



(51) Classification internationale des brevets :  
C09K 5/10 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2013/002852

(22) Date de dépôt international :  
23 septembre 2013 (23.09.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1258927 24 septembre 2012 (24.09.2012) FR  
1350452 18 janvier 2013 (18.01.2013) FR

(71) Déposant : VALEO SYSTEMES THERMIQUES  
[FR/FR]; 8 rue Louis Lormand, La Verrière, F-78320 Le  
Mesnil Saint-Denis (FR).

(72) Inventeurs : AZZOUZ Kamel; 84 rue de Reuilly, 75012  
Paris (FR). DE PELSEMAEKER, Georges; 3 route de  
Gazeran, F-78125 Poigny-la-Fôret (FR).

(74) Mandataire : METZ, Gaëlle; Valeo Systèmes Ther-  
miques, 8 rue Louis Lormand, BP517 La Verrière, F-  
78321 Le Mesnil-Saint-Denis Cédex (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,  
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,  
ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,  
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,  
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,  
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,  
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

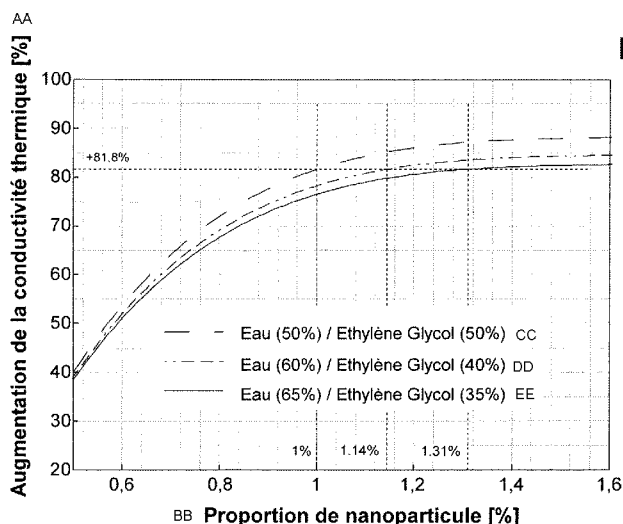
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : HEAT-TRANSFER FLUID COMPOSITION

(54) Titre : COMPOSITION DE FLUIDE CALOPORTEUR



AA Increase in thermal conductivity (%)  
BB Nanoparticle content (%)  
CC Water (50%) / Ethylene glycol (50%)  
DD Water (60%) / Ethylene glycol (60%)  
EE Water (65%) / Ethylene glycol (35%)

(57) Abstract : The present invention relates to a heat-transfer fluid composition for a heat-exchange loop at an exchange temperature between 50 and 95°C, wherein said heat-transfer fluid includes a water/ethylene glycol mixture as well as alumina nanoparticles, the composition comprising 1 to 1.3 % in alumina nanoparticle content, said alumina nanoparticles having a circular cross-section and a mean diameter of about 5 nm; and the water/ethylene glycol mixture comprises 50 to 65 % in water content and 50 to 35 % of ethylene glycol in content.

(57) Abrégé : La présente invention concerne une composition de fluide caloporteur pour boucle d'échange de chaleur à température d'échange comprise entre 50 et 95°C, ledit fluide caloporteur comprenant un mélange eau/éthylène glycol ainsi que des nanoparticules d'alumine : - la composition comportant en proportion 1 à 1.3% de nanoparticules d'alumine, de section circulaire, lesdites nanoparticules d'alumine ayant un diamètre moyen de l'ordre de 5nm, et - le mélange eau/éthylène glycol comportant en proportion 50 à 65% d'eau et 50 à 35% d'éthylène glycol.



- 
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

**COMPOSITION DE FLUIDE CALOPORTEUR.**

La présente invention concerne le domaine des compositions de fluide caloporteur, et plus particulièrement les compositions de fluide caloporteur utilisé dans une boucle d'échange de chaleur à basse température.

Dans une boucle d'échange de chaleur, de l'énergie calorifique est généralement prélevée au niveau d'une source de chaleur au moyen d'un échangeur de chaleur et est dissipée au moyen d'un dissipateur ou radiateur. Le transport de l'énergie calorifique entre la source de chaleur et le radiateur est réalisé par un fluide caloporteur.

