



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2008151925/05, 06.06.2007**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.06.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
07.06.2006 US 11/448,630

(43) Дата публикации заявки: **20.07.2010** Бюл. № 20

(45) Опубликовано: **10.10.2011** Бюл. № 28

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 6451152 B1, 17.09.2002. US 6361301 B1, 26.03.2002. US 20060048881 A1, 09.03.2006. RU 2186681 C2, 10.08.2002. RU 2048272 C1, 20.11.1995.**

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **11.01.2009**

(86) Заявка РСТ:
US 2007/013306 (06.06.2007)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2007/149221 (27.12.2007)

Адрес для переписки:
**191002, Санкт-Петербург, а/я 5, ООО
"Ляпунов и партнеры", пат. пов. Е.Г.Ильмер,
рег.№ 1144**

(72) Автор(ы):

**КОЧРАН Дон У. (US),
ЧЕХ Стивен Д. (US),
МОРГАН Ноэл Едвард мл. (US),
РОСС Денвуд Ф. Ш (US)**

(73) Патентообладатель(и):

ПРЕССКО ТЕКНОЛОДЖИ ИНК. (US)

(54) СПОСОБ ОБРАБОТКИ ИНФРАКРАСНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ С ЗАДАННОЙ ДЛИНОЙ ВОЛНЫ И ПРЕДНАЗНАЧЕННАЯ ДЛЯ ЭТОГО СИСТЕМА

(57) Реферат:

Предложена система на основе лазерных диодов, предназначенная для прямой подачи теплового инфракрасного излучения или энергии с выбранной длиной волны в объекты для самых разных видов обработки. Эта обработка может включать нагрев, подъем или поддержание температуры объектов или стимулирования целевого объекта в широком диапазоне различных промышленных,

медицинских, потребительских или коммерческих применений. Технический результат при использовании заявленных изобретений позволяет применить облучение на конкретно выбранных длинах волн в импульсном или непрерывном режиме и использовать на высоких скоростях обработки в окружающей среде, не допускающей контакта с целевым объектом. 4 н. и 67 з.п. ф-лы, 18 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2008151925/05, 06.06.2007**(24) Effective date for property rights:
06.06.2007

Priority:

(30) Priority:
07.06.2006 US 11/448,630(43) Application published: **20.07.2010 Bull. 20**(45) Date of publication: **10.10.2011 Bull. 28**(85) Commencement of national phase: **11.01.2009**(86) PCT application:
US 2007/013306 (06.06.2007)(87) PCT publication:
WO 2007/149221 (27.12.2007)

Mail address:

**191002, Sankt-Peterburg, a/ja 5, OOO "Ljapunov i
partnery", pat. pov. E.G.II'mer, reg.№ 1144**

(72) Inventor(s):

**KOChRAN Don U. (US),
ChEKh Stiven D. (US),
MORGAN Noehl Edvard ml. (US),
ROSS Denvud F. III (US)**

(73) Proprietor(s):

PRESSKO TEKNOLODZhi INK. (US)**(54) METHOD OF PROCESSING BY PRESET WAVE LENGTH LASER RADIATION AND SYSTEM TO THIS END**

(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: proposed system is built around laser diodes to directly feed IR-radiation or preset wavelength power into articles for various types of processing. Said processing may include heating, increasing temperature or maintaining it, or

stimulating target object for various industrial, medicinal or commercial applications.

EFFECT: possibility to use fixed wavelengths in pulse or continuous mode with contact with target object.

71 cl, 18 dwg

Уровень техники

Данное изобретение относится к технологии прямого направления теплового инфракрасного (ИК) излучения с выбранной длиной волны (т.е. тепловой инфракрасной энергии) на намеченные объекты для проведения в отношении них разнообразных видов нагрева, обработки или в лечебных целях. Как описано ниже, эти цели актуальны для самых разных промышленных, медицинских, потребительских или коммерческих областей и включают в себя нагрев предметов, повышение или поддержание их температуры, или стимуляция выбранных объектов. Способы и систему, описанные в данной заявке, особенно целесообразно применять при операциях, при которых необходимо, или по меньшей мере предпочтительно, облучать объекты непрерывным или импульсным излучением с конкретной выбранной длиной волны. Изобретение особо предпочтительно использовать в случае, когда целевой объект перемещается с высокими скоростями, а также в случае отсутствия контакта с целевым объектом. В изобретении предложена система на основе инфракрасного лазера с выбранной узкой полосой частот, которую можно настраивать программным образом для решения самых разных задач. В изобретении описана система инфракрасного облучения нового типа, содержащая по меньшей мере один лазер, в наиболее предпочтительном случае выполненный на основе твердотельных излучающих устройств (RED-устройств) нового класса, излучающих в узком диапазоне волн. Один вариант данной системы описан в настоящей заявке ниже.

Более конкретно, изобретение относится к новому эффективному способу направления инфракрасного излучения по меньшей мере одной конкретной оптимальной длины волны на целевой объект для изменения температуры этого объекта. Отметим, что "целевыми объектами" инфракрасного облучения могут быть самые разнообразные предметы, например отдельные объекты, обрабатываемые в ходе какой-либо технологической операции, локальные зоны материала для непрерывной циклической обработки, пища в процессе ее приготовления, люди, которым оказывается медицинская помощь, и т.д.

Хотя данное изобретение описано ниже на примере нагрева заготовок для пластиковых бутылок, его принципы в равной степени применимы и в отношении других упомянутых задач. Описанный пример изобретения относится к одноэтапным операциям выдувания пластиковых бутылок, когда предварительно выполняют операцию литьевого формования (как раз перед операцией выдувного формования). В данном виде применения изобретения, предложенные способы и устройство обеспечивают по сути те же преимущества, что и известные технические решения, однако они используют другие средства измерения и управления, позволяющие учитывать различия в начальной температуре на входе в секцию нагрева.

В идеальном случае система инфракрасного нагрева оптимально нагревает целевой объект при наименьшем потреблении энергии. Такая система может содержать устройство, преобразующее подводимую электрическую энергию непосредственно в энергию электромагнитного облучения с единственной выбранной длиной волны или с группой волн узкого диапазона, направленную на целевой объект, в результате чего энергия излучения будет частично или полностью поглощаться целевым объектом, преобразовываясь в тепло. Чем эффективнее входная электроэнергия преобразуется в электромагнитное излучение, тем эффективнее действует система. Чем точнее излученные электромагнитные волны нацелены на выбранные участки целевого объекта, тем эффективнее система выполняет свою функцию. Излучающее устройство, выбранное для использования, должно обладать свойством мгновенного включения и

мгновенного выключения, чтобы ни входная, ни выходная энергия не тратились напрасно, когда целевой объект не облучается. Чем эффективнее облучаемый целевой объект поглощает излученную электромагнитную энергию, преобразуя ее в тепло, тем эффективнее функционирует система. Для оптимизации работы системы необходимо, чтобы набор длин волн ее выходного излучения соответствовал поглощающим характеристикам целевого объекта. Эти длины волн, очевидно, должны по-разному выбираться для разных задач изобретения, чтобы как можно точнее соответствовать различным поглощающим характеристикам различных материалов, а также обеспечивать различные желательные результаты.

Из уровня техники хорошо известно использование излучающих нагревательных систем различного типа, предназначенных для проведения самых разных обработок и лечебных процедур. Технологии, которые были разработаны ранее для таких целей, обеспечивают достаточно широкий диапазон частот излучаемой электромагнитной энергии. Несмотря на то, что эти системы могут упоминаться в данной области техники как системы лечения или обработки посредством инфракрасного нагрева, на самом деле они зачастую производят лучевую энергию далеко за пределами инфракрасного спектра.

Инфракрасная часть спектра делится по длинам волн на три основные области: область коротких волн, область средних волн и область длинных волн инфракрасных лучей. Точные границы между этими основными областями ясно не установлены, однако считается, что область коротких волн инфракрасных лучей охватывает диапазон от верхнего предела визуальной способности человеческого глаза (примерно 780 нм) и до 1,5 мкм. Область средних волн инфракрасных лучей охватывает диапазон от 1,5 до 5 мкм. Область длинных волн инфракрасных лучей, как принято считать, лежит между 5 мкм и 14 мкм и даже простирается дальше. Вообще предполагается, что реальное тепловое инфракрасное излучение включает в себя диапазоны средних, длинных и сверхдлинных волн. Инфракрасное излучение области коротких волн, напротив, ведет себя подобно невидимому свету.

Известные источники инфракрасного излучения, используемые в промышленном, коммерческом и медицинском нагревательном оборудовании для лечебных или технологических процессов, генерируют электромагнитные волны в широком диапазоне частот, редко ограниченном только одной областью инфракрасного спектра. Хотя выходная мощность таких широкополосных установок может достигать максимума в конкретном диапазоне инфракрасного спектра, у них обычно присутствуют побочные пики, которые простираются далеко в смежные частотные области.

Например, известные из уровня техники кварцевые лампы инфракрасного нагрева, используемые для операций нагрева в различных процессах, обычно обеспечивают пиковую мощность в диапазоне от 0,8 до 1 мкм. Хотя их мощность достигает своего максимума в диапазоне 0,8 и 1 мкм, эти лампы также излучают значительную энергию в широком непрерывном диапазоне волн, начиная от ультрафиолетового излучения (УФ), продолжая видимым диапазоном и доходя примерно до 3,5 мкм в средневолновой области инфракрасных лучей. Понятно, что несмотря на то, что пиковая мощность кварцевой лампы приходится на область коротких волн инфракрасных лучей, лампа излучает значительную мощность и в видимой, и в средневолновой областях инфракрасных лучей. Вследствие этого существующие широкодиапазонные источники инфракрасного излучения не способны обеспечить избирательное излучение на какой-либо предпочтительной длине волны или длинах

волн, которые были бы наиболее подходящими для конкретной задачи нагрева, обработки или лечения. В сущности, эти процессы представляют собой лечение или обработку электромагнитным излучением широкодиапазонного спектра. До появления настоящего изобретения они широко использовались лишь по причине отсутствия других альтернатив, за исключением альтернатив, описанных в совместно рассматриваемых заявках №11/003679 (подана 3 декабря 2004) и №011/351030 (подана 9 февраля 2006), содержание которых включено в данную заявку посредством ссылки. Основное повышение температуры у многих целевых объектов происходит из-за поглощения ими тепловой энергии инфракрасного излучения, характеризующейся узким диапазоном волн, одним или несколькими. Таким образом, большая часть энергии инфракрасного излучения, распределенной в широком диапазоне, тратится впустую.

Тем не менее, кварцевые инфракрасные лампы широко используются в промышленности как для дискретной, так и для непрерывной обработки материалов. Чтобы направить излучение кварцевой лампы на целевой объект, в технологическом процессе обычно используют различные средства, включающие отражатели разных типов. Независимо от того, каким образом энергия фокусируется на целевом объекте, кварцевые лампы обычно запитываются электропитанием непрерывно. Это относится к случаям когда целевой объект является и непрерывно облучаемым, и дискретно. Причина этого прежде всего заключается в том, что тепловые кварцевые лампы достаточно медленные и им свойственно продолжительное время реагирования, составляющее обычно несколько секунд. Кварцевые лампы представляют собой "медленные" устройства как в отношении включения, так и в отношении выключения, и потому фактически не могут эффективно быстро включаться и быстро выключаться или работать синхронно импульсам малой длительности.

В качестве примера области применения предложенного способа направления энергии можно указать область формования раздувом. В частности, в системах формования пластиковых бутылок раздувом с вытяжкой, специальные температурные условия необходимо создавать предварительно, т.е. перед проведением операций формования раздувом с вытяжкой. Один аспект этого процесса известен из уровня техники как операция подогрева. В операции подогрева заготовки, образованные в ходе теплового литьевого формования или в ходе компрессионного формования, охлаждают до температуры окружающей среды или до комнатной температуры и стабилизируют при этой температуре. Некоторое время спустя, которое обычно составляет несколько дней или недель, заготовки подают в систему формования раздувом с вытяжкой, в которой на начальной стадии обработки заготовки нагревают до некоторой температуры, причем определенную часть термопластического материала заготовки нагревают до температуры, оптимизированной для последующих операций формования раздувом. Выполнение этого условия обеспечивают во время транспортировки заготовок через секцию нагрева или печь, предусмотренные на пути транспортировки к секции формования раздувом в установке. В секции формования раздувом заготовки сначала механически растягивают и затем раздувают (обычно воздухом повышенного давления) до формы сосудов или контейнеров большего объема. Примером такого контейнера является одноразовая бутылка для воды или газированного напитка, изготовленная из материала ПЭТ (полиэтилентерефталат).

Затраты энергопотребления существенно влияют на стоимость готовой продукции, создаваемой формованием раздувом, и обычно являются самыми высокими

издержками производства. В частности, количество энергии, используемое при известном способе нагрева заготовки из терефталата полиэтилена (ПЭТ) от температуры окружающей среды до 105°C в секции нагрева, входящей в состав установки формования раздувом с вытяжкой, является крайне существенным. Что
 5 касается остальных аспектов повышения эффективности производства, то с экономической и экологической точек зрения необходимо уменьшать энергопотребление, связанное с функционированием секции поддержания температурных условий в системах формования раздувом с вытяжкой.

Кроме того, согласно современной практике контейнеры подвергают действию энергии, излучаемой группой кварцевых инфракрасных ламп типа W-VII, образующих туннельную печь. Энергия каждой лампы имеет разброс в широких пределах, вследствие чего степень облучения отдельных сегментов контейнера можно
 10 регулировать очень незначительно. Большая часть энергии ламп вообще не поглощается контейнером, а поглощается окружающим воздухом и механическими опорами, что приводит к значительному снижению общей эффективности. Для снижения нежелательного нагрева можно предпринимать некоторые меры, например, туннельную печь обдувают воздухом с целью 1) охлаждения внешней оболочки
 15 контейнера (что очень желательно) и 2) направления в контейнеры больше энергии за счет конвекции излишне нагретого воздуха.

К недостаткам способа, известного из уровня техники, относятся ненужный нагрев воздуха и смежных конструкций, плохая регулируемость распределения по контейнеру энергии облучения, необходимость использования больших физических пространств,
 25 неспособность выборочно нагревать конкретные участки или области заготовок, низкая способность быстрой адаптации распределения нагрева к новым технологическим требованиям, таким как частая смена типов контейнеров с различными размерами, и вытекающие отсюда проблемы. Например, из-за того
 30 лучевая энергия поглощается контейнерной заготовкой не полностью, приходится повышать мощность туннельной печи, задействовать дополнительные ресурсы на снижение избыточной высокой температуры среды в установке, использовать больше пространства в туннельной печи для обеспечения постепенного и однородного нагрева, чаще менять сгоревшие и частично утратившие излучающую способность
 35 лампы.

В патенте США №5322651 раскрыт улучшенный способ тепловой обработки термопластичных заготовок. В этом патенте описана обычная практика использования широкополосного инфракрасного (ИК) лучевого нагрева для тепловой
 40 обработки пластичных заготовок. Приведем цитату из этого патента: "По сравнению с другими нагревающими или тепловыми способами обработки, такими как конвекция и проводимость, нагрев с использованием инфракрасного облучения обеспечивает более высокую производительность и позволяет улучшить нормы изготовления, тем более принимая во внимание низкую удельную теплопроводность материала". Этот
 45 патент описывает широкополосные источники инфракрасного облучения, которые сегодня обычно используют в промышленности для обработки изделий из материала ПЭТ.

Конкретное усовершенствование известных способов, предложенное в данном патенте, относится к управлению избыточной энергией, излучаемой во время ИК-
 50 нагрева заготовок. В частности, данный патент касается энергии, излучаемой во время процесса нагрева, которая в конечном счете (за счет поглощения другими элементами, отличными от заготовок, проводимости и последующей конвекции) приводит к

увеличению температуры воздуха, окружающего транспортируемые по печи заготовки. Конвекционный нагрев заготовок, обусловленный струей горячего воздуха, как выяснилось, приводит к неоднородному нагреву заготовок и, таким образом, вредно сказывается на технологическом процессе. Бесполезный расход энергии также присущ установке системы HVAC, которая тоже отличается большим энергопотреблением. Патент №5322651 описывает способ, противодействующий влиянию непреднамеренного нагрева воздуха, окружающего заготовки во время операций ИК-нагрева.

Таким образом понятно, что передача тепловой энергии от известных современных широкополосных элементов и систем ИК-нагрева к обрабатываемым заготовкам является недостаточно эффективной. В идеальном случае выбранные участки заготовок должны поглощать в виде тепловой энергии все 100% энергии, предназначенной для тепловой обработки этих заготовок. Хотя это специально не оговорено в перечисленных выше патентах, типичные значения эффективности передачи энергии (отношение: энергия, полученная транспортируемыми заготовками/энергия, потребленная ИК-нагревателями) у известных установок формования раздувом лежат в пределах 5%-10%. Несмотря на то, что это трудно проверить на практике, но фактическая эффективность передачи энергии у этих систем вряд ли достигает даже такого уровня. Поэтому любое усовершенствование способов или средств, связанных с инфракрасным нагревом заготовок, повышающее эффективность передачи энергии, является чрезвычайно предпочтительным и обуславливает существенное снижение энергозатрат при использовании установок формования раздувом с вытяжкой.

Есть много факторов, которые способствуют повышению эффективности передачи энергии элементов и систем ИК-нагрева, используемых в известных установках формования раздувом. Как замечено выше, стандартные термопластичные заготовки, такие как заготовки из материала ПЭТ, нагревают примерно до температуры 105°C. Обычно это осуществляют в известных установках формования раздувом с использованием коммерчески доступных широкополосных кварцевых инфракрасных ламп. В быстродействующих / высокопроизводительных установках эти лампы зачастую образуют большие группы баллонов очень высокой мощности. Общая энергия, потребляемая всеми группами кварцевых ламп, обуславливает огромное токопотребление, которое в самых быстрых установках выливается во многие сотни киловатт потребляемой мощности. Два фактора, связанные с элементами ИК-нагрева этого типа и оказывающие влияние на эффективность передачи общей энергии всей нагревательной системы, - это цветовая температура нити лампы и свойства оптической передачи баллона лампы.

Другим фактором, оказывающим существенное влияние на эффективность передачи общей энергии тепловых подсистем, используемых в известных установках формования раздувом, является управление потоком или средствами фокусировки, предназначенными для направления ИК-излучения, испускаемого нагревательными элементами, в заготовки, транспортируемые через эту систему. В большинстве известных установок формования раздувом используются специальные средства, обеспечивающие направление потока ИК-лучей, испускаемых кварцевыми лампами, непосредственно на заготовки. В частности, используются металлизированные отражатели, позволяющие значительно снизить количество испускаемого ИК-излучения, которое в этих системах расходуется впустую.

Еще одним фактором, влияющим на эффективность передачи энергии в

подсистемах ИК-нагрева, является степень синхронизации энергии, подводимой к стационарным элементам ИК-нагрева, с движением заготовок, перемещаемых через нагревательную систему. Более конкретно, если входная энергия непрерывно потребляется стационарным элементом ИК-нагрева в фиксированном количестве, даже в то время, когда в непосредственной близости от нагревателя нет ни одной заготовки по причине непрерывного движения заготовок через систему, то очевидно, что эффективность передачи энергии в этой системе не оптимизирована. На практике, медленное физическое срабатывание коммерчески доступных кварцевых ламп и относительно высокие скорости транспортировки заготовок в известных установках формования раздувом нивелируют любую успешную попытку модуляции входной мощности лампы с целью синхронизации ее облучения с дискретным движением компонента и, таким образом, не позволяют повысить эффективность передачи общей энергии.

В американских патентах №5925710, 6022920 и 6503586 раскрыты подобные способы увеличения доли энергии, испускаемой ИК-лампами, которая поглощается заготовками, транспортируемыми в процессе формования раздувом. Все эти патенты описывают, с разной степенью детализации, общую практику нагрева в известных установках формования раздувом с использованием кварцевых ламп в качестве элементов ИК-нагрева. Согласно процессу теплового формования раздувом заготовки, которые ранее были созданы методом литьевого формования и доведены до комнатной температуры, нагревают до нужной температуры лишь непосредственно перед операцией формования раздувом. Вышеупомянутые патенты описывают, как полимеры вообще и ПЭТ, в частности, могут быть нагреты поглощением ИК-излучения более эффективно, чем это возможно с использованием проводимости или конвекционных средств. В этих патентах измеренный коэффициент поглощения материала ПЭТ графически представлен в виде функции длины волны. Для материала ПЭТ обнаружен ряд диапазонов с большим молекулярным поглощением, прежде всего в ИК-диапазонах для длин волн больше 1,6 мкм. Кварцевые лампы, как известно, излучают в широком спектре, и точный спектр излучения может быть определен по температуре нити накала в соответствии с законом Планка.

Кварцевые лампы, используемые в известных установках формования раздувом, работают при температуре нити накала около 3000 К. При этой температуре пик излучения ламп приходится на длину волны примерно 0,8 мкм. Поскольку эмиссией, согласно данной области техники, принято считать эмиссию абсолютно черного тела, то можно сказать, что нить кварцевой лампы излучает непрерывный спектр энергии от рентгеновского излучения до сверхдлинноволнового инфракрасного излучения. При цветовой температуре 3000 К эмиссия растет по всей видимой области спектра, достигает максимума на длине волны 0,8 мкм и затем постепенно уменьшается, поскольку она начинает попадать в область значительного поглощения материала ПЭТ, которая начинается с длины волны примерно 1,6 мкм.

Но ни в одном из этих патентов не описано влияние кварцевого баллона на спектр излучения лампы. У кварцевого материала, используемого при изготовлении баллонов для коммерческих кварцевых ламп, есть верхний предел передачи, соответствующий длине волны примерно 3,5 мкм. За пределами этой длины волны любая энергия, излучаемая помещенной в баллон нитью, большей частью поглощается кварцевым стеклом баллона, в котором размещена нить накаливания, и поэтому непосредственно не может быть использована для нагрева заготовки.

В силу указанных выше причин в известных установках формования раздувом, в которых для нагрева заготовки из материала ПЭТ до температуры раздува используются кварцевые лампы, диапазон нагрева поглощением расположен между 1 мкм и 3,5 мкм. Все вышеупомянутые патенты (№№5925710, 6022920 и 6503586)

описывают различные способы и средства, предназначенные для изменения естественных поглощающих свойств заготовки, а значит для улучшения эффективности преобразования общей энергии в процессе нагрева. Все эти патенты раскрывают добавление в материал ПЭТ заготовки инородных материалов, осуществляемое с единственной целью увеличения коэффициента поглощения смеси материалов. Эти описанные способы и средства направлены на изменение оптических поглощающих свойств материала в диапазоне от ближней области ИК-излучения, примерно 0,8 мкм, до 3,5 мкм. Указанное изменение поглощающих свойств заготовок действительно позволяет повысить эффективность преобразования общей энергии в процессе нагрева и обеспечивает снижение затрат на изготовление контейнера. Однако оно, к сожалению, также связано с ухудшением внешнего вида готового контейнера. Снижение оптической прозрачности контейнера, иногда называемое замутнением контейнера, заставляет считать этот подход неоптимальным решением поставленной технологической задачи.

Патент США №5206039 описывает одностадийную систему формования литьем/раздувом, включающую в себя улучшенное средство кондиционирования заготовок и их транспортировки от зоны литья до зоны раздува. Согласно этому патенту автономная работа установки формования литьем и установки формования раздувом, при которой каждая из них добавляет значительное количество энергии в процесс температурного кондиционирования термопластичного материала, оценена как расточительная. В этом патенте утверждается, что одноэтапный производственный процесс позволяет сократить как потребление общей энергии, так и производственные затраты. Это сокращение потребления энергии обусловлено прежде всего тем, что большая часть тепловой энергии, необходимой для проведения операции формования раздувом, уже содержится в заготовке после этапа литьевого формования. Более конкретно, согласно одноэтапному процессу, описанному в патенте №5206039, заготовку не охлаждают до комнатной температуры после литьевого формования. Напротив, с этапа литьевого формования заготовки перемещают без задержки непосредственно в секцию теплового кондиционирования и затем в секцию формования раздувом.

