

СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ НА ОСНОВЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КВАНТОВЫХ УСТРОЙСТВ

А.А. Лешок, А.В. Долбик, Ле Динь Ви, С.К. Лазарук

Создание эффективных светоизлучающих устройств на основе кремния является одной из приоритетных задач текущего времени, решение которой позволит преодолеть многие существующие ограничения интегральной электроники. Помимо этого создание кремниевых светоизлучающих диодов с заданными эксплуатационными характеристиками открывает новые перспективы и для других областей электроники и оптики. В частности, разработка светоизлучающих диодов, функционирующих при определенных пространственно-временных условиях в режиме однофотонного излучения, обеспечит значительный прогресс в развитии систем квантовой криптографии и квантовых вычислений.

Авторами разработаны конструкция и технология изготовления оптоэлектронного элемента на основе лавинных светодиодов, использующих нанокристаллический кремний, встроенный в матрицу оксида алюминия в качестве активного материала. Конструктивно разработанный элемент представляет собой оптопару, состоящую из двух контактов Шоттки, а также из слоя анодного оксида алюминия, разделяющего алюминиевые электроды. Если один из диодов имеет обратное смещение, превышающее напряжение лавинного пробоя, он излучает свет видимого диапазона. При этом второй диод при обратном смещении менее напряжения лавинного пробоя обладает светочувствительными свойствами, т.е. функционирует как фотодетектор и способен принимать световой сигнал первого диода. В нашем случае при подаче обратного смещения на светодиод величиной 6 В и выше их излучение регистрировалось интегрированными фотодетекторами. Уменьшая линейные размеры светоизлучающих структур до единиц микрометров и варьируя диапазон их рабочих напряжений регистрировались предельно низкие оптические сигналы порядка $\text{мкВт}/\text{см}^2$, особенно на специфических элементах геометрии электродов - угловых сегментах разной формы. Столь малые интенсивности светоизлучения позволяют рассматривать разработанную конструкцию как перспективную для ее использования в системах генерации индивидуальных фотонов.

Разработанный оптоэлектронный элемент способен функционировать в гигагерцевом диапазоне частот при минимальных размерах рабочей области светодиодов. Данная разработка открывает новые возможности для развития как кремниевой фотоники, так и квантовых систем.