

С. Ф. КИБИРЕВ, С. Н. КУЛИКОВ, Г. Г. МАТУШКИН  
(Новосибирск)

## УПРАВЛЯЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ИНЖЕКЦИОННЫХ ЛАЗЕРОВ

В настоящее время полупроводниковые инжекционные лазеры вышли из стадии лабораторных исследований и с успехом используются в практических разработках.

Одной из весьма перспективных областей применения инжекционных лазеров является использование их матриц в голографических постоянных, оперативных и ассоциативных запоминающих устройствах, в преобразователях «электрический код — свет» для оптических систем обработки информации, инфракрасных прожекторах для систем ночного видения. Создание и эффективное использование матриц инжекционных лазеров во многом зависит от возможностей микроминиатюризации их цепей питания. В связи с этим для питания полупроводниковых лазеров требуется построение компактного, управляемого от логических уровней интегральных схем генератора накачки, ток которого в импульсе на нагрузке  $0,1 \div 0,2$  Ом может иметь значение от 1 до 80 А при длительности импульса по уровню  $0,5 \cdot 30 \div 50$  нс и частоте следования импульсов порядка 3 кГц.

Известные генераторы импульсов для питания инжекционных лазеров на ртутных реле [1, 2], тиратронах [3], мощных полупроводниковых элементах [4, 5] не позволяют получить требуемые параметры импульсов тока при малых габаритах устройства. В данном сообщении описывается генератор накачки полупроводниковых инжекционных лазеров на основе эффекта лавинного пробоя маломощных транзисторов [6], который удовлетворяет требуемым параметрам и может быть выполнен в микроминиатюрном исполнении.

Принципиальная схема генератора импульсов представлена на рис. 1 и состоит из последовательно включенных транзисторов  $T_1$  и  $T_2$ ,  $T_3$  и  $T_4$ ; разрядных конденсаторов  $C_1$ ,  $C_2$ ; высокочастотного трансформатора  $T_p$ , во вторичной обмотке которого включен лазерный диод ограничительных сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$  и источника питания  $E$ . Управление генератором осуществляется по базам нижних транзисторов  $T_2$ ,  $T_4$  от стандартных логических уровней напряжения интегральной микросхемы типа К1ЛБ553. При пороговых токах полупроводникового лазера до  $6 \div 8$  А возможно бестрансформаторное включение лазерного диода непосредственно на место первичной обмотки трансформатора.

Транзисторы  $T_1 \div T_4$  имеют вольт-амперные характеристики с областью отрицательного дифференциального сопротивления в пределах принятых рабочих напряжений. Для используемых транзисторов типа КТ312 эти характеристики приведены на рис. 2. Транзисторы  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$ ,  $T_4$  образуют первый и второй управляемые лавинные каналы, которые коммутируют верхние обкладки конденсаторов на землю. Вольт-амперные характеристики каждого из каналов определяются суммой по току вольт-амперных характеристик составляющих транзисторов и определяются напряжениями пробоя  $U_{n1}$ ,  $U_{n2}$ . Для предотвращения самопроизвольного пробоя транзисторов напряжение питания схемы должно выбираться таким, чтобы напряжение на коллекторах верхних транзисторов было меньше суммарного напряжения пробоя последовательно включенных транзисторов  $T_1$ ,  $T_2$  или  $T_3$ ,  $T_4$ . Практически для стабильной работы генератора указанная разница должна составлять 10—20 В.

Генератор работает следующим образом. В исходном состоянии на базы транзисторов  $T_2$ ,  $T_4$  подано напряжение логического «0» и транзисторы закрыты. Под влиянием приложенного напряжения питания  $E$  через транзисторы  $T_1$ ,  $T_3$  и  $T_3$ ,  $T_4$  протекают неуправляемые начальные коллекторные токи, которые создают падения напряже-

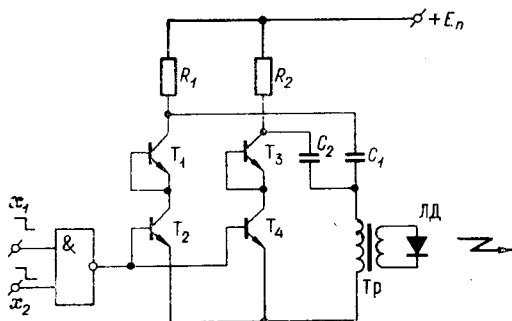


Рис. 1.

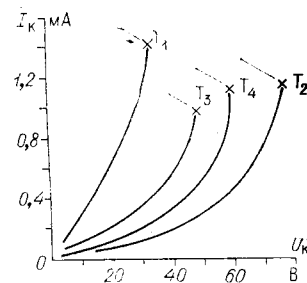


Рис. 2.

