

УДК 621.315.592.2.

В.И. ОСИНСКИЙ¹, С.В. ПАВЛОВ², П.В. ДЕМИНСКИЙ^{1,2}

ПЕРСПЕКТИВЫ RGB СВЕТОДИОДНЫХ УСТРОЙСТВ В МЕДИЦИНЕ. ПРИМЕНЕНИЕ РЕВЕРСИВНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ СВЕТОДИОДОВ НА ПУТИ ПОЛУЧЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ RGB ИСТОЧНИКОВ БЕЛОГО СВЕТА.

¹ *Институт микроприборов НАН Украины,*

г. Киев, ул. Северо-Сырецкая, 3

² *Винницкий национальный технический университет,*

г. Винница, ул.Хмельницкое шоссе 95,

³ *Национальный технический университет Украины “КПИ”,
ул.Проспект победы , 37, г.Киев.*

Анотация. Статья посвящена исследованию диодных источников света. Исследовано сравнительные характеристики люминесцентных и RGB диодных источников света и характеристики светодиодных источников света в реверсивном режиме включения.

Abstract. The paper is described them of diode light sources. Comparative characteristics of fluorescent and RGB diode light sources and characteristics of LED light sources in reversible mode inclusion id studied.

ВСТУПЛЕНИЕ

Многочисленные исследования лечения различных заболеваний светодиодным и лазерным излучением соответствуют укоренившемуся в современной официальной “таблеточной” медицине и физической культуре подходу “в здоровом теле – здоровый дух”. Однако как показывает история медицины и реальные факты, “дух” является первостепенным, приоритетным фактором хорошего здоровья. Свет, через нервно-психологическую систему оказывает эффективное воздействие на общее состояние здоровья человека, что не достаточно учитывается в приборах искусственного освещения. Только светодиодное и микролазерное излучения обладают такими уникальными свойствами как микропроцессорная управляемость [1] мультиспектральностью, динамическими свойствами в широком частотном диапазоне, временной и пространственной когерентностью, которыми не обладают традиционные источники света, такие как лампы накаливания, люминесцентные обычные и энергосберегающие, газоразрядные в том числе высокого давления. Введение в твердотельные диодные спонтанные и когерентные источники света элементов искусственного интеллекта позволяет целенаправленно “настраивать” нервно-психологическое состояние (“дух”) человека через его наноструктуры зрительного аппарата и мозга [2]. Известно, что более 90% информации человек получает через зрение. RGB-диодное освещение позволяет использовать этот ресурс для укрепления здоровья и при необходимости – лечения человека через его нейро-психологическую систему. В настоящее время широкое распространение находят светодиоды, в которых белый свет излучается люминофором, который покрывает фиолетовый светодиод. Несмотря на сравнительную простоту технологии и дешевизну продукции по характеру взаимодействия с человеком [2] они принципиально не отличаются от традиционных люминесцентных ламп.

ПОСТАВКА ПРОБЛЕМЫ

С учетом тенденций перехода от микро- к нанoeлектронике возникает возможность варьирования параметрами структур, управление которыми до сегодня являлось не возможным. Создание наноразмерных структур способствует возможности общего уменьшения размеров устройств, что способствует их дальнейшему применению, например в медицине, для возможности как локального так и общего влияния на организм человека. Получение нано светоизлучающих структур является одной из важных задач, решением которой занимается большое число научных отделов среди которых и Центр оптоэлектронных технологий Института Микроприборов.

ЦЕЛЬ СТАТЬИ

Настоящая работа является дальнейшим развитием работ по диодным источникам света, которые проводятся в течении 25 лет в Центре оптоэлектронных технологий Института Микроприборов, в г. Киев. Рассмотрев физико-технологические вопросы создания интегральных микролазерных и светодиодных устройств и проблемы восприятия диодного излучения человеческим зрением, здесь мы переходим к обоснованию преимуществ RGB диодных источников света и вопросам гибридно-монокристаллической интеграции гетероструктур и фоточувствительных элементов микропроцессорного управления RGB светодиодами при динамическом их функционировании.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Влияние света на человека исследовалось из незапамятных времен. Так, Парацельс в XVI веке установил, что красный цвет способствует укреплению и возбуждению, а темно-синий – успокоению. В наше время ведутся широкие исследования в США, Японии, Германии и других странах. По современным представлениям действие света регулирует:

- суточные и сезонные циклы активности;
- гормональный состав крови;
- тонус мышечных сокращений, заживление тканей;
- восприятие боли, температуры, времени, изображений;
- психическое состояние: уровень возбуждения, психическое и эмоциональное состояние,

активность и расслабленность;

- кровяное давление;
- умственную работоспособность.

В августе 2009 г. Всемирная ассоциация “International Dark-Sky Association (IDA)” организовала серию семинаров по вопросам влияния света на здоровье человека. В 2009 г. исследования воздействия света RGB источников на биологические объекты и человека начаты в России: ФТИ им. Иоффе, г. Санкт-Петербург, Центр авиакосмической медицины, г. Москва, СПбГУ информационных технологий, механики и оптики, г. С.-Петербург.

