

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202092596** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2021.02.26

(22) Дата подачи заявки
2019.05.15

(51) Int. Cl. **H05K 3/34** (2006.01)
B23K 35/26 (2006.01)
F25D 3/10 (2006.01)
H05K 1/05 (2006.01)
H05K 1/18 (2006.01)
H05K 1/02 (2006.01)

(54) **СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЙ ДИОД ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

(31) **62/673,994**

(32) **2018.05.20**

(33) **US**

(86) **PCT/US2019/032446**

(87) **WO 2019/226438 2019.11.28**

(71) Заявитель:

АБЕЯТЕК, ЛЛС (US)

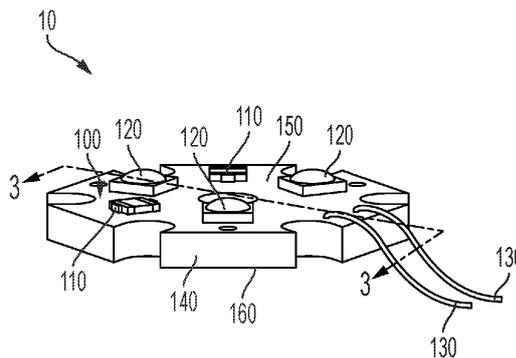
(72) Изобретатель:

Наваби Аараш (US)

(74) Представитель:

Кубряков Б.Е. (BY)

(57) В настоящем документе представлено описание светоизлучающего диода, который может содержать печатную плату с металлическим сердечником, монтажную пластину и мембрану с термоинтерфейсом, расположенную между печатной платой с металлическим сердечником и монтажной пластиной. Печатная плата с металлическим сердечником может содержать по меньшей мере один резистор, по меньшей мере один осветительный элемент и по меньшей мере один провод. По меньшей мере один резистор может быть подсоединен к печатной плате с металлическим сердечником с помощью первого припоя, не содержащего олова. По меньшей мере, один провод может быть подсоединен к печатной плате с металлическим сердечником с помощью второго припоя, не содержащего олова. По меньшей мере один осветительный элемент может быть подсоединен к печатной плате с металлическим сердечником с помощью третьего припоя, не содержащего олова.



A1

202092596

202092596

A1

СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЙ ДИОД ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

ПЕРЕКРЕСТНЫЕ ССЫЛКИ И ПРИОРИТЕТ

[100] Настоящая заявка испрашивает приоритет предварительной заявки США № 62/673994, поданной 20 мая 2018 г., содержание которой полностью включено в настоящий документ посредством ссылки.

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[200] Светоизлучающие диоды, также известные как светодиоды (СИД), используются в ряде применений для обеспечения освещения. В некоторых случаях требуется освещение в условиях экстремально низких температур ниже -50°C . Существующие осветительные элементы, в том числе светоизлучающие диоды, имеют ряд недостатков при их использовании в таких экстремально низких температурах. В некоторых случаях осветительный элемент может не «нагреваться» до температуры, необходимой для обеспечения освещения, или может «нагреваться» с медленной скоростью. В других случаях внутренняя проводка внутри осветительного элемента может выйти из строя, в результате чего осветительный элемент не будет светиться совсем.

[300] Было предложено множество решений для преодоления этих общих недостатков. И авторам изобретения оставалось лишь найти решения, описанные здесь.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[400] В данном документе приведено описание светоизлучающего диода, который состоит из печатной платы с металлическим сердечником, имеющей внешний периметр, определяющий первую

[500] плоскую поверхность, и вторую плоскую поверхность, противоположную первой плоской поверхности. Печатная плата с металлическим сердечником может содержать, по меньшей мере, один осветительный элемент, соединенный с первой плоской поверхностью. Каждый осветительный элемент из одного или нескольких осветительных элементов может быть соединен с первой плоской поверхностью третьим припоем, который может не содержать олова. Печатная плата с металлическим сердечником может содержать, по меньшей мере, один провод, соединенный с первой плоской поверхностью. Каждый провод из одного или нескольких проводов может быть соединен с первой плоской поверхностью вторым припоем, который может не содержать олова.

[600] В некоторых вариантах осуществления изобретения печатная плата с металлическим сердечником может дополнительно содержать, по меньшей мере, один резистор, подключенный к первой плоской поверхности с помощью первого припоя, который может не содержать олова.

[700] В некоторых вариантах осуществления изобретения первый припой может состоять из индия. В других вариантах осуществления изобретения первый припой может содержать индий.

[800] В некоторых вариантах осуществления изобретения, в которых первый припой содержит индий, первый припой может содержать индий и серебро. В таких вариантах осуществления серебро может присутствовать в первом припое на уровне в диапазоне от 0,1% до 10% по массе, индий может присутствовать в первом припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а серебро и индий вместе могут составлять 100% массы первого припоя.

[900] В других вариантах осуществления изобретения, в которых первый припой содержит индий, первый припой может содержать индий и свинец. В таких вариантах осуществления свинец может присутствовать в первом припое на уровне в диапазоне от 40% до 50% по массе, индий может присутствовать в первом припое на уровне в диапазоне от 50% до 60% по массе, а свинец и индий вместе могут составлять 100% массы первого припоя.

[1000] В еще одной группе вариантов осуществления изобретения, в которых первый припой содержит индий, первый припой может содержать индий, серебро и висмут. В таких вариантах осуществления изобретения висмут может присутствовать в первом припое на уровне в диапазоне от 0,1% до 5% по массе, серебро может присутствовать в первом припое на уровне в диапазоне от 0,1% до 10% по массе, индий может присутствовать в первом припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а висмут, серебро и индий вместе могут составлять 100% массы первого припоя.

[1100] И еще в одной группе вариантов осуществления изобретения, в которых первый припой содержит индий, первый припой может содержать индий, серебро и галлий. В таких вариантах осуществления изобретения галлий может присутствовать в первом припое на уровне в диапазоне от 1% до 6% по массе, серебро может присутствовать в первом припое на уровне в диапазоне от 0,1% до 10% по массе, индий может присутствовать в первом припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а галлий, серебро и индий вместе могут составлять 100% массы первого припоя.

[1200] В некоторых вариантах осуществления изобретения второй припой может состоять из индия. В других вариантах осуществления изобретения второй припой может содержать индий.

[1300] В некоторых вариантах осуществления изобретения, в которых второй припой содержит индий, второй припой может содержать индий и серебро. В таких вариантах осуществления серебро может присутствовать во втором припое на уровне в диапазоне от 0,1% до 10% по массе, индий может присутствовать во втором припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а серебро и индий вместе могут составлять 100% массы второго припоя.

[1400] В других вариантах осуществления изобретения, в которых второй припой содержит индий, второй припой может содержать индий и свинец. В таких вариантах осуществления свинец может присутствовать во втором припое на уровне в диапазоне от 40% до 50% по массе, индий может присутствовать во втором припое на уровне в диапазоне от 50% до 60% по массе, а свинец и индий вместе могут составлять 100% массы второго припоя.

[1500] В еще одной группе вариантов осуществления изобретения, в которых второй припой содержит индий, второй припой может содержать индий, серебро и висмут. В таких вариантах осуществления изобретения висмут может присутствовать во втором припое на уровне в диапазоне от 0,1% до 5% по массе, серебро может присутствовать во втором припое на уровне в диапазоне от 0,1% до 10% по массе, индий может присутствовать во втором припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а висмут, серебро и индий вместе могут составлять 100% массы второго припоя.

[1600] И еще в одной группе вариантов осуществления изобретения, в которых второй припой содержит индий, второй припой может содержать индий, серебро и галлий. В таких вариантах осуществления изобретения галлий может присутствовать во втором припое на уровне в диапазоне от 1% до 6% по массе, серебро может присутствовать во втором припое на уровне в диапазоне от 0,1% до 10% по массе, индий может присутствовать во втором припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а галлий, серебро и индий вместе могут составлять 100% массы второго припоя.

[1700] В некоторых вариантах осуществления изобретения третий припой может состоять из индия. В других вариантах осуществления изобретения третий припой может содержать индий.

[1800] В некоторых вариантах осуществления изобретения, в которых третий припой содержит индий, третий припой может содержать индий и серебро. В таких вариантах осуществления серебро может присутствовать в третьем припое на уровне в диапазоне от 0,1% до 10% по массе, индий может присутствовать в третьем припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а серебро и индий вместе могут составлять 100% массы третьего припоя.

