

$C_{\text{э.о}}=5$ пФ, $R_3=150$ Ом. С учетом емкости пробника или емкости эмиттерного повторителя, подключенного к резистору R_3 , предельная рабочая частота такого счетчика должна составлять величину $f_{\text{max расч}}^{\text{в}} = 173$ МГц.

ВЫВОДЫ

Рассмотрены основные типы звеньев скоростных кольцевых счетчиков на переключателях тока, которые могут быть изготовлены в микрорезисторном исполнении. Полученные расчетные соотношения позволяют найти предельное быстродействие различных типов кольцевых счетчиков. Кольцевые счетчики с эмиттерными повторителями в цепях обратных связей обладают значительно меньшей рассеиваемой мощностью по сравнению с другими схемами при сохранении высокой скорости счета.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Авдеев, В. М. Кузнецов. Кольцевая пересчетная схема на токовых переключателях с транзисторными связями в ячейках.— «Автоматика и вычислительная техника», 1971, № 5.
2. В. В. Марченко, Б. А. Иванов. Быстродействующий делитель частоты на триггерах Шмитта.— «Приборы и техника эксперимента», 1972, № 2.
3. М. И. Алькаев, В. В. Курочкин, А. М. Щербаченко. Пересчетная декада с дешифратором на 100 МГц.— «Приборы и техника эксперимента», 1973, № 4.
4. Ингелмен. Точное и простое двоично-пятеричное пересчетное устройство, работающее на частоте 500 МГц.— «Электроника» (рус. пер.), 1963, № 46.
5. З. Гузик, Р. Красовский, М. Турала. Пересчетный прибор на 100 МГц для физических экспериментов.— Препринт № P13-5793, Дубна, Изд. ОИЯИ, 1971.
6. В. Н. Дюнин. Пересчетное устройство на токовых ключах.— «Вопросы радиотехники. Сер. Радиоизмерительная техника (РТ)», 1971, вып. 4.
7. Ган. Кольцевой счетчик на 500 МГц.— «Приборы для науч. исслед.», 1967, № 10.
8. Л. Дубик, З. Цисек. Пересчетная декада на частоту 200 МГц.— Препринт № P13-5638, Дубна, Изд. ОИЯИ, 1971.
9. Ю. В. Роднов. Пересчетная декада на 100 МГц.— «Приборы и техника эксперимента», 1972, № 2.
10. И. Ф. Клисторин, В. В. Курочкин, А. М. Щербаченко. Кольцевой счетчик.— Авт. свид-во № 427428. ОИПОТЗ, 1974, № 17.
11. Delayed feedback improves ECL speed and noise immunity.— «Electron. Des.», 1968, vol. 16, № 24.
12. Анализ и расчет интегральных схем. Под ред. Д. Линна, Ч. Мейера и Д. Гамильтона. М., «Мир», 1969.
13. Robert M. Wakler. Design flip — flops from LSI cells.— «Electron. Des.», 1968, vol. 12, № 6.

Поступила в редакцию
24 января 1975 г.

УДК 637.533.3

**А. М. ИСКОЛЬДСКИЙ, Ю. Е. НЕСТЕРИХИН,
В. М. ФИНОГЕНОВ, А. Ф. ШЕСТАК**

(Новосибирск)

БИПЛАНАРНЫЙ ЭОП В ИМПУЛЬСНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Настоящая работа выполнена в рамках сформулированной ранее в [1] программы создания сверхскоростных электронно-оптических фоторегистраторов для исследования импульсных процессов наносекундного диапазона.

При регистрации таких процессов с помощью двухэлектродных электронно-оптических преобразователей (ЭОП) с иммерсионными

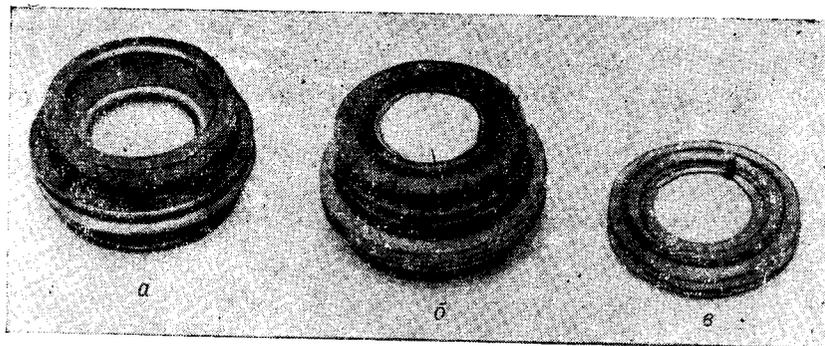


Рис. 1. Экспериментальные ЭОП с параллельным переносом изображения: *а* — бипланарный ЭОП в металлостеклянном корпусе; *б* — то же, с микроканальным усилителем; *в* — бипланарный ЭОП, собранный по технологии холодного соединения стекло — индий — стекло.

