

Технология 3D-MID

3D-MID (Molded Interconnect Devices) – технология трёхмерных литых носителей монтажных схем представляет собой основание из литого высокотемпературного термопласта, на котором выполнены 3D проводники и контактные площадки.

С помощью технологии 3D-MID можно добиться миниатюризации конструкций благодаря интеграции механических и электронных функций в одном изделии, что делает конструкцию гораздо более компактной и позволяет достичь высоких значений функциональной плотности.

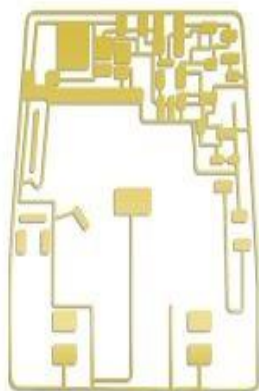


Выполнил:
Студент РКФ
Эверстов А.Д.

ТРЕХМЕРНЫЕ СХЕМЫ НА ПЛАСТИКАХ



Отливка
из термопластика



Интегрированная
система соединений



Трехмерная система
на пластике
3D-MID



Область применения

Можно выделить следующие основные области применения 3D-MID:

- Телекоммуникации (антенны мобильных устройств: телефонов, смартфонов, ноутбуков и др.);
- Автомобильная индустрия;
- Медицинская техника;
- Системы безопасности (в том числе, платежные системы).

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

ТРЕХМЕРНЫХ СХЕМ НА ПЛАСТИКАХ



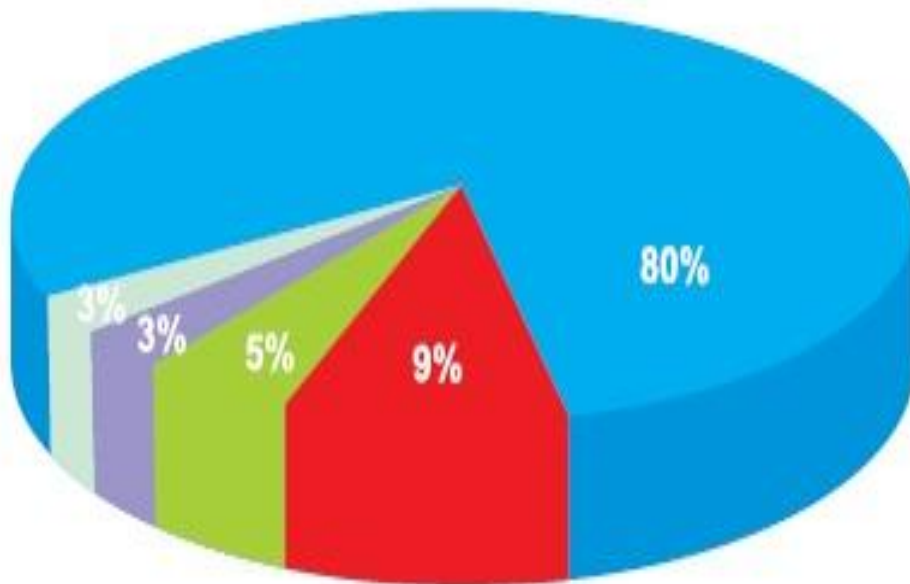
Автомобильная
индустрия

Медтехника

Платежные системы

Телекоммуникации

Сегментирование рынка 3D-MID КОМПОНЕНТОВ



- Телекоммуникации
- Корпусирование для микроэлектроники
- Автомобилестроение
- Медицинская техника
- Системы безопасности

Область применения

Антенны мобильных устройств – наиболее широкая область применения 3D-MID. Успех применения данной технологии в этих устройствах обеспечивается миниатюризацией, низкой стоимостью производства, высокой гибкостью проектирования и очень быстрым прототипированием. Кроме того, технология 3D-MID позволяет на одном компактном основании разместить антенну для работы в сотовых сетях, антенну для приема сигналов GPS, а также антенны для Bluetooth и Wi-Fi.



