

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042583**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.03.01

(51) Int. Cl. **G05B 19/418** (2006.01)

(21) Номер заявки
202000135

(22) Дата подачи заявки
2019.12.05

(54) СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ КОНФИГУРИРУЕМОГО МОДУЛЯ

(43) **2021.06.30**

(56) CN-A-106031328

(96) **2019000130 (RU) 2019.12.05**

МЕДВЕДЕВ А. Печатные платы.

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

Требования для поверхностного монтажа.
Компоненты и технологии, № 10, 2007, с. 164-168

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
МЗТА" (RU)**

US-A1-20060213058

CN-A-101261499

KR-A-20160001444

(72) Изобретатель:
Тутунджян Агаси Корюнович (RU)

(74) Представитель:
Котлов Д.В. (RU)

(57) Изобретение относится к системе управления производством конфигурируемого модуля, являющейся комплексом технических решений, дополняющих существующие автоматизированные линии технологии поверхностного монтажа SMT (Surface Mount Technology) и снижающих временные затраты на перенастройку оборудования при изменении конфигурации производимого электронного устройства и изменении соответствующих комплектаций SMD-компонентов (Surface Mount Device). Система управления производством конфигурируемого модуля (SMT-линия) содержит блок управления SMT-линии, выполненный в виде систем автоматического управления технологическими процессами и технологическими единицами; модули технологических единиц, такие как модуль хранения комплектации; такие как печатные платы и SMD-компоненты; модуль подготовки и загрузки в линию печатных плат; модуль загрузки в линию SMD-компонентов; модуль по нанесению паяльной пасты на печатную плату; модуль по установке SMD-компонентов на печатную плату; модуль по пайке SMD-компонентов на печатную плату; модуль визуального контроля установленных компонентов; модуль тестирования печатной платы с установленными SMD-компонентами. Система дополнительно содержит подсистему автоматизированного формирования производственного задания, при этом для производства изделий используется универсальная печатная плата с избыточными контактными площадками и соответствующим местом для размещения SMD-компонентов. Подсистема автоматизированного формирования производственного задания представляет собой программный блок с возможностью удаленного web-доступа. Изобретение позволяет снизить трудоемкость работ, связанных с подготовкой программного файла с заданием для SMT-линии, а также технологического времени простоя SMT-линии при производстве уникальных конфигураций программируемого логического контроля и снизить набор технологических операций автоматизированной сборки и монтажа печатных плат.

B1

042583

042583

B1

Область техники

Изобретение относится к системе управления производством конфигурируемого модуля, являющейся комплексом технических решений, дополняющих существующие автоматизированные линии технологии поверхностного монтажа SMT (Surface Mount Technology) и снижающих временные затраты на перенастройку оборудования при изменении конфигурации производимого электронного устройства и изменении соответствующих комплектаций SMD-компонентов (Surface Mount Device).

Уровень техники

Известны автоматизированные линии технологии поверхностного монтажа (SMT), далее по тексту SMT-линии, для монтажа SMD-компонентов на печатные платы, далее по тексту ПП, состоящие из отдельных единиц автоматизированного производственного оборудования, которое выполняет отдельные технологические операции, входящие в технологический процесс монтажа SMD-компонентов на печатные платы. В зависимости от масштаба производства и уровня автоматизации, в SMT-линию может входить следующее оборудование: оборудование хранения комплектации, оборудование подготовки и загрузки в линию ПП, оборудование загрузки в линию SMD-компонентов, оборудование по нанесению паяльной пасты на ПП, оборудование по установке SMD-компонентов на ПП, оборудование по пайке SMD-компонентов на ПП, оборудование визуального контроля установленных компонентов, оборудование тестирования ПП с установленными SMD-компонентами.

SMT-линия позволяет изменять номенклатуру производимых на ней изделий, в рамках габаритных ограничений ПП этих изделий, предельной номенклатуры SMD-компонентов на одно изделие и габаритных размеров SMD-компонентов, устанавливаемых на ПП. Соответственно, изделие задается конкретной ПП и устанавливаемой на неё SMD-комплектацией.