В секции теплового кондиционирования, описанной в патенте №5206039, созданы условия как для добавления небольшого количество тепловой энергии, так и выдержки заготовок для стабилизации в течение регулируемого периода времени. Это отличается от требований секции теплового кондиционирования для 2-этапного процесса в установке горячего формования раздувом, в которой для разогрева заготовки до температуры раздува необходимо большое количество энергии. Хотя использование одноэтапных установок формования литьем/раздувом известно из уровня техники, проблемы качества готовых контейнеров, выпускаемых этими установками, остаются прежними. Эти проблемы качества связаны с изменением температуры от заготовки к заготовке, по мере того как поток заготовок поступает в зону раздува. Несмотря на достижения, описанные в патенте №5206039, основанные на использовании известных средств и способов ИК-нагрева и измерения температуры, процесс теплового кондиционирования заготовок сразу после их удаления с этапа литьевого формования тем не менее все еще приводит к разнице

содержания тепла в заготовках, поступающих в зону раздува. Разница в содержании тепла поступающих заготовок приводит к разнице свойств и качества готовых контейнеров. Невозможность эффективно отрегулировать процесс ИК-нагрева для устранения разницы в качестве между заготовками заставляет изготовителей
 5 обратиться к использованию способа формования раздувом с повторным нагревом с целью достижения необходимого уровня качества. Поэтому, что касается самых высокопроизводительных применений, то изготовители по-прежнему придерживаются в этих случаях способов формования с повторным нагревом. Кроме того, процесс
 10 повторного нагрева по-прежнему остается популярным и с той точки зрения, что предприятия-изготовители зачастую продают конечному пользователю изделия в виде заготовок, а тот впоследствии сам выдувает из них контейнеры и заполняет эти контейнеры.

Перспектива улучшения эффективности и/или функциональных возможностей
 15 секции ИК-нагрева в установках формования раздувом несомненно предпочтительна как в отношении эксплуатационных расходов, так и в отношении качества продукции. Хотя были предприняты некоторые попытки добиться усовершенствования известных подсистем ИК-нагрева, очевидно, что некоторые их недостатки все еще не
 20 исправлены. Таким образом, задача настоящего изобретения заключается в преодолении указанных недостатков за счет создания новых принципов и способов ИК-нагрева.

В области твердотельной электроники хорошо известны когерентные
 25 твердотельные излучатели или лазерные диоды. Фотонные или потоковые излучатели этого типа коммерчески доступны и работают на различных частотах от ультрафиолетового облучения (УФ) до ближней области инфракрасного спектра. Светодиоды построены на основе соответствующих полупроводниковых
 30 материалов n-типа и p-типа. Некоторое количество полупроводникового материала, содержащего после соответствующей обработки легированную область с акцепторной примесью (p-типа), введенное в прямой контакт с некоторым количеством того же материала, содержащего область, легированную донорной примесью (n-типа),
 называется диодом. Как известно из данной области техники, диоды обладают рядом важных электрических и фотоэлектрических свойств. Например, известно, что в
 35 физической области раздела между областью с донорной примесью (n-типа) и областью с акцепторной примесью (p-типа), собственно и образующей полупроводниковый диод, в материале существует характерная запрещенная энергетическая зона. Эта запрещенная энергетическая зона определяет разницу между
 40 энергетическим уровнем электронов, расположенных в зоне проводимости в области n-типа, и энергетическим уровнем электронов, расположенных в более низкой области p-типа. Электроны, при протекании под действием электрического поля через рп-переход, перемещаются с энергетического уровня, допустимого для зоны проводимости в области n-типа, на более низкий энергетический уровень, допустимый
 45 для зоны проводимости в области p-типа, что приводит к испусканию фотона при каждом таком энергетическом переходе электрона. Таким образом, точное количество выделенной энергии или, альтернативно, длина волны излучаемого фотона соответствует энергии, потерянной электроном, прошедшим рп-переход.

Короче говоря, лазерные диоды действуют как излучатели, преобразующие
 50 электрический ток непосредственно в фотоны. В отличие от нити накаливания или других излучателей типа абсолютно черного тела, лазерным диодам не требуется преобразовывать входную энергию в промежуточную форму тепловой энергии,

чтобы испускать фотоны. Благодаря этому свойству прямого преобразования электрического тока в фотоны, лазерные диоды обладают чрезвычайно высоким быстродействием. Лазерные диоды используются в ряде применений, требующих генерации импульсов с чрезвычайно низкой скважностью в ультрафиолетовом и
5 видимом диапазоне световых волн и/или в ближней области инфракрасного спектра.

В отличие от источников света на основе нити накаливания лазерные диоды излучают энергию в относительно ограниченном диапазоне волн, соответствующем конкретной запрещенной энергетической зоне используемого полупроводникового
10 материала.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение направлено на создание устройств инфракрасного облучения, которые обладают высокой избирательностью по длине волны и позволяют использовать инфракрасное излучение для задач и технологий нового
15 класса, не известных из уровня техники.

Первый аспект настоящего изобретения заключается в создании способа формования или другого способа или системы обработки, в которых используется система ИК-нагрева, обладающая повышенной эффективностью преобразования энергии ИК-облучения.
20

Другой аспект изобретения заключается в создании тепловой системы ИК-нагрева, у которой можно регулировать характеристику глубины проникновения ИК-излучения для конкретного обрабатываемого или выбранного материала.

Другой аспект настоящего изобретения заключается в создании тепловой системы ИК-облучения, содержащей комбинацию RED-диодов (например, RED-диодов на
25 основе лазера), производящих ИК-излучение в таких выбранных узких диапазонах волн, какие являются оптимальными для задач соответствующих классов.

Другой аспект настоящего изобретения заключается в создании системы ИК-нагрева, способной действовать в импульсном режиме; причем упомянутый импульсный режим подходит для ИК-нагрева дискретно изготовляемых частей по мере их транспортировки во время производственного процесса или для синхронного отслеживания облучаемых целевых объектов.
30

Другой аспект настоящего изобретения заключается в создании системы ИК-нагрева, которую можно точно направлять или нацеливать туда, где излучаемая тепловая энергия применяется с максимальной эффективностью.
35

Другой аспект настоящего изобретения заключается в создании системы ИК-нагрева, обладающей возможностью взаимодействия с системой измерения температуры заготовок для обеспечения особых характеристик ИК-нагрева конкретной заготовки.
40

Другой аспект настоящего изобретения заключается в создании элементов инфракрасного лазерного нагрева, выполненных в виде матрицы инфракрасных твердотельных лазеров, осуществляющих прямое преобразование электрического
45 тока в излучение фотонов, или матрицы лазерных излучающих диодов (RED-диодов).

Еще одно преимущество настоящего изобретения заключается в создании системы инфракрасного облучения, выходное излучение которой по существу соответствует выбранному очень конкретному одиночному диапазону волн или группе узких
50 диапазонов волн.

Другое преимущество настоящего изобретения заключается в обеспечении функциональных средств для формирования мощного теплового инфракрасного облучения, программируемым образом регулируемого в отношении по меньшей мере

одного из следующих параметров: положение, интенсивность, длина волны, продолжительность облучения, скорость включения/выключения, направленность, частота пульсации и отслеживание продукции.

Другое преимущество настоящего изобретения состоит в более высокой эффективности прохождения тепловой энергии в материал целевого объекта по сравнению с известными широкополосными источниками излучения.

Другое преимущество настоящего изобретения состоит в том, что при обеспечении нагрева заготовок бутылок их можно эффективно нагревать без необходимости добавления примесей к компонентам материала целевого объекта, которые визуальнo ухудшают качество и увеличивают себестоимость производства.

Другой аспект настоящего изобретения заключается в создании универсальной излучающей системы нагрева, предназначенной для задач разного класса и позволяющей расширить возможности инфракрасного облучения, отличающегося частотной избирательностью, в сочетании с программируемостью и возможностью действовать в импульсном режиме.

Другое преимущество настоящего изобретения состоит в том, что оно облегчает отвод нелучистой тепловой энергии в то место, где эту тепловую энергию можно использовать, или позволяет выводить ее из среды использования для уменьшения нагрева окружающей среды или нецелевого нагрева.

Другое преимущество настоящего изобретения состоит в обеспечении функциональных возможностей для создания инфракрасного излучения выбранной длины волны, программным образом регулируемого в отношении по меньшей мере одного из следующих параметров: положение лазерного излучения, интенсивность, длина волны, тип сканирования, перекрытие сканирования, скорость включения/выключения, направленность, частота пульсации и отслеживание целевого объекта.

Краткое описание чертежей

Фиг.1 изображает поперечное сечение полупроводникового устройства, выполненного согласно одному из вариантов настоящего изобретения.

Фиг.2 изображает поперечное сечение буферного слоя полупроводникового устройства, выполненного согласно одному из вариантов настоящего изобретения.

Фиг.3 изображает поперечное сечение слоя квантовых точек полупроводникового устройства, выполненного согласно одному из вариантов настоящего изобретения.

Фиг.4 изображает поперечное сечение излучающего диода, включающего слой квантовых точек и выполненного согласно одному из вариантов настоящего изобретения.

Фиг.5 изображает поперечное сечение излучающего диода, включающего слой квантовых точек и выполненного согласно одному из вариантов настоящего изобретения.

Фиг.6 изображает поперечное сечение излучающего диода, включающего слой квантовых точек и выполненного согласно одному из вариантов настоящего изобретения.

Фиг.7 изображает поперечное сечение лазерного диода, включающего слой квантовых точек и выполненного согласно одному из вариантов настоящего изобретения.

Фиг.8 изображает одиночное полупроводниковое RED-устройство.

Фиг.9 и 10 иллюстрируют в процентах зависимость величины инфракрасной энергии, переданной через участок материала ПЭТ толщиной 10 мм, как функцию от

длины волны.

Фиг.11a, 11b и 11c изображают типичную сборку отдельных RED-излучателей, скомпонованных вместе в нагревательном RED-элементе.

Фиг.12a и 12b иллюстрируют предпочтительное расположение нагревательных RED-элементов в установке формирования раздувом.

Фиг.13a и 13b изображают дополнительный вариант настоящего изобретения, иллюстрирующий применение лазерных излучателей на основе RED-диодов.

Фиг.14 изображает блок-схему предпочтительного способа тепловой обработки заготовок как описано в соответствии с настоящим изобретением.

Фиг.15-17 изображают блок-схемы заявленных способов тепловой обработки термопластичных заготовок.

Фиг.18 изображает нагревательные элементы RED, предпочтительно примененные к динамически транспортируемой части.

Описание предпочтительных вариантов изобретения

Настоящее изобретение относится к новой технологии, которая обеспечивает непосредственное испускание значительного количества инфракрасного лазерного излучения с выбранной длиной волны и предложена для замены излучающих нагревающих источников широкополосного типа. Для осуществления настоящего изобретения можно использовать лазеры разных типов, хотя газовыми и химическими лазерами, несмотря на их большую оптическую производительность, управлять намного сложнее, и к тому же они не работают в ряде необходимых частотных диапазонов. Но даже и при работе на собственных им частотах или при адаптации к выбранным частотам, эти лазеры остаются весьма дорогими. Хотя для осуществления описанных вариантов изобретения можно использовать разные лазеры, предпочтительными являются твердотельные лазеры, которые лучше всего подходят для неотъемлемого монтажа, а также являются более управляемыми и экономичными. Указанные устройства, выбранные для предпочтительного варианта выполнения, представляют собой первые из нового класса устройств, которые только сейчас становятся доступными и являются на сегодняшний день самыми эффективными квантовыми преобразователями входной энергии. Их также можно использовать для работы в широком диапазоне выбранных частот, уместных для случая некоторых материалов или применений.

Последние достижения в производстве полупроводников обеспечили возможность создания твердотельных излучателей с прямым преобразованием электронов в фотоны, которые работают как правило в средневолновой области инфракрасного спектра в диапазоне выше 1 мкм (1000 нанометров). Эти твердотельные лазерные диоды основаны на устройствах, которые действуют аналогично обычным светодиодам (СИД), с тем отличием, что лазерные диоды не испускают видимый свет, но испускают настоящую тепловую ИК-энергию на более длинных волнах средневолновой области инфракрасного спектра. Они относятся к абсолютно новой категории полупроводниковых устройств, в которых использована технология квантовых точек, прорвавшая барьеры, не позволявшие производить эффективные в отношении затрат и достаточно мощные твердотельные устройства, которые могут действовать как прямые преобразователи электронов в фотоны, выходной свет которых является псевдомонохроматическим, и которые излучают в средневолновой области инфракрасного диапазона волн. Ожидается, что более совершенное поколение твердотельных устройств этой или другой категории может появиться в будущем для средневолновой или длинноволновой области теплового инфракрасного

диапазона. Эти устройства могут быть использованы для осуществления настоящего изобретения либо как первичные источники облучения, либо в соединении с лазерами другого типа.

Для отличия этих устройств нового класса от обычных устройств, излучающих на более коротких волнах (светодиоды), эти устройства упоминаются в данной заявке как излучающие или лучевые диоды (RED-диоды). Эти устройства обладают свойством испускания лучевой электромагнитной энергии в чрезвычайно ограниченном диапазоне волн. Кроме того, при помощи соответствующей обработки полупроводников RED-диоды можно настроить таким образом, что они будут излучать на конкретных длинах волн, что является наиболее предпочтительным в задачах, связанных с обработкой облучением. Эти же RED-диоды, рассчитанные на работу в качестве лазерных диодов, могут упоминаться как L-RED-диоды или как лазерные излучающие диоды.

Таким образом, в технологию производства RED-диодов были внесены новшества, связанные с формированием легированного планарного участка, находящегося в контакте с участком противоположного типа легирования, выполненным в виде массива распределенных по случайному закону микроучастков материала или квантовых точек, для генерации фотонов в заданной области инфракрасного диапазона и потенциально за его пределами. Эта технология производства, или другие подобные технологии, такие например, которые заключаются в создании новых полупроводниковых материалов, могут быть применены для изготовления пригодных для настоящего изобретения твердотельных лазерных диодов, излучающих в средневолновой области инфракрасного диапазона. Альтернативные полупроводниковые технологии также могут быть использованы для изготовления устройств, излучающих как в средневолновой, так и в длинноволновой области инфракрасного диапазона, которые могут представлять собой подходящие компоненты для осуществления настоящего изобретения.

Прямое преобразование электронов (или электрического тока) в фотоны, согласно описанным здесь вариантам выполнения, происходит в пределах узкого диапазона волн, часто называемого псевдомонохроматическим, в соответствии с шириной запрещенной зоны и геометрией квантовой точки, характерными для конкретного изготовленного диодного излучателя. Предполагается, что ширина полосы на уровне половинной мощности облучения подходящего лазерного диода соответствует диапазону примерно от 20 до 500 нм. Узкая полоса источников инфракрасного излучения этого типа должна отвечать специальным требованиям, зависящим от задачи, к длине волны облучения, как указано в настоящем описании. Серия таких RED-устройств и технология их изготовления описаны в американской заявке №60/628,330 на изобретение, озаглавленной "Полупроводниковое Устройство с Квантовой Точкой" и поданной 16 ноября 2004 от имени изобретателей Samar Sinharoy и Dave Wilt (номер дела поверенного - ERI.P.US0002; номер корреспонденции экспресс почты - EL 726091609 US) (также зарегистрирована как американская заявка №11/280,509 от 16 ноября 2005). Текст указанной заявки включен в данное описание посредством ссылки.

Как следует из этой заявки "Полупроводниковое устройство с квантовой точкой", подобные полупроводниковые устройства известны из уровня техники. Их используют в фотоэлементах, преобразующих электромагнитное излучение в электричество. Эти устройства также могут быть использованы как светоизлучающие диоды (СИД-диоды), которые преобразуют электрическую энергию в

электромагнитное излучение (например, свет). Для большинства задач, связанных с применением полупроводников, задают желательную ширину запрещенной зоны (в электрон-вольтах) или желательную длину волны (в микронах), и полупроводник изготавливают таким способом, что он отвечает этим требованиям желательной ширины запрещенной зоны или диапазона волн.

Задача изготовления устройства, обладающего конкретной длиной волны излучения или заданным числом электрон-вольт энергии, является нетривиальной. Действительно, изготовление полупроводника ограничено выбором конкретных материалов, их энергетическим барьером, периодом их кристаллической решетки и их эмиссионными характеристиками. Одна из технологий, которую применяют для производства полупроводниковых устройств с заданными свойствами, связана с использованием двойных или тройных соединений. Путем варьирования композиционных характеристик, получают технологически полезные устройства.

Путем изменения конструкции полупроводникового устройства можно обеспечить различные особенности его функционирования. В одном примере в полупроводниковое устройство могут быть включены квантовые точки. Считается, что эти точки налагают квантовое ограничение на носители и таким образом изменяют энергию эмиссии фотона по сравнению с обычным материалом того же самого полупроводника. Например, патент США №6507042 описывает полупроводниковые устройства, включающие слой квантовых точек. В частности, он описывает квантовые точки на основе арсенида индия (InAs), нанесенные на слой индий-галлий арсенида ($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$). Этот патент раскрывает тот факт, что длиной волны эмиссии фотонов, связанных с квантовыми точками, можно управлять путем задания количества рассогласований кристаллической решетки между квантовыми точками (т.е., InAs) и слоем, на который эти квантовые точки нанесены (т.е., $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$). Этот патент также раскрывает тот факт, что рассогласованием кристаллической решетки между подложкой из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ и квантовой точкой из InAs можно управлять путем изменения количества индия в подложке из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$. При увеличении количества индия в подложке из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, степень рассогласования уменьшается, и длина волны, связанная с эмиссией фотона, увеличивается (т.е., запрещенная энергетическая зона уменьшается). Действительно, этот патент раскрывает, что увеличение количества индия в подложке примерно от 10% до 20% может увеличить длину волны, связанную с эмиссией фотона, примерно от 1,1 мкм до 1,3 мкм.

Технология, раскрытая в патенте США №6507042, действительно может быть предпочтительной для создания устройств, излучающих или поглощающих фотоны с длиной волны примерно 1,3 мкм, однако, возможность увеличения количества индия в подложке из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ограничена. Иными словами, при увеличении концентрации индия больше 20%, 30% или даже 40%, степень дефектов в кристаллической структуре становится ограниченной. Это в частности относится к структуре, в которой подложка из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ нанесена на подложку или пластину из арсенида галлия (GaAs). Соответственно, устройства, которые излучают или поглощают фотоны с большей длиной волны (более низкая запрещенная энергетическая зона) не могут быть созданы с использованием технологии, раскрытой в патенте США №6507042.

Соответственно, поскольку желательно иметь полупроводниковые устройства, излучающие или поглощающие фотоны с длиной волны более 1,3 мкм, то остается потребность в полупроводниковом устройстве такого типа.

Вообще, RED-диод обеспечивает полупроводниковое устройство, содержащее слой $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, где x - мольная доля примерно от 0,64% до 0,72% по весу индия, и квантовые точки, расположенные на этом слое из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, причем квантовые точки содержат InAs или $\text{Al}_z\text{In}_{1-z}\text{As}$, где z - мольная доля меньше примерно 5% по весу алюминия.

Настоящее изобретение также включает полупроводниковое устройство, содержащее квантовую точку из InAs или $\text{Al}_z\text{In}_{1-z}\text{As}$, где z - мольная доля меньше примерно 5% по весу алюминия, и слой оболочки, который контактирует по меньшей мере с частью квантовой точки, причем период кристаллической решетки квантовой точки и упомянутого слоя оболочки рассогласованы по меньшей мере на 1,8%, но не более чем на 2,4%.

Полупроводниковые устройства включают слой квантовых точек, содержащий квантовые точки из арсенида индия (InAs) или алюминий-индий-арсенида ($\text{Al}_z\text{In}_{1-z}\text{As}$, где z равно или меньше 0,05) на слое из галлий-индий-арсенида ($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$), который может упоминаться как матричная оболочка из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$. Периоды кристаллических решеток точек и матричного слоя из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ рассогласованы. Рассогласование кристаллических решеток может составлять по меньшей мере 1,8%, в других вариантах выполнения по меньшей мере 1,9%, иногда по меньшей мере 2,0% и даже по меньшей мере 2,05%. В предпочтительном случае, рассогласование меньше 3,2%, в других вариантах выполнения меньше 3,0%, иногда меньше 2,5% и даже меньше 2,2%. Согласно некоторым вариантам изобретения период кристаллической решетки матричной оболочки из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ меньше периода кристаллической решетки точек.

В вариантах выполнения, в которых квантовые точки расположены на матрице оболочки из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, молярная концентрация индия (т.е., x) в этом слое матрицы оболочки может быть примерно от 0,55 до 0,80, или возможно примерно от 0,65 до 0,75, или от 0,66 до 0,72, и возможно от 0,67 до 0,70.

Согласно некоторым вариантам изобретения матрица оболочки из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ расположена на слое фосфор-индий-арсенида ($\text{InP}_{1-y}\text{As}_y$), кристаллическая решетка которого согласована с матрицей оболочки из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$. Согласно некоторым вариантам изобретения слой $\text{InP}_{1-y}\text{As}_y$, на который наложена оболочка из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, представляет собой один из ряда градуированных (непрерывно или дискретно) слоев $\text{InP}_{1-y}\text{As}_y$, которые расположены между оболочкой $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ и подложкой, на которой сформирован полупроводник. Согласно некоторым вариантам изобретения подложка содержит пластину из фосфида индия (1nP). Полупроводник также может включать по меньшей мере один другой слой, такой как слой $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, расположенный между оболочкой из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ и подложкой.

Один вариант изобретения показан на фиг.1. На фиг.1, как и на других чертежах, полупроводник представлен схематически и без соблюдения масштаба в отношении толщины слоев или компонентов, или в отношении сравнительной толщины или расстояния между слоями.

Устройство 1000 включает подложку 1020, возможный проводящий слой 1025, буферную структуру 1030, слой 1040 оболочки и слой 1050 квантовых точек. Специалисту данной области техники известно, что некоторые полупроводниковые устройства действуют путем преобразования электрического тока в электромагнитное излучение или электромагнитного излучения в электрический ток. Способы управления электромагнитным излучением или электрическим током в этих устройствах известны из уровня техники. Согласно данному описанию предполагается, что в изобретении используются указанные традиционные

конструкции, подходящие для создания полупроводниковых устройств.

В одном варианте изобретения подложка 1020 содержит фосфид индия (InP). Толщина подложки 1020 из InP может превышать 250 мкм, 300 мкм и даже 350 мкм. При этом в предпочтительном случае толщина подложки меньше 700 мкм, в других вариантах выполнения меньше 600 мкм, и даже меньше 500 мкм.

Согласно некоторым вариантам изобретения полупроводниковые устройства содержат выращенный эпитаксиальный слой фосфида индия (InP). Толщина этого выращенного эпитаксиального слоя фосфида индия может составлять примерно от 10 нм до 1 микрона.

В одном варианте изобретения возможный проводящий слой 1025 содержит индий-галлий-арсенид ($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$). Молярная концентрация индия (т.е., x) в этом слое может составлять примерно от 0,51 до 0,55, или возможно от 0,52 до 0,54, или возможно от 0,53 до 0,535. Согласно некоторым вариантам изобретения проводящий слой 1025 представляет собой кристаллическую решетку, согласованную с решеткой подложки из InP.

Чтобы обеспечить достаточную для данного устройства проводимость, проводящий слой 1025 легируют до заданной степени легирования и придают ему соответствующую толщину. Согласно некоторым вариантам изобретения толщина составляет примерно от 0,05 мкм до 2 мкм, возможно от 0,1 мкм до 1 мкм.

Согласно некоторым вариантам изобретения буферный слой 1030 содержит индий-фосфор-арсенид ($\text{InP}_{1-y}\text{As}_y$). В некоторых вариантах выполнения буферный слой 1030 содержит по меньшей мере два, возможно по меньшей мере три, возможно по меньшей мере четыре и возможно по меньшей мере пять слоев $\text{InP}_{1-y}\text{As}_y$, у которых период кристаллической решетки увеличивается по мере удаления этих слоев от подложки 1020. Например, как изображено на фиг.2, буферная структура 1030 включает первый буферный слой 1032, второй буферный слой 1034 и третий буферный слой 1036. Поверхность 1031 нижнего слоя буферной структуры 1030 является смежной с подложкой 1020, а верхняя более плоская поверхность 1039 буферной структуры 1030 является смежной с барьерным слоем 1040. Период кристаллической решетки второго слоя 1034 превышает период решетки первого слоя 1032, а период кристаллической решетки третьего слоя 1036 превышает период решетки второго слоя 1034.