Область применения



900/1800 ГГц



2,4 ГГц



Конформные антенны
до 40 ГГц

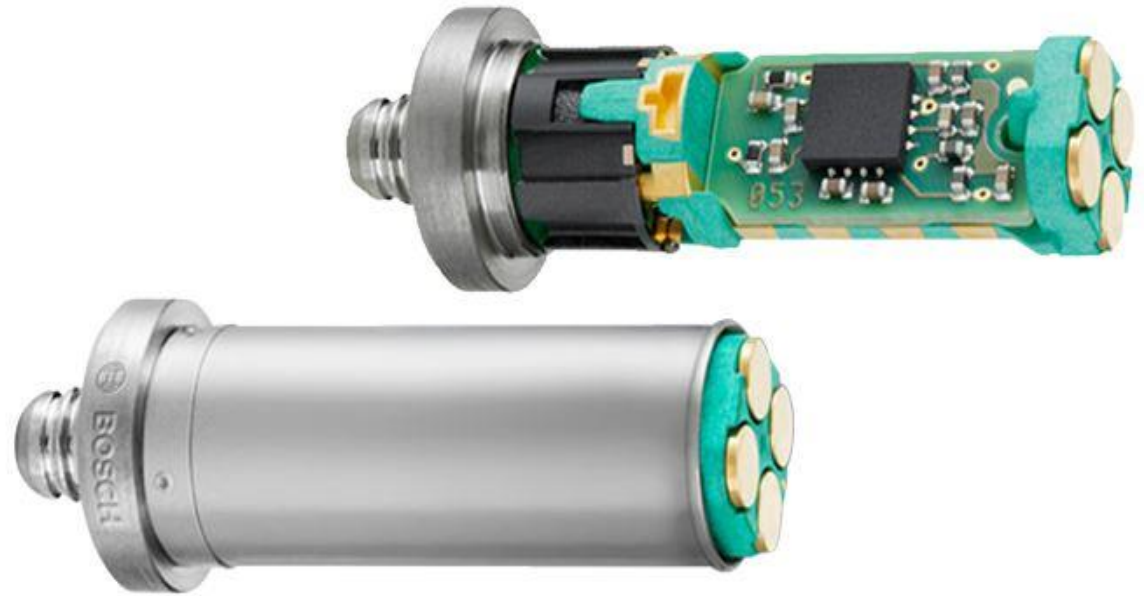
Область применения

Современные автомобили оснащаются всё большим числом датчиков, электронных систем помощи водителю, улучшающих комфорт и безопасность водителя и пассажира. Всё это требует существенного уменьшения числа деталей и снижения стоимости сборки, что может быть обеспечено применением технологии 3D-MID за счет значительного уменьшения числа кабелей и соединителей для повышения надежности, ускорения и упрощения сборки.



