ГИБКАЯ ПЕЧАТНАЯ КОНФОРМНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА. ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ FLEXIBLE PRINTED CONFORMED ELECTRONICS. DOMESTIC COMPETENCIES AND ELECTRONIC COMPONENTS

В.В.Лучинин¹, директор департамента науки СПбГЭТУ "ЛЭТИ", д.т.н., проф., (ORCID: 0000-0002-9117-9549),
О.С.Бохов², старший научный сотрудник, к.т.н., (ORCID: 0000-0003-0217-0567), П.В.Афанасьев², старший
научный сотрудник, к.т.н., (ORCID: 0000-0002-5329-1388), И.В.Мандрик², инженер, (ORCID: 0000-0002-7825-3927),
В.А.Старцев², инженер, (ORCID: 0000-0002-4251-6019), А.В.Смирнов², инженер, (ORCID: 0000-0002-1809-9470),
В.А.Никонова², инженер, (ORCID: 0000-0003-2706-1922) / tech@contractmanufacturing.ru
V.V.Luchinin¹, Head of the Department of Science, Doct. of Sc. (Technical), Prof., (ORCID: 0000-0002-9117-9549),
O.S.Bokhov², Cand. of Sc. (Technical), Senior Researcher, (ORCID: 0000-0003-0217-0567), P.V.Afanasiev², Senior Researcher,
Cand. of Sc. (Technical), (ORCID: 0000-0002-5329-1388), I.V.Mandrik², Engineer, (ORCID: 0000-0002-7825-3927),
V.A.Startsev², Engineer, (ORCID: 0000-0002-4251-6019), A.V.Smirnov², Engineer, (ORCID: 0000-0002-1809-9470),
V.A.Nikonova², Engineer, (ORCID: 0000-0003-2706-1922)

DOI: 10.22184/1993-8578.2019.12.6.342.350

Получено: 03.10.2019 г.

Предоставлен результат разработки и изготовления электронных компонентов, созданных с использованием технологии гибкой печатной электроники, сверхтонкого утонения чипов кристаллов активных элементов и 2D микросборочных операций на тонком гибком носителе для унифицированной сенсорно-информационной платформы Интернета вещей.

The paper presents the result of the development and manufacture of electronic components created with the use of the flexible printed electronics technology, ultrafine thinning of chip crystals of active elements and 2D microassembly operations on a thin flexible medium for a unified touch-information platform of the Internet of things.

Современные научно-технические революции, характеризующиеся понятиями: "Индустрия 4.0" – объединение современных информационно-коммуникационных технологий с производственным оборудованием и средствами автоматизации, и, безусловно, "Общество 5.0" ("умное общество") – цифровая трансформация, направленная на формирование новой социально-технологической среды на основе систем искусственного интеллекта, основаны на интеграции физического и киберпространства.

Гибкая печатная электроника и фотоника являются приоритетными направлениями инвестиций в новую наукоемкую инновационную экосистему, гармонично сочетающую профессиональное и социальное обеспечение персонифицированной среды жизнедеятельности человека. Функцию интегратора в рамках решения вышеуказанных задач выполняет глобальная инфокоммуникационная система "Интернет" в различных ее профессиональных приложениях (Интернет вещей, Интернет

¹ Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ" им. В.И.Ульянова (Ленина) / Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI".

² Инжиниринговый центр микротехнологии и диагностики (ИЦ ЦМИД) Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета "ЛЭТИ" им. В.И.Ульянова (Ленина) / Engineering center of microtechnology and diagnostics.

людей, Индустриальный интернет), включая задачу интеграции реального и виртуального миров. Компоненты гибкой печатной электроники конформно пространственно-геометрически и функционально интегрируются в распределенные сенсорно-управляющие и информационно-коммуникационные среды, обеспечивая высокую конструктивную адаптивность и экономическую эффективность технических решений.

Целью данной статьи является характеристика современного отечественного состояния данного динамично развивающегося направления применительно к созданию функциональных электронных компонентов на основе аддитивных печатных 2D-технологий: капельно-струйных, печатно-матричных трафаретных, аэрозольных и так называемых 3D-MID-технологий, основанных на лазерной модификации – конверсии приповерхностного слоя. Основными особенностями данного вида технологий являются:

- высокая производительность по площади и скорости печати на различных субстратах (обои, одежда, бумага, полимеры и пр.);
- гибкость и трехмерность субстратов;
- широкая номенклатура базовых расходных материалов (металлические, диэлектрические, магнитные, оптические и люминесцентные композиции);
- низкотемпературность технологии;
- достижение достаточно высокого пространственного разрешения при струйной печати (до 1 мкм) с возможностью отказа от литографических процессов.

