

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036142**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.10.05

(51) Int. Cl. **B64G 1/10** (2006.01)

(21) Номер заявки
201791314

(22) Дата подачи заявки
2015.12.11

(54) **МОДУЛЬНАЯ АРХИТЕКТУРА МИКРОСПУТНИКОВ**

(31) **TO2014A001042**

(56) **US-A1-2007029446
US-B1-6206327**

(32) **2014.12.15**

(33) **IT**

(43) **2017.09.29**

(86) **PCT/IB2015/059556**

(87) **WO 2016/097955 2016.06.23**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ТАЛЬ АЛЕНИЯ СПЕЙС ИТАЛИЯ
С.П.А. КОН УНИКО СОЧИО (IT)**

(72) Изобретатель:
**Лумака Франческо, Орондзо
Джузеппе (IT)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Представленное изобретение касается способа создания микроспутника, содержащего предоставление модулей первого типа (1), сконфигурированных, чтобы вмещать в себя электронные платы (11, 12, 13, 14) микроспутника; модулей второго типа (2), сконфигурированных, чтобы вмещать в себя устройства и системы (21, 22, 23, 24) микроспутника; и модулей третьего типа (3), содержащих первые и вторые интерфейсные средства (31, 32), сконфигурированные, чтобы быть соединенными с ракетой-носителем и с внешними приборами микроспутника соответственно; упомянутые модули третьего типа (3) сконструированы, чтобы принуждать тело (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8) иметь заранее определенную высоту; причем все модули первого, второго и третьего типов (1, 2, 3) конфигурируются, чтобы быть уложенными в стопу независимо от типа. Способ далее содержит создание тела (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8), укладывание в стопу модулей различных типов, причем уложенные в стопу модули включают в себя по меньшей мере один модуль второго типа (2) и по меньшей мере один модуль третьего типа (3).

B1

036142

036142

B1

Область техники

Представленное изобретение касается главным образом модульной архитектуры, оптимизированной для создания микроспутников, и в частности способа и системы для создания микроспутников на основании упомянутой модульной архитектуры.

Уровень техники

Как известно, среднее время, необходимое для создания спутника сегодня, даже при использовании консолидированных технологий составляет все еще по меньшей мере от 24 до 30 месяцев. Эти временные рамки считаются адекватными для стратегических космических полетов, но являются очевидно слишком длинными для полетов, которые не могут быть запланированы долгое время заранее, такие как, например, космические полеты, предназначенные для тактических военных операций или для требований мониторинга с коротким уведомлением.

Фактически обычно каждый спутник разрабатывается явно для конкретного полета, для которого он предназначен, таким образом представляя оптимальное решение для этого полета, но в то же самое время решение, жестко связанное с этим полетом.

В частности, в настоящее время для каждого нового полета необходимо почти полностью повторить конструкцию, усовершенствование и испытание спутника или спутников, предназначенных для этого полета так же, как электронные, механические и другие системы, установленные на борту спутника(ов), так как заранее существующие решения являются трудными для повторного использования и, даже когда они могут быть повторно использованы, все еще необходимы модификации, а, следовательно, также новые испытания.

Все это влечет за собой чрезвычайно высокие затраты и очень большие временные рамки для достижения цели процесса, а именно запуска спутников на орбиту.

В последние годы технологические разработки позволяют создавать даже меньшие спутники в терминах массы и размера, способных к выполнению увеличивающегося количества функций. Обычно спутник маленькой массы и размера обеспечивает ряд преимуществ относительно традиционных "больших" спутников, в частности в основном подразумевая более низкие затраты и время производства. Поэтому спутники маленькой массы и размера, такие как так называемые микроспутники, например, все больше используются для космических полетов, которые имеют ограниченный бюджет полета и/или не могут быть заранее запланированными (например, потому что они настроены так, чтобы отвечать на внезапные потребности, которые не могут быть предвидены).

К сожалению, однако, в настоящее время даже эти спутники маленькой массы и размера, такие как так называемые микроспутники, например, продолжают создаваться с вышеупомянутым традиционным подходом к конструкции, усовершенствованию и испытанию, используемым для традиционных "больших" спутников. Легко предположить, что данный подход не позволяет уменьшить время производства и затраты ниже некоторого предела, следовательно, это эффективно ограничивает использование этого типа спутника.

Таким образом, сегодня в космической/спутниковой промышленности все более и более чувствуется потребность в дальнейшем уменьшении времени производства и затрат на спутники маленькой массы и размера, в особенности микроспутников, чтобы отвечать на все более и более давящие требования соответствующего рынка.

Одно возможное решение этой потребности предоставлено в заявке US 2007/0029446 A1, которая описывает способ для реализации модульной платформы для конструирования спутников и других космических платформ.

В частности, способ, описанный в US 2007/0029446 A1, содержит идентификацию множества функциональных элементов и их ассоциированных функциональных подпрограмм, потенциально применимых на борту спутника; ассоциирование функциональных подпрограмм друг с другом стратегическим способом; деление функциональных подпрограмм, чтобы задать множество подсистем; и извлечение множества модулей из множества подсистем, причем каждый из модулей сконфигурирован, чтобы функционально стыковаться по меньшей мере с одним другим модулем, чтобы сконструировать работающий спутник, способный к осуществлению заранее определенного количества упомянутых функциональных подпрограмм.

Другими словами, чтобы обеспечить решение вышеупомянутой потребности в уменьшении времени производства и затрат на спутник, US 2007/0029446 A1 предполагает использование модульной архитектуры. К сожалению, однако, вышеупомянутое решение, описанное в US 2007/0029446 A1, является настолько общим и абстрактным, что, что бы там ни было, оно не может фактически быть применено и использоваться оператором в космической/спутниковой промышленности, таким как заявитель, чтобы эффективно уменьшить время производства и затраты спутника, в частности микроспутника.

Задача и сущность изобретения

Как известно, термин "микроспутник" обычно используется для обозначения искусственного спутника с массой от 10 до 100 кг. Однако это не является официальной условностью, и иногда термин "микроспутник" также используется для обозначения спутника с массой меньше чем 10 кг или больше чем

100 кг. Поэтому ради ясности желательно уточнить здесь, что в следующем описании и определении изобретения, которые формируют предмет настоящей патентной заявки, термин "микроспутник" будет использоваться для обозначения искусственного спутника с массой, меньшей чем или самое большее равной 150 кг.

Заявитель осуществил всестороннее исследование, чтобы успешно решить вышеупомянутой потребности в сокращении времени производства и затрат микроспутников. Благодаря этому всестороннему исследованию заявитель разработал представленное изобретение, которое относится к модульной архитектуре, оптимизированной для создания микроспутников, которое, в отличие от общего и абстрактного решения, описанного в US 2007/0029446 A1, действительно является применимым и практичным и позволяет эффективно уменьшить время производства и затрат на микроспутник.

Поэтому задача представленного изобретения состоит в том, чтобы обеспечить решение вышеупомянутой потребности в уменьшении времени производства и затрат на микроспутники.

Эта и другие задачи представленного изобретения достигаются ввиду того, что оно относится к способу и модульной системе для создания микроспутника, как определено в приложенной формуле изобретения.

В частности, способ для создания микроспутника согласно представленному изобретению, содержит обеспечение

модулей первого типа, сконфигурированных, чтобы вмещать в себя электронные платы микроспутника,

модулей второго типа, сконфигурированных, чтобы вмещать в себя устройства и системы микроспутника;

модулей третьего типа, которые содержат первое интерфейсное средство, сконфигурированное для соединения с ракетой-носителем,

содержат второе интерфейсное средство, сконфигурированное для соединения с внешними приборами микроспутника, и

разработаны, чтобы принудить тело микроспутника иметь заранее определенную высоту;

причем все модули первого, второго и третьего типов конфигурируются, чтобы укладываться в стопу независимо от типа.

Упомянутый способ далее содержит создание тела микроспутника посредством укладывания в стопу модулей различных типов, где уложенные в стопу модули включают в себя по меньшей мере один модуль второго типа и по меньшей мере один модуль третьего типа.

Предпочтительно упомянутые уложенные в стопу модули также включают в себя по меньшей мере один модуль первого типа.

