



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **99644** (13) **U**  
(51) МПК (2015.01)

**H01L 23/18** (2006.01)

**H01L 23/34** (2006.01)

**H01L 23/36** (2006.01)

**H01L 23/42** (2006.01)

**G06F 1/20** (2006.01)

**H05K 7/20** (2006.01)

**G12B 15/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 00824**

(22) Дата подання заявки: **02.02.2015**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **10.06.2015**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **10.06.2015, Бюл.№ 11**

(72) Винахідник(и):

**Терешкун Олег Всеволодович (UA)**

(73) Власник(и):

**Терешкун Олег Всеволодович,  
вул. Миру, 40, м. Івано-Франківськ, 76007  
(UA)**

(74) Представник:

**Ривюк Марія Михайлівна, реєстр. №197**

## (54) СИСТЕМА РІДИННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ

### (57) Реферат:

Система рідинного охолодження електронних пристроїв містить контейнер, заповнений рідиною-діелектриком і в якому встановлені електронні блоки/компоненти для охолодження, а також помпу для забезпечення циркуляції охолодного середовища. Контейнер виконаний як частина корпусу електронного пристрою, щонайменше до однієї стінки контейнера прикріплений охолоджувач для забезпечення теплового контакту з охолодним середовищем, а помпа встановлена всередині контейнера.

UA 99644 U

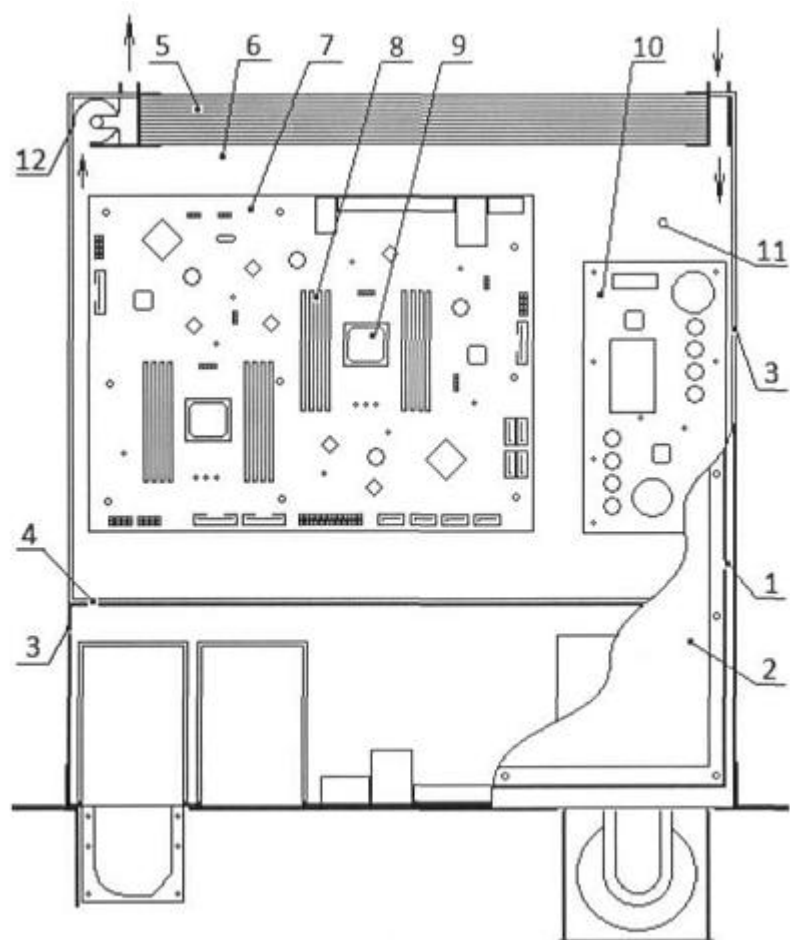


Fig. 1

Корисна модель стосується електроніки та може бути використана для охолодження електронних пристроїв для забезпечення необхідних температурних режимів роботи та надійного їх функціонування.

При сучасному розвитку електроніки, прагнення до зменшення габаритів і пов'язане з ним збільшення потужності невинно веде до підвищення виділення тепла, що створює серйозні проблеми при проектуванні систем охолодження і характеристика тепловідводу - основоположний фактор при проектуванні конструкцій.

