

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 859 910** (13) **C1**

(51) МПК

[F21S 10/00 \(2006.01\)](#)[F21K 9/00 \(2016.01\)](#)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 11.04.2026)
 Пошлина: учтена за 5 год с 12.09.2029 по 11.09.2030. Установленный срок для уплаты пошлины за 6 год: с 12.09.2029 по 11.09.2030. При уплате пошлины за 6 год в дополнительный 6-месячный срок с 12.09.2030 по 11.03.2031 размер пошлины увеличивается на 50%.

Начисление для уплаты
пошлины за поддержание
патента в силе

(52) СПК

F21S 10/00 (2026.01); F21K 9/00 (2026.01)(21)(22) Заявка: **2025125039**, 11.09.2025(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.09.2025Дата регистрации:
10.04.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **11.09.2025**(45) Опубликовано: **10.04.2026** Бюл. № **10**

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 197321 U1, 21.04.2020. CN**
117739292 A, 22.03.2024. US 6238060 B1,
29.05.2001. CN 209180691 U, 30.07.2019. CN
101975350 A, 16.02.2011.

Адрес для переписки:

**190000, Санкт-Петербург, ул. Большая
Морская, 67, лит. А, ФГАОУ ВО ГУАП**

(72) Автор(ы):

Кузьменко Владимир Павлович (RU),
Квас Евгений Станиславович (RU),
Бобрышов Алексей Павлович (RU),
Рысин Александр Владимирович (RU),
Бабинецкий Сергей Геннадиевич (RU),
Лач Сергей Юрьевич (RU),
Солёная Оксана Ярославовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

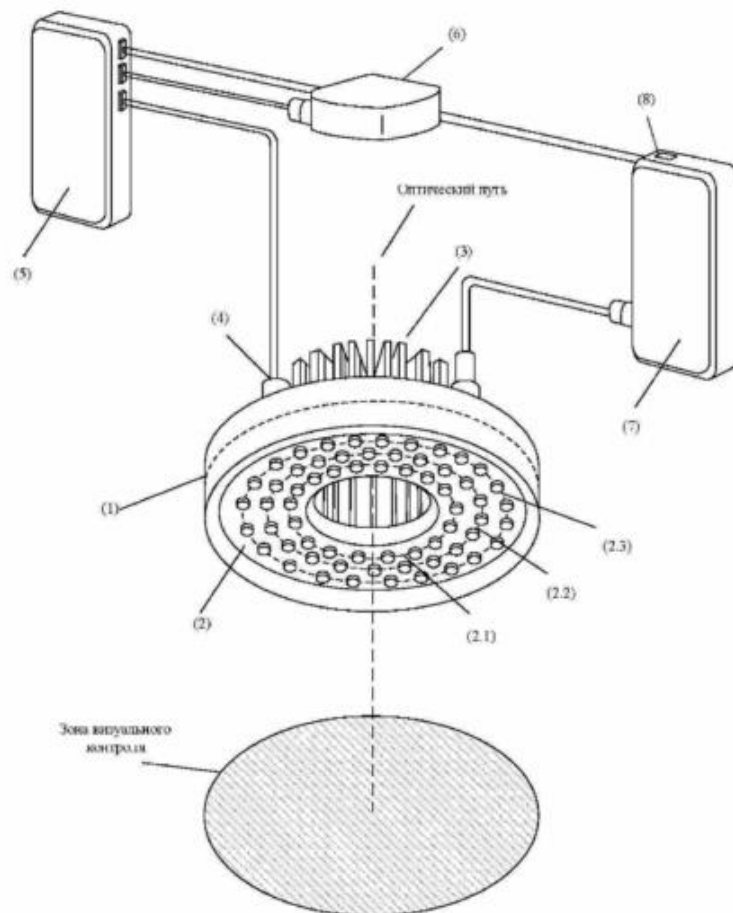
**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский
государственный университет
аэрокосмического приборостроения" (RU)**