Мультифункциональное управление на руле
мотоцикла и автомобиля BMW

Область применения



Датчик давления Bosch для системы динамической стабилизации

Область применения

Задний фонарь легкового автомобиля
от компании Leoni



Переход с лампового освещения на
светодиодное

Область

применения

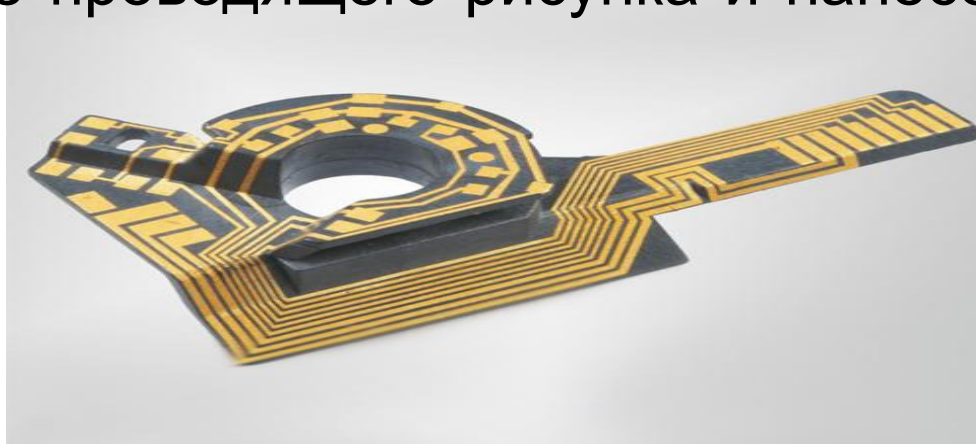
В медицине технология успешно применяется в таких устройствах, как инсулиновые помпы, слуховые аппараты, приборы для раннего распознавания кариеса, стоматологические наконечники бормашин и др. В частности, замена печатной платы в стоматологическом наконечнике на 3D-MID позволила уменьшить размеры наконечника, упростить конструкцию и расширить его функциональность. В устройстве объединено управление подачей горячей воды, воздуха и специальной подсветкой. Уменьшение массы и диаметра устройства положительно сказалось на его эргономике: уменьшилась усталость руки врача.



Технологии производства 3D-MID структур

Основания могут изготавливаться по технологии одно- или двухкомпонентного литья. В технологии двухкомпонентного литья используется сочетание двух термопластов, поверхность одного из которых после активации может быть металлизирована (за счет специальных добавок в термопласт), второго – нет.

В технологии однокомпонентного литья основание целиком изготавливается из термопласта, который может быть металлизирован после активации. Применяется как лазерная, так и химическая активация. После активации производится формирование проводящего рисунка и нанесение финишных покрытий.



Технологии производства 3D-MID структур

Рассмотрим основные операции распространенных процессов производства 3D-MID с применением **одно- и двухкомпонентного литья.**

Процессы с применением однокомпонентного литья

Прямое лазерное структурирование – LDS-процесс

Отличительная особенность применяемых в данной технологии термопластов состоит в том, что в их состав входит активируемый лазером металлоорганический комплекс. Участки отливки, на которых должен быть образован проводящий рисунок, обрабатываются лазером. Лазерный луч, во-первых, активирует добавку – металлоорганический комплекс в составе пластикового материала, а во-вторых, обеспечивает адгезию пластиковой поверхности структурированных областей к осаждённому слою металла. Шероховатость структурированных областей способствует надёжному сцеплению с металлическим слоем, который формируется в рамках последующей операции металлизации.

На активированных лазером областях осаждается слой химической меди, с последующим наращиванием слоя никеля над слоем меди и слоя золота – над слоем никеля. Также возможна металлизация и другими тонкими слоями.

Процессы с применением однокомпонентного литья

Процесс металлизации – наиболее чувствительный из всех в цепочке производства изделий 3D-MID. Необходимо отслеживать и управлять большим количеством параметров, причём большинством из них – в непрерывном режиме. Большое влияние на качество металлизации оказывают предшествующие операции техпроцесса – литьё, лазерное структурирование, а также конструкция детали.

Сборка электронных модулей на 3D-MID подобна сборке обычных модулей на печатных платах: можно применять соединения пайкой, проводящими клеями, разварку проволочных выводов и технологию flip-chip.

Процессы с применением однокомпонентного литья

ПРОЦЕСС

ПРОИЗВОДСТВА / LDS

(ПРЯМОЕ ЛАЗЕРНОЕ СТРУКТУРИРОВАНИЕ)

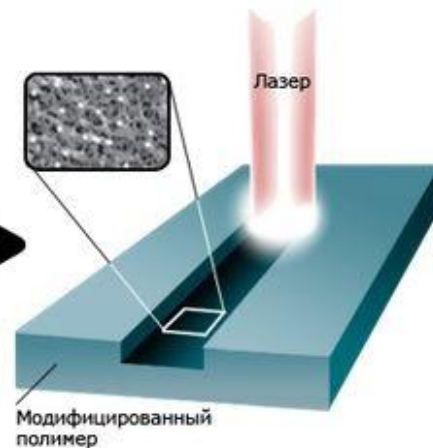
1. ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ:

