

МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(51) Международная классификация изобретения ⁵ : F25B 21/02	A1	(11) Номер международной публикации: WO 94/10514 (43) Дата международной публикации: 11 мая 1994 (11.05.94)
(21) Номер международной заявки: PCT/RU93/00224 (22) Дата международной подачи: 30 сентября 1993 (30.09.93) (30) Данные о приоритете: 92004830/06/049602 5 ноября 1992 (05.11.92) RU (71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме US): ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ КОМПАНИЯ «РУССКИЙ ХОЛОД» [RU/RU]; Москва 101502, К-30, ул. Сушеская, д. 21 оффис 16 (RU) [TOVARISCHESTVO S OGRANICHENNOI OTVETSTVENNOSTJU KOMPANIA «RUSSKY KHOLOD», Moscow (RU)]. (72) Изобретатели; и (75) Изобретатели / Заявители (только для US): КОЗЛОВ Юрий Фёдорович [RU/RU]; Москва 113149, ул. Болотниковская, д. 13, кв. 14 (RU) [KOZLOV, Jury Fedorovich, Moscow (RU)]. БЕРДНИКОВ Валерий Михайлович [RU/RU]; Москва 115573, ул. Шипиловская, д. 37, корп. 1, кв. 127 (RU) [BERDNIKOV, Valery Mikhailovich, Moscow (RU)].		(81) Указанные государства: BR, CA, DE, FI, GB, HU, JP, KR, NL, NO, UA, US, (европейский патент (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)) Опубликована С отчетом о международном поиске.
(54) Title: METHOD OF COOLING A UNIT OF A CASCADE THERMOPILE		
(54) Название изобретения: СПОСОБ ОХЛАЖДЕНИЯ ОБЪЕКТА КАСКАДНОЙ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ БАТАРЕЕЙ		
(57) Abstract A method of cooling a unit of a cascade thermopile is based on the transfer of heat from the unit and from cascade to cascade, an adjustable direct current being applied to the terminals of the pile until it is in the stable operating mode corresponding to the desired temperature of the cooled unit. According to the invention, the heat from the unit is transferred in successive packets from cascade to cascade, interim storage of heat being effected in heat accumulators. To this end each cascade is operated in modes of active dissipation of heat from the heat source, the duration of the time intervals involved and the strength of the current passing through the cascades of the thermopile for these operating modes being regulated through the process of bringing the thermopile to its stable operating mode with the cooled unit and heat accumulators at the desired temperature while minimizing the electrical power consumption. According to the invention, the same number of thermal elements are used in all the cascades, thereby reducing the amount of scarce and costly semiconducting thermoelectric materials used and the unit cost of the thermopile.		

Способ охлаждения объекта каскадной термоэлектрической батареей, основан на переносе тепла от объекта и далее от каскада к каскаду при подаче на клеммы батареи регулируемого постоянного стабилизированного тока до выхода ее на стационарный режим работы, соответствующий требуемой температуре охлаждаемого объекта. Согласно изобретению перенос отводимого от объекта тепла осуществляют последовательными во времени порциями от каскада к каскаду с промежуточным накоплением тепла на аккумуляторах тепла. Для этого работу каждого каскада проводят в режимах активного отвода тепла и теплового ключа, причем длительности временных интервалов и силы токов через каскады термобатарей для этих режимов регулируют в процессе вывода ее на установившийся режим работы с требуемыми значениями температур охлаждаемого объекта и аккумуляторов тепла при минимальном значении потребляемой электрической мощности. Согласно изобретению количество термоэлементов во всех каскадах батареи принимается одинаковыми благодаря чему достигается существенное сокращение расхода дефицитных дорогостоящих полупроводниковых термоэлектрических материалов, а значит и удельная стоимость термоэлектрической батареи.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ.

AT	Австрия	FI	Финляндия	MR	Мавритания
AU	Австралия	FR	Франция	MW	Малави
BB	Барбадос	GA	Габон	NE	Нигер
BE	Бельгия	GB	Великобритания	NL	Нидерланды
BF	Буркина Фасо	GN	Гвинея	NO	Норвегия
BG	Болгария	GR	Греция	NZ	Новая Зеландия
BJ	Бенин	HU	Венгрия	PL	Польша
BR	Бразилия	IE	Ирландия	PT	Португалия
CA	Канада	IT	Италия	RO	Румыния
CF	Центральноафриканская Республика	JP	Япония	RU	Российская Федерация
BY	Беларусь	KP	Корейская Народно-Демократическая Республика	SD	Судан
CG	Конго	KR	Корейская Республика	SE	Швеция
CH	Швейцария	KZ	Казахстан	SI	Словения
CI	Кот д'Ивуар	LI	Лихтенштейн	SK	Словакия
CM	Камерун	LK	Шри Ланка	SN	Сенегал
CN	Китай	LU	Люксембург	TD	Чад
CS	Чехословакия	LV	Латвия	TG	Того
CZ	Чешская Республика	MC	Монако	UA	Украина
DE	Германия	MG	Мадагаскар	US	Соединенные Штаты Америки
DK	Дания	ML	Мали	UZ	Узбекистан
ES	Испания	MN	Монголия	VN	Вьетнам

СПОСОБ ОХЛАЖДЕНИЯ ОБЪЕКТА
КАСКАДНОЙ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ БАТАРЕЕЙ

Область техники

Изобретение относится к области холодильной техники, конкретнее к малогабаритным термоэлектрическим охладителям и может быть использовано при создании бытовых, медицинских и специальных термоэлектрических охлаждающих приборов.