(54) Светодиодный кольцевой светильник

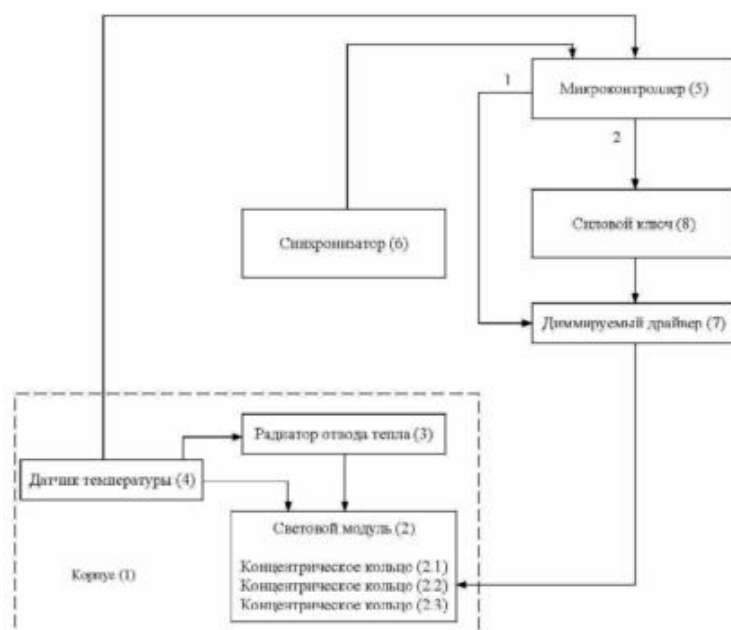
(57) Реферат:

Изобретение относится к области светотехники и может быть использовано в системах автоматического визуального контроля для подсветки зоны контроля с возможностью спектрального и временного управления световым потоком, синхронизированного с экспозицией оптического устройства контроля. Светодиодный кольцевой светильник содержит корпус, в котором установлены световой модуль и радиатор отвода тепла, термически соединенный со световым модулем, при этом корпус, световой модуль и радиатор отвода тепла выполнены с центральным сквозным отверстием. Световой модуль состоит из первого, второго и третьего концентрических колец, каждое из которых выполнено с различным спектральным диапазоном света, причем на каждом концентрическом кольце источники света размещены с аperiодическим азимутальным шагом, а также дополнительно содержит диммируемый драйвер, силовой ключ, синхронизатор, датчик температуры и микроконтроллер, первый выход которого соединен с управляющим входом диммируемого драйвера, а второй - с управляющим входом силового ключа, выход которого соединен с питающим входом диммируемого драйвера. Датчик температуры установлен внутри корпуса и термически соединен с радиатором отвода тепла и световым модулем, а электрически соединен с аналоговым входом микроконтроллера, при этом выход синхронизатора соединен с цифровым входом микроконтроллера, а

диммируемый драйвер выполнен в виде трехканального источника тока, каждый канал которого соединен с соответствующим концентрическим кольцом светового модуля. Технический результат - увеличение информативности и контрастности изображения в системе визуального контроля за счет реализации спектрально-селективного и временно управляемого освещения, а также повышение термостойкости светового модуля за счет автоматического отключения питания при превышении допустимой температуры. 2 ил.



Фиг. 1



Фиг. 2

Изобретение относится к области светотехники и может быть использовано в системах автоматического визуального контроля для подсветки зоны контроля с

возможностью спектрального и временного управления световым потоком, синхронизированного с экспозицией оптического устройства контроля.

Известно техническое решение «Устройство управления светодиодным светильником» (Патент РФ №197321, МПК H05B 35/00, опубл. 21.04.2020, Бюл. №12), содержащее световой модуль, диммируемый драйвер, радиатор отвода тепла, элемент Пельтье, силовой ключ, микроконтроллер, датчик температуры, датчики наружной и внутренней освещённости и корпус. Световой модуль установлен на радиаторе, снабжённом элементом Пельтье, выполняющим функции дополнительного охлаждения при перегреве. Управление яркостью осуществляется на основе сигналов от датчиков температуры и освещённости.

Недостаток указанного решения заключается в том, что управление яркостью осуществляется с учетом интегральной освещённости и температуры, без учёта конкретных параметров съёмки, например, времени экспозиции камеры или фазовой синхронизации с кадром. В условиях, требующих согласованного включения освещения и при этом точной пространственной детализации (например, в системах машинного зрения), это приводит к размытию границ объектов, снижению контрастности и точности визуального анализа.

