

УДК 533.924

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ОТВЕРСТИЙ В ПОЛИИМИДЕ С КОНТРОЛИРУЕМЫМ УГЛОМ НАКЛОНА БОКОВЫХ СТЕНОК В ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОТОПРИЕМНОЙ МАТРИЦЫ

Жамойть А. Е., Шидловский А. Г., Климович Т. А., Дмитрачук А. Л.

*ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Разработан процесс формирования переходных отверстий в полиимиде с контролируемым углом наклона боковых стенок в процессе изготовления неохлаждаемого теплового детектора болометрического типа методом плазмохимического травления с использованием жесткой металлической маски на основе пленки ванадия.

Ключевые слова: фотоприемная матрица, неохлаждаемый тепловой детектор болометрического типа, плазмохимическое травление, жесткая маска, полиимид.

A TECHNIQUE FOR FORMING TRANSITION HOLES IN POLYIMIDE WITH A CONTROLLED ANGLE OF INCLINATION OF THE SIDE WALLS DURING THE MANUFACTURE OF A PHOTODETECTOR MATRIX

Zhamoit A., Shydouski A., Klimovich T., Dmitrachuk A.

*INTEGRAL JSC – Managing Company of INTEGRAL Holding
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. The process of forming transition holes in polyimide with a controlled angle of inclination of the side walls during the manufacture of an uncooled thermal detector of the bolometric type by plasma chemical etching using a rigid metal mask based on a vanadium film has been developed.

Key words: photodetector matrix, uncooled thermal detector of bolometric type, plasma-chemical etching, hard mask, polyimide.

*Адрес для переписки: Жамойть А. Е., ул. Корженевского, 16, г. Минск 220024, Республика Беларусь
e-mail: AZhamoit@integral.by*

Введение. Основным функциональным элементом неохлаждаемого теплового детектора болометрического типа является подвесная конструкция (пиксель) в виде резонатора Фабри-Перо [1], на которой происходит поглощения излучения и преобразования его в тепло. Подвесное исполнение обусловлено увеличением коэффициента поглощения падающего инфракрасного (ИК) излучения за счет многократного переотражения между поглощающим слоем чувствительного элемента и нижележащим отражающим слоем на основе пленки алюминия (рисунок 1).

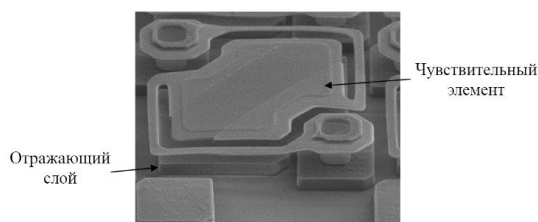


Рисунок 1 – Внешний вид сформированного пикселя

Последовательное формирование конструктивных слоев пикселя происходит на жертвенном слое, который удаляется после выполнения всех этапов изготовления фотоприемной матрицы. В качестве материала может использоваться полиимид.

Жертвенный слой полиимида представляет собой термоустойчивую полимерную пленку, не-

растворимую в обычных органических растворителях и является ключевым материалом в процессе изготовления подвесных конструкций.

Формирование наклонных стенок переходных отверстий в полиимиде необходимо для создания подвесных конструкций и обеспечения последующего запыления стенок отверстий металлическими пленками для качественного электрического контакта элементов пикселя со схемой считывания (мультиплексора).

Настоящая работа посвящена разработке методики формирования переходных отверстий в полиимиде с контролируемым углом наклона боковых стенок.

Методика проведения работы. Из-за структурной схожести, и, соответственно, низкой селективности травления пленки фоторезиста к полиимиду, в качестве маски для формирования микрорисунка на поверхности пленки полиимида обычно практикуется использование жестких масок на основе металлических пленок (алюминий, ванадий [2]).

Формирование пленки полиимида толщиной порядка 2,2 мкм проводилось на кремниевых пластинах методом центрифугирования. Далее пластины с нанесенной пленкой полиимида подвергались имидизации (сушке). Далее проводилось нанесение жесткой маски на основе пленки ванадия с толщинами 0,1 мкм, 0,3 мкм, 0,5 мкм с по-

следующим формированием микрорисунка методом контактной фотолитографии.