Dans des boucles d'échange de chaleur dite à basse température, par exemple pour le refroidissement de l'air d'admission d'un moteur à explosion, il est commun d'utiliser une composition de fluide caloporteur comportant un mélange d'eau et d'éthylène glycol. Cependant, dans la plage de température d'échange d'une boucle d'échange de chaleur dite à basse température, c'est-à-dire de 40 à 95°C, la conductivité thermique d'un fluide caloporteur composé d'un mélange eau/éthylène glycol varie entre 0.4 et 0.55 W/mK selon les proportions de chacun de ces deux éléments. Par exemple, la conductivité thermique d'un mélange composé de 50% d'eau et de 50% d'éthylène glycol est de 0.44 W/mK à une température de 60°C.

Ces conductivités thermiques sont relativement faibles et peuvent ne pas être suffisantes pour un transfert de chaleur convenable dans une boucle d'échangeur de chaleur à basse température d'un véhicule automobile dont le débit de circulation du fluide caloporteur peut atteindre 1200l/h. Une solution connue est de doper le mélange eau/éthylène glycol avec des additifs et notamment avec des nanoparticules sphériques d'alumine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ayant un diamètre supérieur ou égale à 10nm.

Néanmoins, de telles compositions de fluide caloporteur dopé ne permettent pas d'atteindre une conductivité thermique suffisante pour des transferts de chaleur satisfaisants à basse température et avec un fort débit.

5

Ainsi, un des buts de la présente invention est de répondre au moins partiellement aux inconvénients de l'art antérieur et de proposer une composition de fluide caloporteur pour boucle d'échange de chaleur à température d'échange comprise entre 40 et 95°C à conductivité thermique améliorée.

10

La présente invention concerne donc une composition de fluide caloporteur pour boucle d'échange de chaleur à température d'échange comprise entre 40 et 95°C, ledit fluide caloporteur comprenant un mélange eau/éthylène glycol ainsi que des nanoparticules d'alumine :

15

- la composition comportant en proportion 1 à 1.3% en volume de nanoparticules d'alumine, chacune de section circulaire, lesdites nanoparticules d'alumine ayant un diamètre moyen de l'ordre de 5nm, et
- le mélange eau/éthylène glycol comportant en proportion 50 à 65% d'eau et 50 à 35% d'éthylène glycol, en volume.

20

La présente composition de fluide caloporteur permet, du fait de la présence de nanoparticules d'alumine, chacune de section circulaire et de diamètre moyen de 5nm, une forte augmentation de la conductivité thermique et les proportions choisies permettent de limiter l'augmentation de la viscosité de la composition et surtout permette une augmentation de la conductivité thermique optimale en limitant les coûts de fabrication.

25

Selon un aspect de l'invention :

- la composition peut comporter en proportion 1% en volume de nanoparticules d'alumine, chacune de section circulaire, et
- le mélange eau/éthylène glycol peut comporter en proportion 50% d'eau et 50% d'éthylène glycol, en volume.

Selon un autre aspect de l'invention :

- la composition peut comporter en proportion 1,14% en volume de nanoparticules d'alumine, chacune de section circulaire, et
- le mélange eau/éthylène glycol peut comporter en proportion 60% d'eau et 40% d'éthylène glycol, en volume.

Selon un autre aspect de l'invention :

- la composition peut comporter en proportion 1.3% en volume de nanoparticules d'alumine, chacune de section circulaire, et
- le mélange eau/éthylène glycol peut comporter en proportion 65% d'eau et 35% d'éthylène glycol, en volume.

Selon un autre aspect de l'invention, les nanoparticules sont sphériques ou cylindriques.

Selon un mode de réalisation préféré, les nanoparticules cylindriques ont respectivement une longueur comprise entre 1 et 10 nm. De manière avantageuse, une telle conception réduit les coûts de fabrication ce qui en permet son utilisation en grande série.