Известна система и способ кольцевого отражающего освещения для машинного зрения (Machine-vision ring-reflector illumination system and method US 6238060 B1, Int. Cl. G03B 15/00 / Vision Control & Automation Inc. - Appl. No. 09/172,642; filed 12.10.1998; publ. 15.05.2001) содержащая кольцеобразный корпус с размещёнными по окружности светодиодными источниками света, кольцевой отражающий элемент, перенаправляющий излучение в сторону оптической оси камеры, а также внешнюю импульсную цепь питания, обеспечивающую одновременное кратковременное включение всех источников света.

Недостатком указанной системы и способа является отсутствие возможности индивидуального управления спектральными каналами излучения, поскольку система реализует кольцевое освещение не содержащее активных компонентов управления спектральным составом света, а также не предусматривает синхронизацию активации освещения с моментом экспозиции камеры технического зрения, что снижает точность визуального контроля и ограничивает применимость в высокоскоростных или мультиспектральных системах визуального контроля, помимо этого, в системе отсутствует конструктивная возможность аperiodического размещения светодиодных источников, что не позволяет реализовать равномерное освещение сложных поверхностей.

Наиболее близким из числа известных по технической сущности решений является «Модуль круговой подсветки серии K72 для систем машинного зрения» [1].

Устройство включает в себя корпус, световой модуль, диммируемый драйвер, радиатор отвода тепла, причем световой модуль выполнен в виде одного концентрического кольца с размещёнными на нём двадцатью четырьмя светодиодными источниками света, равномерно распределёнными с периодическим азимутальным шагом 15° и излучающими свет в одном спектральном диапазоне; диммируемый драйвер, формирует ток питания светового модуля и ограничивает максимальную длительность импульса подсветки в пределах 3-1600 мкс при минимальной скважности 1:8; радиатор отвода тепла, термически сопряжён с основанием светового модуля; корпус с центральным сквозным отверстием, предназначен для крепления на объектив камеры технического зрения диаметром не более 40 мм и обеспечивающий оптическую видимость зоны визуального контроля, а управление яркостью и включением светового модуля осуществляется посредством подведения опторазвязанного управляющего импульса к входу диммируемого драйвера.

Недостатком известного устройства-прототипа является отсутствие возможности формирования излучения света по независимым спектральным каналам, отсутствие средств селективного управления указанными каналами, отсутствие синхронизации работы светового модуля с моментом начала и окончания экспозиции камеры технического зрения, а также наличие периодического азимутального размещения светодиодных источников света, приводящего к снижению равномерности освещённости и появлению интерференционных артефактов на изображении.

Указанные недостатки ограничивают функциональные возможности устройства-прототипа и затрудняют его использование в системах визуального контроля, требующих гибкой и высокоэффективной многоспектральной подсветки, равномерного распределения освещённости и жёсткой синхронизации с оптической системой контроля.

Задачей, на решение которой направлено предлагаемое устройство, является обеспечение многоспектрального освещения с возможностью независимого управления спектральными каналами, синхронизированного с экспозицией оптической системы контроля, при одновременном исключении перегрева светового модуля.

Техническим результатом, достигаемым при реализации изобретения, является увеличение информативности и контрастности изображения в системе визуального контроля за счёт реализации спектрально-селективного и временно управляемого освещения, а также повышение термостойкости светового модуля за счёт автоматического отключения питания при превышении допустимой температуры.

Указанный технический результат достигается тем, что в Светодиодный кольцевой светильник, содержащий корпус, в котором установлены световой модуль и радиатор отвода тепла, термически соединенный со световым модулем, при этом корпус, световой модуль и радиатор отвода тепла выполнены с центральным сквозным отверстием, при том каждый световой модуль состоит из первого, второго и третьего концентрических колец, каждое из которых выполнено с различным спектральным диапазоном света, причем на каждом концентрическом кольце источники света размещены с аperiodическим азимутальным шагом, а устройство дополнительно содержит диммируемый драйвер, силовой ключ, синхронизатор, датчик температуры и микроконтроллер, первый выход которого соединен с управляющим входом диммируемого драйвера, а второй - с управляющим входом силового ключа, выход которого соединен с питающим входом диммируемого драйвера, при этом датчик температуры установлен внутри корпуса и термически соединен с радиатором отвода тепла и световым модулем, а электрически соединен с аналоговым входом микроконтроллера, при этом выход синхронизатора соединен с цифровым входом микроконтроллера, а диммируемый драйвер выполнен в виде трёхканального источника тока, каждый канал которого соединен с соответствующим концентрическим кольцом светового модуля.