Рис.1. Кластер Цифровой фабрики гибкой печатной электроники и фотоники

Fig.1. Cluster of the Digital Factory of flexible printed electronics and photonics

Наряду с технологиями печати индустрия гибкой печатной электроники и фотоники включает процессы прецизионной 2D- и 3D-сборки и использование утонченных бескорпусных элементов для сохранения гибкости и конформности конструкции.

Цифровая фабрика – кластер гибкой печатной электроники и фотоники (рис.1), разработанный на базе функциональных модулей (рис.2), интегрированных в автоматизированную технологическую линию, был ранее представлен в наших работах [1, 2] и объединяет в своем составе модуль теххимической обработки, модули капельно-струйной печати с системами интегральной

Contemporary scientific and technological revolutions described in terms of "Industry 4.0" mean a unification of modern information and communication technologies with the production equipment and automation facilities and, definitely, "Society 5.0" ("smart society") implicates a digital transformation aimed at the formation of a new social and technological medium based on the artificial intelligence systems – both of them are centred around integration of the physical and cyber space.

Flexible printed electronics and photonics are at the forefront of

investments in a new, science-driven innovative ecosystem that harmoniously combines professional and social welfare of the personalized medium of human life activities. Within the frame of these tasks the integrating function belongs to the global information and communication system "Internet" in its diverse professional applications (Internet of things, Internet of people, industrial Internet), including the task to integrate the actual and virtual worlds. Components of the flexible printed conformed electronics are conformally, spatially/geometrically and functionally integrated into the distrib-

uted touch-controlled and information and communication media thereby providing for a high design adaptability of engineering solutions.

The paper characterizes the state-of-the-art of this dynamically developing direction as applied to development of the functional electronic components using 2D-based additive printed technologies: Ink-Jet, print matrix screening, aerosol spray and so-called 3D-MID technologies based on the laser modification-conversion of the surface layer. The main features of this kind of technologies are:

Рис.2. Кластер гибкой печатной электроники и фотоники: функциональные модули

Fig.2. Cluster of flexible printed electronics and photonics: function modules

- high productivity by the area and printing speed on various substrates (wallpaper, clothes, paper, polymers, etc.);
- flexibility and three-dimensionality of substrates;
- wide range of the main consumables (metallic, dielectric, magnetic, optical and luminescent compositions);
- low-temperature technology;
- achievement of a sufficiently high spatial resolution at InkJet process (to $1\ \mu$) with a possibility to reject lithographic processes.

Along with the printing technologies the flexible printed electronics and photonics includes 2D and 3D

processes of the precision assembly and use of thinned chips so as to preserve flexibility and conformance of the construction.

A Digital Factory, meaning a cluster of flexible printed electronics and photonics (Fig.1) developed on the basis of the functional modules (Fig.2) that have been integrated in the automated processing line, was earlier presented in our papers [1, 2] and incorporates a techno-chemical processing module, Ink-Jet modules backed with the integral thermal and local laser processing, a 3D-interconnected laser surface modification module (3D-MID), modules of super-precision 2D and

3D assembly characterized by the positioning accuracy to $0.5\ \mu$, a module of automatic mechanical assembly (delta-robot) of dissimilar micro-components, conveyers and robotic loaders and the automated system that controls modules and product movement processes along the line. The cluster has its own local dedusting and product removal system. The modules function due to standard software editable to perform various processing tasks depending on the process parameters and the own software that ensures the system control of the cluster. The articles are designed within the frame of modified software applications.

