

УДК 681.7

ОПТИМИЗАЦИЯ МОНТАЖА КРИСТАЛЛА ФОТОПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА ИК-ДИАПАЗОНА

Камарчук А.В. (Университет ИТМО), Марченко А.И. (Университет ИТМО),

Ширяев Д.С. (Университет ИТМО),

Научный руководитель – к.т.н., зам. декана ФЛФО Смирнова И.Г.

Была проведена оптимизация технологического процесса для монтажа кристалла на основе InGaAs/InP типа «face up» с планарной топологией контактов фотоприемного модуля ИК-диапазона, анализ на основе моделирования различной геометрии петли проволочных соединений для обеспечения качественной конструкции. Был проведен анализ качества соединения готовой конструкции фотоприемника.

Введение. Одним из ключевых компонентом радиофотоники являются быстродействующие фотодетекторы. Во многих радиофотонных системах сегодня используются фотодиоды со структурой типа PIN. Желаемыми характеристиками фотоприемников являются высокая чувствительность, широкий динамический диапазон и большая полоса пропускания, но на практике эти параметры не могут быть достигнуты одновременно из-за физических основ работы фотодиода и конструктивных решений. Следует отметить, что с точки зрения конструкций и развивающихся технологий, которые позволяют находить компромиссные решения для достижения большой полосы пропускания и большой рабочей мощности, существует большое число решений. Оптимизация технологий по созданию конструкции фотоприемника является одной из основных решений, позволяющих обеспечить высокие технические характеристики прибора.

Основная часть. Существует несколько методов монтажа кристаллов и формирования проволочных контактов. В данной работе профили монтажа были выбраны, исходя из конструкции кристалла. Для обеспечения высокой прочности конструкции были смоделированы различные типы геометрии петли проволочных соединений с разным материалом и рассчитан тепловой профиль всей конструкции, демонстрирующий распространение тепла в материалах при рабочем режиме кристалла. Исходя из результатов моделирования был выбран материал присоединения, который выдерживает нагрев до 80 °С в рабочем режиме и 200 °С при процессе монтажа.

Была проведена оптимизация технологии монтажа кристалла на плату, а именно был проведен подбор профилей (температурный режим, режим ультразвуковой притирки, нагрев компонентов, усилие прижима кристалла к плате), которые обеспечивают высокое качество соединения кристалла, материала присоединения (адгезива), платы и высокую точность монтажа (до 0,1 мкм).

Была проведена оптимизация технологии монтажа проволочных контактов, промоделированы различные геометрии петли проволочных контактов, исследованы влияние выбранных профилей (температура, частота ультразвука, усилие прижима) на процесс диффузии материала проволоки и контактных площадок на кристалле. Исследования проводились при помощи сканирующего электронного микроскопа. Исходя из результатов, был подобран материал формирования проволочных контактов и профили установки микросварки. В результате оптимизации монтажа была получена конструкция фотоприемника.

Выводы. Была проведена оптимизация технологий монтажа кристалла с размерами до 500 мкм на плату и монтажа золотых проволочных контактов для фотоприемников ИК-диапазона (1350 нм), позволяющие достигнуть высокого показателя чувствительности (не менее 0,5 А/Вт), большого динамического диапазона (не менее 40 дБ) и низких показателей значений темнового тока. Разработанная технология обеспечивает высокое качество конструкции фотоприемника. В связи с малыми затратами на реализацию данного технологического

процесса (материал присоединения, материал проволоки, количество операций, необходимых для монтажа), относительно других технологий, позволяющий сохранить высокие показатели по технической составляющей фотоприемника, данный метод монтажа может представлять практический интерес в производстве.