Предшествующий уровень техники

Известен способ термоэлектрического охлаждения, основанный на эффекте Пельтье, при котором при пропускании тока через термоэлемент его один спай нагревается, а другой охлаждается /см. Е.А.Коленко "Термоэлектрические охлаждающие приборы" АН СССР, 1987 г., стр.7-II/.

Для получения достаточной степени охлаждения исполнителные термоэлементы соединяют в последовательную цепь, образуя термоэлектрическую батарею. Реализация этого способа обуславливает однако резкое уменьшение холодильного коэффициента, определяемого отношением отводимого теплового потока к потребляемой электрической мощности, при увеличении перепада температур между горячими и холодными спаями термобатареи.

Известен также способ охлаждения объекта, основанный на использовании термоэлектрической батареи /см. а.с. СССР № 322821, по кл. МКИ H01L 35/30; F25B21/02 от 1971 г./.. Данный способ состоит в том, что перенос тепла от объекта осуществляется от каскада к каскаду при подаче на клеммы батареи регулируемого постоянного стабилизированного тока до выхода ее на стационарный режим работы.

Холодные спаи первого каскада отводят тепловой поток от охлаждаемого объекта, который в совокупности с потребляемой этим каскадом электрической мощности передается на холодные спаи второго каскада. Тепловой поток, отводимый от охлаждаемого объекта, поступает на

- 2 -

холодные спаи третьего каскада уже в совокупности с суммарной электрической мощностью, потребляемой первым и вторым каскадом батареи и т.д. Таким образом, каждый последующий каскад батареи, электрически соединенный с предшествующим ему каскадом, должен иметь по сравнению с ним большей холодопроизводительностью. В связи с этим повышение холодопроизводительности каскадной батареи сопряжено с резким увеличением количества дефицитных полупроводниковых материалов. Электрическая мощность, потребляемая каскадной термоэлектрической батареей, представляет собой сумму электрических мощностей, потребляемых каждым ее каскадом.

Применение указанного способа охлаждения ввиду сравнительно меньшего энергопотребления целесообразно при необходимости получения относительно небольших перепадов температур (порядка 30°C) между горячими и холодными спаями термоэлектрической батареи.

Стремление увеличить этот перепад температур более 50°C путем увеличения каскадов приводит к резкому возрастанию потребляемой электрической мощности. Поэтому использование термоэлектрических батарей с количеством каскадов более трех считается непрактичным и в большинстве случаев является технически трудно осуществимой задачей.

Раскрытие изобретения

Задачей настоящего изобретения является создание такого способа охлаждения объекта каскадой термоэлектрической батареей, который резко повысил холодильный коэффициент при одновременном уменьшении расхода полупроводниковых термоэлектрических материалов.

Это достигается тем, что в "Способе охлаждения объекта каскадной термоэлектрической батареей", путем переноса тепла от объекта при подаче на клеммы батареи регулируемого постоянного стабилизированного тока до выхода ее на стационарный режим работы, перенос тепла

- 3 -

ведут дискретно от каскада к каскаду с промежуточным накоплением тепла на тепловых аккумуляторах, причем работу каждого каскада ведут в режимах номинальной холодопроизводительности и теплового ключа, а длительности временных интервалов этих режимов и силы токов через каскады регулируют в процессе выхода на стационарный режим в зависимости от температур объекта и тепловых аккумуляторов.

Краткое описание чертежей

В дальнейшем изобретение поясняется примером его выполнения и прилагаемыми чертежами, на которых:

Фиг. 1 изображает конструктивную схему устройства для охлаждения объекта в соответствии с предлагаемым способом охлаждения.

Фиг. 2 изображает циклограмму работы трехкаскадной батареи с промежуточными аккумуляторами тепла при установившемся режиме отвода тепла от охлаждаемого объекта. На фигуре также приводится характерное изменение во времени температур аккумуляторов тепла при работе каскадов батареи в режимах активного отвода тепла и теплового ключа.

Фиг. 3 изображает пример функциональной схемы питания и управления процессом охлаждения объекта при реализации предлагаемого способа охлаждения с использованием устройства, изображенного на фиг. 1.

Лучший вариант осуществления изобретения

В соответствии с предлагаемым способом охлаждения перенос тепла многокаскадной термоэлектрической батареей с промежуточными аккумуляторами тепла и электрически независимыми каскадами происходит следующим образом.

При работе первого наиболее холодного каскада батареи в режиме активного отвода тепла в течение промежутка времени $\Delta\tau_{1,1}$ (см. фиг. 2) некоторое количество тепла, определяемое теплофизическими свойствами аккумулятора тепла и холодопроизводительностью этого каскада, а также длительностью промежутка времени $\Delta\tau_{1,1}$ сбрасывается в аккумулятор тепла следующего за ним вто-

- 4 -

рого каскада батареи. Об этом свидетельствует (см. фиг. 2) увеличение во времени температуры аккумулятора тепла второго каскада, находящегося в течение промежутка времени $\Delta\tau_{i,1}$ в режиме теплового ключа, компенсирующим обратный переток тепла через термоэлементы и тепловую изоляцию второго каскада батареи. В момент окончания промежутка времени $\Delta\tau_{i,1}$ второй каскад переходит в режим активного отвода тепла, накопленного в его аккумуляторе тепла, а первый каскад батареи переходит в режим теплового ключа. При последующей работе первого каскада батареи в этом режиме в течение промежутка времени $\Delta\tau_{i,2}$ происходит заполнение разряженного аккумулятора тепла этого каскада тепловой энергией, передаваемой ему путем теплоотдачи от охлаждаемого объекта.