Відомі конструкції теплообмінників [1, 2] з розвиненими ребристо-пластинчастими, голковими та сітчасто-дротяними поверхнями для охолодження потужних напівпровідникових компонентів з пасивною та примусовою конвекцією повітря.

Проте теплообмінники з повітряним охолодженням - пристрої локальної дії є недостатньо ефективними та мають досить значні масогабаритні показники.

Відомі конструкції рідинних теплообмінників для контактного охолодження мікропроцесорів ПЕОМ [3, 4], що містять в своєму складі корпус з основою із теплопровідного матеріалу, всередині якого виконана порожнина із розвиненою поверхнею для кращого теплообміну та вхідний і вихідний штуцери для подачі і відводу рідкого теплоносія.

Такі конструкції задовольняють ряд вимог і є досить ефективними пристроями для відводу тепла, але, це пристрої локальної дії, а з огляду на те, що у сучасних ПЕОМ є широка елементна база, яка потребує не менш ефективного відводу тепла, то виникає необхідність вводу в такі системи допоміжних пристроїв, що в свою чергу призводить до ускладнення і збільшення матеріалоємності конструкцій.

Найбільш близьким за технічним рішенням і сукупністю ознак до запропонованої корисної моделі (прототипом) є система прямого контактного рідинного охолодження електронних пристроїв CarnotJet™ американської компанії Green Revolution Cooling™ [5, 6, 7], що являє собою контейнер із горизонтально встановленими кріпленнями серверної стійки, призначеної для вертикального розміщення серверних корпусів, в яких встановлені електронні пристрої і компоненти. Для здійснення контактного охолодження контейнер наповнений рідким діелектриком-теплоносієм та оснащений патрубками для підключення трубопроводу для подачі і відводу теплоносія.

Потік охолодного середовища по трубопроводу подається через вхідний штуцер, безпосередньо контактує із електронними компонентами і пристроями, інтенсивно поглинає виділену теплоту і далі скрізь вихідний штуцер по трубопроводу направляється в теплообмінник. Циркуляція охолодного середовища здійснюється за допомогою помпи, встановленої за межами контейнера. Охолодження діелектрика-теплоносія відбувається в теплообміннику за схемою рідина-рідина.

Конструкція за прототипом має низку суттєвих недоліків, а саме: завищені масогабаритні показники і як наслідок цього - спеціальні вимоги щодо монтажу і експлуатації системи, неекономічне використання теплоносія, складність та/або неможливість переобладнання існуючих систем. Проте дана система розглядається як найбільш близька по постановці задачі, технічному результату і спільності істотних ознак, а головне, як система, що може бути удосконалена.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити інтегрований елемент прямого контактного охолодження електронних пристроїв, забезпечивши ефективний відвід теплоти в заданому температурному режимі та вирівнявши температурні умови їх роботи, дотримуючись умов універсальності та компактності, що зменшить витрати теплоносія та масогабаритні характеристики системи прямого контактного рідинного охолодження електронних пристроїв.

Поставлена задача вирішується тим, що у системі рідинного охолодження електронних пристроїв, що містить контейнер, заповнений рідиною-діелектриком, в який встановлюються електронні блоки/компоненти для охолодження, а також помпу для забезпечення циркуляції охолодного середовища, згідно з корисною моделлю контейнер виконаний як частина корпусу електронного пристрою, щонайменше до однієї стінки контейнера прикріплений охолоджувач для забезпечення теплового контакту з охолодним середовищем, а помпа встановлена всередині контейнера.

За рахунок оптимізації геометрії, безпосередньо всередині (серверного/ПЕОМ) корпусу створюється інтегрований елемент прямого контактного рідинного охолодження, що робить пристрій компактным, універсальним та зменшуються витрати теплоносія. Встановленням охолоджувача та помпи для циркуляції охолодного середовища забезпечується ефективний відвід теплоти.

На фіг. 1, 2 - представлений загальний вигляд системи рідинного охолодження серверів; на фіг. 3, 4 - загальний вигляд системи рідинного охолодження ПК.

