Office de la Propriété Intellectuelle du Canada
Un organisme d'Industrie Canada

Canadian Intellectual Property Office
An agency of Industry Canada

CA 2406457 C 2007/07/31

(11)(21) 2 406 457

(12) BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT

(13) C

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2001/02/16
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2001/08/23
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2007/07/31
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2002/10/16
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2001/000466
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2001/061257
(30) Priorité/Priority: 2000/02/17 (FR00/01942)

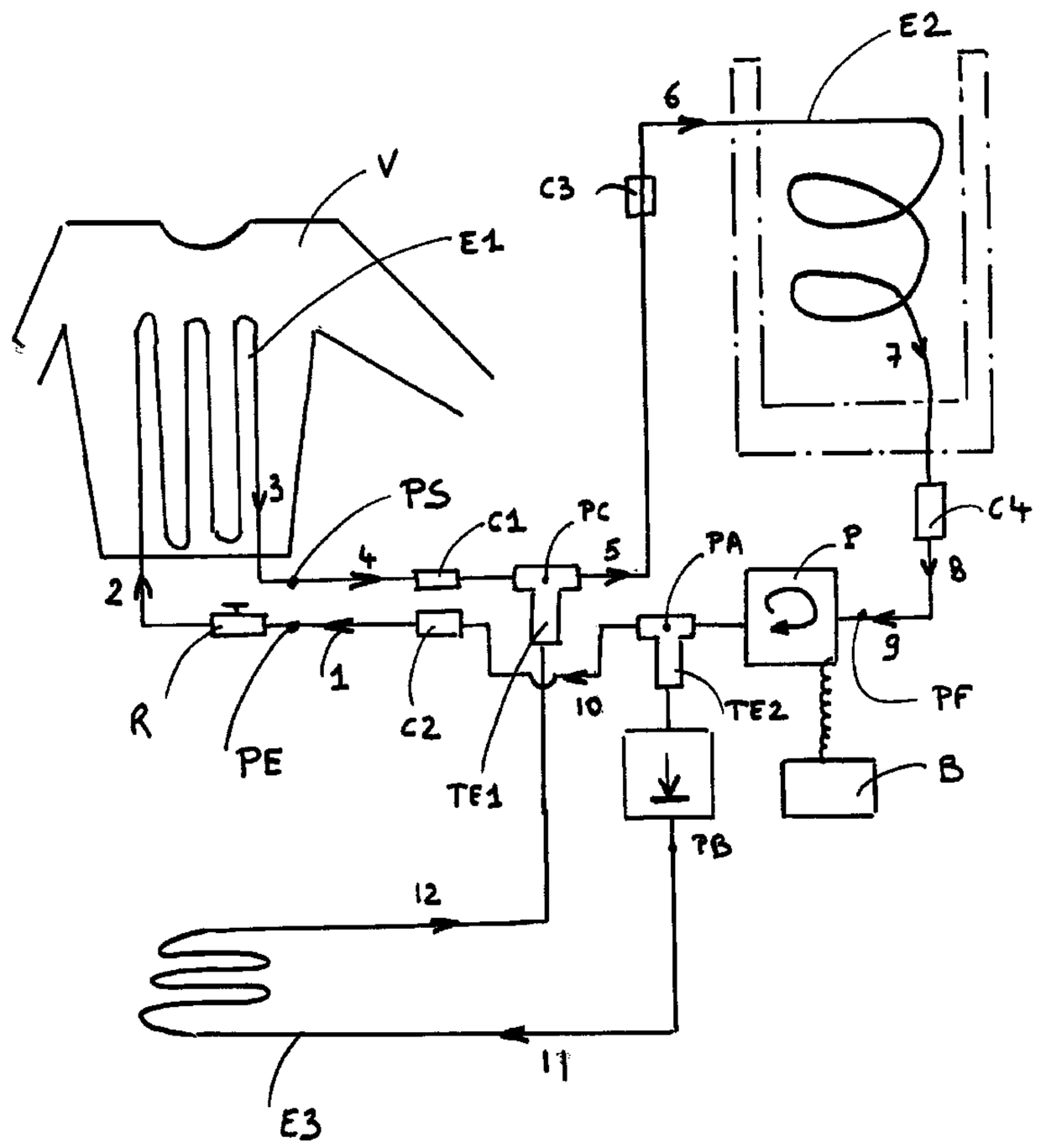
(51) Cl.Int./Int.Cl. *F25D 3/14* (2006.01), *A41D 13/005* (2006.01), *A62B 17/00* (2006.01)

(72) Inventeur/Inventor:
SCHEGERIN, ROBERT, FR

(73) Propriétaire/Owner:
LA SOCIETE MATERIEL INDUSTRIEL DE SECURITE (MATISEC), FR

(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : SYSTEME DE REFRIGERATION INDIVIDUEL CRYOGENIQUE
(54) Title: INDIVIDUAL CRYOGENIC REFRIGERATION SYSTEM



(57) Abrégé/Abstract:
Système de refroidissement individuel comprenant: (a) un vêtement V; (b) un récipient contenant un bloc de matière libérant une quantité d'énergie frigorifique par changement de phase; (c) une pompe P, caractérisé par la présence d'un moyen permettant le fonctionnement en continu de l'ensemble sans solidification du fluide caloriporteur, bien que la température de solidification du fluide caloriporteur soit supérieure à la température du bloc de matière libérant l'énergie frigorifique par changement de phase.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
23 août 2001 (23.08.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/61257 A1

(51) Classification internationale des brevets[7] : F25D 3/14, A62B 17/00, A41D 13/005

(21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR01/00466

(22) Date de dépôt international : 16 février 2001 (16.02.2001)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
00/01942 17 février 2000 (17.02.2000) FR

(71) Déposant et
(72) Inventeur : SCHEGERIN, Robert [FR/FR]; c/o Eurodeffi-Brevet, Boîte postale 20, 12, avenue de l'Europe, F-78142 Vélizy Cedex (FR).

