



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H05B 33/08 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2015151755, 21.04.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.04.2014

Дата регистрации:
10.07.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
03.05.2013 EP 13166445.0

(43) Дата публикации заявки: 08.06.2017 Бюл. № 16

(45) Опубликовано: 10.07.2018 Бюл. № 19

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 03.12.2015

(86) Заявка РСТ:
EP 2014/058035 (21.04.2014)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2014/177409 (06.11.2014)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
"Юридическая фирма Городисский и Партнеры"

(72) Автор(ы):

ПЕТЕРС Хенрикус Мари (NL)

(73) Патентообладатель(и):

ФИЛИПС ЛАЙТИНГ ХОЛДИНГ Б.В. (NL)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2011115406 A1, 2011.05.19. US
2007171159 A1, 2007.07.26. US 2012223648 A1,
2012.09.06. US 2012306370 A1, 2012.12.06. RU
2447624 C2, 2012.04.10.

(54) СВЕТОДИОДНАЯ ОСВЕТИТЕЛЬНАЯ ЦЕПЬ

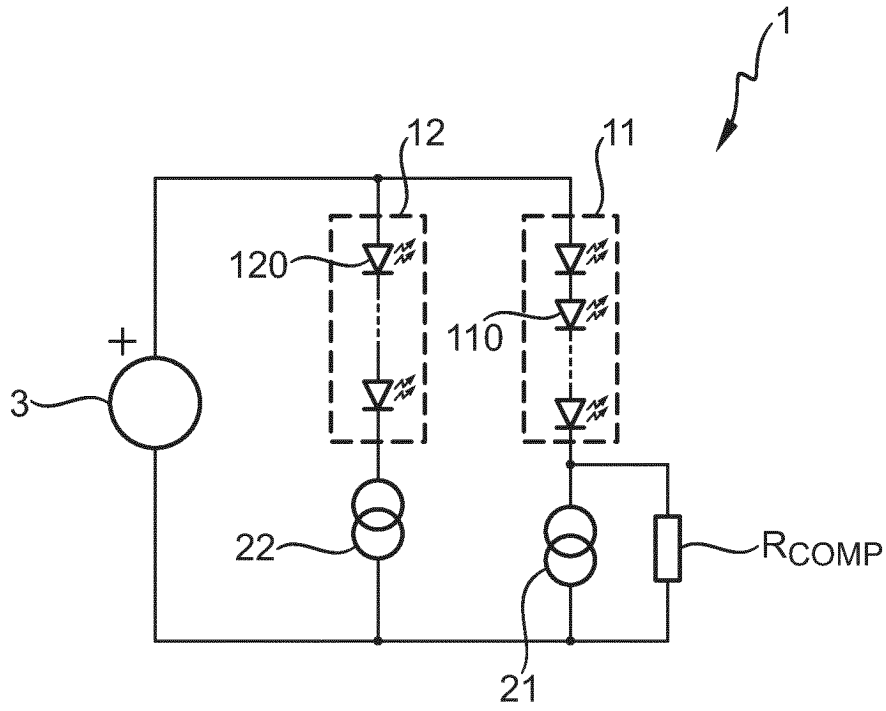
(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам освещения. Техническим результатом является обеспечение осветительного устройства для освещения объектов светом с заранее заданной цветовой точкой. Результат достигается тем, что осветительная цепь (1) содержит первичный набор (11) светодиодов (110) первого цвета и вторичный набор (12) светодиодов (120) дополнительного цвета; причем температурно-зависимое уменьшение светового выхода первичного набора (11) светодиодов (110) является большим, чем температурно-зависимое уменьшение светового выхода вторичного набора (12) светодиодов (120);

и устройство фиксации соотношения потоков, реализованное для сохранения, по существу, постоянного соотношения между световым выходом первичного набора (11) и световым выходом вторичного набора (12), во время температурно-зависимого общего уменьшения светового выхода светодиодов (110, 120) осветительной цепи (1). Данное изобретение также описывает осветительное устройство для освещения объектов светом с заранее заданной цветовой точкой, причем осветительное устройство содержит по меньшей мере одну такую осветительную цепь (1), в которой наборы

(11, 12) светодиодов выбраны для излучения, в комбинации, света с заранее заданной цветовой точкой при некоторой начальной температуре, и в которой устройство фиксации соотношения

поточков осветительной цепи (1) выполнено с возможностью сохранения этой цветовой точки при температуре, более высокой, чем начальная температура. 2 н. и 9 з.п. ф-лы, 11 ил.



Фиг. 3



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H05B 33/08 (2006.01)

(21)(22) Application: **2015151755, 21.04.2014**

(24) Effective date for property rights:
21.04.2014

Registration date:
10.07.2018

Priority:

(30) Convention priority:
03.05.2013 EP 13166445.0

(43) Application published: **08.06.2017** Bull. № 16

(45) Date of publication: **10.07.2018** Bull. № 19

(85) Commencement of national phase: **03.12.2015**

(86) PCT application:
EP 2014/058035 (21.04.2014)

(87) PCT publication:
WO 2014/177409 (06.11.2014)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

PETERS Khenrikus Mari (NL)

(73) Proprietor(s):

FILIPS LAJTING K HOLDING B.V. (NL)

(54) **LED ILLUMINATION CIRCUIT**

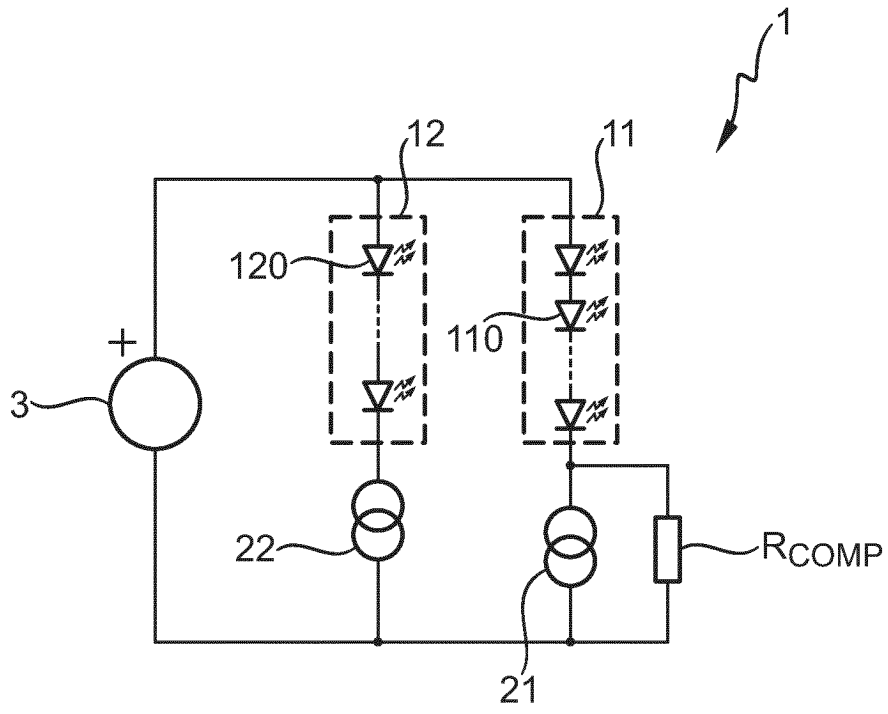
(57) Abstract:

FIELD: lighting.

SUBSTANCE: invention relates to the lighting devices. Result is achieved by the fact that the illumination circuit (1) comprises the first color LEDs (110) primary set (11) and the additional color LEDs (120) secondary set (12); wherein in the LEDs (110) primary set (11) light output temperature-dependent decrease is greater than in the LEDs (120) secondary set (12) light output temperature-dependent decrease; and flows fixing device implemented, substantially, for preservation of constant relationship between the primary set (11) light output and the secondary set (12) light output, during the lighting illumination (1) LEDs (110, 120) light output temperature-dependent overall

decrease. Present invention also describes a lighting device for the objects illumination with the predetermined color point light, wherein the lighting device comprises at least one such illumination circuit (1), in which the LED sets (11, 12) are selected for emission, in combination, of light with the predetermined color point at the certain initial temperature, and in which the illumination circuit (1) flows ratio fixing device is configured to store this color point at a temperature higher than the initial temperature.

EFFECT: technical result is provision of lighting device for the objects illumination with light with the predetermined color point.



ФИГ. 3

RU 2660801 C2

RU 2660801 C2

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Данное изобретение описывает светодиодную осветительную цепь, и осветительное устройство для освещения объектов светом с заранее заданной цветовой точкой.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОМУ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

5 Для различных осветительных применений, разные цветные светодиоды (light-emitting diode - LED) могут быть скомбинированы для обеспечения света с некоторой
необходимой цветовой точкой. Светодиоды могут излучать зеленый, синий, желтый
или красный цвет в видимом участке светового спектра. Можно получить «белый»
светодиод с использованием люминофора, преобразующего свет, излучаемый синим
10 светодиодом, в белый свет. Подобным образом, синий свет от светодиодов синего
свечения может быть преобразован в красный свет с использованием подходящих
люминофоров. Однако, это является менее эффективным по сравнению с прямым
получением красного света от светодиодов красного свечения, поскольку
преобразование с использованием люминофора связано с потерями, обусловленными
15 стоксовым сдвигом частоты. При использовании подходящих комбинаций «белых»
или цветных светодиодов, может быть получен свет с некоторой эффективностью.
Например, «белые» светодиоды могут быть скомбинированы с красными светодиодами
для получения света с красноватым оттенком цвета. Такая комбинация может быть
полезна, когда необходимо улучшить цветопередачу красных или красноватых объектов,
20 таких как некоторые продукты питания, такие как мясо, фрукты, овощи красного цвета,
и т.д., поскольку цветопередача красных объектов с использованием «чистого» белого
цвета является обычно недостаточной. Цветовая точка источника освещения
комбинированного цвета может быть определена используемым количеством белых
или цветных светодиодов, и/или способом управления этими светодиодами. Например,
25 в одной методике, вклад конкретного цвета светодиодов может быть увеличен или
уменьшен посредством настройки номинального прямого тока для светодиодов этого
цвета. Альтернативно, может быть активированы дополнительные светодиоды для
получения необходимого общего цвета.