Выгодно, что создание тела микроспутника содержит выполнение следующих операций:

предоставление электронных плат, устройств и систем, разработанных, чтобы быть установленными на борту микроспутника, и после установки на борту микроспутника принуждение последнего становиться конфигурируемым для осуществления заранее определенного полета;

вмещение упомянутых электронных плат в одном или более упомянутых модулей первого типа, таким образом, получая один или более соответствующих первых модулей, которые должны использоваться для создания тела микроспутника;

вмещение упомянутых устройств и упомянутых систем в одном или более упомянутых модулей второго типа, таким образом, получая один или более соответствующих вторых модулей, которые должны быть использованы для создания тела микроспутника;

обеспечение порядка укладывания в стопу упомянутых первых и вторых модулей, вставку в упомянутый порядок укладывания в стопу также одного или более упомянутых модулей третьего типа, таким образом, получая один или более соответствующих третьих модулей, которые должны использоваться для создания тела микроспутника, при этом каждый третий модуль вставлен в упомянутый порядок укладывания в стопу, чтобы осуществить по меньшей мере одну из следующих функций:

принуждение тела микроспутника иметь заранее определенную высоту,

разделение промежутком двух модулей, предназначенных согласно упомянутому порядку укладывания в стопу для укладывания в стопу непосредственно выше и ниже упомянутого третьего модуля,

увеличение объема вместимости второго модуля, предназначенного согласно упомянутому порядку укладывания в стопу для укладывания в стопу непосредственно ниже упомянутого третьего модуля,

увеличение отвода внутреннего тепла первого или второго модуля, предназначенных согласно упомянутому порядку укладывания в стопу для укладывания в стопу непосредственно ниже упомянутого третьего модуля,

обеспечение интерфейсных точек для соединения тела микроспутника с внешними приборами и/или с ракетой-носителем;

создание тела микроспутника посредством укладывания в стопу упомянутых первого, второго и третьего модулей согласно упомянутому порядку укладывания в стопу.

Выгодно, что упомянутый способ далее содержит соединение тела микроспутника с внешними

приборами посредством соединения последнего со вторым интерфейсным средством по меньшей мере одного уложенного в стопу модуля третьего типа. Более выгодно, что упомянутые внешние приборы, соединенные с телом микроспутника, содержат по меньшей мере один из следующих элементов: одну или более солнечных батарей, один или более датчиков, одну или более антенн и одну или более систем удаленного восприятия.

Предпочтительно тело микроспутника включает в себя по меньшей мере два модуля третьего типа, скомпонованных в заранее определенных позициях, и упомянутый способ далее содержит соединение первого интерфейсного средства упомянутых по меньшей мере двух модулей третьего типа, скомпонованных в упомянутых заранее определенных позициях, с дополнительным интерфейсным средством, сконструированным для соединения упомянутого микроспутника с ракетой-носителем, работающей в режиме разделения. Альтернативно тело микроспутника завершается в нижней части модулем третьего типа, который соединен в нижней части с интерфейсной структурой, которая конфигурируется, чтобы присоединяться к кольцеобразному адаптеру для ракеты-носителя.

Выгодно, что все модули первого, второго и третьего типов имеют один и тот же основной размер, одну и ту же основную форму и одинаковые точки механического соединения, таким образом, будучи конфигурируемыми для укладки в стопу независимо от типа.

Предпочтительно все модули первого типа имеют одну и ту же первую высоту, все модули второго типа имеют одну и ту же вторую высоту и все модули третьего типа имеют одну и ту же третью высоту; и причем первая высота больше, чем третья высота, а вторая высота больше, чем первая высота. Выгодно, что упомянутая первая высота такова, что гарантирует, что внутренняя температура модулей первого типа не превысит заранее определенную максимальную температуру.

Краткое описание чертежей

Для лучшего понимания представленного изобретения некоторые предпочтительные варианты осуществления, предоставленные посредством неограничивающего примера, ниже описаны со ссылками на сопровождающие чертежи (не в масштабе), на которых

фиг. 1, 2 и 3 соответственно показывают модули первого, второго и третьего типа согласно предпочтительному варианту осуществления представленного изобретения;

фиг. 4 показывает тело микроспутника согласно варианту осуществления представленного изобретения;

фиг. 5, 6 и 7 соответственно показывают микроспутник для удаленного восприятия SAR, микроспутник для удаленного оптического восприятия и микроспутник для телекоммуникаций согласно трем вариантам осуществления представленного изобретения;

фиг. 8 и 9 показывают один и тот же микроспутник, сконфигурированный, чтобы быть соединенным с ракетой-носителем посредством соответственно кольцеобразного адаптера ракеты-носителя и интерфейса разделения согласно двум вариантам осуществления представленного изобретения;

фиг. 10 и 11 показывают тело одного и того же микроспутника согласно варианту осуществления представленного изобретения.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

Нижеследующее описание предоставляет возможность специалисту в области техники воплотить и использовать изобретение. Различные модификации к показанным вариантам осуществления будут очевидны для специалиста, и общие принципы, описанные здесь, могут быть применены к другим вариантам осуществления и применениям, не отступая от объема охраны представленного изобретения, как определено в приложенной формуле изобретения.

Таким образом, представленное изобретение не предназначено быть ограниченными вариантами осуществления, сформулированными здесь, но должно быть согласовано с самым широким объемом, совместимым с принципами и признаками, раскрытыми здесь и определенными в приложенной формуле изобретения.

Представленное изобретение касается модульной архитектуры, оптимизированной для создания микроспутников. В частности, модульная архитектура согласно представленному изобретению делает возможным создание тела микроспутника посредством укладки в стопу стандартных модулей, которые могут принадлежать трем различным типам согласно конкретной выполненной функции, а именно:

первый тип модулей, которые именуется заявителем как электронные функциональные отсеки (EFTs) и конфигурируются, чтобы вмещать в себя электронные элементы, которые являются высоко рассеивающими (то есть которые генерируют большое количество тепла) и, по существу, двумерными (2D), а именно электронными платами обычно и печатными монтажными платами (PCBs) в частности;

второй тип модулей, которые именуется заявителем как объемные функциональные отсеки (VFTs) и конфигурируются, чтобы вмещать в себя трехмерные (3D) устройства и системы различных форм и размеров, которые должны быть установлены на борту микроспутника, такие как, например, приводы авиационного оборудования (маховики, гироскопы управления ориентацией и т.д.), элементы реактивного движения (резервуары, трубопроводы, клапаны и т.д.), батареи и т.д.;

третий тип модулей, которые именуется заявителем как геометрические функциональные отсеки (GFTs) и сконструированы, чтобы выполнять одну или более из следующих функций:

принуждение тела микроспутника иметь заранее определенную высоту, и/или
разделение промежутком двух модулей первого и/или второго типа, уложенных в стопу непосредственно выше и ниже, и/или

увеличение объема вместимости модуля второго типа, уложенного в стопу непосредственно ниже, и/или

увеличение поверхности излучения модуля первого или второго типа, уложенных в стопу непосредственно ниже, чтобы увеличить внешнее рассеивание или отвод тепла, генерируемого элементами, скомпонованными в упомянутом модуле первого или второго типа, и/или

обеспечение интерфейсных точек для соединения тела микроспутника с ракетой-носителем (или пусковой установкой), и/или с внешними приборами (таким как солнечные батареи, например), и/или с единицей бортового оборудования (такого как антенны/устройства/системы РЛС с синтезированной апертурой (SAR), телекоммуникационные антенны/устройства/системы, антенны/устройства/системы удаленного оптического восприятия, датчики и т.д.).

Подробно все модули всех трех типов являются полыми внутри, имеют форму правильной призмы и имеют ту же самую основную форму и одинаковый основной размер, что позволяет модулям быть уложенными в стопу независимо от типа.

Выгодно, что модули первого и второго типа могут быть предоставлены с или без верхней стенки согласно требованиям. Фактически в некоторых случаях может быть целесообразным использовать модули первого и второго типа без верхней стенки, и в этих случаях такие "контейнерные" модули закрываются сверху стенкой основания модуля, уложенного в стопу непосредственно выше. Вместо этого в других случаях может быть целесообразно использовать модули первого и второго типа, оснащенные верхней стенкой, например, чтобы увеличить тепловую и/или электромагнитную изоляцию между различными уложенными в стопу "контейнерными" модулями или увеличить защиту от космической радиации для некоторых внутренних объемов.