Специалисту данной области техники ясно, что период кристаллической решетки отдельных слоев буферной структуры 1030 может быть увеличен за счет изменения состава следующих друг за другом слоев. Согласно некоторым вариантам изобретения в буферных слоях $\text{InP}_{1-y}\text{As}_y$ с каждым последующим слоем увеличивается концентрацию мышьяка. Например, первый буферный слой 1032 включает примерно от 0,10 до 0,18 мольной доли мышьяка (т.е. y), второй буферный слой 1034 примерно от 0,22 до 0,34 мольной доли мышьяка, и третий буферный слой 1036 примерно от 0,34 до 0,40 мольной доли мышьяка.

Согласно некоторым вариантам изобретения увеличение содержания мышьяка между смежными буферными слоями (например, от слоя 1032 к слою 1034) может быть меньше 0,17 мольной доли. Полагается, что любые дефекты, присутствующие между последующими буферными слоями и возникающие вследствие изменения периода кристаллической решетки по причине увеличения содержания мышьяка, полупроводнику не вредят. Технологии градуирования критического состава известны из патента США №6482672, который включен в данную заявку посредством ссылки.

Согласно некоторым вариантам изобретения толщина первого буферного

слоя 1032 составляет примерно от 0,3 мкм до 1 мкм. Согласно некоторым вариантам изобретения верхний буферный слой в целом является более толстым, что обеспечивает полную релаксацию структуры кристаллической решетки.

Согласно некоторым вариантам изобретения отдельный буферный слой, расположенный на или вблизи верхней поверхности 1039 буферной структуры 1030 (например, буферный слой 1036), выполнен имеющим период кристаллической решетки примерно от 5,869 Å до 5,960 Å, возможно от 5,870 Å до 5,932 Å.

Согласно некоторым вариантам изобретения отдельный буферный слой, примыкающий или расположенный вблизи нижней поверхности 1031 буферной структуры 1030 (например, буферный слой 1032) предпочтительно выполнен соответствующим пределам, обусловленным технологии градуирования критического состава. Иными словами, поскольку первый буферный слой (например, буферный слой 1032) нанесен на пластину из InP, то содержание мышьяка в первом буферном слое (например в слое 1032) будет меньше 17 мольных долей.

Слой 1040 оболочки содержит $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$. В соответствии с предпочтительным вариантом изобретения этот слой представляет собой кристаллическую решетку, согласованную с периодом кристаллической решетки в плоскости верхнего буферного слоя, примыкающего или расположенного вблизи верхней поверхности 1039 буферной структуры 1030. Термин «согласованные кристаллические решетки» относится к следующим друг за другом слоям, периоды кристаллических решеток которых отличаются друг от друга не более чем на величину, лежащую в пределах 500 частей на миллион (т.е. 0,005%).

Согласно некоторым вариантам изобретения толщина слоя 1040 оболочки составляет примерно от 10 ангстремов до 5 мкм, возможно от 50 нм до 1 мкм и возможно от 100 нм до 0,5 мкм.

Согласно некоторым вариантам изобретения слой 1050 квантовых точек содержит арсенид индия (InAs). Слой 1050 предпочтительно включает смачивающий слой 1051 и квантовые точки 1052. Смачивающий слой 1051 может представлять собой один или два одиночных слоя. В одном варианте выполнения, толщина точек 1052, измеренная от нижней поверхности 1053 слоя 1050 до вершины 1055 точки, составляет примерно от 10 нм до 200 нм, возможно от 20 нм до 100 нм и возможно от 30 нм до 150 нм. Кроме того, в одном варианте выполнения усредненный диаметр точек 1052 превышает 10 нм, возможно 40 нм и возможно 70 нм.

Согласно некоторым вариантам изобретения квантовый слой 1050 включает множество слоев квантовых точек. Например, как показано на фиг.3, квантовая точка 1050 может включать первый слой 1052 точек, второй слой 1054 точек, третий слой 1056 точек и четвертый слой 1058 точек. Каждый слой содержит арсенид индия InAs и включает смачивающие слои 1053, 1055, 1057 и 1059. Аналогично, каждый слой точек включает точки 1055. Характеристики каждого слоя точек, включая смачивающий слой и точки, по существу схожи, хотя не обязательно, что они являются идентичными.

Между слоями 1052, 1054, 1056 и 1058 точек расположены промежуточные слои 1062, 1064, 1066 и 1068 оболочек, соответственно. Эти промежуточные слои оболочек содержат $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$. Согласно некоторым вариантам изобретения промежуточные слои оболочек из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ по существу подобны или идентичны слою 1040 оболочки. Иными словами, промежуточные слои оболочек предпочтительно представляют собой кристаллическую решетку, согласованную с барьерным слоем 1040, который предпочтительно представляет собой

кристаллическую решетку, согласованную с верхней поверхности буферного слоя 1036. Согласно некоторым вариантам изобретения толщина промежуточных слоев 1062, 1064, 1066 и 1068 составляет примерно от 3 нм до 50 нм, возможно от 5 нм до 30 нм и возможно от 10 нм до 20 нм.

Как отмечено выше, различные слои, окружающие слой квантовых точек, могут быть положительно или отрицательно легированы для управления электрическим током. Технологии управления электрическим током в полупроводниковых устройствах известны из уровня техники и описаны например в патентах США №6573527, 6482672 и 6507042, которые включены в данную заявку посредством ссылки. Например, согласно некоторым вариантам изобретения области или слои могут быть легированы с использованием цинка, углерода, кадмия, бериллия или магния до приобретения состояния "р-типа". С другой стороны, области или слои могут быть легированы до приобретения состояния "n-типа" с использованием кремния, серы, теллура, селена, германия или олова.

Предлагаемые полупроводниковые устройства могут быть подготовлены с использованием известных технологий. Например, согласно некоторым вариантам изобретения различные полупроводниковые слои подготавливают с использованием органометаллической газовой фазовой эпитаксии (OMVPE). Согласно некоторым вариантам изобретения слой точек подготавливают с использованием технологии самоформирования, такой как метод Странского-Крастанова (метод С-К). Эта технология описана в патенте США №6507042, который включен в данную заявку посредством ссылки.

Один вариант выполнения излучающего диода (RED-диода), включающего слой квантовых точек, показан на фиг.4. RED-диод 1100 включает контакт 1105 базы, инфракрасный отражатель 1110, полуизолирующую полупроводниковую подложку 1115, боковой проводящий слой 1120 n-типа (БПС), буферный слой 1125 n-типа, слой 1130 оболочки, слой 1135 квантовых точек, слой 1140 оболочки, слой 1145 р-типа, слой 1150 р-типа и контакт 1155 эмиттера. Контакт 1105 базы, инфракрасный отражатель 1110, полуизолирующая полупроводниковая подложка 1115, боковой проводящий слой 1120 n-типа (БПС), буферный слой 1125 n-типа, слой 1130 оболочки, слой 1135 квантовых точек и слой 1140 оболочки аналогичны слоям полупроводника, описанным выше.

Контакт 1105 базы может включать различные хорошо проводящие материалы. Например, золото, золото-цинковые сплавы (особенно для участков, смежных с областями р-типа), золото-германиевый сплав или золото-никелевые сплавы, или золото-хромные (особенно для участков, смежных с областями n-типа). Толщина контакта 1105 базы может быть примерно от 0,5 мкм до 2,0 мкм. Для увеличения адгезии между золотом и диэлектриком можно использовать тонкий слой титана или хрома.

Инфракрасный отражатель 1110 содержит отражающий материал и возможно диэлектрик. Например, в качестве диэлектрика можно использовать оксид кремния, а в качестве отражающего инфракрасные лучи материала может быть нанесено золото. Толщина отражателя 1110 может быть примерно от 0,5 мкм до 2 мкм.

Подложка 1115 содержит InP. Толщина подложки 1115 может быть примерно от 300 мкм до 600 мкм.

Боковой проводящий слой 1120 содержит $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, кристаллическая решетка которого согласована с решеткой подложки 1115 из InP (т.е., разница их периодов лежит пределах 500 частей на миллион). Кроме того, согласно некоторым вариантам

изобретения слой 1120 легирован донорной примесью (n-типа). Предпочтительная легирующая примесь представляет собой кремний, а предпочтительная концентрация легирующей примеси может быть примерно от $1 \text{ E}19/\text{см}^3$ до $3 \text{ E}19/\text{см}^3$. Толщина бокового проводящего слоя 1120 может быть примерно от 0,5 до 2,0 мкм.

Буферный слой 1125 содержит три слоя $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, градуированных способом, соответствующим описанному выше. Слой 1125 предпочтительно легирован акцепторной примесью (p-типа). Предпочтительная легирующая примесь представляет собой кремний, а концентрация легирующей примеси может быть примерно от 0,1 до $3 \text{ E}9/\text{см}^3$.

Слой 1130 оболочки содержит $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, кристаллическая решетка которого согласована (т.е. ее период отличается не более чем на 500 частей на миллион) с периодом решетки в плоскости верхней поверхности буферного слоя 1125 (т.е. его третьей градации или подслоя). Согласно некоторым вариантам изобретения слой 1130 оболочки из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ включает примерно от 0,60% до 0,70% мольной фракции индия. Толщина слоя 1130 оболочки равна примерно от 0,1 до 2 мкм.

Слой 1135 квантовых точек содержит, как описано выше, точки из InAs . Как и в предыдущих вариантах выполнения, промежуточные слои между слоями точек включают оболочку из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, подобную слою 1130 оболочки (т.е. с согласованной кристаллической решеткой). Согласно некоторым вариантам изобретения количество индия в одном или больше последовательном промежуточном слое оболочки может быть меньше чем в слое 1130 оболочки, или в предыдущем, или в расположенном ниже промежуточном слое.

Слой 1140 оболочки содержит $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, кристаллическая решетка которого согласована (т.е. ее период отличается не более чем на 500 частей на миллион) с верхней поверхностью буферного слоя 1125 (т.е. его третьей градацией или подслоем).

Ограничивающий слой 1145 содержит $\text{InP}_{1-y}\text{As}_y$, кристаллическая решетка которого согласована со слоем 1140 из $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$. Кроме того, согласно некоторым вариантам изобретения слой 1145 легирован примесью p-типа. Предпочтительная легирующая примесь представляет собой цинк, а концентрация легирования может быть примерно от 0,1 до $4 \text{ E}19/\text{см}^3$. Толщина ограничивающего слоя 1145 может быть примерно от 20 нм до 200 нм.

Контактный слой 1150 содержит $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, кристаллическая решетка которого согласована с ограничивающим слоем 1145. Контактный слой 1150 предпочтительно легирован акцепторной примесью (например, цинком). Концентрация легирования может быть примерно от 1 до $4 \text{ E}19/\text{см}^3$. Толщина контактного слоя 1150 равна примерно от 0,5 мкм до 2 мкм. Контактный слой 1150 может быть удален со всей поверхности, за исключением участка под слоем 1155.

Контакт 1155 эмиттера может включать любой материал высокой проводимости. Согласно некоторым вариантам изобретения проводящий материал включает сплав золота/цинка.

Другой вариант выполнения показан на фиг.5. Полупроводниковое устройство 1200 сформировано в виде излучающего диода с туннельным переходом в области p-типа. Преимущество такой конструкции заключается в том, что она обеспечивает контакты с низким сопротивлением и низкоомное распределение тока. По многим аспектам полупроводник 1200 аналогичен полупроводнику 1100, показанному на фиг.4. Например, контакт 1205 аналогичен контакту 1105, отражатель 1210 аналогичен отражателю 1110, подложка 1215 аналогична

подложке 1115, боковой проводящий слой 1220 аналогичен проводящему слою 1120, буферный слой 1225 аналогичен буферному слою 1125, слой 1230 оболочки аналогичен слою 1130 оболочки, слой 1235 точек аналогичен слою 1135 точек, слой 1240 оболочки аналогичен слою 1140 оболочки и ограничивающий слой 1245 аналогичен ограничивающему слою 1145.

Слой 1247 туннельного перехода содержит $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, кристаллическая решетка которого согласована с ограничивающим слоем 1245. Толщина слоя 1247 туннельного перехода равна примерно от 20 до 50 нм. Слой 1247 туннельного перехода предпочтительно легирован примесью р-типа (например цинком), и концентрация легирования может быть примерно от 1 до $4 \times 10^{19}/\text{см}^3$. Слой 1250 туннельного перехода содержит $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, кристаллическая решетка которого согласована со слоем 1247 туннельного перехода. Толщина слоя 1250 туннельного перехода равна примерно от 20 до 5000 нм. Слой 1250 туннельного перехода предпочтительно легирован примесью n-типа (например кремнием), и концентрация легирования равна примерно от 1 до $4 \times 10^{19}/\text{см}^3$.

Контакт 1255 эмиттера может включать различные проводящие материалы, но предпочтительно содержит такие материалы, которые предпочтительны для областей n-типа, например сплавы золота-хрома, золота-германия или золота-никеля.

Другой вариант выполнения RED-диода показан на фиг.6. Полупроводниковое устройство 1300 сформировано в виде излучающего диода, подобного RED-диоду, показанному на фиг.5, за исключением того, что электромагнитное излучение может по меньшей мере частично испускаться через подложку полупроводникового устройства благодаря отсутствию отражательной подложки (например, отсутствию отражателя, такого как отражатель 1210, показанный на фиг.5). Кроме того, полупроводниковое устройство 1300, показанное на фиг.6, включает контакт эмиттера/инфракрасный отражатель 1355, представляющий собой "полный контакт", покрывающий всю поверхность (или почти всю поверхность) устройства.

Во всех других отношениях устройство 1300 подобно устройству 1200. Например, контакт 1305 подобен контакту 1205, подложка 1315 подобна подложке 1215, боковой проводящий слой 1320 подобен проводящему слою 1220, буферный слой 1325 подобен буферному слою 1225, слой 1330 оболочки подобен слою 1230 оболочки, слой 1335 точек подобен слою 1235 точек, слой 1340 оболочки подобен слою 1240 оболочки, и ограничивающий слой 1345 подобен ограничивающему слою 1245, слой 1347 туннельного перехода подобен слою 1247 туннельного перехода, слой 1350 туннельного перехода подобен слою 1250 туннельного перехода.

Предлагаемая технология изготовления полупроводников может быть также использована и в производстве лазерных диодов. Иллюстративный пример лазера показан на фиг.7. Лазер 1600 включает контакт 1605, который может содержать любой проводящий материал, такой как сплавы золота-хрома. Толщина слоя контакта 1605 равна примерно от 0,5 мкм до 2,0 мкм.

Подложка 1610 содержит фосфид индия, который предпочтительно легирован примесью n-типа с концентрацией примерно от 5 до $10 \times 10^{18}/\text{см}^3$. Толщина подложки 1610 равна примерно от 250 мкм до 600 мкм.

Возможный эпитаксиальный слой 1615 фосфида индия предпочтительно легирован примесью n-типа с концентрацией примерно от $0,24 \times 10^{19}/\text{см}^3$ до $1 \times 10^{19}/\text{см}^3$. Толщина эпитаксиального слоя 1615 равна примерно от 10 нм до 500 нм.

Калиброванный слой 1620 $\text{InP}_{1-y}\text{As}_y$ подобен калиброванному буферному слою $\text{InP}_{1-y}\text{As}_y$, показанному на фиг.2. Буфер 1620 предпочтительно легирован примесью n-

типа с концентрацией примерно от $1 \text{ E18}/\text{см}^3$ до $9 \text{ E18}/\text{см}^3$.

Слои 1625 и 1630 формируют волновод 1627. Слой 1625 содержит арсенид-фосфид индия-галлия ($\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}_z\text{P}_{1-z}$). Слой 1630 аналогично включает $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}_z\text{P}_{1-z}$. Оба
 5 слоя 1625 и 1630 представляют собой кристаллическую решетку, согласованную с
 верхней поверхностью слоя 1620. Иными словами, слои 1625 и 1630 включают
 примерно от 0 до 0,3 мольной доли галлия и от 0 до 0,8 мольной доли мышьяка.
 Слой 1625 имеет толщину примерно от 0,5 мкм до 2 мкм и легирован примесью n-типа
 с концентрацией примерно $1\text{--}9 \text{ E18}/\text{см}^3$. Слой 1630 имеет толщину примерно от 500 нм
 10 до 1500 нм и легирован примесью n-типа с концентрацией примерно от 0,5 до $1 \text{ E18}/\text{см}^3$.

Ограничивающий слой 1635, слой 1640 точек и ограничивающий слой 1645 подобны
 слоям точек и ограничивающим слоям, описанным выше в связи с другими
 15 вариантами изобретения. Например, ограничивающий слой 1635 аналогичен
 ограничивающему слою 1040, а слой 1640 точек аналогичен слою 1050 точек,
 показанному на фиг.3. Согласно некоторым вариантам изобретения количество слоев
 точек, используемых в пределах области точек лазерного устройства, превышает 5,
 возможно превышает 7 и возможно превышает 9 слоев точек (например, циклы).
 20 Ограничивающие слои 1635 и 1645 могут иметь толщину примерно от 125 до 500 нм и
 кристаллическую решетку, согласованную с волноводом. Слои 1635, 1640 и 1645
 предпочтительно нелегированы (т.е., обладают первоначальными характеристиками
 исходного материала).

Слои 1650 и 1655 формируют волновод 1653. Подобно слоям 1625 и 1630, слои 1650
 и 1655 содержат $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}_z\text{P}_{1-z}$, кристаллическая решетка которого согласована с
 верхней поверхностью буфера 1620. Слой 1650 имеет толщину примерно от 500 нм
 до 1500 нм и легирован примесью p-типа с концентрацией примерно от $0,5 \text{ E18}/\text{см}^3$
 30 до $1 \text{ E18}/\text{см}^3$. Слой 655 имеет толщину примерно от 1 до 2 мкм и легирован примесью
 p-типа с концентрацией примерно от 1 до $9 \text{ E18}/\text{см}^3$.

В одном варианте выполнения слой 1660 представляет собой буферный слой,
 аналогичный буферному слою 1620. Таким образом, мольная доля мышьяка
 уменьшается в каждой градации при удалении от квантовых точек. Слой 1660
 35 предпочтительно легирован примесью p-типа с концентрацией $1\text{--}9 \text{ E18}/\text{см}^3$.

Слой 1665 содержит фосфид индия (InP). Слой 1665 имеет толщину примерно от 200
 до 500 нм и предпочтительно легирован примесью p-типа с концентрацией примерно
 от 1 до $4 \text{ E19}/\text{см}^3$.

Слой 1670 является контактным слоем, аналогичным другим контактными слоям,
 описанным в контексте предыдущих вариантов выполнения.

В других вариантах выполнения слои 1660, 1665 и 1670 могут быть аналогичны
 другим конфигурациям, описанным в связи с другими вариантами выполнения.
 Например, эти слои могут быть аналогичны слоям 1145, 1150 и 1155, показанным на
 45 фиг.4. В альтернативном случае, в качестве слоев 1660, 1665 и 1670 используются
 слои 1245, 1247, 1250 и 1255, показанные на фиг.5.

Различные модификации и изменения вышеуказанных вариантов изобретения
 должны рассматриваться как подпадающие по объему его правовой охраны, если они
 50 очевидны специалисту данной области техники, ознакомившемуся с настоящей
 заявкой.

Следует отметить, что согласно одному из вариантов раскрытое в данной заявке
 изобретение включает описанные RED-диоды. Однако следует понимать, что могут

быть использованы и другие различные технологии. Например, некоторые способы могут быть реализованы на основе лазерных RED-диодов. Примеры этих способов описаны ниже со ссылкой на фиг.13. Кроме того, могут быть использованы различные полупроводниковые лазеры и другие лазерные диоды с соответствующей модификацией. Конечно, могут быть разработаны и другие технологии, обеспечивающие возможность эффективной генерации излучения в ограниченной области предпочтительного диапазона волн.

При реализации настоящего изобретения для решения конкретных задач может потребоваться разработка различных устройств, генерирующих лучевую тепловую энергию в количестве, достаточном для обеспечения адекватной амплитуды облучения. Опять же, согласно одному из вариантов изобретения в качестве этих устройств можно использовать устройства на основе лазерных RED-диодов (также называемые L-RED-устройствами). В большинстве задач настоящего изобретения, связанных с излучением тепла, такие устройства обычно выполнены в виде двумерной матрицы высокой плотности или в виде группы двумерных матриц, некоторые из которых могут иметь вид специализированной системы отдельных RED-устройств (опять же, согласно одному из вариантов L-RED-устройств). Матрицы могут относиться как к случаю одиночных устройств, так и к случаю сотен, тысяч или неограниченного количества матриц таких устройств в зависимости от типов и размеров используемых устройств, требуемой производительности и длины волны, необходимых для конкретного осуществления настоящего изобретения. RED-устройства обычно установлены на печатных платах, выполненных по меньшей мере с возможностью теплоотвода, если нет специальных приспособлений для отвода тепла. Часто RED-устройства монтируют на печатных платах с очень высокой плотностью/непосредственной близостью расположения. В этом случае можно использовать современные достижения в области чипового монтажа и конструирования печатных плат для максимизации плотности установки диодов там, где это желательно для мощных применений. Например, для этих целей предпочтительны технологии, основанные на методе перевернутого кристалла. Хотя эффективность RED-устройств достаточно высока для этого уникального класса диодных устройств, значительная часть входной электроэнергии тем не менее преобразуется непосредственно в локализованную тепловую энергию. Эта бесполезная тепловая энергия должна быть отведена от полупроводникового перехода для предотвращения перегрева и сгорания отдельных устройств. Формировать матрицы высокой плотности вероятно можно, используя технологии перевернутых чипов и бескорпусных чипов на печатной плате с активным и/или пассивным охлаждением. Для удобства и гибкости расположения можно использовать различные печатные платы. Двумерные матрицы также могут содержать комбинацию RED-устройств, которые представляют по меньшей мере две различные выбранные длины волны инфракрасного излучения в диапазоне например от 1 мкм до 5 мкм.

Для большинства задач RED-устройства предпочтительно формировать в виде матриц различного размера, некоторые из которых могут быть трехмерными или неплоскими по своей конфигурации для обеспечения улучшенного облучения некоторых типов целевых объектов. Это необходимо по меньшей мере для того, чтобы:

1. Обеспечить достаточную выходную мощность за счет сложения мощностей группы устройств.

2. Предусмотреть достаточное распределение выходного сигнала по большей поверхности, чем та, которую может облучать одиночное устройство.

3. Обеспечить функциональность за счет программируемости матрицы RED-устройств.

4. Обеспечить интеграцию в матрицу устройств, которые настроены на различные заданные частоты для различных функциональных целей, описанных в этом документе.

5. Обеспечить соответствие «геометрии» выходного сигнала требованиям конкретных задач.

6. Обеспечить соответствие размещения устройств, углов облучения и экономии требованиям конкретных задач.

7. Обеспечить синхронизацию выходного сигнала с движением целевых объектов или обеспечить «движение выходного сигнала».

8. Снабдить приводные группы устройств общей электрической схемой управления.

9. Обеспечить технологии многоступенчатого нагрева.

Обычно диоды изготавливают способом, минимизирующим их себестоимость путем сокращения размеров переходов. Поэтому для размещения диода на полупроводниковой пластине требуется меньше места, что непосредственно влияет на себестоимость. Конечное использование RED-устройств часто требует значительной выходной лучевой энергии в виде большого количества фотонов. Теоретически, RED-диоды могут быть изготовлены способами формирования переходов с большой площадью, обеспечивающей большое количество фотонов. Такой подход обеспечивает возможность создания RED-устройств, способных поддерживать чрезвычайно высокую излучающую мощность в средней области инфракрасного диапазона. Если такие устройства будут доступны, то число RED-устройств, необходимых для осуществления настоящего изобретения, может быть сокращено в абсолютном исчислении. Это является необязательным или практичным, и все-таки, учитывая высокие выходные мощности, связанные со многими задачами настоящего изобретения, количество устройств в этом случае может быть сведено до одного единственного устройства. Настоящее изобретение может быть осуществлено с использованием единственного устройства для случая маломощных применений, применений с единственной длиной волны или для случая применения RED-устройств достаточной выходной мощности.