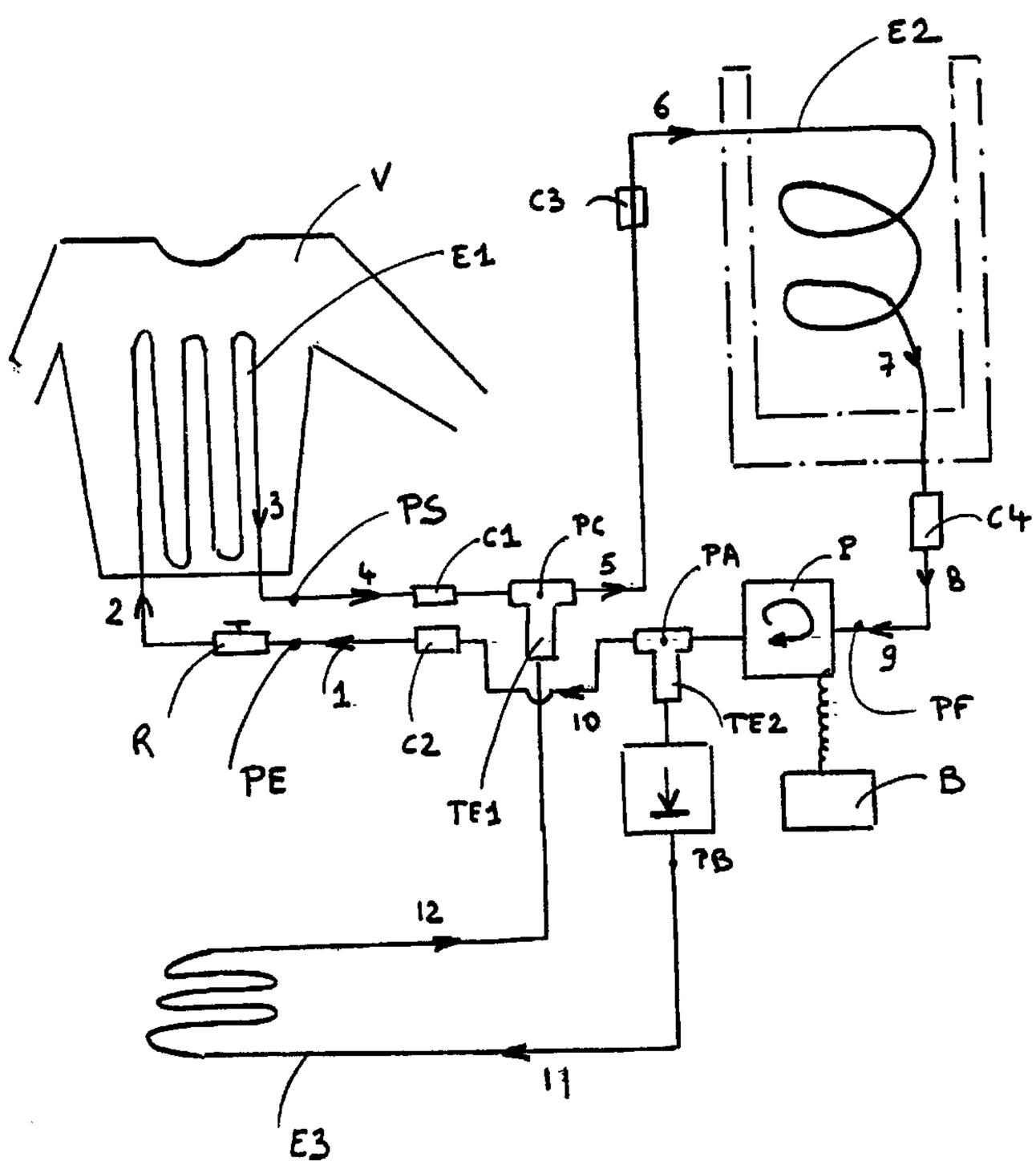
(81) États désignés *(national)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) États désignés *(régional)* : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: INDIVIDUAL CRYOGENIC REFRIGERATION SYSTEM

(54) Titre : SYSTEME DE REFRIGERATION INDIVIDUEL CRYOGENIQUE



(57) Abstract: The invention concerns an individual cooling system comprising: (a) a garment V; (b) a container containing a block of material releasing an amount of refrigerating energy by phase change; (c) a pump P. The invention is characterised in that it comprises means enabling the continuous operation of the assembly without solidification of the heating medium, even if the solidification temperature of the heating medium is higher than the temperature of the block of material releasing the refrigerating energy by phase change.

