

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»  
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XVIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS  
of the XVIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023  
Астана**

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**  
**G99**

**«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

**ISBN 978-601-337-871-8**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**

**ISBN 978-601-337-871-8**

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2023**

Кадырова Жанна Кабдуллаевна

[zhanna.kadyrova.2001@mail.ru](mailto:zhanna.kadyrova.2001@mail.ru)

Магистрант кафедры «Радиотехника, электроника и телекоммуникации» ЕНУ им.

Л.Н.Гумилева, Нур– Султан, Казахстан

Научный руководитель – А.Айкеева

С момента появления первых микросборок, то есть гибких плат, и многокристальных модулей до настоящего времени прошёл уже не один десяток лет. Разработаны сотни различных технологий и конструкторско– технологических решений ведущими научно– исследовательскими организациями по всему миру. При этом тенденции к микроминиатюризации, повышению быстродействия, помехоустойчивости и надежности всегда остаются приоритетными в развитии современной электроники. Одним из последних в области высокоплотных технологий сформировано направление встраивания бескорпусных элементов в структуру подложки (платы, носителя) электронного узла (в мире известно как *embedded die technology*). Согласно оценке Yole Development в 2019 г. темп роста исследований в данном направлении составил 49% от общего объема разработок высокоплотных технологий сборки и монтажа.

Поэтому исследование физико– технологических процессов, происходящих в материалах конструкций высокоинтегрированных микросборок при проведении операций микромонтажа, и поиск оптимальных конструктивно– технологических решений для реализации и внедрения в промышленность технологии внутреннего монтажа является актуальной задачей.

Объектом исследования является технология внутреннего монтажа бескорпусных микросхем для производства высокоинтегрированных микросборок, гибких плат, многокристальных модулей и электронных модулей уровня «система в корпусе».

Предметом исследования являются технологические процессы микромонтажа бескорпусных микросхем из кремния без применения процессов пайки и сварки.

Гибкие печатные шлейфы (ГПШ) в последнее время получили самое широкое применение при создании изделий электронной техники, обеспечивая высокое качество электрических соединений как в стационарных, так и в подвижных конструкциях. Устойчивость к перегибам обеспечивает использование ГПШ в таких конструкциях электронных приборов (ЭП) как неоднократно складываемых в книжку или свертываемых в рулон. Конструктивно выполняемые по принципу организованных выводов они обеспечивают уменьшение габаритов и веса ЭП, возможность применения автоматизированных процессов их изготовления и монтажа, снижая тем\* самым трудоемкость технологического процесса и повышая надежность соединений. По массо– габаритным показателям ГПШ имеют значительные преимущества по сравнению с плоскими ленточными кабелями (типа ЛППЛ или ЛПП), изготавливаемыми на основе плющенной медной (луженной или без лужения) проволоки.

Наиболее широкое использование в качестве оснований шлейфов получили полиимидные пленки, которые наряду с хорошими электрофизическими и прочностными свойствами, характеризуются высокой устойчивостью к термовоздействиям (гибкость пленок сохраняется в широком диапазоне: от температур жидкого азота до 673 К), отсутствием существенных газовыделений в вакууме, высокой радиационной стойкостью.

Однако, доминирующим технологическим направлением изготовления ГПШ до сих пор являлась субтрактивная технология, предполагающая использование фольгированных медью гибких полиимидных пленок, фотопечати и травления металла с последующим облуживанием монтажных выводов. Такая технология не обеспечивает выполнение

современных требований по плотности монтажных выводов, характеризуется существенно высокой трудоемкостью при создании двусторонних шлейфов.

Для изготовления гибких широкоформатных (более 100 мм) двусторонних шлейфов с повышенной плотностью монтажных выводов (шаг < 0,3 мм) весьма перспективной является полу аддитивная технология. При этом для обеспечения наибольшей прочности сцепления металлического слоя с полиимидной пленкой металл целесообразно наносить методами тонкопленочного осаждения в вакууме с предварительным активированием поверхности полиимида.