Кроме того и снова выгодно, что модули третьего типа могут быть предоставлены с или без верхней стенки согласно требованиям и могут быть предоставлены с или без стенки основания согласно требованиям.

Выгодно, все модули всех трех типов имеют одинаковые механические точки соединения сверху и в основании, чтобы обеспечить соединение уложенных в стопу модулей независимо от типа.

Выгодно, что модули каждого типа подбираются по высоте, чтобы удовлетворять соответствующим требованиям относительно соответствующих выполненных функций, а именно:

все модули первого типа имеют одну и ту же первую высоту, определенную так, чтобы гарантировать, что для максимального общего внутреннего рассеивания в 80 Вт внутренняя температура этих модулей не превышает максимальную температуру, допускаемую электронными платами, вмещенными в эти модули (заданные граничные условия накладываются посредством возможных орбит и положений);

все модули второго типа имеют одну и ту же вторую высоту, вычисленную посредством обработок конфигурации для компоновки и вмещения бортовых блоков, осуществленных на основе таблицы устройств, в свою очередь зависящих от требований полета; и

все модули третьего типа имеют одну и ту же третью высоту, которая представляет компромисс между размерами для управления сконцентрированными нагрузками, происходящими из интерфейсных точек, и минимизации толщины этих модулей (фактически, как ранее упомянуто, модули третьего типа могут быть использованы для небольшого увеличения внутреннего объема, и/или высоты тела микроспутника, и/или соединения тела микроспутника с пусковой установкой, и/или с внешними приборами, и/или с единицами бортового оборудования, и/или увеличения поверхности излучения).

Выгодно, что вторая высота больше и чем первая, и чем третья высоты, и первая высота больше, чем третья высота.

Как только модули соответственно подобраны относительно требований уровня системы, продиктованных общей конфигурацией "худший случай" (в частности, относительно массы, центра тяжести и тепловой мощности), их использование становится главным образом вопросом конфигурации. Таким образом, модульная архитектура согласно представленному изобретению позволяет уменьшить усилия по разработке в определении тепломеханической схемы расположения (компоновки) микроспутника.

Другими словами, ввиду использования модульной архитектуры согласно представленному изобретению структура конфигурации микроспутника (в частности, определение высоты тела микроспутника и компоновки внутренних элементов, внешних приборов и единиц бортового оборудования) становится легко осуществимой в порядке укладки в стопу модулей на основании требования полета и ассоциированных таблиц устройств.

В частности, при использовании модульной архитектуры согласно представленному изобретению создание тела микроспутника подразумевает выбор и укладывание в стопу стандартных модулей согласно требованиям полета, для которого микроспутник предназначен, в частности на основании требований полета, выраженных касательно

опций относительно функциональных возможностей несущего отсека (например, возможности вставить или не вставить модуль, содержащий подсистему реактивного движения, или модуль с быстры-

ми приводами и т.д.);
 таблиц единиц бортового оборудования;
 внешних приборов;
 общей массы и мощности микроспутника;
 полетному положению и орбите; и
 режиму запуска.

Кроме того, электрические взаимосвязи для обмена сигналами данных и/или сигналами питания (то есть снабжение электропитанием) между различными уложенными в стопу модулями выгодно реализуются посредством стандартной прокладки кабеля, установленного внешне к модулям и подключенного к соединителям (они также являются стандартными), помещенным на модули. В частности, в уложенных в стопу модулях, формирующих тело микроспутника, все соединители могут быть скомпонованы вдоль одной или более вертикальных линий или даже одной или более магистралей таким образом, что они могут быть легко разъединены и удалены для операций обслуживания/испытания (как будет описано более подробно ниже). Например, все соединители, сконфигурированные, чтобы обеспечить прохождение сигналов данных, могут быть успешно помещены вдоль одной и той же магистрали на боковой стороне тела микроспутника, сформированного различными уложенными в стопу модулями, в то время как все соединители, сконфигурированные, чтобы обеспечить прохождение сигналов питания (то есть снабжение электропитанием), могут быть успешно помещены вдоль одной и той же магистрали, скомпонованной на другой боковой стороне тела упомянутого микроспутника.

Относительно доступности индивидуальных уложенных в стопу модулей, формирующих тело микроспутника, нужно отметить, что каждый комплект модулей может быть легко открыт на каждом уровне для свободного доступа ко всем внутренним элементам.

Для лучшего понимания представленного изобретения конкретные аспекты и конкретные характеристики одного или более предпочтительных вариантов осуществления представленного изобретения должны быть описаны подробно ниже.

Для этого фиг. 1, 2 и 3 соответственно показывают модуль первого типа (обозначенный везде ссылочной позицией 1), модуль второго типа (обозначенный везде ссылочной позицией 2) и модуль третьего типа (обозначенный везде ссылочной позицией 3) согласно предпочтительному варианту осуществления представленного изобретения.

В частности, как показано на фиг. 1, модуль первого типа 1 имеет форму подобную правильной призмы без верхней стенки (но, как ранее упомянуто, он может также быть успешно снабжен ей), который является полым внутри и имеет нерегулярную восьмиугольную основу, у которой есть две пары противоположных сторон, имеющих внешнюю первую заранее определенную длину L_1 , и две пары противоположных сторон, имеющих внешнюю вторую заранее определенную длину L_2 , намного меньших, чем первая заранее определенная длина L_1 . Другими словами, модуль первого типа 1 может быть успешно рассмотрен в качестве своего рода структуры "ящика" с "закругленными" углами и по существу с квадратной основой (но она может также успешно быть прямоугольной) со "срезанными" вершинами.

Кроме того, модуль первого типа 1 имеет первую заранее определенную высоту H_1 , таким образом, чтобы гарантировать, что для максимального полного рассеивания в 80 Вт от электронных плат, помещенных внутрь упомянутого модуля первого типа 1, температура внутри упомянутого модуля первого типа 1 не превышает максимальную температуру, допускаемую электронными платами, помещенными в него.

Модуль первого типа 1 конфигурируется, чтобы вмещать до восьми электронных плат, в частности восьми PCBs, разделенных на два планарных набора из четырех плат, и один набор поверх другого и взаимосвязанный через трансверсальную материнскую плату, чтобы значительно сократить число кабелей. Относительно этого, фиг. 1 очень схематично показывает четыре электронных платы (соответственно обозначенных ссылочными позициями 11, 12, 13 и 14), соединенных с материнской платой 15, скомпонованной вдоль медианы основания модуля первого типа 1.

Кроме того, упомянутый модуль первого типа 1 также содержит соединители 16 и 17, скомпонованные в центральных областях двух противоположных боковых стенок, имеющих вышеупомянутую первую заранее определенную длину L_1 .

Таким образом, представленное изобретение предпочтительно собирается отказаться от традиционной конфигурации "коробки" для электронных блоков, используемых в настоящее время для спутников, и вместо этого использовать высоко интегрированные электронные платы со стандартным форматом. Для этого модули первого типа, такие как тот, что показан на фиг. 1, конфигурируются, чтобы вмещать в себя некоторое число электронных плат стандартного формата, в частности стандартного формата PCBs, независимо от функций, выполняемых последними.

В любом случае необходимо привлечь внимание к факту, что в некоторых случаях может быть все еще необходимо использовать электронные компоненты/устройства/системы, не созданные в форме стандартного формата PCBs, и поэтому вмещать эти электронные компоненты/устройства/системы в один или более модулей второго типа. Например, в случае когда конкретный полет обязательно требует использования "готового" электронного блока, повторная разработка и изготовление которого относи-

тельно PCBs являются совсем не уместными, в этом случае упомянутый "готовый" электронный блок может быть успешно втеснен в модуль второго типа.

В общих чертах внимание должно быть привлечено к факту, что в некоторых случаях модули первого типа не могут даже использоваться. Например, в случае когда конкретный полет исключительно требует использования "готовых" электронных блоков, повторная разработка и изготовление которого относительно PCBs являются совсем не уместными, в этом случае тело микроспутника может быть успешно создано посредством укладывания в стопу только модулей второго и третьего типов (поэтому без использования модуля первого типа) и вставки упомянутых "готовых" электронных блоков в один или более модулей второго типа.