линзами основными причинами ухудшения качества изображения являются потенциальный рельеф, формируемый фототоком на поверхности сопротивления фотокатода, и присутствие пространственного заряда вблизи него. Эти искажения обусловлены низкой величиной напряженности электрического поля вблизи катода, свойственной ЭОП с катодными линзами [2, 3].

Гораздо перспективнее в этом смысле бипланарные ЭОП, имеющие на два порядка большую напряженность поля на фотокатоде.

Исходя из количественных требований, сформулированных в [2], была поставлена задача: разработать технологию изготовления плоских ЭОП, используемых в сверхскоростных электронно-оптических регистраторах.

На установке для производства фотоэлектрических и гибридных приборов методом переноса фотокатода в сверхвысоком вакууме, разработанной и реализованной в ИАиЭ СО АН СССР [4], была изготовлена серия приборов с сурьмяно-цезиевыми фотокатодами.

Опробованы два метода реализации вакуумно-плотного контакта между элементами ЭОП: соединение золото — индий — золото при температуре 180°C , холодное соединение стекло — индий — стекло. Последняя работа выполнена совместно с сотрудниками ВНИИЭЛП.

На рис. 1 представлены некоторые из полученных ЭОП с параллельным переносом изображения. Реализованы действующие макеты ЭОП с микроканальным усилителем, а также с волоконно-оптическим диском на выходе.

Разрешающая способность бипланарных ЭОП при импульсном питании (амплитуда 15 кВ, длительность $5 \cdot 10^{-9}$ с) постоянна в пределах рабочей зоны экрана диамет-

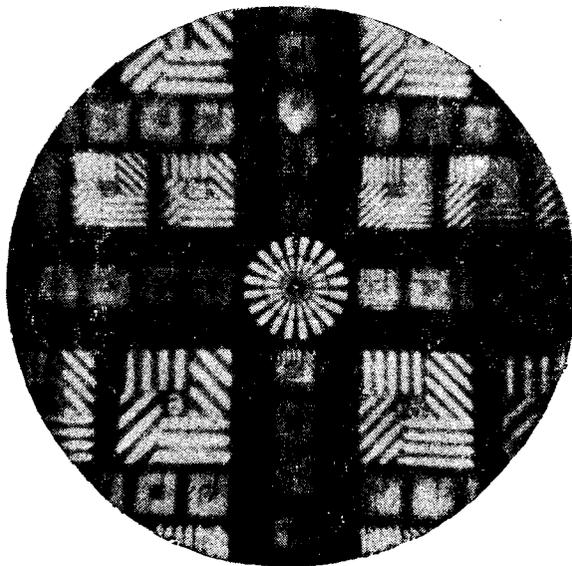


Рис. 2. Фотография тест-таблицы. (Длительность экспозиции кадра $5 \cdot 10^{-9}$ с.)

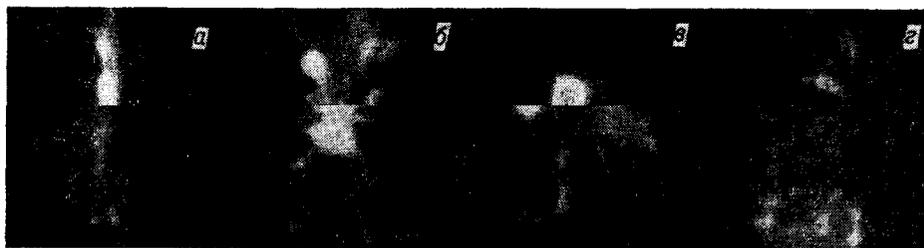


Рис. 3. Динамика процесса электрического взрыва проволоки:
а, б, в — снимки, полученные с помощью ЭОП типа ЗИМ; *г* — снимок с экрана бипланарного ЭОП. (Длительность экспозиции во всех случаях составляла $5 \cdot 10^{-8}$ с.)

ром 25 мм и составляет 15 пар лин/мм. Фотография тест-таблицы с экрана бипланарного ЭОП приведена на рис. 2.

Сверхскоростной фоторегистратор на основе бипланарного ЭОП был успешно применен в исследованиях процесса электрического взрыва проводников.

На рис. 3 представлены фотографии, отражающие динамику начальной стадии разлета материала проволоки, полученные с помощью ЭОП типа ЗИМ (*а, б, в*) и бипланарного ЭОП (*г*).

Легко видеть, что характерные для приборов с иммерсионными линзами искажения, обусловленные перегрузкой фотокатода (возникновение и рост дисторсии по мере увеличения яркости, а также падение разрешения), полностью отсутствуют на снимках, полученных бипланарным ЭОП. Резкое улучшение качества изображения позволило, в частности, зафиксировать интересную «грибообразную» форму выбросов вещества.

