

脉宽大于 100 微秒的强流大截面电子枪

Abstract: A thermionic cathode electron gun of a pulse width of over 100 μs and wide-beam section has been developed. Properties and structure considerations of this electron gun are given. Phenomena of vacuum electrical breakdown in electron gun has been experimentally studied, and main factors resulting in vacuum electrical breakdown in electron gun found. Dependence of beam current transmitted through electron beam window on heating current of the cathode was measured. This electron gun can be widely used in the research of CO lasers, CO_2 lasers and excimer lasers.

在 CO_2 激光器的研究过程中, 发现利用普通技术放电, 在振动激发比较有效的 E/N 下, 不能产生适当的电离。这两者往往是矛盾的, 这就导致人们寻求在最佳的 E/N 下能产生适度电离的技术, 即把电离和激发分开控制的技术。美国阿符科公司首先提出了电子束控制主放电的技术^[1,2]。

目前就电子束的激励方法有电子束控制放电用的电子枪和电子束直接激发激光介质用的电子枪。就产生电子束的方式有热阴极电子枪、冷阴极场致发射电子枪和等离子体电子枪。

我们研制了一台用于电子束控制放电激光器的热阴极电子枪。它可用于 CO 、 CO_2 、准分子等多种气体激光器的研究。电子束能量 150 千电子伏; 透过电子枪窗口的平均束流密度 $1\sim 2.5$ 毫安/厘米²; 电子束窗口面积 $40\times 15=600$ 厘米²; 电子束脉冲宽度大于 0.1 毫秒, 要求电子束尽可能均匀分布; 电子枪真空度 $10^{-5}\sim 10^{-6}$ 托。

电子枪的电源是由若干只 220 千伏, 0.1 微法的电容器组成的电容器组、倍压充电装置及高压球隙开关组成。电子枪电源的电容量和充电电压可在一定范围内任意调节。改变钨丝阴极的温度可以调节电子枪电流。

图 1 给出了在电子枪电源用 0.1 微法电容, 电压为 150 千伏时, 在不同的阴极加热电流下测得的电子枪电压波形(上方)和透过电子束窗口的束流波形(下方)。图 2 给出了在电子枪电源用 0.3 微法电容, 电压为 150 千伏时, 在不同的阴极加热电流下测得的电子枪电压波形(上方)和透过电子束窗口的束流波形(下方)。

由图 1 和图 2 可得到透过电子束窗口的束流和

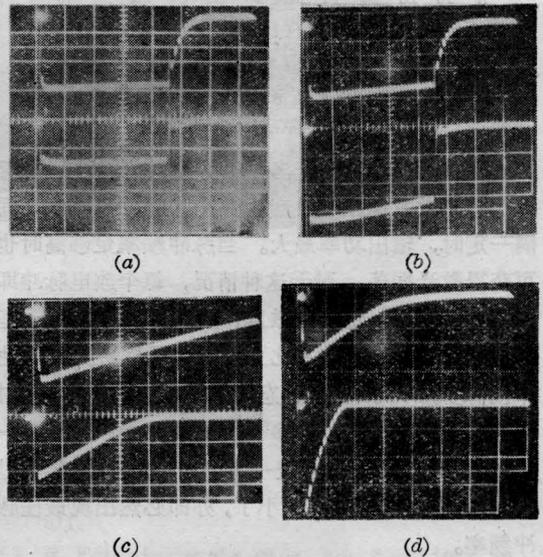


图 1

(a) 阴极加热电流 3.5 安培, 束流纵坐标 0.14 安培/大格 (b) 阴极加热电流 3.7 安培, 束流纵坐标 0.14 安培/大格 (c) 阴极加热电流 4.0 安培, 束流纵坐标 0.71 安培/大格 (d) 阴极加热电流 4.2 安培, 束流纵坐标 0.71 安培/大格 (时标: 0.1 毫秒/大格)

