(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 202090144 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.04.09

(22) Дата подачи заявки
2017.08.17

(51) Int. Cl. ***H01L 35/02*** (2006.01)
H01L 35/26 (2006.01)

(54) ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР

(31) **a 2017 06845**
(32) **2017.06.30**
(33) **UA**
(86) **PCT/UA2017/000084**
(87) **WO 2019/004988 2019.01.03**

(71) Заявитель:
ХВОРОСТЯНЫЙ АНДРЕЙ ДМИТРИЕВИЧ (UA)

(72) Изобретатель:
Хворостяный Андрей Дмитриевич (UA), Гензель Виталий (DE)

(74) Представитель:
Котлов Д.В. (RU)

(57) Изобретение относится к термоэлектрическим генераторам, а именно к термоэлектрическим генераторам, использующим в своей работе термоэлектрические свойства варизонных p-n-структур, то есть свойства варизонных полупроводников с акцепторными и донорными примесями (варизонных полупроводников p- и n-типа соответственно) и p-n-переходов между ними, и может быть использован для питания бытовых электроприборов, зарядки элементов питания переносных электронных устройств или другого. Термоэлектрический генератор включает выполненный с возможностью отбора тепла из окружающей среды полупроводниковый блок, содержащий по меньшей мере одну пару соединенных между собой варизонных полупроводников, состоящую из варизонного полупроводника p-типа и варизонного полупроводника n-типа, при этом широкозонная сторона P по меньшей мере одного варизонного полупроводника p-типа соединена с узкозонной стороной n по меньшей мере одного варизонного полупроводника n-типа, а при наличии еще по меньшей мере одной пары варизонных полупроводников широкозонная сторона N по меньшей мере одного варизонного полупроводника n-типа соединена с узкозонной стороной p по меньшей мере одного варизонного полупроводника p-типа. Технический результат заключается в повышении КПД и мощности термоэлектрического генератора, исключении потребности в поддержании разницы температур на контактах полупроводников, нагрева и охлаждения полупроводников, простоте конструкции и использования, удешевлении процесса производства.

202090144 A1

202090144 A1

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР

Изобретение относится к термоэлектрическим генераторам, а именно к термоэлектрическим генераторам, использующим в своей работе термоэлектрические свойства варизонных p-n структур, то есть свойства варизонных полупроводников с акцепторными и донорными примесями (варизонных полупроводников p- и n-типа соответственно) и p-n переходов между ними, и может быть использовано для питания бытовых электроприборов, зарядки элементов питания переносных электронных устройств или другого.

Заявленное техническое решение не имеет аналогов, поскольку в открытых источниках патентной и научно-технической информации отсутствуют данные о существовании устройств, подобных заявленному по конструкции и принципу работы. Среди известных термоэлектрогенераторов не обнаружено устройства, характеризующегося объединением использования варизонных полупроводников с акцепторными и донорными примесями и использования свойств p-n переходов между указанными варизонными полупроводниками. Из уровня техники известны термоэлектрогенераторы, которые используют свойства p-n переходов, в частности термоэлектрогенераторы, на которые выданы патент RU 93584 U1 (опубликованный 27.04.2010 р., Бюл. № 10), патент RU 2575614 C2 (опубликованный 20.02.2016 р., Бюл. № 5), патент RU 2575618 C2 (опубликованный 20.02.2016 р., Бюл. № 5), патент RU 2595911 C2 (опубликованный 27.08.2016 р., Бюл. № 24), патент UA 72099 U (опубликованный 10.08.2012 р., Бюл. № 15), однако они не являются подобными заявленному изобретению по своим существенным признакам, а именно, по конструкции, а также по принципу работы, и по достигнутому техническому результату.

Вместе с тем для известных в настоящее время термоэлектрических генераторов, использующих в работе свойства p-n переходов, в том числе тех, которые указаны выше, характерно снижение коэффициента полезного действия (КПД) вследствие потребности в затратах энергии на поддержание разницы температур на контактах полупроводников для использования эффекта Зеебека. Поддержание разницы температур на контактах полупроводников в известных термоэлектрических генераторах осуществляют с помощью охлаждения и нагрева полупроводников соответствующими устройствами, такими как вентиляторы, насосы, обогреватели, горелки и другими, работа которых требует значительных затрат электроэнергии с внешнего источника или с термоэлектрогенератора или расхода топлива, или использования сложного оборудования для отбора тепла из окружающей среды. При этом использование p-n перехода как такового, в частности, анизотипного гетероперехода между полупроводниками в составе известных термоэлектрогенераторов, в незначительной степени повышает КПД термоэлектрогенератора и количество вырабатываемой электроэнергии по сравнению с теми типами электрогенераторов, работа которых основана на других электромагнитных явлениях, не термоэлектрических, или происходит без использования p-n переходов или гетеропереходов. В свою очередь низкий КПД обусловливает недостаточную мощность термоэлектрических генераторов. В виду недостаточной мощности известные термоэлектрогенераторы не могут эффективно использоваться, например, для питания бытовых электроприборов или подзарядки элементов питания переносных электронных устройств, то есть в быту, и могут быть использованы только в ограниченном количестве случаев.

Потребность в нагреве и охлаждении контактов между полупроводниками в соответствующих устройствах также усложняет конструкцию известных термоэлектрогенераторов, что соответственно

затрудняет их использование и требует использования дорогих материалов, сложных процедур и оборудования, больших затрат энергии, времени и труда для их производства, соответственно удорожает изделие.

Кроме того, конструкция известных термоэлектрических генераторов является чрезмерно усложненной, поскольку обусловлена, в частности, сложным взаимным расположением полупроводников, например, в виде ветвей или каскадов, что, в свою очередь, затрудняет использование термоэлектрических генераторов и требует использования дорогих материалов, сложных процедур и оборудования, больших затрат энергии, времени и труда для их производства, соответственно удорожает изделие.