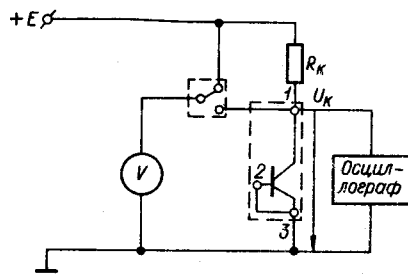


Рис. 3.

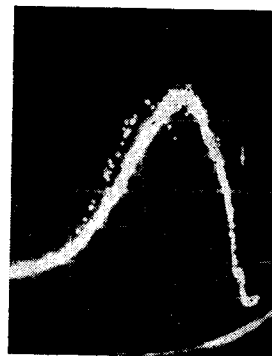


Рис. 4.

ния на ограничивающих сопротивлениях  $R_1$  и  $R_2$ . Конденсаторы  $C_1$  и  $C_2$  заряжаются до напряжений, равных разности между напряжением питания и падением напряжений на сопротивлениях  $R_1$ ,  $R_2$ . В момент подачи на базы транзисторов  $T_1$ ,  $T_3$  управляющего сигнала логической «1», величина которой составляет 2,4–4В, транзисторы открываются и происходит пробой первого и второго лавинных каналов. Накопительные конденсаторы  $C_1$ ,  $C_2$  разряжаются через первичную обмотку трансформатора, формируя мощный импульс тока, который поступает на лазерный диод (ЛД), увеличенный в  $n$  раз, где  $n$  — коэффициент трансформации, в описываемом случае равный 6.

После разряда конденсаторов сопротивления лавинных каналов восстанавливаются и напряжения на них под действием тока от источника питания возрастают. Если в это время базы транзисторов  $T_2$ ,  $T_4$  будут находиться под напряжением логического «0», то конденсаторы  $C_1$ ,  $C_2$  заряжаются до первоначального значения напряжения и остаются заряженными до появления на базах транзисторов управляющего напряжения, соответствующего логической «1». Если на базы транзисторов будет постоянно подаваться напряжение логической «1», то схема войдет в режим автогенерации. Частота генерации пределяется постоянными времени заряда емкостей  $C_1$  и  $C_2$ , т. е.  $R_1C_1$  и  $R_2C_2$ .

Для того чтобы происходило сложение токов на первичной обмотке трансформатора при разряде конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$  необходимо равенство постоянных времени цепей заряда.

Отбор транзисторов по виду и напряжению пробоя выполнялся на установке, принципиальная схема которой приведена на рис. 3. Исследуемый транзистор подключался к клеммам 1, 2, 3 контактной платы КП1. Вольт-амперные характеристики  $I_K = f(U_K)$  строились путем измерения напряжения  $U_K$  на исследуемом транзисторе при заданном сопротивлении  $R_K = 100$  кОм и изменении напряжения  $E$  от 0 до 1000 В. Переход в область отрицательного сопротивления проявляется в появлении релаксационных колебаний за счет разряда емкостей коллектора-базы и монтажа через испытуемый транзистор.

Как было указано выше, практическая реализация схемы генератора проводилась на транзисторах типа КТ312. Емкость конденсаторов  $C_1$ ,  $C_2$  принималась равной 1000 пФ, сопротивления  $R_1$ ,  $R_2$  — 360 кОм,  $E = 400$  В. На эквивалентной нагрузке трансформатора 10 Ом такой генератор дает импульс, амплитуда которого составляет 130 В,

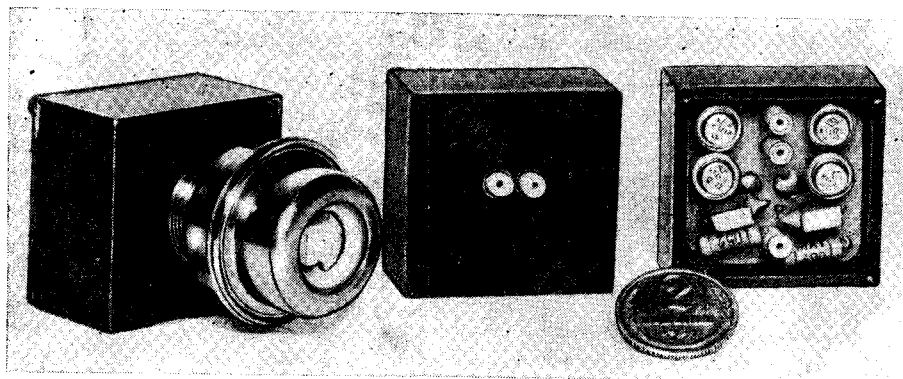


Рис. 5.