В любом диоде, уровни энергии активации р-п-перехода проявляют температурную
30 зависимость, которая может быть оценена количественно в виде соотношения между
температурой перехода и падением прямого напряжения на диоде. Это соотношение
будет зависеть в значительной степени от материала, используемого для изготовления
диода. По этой причине, разные цветные светодиоды имеют разные температурные
характеристики, и световой или фотонный поток светодиода, и, следовательно, световой
35 выход светодиода, являются, следовательно, температурно-зависимыми. Другими
словами, световой выход светодиода начинает падать выше некоторой температуры.
Следовательно, цветовая точка источника освещения, использующего светодиоды
разных цветов, сместится от начальной цветовой точки. Например, красные светодиоды
в комбинации со светодиодами одного или нескольких других цветов (таких как белый)
40 «сместятся» от красного цвета при увеличении температуры. Это может создать
проблему, поскольку человеческий глаз является очень чувствительным к небольшим
изменениям цвета, т.е., небольшим изменениям цветовой точки. В осветительном
применении, в котором красный компонент является важным, например, для освещения
охлаждаемого прилавка-витрины, или освещения полок, такое смещение цветовой
45 точки может быть заметным и может отрицательно влиять на воспринимаемое качество
освещения. Световой выход светодиодов, которые излучают свет в пределах некоторого
цветового диапазона, например, «красных» светодиодов (длина волны, приблизительно,
660 нм) и «дальних красных» светодиодов (длина волны, приблизительно, 730 нм),

может также существенно отличаться при увеличении температуры перехода. При незаметности для человека-наблюдателя, соотношение между красным и дальним красным компонентами светового спектра может иметь заметное влияние на растения, которые освещены осветительным устройством с использованием комбинации таких светодиодов, поскольку фитохромы растений нуждаются в балансе между красным и дальним красным светом, и физиологические процессы растений, такие как индукция цветения, удлинение стебля, прорастание и т.д., в значительной степени управляются фитохромами растений.

Для решения проблемы «дрейфа» цветовой точки при увеличении температуры, светодиодные осветительные устройства комбинированного цвета обычно используют некоторый вид датчика для детектирования температуры светодиодов и/или для распознавания цвета света, излучаемого светодиодами. Например, осветительное устройство предшествующего уровня техники, использующее температурный датчик, может определить достижение некоторой температуры перехода, и может управлять более температурно-чувствительными красными светодиодами посредством увеличения тока через эти светодиоды. Другое осветительное устройство предшествующего уровня техники использует оптический датчик цвета, например, трехцветную или двухцветную фотодиодную матрицу, для непрерывного мониторинга комбинированного цветового выхода. Для коррекции цветового смещения или дрейфа цветовой точки, может быть использована цепь управления с обратной связью по цвету, для управления светодиодами «более слабого» цвета таким образом, чтобы они вносили больший вклад в общий световой выход. Снова, это может быть достигнуто посредством увеличения тока этих светодиодов или посредством активации большего количества светодиодов этого цвета. Другая известная методика включает в себя обеспечение в этой цепи средства измерения напряжения для измерения падения прямого напряжения на температурно-чувствительных светодиодах, таких как последовательность красных светодиодов. Значение падения прямого напряжения затем преобразуют посредством контроллера в увеличение тока для этих более температурно-чувствительных светодиодов.

Однако, такие датчики или цепи измерения являются дорогостоящими и увеличивают общую стоимость осветительного устройства. Если «дополнительные» светодиоды введены для компенсации возможного цветового смещения при повышенных температурах, то они также увеличивают стоимость осветительного устройства, а используются только во время настройки цвета при таких высоких температурах, и не используются иным образом.

Заявка на патент США 2011/0115406 описывает устройство, излучающее белый свет, с первичным и вторичным набором светодиодов, конкретно, набором красного и набором синего цветов. Это устройство включает в себя цепь управления для компенсации изменения соотношения красного и синего цвета в выходном излучении из-за рабочей температуры. Эта цепь не компенсирует интенсивность излучения. Управляющее устройство применяет датчики температуры и/или температурно-зависимые резисторы.

В заявке на патент США 2011/115406 A1, заявке на патент США 2007/171159 A1 и документе DE 10 2111 009697, используются NTC-терморезисторы или PTC-терморезисторы. А также, в них используется либо один из источников напряжения, либо источник тока, для управления светодиодами.

Таким образом, целью данного изобретения является обеспечение более экономически выгодного светодиодного осветительного устройства комбинированного цвета с использованием, предпочтительно, постоянного цветового выхода.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Цель данного изобретения достигают посредством осветительной цепи по п.1 формулы изобретения; посредством осветительного устройства по п.12 формулы изобретения, для освещения объектов светом с заранее заданной цветовой точкой; и посредством способа по п.15 формулы изобретения в отношении управления осветительной цепью.

Согласно данному изобретению, осветительная цепь содержит один или несколько первичных наборов светодиодов первого цвета и один или несколько вторичных наборов светодиодов по меньшей мере одного второго цвета, причем температурно-зависимое уменьшение светового выхода первичного набора светодиодов является большим, чем температурно-зависимое уменьшение светового выхода вторичного набора светодиодов; и реализовано устройство фиксации соотношения потоков, для сохранения, по существу, постоянного соотношения между световым выходом первичного набора светодиодов и световым выходом вторичного набора светодиодов, во время температурно-зависимого общего уменьшения светового выхода светодиодов осветительной цепи, причем устройство фиксации соотношения потоков содержит: первый источник тока, последовательный с первичным набором, для питания током первичного набора; второй источник тока, последовательный с вторичным набором, для питания током вторичного набора; источник постоянного напряжения, параллельный последовательному соединению первичного набора и первого источника тока, и параллельный последовательному соединению вторичного набора и второго источника тока; и компенсационный резистор, соединенный с первичным набором светодиодов, причем сопротивление компенсационного резистора является постоянным и выбрано на основе различия между температурно-зависимым уменьшением светового выхода первичного набора светодиодов и температурно-зависимым уменьшением светового выхода вторичного набора светодиодов.

Следует понимать, что термин «световой выход» означает световой поток или фотонный поток набора светодиодов, зависящий от длины волны излучаемого света. Для светодиодов, излучающих в видимом спектре, термин «световой выход» должен быть интерпретирован как «световой поток». Подобным образом, для светодиодов, излучающих за пределами видимого спектра, например, в дальней красной части спектра, термин «световой поток» должен быть интерпретирован как «фотонный поток».

Соотношение между температурой диода и падением прямого напряжения на этом диоде является хорошей характеристикой, т.е., некоторое изменение температуры приведет к соответствующему некоторому изменению падения прямого напряжения.

Некоторые типы осветительных цепей комбинированного цвета предшествующего уровня техники по этой причине используют диод в качестве датчика температуры. «Устройство фиксации соотношения потоков» осветительной цепи согласно данному изобретению использует это знание по-другому. В отличие от корректирующих устройств предшествующего уровня техники, оно не пытается измерить или оценить количественно падение светового выхода с использованием цепей измерения или датчиков; а также не пытается сохранить постоянным общий или комбинированный световой выход осветительной цепи. Вместо этого, допускается падение светового выхода, и устройство фиксации соотношения потоков эффективно напрямую применяет падение напряжения на первичном наборе светодиодов для настройки тока через первичный набор (или оба набора) светодиодов, для «закрытия разрыва» между большим уменьшением светового выхода первичного набора, и менее сильным

уменьшением светового выхода вторичного набора, обеспечивая, таким образом, то, что соотношение светового выхода остается, по существу, постоянным, даже если световой выход первичного набора светодиодов является более температурно-зависимым, чем световой выход вторичного набора светодиодов. Другими словами, если световой выход вторичного набора диодов должен уменьшиться в результате соответствующего температуре падения прямого напряжения, то устройство фиксации соотношения потоков выполняет настройку светового выхода по меньшей мере первичного набора диодов, который корректируют в сторону увеличения таким образом, чтобы соотношение световых выходов как первичного, так и вторичного наборов оставалось, по существу, постоянным, независимо от температуры. Таким образом, осветительная цепь представляет простое решение проблемы обеспечения того, чтобы воспринимаемый цвет осветительной цепи комбинированного цвета оставался постоянным, в то же время не делая никаких попыток достижения постоянного светового выхода всей осветительной цепи. Устройство фиксации соотношения потоков реализовано в виде составной части осветительной цепи согласно данному изобретению. Данное изобретение использует другую характеристику восприятия света, а именно, состоящую в том, что глаз не может хорошо различать незначительно отличающиеся уровни освещенности. Например, уменьшение общего светового выхода или светового выхода осветительной цепи незаметно для человеческого глаза. Однако, незначительное изменение цвета будет заметным. Вместо попыток компенсации уменьшения светового выхода одного цвета посредством увеличения количества активных светодиодов этого цвета или посредством увеличения тока через них для увеличения их светового выхода, осветительная цепь согласно данному изобретению осуществляет совершенно другую методику и регулирует световой выход первичного набора для эффективного «согласования» или «отслеживания» уменьшения светового выхода вторичного набора. Таким образом, предотвращают заметное изменение цвета. Другое преимущество осветительной цепи согласно данному изобретению состоит в том, что постоянная цветовая точка может быть достигнута прямым и экономически выгодным способом, поскольку устройство фиксации соотношения потоков реализовано в виде составной части осветительной цепи, и может быть реализовано с использованием относительно небольшого количества схемных компонентов, как будет описано ниже. Это означает, что нет необходимости для использования каких-либо дополнительных измерительных цепей, таких как датчик температуры, оптический датчик, вольтметр, и т.д., и нет необходимости для использования контроллера для преобразования измерений, полученных от таких датчиков, в сигнал для настройки тока светодиодов.

Согласно данному изобретению, осветительное устройство для освещения объектов светом с заранее заданной цветовой точкой, содержит по меньшей мере одну такую осветительную цепь, в которой наборы светодиодов выбраны для излучения, в комбинации, света с заранее заданной цветовой точкой при начальной температуре, и в которой устройство фиксации соотношения потоков осветительной цепи выполнено с возможностью сохранения этой цветовой точки при температуре, более высокой, чем начальная температура.

Преимущество осветительного устройства согласно данному изобретению состоит в том, что цвет света, которым освещены объекты, останется тем же самым, даже если температура увеличится выше уровня, при котором световой выход разных цветных светодиодов в нормальных условиях существенно отличается. Таким образом, объекты могут быть освещены светом постоянного цветового качества, даже если общий световой выход осветительной цепи уменьшается, и даже если световой выход разных наборов

светодиодов является температурно-зависимым в разной степени.