Однако, учитывая растущую потребность в дешевых, безопасных для пользователя и окружающей среды, небольших по размерам, простых в использовании источниках электроэнергии, существует соответствующая потребность в термоэлектрогенераторах, которые вместе с вышеуказанными свойствами характеризуются также высоким КПД, то есть превращают максимально возможное количество полученной тепловой энергии в электрическую за минимальный промежуток времени, чем достигается оптимальное соотношение полезно использованной энергии к суммарному количеству энергии, полученной термоэлектрогенератором.

Технической задачей является создание нового термоэлектрического генератора, характеризующегося повышенным КПД и повышенной мощностью при отсутствии потребности в поддержании разницы температур на контактах полупроводников, их нагрева и охлаждения, простотой конструкции и использования, удешевленным процессом производства.

Решение поставленной технической задачи достигается тем, что термоэлектрический генератор, согласно предложению, включает выполненный с возможностью отбора тепла из окружающей среды полупроводниковый блок, содержащий по меньшей мере одну пару соединенных между собой варизонных полупроводников, которая состоит из

варизонного полупроводника p-типа и варизонного полупроводника n-типа, при этом широкозонная сторона P по меньшей мере одного варизонного полупроводника p-типа соединена с узкозонной стороной n по меньшей мере одного варизонного полупроводника n-типа, а при наличии еще по меньшей мере одной пары варизонных полупроводников широкозонная сторона N по меньшей мере одного варизонного полупроводника n-типа соединена с узкозонной стороной p по меньшей мере одного варизонного полупроводника p-типа.

Согласно предложению на наружных поверхностях полупроводникового блока, одна из которых является внешней поверхностью варизонного полупроводника p-типа с узкозонной стороной p или состоит из наружных поверхностей варизонных полупроводников p-типа с узкозонными сторонами p, а другая является внешней поверхностью варизонного полупроводника n-типа с широкозонной стороной N или состоит из наружных поверхностей варизонных полупроводников n-типа с широкозонными сторонами N, закреплены контактные элементы с контактными поверхностями, выполненные с возможностью отбора тепла из окружающей среды, а к узкозонной стороне p первого и широкозонной стороне N последнего варизонных полупроводников p-типа и n-типа соответственно, присоединено по выводу.

Согласно предложению в варианте исполнения на внешней поверхности полупроводникового блока, которая состоит из наружных поверхностей варизонного полупроводника или полупроводников p-типа с узкозонной стороной или сторонами p и варизонного полупроводника или полупроводников n-типа с широкозонной стороной или сторонами N, закреплен контактный элемент с контактной поверхностью, выполненный с возможностью отбора тепла из окружающей среды, а к узкозонной стороне p первого и широкозонной стороне N последнего варизонных полупроводников p-типа и n-типа соответственно, присоединены по выводу.

Согласно предложению варизонные полупроводники содержат кремний и германий.

Согласно предложению донорной примесью в варизонном полупроводнике n-типа является пятивалентный фосфор, а акцепторной примесью в варизонном полупроводнике p-типа является трехвалентный бор.

Согласно предложению толщина варизонных полупроводников составляет от 0,2 мм.

Технический результат заявленного технического решения заключается в повышении КПД и мощности термоэлектрического генератора, исключении потребности в поддержании разницы температур на контактах полупроводников, экономичности использования, простоте конструкции и использования, удешевлении процесса производства, расширении области использования.

Причинно-следственная связь между существенными признаками изобретения и ожидаемым техническим результатом заключается в следующем.

В совокупности существенных признаков заявленного термоэлектрического генератора обеспечивается повышение КПД и мощности термоэлектрического генератора благодаря выполнению полупроводников варизонными, то есть из материалов, которые имеют неодинаковую ширину запрещенной зоны и, соответственно, формируют узкозонную и широкозонную стороны полупроводника, термоэлектрическим свойствам варизонных полупроводников и варизонных p-n структур полупроводникового блока, взаимосвязью и взаимодействием широкозонных сторон P с узкозонными сторонами n и узкозонных сторон p с широкозонными сторонами N варизонных полупроводников, исключение потребности в поддержании разницы температур в месте контакта полупроводников из-за отсутствия потребности в использовании термоэлектрического эффекта Зеебека, и соответственно, потребности в

нагреве и охлаждении контактов полупроводников или поддержании разницы температур, для эффективной работы заявленного термоэлектрического генератора, простота конструкции и использования, удешевление процесса производства вследствие исключения необходимости сложного взаимного расположения полупроводников, исключения необходимости использования дополнительного оборудования для поддержания разницы температур на контактах полупроводников, отсутствия сложных по строению или сложных в изготовлении элементов конструкции, снижении расхода материалов, энергии, времени и трудозатрат на производство заявленного термоэлектрического генератора.

Выполнение заявленного термоэлектрического генератора с полупроводниковым блоком, который содержит по меньшей мере одну пару соединенных между собой варизонных полупроводников, состоящую из варизонного полупроводника p-типа и варизонного полупроводника n-типа, которые содержат химические элементы или их соединения, имеющие неодинаковую ширину запрещенной зоны, и выполнение полупроводникового блока таким образом, что узкозонная сторона p по меньшей мере одного варизонного полупроводника p-типа соединена с широкозонной стороной N по меньшей мере одного варизонного полупроводника n-типа, а узкозонная сторона n по меньшей мере одного варизонного полупроводника n-типа соединена с широкозонной стороной P по меньшей мере одного варизонного полупроводника p-типа, обеспечивает повышение КПД и мощности термоэлектрического генератора, исключение потребности поддержания разницы температур на контактах полупроводников, нагрева и охлаждения полупроводников по следующим причинам.