[1900] В других вариантах осуществления изобретения, в которых третий припой содержит индий, третий припой может содержать индий и свинец. В таких вариантах осуществления свинец может присутствовать в третьем припое на уровне в диапазоне от 40% до 50% по массе, индий может присутствовать в третьем припое на уровне в диапазоне от 50% до 60% по

массе, а свинец и индий вместе могут составлять 100% массы третьего припоя.

[2000] В еще одной группе вариантов осуществления изобретения, в которых третий припой содержит индий, третий припой может содержать индий, серебро и висмут. В таких вариантах осуществления изобретения висмут может присутствовать в третьем припое на уровне в диапазоне от 0,1% до 5% по массе, серебро может присутствовать в третьем припое на уровне в диапазоне от 0,1% до 10% по массе, индий может присутствовать в третьем припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а висмут, серебро и индий вместе могут составлять 100% массы третьего припоя.

[2100] И еще в одной группе вариантов осуществления изобретения, в которых третий припой содержит индий, третий припой может содержать индий, серебро и галлий. В таких вариантах осуществления изобретения галлий может присутствовать в третьем припое на уровне в диапазоне от 1% до 6% по массе, серебро может присутствовать в третьем припое на уровне в диапазоне от 0,1% до 10% по массе, индий может присутствовать в третьем припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а галлий, серебро и индий вместе могут составлять 100% массы третьего припоя.

[2200] В некоторых вариантах осуществления изобретения светоизлучающий диод может дополнительно содержать линзу. Линза может быть подсоединена к печатной плате с металлическим сердечником с помощью множества винтов. Линза может быть изготовлена из поликарбоната.

[2300] В некоторых вариантах осуществления изобретения светоизлучающий диод может дополнительно содержать мембрану с термоинтерфейсом. Мембрана с термоинтерфейсом может контактировать со второй плоской поверхностью. Мембрана с термоинтерфейсом может иметь теплопроводность не менее 750 Вт/(м·К). Мембрана с термоинтерфейсом может не содержать адгезива. В некоторых вариантах осуществления мембрана с термоинтерфейсом может содержать графит. В других вариантах осуществления мембрана с термоинтерфейсом может содержать серебро.

[2400] В некоторых вариантах осуществления изобретения светоизлучающий диод может дополнительно содержать монтажную пластину. Печатная плата с металлическим сердечником может быть прикреплена к монтажной пластине с помощью множества винтов. В некоторых вариантах осуществления изобретения монтажная пластина может представлять собой теплоотводящую пластину. В других вариантах реализации монтажная пластина может быть стенкой резервуара.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[2500] На ФИГ. 1 изображен вид в перспективе варианта осуществления светоизлучающего диода в разобранном виде, согласно настоящему описанию.

[2600] На ФИГ. 2 изображен вид в перспективе в сборе варианта осуществления светоизлучающего диода по ФИГ. 1.

[2700] На ФИГ. 3 представлен вид варианта осуществления светоизлучающего диода по ФИГ. 2 в поперечном разрезе.

[2800] На ФИГ. 4 изображен в перспективе варианта осуществления светоизлучающего диода в разобранном виде, согласно настоящему описанию.

[2900] На ФИГ. 5 представлен вид в перспективе в сборе варианта осуществления светоизлучающего диода по ФИГ. 4.

[3000] На ФИГ. 6 представлена горизонтальная проекция печатной платы с металлическим сердечником для светоизлучающего диода, согласно настоящему описанию.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[3100] Ключом к наилучшему пониманию настоящего описания служат чертежи, которые содержат подробные изображения вариантов осуществления изобретенного светоизлучающего диода. Далее будут представлены ссылки на различные чертежи, на которых, если не указано иначе, одинаковые номера относятся к одинаковым структурам. Согласно описанию в данном документе и в формуле изобретения, следующие номера относятся к следующим структурам, отмеченным на чертежах.

- [3200] 10 относится к светоизлучающему диоду.
- [3300] 100 относится к печатной плате с металлическим сердечником.
- [3400] 110 относится к резистору.
- [3500] 120 относится к осветительному элементу.
- [3600] 130 относится к проводу.
- [3700] 140 относится к внешнему периметру.
- [3800] 150 относится к первой плоской поверхности.
- [3900] 160 относится ко второй плоской поверхности.
- [4000] 170 относится к множеству отверстий.
- [4100] 200 относится к монтажной пластине.
- [4200] 210 относится к множеству резьбовых отверстий.
- [4300] 300 относится к мембране с термоинтерфейсом.
- [4400] 400 относится к винту.
- [4500] 500 относится к линзе.
- [4600] 510 относится к множеству отверстий для линз.
- [4700] На ФИГ. 1 представлен вид светоизлучающего диода (10) в перспективе в разобранном виде. Как показано на ФИГ. 1, светоизлучающий диод может содержать печатную плату с металлическим сердечником (100). К печатной плате с металлическим сердечником может быть подсоединен, по меньшей мере, один провод (130) и, по меньшей мере, один осветительный элемент (120). В некоторых вариантах осуществления изобретения к печатной плате с металлическим сердечником также может быть подсоединен, по меньшей мере, один дополнительный резистор (110). Как дополнительно показано на ФИГ. 1, печатная плата (100) с металлическим сердечником имеет внешний периметр (140), определяющий первую плоскую поверхность (150) и вторую плоскую поверхность (160), противоположную первой плоской поверхности.
- [4800] Печатная плата с металлическим сердечником (100) может иметь множество размеров, форм и конфигураций и может быть любого типа, ранее описанного в данной области техники, и одного из тех типов, которые еще предстоит изобрести. Некоторые печатные платы с металлическим сердечником могут быть инкапсулированы в диэлектрическую смолу, хотя герметизация диэлектрической смолой не считается необходимой. Одним из

примеров печатной платы с металлическим сердечником является печатная плата SinkPAD™ производства компании ADURA LED Solutions, г. Корона, Калифорния, США.

[4900] Как дополнительно показано на ФИГ. 1, печатная плата с металлическим сердечником (100) может дополнительно содержать один или несколько резисторов (110). По меньшей мере, один резистор может быть присоединен к печатной плате с металлическим сердечником на первой плоской поверхности (150) с помощью первого припоя. Предпочтительно, первый припой не содержит олова или практически не содержит олова. Под формулировкой «практически не содержит олова» подразумевается, что первый припой содержит лишь следовые количества олова, предпочтительно менее 2,0% по массе олова в первом припое, при этом более предпочтительно менее 1,5% по массе олова в первом припое, еще более предпочтительным является содержание олова в первом припое на уровне менее 1,0% по массе, а менее 0,5% по массе олова в первом припое является наиболее предпочтительным. Не имея намерения быть связанными соответствием какой-либо конкретной теории, авторы полагают, что эти следовые количества недостаточны для того, чтобы олово могло проявлять свои металлические характеристики при его присутствии в металлическом сплаве первого припоя. Более предпочтительным является то, что первый припой содержит индий. Наиболее предпочтительным является то, что первый припой состоит из индия, то есть первый припой представляет собой чистый индий и содержит менее 0,01% элемента, не являющегося индием.

[5000] В некоторых вариантах осуществления изобретения первый припой может содержать элементы, отличные от индия. Например, первый припой может содержать индий и серебро. В других вариантах осуществления изобретения первый припой может содержать индий и свинец. В еще одной группе вариантов осуществления изобретения первый припой может содержать индий, серебро и висмут. И еще в одной группе вариантов осуществления изобретения первый припой может содержать индий, серебро и галлий.

[5100] В случаях, когда первый припой состоит из индия и серебра, содержание индия и серебра может быть выражено в виде диапазона, основанного на проценте от общей массы первого припоя. В предпочтительном варианте осуществления изобретения содержание серебра в первом припое составляет от 0,1 до 10 % по массе, тогда как содержание индия в первом припое составляет от 85 до 99,8% по массе, при этом общее содержание серебра и индия составляет 100% массы первого припоя. Специалисту в данной области техники будет понятно, что массовые проценты, указанные здесь и в формуле изобретения, представляют собой массовые проценты различных элементов в составе, образующем первый припой.

[5200] В случаях, когда первый припой состоит из индия и свинца, содержание индия и свинца может быть выражено в виде диапазона, основанного на проценте от общей массы первого припоя. В предпочтительном варианте осуществления изобретения содержание свинца в первом припое составляет от 40 до 50 % по массе, тогда как содержание индия в первом припое составляет от 50 до 60 % по массе, при этом общее содержание свинца и индия составляет 100% массы первого припоя. Специалисту в данной области техники будет понятно, что массовые проценты, указанные здесь и в формуле изобретения, представляют собой массовые проценты различных элементов в составе, образующем первый припой.