Аналогичным образом осуществляется перенос тепла вторым и последующим каскадами батареи (см. фиг. 2) в течение всего процесса охлаждения объекта. В свою очередь происходит понижение средних значений и амплитуд колебаний температур аккумуляторов тепла каскадной батареи в режимах активного отвода тепла и теплового ключа до выхода батареи на установившийся режим работы, который характеризуется постоянством во времени значений указанных параметров.

Для получения установившегося режима отвода тепла от охлаждаемого объекта, соответствующего требуемому значению температуры охлаждаемого объекта с минимальным значением потребляемой мощности необходим соответствующий подбор длительности промежутка времени $\Delta\tau_{i,1}$ и $\Delta\tau_{i,2}$ работы каскадов батареи в режимах активного отвода тепла и теплового ключа и значений токов $I_{o,i}$ и $I_{k,i}$ потребляемых ими в этих режимах. При этом увеличение тока $I_{o,i}$ или длительности промежутка времени $\Delta\tau_{i,1}$ для i -го каскада батареи приводит к понижению установившегося среднего значения температуры аккумуляторов тепла этого каскада, но только при соответствующем увеличении длительностей промежутков времени $\Delta\tau_{i,1}$ или токов $I_{o,i}$ потребления

- 5 -

последующих каскадов батареи в режиме активного отвода тепла и общей длительности $\Delta\tau_{i,1} + \Delta\tau_{i,2}$ циклов их работы.

- 5 Следует отметить, что в предлагаемом способе охлаждения при установленных значениях токов $I_{o,i}$ и $I_{k,i}$ потребления каждого i -го каскада батареи, в отличие от известного способа охлаждения, имеется возможность вывода батареи на установившийся режим работы с оптимальными значениями холодопроизводительности и потребляемой электрической мощности путем подбора соответствующих длительностей промежутков времени $\Delta\tau_{i,1}$ и $\Delta\tau_{i,2}$ для каждого i -го каскада батареи.
- 10 В совокупности с этим фактором возможность независимого регулирования значений $I_{o,i}$ и $I_{k,i}$ токов потребления i -го каскада батареи позволяет осуществлять отвод тепла от охлаждаемого объекта с практически одинаковыми значениями холодопроизводительности каскадов батареи в режимах активного отвода тепла. Это приводит
- 15 к использованию одинакового количества термоэлементов в каждом каскаде батареи, что обеспечивает существенное уменьшение расхода дефицитных полупроводниковых материалов по сравнению с известным способом охлаждения объекта каскадной термоэлектрической батареей.
- 20 Как видно из циклограммы, приведенной на фиг.2, среднее значение $\bar{W}$ электрической мощности, потребляемой в установившемся режиме охлаждения объекта, определяется равенством

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n \int_0^{\tau_c} w_i(\tau) d\tau}{\Delta\tau_c}$$

- 30 где $\Delta\tau_c = \Delta\tau_{1,1} + \Delta\tau_{1,2}$ - длительность цикла работы первого и каждого последующего каскада батареи.

- 35 При этом в любой момент времени только один каскад батареи работает в режиме активного отвода тепла с максимальным потреблением электрической мощности. В связи с этим при использовании предлагаемого способа охлаждения достигается существенное уменьшение потребляемой электрической энергии, а значит повышение холо-

- 6 -

дильного коэффициента многокаскадной батареи, по сравнению с известным способом охлаждения, основанном на ее использовании.

5 В соответствии с конструктивной схемой устройства для реализации предлагаемого способа охлаждения, приведенной на фиг.1 охлаждаемый объект I находится в теплообмене с аккумулятором тепла 2 первого теплоотводящего каскада батареи, выполненным, например, в виде
10 теплопроводящей плиты с оребренной тепловоспринимающей поверхностью. Этот аккумулятор тепла находится в тепловом контакте с холодными спаями термоэлементов 3 первого каскада батареи.

Горячие спаи указанных термоэлементов находятся в тепловом контакте с аккумулятором тепла 4, выполненным, например, в виде теплопроводной плиты, которая также имеет контакт с холодными спаями термоэлементов 5 этого каскада батареи. Горячие спаи термоэлементов 5 находятся в тепловом контакте с аккумулятором тепла 6
20 третьего каскада батареи, выполненным, например, также в виде теплопроводной плиты. Аккумулятор тепла 6 имеет тепловой контакт также с холодными спаями термоэлементов 7 третьего каскада батареи, горячие спаи которых находятся в тепловом контакте с теплопроводящим радиатором 8, выполненным, например, в виде оребренной
25 теплопроводной плиты. Каждый из указанных аккумуляторов тепла имеет датчик 9 температуры, зазоры ^{между} аккумуляторами тепла 2, 4 и 6 заполнены тепловой изоляцией 10. В свою очередь охлаждаемый объект I и термоэлектрическая
30 батарея окружены тепловой изоляцией 11.