однстадийное литье
компонента под давлением
из пластика, легированного
металлическим комплексом



2. ЛАЗЕРНАЯ АКТИВАЦИЯ:

формирование макета
структуры с помощью лазера



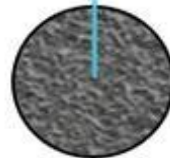
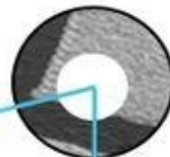
Процессы с применением однокомпонентного литья

ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА / LDS

(ПРЯМОЕ ЛАЗЕРНОЕ СТРУКТУРИРОВАНИЕ)

3. ПОКРЫТИЕ:

слой химической меди осаждается только на местах лазерной активации, слой никеля наращивается над слоем меди и слой золота над слоем никеля.



4. УСТАНОВКА КОМПОНЕНТОВ:

электронные компоненты устанавливаются с помощью пайки, сварки и т.д.



Процессы с применением двухкомпонентного литья

Двух стадийная заливка – 2S-процесс

Существует много разновидностей данного процесса. При данной реализации такого процесса, сначала создается заготовка из термопласта, который может быть металлизирован. На следующем этапе производится активация поверхности заготовки. После этого все участки поверхности заготовки, на которых не должно быть металлизации, покрываются слоем второго термопласта. Затем на открытые участки первого термопласта производится осаждение меди, формирующей проводники. На заключительном этапе наносится финишное покрытие.

У данного способа выделяют следующие недостатки: высокая стоимость оснастки, ограниченные возможности конструктивного исполнения, низкая пригодность для прототипирования и длительность разработки процесса.

Процессы с применением двухкомпонентного литья

ПРОЦЕСС

ПРОИЗВОДСТВА / 2S

(ДВУХ СТАДИЙНАЯ ЗАЛИВКА)

1. ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ:

Двух стадийное литье носителя двумя
пластиками – активированным
и не активированным.

2. ПОКРЫТИЕ

аналогично LDS процессу

3. УСТАНОВКА КОМПОНЕНТОВ

аналогично LDS процессу



Литье активированного
пластика



Литье обычного пластика



Нанесение покрытия
меди/никеля/золота

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

СООТВЕТСТВУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

LDS-процесс

- + Простой заливочный инструмент
- + Легкое изменение макета
- + Возможны «тонкие» структуры (150 μm)
- Процесс многоступенчатый (активация/очистка и т.д.)
- Возможно наличие мест, куда не может попасть лазер для активации поверхности и, соответственно, осаждения проводящего слоя

2S-процесс

- + Только 2-х шаговый процесс изготовления подложки
- + Возможен набор макетов
- + Высокая производительность процесса
- Сложный заливочный инструмент
- Ширина и расстояние между проводниками возможно только $> 300 \mu\text{m}$

КОГДА МОЖНО ПРИМЕНЯТЬ КАКОЙ ПРОЦЕСС?



LDS используется для небольших объемов производства и возможно большое количество возможных вариантов макета



2S используется для массового производства (> 1 миллиона изделий в год), возможно нанесение покрытий на большие площади и использование сложных макетов

ПОКРЫТИЕ (LDS И 2S)

СТАНДАРТНЫЕ ПОКРЫТИЯ И ТОЛЩИНЫ СЛОЕВ:

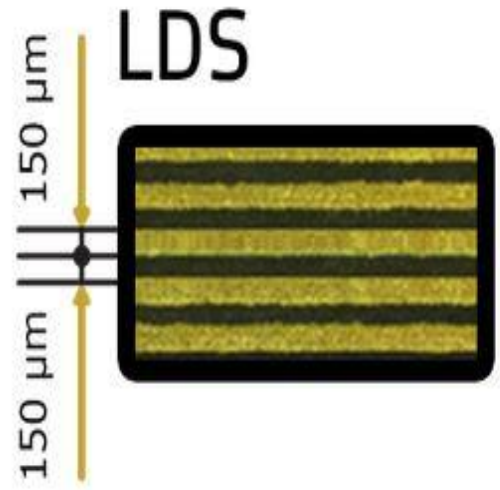
Медь/никель/золото
Cu: от 5 до 8 μm , NiP: от 5 до 8 μm ,
Au: от 0.05 до 0.1 μm
(другие толщины возможны)

СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ LDS:

Толщина проводника > 150 μm ;
расстояние > 150 μm

СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ 2S:

Толщина проводника > 300 μm ;
расстояние > 300 μm



Сборка и монтаж

Сборка электронных модулей на 3D-MID подобна сборке обычных модулей на печатных платах: можно применять соединения пайкой, проводящими клеями, разварку проволочных выводов и технологию flip-chip.

В случае, если применяемый термопласт выдерживает температуру пайки оплавлением, то возможна сборка по технологии поверхностного монтажа: существуют автоматы, способные устанавливать компоненты на 3D основания сложной формы. В противном случае используется групповая пайка оплавлением легкоплавкими припоями, точечная пайка или монтаж на токопроводящий клей.

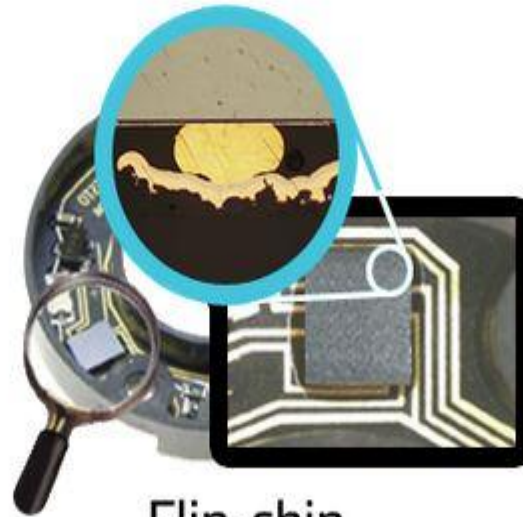
Сборка и монтаж

Рынок уже предлагает специализированные автоматы установки компонентов, ориентированных на технологию 3D-MID, и этот сегмент рынка демонстрирует быстрый рост (подробнее на слайдах – «Оборудование для создания 3D-MID»).

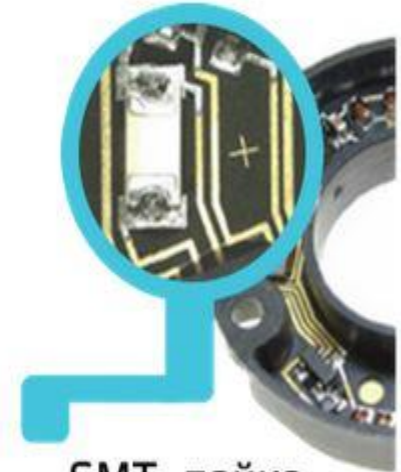
СБОРКА (LDS И 2S)

ПАЙКА:

бессвинцовая SMT пайка является стандартным процессом



Flip-chip
(NCA)



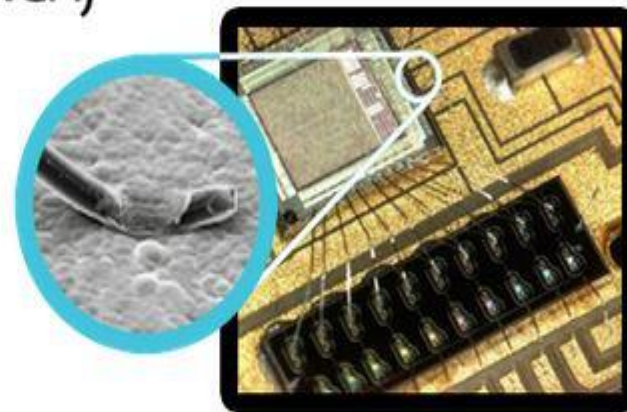
SMT- пайка

РАЗВАРКА ПРОВОДОМ:

клин-клин процесс с Al проводом 32 μm
(возможна разварка золотом)

FLIP-CHIP:

NCA процесс (не проводящий клей)



Разварка

«Движущие силы» – Преимущества технологии

3D-MID обеспечивают очень высокую гибкость проектирования за счет возможности интеграции электронных, механических и оптических элементов, широких возможностей относительно формы устройства, миниатюризации. Среди других преимуществ данной технологии стоит отметить меньшее число входящих в состав элементов, повышенную надежность, меньшую материалоемкость.

ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ ТЕХНОЛОГИИ

Гибкость конструирования

- Интеграция электронных, механических и оптических систем
- Высокая гибкость форм изделий
Миниатюризация
- Новая функциональность

Экономия

- Меньшее количество компонентов
- Короткий производственный процесс
- Возобновляемые расходные материалы
- Повышение надежности

Экологичность

- Сокращение количества используемых материалов
- Переработка материалов
- Снижение расхода материалов
- Некритичные загрязнения окружающей среды

Материалы

Выбор термопластов в основном определяется их ключевыми свойствами: температурами обработки и эксплуатации, показателем воспламеняемости, механическими и электрическими свойствами, пригодность к литью и металлизации, а также ценой. На рисунке приведены характеристики наиболее распространенных термопластов, применяемых в технологии 3D-MID.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ НОСИТЕЛЯ



Оборудование для создания 3D-MID

Линия, оснащенная 6-осевыми промышленными роботами

Установка компонентов на устройства 3D-MID имеет много общего с применяемыми в машиностроении традиционными и хорошо отлаженными за многие годы пространственными операциями обработки и сборки, поэтому ряд компаний пошел по пути использования в качестве сборочной головки гибких, свободно программируемых 6-осевых промышленных роботов.

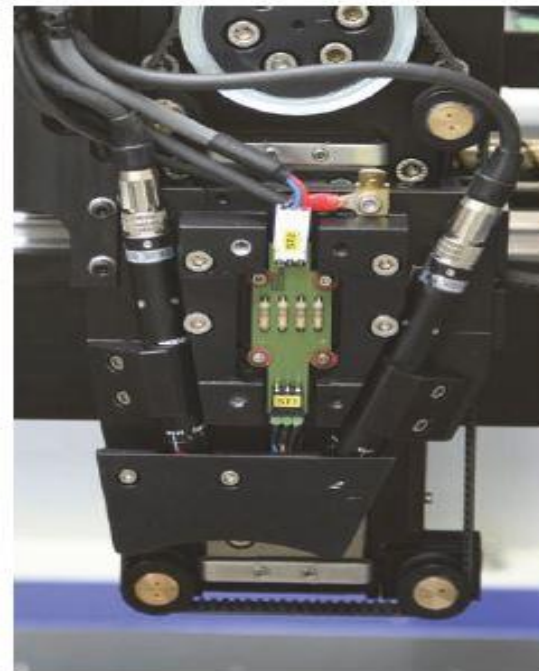
Линия, оснащенная 6-осевыми промышленными роботами



Примером может служить гибкая комплексная производственная линия (рис. сверху), служащая для выпуска трехмерных мехатронных сборок — переключателей для встраивания в руль мотоцикла (рис. снизу), а также прочих устройств 3D-MID с габаритами вплоть до 100 × 100 × 100 мм. Заявленное время цикла составляет 2...3 с на