Вследствие выполнения полупроводников p-типа варизонными, то есть из химических элементов или их соединений, имеющих неодинаковую ширину запрещенной зоны, в каждом из полупроводников p-типа

полупроводникового блока имеется широкозонная сторона P, которая содержит химический элемент или соединение, имеющее большую ширину запрещенной зоны, и узкозонная сторона p, которая содержит химический элемент или соединение, имеющее ширину запрещенной зоны меньше ширины запрещенной зоны соответствующего материала широкозонной стороны P. При этом вследствие варизонного характера полупроводника p-типа ширина запрещенной зоны постепенно уменьшается вместе с постепенным изменением в химическом составе полупроводника в одном направлении, от широкозонной стороны P к узкозонной стороне p. Такое выполнение полупроводников p-типа позволяет при нагревании контактной поверхности соответствующего контактного элемента теплоносителем получить внешнее напряжение, которое необходимо для прямого смещения p-n перехода, за счет движения неосновных носителей заряда с широкозонной стороны P полупроводника p-типа под действием квазиэлектрических полей, а также создать условия для избыточной концентрации неосновных носителей заряда для создания диффузионного тока повышенной мощности в условиях односторонней инжекции и суперинжекции указанных носителей заряда.

Соответствующее выполнение варизонних полупроводников n-типа полупроводникового блока и их взаимное расположение с варизонными полупроводниками p-типа необходимо для ограничения дрейфового тока, который препятствует диффузионному току. Так нагрев контактной поверхности соответствующего контактного элемента создает только дрейфовый ток основных носителей заряда варизонного полупроводника n-типа через анизотипный гетеропереход n-P, поскольку движение неосновных носителей заряда с широкозонной стороны N в узкозонную сторону n полупроводника n-типа не происходит. При этом дрейфовый ток имеет небольшую мощность и не препятствует диффузии неосновных носителей заряда с варизонных полупроводников p-типа.

Вследствие выполнения полупроводникового блока таким образом, что узкозонная сторона n по меньшей мере одного варизонного полупроводника n-типа соединена с широкозонной стороной P по меньшей мере одного варизонного полупроводника p-типа, а узкозонная сторона p по меньшей мере одного варизонного полупроводника p типа соединена с широкозонной стороной N по меньшей мере одного варизонного полупроводника n-типа, происходит прямое смещение p-n перехода, при котором неосновные носители заряда с варизонного полупроводника p-типа за счет теплового движения попадают в варизонный полупроводник n-типа, преодолевая определенный энергетический барьер в p-n переходе, который в данном случае является анизотипным гетеропереходом. Указанная диффузия неосновных носителей заряда через p-n переход происходит в условиях односторонней инжекции или суперинжекции. В результате повышается мощность диффузионного тока, а также происходит локализация избыточных носителей заряда в гетероструктуре p-P-n-N, позволяет ограничить рекомбинацию носителей заряда, поддерживать энергетическое неравновесие в полупроводниковом блоке без дополнительных затрат энергии.

В случае использования гетероструктуры P-p-N-n происходят процессы, подобные описанным выше, которые отличаются лишь тем, что неосновными носителями заряда, которые формируют диффузионный ток повышенной мощности и принимают участие в односторонней инжекции или суперинжекции, являются электроны. Количество энергии, производимой заявленным термоэлектрическим генератором, увеличивается, если полупроводниковый блок содержит множество пар варизонных полупроводников p-типа и n-типа, так как мощность диффузионного тока увеличивается в соответствии с увеличением количества p-n переходов.

Таким образом существенные признаки заявленного термоэлектрического генератора, а именно выполнение его составляющих и

их взаимное расположение и принципы взаимодействия составляющих обуславливают получение тока, в котором преобладает диффузная составляющая, мощность которого выше мощность тока, полученного известными термоэлектрогенераторами.

Повышение КПД заявленного термоэлектрического генератора достигается за счет того, что при указанном выше выполнении полупроводникового блока для получения тока не используют эффект Зеебека, что, в свою очередь, устраняет потребность в затратах энергии на поддержание разницы температур на контактах полупроводников и одновременный нагрев и охлаждение полупроводников, а также потребность в использовании сложного оборудования для выполнения указанных выше операций. Фактически для эффективной работы заявленного термоэлектрического генератора необходимо нагревать только внешние поверхности полупроводникового блока с помощью контактных элементов, которое может быть осуществлено путем простого контакта контактных элементов с излучением в окружающей среде или нагретым теплоносителем, таким как воздух или вода, причем такое нагревание может быть побочным эффектом работы другого устройства, например, котла или солнечного коллектора. При этом большая часть тепловой энергии, которая нагревает контактные поверхности контактных элементов, переходит в тепловое движение неосновных носителей заряда в варизонных полупроводниках, а тепловая энергия, которую выделяет термоэлектрический генератор в процессе работы, рассеивается в закрытом объеме с теплоносителем и может быть использована для нагрева контактных поверхностей контактных элементов.

Вследствие выполнения заявленного термоэлектрического генератора из составляющих, которые имеют простое строение, просты в изготовлении и соединяются между собой без использования сложных структур, таких как ветви, контуры сложной формы, каскады или другие, обеспечивается

удешевление производства заявленного термоэлектрического генератора и простота его использования, поскольку производство заявленного термоэлектрического генератора в вышеуказанном исполнении не требует сложного оборудования, больших затрат материалов, энергии, труда и времени, а использование, как таковое, состоит исключительно в помещении заявленного термоэлектрогенератора в закрытую или открытую емкость с теплоносителем и выводе полученной электрической энергии через выводы для дальнейшего использования.

Выполнение варизонных полупроводников из кремния и германия упрощает и удешевляет производство варизонных полупроводников для полупроводникового блока, поскольку данные химические элементы не являются редкими, имеют небольшую стоимость и могут быть объединены в составе варизонного полупроводника без использования сложного оборудования, больших затрат энергии, труда и времени с помощью хорошо известных способов. Вместе с тем кремний и германий имеют необходимую для эффективной работы заявленного термоэлектрического генератора разницу в ширине запрещенной зоны, а также легко легируются акцепторными и донорными примесями. При этом кремний и германий не является высокотоксичными химическими элементами, что делает изготовленные из них варизонных полупроводников безопасным для пользователя заявленного термоэлектрического генератора и окружающей среды.