Указанный технический результат достигается за счёт введения новых блоков и связей между ними, что позволяет за счёт выполнения светового модуля в виде трёх концентрических колец с различными спектральными диапазонами и аperiodическим азимутальным размещением источников света обеспечить формирование трёх независимых спектральных каналов с повышенной равномерностью освещённости, за счёт применения диммируемого драйвера в виде трёхканального источника тока реализовать поочерёдную токовую активацию указанных спектральных каналов, за счёт применения силового ключа управлять подачей питающего напряжения на диммируемый драйвер с выхода микроконтроллера, за счёт подключения синхронизатора к цифровому входу микроконтроллера обеспечить активацию светового модуля только по внешнему управляющему сигналу, а за счёт соединения датчика температуры с аналоговым входом микроконтроллера обеспечить автоматическое отключение питания при перегреве светового модуля.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг. 1 представлен общий вид устройства, на фиг. 2 - функциональная блок-схема устройства.

Светодиодный кольцевой светильник содержит:

- 1 - корпус,
- 2 - световой модуль,
- 2.1 - первое концентрическое кольцо
- 2.2 - второе концентрическое кольцо
- 2.3 - третье концентрическое кольцо
- 3 - радиатор отвода тепла,
- 4 - датчик температуры,
- 5 - микроконтроллер,
- 6 - синхронизатор,
- 7 - диммируемый драйвер,
- 8 - силовой ключ.

Светодиодный кольцевой светильник содержит корпус (1), в котором установлены световой модуль (2), который выполнен в виде первого (2.1), второго (2.2) и третьего (2.3) концентрических колец, каждое из которых выполнено с различным спектральным диапазоном света, причем на каждом концентрическом кольце источники света размещены с аperiodическим азимутальным шагом, радиатор отвода тепла (3), датчик температуры (4), который термически соединен с радиатором отвода тепла (3) и основанием светового модуля (2), а электрически соединен с аналоговым входом микроконтроллера (5), цифровой вход которого соединен с выходом синхронизатора (6), первый выход - с управляющим входом диммируемого драйвера

(7), а второй - с управляющим входом силового ключа (8), выход которого соединен с питающим входом диммируемого драйвера (7), который выполнен в виде трёхканального источника тока, каждый канал которого соединен с соответствующим концентрическим кольцом светового модуля (2), при этом в корпусе (1) жестко закреплены световой модуль (2), радиатор отвода тепла (3), датчик температуры (4), а микроконтроллер (5), синхронизатор (6), диммируемый драйвер (7), силовой ключ (8) расположены вне корпуса.

Световой модуль (2) формируется тремя концентрическими кольцами из источников света различного спектра излучения, например первое концентрическое кольцо (2.1) - из источников света ультрафиолетового спектра излучения типа SMD 3535 LED 365 нм серии CUN(x) 6A1B (Zhuhai Tianhui) [2]; второе концентрическое кольцо (2.2) - из источников света зеленого спектра излучения типа LED GT-3535-G520 520-530 нм (Shenzhen Getian Opto-Electronics) [3]; третье концентрическое кольцо (2.3) - из источников света инфракрасного спектра излучения типа LED C3535F2IR3GA 850 нм (Honglitrionic, Гуанчжоу) [4].

В качестве радиатора отвода тепла (3) может использоваться, например, круглый экструзионный теплоотвод SimpoLED-160 (D 160 × H 50-100 мм, 0,56°С/Вт) компании Mingfa Tech, Dongguan [5].

В качестве датчика температуры (4) может использоваться, например, датчик герметичный цифровой DS18B20 (Gravity KIT0021, IP68, -55...+125°С) [6], а в качестве микроконтроллера (5) - например, модуль ESP32-S3-WROOM-1U (Xtensa @240 МГц, Wi-Fi + BLE, 4-16 MB Flash) [7].

В качестве синхронизатора (6), обеспечивающего поочередное кратковременное включение концентрических колец (2.1, 2.2, 2.3) по внешнему триггеру, управляемому оптической системой визуального контроля, например камерой технического зрения, может использоваться, например четырёхканальный программируемый строб-контроллер OPT DPA2024EC-4 (до 64 пошаговых сценариев, ≤30 μs реакция, ≤20 kHz) [8].