Миллионы лет эволюции жизни на Земле адаптировали Человека к солнечному свету, который наряду с землёй, водой и воздухом определяет само его существование. По спектральному составу солнечный свет является широкополосным, близким к поглощению абсолютно черного тела в диапазоне цветовых температур 2500–12000К: восход-закат 1200–1850К, 2 часа после восхода – перед закатом – 3050–3150К, полдень – 4000К, дневной свет 5500К, голубое небо – 9000–12000К.

2. Сравнительные характеристики люминесцентного и RGB светодиодного освещения.

Люминесцентные лампы являются источниками “противоестественного освещения”, в котором отсутствуют спектральные полосы, необходимые для протекания биологических процессов. “Холодный свет” люминофоров вызывает депрессивное состояние. Быстрее происходит утомление нервной системы человека из-за снижения его функциональной стабильности. Излучаемый свет является статичным, параметрами которого нельзя управлять современными микропроцессорными средствами. Длительное облучение люминесцентными лампами вызывает мигрень, головокружение, кожные заболевания, включая рак, развиваются эндокринные нарушения и бесплодие. Отсутствие естественного освещения вызывает сезонные депрессии.

RGB (мультиспектральные) диодные источники света могут программироваться на естественный свет, что улучшает нервно-психическое состояние, которое выражается в возрастании скорости принятия решений, улучшается переключение и распределение внимания. Могут быть заданы цвета излучения соответствующие восходу, полудню и закату Солнца, что обеспечивает цикличность суточного перехода от теплых тонов к холодным и снова к теплым. Возможно программирование изменения во времени и пространстве таких параметров освещения, как интенсивность, частота, степень когерентности, компенсация температурных и временных изменений. Частично-когерентный свет суперлюминесцентных диодов является аналогом солнечного излучения и существенно повышает информационную способность восприятия изображений, включая детали трехмерных объектов. [2]. Интеллектуализация RGB источников света позволяет создавать оптимальные условия для профессиональных групп и отдельных индивидуумов, например, пилотов, хирургов и других “критических” профессий.

3. Реверсивное включение диодных излучателей в качестве фоточувствительных датчиков излучения отдельных спектральных полос, сигналы от которых поступают в микропроцессор.

В высококачественных гетероструктурах светодиодов достигнута малая концентрация

поверхностных состояний в интерфейсах, что позволяет получать высокую пороговую и спектральную чувствительность в светопринимающем режиме, достаточную для работы микропроцессора. При этом чувствительность в длинноволновой части селективного диапазона подавляется в 10^3 – 10^5 раз (Рис.1). Высокая селективность может быть обеспечена соответствующей обработкой поверхности слоев, их толщиной и атомным составом. Технологическими режимами получения гетероструктур можно обеспечить любую спектральную ширину фоточувствительности светодиодных структур. в диапазоне длин волн, меньшем максимума полосы излучения. При этом проводится оптимизация структур как по квантовому выходу излучения, так и по фоточувствительности. Реверсивное включение светоидных структур обеспечивает селективность измерения светового потока отдельно красных, зеленых и синих светодиодов без применения фильтров, что особенно важно при их интеграции с транзисторными схемами управления на кремнии [2], которые поддерживают заданное значение цветовой температуры (координат цветности на цветовой диаграмме).

Таблица 1.

Сравнение параметров фотоприемников получаемых реверсивным включением светодиодных гетероструктур

Параметры	Светочувствительная структура	Красный СИД, нулевое или обратное включение	Инжекционный фотодиод $U_{пр} < U_{отс}$.	Зелёный СИД, включение 1,2	Голубой СИД	Лавинное включение RGB СИД, Si МОП	Реактивный фоточувствительный сенсор Осадчука	Si-фотодиод
	1	2	3	4	5	6	7	
1.	Спектральный диапазон, нм	420–632	420–640	400–520	350–420	400–800	350–660	900–400
2.	Чувствительность, А/Вт	0,1	15	0,08	200	0,05	0,1	0,5–0,001
3.	Усиление фототека, раз	–	Инжекционное усиление 150	–	10^2	–	–	–
4.	Длина волны максимальной чувствительности, нм	630	–	510	425	410	–	880
5.	Спектральный диапазон значительного снижения фотоотклика, нм	>650	>600	>525	>540	>420	>632	>1000
6.	Снижение фотоотклика, раз	$>5 \cdot 10^3$	$>10^4$	$>10^4$	$>10^5$	$>10^4$	$>10^4$	$>10^2$
7.	Шунтирующее сопротивление, МОм	>100	>50	>100	>100	>100	>100	>100
8.	Последовательное сопротивление, КОм	<1	0,5	<1	<0,7	<2	<(0,5–2)	<1

В условиях производства чипов светодиодов имеется разброс максимальных длин волн спектров излучения, который реально составляет 3 % для синих СИД, 8 % для зелёных СИД и 5 % для красных СИД. (табл. 2).

С учётом соответствующих значений для реверсивной чувствительности и силы света, светодиодные гетероструктуры (см. Табл. 2) дают возможность оценить виртуальные флуктуации цветовой температуры, которые сглаживает микропроцессорное управление.