Система рідинного охолодження електронних пристроїв містить корпус 1 пристрою з електронними компонентами, частина якого виконана за схемою корпус-кришка 2, з бічними стінками 3, перегородкою 4 і разом з охолоджувачем 5, утворює контейнер 6, в який встановлюються електронні блоки/компоненти 7, 8, 9, 10 для охолодження. Контейнер

заповнений рідким діелектриком - теплоносієм 11. Для забезпечення циркуляції охолодного середовища встановлено помпу 12.

Як показано на фіг. 1-4 в корпусі 1 пристрою з електронними компонентами, між двома бічними стінками 3 встановлена перегородка 4. До задньої стінки корпусу 1 або до перегородки із забезпеченням прямого контакту з теплоносієм кріпиться охолоджувач 5. Стінки 3, перегородка 4, кришка 2 і охолоджувач 5 утворюють герметичний контейнер 6. Виготовлений в даний спосіб корпус 1 за рахунок оптимізації геометрії забезпечує компактність виробу при високому ступені технологічності виконання. Інший аспект запропонованого виконання полягає в тому, що не для всіх пристроїв підходить пряме контактне охолодження, наприклад носії інформації HDD, приводи CD/DVD або пристрої для діагностики, обслуговування, які потребують негайного підключення до системи без демонтажу останньої, тому, саме таке виконання конструкції забезпечує універсальність. Встановлення, демонтаж електронних пристроїв/компонентів, призначених для прямого контактного охолодження, а також обслуговування всієї системи ведеться через кришку 2.

Можливе використання різних типів охолоджувачів в залежності від умов і технологічних можливостей, наприклад:

на фіг. 1, 3 зображено охолоджувач 5 - пластинчастий теплообмінник оснащений патрубками, з однієї сторони - для забезпечення циркуляції охолодного середовища, з другої - для подачі/відводу охолоджуючої рідини;

на фіг. 2, 4 зображено охолоджувач 5 - контурну теплову трубку. Охолодження теплоносія в даному випадку відбувається за схемою рідина-навколишнє середовище.

Система рідинного охолодження електронних блоків працює таким чином.

В контейнері 6 із забезпеченням прямого контакту з охолодним середовищем встановлено охолоджувач (теплообмінник) 5, контейнер 6 заповнюють рідиною діелектриком - теплоносієм 11. Безпосередньо контактуючи із поверхнями електронних компонентів, рідина 11 забезпечує вирівнювання температури між усіма електронними компонентами та інтенсивно поглинає виділену теплоту (нагрівається), помпа 12 встановлена в контейнері 6 створює турбулентний потік, який в свою чергу покращує тепловіддачу та здійснює теплоперенос між встановленим охолоджувачем (теплообмінником) 5 та електронними компонентами. При контакті із поверхнею охолоджувача (теплообмінника) 5 рідина віддає поглинуту теплоту (охолоджується).

Для експериментальної перевірки ефективності запропонованої системи порівнювався прототип та заповнена корпусами (пропонованими моделями) серверна стійка 42U. Було виготовлено макети корпусів сервера висотою 1U із інтегрованим контейнером, розміри якого становили - 25.25" x 18" x 1.719" (641.4 x 457.2 x 43.7 мм). Такий контейнер дозволяє розмістити найбільші із відомих по габаритних розмірах форм-фактори (WTX, E-ATX, SSI-EEB, SSI-CEB...) та додаткові пристрої і комплектуючі для охолодження. Лінійні розміри корпусу, із теплообмінником, виконаним як стінка контейнера, із забезпеченням прямого контакту з теплоносієм, становили - 25.25" x 29" x 1,719" (641.4 x 736.6 x 43.7 мм). для пластинчастого, та 25.25" x 27" x 1,719" (641.4 x 685.8 x 43.7 мм). для контурної теплотрубки. Експериментальні дослідження показують, що витрати теплоносія на один контейнер становлять в середньому 8 кг.

Однією із основних особливостей також є те, що в існуючих інформаційних/дата-центрах основний стандарт для використання - 19" телекомунікаційна стійка [9, 10], що з використанням прототипу значно ускладнює, а подекуди і унеможлиблює переобладнання, так, як розглянутий прототип має завищені масогабаритні показники і як наслідок - спеціальні вимоги щодо монтажу та встановлення системи. Таким чином, при виконанні 1U 19" запропонованої моделі відповідно до стандартів EIA-310-D, та CEA-310-E, лінійні розміри корпусу становлять - 17.75" x 29" x 1,719" (450 x 736.6 x 43.7 мм) з інтегрованим контейнером, розміри якого 17.75" x 18" x 1.719" (450 x 457.2 x 43.7 мм) витрата теплоносія становить в середньому 4,3 кг, при такому виконанні запропонованої корисної моделі, дотримується умова універсальності.

