

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) SU⁽¹¹⁾

1780476⁽¹³⁾ A1

(51) МПК⁶ H01L39/24

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ
к авторскому свидетельству

(21), (22) Заявка: 4858121/25, 09.08.1990

(45) Опубликовано: 10.01.1997

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: 1. Справочник по приемникам оптического
излучения. /Под ред. Л.З. Криксунова и Л.С.
Кременчугского. Киев: Техника, 1985, с. 28. 2.
Алфеев В.Н. Интегральные схемы и
микрэлектронные устройства на
сверхпроводниках. М.: Радио и связь, 1985, с. 154.

Документ находится в Патентном отделе
ОКБ АСТРОН
140081, Московская область, г.Лыткарино,
ул.Парковая, д.1

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БОЛОМЕТРА

(57) Реферат:

Использование: измерение тепловых потоков излучения, в частности тепловые приемники излучения, работающие при низких температурах. Сущность изобретения: на диэлектрической подложке формируют приемную площадку из сверхпроводниковой пленки и укрепляют диэлектрическую подложку на объемном теплоотводящем основании, причем в объемном основании производят выборку материала, соединяют его с диэлектрической подложкой методом оптического контакта, а затем любым известным способом уменьшают толщину диэлектрической подложки, образуя над областью выборки материала мембрану для формирования приемной площадки. Для этого до напыления сверхпроводниковой пленки подготавливают две составные части подложки, возможно из разных материалов или из одного кристалла, разрезанного на две части. В первой - объемном основании - делают выборку материала: сквозное отверстие, перпендикулярное плоскости разреза, либо в виде канавок, обрабатывают шлифованием - полированием поверхности каждой из частей со стороны разреза и соединяют их методом оптического контакта. После чего вторую часть обрабатывают шлифованием, полированием с внешней стороны, утоньшая до определенной толщины, тем самым образуя мембрану. 1 ил. Изобретение относится к технической физике, а именно к области измерения тепловых потоков излучения, в частности к тепловым приемникам излучения, работающим при низких температурах. Болومتر, изготовленный по предлагаемому способу, может быть использован для регистрации и измерения мощности излучения.

Известны способы изготовления болометров металлических, полупроводниковых и диэлектрических (см. Справочник по приемникам оптического излучения./ Под ред. Л.З.Криксунова и Л.С.Кременчугского, Киев. Техника, 1985, с. 28). Их действие основано на изменении сопротивления при поглощении падающего потока излучения. У современных сверхпроводниковых болометров чувствительным элементом служит обычно тонкая пленка, расположенная на подложке, через которую от нее осуществляется теплоотвод к хладагенту. Теплопроводность системы сверхпроводниковая пленка-подложка и ее теплоемкость определяют чувствительность болометра, чем они ниже, тем выше чувствительность. Для повышения чувствительности между сверхпроводниковой пленкой и подложкой вводят теплоизолирующие прослойки, либо относительно тонкую подложку подвешивают на нейлоновых нитях.

Наиболее близким техническим решением можно считать способ изготовления болометра, при котором термочувствительная сверхпроводниковая пленка наносится на диэлектрическую подложку, концы которой соединяются с массивным теплоотводящим блоком (см. В.Н.Алфеев. Интегральные схемы и микроэлектронные устройства на сверхпроводниках, М. Радио и связь, 1985, с. 154).

Недостатком этого способа является невозможность реализации болометра с достаточно тонкими подложками обычно их толщины приблизительно 100 мкм. Как следствие, такие болометры имеют низкую чувствительность. Особенно это существенно при использовании в качестве материала чувствительного элемента высокотемпературных сверхпроводников, которые работают при азотных температурах. С ростом температуры теплоемкость подложки растет и падение чувствительности (относительно гелиевых температур) из-за толщины подложки становится более сильным.

Целью изобретения является увеличение чувствительности болометром, механическая прочность болометра.

Поставленная цель достигается тем, что в известном способе изготовления болометров путем формирования на диэлектрической подложке приемной площадки из сверхпроводниковой пленки и укреплении диэлектрической подложки на объемном теплоотводящем основании, в объемном основании производят выборку материала, соединяют его с диэлектрической подложкой методом оптического контакта, а затем любым известным способом уменьшают толщину диэлектрической подложки, образуя над областью выборки материала мембрану для формирования приемной площадки. Для этого до напыления сверхпроводниковой пленки подготавливают две составные части подложки, возможно из разных материалов или из одного кристалла разрезанного на две части. В первой объемном основании делают выборку материала, например, сквозное отверстие, перпендикулярное плоскости разреза, обрабатывают шлифованием, полированием поверхности каждой из частей со стороны разреза и соединяют их методом оптического контакта. После чего вторую часть обрабатывают шлифованием, полированием с внешней стороны, утоньшая до определенной, достаточно малой толщины, тем самым образуя мембрану. Если требуется, возможно дальнейшее утоньшение зоны мембраны ионным или ионно-химическим травлением с внутренней стороны через отверстие. Травление может быть проведено как до, так и после напыления сверхпроводниковой пленки.

Выборка материала под мембраной может быть сделана не только в виде отверстия, а любого вида, как глухая, так и с открытым выходом. Выборки в форме канавки дают возможность изготавливать линейки и матрицы приемников.