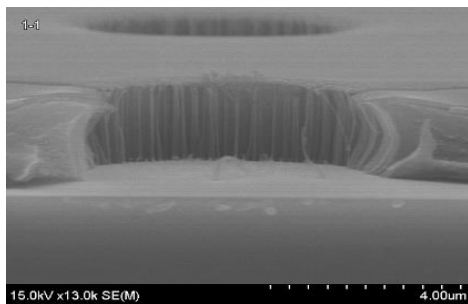


Рисунок 2 – Внешний вид переходного отверстия (жесткая маска не удалена)

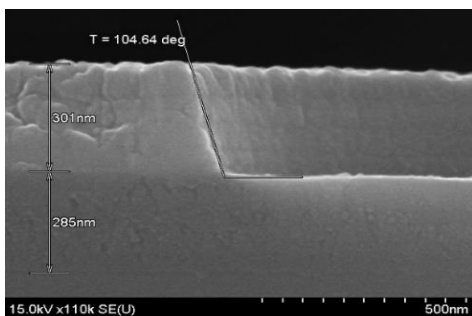


Рисунок 3 – Внешний вид окна в жесткой маске

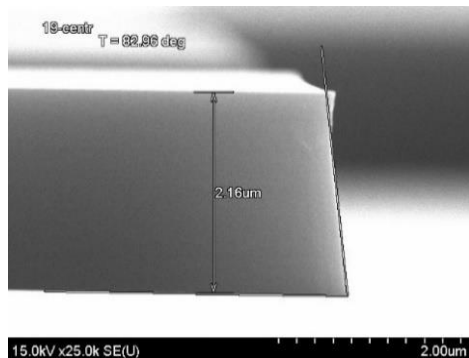


Рисунок 4 – Внешний вид переходного отверстия (жесткая маска удалена)

В качестве жесткой маски при опробовании изотропного процесса плазмохимического травления была использована жесткая маска на основе пленки ванадия. Использование такой жесткой маски позволяет минимизировать воздействие на низлежащие слои в процессах формирования данной маски.

Травление пленки ванадия производилось как методом жидкостного травления в растворе $\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}=1:3$, так и плазмохимическим травлением в среде хлорной плазмы.

Травление имидизированной пленки полиимида проводилось плазмохимическим методом в плазмообразующей смеси кислорода и тетрафторметана.

По результатам травления оценивались поверхность и профиль как жесткой маски на основе ванадия, так и сформированных переходных отверстий в полиимиде.

Результаты и их обсуждение.

На первом этапе проводилось изготовление образца с толщиной жесткой маски 0,1 мкм. На рисунке 2 показано переходное отверстие, полученное после травления слоя полиимида, жесткая маска не удалена.

Как видно из рисунка, края контактных окон жесткой маски имеют неровную, «рваную» структуру. Это обусловлено использованием операции жидкостного травления.

В связи с этим дальнейшие работы проводились с использованием плазмохимического травления. На рисунке 3 показано окно в жесткой маске ванадия толщиной 0,3 мкм.

По сравнению с химическим травлением, боковые стенки окон имеют гладкую однородную структуру с четкой ровной границей, что является предъявляемым требованием для дальнейших операций травления полиимида, так как рельеф стенок жесткой маски напрямую влияет на сформированный профиль боковых стенок переходных отверстий в полиимиде.

Результаты плазмохимического травления полиимида через жесткую маску ванадия, толщиной 0,5 мкм представлены на рисунке 4.

Получаемый угол наклона боковой стенки – 83° . Боковые стенки сформированных переходных отверстий имеют гладкую однородную структуру.

Заключение. Установлено, что процесс формирования микрорисунка методом плазмохимического травления с использованием жесткой маски на основе пленки ванадия толщиной 0,5 мкм, позволяет получать промежуточные отверстия в полиимиде с углом наклона боковой стенки 83° .

Литература

1. Rogalski, A. Infrared Detectors for the Future / A. Rogalski // Acta Physica Polonica – 2009. – V. 116, № 3. – P. 389–406.
2. Mimoun, B. Residue-free plasma etching of polyimide coatings for small pitch vias with improved step coverage / B. Mimoun // J. Vac. Sci. Technol. B, Microelectron. Process. Phenom. – 2013. – V. 31, № 2. – P.201–210.