

ЛАЗЕРНЫЕ КИНЕСКОПЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ОНИ СТАЛИ СОВСЕМ ПРОСТЫМИ...

Лазерные ЭЛП (или квантоскопы) – совершенно новая уникальная продукция высшей степени наукоемкости. Эти устройства – отечественное научно-техническое достижение конца XX века. Россия была и остается мировым лидером по разработке и монополистом по производству приборов этого нового класса. Продолжающиеся, несмотря на тяжелые условия, благодаря энтузиазму ученых разработки в этой области могут стать одним из ведущих направлений развития электроники России в следующем столетии.

Идея лазерного кинескопа многократно описана в литературе [1] и чрезвычайно проста: при замене люминофорного покрытия экрана ЭЛП монокристаллической полупроводниковой мишенью каждый ее элемент под воздействием электронного пучка генерирует когерентное излучение. Иными словами, каждый элемент мишени является полупроводниковым лазером с накачкой электронным пучком. Длина волны лазерного излучения определяется типом полупроводникового материала, а его интенсивность и пространственное положение задаются электронным пучком, управляемым стандартными и хорошо отработанными для обычных кинескопов методами. Однако, несмотря на кажущуюся простоту, создание лазерных ЭЛП с параметрами, приемлемыми для практического применения, потребовало более 25 лет сложнейших научно-технических и технологических работ, и устройства на основе квантоскопов первого поколения были реализованы только в середине 90-х годов. Основное внимание в ходе разработок уделялось выходным светотехническим характеристикам приборов: мощности и длине волны лазерного излучения; разрешающей способности; устранению неравномерности поля излучения и т.п. Были получены весьма обнадеживающие результаты: создан параметрический ряд квантоскопов практически с любой длиной волны излучения – от УФ- до ИК-диапазонов – мощностью 2–25 Вт в зависимости от длины волны и с разрешающей способностью до 2500 ТВ-линий.

Функциональные возможности квантоскопов (сканирование и модуляция лазерного излучения, естественное сопряжение с компьютером и другие не менее важные свойства) были продемонстрированы на образцах аппаратуры различного назначения. Наиболее успешными и впечатляющими оказались результаты, полученные при использовании квантоскопов первого поколения для проектирования ТВ-изображения на большие киноэкраны, а также для



О. Макиенко

фотодинамической терапии и диагностики раковых опухолей [2,3]. В этих и других областях применения выходные параметры и функциональные возможности лазерных ЭЛП сразу же дали положительные эффекты, позволяя выйти на новый уровень конечного результата действия аппаратуры – от достаточно успешного и быстрого лечения рака до воспроизведения ТВ-изображения высокого качества. И тем не менее, при всех этих достоинствах ни один макетный образец аппаратуры на базе лазерных ЭЛП не был реализован в промышленности и не смог стать реальным товаром на рынке изделий высокой технологии, хотя задачу освоения промышленного производства такой аппаратуры решали ведущие радиотехнические предприятия Советского Союза.

Причина неудачи практической реализации потенциальных возможностей лазерных ЭЛП первого поколения заключалась в существенных недостатках эксплуатационного характера. В первую очередь – это выполнение условий охлаждения и радиотехнического обеспечения, необходимых для нормального функционирования приборов. Так, для охлаждения лазерной мишени требовались криогенные температуры (80–150К). А для успешной работы квантоскопа следовало подавать на катод ЭЛП высокое отрицательное ускоряющее напряжение (до 65 кВ). Соблюдение этих требований приводило к тому, что любая аппаратура на основе квантоскопов первого поколения создавалась как бы “с нуля”, поскольку стандартные для обычных ЭЛП технические решения и комплектующие устройства оказались не применимыми. Глубокое охлаждение лазерной мишени потребовало создания специальных дорогостоящих криогенных устройств с большими массогабаритными показателями и энергопотреблением порядка 3–4 кВт. Для подачи на катод столь высокого отрицательного напряжения необходимы нестандартные источники высоковольтного напряжения, содержащие помимо собственно источника напряжения блоки питания катода, модулятора, усилителя видеосигнала и др. К тому же, этот высоко-