Использование в варизонном полупроводнике n-типа пятивалентного фосфора как донорной примеси, и использование в варизонному полупроводнике p-типа трехвалентного бора как акцепторной примеси упрощает и удешевляет производство варизонних полупроводников для полупроводникового блока, поскольку данные химические элементы не являются редкими, имеют небольшую стоимость и могут быть легированы в кристаллическую решетку варизонных полупроводников без использования

сложного оборудования, больших затрат энергии, труда и времени с помощью хорошо известных способов. Вместе с тем пятивалентные фосфор и трехвалентен бор как соответствующие примеси в составе варизонны полупроводников могут создавать необходимую для эффективной работы заявленного термоэлектрического генератора концентрацию основных и неосновных носителей заряда.

Выполнение варизонных полупроводников толщиной от 0,2 мм повышает мощность и КПД заявленного термоэлектрического генератора, поскольку варизонные полупроводники, имеющие указанную толщину или больше, наиболее эффективно генерируют электроэнергию при заявленных принципах работы и конструкции термоэлектрического генератора. Кроме того выполнение полупроводникового блока с варизонными полупроводниками указанной толщины делает заявленный термоэлектрический генератор в целом компактным и простым в бытовом использовании даже при наличии множества попарно соединенных варизонных полупроводников в составе полупроводникового блока.

Конструкция и принцип работы заявленного изобретения поясняется с помощью следующих изображений:

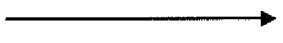
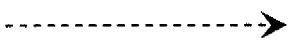
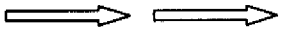
Фиг. 1 - Схематическое изображение общего вида заявленного термоэлектрического генератора в варианте исполнения, расположенного в емкости с теплоносителем.

Фиг. 2 - Схематическое изображение заявленного термоэлектрического генератора с двумя выводами в варианте исполнения.

Фиг. 3 - Схематическое изображение заявленного термоэлектрического генератора в варианте исполнения с промежутками между полупроводниками и единственным контактным элементом.

Фиг. 4 - Схематическое изображение заявленного термоэлектрического генератора в варианте исполнения с промежутками между полупроводниками и двумя контактными элементами.

В изображениях использованы следующие условные обозначения:

-  тепловая энергия (инфракрасное излучение)
-  диффузионный ток
-  дрейфовый ток
- выводы

P (Si) – широкозонная сторона варизонного полупроводника p-типа, состоящая из кремния с акцепторной примесью в виде трехвалентного бора в варианте исполнения;

p (Ge) – узкозонная сторона варизонного полупроводника p-типа, состоящая из германия с акцепторной примесью в виде трехвалентного бора в варианте исполнения;

N (Si) – широкозонная сторона варизонного полупроводника n-типа, состоящая из кремния с донорной примесью в виде пятивалентного фосфора в варианте исполнения;

n (Ge) – узкозонная сторона варизонного полупроводника n-типа, состоящая из германия с донорной примесью в виде пятивалентного фосфора в варианте исполнения.

На фиг. 1 схематично изображен один из вариантов выполнения заявленного термоэлектрического генератора, который не является исключительным и не ограничивает выполнение заявленного технического решения. В изображенном варианте выполнения термоэлектрический генератор, помещенный в емкость с теплоносителем 5, включает полупроводниковый блок 1, содержащий две пары соединенных между собой варизонных полупроводников 2, два контактных элемента 3 и два вывода 4.

Под термоэлектрическим генератором или термоэлектрогенератором, в данном случае, понимают устройство, которое осуществляет преобразование тепловой энергии в электрический ток.

Полупроводниковый блок 1 содержит множество пар соединенных между собой варизонных полупроводников 2. Пара состоит из варизонного

полупроводника p-типа и варизонного полупроводника n-типа. Широкозонная сторона P по меньшей мере одного варизонного полупроводника p-типа соединена с узкозонной стороной n по меньшей мере одного варизонного полупроводника n-типа, а широкозонная сторона N по меньшей мере одного варизонного полупроводника n-типа соединена с узкозонной стороной p по меньшей мере одного варизонного полупроводника p-типа. Варизонные полупроводники 2 могут прилегать друг к другу и быть соединенными спаиванием, механическими средствами или иным, или могут находиться на расстоянии друг от друга и быть соединенными с помощью контактов.

В предпочтительном варианте выполнения каждый из варизонных полупроводников 2 состоит из широкозонной стороны, которая состоит из кремния, узкозонной стороны, которая состоит из германия, и промежуточной зоны между ними со смешанным химическим составом, в которой постепенно уменьшается содержание германия и увеличивается содержание кремния по направлению к широкозонной стороне. Вместе с тем варизонные полупроводники 2 могут быть выполнены из любых полупроводниковых материалов, которые имеют разную ширину запрещенной зоны и могут быть объединены в варизонном полупроводнике с учетом изложенных выше условий. Также в преимущественном исполнении акцепторной примесью для варизонного полупроводника p-типа является трехвалентен бор, а донорной примесью для варизонного полупроводника n-типа является пятивалентный фосфор, которые являются предпочтительными примесями для варизонных полупроводников 2, состоящих из кремния и германия. Однако в качестве акцепторной и донорной примесей могут быть использованы другие подобные материалы в соответствии с полупроводниковыми материалами, из которых состоят варизонные полупроводники 2.

Кроме того, в предпочтительном варианте выполнения полупроводникового блока 1 варизонные полупроводники 2 имеют толщину от 0,2 мм.