Согласно данному изобретению, способ управления осветительной цепью - предусматривающий первичный набор светодиодов первого цвета и вторичный набор светодиодов дополнительного цвета; причем температурно-зависимое уменьшение светового выхода первичного набора светодиодов является большим, чем температурно-зависимое уменьшение светового выхода вторичного набора светодиодов - предусматривает этап увеличения светового выхода первичного набора таким образом, чтобы сохранялось, по существу, постоянное соотношение между световым выходом первичного набора и световым выходом вторичного набора, во время температурно-зависимого общего уменьшения светового выхода светодиодов осветительной цепи.

Преимущество способа согласно данному изобретению состоит в том, что нет необходимости фактического измерения каких-либо параметров, таких как температура, напряжение, цвет, и т.д. Вместо этого, «коррекция» светового выхода, в основном, включает в себя настройку по меньшей мере светового выхода первичного набора светодиодов для отслеживания собственного падения светового выхода вторичного набора светодиодов. Снова, способ согласно данному изобретению не пытается сохранить некоторый общий уровень светового выхода или световой выход при увеличивающихся температурах, вместо этого он просто сохраняет некоторое соотношение светового выхода, независимо от температуры, и допускает возможное общее уменьшение светового выхода осветительной цепи комбинированного цвета.

Зависимые пункты формулы изобретения и последующее описание раскрывают конкретные предпочтительные варианты осуществления и признаки данного изобретения. Признаки вариантов осуществления могут быть скомбинированы при необходимости. Признаки, описанные в контексте одной категории пунктов формулы изобретения, могут применяться равным образом к другой категории пунктов формулы изобретения.

Как упомянуто выше, световой выход или световой выход светодиода является температурно-зависимым. Температурная зависимость относится к цвету светодиода. О температуре перехода светодиода может быть сделан вывод на основании температуры его контактной площадки, которая может быть измерена на уровне монтажной платы. Например, при температурах контактных площадок только, приблизительно, 50°C, красный светодиод на основе фосфида алюминия-галлия-индия (AlInGaP) может выдать только, приблизительно, 80% от своего паспортного или номинального светового выхода. Уменьшение светового выхода люминофора в основе «белого» светодиода не будет таким сильным при таких температурах. Другими словами, падение светового выхода является разным для светодиодов разных цветов. При более высоких температурах контактных площадок, различие в световом выходе даже более выражено (это будет показано графически и объяснено ниже с помощью фиг. 1). Например, при 100°C, световой выход красного светодиода может составлять только, приблизительно, 50%. Обычно, температурная зависимость светового выхода для такого красного светодиода может быть 0,6%-ным уменьшением на градус Кельвина. Для «белого» светодиода, температурная зависимость светового выхода может быть только, приблизительно, 0,12% на градус Кельвина. Таким образом, температурно-зависимое различие светового потока составляет, приблизительно, 0,5% на градус Кельвина (0,5%K⁻¹). В осветительном устройстве комбинированного цвета, использующем такие светодиоды, ясно заметное цветовое смещение, от красного цвета к белому, будет происходить при увеличении температуры. Температура контактной площадки диода может быть измерена в экспериментах, и она обычно непосредственно

связана с температурой перехода диода. Данное изобретение использует тот факт, что увеличение температуры перехода связано с падением прямого напряжения на переходе установленным и известным соотношением. Таким образом, в конкретном предпочтительном варианте осуществления данного изобретения, устройство фиксации соотношения потоков выполнено с возможностью увеличения тока через светодиоды первичного набора, по существу, в той же самой пропорции, в которой световой выход первичного набора уменьшается относительно светового выхода вторичного набора.

Например, с использованием значений, упомянутых выше, различие на $0,5\% \text{ K}^{-1}$ в световом потоке корректируют увеличением на $0,5\% \text{ K}^{-1}$ тока через светодиоды первичного набора. Другими словами, устройство фиксации соотношения потоков осветительной цепи действует для увеличения тока через светодиоды первичного набора на величину, соответствующую различию между световым потоком первичного набора и световым потоком вторичного набора.

В конкретном предпочтительном варианте осуществления данного изобретения, устройство фиксации соотношения потоков содержит компенсационный резистор, соединенный с первичным набором светодиодов, причем сопротивление компенсационного резистора выбрано на основе различия между температурно-зависимым уменьшением светового выхода первичного набора светодиодов и температурно-зависимым уменьшением светового выхода вторичного набора светодиодов. Используя известное соотношение $U=IR$ (где U является напряжением, I является током, а R является сопротивлением), необходимое значение сопротивления может быть определено на основе известного общего падения прямого напряжения на градус Кельвина на светодиодах первичного набора и необходимого увеличения тока через светодиоды первичного набора.

Устройство фиксации соотношения потоков не ограничивается увеличением тока через первичный набор светодиодов. Вместо этого, падение прямого напряжения на первичном наборе может быть также использовано для воздействия на вторичный набор. В предпочтительном варианте осуществления данного изобретения, таким образом, устройство фиксации соотношения потоков также выполнено с возможностью уменьшения тока через светодиоды вторичного набора, на основе падения прямого напряжения на светодиодах первичного набора. В такой реализации, ток через первичный набор светодиодов увеличивают, в то время как ток через вторичный набор светодиодов уменьшают. Здесь, это воздействие должно выполнить коррекцию «в сторону увеличения» светового выхода первичного набора, и коррекцию «в сторону уменьшения» светового выхода вторичного набора.

Обычно, последовательностью или набором диодов в осветительной цепи управляет соответствующая цепь управления, представляемая на принципиальных схемах в виде источника тока, вырабатывающего электрический ток, который может быть пропорциональным напряжению на нем (линейный источник тока) или независимым от напряжения на нем (источник постоянного тока). В предпочтительном варианте осуществления данного изобретения, осветительная цепь содержит линейный источник тока для наборов светодиодов. Например, в предпочтительном варианте осуществления данного изобретения, осветительная цепь содержит температурно-зависимый линейный источник тока для набора светодиодов. Пример такого температурно-зависимого линейного источника тока может включать в себя биполярный транзистор (bipolar junction transistor - ВЛТ), поскольку температура перехода влияет на ток через транзистор, по существу, так же, как на ток через диод.

В дополнительном предпочтительном варианте осуществления данного изобретения,

линейный источник тока набора светодиодов может содержать температурно-независимый источник тока. Например, линейный источник тока может содержать источник, по существу, постоянного опорного напряжения. Любые из вышеупомянутых источников тока могут быть реализованы с использованием относительно недорогих стандартных компонентов.

Независимо от типа используемого источника тока, компенсационный резистор устройства фиксации соотношения потоков может быть размещен различными способами, в зависимости от методики выбранной для «закрытия разрыва» между световым выходом первичного и вторичного наборов светодиодов. В одном предпочтительном варианте осуществления данного изобретения, компенсационный резистор соединен параллельно с источником тока первичного набора светодиодов. В таком устройстве, при росте, т.е., увеличении, температуры перехода, воздействие для увеличения светового выхода первичных светодиодов (например, красных светодиодов) будет оказано только на ток через первичный набор, таким образом, чтобы светодиоды первичного набора выдавали уровень светового выхода, соответствующий световому выходу вторичных (например, белых) светодиодов, при более высоких температурах переходов. Альтернативно, компенсационный резистор сам может действовать в качестве источника тока.

В дополнительном предпочтительном варианте осуществления данного изобретения, компенсационный резистор присоединен между первичным набором и вторичным набором. Таким образом, падение прямого напряжения на светодиодах первичного набора также используют для оказания воздействия на световой выход светодиодов вторичного набора. В предпочтительном варианте осуществления данного изобретения, компенсационный резистор присоединен между первичным набором светодиодов и токочувствительным резистором источника тока вторичного набора светодиодов. Таким образом, падение прямого напряжения на светодиодах первичного набора используют для увеличения тока через первичные (например, красные или желтые) светодиоды, а также используют для уменьшения тока через вторичные (например, белые) светодиоды. Конечным результатом является увеличение светового выхода более температурно-зависимых светодиодов, и, одновременно, уменьшение светового выхода менее температурно-зависимых светодиодов. Значение компенсационного резистора, используемого в таком варианте осуществления, может быть выбрано исходя из рассмотрения изменения тока через вторичные светодиоды в результате температурной зависимости источника тока вторичного набора светодиодов.

Вышеупомянутые варианты осуществления описывали линейные управляющие устройства для светодиодов. В линейном управляющем устройстве, различие между падением прямого напряжения и напряжением питания рассеивается, например, посредством резистора, и, по существу, теряется. В качестве альтернативы линейным источникам тока, упомянутым выше, осветительная цепь согласно данному изобретению может использовать вместо этого импульсные источники тока, поскольку они обычно являются более эффективными. В импульсной цепи управления, «избыточная» энергия не рассеивается, а вместо этого сохраняется и высвобождается с использованием компонентов, таких как конденсаторы и катушки индуктивности. Такие компоненты действуют только в качестве пассивных компонентов цепи при приложении переменного напряжения или тока. Таким образом, импульсное управляющее устройство предпочтительно генерирует (высокочастотные) переменные напряжения и токи с использованием размещения транзисторов в коммутирующем устройстве. В таком варианте осуществления, вместо питания светодиодов постоянным током, эти

светодиоды можно быстро коммутировать с использованием высокочастотного сигнала таким образом, чтобы они только казались постоянно «включенными», в то время как, фактически, они являются «выключенными» в течение значительной части общего времени. В таком варианте осуществления, величину тока через первичный набор, а также, необязательно, через вторичный набор, можно регулировать посредством компенсационного резистора, как описано выше, в то время как подходящий компонент интегральной схемы может быть использован для приложения высокочастотного коммутирующего сигнала с широтно-импульсной модуляцией (pulse-width modulated - PWM) к подходящему транзистору, такому как полевой транзистор (field-effect transistor - FET), для коммутации тока диода.

Каждый набор светодиодов предпочтительно содержит только светодиоды единственного цвета и типа, так что любая настройка тока диода может быть выполнена надежно и точно. Однако, осветительная цепь может содержать один или несколько первичных наборов светодиодов и/или один или несколько вторичных наборов светодиодов. Например, осветительная цепь может содержать первичный набор с зелеными светодиодами дополнительно к первичному набору с красными светодиодами, а также вторичный набор с «белыми» светодиодами, а другой вторичный набор с синими светодиодами. Устройство фиксации соотношения потоков может быть выполнено с возможностью коррекции светового выхода только одного или обоих первичных наборов. В равной мере, оно может быть выполнено с возможностью коррекции светового выхода одного или обоих вторичных наборов.