Рис.3. Чип микроконтроллера, утоненный до 30 мкм
Fig.3. Microcontroller chip thinned to 30 microns

Рис.4. Печатные резисторы
Fig.4. Printed resistors

термической и локальной лазерной обработки, модуль 3D-коммутации лазерным модифицированием (3D-MID), модули сверхпрецизионной 2D- и 3D-сборки с точностью позиционирования до 0,5 мкм, модуль автоматической механической сборки (дельта-робот) разнородных микрокомпонентов, транспортные линии и грузочные роботы, автоматизированную систему управления модулями и процессами перемещения по транспортной магистрали. Кластер имеет собственную систему локального обеспыливания и удаления продуктов. Работа модулей основана на использовании стандартного программного обеспечения, редактируемого для выполнения

различных технологических задач исходя из параметров процесса и собственных программных средств системного управления кластером. Проектирование изделий реализуется в рамках модифицированных программных средств.

Особенности новой производственно-технологической ниши следующие:

- широкое использование при изготовлении изделий прецизионных аддитивных капельно-струйных, корпускулярных и инпринт-технологий;
- реализация процессов в условиях 2D- и 3D-субстратов различной физико-химической природы;

The peculiar features of the new production and technological niche are as follows:

- wide application in manufacturing articles made with the use of precision, additive, InkJet, particle and in-print technologies;
- accomplishment of the processes on 2D and 3D substrates of various physical and chemical nature;
- development of convergence technologies based on organic-inorganic and bio-inorganic hybridization.

Totality of the earlier indicated design and processing solutions defines efficient ways for the industry-wise orientation

of the market aimed at development of the new generation products for the socially oriented businesses and technologies, including medical, food and pharmaceutical industries, agriculture and biotechnologies [3].

Examples of microengineering products based on flexible printed electronic and photonics are much needed by the socially important branches of the economy:

- microanalytical systems of the laboratory-on-chip type applicable for the high-sensitive biomedical express-control, food product safety determination and biosphere monitoring;

- ultrasmall information and communication modules easily integrated in food product packing in order to collect and transfer information on the conditions of storage, transportation and sale;
- multifunctional sensor-actuating elements incorporated in clothes and placed on a human body for the needs of biomonitoring and management of the body condition;
- low-budget distributed sensor fields to monitor agricultural parameters in the individual plots and in the industrial sectors of agriculture;

Рис.5. Печатные катушки индуктивности и антенны
Fig.5. Printed inductors and antennas

Рис.6. Блок беспроводного цифрового интерфейса.
Утонение чипа с 325 до 35 мкм
Fig.6. Wireless digital interface unit. Chip thinning from 325 to 35 microns

- развитие конвергентных технологий на основе органонеорганической и бионеорганической гибридизации.

Совокупность ранее указанных конструктивно-технологических решений определяет эффективные направления отраслевой предметной ориентации рынка – это создание продукции нового поколения для социально ориентированных производств и технологий, включая медицинскую, пищевую, фармацевтическую промышленность, сельское хозяйство и биотехнологии [3].

Примеры изделий микротехники на основе гибкой печатной электроники и фотоники, востребованные для социально значимых отраслей экономики:

- микроаналитические системы типа лабораторий-на-чипе для высокочувствительного биомедицинского экспресс-контроля, определения безопасности пищевых продуктов и мониторинга биотехносферы;
- сверхминиатюрные информационно-коммуникационные модули, легко интегрируемые в упаковку продовольственных товаров для сбора и передачи информации об условиях хранения, транспортировки, продажи;
- мультифункциональные сенсорно-исполнительные элементы, интегрируемые в одежду и размещаемые на теле человека для биомониторинга и коррекции состояния организма;
- малобюджетные распределенные сенсорные поля для контроля агропараметров в индивидуальных и промышленных секторах сельского хозяйства;
- сенсорно-исполнительные сверхминиатюрные модули для бионических роботехнических

комплексов и систем замещения функциональных элементов в организме человека.

В СПбГЭТУ "ЛЭТИ" реализованы прототипы модулей, которые являются базовыми для формирования Интернета вещей, а именно – гибкая сверхтонкая интеллектуальная сенсорная платформа.

Сборка модулей по технологии гибридной печатной электроники, а также достижение такого значимого параметра, как гибкость устройства, требует наличия технологии создания сверхтонких интегральных микросхем. СПбГЭТУ "ЛЭТИ" разработал технологию утонения бескорпусных интегральных микросхем. Результат утонения представлен на фотографии (рис.3). Утонение проводилось до 30–40 мкм, при этом работоспособность кристалла сохранена. Потенциально технология позволяет утонять кристаллы ИМС до 10–15 мкм.