Аналогично, матрицы RED-устройств могут быть изготовлены в виде интегральных схем. При таком способе изготовления RED-диоды могут быть сформированы в одиночном кристалле кремния, арсенида галлия, фосфида индия или на другой подходящей подложке, но со множественными переходами или увеличенными запрещенными энергетическими зонами, действующими как зоны генерации фотонов на чипе. Они могут быть подобными другим интегральным модулям, которые для электрического соединения используют технологию шариковых выводов. В этом случае такую компоновку устройств в виде матрицы можно использовать для упрощения электрического соединения с целью подключения к системе управления. Кроме того, важный фактор проектирования представляет собой управление переходом или температурой запрещенной энергетической зоны, которая во избежание повреждений не должна достигать 100-105°C, при использовании современных химических материалов. Для повышения эффективности запрещенную энергетическую зону желательно поддерживать как можно более холодной, в частности ниже 30°C, чтобы можно было подавать и преобразовывать в излученные

фотоны максимальное количество электрического тока. Таким образом, вариант размещения каждого кристалла RED-диода на печатной плате должен предусматривать отвод тепла от устройства настолько эффективно, насколько это возможно. Например, тепло может быть отведено через крепежные элементы, предназначенные также для подачи электроэнергии к аноду и катоду соответствующего устройства. Печатная плата, на которой смонтированы устройства, также должна обладать хорошей теплопроводностью для отвода тепла от устройств, для чего во многих случаях можно использовать теплопоглотители или охлаждающие кожухи, выполненные с возможностью поддерживать низкую температуру печатной платы. Возможно в будущем химические компаунды будут обладать повышенной жаростойкостью, но в любом случае температуру устройства всегда необходимо поддерживать ниже критического значения, превышение которого ведет к повреждению используемого устройства. RED-диоды также могут быть смонтированы на печатных платах или отдельно, или в группе, или могут быть упорядочены в виде высокоуровневой матрицы устройств, в соответствии с требованиями конкретного применения и экономии.

При выборе оптимальной конфигурации расположения RED-устройств в излучающих матрицах, независимо от формы устройств, конструктор должен рассмотреть целый диапазон факторов. Эти факторы зависят от особенностей применения и включают в себя компоновку, простоту разводки, затраты, электрические соединения, соображения по поводу управления программируемостью, охлаждение, окружающую среду расположения, разводку электропитания, энергопотребление, линии механических напряжений, геометрию проводящих шин, требования к излучению, безопасность и многие другие аспекты, существенные с точки зрения специалиста данной области техники.

Все исходные материалы, используемые для изготовления продукции, отличаются присущими им свойствами поглощения и пропускания на различных частотах электромагнитного спектра. Каждый материал также характеризуется конкретными значениями свойств отражения и эмиссии инфракрасных лучей, но мы не будем тратить время на обсуждение этих свойств, потому что осуществление этого изобретения в основном связано со свойствами поглощения/пропускания. Степень поглощения на любой длине волны можно измерить и зафиксировать для любого материала. Эти измерения затем могут быть представлены графически в широком диапазоне волн, как более подробно проиллюстрировано ниже на примерах. Поскольку каждый материал имеет собственные характеристики поглощения или пропускания на различных длинах волн, то для оптимизации теплового процесса очень важно знать эти свойства материала. Очевидно, что если конкретный материал хорошо пропускает в некотором диапазоне волн, то крайне неэффективны будут попытки нагреть этот материал излучением на этой длине волны. Наоборот, если материал слишком хорошо поглощает на некоторой длине волны, то применение излучающего нагрева приведет к поверхностному нагреву материала. Для материалов, которые являются плохими проводниками тепла, такой способ равномерного распределения тепла по всему материалу обычно не самый оптимальный.

Тот факт, что у различных материалов есть конкретные характеристики поглощения или пропускания на различных длинах волн, давно известен в данной области техники. Однако поскольку ранее не были доступны мощные источники инфракрасного излучения, способные действовать в конкретном диапазоне волн или в

комбинациях диапазонов волн, то исторически не было возможности полностью оптимизировать многие из существующих операций нагрева или обработки. Поскольку не было принято облучать продукт инфракрасным излучением с конкретной длиной волны, то большинство изготовителей не имело информации о

длинах волн, посредством которых конкретный продукт легче всего нагреть или обработать. Это проиллюстрировано на примере производства пластмасс. На фиг.9 и 10 показана характеристика пропускания излучения, присущая терефталату полиэтилена (пластичный материал ПЭТ, как он известен в промышленности), из которого формуют раздувом с вытяжкой пластмассовые контейнеры для напитков. Можно заметить, что материал ПЭТ очень хорошо поглощает в длинноволновом диапазоне волн и очень хорошо пропускает в видимой и ближней областях инфракрасного спектра. Его пропускающие свойства существенно изменяются на участке между 1 мкм и 5 мкм. Его пропускающие свойства не только существенно меняются на этом участке, но изменяются часто и резко, и как правило очень значительно иногда даже в пределах такого короткого участка, как 0,1 мкм.

Например, при длине волны 2,9 мкм ПЭТ очень сильно поглощает. Это означает, что если ПЭТ облучать инфракрасным излучением на длине волны 2,9 мкм, то оно будет почти целиком поглощено прямо в поверхностной или внешней оболочке материала. Если желательно нагреть только внешнюю поверхность материала, то лучше всего использовать именно эту длину волны. Поскольку ПЭТ очень плохой проводник тепла (т.е., имеет низкий коэффициент удельной теплопроводности), и поскольку более желательно для формования раздувом с вытяжкой прогревать материал ПЭТ глубоко внутрь и равномерно полностью по всему объему, то с практической точки зрения эта длина волны не подходит для нагрева ПЭТ должным образом.

Рассмотрим другую область. На длине волны в 1,0 мкм (1000 нанометров) материал ПЭТ очень хорошо пропускает. Это значит, что высокий процент излучения с этой длиной волны, направленного на поверхность ПЭТ, будет проходить через ПЭТ и выходить наружу не сообщая материалу хоть сколько-нибудь значительного количества тепла. Следовательно, энергия будет в значительной степени тратиться впустую. Важно отметить, что пропускание электромагнитной энергии уменьшается для всех диэлектриков по экспоненте в зависимости от толщины. Это значит, что толщина материала оказывает существенное влияние на выбор оптимальной длины волны для нагрева или обработки данного материала.

Следует понимать, что хотя в настоящей заявке в качестве примера рассмотрен термопластичный материал ПЭТ, данные принципы справедливы для материалов самых разных типов, используемых в различных отраслях промышленности, а также для процессов различных видов. Например, PEN или PLA представляют собой материалы, к которым могут быть применены эти принципы. В качестве другого примера может быть приведен клей или адгезионная слоистая структура. В этом случае предположим, что основной материал, который должен быть склеен, является хорошо пропускающим на выбранной длине инфракрасных волн. Отверждаемый нагреванием клей, который предстоит использовать, должен отличаться высоким поглощением на выбранной длине волны. Путем облучения слоистой структуры клея/ламината на этой предпочтительной длине волны можно обеспечить дальнейшую оптимизацию процесса, потому что при облучении будет нагреваться клей, а не смежный основной материал. В результате подбора длины волны можно

находить оптимальные режимы для широкого разнообразия задач обработки или нагрева.

Исторически сложилось так, что в промышленности не была предусмотрена возможность создания инфракрасного облучения с относительно высокой интенсивностью на конкретных длинах волн. А раз этот тип оптимизации нагрева или обработки не был доступен, то он и не принимался во внимание большинством изготовителей. Предполагается, что после того как появится возможность генерации инфракрасного излучения с конкретной длиной волны, возникнут совершенно новые технологии и процессы. Настоящее изобретение обеспечивает осуществление таких новых процессов и предлагает технологию внедрения, которая благодаря большой гибкости подходит для широкого диапазона задач. Ожидается, что первые применения настоящего изобретения будут реализованы в промышленности, однако следует признать, что настоящее изобретение также найдет свое применение в коммерческой, медицинской, потребительской и других областях техники.

Ожидается, что изобретение будет использоваться как альтернатива широкополосным инфракрасным кварцевым нагревающим лампам или другим обычным нагревательным устройствам, распространенным в настоящее время. Такие кварцевые лампы применяются для широкого диапазона целей, включая нагрев пластмассовых пластин при их подготовке к тепловому формованию. Помимо использования настоящего изобретения в качестве альтернативы существующим функциональным средствам на основе кварцевых инфракрасных ламп или других обычных нагревательных устройств, его также можно использовать для как средство придания дополнительных функциональных качеств.

Настоящее изобретение может производить лучевую энергию либо в непрерывном, либо в импульсном режиме. Поскольку основные RED-устройства, используемые в настоящем изобретении, отличаются чрезвычайно малым временем срабатывания, измеряемым микросекундами, то изобретение является гораздо более энергосберегающим за счет быстрого включения электропитания, когда это необходимо или когда целевой объект находится в пределах заданного участка, и быстрого выключения электропитания, когда целевой объект выходит за пределы заданного участка.

Дополнительные функциональные возможности, заключающиеся в возможности работать в импульсном режиме, значительно повышают общую эффективность использования энергии при многих задачах, связанных с лучевым нагревом. Например, посредством управления временем, в течение которого подают питание отдельному инфракрасному излучателю или матрице инфракрасных излучающих устройств (RED), может быть обеспечено слежение за отдельными целевыми объектами по мере их перемещения мимо большой матрицы источников инфракрасного излучения. Иными словами, электропитание получают только те излучающие инфракрасные устройства, которые расположены ближе к целевому объекту. По мере перемещения целевого объекта или его области "волну электропитания" можно перемещать вдоль матрицы.

В случае нагрева материала, подлежащего термоформованию, предпочтительно подводить большее количество тепловой энергии к участкам, подлежащим более существенному формованию, а не к участкам, подлежащим меньшему формованию или вообще не формируем. Это можно осуществить путем задания надлежащей конфигурации матрицы источников инфракрасного облучения, обеспечивающей возможность не только одновременного питания всех устройств, но и возможность

выборочного питания этих устройств в соответствии с формой участка нагревания. Для обеспечения непрерывного перемещения линий изготовления иногда целесообразно осуществлять программную настройку в отношении особо профилируемых участков с целью задания желательного температурного профиля, перемещаемого согласно программе синхронно с движением области прогрева на целевом объекте. На фиг.18 показан в виде сетки формуемый участок, требующий нагрева. В этом случае следует предусмотреть профильную матрицу (также изображена в виде сетки), которая сформирована из устройств (402) с желательной интенсивностью облучения и перемещается согласно программе синхронно с движением целевой термоформуемой пластины (401). При использовании датчика положения для слежения за движением объекта, например термоформуемой пластины (401), можно применять известные технологии синхронизации на основе электронного оборудования, обеспечивающего своевременное включение излучающих устройств с желательной интенсивностью в соответствии с командами программируемого контроллера или компьютера. Составляющие матрицу устройства могут вводиться в действие системой управления, обеспечивающей желательную выходную мощность облучения, либо в "непрерывном" режиме, либо "импульсном" режиме. Независимо от режима интенсивность облучения может быть модулирована как функция времени для соответствия наиболее желательному выходному условию. Такие принципы управления применимы как к совокупности устройств, так и к отдельным RED-устройствам. В некоторых случаях, возможно, нет необходимости обеспечивать автономное управление для каждого отдельного RED-устройства. В этих случаях RED-устройства могут быть объединены в линии любой желательной конфигурации. Такими линиями или группами линий впоследствии можно управлять программным образом в соответствии с требованиями конкретной задачи. На практике иногда приходится объединять RED-устройства в группы или линии, в результате чего их становится проще запитывать, что очень удобно и сокращает расходы по сравнению с управлением отдельными устройствами.

Линиями или матрицами RED-устройств можно управлять просто путем подачи тока в открытый контур, или может быть использовано более сложное управление. Фактическая оценка требуемой интенсивности для какого-либо конкретного применения определяет объем и уровень управления инфракрасным излучением. В соответствии с требованиями сложного или точного управления схема управления может непрерывно контролировать и модулировать входной ток, напряжение или конкретную выходную мощность. Мониторинг для достижения наиболее желательной интенсивности облучения или результата можно осуществлять путем непосредственного измерения выходного сигнала инфракрасной матрицы или, альтернативно, некоторого параметра, связанного с целевым объектом инфракрасного облучения. Это может быть реализовано различными технологиями от простых термопар или пирометров до очень сложных технологий, относящихся, например, к использованию инфракрасных съемочных камер. Специалисты данной области техники могут порекомендовать подходящую технологию контроля для замкнутого контура, которая отличалась бы экономической разумностью и оправданностью для конкретного применения настоящего изобретения.

Могут быть предусмотрены как прямые, так и косвенные способы контроля. Например, если материал нагревают для обеспечения подходящей температуры формования, то может потребоваться определение физического усилия, необходимого для формования данного материала и использование этих данных по меньшей мере

как часть обратной связи для модуляции инфракрасных излучающих матриц. Другие прямые или косвенные средства обратной связи также возможны для облегчения оптимизации и управления выходным сигналом согласно настоящему изобретению.

5 Следует отчетливо понимать, что формы, интенсивности и время питания источника теплового облучения, описанного в данной заявке, можно легко программировать и они предоставляют очень высокий уровень программных настроек. Форму или конфигурацию источников теплового облучения во многих случаях проектируют и формируют таким образом для конкретного компонента, 10 чтобы создаваемое ими тепловое излучение направлялось в нужные области этого компонента. Благодаря гибкой программируемости, предусмотренной настоящим изобретением, одиночная программируемая нагревательная панель может служить гибкой заменой для практически бесконечного числа изготовленных по заказу 15 нагревательных панелей. Промышленность насыщена самыми разными инфракрасными печами и установками технологической обработки. Такие печи используют для сушки краски, покрытий, суспензий различных видов и для ряда других целей. Они также могут быть использованы в различных поточных линиях ламинирования для нагрева соединяемых материалов или для отверждения клеев, 20 адгезионных компаундов, для обработки поверхностей, нанесения покрытий или различных слоев, которые могут быть причислены к слоистым структурам.

Для задач сушки могут быть использованы и другие печи. Например, при двухэтапном производстве банок для напитков принято напылять покрытие на 25 внутреннюю поверхность банки и затем транспортировать банки непрерывным конвейером "в массе" через длинную нагревающую печь для отверждения. Неотвержденное внутреннее покрытие имеет вид свеженанесенной белой краски, но после отверждения это покрытие становится почти прозрачным. В случае применения настоящего изобретения в отношении задач сушки и отверждения можно выбрать 30 такую длину волны или комбинацию длин волн, которые наиболее хорошо и правильно поглощаются материалом, подлежащим сушке, обработке или отверждению. В некоторых случаях, неиспользуемые длины волн могут быть более важными для улучшения процесса, чем те, которые используются. Нежелательные длины волн могут плохо воздействовать на материалы, что проявляется в виде 35 нежелательного иссушивания, нагрева, изменения кристаллической структуры или приведения к другим вредным последствиям, которые могут быть устранены согласно настоящему изобретению при помощи более оптимального процесса.

Часто требуется поднять температуру материала целевого объекта, подлежащего 40 отверждению или сушке, по существу не влияя на подложку или основной материал, которые в противном случае могут пострадать от такой обработки. Поэтому желательно не подавать тепло в этот материал, а нагревать лишь выбранную часть целевого объекта. Настоящее изобретение облегчает избирательный нагрев такого типа.

45 Можно рассмотреть другую область применения настоящего изобретения, в частности медицинскую промышленность, связанную использованием в лечебных целях электромагнитного излучения в широком диапазоне видимого света и ближней области инфракрасного диапазона. Согласно теоретическим исследованиям 50 электромагнитная энергия излучаемая на некоторых длинах волн, стимулирует заживление и способствует оздоровлению. Также было предположено, что облучение с определенными длинами волн может способствовать формированию ферментов, гормонов, антител и других химических агентов в организме человека, а также

стимулировать работу вялых органов. Описание всех подробностей данных методов обработки и обоснованности их эффективности находится за рамками настоящей заявки. Тем не менее, настоящее изобретение обеспечивает твердотельный источник инфракрасного излучения с выбираемой и программируемой длиной волны в средней области инфракрасного диапазона, который можно использовать при реализации указанных способов лечения.

Исторически сложилось так, что в медицинской промышленности отсутствуют способы создания мощного излучения с избираемой длиной волны в средней области инфракрасного диапазона. Настоящее изобретение может обеспечить такое мощное излучение с избираемой длиной волны в средней области инфракрасного диапазона путем использования небольшого легкого устройства, безопасного и удобного, которое можно хорошо применять для медицинских задач.

Что касается применения настоящего изобретения в области медицины, то здесь оно имеет несколько очень важных преимуществ, в частности возможность выбора конкретной длины волны или комбинации длин волн, используемых для облучения. Подобно промышленным материалам, органические материалы также имеют характерные для них спектры пропускания/поглощения. Ткань животного, растения или тела человека характеризуется конкретными диапазонами поглощения/пропускания, которые можно с успехом использовать для лечения.

Значительная часть тела человека состоит из воды, поэтому характеристики пропускания/поглощения, присущие воде, могут служить отправной точкой для грубого приближения при исследовании характеристик ткани тела человека. В ходе исследований можно получить точные характеристики для всех типов ткани человека, животных и растений. Также может быть получена зависимость между различными видами заживления или стимулирования, проводимых в отношении органов или тканей, и характеристиками пропускания/поглощения. Тщательно выбирая длину волны или комбинацию длин волн, можно разработать режимы лечения, обеспечивающие положительный эффект для самых разных болезней и недугов.

Некоторые ткани или органы расположены почти у поверхности, в то время как другие расположены глубоко в теле. Из-за свойства поглощения человеческой ткани нельзя достичь глубоких участков без применения неинвазивных способов. Поэтому может возникнуть необходимость использования некоторых инвазивных способов, чтобы размещать источники облучения вблизи целевой ткани. В связи с этим можно спроектировать излучающие матрицы, имеющие соответствующий размер и/или форму, которые можно использовать в разных неинвазивных или инвазивных способах лечения. Описание конкретных технологий, способов и режимов лечения лежит за рамками настоящей заявки, однако следует отметить, что данное изобретение является первым в своем роде и раскрывает твердотельный инфракрасный излучатель с выбираемой длиной волны в средней области инфракрасного диапазона. Этот излучатель может быть применен в широком диапазоне способов и методик лечения. Благодаря своему гибкому форм-фактору и возможностям программирования такой излучатель может быть сформирован с конкретными размерами корпуса и весом для обеспечения соответствующих углов, интенсивностей и длин волн при конкретных способах лечения.

Инфракрасное излучение применяют в медицинских целях все чаще и чаще, начиная от лечения геморроя и заканчивая дерматологией. Один пример способа лечения инфракрасным излучением, который в настоящее время осуществляют с помощью широкополосных источников инфракрасного облучения, представляет собой

инфракрасное коагуляционное лечение. Кроме того, облучением инфракрасными лампами иногда лечат диабетическую периферийную невропатию. Воспаление суставной сумки локтевого сустава и другие подобные болезни также часто в настоящее время лечат прогреванием с помощью широкополосных инфракрасных ламп. Предложенное в настоящем изобретении решение, сочетающее возможность генерирования излучения с конкретными длинами волн и возможность формирования импульсного облучения, способно существенно усовершенствовать указанные способы лечения. Также, применение настоящего изобретения доставляет меньше неприятных ощущений пациенту. Изобретение также относится к медицинскому устройству, которое можно запитывать напряжением абсолютно безопасного уровня.

Пульсация излучаемой энергии может являться ключевым аспектом при многих лечебных применениях. Непрерывное облучение может вызвать перегрев ткани, в то время как импульсное облучение обеспечивает достаточную стимуляцию без вредоносного действия перегрева, дискомфорта или повреждения ткани. Сам факт того, что устройства/матрицы могут действовать в импульсном режиме с чрезвычайно низкой скважностью, измеряемой микросекундами, или даже еще ниже, обеспечивает другое полезное свойство. Следует ожидать, что могут применяться импульсы с очень высокой интенсивностью излучения без повреждения матриц, если их активизировать в течение очень коротких рабочих циклов, поскольку переход полупроводника не успеет перегреться при такой малой скважности импульсов. Это может обеспечить большую суммарную мгновенную интенсивность облучения, которая облегчает проникновение в глубокие ткани тела.

Частота, с которой осуществляется выдача импульсов, также может являться важным фактором. Из литературы известно, что облучение человека некоторыми частотами может обеспечивать заживляющий эффект или, наоборот, оказывать вредное действие. Например, некоторые частоты амплитудной модуляции или комбинации частот видимого света могут вызывать у человека тошноту, тогда как другие частоты амплитудной модуляции или комбинации частот могут вызывать приступы эпилепсии. Как показывают медицинские исследования, действительно можно определить, какая частота пульсаций, форма сигнала или комбинация частот наряду с выбранной длиной волны или комбинацией длин волн оказывает наиболее значительное влияние на успешность различных способов лечения облучением. Вероятно, многие методы лечения, основанные на настоящем изобретении, еще не поняты и не реализованы полностью, поскольку настоящее изобретение не было доступно для исследователей или практиков.

Другое применение настоящего изобретения относится к приготовлению, обработке или хранению продуктов питания. Разумеется, на протяжении всей истории человечества для приготовления пищи использовались самые разные типы печей и систем нагрева. Поскольку большинство из них хорошо известны, то описание таких печей и систем нагрева не приводится в настоящей заявке. За исключением микроволновой печи, которая использует не-инфракрасный/не-термический источник облучения для приготовления пищи, все остальные технологии приготовления пищи используют широкополосные источники нагрева различных типов. Источники и элементы инфракрасного нагрева, используемые в таких печах, являются широкополосными источниками. Они не обладают способностью испускать инфракрасную энергию на конкретной длине волны, наиболее предпочтительной для конкретного применения в кулинарии или в приготовлении продуктов.

Подобно тому, что обсуждалось выше в связи с другими материалами, продукты

растительного и животного происхождения отличаются конкретными спектральными характеристиками поглощения. Эти характеристики поглощения определяют, является ли продовольственный продукт поглощающим или пропускающим на конкретных длинах волн. Выбор конкретной длины волны или нескольких правильно выбранных длин волн для облучения приготовляемой пищи может изменить или оптимизировать характеристики приготовления. Наиболее эффективное использование излученной энергии может снизить стоимость нагрева или приготовления пищи.

Например, если необходимо нагреть или поджарить внешнюю поверхность продовольственного продукта, то согласно настоящему изобретению следует выбрать длину волны, на которой этот продовольственный продукт наиболее хорошо поглощает. В результате, при облучении с выбранной длиной волны вся инфракрасная энергия будет поглощена слоем продукта, очень близким к его поверхности, и таким образом будет достигнут желательный нагрев и/или поджаривание поверхности продукта. Наоборот, если желательно не перегревать поверхность, а приготовить продукт в его внутренней части, тогда может быть выбрана длина волны или комбинация выбранных длин волн, на которых этот пищевой продукт больше проявляет свои пропускающие свойства так, чтобы мог быть достигнут желательный результат приготовления. В результате энергия облучения будет поглощаться с постепенным прохождением внутрь, проникая на желательную глубину.

Важно отметить, что для электромагнитных волн, проходящих через немагнитный материал, интенсивность волны $I(t)$ уменьшается как функция пройденного расстояния t , что описано следующим уравнением:

$$I(t) = I_0(e^{-\alpha t})$$

В этом уравнении I_0 - начальная интенсивность пучка и α - коэффициент поглощения для данного конкретного материала. С увеличением времени t интенсивность пучка падает по экспоненциальному закону, что вызвано поглощением энергии излучения исходного пучка материалом продукта. Поэтому использование инфракрасного нагревательного излучения для достижения оптимальных результатов в приготовлении пищи определяется сложной взаимосвязью между толщиной пищевого продукта, интенсивностью приложенного инфракрасного излучения, длиной волны излучения и коэффициентом (коэффициентами) поглощения материала.

Путем комбинации RED-элементов, излучающих на различных длинах волн, можно оптимизировать результат приготовления пищи. В такой многоволновой матрице можно выбрать тип элементов, излучающих на такой длине волны, на которой поглощение является низким, в результате чего обеспечивается проникновение тепловых лучей для глубинного прогрева. Второй тип излучающих элементов можно выбрать таким, чтобы поглощение лучевой энергии было высоким, в результате чего обеспечивается поверхностный нагрев продукта. Завершая матрицу, можно выбрать третий тип RED-элементов, длины волн излучения которых находятся в промежуточном диапазоне относительно двух вышеуказанных, обеспечивающих крайние значения поглощения. За счет управления относительным выходным уровнем излучения всех 3 типов RED-излучателей, составляющих эту матрицу, можно оптимизировать свойства приготовляемого продукта.