Ссылаясь на фиг. 2, модуль второго типа 2 имеет форму, подобную правильной призме без верхней стенки (но, как ранее упомянуто, он может также быть успешно снабжен ей), является полым внутри и имеет нерегулярную восьмиугольную основание, у которого есть две пары противоположных сторон, имеющих внешнюю вышеупомянутую первую заранее определенную длину L_1 , и другие две пары противоположных сторон, имеющих внешнюю вышеупомянутую вторую заранее определенную длину L_2 . Другими словами, модуль второго типа 2 может быть также успешно рассмотрен как своего рода структура "ящика" с "закругленными" углами и, по существу, с квадратной основой (но она может также успешно быть прямоугольной) со "срезанными" вершинами.

Кроме того, модуль второго типа 2 имеет вторую заранее определенную высоту H_2 , которая больше, чем первая заранее определенная высота H_1 модуля первого типа 1 и является таким, что

позволяет вмещать внутрь модуля второго типа 2 те устройства и системы различных форм и размеров, не адаптируемые, а часто "готовые", которые должны быть установлены на борту микроспутника, такие как, например, приводы авиационного оборудования (маховики, гироскопы управления ориентацией и т.д.), элементы реактивного движения (резервуары, трубопроводы, клапаны и т.д.), батареи и т.д.;

позволяет модулю второго типа 2 поддерживать тепловую нагрузку, генерируемую устройствами и системами, помещенными внутрь него.

Другими словами, конструкция модулей второго типа, как показано на фиг. 2, в частности относительно высоты, представляет баланс между емкостью вмещения для объемных устройств и систем для вмещения, и емкости для поддержки тепловой нагрузки, генерируемой этими устройствами и системами.

Модуль второго типа 2 конфигурируется, чтобы вмещать в себя устройства и системы вышеупомянутого типа согласно двум режимам, которые могут использоваться альтернативно или вместе, а именно: прикрепление устройств и систем к боковым стенкам и/или к основанию стенки упомянутого модуля второго типа 2 и/или

прикрепление устройства и системы на алюминиевых рамах, которые скомпонованы в упомянутом модуле второго типа 2, и они могут быть модифицированы согласно требованиям.

Относительно этого фиг. 2 очень схематично показывает два устройства/системы (соответственно обозначенных ссылочными позициями 21 и 22), прикрепленных к боковым стенкам модуля второго типа 2, и два устройства/системы (соответственно обозначенных ссылочными позициями 23 и 24), прикрепленных к основанию стенки упомянутого модуля второго типа 2.

В общих чертах в процессе создания микроспутника может быть уместным вместить все устройства и системы, которые выполняют одну и ту же или подобную функцию (например, реактивное движение, управление ориентацией, электроэнергией и т.д.) в единственный модуль второго типа.

Даже если устройства и системы, которые помещены в модули второго типа, имеют меньшие требования относительно теплового рассеивания, относительно электронных плат, помещенных в модули первого типа, модули второго типа должны выдерживать более высокие локальные механические нагрузки из-за большей массы, представленной в них.

Наконец, как показано на фиг. 2, модуль второго типа 2 также содержит соединители 25 и 26, скомпонованные в центральных областях двух противоположных боковых стенок, имеющих вышеупомянутую первую заранее определенную длину L_1 .

Ссылаясь на фиг. 3, модуль третьего типа 3 имеет форму, подобную правильной призме без верхней стенки (но, как ранее упомянуто, он может также быть успешно снабжен ей), является полым внутри и имеет нерегулярную восьмиугольную основу, которая имеет

две пары противоположных сторон, имеющих внешнюю вышеупомянутую первую заранее определенную длину L_1 ;

две стороны, имеющие внешнюю вышеупомянутую вторую заранее определенную длину L_2 ;

и при этом в этих двух сторонах, противоположных тем, которые имеют внешнюю вышеупомянутую вторую заранее определенную длину L_2 , интерфейсные части 31 и 32 скомпонованы, чтобы выступать за пределы, то есть в направлении наружу, и которые конфигурируются, чтобы обеспечить соединение тела микроспутника с пусковой установкой (как будет описано с большими подробностями в дальнейшем).

Кроме того, модуль третьего типа 3 содержит множество интерфейсных точек 33 (реализованных, например, в форме отверстий заранее определенного размера), которые скомпонованы вдоль боковых стенок упомянутого модуля третьего типа 3 и конфигурируются, чтобы соединяться с внешними прибо-

рами микроспутника, такими как, например, солнечные панели, датчики, антенны, удаленные устройства/системы восприятия и т.д.

Кроме того, модуль третьего типа 3 имеет третью заранее определенную высоту H_3 , которая меньше, чем первая заранее определенная высота H_1 модуля первого типа 1 и вторая заранее определенная высота H_2 модуля второго типа 2. В частности, упомянутая третья заранее определенная высота H_3 представляет оптимальный компромисс между потребностью в уменьшении всей высоты тела микроспутника и потребности в обработке концентрированных механических нагрузок, произведенных из интерфейсных точек 33 и интерфейсных средств 31 и 32, с помощью которых тело микроспутника может быть соединено в процессе работы с внешними приборами и с пусковой установкой соответственно.

Как ранее описано, модуль третьего типа 3 сконструирован, чтобы осуществлять ряд функций, а именно:

геометрически-структурные функции, в частности с целью:
возможного определения высоты тела микроспутника, и/или
разделения промежутком уложенных в стопу модулей, и/или
увеличения объема вместимости конкретно смонтированных модулей второго типа, и/или
определения в подходящих позициях интерфейсных точек с пусковой установкой, и/или внешними приборами (например, солнечными панелями), и/или единицами бортового оборудования (такими как антенны/устройства/системы SAR, антенны/устройства/системы оптического удаленного восприятия, телекоммуникационные антенны/устройства/системы и т.д.); и

функции поддержки тепла, в частности, с целью обеспечения дополнительных поверхностей излучения для особенно рассеивающих единиц, размещенных в заданном модуле первого или второго типа.

Кроме того, фиг. 4 показывает тело микроспутника (обозначенное везде ссылочной позицией 4) согласно варианту осуществления представленного изобретения. В частности, как показано на фиг. 4, тело микроспутника 4 включает в себя множество модулей первого, второго и третьего типа, уложенных в стопу один сверху другого. Подробно, упомянутые уложенные в стопу модули, формирующие тело микроспутника 4, включают в себя снизу вверх:

первый модуль третьего типа 41;
первый модуль второго типа 42, скомпонованный на первом модуле третьего типа 41;
второй модуль второго типа 43, скомпонованный на первом модуле второго типа 42;
первый модуль первого типа 44, скомпонованный на втором модуле второго типа 43;
второй модуль третьего типа 45, скомпонованный на первом модуле первого типа 44;
третий модуль второго типа 46, скомпонованный на втором модуле третьего типа 45; и
второй модуль первого типа 47, скомпонованный на третьем модуле второго типа 46.

Кроме того, фигуры 5, 6 и 7 показывают три микроспутника, обозначенные ссылочными позициями 5, 6 и 7 соответственно согласно вариантам осуществления представленного изобретения.

В частности, микроспутник 5, показанный на фиг. 5, является микроспутником для применений удаленного восприятия SAR-типа, тело которого включает в себя множество модулей первого, второго и третьего типа, уложенных в стопу один сверху другого.

Подробно, упомянутые уложенные в стопу модули, формирующие тело микроспутника 5, включают в себя снизу вверх:

первый модуль третьего типа 51;
первый модуль второго типа 52, скомпонованный на первом модуле третьего типа 51;
второй модуль второго типа 53, скомпонованный на первом модуле второго типа 52;
второй модуль третьего типа 54, скомпонованный на втором модуле второго типа 53;
третий модуль второго типа 55, скомпонованный на втором модуле третьего типа 54;
модуль первого типа 56, скомпонованный на третьем модуле второго типа 55;
третий модуль третьего типа 57, скомпонованный на модуле первого типа 56;
четвертый модуль второго типа 58, скомпонованный на третьем модуле третьего типа 57; и
четвертый модуль третьего типа 59, скомпонованный на четвертом модуле второго типа 58.