В изображенном варианте исполнения (фиг. 1, 2) заявленного изобретения варизонные полупроводники 2 выполнены в виде пластин, и соединены между собой в горизонтальной плоскости. Варизонные полупроводники 2 могут быть произведены методом жидкофазной эпитаксии, диффузии или путем напыления германия и кремния на подложку из алюминия или никеля для варизонних n- и p-полупроводников соответственно. Вместе с тем в качестве подложки могут быть использованы другие материалы, которые соответствуют свойствам материалов варизонных полупроводников.

Два контактных элемента 3 с контактными поверхностями закреплены на внешних поверхностях полупроводникового блока 1, одна из которых в одном из возможных вариантов исполнения (фиг. 1, 2, 3) является внешней поверхностью варизонного полупроводника p-типа с узкозонной стороны p, а другая является внешней поверхностью варизонного полупроводника n-типа с широкозонной стороны N, и выполнены с возможностью отбора тепла из окружающей среды. В изображенном варианте выполнения контактные элементы 3 представляют собой закрепленные на наружных поверхностях полупроводникового блока 1 горизонтально ориентированные пластины из алюминия. Вместе с тем контактные элементы 3 могут быть выполнены из другого материала, который обладает высокой теплопроводностью, химической стойкостью и устойчивостью к действию высокой температуры. Контактные элементы 3 могут быть закреплены на соответствующих сторонах варизонных полупроводников 2 с помощью спаивания, склеивания, механических средств или другими подобными способами.

Два вывода 4 присоединены к узкозонной стороне p и широкозонной стороне N варизонных полупроводников p-типа и n-типа соответственно,

наружные поверхности которых являются внешними поверхностями полупроводникового блока 1 и/или которые являются первым и последним полупроводником соответственно. В предпочтительном варианте выполнения выводы 4 содержат металлические контакты, присоединенные к узкозонной стороне p первого и широкозонной стороне N последнего варизонных полупроводников p-типа и n-типа соответственно, наружные поверхности которых являются внешними поверхностями полупроводникового блока 1, и покрыты изоляционным покрытием. Материалом металлических контактов выводов 4 может быть, например, медь или другие химические элементы с выраженными металлическими свойствами.

Теплоносителем 5 для заявленного термоэлектрического генератора может быть вода, воздух или другая жидкая или газообразная среда, которая нагревается внешним источником тепла. Преимущественный вариант выполнения заявленного термоэлектрического генератора эффективно производит электрическую энергию при температуре теплоносителя 5 от 60°C до 90°C. Внешним источником тепла может быть солнце, процесс сжигания газа, твердого топлива и прочее.

На фиг. 2 схематично изображен не исключительный вариант выполнения заявленного термоэлектрического генератора с упрощенным схематическим обозначением направлений диффузионного и дрейфового тока, а также структуры и материалов варизонных полупроводников 2 и контактных элементов 3.

В изображенном на фиг. 3 варианте исполнения выполнена одна внешняя поверхность полупроводникового блока, которая состоит из наружных поверхностей варизонных полупроводников 2: варизонного полупроводника или полупроводников p-типа с узкозонной стороной p и варизонного полупроводника или полупроводников n-типа с широкозонная стороной N, и на которой закреплен контактный элемент 3 с контактной

поверхностью, выполненный с возможностью отбора тепла из окружающей среды.

В изображенном на фиг. 4 варианте исполнения одна из наружных поверхностей является внешней поверхностью варизонного полупроводника p-типа с узкозонной стороной p или может состоять из внешних поверхностей варизонних полупроводников p-типа с узкозонными сторонами p, а другая является внешней поверхностью варизонного полупроводника n-типа с широкозонной стороной N или может состоять из внешних поверхностей варизонних полупроводников n-типа с широкозонными сторонами N. На внешних поверхностях закреплены контактные элементы 3 с контактными поверхностями, выполненные с возможностью отбора тепла из окружающей среды.

Заявленный термоэлектрический генератор используют следующим образом.

В одном из возможных вариантов использования, когда источником тепла является нагретая или кипящая вода, контакты выводов 4 подсоединяют, например, к преобразователю ток-напряжение, образуя электрическую цепь, и помещают заявленный термоэлектрический генератор в теплоноситель 5 таким образом, чтобы контактные поверхности контактных элементов 3 были погружены в теплоноситель и контактировали с ним. Далее теплоноситель 5, находящегося в открытой или закрытой емкости, нагревают внешним источником тепла, например, с помощью топлива, газа или аккумулированными солнечными лучами.

Контактные элементы 3 отбирают тепловую энергию с теплоносителя и передают ее варизонным полупроводникам 2 через наружные поверхности полупроводникового блока, что запускает процесс работы заявленного термоэлектрического генератора. В варизонном полупроводнике p-типа возникает квазиэлектрическое поле, что в дальнейшем приводит к переходу неосновных носителей заряда из варизонного полупроводника p-типа в

варизонный полупроводник n-типа и их односторонней инжекции или суперинжекции через p-n переход. В варизонном полупроводнике n-типа возникает внутреннее электрическое поле, что в дальнейшем приводит к возникновению дрейфового тока. Постоянное нагревание контактных элементов 3 заявленного термоэлектрического генератора позволяет поддерживать энергетическое неравновесие в полупроводниковом блоке 1, а охлаждение полупроводникового блока 1, которое предотвращает его перегрев, осуществляется за счет эффекта Пельтье. Тепло, выделяемое в результате работы заявленного термоэлектрического генератора, рассеивается в теплоносителе 5.

Таким образом в образованной электрической цепи появляется электрический ток, который через выводы 4 направляется, например, в преобразователь или преобразователи ток-напряжение и может быть использован для питания бытовых электроприборов, технического оборудования, зарядки элементов питания переносных электронных устройств и прочего.