Используемая в SMT-линии комплектация, ПП и SMD-компоненты, идентифицируются. ПП, на которую устанавливаются SMD-компоненты, может не идентифицироваться, так как идентификационный признак ПП не требуется в процессе производства (однако он необходим для отслеживания жизненного цикла изготовленного изделия после его производства). SMD-компоненты идентифицируются групповым способом - на уровне учета носителя SMD-компонента, далее по тексту SMD-носителя, позволяющего получать данные как о типе и номинале присутствующего на носителе SMD-компонента, так и об учетном номере SMD-носителя с этим видом SMD-компонентов, позволяющим оценивать производственные запасы по данному SMD-компоненту.

Управление SMT-линией осуществляется специализированным ПО как встроенным в оборудование, обеспечивающим функциональность отдельных автоматизированных единиц оборудования, так и общесистемным, обеспечивающим взаимодействие оборудования, обеспечение производственного процесса по расходным материалам, в том числе учет SMD-компонентов, комплексную оценку производственного процесса и качества произведенной продукции.

Обеспечение SMT-линии комплектацией производится в ручном или автоматическом режиме, путем загрузки ПП в линию, а также размещения SMD-носителей в питателях установщика SMD-компонентов, далее по тексту питатели.

Процесс монтажа SMD-компонентов на ПП начинается с нанесения паяльной пасты на ПП непосредственно в места установки SMD-компонентов на ПП. Паяльная паста наносится посредством трафарета. Далее, установщики SMD-компонентов забирают SMD-компоненты из питателей и устанавливают их на ПП на заданные места, покрытые паяльной пастой в зоне контактных площадок. Впоследствии, ПП и установленными на неё SMD-компонентами поступает в конвейерную печь, в которой в результате контролируемого нагрева паяльная паста расплавляется, после охлаждения ПП SMD-компоненты оказываются припаянными к ПП. На этом основной производственный процесс монтажа SMD-компонентов на ПП заканчивается. Последующие операции визуального и параметрического контроля могут быть как в составе SMT-линии, так и находиться за её пределами.

Производство изделий типа программируемого логического контроллера, далее по тексту ПЛК, под заказ, для конкретных задач автоматизации имеет следующую специфику:

- типовой корпус с ограниченным набором выводов/клемм,
- высокая вариативность функциональных устройств внутри ПЛК, подключаемых к данным клеммам.

При необходимости производства широкой номенклатуры конфигураций ПЛК требуется соответствующая перенастройка оборудования. Одни операции по перенастройке носят виртуальный характер, в виде смены программы и практически не требуют производственного времени SMT-линии. Другие операции имеют физический характер, при этом одни операции, в частности по замене SMD-компонентов в питателях, могут производиться без остановки процесса производства или при полной замене комплектации с остановкой на несколько минут, другие, в частности смена типов питателей или замена трафарета, могут занимать до 40 мин, а изменение параметров высокоинерционного процесса термической пайки может достигать 1 ч простоя оборудования. Общая задержка времени может достигать 2-4 ч, в зависимости от конфигурации изделия.

Для обеспечения широкого спектра конфигураций ПЛК требуется большое количество вариантов ПП, на которых обеспечивается установка SMD-компонентов.

Системы управления существующих SMT-линий охватывает практически весь производственный процесс: операции идентификации, хранения, подачи на линию и учет расхода комплектации, процессы установки SMD-компонентов на ПП, процессы пайки SMD-компонентов, процессы визуального контроля. При необходимости SMT-линии могут быть дополнены средствами автоматизированного контроля.

Задание для SMT-линии поступает в виде загружаемых в систему управления файлов, содержащих сведения о комплектующих изделиях и местах их установки на ПП. Файлы с заданиями на производство прибора создаются вне SMT-линии посредством специального ПО, посредством ручного внесения изменений в ПО в части требований к характеристикам конкретной конфигурации и соответствующей спецификации прибора.

Из уровня техники известен способ монтажа электронных компонентов на основе индивидуальных параметров (см. [1] DE 102009042653, МПК H05K 13/00, опубл. 31.03.2011). Недостатками аналога являются узкая номенклатура конфигураций и необходимость в переналадке оборудования при смене индивидуальных параметров.

Сущность изобретения

Технической задачей, стоящей перед изобретением, является организация производства индивидуальных конфигураций ПЛК от единичного изделия без временных затрат на физическую перенастройку оборудования в части замены конфигурации питателей и замены трафарета для нанесения паяльной пасты, а также "обнуление" трудоемкости подготовки файлов индивидуальной конфигурации.

Техническим результатом заявленного изобретения является снижение трудоемкости работ, связанных с подготовкой программного файла с заданием для SMT-линии, а также технологического времени простоя SMT-линии при производстве уникальных конфигураций ПЛК и снижение набора технологических операций автоматизированной сборки и монтажа печатных плат.