Применение гибридной технологии (технологии сверхтонкого кристалла и технологии InkJet – каплеструйное многослойное нанесение коммутирующих слоев) обеспечило изготовление необходимых базовых блоков платформы [4–6]:

1. **Сверхплоские гибкие резисторы** (рис.4) изготовлены по технологии InkJet и обладают следующими параметрами:
 - толщина: до 30 мкм;
 - радиус изгиба: от 0,1 мм;
 - номинал: от 1 Ом до 1 МОм.
2. **Сверхплоские гибкие катушки индуктивности и микроантенны** (рис.5), возможно их использование в том числе как сенсорных элементов физических величин, они

Рис.7. а – платформа микроконтроллера; б – кристалл микроконтроллера с коммутацией

Fig.7. a – the microcontroller platform; b – switching microcontroller chip

изготовлены по технологии InkJet и обладают следующими параметрами:

- радиус изгиба: от 1 см;
- номинал: от 10 нГ до 1 мГ;
- толщина: до 30 мкм.

3. **Блок беспроводного цифрового интерфейса** (рис.6) изготовлен по гибридной технологии, с применением технологии InkJet и обладает следующими параметрами:

- протокол: NFC;
- датчик температуры: -20 до +60 °С;
- толщина: не более 180 мкм;
- радиус изгиба: от 0,1 мм;
- напряжение питания: 1,8...3,6 В;

- тактовая частота: 0,25...8 МГц;
- рабочая частота РЧ-блока: 13,56 МГц;
- ток потребления в спящем режиме: не более 10 мкА;
- температурный диапазон: -20...+60 °С.

4. Платформа микроконтроллера (рис.7) изготовлена по гибридной технологии, с применением технологии InkJet и обладает следующими параметрами:

- толщина всего блока: не более 180 мкм;
- утонение чипа: с 325 до 35 мкм;
- радиус изгиба: от 0,1 мм;
- микроконтроллер: CYPRESS CY8C20;
- напряжение питания: 1,71...5,5 В;

- sensor-actuating ultrasmall modules for bionic robotic complexes and the system for replacing functional elements in a human body.

Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI" (SPEU "LETI") has developed prototypes of the modules that are basic for the formation of the Internet of things, namely – a flexible super-thin intelligent sensory platform.

Assembly of modules with the use of the hybrid printed electronics technology and achievement of such important parameter as the flexibility of a device necessitates the technology for the creation of ultrathin integrated chips. SPEU "LETI" devel-

oped the thinning process for production of bare chips. The result of thinning is shown in the photograph (Fig.3). Thinning was made to 30–40 μ , however, the serviceability of the crystal was preserved. Potentially, the technology allows of thinning chips to 10–15 μ .

Application of the hybrid technology (ultrathin crystal technology and InkJet multilayer interconnecting layers technology) provided for manufacturing of the required basic blocks of the platform [4–6]:

1. Superflat flexible resistors (Fig.4) are made according to the InkJet technology (bubble-jet multilayer

application) and have the following parameters:

- thickness to 30 μ ;
- bend radius from 0.1 mm;
- rating from 1 Ohm to 1 MOhm.

2. Superflat flexible inductor coils and microantennas (Fig.5) can also be used as the sensor elements of physical values; they are made with the use of InkJet technology (bubble-jet multilayer application) and have the following parameters:

- bend radius from 1 cm;
- rating from 10 nH to 1 mH;
- thickness to 30 μ .

3. The wireless digital interface unit (Fig.6) is made with the

Рис.8. а – модуль флэш-памяти; б – кристалл флэш-памяти (утонение до 76 мкм)

Fig.8. a – flash memory module; b – flash memory crystal (thinning up to 76 microns)

- память: SRAM 16 kB; Flash NM – 256 K (32 kB);
 - I2C, USB, АЦП 10 бит.
5. **Блок памяти** (рис.8) изготовлен по гибридной технологии, с применением технологии InkJet и обладает следующими параметрами:
- толщина всего блока: не более 210 мкм;
 - радиус изгиба: от 0,1 мм;
 - напряжение питания: от 1,65 до 2,0 В;
 - ток потребления в режиме простоя: не более 180 мкА;

- ток потребления в режиме записи: не более 40 мА;
- объем памяти: 512 Мбит;
- температурный диапазон: $-40...+85^{\circ}\text{C}$.

