

СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ НА ОСНОВЕ НАНОПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ле Динь Ви

Лазарук С. К. – д-р физ-мат. наук, проф

Рассмотрена конструкция лавинного светодиода на основе нанопористого кремния для внутрочиповых оптических межсоединений, способна работать в наносекундном диапазоне, обеспечивая преобразование электрического сигнала в световой и обратно в электрический с эффективностью преобразования 0,2 %.

Кремний является основным материалом микроэлектроники, но не нашел широкого применения в оптоэлектронных интегральных микросхемах из-за непрямозонного характера его запрещенной зоны. Однако после обнаружения эффективной фото- и электролюминесценции в нанопористом кремнии (ПК) появилась надежда развития и кремниевой оптоэлектроники [1].

В данном тезисе рассмотрена конструкция лавинного светодиода на основе нанопористого кремния для внутрочиповых оптических межсоединений.

В работе [2] были описаны основные технологические операции изготовления лавинных светодиодов на основе нанопористого кремния, поэтому в этом тезисе мы приведем только последовательность операций. В качестве исходного материала использовались кремниевые подложки n-типа с удельным сопротивлением 0,01 Ом/см. Пористый кремний получен анодированием в 1% растворе плавиковой кислоты. Толщина этой пленки составляла 0,5 мкм. Алюминиевая пленка толщиной 1,0 мкм осаждалась магнетронным распылением на слое пористого кремния. Далее при помощи операций фотографии и локального пористого анодирования алюминия формировали рисунок алюминиевых электродов. Схематическое изображение разработанной конструкции и её эквивалентная схема представлены на рисунке 1.

Разработанное устройство включает два контакта Шоттки между алюминиевыми электродами и пленкой пористого кремния. Один из них при смещении, превышающем величину лавинного пробоя работает как светодиод (СД), а другой при смещении менее величины лавинного пробоя функционирует как фотодетектор (ФД). Между этими контактами расположен слой оксида алюминия, выполняющего функции световода. Свет, излучаемый первым контактом, распространяется по оксиду алюминия за счет того, что его коэффициент преломления 1,65 превышает аналогичную величину пленки пористого кремния, таким образом, обеспечивается волноводный эффект. При этом второй контакт, выполняющий функции ФД, регистрирует световой сигнал, преобразуя его в электрический.

Поскольку изоляция обратносмещенных переходов не является совершенной, поэтому данная конструкция не обеспечивает полной гальванической развязки. Тем не менее, учитывая, что в данном случае ток фотодетектора противоположен току гальванической связи (I_G), можно говорить, что регистрируемый на выходе сигнал является откликом фотодетектора на световой сигнал светодиода. Поэтому данное устройство может рассматриваться как прототип системы внутрочиповых оптических межсоединений.

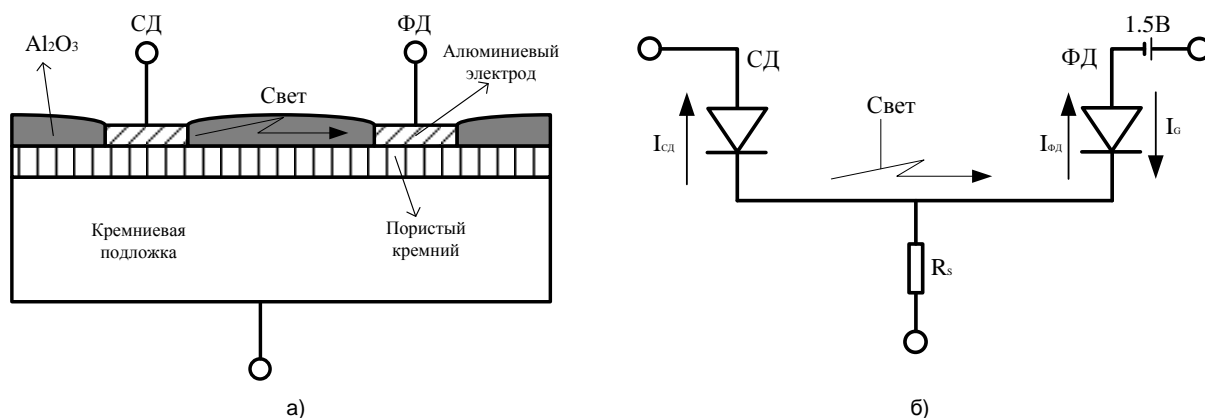


Рисунок 1 - Схематическое изображение разработанной структуры (а) и ее эквивалентная схема (б).

Таким образом было показано, что интеграция СД и ФД на единой кремниевой подложке значительно увеличивает эффективность работы приборов и разработанная интегрированная система СД-ФД способна работать в наносекундном диапазоне, обеспечивая преобразование электрического сигнала в световой и обратно в электрический с эффективностью преобразования 0,2%, что является перспективным для разработки на ее основе системы внутрочиповых оптических межсоединений.

Список использованных источников:

1. Canham, L.T. Silicon quantum wire array fabrication by electrochemical and chemical dissolution of wafers / L.T. Canham // Applied Physics Letters. 1990. Т. 57. № 10. — С. 1046-1048.
2. Lazarouk, S. Stable electroluminescence from reverse biased n-type porous silicon–aluminum Schottky junction device / S. Lazarouk, et al.// Applied Physics Letters. 1996. Т. 68. № 12. — С. 1646-1648.