Представляем автора статьи

Макиенко Олег Михайлович. Окончил Московский физико-технический институт по специальности квантовая электроника. Главный конструктор лазерных ЭЛП НИИ “Платан” (г. Фрязино). Автор более 80 публикаций и изобретений. Сфера профессиональных интересов – теория, эксперимент и практическая реализация полупроводниковых лазеров с электронной накачкой. *Контактный тел./факс (095) 702–9336.*

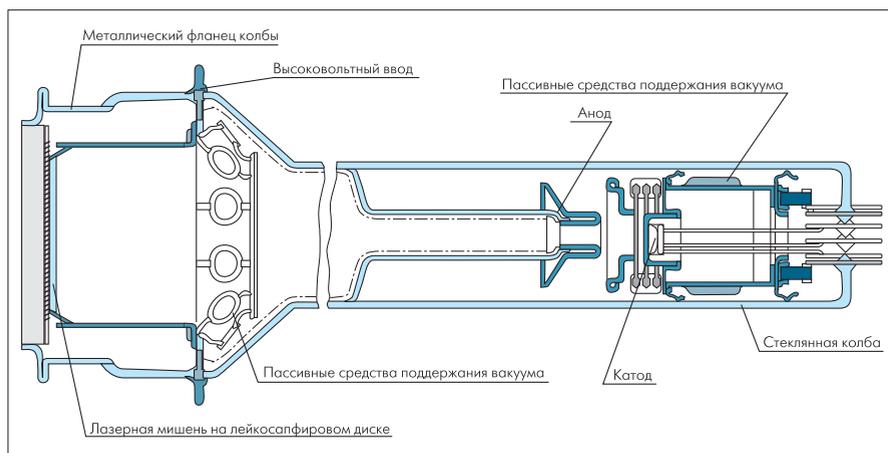


Рис. 1. Общая конструкция кинескопа нового поколения

вольтовый комплекс нужно было изолировать от остальной системы, что обычно выполнялось с помощью трансформаторного масла большого объема.

Квантоскопы первого поколения имели также ряд конструктивных недостатков: большую длину (750 мм); встроенные активные средства поддержания вакуума, что сразу же ограничивало срок службы примерно до 1 тыс. ч и усложняло и без того достаточно непростое устройство. Все это делало аппаратуру на основе квантоскопов первого поколения слишком громоздкой (массой до 500 кг), дорогостоящей и ненадежной.

С целью устранения перечисленных недостатков, максимального приближения эксплуатационных характеристик новых приборов к стандартным ЭЛП и обеспечения возможности применения стандартных радиотехнических и холодильных средств в последние четыре года активно велась разработка **лазерных кинескопов нового поколения**. Ставились задачи:

- снижения ускоряющего напряжения до 40–50 кВ и смены его полярности на положительную, как в обычных ЭЛП;
- доведения температуры охлаждения лазерной мишени до 240–270К;
- уменьшения длины прибора до 350 – 400 мм;
- применения в конструкции, как и в обычных ЭЛП, только пассивных средств поддержания вакуума.

В ходе решения этого комплекса взаимосвязанных задач была создана совершенно новая конструкция лазерного ЭЛП (рис. 1), который по внешнему виду аналогичен стандартным устройствам. Его длина – 370 мм; диаметр лазерной мишени – 50 мм; масса без компаунда – 400 г. Таким образом, по сравнению с квантоскопами первого поколения, длина и масса нового ЭЛП уменьшены более чем в два раза. Конструкция выполнена по классической для всех ЭЛП схеме с продольным возбуждением активной среды экрана электронным пучком. Улучшены и потребительские свойства ЭЛП нового поколения: конструкция максимально упрощена, вакуум поддерживается внутренними пассивными средствами; электроизоляция высокого напряжения решена за счет применения системы внутренней вакуумной изоляции и стандартного внешнего компаундирования высоковольтного ввода. Таким образом, с точки зрения радиотехнического и электронного обеспечения новый квантоскоп – обычный ЭЛП типа высокояркостного проекционного кинескопа.