При этом нагрев теплоносителя 5 не требует больших затрат энергии и сложного оборудования, а его интенсивность легко контролируется пользователем заявленного термоэлектрического генератора. Для прекращения работы заявленного термоэлектрического генератора достаточно отсоединить провода выводов 4 от устройства, замыкающего электрическую цепь или прекратить нагревание теплоносителя 5.

С целью и в процессе исследований создан экспериментальный образец заявленного термоэлектрического генератора, который имеет мощность 400 Вт.

Сравнительный анализ вышеуказанного технического решения с устройствами подобного назначения, известными из уровня техники, показал, что реализация совокупности существенных признаков, характеризующих предложенное изобретение, приводит к появлению

качественно новых указанных выше технических свойств, совокупность которых не была установлена ранее из существующего уровня техники, что позволяет сделать вывод о соответствии предложенного технического решения критерию «изобретательский уровень».

В существующих источниках патентной и научно-технической информации не обнаружен термоэлектрический генератор, который имеет заявленную совокупность существенных признаков, поэтому представленное техническое решение соответствует критерию «новизна».

Предложенное техническое решение промышленно применимо, так как не содержит в своем составе никаких конструктивных элементов и материалов, которые невозможно воспроизвести на современном этапе развития техники в условиях промышленного производства.

Формула

1. Термоэлектрический генератор, **который характеризуется тем**, что включает выполненный с возможностью отбора тепла из окружающей среды полупроводниковый блок, содержащий по меньшей мере одну пару соединенных между собой варизонных полупроводников, состоящую из варизонного полупроводника p-типа и варизонного полупроводника n-типа, при этом широкозонная сторона P по меньшей мере одного варизонного полупроводника p-типа соединена с узкозонной стороной n по меньшей мере одного варизонного полупроводника n-типа, а при наличии еще по меньшей мере одной пары варизонных полупроводников широкозонная сторона N по меньшей мере одного варизонного полупроводника n-типа соединена с узкозонной стороной p по меньшей мере одного варизонного полупроводника p-типа.

2. Термоэлектрический генератор по п. 1, **который характеризуется тем**, что на внешних поверхностях полупроводникового блока, одна из которых является внешней поверхностью варизонного полупроводника p-типа с узкозонной стороной p или состоит из наружных поверхностей варизонних полупроводников p-типа с узкозонными сторонами p, а другая является внешней поверхностью варизонного полупроводника n-типа с широкозонной стороной N или состоит из наружных поверхностей варизонних полупроводников n-типа с широкозонными сторонами N, закреплены контактные элементы с контактными поверхностями, выполненные с возможностью отбора тепла из окружающей среды, а к узкозонной стороне p первого и широкозонной стороне N последнего варизонных полупроводников p-типа и n-типа соответственно, присоединено по выводу.

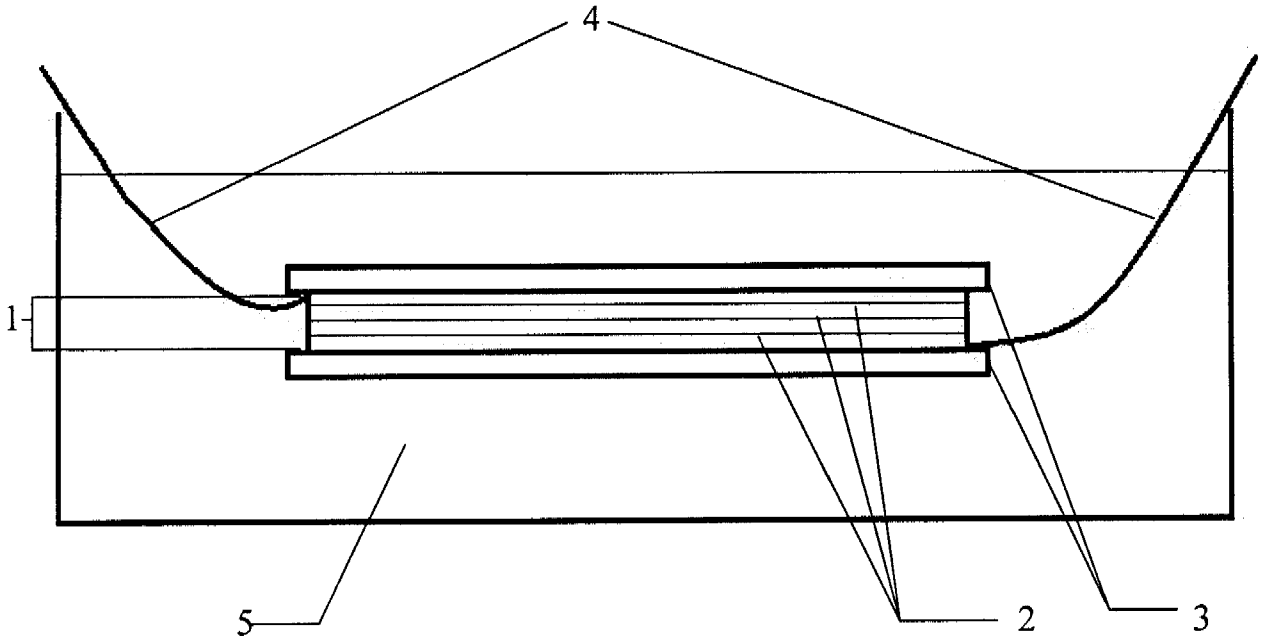
3. Термоэлектрический генератор по п. 1, **который характеризуется тем**, что на наружной поверхности полупроводникового блока, которая

состоит из наружных поверхностей варизонного полупроводника или полупроводников p-типа с узкозонной стороной или сторонами p и варизонного полупроводника или полупроводников n-типа с широкозонной стороной или сторонами N, закреплен контактный элемент с контактной поверхностью, выполненный с возможностью отбора тепла из окружающей среды, а к узкозонной стороне p первого и широкозонной стороне N последнего варизонных полупроводников p-типа и n-типа соответственно, присоединено по выводу.

