V. V. Apollonov, G. G. Baĭtsur, V. R. Minenkov, A. M. Prokhorov, B. V. Semkin, K. N. Firsov, B. G. Shubin, A. V. Yushin,
Kvantovaya Elektronika, 1987, Volume 14, Number 1, 220–221

25 ns. Multicomponent semiconductor targets up to 50 mm in diameter were used. A special optical system has been developed which focuses the radiation into a cell with the dye. The efficiency of the pump light conversion into the dye laser radiation amounted to 50 % for the rhodamine 6G — CdS pair (at the output pulse energy of 50 mJ) and to 10 % for the coumarin 47—ZnO pair.

«Квантовая электроника», **14**, № 1 (1987) УДК 621.375.8.038.823

В. В. Аполлонов, Г. Г. Байцур, В. Р. Миненков, А. М. Прохоров, Б. В. Семкин, К. Н. Фирсов, Б. Г. Шубин, А. В. Юшин

CO_2-УСИЛИТЕЛЬ С БОЛЬШОЙ АПЕРТУРОЙ

Сообщается о создании CO_2-усилителя с апертурой 40 см, накачиваемого объемным самостоятельным разрядом в системе электродов без специального профиля. Объемный разряд формируется в результате заполнения промежутка потоком электронов из плазмы вспомогательного разряда, зажигаемого под сетчатым катодом с острыми краями. Коэффициент усиления слабого сигнала на оптической оси составляет 3,3 $м^{-1}$ при близком к равномерному распределении по апертуре.

Возможности применения объемного самостоятельного разряда (ОСР) для накачки CO_2-усилителей с большими апертурами существенно ограничиваются трудностью достижения пороговой концентрации первичных электронов во всем межэлектродном пространстве и необходимостью тщательного профилирования электродов для обеспечения максимальной однородности электрического поля в разрядном промежутке.

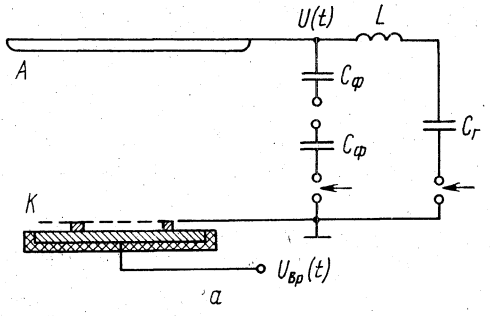
В [1] предложен и экспериментально обоснован метод формирования ОСР заполнением разрядного промежутка потоком электронов из плазмы вспомогательного разряда, позволяющий отказаться от специального профилирования электродов. Оценки указывают на возможность его применения в смесях газов CO_2—N_2—He при значительных межэлектродных расстояниях d.

В настоящей работе исследуются характеристики CO_2-усилителя с апертурой 40 см, формирование ОСР в котором осуществляется указанным методом.

Схема установки приведена на рис. 1, *а*. Анод A представляет собой пластину из Al размерами 80×140 см, закругленную по периметру радиусом 15 мм. Катодом K служит латунная сетка прямоугольной формы 35×97 см с острыми краями. В качестве вспомогательного используется многоканальный скользящий разряд по поверхности керамики, ограниченный ее собственной емкостью [2]. Поток электронов формируется в зазоре между поверхностью керамики и сеткой в электрическом поле, возникающем из-за падения напряжения на каналах скользящего разряда. Под действием этого поля часть электронов выталкивается в разрядный промежуток и распространяется к аноду за счет напряжения смещения, которое обеспечивается специальной схемой накачки, состоящей из 8-ступенчатого генератора Аркадьева — Маркса с емкостью в ударе 0,25 мкФ (зарядное напряжение варьировалось в пределах 30—55 кВ) и формирующей емкостью 0,2 мкФ, также представляющей собой двухступенчатый генератор.

Эксперименты проводились при d=20—40 см в смесях газов атмосферного давления с добавками легкоионизуемого вещества — триэтиламина. Энергия, затрачиваемая на создание потока электронов, не превышала 1 % энергии, рассеиваемой в основном разряде.