Применительно к описанному устройству функциональная схема питания током каскадов батареи и управления ее работой в соответствии с предлагаемым способом охлаждения, приведенная на фиг.3 содержит три регулируемых источника постоянного стабилизированного тока первого, второго и третьего каскадов батареи, соответственно 1, 2 и 3. Каждый i-ый источник постоянного стабилизированного тока имеет входы U₅; U₆ напряже-

- 7 -

ния питания U , выходы i_1, i_2 постоянного стабили-
 зированного тока i -го каскада термоэлектрической
 батареи и информационные входы i_3, i_4 для датчика
 5 температуры аккумулятора тепла этого каскада батареи.
 В состав каждого i -го источника постоянного стабили-
 зированного тока входят: импульсный стабилизатор
 i_9 , триммер i_{10} , i_{11} ручной регулировки тока,
 10 двухпозиционный ключ i_{12} , компаратор i_{13} и таймер
 i_{14} . Входы i_{15} и выходы i_{16} указанных таймеров ис-
 точников 1, 2 и 3 постоянного стабилизированного тока
 определенным образом соединены между собой (см. фиг. 3)
 Выход i_{16} таймера 1-14 соединен со входом 2-15
 таймера 2-14, выход 2-16 таймера 2-14 соединен со
 15! входом 3-15 таймера 3-14, а выход 3-16 таймера 3-14
 подключен ко входу 1-15, таймера 1-14, тем самым за-
 мыкая кольцо. Управляющий вход i_{17} таймера i_{14} каж-
 дого i -го источника постоянного стабилизированного
 тока соединен с выходом i_{18} компаратора i_{13} , а управ-
 20 ляющий выход i_{19} таймера i_{14} подключен к управля-
 щему входу двухпозиционного ключа i_{12} , который также
 как и триммеры i_{10}, i_{11} подключены к управляющим вхо-
 дам импульсного стабилизатора тока i_9 .

В соответствии с предлагаемым способом охлаждения
 25 описанная схема после подключения клемм каждого i -го
 каскада батареи и выходов датчика температуры его акку-
 мулятора тепла соответственно к выходам i_1, i_2 и i_3 ,
 i_4 i -го источника постоянного стабилизированного то-
 ка и подачи напряжения питания и работает следующим
 30 образом.

Таймер 1-14 источника (см. фиг. 3) постоянного ста-
 билизированного тока первого каскада батареи посредст-
 вом ключа 1-12 переводит стабилизатор 1-9 в состояние,
 соответствующее работе этого каскада в режиме активно-
 35 го отвода тепла. При этом напряжение питания и указан-
 ным стабилизатором 1-9 преобразуется в стабилизирован-
 ный ток через первый каскад батареи. Триммером 1-10
 вручную устанавливается значение тока I_k через тер-

- 8 -

5 моэлемента первого каскада батареи, соответствующее режиму активного отвода тепла этим каскадом. В момент подачи напряжения питания и таймеры 2.14 и 3.14 посредством
10 ключей 2.12 и 3.12 подключают к управляющим входам стабилизаторов 2.9 и 3.9 соответственно триммеры 2.11 и 3.11, которыми вручную устанавливаются значения токов через термоэлементы второго и третьего каскадов
15 батареи, соответствующие режимам теплового ключа этих каскадов соответственно I_{k2} и I_{k3} .

 В момент окончания промежутка времени $\Delta t_{2.1}$ после подачи напряжения питания U , заданного таймером 1.14, ключ 1.12 подключает триммер 1.11 к управляющим
20 входам стабилизатора 1.9, в результате чего первый каскад батареи переключается на работу в режиме теплового
25 ключа, а на выходе 1.16 этого таймера образуется сигнал, который поступает на вход 2.15 таймера 2.14. Этот таймер изменяет состояние ключа 2.12, который подключает триммер 2.10 к управляющим входам стабилизатора 2.9, отключая от них триммер 2.11. В результате второй каскад батареи из режима теплового ключа переводится на работу в режим активного отвода тепла. Триммером 1.11 устанавливается значение тока I_{k1} соответствующее работе
30 первого каскада батареи в режиме теплового ключа, а триммером 2.10 устанавливается значение тока $I_{0.2}$ через термоэлементы второго каскада батареи, соответствующее режиму активного отвода тепла этим каскадом.

 В момент окончания последующего промежутка времени $\Delta t_{2.1}$ заданного таймером 2.14, этот таймер изменяет состояние ключа 2.12, который подключает снова
35 триммер 2.11 к управляющим входам стабилизатора 2.9, отключая от них триммер 2.10. При этом второй каскад батареи снова переводится на работу в режиме теплового ключа, а на выходе 2.16 таймера 2.14 образуется сигнал, поступающий на вход 3.15 таймера 3.14. Этот сигнал приводит к тому, что таймер 3.14 изменяет состояние ключа 3.12, который подключает триммер 3.10 к управляющим входам стабилизатора 3.9, отключая от