L'invention concerne également l'utilisation d'une composition de fluide caloporteur comme décrit ci-dessus dans une boucle d'échange de chaleur d'un véhicule automobile.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante, donnée à titre d'exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 montre un graphique de l'évolution de la conductivité thermique de différentes compositions de fluide caloporteur en fonction de la proportion en volume de nanoparticules présentes dans lesdites compositions,
- la figure 2 montre un graphique de l'évolution de l'augmentation de la conductivité thermique de différentes compositions de fluide caloporteur en fonction de la proportion en volume de nanoparticules présentes dans lesdites compositions,
- la figure 3 montre un graphique de l'évolution de la viscosité d'une composition de fluide caloporteur en fonction de la proportion en volume de nanoparticules présentes dans ladite composition.

Dans ce qui suit, tout comme sur les figures, les valeurs exprimées en % s'entendent selon un pourcentage en volume de la composition considérée.

La composition de fluide caloporteur pour boucle d'échange de chaleur à température d'échange comprise entre 40 et 95°C, proposée comprend :

- en proportion 1 à 1.3% en volume de nanoparticules d'alumine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), lesdites nanoparticules d'alumine ayant un diamètre moyen de l'ordre de 5nm, et
- un mélange eau/éthylène glycol comportant en proportion de 50 à 65% d'eau et de 50 à 35% d'éthylène glycol, en volume.

Une telle composition de fluide caloporteur comprend des nanoparticules de section circulaire, ce qui en facilite son écoulement au sein du circuit formant tout ou partie de la boucle de d'échange de chaleur.

Préférentiellement, chaque nanoparticule est sphérique ou cylindrique.

Dans ce dernier cas, chaque nanoparticule a une longueur comprise entre 1 et 10 nm, de préférence de l'ordre de 5 nm. Les nanoparticules peuvent aussi avoir la forme d'une pastille.

5        La présente composition est particulièrement adaptée pour une utilisation dans une boucle d'échange de chaleur à basse température d'un véhicule automobile, par exemple pour le refroidissement d'air d'admission d'un moteur à explosion.

10        La figure 1 montre un graphique décrivant l'évolution de la conductivité thermique de deux compositions de fluide caloporteur en fonction de la proportion de nanoparticules d'alumine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) pour une température d'échange comprise entre 40 et 95°C.

15        Une première courbe décrit notamment l'évolution de la conductivité thermique d'une composition de fluide caloporteur connu, comprenant un mélange d'eau à 50% en volume et d'éthylène glycol à 50% en volume auquel sont ajoutées des nanoparticules d'alumine d'un diamètre moyen de 40nm. Pour une proportion en volume de nanoparticules comprise entre 0 et 1% la  
20        conductivité thermique augmente fortement pour atteindre une augmentation de l'ordre de 32.7% par rapport à un mélange d'eau et d'éthylène glycol pur selon une proportion de l'ordre de 50% d'eau et de 50% d'éthylène glycol, en volume.

25        Une seconde courbe décrit notamment l'évolution de la conductivité thermique d'une composition de fluide caloporteur selon l'invention, comprenant un mélange d'eau à 50 % en volume et d'éthylène glycol à 50 % en volume auquel sont ajoutées des nanoparticules d'alumine d'un diamètre moyen de l'ordre de 5nm. Pour une proportion de nanoparticules comprise entre 0 et  
30        1% la conductivité thermique augmente fortement pour atteindre une augmentation de l'ordre de 87.3% par rapport à un mélange d'eau et d'éthylène

glycol pur, selon une proportion de l'ordre de 50% d'eau et de 50% d'éthylène glycol. Ainsi, on voit bien que l'utilisation dans la composition de fluide caloporteur de nanoparticules d'alumine de diamètre moyen de l'ordre de 5nm, confère à ladite composition une conductivité thermique nettement supérieure.

5

La figure 2 montre un graphique décrivant l'évolution de l'augmentation de la conductivité thermique de trois compositions de fluide caloporteur par rapport à la conductivité thermique d'un mélange d'eau et d'éthylène glycol pur (c'est-à-dire avec les mêmes proportions d'eau et d'éthylène glycol que dans la composition de fluide caloporteur mesurée), en fonction de la proportion en volume de nanoparticules d'alumine de diamètre moyen de l'ordre de 5nm. Le choix de ces trois compositions de fluide caloporteur, notamment des proportions d'eau et d'éthylène glycol, est dicté par les cahiers des charges des constructeurs.