(57) Abrégé : Système de refroidissement individuel comprenant: (a) un vêtement V; (b) un récipient contenant un bloc de matière libérant une quantité d'énergie frigorifique par changement de phase; (c) une pompe P, caractérisé par la présence d'un moyen permettant le fonctionnement en continu de l'ensemble sans solidification du fluide caloriporteur, bien que la température de solidification du fluide caloriporteur soit supérieure à la température du bloc de matière libérant l'énergie frigorifique par changement de phase.

WO 01/61257 A1

WO 01/61257 A1

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

SYSTEME DE REFRIGERATION INDIVIDUEL CRYOGENIQUE

Lorsque l'activité métabolique est élevée et/ou lorsque les conditions d'humidité et de température sont difficiles il est nécessaire d'apporter un refroidissement actif au sujet.

Il existe de nombreux système permettant de transférer des quantités de froid à un sujet.

Le brevet FR-26 19 315 du 17/02/1981 qui a pour titre « Vêtement du genre combinaison de protection pour milieux contaminés » concerne un vêtement maintenu sous légère pression par un gaz, par exemple du CO2, contenu dans un récipient sous pression. Il ne permet pas de refroidir le sujet de façon efficace.

Le brevet EP-03 48 835 A2 du 03/01/1993 qui a pour titre « Vêtement de protection contre les accélérations » concerne un vêtement de protection contre les accélérations comprenant un fluide caloporteur circulant en boucle fermée dans un échangeur de chaleur. La présence d'un fluide caloporteur différent et d'un échangeur induit des pertes de rendement global et des masses et coûts supplémentaires prohibitifs.

Le brevet WO 91 04 722 A1 du 18/04/1991 qui a pour titre « Vêtement rafraîchissant » concerne un appareil refroidissant un corps par évaporation de liquide sur la face externe du vêtement. Il ne permet pas de refroidir un sujet dans des ambiances difficiles ou lorsque le sujet doit être placé à l'intérieur d'un vêtement étanche.

Le brevet EP 057 0301 A1 du 18/11/1993 qui a pour titre « Dispositif cryogénique portable » concerne un dispositif pour le traitement cryogénique du corps. Ce dispositif permet de détruire par le froid des cellules vivantes, et ne permet pas de refroidir un être humain qui a trop chaud.

Le brevet EP 04 90 347 du 17/06/1992 qui a pour titre « Vêtement de refroidissement du type veste ou analogue » concerne un dispositif du type gilet espacé de la peau du porteur et comprenant une ventilation d'air permettant de refroidir le sujet. Ce système ne permet pas de refroidir le sujet lorsque l'air est chaud et humide.

Le brevet FR 27 06 740 du 30/12/1994 qui a pour titre « Matériau composite pour la fabrication de vêtements réfrigérants et vêtements produits » concerne un matériau composite réfrigérant dont le fonctionnement est basé sur une réaction ou absorption endothermique réversible entre un solide actif et un gaz. Ce système est peu performant et très lourd.

Le brevet FR 26 21 459 du 14/04/1989 qui a pour titre « Dispositif de réfrigération pour vêtement thermiquement isolants » comprend une source de frigories emballée et munie de systèmes élastiques d'ouverture. Ce système ne permet pas un refroidissement du corps homogène et pilotable.

La société DRAGER a proposé un système de refroidissement à base de pain de dioxyde de carbone comportant un fluide caloriporteur (de l'huile siliconée) mue par une pompe les faisant passer successivement dans le vêtement et dans un échangeur placé près du pain de dioxyde de carbone solide. L'utilisation de l'huile siliconée comme fluide caloriporteur qui se solidifie à très basse température pose des problèmes de perte de charge qui augmente de façon rédhibitoire la masse de la pompe et rend le coût de l'ensemble prohibitif. Cette solution est très mauvaise car elle conduit à une masse totale de système et un coût prohibitif.

La société INTERTECHNIQUE a proposé une solution utilisant de l'air liquide placé dans un réservoir et refroidissant le sujet à travers un échangeur. Cette solution conduit à un système très lourd, dangereux et très coûteux.

Le brevet français n° 98 05 374 intitulé « Logistique transportable pour l'obtention sur site de pains de CO2 solide à forme et densité prédéterminée » permet de réaliser quelques pains par jour sur site mais ne résous pas le problème d'avoir un système complet utilisable et efficace pour un grand nombre d'individus déplacés sur un théâtre d'opération.

Le brevet français n° 95 15 234 intitulé « Equipement de réfrigération portable et ergonomique à base de dioxyde de carbone » est un système portable comprenant un réservoir sous pression. Ce réservoir devant être étanche et résistant aux pressions internes est de ce fait, plus lourd, plus cher et plus dangereux.

L'ensemble des solutions proposées par le passé ne permet pas de réaliser un système simple, léger, sûr, et économique.

En fait on s'aperçoit qu'il est très difficile de réfrigérer un être humain car la peau est à 34 degrés Celsius environ et ne tolère pas le contact de températures trop basses.

L'utilisation de la puissance frigorifique provenant de la sublimation du dioxyde de carbone solide a nécessité de nombreux essais, mais a conduit à la réalisation d'un prototype performant.

La présente invention vise à fournir un système permettant de rafraîchir individuellement une ou plusieurs personnes pour une masse minimale et un coût minimal.