- 9 -

них триммер 3·II. В результате третий каскад батареи
 из режима теплового ключа переводится на работу в ре-
 жиме активного отвода тепла. Триммером 3·IO устанавливается значение тока $I_{0.3}$ через термоэлементы треть-
 5 его каскада батареи, соответствующее режиму активного
 отвода тепла этим каскадом. В момент окончания послед-
 едующего промежутка времени $\Delta\tau_{3.1}$ заданного таймером
 3·I4, этот таймер изменяет состояние ключа 3·I2, ко-
 10 торый подключает снова триммер 3·II к управляющим
 входам стабилизатора 3·9, отключая от них триммер
 3·IO. При этом третий каскад батареи снова пере-
 водится на работу в режиме теплового ключа, а на вы-
 ходе 3·I6 таймера 3·I4 образуется сигнал, поступающий
 15 на вход I·I5 таймера I·I4. Этот сигнал приводит к
 тому, что первый каскад батареи снова переводится на-
 работу в режиме активного отвода тепла из режима теп-
 лового ключа. Далее описанный выше цикл работы схемы
 питания токов каскадов батареи и управления ее работой
 20 непрерывно повторяется при установленных значениях то-
 ков $I_{0.i}$ и $I_{k.i}$ потребления каждого i -го каскада
 и заданных таймерами I·I4, 2·I4, 3·I4 значениях времен-
 ных интервалов $\Delta\tau_{i.1}$. Сигнал с датчика температу-
 ры аккумулятора тепла каждого i -го каскада батареи
 25 непрерывно поступает на вход компаратора i ·I3. i -го
 источника постоянного стабилизированного тока и срав-
 нивается с заданной в компараторе установкой, соот-
 ветствующей требуемому минимальному значению $T_{i.min}$
 температуры аккумулятора тепла i -го каскада батареи
 30 в режиме активного отвода тепла. При этом, если выпол-
 няется условие $T_{i.\tau} \leq T_{i.min}$, где $T_{i.\tau}$ - текущее
 значение температуры аккумулятора тепла, на выходе ком-
 паратора i ·I3 появляется сигнал, который передается
 на вход i ·I7 таймера. В результате таймер i ·I4 перево-
 35 дит ключ i ·I2 в состояние, соответствующее работе i -го
 каскада батареи в режиме теплового ключа.

Таким образом осуществляется автоматическое опре-
 деление оптимальных значений $\Delta\tau_{1.1}$, $\Delta\tau_{2.1}$ и $\Delta\tau_{3.1}$ времен-

- 10 -

ных интервалов работы каскадов батареи в режиме активного отвода тепла, соответствующих установленным значениям $I_{0.i}$, потребляемых ими токов в этом режиме, необходимых для получения установившегося режима работы батареи с соответствующим этим токам минимального значения потребляемой электрической мощности.

Для реализации способа охлаждения между каскадами батареи устанавливают теплопроводные аккумуляторы тепла с датчиками температуры на каждом из них, количество термоэлементов во всех каскадах батареи, начиная со второго теплоотводящего каскада, делают одинаковыми и равными числу термоэлементов в первом теплоотводящем каскаде, не нарушая последовательного соединения термоэлементов в каждом каскаде, разрывают электрические связи между каскадами батареи, клеммы каждого i -го каскада батареи подключают к отдельному регулируемому источнику постоянного стабилизированного тока. Для каждого i -го каскада батареи задаются значениями $\Delta\tau_{i,1}$ и $\Delta\tau_{i,2}$ временных интервалов соответственно режиму активного отвода тепла термоэлементами этого каскада при потребляемом ими токе $I_{0.i}$ и режиму теплового ключа при потребляемом термоэлементами токе $I_{к.i}$ из условий $\Delta\tau_{(i+1),1} > \Delta\tau_{i,1}$ и того, что для каждого i -го каскада, начиная со второго теплоотводящего каскада батареи должно выполняться равенство $\Delta\tau_{i,1} + \Delta\tau_{i,2} = \Delta\tau_{i+1,1} + \Delta\tau_{i+1,2}$, задаются значениями $I_{0.i}$ и $I_{к.i} = (0,2 \pm 0,6) \cdot I_{0.i}$ токов потребления для каждого i -го каскада батареи, через первый каскад батареи пропускают ток $I_{0,1}$, а через все последующие каскады батареи, в то же время пропускают токи $I_{к,i}$, в момент окончания промежутка времени $\Delta\tau_{1,1}$ ток через первый каскад батареи уменьшают до значения $I_{к,1}$, а ток через второй каскад батареи увеличивают до значения $I_{0,2}$, в момент окончания последующего промежутка $\Delta\tau_{2,1}$ времени ток $I_{0,2}$ через второй каскад батареи снова

- II -

- уменьшают до значения $I_{к.2}$, а ток через третий каскад батареи увеличивают до значения $I_{о.3}$, аналогично осуществляют последовательное во времени и по высоте батареи переключение режимов работы каскадов батареи до момента времени $\Delta\tau_{1.1} + \Delta\tau_{1.2}$, осуществляют непрерывное повторение указанных циклов работы каскадов батареи и постоянный контроль температур их аккумуляторов тепла, регистрируемых датчиками температур этих аккумуляторов тепла, фиксируют установившийся режим отвода тепла от охлаждаемого объекта по постоянству во времени средних значений температур аккумуляторов тепла каскадов батареи и амплитуд их колебаний при работе каскадов батарей в режимах активного отвода тепла и теплового ключа, путем подбора значений длительностей промежутков $\Delta\tau_{i.1}$ и $\Delta\tau_{i.2}$ времени работы каскадов батареи в режимах активного отвода тепла и теплового ключа и потребляемых ими токов $I_{о.i}$, $I_{к.i}$ батарею выводят на установившийся режим отвода тепла от охлаждаемого объекта, соответствующий требуемому значению температуры охлаждаемого объекта и минимальному значению потребляемой электрической мощности.

