概念:在物质与辐射场的相互作用中,构成物质的原子或分子可以在光子的激励下产生光子的受激发射或吸收。这就已经隐示了有可能利用受激辐射实现光放大(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, LASER)。但是,当时的科学技术和生产发展还没有提出光放大实际的需求,所以激光也没有凭空地被发明出来。直到 20 世纪 50 年代初,电子学和微波技术的应用提出了将无线电技术从微波(波长 1 cm 量级)推向光波(波长 1 μm 量级)的需求。这就需要一种能像微波振荡器一样的可以产生被控制的光波的振荡器,即激光器。这也就是当时光学技术迫切需要的强相干光源。面对这种需求和挑战,几位目光敏锐又勇于创新的科学家:美国的汤斯(Charles H. Townes),前苏联的巴索夫(Nikolai G. Basov)和普洛霍罗夫(Aleksander M. Prokhorov)创造性地继承和发展爱因斯坦的理论,提出了利用原子、分子的受激辐射来放大电磁波的新概念,并于 1954 年第一次实现了氨分子微波量子振荡器(MASER)。由此诞生了一个新的学科:量子电子学。道路一经打开,人们立即开始了向光波量子振荡器(即激光器, LASER)的进军。1958 年,汤斯和肖洛(Arthur L. Schawlow)又抛弃了尺度必须和波长可比拟的封闭式谐振腔的老思路,提出了利用尺度远大于波长的开放式光谐振

腔实现激光器的新思想。布隆伯根(Nicolaas Bloembergen)提出利用光抽运三能级原子系统实现原子数反转分布的新构思。之后,全世界许多研究小组参加了研制第一台激光器的竞赛,终于在 1960 年梅曼(Theodore H. Maiman)演示了世界第一台红宝石激光器。实验证实激光(受激辐射光)确实具有理论预期的,完全不同于普通光(自发辐射光)的特性:单色性、方向性、相干性和高亮度。这些独特性质加上由此而来的超高亮度,超短脉冲等性质使它已经而且必将深刻地影响当代科学、技术、经济和社会的发展和变革。激光已经多次伴随科学家走上了诺贝尔奖的领奖台。

50 年来,激光的发明不仅导致了一部典型的学科交叉的创新史,而且生动地体现了人类的知识和技术创新活动是如何推动经济和社会的发展从而造福人类的。首先是具有不同学科和技术背景的一批科学家发明了各种不同类型的激光器和激光控制技术。例如半导体(GaAs, InP 等)激光器、固体(Nd:YAG 等)激光器、气体原子(He-Ne 等)激光器、气体离子(Ar⁺ 等)激光器、气体分子(CO₂)激光器、气体准分子(XeCl, KrF 等)激光器、金属蒸汽(Cu, Cd 等)激光器、可调谐染料及钛宝石激光器、激光二极管抽运(全固化)激光器、光纤放大器和激光器、光学参量振荡及放大器、超短脉冲激光器、自由电子激光器、极紫外及 X 射线激光器等。与此同时,各种科学和技术领域纷纷应用激光并形成了一系列新的交叉学科和应用技术领域,包括信息光电技术、激光制造、激光医学与生物光子学、超强超快激光物理、激光检测与计量、激光全息技术、激光光谱分析技术、非线性光学、超快光子学、激光化学、量子光学、激光(测污)雷达、激光制导、激光分离同位素、激光可控核聚变和激光武器等。基于激光的重大科学工程已经成

为探索自然界奥秘的重要平台,例如我国的神光系列装置、美国的国家点火装置、欧洲的超强激光基础设施等,激光技术的发展推动了人类技术的进步,改变了人类的生活方式,试想如果没有以高速光纤通信为基础的互联网现在的世界会是什么样?激光让我们的生命更加健康,激光早已走进了医院成为健康检查、疾病诊断与治疗的重要工具。