Динамический диапазон регистратора в целом определяется теперь динамическим диапазоном фотоматериала $\sim 10^3$, тогда как для ЭОП типа ЗИМ величина этого диапазона < 10 .

Расширение динамического диапазона прибора позволяет наблюдать процесс выхода на светящуюся поверхность раздела воздух—пар более ярких локальных выбросов плотного вещества, свидетельствующих о смене режима однородного испарения анизотропным разлетом материала проволоки, обусловленным взрывом поверхности. Грубая оценка соотношения между яркостью «выбросов» и фронта паров дает величину $\sim 10^3$.

Следует отметить, что использование бипланарных ЭОП существенно облегчает реализацию схемы формирования импульсов питающего напряжения. Для получения удовлетворительных результатов на ЭОП типа ЗИМ необходимы амплитуды импульсов питания 60—100 кВ. В случае бипланарных ЭОП можно ограничиться импульсами с амплитудой 7—15 кВ.

Можно надеяться, что внедрение в практику импульсного эксперимента бипланарных ЭОП позволит получить качественно новые физические результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. L. V. Gavganen, L. M. Diamant, A. M. Iskoldski, Ju. E. Nesterikhin, V. M. Fedorov. Nanosecond image convertor framing camera types.—Proc. 8-th Int. Congr. on High-Speed Photogr. Stockholm, 1968. 41 p.

2. Ю. В. Бондаренко, В. И. Бударных, В. П. Ильин, А. М. Искольдский, Ю. Е. Нестерихин, Г. С. Попова, А. Ф. Шестак. Электронно-оптические преобразователи в режиме форсированных световых нагрузок.— «Автометрия», 1971, № 6.
3. Ю. В. Бондаренко, В. А. Ганин, А. М. Искольдский, Ю. А. Шапиро. Образование потенциального рельефа на фотокатоде электронно-оптического преобразователя и расчет его влияния на качество изображения.— Труды III Всесоюзного семинара по методам расчета электронно-оптических систем. Новосибирск, Изд. ВЦ СО АН СССР, 1970.
4. В. В. Анашин, А. М. Искольдский, Ю. Е. Нестерихин, В. М. Финогенов. Установка для изготовления фотоэлектронных приборов методом переноса.— Труды конференции по электронной технике «Электроракумные и газоразрядные приборы». М., Изд. М-ва электрон. пром-сти, 1973.

Поступила в редакцию
15 декабря 1975 г.

УДК 621.372.632

М. Б. ЛЕЙТМАН

(Смоленск)

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ ВРЕМЯ-ИМПУЛЬСНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ КОМПЕНСАЦИОННОГО ТИПА

Из известных в настоящее время время-импульсных преобразователей постоянного напряжения наиболее точными являются преобразователи компенсационного типа [1]. Однако динамические характеристики таких преобразователей, в частности быстродействие, значительно хуже, чем у разомкнутых. Рассматриваемый в данной статье время-импульсный измерительный преобразователь постоянного напряжения (ВИППН), сохраняя преимущества компенсационных схем, по своим динамическим характеристикам приближается к системам разомкнутого типа.

Схема ВИППН приведена на рис. 1, а. Входное напряжение $U_{вх}$ с помощью резистивной схемы сравнения на резисторах R_r и $R_{ос}$ сравнивается с постоянной составляющей $U_{вых, ср}$ выходного напряжения $U_{вых}$

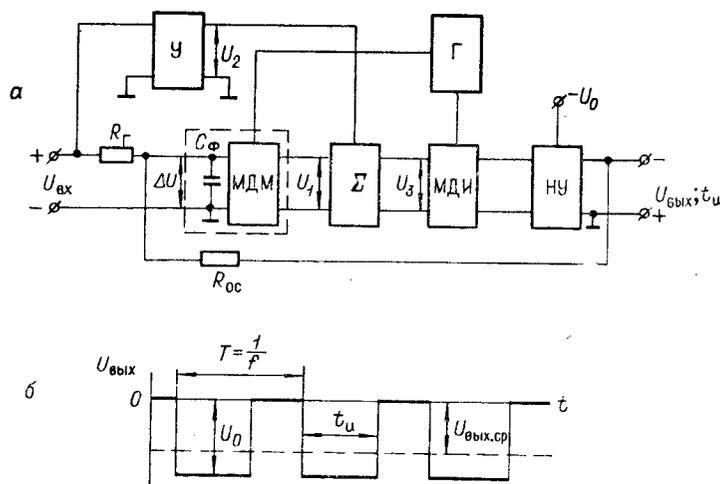


Рис. 1.