阴极加热电流的关系, 如图 3 所示。

此外, 我们用酸敏纸定性观测了电子束流分布的均匀性, 发现电子束流比较均匀。

我们在实验中发现由于电子枪发生真空电击穿而致使电子枪不能正常运转。特别当电子枪工作时间越长, 电子束流越大, 则越容易发生真空电击穿。发生真空电击穿时拍得的电子枪电压和束流波形如图 4(a)所示, 为了便于比较, 图 4(b)给出了在同样条件下电子枪正常运转时拍得的电压和束流波形。

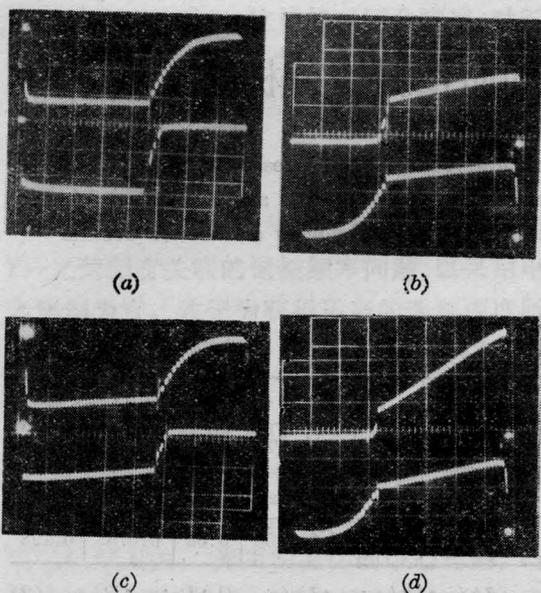


图 2

(a) 阴极加热电流 3.5 安培, 束流纵坐标 0.14 安培/大格 (b) 阴极加热电流 3.9 安培, 束流纵坐标 0.71 安培/大格 (c) 阴极加热电流 4.0 安培, 束流纵坐标 0.71 安培/大格 (d) 阴极加热电流 4.1 安培, 束流纵坐标 0.71 安培/大格 (时标: 0.1 毫秒/大格)

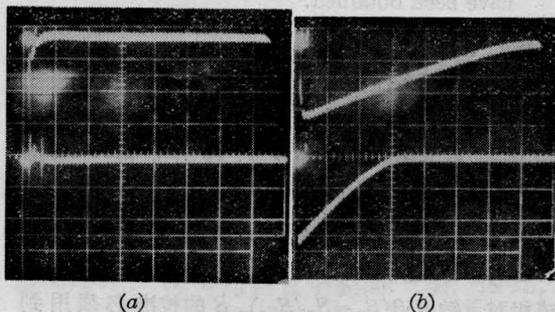


图 4 在电子枪发生真空电击穿(a)和电子枪正常运转(b)情况下电子枪的电压(上方)和束流(下方)波形

电子枪电压 150 千伏; 阴极加热电流 4.1 安培; 时标 0.1 毫秒/大格; 电流波形纵坐标 0.71 安培/大格

最后, 对上海先锋电机厂给予的协作和帮助表示感谢。

参 考 文 献

- [1] Reilly J. P.; *J. Appl. Phys.*, 1972, **43**, 3411.
- [2] Daugherty J. D. et al.; *Bull. Amer. Phys. Soc.*, 1971, **16**, 399.
- [3] AD-723107.
- [4] Oostrom A. Van; 4th International Symposium on Discharges and Electrical Insulation, pp. 1~12.

(中国科学院上海光机所 庄国良
罗乃草 陈万年 施端根
江英英 张立芬 卢晓蓓
陈秋风 1981 年 9 月
25 日收稿)

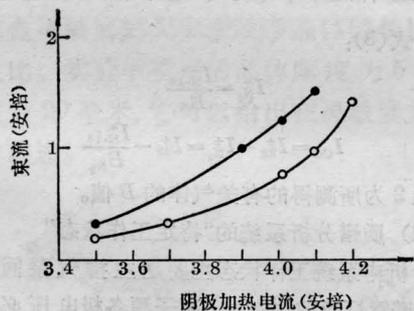


图 3 透过电子束窗口的束流大小与阴极加热电流的关系

电子枪电压 150 千伏; ○—电子枪电源电容 0.1 微法; ●—电子枪电源电容 0.3 微法