структуре. Когда ток уменьшают, концентрация носителей заряда уменьшается из-за рекомбинации, и интенсивность излучения также уменьшается. Если ширина импульса слишком мала и его фронты слишком круты (как раз тот случай, когда драйвер пытается питать один мощный светодиод переменным током с большой амплитудой), то концентрация носителей заряда в активной зоне не сможет стать достаточно высокой, чтобы светодиод достаточно хорошо светил, но в то же время действующее значение силы тока через структуру будет обеспечено за счет пролета носителей заряда и рекомбинации их в сильнолегированных ограничивающих областях светодиода. Так как ток через структуру все же течет, то она будет нагреваться, что и подтверждается на практике. Таким образом, несмотря на то, что через светодиод проходит ток, его увеличение не может поднять силу света, а только увеличивает разогрев светодиода.

Для того, чтобы избежать данного негативного явления, требуется или уменьшить амплитуду выходного напряжения драйвера так, чтобы она не слишком сильно отличалась от прямого напряжения на светодиоде при требуемом токе (тогда драйвер будет работать с большим коэффициентом заполнения, что позволит светодиоду дольше оставаться во включенном состоянии, ликвидирует опасность «недолива» носителей заряда и уменьшит влияние пролета носителей заряда), или увеличить частоту работы драйвера, чтобы, несмотря на очень узкие импульсы, концентрация носителей заряда в структуре повышалась за счет того, что носители заряда не успевают рекомбинировать за время между двумя импульсами; и происходила «подкачка» концентрации носителей заряда в активной области. Для осуществления последнего требуется, чтобы частота следования импульсов была столь велика, чтобы накачанные в активную область носители заряда не успевали рассасываться ни по какому механизму рекомбинации за 1 импульс. Тогда за несколько импульсов накопится требуемая для излучательной рекомбинации концентрация НЗ. В то же время при большой частоте носители заряда не будут успевать пролетать активную область, что уменьшит значимость потерь, связанных с «пролетом» и рекомбинацией в граничных слоях.

УДК 621.372.8:621.311.6

БЛОК ПОДЖИГА ДЛЯ He-Ne ЛАЗЕРА

Зуйков И.Е., Кривицкий П.Г., Матюшевский В.М.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Пьезотрансформаторный блок поджига разряда (БПР) предназначен для инициации разряда в малогабаритных He-Ne лазерах и обеспечивает выходное напряжение до 3 кВ. Его отличительной особенностью является низкое напряжение питания.

БПР включает управляемый генератор (УГ) прямоугольных импульсов, драйвер (Д), малогабаритный пьезотрансформатор (ПТ), умножитель напряжения (У) и микроконтроллер (МК) (см. рис.).

При подаче на вход БПР сигнала управления устройство активируется. Генератор формирует на двухфазовом выходе драйвера сигнал, частота которого близка к резонансной частоте пьезотрансформатора. МК, анализируя величину выходного сигнала драйвера U(F), управляет частотой генератора, приближая ее к резонансной и тем самым увеличивая напряжение на выходе БПР.

При осуществлении поджига лазера, система жизнеобеспечения последнего «снимает» сигнал управления, МК выключает драйвер и переходит в «спящий» режим.

При необходимости, МК, контролируя сигнал U(F), может ограничивать выходное напряжение БПР и автоматически отключать БПРПТ после загорания разряда.

БПР выполнен на интегральных микросхемах в малогабаритных пластмассовых SMD корпусах.

Основные характеристики:
- напряжение питания +5В.
- потребляемая мощность
  - рабочий режим 0,8 Вт;
  - спящий режим менее 1 мВт;
- диапазон рабочих температур -40 -+60°С;
- диапазон температур хранения -60 - +80°С;
- габаритные размеры 54x24x12 мм;
- масса 28 г.

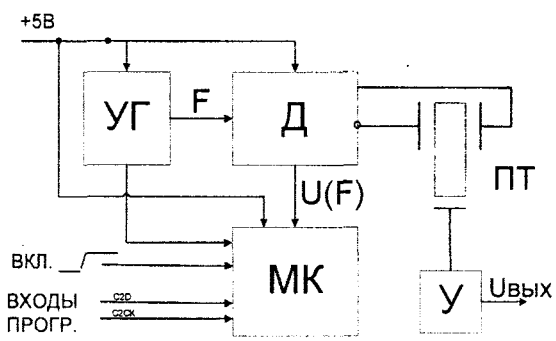

Рисунок 1 – Структурная схема БПР

В качестве управляющего МК использована микросхема C8051F410 семейства MCS-51. Данный 8-разрядный микроконтроллер имеет производительность 50 MIPS и развитую аналоговую периферию, включающую АЦП, ЦАП, компараторы, источник опорного напряжения, что позволяет минимизировать количество элементов, применяемых в БПР.

В блоке поджига используются следующие периферийные устройства МК: источник опорного напряжения для АЦП и ЦАП; встроенный стабилизатор напряжения для питания МК; встроенный генератор 24,5 MHz 2% точности с умножителем (удвоителем) системной частоты; 12-разрядный ЦАП с токовым выходом; 12-разрядный АЦП; встроенный температурный датчик (±3°С); таймер Т0 для задания временных интервалов.