Le dioxyde de carbone, en se sublimant libère un grand nombre de frigories (627 kJoules par kilogramme). Cette énergie frigorifique peut être utilisée efficacement pour rafraîchir un sujet qui aurait trop chaud. Le problème fondamental est le transfert optimal de ces frigories disponibles au corps humains en respectant les limites physiologiques du corps humain.
Un but de l'invention est de réaliser un système complet permettant le refroidissement efficace et confortable de un ou plusieurs individus, ce système étant léger, portable, sûr et économique.

Ces buts sont atteints par le système de refroidissement individuel, selon l'invention comprenant

- au moins un vêtement V porté près du corps comportant un ensemble de tuyaux fins à l'intérieur desquels circule un fluide caloriporteur se solidifiant à la température TF et apportant les frigories au sujet, ce dit vêtement ayant des caractéristiques de perte de charge en fonction du débit suivant la relation

  $$D=F1(PE-PS)$$

  Où D est le débit du fluide caloriporteur dans le vêtement
  PE est la pression d'entrée dans le vêtement
  PS est la pression de sortie du vêtement
  F1 est la fonction qui lie le débit et la perte de charge du vêtement

- au moins un récipient thermiquement isolant contenant un bloc de matière libérant une quantité d'énergie frigorifique QE par changement de phase à une température TCP et contenant un échangeur thermique E2 ayant les caractéristiques de débit en fonction de la perte de charge égales à :

  $$D=F2(PC-PF)$$

  Où D est le débit du fluide caloriporteur dans le récipient
  PC est la pression d'entrée dans le récipient
  PF est la pression de sortie du récipient
  F2 est la fonction qui lie le débit et la perte de charge du récipient

- au moins une pompe P faisant circuler le fluide caloriporteur dans la circuit E1 du vêtement V et de l'échangeur E2 du récipient , cette pompe ayant les caractéristiques de débit en fonction de la pression différentielle de sortie égale à :

D=F3(PF-PA)

Où D est le débit du fluide caloriporteur dans la pompe P
PA est la pression d'entrée dans la pompe P
PF est la pression de sortie de la pompe P
F3 est la fonction qui lie le débit et la perte de charge de la pompe P

caractérisé par la présence d'au moins un moyen permettant le fonctionnement en continu de l'ensemble sans solidification du fluide caloriporteur, bien que la température de solidification du fluide caloriporteur TF soit supérieure au moins de plus de 10 degrés Celcius de la température du bloc B de matière libérant l'énergie frigorifique par changement de phase.

Il est avantageux qu'un des dits moyens comprenne un ensemble de parois, constituant les échangeurs E1 et E2, ayant des caractéristiques d'isolement thermiques calibrées en fonction des caractéristiques de la pompe P et des pertes de charges des circuits du vêtement, de telle sorte que le coefficient K1 soit trois à dix fois supérieur à K2 où

K1=s1/((e1)(ct1)) où : s1 est la surface d'échange de l'échangeur E1
: e1 est l'épaisseur des parois de l'échangeur E1
: ct1 est le coefficient d'échange thermique du matériau constituant l'échangeur E1

et où

K2=s2/((e2)(ct2)) où : s2 est la surface d'échange de l'échangeur E2
: e2 est l'épaisseur des parois de l'échangeur E2
: ct2 est le coefficient d'échange thermique du matériau constituant l'échangeur E2

pour que le fluide caloriporteur, en fonctionnement normal, n'atteigne jamais sa température de solidification tout en permettant un transfert satisfaisant des frigories du bloc au corps humain.

Il est avantageux que le dit échangeur E2 comprenne un circuit où chemine par paire les tuyaux allant et venant du vêtement de façon que la température

moyenne soit sensiblement constante en tout point de l'échangeur E2 et ainsi ne soit jamais trop basse.

Il est avantageux que le fluide caloriporteur soit un mélange eau plus antigel ayant une température de solidification égale à -35 °C alors que le dioxyde de carbone contenu dans le récipient est à une température égale à - 78 °C.

Il est avantageux que le dit récipient soit placé dans un véhicule comprenant

- un système de connexion et déconnexion d'urgence
- un moyen d'attente permettant au fluide caloriporteur de ne pas se solidifier en cas de déconnexion.

Il est avantageux que le dit moyen d'attente comporte un circuit en parallèle comprenant

- une soupape tarée ayant un seuil d'ouverture compris entre 0,25 bar et 1 bar
- un échangeur permettant d'évacuer automatiquement les frigories excédentaires

Il est avantageux qu'un moyen de réglage permette au pilote de régler la puissance de froid qui lui est apportée.

Il est avantageux que le dit moyen de réglage soit un robinet placé dans le circuit du vêtement permettant d'augmenter la perte de charge du circuit principal et ainsi de répartir les flux pour partie vers le gilet et pour partie vers le circuit secondaire.

Il est avantageux qu'au moins deux vêtements portés par au moins deux sujets soient placés en parallèle sur le circuit et comportent chacun un moyen indépendant de réglage de débit et donc de puissance frigorifique afin de pouvoir alimenter en puissance frigorifique réglable au gré de chaque sujet à partir d'un seul récipient.

Il est avantageux que le gaz provenant de la sublimation du bloc soit envoyé de façon privilégiée sur la partie interne d'une visière afin de la désembuer.