Результати порівнювальних характеристик занесені у таблицю.

Як показано у таблиці, економія теплоносія в порівнянні із прототипом в процентному відношенні становить - 300 % для 1U 27" корпусу та 550 % для 1U 19" при тому, що габарити запропонованої корисної моделі були дещо меншими.

Крім цього порівнювались характеристики корисного використання площі приміщення інформаційного центру та місткості обладнання: так, наприклад, розглянута площа

інформаційного центру 990 м<sup>2</sup> де розміщуються 280 серверних контейнера 42U, дозволяє максимально встановити 11760 1U 27" корпусів [11].

При використанні запропонованої корисної моделі, тобто серверної стійки 42U, максимально заповненої запропонованими моделями корпусів 1U, на площі в 990 м<sup>2</sup>, розміщуються 700 стійок, що дозволяє максимально встановити 29400 1U 27" корпусів, що у порівнянні з прототипом, в процентному відношенні дає приріст в 250 %.

Таким чином, запропонована система рідинного охолодження електронних пристроїв характеризується високим ступенем автоматизації при виготовленні, технологічна при монтажі, є нова, промислово придатна, економічно вигідна та забезпечує досягнення поставленої мети - зменшення масогабаритних характеристик і витрат теплоносія, забезпечуючи ефективний відвід теплоти та вирівнюючи температурні умови роботи електронних пристроїв.

Таблиця

Порівняльна характеристика прототипу та корисної моделі

Характеристика	Прототип	Корисна модель	
		Серверна стійка	
Тип	42U 27"	42U 27"	42U 19"
Розмір мм	2050×690×1300	2017×775×1050	2017×570×1050
Вага теплоносія кг.	1000	336	181

Джерела інформації:

1. Боса Н.В. Теплообмін плоских поверхонь з сітчато-дротяним оребренням. Автореф. Дис. канд. Технічних наук. Нац. Техн. ун-т України "Київ політехнічний ін-т". - К., 2001. Укр.
2. Баранюк О.В. Теплообмін та аеродинаміка плоских поверхонь з пластинчатсто-розрізним оребренням. Автореф. Дис. канд. Технічних наук. Нац. Техн. ун-т України "Київ політехнічний ін-т" - К., 2009. укр...
3. Пат. України 59101 А. Охолоджувач процесорів електронних пристроїв / Тютюнник Д.М., Пархоменко Г.О. - 2003. - Бюл. № 8.
4. Асмаков С. Системы охлаждения: переходим к водным процедурам // Компьютер пресс. - 2002. - № 1. - С. 123-125.
5. Інтернет ресурс [www.grcooling.com/carnotjet/](http://www.grcooling.com/carnotjet/) ©
6. Інтернет ресурс [www.grcooling.com/oil-submersion-cooling-for-todays-data-centers/](http://www.grcooling.com/oil-submersion-cooling-for-todays-data-centers/) ©
7. Інтернет ресурс [www.grcooling.com/electrosafe\\_wp/](http://www.grcooling.com/electrosafe_wp/) ©
8. Інтернет ресурс [www.grcooling.com/docs/CarnotJet-CNJ-C-3-Container-Data-Sheet.pdf](http://www.grcooling.com/docs/CarnotJet-CNJ-C-3-Container-Data-Sheet.pdf)©
9. ГОСТ 28601.1-90; ГОСТ 28601.2-90; ГОСТ 28601.3-90.
10. Rack 19" pouses, systeme standard EIA 310-D, CEI 60297 et DIN 41494 SC 48 D ©
11. Інтернет ресурс [www.grcooling.com/floor-space-optimization-white-paper/](http://www.grcooling.com/floor-space-optimization-white-paper/) ©

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Система рідинного охолодження електронних пристроїв, що містить контейнер, заповнений рідиною-діелектриком і в якому встановлені електронні блоки/компоненти для охолодження, а також помпу для забезпечення циркуляції охолодного середовища, яка **відрізняється** тим, що контейнер виконаний як частина корпусу електронного пристрою, щонайменше до однієї стінки контейнера прикріплений охолоджувач для забезпечення теплового контакту з охолодним середовищем, а помпа встановлена всередині контейнера.