Задача решается, а технический результат достигается за счет системы управления производством конфигурируемого модуля (SMT-линия), содержащего блок управления SMT-линии, выполненный в виде систем автоматического управления технологическими процессами и технологическими единицами, модули технологических единиц, такие как модуль хранения комплектации; такие как печатные платы и SMD-компоненты; модуль подготовки и загрузки в линию печатных плат; модуль загрузки в линию SMD-компонентов; модуль по нанесению паяльной пасты на печатную плату; модуль по установке SMD-компонентов на печатную плату; модуль по пайке SMD-компонентов на печатную плату; модуль визуального контроля установленных компонентов; модуль тестирования печатной платы с установленными SMD-компонентами, при этом система дополнительно содержит подсистему автоматизированного формирования производственного задания, при этом для производства изделий используется универсальная печатная плата с избыточными контактными площадками и соответствующим местом для размещения SMD-компонентов. Также технический результат достигается за счет того, что подсистема автоматизированного формирования производственного задания представляет собой программный блок с возможностью удаленного web-доступа.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1. Блок-схема автоматизированной SMT-линии.

Фиг. 2. Блок-схема подсистемы автоматизированного формирования производственного задания.

Осуществление изобретения

Сущность технического решения заключается в комплексном решении на уровне трассировки ПП, подбора компонентов и ПО, обеспечивающего формирование задания для SMT-линии:

1) обеспечение возможности реализации всех возможных конфигураций прибора на базе одной универсальной ПП, в которой заложена избыточность контактных площадок, позволяющих устанавливать все используемые в конфигурациях комплектующие;

2) использование для формирования задания на производство SMT-линии любой из возможных конфигураций ПЛК, промежуточного универсального файла, в котором указаны все возможные к применению компоненты и все возможные места их размещения (на одном установочном месте виртуально может быть одновременно размещено несколько компонентов).

Управляющий файл, актуальный для конкретной конфигурации прибора и направляемый в SMT-линию, формируется путем отключения в исходном файле всех неиспользуемых вариантов применения SMD-компонентов и их размещения. Изменение универсального файла комплектации и размещения SMD-компонентов осуществляется с помощью специализированного ПО, выполненного на базе web-технологий, позволяющих удаленно формировать требуемую конфигурацию непосредственно заказчику индивидуальной конфигурации прибора.

Описание устройства в статике.

SMT-линия представляет собой комплекс, состоящий из отдельных технологических единиц автоматизированного производственного оборудования, выполняющих отдельные технологические операции, расположенные относительно друг друга в порядке выполнения технологических операций, и системы управления SMT-линии.

Представленный на фиг. 1 состав SMT-линии обеспечивает минимальный набор технологических

операций автоматизированной сборки и монтажа печатных плат. Он может быть расширен как в сторону предварительных операций (автоматизированные системы хранения и транспортировки комплектации), так и в сторону пост-монтажных сборочных работ.

Система управления производством конфигурируемого модуля (SMT-линия) содержит:

блок управления SMT-линии, выполненный в виде систем автоматического управления технологическими процессами и технологическими единицами;

модули технологических единиц, такие как модуль хранения комплектации; такие как печатные платы и SMD-компоненты;

модуль подготовки и загрузки в линию печатных плат (при этом используется универсальная печатная плата с избыточными контактными площадками и соответствующим местом для размещения SMD-компонентов);

модуль загрузки в линию SMD-компонентов;

модуль по нанесению паяльной пасты на печатную плату;

модуль по установке SMD-компонентов на печатную плату;

модуль по пайке SMD-компонентов на печатную плату;

модуль визуального контроля установленных компонентов;

модуль тестирования печатной платы с установленными SMD-компонентами;

подсистему автоматизированного формирования производственного задания.

Система управления SMT-линии двухуровневая: на нижнем уровне находятся встроенные в технологические единицы системы автоматизированного управления, на верхнем уровне находится автоматизированная система управления технологическим процессом (далее АСУ ТП), выполняющая управление производственным заданием линии посредством программной настройки оборудования и согласованного его взаимодействия.

В системе управления SMT-линии имеется подсистема автоматизированного формирования производственного задания (уникальной конфигурации изделия), которая представляет собой программный блок с возможностью удаленного web-доступа (см. фиг. 2).