10  
15

Pour étudier ces courbes, il convient de définir une valeur optimale d'augmentation de la conductivité thermique au delà de laquelle la tangente de la courbe tend vers 0. Au delà de ce point pour avoir une valeur d'augmentation de la conductivité thermique supérieure, il est nécessaire d'augmenter fortement la proportion de nanoparticules dans la composition ce qui est peu intéressant d'un point de vue économique et peut même entraîner des problèmes de viscosité trop importante. De plus, les nanoparticules d'alumine sont onéreuses et limiter leur proportion permet également de limiter les coûts de fabrication de la composition. Cette valeur optimale d'augmentation de la conductivité thermique est ici de 81.8%.

20  
25

Une première courbe de la figure 2 décrit l'augmentation de la conductivité thermique d'une composition de fluide caloporteur comprenant une mélange d'eau à 50% en volume et d'éthylène glycol à 50% en volume auquel sont ajoutées avec des nanoparticules d'alumine de diamètre moyen de l'ordre de 5nm. La proportion de nanoparticules pour laquelle la valeur

30

optimale d'augmentation de la conductivité thermique de 81.8% est atteinte est de 1%.

Une seconde courbe de la figure 2 décrit l'augmentation de la conductivité thermique d'une composition de fluide caloporteur comprenant un mélange d'eau à 60 % en volume et d'éthylène glycol à 40 % en volume auquel ont été ajoutées des nanoparticules d'alumine de diamètre moyen de l'ordre de 5nm. La proportion de nanoparticules pour laquelle la valeur optimale d'augmentation de la conductivité thermique de 81.8% est atteinte est de 1.14%.

Une troisième courbe de la figure 2 décrit l'augmentation de la conductivité thermique d'une composition de fluide caloporteur comprenant une mélange d'eau à 65 % en volume et d'éthylène glycol à 35 % en volume auquel sont ajoutées des nanoparticules d'alumine de diamètre moyen de l'ordre de 5nm. La proportion de nanoparticules pour laquelle la valeur optimale d'augmentation de la conductivité thermique de 81.8% est atteinte est de 1.31%.

La figure 3 montre un graphique décrivant l'évolution de l'augmentation de la viscosité d'un fluide caloporteur, en fonction de la proportion de nanoparticules d'alumine de diamètre moyen de l'ordre de 5nm. On remarque alors que pour les proportions de nanoparticules décrites plus haut, l'augmentation de la viscosité n'est que de :

- 8.5% pour une proportion de 1% de nanoparticules, dans le cas d'une composition de fluide caloporteur avec un mélange d'eau à 50 % en volume et d'éthylène glycol à 50 % en volume,
- 10% pour une proportion de 1.14% de nanoparticules, dans le cas d'une composition de fluide caloporteur avec un mélange d'eau à 60% en volume et d'éthylène glycol à 40% en volume, et

- 11.5% pour une proportion de 1.31% de nanoparticules, dans le cas d'une composition de fluide caloporteur avec un mélange d'eau à 65% en volume et d'éthylène glycol à 35% en volume.

5           L'application de telle proportion en volume de nanoparticules permet ainsi de limiter l'augmentation de la viscosité et donc la composition de fluide caloporteur selon l'invention peut circuler facilement dans la boucle d'échange de chaleur.

10           Ainsi on voit bien que la composition de fluide caloporteur pour boucle d'échange de chaleur à température d'échange comprise entre 50 et 95°C selon l'invention permet une augmentation significative de la conductivité thermique tout en conservant une faible viscosité et en limitant les coûts liés à l'ajout de nanoparticules d'alumine de diamètre moyen de l'ordre de 5nm.