Возможность формирования ОСР в описанной системе электродов обусловлена тем, что в процессе заполнения промежут-



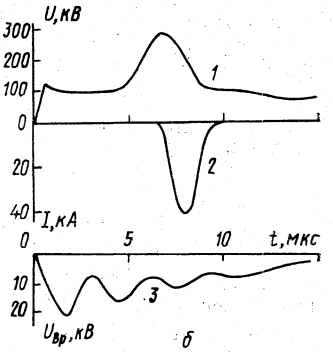


Рис. 1. Схема установки (*а*) и осциллограммы U (*1*), I (*2*), $U_{вр}$ (*3*) (*б*)

ка электронами электрическое поле из-за отрицательного объемного заряда многократно снижается на катоде и усиливается на аноде по отношению к своему среднему по промежутку значению U/d (U — мгновенное значение напряжения на промежутке). Из-за расталкивания электронов в потоке максимальное усиление поля должно достигаться в центральной области анода. Поэтому именно здесь, а не вблизи острого края катода, начинают развиваться ионизационные процессы. При этом напряжение на промежутке не должно нарастать слишком быстро, так как в противном случае концентрация электронов в потоке не успевает отслеживать изменение внешнего поля и экранирование края катода оказывается неэффективным [1].

На рис. 1, *б* приведены типичные осциллограммы напряжения U и тока I ОСР, а также напряжения на электродах вспомогательного разряда $U_{вр}$. Для устойчивого горения ОСР было необходимо, чтобы временная задержка между моментами подачи напряжения на вспомогательный разряд и началом ионизационных процессов в основном промежутке была достаточной для заполнения электронами всего промежутка. При нарушении этого условия вблизи анода наблюдались неоднородности в виде ярких незавершенных каналов.

Рассмотренная качественная картина формирования ОСР отражается в распределениях коэффициента усиления слабого сигнала α по апертуре. На рис. 2 приведены распределения α в плоскости, параллельной поверхностям электродов,

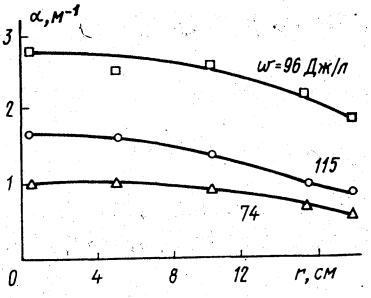


Рис. 2. Распределение коэффициента усиления по апертуре для смесей CO_2:N_2:He= =15:15:70 (□), 6:24:70 (○) и 4:16:80 (Δ) при различных удельных энерговкладах w

полученные в условиях слабого насыщения α по удельному энерговкладу w. Видно, что коэффициент усиления, а следовательно, и удельный энерговклад уменьшаются от центра к краям разрядной зоны, что является косвенным подтверждением описанной модели формирования ОСР при заполнении разрядного промежутка потоком электронов.

При увеличении энерговклада распределение α по апертуре в результате насыщения становится близким к равномерному, значение α при d=40 см на оптической оси в смеси CO_2:N_2:He=15:15:70 составляет 3,3 м$^{-1}$, что позволяет использовать данную систему в выходных каскадах усиления мощных лазерных установок наносекундного диапазона.

1. В. В. Аполлонов, Г. Г. Байцур, А. М. Прохоров, К. Н. Фирсов. *Письма в ЖТФ*, 11, 1262 (1985).
2. В. В. Аполлонов, Н. Ахунов, В. Р. Миненков, С. С. Пельцман, А. М. Прохоров, Б. В. Семкин, К. Н. Фирсов, Б. Г. Шубин. *Квантовая электроника*, 11, 1241 (1984).

Институт общей физики
АН СССР, Москва
Научно-исследовательский институт высоких напряжений
при Томском политехническом институте

Поступило в редакцию
7 мая 1986 г.

V. V. Apollonov, G. G. Baitsur, V. R. Minenkov, A. M. Prokhorov, B. V. Semkin, K. N. Firsov, B. G. Shubin, A. V. Yushin.
A Large-Aperture CO_2 Amplifier.

Development is reported of a CO_2 amplifier with the aperture of 40 cm which is pumped by a self-sustained volume discharge in the system of electrodes without a special profile. The volume discharge is formed as a result of gap filling with an electron flux from the plasma of an auxiliary discharge ignited under a grid cathode with sharp edges. The small-signal gain at the optical axis amounts to 3.3 m^{-1}, the distribution over aperture being close to the uniform one.