В технологическом процессе используется универсальная ПП, обладающая избыточными контактными площадками и соответствующим местом для размещения SMD-компонентов.

В качестве источника данных, содержащего информацию о комплектации и местах её размещения на печатной плате, используются специальные файлы, в формате csv. Первый файл - это избыточная спецификация, содержащая все возможные компоненты, применяемые при всех возможных вариантах установки, с указанием цены на эти компоненты. Второй файл - это избыточное задание на размещение всех возможных компонентов на ПП, с указанием их мест размещения и углов поворота, для всех возможных конфигураций. В избыточном задании на одном месте могут располагаться два и более компонента.

Также в качестве источника данных для построения сборочных чертежей, применяемых на последующих этапах производства после монтажа SMD-компонентов на ПП (для последующего ручного монтажа компонентов и установки ПП в корпус), применяется библиотека файлов изображений ПП и устанавливаемых на неё компонентов. Изображения могут быть растровые и/или векторные.

Web-конфигуратор требований к прибору (см. фиг. 2) представляет собой web-страницу с полями конструктора, в которых могут устанавливаться требования к конфигурируемому прибору в разрезе необходимых системы/микроконтроллера, аналоговых каналов, цифровых каналов, силовых каналов и интерфейсов.

В загрузчике ПП присутствуют ПП, на трафаретный принтер установлен трафарет для универсальной ПП, к установщикам SMD-компонентов подключены питатели с установленными в них катушками с компонентами с неполной номенклатурой компонентов.

Избыточная 3D-модель собранной ПП содержит сборку моделей ПП и всех возможных электронных компонентов, которые могут быть установлены на ПП. Размещенные компоненты могут конфликтовать между собой, например размещаться на одних и тех же контактных площадках и/или одновременно занимать одни и те же точки виртуального пространства.

Есть электронный документ шаблона паспорта изделия, в котором помимо постоянного текста имеются пустые поля для заполнения теми значениями характеристик прибора, которые задает пользователь.

Описание устройства в действии.

Первым этапом осуществляется формирование задания на производство индивидуальной конфигурации через web-конфигуратор. Пользователь осуществляет задание требуемых характеристик прибора посредством выбора опций, соответствующих необходимому количеству входов и выходов в приборе, их типу и характеристикам. По результатам формирования требований заданной конфигурации для указанных входов-выходов прибора назначаются компоненты, которые должны обеспечить требуемые технические показатели, этой конфигурации присваивается уникальный шифр, в который записываются все заданные характеристики прибора, а также рассчитывается конечная цена прибора исходя из выбранной комплектации.

Далее шифр поступает в фильтр спецификации SMD-компонентов, который обрабатывает исход-

ный избыточный файл с указанием комплектации, или посредством удаления строк (и при создании документов для чтения человеком, и при создании для чтения автоматами), соответствующих отсутствующим в шифре позициям, или посредством выставления в этих строках меток (для использования в автоматизированных системах), указывающих на то, что данные, расположенные в этих строках файла, не должны учитываться. В результате обработки формируется актуальный файл комплектации с указанием перечня элементов и их позиционных обозначений в электрической принципиальной схеме прибора, соответствующей заданной конфигурации прибора. Данный файл может быть представлен в виде электронного документа, в том числе в формате, позволяющем распечатать бумажный документ, предназначенного для использования человеком для сбора комплектации на складе и установки в питатели. Данный файл также может быть представлен в любом формате, необходимом для использования в автоматизированных системах обеспечения SMT-линии комплектацией, например в автоматизированных складах.

Далее, массив данных, содержащийся в актуальном файле комплектации, направляется в фильтр позиций SMD-компонентов, где на основании позиционных обозначений элементов, указанных в массиве данных актуального файла комплектации, из файла с избыточным перечнем комплектующих изделий и соответствующим им мест размещения, так же как и на предыдущем этапе, или удаляются строки с компонентами и местом их расположения, позиционные обозначения в электрической принципиальной схеме прибора которых отсутствуют в массиве данных актуального файла комплектации, или в этих строках ставятся метки, содержащие команду для системы управления автоматизированного установщика об игнорировании данной строки. В результате обработки формируется или актуальный файл задания на размещение комплектации изделия на ПП с указанием элементов и их позиционных мест расположения на ПП, для заданной конфигурации прибора, или готовая управляющая программа для системы управления установщика SMD-компонентов на печатную плату (формат и тип файла - задание или программа, определяются особенностью модели установщика SMD-компонентов).