Модульный автомат, оснащенный 3-D держателем монтажных оснований

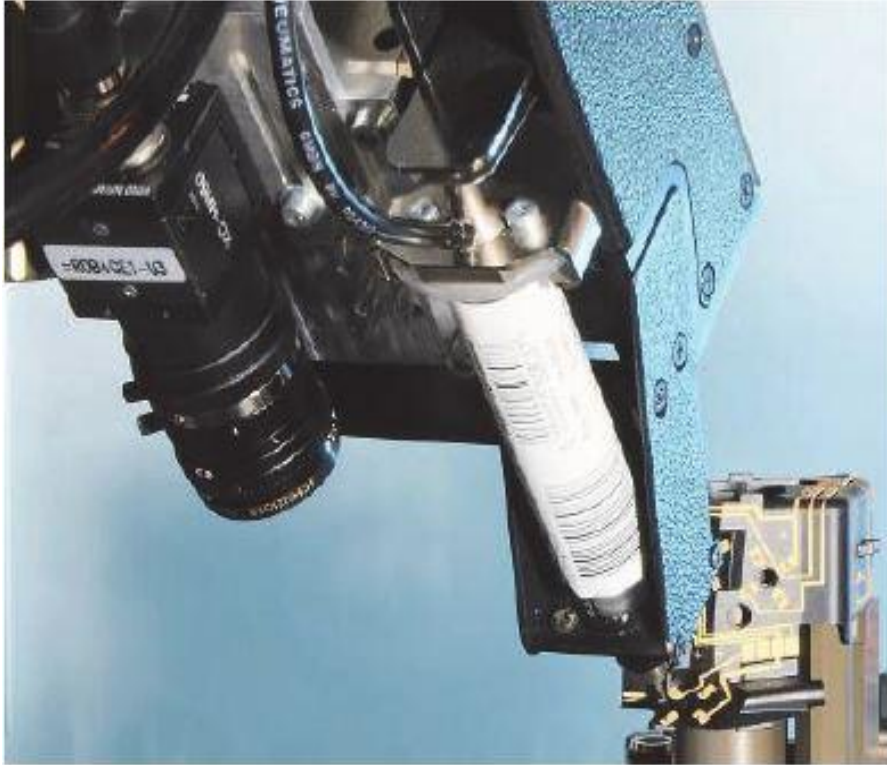


Еще одной реализацией сборки устройств 3D-MID является автомат, оснащенный в качестве модуля расширения 3D-держателем монтажных оснований. Примером может служить система трехмерной микросборки (рис. справа), или стереоскопическая система трехмерного технического зрения (СТЗ) (рис. слева).

Пример технологического процесса состоит из следующих основных этапов:

- входной контроль деталей 3D-MID;
- 3D-дозирование паяльной пасты с последующей оптической инспекцией областей нанесения (слайд ниже, рис. слева);
- 3D-установка компонентов поверхностного монтажа (слайд ниже, рис. справа);
- пайка с последующей трехмерной автоматической оптической инспекцией (АОИ);
- установка контактных штырьков;
- нанесение защитного покрытия;
- окончательная сборка и монтаж кабелей;
- окончательный функциональный контроль: оптический, электрический;
- упаковка готовых изделий.