Промышленная применимость

- Использование способа охлаждения объекта каскадной термоэлектрической батареей позволит:

- довести значения удельных электрических мощностей, потребляемых бытовыми или специализированными охлаждающими приборами, до значений, получаемых компрессионными охлаждающими устройствами, за счет дискретного отвода тепла от каскада к каскаду с промежуточным накоплением тепла на аккумуляторах тепла каскадов термоэлектрической батареи и регулированием значений силы токов и длительностей режимов активного отвода тепла и теплового ключа для каждого каскада в процессе вывода охлаждающего устройства на требуемый установившийся режим работы,
- существенно расширить функциональные возможности

- 12 -

- каскадного термоэлектрического охлаждения в части
достигаемой степени охлаждения объекта благодаря
обеспечению возможности экономичной работы термоэлект-
5 рических батарей с количеством каскадов более трех
за счет повышения холодильных коэффициентов отдель-
ных каскадов и термоэлектрической батареи в целом
- существенно понизить удельную стоимость ох-
лаждающего устройства за счет сокращения расхода
10 дефицитных и дорогостоящих полупроводниковых термо-
электрических материалов.

- 13 -

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

- 5 I. Способ охлаждения объекта каскадной термо-
электрической батареей путем переноса тепла от объек-
та и далее от каскада к каскаду при подаче на клеммы
батареи регулируемого постоянного стабилизированного
тока до выхода ее на стационарный режим работы, со-
ответствующий требуемой температуре охлаждаемого
10 объекта, отличающийся тем, что перенос тепла ведут
последовательными во времени порциями от каскада к
каскаду с промежуточным накоплением тепла на тепло-
вых аккумуляторах, причем работу каждого каскада про-
водят в режимах активного отвода тепла и теплового
15 ключа, а длительности временных интервалов и силы то-
ков через каскады термобатареи для этих режимов ре-
гулируют в процессе вывода ее на установившийся ре-
жим работы с требуемыми значениями температур охлажда-
емого объекта и аккумуляторов тепла при минимальном
значении потребляемой электрической мощности.