За счет подсоединения к системе управления цветовых, температурных и, возможно, визуальных датчиков, можно замкнуть контур обратной связи и в еще большей степени оптимизировать результат приготовления продукта. При таких обстоятельствах имеется возможность точной проверки любого рассматриваемого параметра, и система управления может вступать в действие, посылая излучение с

соответствующей длиной волны, интенсивностью и направлением, что является очень желательным. За счет использования видеосенсоров и их интеграции в систему можно определять месторасположение и размеры приготавливаемых продуктов, чтобы впоследствии оптимизировать производительность печей в соответствии с тем, как это описано выше. При использовании в системе датчика влажности система может вступать в действие для поддержания желательного содержания влаги. На основании вышесказанного становится понятно, что настоящее изобретение в комбинации с соответствующими датчиками и «умным» контроллером может реально способствовать созданию интеллектуальной печи будущего. Разумеется, применение настоящего изобретения в отношении обычных технологий приготовления пищи, включающих технологии использования конвекционных печей и микроволновых печей, значительно улучшит эти технологии. Для наилучшей оптимизации предложенной технологии в комбинации с обычными технологиями приготовления пищи можно использовать интеллектуальную систему управления.

Путем выбора длин волн таким образом, что один вид продукта питания будет хорошо поглощать излученную энергию, а другой не так хорошо, можно обеспечить выборочный нагрев ингредиентов продукта. Таким образом, следует понимать, что за счет изменения комбинаций и интенсивностей сигналов различных выбираемых длин волн можно достигнуть самых разных результатов приготовления пищи.

При любом варианте применения настоящего изобретения можно использовать различные линзовые устройства или устройства направления пучка, предназначенные для обеспечения желаемой направленности излученной энергии. Устройства направления пучка следует выбирать таким образом, чтобы обеспечить соответствие длине волны управляемого или направляемого излучения. Используя известные технологии дифракции, рефракции и отражения, можно направлять в желательных направлениях энергию, излученную различными частями матрицы RED-устройств. При помощи программируемого управления конкретных включенных устройств и модулирования интенсивностей их излучения, можно обеспечить широкий диапазон селективности облучения. Путем выбора непрерывного или импульсного режимов действия с последующим программным заданием того, какие устройства и когда должны испускать импульсы, можно обеспечить дальнейшее расширение функциональных возможностей.

Хотя в настоящей заявке описывается применение электромагнитной энергии, излучаемой главным образом в диапазоне от 1,0 мкм до 3,5 мкм, специалистам данной области техники очевидно, что подобного нагрева материала можно достигнуть и при облучении на других длинах волн, в том числе в длинноволновой области инфракрасного диапазона или на более коротких волнах, ниже видимой области. Идея раскрытого изобретения включает применение твердотельных излучателей, обеспечивающих прямое преобразование электронов в фотоны, с целью лучевого нагрева, причем излучатели предположительно являются действующими в спектре частот от видимой области до дальней области инфракрасного диапазона. В некоторых случаях предложенные устройства предпочтительно комбинировать с другими устройствами, обладающими возможностью выбора длины волны, которые излучают на других длинах волн вне пределов средней области инфракрасного диапазона.

Фиг.8 изображает RED-компонент 10, содержащий блок 20. Блок 20 может быть выполнен по-разному, например, как блок полупроводниковых или подобных слоев, проиллюстрированных на фиг.1-7. По меньшей мере в одном варианте к блоку 20

через провод 80 подсоединен контакт 40 RED-компонента 10 (соответствующий, например, контактам 1105, 1205 и 1305). Когда ток 60 протекает через соединительный провод 80 и блок 20, излучаются фотоны 70, которые обладают энергетическим уровнем или длиной волны, определяющимися конфигурацией блока 20.

Поскольку многие принципы изготовления полупроводников, известные из области производства светодиодов, могут быть использованы в производстве RED-компонентов, то может быть полезным проведение параллели, способствующей созданию новых RED-устройств. За годы, прошедшие со времени появления светодиодов, удалось значительно повысить эффективность преобразования энергии (электрической энергии в оптическую энергию). Рост эффективности преобразования энергии в 10% был достигнут в коммерчески доступных светодиодах, излучающих в видимом диапазоне и в ближней области инфракрасного диапазона. Настоящее изобретение предполагает использование RED-компонентов нового типа, действующих в диапазоне от 1 мкм до 3,5 мкм, как основных элементов инфракрасного нагрева для формирования различных систем нагрева. Это применение, в частности, подходит для систем формования раздувом.

Фиг.9 и 10 показывают процент инфракрасной энергии, переданной в образец материала ПЭТ толщиной 10 милл., как функцию длины волны. В пределах диапазона пропускания кварца (до 3,5 мкм), присутствие полос сильного поглощения (полос спектра с небольшим или нулевым пропусканием) очевидно для некоторых длин волн, включая 2,3 мкм, 2,8 мкм, и 3,4 мкм. Основная концепция, связанная с настоящим изобретением, относится к использованию RED-элементов, созданных и выбранных для работы на выбранной длине волны (выбранных длинах волн) в пределах диапазона от 1 мкм до 3,5 мкм, как основных нагревательных элементов в секциях теплового кондиционирования установок формования раздувом.

Фиг.11a, 11b и 11c иллюстрируют пример компоновки отдельных RED-излучателей 10, собираемых с образованием нагревательного RED-элемента 100. В этом варианте изобретения RED-излучатели 10 физически смонтированы так, что их легированные примесью n-типа области присоединены непосредственно к катодной шине 120. Катодная шина 120 в идеальном случае изготовлена из такого материала как медь или золото, которые хорошо проводят и электричество и тепло. Соответствующие области RED-излучателей 10 соединены с анодной шиной 110 посредством связующих проводников 80. В идеальном случае анодная шина имеет те же тепловые и электрические свойства, что и катодная шина. Снаружи к клеммам этих 2 шин подведено входное напряжение, обеспечивающее протекание в RED-излучателях 10 электрического тока (I), что вызывает эмиссию фотонов в инфракрасном диапазоне волн или испускание лучевой энергии (показано позицией 170). В предпочтительном варианте выполнения используют отражатель 130, ориентирующий лучевую энергию нагревательного RED-элемента 100 в предпочтительном направлении. Благодаря малым физическим размерам RED-излучателей 10 становится проще направлять лучевую энергию 170 в предпочтительном направлении. Это частично относится и к случаю спиральной нити накаливания, имеющей намного большие размеры; такая зависимость между физическим размером излучателя и способностью направлять лучистый поток с использованием традиционных линзовых средств известна из уровня техники.

Для отвода от нагревательного RED-элемента 100 ненужного тепла, полученного в процессе создания инфракрасной лучевой энергии 170, используют теплоотвод 140. Теплоотвод 140 может быть выполнен с использованием различных средств,

известных в промышленности. Эти средства включают пассивные средства понижения температуры, активные средства понижения температуры, основанные на конвекционном воздушном охлаждении, а также активные средства понижения температуры, основанные на использовании воды или охлаждающей жидкости.

Охлаждающая жидкость, протекающая, например, через жидкостную рубашку, имеет преимущество, заключающееся в том, что она может отводить значительное количество тепла, произведенного частью электрической энергии, не преобразованной в излученные фотоны. С помощью жидкой среды это тепло может быть отведено наружу или в другое место, где оно необходимо. Если тепло отводят за пределы производственного помещения или в другое надлежащее место, то можно сэкономить много электроэнергии на кондиционирование/охлаждения воздуха.

Кроме того, в этом варианте изобретения используется баллон 150. Первичная функция баллона 150 состоит в защите RED-излучателей 10 и соединительных проводов 80 от повреждения. Баллон 150 предпочтительно выполнен из кварца, так как кварц имеет надлежащий диапазон пропускания, лежащий в пределах от видимого спектра до 3,5 мкм. Однако можно использовать и другие оптические материалы (включая стекло), имеющие диапазон пропускания, превышающий диапазон излучения RED-излучателей 10.

Пример нагревательного RED-элемента 100, используемого в установке формования раздувом, показан на фиг.12а и 12b. Согласно конструкции этой установки заготовки 240 доставляются транспортирующей системой 220 в систему 210 термоконтроля и терморегулирования. Заготовки 240 могут поступать в систему 210 термоконтроля и терморегулирования при температуре помещения, пройдя предварительно этап литьевого формования. Как вариант, заготовки 240 могут поступать непосредственно с этапа литьевого формования, как это осуществляется в одноэтапных системах литьевого формования/формования раздувом. В альтернативном случае, заготовки могут быть подготовлены другим способом. Вне зависимости от способа и продолжительности изготовления заготовок поступающие в систему заготовки 240 обладают, согласно настоящему способу, различным количеством латентной тепловой энергии.

После того как заготовки 240 доставлены транспортирующей системой 220, они проходят через систему 210 термоконтроля и терморегулирования по конвейеру 250, такие конвейеры известны в промышленности. Во время прохождения заготовок 240 через систему 210 термоконтроля и терморегулирования их подвергают облучению инфракрасной энергией 170, излучаемой группой нагревательных RED-элементов 100. Эти нагревательные RED-элементы в предпочтительном случае выполнены в виде RED-элементов на основе лазера (L-RED-элементов), которые более подробно описаны ниже. Инфракрасная энергия 170, излученная нагревательными RED-элементами 100, поглощается непосредственно заготовками 240 перед входом в систему 230 выдува. Следует отметить, что подвод энергии может быть непрерывным или импульсным, в зависимости от подачи заготовок или тока возбуждения и/или других параметров. Согласно одному из вариантов изобретения указанными функциональными средствами управляет система управления, такая как система 280 управления. В качестве дополнительной возможности система управления может возбуждать систему импульсами такого уровня электрического тока, который значительно превышает рекомендуемый уровень постоянного тока, что позволяет повысить интенсивность облучения в импульсном режиме и реагировать на входной сигнал от связанного датчика для таймирования импульсного режима.

В предпочтительном варианте процедуры формования раздувом с применением предложенных способа и средства используется конвекционная охлаждающая система 260. Эта система отводит ненужное тепло из воздуха и от механических деталей конструкции, расположенных вблизи заготовок 240 во время протекания процесса. Также для этой цели можно использовать теплопроводящее охлаждающее устройство. Из уровня техники известно, что нагрев заготовок конвекцией и/или электропроводимостью оказывает вредное влияние на общий процесс теплового кондиционирования. Это обусловлено тем, что материал ПЭТ очень плохо проводит тепло, и нагрев поверхности заготовки не обеспечивает достаточный прогрев внутрь, что приводит к недогреву центра заготовки и перегреву ее внешней оболочки.

В предпочтительном случае система также содержит датчики 270 температуры (которые могут быть выполнены в виде интеллектуального датчика или съемочной камеры, способных к отслеживанию целевого объекта по меньшей мере в одном дополнительном аспекте, сверх того, что может выполнять простой одноточечный термодатчик), и систему 280 терморегулирования. Эти аспекты предпочтительной конструкции установки формования раздувом особенно применимы к однокаскадной системе формования раздувом. В однокаскадной системе формования раздувом заготовки 240 поступают в систему 210 термоконтроля и терморегулирования, уже обладая латентной тепловой энергией, полученной во время этапа литьевого формования. Благодаря контролю температуры и, следовательно, контролю содержания тепла в поступающих заготовках 240 (или в конкретных частях заготовок), становится возможным генерировать для системы 280 терморегулирования и управления требования к нагреву конкретной заготовки (или конкретной части заготовки) с последующей передачей этих требований в форме задающих сигналов на отдельные нагревательные RED-элементы 100. Благодаря своей твердотельной природе и малому времени срабатывания RED-излучатели 100 особо хорошо подходят для подачи электротока, модулированного либо в зависимости от времени, либо в зависимости от движения заготовки. Кроме того, можно управлять подсекциями RED-матрицы, как это описано ниже.

Система 280 терморегулирования, используемая для управления выходным сигналом, может быть выполнена в виде промышленного ПК, специализированной встроеной логики или промышленного программируемого логического контроллера (контроллера ПЛК). Конструкция и принцип действия всех трех названных известны из уровня техники. Система управления, такая как обозначена позицией 280, может быть выполнена различным образом, чтобы решать поставленные здесь задачи. Например, система может управлять включением/выключением питания, электрическим током и расположением активируемых устройств для каждой длины волны в RED-матрице.

Другая технология, соответствующая настоящему изобретению, относится к способу нагрева контейнера лазерным излучением. Луч лазера облучает контейнер обычно на стадии "заготовки", размягчая материал в результате поглощения света. Затем контейнер формуют раздувом. Способ подачи энергии и выбор длины волны (волн) могут быть различными. Они зависят от особенностей применения. Согласно одному из вариантов изобретения выбранный узкий диапазон волн соответствует требованиям нагрева материала, из которого изготовлен конкретный целевой компонент. Хотя диодные устройства могут иметь почти монохроматическую длину волны, обычно нет необходимости в обеспечении такого узкого спектра. Во многих случаях, если длина волны облучения сосредоточена в полосе поглощения с

отклонением плюс или минус 20 нм или даже 50 нм, то результат считается очень хорошим. Для других применений, по причине узости или близости полос поглощения, может потребоваться очень узкий допуск на длину волны. Длины используемых волн могут лежать в диапазоне от 1,0 мкм до 5,0 мкм или могут, что гораздо ближе к

практике, быть выбраны из более узкого диапазона от 1,5 мкм до 3,5 мкм. Существенным фактором являются характеристики поглощения материала на различных длинах волн. При использовании одного или больше поглотителей может быть уместной характеристика "дверь и окно", если, например, один материал должен быть нагрет, а другой нет. В этом случае следует определить, могут ли длины волны быть выбраны так, что один материал будет поглощать плохо, в то время как другой, на той же самой длине волны, поглощать хорошо. Эти взаимосвязи представляют собой важный аспект настоящего изобретения. Учет поглощений и/или их взаимосвязей может способствовать оптимизации системы. Полосу поглощения для конкретного материала можно выбирать на основе желательной глубины прогрева, расположения места нагрева, скорости нагрева и толщины нагреваемого материала (или выбирать для оптимизации указанных параметров). К тому же, лазерные диоды (или другие устройства), рассмотренные здесь, можно использовать для накачки энергией других генерирующих элементов с целью обеспечения желательных длин волн.

Предложенный способ позволяет решить большинство вышеупомянутых проблем, не меняя при этом того, что к этим проблемам не относится. Основное требование для любого способа передачи тепла излучением состоит в согласовании спектрального поглощения материала со спектром сигнала излучающего источника. Стандартные лазеры действуют на различных длинах волн, из которых можно выбрать те, которые удовлетворяют этому требованию. Эффективность преобразования электрической энергии в оптическую для большинства лазеров лежит между 10% и 20%, что, при правильном согласовании с поглощением целевого объекта, приводит к эффективности передачи тепла 8-15%, по сравнению лишь с несколькими процентами для существующих способов. Пространственная когерентность лазерного луча позволяет помещать его именно туда, куда необходимо. Это отличается в лучшую сторону от стандартной технологии, согласно которой свет излучается из баллона во всех направлениях нитью накаливания и должен быть сфокусирован и направлен в требуемом направлении. С точки зрения физики протяженных источников это неэффективно. Когерентность лазерного луча не имеет отношения к этому способу, но яркость, или "направленность", является важным фактором. Лазерам свойственна большая яркость, и лазерный свет соответствующих длин волн распространяется сквозь пустое пространство с малыми потерями, следовательно, побочный нагрев для лазера не представляет проблемы. Обычно лазеры оснащены водяным охлаждением, и избыточное тепло уходит в рубашку водяного охлаждения, а не в окружающую среду, что обеспечивает эффективное управление теплом. Многие лазеры также отличаются свойством быстрой настройки в широком диапазоне интенсивностей, и в некоторых случаях также можно быстро регулировать их пространственную интенсивность.

Два основных подхода к передаче энергии лазера в целевой объект представляют собой: неподвижный луч и сканирующий луч. Далее они описаны по отдельности.

Согласно первому подходу, при котором используют неподвижный луч, лазерный свет формируют рефракционным или дифракционным способом, получая желательный пространственный профиль или профиль распределения интенсивности, прежде чем его направят в пластичный материал целевого объекта или контейнерной

заготовки. Для типичной заготовки, которая номинально имеет цилиндрическую форму, используют комбинацию линз для расширения и коллимирования луча, а затем простую цилиндрическую линзу, обеспечивающую формирование прямоугольного профиля. Номинальный Гауссовский профиль интенсивности излучения типичного ТЕМ₀₀ лазера может также быть изменен несколькими способами в зависимости от желательного окончательного профиля интенсивности. Для равномерного облучения, профиль распределения интенсивности желательно иметь в форме "шляпы цилиндр" или с плоским верхом, что может быть обеспечено известными способами, такими как применение интеграторов фасетированного луча, голографических элементов (ГОЭ) и матриц из микролинз. Обычно больше подходят неоднородные распределения, поскольку различные участки контейнера обычно требуют различного количества тепла. Лучшее всего это может быть достигнуто применением голографических элементов, хотя такие распределения интенсивности также могут быть сформированы с применением аподизаторов луча. Однако аподизаторы действуют путем выборочного поглощения части луча и приводят к снижению эффективности.

Формирование идеальной системы может быть начато с выбора длины волны лазера. Она зависит от материала и толщины контейнера. Для заготовки из материала ПЭТ с толщиной стенок 4 мм длина волны примерно 2 мкм может обеспечить примерно 90% поглощения общей толщиной обеих стенок заготовки. Это может быть определено путем применения закона Бера и коэффициента поглощения для материала ПЭТ (альфа). Выбирать можно из нескольких вариантов лазеров, излучающих на длине волны примерно 2 мкм: лазер YAG с Рамановским сдвигом, лазеры Ho:YAG и Tm:YAG. Все эти лазеры представляют собой различные варианты твердотельного лазера на иттрийалюминиевом гранате (YAG) и отличаются высокой надежностью. Пространственное и лучевое профилирование пучка лучше всего может быть достигнуто комбинацией дифракционных и рефракционных элементов.

Например, луч может быть расширен, коллимирован и гомогенизирован при помощи расширителя Галилея, за которым установлен интегратор фасетированного луча. Результирующий квадратный пучок с однородной интенсивностью попадает в голографический элемент (ГОЭ), предназначенный для преобразования входного луча в луч прямоугольной формы с профилем интенсивности, которая выше в верхней части и снижена примерно до 1/2 максимума в нижней части. Точная форма зависит от контейнера, но в большинстве случаев больший нагрев требуется наверху. Элементы ГОЭ представляют собой очень эффективные устройства, относительно недорогие в изготовлении. Однако для некоторых материалов могут потребоваться более длинноволновые лазеры, требующие нестандартных материалов для ГОЭ.

Остальная часть системы требует наличия средства запуска лазера для облучения контейнерной заготовки, когда она находится в центре зоны облучения. Хотя это не является обязательным условием, но в предпочтительном случае пространственный профиль меньше самого контейнера, а длительность импульса достаточно велика для времени прохода контейнерной заготовки через зону облучения. Также требуются некоторые средства для обеспечения многократного облучения, потому что каждую контейнерную заготовку необходимо облучать многократно или в течение продолжительного времени. Это может быть достигнуто путем использования различных средств, самое простое из которых представляет собой зеркало, выполненное с возможностью следования за контейнером на заданное расстояние и таким образом поддерживающее заданный профиль интенсивности на контейнере более длительное время. Во многих случаях по мере пропускания целевого объекта

через зону облучения его следует вращать, чтобы обращать к источнику лучевой энергии всеми его сторонами.

Другой подход заключается в использовании сканирующего луча. Основное различие между использованием стационарного и сканирующего лучей проявляется в замене всей установки создания луча двумя устройствами: электромеханическим, сервоуправляемым или акустооптическим сканирующим устройством, и некоторым средством для переменного ослабления. Принцип действия состоит в передаче энергии исходного лазерного луча в материал целевого объекта путем быстрого перемещения луча по его поверхности. Если частота сканирования лазером достаточно высока по сравнению со скоростью транспортировки облучаемого компонента и желательной скоростью нагрева, то для целевого компонента между этими двумя способами нет никакого различия. Могут быть также применены и другие способы, но в любом случае предпочтительно не использовать дополнительную оптику. Подход, основанный на сканировании лучом, не требует предварительного проектирования и изготовления голографических элементов. Требуемый пространственный профиль обеспечивается путем изменения пределов сканирования, тогда как интенсивность можно менять или замедлением сканирующего устройства, если необходимо усилить нагрев, или повторным сканированием некоторых участков, или сканированием с вибрацией кристалла. Также можно использовать активный аттенуатор - либо непосредственно в лазере, либо применять полуволновой резонатор (пластина $\lambda/2$) для поляризационного ослабления. Любой способ, вынуждающий лазер производить меньше оптической мощности при той же самой входной энергии, снижает эффективность. Поэтому предпочтительно изменение сканирования.

Данный подход имеет другое преимущество, состоящее в том, что в нем происходит сопровождение целевого объекта во время его перемещения по туннелю, при этом он в некотором виде может быть приспособлен к подходу "стационарного" луча, чтобы скорректировать ситуацию, согласно которой целевой компонент слишком быстро входит в зону профиля и выходит из нее, не успев поглотить достаточно энергии за один проход.

На фиг.13 показана система 2000. Следует понимать, что эта система может быть выполнена как сканирующая или как стационарная. Выбор типа системы зависит от того, являются ли или нет некоторые ее компоненты (которые описаны ниже) подвижными. Кроме того, в системе, как показано, использованы лазерные диоды (например L-RED), которые могут служить заменой нагревательным элементам 100. Они также могут быть интегрированы в систему, показанную на фиг.12a и 12b. Для осуществления такой замены может потребоваться незначительно модифицировать эту систему, включая систему 210 термоконтроля и терморегулирования. В этой связи следует заметить, что любые такие изменения очевидны специалисту данной области техники. Например, управление системой при помощи подсистемы 280 управления может быть приспособлено также для управления сканирующим устройством (как описано ниже) с целью обеспечения таймирования системы, вследствие чего действие выходной энергии лазерного диода синхронизируется с процессом транспортировки. По аналогии со сказанным, подсистема 280 управления и другие компоненты системы могут управлять импульсным и непрерывным режимом работы системы.

Система 2000 включает применение матрицы из RED-диодов на основе лазера для получения энергии с соответствующими длинами волн, согласно описанным вариантам выполнения. Как показано на чертеже, система 2000 содержит матрицу 2002 на основе твердотельных лазерных RED-диодов, сканирующее

устройство 2004 и транспортирующую систему 2006 для транспортировки целевых компонентов или заготовок 2008 с целью их доставки в зону тепловой обработки. Матрица 2002 содержит печатную плату, на которой расположены лазерные диодные RED-устройства 2010, установленные внутри охлаждающей рубашки 2012. В
 5 одном варианте матрица выполнена с возможностью излучения инфракрасной энергии на одной или больше выбранной длине волны в пределах диапазона волн от 1,0 мкм до 5,0 мкм путем прямого преобразования электрического тока в фотоны. L-RED-диоды расположены в матрице в такой конфигурации, которая обеспечивает
 10 излучение значительной части энергии в целевые компоненты. Матрица 2002 также использует коническое зеркало 2014. Сканирующее устройство может быть двумерным сканером по координатам X-Y или сканером по координате Y, на котором установлено зеркало 2016.

Чтобы система обеспечивала сканирование, по меньшей мере одно из следующего: матрицу 2002, сканирующее устройство 2004 и/или транспортирующее средство 2006
 15 приводят в движение во время генерации лазерных лучей. Специалистам данной области техники известны различные способы обеспечения такого движения. Например, сканирующее устройство 2004 может быть выполнено в форме
 20 гальванометра, перемещающего зеркало по осям X и Y. Этим перемещением по осям X и Y обычно можно управлять программным образом, обеспечивая повторение движений согласно желательному циклу. Таким способом можно обрабатывать лазерным лучом конкретные участки целевых компонентов, предназначенных для
 нагрева.