Один вариант осуществления осветительного устройства согласно данному изобретению может быть использован для освещения продуктов питания, таких как мясо, фрукты и овощи. «Красноватый» цвет является оптимальным для освещения таких продуктов питания, например, с цветовой точкой или цветовой температурой, приблизительно, 2700К и 3500К («теплый» белый) К. Таким образом, такое осветительное устройство предпочтительно содержит первичный набор светодиодов красного цвета, и по меньшей мере один вторичный набор «белых» светодиодов, например, покрытых люминофором синих светодиодов. В таком варианте осуществления, светодиоды первичного набора предпочтительно излучают свет с длиной волны в области, приблизительно, 660 нм; в то время как светодиоды вторичного набора предпочтительно излучают, по существу, белый свет. Цветовую температуру осветительной цепи сохраняют, даже если температура контактных площадок увеличивается до уровней 50°C, 70°C, или выше. Таким образом, осветительное устройство согласно данному изобретению обеспечивает возможность сохранения необходимой цветовой точки или цветовой температуры без необходимости использования дорогостоящих и сложных датчиков температуры или датчиков цвета, и без необходимости фактического измерения падения напряжения на каком-либо из диодов во время их функционирования. Коррекция светового выхода является полностью автоматической и непосредственной, с сохранением, по существу, постоянной необходимой цветовой температуры, и с допущением общего падения светового выхода.

В альтернативном варианте осуществления, «теплый белый цвет» может быть получен посредством осветительной цепи согласно данному изобретению, в которой первичный набор светодиодов содержит «зеленоватые» светодиоды, которые не содержат красных люминофоров, а содержат только зеленые или желтые люминофоры. Вторичный набор светодиодов состоит из непосредственных красных или оранжевых излучателей, т.е., светодиодов, которые непосредственно излучают красный или оранжевый цвет. Первичный набор светодиодов имеет несколько «зеленоватый» оттенок цвета, а

вторичный набор светодиодов кажется красным, так что свет, излучаемый этой комбинацией, будет казаться белым, с цветовой температурой в диапазоне от 2700 до 3500 К, а цветовая точка света, излучаемого этой осветительной цепью, может лежать на линии абсолютно черного тела.

5 Другой вариант осуществления осветительного устройства согласно данному изобретению может быть использован для обеспечения садоводческого освещения для внутреннего освещения растений. Здесь, предпочтительно, выбирают, чтобы светодиоды первичного набора осветительной цепи излучали свет с длиной волны в области, приблизительно, 660 нм («красный» свет), в то же время, предпочтительно, выбирая, 10 чтобы светодиоды вторичного набора излучали свет с длиной волны в области, приблизительно, 760 нм («дальний красный» свет). Устройство фиксации соотношения потоков предпочтительно выполнено с возможностью обеспечения того, чтобы соотношение красного цвета и дальнего красного цвета оставалось один к одному, так, чтобы растения подвергались облучению светом, который правильно поддерживает 15 рост. Известные осветительные устройства без такой коррекции красного цвета/ дальнего красного цвета, могут получить в качестве результата применения угнетенные или слабые растения, поскольку нарушение соотношения между красным цветом и дальним красным цветом оказывает вредное воздействие на рост растений.

Другие цели и признаки данного изобретения станут ясны из следующего подробного 20 описания, при рассмотрении в сочетании с сопутствующими чертежами. Следует понимать, однако, что эти чертежи разработаны исключительно в целях иллюстрации, а не для определения ограничений данного изобретения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

25 Фиг. 1 показывает упрощенную принципиальную схему общепринятой светодиодной осветительной цепи комбинированного цвета;

Фиг. 2 показывает график относительного светового потока белого светодиода и красного светодиода;

Фиг. 3 показывает упрощенную принципиальную схему первого варианта осуществления осветительной цепи согласно данному изобретению;

30 Фиг. 4 показывает принципиальную схему осветительной цепи фиг. 3;

Фиг. 5 показывает принципиальную схему второго варианта осуществления осветительной цепи согласно данному изобретению;

Фиг. 6 показывает принципиальную схему третьего варианта осуществления осветительной цепи согласно данному изобретению;

35 Фиг. 7 показывает принципиальную схему четвертого варианта осуществления осветительной цепи согласно данному изобретению;

Фиг. 8 показывает принципиальную схему пятого варианта осуществления осветительной цепи согласно данному изобретению;

40 Фиг. 9 показывает первый вариант осуществления осветительного устройства согласно данному изобретению;

Фиг. 10 показывает второй вариант осуществления осветительного устройства согласно данному изобретению.

Во всех чертежах, одинаковые номера позиций относятся к одинаковым объектам. Объекты на схемах не обязательно изображены в масштабе.

45 **ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

Фиг. 1 показывает упрощенную принципиальную схему общепринятой светодиодной осветительной цепи 100 комбинированного цвета. Цепь 100 содержит две последовательности светодиодов 101, 102. Первая последовательность содержит

последовательно соединенные красные светодиоды 101, в то время как вторая последовательность содержит последовательно соединенные белые светодиоды 103. Общепринятое представление включает в себя источник 103 напряжения для приложения разности потенциалов к последовательностям светодиодов, и управляющее устройство для управления каждой последовательностью светодиодов. Количество светодиодов в осветительной цепи 100 определяет общий цвет, на который также влияет способ управления светодиодами. Во время функционирования осветительной цепи, температура переходов светодиодов увеличивается. Это может привести к цветовому смещению. Эта осветительная цепь предшествующего уровня техники может детектировать такое цветное смещение посредством воспринимающего блока 105, который может содержать подходящий датчик. Например, датчик температуры может детектировать увеличение температуры, а управляющее устройство воспринимающего блока 105 может определить необходимый корректирующий ток светодиодов, на основе детектированного увеличения температуры. Датчик напряжения может измерять падение прямого напряжения на красных светодиодах 101, и управляющее устройство может определить необходимый корректирующий ток светодиодов, на основе этого падения напряжения. Фотодиодный датчик может детектировать фактическое цветное смещение, и управляющее устройство может определить необходимый корректирующий ток светодиодов, на основе этого цветового смещения. Воспринимающий блок 105 может реагировать на измеренный параметр (температуру, напряжение, световой выход) посредством настройки количества белых и/или красных светодиодов, которые должны быть активированы, и/или посредством настройки рабочих циклов активных светодиодов. Необходимость введения таких воспринимающих схем означает, что стоимость и сложность такой общепринятой осветительной цепи комбинированного цвета является относительно высокой. Кроме того, ее способность компенсации предельного смещения цвета может быть ограниченной. Например, может оказаться невозможным скорректировать выраженное цветное смещение при более высоких температурах, если осветительная цепь не имеет достаточно красных светодиодов, поскольку максимальная величина красного света, которая может быть излучена единственным светодиодом, определяется размером его кристалла и теплоотводящей конструкцией.

Фиг. 2 показывает типичный график относительного светового потока белого светодиода и красного светодиода, в зависимости от температуры [°C] контактной площадки, иллюстрирующий то, как может возникнуть цветное смещение в осветительной цепи комбинированного цвета. Первая кривая 200 показывает довольно ровный световой выход для белого светодиода. Вторая кривая 201 показывает явно уменьшающийся световой выход для красного светодиода. Даже при температурах контактных площадок только, приблизительно, 50°C, красный светодиод уже выдает только, приблизительно, 80% светового потока, как показано первой вертикальной черточкой diff_{50} . Белый светодиод продолжает выдавать почти 100%. При более высоких температурах, различие даже больше выражено, как указано второй вертикальной черточкой diff_{100} . При 100°C, например, световой поток красного светодиода уменьшается почти наполовину. Температурная зависимость светового потока для типичного красного светодиода, например, красного светодиода на основе фосфида алюминия-галлия - индия, может быть 0,6%-ным уменьшением на градус Цельсия или Кельвина. Для белого светодиода, температурная зависимость светового потока может составлять только, приблизительно, 0,12% на градус Кельвина. Различие между температурными зависимостями, таким образом, составляет, приблизительно, 0,5% на

градус Кельвина. В осветительной цепи комбинированного цвета, использующей такие светодиоды, при увеличении температуры будет происходить явно заметное смещение от красного цвета, поскольку красные светодиоды выдают все меньше света.

Фиг. 3 показывает упрощенную принципиальную схему осветительной цепи 1 согласно первому варианту осуществления данного изобретения. Осветительная цепь 1 содержит первичный набор 11 красных светодиодов 110 и вторичный набор 12 белых светодиодов 120. Напряжение подано посредством источника 3 постоянного напряжения. Источник тока 21, 22 размещен последовательно с каждым набором 11, 12 светодиодов. Комбинированный световой выход этой цепи будет иметь необходимую красноватую цветовую точку при 20°C. Осветительная цепь 1 согласно данному изобретению может сохранять эту цветовую точку, даже при более высоких температурах, как будет пояснено ниже.

Можно допустить, что температурные характеристики светодиодов 110, 120 соответствуют характеристикам, указанным на фиг. 1 выше, т.е., белые и красные светодиоды проявляют различие в световом потоке, приблизительно, 0,5% на градус Кельвина. Другими словами, при увеличении температуры, световой выход красных и белых светодиодов уменьшается, причем уменьшение светового выхода красных светодиодов 110 больше, чем уменьшение светового выхода, показанное белыми светодиодами 120 (далее, в целях разъяснения данного изобретения, можно допустить данный порядок величины, но следует понимать, что фактические значения зависят от состава полупроводниковых устройств и, следовательно, могут отличаться).

Температурно-зависимую коррекцию цвета обеспечивают посредством компенсационного резистора R_{COMP} , который служит для увеличения тока через красные светодиоды 110, когда напряжение в режиме прямого тока падает на этих светодиодах 110 при более высоких температурах. Например, эта цепь может содержать десять красных светодиодов 110. Допустим, что падение прямого напряжения на красных светодиодах 110 составляет 2,0 мВ на градус Кельвина на переход. Следовательно, десять красных светодиодов 110 имеют суммарное падение прямого напряжения, составляющее 20 мВ на градус Кельвина. В этом примере можно предположить, что номинальный ток I_{red} через красные светодиоды 110 составляет 20,0 мА. Следовательно, для компенсации 0,5%-ного различия на градус Кельвина в световом потоке, ток через красные светодиоды 110 должен увеличиться на 0,5% на каждый градус Кельвина увеличения температуры. Это обеспечивают посредством компенсационного резистора R_{COMP} . Значение этого резистора выбирают согласно количеству последовательных красных светодиодов 110, и оно может быть вычислено с использованием формулы

$$R_{COMP} = \frac{n \cdot V_f}{K_{diff} \cdot I_{red}} \quad (1)$$

где R_{COMP} является значением резистора в Ом, n является количеством последовательных красных светодиодов 110, V_f является падением прямого напряжения на красном светодиоде 110, K_{diff} является различием в световом потоке между красными и белыми светодиодами, выраженным в процентах; и I_{red} является номинальным током через красные светодиоды 110.