В ходе разработки лазерных кинескопов нового поколения последовательно решались две основные, на первый взгляд взаимоисключающие для полупроводниковых лазеров, задачи: снижение напряжения генерации лазерного излучения и повышение рабочей температуры. Как известно, и то и другое ведет к резкому снижению

мощности излучения квантоскопов, особенно в температурном диапазоне 200–300К [1]. Чтобы сохранить основные светотехнические характеристики, в первую очередь достаточно высокую мощность излучения, для новой конструкции квантоскопа была создана и оптимизирована более совершенная оптико-формирующая система, позволившая повысить плотность тока электронного пучка на мишени.

Сама лазерная мишень также была модернизирована и оптимизирована под новые условия возбуждения. В отличие от квантоскопов первого поколения, мишень нового ЭЛП одновременно с генерацией лазерного излучения частично выполняет и функции электроизоляции. Общую для всех ЭЛП проблему резкого

увеличения диаметра электронного пучка с ростом тока, имеющую критически важное значение для квантоскопов, удалось решить за счет совершенствования электронно-оптической системы прибора. При создании конструкции лазерного ЭЛП нового поколения было найдено большое число новых технических решений, 12 из которых были запатентованы в России и за рубежом. В основном они касаются решения проблемы подачи высоковольтного напряжения на внутреннюю сторону лазерной мишени с одновременным заземлением ее внешней стороны. В ходе совершенствования технологических процессов изготовления новых приборов появился целый ряд ноу-хау, что совместно с патентованием позволило создать надежную систему защиты лазерных ЭЛП нового поколения и укрепило российскую монополию на данный класс приборов.

Основные характеристики лазерных кинескопов нового поколения

Диапазон длины волны излучения	.460 – 700 нм
Мощность излучения 2 – 10 Вт в зависимости от длины волны
Разрешающая способность не менее 1600 ТВ-линий (против 1200 ТВ-линий у квантоскопов первого поколения)
Долговечность (оцениваемая по экспресс-методике) 3000 ч (у первого поколения – 1 тыс. ч)

Улучшены и эксплуатационные параметры приборов. Главные из них – положительное катодное напряжение 40–45 кВ и температура охлаждения лазерной мишени 250–280К (–20 – 0 С). Это уже температуры, обеспечиваемые современными стандартными холодильными системами, среди которых особый интерес представляют полупроводниковые термохолодильные устройства на эффекте Пельтье.

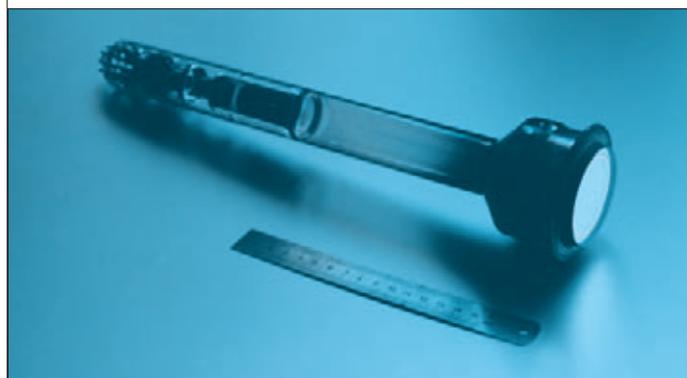


Рис. 2. Неохлаждаемый лазерный кинескоп нового поколения

В ходе разработки лазерных кинескопов нового поколения удалось создать первые образцы приборов, вообще не требующих охлаждения и работающих при комнатной температуре (300К) (рис.2). Отличие характеристик этих лазерных ЭЛП от квантоскопов первого поколения, требующих охлаждения, лишь в том, что приводимые значения мощности излучения для охлаждаемых приборов – это значения средней мощности, а для неохлаждаемых – значения импульсной мощности с коэффициентом заполнения экрана 5–10%. Такие приборы уже сейчас могут использоваться в компактной (масса не более 10–15 кг), надежной и эффективной аппаратуре растровых оптических микроскопов и в системах диагностики раковых опухолей.

