

# **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА НАНЕСЕНИЯ ФОТОРЕЗИСТА ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЕМ**

Г.А. Дьячков, С.В. Сидорова

## **АННОТАЦИЯ**

В статье рассмотрена разработка варианта крепления подложки на столике станда для нанесения жидкого фоторезиста методом центрифугирования. Описана конструкция модели и его основные компоненты. Приведены рабочие чертежи разработанных деталей. Проанализированы характеристики насосов для создания вакуума. Намечены планы на дальнейшие работы.

## **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**

ВАКУУМНЫЙ ПРИЖИМ, НАНЕСЕНИЕ ФОТОРЕЗИСТА, ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЕ

## **MODIFICATION OF THE LABORATORY UNIT FOR PHOTORESIST SPIN-COATING**

G.A. Dyachkov, S.V. Sidorova

## **ABSTRACT**

The article considers the development of a variant for mounting a substrate on a stand table for applying a liquid photoresist by centrifugation. The design of the model and its main components are described. The working drawings of the developed parts are given. The characteristics of pumps for creating a vacuum are analyzed. Plans for further work have been outlined.

## **KEYWORDS**

VACUUM CLAMP, PHOTORESIST COATING, SPIN COATING

## **ВВЕДЕНИЕ**

В производстве электроники для создания дорожек и соединений между компонентами на печатных платах и транзисторами в микросхемах используется фотолитография. Разрешение плёночного фоторезиста составляет от 250 до 50 мкм, но для более мелких устройств требуется большее разрешение. Поэтому в микроэлектронике для создания защитных масок применяют жидкий фоторезист с разрешением от 10 нм до 10 мкм.

Жидкий фоторезист наносится на подложки методом центрифугирования, при котором подложка размещается на столике центрифуги. Нанесение фоторезиста осуществляется с помощью дозатора и равномерно распределяется по подложке благодаря вращению столика центрифуги. Важным аспектом в реализации процесса центрифугирования является способ крепления подложки на столике. Необходимо обеспечить надежное крепление образца, чтобы при вращении он не соскользнул со столика. И при этом требуется свободно снимать образец, чтобы его обратная сторона не была повреждена или запачкана клеем или другими средствами крепления к столику.

Для проведения исследований процессов фотолитографии в рамках импортозамещения в лаборатории кафедры МТ11 МГТУ им. Н.Э. Баумана был разработан

стенд нанесения фоторезиста центрифугированием «Инь-янь». Закрепление подложек на столике центрифуги происходило при помощи клея, что приводило к различным дефектам на пленке и подложке, оставались следы на образце, которые вносили погрешности в исследование. А при попытке очистки обратной стороны образца возникали повреждения нанесенного слоя фоторезиста. Поэтому необходима модернизация стенда, путем добавления другого способа закрепления образца.

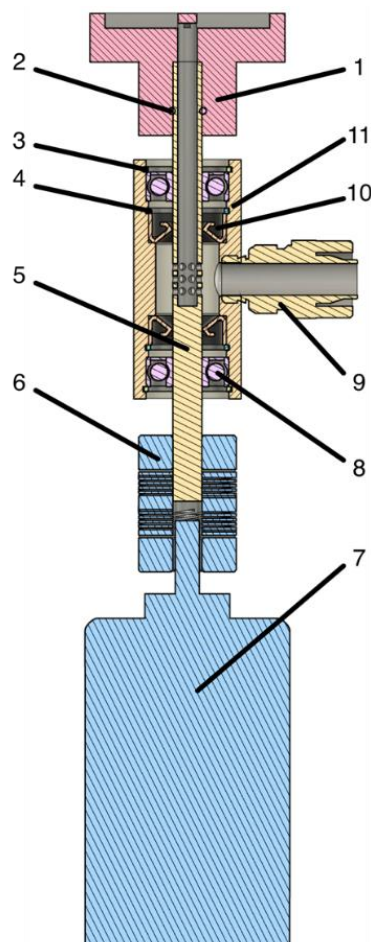
В качестве вариантов рассматривалось механическое закрепление, минусом которого является наличие дефектов в местах закрепления, а также необходимость разработки дополнительной оснастки под конкретный размер образца. Еще одним вариантом крепления был вакуумный прижим, недостатком которого является сложность конструкции. Однако данный способ позволяет наносить фоторезист на подложки различных размеров и форм, что особенно актуально в лабораторных условиях.

Цель работы – разработка модели варианта крепления подложек к столику с помощью вакуумного прижима.

### **СПОСОБ КРЕПЛЕНИЯ ПОДЛОЖКИ НА УСТАНОВКЕ «ИНЬ-ЯНЬ»**

В результате литературного анализа был разработан следующий вариант крепления подложек к столику с помощью вакуума, представленный на рисунке.