Кроме того, микроспутник 5 также включает в себя две группы солнечных панелей 501 и 502, соединенных с первым модулем третьего типа 51, и систему 503 SAR, установленную на четвертом модуле третьего типа 59.

Ссылаясь на фиг. 6, микроспутник 6 является микроспутником для применений оптического удаленного восприятия, тело которого включает в себя множество модулей первого, второго и третьего типа, уложенных в стопу один сверху другого.

Подробно, упомянутые уложенные в стопу модули, формирующие тело микроспутника 6, включают в себя снизу вверх:

первый модуль третьего типа 61;
первый модуль второго типа 62, скомпонованный на первом модуле третьего типа 61;
второй модуль второго типа 63, скомпонованный на первом модуле второго типа 62;
третий модуль второго типа 64, скомпонованный на втором модуле второго типа 63;
модуль первого типа 65, скомпонованный на третьем модуле второго типа 64;

четвертый модуль второго типа 66, скомпонованный на модуле первого типа 65; и второй модуль третьего типа 67, скомпонованный на четвертом модуле второго типа 66.

Кроме того, микроспутник 6 также включает в себя две солнечных панели 601 и 602, соединенных с первым модулем третьего типа 61 и со вторым модулем третьего типа 67, и систему 603 оптического удаленного восприятия, установленную на втором модуле третьего типа 67.

Ссылаясь на фиг. 7, микроспутник 7 является микроспутником для телекоммуникаций, тело которого включает в себя множество модулей первого, второго и третьего типа, уложенных в стопу один сверху другого.

Подробно, упомянутые уложенные в стопу модули, формирующие тело микроспутника 7, включают в себя снизу вверх:

первый модуль третьего типа 71;
 первый модуль второго типа 72, скомпонованный на первом модуле третьего типа 71;
 второй модуль второго типа 73, скомпонованный на первом модуле второго типа 72;
 третий модуль второго типа 74, скомпонованный на втором модуле второго типа 73;
 первый модуль первого типа 75, скомпонованный на третьем модуле второго типа 74;
 второй модуль третьего типа 76, скомпонованный на первом модуле первого типа 75;
 второй модуль первого типа 77, скомпонованный на втором модуле третьего типа 76; и
 третий модуль третьего типа 78, скомпонованный на втором модуле первого типа 77.

Кроме того, микроспутник 7 также включает в себя две группы солнечных панелей 701 и 702, соединенных с первым модулем третьего типа 71 и со вторым модулем третьего типа 76, и телекоммуникационную систему 703, установленную на третьем модуле третьего типа 78.

Модульная архитектура согласно представленному изобретению гарантирует двойную способность запуска для сконструированных микроспутников; в частности, она позволяет создание микроспутников, которые могут быть запущены на орбиту посредством двух главных способов запуска, а именно так называемые режимы "разделения" и "с установкой сверху". В частности, именно благодаря подходящей компоновке одного или более модулей третьего типа микроспутник может быть подходяще сконфигурированным, чтобы быть соединенным с пусковой установкой посредством

типичного кольцеобразного адаптера ракеты-носителя (LVA) (в этом случае модуль третьего типа размещен в самой низкой позиции тела микроспутника и соединен с кольцеобразным LVA посредством специальной оконечной соединительной структуры); или

интерфейса разделения (в этом случае интерфейсы со средством разделения скомпонованы в подходящих позициях тела микроспутника посредством подходящего позиционирования двух или более модулей третьего типа в последовательности укладки в стопу).

Относительно этого фиг. 8 и 9 показывают один и тот же микроспутник (обозначенный везде ссылочной позицией 8), сконфигурированный, чтобы быть соединенным с пусковой установкой через кольцеобразный LVA и интерфейс разделения соответственно согласно двум вариантам осуществления представленного изобретения.

В частности, как показано на обеих фиг. 8 и 9, тело микроспутника 8 включает в себя снизу вверх:

первый модуль третьего типа 81;
 первый модуль второго типа 82, скомпонованный на первом модуле третьего типа 81;
 второй модуль второго типа 83, скомпонованный на первом модуле второго типа 82;
 первый модуль первого типа 84, скомпонованный на втором модуле второго типа 83;
 второй модуль третьего типа 85, скомпонованный на первом модуле первого типа 84;
 второй модуль первого типа 86, скомпонованный на втором модуле третьего типа 85; и
 третий модуль первого типа 87, скомпонованный на втором модуле первого типа 86.

Кроме того, микроспутник 8 также включает в себя две солнечных панели 801 и 802, соединенных с первым модулем третьего типа 81 и уложенных вдоль тела упомянутого микроспутника 8 (то есть в типичной конфигурации, принятой для запуска спутника).

В примере, показанном на фиг. 8, микроспутник 8 включает в себя интерфейсную структуру 803, которая скомпонована ниже первого модуля третьего типа 81 и которая конфигурируется, чтобы соединяться с кольцом LVA (не показанным на фиг. 8), в то время как в примере на фиг. 9 первый модуль третьего типа 81 и второй модуль третьего типа 85 каждый содержат соответствующую пару интерфейсных частей, выступающих сбоку (обозначенных ссылочными позициями 811 и 812 и ссылочными позициями 851 и 852, соответственно) и сконфигурированных, чтобы соединяться со специально предоставленным интерфейсным средством разделения.

Вышеупомянутое двойное интерфейсное средство и поэтому двойная способность запуска микроспутников, сконструированных на основе модульной архитектуры согласно представленному изобретению, гарантируют обширную гибкость запуска. Фактически микроспутник, сконструированный на основе модульной архитектуры согласно представленному изобретению, может быть запущен

как первичная полезная нагрузка (используя кольцеобразный LVA);

как вторичная полезная нагрузка (в режиме установки сверху и/или используя кольцеобразный LVA) и также

как часть множественного запуска с помощью разделения.

Таким образом, из-за этой гибкости представленное изобретение делает возможным в срочных случаях поиск и затем использование первого доступного решения по запуску; оценку широкого диапазона решений по запуску, чтобы выбрать решение, наименее затратное и/или производительное, самое подходящее для конкретного полета.

Кроме того, благодаря представленному изобретению возможно выполнять множественный запуск множества микроспутников (например, в случае совокупности) единственным действием.

Другой аспект представленного изобретения относится к прокладке кабеля различных уложенных в стопу модулей. Относительно этого фиг. 10 и 11 показывают тело одного и того же микроспутника 9 согласно варианту осуществления представленного изобретения, тело упомянутого микроспутника 9 включает в себя снизу вверх:

первый модуль третьего типа 91;

первый модуль второго типа 92, скомпонованный на первом модуле третьего типа 91 и содержащий соединители 921, скомпонованные в центральной области соответствующей боковой стенки;

второй модуль второго типа 93, скомпонованный на первом модуле второго типа 92 и содержащий соединители 931, скомпонованные в центральной области соответствующей боковой стенки;

третий модуль второго типа 94, скомпонованный на втором модуле второго типа 93 и содержащий соединители 941, скомпонованные в центральной области соответствующей боковой стенки;

модуль первого типа 95, скомпонованный на третьем модуле второго типа 94 и содержащий соединители 951, скомпонованные в центральной области соответствующей боковой стенки;

четвертый модуль второго типа 96, скомпонованный на модуле первого типа 95 и содержащий соединители 961, скомпонованные в центральной области соответствующей боковой стенки; и

второй модуль третьего типа 97, скомпонованный на четвертом модуле второго типа 96.

Как показано на фиг. 10, ввиду стандартизированной компоновки соединителей 921, 931, 941, 951 и 961 на соответствующих модулях 91, 93, 94, 95 и 96 (то есть в одной и той же заранее определенной центральной области соответствующей боковой стенки этих модулей) и ввиду подходящего укладывания в стопу этих модулей упомянутые соединители 921, 931, 941, 951 и 961 все становятся скомпонованными вдоль одной и той же вертикальной линии, или магистрали, которая затем, как показано на фиг. 11, должным образом закрывается специализированной алюминиевой пластиной 98.