Il est avantageux que le gaz provenant de la sublimation du bloc soit utilisé pour faire baisser le taux d'oxygène du gaz constituant l'ambiance confinée d'une combinaison étanche ou casi-étanche.

L'invention sera mieux comprise par la description détaillée d'un mode de réalisation illustrée par la figure 1 annexée qui représente un exemple de réalisation optimisé suivant l'invention.

La figure 1 présente un exemple de réalisation d'un mode de réalisation suivant l'invention

La figure 2 présente un exemple de fonction F1 liant le débit de fluide caloriporteur avec le différentiel de pression existant entre l'entrée et la sortie du gilet .

La figure 3 présente un exemple de fonction F2 liant le débit de fluide caloriporteur avec le différentiel de pression existant entre l'entrée et la sortie du récipient.

La figure 4 présente un exemple de fonction liant le débit de fluide caloriporteur avec le différentiel de pression existant entre l'entrée et la sortie de la pompe.

La description détaillée qui suit, d'un mode préférentiel de réalisation, se réfère à la figure 1. Comme le montre la figure 1, un échangeur E1 constitué de fins tuyaux est placés près du corps d'un porteur. Un liquide caloriporteur à base d'eau liquide circule dans l'échangeur E1 comme le représentent les flèches 1 à 10. Deux des connecteurs/deconnecteurs d'urgence C1 et C2 sont placés respectivement en entrée et en sortie de l'échangeur E1.

Un échangeur E2 placé à l'intérieur d'un récipient thermiquement isolant, non nécessairement étanche, permet d'abaisser la température de fluide caloriporteur par la presence d'un pain de CO2 solide placé à l'intérieur du récipient.

Une pompe P alimentée par une source électrique de faible puissance, qui peut être une batterie B fait circuler le fluide caloriporteur dans l'échangeur E1 et l'échangeur E2 situé dans le récipient . Des connecteurs C3 et C4 peuvent être placés à l'entrée et la sortie du récipient . La surface de contact, l'épaisseur des parois, le coefficient d'échange thermique des deux échangeurs E1 et E2 sont choisis pour que les performances d'échange thermique et de perte de charge et de caractéristique de la pompe permette une puissance de refroidissement de 400 Watt tout en respectant les contraintes physiologiques liées aux facteurs humains. Pour cela il est nécessaire que le produit K1 soit six fois supérieur à K2 où

$K1=s1/((e1)(ct1))$ où : s1 est la surface d'échange de l'échangeur E1
: e1 est l'épaisseur des parois de l'échangeur E1
: ct1 est le coefficient d'échange thermique du matériau constituant l'échangeur E1

et où

K2=s2/((e2)(ct2)) où : s2 est la surface d'échange de l'échangeur E2
: e2 est l'épaisseur des parois de l'échangeur E2
: ct2 est le coefficient d'échange thermique du matériau constituant l'échangeur E2

Un circuit secondaire comprenant une soupape tarée à une valeur de pression seuil sensiblement égale à la somme des pertes de charge des deux circuit E1 et E2 ainsi qu'un échangeur secondaire permet de déverser les frigories excédentaires et permet également d'utiliser efficacement un robinet de réglage de la puissance frigorifique fournie à chaque sujet.

Le lecteur comprendra que de nombreuses variantes d'applications de ce concept objet de l'invention existent. Les applications les plus importantes sont celles liées à la protection des sauveteurs en ambiance chaudes ou toxiques avec ou sans tenue de protection étanche et le refroidissement de pilotes en ambiances chaudes ou humides.

REVENDICATIONS

1- Système de refroidissement individuel comprenant:

- au moins un vêtement V porté près d'un corps comportant un ensemble de tuyaux fins à l'intérieur desquels circule un fluide caloriporteur se solidifiant une température TF et apportant les frigories au sujet, ce dit vêtement ayant des caractéristiques de perte de charge en fonction du débit suivant la relation

D=F1(PE-PS)

Où D est le débit du fluide caloriporteur dans le vêtement
PE est la pression d'entrée dans le vêtement
PS est la pression de sortie du vêtement
F1 est la fonction qui lie le débit et la perte de charge du vêtement

- au moins un récipient thermiquement isolant contenant un bloc de matière générateur de frigories et libérant une quantité d'énergie frigorifique QE par changement de phase à une température TCP et contenant un échangeur thermique E2 ayant les caractéristiques de débit en fonction de la perte de charge égales à :

D=F2(PC-PF)

Où D est le débit du fluide caloriporteur dans le récipient
PC est la pression d'entrée dans le récipient
PF est la pression de sortie du récipient
F2 est la fonction qui lie le débit et la perte de charge du récipient

- au moins une pompe P faisant circuler le fluide caloriporteur dans le circuit E1 du vêtement V et de l'échangeur E2 du récipient , cette pompe ayant les caractéristiques de débit en fonction de la pression différentielle de sortie égale à :

D=F3(PF-PA)

Où D est le débit du fluide caloriporteur dans la pompe P
PA est la pression d'entrée dans la pompe P
PF est la pression de sortie de la pompe P
F3 est la fonction qui lie le débit et la perte de charge de la pompe P

caractérisé par la présence simultanée

- d'un bloc générateur de frigories libérant son énergie frigorifique à une température TCP, et d'un fluide caloriporteur ayant une température

14-JAN-2002 21:09 DE: A:16260015143974382 P:14

de solidification TF supérieure d'au moins dix degrés Celsius de la température TCP,