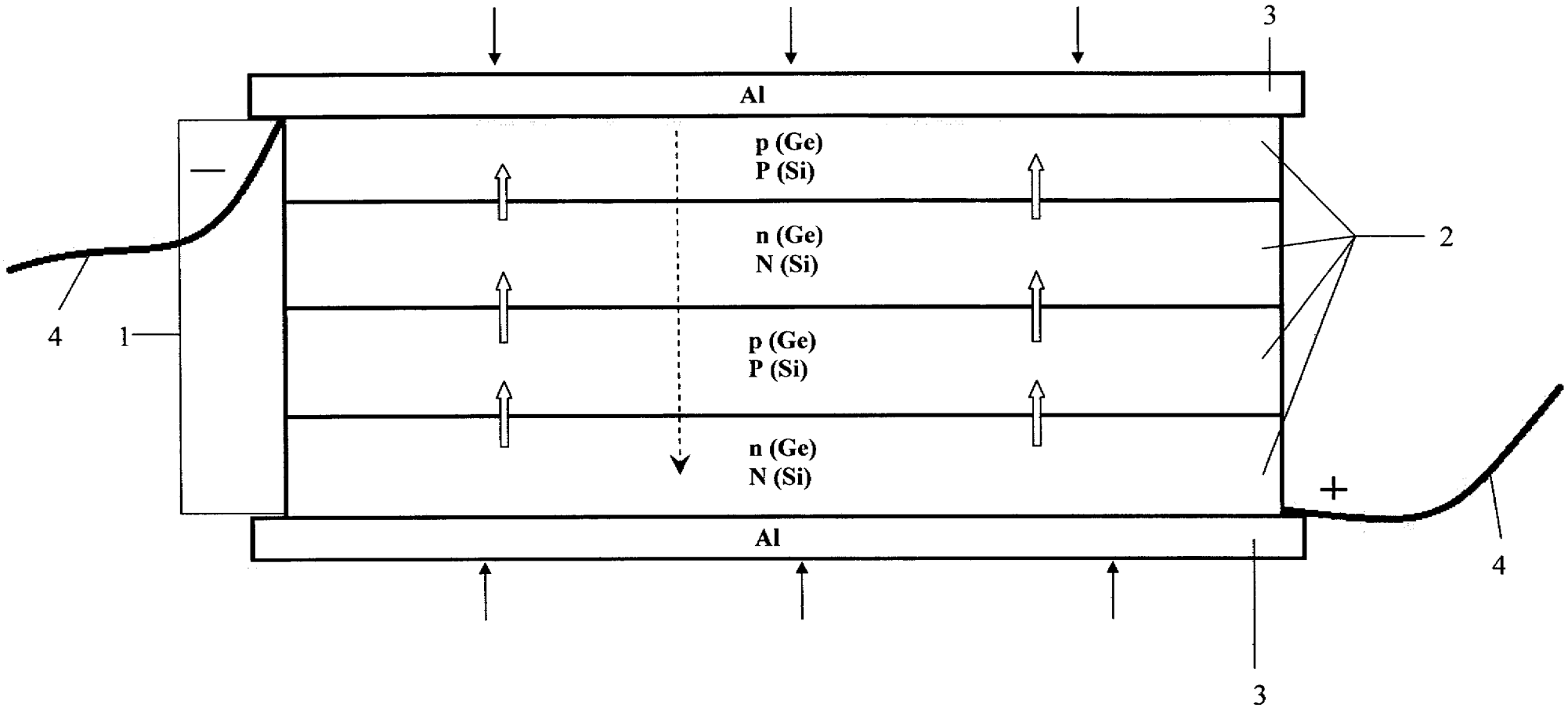
4. Термоэлектрический генератор по п. 1, **который характеризуется тем**, что варизонные полупроводники содержат кремний и германий.

5. Термоэлектрический генератор по п. 1, **который характеризуется тем**, что донорной примесью в варизонном полупроводнике n-типа является пятивалентный фосфор, а акцепторной примесью в варизонном полупроводнике p-типа является трехвалентный бор.