Таким образом, электрические провода в каждом модуле идут к соответствующим соединителям этого модуля, после чего сигналы данных и сигналы питания могут идти от модуля к модулю вдоль вышеупомянутой магистрали, внешней к этим модулям.

Благодаря этой характеристике гибкость и приспособляемость укладывания в стопу гарантируется, таким образом, чтобы облегчать в случае необходимости реорганизацию порядка укладывания в стопу.

Не перечисленные технические преимущества представленного изобретения становятся немедленно очевидны из предшествующего описания.

Прежде всего, важно подчеркнуть, что ввиду использования ограниченного числа типов модулей, которые кроме того являются также стандартными, модульная архитектура согласно представленному изобретению делает возможным

уменьшение усилий по конструированию, производству, интеграции и испытанию микроспутника и, следовательно, ассоциированного времени конструирования и затрат;

достижение высоких уровней стандартизации на уровне сборки; и

использование ограниченного числа инструментов производства и процессов и стандартизации и оптимизации этих инструментов и процессов, таким образом, воспроизводя решения на основании модульной архитектуры согласно представленному изобретению чрезвычайно недорогими и быстрыми для реализации.

Кроме того, благодаря представленному изобретению возможно выполнять предварительное стендовое испытание и испытание в окружающей среде в отношении индивидуальных модулей и сборок, даже их составляющих, модулей, содержащих устройства, системы и электронные платы, необходимые для заданного полета, таким образом, сокращая количество испытаний для осуществления на уровне системы, как только микроспутник собран. Естественно все это приводит к дальнейшему уменьшению времени реализации для микроспутника. Другими словами, благодаря представленному изобретению операции по сборке и испытанию могут быть выполнены параллельно в отношении индивидуальных модулей и в отношении сборного модуля, даже в отношении их составляющих, чтобы обеспечить предварительную проверку этих модулей и этих модульных пакетов, таким образом, получая "готовые" модули и модульные пакеты, которые делают операции сборки и испытания уровня системы намного более быстрыми.

Кроме того, модульная архитектура согласно представленному изобретению очень гибкая и приспособляемая, делает возможным

создание микроспутников, применимых для широкого разнообразия полетов; и

использование различных режимов запуска.

Суммируя, модульная архитектура согласно представленному изобретению в конечном счете дела-

ет возможным достижение чрезвычайно большого количества преимуществ в конструировании микро-спутников, относительно

уменьшения времени производства и затрат;

гибкости полета и

гибкости запуска.

В заключении ясно, что различные модификации могут быть применены к представленному изобретению без отступления от объема изобретения, как определено в приложенной формуле изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ для изготовления микроспутника, содержащий изготовление модулей первого типа (1), сконфигурированных, чтобы вмещать в себя электронные платы (11, 12, 13, 14) микроспутника (5, 6, 7, 8);

модулей второго типа (2), сконфигурированных, чтобы вмещать устройства и системы (21, 22, 23, 24) микроспутника (5, 6, 7, 8); и

модулей третьего типа (3), которые содержат первые интерфейсные средства (31, 32), сконфигурированные, чтобы присоединяться к ракете-носителю,

содержат второе интерфейсное средство (33), сконфигурированное, чтобы присоединяться ко внешним приборам микроспутника (5, 6, 7, 8),

и сконструированы, чтобы сформировать тело (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8) заранее определенной высоты;

при этом все модули первого, второго и третьего типов (1, 2, 3) сконфигурированы, чтобы быть уложенными в стопу независимо от типа; причем способ дополнительно содержит изготовление тела (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8) посредством укладывания в стопу модулей различных типов, при этом уложенные в стопу модули включают в себя по меньшей мере один модуль второго типа (2) и по меньшей мере один модуль третьего типа (3),

при этом все модули первого, второго и третьего типов (1, 2, 3) имеют один и тот же основной размер, одну и ту же основную форму и одинаковые механические точки соединения, таким образом, сконфигурированы для укладывания в стопу независимо от типа, и

при этом все модули первого типа (1) имеют одну и ту же первую высоту (H_1), все модули второго типа (2) имеют одну и ту же вторую высоту (H_2) и все модули третьего типа (3) имеют одну и ту же третью высоту (H_3); и при этом первая высота (H_1) больше, чем третья высота (H_3), и вторая высота (H_2) больше, чем первая высота (H_1).

2. Способ по п.1, в котором упомянутые уложенные в стопу модули также включают в себя по меньшей мере один модуль первого типа (1).

3. Способ по п.2, в котором изготовление тела (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8) содержит выполнение следующих операций:

изготовление электронных плат (11, 12, 13, 14), устройств и систем (21, 22, 23, 24), сконструированных для установки на борту микроспутника, и, когда они установлены на борту микроспутника, конфигурирование последнего для выполнения заранее заданного полета;

вмещение упомянутых электронных плат (11, 12, 13, 14) в один или более упомянутых модулей первого типа (1), таким образом, получая один или более соответствующих первых модулей, которые должны быть использованы для изготовления тела (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8);

вмещение упомянутых устройств и систем (21, 22, 23, 24) в один или более упомянутых модулей второго типа (2), таким образом, получая один или более соответствующих вторых модулей, которые должны быть использованы для изготовления тела (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8);

укладывание упомянутых первых и вторых модулей в порядке укладывания в стопу, вставки в упомянутый порядок укладывания в стопу также одного или более упомянутых модулей третьего типа (3), таким образом получая один или более соответствующих третьих модулей, которые должны использоваться для изготовления тела (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8), причем каждый третий модуль вставлен в упомянутый порядок укладывания в стопу, чтобы осуществлять по меньшей мере одну из следующих функций:

формирование тела (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8), чтобы оно имело заранее определенную высоту, разделение промежутком двух модулей, предназначенных согласно упомянутому порядку укладывания в стопу быть уложенными в стопу непосредственно выше и ниже упомянутого третьего модуля,

увеличение объема вместимости второго модуля, предназначенного согласно упомянутому порядку укладывания в стопу быть уложенным в стопу непосредственно ниже упомянутого третьего модуля,

увеличение отвода внутреннего тепла первого или второго модуля, предназначенных согласно упомянутому порядку укладывания в стопу быть уложенными в стопу непосредственно ниже упомянутого третьего модуля,

изготовление интерфейсных точек для соединения тела (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8) с внешними

приборами и/или к ракете-носителю и

изготовление тела (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8) посредством укладывания в стопу упомянутых первого, второго и третьего модуля согласно упомянутому порядку укладывания в стопу.

4. Способ согласно любому из пп.1-3, дополнительно содержащий соединение тела (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8) с внешними приборами посредством соединения последнего со вторым интерфейсным средством (33) по меньшей мере одного уложенного в стопу модуля третьего типа (3).

5. Способ по п.4, в котором упомянутые внешние приборы, соединенные с телом (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8), содержат по меньшей мере один из следующих элементов: одну или более солнечных панелей (501, 502, 601, 602, 701, 702, 801, 802), один или более датчиков, одну или более антенн и одну или более систем (503, 603) удаленного восприятия.

6. Способ согласно любому из предыдущих пунктов, в котором тело микроспутника (8) включает в себя по меньшей мере два модуля третьего типа (81, 85), скомпонованных в заранее определенных позициях; упомянутый способ дополнительно содержит соединение первых интерфейсных средств (811, 812, 851, 852) упомянутых по меньшей мере двух модулей третьего типа (81, 85), скомпонованных в упомянутых заранее определенных позициях, со следующим интерфейсным средством, сконструированным, чтобы соединять упомянутый микроспутник (8) с ракетой-носителем, работающей в режиме разделения.

7. Способ согласно любому из пп.1-5, в котором тело микроспутника (8) завершается в основании модулем третьего типа (81), который присоединен в основании с интерфейсной структурой (803), которая конфигурируется, чтобы быть соединенной с кольцеобразным адаптером для ракеты-носителя.

8. Способ согласно любому из предыдущих пунктов, дополнительно содержащий установку на теле микроспутника (5, 6, 7) РЛС (503) с синтезированной апертурой, и/или системы (603) оптического удаленного восприятия, и/или телекоммуникационной системы (703).