Например, для десяти таких последовательных красных светодиодов 110, общее падение прямого напряжения составляет 20 мВ на градус Кельвина, и необходимое увеличение тока на градус Кельвина составляет 0,5%, а 0,5% от 20 мА составляет 0,1 мА. Подставляя эти значения в уравнение (1), из этой формулы получаем

$$R_{\text{COMP}} = \frac{20 \text{ } \hat{iA}}{0,1 \text{ } \hat{iA}} = 200 \text{ } \hat{\Omega} \quad (2)$$

Таким образом, компенсационный резистор R_{COMP} должен иметь значение 200 Ом для обеспечения температурной коррекции, составляющей 0,5% на градус Кельвина, между очень температурно-зависимыми красными светодиодами 110 и менее температурно-зависимыми белыми светодиодами 120. При использовании только девяти красных светодиодов вместо десяти, с использованием резистора 200 Ом, коррекция светового потока должна составлять 0,46% на градус Кельвина. Здесь, для обеспечения 10 необходимой коррекции светового потока, составляющей 0,5% на градус Кельвина, необходим резистор 180 Ом. В этом примере, компенсируют только ток через красные светодиоды.

Фиг. 4 показывает один вариант осуществления принципиальной схемы осветительной цепи 1 фиг. 3. Здесь, компенсационный резистор R_{COMP} также действует в качестве 15 источника 21 тока для набора красных светодиодов 110. Источник 21 тока для белых светодиодов 120 содержит транзистор Q22, токочувствительный резистор R_{22} , и температурно-независимый источник U22 напряжения. Резистор R_{SC} тока питания присоединен между источником 21 тока и светодиодами 120 для обеспечения тока питания для источника напряжения. Ток I_{white} через белые светодиоды 120 будет 20 уменьшаться при более высоких температурах. Одновременно, компенсационный резистор R_{COMP} действует для увеличения тока I_{red} через красные светодиоды 110 таким образом, чтобы соотношение белого к красному светового потока оставалось, по существу, постоянным. Таким образом, общий световой выход осветительной цепи 1 25 падает при увеличении температуры, но цветовая точка или цветовая температура света, излучаемого цепью 1, остается, по существу, постоянной. Таким образом, человек-наблюдатель не заметит никакого цветового смещения от красного, и падение светового выхода также будет незаметным для него.

Фиг. 5 показывает принципиальную схему осветительной цепи 1 согласно второму 30 варианту осуществления данного изобретения. Здесь, белыми светодиодами 120 управляют с использованием температурно-зависимого источника 22 тока, с двумя транзисторами Q22A, Q22B, размещенными в цепи активной обратной связи. В принципе, она функционирует так же, как и цепь обратной связи с использованием опорного 35 напряжения, описанная выше. С использованием одного транзистора Q22B (вместо интегральной схемы U22, описанной на фиг. 4, которая состоит из нескольких транзисторов для температурной компенсации), возможна более дешевая реализация, которая также дает больше свободного пространства для управляющего устройства и меньшее падение напряжения на токочувствительном резисторе R_{22} . Обычно, такая методика может показаться менее удовлетворительной, поскольку эта цепь обратной 40 связи с биполярным транзистором Q22 явно является температурно-зависимой. Однако, в осветительной цепи согласно данному изобретению, эта температурная зависимость использована для получения выгоды, поскольку ток белых светодиодов I_{white} и световой выход белых светодиодов уменьшится при увеличении температуры перехода транзистора Q22. Таким образом, транзистор Q22 автоматически обеспечивает 45 частичную компенсацию уменьшения светового выхода красных светодиодов. Уменьшение общего светового выхода этой осветительной цепи будет, таким образом, более выражено, по сравнению с осветительной цепью фиг. 4, но эта цепь является более дешевой в изготовлении. Например, ток I_{white} через белые светодиоды 120 может

уменьшаться на 0,3% на градус Кельвина. Таким образом, для красных светодиодов 110 необходима компенсация только 0,2%. Для тока красных светодиодов I_{red} , составляющего 20 мА, это означает, что уменьшение тока, составляющее только 0,04 мА, обеспечит то, что цветовое соотношение осветительной цепи 1 останется постоянным. Для девяти последовательных красных светодиодов 110, эта коррекция может быть обеспечена с использованием компенсационного резистора R_{COMP} 450 Ом, параллельного показанному температурно-независимому источнику 21 тока, содержащему транзистор Q21, температурно-независимый источник напряжения U21, и токоувствительный резистор R21 с сопротивлением 125 Ом.

Фиг. 6 показывает принципиальную схему осветительной цепи 1 согласно третьему варианту осуществления данного изобретения. Здесь, обоими наборами 11, 12 светодиодов 110, 120 управляют с использованием температурно-зависимых источников 21, 22 тока описанного выше типа. Однако, в этом варианте осуществления, компенсационный резистор R_{COMP} присоединен между первичным набором 11 красных светодиодов 110 и токоувствительным резистором R22 источника 22 тока белых светодиодов. В этом случае, компенсационный резистор R_{COMP} не только увеличивает ток I_{red} через красные светодиоды 110, но и увеличивает ток I_{white} через белые светодиоды 120. «Ток компенсации» I_{COMP} должен быть только половиной значения, вычисленного выше в варианте осуществления фиг. 5, а величина, на которую ток белых светодиодов I_{white} уменьшается, является такой же, как величина, на которую увеличивается ток красных светодиодов I_{red} . Вместо использования температурно-зависимых источников 21, 22 тока, как показано здесь, вместо транзисторов Q21B и Q22B могут быть использованы температурно-независимые компоненты, описанные выше (компонент U21 на фиг. 5; компонент U22 на фиг. 4).

Для уменьшения яркости светодиодной осветительной цепи, уменьшают напряжение на светодиодах. При низких уровнях яркости, температуры переходов светодиодов в осветительной цепи будут ниже, чем при номинальных или высоких уровнях яркости. Вследствие разных температурных зависимостей светодиодов разного цвета, более низкие температуры переходов могут привести к нежелательному смещению цветовой точки при уменьшении яркости светодиодной осветительной цепи комбинированного цвета.

Температурная компенсация с прямой связью, осуществляемая с помощью устройства фиксации соотношения потоков в осветительной цепи согласно данному изобретению, будет также автоматически обеспечивать компенсацию во время уменьшения яркости. Фиг. 7 показывает дополнительный вариант осуществления осветительной цепи 1 согласно данному изобретению. Здесь, вход 5 уменьшения яркости соединен с источниками 21, 22 тока для регулирования тока светодиодов I_{red} , I_{white} . Пока напряжение уменьшения яркости является достаточно низким, через диоды D3 будет протекать некоторый ток, пропорциональный уровню напряжения уменьшения яркости. Выше некоторого напряжения уменьшения яркости, источники 21, 22 тока будут управлять наборами 11, 12 светодиодов напрямую. В этом варианте осуществления, температурная компенсация, обеспеченная посредством устройства фиксации соотношения потоков R_{COMP} (размещенного здесь параллельно источнику 21 тока красных светодиодов), предотвращает цветовое смещение во время уменьшения яркости таким образом, чтобы цветовая точка скомбинированных наборов светодиодов оставалась фиксированной на необходимом уровне. В альтернативном варианте

осуществления, может быть применено уменьшение питания, в этом случае питание прерывают, например, посредством коммутатора, функционирующего с PWM, или мощного FET.

Фиг. 8 показывает версию осветительной цепи 1 комбинированного цвета с использованием режима коммутации, согласно другому варианту осуществления данного изобретения. Эта версия осветительной цепи 1 использует первый компонент интегральной схемы IC1 для управления током I_{red} через красные светодиоды 110, а второй компонент интегральной схемы IC2 для управления током I_{white} через белые светодиоды 120. Версия осветительной цепи 1 с использованием режима коммутации является более эффективной, чем цепи, описанные ранее на фиг. 3-6. Полевой транзистор (field-effect transistor - FET) F1, F2, такой как N-канальный MOSFET-транзистор, работающий в режиме обогащения, используют либо для «включения», либо для «выключения» каждой последовательности 11, 12 светодиодов, и длительностью интервалов времени «включения» управляют в каждом случае посредством компонентов IC1, IC2 интегральной схемы, каждый из которых выдает высокочастотный сигнал с широтно-импульсной модуляцией (pulse-width modulated - PWM) к подложке соответствующего FET F1, F2. Каждая интегральная схема IC1, IC2 может иметь внешний вход (обозначенный здесь как "D") для уменьшения яркости, дополнительно к другим обычным входам напряжения питания или заземления. Уменьшение яркости светодиодов может быть выполнено, в этом случае, посредством PWM. Здесь, также, температурная компенсация, обеспеченная посредством устройства фиксации соотношения потоков R_{COMP} , предотвращает нежелательное цветовое смещение во время уменьшения яркости таким образом, чтобы цветовая точка скомбинированных наборов светодиодов оставалась фиксированной на необходимом уровне.

В этой реализации, каждый токочувствительный резистор R21, R22 размещен «перед» своей последовательностью 11, 12 диодов. Сглаженная коммутация обеспечена посредством использования катушки L1, L2 индуктивности, последовательной с каждой последовательностью 11, 12 диодов. Обратные диоды D1, D2 используют для обеспечения того, чтобы последовательности 11, 12 диодов не были повреждены выбросами напряжения, которые возникают при «открывании» MOSFET-коммутаторов F1, F2.

Стабилитрон Z1 включен в цепь для минимизации потерь в компенсационном резисторе R_{COMP} , и его выбирают таким образом, чтобы даже при самой низкой температуре, т.е., при самом высоком общем падении прямого напряжения на последовательностях 11, 12 диодов, через компенсационный резистор R_{COMP} протекал минимальный ток компенсации I_{COMP} . В одном примере, последовательность 11 красных светодиодов содержит шесть красных светодиодов 110, и ток I_{red} через красные светодиоды 110 составляет 1,0 А.

Для «коррекции» цветового различия, составляющего 0,5% на градус Кельвина при увеличении температуры, ток должен быть увеличен на 5,0 мА на градус Кельвина. Снова, при падении прямого напряжения, составляющем 2,0 мВ на переход на градус Кельвина, значение компенсационного резистора R_{COMP} может быть определено с использованием соотношения, приведенного выше в уравнении (1), которое дает значение 2,4 Ом для компенсационного резистора R_{COMP} .

