

практически в два раза (от 1,2 до 2,4 МПа), однако при этом увеличивается коэффициент теплопроводности (от 0,18 до 0,43 Вт/(м·К)), пористость материала достигает 79 – 83 %.

УДК 681.3

Инжекционный лазерный элемент

Сычик В.А., Уласюк Н.Н., Шумило В.С.
Белорусский национальный технический университет

Авторами разработан инжекционный лазерный элемент, который обладает высоким КПД и упрощенной конструкцией. Конструктивно инжекционный лазерный элемент на биполярном транзисторе содержит триодную р–п–р структуру из монокристаллического широкозонного полупроводника, включающую эмиттер – сильнолегированный n^+ – слой, базу слаболегированный р – слой, коллектор, представляющий вырожденный n^+ – слой и рекомбинационный р – типа слой, причём область контакта n^+ слоя и р – типа слоя представляет туннельный р–п переход. При подаче питающего напряжения U_n , к базовому р–п переходу прикладывается напряжение $U_{бэ}$ прямой полярности, а к коллекторному переходу напряжение $U_{кб}$ обратной полярности, происходит снижение высоты потенциального барьера эмиттерного перехода ϕ_{10} до значения $\phi_1 = \phi_{10} - eU_{бэ}$ и повышение потенциального барьера коллекторного перехода ϕ_{20} до значения $\phi_2 = \phi_{20} + eU_{кб}$. В результате эмиттер транзисторной n-p-n структуры инжектирует в базу носители заряда – электроны, которые, проходя практически без потерь через тонкую базу, диффундируют в n^+ - вырожденный слой, его зону проводимости, которая с ростом $U_{кб}$ начинает значительно перекрывать валентную зону р-типа слоя. Избыточные электроны n^+ –вырожденного слоя в виде импульсов тока высокой плотности благодаря сильному электрическому полю в туннельном n^+ –р переходе туннелируют через узкий канал n^+ –р перехода в р–типа слой. Здесь они достигают уровня инверсной населенности и рекомбинируют с дырками, поступающими в р–слой от положительного полюса напряжения источника питания U_n . В результате происходит спонтанная рекомбинация избыточных электронов р–типа слоя в зоне инверсной населенности с дырками по механизму зона– зона и выделение мощных фотонных потоков лазерного излучения. Лазерное излучение видимой области спектра выходит из поверхности р–слоя в проводящий слой из светопрозрачного материала и затем в окружающее пространство.

Экспериментальный образец размером полезной площади 10×10 мм² при подаче на его вход через разделительный конденсатор импульсного напряжения в форме импульсов потока электронов длительностью 10^{-5} с, частотой следования импульсов 10^4 Гц, плотностью потока электронов в

импульсе $J = 10 \text{ А/см}^2$ обеспечивает генерацию светового излучения мощностью 50 Вт, яркость светового излучения $V = 5 \cdot 10^3 \text{ кд/см}^2$.

УДК 681.3

Термоэлектрический холодильник

Сычик В.А., Уласюк Н.Н., Шумило В.С.

Белорусский национальный технический университет

Известные полупроводниковые холодильники обладают сложной конструкцией, небольшой температурой охлаждения и невысокой стабильностью работы. Авторами разработан полупроводниковый термоэлектрический холодильник (ПТЭХ), обладающий регулируемым диапазоном отрицательных температур и достаточно простой конструкцией. Конструктивно ПТЭХ состоит из n^+ -основания, сформированного из узкозонного монокристаллического полупроводника, например германия, на котором создан p - n гомопереход из того же материал, включающий p -слой и r -слой. Методом молекулярно - лучевой эпитаксии на r -слое узкозонного монокристаллического полупроводника создан монокристаллический i -слой из широкозонного полупроводника. Контакт p -слой узкозонного полупроводника и i -слой широкозонного полупроводника представляет гетеропереход. На i -слое из широкозонного полупроводника, например арсенида галлия, сформирован монокристаллический p -слой из того же полупроводника, причем i -слой и p -слой представляют гомопереход из широкозонного полупроводника. На p -слое методом ионной имплантации с последующей терморазгонкой примеси создан сильнолегированный p^+ -слой для формирования внутреннего омического контакта. Толщина p -слоя $d = (2 \div 5) L_d$, поскольку в этом слое происходит отбор энергии инжектированными из p -слоя электронами, то есть охлаждение ПТЭХ. На сильнолегированных n^+ -оснований 1 и p^+ -слое размещены омические контакты, которые жестко связаны с внешними выводами. При подаче питающего напряжения прямой полярности U_n на внешние выводы ПТЭХ n^+ -слой начинает эффективно инжектировать через p - n гомопереход, p - i гетеропереход и i - n гомопереход электроны в r -слой. Инжектирующие в r -слой электроны на расстоянии двойной диффузионной длины ($2L_d$) поглощают из кристаллической решетки этого слоя энергию и повышают ее до величины энергии электронов r -слоя. В результате отбора энергии инжектированными электронами от кристаллической решетки p -слоя ее температура соответственно в ПТЭХ понижается. Экспериментальный ПТЭХ при плотности прямого тока 1 А/см^2 позволяет получать предельную температуру охлаждения -27°C , расчетная надежность безотказной работы устройства составляет $\sim 10^5$ часов.