9. Способ по п.1, в котором упомянутая первая высота (H_1) такова, что гарантирует, что внутренняя температура модулей первого типа (1) не превышает заранее определенную максимальную температуру.

10. Модульная система для изготовления микроспутника, содержащая модули первого типа (1), сконфигурированные, чтобы вмещать в себя электронные платы (11, 12, 13, 14) микроспутника (5, 6, 7, 8);

модули второго типа (2), сконфигурированные, чтобы вмещать устройства и системы (21, 22, 23, 24) микроспутника (5, 6, 7, 8); и

модули третьего типа (3), которые

содержат первые интерфейсные средства (31, 32), сконфигурированные, чтобы быть соединенными с ракетой-носителем,

содержат вторые интерфейсные средства (33), сконфигурированные, чтобы быть соединенными с внешними приборами микроспутника,

и сконструированы, чтобы сформировать тело (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8) заранее определенной высоты;

причем все модули первого, второго и третьего типов (1, 2, 3) сконфигурированы, чтобы быть уложенными в стопу независимо от типа, чтобы изготовить тело (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8),

при этом все модули первого, второго и третьего типов (1, 2, 3) имеют один и тот же основной размер, одну и ту же основную форму и одинаковые механические точки соединения, таким образом, сконфигурированы, чтобы быть уложенными в стопу независимо от типа, и

при этом все модули первого типа (1) имеют одну и ту же первую высоту (H_1), все модули второго типа (2) имеют одну и ту же вторую высоту (H_2) и все модули третьего типа (3) имеют одну и ту же третью высоту (H_3); и при этом первая высота (H_1) больше, чем третья высота (H_3) и вторая высота (H_2) больше, чем первая высота (H_1).

11. Система по п.10, в которой каждый модуль третьего типа (3) сконструирован, чтобы осуществлять по меньшей мере одну из следующих функций:

формирование тела (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8), чтобы оно имело заранее определенную высоту;

разделение промежутком двух модулей, уложенных в стопу непосредственно выше и ниже упомянутого модуля третьего типа (3);

увеличение объема вместимости модуля второго типа (2), уложенного в стопу непосредственно ниже упомянутого модуля третьего типа (3);

увеличение отвода внутреннего тепла модуля первого (1) или второго типа (2), уложенного в стопу непосредственно ниже упомянутого модуля третьего типа (3);

изготовление интерфейсных точек для соединения тела (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8) с внешними приборами и/или с ракетой-носителем.

12. Система по п.10 или 11, в которой упомянутые вторые интерфейсные средства (33) конфигурируются, чтобы быть соединенными по меньшей мере с одним из следующих элементов: одной или более солнечных панелей (501, 502, 601, 602, 701, 702, 801, 802), одним или более датчиками, одной или более антеннами и одной или более удаленными системами (503, 603) восприятия.

13. Система согласно любому из пп.10-12, в которой упомянутые первые интерфейсные средства (31, 32) конфигурируются, чтобы быть соединенными с дополнительным интерфейсным средством,

сконструированным, чтобы соединять микроспутник (8) с ракетой-носителем, работающей в режиме разделения.

14. Система согласно любому из пп.10-13, в которой каждый модуль третьего типа (81) конфигурируется, чтобы быть соединенным в основании с интерфейсной структурой (803), которая конфигурируется, чтобы быть соединенной с кольцеобразным адаптером для ракеты-носителя.

15. Система по п.10, в которой упомянутая первая высота (H_1) такова, что гарантирует, что внутренняя температура модулей первого типа (1) не превышает заранее определенную максимальную температуру.

16. Микроспутник, содержащий модули первого типа (1), сконфигурированные, чтобы вмещать в себя электронные платы (11, 12, 13, 14) микроспутника (5, 6, 7, 8);

модули второго типа (2), сконфигурированные, чтобы вмещать устройства и системы (21, 22, 23, 24) микроспутника (5, 6, 7, 8); и

модули третьего типа (3), которые содержат первые интерфейсные средства (31, 32), сконфигурированные, чтобы быть соединенными с ракетой-носителем,

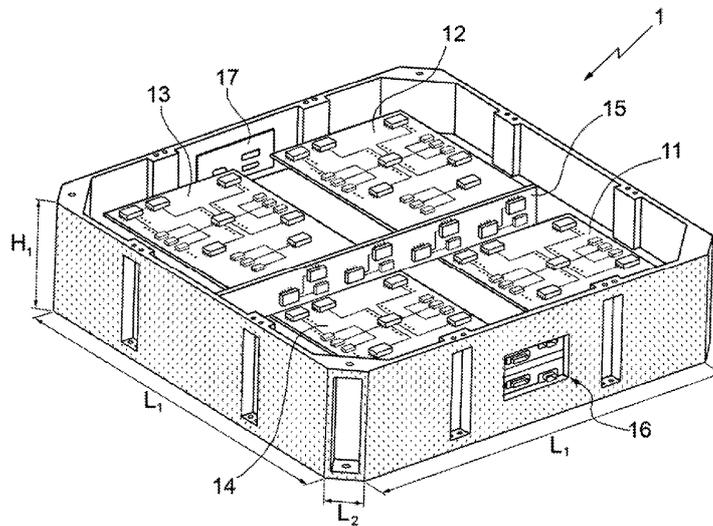
содержат вторые интерфейсные средства (33), сконфигурированные, чтобы быть соединенными с внешними приборами микроспутника,

и сконструированы, чтобы сформировать тело (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8) заранее определенной высоты;

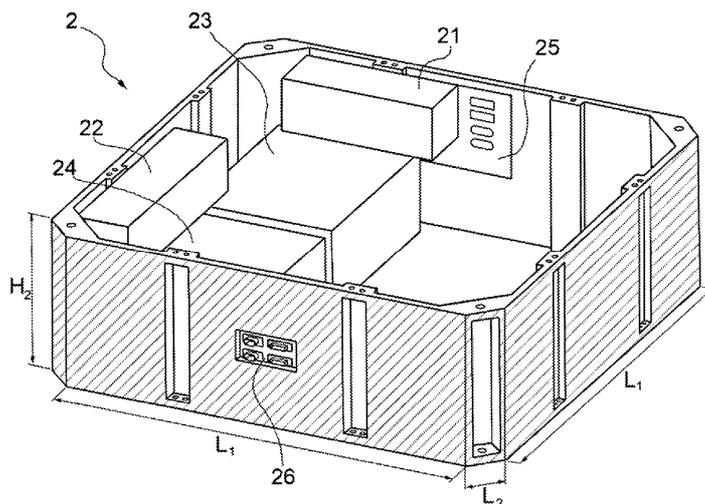
причем все модули первого, второго и третьего типов (1, 2, 3) сконфигурированы, чтобы быть уложенными в стопу независимо от типа, чтобы изготовить тело (4, 9) микроспутника (5, 6, 7, 8),

при этом все модули первого, второго и третьего типов (1, 2, 3) имеют один и тот же основной размер, одну и ту же основную форму и одинаковые механические точки соединения и таким образом сконфигурированы, чтобы быть уложенными в стопу независимо от типа, и

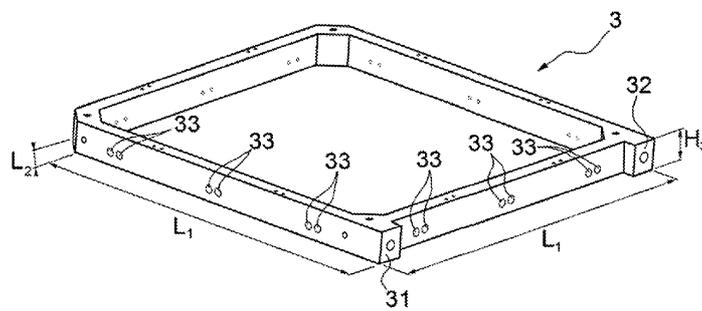
при этом все модули первого типа (1) имеют одну и ту же первую высоту (H_1), все модули второго типа (2) имеют одну и ту же вторую высоту (H_2) и все модули третьего типа (3) имеют одну и ту же третью высоту (H_3); и при этом первая высота (H_1) больше, чем третья высота (H_3) и вторая высота (H_2) больше, чем первая высота (H_1).