Вариант осуществления, использующий три цвета, показан на фиг. 9. Здесь, имеются два «первичных набора» 11, 13 светодиодов, которые оба выполняют настройку

светового выхода вторичного набора 12. Первый первичный набор 11 содержит красные светодиоды 110, в то время как другой первичный набор 13 содержит желтые светодиоды 130. Желтые светодиоды, изготовленные с использованием сильного легирования алюминием, обычно являются довольно низкоэффективными, причем они являются
5 даже более температурно-зависимыми, чем красные светодиоды, т.е., их световой поток уменьшается даже более сильно при увеличении температуры их перехода. Обычно, световой поток желтого светодиода уменьшается, приблизительно, в три раза больше, чем световой поток красного светодиода. В этом варианте осуществления осветительной цепи 1, устройство фиксации соотношения потоков увеличивает ток I_{red} , I_{amber} через
10 оба первичных набора 11, 13 светодиодов, и уменьшает ток I_{white} через набор 12 белых светодиодов. Компенсационный резистор R_{COMP} набора 11 красных светодиодов соединен с токочувствительным резистором R22 источника 22 тока белых светодиодов, а компенсационный резистор R_{COMP_13} набора 13 желтых светодиодов также соединен
15 с этим токочувствительным резистором R22. Поскольку ток I_{amber} через желтые светодиоды 130 должен быть увеличен, приблизительно, в три раза больше, чем ток I_{red} через красные светодиоды 110, значение компенсационного резистора R_{COMP_13} набора 13 желтых светодиодов будет меньше, чем значение компенсационного резистора R_{COMP} набора 11 красных светодиодов. Его значение может быть вычислено, как
20 описано выше, на основе общего падения прямого напряжения на градус Кельвина, номинального тока через желтые светодиоды, и процентного различия в световом потоке между желтыми и белыми светодиодами на градус Кельвина.

Фиг. 10 показывает первый вариант осуществления осветительного устройства 4
25 согласно данному изобретению, для возбуждающего аппетит и привлекательного освещения прилавка-витрины продуктов 40, таких как свежие фрукты и овощи. Здесь, осветительное устройство 4 содержит одну или несколько осветительных цепей 1, описанных выше. Для простоты, здесь показана только одна осветительная цепь. Первичный набор 11 осветительной цепи 1 содержит красные светодиоды, в то время
30 как вторичный набор 12 содержит «белые» светодиоды, так что обеспечена цветовая точка, приблизительно, 2700-3500 К, при температурах окружающей среды. Устройство фиксации соотношения потоков осветительной цепи обеспечивает то, что цветовая точка сохраняется, по существу, от 2700 до 3500 К, так что продукты питания всегда оптимально освещены.

Фиг. 11 показывает второй вариант осуществления осветительного устройства 4
35 согласно данному изобретению, для оптимального освещения растений 41 для внутреннего садоводческого применения. Здесь, осветительное устройство 4 содержит одну или несколько осветительных цепей 1, описанных выше. Для простоты, здесь показана только одна осветительная цепь 1. Первичный набор 11 осветительной цепи
40 1 содержит дальние красные светодиоды, в то время как вторичный набор 12 содержит красные светодиоды. Это устройство выполнено с возможностью обеспечения «светового средства» при температурах окружающей среды, которое лучше всего соответствует спектрам поглощения фитохромов растений, которые имеют пики чувствительности на красном (приблизительно, 660 нм) и дальнем красном
45 (приблизительно, 730 нм) участках светового спектра, обычно называемого «соотношением красного/дальнего красного». Осветительное устройство может также содержать любое количество дополнительных вторичных наборов светодиодов с синими и/или зелеными и/или «белыми» светодиодами в подходящих пропорциях, например, для обеспечения возможности наилучшей симуляции дневного света.

Устройство фиксации соотношения потоков каждой такой осветительной цепи обеспечивает то, что соотношение между фотонным потоком первичного набора (наборов) и вторичного набора (наборов) остается, по существу, постоянным, так что общий световой выход удовлетворяет требованиям для соотношения красного/ дальнего красного для фитохромов, которое сохраняется даже при увеличении температур контактных площадок светодиодов, так что растения всегда оптимально освещены, что оказывает положительное воздействие на их прорастание или рост. Красные светодиоды, излучающие, приблизительно, на 660 нм, и синие или белые светодиоды, излучающие на 450 нм, проявляют почти такую же температурную зависимость. Таким образом, такие светодиоды могут быть размещены в дополнительных вторичных наборах светодиодов осветительной цепи 1 осветительного устройства 4.

Хотя данное изобретение описано в форме предпочтительных вариантов осуществления и вариантов на их основе, следует понимать, что многочисленные дополнительные модификации и варианты могут быть дополнительно выполнены, не выходя за рамки объема данного изобретения.

Для ясности, следует понимать, что использование «один» или «некоторый» везде в данной заявке не исключает множества, а «содержащий» не исключает других этапов или элементов.

(57) Формула изобретения

1. Осветительная цепь (1), содержащая первичный набор (11, 13) светодиодов (110, 130) первого цвета, вторичный набор (12) светодиодов (120) дополнительного цвета; причем температурно-зависимое уменьшение светового выхода первичного набора (11, 13) светодиодов (110, 130) является большим, чем температурно-зависимое уменьшение светового выхода вторичного набора (12) светодиодов (120); и устройство фиксации соотношения потоков, для сохранения, по существу, постоянного соотношения между световым выходом первичного набора (11, 13) и световым выходом вторичного набора (12), во время температурно-зависимого общего уменьшения светового выхода светодиодов (110, 120, 130) осветительной цепи (1), причем устройство фиксации соотношения потоков выполнено с возможностью уменьшения тока через светодиоды (120) вторичного набора (12), на основе падения прямого напряжения на светодиодах (110, 130) первичного набора (11, 13), или устройство фиксации соотношения потоков выполнено с возможностью увеличения тока через светодиоды (110, 130) первичного набора (11, 13), на основе падения прямого напряжения на светодиодах (120) вторичного набора (12); устройство фиксации соотношения потоков содержит: первый источник (21) тока, последовательный с первичным набором (11), для питания током первичного набора (11); второй источник (22) тока, последовательный с вторичным набором (12), для питания током вторичного набора (11); источник (1) постоянного напряжения, параллельный последовательному соединению первичного набора (11) и первого источника (21) тока и параллельный последовательному соединению вторичного набора (11) и второго источника (21) тока; и компенсационный резистор (R_{COMP} , R_{COMP_13}), соединенный с первичным набором (11, 13) светодиодов (110, 130), причем сопротивление компенсационного резистора

(R_{COMP} , R_{COMP_13}) является постоянным и выбрано на основе различия между температурно-зависимым уменьшением светового выхода первичного набора (11, 13) светодиодов (110, 130) и температурно-зависимым уменьшением светового выхода вторичного набора (12) светодиодов (120).

5 2. Осветительная цепь по п. 1, содержащая линейный источник тока (21, 22, 23) для питания током (I_{red} , I_{white} , I_{amber}) набора (11, 12, 13) светодиодов.

3. Осветительная цепь по п. 2, в которой линейный источник тока (21, 22) содержит температурно-зависимое управляющее устройство (Q21B, Q22B).

10 4. Осветительная цепь по п. 2 или 3, в которой линейный источник тока (21, 22, 23) содержит температурно-независимое управляющее устройство (U21, U22, U23).

5. Осветительная цепь по любому из пп. 1-3, в которой компенсационный резистор (R_{COMP}) соединен параллельно с источником (21) тока первичного набора (11) светодиодов (110).

15 6. Осветительная цепь по любому из пп. 1-3, в которой компенсационный резистор (R_{COMP} , R_{COMP_13}) присоединен между первичным набором (11, 13) светодиодов (110, 130) и вторичным набором (12) светодиодов (120).

7. Осветительная цепь по п. 6, в которой компенсационный резистор (R_{COMP} , R_{COMP_13}) присоединен между первичным набором (11, 13) светодиодов (110, 130) и токочувствительным резистором (R22) источника (22) тока вторичного набора (12) светодиодов (120).

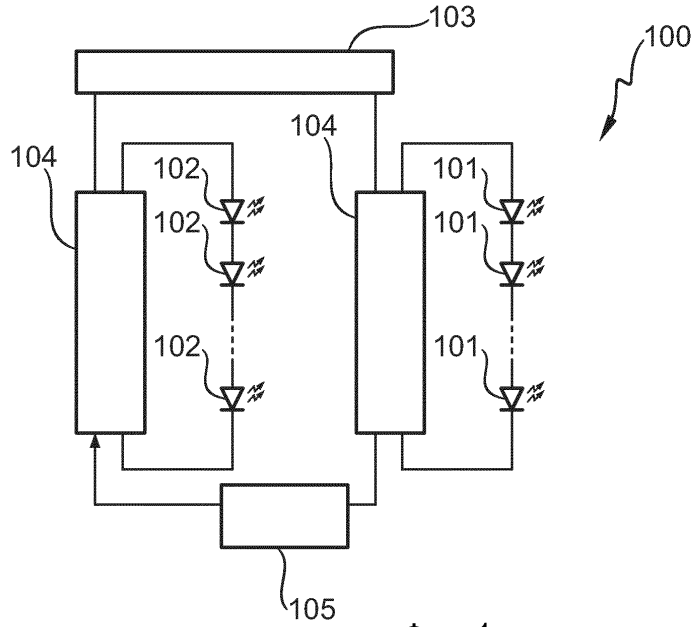
8. Осветительная цепь по любому из пп. 1-3, 7, содержащая по меньшей мере два первичных набора (11, 13) светодиодов, причем каждый первичный набор (11, 13) излучает свет индивидуального цвета.

25 9. Осветительное устройство (4, 4') для освещения объектов (40, 41) светом с заранее заданной цветовой точкой, причем осветительное устройство (4) содержит по меньшей мере одну осветительную цепь (1) по любому из пп. 1-8, в которой наборы (11, 12, 13) светодиодов осветительной цепи (1) выбраны для излучения, в комбинации, света с заранее заданной цветовой точкой, при некоторой начальной температуре, и в которой
30 устройство фиксации соотношения потоков осветительной цепи (1) выполнено с возможностью сохранения этой цветовой точки при температуре, более высокой, чем начальная температура.