длительность импульса по уровню 0,5—30 нс (рис. 4). Трансформатор инжекционного лазера был намотан на сердечнике МН 2000 НМ 1-17, первичная обмотка которого представляла две идентичные параллельно включенные обмотки по шесть витков из провода МГТ  $\varnothing 0,1$  мм, вторичная обмотка в виде объемного витка замыкалась на лазер.

В экспериментах частота генерации импульсов инжекционным лазером доводилась до 3 кГц и ограничивалась временем восстановления температуры резонатора лазера. Импульсная мощность излучения полупроводникового лазера составляла 35 Вт.

Внешний вид генератора импульсов в корпусе с лазером представлен на рис. 5 и имеет габариты  $28 \times 28 \times 15$ . В случае бестрансформаторного включения полупроводникового лазера генератор накачки может быть полностью выполнен в интегральном исполнении в виде гибридной тонкопленочной или толстопленочной схемы с бескорпусными транзисторами в качестве навесных активных элементов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Г. Гончаров, В. В. Кострюков. Генераторы импульсов тока на 100 А для питания ПКГ.— «ПТЭ» 1971, № 2.
2. Н. Е. Brown, E. Bond, I. Bloomgiot. Avalanche Transistors Drive Laser Diodes Hard and Fast.— "Electronics", 1966, v. 39, № 23.
3. А. И. Андрушко. Генератор коротких импульсов тока для питания полупроводниковых лазеров.— «ПТЭ», 1971, № 4.
4. Б. Д. Копыловский, В. С. Иванов. Импульсные схемы для питания оптических полупроводниковых генераторов.— «ПТЭ», 1965, № 4.
5. Кэрролл. Схемы питания импульсных инжекционных лазеров.— «Электроника», 1971, № 26.
6. В. П. Дьяконов. Лавинные транзисторы и их применение в импульсных устройствах. М., «Советское радио», 1973.

Поступило в редакцию 29 мая 1974 г.

УДК 621.373.535

В. И. БОБРИК, Ю. Д. КОЛОМНИКОВ, Б. С. МОГИЛЬНИЦКИЙ  
(Новосибирск)

## ГЕЛИЙ-НЕОНОВЫЙ ЛАЗЕР С МНОГОПРОХОДНОЙ ПОГЛОЩАЮЩЕЙ ЯЧЕЙКОЙ

В работах [1, 2] нами сообщалось об использовании многопроходных поглощающих ячеек с целью повышения контрастности резонансов мощности в лазере с нелинейным поглощением. Повышение контрастности имеет принципиальное значение для создания высокостабильных монохроматических источников излучения. Кроме того, применение многопроходных поглощающих ячеек позволяет перейти в область низкого давления ( $10^{-4}$ — $10^{-5}$  тор) поглощающего молекулярного газа и тем самым достигнуть высокой воспроизводимости частоты излучения порядка  $10^{-14}$  [3].

В предлагаемой работе сообщается об эксперименте, проведенном с гелий-неоновым лазером на длинах волн  $\lambda=3,39$  мкм и  $\lambda=0,63$  мкм с внутренними ячейками поглощения, выполненными в виде оптической линии задержки (ОЛЗ). Для лазера с  $\lambda=3,39$  мкм в качестве нелинейного поглотителя использовался метан на переходе  $P(7)$  полосы  $v_3$ , а для лазера с  $\lambda=0,63$  мкм — иод на переходе  $R(127)$  полосы  $11-5$  электронного перехода  $V_3 \Pi_{0q}^+ \rightarrow X_0^1 \Sigma_{0u}^+$ .

**Экспериментальная часть.** Лазер с  $\lambda=3,39$  мкм. Блок-схема экспериментальной установки приведена на рис. 1, где 1 — приемник излучения, 2 — осциллограф.

Резонатор лазера был образован плоским ( $R_4$ ) и сферическим ( $R_1=4$  м) зеркалами с серебряным покрытием. Зеркало  $R_1$  укреплялось на пьезокерамике. Усижительная трубка с внутренним диаметром 3 мм и разрядным промежутком 60 см наполнялась смесью

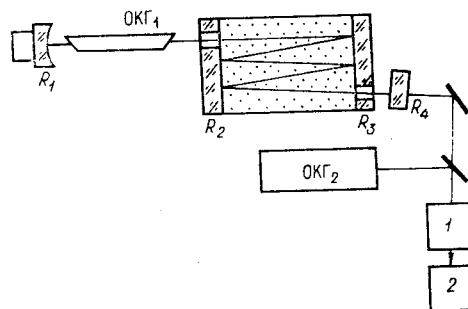


Рис. 1.