[5300] В случаях, когда первый припой состоит из индия, серебра и висмута, содержание индия, серебра и висмута может быть выражено в виде диапазона, основанного на проценте от общей массы первого припоя. В предпочтительном варианте осуществления изобретения содержание висмута в первом припое составляет от 0,1 до 5 % по массе, содержание серебра в первом припое составляет от 0,1 до 10 % по массе, а содержание индия в первом припое составляет от 85 до 99,8% по массе, при этом общее содержание висмута, серебра и индия составляет 100% массы первого припоя. Специалисту в данной области техники будет понятно, что массовые проценты, указанные здесь и в формуле изобретения,

представляют собой массовые проценты различных элементов в составе, образующем первый припой.

[5400] В случаях, когда первый припой состоит из индия, серебра и галлия, содержание индия, серебра и галлия может быть выражено в виде диапазона, основанного на проценте от общей массы первого припоя. В предпочтительном варианте осуществления изобретения содержание галлия в первом припое составляет от 1 до 6 % по массе, содержание серебра в первом припое составляет от 0,1 до 10 % по массе, а содержание индия в первом припое составляет от 85 до 99,8% по массе, при этом общее содержание галлия, серебра и индия составляет 100% массы первого припоя. Специалисту в данной области техники будет понятно, что массовые проценты, указанные здесь и в формуле изобретения, представляют собой массовые проценты различных элементов в составе, образующем первый припой.

[5500] Считается, что количество и расположение дополнительных резисторов не играет большой роли и будет варьироваться в зависимости от ряда факторов. Несмотря на то, что пример, показанный на чертежах, содержит три резистора, могут существовать варианты осуществления изобретения, в которых имеется больше или меньше трех резисторов. Например, печатная плата с металлическим сердечником (100) может включать в себя, по меньшей мере, два резистора, по меньшей мере, три резистора, по меньшей мере, четыре резистора или, по меньшей мере, пять резисторов. У каждого резистора может быть один или несколько выводов. Резисторы, при использовании, ограничивают ток, протекающий от провода (проводов) к осветительному элементу (элементам).

[5600] Как дополнительно показано на ФИГ. 1, печатная плата с металлическим сердечником (100) может содержать, по меньшей мере, один провод (130). По меньшей мере, один провод может быть присоединен к печатной плате с металлическим сердечником на первой плоской поверхности (150) с помощью второго припоя. Предпочтительно, второй припой не содержит олова или практически не содержит олова. Под формулировкой «практически не содержит олова» подразумевается, что второй припой содержит лишь следовые количества олова, предпочтительно

менее 2,0% по массе олова во втором припое, при этом более предпочтительно менее 1,5% по массе олова во втором припое, еще более предпочтительным является содержание олова во втором припое на уровне менее 1,0% по массе, а менее 0,5% по массе олова во втором припое является наиболее предпочтительным. Не имея намерения быть связанными соответствием какой-либо конкретной теории, авторы полагают, что эти следовые количества недостаточны для того, чтобы олово могло проявлять свои металлические характеристики при его присутствии в металлическом сплаве второго припоя. Более предпочтительным является то, что второй припой содержит индий. Наиболее предпочтительным является то, что второй припой состоит из индия, то есть второй припой представляет собой чистый индий и содержит менее 0,01% элемента, не являющегося индием.

[5700] В некоторых вариантах осуществления изобретения второй припой может содержать элементы, отличные от индия. Например, второй припой может содержать индий и серебро. В других вариантах осуществления изобретения второй припой может содержать индий и свинец. В еще одной группе вариантов осуществления изобретения второй припой может содержать индий, серебро и висмут. И еще в одной группе вариантов осуществления изобретения второй припой может содержать индий, серебро и галлий.

[5800] В случаях, когда второй припой состоит из индия и серебра, содержание индия и серебра может быть выражено в виде диапазона, основанного на проценте от общей массы второго припоя. В предпочтительном варианте осуществления изобретения содержание серебра во втором припое составляет от 0,1 до 10 % по массе, тогда как содержание индия во втором припое составляет от 85 до 99,8% по массе, при этом общее содержание серебра и индия составляет 100% массы второго припоя. Специалисту в данной области техники будет понятно, что массовые проценты, указанные здесь и в формуле изобретения, представляют собой массовые проценты различных элементов в составе, образующем второй припой.

[5900] В случаях, когда второй припой состоит из индия и свинца, содержание индия и свинца может быть выражено в виде диапазона,

основанного на проценте от общей массы второго припоя. В предпочтительном варианте осуществления изобретения содержание свинца во втором припое составляет от 40 до 50 % по массе, тогда как содержание индия во втором припое составляет от 50 до 60 % по массе, при этом общее содержание свинца и индия составляет 100% массы второго припоя. Специалисту в данной области техники будет понятно, что массовые проценты, указанные здесь и в формуле изобретения, представляют собой массовые проценты различных элементов в составе, образующем второй припой.

[6000] В случаях, когда второй припой состоит из индия, серебра и висмута, содержание индия, серебра и висмута может быть выражено в виде диапазона, основанного на проценте от общей массы второго припоя. В предпочтительном варианте осуществления изобретения содержание висмута во втором припое составляет от 0,1 до 5 % по массе, содержание серебра во втором припое составляет от 0,1 до 10 % по массе, а содержание индия во втором припое составляет от 85 до 99,8% по массе, при этом общее содержание висмута, серебра и индия составляет 100% массы второго припоя. Специалисту в данной области техники будет понятно, что массовые проценты, указанные здесь и в формуле изобретения, представляют собой массовые проценты различных элементов в составе, образующем второй припой.

[6100] В случаях, когда второй припой состоит из индия, серебра и галлия, содержание индия, серебра и галлия может быть выражено в виде диапазона, основанного на проценте от общей массы второго припоя. В предпочтительном варианте осуществления изобретения содержание галлия во втором припое составляет от 1 до 6 % по массе, содержание серебра во втором припое составляет от 0,1 до 10 % по массе, а содержание индия во втором припое составляет от 85 до 99,8% по массе, при этом общее содержание галлия, серебра и индия составляет 100% массы второго припоя. Специалисту в данной области техники будет понятно, что массовые проценты, указанные здесь и в формуле изобретения, представляют собой массовые проценты различных элементов в составе, образующем второй припой.

[6200] Считается, что количество и расположение проводов не играет большой роли и будет зависеть от ряда факторов. Несмотря на то, что примеры, показанные на чертежах, содержат два провода, могут существовать варианты осуществления изобретения, в которых имеется больше или меньше двух проводов. Например, печатная плата с металлическим сердечником (100) может включать в себя, по меньшей мере, два провода, по меньшей мере, три провода, по меньшей мере, четыре провода или, по меньшей мере, пять проводов. Провода используются для передачи электроэнергии, генерируемой источником за пределами светоизлучающего диода, например, батареей или электрической сетью, к печатной плате с металлическим сердечником.

[6300] Как дополнительно показано на ФИГ. 1, печатная плата с металлическим сердечником (100) может дополнительно содержать, по меньшей мере, один осветительный элемент (120). Осветительный(ые) элемент(ы) может (могут) быть присоединен(ы) к печатной плате с металлическим сердечником на первой плоской поверхности (150) с помощью третьего припоя. Предпочтительно, третий припой не содержит олова или практически не содержит олова. Под формулировкой «практически не содержит олова» подразумевается, что третий припой содержит лишь следовые количества олова, предпочтительно менее 2,0% по массе олова в третьем припое, при этом более предпочтительно менее 1,5% по массе олова в третьем припое, еще более предпочтительным является содержание олова в третьем припое на уровне менее 1,0% по массе, а менее 0,5% по массе олова в третьем припое является наиболее предпочтительным. Не имея намерения быть связанными соответствием какой-либо конкретной теории, авторы полагают, что эти следовые количества недостаточны для того, чтобы олово могло проявлять свои металлические характеристики при его присутствии в металлическом сплаве третьего припоя. Более предпочтительным является то, что третий припой содержит индий. Наиболее предпочтительным является то, что третий припой состоит из индия, то есть третий припой представляет собой чистый индий и содержит менее 0,01% элемента, не являющегося индием.