В качестве диммируемого драйвера (7) может использоваться, например, трёхканальный источник тока HDL-3CC-60 (350/500/700/900 мА, DALI/DMX-512) Shenzhen Ranbo Co. Ltd. [9], а в качестве силового ключа (8) - например транзистор SQS840CENW-T1_GE3, N-канальный MOSFET в корпусе PowerPAK 1212-8W, с допустимым напряжением сток-исток 40 В, [10].

Устройство работает следующим образом:

1) При подаче питающего напряжения на силовой ключ (8) и при поступлении управляющего сигнала с второго выхода микроконтроллера (5) на управляющий вход силового ключа (8), силовой ключ (8) переходит в проводящее состояние, в результате чего питающее напряжение подаётся на питающий вход диммируемого драйвера (7).

2) При поступлении логического сигнала от выхода синхронизатора (6) на цифровой вход микроконтроллера (5), микроконтроллер (5) формирует на своём первом выходе управляющий сигнал, который поступает на управляющий вход диммируемого драйвера (7). В ответ на полученный управляющий сигнал диммируемый драйвер (7) поочередно активирует каждый из трёх токовых каналов, подключённых к соответствующим концентрическим кольцам 2.1, 2.2 и 2.3 светового модуля (2). При этом в каждый момент времени активен только один токовый канал, вследствие чего излучение формируется только одним из концентрических колец светового модуля (2) в его спектральном диапазоне.

3) После завершения временного интервала, соответствующего работе первого канала, диммируемый драйвер (7) по управляющему сигналу микроконтроллера (5) переключает ток на следующий канал, и активируется следующее кольцо. Таким образом, в течение одного рабочего цикла формируется поочередное излучение в трёх спектральных диапазонах.

4) Продолжительность активации и последовательность включения токовых каналов определяются заданным алгоритмом работы микроконтроллера (5) и ограничиваются по времени в зависимости от длительности сигнала, поступившего от синхронизатора (6).

5) При завершении действия сигнала синхронизации микроконтроллер (5) прекращает подачу управляющего сигнала на диммируемый драйвер (7).

6) При превышении установленного порогового значения температуры, определяемого по сигналу с датчика температуры (4), поступающему на аналоговый вход микроконтроллера (5), микроконтроллер (5) формирует управляющий сигнал на своём втором выходе. В результате силовой ключ (8) переходит в запирающее состояние, подача питающего напряжения на диммируемый драйвер (7)

прекращается, что приводит к прекращению подачи тока на концентрические кольца светового модуля (2).

На основании вышеизложенного видно, что устройство является работоспособным и позволяет обеспечить многоспектральное освещение с возможностью независимого управления спектральными каналами, синхронизированного с экспозицией камеры технического зрения, при одновременном исключении перегрева светового модуля. Помимо основного технического результата устройство позволяет повысить информативность и контрастность изображения в системе визуального контроля за счёт реализации спектрально-селективного и временно управляемого освещения, а также обеспечить защиту светового модуля от термического перегрева за счёт автоматического отключения питания при превышении допустимой температуры.