15

**REVENDICATIONS**

1. Composition de fluide caloporteur pour boucle d'échange de chaleur à température d'échange comprise entre 50 et 95°C, ledit fluide caloporteur  
5 comprenant un mélange eau/éthylène glycol ainsi que des nanoparticules d'alumine, caractérisé en ce que :

- la composition comporte en proportion 1 à 1,3% en volume de nanoparticules d'alumine, chacune de section circulaire, lesdites nanoparticules d'alumine ayant un diamètre moyen de l'ordre de  
10 5nm, et
- le mélange eau/éthylène glycol comporte de 50 à 65% d'eau et de 50 à 35% d'éthylène glycol en volume.

2. Composition de fluide caloporteur selon la revendication 1 caractérisé en ce que :

- 15 - la composition comporte en proportion 1% en volume de nanoparticules d'alumine, chacune de section circulaire, et
- le mélange eau/éthylène glycol comporte en proportion 50% d'eau et 50% d'éthylène glycol en volume.

3. Composition de fluide caloporteur selon la revendication 1 caractérisé en  
20 ce que :

- la composition comporte en proportion 1,14% en volume de nanoparticules d'alumine, chacune de section circulaire, et
- le mélange eau/éthylène glycol comporte en proportion 60% d'eau et 40% d'éthylène glycol en volume.

4. Composition de fluide caloporteur selon la revendication 1 caractérisé en ce que :

- la composition comporte en proportion 1.3% en volume de nanoparticules d'alumine, chacune de section circulaire, et
- 5 - le mélange eau/éthylène glycol comporte en proportion 65% d'eau et 35% d'éthylène glycol en volume.

5. Composition de fluide caloporteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les nanoparticules sont sphériques  
10 et/ou cylindriques.

6. Composition de fluide caloporteur selon la revendication 5 caractérisé en ce que les nanoparticules cylindriques ont respectivement une longueur comprise entre 1 et 10 nm.

15

7. Utilisation de la composition de fluide caloporteur selon l'une des revendications 1 à 6 dans une boucle d'échange de chaleur d'un véhicule automobile.