Модель состоит из следующих элементов: столика 1, на котором располагается и закрепляется подложка; уплотнения 2, обеспечивающего герметичность соединения столика с валом 5; стопорных колец 3, 4, необходимых для закрепления подшипника 8 и сальника 9 внутри корпуса 11; вала 5, передающего вращение и вакуум на столик 1; муфты 6, соединяющей электродвигатель 7 и вал 5; электродвигателя 7, обеспечивающего вращение столика; подшипников 8; фитинга 9 для подключения вакуумного насоса; сальников 10 для обеспечения герметичности конструкции и корпуса 11.



1 – столик; 2 – уплотнение 006-008-14 ГОСТ 9833–73; 3 – стопорное кольцо DIN 472 17 мм, 2 шт.; 4 – стопорное кольцо DIN 472 17 мм, 2 шт.; 5 – вал; 6 – гибкая спиральная муфта 6 мм; 7 – DC электродвигатель 12 В, 1000–7000 об/мин; 8 – подшипник 606-2RS; 9 – фитинг Samozzi 1151 10/8–1/8; 10 – сальник 6x16x5 ГОСТ 8752–79, 2 шт.; 11 – корпус

Разработанная модель фиксации образца с помощью вакуумного прижима

Принцип работы заключается в следующем. На столик 1 помещается подложка, к фитингу 9 подключается вакуумный насос. При его включении воздух откачивается из полости корпуса, а также из полый части вала 5 и соединенного с ним столика 1, через отверстия в валу. В результате чего под подложкой создается вакуум, который удерживает подложку при вращении столика центрифуги.

В итоге были подготовлены трёхмерная модель, сборочный чертёж (рис. 2), а также подобраны стандартные компоненты: уплотнения, подшипники и сальники, способные выдерживать 10 000 об./мин.

Подготовлены рабочие чертежи для изготовления разработанных изделий, вала и корпуса.

Вал представляет из себя стержень диаметром 6 мм и длиной 90 мм в котором выполнено осевое отверстие диаметром 4 мм на глубину 50 мм и предусмотрены отверстия, диаметром 1,5 мм в количестве 18 штук, расположенные по окружности для передачи вакуума из полости корпуса 11 внутрь вала. В качестве материала выбрана нержавеющая сталь AISI 304, обеспечивающая необходимую жесткость конструкции.

Корпус представляет из себя цилиндр из алюминия Д16Т диаметром 22 мм и высотой 50 мм в котором расположены посадочные места для двух подшипников для

закрепления вала, а также двух сальников, обеспечивающих герметичность внутренней полости, в которой создается вакуум. Для закрепления подшипников и сальников выполнены проточки под стопорные кольца. Для подключения газового фитинга выполнено отверстие с резьбой G1/8.

Для удержания подложки на столике необходим низкий вакуум, поэтому достаточно вакуумного насоса с предельным давлением до 900 мбар. Создаваемый насосом вакуум должен быть безмасляным для обеспечения чистоты наносимого покрытия, поскольку пары масла могут повлиять на равномерность нанесенного слоя фоторезиста. Также насос должен иметь стойкость к химическим растворителям, потому что в составе фоторезиста содержится растворитель, который испаряется в момент нанесения и его пары могут разрушить элементы насоса.

Были рассмотрены варианты вакуумных насосов, подходящие под эти критерии.

Вакуумный насос будет располагаться вне корпуса устройства для уменьшения влияния вибрации насоса на процесс нанесения фоторезиста. Поэтому размеры насоса не являются основным критерием для выбора.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Разработанная модель вакуумного прижима учитывает требования компактности и доступности к изготовлению элементов.

В дальнейшем планируется смоделировать процесс откачки, чтобы определить конфигурацию столика и проверить конструкцию вала. При необходимости после моделирования потребуется доработать разрабатываемые детали и изготовить их. Затем предстоит приобретение вакуумного насоса и покупных компонентов, комплектация стенда и его сборка.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Mack C. A. *Fundamental Principles of Optical Lithography: The Science of Microfabrication*, 303–304 John Wiley & Sons //Ltd., Chichester, England. – 2007.
2. Kaplan L. H., Bergin B. K. Residues from wet processing of positive resists //Journal of The Electrochemical Society. – 1980. – Т. 127. – №. 2. – С. 386.
3. Заявка 2022106028 Российская Федерация, МПК В04В 5/00. Устройство для передачи вакуума через вращающийся вал/ Анненков Андрей Николаевич, Белоусова Олеся Владимировна, Кириллов Игорь Васильевич (Россия); / Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования "Международный институт компьютерных технологий"; заявл. 04.03.2022; опубл.17.10.2022, Бюл.№ 29; приоритет 04.03.2022, (Россия). – 5 с.
4. Дьячков, Г. А. Экспериментальный стенд для нанесения фоторезиста / Г. А. Дьячков, С. В. Сидорова // Будущее машиностроения России 2022 : сборник докладов. XV Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов (с международным участием), Москва, 21–24 сентября 2022 года. Том 1. – Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. – С. 359-362. – EDN ZNPLOP

## **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

Дьячков Георгий Антонович – студент 2-го курса магистратуры. МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, e-mail: georgdyach@yandex.ru

Сидорова Светлана Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры (ORCID: 0000-0002-3002-1246). МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, e-mail: sidorova\_bmstu@mail.ru