[6400] В некоторых вариантах осуществления изобретения третий припой может содержать элементы, отличные от индия. Например, третий припой может содержать индий и серебро. В других вариантах осуществления изобретения третий припой может содержать индий и свинец. В еще одной группе вариантов осуществления изобретения третий припой может содержать индий, серебро и висмут. И еще в одной группе вариантов осуществления изобретения третий припой может содержать индий, серебро и галлий.

[6500] В случаях, когда третий припой состоит из индия и серебра, содержание индия и серебра может быть выражено в виде диапазона, основанного на проценте от общей массы третьего припоя. В предпочтительном варианте осуществления изобретения содержание серебра в третьем припое составляет от 0,1 до 10 % по массе, тогда как содержание индия в третьем припое составляет от 85 до 99,8% по массе, при этом общее содержание серебра и индия составляет 100% массы третьего припоя. Специалисту в данной области техники будет понятно, что массовые проценты, указанные здесь и в формуле изобретения, представляют собой массовые проценты различных элементов в составе, образующем третий припой.

[6600] В случаях, когда третий припой состоит из индия и свинца, содержание индия и свинца может быть выражено в виде диапазона, основанного на проценте от общей массы третьего припоя. В предпочтительном варианте осуществления изобретения содержание свинца в третьем припое составляет от 40 до 50 % по массе, тогда как содержание индия в третьем припое составляет от 50 до 60 % по массе, при этом общее содержание свинца и индия составляет 100% массы третьего припоя. Специалисту в данной области техники будет понятно, что массовые проценты, указанные здесь и в формуле изобретения, представляют собой массовые проценты различных элементов в составе, образующем третий припой.

[6700] В случаях, когда третий припой состоит из индия, серебра и висмута, содержание индия, серебра и висмута может быть выражено в виде диапазона, основанного на проценте от общей массы третьего припоя. В

предпочтительном варианте осуществления изобретения содержание висмута в третьем припое составляет от 0,1 до 5 % по массе, содержание серебра в третьем припое составляет от 0,1 до 10 % по массе, а содержание индия в третьем припое составляет от 85 до 99,8% по массе, при этом общее содержание висмута, серебра и индия составляет 100% массы третьего припоя. Специалисту в данной области техники будет понятно, что массовые проценты, указанные здесь и в формуле изобретения, представляют собой массовые проценты различных элементов в составе, образующем третий припой.

[6800] В случаях, когда третий припой состоит из индия, серебра и галлия, содержание индия, серебра и галлия может быть выражено в виде диапазона, основанного на проценте от общей массы третьего припоя. В предпочтительном варианте осуществления изобретения содержание галлия в третьем припое составляет от 1 до 6 % по массе, содержание серебра в третьем припое составляет от 0,1 до 10 % по массе, а содержание индия в третьем припое составляет от 85 до 99,8% по массе, при этом общее содержание галлия, серебра и индия составляет 100% массы третьего припоя. Специалисту в данной области техники будет понятно, что массовые проценты, указанные здесь и в формуле изобретения, представляют собой массовые проценты различных элементов в составе, образующем третий припой.

[6900] Считается, что количество и расположение осветительных элементов не играет большой роли и будет варьироваться в зависимости от ряда факторов. Несмотря на то, что пример, показанный на чертежах, содержит три осветительных элемента, могут существовать варианты осуществления изобретения, в которых имеется больше или меньше трех осветительных элементов. Например, печатная плата с металлическим сердечником (100) может включать в себя, по меньшей мере, два осветительных элемента, по меньшей мере, три осветительных элемента, по меньшей мере, четыре осветительных элемента или, по меньшей мере, пять осветительных элементов. Осветительные элементы излучают свет после поступления в них электрического тока, который проходит от источника за пределами светоизлучающего диода, например, от батареи или электрической сети, по

проводу(ам) на печатную плату с металлическим сердечником (и, в некоторых случаях, через резистор(ы)) и к осветительному элементу (ам).

[7000] ФИГ.2 демонстрирует вид варианта осуществления светоизлучающего диода (10) по ФИГ. 1 в перспективе в сборе. На ФИГ. 2 показаны дополнительные резисторы (110), провода (130) и осветительные элементы (120), подсоединенные к первой плоской поверхности (150) печатной платы (100) с металлическим сердечником.

[7100] На ФИГ. 3 изображен вид варианта осуществления светоизлучающего диода (10) по ФИГ. 2 в поперечном разрезе. Как показано на ФИГ. 3, каждый из дополнительных резисторов (110) может быть подсоединен к первой плоской поверхности (150) печатной платы (100) с металлическим сердечником с помощью первого припоя. На ФИГ. 3 также представлен каждый из проводов (130), подсоединенных к первой плоской поверхности печатной платы с металлическим сердечником посредством второго припоя. И наконец, на ФИГ.3 показан осветительный элемент (120), подсоединенный к первой плоской поверхности печатной платы с металлическим сердечником посредством третьего припоя.

[7200] ФИГ. 4 демонстрирует вид светоизлучающего диода (10) в перспективе в разобранном виде. Как показано на ФИГ. 4, светоизлучающий диод может содержать печатную плату (100) с металлическим сердечником, монтажную пластину (200) и мембрану с термоинтерфейсом (300). Мембрана с термоинтерфейсом, если таковая присутствует, предпочтительно расположена между печатной платой с металлическим сердечником и монтажной пластиной. Печатная плата с металлическим сердечником может быть соединена с монтажной пластиной с помощью множества винтов (400), каждый из которых проходит через одно из множества отверстий (170), имеющих в печатной плате с металлическим сердечником, и ввинчивается в соответствующее резьбовое отверстие из множества резьбовых отверстий (210), имеющих в монтажной пластине. Считается, что количество отверстий и количество резьбовых отверстий не играет большой роли и будет зависеть от множества факторов, включая размер и конфигурацию светоизлучающего диода.

[7300] На ФИГ. 4 также изображен светоизлучающий диод с опциональной линзой (500). Если таковая имеется, опциональная линза может быть соединена с печатной платой с металлическим сердечником с помощью множества винтов (400), каждый из которых проходит через одно из множества отверстий (510), имеющихся в линзе, и ввинчивается в соответствующее отверстие из множества отверстий (170), расположенных в печатной плате с металлическим сердечником. Множество винтов, которые соединяют опциональную линзу с печатной платой с металлическим сердечником, могут быть такими же, как множество винтов, которые соединяют печатную плату с металлическим сердечником с опциональной монтажной пластиной (200), или отличаться от них. В случае если множество винтов, которые соединяют опциональную линзу с печатной платой с металлическим сердечником, являются такими же, как и множество винтов, которые соединяют печатную плату с металлическим сердечником с опциональной монтажной пластиной, каждый винт из множества винтов будет проходить через одно из множества отверстий в печатной плате с металлическим сердечником и будет ввинчиваться в одно из резьбовых отверстий из множества резьбовых отверстий (210), имеющихся в монтажной пластине. Специалисту в данной области техники будет понятно, что множество винтов может быть заменено множеством других крепежных деталей, таких как болты, заклепки и т.п. Линза, если таковая присутствует, может быть изготовлена из поликарбонатного материала.

[7400] В некоторых вариантах осуществления изобретения монтажная пластина (200), если таковая присутствует, может являться теплоотводящей пластиной. Теплоотводящая пластина определяется как поверхность, через которую передается тепло, выделяемое одним или несколькими компонентами светоизлучающего диода. Предпочтительно, теплоотводящая пластина представляет собой металлическую поверхность, обладающую теплопроводностью. Предпочтительно, теплопроводность теплоотводящей пластины будет находиться в диапазоне, выбранном из группы, к которой относятся диапазоны от 6 Вт/(м·К) до 450 Вт/(м·К), от 6 Вт/(м·К) до 300 Вт/(м·К), от 6 Вт/(м·К) до 200 Вт/(м·К) и от 6 Вт/(м·К) до 100 Вт/(м·К). При

использовании, теплоотводящая пластина отводит тепло от печатной платы (100) с металлическим сердечником, наиболее предпочтительно - от осветительного элемента (120). В альтернативном варианте монтажная пластина может быть стенкой резервуара, например, резервуара для криогенного хранения. Один такой резервуар для криогенного хранения описан в одновременно находящейся на рассмотрении предварительной заявке на патент США № 62/673 995 и одновременно находящейся на рассмотрении предварительной заявке на патент США № 62/795340, положения каждой из которых полностью включены в настоящий документ посредством ссылок. Предпочтительно, стенка резервуара является внутренней стенкой резервуара и обеспечивает источник света для наблюдателя для осмотра внутреннего содержимого резервуара.