Аппаратура на основе мощных охлаждаемых лазерных кинескопов нового поколения также кардинально отличается от первых образцов систем на ЭЛП. Достаточно сравнить массогабаритные показатели этих систем: не более 30–50 кг при использовании новых приборов и порядка 350–500 кг на базе предыдущих устройств. Еще важнее возможность применения стандартных, т. е. надежных и недорогих, средств обеспечения. В качестве примера системы на основе новых охлаждаемых квантоскопов можно привести лазерный телевизионный проектор для стандартных киноэкранов площадью 30–50 м², состоящий из RGB-триады лазерных ЭЛП и обеспечивающий воспроизведение полноцветного телевизионного изображения высокого качества, практически недостижимого для про-

екторов, работающих на альтернативных принципах (светоклапанных, люминофорных, чисто лазерных).

В заключение необходимо еще раз отметить, что лазерные квантоскопы нового поколения – чрезвычайно наукоемкие и монополярно российские изделия, не имеющие конкурентов на внутреннем и внешнем рынках. Правда, на мировом рынке наибольшее внимание привлекут законченные системы на основе этих приборов, например тот же лазерный проектор с уникальными характеристиками, низкой себестоимостью и монополярной ценой при продаже. Такие системы представляют безусловный интерес для бизнеса и инвестиций как в России, так и за рубежом. В целом комплекс проведенных научно-технических и технологических работ позволил не только сохранить светотехнические характеристики квантоскопов первого поколения, но и улучшить некоторые из них. Это – малогабаритные, надежные и недорогие приборы, которые могут быть непосредственно использованы в системах различного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уласюк В.Н. Квантоскопы. – М.: Радио и Связь, 1988.
2. Садчихин А.В. Проекционные системы отображения информации. – ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес, 1999, № 4, с. 56–62.
3. Doane B. Flat-panel display technology in Russia. – Information Display, 1995, № 4-5, p. 16.

ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ

ЛАЗЕРНЫЕ ПРОЕКТОРЫ “ЛАЗЕР-TV” И “ЛАЗЕР-ХОУМ”

Сегодня мы представляем два инвестиционных проекта, в основе которых лежит созданный в НИИ “Планта” лазерный ЭЛП (или квантоскоп), не имеющий зарубежных аналогов. Это “Лазер-TV” – лазерный проектор для отображения высококачественной телевизионной и дисплейной информации на больших экранах (до 50 м²) и “Лазер-хоум” – лазерный проектор для домашних телетеатров (площадь экрана до 2 м²). Созданы действующие прототипы обоих устройств.

Суть обоих проектов – замена в современных проекторах высококачественных люминофорных ЭЛП квантоскопами. Проекторы на высококачественных ЭЛП – одни из самых отработанных типов проекционных устройств. До 1997–1998 годов эти устройства занимали лидирующее положение на мировом рынке проекционных систем. Основные недостатки как отечественных, так и зарубежных проекторов на ЭЛП – относительно низкие яркость изображения и цветовой контраст (чистота цветов). Аналогичные проблемы характерны для проекторов на модуляторах света и ЖК-матрицах. Устройства на традиционных, в основном твердотельных, лазерах обеспечивают абсолютную чистоту цветов, но из-за спекл-фона, отрицательно влияющего на зрительное восприятие, а также из-за сложности систем модуляции и растровой развертки не получили широкого распространения. Применение квантоскопов позволит устранить указанные недостатки и реализовать системы воспроизведения реального чистого изображения с высокой яркостью и абсолютной чистотой цветов без спекл-фона. Достаточно низкая себестоимость – еще одно важное достоинство новых ЭЛП.