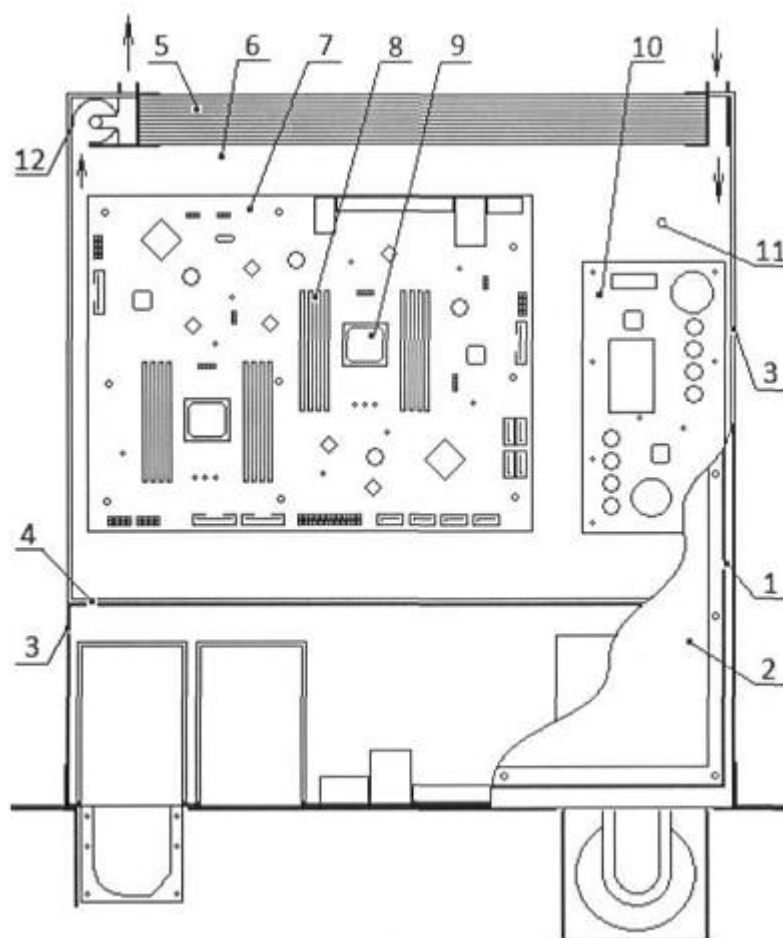
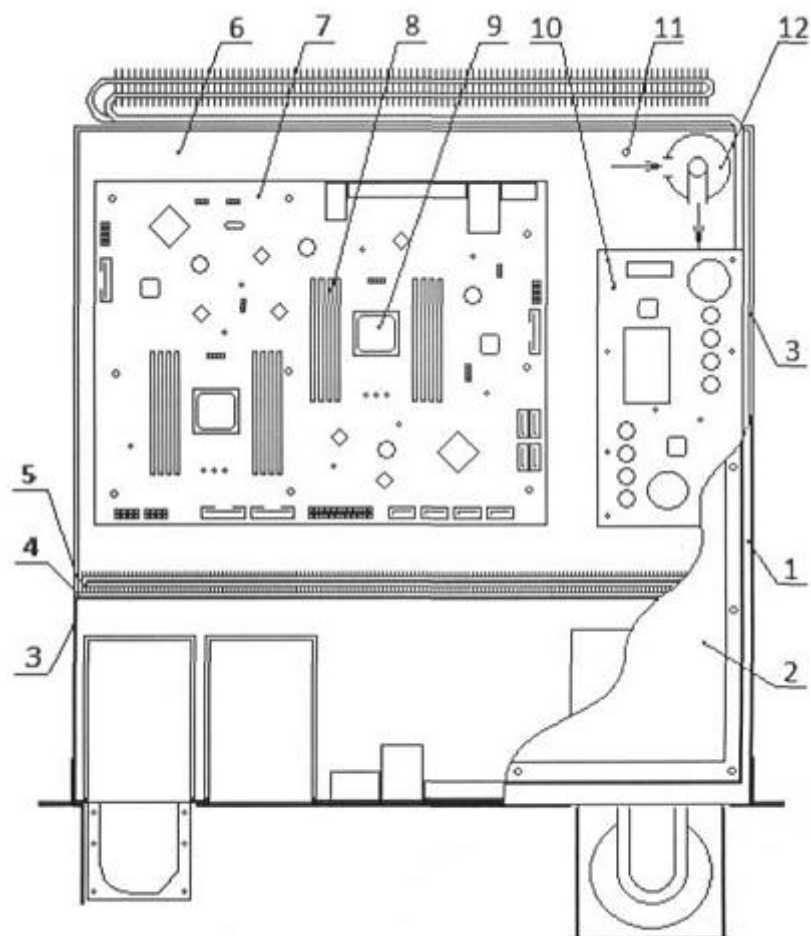
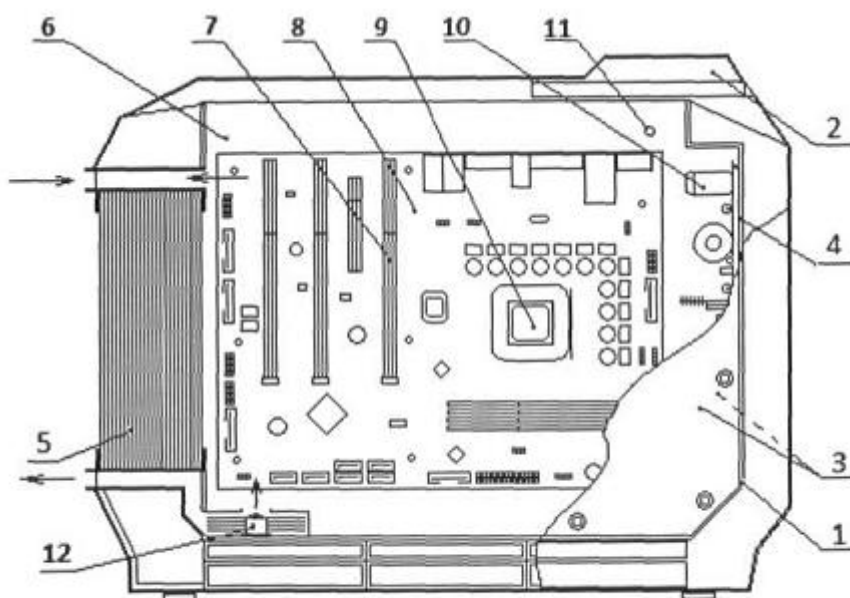