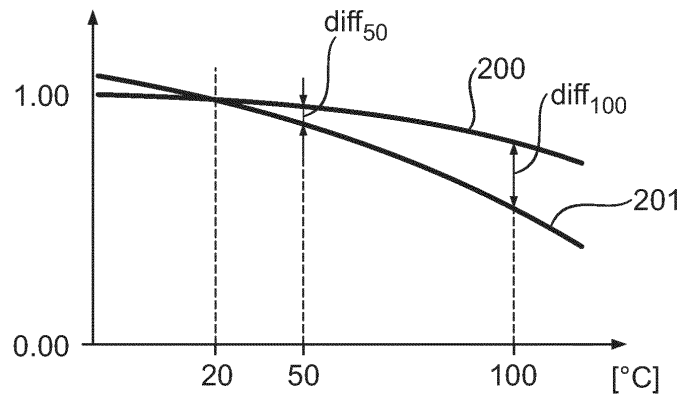
10. Осветительное устройство (4) по п. 9, реализованное для освещения продуктов (40) питания, в котором светодиоды первичного набора (11) осветительной цепи (1)
35 излучают свет с длиной волны в области приблизительно 600 нм; а светодиоды вторичного набора (12) осветительной цепи (1) излучают, по существу, белый свет.

11. Осветительное устройство (4') по п. 9, реализованное для освещения растений (41), в котором светодиоды первичного набора (11) осветительной цепи (1) излучают свет с длиной волны в области приблизительно 740 нм; а светодиоды вторичного набора
40 (12) осветительной цепи (1) излучают свет с длиной волны в области приблизительно 660 нм.

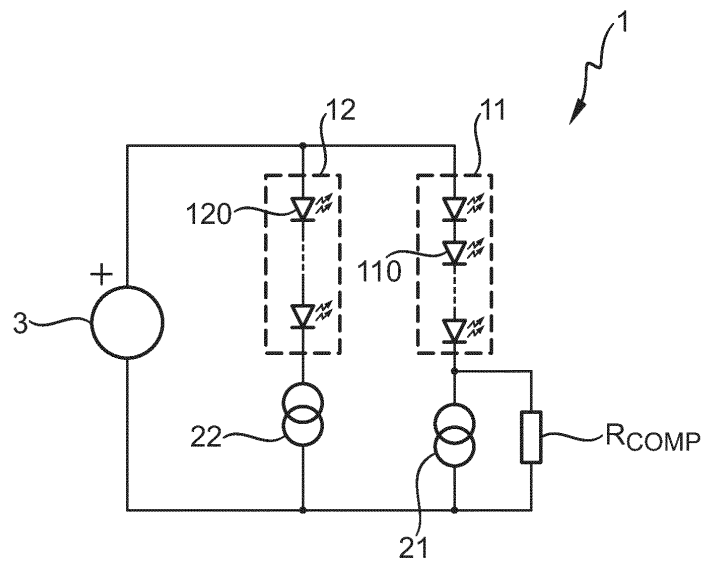
1/9



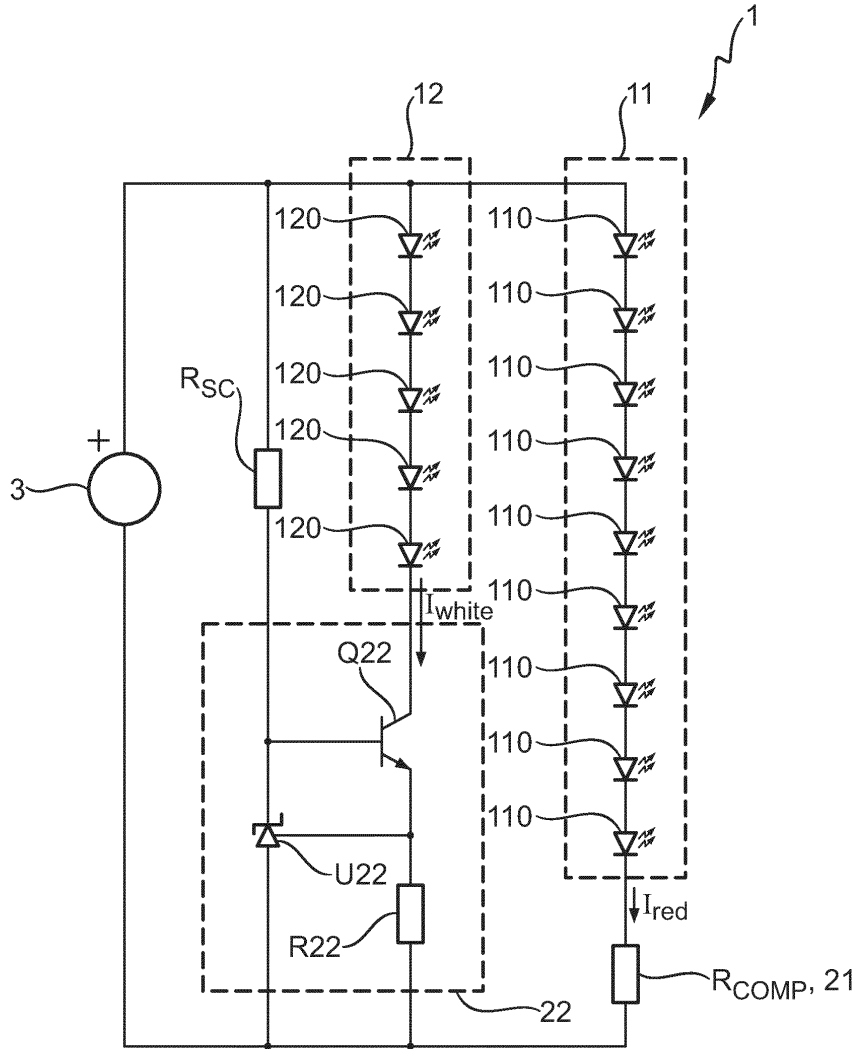
ФИГ. 1 (Предшествующий уровень техники)