Цель проектов “Лазер-TV” и “Лазер-хоум” – разработка и организация производства лазерных телепроекторов для уникальных систем получения высококачественного ТВ-изображения. Лазерный телепроектор сможет найти применение в телетеатрах (электронном кино), концертных и

выставочных залах, в рекламе и шоу-бизнесе. Проекторы несомненно представляют интерес для организаций, использующих крупноформатные экраны для систем управления большими энергетическими комплексами (атомные и тепловые электростанции), управления полетами (ЦУП, крупные аэропорты), в тренажерах и т.п.

Основные характеристики проекторов

Параметр	“Лазер-TV”	“Лазер-хоум”
Световой поток, лм	не менее 5000	не менее 1000
Разрешающая способность, пикселей	1600x1280	
Контраст	не менее 1:100	
Масса, кг	не более 50	не более 30
Энергопотребление, Вт	не более 800	не более 300

Созданные в рамках проектов “Лазер-TV” и “Лазер-хоум” системы смогут кардинально изменить рыночную ситуацию в мире и занять лидирующее положение на рынке средств проецирования высококачественного ТВ-изображения на экраны большого размера и домашних телетеатров. На эти системы будет устанавливаться монополярная цена, что, несомненно, обеспечит коммерческий успех проектов.

Интеллектуальная собственность авторов по основному элементу проектора – квантоскопу – надежно защищена авторскими свидетельствами, патентами, публикациями (более 150). В процессе выполнения проекта можно получить патенты на отдельные элементы проектора, в первую очередь на современную конструкцию лазерного ЭЛП.

Для реализации проекта “Лазер-TV” необходимо 10 млн. долл., проекта “Лазер-хоум” – 8,0 млн. долл. Сроки реализации – 2,5 года. Возможны различные формы участия инвесторов. Наиболее приемлемая – совместная реализация проекта и организация совместного производства в России и за рубежом с использованием зарубежных комплектующих, а также зарубежных возможностей в маркетинге и рекламе.

Контактный тел./факс (095) 702–9336

“Электронная бумага” Первые успехи

Министерство науки и Управление исследований в области электроники Министерства обороны Великобритании (Defence Electronic Research Agency – DERA) передали компании ZBD Displays разработанную по финансируемой ими программе технологию создания бистабильных ЖК-индикаторов. ZBD означает Zenithal Bistable Device – бистабильное “зенитное” устройство. Передаваемая технология – вариант создания электронно-адресуемого индикатора на ЖК нематического типа, способных сохранять воспроизводимое изображение при отключении питания. Впервые о создании такого варианта “электронной бумаги” специалисты DERA сообщили в конце 1997 года.

ZBD-технология разработана на основе результатов изучения влияния структуры поверхности на соединение молекул жидкого кристалла друг с другом. Работа была начата еще в 1991 году, и в проведении теоретических и экспериментальных исследований приняли участие в общей сложности 35 ученых DERA. В конечном итоге исследователям под руководством профессора Дэмина Макдонелла – ветерана в области ЖК-технологии, разрабатываемой в 60-70-е годы в Британском королевском институте радиолокации и связи, – с помощью методов формирования голографических решеток удалось получить поверхности с двумя состояниями энергетического минимума. В одном длинные молекулы ЖК-материала расположены в плоскости поверхности, в другом – перпендикулярны ей. Микроканалки на поверхности, формирующие структуру решеток, оптически взаимодействуют с ЖК-материалом. Изготавливаются они методами фотолитографии. Минимальные размеры канавок – 0,5 мкм.

В обычном индикаторе молекулы ЖК-материала лежат в плоскости его поверхности, а для изменения их положения на перпендикулярное необходимо электрическое поле, после снятия которого они возвращаются в исходное состояние. Поддача напряжения на ZBD-индикатор приводит к изменению одного устойчивого состояния молекул на другое. Поэтому изображение, воспроизводимое ZBD-индикатором, сохраняется надолго и стереть его можно лишь при подаче соответствующего напряжения. Индикатор можно свернуть, можно даже ударить по нему – изображение не пропадет. Как утверждают разработчики, изображение сохраняется и при частичном повреждении индикатора. Таким образом, создано бистабильное устройство отображения информации без применения сегнетоэлектрических ЖК-материалов.