Согласно другому варианту изобретения система выполнена таким образом, что целевые компоненты перемещаются в ней посредством транспортирующей системы 2006 только в одном направлении (например в направлении X). В этом
 25 случае, сканирующему устройству необходимо перемещать луч только, например, в направлении Y для облучения выбранных участков целевых компонентов.

Если задача заключается в создании стационарного луча, то компоненты системы могут быть выполнены стационарными, и выбранные участки на целевом компоненте
 будут облучаться по мере перемещения целевых компонентов транспортирующим средством. По меньшей мере в одном варианте выполнения, показанном со ссылкой
 35 на фиг.12, луч каждого лазерного диода, входящего в матрицу лазерных диодов, может быть сфокусирован на конкретных участках. Иногда в соответствии с данным применением желательно использовать линзу расширения луча, чтобы матрица излучающих лазеров обеспечивала желаемую площадь покрытия и перекрытие
 40 пучков. В этом случае нет необходимости ни в сканирующем устройстве, ни в коническом зеркале.

Следует также отметить, что в зависимости от конкретной задачи в отношении отдельных L-RED-диодов можно применять технологии коллимации или
 фокусирования. Возможны применения, в которых энергия дивергенции диодов
 45 обеспечивает лучшее покрытие или предпочтительное перекрытие по причине более широкого сектора обзора по сравнению с обычным коллимированным лазерным лучом. При размещении этих устройств в виде матрицы следы их излученных сигналов могут перекрываться с обеспечением надлежащего и предпочтительного покрытия
 50 поверхности целевого объекта. Кроме того, L-RED-диоды, имеющие коллимированные или сфокусированные лучи, можно комбинировать с другими L-RED-диодами, имеющими расходящиеся лучи. Тем не менее, как следует из фиг.13а и 13b, система 2000 может испускать лазерные лучи из матрицы диодов 2002. Матрица

может иметь различные конфигурации в зависимости от конкретного применения. Например, матрица может содержать устройства, излучающие на одной длине волны или на различных длинах волн. В одном варианте выполнения устройства, излучающие энергию на первой длине волны, могут быть упорядоченно смешаны с устройствами, излучающими энергию на второй длине волны, с целью достижения желательного результата. В одном варианте выполнения, показанном на чертеже, двумерная матрица лазерных диодов сконфигурирована по меньшей мере в виде части цилиндра для обеспечения направления максимальной части энергии от лазерного источника в целевой компонент. Как показано на чертеже, эти лучи направлены не на плоское, а, например, коническое, зеркало 2014, которое отражает лучи в сканирующее устройство или средство 2004. Следует отметить, что можно использовать любое подходящее неплоское зеркало, форма которого обеспечивает улучшенную передачу тепловой энергии инфракрасного излучения от лазерных диодов в целевой компонент или часть целевого компонента. Сканирующее устройство 2004 фокусирует пучки на выбранных областях целевого компонента 2008, например заготовки, как показано на чертеже. Следует отметить, что можно использовать сканирующие устройства 2004 разных типов. Например, можно использовать группу сканирующих устройств, точное количество которых зависит от скорости обработки, количества целевых компонентов и т.д. В одном варианте выполнения, показанном на фиг.13b, группа сканирующих устройств 2004 расположена в установке формования раздувом для передачи тепла группе целевых компонентов. Разумеется, в установке с более медленным технологическим процессом или с более скоростными сканирующими устройствами может быть использовано меньше сканирующих устройств. В некоторых применениях достаточно одного сканирующего устройства.

На фиг.13(b) показана группа сканирующих устройств 2004 системы 2000.

Возможные конические зеркала 2002 схематически изображены в соединении с каждым сканирующим устройством 2004. На чертеже также показаны устройство транспортировки, например устройство 2006, и зоны 2007 удержания транспортируемого продукта. Также обозначены сектор 2005 слежения для лазера 6 (одно из сканирующих устройств 2004) и испускаемые лучи 2003. Схема взаимосвязей показана для иллюстрации работы системы. Как показано на чертеже, лазер 1 облучает первый, седьмой, тринадцатый и т.д. целевые компоненты по мере того, как они проходят мимо лазера 1. Другие сканирующие лазерные устройства облучают другие компоненты, как показано на схеме. Каждое сканирующее устройство имеет сектор слежения, подобный сектору 2005 или задаваемый программой. Таким образом каждый компонент облучается в течение достаточного периода времени, причем может облучаться согласно предъявляемым к нему требованиям. Разумеется, количество сканирующих устройств, секторов слежения и компонентов, обрабатываемых каждым сканирующим устройством, зависит от конструкции и задач конкретной системы.

Кроме того, сканирующее устройство 2004 может иметь связанное с ним зеркало 2016, выполненное с возможностью направления излученной энергии на выбранные части целевых компонентов. Устройство также может быть выполнено с возможностью направления излученной энергии на плоскую, двумерную область сканирования, причем третье направление движения может быть обеспечено транспортирующим средством, перемещающим целевой объект через область облучения. Устройство также может быть выполнено с возможностью передачи

излученной энергии в трехмерную область сканирования. По меньшей мере в одном варианте выполнения сканирующее устройство может быть запрограммировано таким образом, что посредством сигналов, генерируемых системой управления, становится возможным управлять по меньшей мере одним из следующих параметров: период времени, количество излученной энергии, распределение излученной энергии. В одном варианте выполнения на вход системы управления подают сигналы от датчиков температуры или съемочных камер (например инфракрасных камер), которые задают, согласно используемым алгоритмам, количество излучаемой энергии и время обработки. Эта конфигурация обеспечивает подходящую обратную связь для замкнутого контура управления системой.

Также следует отметить, что хотя варианты, проиллюстрированные на фиг.12a, 12b, 13a и 13b, относятся к случаю матрицы лазерных диодов или L-RED-устройств, для обеспечения желательного облучения можно использовать и одиночную лазерную систему, приводимую в действие соответствующим способом. Такая система может потребовать внесение некоторых изменений в системы, показанные на фиг.12a, 12b, 13a и 13b, чтобы адаптировать их к одиночному, более мощному лазеру. Любые такие изменения очевидны для специалистов данной области техники. Также следует понимать, что при решении задач, стоящих перед настоящим изобретением в отношении мощности и длины волны, можно использовать различные комбинации твердотельных лазеров, лазерных диодов, L-RED-устройств и традиционных лазерных систем (таких как RED-устройства). Более того, различные рассмотренные здесь комбинации можно объединять с другими технологиями, расширяя тем самым возможности применения. Например, можно использовать волоконно-оптическую технологию для сбора энергии лазерного источника и ее передачи к целевому участку. Волоконно-оптические конфигурации можно использовать вместо других типов оптики, используемых для коллимирования или фокусирования переданной энергии.

Фиг.14-17 иллюстрируют заявленные способы. Следует отметить, что эти способы могут быть осуществлены с использованием подходящей комбинации программного и аппаратного обеспечения и подходящей технологии. Например, такими элементами аппаратного обеспечения может управлять программное обеспечение, хранящееся на запоминающем устройстве и выполняемое системой 280 терморегулирования.

На фиг.14 проиллюстрирован предпочтительный способ 300 тепловой обработки термопластичных заготовок с указанием основных его этапов. Заготовки 240 на этапе 305 транспортируют конвейером 250 через систему 210 термоконтроля и терморегулирования. Следует понимать, что хотя во всех вариантах выполнения показан конвейер, для задания местоположения облучаемых объектов можно использовать любое средство как с конвейером, так и без него. Заготовки 240 облучают с использованием сканирующих тепловых инфракрасных лазеров (например матрицы 2002 RED-устройств на основе лазера или матрицы 2002 лазерных диодов), входящих в систему 210 термоконтроля и терморегулирования (этап 310). Для отвода ненужного тепла из воздуха и от механических компонентов в системе 210 термоконтроля и терморегулирования используют конвекционную систему 260 охлаждения (этап 315).

Другой способ 301 обработки термопластичных заготовок проиллюстрирован на фиг.15. В способе 301, на этапе 310, процедура облучения заготовок 240 сканирующими инфракрасными лазерами (например, RED-устройствами на основе лазера или лазерными диодами), заменена этапом 320. На этапе 320 способа 301 заготовки 240 облучают синхронно с их движением через систему 210 термоконтроля и

терморегулирования. Это синхронное импульсное облучение значительно оптимизируют передачу энергии, потому что L-RED-устройства, нацеленные в данный момент на заготовку, являются единственными подключенными в данный момент к питанию устройствами. В одном варианте выполнения максимальная выдаваемая импульсная энергии синхронизирована с транспортировкой отдельных целевых объектов.

Другой способ 302 обработки термопластичных заготовок показан на фиг.16. В этом способе 302, температуру поступающих заготовок 240 измеряют с использованием температурных датчиков 270. Это выполняют для определения латентной тепловой энергии заготовок 240 во время их поступления в систему (этап 325) и, следовательно, для определения того, сколько тепла (или времени облучения) требуется для доведения температуры заготовки до необходимой для надлежащего раздува. Затем заготовки 240 транспортируют конвейером 250 через систему 210 термоконтроля и терморегулирования (этап 305). Система 280 терморегулирования использует информацию о температуре, предоставленную термодатчиками 270, для формирования предпочтительного управляющего сигнала, подаваемого на сканирующую инфракрасную лазерную подсистему (например, на матрицу RED-устройств на основе лазера или матрицу лазерных диодов) (этап 330). Затем предпочтительный управляющий сигнал от системы 280 терморегулирования передают в сканирующую инфракрасную лазерную подсистему (этап 335). Затем заготовки 240 облучают с использованием лазеров, входящих в систему 210 термоконтроля и терморегулирования (этап 310). Затем используют конвекционную систему 260 охлаждения для отвода ненужного тепла из воздуха и от механических компонентов системы 210 термоконтроля и терморегулирования (этап 315).

На фиг.17 показан другой способ 303 обработки термопластичных заготовок. В способе 303, на этапе 310, процедура облучения заготовок 240 сканирующей инфракрасной лазерной подсистемой (например, имеющей матрицу RED-устройств на основе лазера или матрицу лазерных диодов), заменена этапом 320. На этапе 320 способа 303 заготовки 240 облучают инфракрасными импульсами синхронно с их движением через систему 210 термоконтроля и терморегулирования.

Выше описаны лишь некоторые варианты настоящего изобретения, которые не следует расценивать как ограничение объема его правовой охраны. Кроме того, изобретение не ограничивается вышеуказанными задачами его применения. Данное описание относится к разным вариантам выполнения изобретения в их самом широком применении и к любому конкретному варианту. Специалистам данной области техники понятно, что в описанные и показанные на чертежах варианты могут быть внесены различные изменения и дополнения, не выходящие за пределы правовой охраны настоящего изобретения.

Формула изобретения

1. Система, предназначенная для бесконтактной тепловой обработки пластичных целевых компонентов перед операциями формования или последующей обработки, содержащая:

средство, выполненное с возможностью позиционирования пластичных целевых компонентов способом, обеспечивающим возможность проведения в отношении них нагрева облучением;

и секцию термоконтроля и терморегулирования, в которую пластичные компоненты вводятся для облучения, причем эта секция содержит по меньшей мере

один твердотельный лазерный RED-диод, выполненный с возможностью испускания инфракрасной лучевой энергии в диапазоне волн 1,1-5,0 мкм посредством прямого преобразования электрического тока в фотоны, при этом указанные лазерные диоды расположены матрицей таким образом, что основная часть лучевой энергии, испущенной этой матрицей, направляется на части целевых компонентов.

2. Система по п.1, дополнительно содержащая неплоское зеркало, отформованное таким образом, что оно обеспечивает улучшенную передачу в целевой компонент тепловой инфракрасной энергии, излученной группой лазерных диодов.

3. Система по п.1, в которой указанная матрица лазерных диодов содержит по меньшей мере несколько устройств, испускающих расходящиеся лучи таким образом, что по меньшей мере некоторые следы излучения, испускаемого этими по меньшей мере некоторыми устройствами, перекрывают друг друга на поверхности целевого объекта.

4. Система по п.1, дополнительно содержащая сканирующее устройство, выполненное с возможностью перенаправления тепловой инфракрасной энергии, излученной матрицей, в выбранные части целевых компонентов.

5. Система по п.4, дополнительно содержащая зеркало, связанное со сканирующим устройством и выполненное с возможностью направления излученной энергии в выбранные части целевых компонентов.

6. Система по п.4, в которой указанное сканирующее устройство выполнено с возможностью перенаправления излученной энергии на плоскую двумерную область сканирования, при этом третье направление движения обеспечивается транспортирующим средством, перемещающим целевой объект через область облучения.

7. Система по п.4, в которой сканирующее устройство выполнено с возможностью перенаправления энергии облучения в трехмерную область сканирования.

8. Система по п.7, в которой сканирующее устройство является программно настраиваемым таким образом, что посредством сигналов, определяемых системой управления, можно управлять по меньшей мере одним из следующих параметров: период времени, количество излученной энергии, распределение излученной энергии.

9. Система по п.1, дополнительно содержащая группу лазерных сканирующих устройств, выполненных с возможностью перенаправления тепловой инфракрасной энергии, излученной матрицей, в выбранные части целевых компонентов.

10. Система по п.1, в которой указанное средство, выполненное с возможностью позиционирования, представляет собой транспортирующее средство, действующее с возможностью циклической транспортировки пластичных целевых компонентов в зону тепловой обработки и из зоны тепловой обработки.

11. Система по п.10, в которой используется средство управления, выполненное с возможностью определения момента подачи электрического тока на выбранные лазерные RED-диоды, вследствие чего излучение ими энергии можно синхронизировать с транспортирующим средством для надлежащего облучения целевого объекта.

12. Система по п.1, в которой лазерные RED-диоды выполнены с возможностью испускания лучевой энергии в импульсном режиме, причем испускание импульсов синхронизировано с транспортировкой отдельных формуемых целевых компонентов через секцию термоконтроля и терморегулирования.

13. Система по п.1, дополнительно содержащая по меньшей мере одно из следующих устройств: конвекционное охлаждающее устройство и устройство

охлаждения посредством теплопроводности, выполненные с возможностью отвода ненужного тепла из воздуха и от элементов конструкции в секции термоконтроля и терморегулирования.

14. Система по п.13, в которой указанное устройство охлаждения посредством теплопроводности представляет собой подсистему непрерывного охлаждения лазерных RED-диодов, действующую при помощи теплопроводного элемента с жидкостным охлаждением, термически связанного со средством удержания матриц лазерных диодов для непрерывного отвода тепла от этих устройств с поддержанием их температуры в желательном диапазоне.

15. Система по п.1, дополнительно содержащая температурный датчик, выполненный с возможностью измерения температуры целевых компонентов перед их входом в секцию термоконтроля и терморегулирования для определения содержания латентного тепла.

16. Система по п.15, в которой предусмотрена система терморегулирования, используемая для генерирования управляющих сигналов, подаваемых на лазерные RED-диоды, с учетом температуры целевого компонента.

17. Система по п.16, в которой измеряют температуру частей целевого компонента, причем эти данные измерения используют для генерации управляющих сигналов, направляемых на лазерные RED-диоды, чтобы нагревать разные части целевого компонента до заданной температуры, подходящей для дальнейшей обработки целевого компонента.

18. Система по п.17, в которой температуры частей целевого компонента измеряют посредством высокоскоростного инфракрасного датчика, выполненного с возможностью измерения температуры каждого отдельного целевого компонента и обеспечивающего замкнутый контур системы управления для индивидуального облучения каждого отдельного целевого компонента в соответствии с необходимостью формирования выбранного температурного профиля для последующей обработки.

19. Система по п.17, в которой температуры частей целевого компонента измеряют посредством высокоскоростной подсистемы на основе инфракрасной съемочной камеры, выполненной с возможностью измерения температуры каждого отдельного целевого компонента и обеспечивающей замкнутый контур системы управления для индивидуального облучения каждого отдельного целевого компонента в соответствии с необходимостью формирования выбранного температурного профиля для последующей обработки.

20. Система по п.1, в которой матрица лазерных RED-диодов выполнена с возможностью испускания лучевой энергии в диапазоне волн от 1,5 мкм до 3,5 мкм.

21. Система по п.1, в которой лазерные RED-диоды выполнены с возможностью испускания лучевой энергии по меньшей мере в одном узком диапазоне длин волн, выбранном согласно требованиям нагрева материала, из которого изготовлен конкретный целевой компонент.

22. Система по п.21, в которой по меньшей мере две длины волны выбраны для облучения целевого объекта в соответствии с характеристиками поглощения на каждой длине волны по меньшей мере для некоторых материалов в составе целевого компонента.

23. Система по п.21, в которой длина волны, выбранная для облучения целевого объекта, выбрана в соответствии с диапазонами основного поглощения материалами в составе целевого объекта, а также выбрана с обеспечением оптимизации по меньшей

мере одного из следующих параметров: желаемая глубина нагреваемого участка, расположение нагреваемого участка, скорость нагрева или толщина прогреваемого участка.

24. Способ нагрева термопластичных заготовок перед операциями формования раздувом с вытяжкой, содержащий следующие этапы: циклическая транспортировка группы заготовок через секцию термоконтроля и терморегулирования, входящую в состав установки формования раздувом;

повышение температуры заготовок до желаемой температуры обработки путем облучения заготовок с использованием лазерных диодов, выполненных с возможностью испускания на выбранные части заготовок тепловой инфракрасной энергии, излучаемой по меньшей мере на одной выбранной волне;

и отвод с использованием системы охлаждения ненужного тепла от элементов секции термоконтроля и терморегулирования, входящей в состав установки формования раздувом.

25. Способ по п.24, в котором длину волны, выбранную для облучения заготовок, выбирают на основе известных характеристик поглощения термопластичного материала с обеспечением оптимизации по меньшей мере одного из следующих параметров: глубина проникновения тепла, скорость нагрева, положение участка нагрева или толщина прогрева.

26. Способ по п.24, дополнительно содержащий следующие этапы:

измерение температуры поступающих заготовок для определения содержания латентного тепла перед их входом в секцию термоконтроля и терморегулирования;

генерирование управляющих сигналов, подаваемых на лазерные диоды, с учетом температуры поступающих заготовок;

передача этих управляющих сигналов на лазерные диоды;

использование управляющих сигналов для своевременного подведения электрического тока к выбранным лазерным диодам так, чтобы их излучение синхронизировалось с транспортирующим средством.

27. Способ по п.26, в котором излучение лазерных диодов перенаправляют на выбранные части заготовок сканирующим устройством, выполненным с возможностью функционирования синхронно транспортировке отдельных заготовок.

28. Способ по п.24, дополнительно содержащий этап измерения температуры частей целевого компонента и генерирования управляющих сигналов, подаваемых на лазерные диоды для нагрева этих частей.

29. Способ по п.27, в котором сканирующее устройство является программно настраиваемым с обеспечением возможности изменения времени облучения выбранных частей заготовки.

30. Способ по п.27, в котором лазерные диоды представляют собой лазерные RED-диоды, сконфигурированные в группы матриц.

31. Система по п.24, в которой излучение лазерных диодов дополнено для нагрева заготовок излучением кварцевых ламп.

32. Система выборочной подачи инфракрасного лучевого тепла в целевой объект, содержащая:

по меньшей мере один твердотельный лазерный диод, излучающий по меньшей мере на одной выбранной длине волны тепловую инфракрасную энергию для воздействия на целевой объект;

средство позиционирования целевых объектов таким образом, что они могут быть нагреты облучением системы на основе лазерных диодов;

удерживающее приспособление для размещения указанного по меньшей мере одного лазерного диода в матрице таким образом, что его излучение направляется на выбранные части целевого объекта;

и средство для управления временем включения и силой электрического тока, подаваемого на указанный по меньшей мере один лазерный диод, вследствие чего происходит процесс прямого преобразования электрического тока в испускаемые фотоны с генерированием тепловой лучевой энергии.

33. Система по п.32, в которой указанный по меньшей мере один лазерный диод выполнен в виде двухмерной матрицы отдельных лазерных диодных устройств, причем по меньшей мере часть этой матрицы имеет, по существу, цилиндрическую форму для обеспечения направления лучевой энергии, по существу, в целевой объект.

34. Система по п.32, в которой указанный по меньшей мере один лазерный диод выполнен в виде специализированной сборки отдельных устройств, обеспечивающей направление необходимого количества излучаемой энергии в целевой объект.

35. Система по п.33, в которой указанные матрицы выполнены в виде по меньшей мере одной матрицы отдельных устройств с использованием технологии перевернутых чипов или шариковых выводов, способствующей направлению излучения в целевой объект.

36. Система по п.33, в которой печатные платы, на которых установлены лазерные диодные устройства, обеспечивают вследствие их конструкций отвод тепла от этих лазерных диодных устройств.

37. Система по п.36, в которой печатные платы, на которых установлены лазерные диодные устройства, снабжены подсоединенными теплоотводящими приспособлениями, обеспечивающими отвод тепла от лазерных диодных устройств и печатной платы.

38. Система по п.36, в которой указанное средство для отвода тепла содержит рубашку жидкостного теплообмена, выполненную с возможностью отвода тепла на значительное расстояние от системы.

39. Система по п.38, в которой нагретая жидкостная среда направляется от средства жидкостного теплообмена туда, где она может быть использована для других целей нагрева.

40. Система по п.33, в которой указанная двухмерная матрица отдельных лазерных диодных устройств содержит по меньшей мере одно лазерное диодное устройство, генерирующее лучевую энергию по меньшей мере на одной дополнительно выбранной длине волны в диапазоне от 1,1 мкм до 5 мкм.

41. Система по п.33, в которой указанная двухмерная матрица содержит комбинацию устройств на основе L-RED-диодов, излучающих тепловую инфракрасную энергию по меньшей мере на двух различных выбранных длинах волн в диапазоне от 1,1 мкм до 5 мкм.

42. Система по п.33, дополнительно содержащая систему управления, выполненную с возможностью раздельного управления по меньшей мере одной из следующих характеристик: включение/выключение электропитания, течение электрического тока и положение активированных устройств для каждой длины волны, представленных в матрице.

43. Система по п.33, дополнительно содержащая систему управления, выполненную с возможностью обеспечения отдельного управления частями матрицы в отношении по меньшей мере одного из следующих параметров:

положение в пределах матрицы и интенсивность выходного сигнала.

44. Система по п.32, дополнительно содержащая систему управления, выполненную с возможностью подачи электрического пускового тока для обеспечения импульсного режима работы.

45. Система по п.44, в которой указанная система управления выполнена с возможностью подачи в систему импульсов, уровень тока которых намного превышает рекомендуемый уровень тока при стационарном режиме, вследствие чего в импульсном режиме достигается более высокая мгновенная интенсивность облучения, причем эта система реагирует на входной сигнал для определения временных отчетов импульсного режима.

46. Система по п.45, в которой указанная система управления также выполнена с возможностью синхронизации изменения интенсивности импульсного режима с движением целевых объектов.

47. Система по п.32, в которой указанный по меньшей мере один лазерный диодный элемент содержит матрицу из группы лазерных диодных устройств, имеющую, по существу, неплоскую конфигурацию.

48. Система по п.47, в которой L-RED-устройства расположены на группе печатных плат, имеющих трехмерную конфигурацию, что улучшает облучение целевых объектов некоторых типов.

49. Система по п.41, в которой указанная матрица дополнительно содержит по меньшей мере часть L-RED-устройств, выполненных с возможностью генерации излучения на длинных волнах из диапазона от 1,1 мкм до 5 мкм.

50. Система по п.32, в которой указанное средство обеспечения электрического тока представляет собой программируемую систему управления, выполненную с возможностью управления по меньшей мере одним параметром выходного излучения системы.

51. Система по п.50, в которой указанная программируемая система управления содержит по меньшей мере одно входное устройство, предназначенное для приема сигнала от температурного датчика и выполненное с возможностью изменения по меньшей мере одного выходного параметра в соответствии с по меньшей мере одним входным сигналом от указанного температурного датчика.

52. Система по п.51, в которой указанная программируемая система управления дополнительно содержит по меньшей мере один интеллектуальный датчик для контроля других свойств целевого объекта, обеспечивающий получение данных, используемых при изменении по меньшей мере одного параметра выходного излучения системы.

53. Система по п.52, в которой указанный по меньшей мере один интеллектуальный датчик содержит съемочную камеру.