Численные значения длины волн максимумов излучения λ_{\max} , максимальной энергетической чувствительности при реверсивном включении (А/Вт) без усиления и силы света RGB чипов гибридных матриц диодных источников света.

Таблиця 2.

Численные значения длины волн максимумов излучения $\lambda_{\text{макс}}$., максимальной энергетической чувствительности при реверсивном включении (А/Вт) без усиления и силы света RGB чипов гибридных матриц диодных источников света

№ СИД	Цвет	Красный (R)			Зелёный (G)			Голубой (B)			Оценка RGB			Оценка флуктуации цветовой температуры RGB источников света (оттенков), %
		$\lambda_{\text{макс}}$, нм	Чувств., А/Вт	Сила света, кд	$\lambda_{\text{макс}}$, нм	Чувств., А/Вт	Сила света, кд	$\lambda_{\text{макс}}$, нм	Чувств., А/Вт	Сила света, кд	$\lambda_{\text{макс}}$, нм	Чувств., А/Вт	Сила света, кд	
1.		632	0,15	6,32	517	0,08	15,1	421	0,1	320	0,96	0,04	12,54	111
2.		630	0,09	5,9	519	0,06	13,2	415	0,07	344	5,89	0,07	11,538	143
3.		635	0,13	6,0	514	0,1	12,7	425	0,09	340	6,45	0,019	7,634	115
4.		631	0,11	6,1	513	0,15	14,3	420	0,1	325	4,46	0,042	7,502	98
5.		634	0,12	5,3	517	0,09	13,5	416	0,12	330	4,47	0,025	2,695	58
6.		633	0,16	5,7	512,6	0,1	14,4	422	0,11	332	5,07	0,038	0,691	47
7.		631	0,14	6,4	514	0,13	14,7	423	0,1	338	4,54	0,026	5,538	82
8.		632	0,16	6,7	518	0,12	16,0	419	0,1	341	1,38	0,038	8,725	83
9.		630	0,13	5,4	517,4	0,14	13,2	421	0,12	319	2,86	0,034	13,549	134
10.		631	0,11	5,8	514,1	0,09	12,9	430	0,13	334	10,43	0,034	1,958	101
11.		635	0,1	6,1	518	0,1	15,5	417	0,11	340	4,19	0,026	7,625	97
12.		637	0,08	6,35	523	0,1	13,7	415	0,1	322	9,01	0,046	10,511	160
13.		629	0,1	6,6	520	0,14	14,3	419	0,09	327	4,45	0,041	5,526	82
14.		630	0,15	6,3	514	0,12	14,0	421	0,1	338	4,09	0,028	5,505	79
15.		632	0,12	5,6	526	0,1	15,1	421	0,14	341	8,79	0,036	8,569	142
16.		635	0,14	6,9	519	0,13	13,4	417	0,12	329	4,47	0,029	3,665	67
Среднее значение		632,313	0,124	6,09	517,256	0,11	14,125	420,125	0,106	332,5	5,094	0,0357	7,111	

ВЫВОДЫ

RGB способ получения белого света позволяет управлять основными его параметрами как в процессе программирования микро-оптоэлектронных устройств при изготовлении так и при их эксплуатации, что недоступно всем другим источникам света.

Реверсивное включение светодиодных гетероструктур для регистрации параметров излучения в динамическом режиме позволяет регулировать с помощью встроенного микропроцессора интенсивность и частоту световых импульсов каждого заданного цвета и обеспечить интеллектуализацию самого процесса светодиодного освещения.

Применение интегральных диодных источников света обеспечивает широкие возможности укрепления здоровья человека при необходимости перспективы для применения в медицине и биологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осинский В.И. Оптоэлектронные структуры на многокомпонентных полупроводниках. // В.И. Осинский, Привалов В.И., Тихоненко О.Я. Мн.: Наука и техника, 1981. – 280с.
2. Osinsky V.I. Si/A3B5 one chip integration of white LED sources / V.I. Osinsky, O. Murchenko, V. Hushmand // Semiconductor Physics Quantum Electronics & Optoelectronics. –2009. – pp.240-250.
3. Osinsky V.I. Information conception of image perception at solid-state lighting / V.I. Osinsky // Semiconductor Physics Quantum Electronics & Optoelectronics. – 2007. – pp.30-37.

Надійшла до редакції 19.02.2011р.

ОСИНСКИЙ ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ – д.т.н., профессор, директор Центра оптоэлектронных технологий НИИ Микроприборов НАН Украины, Киев, Украина.

ПАВЛОВ СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ – д.т.н., профессор, академик Международной академии наук прикладной радиоэлектроники, проректор по научной работе Винницкого национального технического университета, Винница, Украина.

ДЕМИНСКИЙ ПЁТР ВИТАЛЬЕВИЧ – аспирант Национального технического университета Украины «КПИ», младший научный сотрудник Центра оптоэлектронных технологий НИИ Микроприборов НАН Украины, Киев, Украина.