[7500] Мембрана (300) с термоинтерфейсом, если таковая присутствует, будет контактировать со второй плоской поверхностью (160). Мембрана с термоинтерфейсом может содержать ряд различных материалов. В одном примере мембрана с термоинтерфейсом содержит графит. В другом примере мембрана с термоинтерфейсом содержит серебро. Предпочтительно, мембрана с термоинтерфейсом не содержит адгезива. Мембрана с термоинтерфейсом, если таковая присутствует, не обязательно должна иметь какой-либо определенный размер, форму, толщину или расположение. Однако предпочтительно, чтобы мембрана с термоинтерфейсом имела размер и форму, идентичные или в целом подобные размеру и форме нижней поверхности осветительного элемента (120). В таких вариантах осуществления изобретения является предпочтительным, чтобы, по меньшей мере, одна мембрана с термоинтерфейсом прилегала ко второй плоской поверхности (160) печатной платы с металлическим сердечником напротив осветительного элемента, расположенного на первой плоской поверхности (150) печатной платы с металлическим сердечником.

[7600] Мембрана (300) с термоинтерфейсом, если таковая присутствует, также может быть охарактеризована в отношении ее свойств. Например, мембрана с термоинтерфейсом будет обладать теплопроводностью. Предпочтительно, чтобы теплопроводность составляла, по меньшей мере,

750 Вт/(м·К), более предпочтительно, по меньшей мере, 1000 Вт/(м·К) и еще более предпочтительно, по меньшей мере, 1250 Вт/(м·К). Считается, что мембрана с термоинтерфейсом, имеющая теплопроводность в вышеуказанных диапазонах, быстрее отводит тепло от печатной платы с металлическим сердечником во время работы, что может способствовать продлению срока службы печатной платы с металлическим сердечником.

[7700] ФИГ. 5 демонстрирует вид светоизлучающего диода (10) по ФИГ. 4 в перспективе в сборе. Как показано на ФИГ. 5, в некоторых вариантах осуществления изобретения печатная плата (100) с металлическим сердечником соединяется с опциональной монтажной пластиной (200) и опциональной линзой (500) путем пропуска каждого винта из множества винтов (400) через соответствующее отверстие в опциональной линзе, печатную плату с металлическим сердечником и в опциональную монтажную пластину. Специалисту в данной области техники будет понятно, что в вариантах осуществления изобретения, имеющих опциональную линзу, но не имеющих опциональной монтажной пластины, каждый винт из множества винтов может проходить через соответствующее отверстие в линзе и в печатную плату с металлическим сердечником. Специалисту в данной области техники будет понятно, что в вариантах осуществления изобретения, имеющих опциональную монтажную пластину, но не имеющих опциональной линзы, каждый винт из множества винтов может проходить через соответствующее отверстие в печатной плате с металлическим сердечником и в опциональную монтажную пластину.

[7800] На ФИГ.6 представлена горизонтальная проекция печатной платы с металлическим сердечником. Как показано на ФИГ. 6, печатная плата с металлическим сердечником содержит, по меньшей мере, один опциональный резистор (110). Печатная плата с металлическим сердечником дополнительно содержит, по меньшей мере, один осветительный элемент (120).

[7900] Авторы изобретения неожиданно обнаружили, что светоизлучающий диод способен выдерживать пониженные криогенные температуры на уровне или ниже -180°C без компонентов светоизлучающего диода, таких как резисторы, провода или источник света, отсоединяющихся от печатной

платы с металлическим сердечником. Не имея намерения быть связанными соответствием какой-либо конкретной теории, авторы полагают, что механические свойства различных компонентов припоев, раскрытых в данном документе, предотвращают растрескивание или разрушение соединений между печатной платой с металлическим сердечником и резисторами, проводами и источником света.

[8000] Авторы изобретения неожиданно обнаружили, что мембрана с термоинтерфейсом уменьшает износ печатной платы с металлическим сердечником, причиной которого являются резкие перепады температур при включении и выключении светоизлучающего диода. Было обнаружено, что традиционные методы уменьшения износа, такие как использование термопаст, не привели к уменьшению износа печатной платы с металлическим сердечником при использовании светоизлучающего диода в условиях криогенных температур при -180°C или ниже. Не имея намерения быть связанными соответствием какой-либо конкретной теории, авторы полагают, что жидкие компоненты, которые составляют весь объем или часть термопасты, затвердевают, трескаются и/или разрушаются в условиях криогенных температур, тогда как мембраны с термоинтерфейсом,

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Светоизлучающий диод, содержащий:

печатную плату (100) с металлическим сердечником, имеющую внешний периметр (140), определяющий первую плоскую поверхность (150) и вторую плоскую поверхность (160), противоположную первой плоской поверхности; указанная печатная плата с металлическим сердечником содержит, по меньшей мере, один осветительный элемент (120), соединенный с первой плоской поверхностью, и, по меньшей мере, один провод (130), соединенный с первой плоской поверхностью; и

при этом каждый провод из, по меньшей мере, одного провода соединен с первой плоской поверхностью вторым припоем, не содержащим олова, и каждый осветительный элемент из, по меньшей мере, одного осветительного элемента соединен с первой плоской поверхностью третьим припоем, не содержащим олова.
2. Светоизлучающий диод по п. 1, дополнительно содержащий, по меньшей мере, один резистор (110), подсоединенный к первой плоской поверхности с помощью первого припоя, не содержащего олова.
3. Светоизлучающий диод по п. 2, отличающийся тем, что первый припой состоит из индия.
4. Светоизлучающий диод по п. 2, отличающийся тем, что первый припой содержит индий.
5. Светоизлучающий диод по любому из пп. 2 и 4, отличающийся тем, что первый припой содержит индий и серебро.
6. Светоизлучающий диод по любому из пп. 2, 4 и 5, отличающийся тем, что серебро присутствует в первом припое на уровне в диапазоне от 0,1 до 10 % по массе, индий присутствует в первом припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а серебро и индий вместе составляют 100% массы первого припоя.
7. Светоизлучающий диод по любому из пп. 2 и 4, отличающийся тем, что первый припой содержит индий и свинец.

