

开放 LED 系统中振幅压缩态光场的产生与观察

印建平* 王育竹 黎永青

(中国科学院上海光学精密机械研究所量子光学联合开放实验室, 上海 201800)

在开放发光二极管(LED)系统中, Tapster 等人(1987)首先观察到压缩量为 4% 的振幅压缩态光场(相应的电流转换效率 $\eta_i = 11.1\%$, $T = 194\text{ K}$); 以后 Teich 等人(1987)和 Edwards (1991)相继观察到了压缩量约为 10% 的振幅压缩态光场. 最近, Edwards 等人(1992)又在高效率($\eta_i \approx 35\%$)、低温工作($T = 77\text{ K}$)的 LED 中获得了压缩量为 30% ($\sim 1.5\text{ dB}$)的振幅压缩态光场. 但在这些方案中, 均需采用高效率且低温工作的 LED, 这不仅限制了压缩量的提高, 而且给非经典光场的实际应用带来许多不便.

本文报道一种产生于开放 LED 系统中振幅压缩态光场的新方案. 实验装置如图 1 所示. 在本实验中, LED₁、PD₁ 和 A₁、A₂ 以及低噪声电流源 DC 组成闭合反馈回路 Ch₁, 而 LED₂、PD₂ 和 A₃ 以及频谱分析仪 SA 组成开放回路 Ch₂; 其中 LED₁ 与 LED₂ 串联并由电流源 DC 驱动. 实验所用 LED₁ 与 LED₂ 为两只相同的 IR-51 型发光二极管 ($\lambda = 0.95\ \mu\text{m}$), PD₁ 与 PD₂ 为两只相同的 SPS-5 型硅 p-i-n 管(光敏面为 $5 \times 5\ \text{mm}^2$, 在 $\lambda = 0.95\ \mu\text{m}$ 处量子效率优于 90%), A₁ 和 A₂ 是电压增益为 10 倍、频带为 100 MHz 的低噪声宽带放大器, A₃ 是电压增益为 0~150 倍连续可调的隔离放大器.

实验证明, 与开放 LED₂ 光场的标准量子极限 SQL 相应的散粒噪声极限 SNL 用 Ch₁ 开路时, Ch₂ 所观察到的光电流噪声功率来表示(实验中设置 PD₂ 输出光电流的平均值 $\langle \hat{i}_2 \rangle = 1.00\ \text{mA}$). 在标定 SNL 后, 闭合 Ch₁ 并调节 Ch₁ 的反馈增益, 即可在开放的 Ch₂ 中观察到压缩量优于 70% ($\sim 5.2\ \text{dB}$)的振幅压缩态光场($\eta_i = 6\%$, $\langle \hat{i}_2 \rangle = 1.00\ \text{mA}$, $T = 300\ \text{K}$), 相应的压缩带宽优于 1~30 MHz.

研究表明, 本方案装置简单、压缩量大、压缩频带宽, 且压缩量不受 LED 量子效率限制, 并可在室温下工作. 此外, 如果用半导体激光器 LD 高反射腔镜的反射率 $R = 97\%$ 计算, 其压缩量可达 90% 以上) 及更宽的压缩频带, 从而表明它在光通讯、光计算机、光谱学和光学精密测量等领域中有着十分诱人的应用前景.

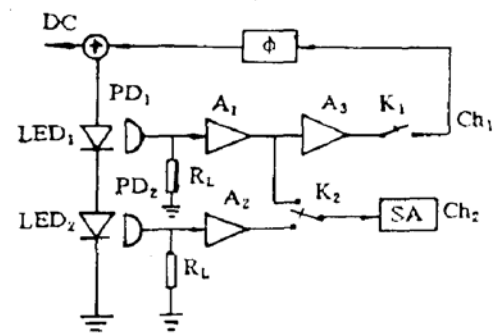


Fig. 1

收稿日期: 1992年8月14日

* 苏州大学物理系, 苏州 215006