Разработанная технология обеспечивает возможность изготовления блоков на гибкой керамике или гибком стекле, что делает прибор устойчивым к агрессивным средам, с сохранением их гибкости и минимальной толщины.

Разработанные и изготовленные функциональные блоки (рис.4–8) обеспечили

use of the hybrid technology and InkJet technology (bubble-jet multilayer application) and has the following parameters:

- protocol – NFC;
- temperature sensor with the range from -20 to $+60^{\circ}\text{C}$;
- thickness not more than 180 μ ;
- bend radius from 0.1 mm;
- supply voltage – 1.8...3.6 V;
- clock rate – 0.25...8 MHz;
- working frequency of the RF unit – 13.56 MHz;
- current drain in sleep mode not exceeding 10 μA ;
- temperature range from $20...+60^{\circ}\text{C}$.

4. The microcontroller platform (Fig.7) is manufactured with the use of the hybrid technology and InkJet technology (bubble-jet multilayer application of interconnecting layers) and has the following parameters:

- the entire unit thickness not exceeding 180 μ ;
- chip thinning from 325 to 35 μ ;
- bend radius from 0.1 mm;
- CYPRESS CY8C20 microcontroller;
- supply voltage – 1.71...5.5 V;
- SRAM memory 16 kB; Flash NM – 256 K (32 kB);
- I2C, USB, A-to-D converter 10 bit.

5. The memory unit (Fig.8) is manufactured with the use of hybrid technology and InkJet technology (bubble-jet multilayer application of interconnecting layers) and has the following parameters:

- the entire unit thickness not exceeding 210 μ ;
- bend radius from 0.1 mm;
- supply voltage – from 1.65 to 2.0 V;
- current drain in standby mode not exceeding 180 μA ;
- current drain in the recording mode not exceeding 40 mA;
- memory space – 512 Mb;
- temperature range $-40...+85^{\circ}\text{C}$.

Рис.9. Гибкая интеллектуальная сенсорная платформа
Fig.9. Flexible smart touch platform

технологический задел для изготовления гибкой интеллектуальной сенсорной платформы (рис.9).

Состав платформы: процессорный модуль; модуль памяти; цифровой NFC-интерфейс; сенсоры температуры, давления, влажности, газового состава.

В качестве примера реализации платформы изготовлен прототип интеллектуальной упаковки (рис.10). Прототип обладает следующими параметрами: NFC-интерфейс; измеряемое ускорение $\pm 2/4/8$ g; измеряемая температура от -40 до $+85^{\circ}\text{C}$; батарея питания $15 \text{ мА} \cdot \text{ч}$.

Рис.10. Интеллектуальная упаковка с системами регистрации ускорения и температуры
Fig.10. Intelligent packaging with acceleration and temperature recording systems

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для реализации процессов гибкой печатной электроники и фотоники и создания технологических кластеров нового поколения в СПбГЭТУ "ЛЭТИ" в 2016 году создан инженеринговый центр, открывающий новый в России сегмент инженеринговых услуг и обладающий следующими преимуществами:

- отсутствие на рынке российских конкурентов с необходимым уровнем компетенций;
- ограниченность отечественного доступа к этому сегменту международного рынка при его динамичном развитии;

The developed technology makes it possible to manufacture chips on flexible ceramics or flexible glass which makes the device resistant to aggressive media while preserving their flexibility and minimum thickness.

The developed and produced functional chips (Figs.4-8) provided for the technological groundwork for manufacturing a flexible intelligent sensor platform (Fig.9).

The platform comprises: a processor module; a memory module; digital NFC interface; and temperature, pressure, humidity and gas-phase composition.

An example of the produced platform is presented by a prototype of the intelligent packaging (Fig.10). The prototype has the following parameters: NFC interface; measured acceleration $\pm 2/4/8$ g; measured temperature from -40 to $+85^{\circ}\text{C}$; and storage battery 15 mAh .