展望未来,激光在科学研究与技术应用两方面都还有巨大的机遇、挑战和创新的空间。在技术应用方面:工业激光加工与计量将为未来的制造业提供先进的、精密的、灵巧的特殊加工与测量手段;激光医学与生物光子学在 21 世纪的发展前景和重要性决不亚于信息光子技术;激光光谱分析和激光雷达技术将对环境保护和污染检测提供有力的手段;激光聚变有可能为人类提供取之不尽的绿色能源;以半导体量子阱激光器和光纤器件为基础的信息光子技术将继续成为未来信息技术的基础之一,为人们提供高清晰度电视,远程教育,远程医疗等质高价廉的信息服务;光盘,全息以至更新型的信息存储技术将为此提供丰富的信息资源;光纤传感技术和材料工程的交叉正在创造未来的灵巧结构材料(Smart Structure),它能感知并自动控制自己的应力,温度等状态从而为未来的飞机、桥梁和水坝等结构提供安全的保障。面向未来,激光技术的研发工作应该以国家需求或市场为导向,以推动经济发展方式转变为目的,创造性地利用激光独有的特性,寻找激光不可替代的应用(Killer Applications)。

激光科学以及与激光密切相关的光子学正在孕育着突破性进展。非线性和非经典(即量子)光学和技术将在未来扮演越来越重要的角色。量子光学与信息科学的交叉正在形成光量子信息科学并期望取得信息技术的革命性突破。量子光学将研究光子的量子特性及其在与物质相互作用中出现的各种效应及其应用。基于光场与物质相互作用动量传递的激光冷却与俘获原子等技术将为科学与技术的众多领域提供一种前所未有的手段。自激光器发明以来,已发现了大量的非线性光学效应,特别是各种频率变换和非线性散射效应的研究促进了新的激光器和激光光谱分析技术的发展。展望未来,光与物质的非线性相互作用效应及其在各种非线性光子器件中的应用研究仍将是光子学的重要研究方向之一。特别引人注目的是,人们通过各种激光锁模和光脉冲

压缩等技术,已经可以获得超高强度超短脉宽(约 10^{20} W/cm², 约 10^{-15} s)激光脉冲,为人类提供了前所未有的实验手段与极端物理条件,已经并必将导致激光强场物理领域一系列新效应、新方法、新应用的出现。

《中国激光》是我国激光学科权威的学术期刊,也是我国激光科学家和研究人员进行学术交流和传播的重要学术平台,在发表学术论文的同时,也培养了大批有志于从事激光研究的专业人才。期刊发表了一大批受到国家 863 计划、国家 973 计划、国家自然科学基金等国家和省部级基金资助的研究成果,产生了很好的社会效益和经济效益。为纪念激光器发明 50 周年,本期专刊邀请了国内多位激光领域的知名专家,回顾激光的研究历史,也对未来激光技术的发展进行了展望。内容包括:我国第一台激光器的研制,激光玻璃、晶体的研究,激光核聚变的研究,关于半导体激光、光纤激光、自由电子激光、准分子激光、全固态激光的研究进展。本期专刊既有回忆文章,也有研究综述,同时还报道了多项最新研究成果,立体展示了中国激光研究与应用的过去、现在与未来。

回顾激光带来的这一切,我们有足够的理由为激光带来的新发现与新应用而激动,并对前人关于激光的发明与创造而心怀感激。谨以此刊献给那些为激光发展做出贡献的人们,并鼓励越来越多的年轻人参与到激光的研究中来,贡献于科学,服务于社会!

作者简介:周炳琨(1936-),男,1956年毕业于清华大学无线电系并留校任教至今。1991年当选中国科学院院士,2001年当选第三世界科学院院士,2006年当选中国光学学会理事长,2008年当选国际光学联合会(ICO)副主席,2000年至今任《中国激光》主编。周炳琨院士主持的科研项目多次获得科技成果奖。20世纪60年代末,他研制成功激光测距仪、机载激光测高仪等,1978年获全国科技大会奖。他长期从事激光器件物理与应用、半导体激光器及应用、半导体激光抽运固体激光器、掺杂光纤放大器和激光器、光通信单元技术、高速大容量光纤通信技术、交换技术等研究。曾取得“半导体激光抽运固体激光器”、“单晶光纤生长与器件”、“光纤环形腔及其应用”等多项成果。1980年主编的《激光原理》获得第一届国家优秀教材奖。