Использование при изготовлении подложки болометра оптического контакта является отличительным признаком способа. Использование любого клея вместо оптического контакта приводит к разрушению мембраны из-за различной деформации при изменении температуры клеевого слоя и склеиваемого материала, а также к разрушению при проведении утоньшения мембраны до толщины сравнимой с толщиной клеевого слоя из-за неравномерности последней. Кроме того клеи являются источниками загрязнения остаточной среды при вакуумных напылительных процессах. Получение мембран минимальной толщины (1-10 мкм) невозможно без удаления полировкой трещиноватого слоя с внутренней стороны готовящейся мембраны, так как иначе при обработке внешней стороны произойдет ее разрушение. Изготовление мембранной подложки из двух частей, соединяемых методом оптического контакта, производится с тщательной обработкой так, что трещиноватый слой удаляется. Сравнивая предлагаемый способ изготовления болометра с прототипом можно заключить, что предлагаемый способ как совокупность действий полностью соответствует критериям "Существенные отличия" и "Новизна".

Болометр, изготовленный таким способом с приемной площадкой расположенной на мембране в объемной подложке, будет обладать существенно более высокой чувствительностью, чем болометр, описанный в качестве прототипа. В предлагаемом способе возможна реализация болометров с предельно тонкими мембранами (порядка 1-10 мкм, тогда как в прототипе 100 мкм), что сводит к минимуму теплоемкость и теплопроводность системы сверхпроводниковая пленка-мембрана. Кроме того, болометр становится более прочным, устойчивым к механическим нагрузкам и удобным в эксплуатации.

На фиг. 1 изображен болометр, изготовленный по предлагаемому способу с выборкой материала в виде сквозного отверстия, где: 1 - объемное основание; 2 - граница оптического контакта; 3 - мембрана над отверстиями; 4 - сверхпроводниковая пленка; 5 - контакты.

Способ изготовления болометра включает следующие основные этапы:

1. Изготовление двух составляющих частей подложки.
2. Изготовление выборки в объемной части подложки-отверстия, канавки и т.д.
3. Подготовка соответствующих поверхностей для соединения методом оптического контакта.
4. Создание оптического контакта между подготовленными частями подложки.
5. Утоньшение части подложки, образующей мембрану.
6. Напыление сверхпроводниковой пленки.

Пример. Для примера опишем изготовление болометра, предлагаемым способом на основе высокотемпературной сверхпроводниковой (ВТСП) пленки.

Цилиндрическую подложку из ориентированного (100) кристалла SrTiO_3 , с

размерами \varnothing 10 мм, высота 8 мм, разрезают на две части перпендикулярно оси подложки. В первой объемной части подложки делают сквозное отверстие параллельно оси диаметром \varnothing 0,5 мм. Затем глубокой шлифовкой-полировкой подготавливают соответствующие поверхности к соединению оптическим контактом. После создания оптического контакта, шлифовкой-полировкой утоньшают с внешней стороны часть подложки, из которой формируется мембрана. Утоньшение идет до требуемой толщины, обычно 3-10 мкм. Затем возможно дальнейшее утоньшение до толщин меньших 3 мкм ионным травлением внутренней поверхности со стороны отверстия. Благодаря тому, что травлению подвергается отлично полированная поверхность, процесс травления обеспечивает равномерное по площади утоньшение мембраны. Следует отметить, что SrTiO_3 химически с приемлемыми скоростями не травится. После

этого проводят вакуумное напыление ВТСП пленки состава YBa₂Gu₃O₇-

δ толщиной 1000-2000 Å на подложку со стороны мембраны. Далее идет процесс фотолитографического выделения приемной площадки в зоне мембраны (с площадью меньшей площади мембраны), формирование на ней рисунка в виде последовательности меандров для увеличения сопротивления и формирование золотых пленочных контактов вне зоны мембраны. При этом при размерах

приемной площадки 1*1 мм² сопротивление болометра составляет несколько

кОм, при 100*100 мкм 0,5 - 1,5 кОм при температурах около 85 К.

Изготовленный таким способом болометр через оправку соединяется с дном азотного резервуара криостата и снабжается нагревателем для вывода в рабочую температуру.

По сравнению с известным способом предлагаемый способ дает существенный выигрыш в чувствительности болометра и его быстродействии. Вольт-ваттную чувствительность можно записать так:

$$S = \frac{\epsilon d R}{G(1 + \omega^2 t^2 C^2)}$$

где ϵ коэффициент поглощения;

a температурный коэффициент сопротивления;

R сопротивление;

G коэффициент теплопотерь;

w частота;

t постоянная времени.

t C/G

где C теплоемкость чувствительного элемента.

Коэффициент теплопотерь и теплоемкость болометра мембранного типа пропорциональны толщине мембраны и с уменьшением толщины чувствительности растет, а постоянная времени уменьшается.

В известном варианте, когда сначала делают тонкую подложку, затем на нее напыляют сверхпроводящую пленку, а потом закрепляют концы подложки на массивном основании, сделать болометры с очень тонкими подложками трудно. Это связано с тем, что подложка проходит ряд операций, когда ее надо неоднократно механически перемещать, что приводит к ее разрушению.

В предлагаемом варианте тонкая мембрана создается в массивной подложке и это исключает указанные выше возможности разрушения. По сравнению с известными способами изготовления болометра подложка в области мембраны может быть утоншена на порядок и более, что дает примерно такой же выигрыш в чувствительности.

Предлагаемый способ изготовления болометра имеет перспективы использования при создании болометра как на основе низкотемпературных, так и высокотемпературных сверхпроводников. В настоящее время на основе предлагаемого способа разрабатываются ВТСП-болометры для инфракрасной и субмиллиметровой спектроскопии.

Формула изобретения

Способ изготовления болометра путем формирования на диэлектрической подложке приемной площадки из сверхпроводниковой пленки и укрепления диэлектрической подложки на объемном теплоотводящем основании, отличающийся тем, что, с целью увеличения чувствительности болометра в объемном основании, производят выборку материала, соединяют его с диэлектрической подложкой методом оптического контакта, а затем любым известным способом уменьшают толщину диэлектрической подложки, образуя над областью выборки материала мембрану для формирования приемной площадки.

РИСУНКИ