CONCLUSIONS

With a view of realizing the flexible printed electronic and photonics processes and developing the new generation technological clusters, an engineering centre was set up in SPEU "LETI" in 2016. This centre has opened a new in Russia segment of the

engineering services that ensures the following advantages:

- absence on the market of the Russian competitors that possess the required competency level;
- restricted domestic access to this segment of the global market which develops dynamically;
- availability of actual competency in the development of microsystems on a by-order basis with the university researchers;
- unique personnel, intellectual, material and technical resources for establishing of the engineering centre and provision of engineering services. ■

- наличие у сотрудников университета реальных компетенций по созданию микросистем на заказ;
- уникальность кадровых, интеллектуальных и материально-технических ресурсов для организации инжинирингового центра и предоставления инжиниринговых услуг.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Афанасьев П.В., Бохов О.С., Лучинин В.В. Научно-технологический комплекс экспресс-прототипирования изделий гибкой электроники и фотоники // НАНОИНДУСТРИЯ. 2013. № 6. С. 94–104.
- Афанасьев П.В., Бохов О.С., Лучинин В.В. Создание технологического кластера гибкой печатной электроники // НАНОИНДУСТРИЯ. 2014. № 3. С. 52–56.
- Афанасьев П.В., Бохов О.С., Лучинин В.В. Кластер гибкой печатной электроники // Биотехносфера. 2014. № 6. С. 67–70.
- Бороденков Н.И., Бохов О.С., Смирнов А.В., Шилков В.М. Разработка программных средств для проектирования и создания устройств гибкой печатной электроники // Нано- и микросистемная техника. 2017. Т. 19. № 8. С. 459–464.
- Афанасьев П.В., Бохов О.С., Мандрик И.В., Старцев В.А. Каплевидная технология гибкой печатной электроники для изготовления пассивных элементов // Нано- и микросистемная техника. 2017. Т. 19. № 8. С. 465–470.
- Топталов С.И., Устинов Е.М., Афанасьев П.В., Бохов О.С., Мандрик И.В., Старцев В.А. Создание антенных печатных модулей каплевидной технологией // Нано- и микросистемная техника. 2017. Т. 19. № 8. С. 470–475.

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»

Цена 583 руб.

ВЫСОКИЕ ДАВЛЕНИЯ В ХИМИИ: ЧЕРЕЗ АЛМАЗ К ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫМ СВЕРХПРОВОДНИКАМ

Б.М.Булычев, В.А.Ступников

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2019. – 168 с.
ISBN 978-5-94836-548-0

Данное издание предназначено для научных сотрудников, аспирантов и студентов старших курсов, работающих или специализирующихся в области неорганического синтеза, химии твердого тела и неорганических материалов.

Приведены сведения о самых последних достижениях в экспериментальных работах по химии, выполненных с применением техники высоких давлений, методах его создания, измерениях и конкретных аппаратах. Более глубоко общие вопросы по этой теме раскрыты в литературе, рекомендуемой в конце книги, а более специальные – в оригинальных статьях, ссылки на которые специально не приведены в данном издании, поскольку, по мнению авторов, поиск научной информации является неотъемлемой частью процесса обучения молодых научных сотрудников. В особых случаях (связанных с новейшими или оригинальными направлениями работ или весьма яркими полученными результатами) такие ссылки приводятся по тексту изложения.

Следует отметить, что из-за резкого увеличения в последние 7–10 лет количества работ с привлечением воздействия на вещество высоких давлений (в самых различных вариантах, а в химии углерода особенно возросших после развертывания работ по графеновой тематике), авторы старались ограничиться рассмотрением только тех результатов, которые представляют интерес для их профессиональной деятельности или наиболее ярко демонстрируют плодотворность использования данной методологии в неорганическом синтезе и материаловедении.

Авторы старались придать тексту максимально популярную форму, чтобы приведенные научные результаты были доступны всем интересующимся данной тематикой.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; knigi@technosphere.ru, sales@technosphere.ru

Eurointech

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОНИКИ

www.eurointech.ru

Ультразвуковая микросварка ТРТ

- Сварка клином, шариком, лентой, стежковая сварка
- Большой выбор различных опций
- Надежность и простота
- Высокое качество получаемых соединений

Монтаж полупроводниковых компонентов Amadyne

- Прецизионный монтаж кристаллов и компонентов
- Широкий выбор доступных модулей и опций
- Высокая производительность
- Возможность интеграции оборудования в линию

AMADYNE.
GF1BH

тел. +7 (495) 925 77 10
email: sales@eurointech.ru