1/2

Fig. 1

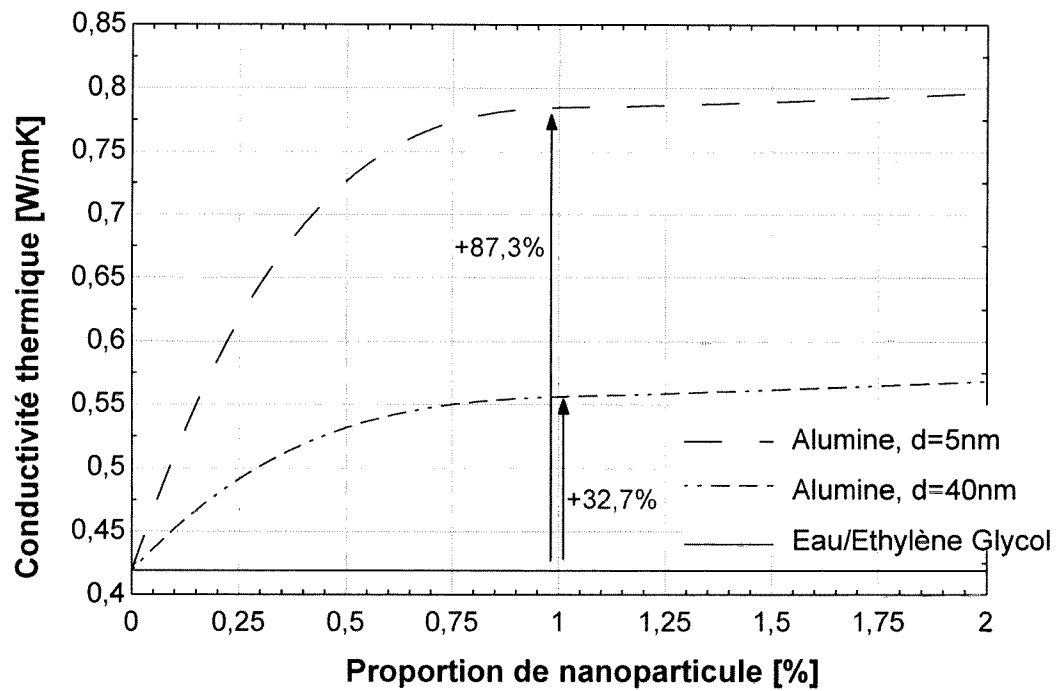
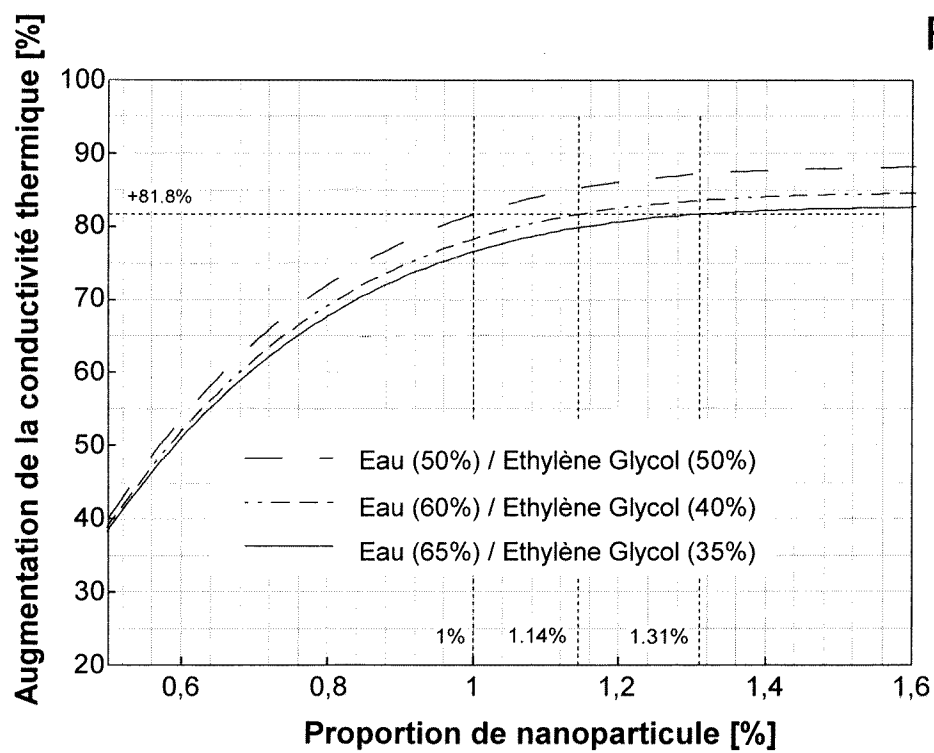