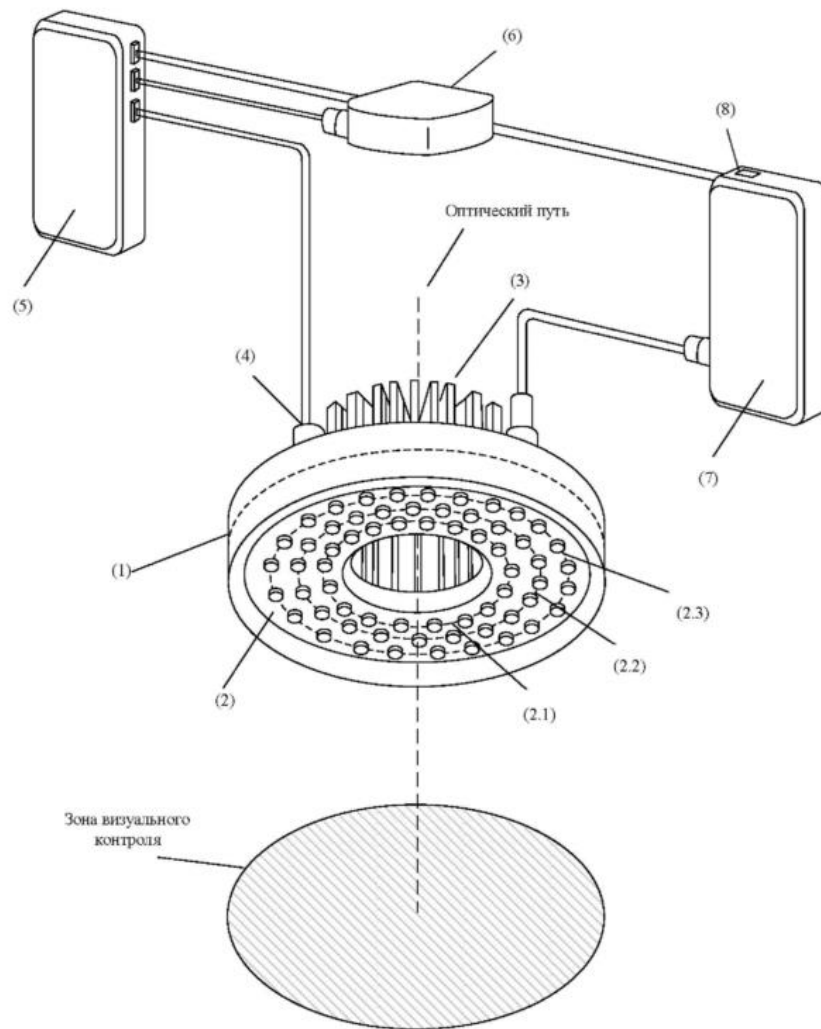
Источники информации, принятые во внимание:

1. Модуль круговой подсветки серии K72 для систем машинного зрения [Электронный ресурс] / ООО «Витэк-Автоматика». - Режим доступа: <https://www.vitec.ru/components/komponenty-sistem-mashinnogo-zreniya/podsvetki-dlya-mashinnogo-zreniya/modul-podsvetki-k72/>, свободный. - Загл. с экрана. - Дата обращения: 09.07.2025.
2. Stone identification 365 nm UV LED diode 3535 SMD [Электронный ресурс] / Tianhui. - Режим доступа: <https://www.tianhui-led.com/stone-identification-365nm-uv-led-diode-3535-smd.html>, свободный. - Загл. с экрана. - Дата обращения: 10.07.2025.
3. 3535 Green 520-530 nm 3W SMD LED [Электронный ресурс] / Getian Group. - Режим доступа: <https://getiangroup.en.made-in-china.com/product/fCAEhtIoYvWH/China-3535-Green-520-530nm-3W-SMD-LED.html>, свободный. - Загл. с экрана. - Дата обращения: 10.07.2025.
4. Infrared 850 nm LED Diode [Электронный ресурс] / Hongli Zhihui Group Co., Ltd. - Режим доступа: <https://www.honglitronic.com/en/col122/2156>, свободный. - Загл. с экрана. - Дата обращения: 10.07.2025.
5. LED Cooler SimpoLED-160 (D 160 мм) [Электронный ресурс] / Mingfa Tech. - Режим доступа: <https://heatsinkled.en.made-in-china.com/product/ObZxcNiYrXaP/China-LED-Cooler-for-All-Branded-LEDs-Dia-160mm-.html>, свободный. - Загл. с экрана. - Дата обращения: 10.07.2025.
6. Digital temperature sensor DFR0024 DS18B20 [Электронный ресурс] / DFRobot. - Режим доступа: <https://www.dfrobot.com/product-1354.html>, свободный. - Загл. с экрана. - Дата обращения: 10.07.2025.
7. ESP32-S3-WROOM-1 / 1U datasheet [Электронный ресурс] / Espressif Systems. - Режим доступа: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-s3-wroom-1_wroom-1u_datasheet_en.pdf, свободный. - Загл. с экрана. - Дата обращения: 10.07.2025.
8. Opto-Isolator PC817 [Электронный ресурс] / Everlight Electronics Co., Ltd. - Режим доступа: https://en.optmv.com/content/details72_46439.html, свободный. - Загл. с экрана. - Дата обращения: 10.07.2025.
9. 60W 3-Channel DALI Dimmable LED Driver [Электронный ресурс] / Dongguan Aijie Electronic Technology Co., Ltd. - Режим доступа: <https://www.made-in-china.com/showroom/emmajie/product-detailpKimVdeZfthc/China-60W-3-Channels-Dali-Dimmable-LED-Driver-LED-Transformer-LED-Power-Supply-350mA-500mA-700mA-900mA.html>, свободный. - Загл. с экрана. - Дата обращения: 10.07.2025.
10. SQS840CENW-T1_GE3, N-канальный MOSFET, корпус PowerPAK 1212-8W, $V_{DS} = 40 \text{ В}$, $I_D = 12 \text{ А}$, $R_{DS(on)} = 20 \text{ мОм}$ при $V_{GS} = 10 \text{ В}$ [Электронный ресурс] / EICOM. - Режим доступа: https://eicom.ru/product/SQS840CENW-T1_GE3, свободный. - Загл. с экрана. - Дата обращения: 13.07.2025.