После формирования файла с заданием на размещение SMD-компонентов для установщика SMT-линии производится ручная или автоматическая подготовка линии: на основании актуального файла комплектации осуществляется получение со склада комплектующих, установка носителей и комплектующих (катушек с лентой с SMD-компонентами) в питатели.

Осуществляется ручная или автоматическая загрузка в линию файла с заданием на размещение SMD-компонентов или подготовленной управляющей программы.

После загрузки программы и приведения в готовность питателей SMT-линия запускается.

С целью обеспечения выполнения постмонтажных ручных операций, таких как установка оставшихся к размещению компонентов, установка в корпус ПП с установленными SMD-компонентами, установка дополнительных конструктивных элементов, осуществляется автоматизированная подготовка файлов со сборочным чертежом и 3D-моделью. Также для потребителей автоматически формируется паспорт изделия соответствующей заданной конфигурации.

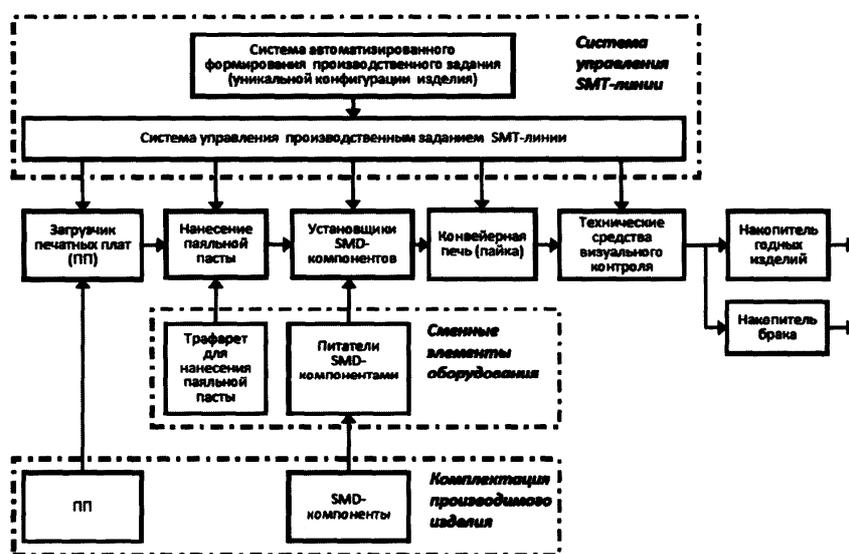
Сборочный чертеж формируется в HTML-конструкторе программным способом - генерируется изображение необходимого вида посредством задания размещения на виде ПП графических примитивов, соответствующих видам электронных компонентов актуальной комплектации, в заданных точках координат и под заданными углами. Места размещения видов компонентов и их углы разворота на виде ПП определяются соответствующими данными из файла задания на размещение компонентов. Графические элементы ПП и электронных компонентов могут быть растровые и/или векторные. Выходной документ формируется в формате PDF, при необходимости может быть трансформирован в растровый формат.

Формирование актуальной 3D модели собранной ПП осуществляется посредством удаления из текста файла избыточной 3D-модели, собранной ПП фрагментов текста/кода, задающих описание расположения тех электронных компонентов, которые отсутствуют в массиве данных актуальной комплектации. Идентификация этих компонентов осуществляется на основании позиционных обозначений электронных компонентов. В результате удаления этих блоков все модели отсутствующих на ПП компонентов располагаются в точке начала системы координат, которая располагается или за пределами ПП, или в углу ПП, где отсутствуют штатно располагаемые компоненты. Также из текста файла избыточной 3D-модели могут быть удалены отдельные фрагменты, соответствующие описанию 3D-моделей отсутствующих на ПП типов электронных компонентов. Соответственно, в этом случае в актуальной 3D-модели собранной ПП изображение отсутствующих, в актуальной спецификации, электронных компонентов также будет отсутствовать в нулевой точке.