1/3

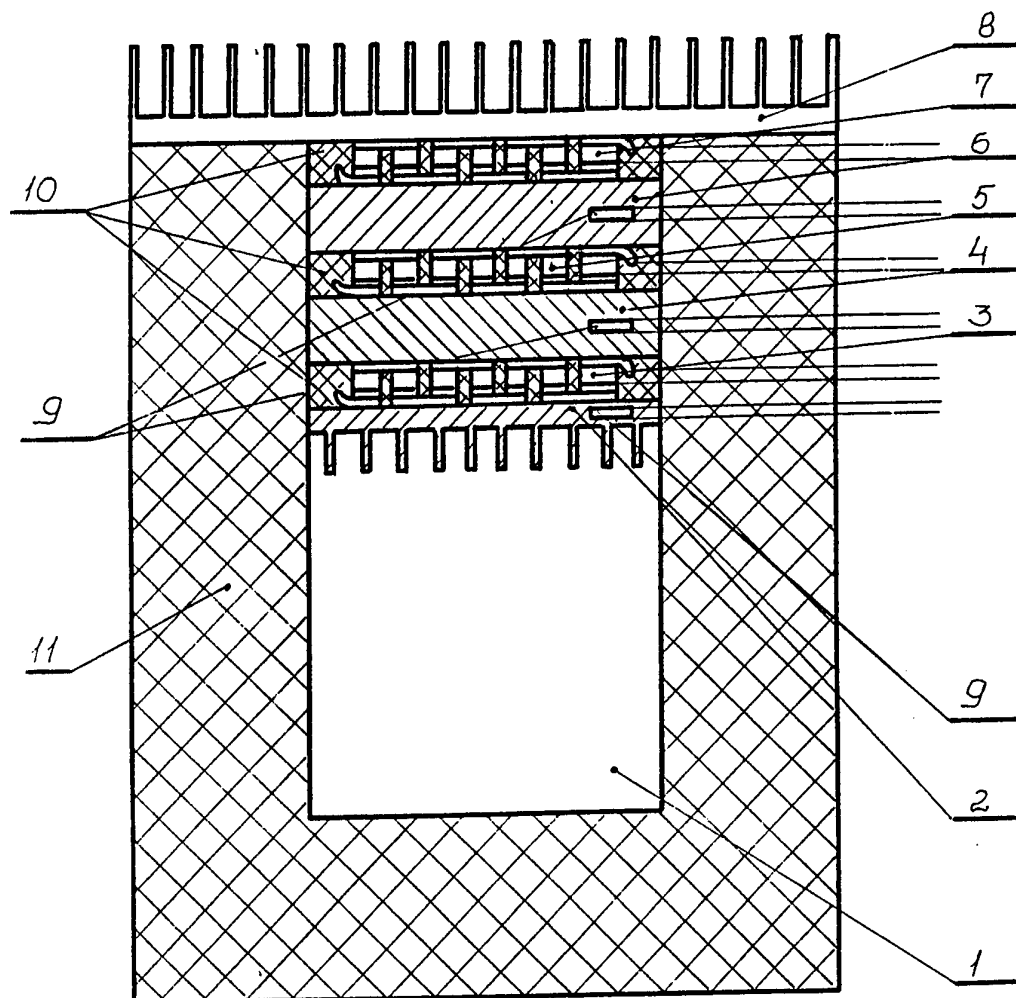


FIG. 1

2/3

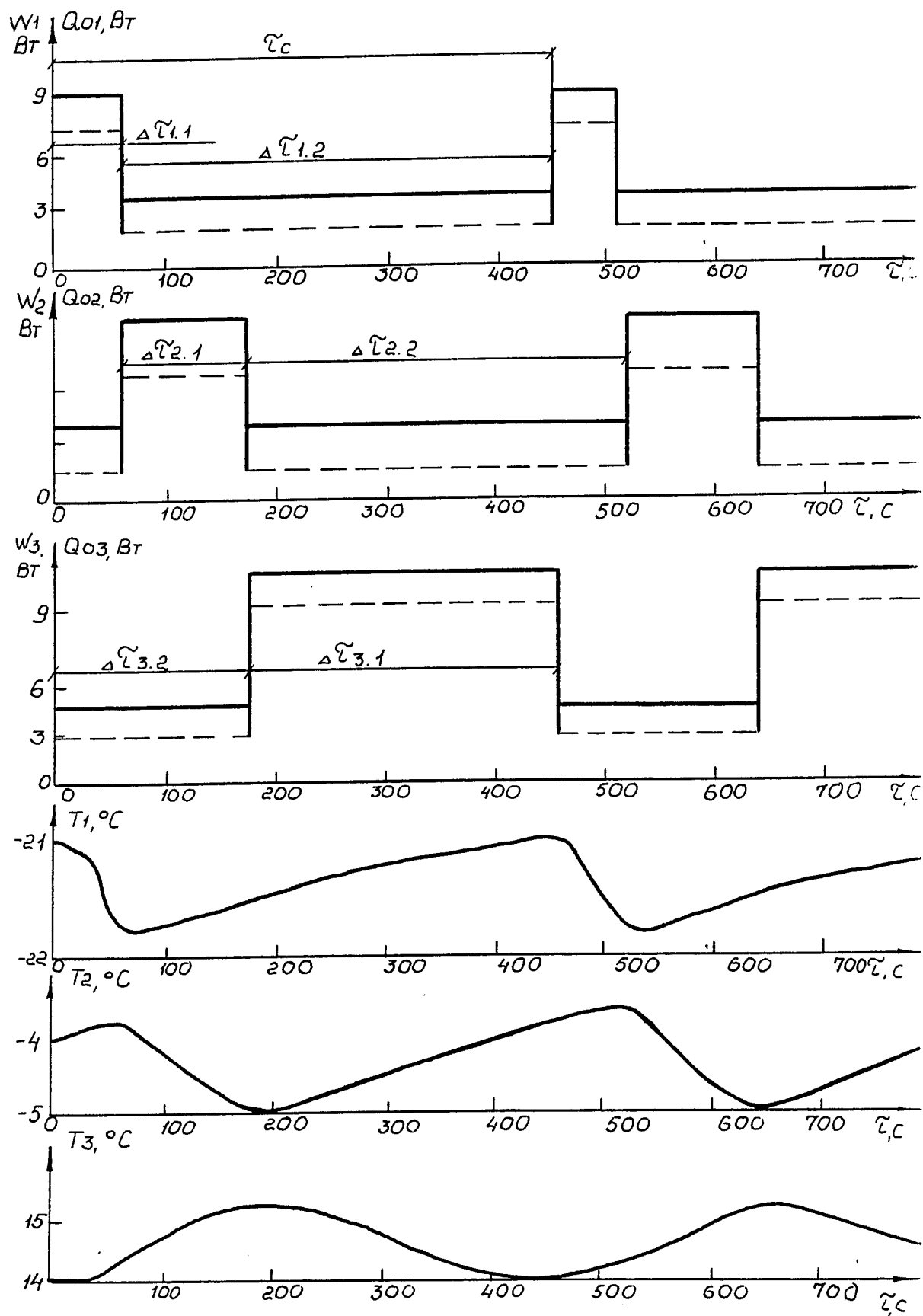


FIG 2

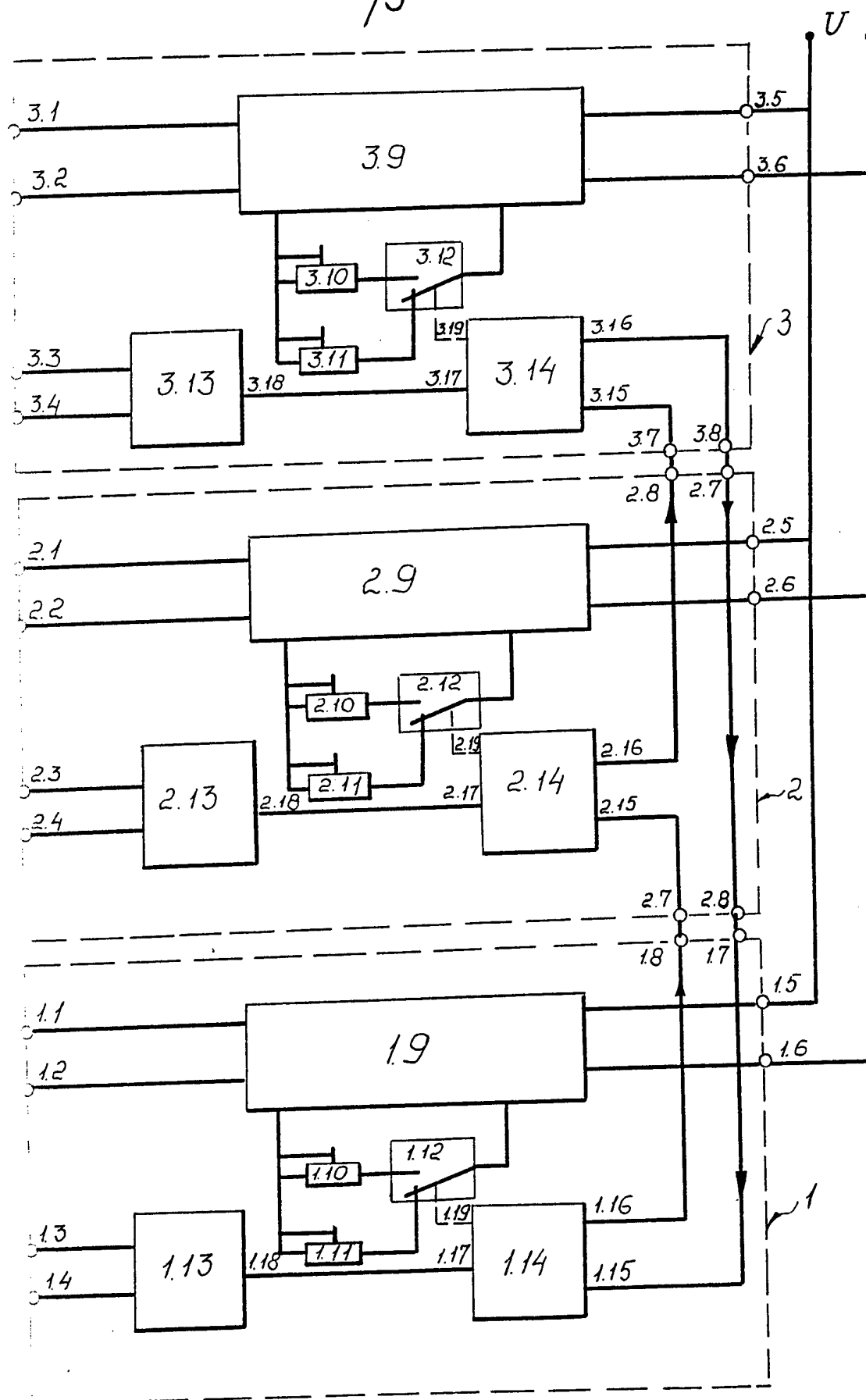
$\frac{3}{3}$ 

FIG 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU93/00224

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 5 F25B 21/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 5 F25B 21/02, H01L 35/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,3650117 (CANADIAN LIGULD AIR LTD ET AL), 21 March 1972 (21.03.72)	1
A	US,A,4833889 (MICROLUMINETICS), 30 May 1989 (30.05.89)	1
A	FR,A1,2468086 (MORACCHIOLI ROBERT ET AL), 30 April 1981 (30.04.81)	1
A	EP,A2,0275829 (AGROGEN-STIFTUNG), 27 July 1988 (27.07.88)	1
A	WO,A1,89/01594 (KABUSHIKI KAISHA KOMATSU SEISAKUSHO), 23 February 1989 (23.02.89)	1
A	SU,A,641248 (L.P. GRABOI ET AL), 10 January 1979 (10.01.79)	1

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 January 1994 (13.01.94)

Date of mailing of the international search report

26 January 1994 (26.01.94)

Name and mailing address of the ISA/

ISA/RU

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка No
PCT/RU93/00224

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ: F25B 21/02 Согласно Международной патентной классификации (МКИ-5)		
В. ОБЛАСТИ ПОИСКА:		
Проверенный минимум документации (Система классификации и индексы): МКИ-5 F25B 21/02, H01L 35/30		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:		
Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если возможно, поисковые термины):		
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ		
Категория *)	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту No.
A	US, A, 3650117 (CANADIAN LIGULD AIR LTD и другие), 21 марта 1972 (21.03.72)	1