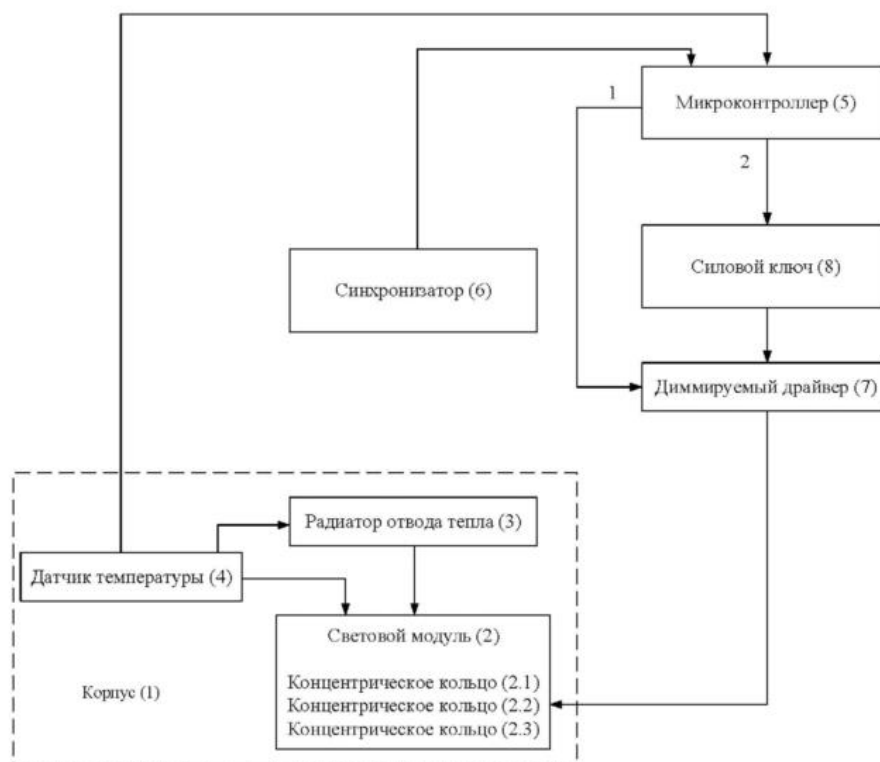
Формула изобретения

Светодиодный кольцевой светильник, содержащий корпус, в котором установлены световой модуль и радиатор отвода тепла, термически соединенный со световым модулем, при этом корпус, световой модуль и радиатор отвода тепла выполнены с центральным сквозным отверстием, отличающийся тем, что световой модуль состоит из первого, второго и третьего концентрических колец, каждое из которых выполнено с различным спектральным диапазоном света, причем на каждом концентрическом кольце источники света размещены с аperiодическим азимутальным шагом, а также дополнительно содержит диммируемый драйвер, силовой ключ, синхронизатор, датчик температуры и микроконтроллер, первый выход которого соединен с управляющим входом диммируемого драйвера, а второй - с управляющим входом силового ключа, выход которого соединен с питающим входом диммируемого драйвера, при этом датчик температуры установлен внутри корпуса и термически

соединен с радиатором отвода тепла и световым модулем, а электрически соединен с аналоговым входом микроконтроллера, при этом выход синхронизатора соединен с цифровым входом микроконтроллера, а диммируемый драйвер выполнен в виде трехканального источника тока, каждый канал которого соединен с соответствующим концентрическим кольцом светового модуля.



Фиг. 1



Фиг. 2