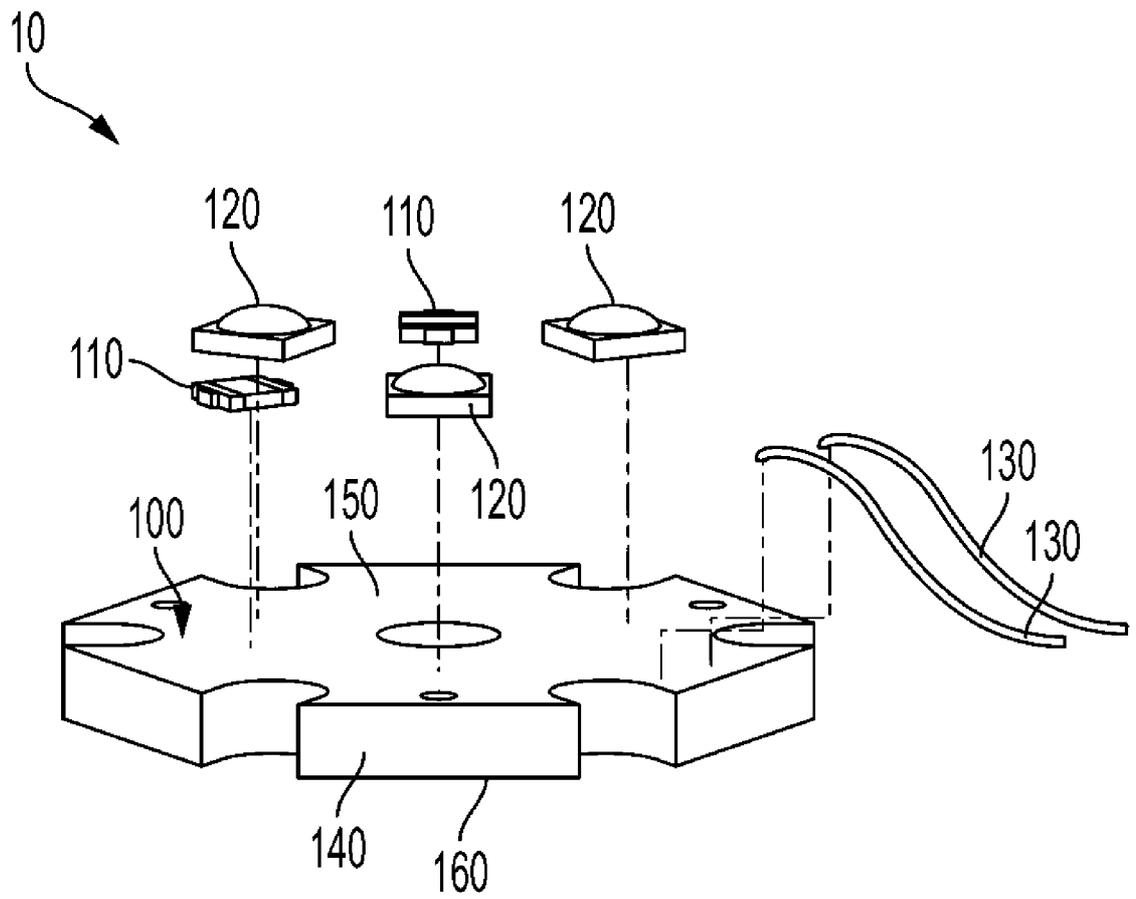
8. Светоизлучающий диод по любому из пп. 2, 4 и 7, отличающийся тем, что свинец присутствует в первом припое на уровне в диапазоне от 40 до 50 % по массе, индий присутствует в первом припое на уровне в диапазоне от 50% до 60% по массе, а свинец и индий вместе составляют 100% массы первого припоя.
9. Светоизлучающий диод по любому из пп. 2 и 4, отличающийся тем, что первый припой содержит индий, серебро и висмут.
10. Светоизлучающий диод по любому из пп. 2, 4 и 9, отличающийся тем, что висмут присутствует в первом припое на уровне в диапазоне от 0,1 до 5 % по массе, серебро присутствует в первом припое на уровне в диапазоне от 0,1 до 10 % по массе, индий присутствует в первом припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а висмут, серебро и индий вместе составляют 100% массы первого припоя.
11. Светоизлучающий диод по любому из пп. 2 и 4, отличающийся тем, что первый припой содержит индий, серебро и галлий.
12. Светоизлучающий диод по любому из пп. 2, 4 и 11, отличающийся тем, что галлий присутствует в первом припое на уровне в диапазоне от 1 до 6 % по массе, серебро присутствует в первом припое на уровне в диапазоне от 0,1 до 10 % по массе, индий присутствует в первом припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а галлий, серебро и индий вместе составляют 100% массы первого припоя.
13. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 - 12, отличающийся тем, что второй припой состоит из индия.
14. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 - 12, отличающийся тем, что второй припой содержит индий.
15. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 - 12 и 14, отличающийся тем, что второй припой содержит индий и серебро.
16. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 – 12, 14 и 15, отличающийся тем, что серебро присутствует во втором припое на уровне в диапазоне от 0,1 до 10 % по массе, индий присутствует во втором припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а серебро и индий вместе составляют 100% массы второго припоя.

17. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 - 12 и 14, отличающийся тем, что второй припой содержит индий и свинец.
18. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 – 12, 14 и 17, отличающийся тем, что свинец присутствует во втором припое на уровне в диапазоне от 40 до 50 % по массе, индий присутствует во втором припое на уровне в диапазоне от 50% до 60% по массе, а свинец и индий вместе составляют 100% массы второго припоя.
19. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 - 12 и 14, отличающийся тем, что второй припой содержит индий, серебро и висмут.
20. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 – 12, 14 и 19, отличающийся тем, что висмут присутствует во втором припое на уровне в диапазоне от 0,1 до 5 % по массе, серебро присутствует во втором припое на уровне в диапазоне от 0,1 до 10 % по массе, индий присутствует во втором припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а висмут, серебро и индий вместе составляют 100% массы второго припоя.
21. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 - 12 и 14, отличающийся тем, что второй припой содержит индий, серебро и галлий.
22. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 – 12, 14 и 21, отличающийся тем, что галлий присутствует во втором припое на уровне в диапазоне от 1 до 6 % по массе, серебро присутствует во втором припое на уровне в диапазоне от 0,1 до 10 % по массе, индий присутствует во втором припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а галлий, серебро и индий вместе составляют 100% массы второго припоя.
23. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 - 22, отличающийся тем, что третий припой состоит из индия.
24. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 - 22, отличающийся тем, что третий припой содержит индий.
25. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 – 22 и 24, отличающийся тем, что третий припой содержит индий и серебро.
26. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 – 22, 24 и 25, отличающийся тем, что серебро присутствует в третьем припое на уровне в диапазоне от 0,1 до 10 % по массе, индий присутствует в третьем припое на уровне в

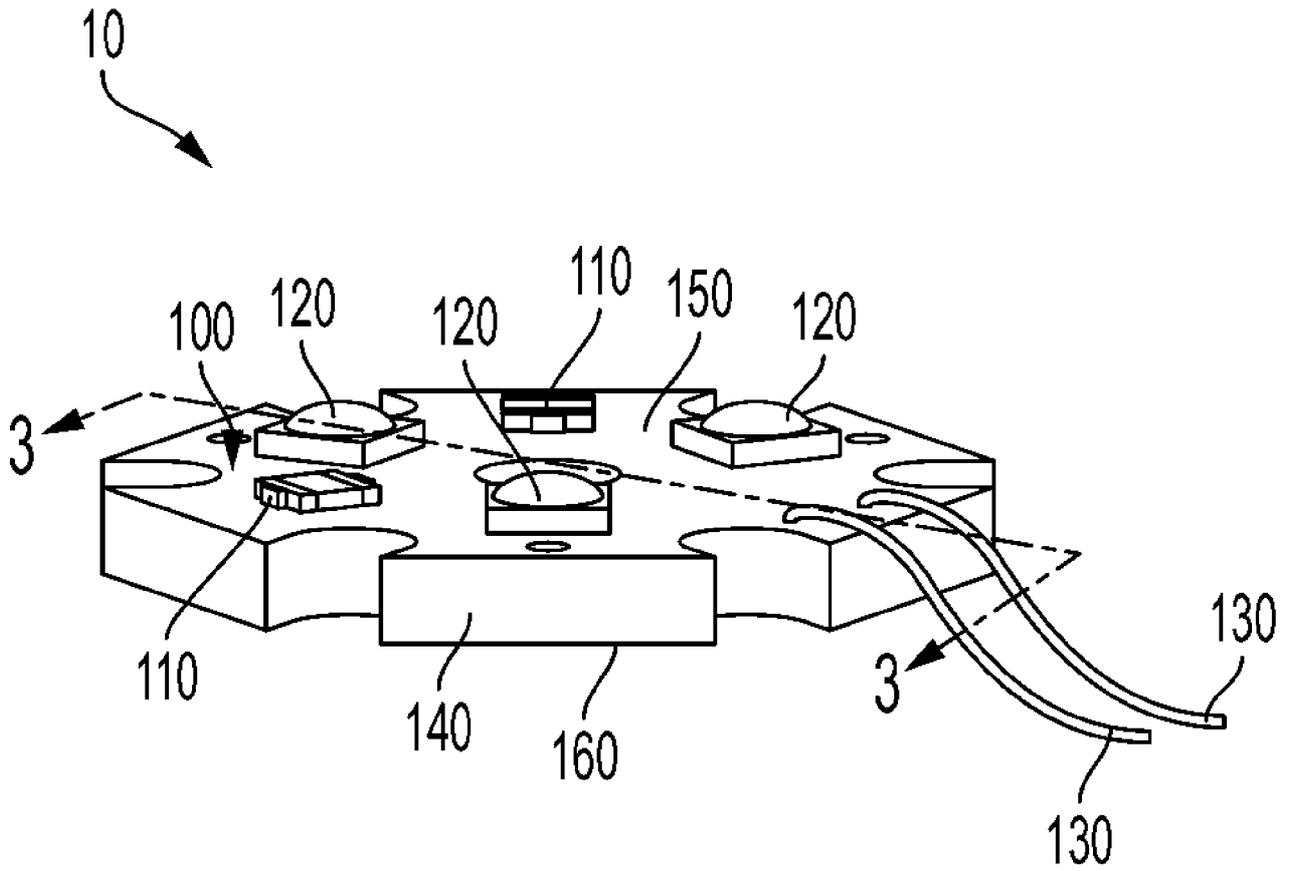
диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а серебро и индий вместе составляют 100% массы третьего припоя.

27. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 – 22 и 24, отличающийся тем, что третий припой содержит индий и свинец.
28. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 – 22, 24 и 27, отличающийся тем, что свинец присутствует в третьем припое на уровне в диапазоне от 40 до 50 % по массе, индий присутствует в третьем припое на уровне в диапазоне от 50% до 60% по массе, а свинец и индий вместе составляют 100% массы третьего припоя.
29. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 – 22 и 24, отличающийся тем, что третий припой содержит индий, серебро и висмут.
30. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 – 22, 24 и 29, отличающийся тем, что висмут присутствует в третьем припое на уровне в диапазоне от 0,1 до 5 % по массе, серебро присутствует в третьем припое на уровне в диапазоне от 0,1 до 10 % по массе, индий присутствует в третьем припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а висмут, серебро и индий вместе составляют 100% массы третьего припоя.
31. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 – 22 и 24, отличающийся тем, что третий припой содержит индий, серебро и галлий.
32. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 – 22, 24 и 31, отличающийся тем, что галлий присутствует в третьем припое на уровне в диапазоне от 1 до 6 % по массе, серебро присутствует в третьем припое на уровне в диапазоне от 0,1 до 10 % по массе, индий присутствует в третьем припое на уровне в диапазоне от 85% до 99,8% по массе, а галлий, серебро и индий вместе составляют 100% массы третьего припоя.
33. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1-32, дополнительно содержащий линзу (500), отличающийся тем, что линза подсоединена к печатной плате с металлическим сердечником с помощью множества винтов (400).
34. Светоизлучающий диод по п. 33, отличающийся тем, что линза изготовлена из поликарбоната.

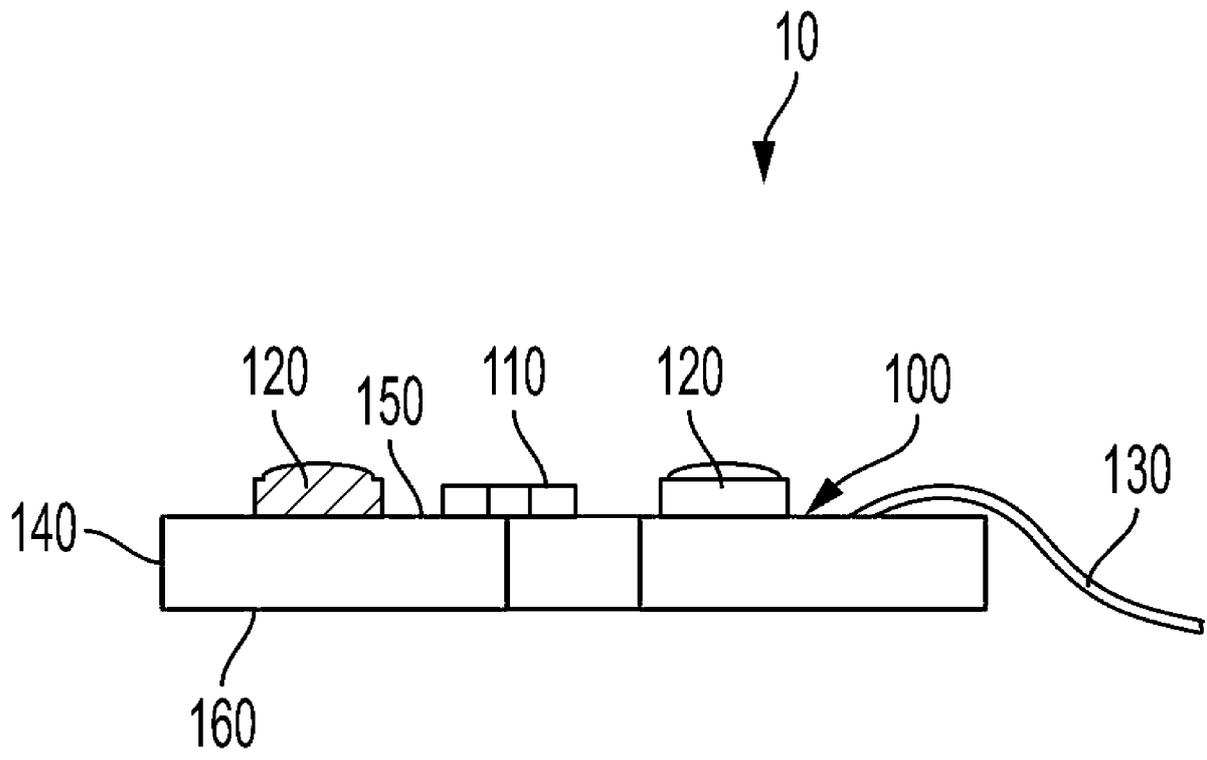
35. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 - 34, дополнительно содержащий мембрану с термоинтерфейсом (300), контактирующую со второй плоской поверхностью.
36. Светоизлучающий диод по п. 35, отличающийся тем, что мембрана с термоинтерфейсом имеет теплопроводность не менее 750 Вт/(м·К).
37. Светоизлучающий диод по любому из пп. 35 - 36, отличающийся тем, что мембрана с термоинтерфейсом не содержит адгезива.
38. Светоизлучающий диод по любому из пп. 35 - 37, отличающийся тем, что мембрана с термоинтерфейсом содержит графит.
39. Светоизлучающий диод по любому из пп. 35 - 37, отличающийся тем, что мембрана с термоинтерфейсом содержит серебро.
40. Светоизлучающий диод по любому из пп. 1 - 39, дополнительно содержащий монтажную пластину (200), отличающийся тем, что печатная плата с металлическим сердечником присоединена к монтажной пластине множеством винтов (400).
41. Светоизлучающий диод по п. 40, отличающийся тем, что монтажная пластина представляет собой теплоотводящую монтажную пластину.
42. Светоизлучающий диод по п. 40, отличающийся тем, что монтажная пластина является стенкой резервуара.