- et au moins un ensemble de parois, constituant les échangeurs E1 et E2, ayant des caractéristiques d'isolement thermiques calibrées en fonction des caractéristiques de la pompe P et des pertes de charges des circuits du vêtement, de telle sorte que le coefficient K1 soit trois à dix fois supérieur à K2 où

K1=s1/((e1)(ct1)) où : s1 est la surface d'échange de l'échangeur E1
: e1 est l'épaisseur des parois de l'échangeur E1
: ct1 est le coefficient d'échange thermique du matériau constituant l'échangeur E1
et où

K2=s2/((e2)(ct2)) où : s2 est la surface d'échange de l'échangeur E2
: e2 est l'épaisseur des parois de l'échangeur E2
: ct2 est le coefficient d'échange thermique du matériau constituant l'échangeur E2

pour que le fluide caloriporteur, en fonctionnement normal, n'atteigne jamais sa température de solidification tout en permettant un transfert satisfaisant des frigories du bloc générateur de frigories au corps humain bien que le fluide caloriporteur aie une température de solidification TF supérieure d'au moins dix degrés Celsius de la température TCP de changement de phase du bloc générateur de frigories.

2- Système de réfrigération individuel suivant la revendication 1 caractérisé en ce que le dit échangeur E2 comprend un circuit où cheminent par paire les tuyaux allant et venant du vêtement de façon que la température moyenne soit sensiblement constante en tout point de l'échangeur E2.

3- Système de réfrigération individuel suivant la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que le fluide caloriporteur est un mélange eau plus antigel ayant une température de solidification égale à -35 °C alors que le dioxyde de carbone contenu dans le récipient soit à une température égale à - 78 °C.

4- Système de réfrigération individuel suivant la revendication 1,2 ou 3 caractérisé en ce que le dit récipient est placé dans un véhicule comprenant

- un système de connexion et déconnexion d'urgence

A:1626001514397438Z P:15

- un moyen d'attente permettant au fluide caloriporteur de ne pas se solidifier en cas de déconnexion.

5- Système de réfrigération individuel suivant la revendications 4 caractérisé en ce que le dit moyen d'attente comporte un circuit en parallèle comprenant
   - une soupape tarée ayant un seuil d'ouverture compris entre 0,25 bar et 1 bar
   - un échangeur permettant d'évacuer automatiquement les frigories excédentaires

6- Système de réfrigération individuel suivant une des revendications 4 à 5 caractérisé en ce que un moyen de réglage permet à un pilote de régler la puissance de froid qui lui est apportée.

7- Système de réfrigération individuel suivant la revendication 6 caractérisé en ce que le dit moyen de réglage est un robinet placé dans le circuit du vêtement permettant d'augmenter la perte de charge du circuit principal et ainsi de répartir les flux pour partie vers le gilet et pour partie vers le circuit secondaire.

8- Système de réfrigération individuel suivant une des revendications 4 à 7 caractérisé en ce que au moins deux vêtements portés par au moins deux sujets sont placés en parallèle sur le circuit et comportent chacun un moyen indépendant de réglage de débit et donc de puissance frigorifique afin de pouvoir régler individuellement au gré de chaque sujet la puissance frigorifique qui lui est fournie à partir d'un seul récipient.

9- Système de réfrigération individuel suivant une des revendications 1 à 8 caractérisé en ce que le gaz provenant de la sublimation du bloc générateur de frigories est envoyé de façon privilégiée sur la partie interne d'une visière afin de la désembuer.

10- Système de réfrigération individuel suivant une des revendications 1 à 9 caractérisé en ce que le gaz provenant de la sublimation du bloc générateur de frigories est utilisé pour faire baisser le taux d'oxygène du gaz constituant l'ambiance confinée d'une combinaison étanche ou casi-étanche.

