

Дерябкин А.В.,¹ Федоров Ю.Ю.,¹ Темиряева М.П.²

¹АО «НПП «Исток» им. Шокина»

²Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники

им. В.А. Котельникова РАН

Исследование зависимости шероховатости поверхности алмаза при термохимической обработке на никелевых и железных поверхностях разного класса чистоты

Шероховатость ростовой стороны алмазных пластин и плоскостность поверхности после процесса роста, как показывает практика, требует дальнейшего выравнивания, шлифования (полирования) до необходимого класса чистоты. Это особенно важно при использовании алмаза в качестве высокоэффективного теплоотвода. В работе мы рассмотрели механизм термохимической шлифовки (полировки) поликристаллического алмаза на поверхности железа и никеля с разными классами чистоты поверхности.

Ключевые слова: Шероховатость поверхности алмаза, шлифовка, полировка, железо, никель, класс чистоты, высокоэффективный теплоотвод.

Рост мощности изделий СВЧ - электроники выражает тенденции разработки новых приборов на новых широкозонных полупроводниковых материалах. Широкое применение на данный момент находят такие материалы как нитрид галлия (GaN) и карбид кремния (SiC). Особенно остро стоит проблема отвода тепла в GaN – приборах, поскольку именно из – за нее до сих пор не удается реализовать в полной мере обещанные теоретиками очень высокие свойства этого полупроводника. Алмаз благодаря уникальным свойствам (высокой твердости, высокой теплопроводности, химической инертности) находит все более широкое применение в технике, в том числе СВЧ. Благодаря своим свойствам алмаз позволит решить проблему отвода тепла в GaN – приборах, применив его в качестве высокоэффективного теплоотвода. Используя высокоэффективные алмазные теплоотводы для малогабаритных и миниатюрных конструкций в условиях плохого охлаждения и работе при повышенных рабочих температурах и неблагоприятных радиационных условиях можно получить СВЧ приборы нового поколения (СВЧ транзисторы).

Искусственное получение алмазов в настоящее время осуществляется практически во всех экономически развитых странах. Широкое применение поликристаллического алмаза сдерживает не только высокая стоимость, но и высокая трудоемкость его обработки. Разориентированность отдельных кристаллов создает дополнительные проблемы шлифовки и полировки поверхности изделий.

Шероховатость ростовой стороны алмазных пластин и плоскостность поверхности после процесса роста, как показывает практика, требует дальнейшего выравнивания, шлифования (полирования) до необходимого класса чистоты. Это особенно важно при использовании алмаза в качестве высокоэффективного теплоотвода.

Поверхность полупроводниковых кристаллов, которые будут монтироваться на алмазные теплоотводы обычно очень гладкая и ровная. У алмазного теплоотвода поверхностные дефекты мешают передаче тепла от полупроводникового кристалла к

теплоотводящей подложке. Для приборов с геометрическими размерами поверхности кристаллов (3–5) мм шероховатость теплоотвода Ra не должна превышать 1 мкм.

В работе мы рассмотрели механизм термохимической шлифовки (полировки) поликристаллического алмаза на поверхности железа и никеля с разными классами чистоты поверхности.

Для процесса термической шлифовки нами были подготовлены образцы поликристаллического алмаза размером 14x8 мм и толщиной 500 мкм, шероховатость ростовой поверхности составляла 30 мкм и пластины из железа (сталь 3) и никеля размером 40×40×3мм, отшлифованные до 8, 9 и 13 класса чистоты.

Результаты экспериментов показали, что скорости травления на железе и никеле сопоставимы. Шероховатость полученной поверхности алмаза зависит от класса чистоты поверхности железа (никеля). Минимальная достижимая величина шероховатости определяется тем, что при нагреве шлифованной (полированной) пластины железа класс ее обработки становится ниже. Это связано с тем, что железо при температуре 917 °С из α-Fe с объемноцентрированной кубической решеткой переходит в γ-Fe с гранцентрированной кубической решеткой. В отличие от железа, никель во всем диапазоне температур от комнатной до точки плавления имеет одну кристаллическую решетку (гранцентрированную кубическую решетку). В связи с этим, класс чистоты обработки никеля от температуры не зависит и становится возможным получить поверхность алмаза с лучшей шероховатостью. Данные способы обработки позволили получать шероховатость поверхности алмаза от 0,3 до 1,5 мкм.

Библиографический список

1. В.Б. Вяхирев, М.П. Духновский, А.К. Ратникова, Ю.Ю. Федоров. Изолирующие теплоотводы на основе CVD – алмаза для силовой электроники //Электронная техника. Серия 1. СВЧ электроника. 2009. Вып. 3(502). С. 36 – 40.
2. Духновский М.П., Ратникова А.К., Федоров Ю.Ю. Исследование влияния свойств теплоотводов на тепловое сопротивление карбидокремниевых диодов Шоттки //Электроника и электрооборудование транспорта. 2009 .Вып. 5 – 6. С.43 – 45.
3. Духновский М.П., Ратникова А.К., Федоров Ю.Ю., Кудряшов О.Ю., Леонтьев И.А. Термическая обработка поликристаллического CVD – алмаза с целью формирования гладкой поверхности//Электронная техника. Серия 1. СВЧ электроника. 2008. Вып. 2(495). С. 41 – 46.