Монтажные выводы таких шлейфов после гальванического «усиления» покрываются финишным легкоплавким покрытием, обеспечивающим процесс пайки шлейфа в составе прибора. Однако в современных условиях высокоплотного монтажа приборов электронной техники даже такие шлейфы имеют ограничения. Требуется новая технология, комплексно решающая проблемы, связанные как непосредственно с процессом изготовления прецизионных гибких шлейфов с высокоплотным (шаг 0,15 мм и менее) расположением выводов, так и с процессом прецизионного монтажа таких шлейфов в составе приборов. Ограничение разрешающей способности (шага) выводов вызвано вероятностью замыкания соседних выводов как при изготовлении шлейфов, так и при монтаже приборов (пайке) из-за нестабильности теплового воздействия и, как следствие, нестабильности по прочности соединения и растеканию припоя, вплоть до короткого замыкания монтажных выводов шлейфа. При этом требуется такая технология изготовления шлейфов, которая обеспечивала бы высокие электрофизические параметры коммутационных дорожек, исключаящие искажения сигналов, а также обеспечивала бы повышенную устойчивость шлейфов к многократным (до десятков тысяч) перегибам с радиусом до 1 мм и менее.

Именно поэтому, тема диссертации, посвященная технологии производства прецизионных широкоформатных гибких шлейфов на полиимидной пленке с повышенной устойчивостью к многократным перегибам для высокоплотного монтажа приборов электронной техники является важной и актуальной.

Предметом исследования диссертации являются проблемы, связанные с разработкой физико– технологических основ создания новой технологии изготовления полиимидных прецизионных гибких шлейфов, наиболее полно отвечающих требованиям высокоплотного монтажа современных приборов электронной техники.

Целью работы является исследование и разработка прогрессивной технологии изготовления прецизионных гибких шлейфов на полиимидной пленке для высокоплотного монтажа изделий электронной техники.

Для реализации цели диссертации автором определены и сформулированы следующие основные задачи:

- обоснование нового конструктивно– технологического решения создание полиимидных крупноформатных прецизионных гибких шлейфов, наиболее полно отвечающих требованиям высокоплотного монтажа;
- разработка и исследование физико– технологических принципов создания полиимидных двусторонних шлейфов с монтажными балками, имеющими разное финишное покрытие противоположных сторон: облегчающее растекание припоя и исключаящее его растекание, и характеризующихся высокими адгезией металлических слоев к полиимидной пленке и стабильностью линейных размеров;
- моделирование и исследование напряженно– деформированного состояния конструкционных материалов гибкого шлейфа для обеспечения повышенной устойчивости к многократным перегибам;
- разработка и исследование технологии прецизионного высокоплотного монтажа двусторонних полиимидных шлейфов;
- разработка технологии изготовления полиимидных двусторонних шлейфов для высокоплотного монтажа приборов электронной техники.

На защиту выносятся:

1. Новая концепция технологии полиимидных прецизионных гибких шлейфов для высокоплотного монтажа, основанная на двусторонней металлизации полиимидной пленки в вакууме и формировании в отверстиях полиимида монтажных балок с разным финишным покрытием противоположных сторон: облегчающим растекание припоя и исключаящим его растекание, и характеризующихся высокими адгезией металлических слоев к полиимидной пленке и стабильностью линейных размеров.

2. Установленные закономерности влияния конструктивно– технологических факторов на напряженно– деформированное состояние элементов шлейфа при силовом воздействии и зависимость запаса прочности материалов шлейфа от величины теплового воздействия на основе конечно– элементных моделей шлейфа. Зависимость допустимого радиуса перегиба от толщины проводника в области упругой деформации.

3. Полученная математическая модель устойчивости шлейфа к многократным перегибам от соотношения толщин конструкционных материалов на основе регрессионного анализа.

4. Новый способ и результаты экспериментального обоснования оптимальных параметров технологии прецизионного высокоплотного монтажа полиимидных шлейфов, основанной на односторонней контактной сварке и контактировании с выводом шлейфа по стороне, имеющей финишное покрытие, исключаящее растекание припоя.

5. Технология изготовления полиимидных двусторонних шлейфов, обеспечивающая высокую (шаг до 150 мкм) плотность выводов шлейфа для монтажа приборов электронной техники, увеличение монтажной зоны шлейфа до 120 мм, повышение стойкости шлейфа к многократным перегибам в широком рабочем диапазоне допустимого радиуса перегиба от десятков до 1,0 мм.

Современные тенденции микроминиатюризации приборов электронной техники показывают, что эффективность решения этого вопроса определяется повышением степени интеграции и во многом разработкой новых технологий компактного монтажа.

Показано, что актуальным и перспективным является монтаж приборов с использованием гибких печатных шлейфов. Наиболее оптимальным решением в этом направлении представляется использование для шлейфов гибкой полиимидной пленки. Однако, основными факторами, сдерживающими развитие и становление этого направления, являются, прежде всего, технологические проблемы, обусловленные требованиями все более компактного высокоплотного монтажа современных приборов, принципиально отличающегося от существующих технологий монтажа гибких печатных полиимидных шлейфов, освоенных промышленностью.