Fig. 2



2/2

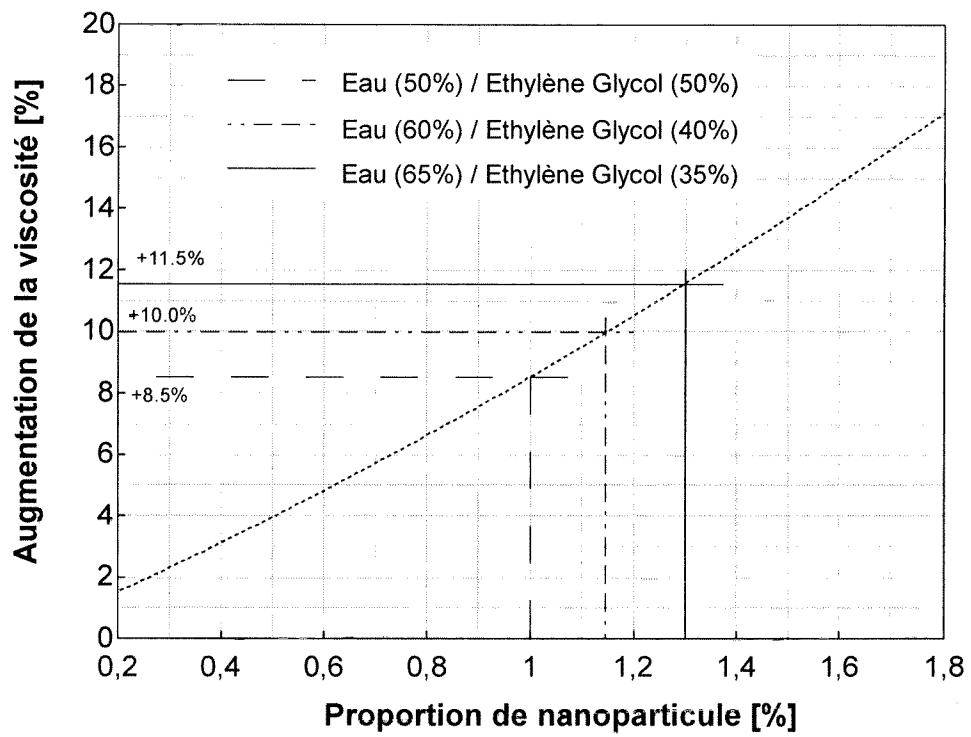


Fig. 3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/002852A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. C09K5/10  
ADD.

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)  
C09K

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)

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                                                                      | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | YU W; XIE H-Q; LI Y; CHEN L: "Rheological behaviour and heat transfer of Al2O3 nanoparticles dispersed in ethylene glycol and water mixture", PROCEEDINGS OF 2009 US-EU-CHINA THERMOPHYSICS CONFERENCE - RENEWABLE ENERGY : BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, BEIJING, CHINA, MAY 28 - 30, 2009, 2009, XP008162634, the whole document<br>-----<br>-/-- | 1-7                   |



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 application or patent 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 February 2014

Date of mailing of the international search report

10/02/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Puetz, Christine

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/002852

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category*                                            | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Relevant to claim No. |
| A                                                    | MICHAEL P BECK ET AL: "The thermal conductivity of alumina nanofluids in water, ethylene glycol, and ethylene glycol + water mixtures", JOURNAL OF NANOPARTICLE RESEARCH ; AN INTERDISCIPLINARY FORUM FOR NANOSCALE SCIENCE AND TECHNOLOGY, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, DO, vol. 12, no. 4, 31 July 2009 (2009-07-31), pages 1469-1477, XP019793511, ISSN: 1572-896X<br>the whole document | 1-7                   |
| A                                                    | -----<br>TIMOFEEVA ELENA ET AL: "Particle shape effects on thermophysical properties of alumina nanofluids", JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 106, no. 1, 6 July 2009 (2009-07-06), pages 14304-14304, XP012123462, ISSN: 0021-8979, DOI: 10.1063/1.3155999<br>the whole document                                                             | 1-7                   |
| A                                                    | -----<br>US 2008/017827 A1 (ITO NAOSHI [JP] ET AL) 24 January 2008 (2008-01-24)<br>paragraphs [0001], [0015], [0016]<br>claims; example 1                                                                                                                                                                                                                                                  | 1-7                   |
| A                                                    | -----<br>US 2005/218370 A1 (EGAWA HIROSHI [JP] ET AL) 6 October 2005 (2005-10-06)<br>table 1, example 2                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1-7                   |
| A                                                    | -----<br>RAFATI M ET AL: "Application of nanofluids in computer cooling systems (heat transfer performance of nanofluids)", APPLIED THERMAL ENGINEERING, PERGAMON, OXFORD, GB, vol. 45, 16 March 2012 (2012-03-16), pages 9-14, XP028511262, ISSN: 1359-4311, DOI: 10.1016/J.APPLTHERMALENG.2012.03.028 [retrieved on 2012-03-30]<br>the whole document                                    | 1-4                   |
| A                                                    | -----<br>US 2008/011978 A1 (KAWAGUCHI TOURU [JP] ET AL) 17 January 2008 (2008-01-17)<br>paragraphs [0002], [0005], [0040];<br>claims                                                                                                                                                                                                                                                       | 1-4                   |
|                                                      | -----                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                       |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/002852