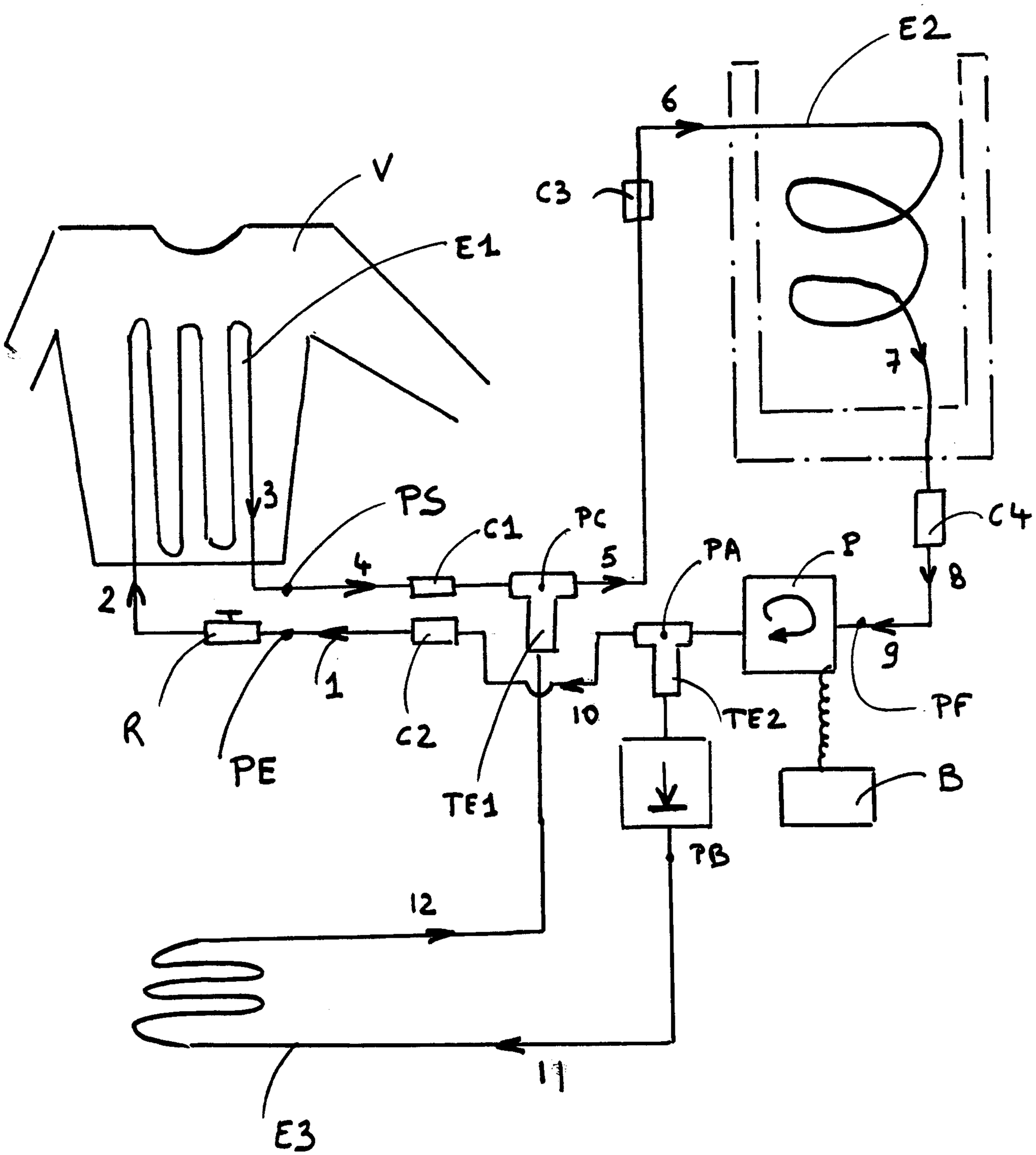

V
E1
E2
6
C3
3
PS
C1
PC
C4
4
5
PA
P
2
8
R
1
C2
10
TE2
PF
9
PE
TE1
B
PB
12
11
E3

FIG 1

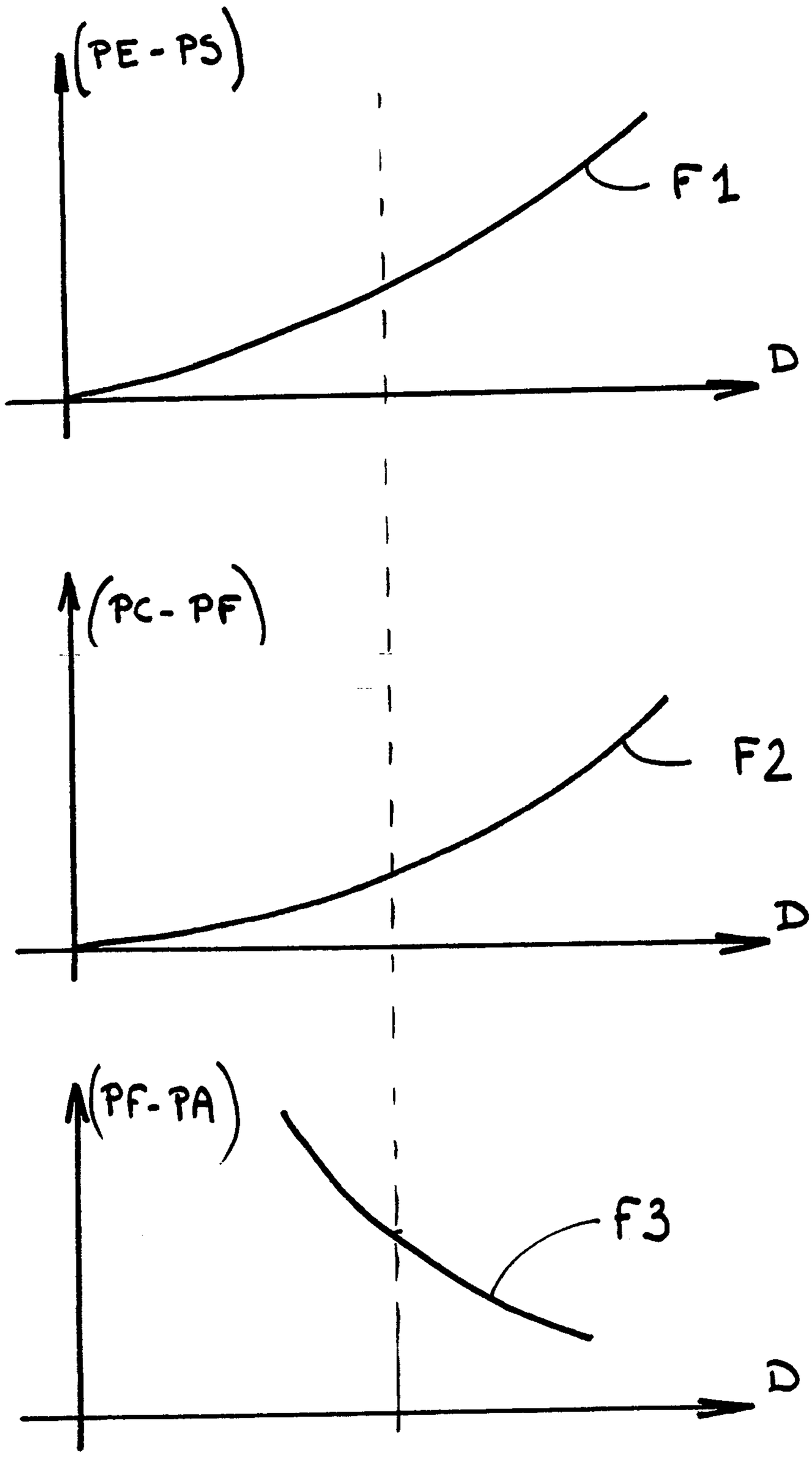