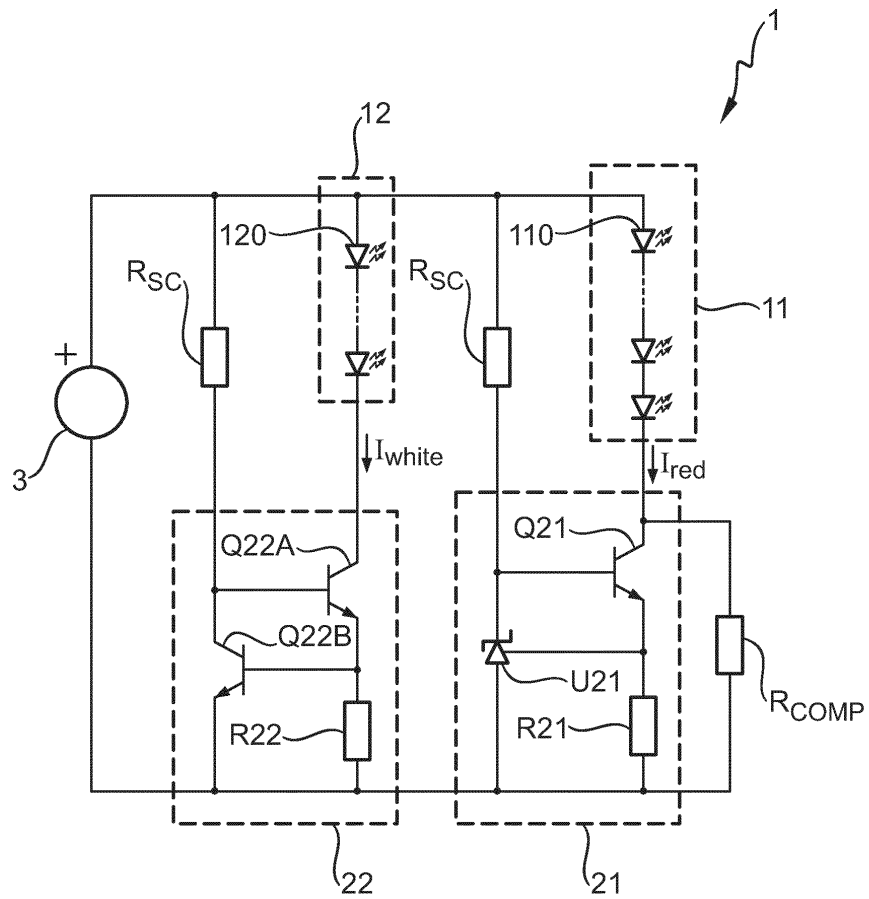
ФИГ. 2



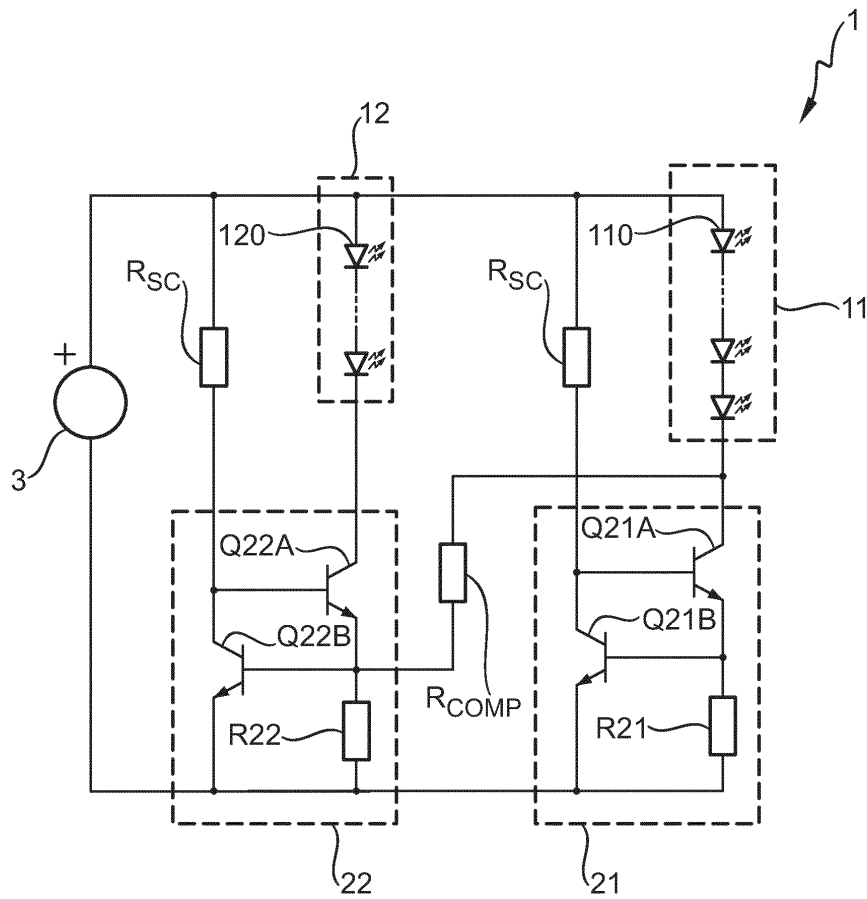
Фиг. 3



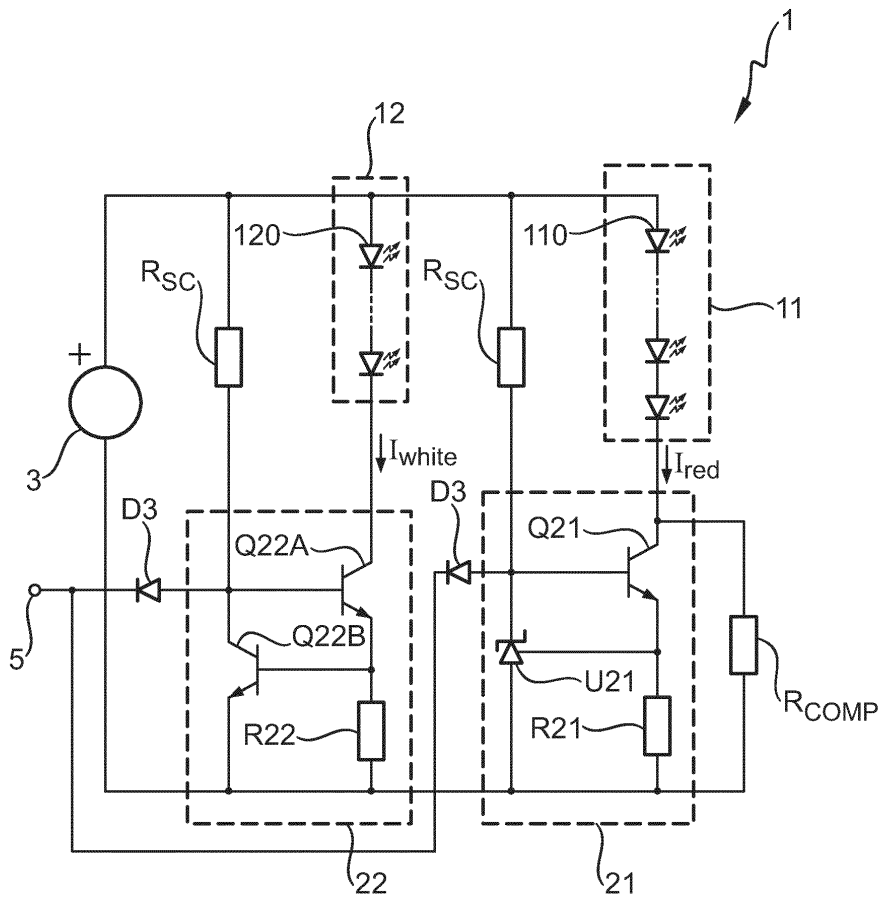
Фиг. 4



Фиг. 5

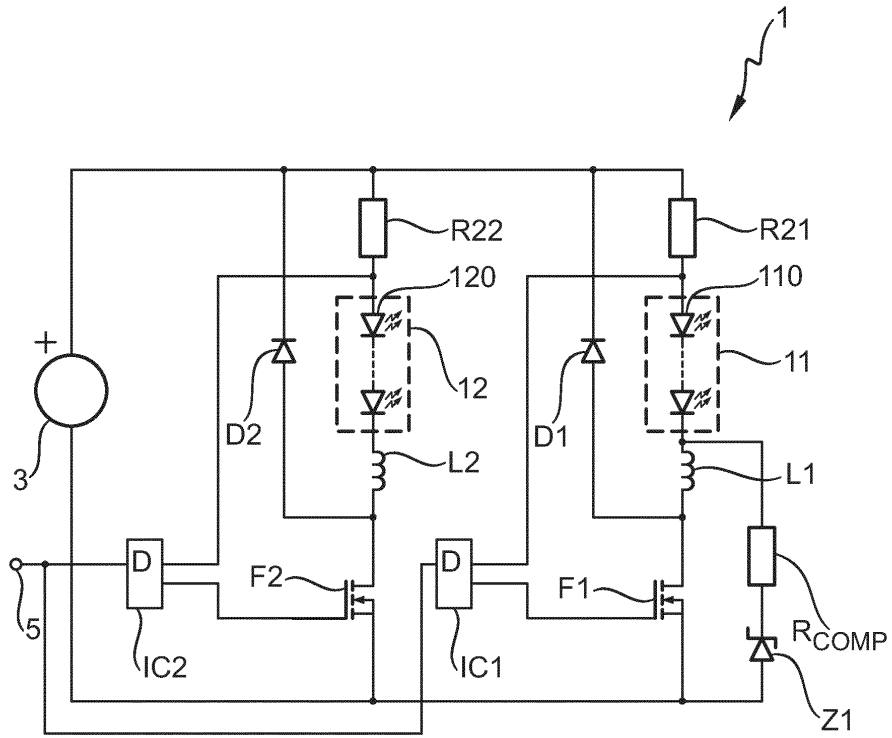


ФИГ. 6

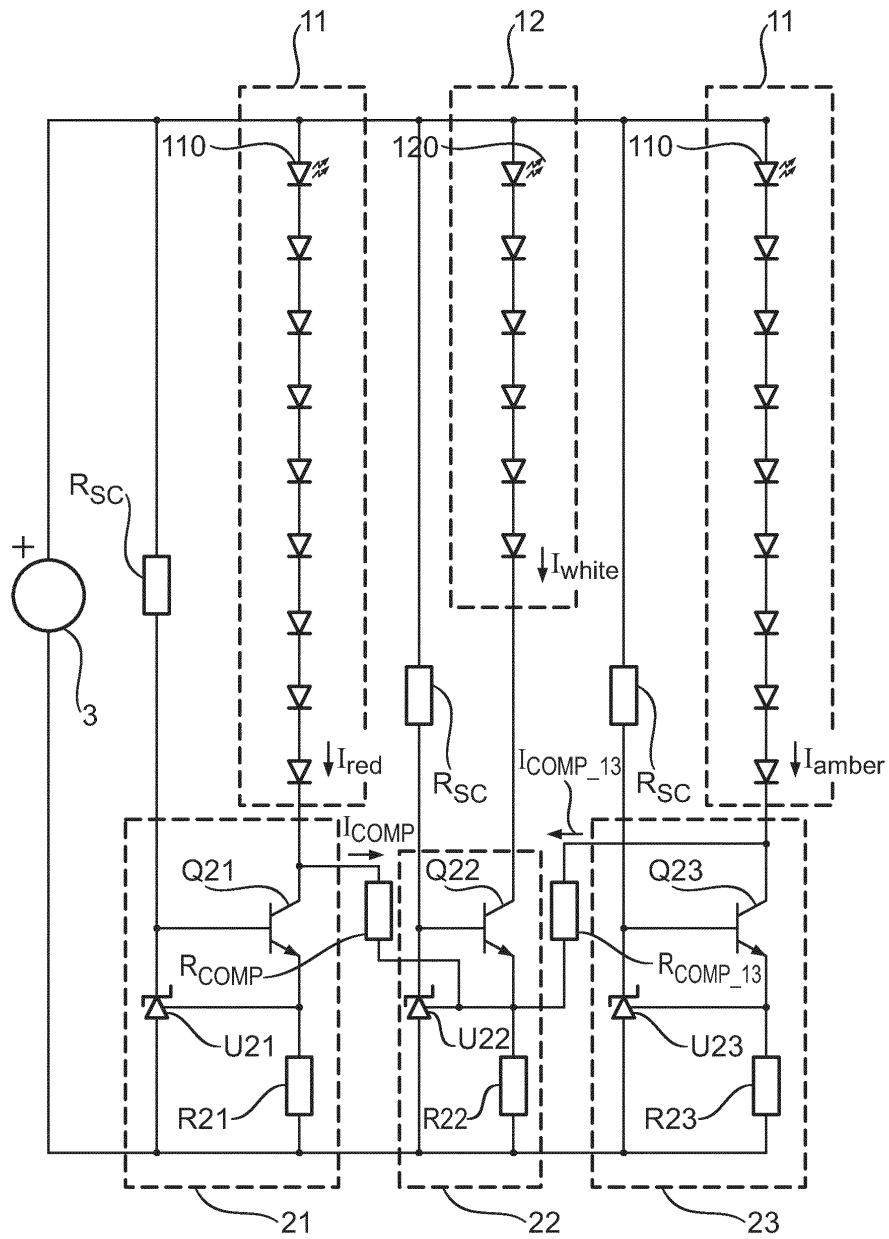


Фиг. 7

7/9

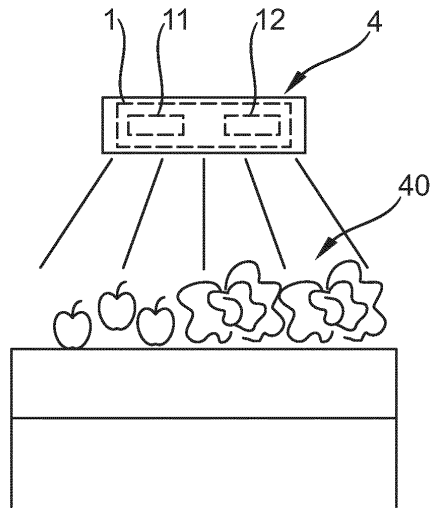


Фиг. 8

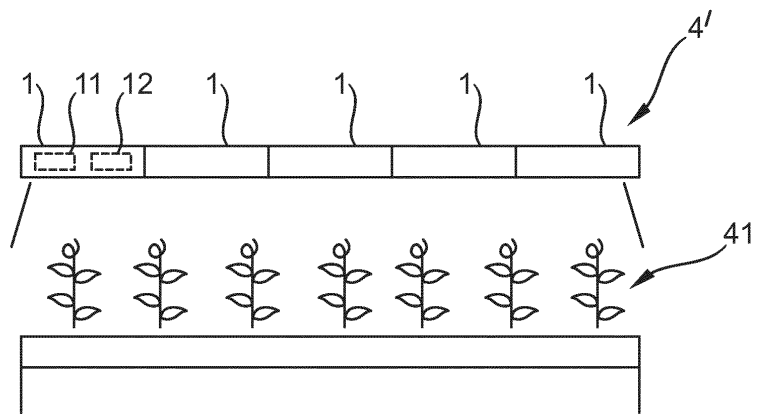


Фиг. 9

9/9



Фиг. 10



Фиг. 11