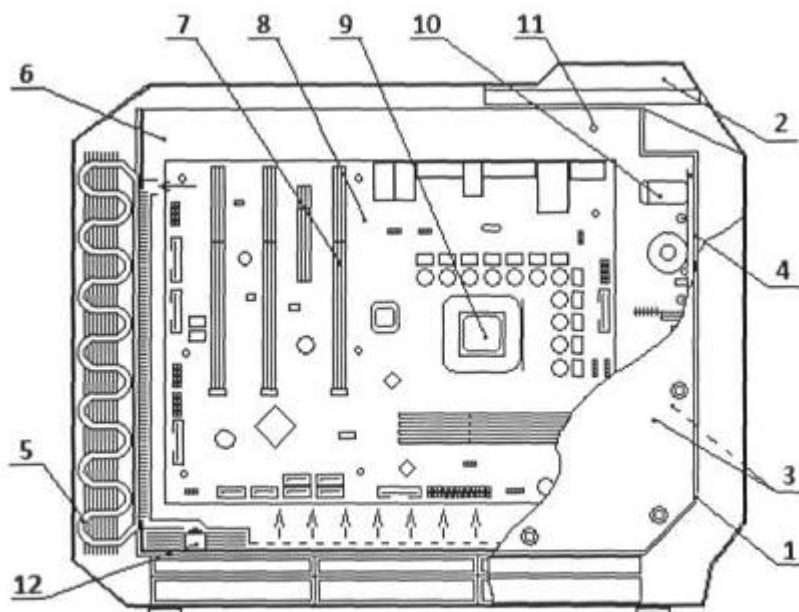
Fig. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

---

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601