

强电子束引发的高功率 HF 化学激光器的研制

Fumihiko Kannari, Shigeru Yamaguchi, Kenji Kumamoto, Tadashi

Suzuki, Minoru Obara, and Tomoo Fujioka

(日本庆应大学科学技术分部电工系)

强电子束是高功率激光器的一种重要的引发和激励源, 由于高的引发和激励强度能均匀地激励高气压、大体积气体混合物。此外, 电子束脉冲具有很快的电流上升时间, 这样可以研究寿命很短的激光物质。电子束引发的 HF 化学激光器对应用于激光聚变来说是有兴趣的, 引起这种兴趣的特性是由于 HF 化学激光器可以获得高的电效率和高的能量密度。我们已对电子束引发的 HF (H_2/F_2) 激光器作了研究, 并获得了电效率为 200% 时 180 J/脉冲的 HF 激光能量。最近, 我们已研制成几千焦耳的电子束引发的高功率 HF 激光系统。强电子束引发高能量 HF 激光器的目的在于研究激光输出能量和电效率的定标规律, 并且建立可靠的引发技术。这里, 电子束参量为 1.8 MeV, 72 kA 和 65 ns 半极大处全宽度, 部分电子束通过 100 μ m 厚的钛阳极、15 厘米长的 1 Torr 的低压区和 50 μ m 厚的钛膜片(有时在 H_2/F_2 激光实验中使用 100 μ m 厚的不锈钢膜片)纵向注入至 20 厘米直径、2.8 米长的不锈钢激光管内。电子束由 3 kG 向外脉冲磁场 B_z 引导。初步的实验是用不会引起链式反应的 SF_6/H_2 混合物进行的。当 $SF_6/H_2=182/18$ (Torr) 时, 典型的激光能量为 240 J/脉冲, 在这个气压下, 电子束被完全沉积。随着气压的增高, 激光脉冲的半极大处全宽度从 $SF_6/H_2=70/7$ (Torr) 时的 80 ns 减小到 $SF_6/H_2=400/40$ (Torr) 时的 52 ns。在电子束电流脉冲的峰值时间稍后, 获得了激光脉冲的峰值。电效率由取出的激光能量与用压强跳变方法测得的沉积的电子束能量之比确定。在 $SF_6/H_2=70/7$ 时, 电效率为 18%, 在 $SF_6/H_2=200/20$ 时, 激光输出能量最大, 电效率为 8.3%。使用 H_2/F_2 混合物的 HF 激光器的关键技术在于实现 H_2/F_2 混合物的稳定混合, 以及瞬时地消除由泵浦链式反应引起的压强上升, 以防止阳极箔和 CaF_2 光学窗口破坏。在室温下, 进行 H_2/F_2 混合物的稳定混合, 发现 $F_2/O_2=1/0.3$ 比例的氧添加剂是有效的。当 H_2 的分压强小于 40 Torr 时, 放置在激光管两边的断裂箔能够抑制压强上升, 使其小于 2 大气压。到现在为止, 在 $F_2/O_2/H_2/SF_6=200/60/30/84$ (Torr) 时, 所获得的 HF 激光能量为 2560 J/脉冲、电效率为 122%。进一步的研究将与 H_2/F_2 化学激光器的理论分析一起给出。