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)           | Publication<br>date      |
|-------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| US 2008017827 A1                          | 24-01-2008          | US 2008017827 A1<br>WO 2006087809 A1 | 24-01-2008<br>24-08-2006 |
| US 2005218370 A1                          | 06-10-2005          | NONE                                 |                          |
| US 2008011978 A1                          | 17-01-2008          | JP 2007262302 A<br>US 2008011978 A1  | 11-10-2007<br>17-01-2008 |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2013/002852

| <b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b><br>INV. C09K5/10<br>ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                           |
| <b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b><br>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)<br>C09K                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                           |
| Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                           |
| Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)<br>EPO-Internal, INSPEC, WPI Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                           |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                           |
| Catégorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                                                                                                                                                                                                                                                   | no. des revendications visées                                                                                             |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | YU W; XIE H-Q; LI Y; CHEN L: "Rheological behaviour and heat transfer of Al2O3 nanoparticles dispersed in ethylene glycol and water mixture",<br>PROCEEDINGS OF 2009 US-EU-CHINA THERMOPHYSICS CONFERENCE - RENEWABLE ENERGY : BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, BEIJING, CHINA, MAY 28 - 30, 2009, 2009, XP008162634,<br>le document en entier<br>-----<br>-/-- | 1-7                                                                                                                       |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe         </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                           |
| * Catégories spéciales de documents cités:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                           |
| <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                           |
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée<br><br><div style="text-align: center;">3 février 2014</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale<br><br><div style="text-align: center;">10/02/2014</div> |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale<br>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Fonctionnaire autorisé<br><br><div style="text-align: center;">Puetz, Christine</div>                                     |

| C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Catégorie*                                      | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | no. des revendications visées |
| A                                               | <p>MICHAEL P BECK ET AL: "The thermal conductivity of alumina nanofluids in water, ethylene glycol, and ethylene glycol + water mixtures", JOURNAL OF NANOPARTICLE RESEARCH ; AN INTERDISCIPLINARY FORUM FOR NANOSCALE SCIENCE AND TECHNOLOGY, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, DO, vol. 12, no. 4, 31 juillet 2009 (2009-07-31), pages 1469-1477, XP019793511, ISSN: 1572-896X<br/>le document en entier</p> <p>-----</p> | 1-7                           |
| A                                               | <p>TIMOFEEVA ELENA ET AL: "Particle shape effects on thermophysical properties of alumina nanofluids", JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 106, no. 1, 6 juillet 2009 (2009-07-06), pages 14304-14304, XP012123462, ISSN: 0021-8979, DOI: 10.1063/1.3155999<br/>le document en entier</p> <p>-----</p>                                                                      | 1-7                           |
| A                                               | <p>US 2008/017827 A1 (ITO NAOSHI [JP] ET AL) 24 janvier 2008 (2008-01-24)<br/>alinéas [0001], [0015], [0016]<br/>revendications; exemple 1</p> <p>-----</p>                                                                                                                                                                                                                                                           | 1-7                           |
| A                                               | <p>US 2005/218370 A1 (EGAWA HIROSHI [JP] ET AL) 6 octobre 2005 (2005-10-06)<br/>table 1, example 2</p> <p>-----</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1-7                           |
| A                                               | <p>RAFATI M ET AL: "Application of nanofluids in computer cooling systems (heat transfer performance of nanofluids)", APPLIED THERMAL ENGINEERING, PERGAMON, OXFORD, GB, vol. 45, 16 mars 2012 (2012-03-16), pages 9-14, XP028511262, ISSN: 1359-4311, DOI: 10.1016/J.APPLTHERMALENG.2012.03.028 [extrait le 2012-03-30]<br/>le document en entier</p> <p>-----</p>                                                   | 1-4                           |
| A                                               | <p>US 2008/011978 A1 (KAWAGUCHI TOURU [JP] ET AL) 17 janvier 2008 (2008-01-17)<br/>alinéas [0002], [0005], [0040];<br/>revendications</p> <p>-----</p>                                                                                                                                                                                                                                                                | 1-4                           |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2013/002852

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication   |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| US 2008017827 A1                                | 24-01-2008             | US 2008017827 A1<br>WO 2006087809 A1    | 24-01-2008<br>24-08-2006 |
| US 2005218370 A1                                | 06-10-2005             | AUCUN                                   |                          |
| US 2008011978 A1                                | 17-01-2008             | JP 2007262302 A<br>US 2008011978 A1     | 11-10-2007<br>17-01-2008 |