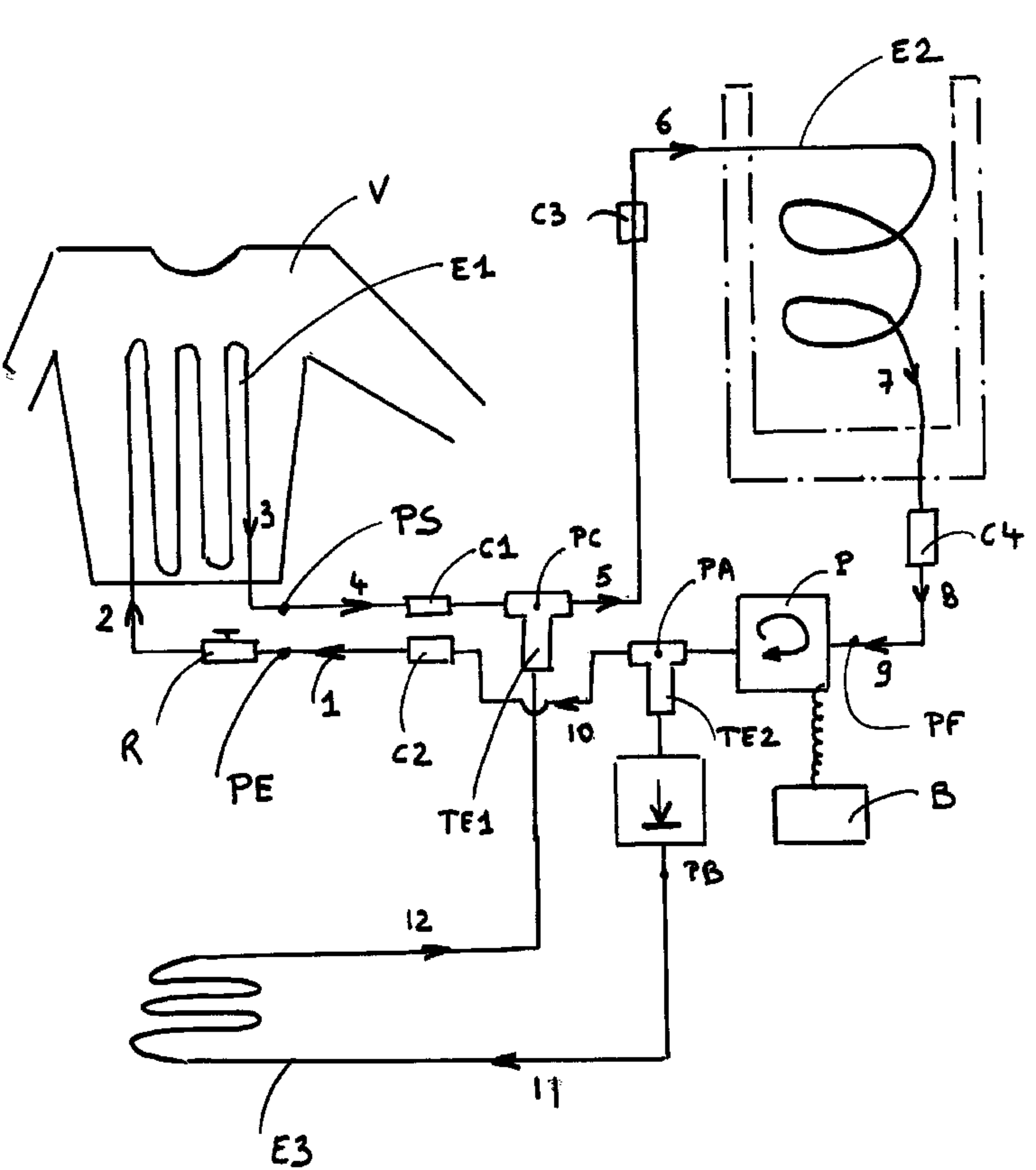


FIG 2

FIG 3

FIG 4


V
E1
E2
6
C3
7
C4
8
3
PS
C1
PC
PA
P
4
5
2
9
1
R
PE
C2
10
TE2
PF
TE1
B
7B
12
11
E3