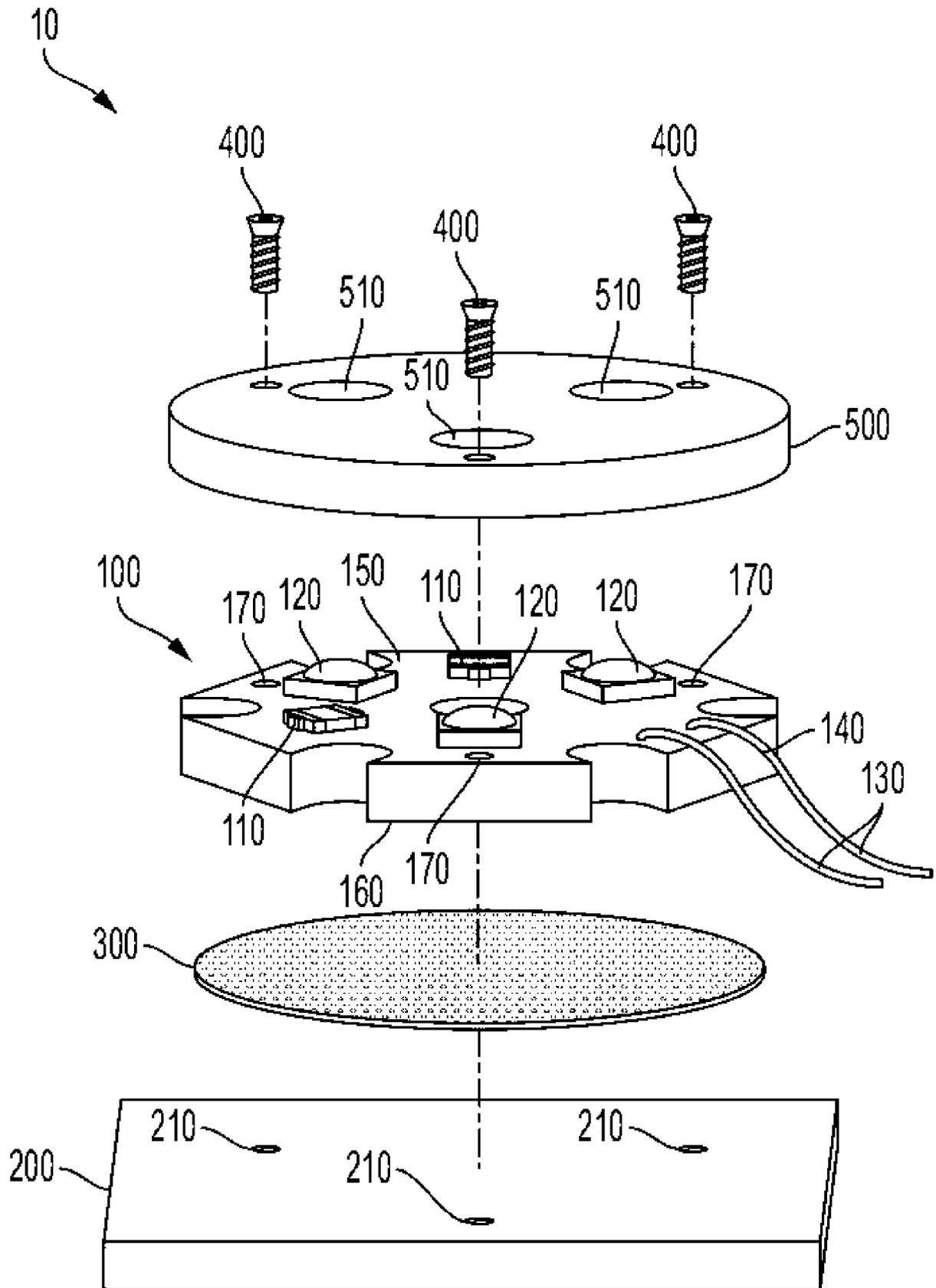
Фиг.1



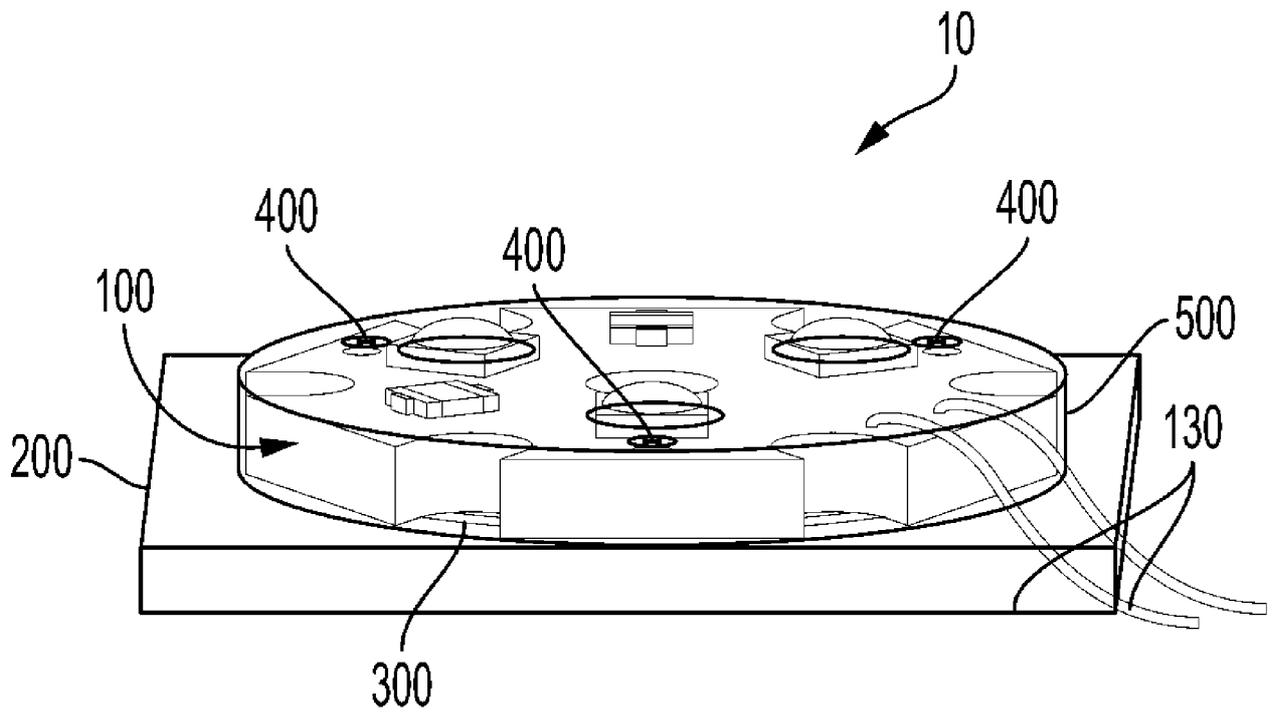
Фиг.2



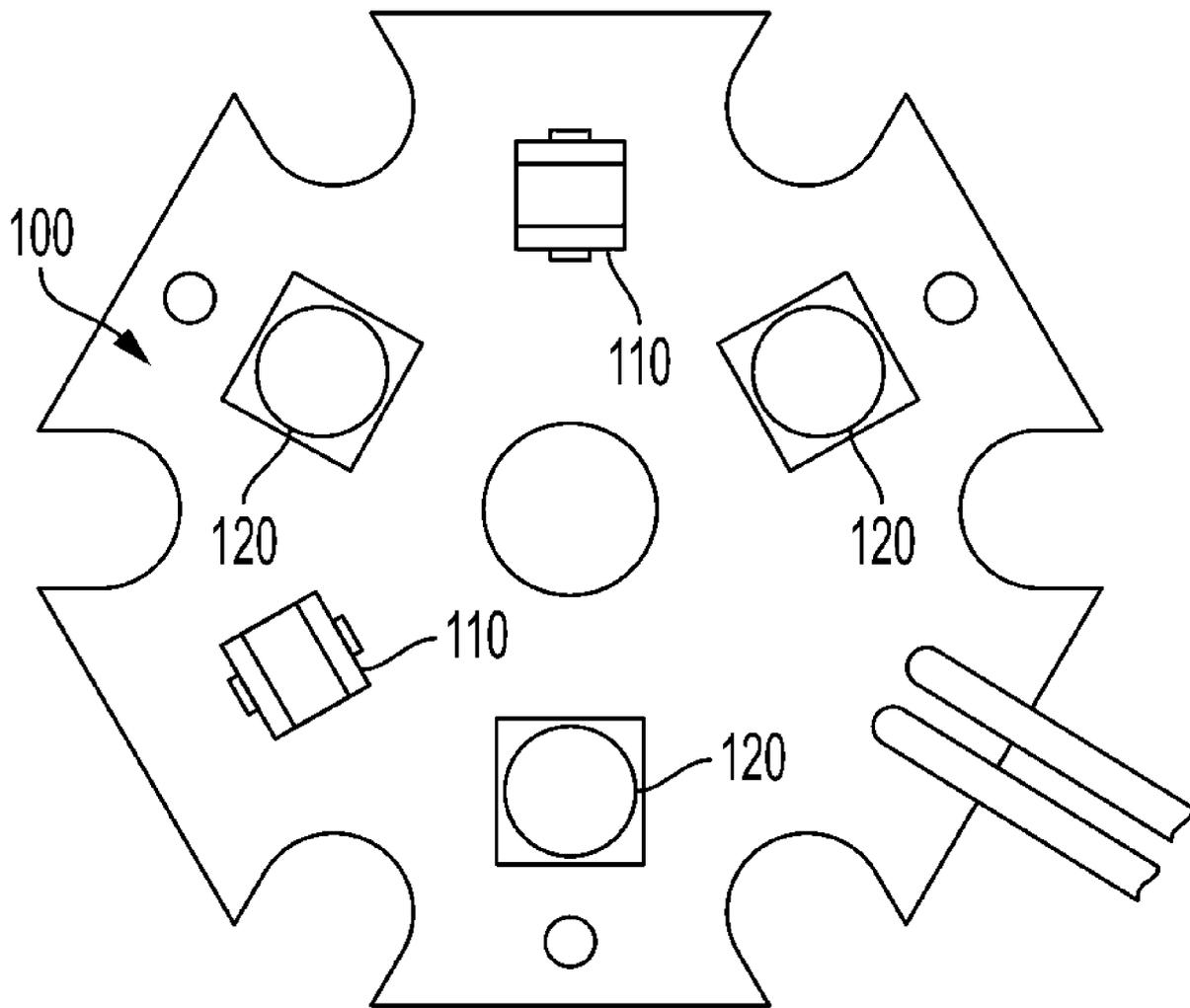
Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6