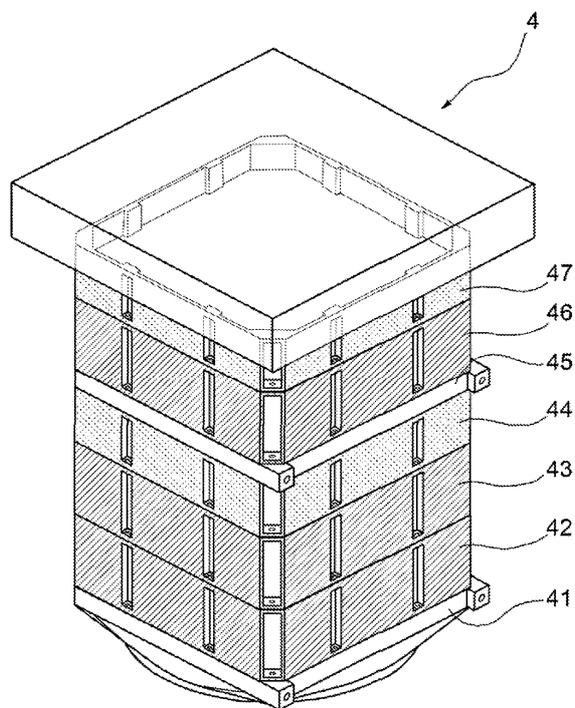
Фиг. 1



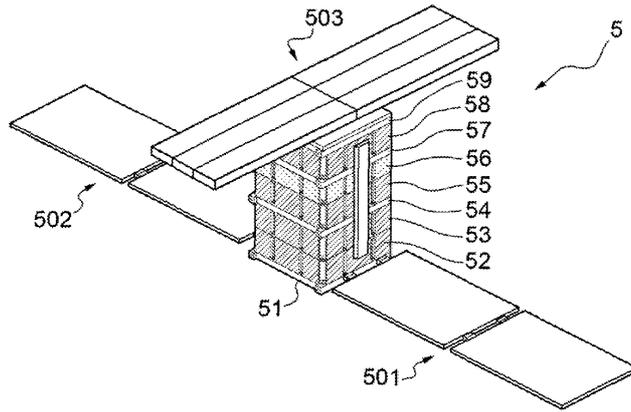
Фиг. 2



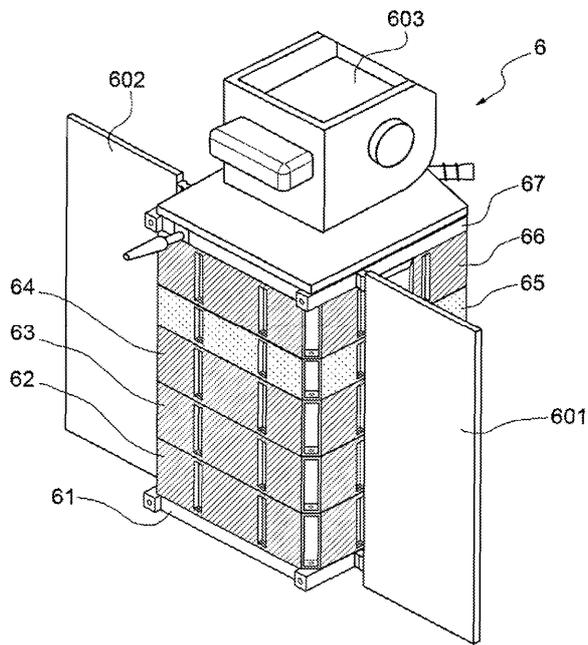
Фиг. 3



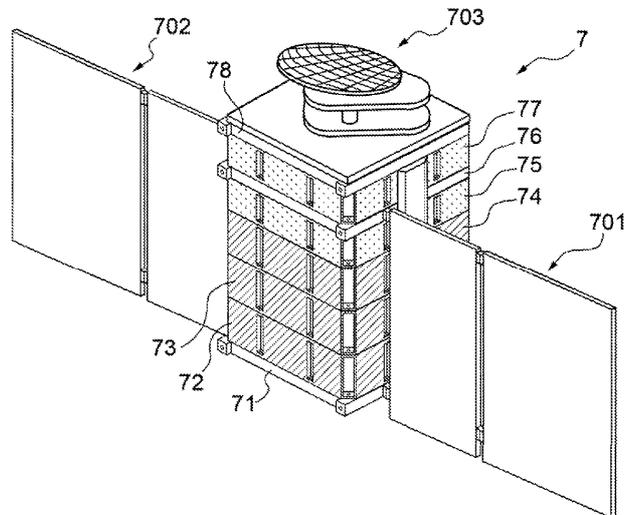
Фиг. 4



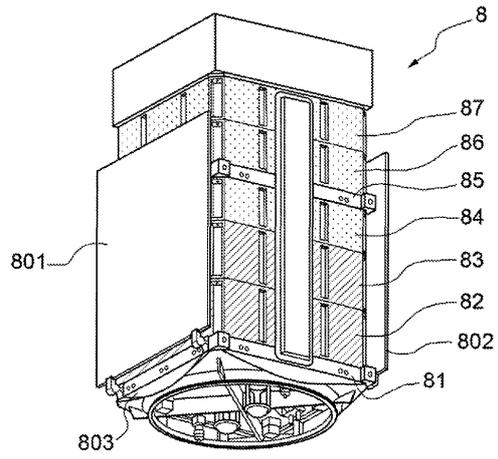
Фиг. 5



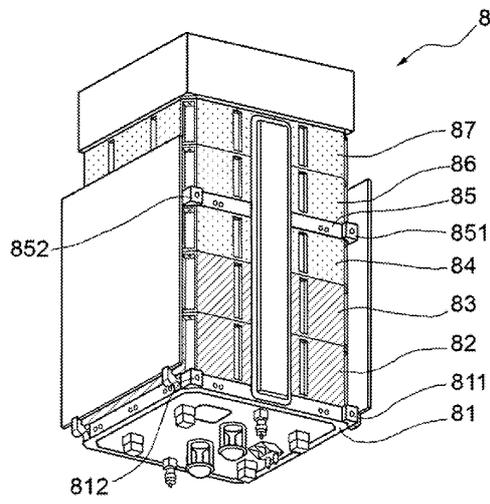
Фиг. 6



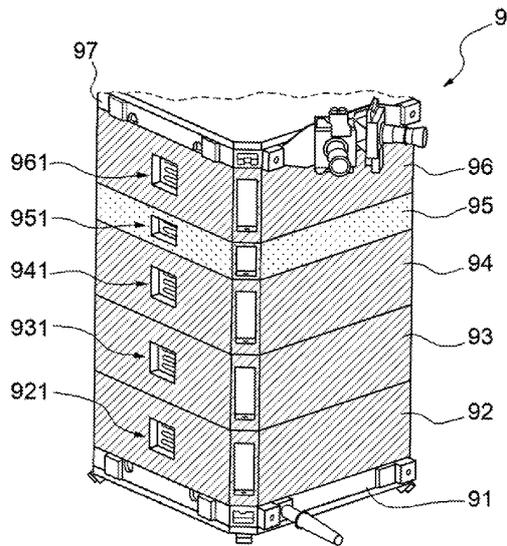
Фиг. 7



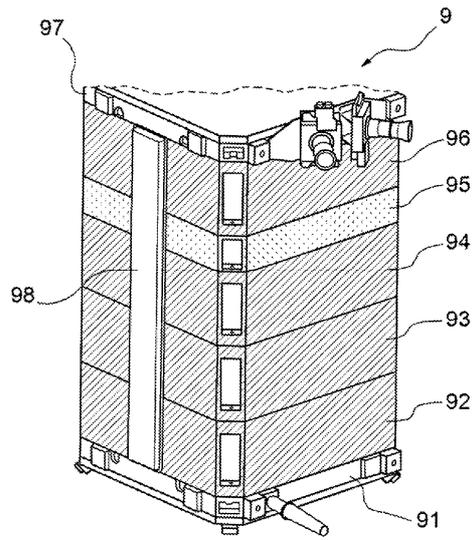
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11