54. Система по п.51, в которой указанный температурный датчик содержит тепловую инфракрасную съемочную камеру, выполненную с возможностью контроля целевого объекта по меньшей мере в отношении одного его параметра, отличного от тех, которые контролируются одноточечным датчиком измерения температуры.

55. Система по п.32, дополнительно содержащая по меньшей мере одно, по существу, коническое зеркало, выполненное с возможностью обеспечения улучшенной направленности в целевой объект энергии, излучаемой по меньшей мере одной матрицей лазерных диодов.

56. Система по п.32, дополнительно содержащая сканирующее устройство, выполненное с возможностью перенаправления в целевой объект энергии, излученной по меньшей мере одним лазерным диодом.

57. Система по п.32, содержащая группу сканирующих устройств, выполненных с возможностью перенаправления в целевой объект энергии, излученной по меньшей мере одним лазерным диодом, причем каждое сканирующее устройство имеет особое назначение.

58. Система по п.56, дополнительно содержащая зеркало, которое связано с указанным сканирующим устройством и выполнено с возможностью перенаправления излучаемой энергии в выбранные части целевых компонентов.

59. Система по п.56, в которой указанное сканирующее устройство выполнено с возможностью перенаправления лучевой энергии в плоскую двухмерную зону.

60. Система по п.56, в которой указанное сканирующее устройство выполнено с возможностью перенаправления лучевой энергии в трехмерную зону.

61. Система по п.56, в которой указанное сканирующее устройство выполнено с возможностью программного управления, вследствие чего систему можно запрограммировать для направления с помощью сканирующего устройства заданного количества лучевой энергии в конкретные части движущегося целевого объекта.

62. Система по п.1, в которой пластиковые целевые компоненты содержат по меньшей мере одну заготовку или бутылку из материала ПЭТ и используются для изготовления бутылок.

63. Система по п.62, которая также содержит по меньшей мере одно удерживающее средство, предназначенное для размещения кварцевой лампы вблизи пути транспортировки заготовок через зону термоконтроля и термообработки, вследствие чего излучение диодов усиливается излучением кварцевых ламп.

64. Способ подачи тепла в целевой объект, включающий следующие этапы: позиционирование целевого объекта для его облучения по меньшей мере одним испускающим лучевую энергию лазерным диодом;

размещение по меньшей мере одного лазерного диода для направления его излучения на целевой объект;

выборочная подача электрического тока на по меньшей мере один испускающий лучевую энергию лазерный диод;

и выбор по меньшей мере одного лазерного диода, излучающего энергию по меньшей мере с одной конкретной длиной волны, соответствующей характеристикам поглощения целевого объекта;

дополнительный выбор по меньшей мере одного лазерного диода, излучаемая энергия которого приходится на диапазон от 1,1 мкм до 5,0 мкм;

выборочная подача в целевой объект тепловой энергии, излучаемой лазерным диодом по меньшей мере на одной конкретной длине волны.

65. Способ по п.64, в котором на этапе позиционирования целевого объекта используют транспортировочное средство, обеспечивающее цикличное перемещение целевого объекта в зону облучения и из этой зоны облучения.

66. Способ по п.64, в котором указанную по меньшей мере одну конкретную длину волны задают, используя диоды, генерирующие излучение на двух или более различных длинах волн, вследствие чего их комбинация облучает целевой объект с достижением желательного результата за счет комбинации характеристик поглощения на каждой длине волн.

67. Способ по п.64, в котором указанное по меньшей мере одно излучающее устройство используют в импульсном режиме.

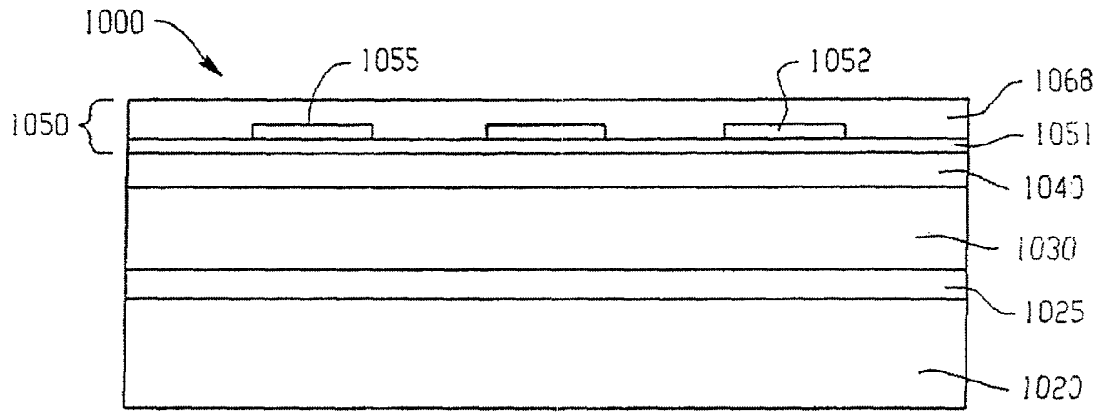
68. Способ по п.64, дополнительно содержащий этап измерения температуры по

меньшей мере одной части целевого объекта и управления выборочной подачей электрического тока с учетом этой температуры.

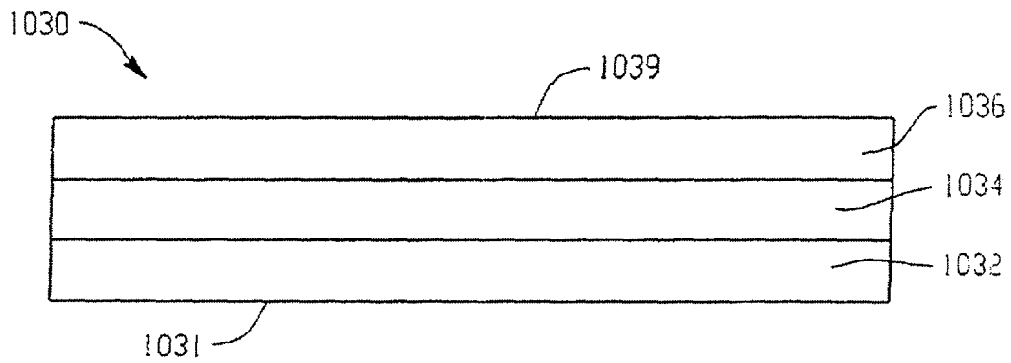
69. Способ по п.68, дополнительно содержащий этап измерения по меньшей мере одной температуры каждого отдельного целевого объекта и обеспечения замкнутого контура путем передачи управляющих сигналов, необходимых для облучения каждого целевого объекта с достижением заданной температуры.

70. Система по п.32, в которой указанное средство позиционирования содержит транспортирующее средство, посредством которого целевой объект циклически перемещается через зону лучевого нагрева, включая направление туда и обратно.

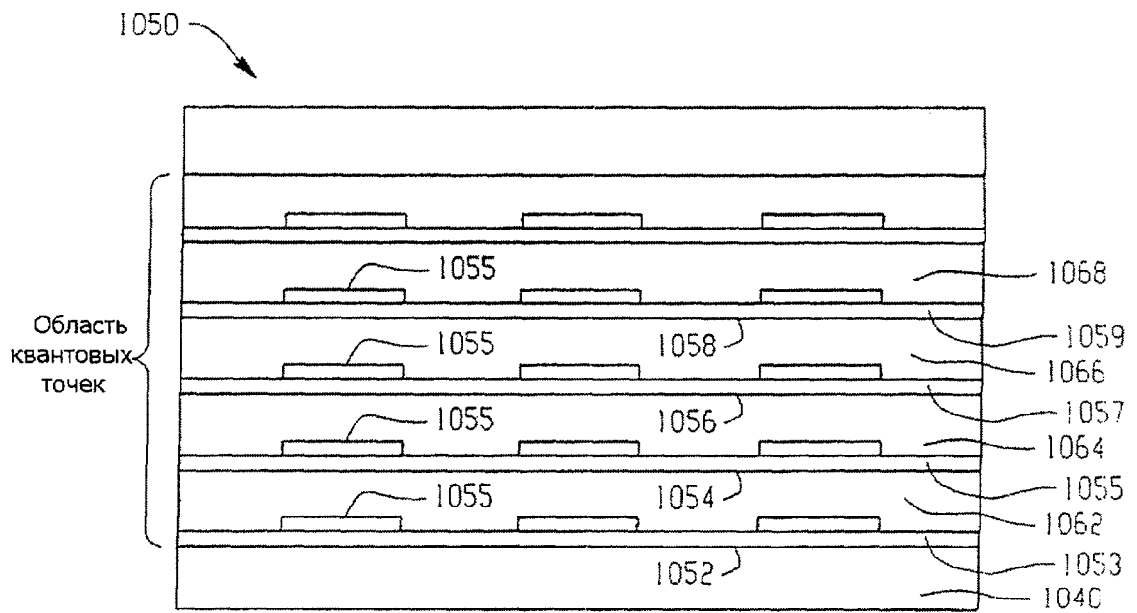
71. Система по п.70, в которой излучение лазерного диода усилено размещением кварцевых ламп вдоль пути движения транспортирующего средства, причем эта комбинированная система тепловой обработки облучает транспортируемые через нее целевые объекты как кварцевыми лампами, так и лазерными диодами.