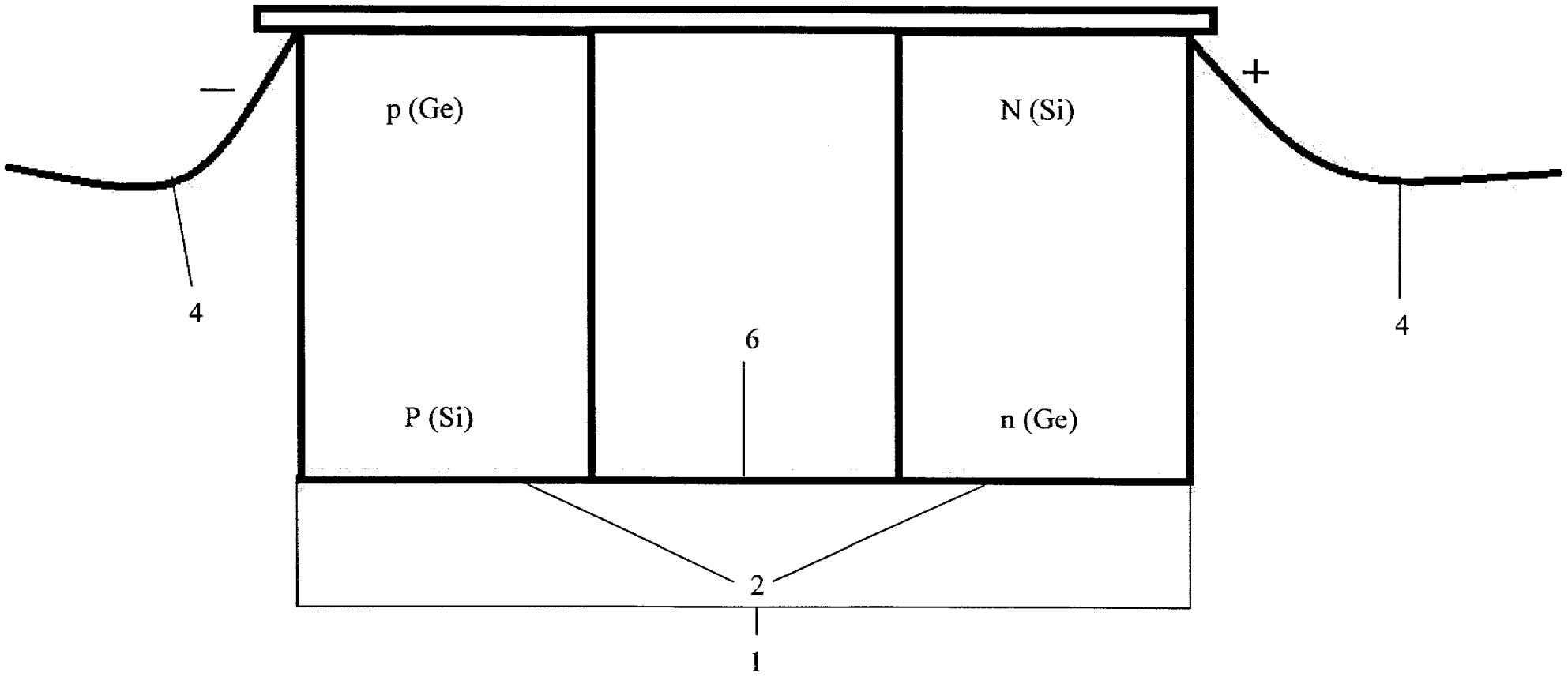
6. Термоэлектрический генератор по п. 1, **который характеризуется тем**, что толщина варизонных полупроводников составляет от 0,2 мм.



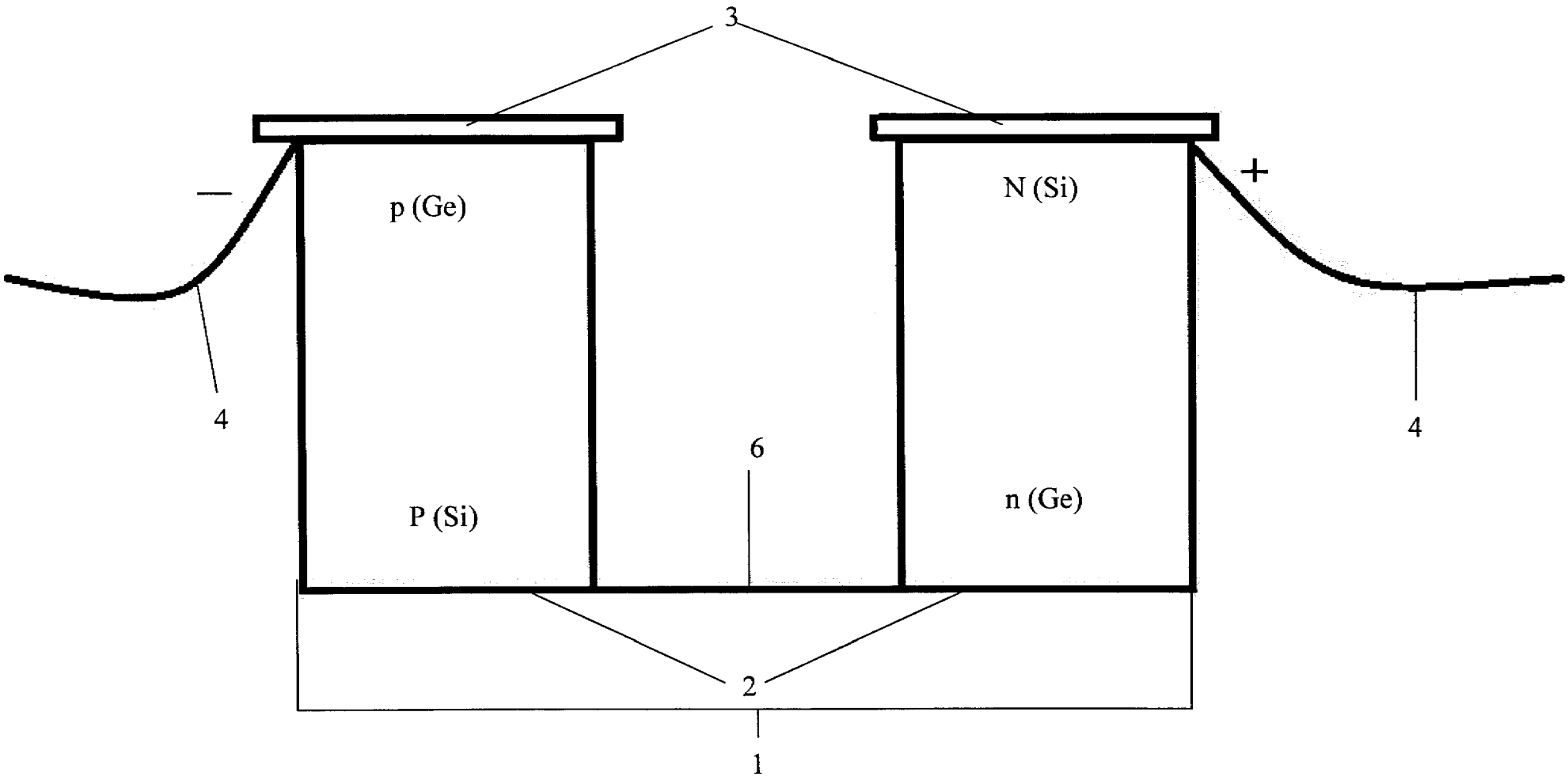
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4