В современных условиях высокоплотного монтажа требуется новая технология, комплексно решающая проблемы, связанные как непосредственно с процессом изготовления полиимидных шлейфов с высокоплотным (шаг 0,15 мм и менее) расположением выводов, так и с процессом прецизионного монтажа таких шлейфов в составе приборов, характеризующихся, при этом, высокой механической устойчивостью к многократным перегибам с минимизацией радиуса перегиба.

Потребовались поисковые работы, и на основе комплекса исследований в рамках данной диссертации вышеотмеченные проблемы нашли свои решения, на основе которых разработана новая технология изготовления прецизионных полиимидных шлейфов, обеспечивающая высокоплотный монтаж приборов электронной техники. Оригинальность и научная новизна найденных решений подтверждена положительными решениями по двум заявкам о выдаче патентов РФ на изобретения.

Будет разработана концепция технологии полиимидных прецизионных гибких шлейфов для высокоплотного монтажа, основанная на двусторонней металлизации полиимидной пленки в вакууме и формировании в отверстиях полиимида монтажных балок с разным финишным покрытием противоположных сторон: облегчающим растекание припоя и исключаящим его растекание, и характеризующихся высокими адгезией металлических слоев к полиимидной пленке и стабильностью линейных размеров гибкой платы.

### Список использованных источников

1. Конструкторско– технологическое проектирование электронной аппаратуры. Под ред. проф. В. А. Шахнова. – М., МВТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.– 527 с.
2. Гуськов Г.Я., Блинов Г.А., Газаров А.А. Монтаж микροэлектронной аппаратуры. М.: Радио и связь, 1986. 175 с.
3. Гибкие печатные шлейфы с полиимидной изоляцией, <http://www.ruscable.ru> 2005.
4. Грушевский А.М., Семенин С.Н., Лыгач В.В. Высокоплотный межъячеечный монтаж электронных средств на основе гибких прецизионных шлейфов. Оборонный комплекс научно-техническому прогрессу России, 2005, №4, с. 77– 82.
5. Polyimides: Fundamental and application Ed. by M. Ghosh, K. Mittal. Marcel Decker Inc.– New York, Basel, Hong Kong, 1996. 89 pp.

УДК 004.45

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАЗВЕРТЫВАНИЯ СЕТЕЙ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Қарсыбай Нұрмұхаммед Сержанұлы  
mkarsybaj@gmail.com

Магистрант физико– технического факультета ЕНУ им. Л. Н. Гумилева  
Научный руководитель – к.т.н., доцент Иманкул Манат Насирқызы

Одним из актуальных направлений современного века в сфере телекоммуникационной инфраструктуры считается развитие платформы IoT (Internet of Things), а также поддержание инициатив по продвижению сетевых платформ таких как 4G и 5G. Телекоммуникационная сеть 5G (Fifth Generation) считается на данный момент одним из главных трендов в процессе развития всей телекоммуникационной отрасли. Благодаря внедрению сети 5G прогнозируется повышение приоритетности вокруг структуры использования цифровых технологий в различных отраслевых решениях. Помимо этого, прогнозируется что повышение качества каналов связи позволит улучшить телекоммуникационную среду для стандартных услуг, предоставляемых пользователям [1].

Актуальность в изучении технологической платформы сетей 5G, структуры распределения данных, построения цифровых платформ и модернизации сетей связи поддерживается телекоммуникационными операторами связи по всему миру. Кроме того, данное направление пользуется большой актуальностью в кругах зарубежных исследователей, рассматривающих позиции развития сетевой инфраструктуры, аспекты продвижения и развертывания в масштабах города, а также инженерные форм– факторы, заложенные в структуре технологической структуры.

На данный момент, изучение технологической среды и инженерных аспектов сетей пятого поколения остается приоритетной задачей, так как представленная сетевая платформа, не была полноценно развернута ни в одной из стран мира. Поэтому продолжаемые многолетние исследования являются основополагающим фактором утверждать, что показатели эффективности и производительности при использовании 5G, будут возрастать в геометрической прогрессии, все будет зависеть только от алгоритма, прописываемого телекоммуникационными компаниями [2].

Зарубежные операторы связи также занимаются активным изучением технологической формы сетевой инфраструктуры 5G, а также проработкой сценариев, определяющих процесс внедрения и использования сети пятого поколения. Проведение исследований с использованием установленных методов, по результатам которых определяются технологические формы, несут актуальность на рынке телекоммуникаций. Новый стандарт телекоммуникационной индустрии под брендом 5G выступает в качестве главного эволюционного сегмента, позволяющего открыть новые ступени цифровизации,