Блок поджига обычно включается на непродолжительное время (порядка нескольких секунд), в течение которого происходит ионизация молекул He-Ne газовой смеси и выход на рабочий режим

блока питания разряда лазера. Получив сигнал об успешном включении блока питания разряда, система обеспечения лазерного прибора вырабатывает сигнал выключения БПР. Расчет на кратковременную работу блока поджига позволяет сделать его компактным, но не обеспечивает эффективный режим теплоотвода. В то же время, в процессе сборки, наладки и эксплуатации и в нештатных экстремальных режимах лазерного прибора (например, гироскопа) возможны ситуации, когда успешного включения блока питания разряда не происходит и, соответственно, система обеспечения лазерного прибора не производит выключение блока пожига.

Для защиты от повреждения в МК блока поджига программно задаются максимальная длительность и максимальная температура его работы.

После 120 с поджига либо по превышению температурного порога +80°С работа БПР принудительно прекращается, и МК выполняет программный сброс. После отключения при перегреве повторное включение поджига (при наличии управляющего сигнала) произойдет при +70°С.

Такой контроль рабочей температуры позволяет при точности встроенного в МК температурного датчика ±3°С обеспечить работу блока пожига в штатном диапазоне температур и защитить его от перегрева. Вышеописанные защитные функции являются программно реализуемыми и могут быть отключены по требованию заказчика.

Для измерения величины выходного напряжения U(F) используется встроенный в МК 12 разрядный АЦП. Поскольку данный блок работает в условиях значительных помех, единичные показания АЦП суммируются и используется среднее значение, образуемое как «скользящее среднее» по 10 последовательным выборкам.

Для выяснения зависимости выходного сигнала блока поджига $U_{вых}$ и выходного сигнала драйвера U(F) от задающей частоты пьезотрансформатора F к управляющей программе МК был добавлен модуль съема массива показаний АЦП при сканировании частоты. На рисунке 2 представлен экспериментальный график такой зависимости.

Оценочные эксперименты показали, что резонансная частота пьзотрансформатора имеет разброс от изделия к изделию порядка 2-3 кГц. Кроме того, наблюдалась сравнимая по величине зависимость резонансной частоты от температуры. Поэтому в управляющую программу МК включен алгоритм сканирования задающей частоты пьзотрансформатора в диапазоне от 44 до 48 кГц и поиск ее значения, при котором достигался максимум величины выходного сигнала напряжения поджига.

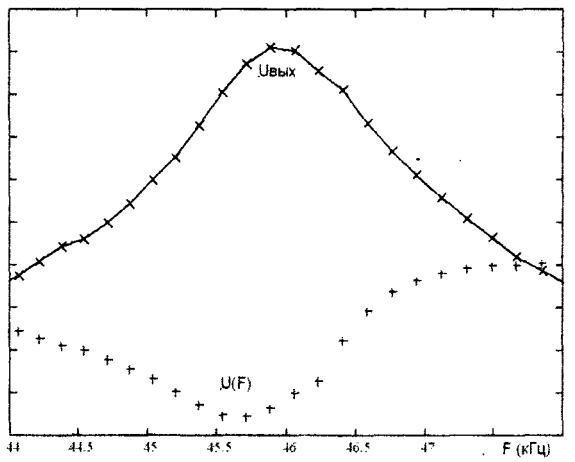

Рисунок 2 – График зависимости выходного сигнала блока поджига Uвых и выходного сигнала драйвера U(F) от задающей частоты пьезотрансформатора F.

Разработанный пьезотрансформаторный БПР с низковольтным питанием и микроконтроллерным управлением позволяет оптимизировать системы обеспечения He-Ne лазеров.

УДК 621.383.52

ИК ФОТОДИОДЫ БИПОЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Блынский В.И. [1], Лемешевская А.М. [2], Голуб Е.С. [2]

[1] *ГНУ «Институт физики имени Б.И.Степанова НАН Беларуси», Минск, Республика Беларусь*

[2] *НТЦ «Белмикросистемы» ОАО «Интеграл», Минск, Республика Беларусь*

В работе рассматриваются конструкции и сравнительные параметры фотодиодов биполярных фоточувствительных интегральных схем, используемых в инфракрасной (ИК) области спектра. Они широко используются в системах безопасности, оконечных каскадах внутриобъектовых ВОЛС, фотодатчиках различного типа

ИК излучение проникает в кремний на глубину, превышающую 10 мкм [1]. Это существенно превышает толщину эпитаксиальной пленки (3-4 мкм), обычно используемой в биполярных ИС. Однако вследствие экспоненциального закона поглощения света в спектральной области собственного поглощения кремния значительная доля ИК излучения поглощается в эпитаксиальной пленке. Изменяя конструкцию фотодиода в пределах эпитаксиальной пленки можно существенно изменять его спектральную характеристику. Техпроцесс изготовления ИС весьма критичен к термообработкам. При ограничении технологических возможностей важное значение приобретают конструктивные методы улучшения чувствительности интегральных фотоприемников.

Результаты проведенных исследований показывают, что наиболее высокой чувствительность в ИК области спектра обладают тандемный фотодиод, состоящий из двух расположенных один над другим p-n переходов (рис.1а). Первый из переходов является эпитаксиальным и сформирован разделительной диффузией. Второй, имплантационный переход