Самое серьезное отличие индикатора нового типа от традиционных – схема управления. Как утверждает Макдонелл, требуемое напряжение колеблется в пределах от нескольких вольт до 10 В. Кроме того, от обычных ЖКИ ZBD-индикатор отличается значительно большим углом обзора. Его характеристики сопоставимы с устройствами отображения на твист и супертвист нематическом материале. Разработчики создали опытные образцы простой панели и матрицы 8x8 пикселей с разрешением по уровню серого 4 бит. Но они не видят никаких фундаментальных препятствий к достижению разрешения 8 бит.

ZBD-технология применима для любых ЖК-материалов, в том числе нематических, используемых в большинстве ЖКИ активного и пассивного типов. Эта технология совместима и с основными процессами производства ЖКИ, например с процессом нанесения прозрачных электродов оксида олова-индия. А это значит, что стоимость новых энергонезависимых ЖКИ практически не превысит стоимости обычных устройств.

Следует отметить, что в момент развертывания работ по программе исследования новых типов ЖКИ ни в Великобритании, ни в Европе не существовало какого-либо заметного производства ЖКИ. Сегодня DERA имеет около 10 патентов, касающихся методов обработки поверхности и создания ZBD-индикаторов. Управление передало лицензии на изготовление этих устройств вновь созданной фирме ZBD Displays. Фирма получила финансовую помощь от траста Начинаний (2,25 млн. долл.), инвестирующего бизнес в области высоких технологий, от Dow Chemical Ventures – инвестиционного подразделения Dow Chemical и от TTP Ventures – подразделения венчурного капитала инвестиционной фирмы. Полученные средства ZBD Displays намерена потратить на отработку новой технологии с целью ее коммерциализации.

Решение передать новую технологию частной фирме было принято через неделю после того, как министр обороны Великобритании сообщил о намерении развивать схему взаимодействия DERA с частным сектором, в соответствии с которой около трех четвертей работ Управления будет передано частно-промышленным фирмам. В ведении DERA останутся лишь закрытые работы, такие как исследования в области бактериологического оружия.

www.eetimes.com/story/OEG20000807S054

Гибкие дисплеи Интерес к ним не ослабевает

Фирма Alien Technology предлагает жидкостной процесс самосборки дисплеев и других электронных систем на различные подложки, в том числе и гибкие пластмассовые. Схема управления дисплеем выполняется на обычных электронных компонентах, что позволило отказаться от тонкопленочных элементов, формируемых на стеклянных подложках. Отдельные компоненты, названные разработчиками наноблоками, помещаются в специальный водный раствор с присадками, которые предотвращают склеивание и повреждение компонентов и обеспечивают их адгезию к подложке. Раствор “разливается” на подложку (изготавливаемую из любого материала), в которой сформированы отверстия, соответствующие по форме этим наноблокам. “Осевшие” в отверстия наноблоки объединяют с помощью стандартных методов металлизации, например распыления и травления алюминия. Шаг межсоединений компонентов значительно больше шага контактных площадок

на кристалле. Поэтому число контактных площадок невелико, благодаря чему наноблоки содержат избыточную логику, обеспечивающую как функциональную, так и физическую вращательную симметрию компонента. Для прямоугольных блоков необходима двойная вращательная симметрия (поворот на 180°), для квадратных – четырехкратная симметрия (поворот на 90°). Не попавшие в отверстия наноблоки просто смыываются, очищаются и вновь используются.

Благодаря малым размерам (сторона квадрата около 100 мкм и малая толщина) наноблоки могут монтироваться на гибкие подложки, выдерживая их сгибание без ухудшения параметров. Дисплеи с такими компонентами перспективны для применения в смарт-картах, гибких мембранах, “сворачиваемых” табло. Метод пригоден и для изготовления настенных дисплеев.

www.semiconductor.net/