Технологический процесс

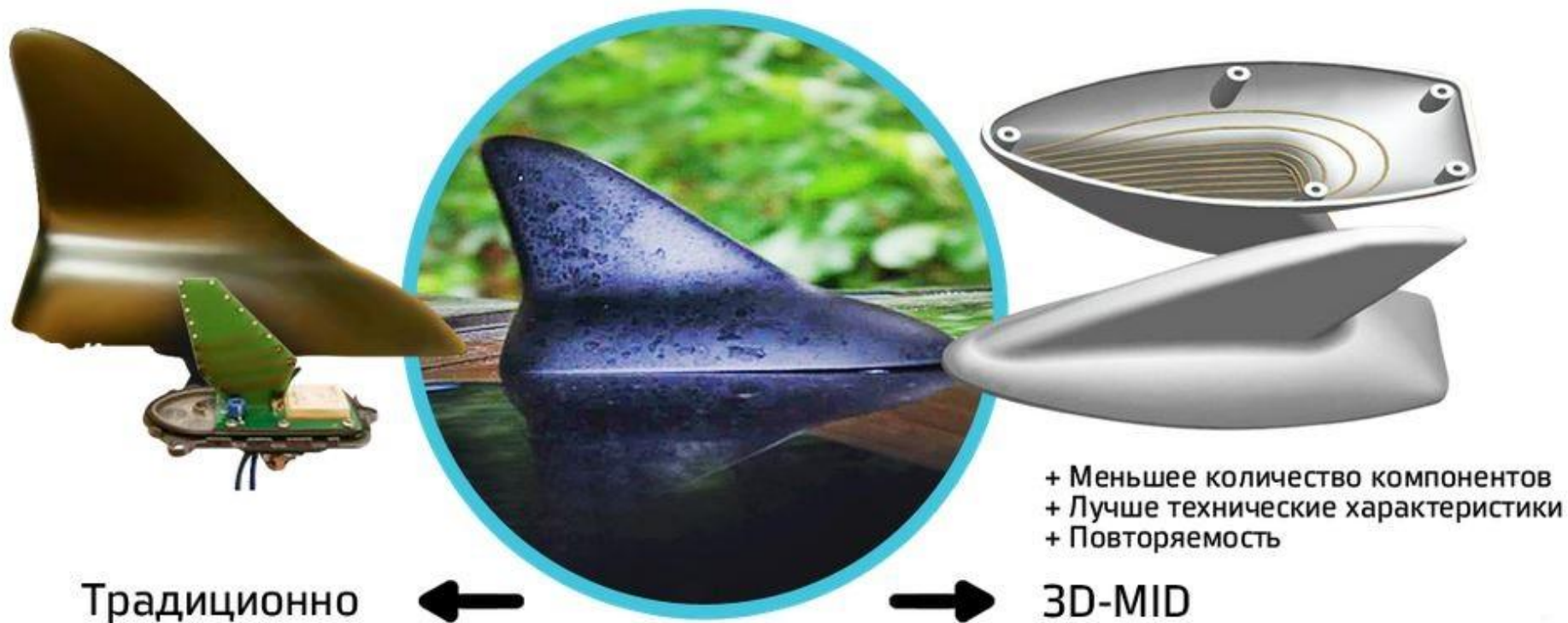


3D-дозирование паяльной пасты с последующей оптической инспекцией областей нанесения



3D-установка компонентов поверхностного монтажа

3D АВТОМОБИЛЬНАЯ АНТЕННА



СВЕТОДИОДНЫЕ ЛАМПЫ



Традиционно на РСВ ←

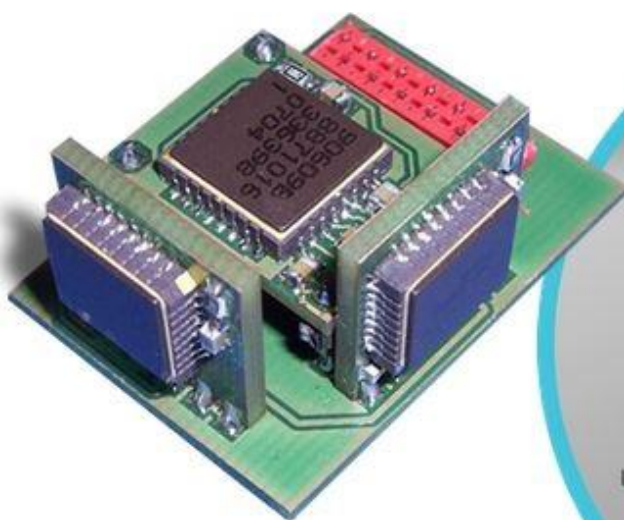
- + Меньшее количество компонентов
- + Простое производство
- + Свобода дизайна

→ 3D-MID

СВЕТОДИОДНАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ АРМАТУРА



ДАТЧИК ПЕРЕМЕЩЕНИЯ



- + Меньше количество компонентов
- + Выше точность
- + Меньше габариты

Традиционно на РСВ ←

→ 3D-MID

Заключение

Область применения технологии 3D-MID неуклонно расширяется, совершенствуются термопласты и технологические процессы. 3D-MID антенны завоевали себе место практически в каждом мобильном телефоне. И если 20 лет назад эта технология еще опережала свое время, то теперь можно с полной уверенностью утверждать, что ее время настало.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!