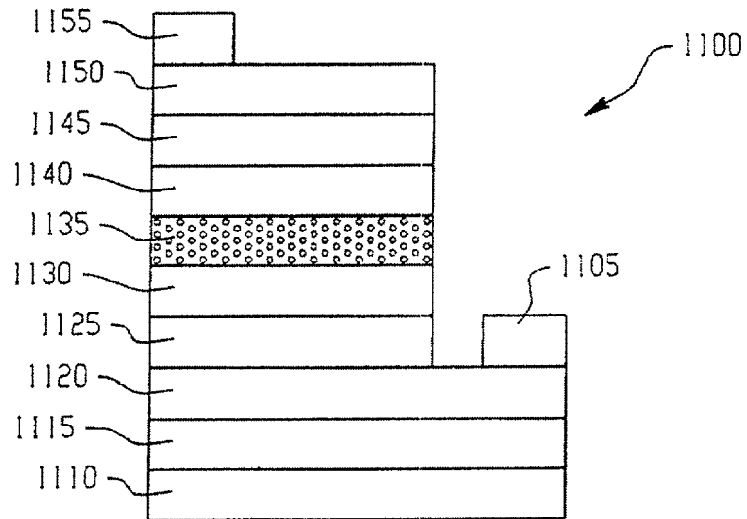
ФИГ. 1



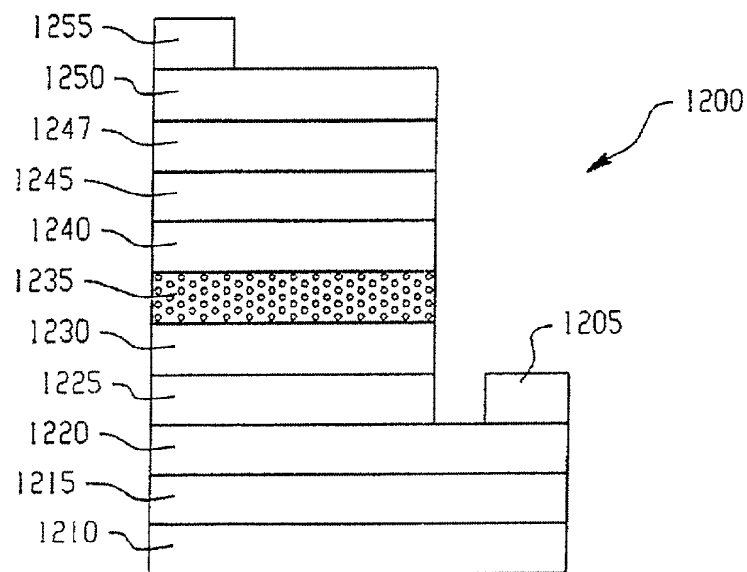
ФИГ. 2



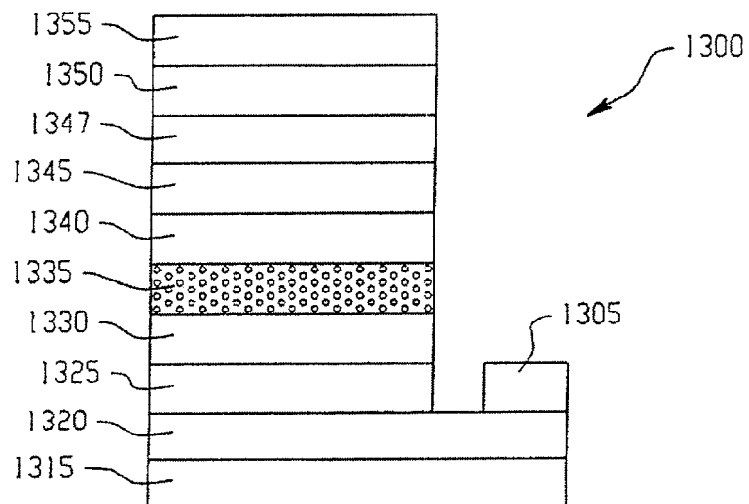
ФИГ. 3



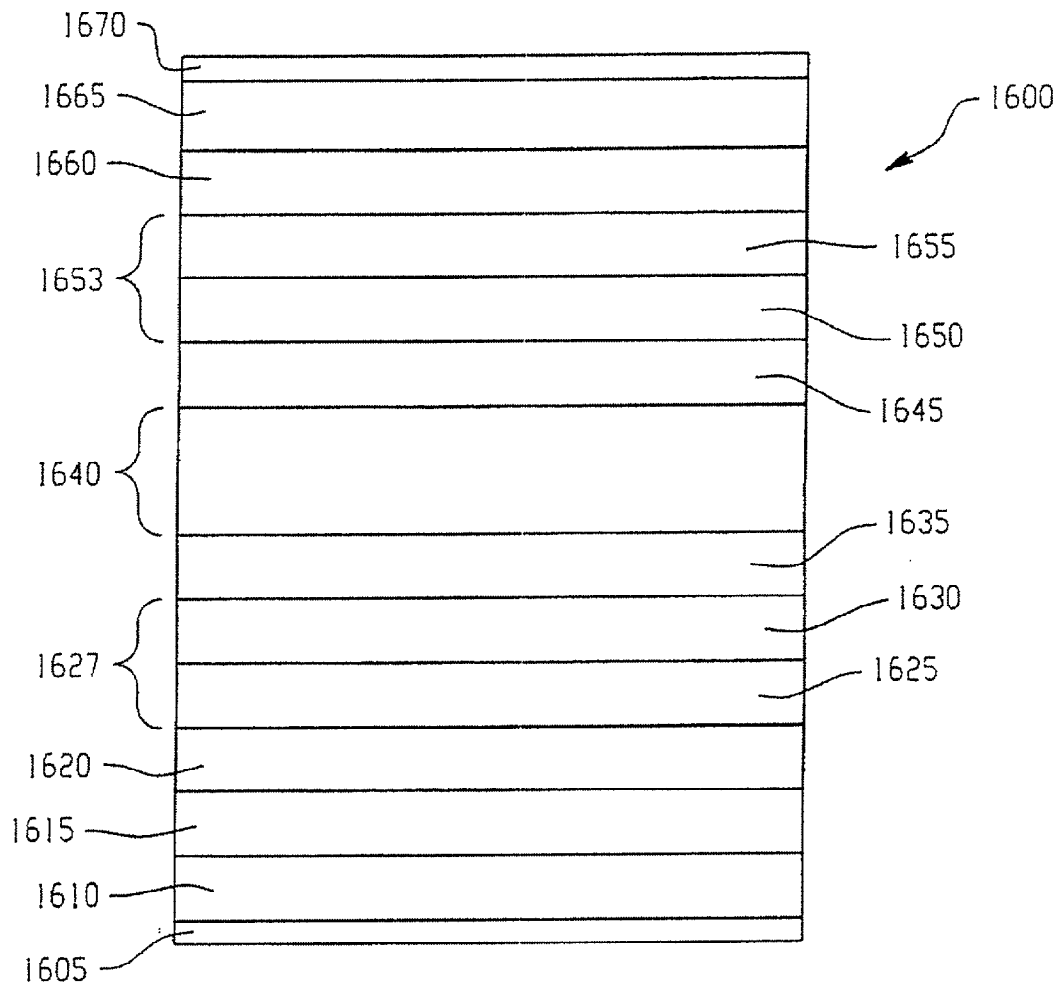
ФИГ. 4



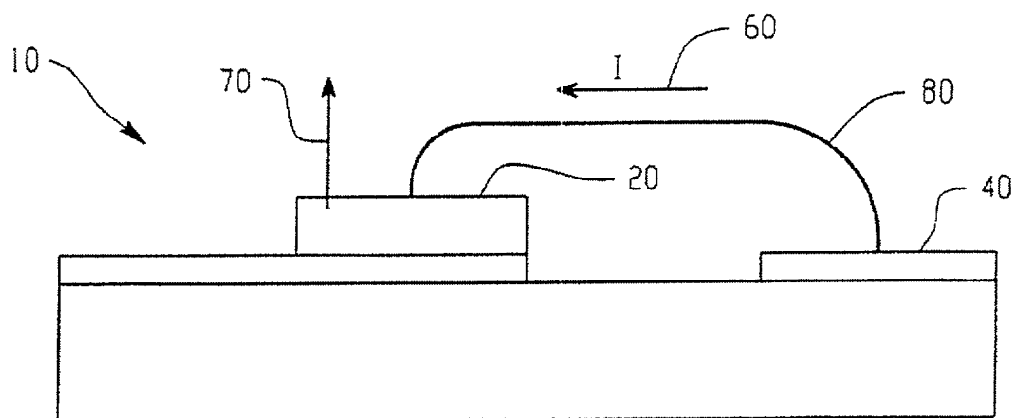
ФИГ. 5



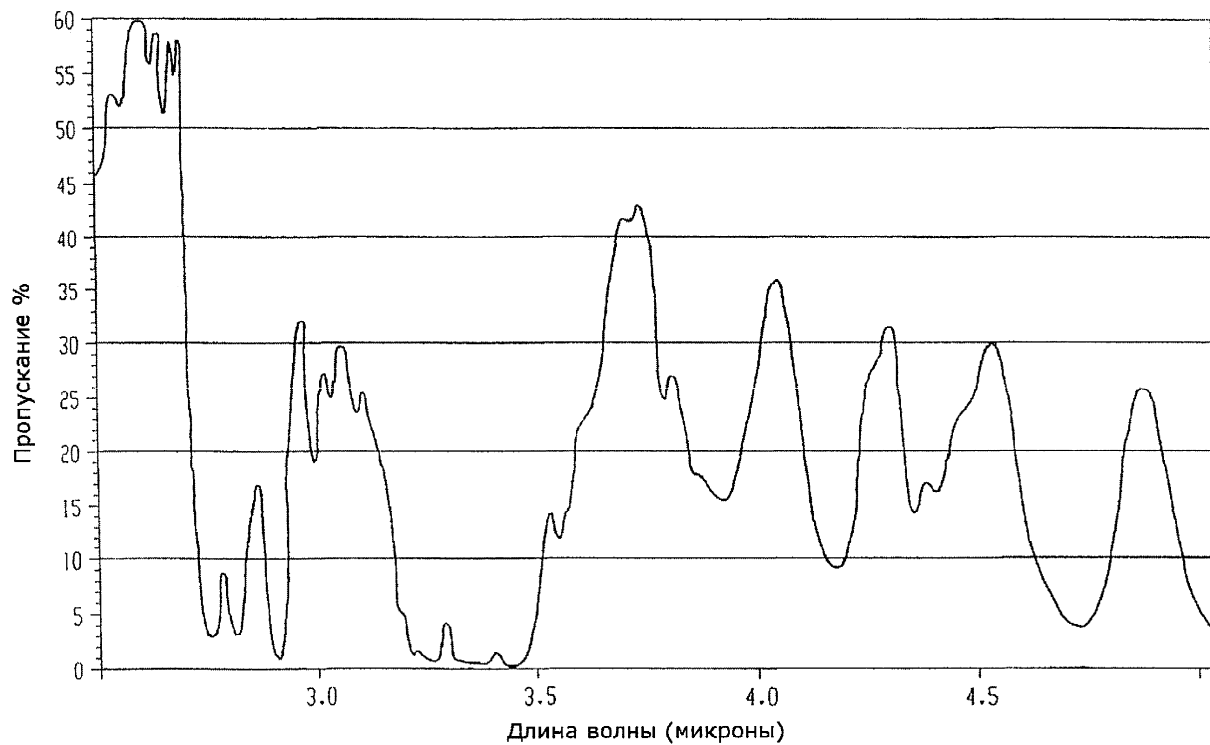
ФИГ. 6



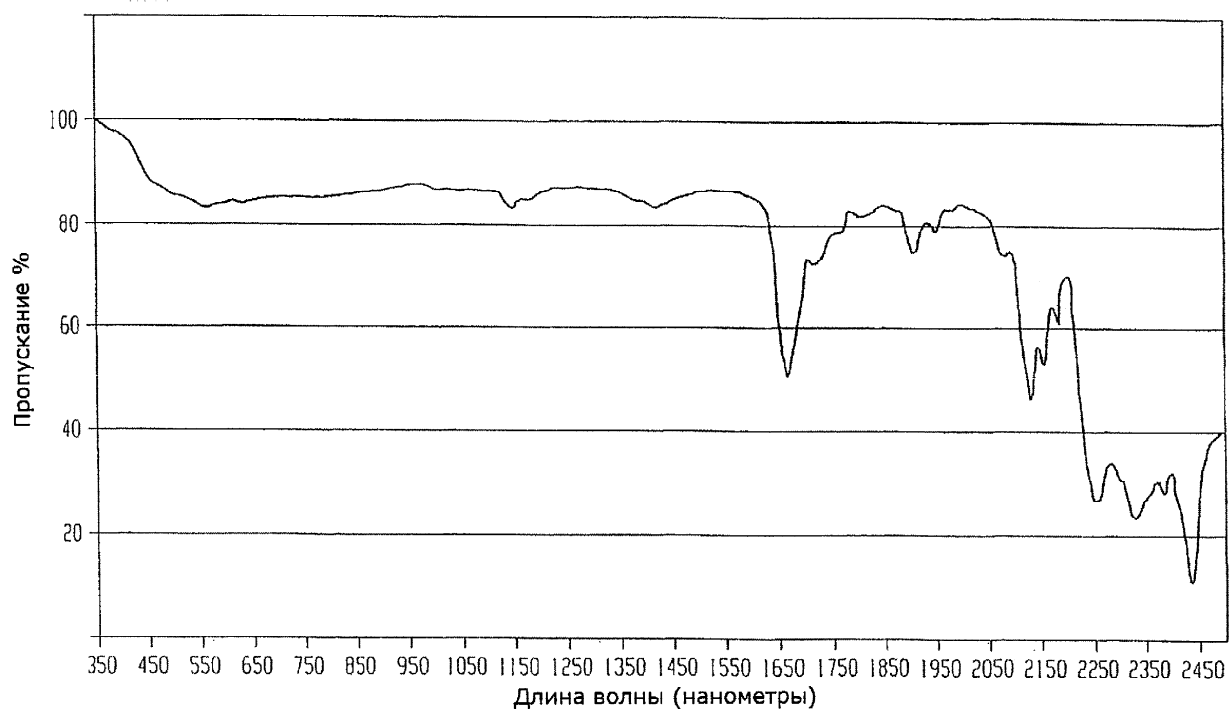
ФИГ. 7



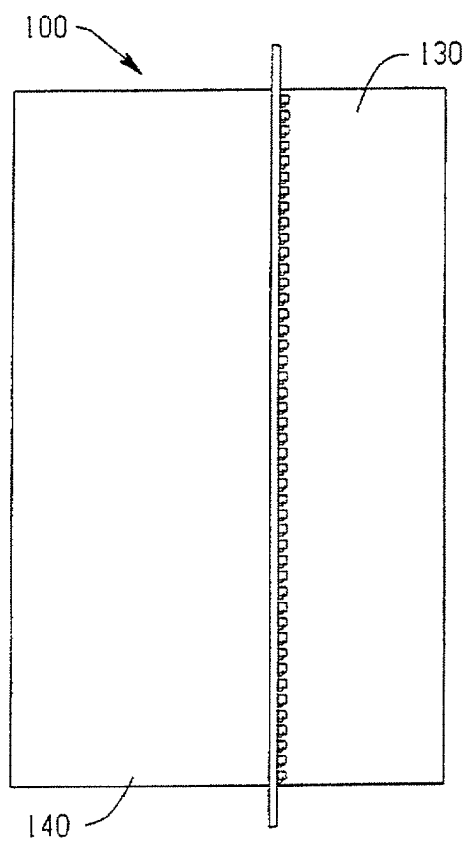
ФИГ. 8



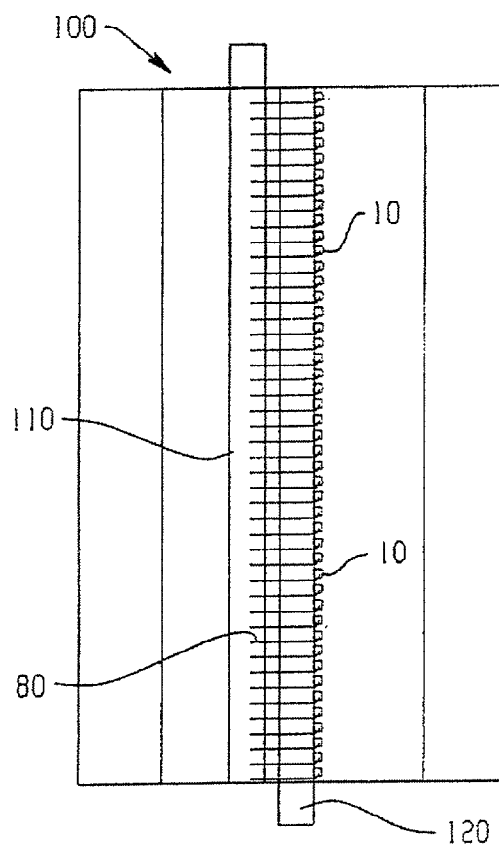
ФИГ. 9



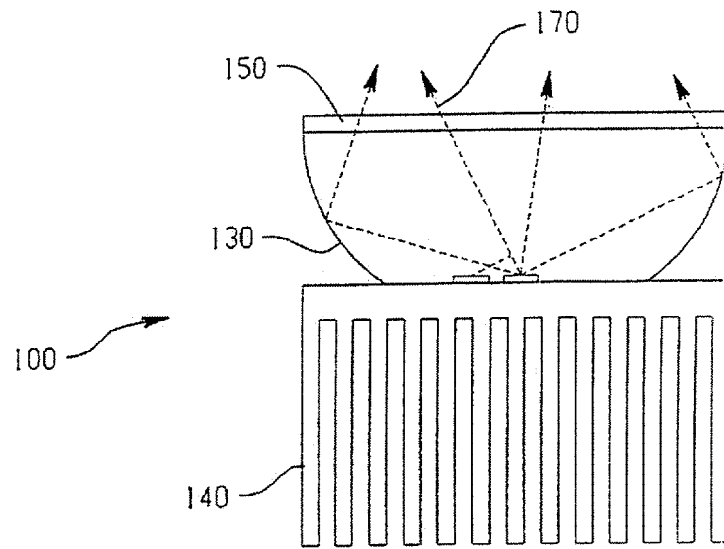
ФИГ. 10



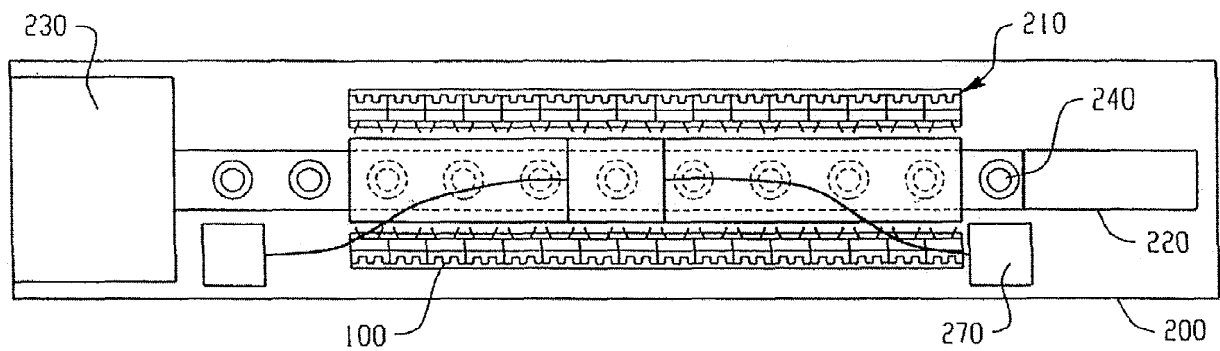
ФИГ. 11а



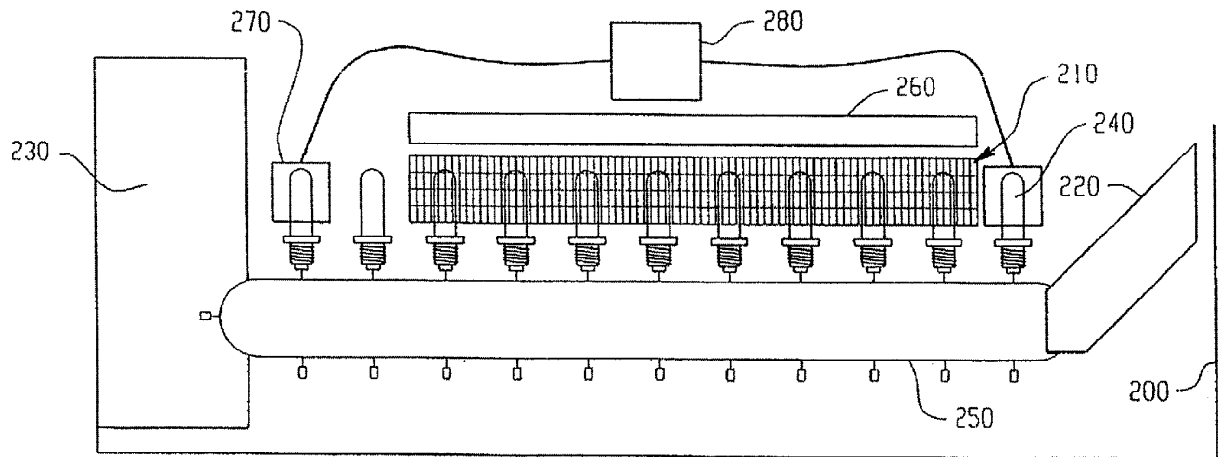
ФИГ. 11b



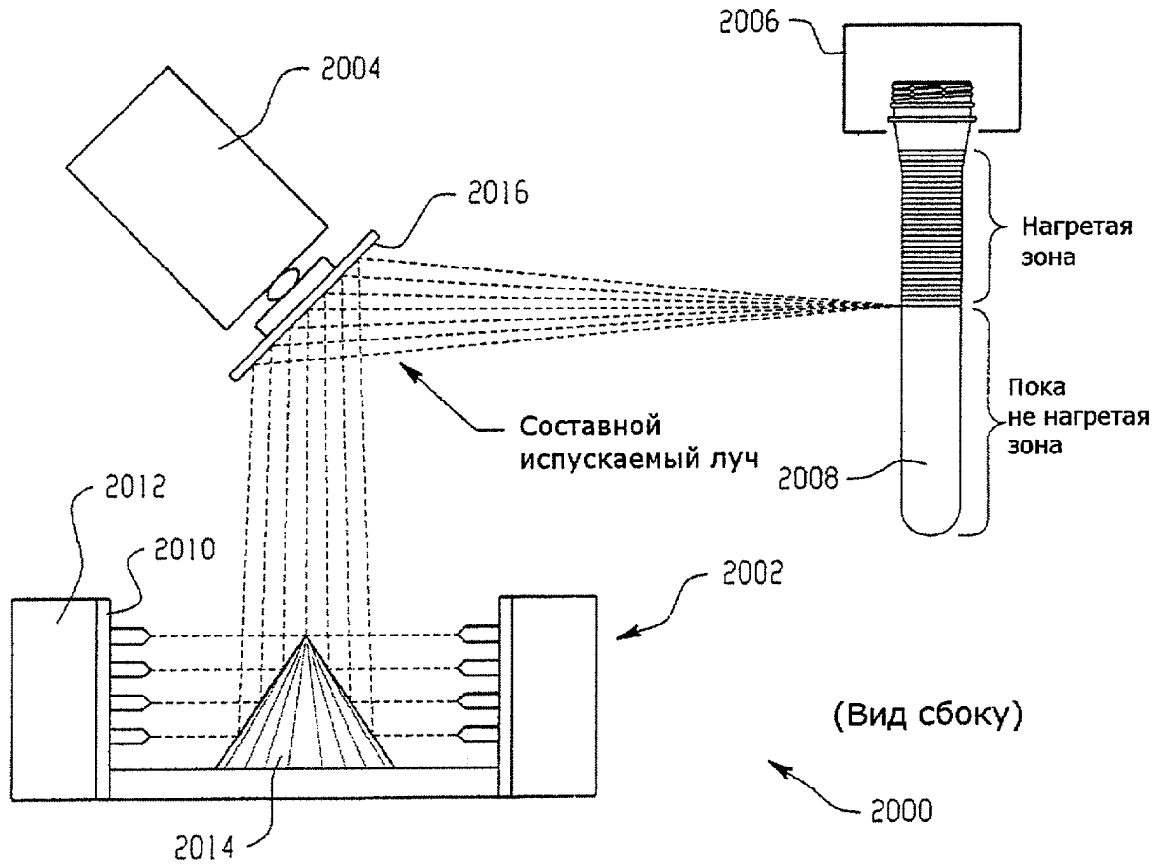
ФИГ. 11с



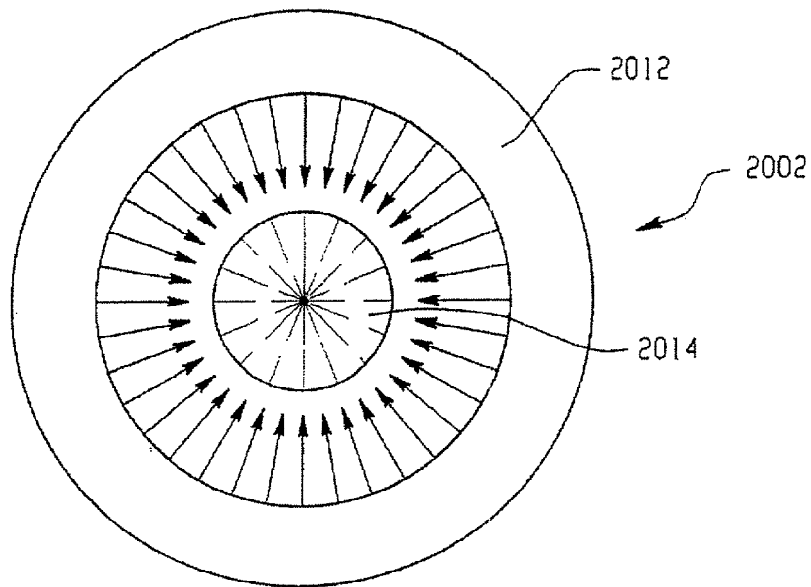
ФИГ. 12а



ФИГ. 12b

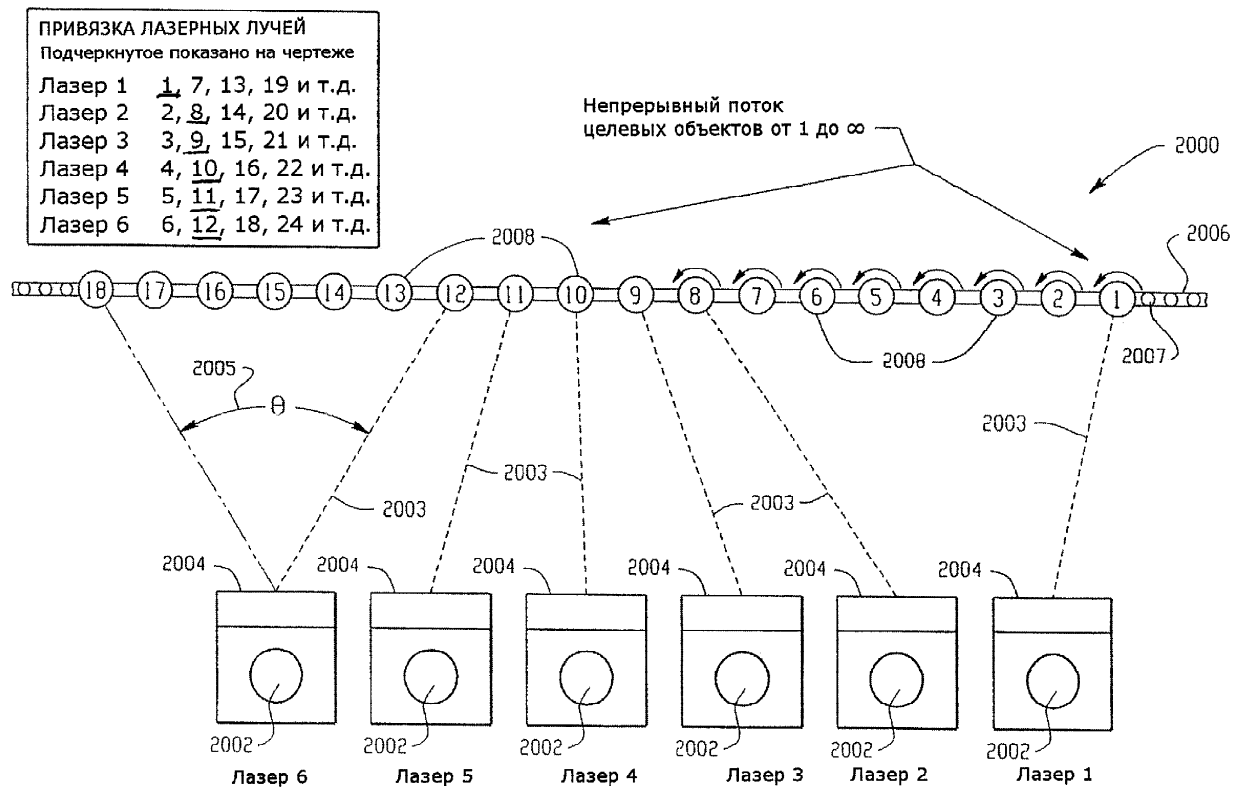


ФИГ. 13a1

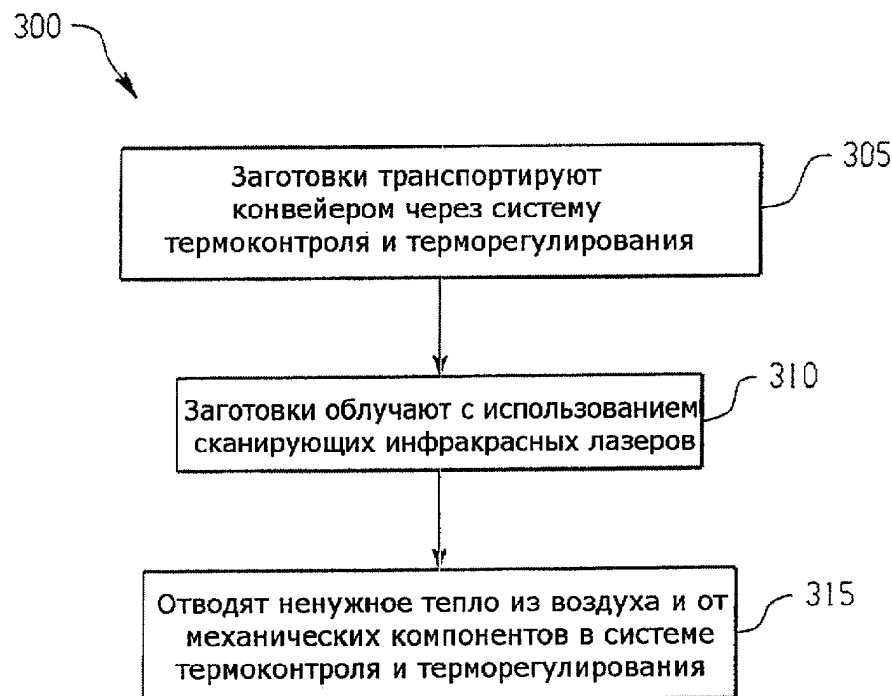


(Вид снизу)

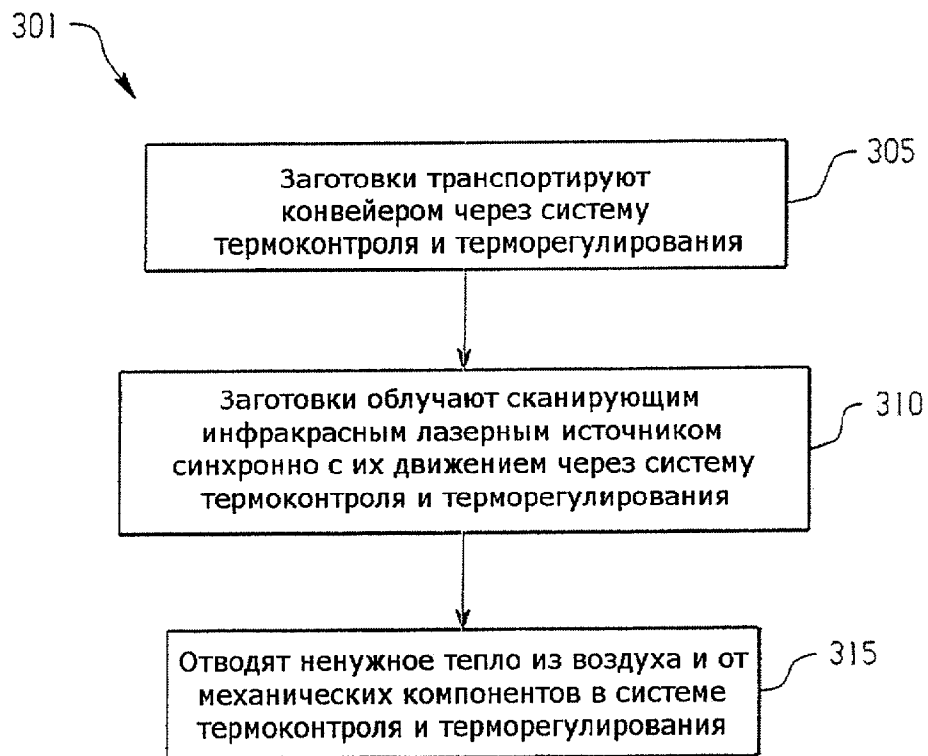
ФИГ. 13a2



ФИГ. 13b



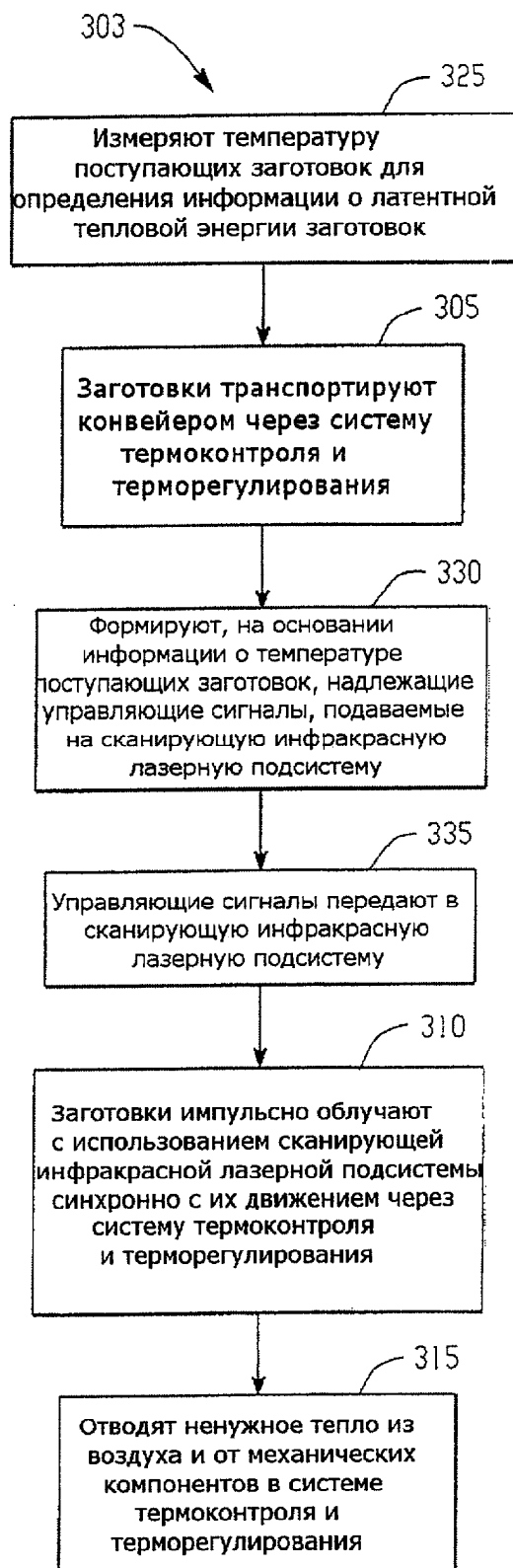
ФИГ. 14



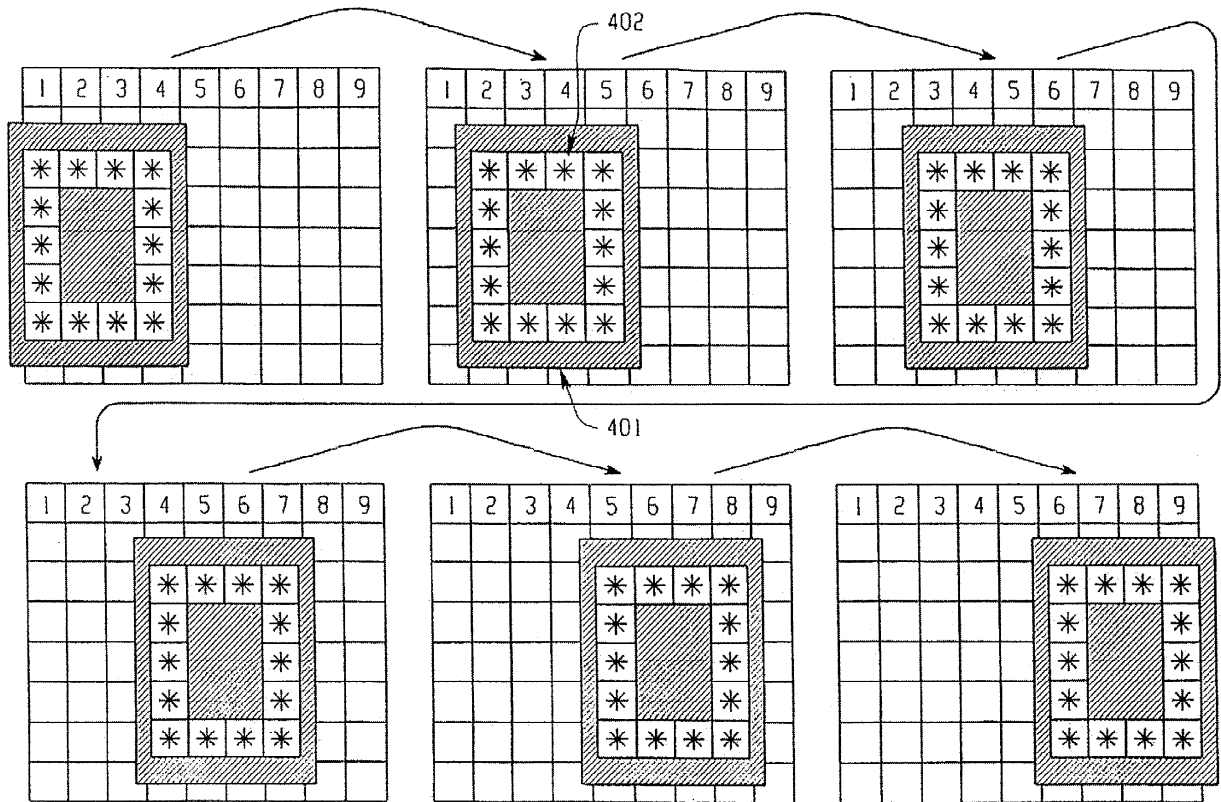
ФИГ. 15



ФИГ. 16



ФИГ. 17



ФИГ. 18