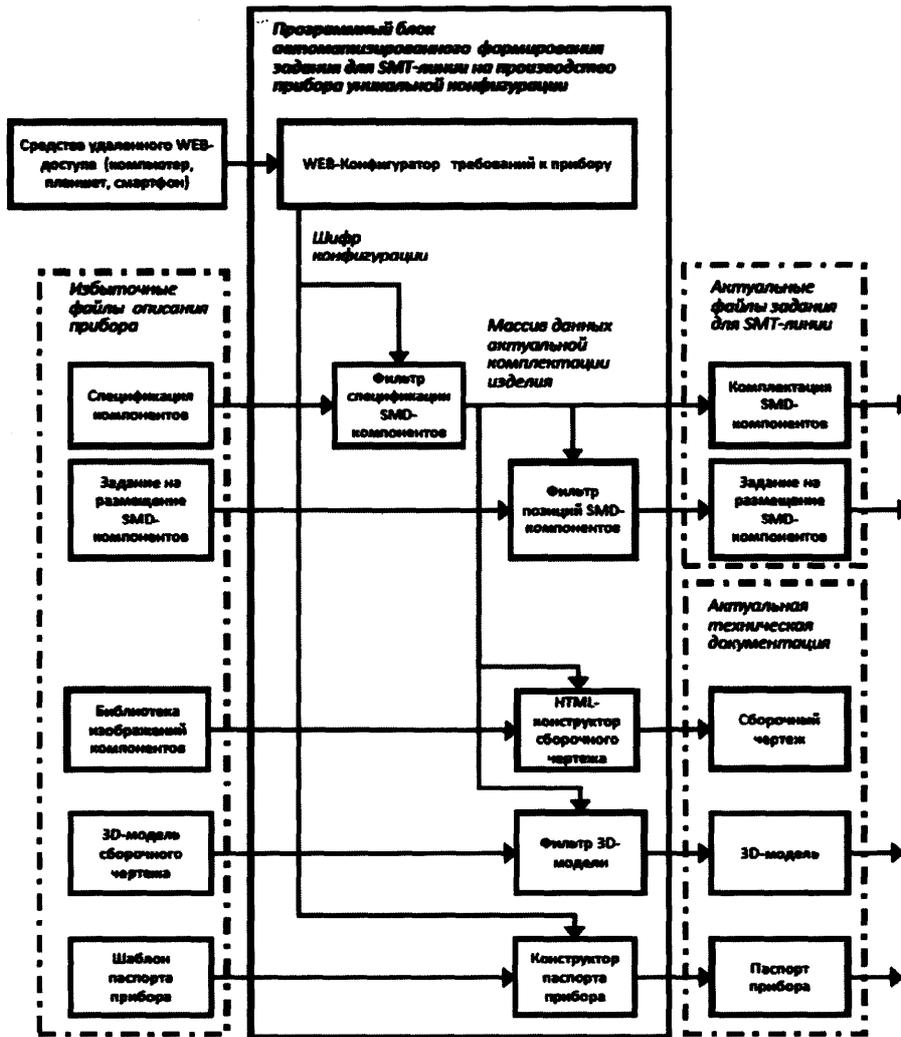
Актуальный паспорт для заданной конфигурации изделия формируется в конструкторе паспорта прибора путем автоматизированного внесения в шаблон паспорта заданных потребителем/пользователем характеристик необходимой ему конфигурации изделия. Вносимые в шаблон паспорта значения извлекаются из шифра конфигурации изделия. Сформированный итоговый файл актуального паспорта формируется в pdf-формат, используемый в дальнейшем для распечатки на бумажном носителе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Система управления производством конфигурируемого модуля автоматизированной линии технологии поверхностного монтажа SMT (Surface Mount Technology), содержащая блок управления SMT-линии, выполненный в виде систем автоматического управления технологическими процессами и технологическими единицами, модули технологических единиц, такие как модуль хранения комплектации, такие как печатные платы и SMD-компоненты (Surface Mount Device); модуль подготовки и загрузки в линию печатных плат; модуль загрузки в линию SMD-компонентов; модуль по нанесению паяльной пасты на печатную плату; модуль по установке SMD-компонентов на печатную плату; модуль по пайке SMD-компонентов на печатную плату; модуль визуального контроля установленных компонентов; модуль тестирования печатной платы с установленными SMD-компонентами, отличающаяся тем, что дополнительно содержит подсистему автоматизированного формирования производственного задания, выполненную с возможностью удаленно, через web-интерфейс, задавать требования к заказываемому конечному изделию и формировать файлы для системы управления установщика SMD-компонентов на печатную плату, имеющую посадочные места и контактные площадки для SMD-компонентов в количестве, обеспечивающем реализацию любых возможных конфигураций конечного изделия.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2