A	US, A, 4833889 (MICROLUMINETICS), 30 мая 1989 (30.05.89)	1
☒ последующие документы указаны в продолжении графы С ☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении		
* Особые категории ссылочных документов: "А" - документ, определяющий общий уровень техники. "Е" - более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее. "О" - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д. "Р" - документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета. "Т" - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения. "Х" - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень. "У" - документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории. "&" - документ, являющийся патентом-аналогом.		
Дата действительного завершения международного поиска 13 января 1994 (13.01.94)		Дата отправки настоящего отчета о международном поиске 26 января 1994 (26.01.94)
Наименование и адрес Международного поискового органа: -- Всероссийский научно-исследовательский институт государственной патентной экспертизы, Россия, 121858, Москва, Бережковская наб. 30-1 факс. (095)243-33-37, телетайп 114818 ПОДАЧА		Уполномоченное лицо: Е.Игнатова тел. (095)240-58-22

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка No.

PCT/RU 93/00224

С. (Продолжение) ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ		
Категория *)	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту No.
A	FR, A1, 2468086 (MORACCHIOLI ROBERT и другие), 30 апреля 1981 (30.04.81)	1
A	EP, A2, 0275829 (AGROGEN-STIFTUNG), 27 июля 1988 (27.07.88)	1
A	WO, A1, 89/01594 (KABUSHIKI KAISHA KOMATSU SEISAKUSHO), 23 февраля 1989 (23.02.89)	1
A	SU, A, 641248 (Л.П.ГРАБОВИ и другие), 10 января 1979 (10.01.79)	1