

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Diffuseur d'air apte à générer une bulle de confort.

②② Date de dépôt : 10.03.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *ELECTRICITE DE FRANCE Société
anonyme* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 15.09.23 Bulletin 23/37.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 29.03.24 Bulletin 24/13.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : RIGNAC Jean-Paul, CHIODI Frédéric,
LE CORRE Vivien et TUVACHE Frédéric.

⑦③ Titulaire(s) : *ELECTRICITE DE FRANCE Société
anonyme.*

⑦④ Mandataire(s) : Plasseraud IP.



Description

Titre de l'invention : Diffuseur d'air apte à générer une bulle de confort

Domaine technique

- [0001] La présente divulgation relève du domaine du confort thermique et de la qualité d'air.
- [0002] Plus particulièrement, la présente divulgation porte sur un diffuseur d'air, sur un système de conditionnement et/ou de traitement d'air comprenant un tel diffuseur et sur une utilisation d'un tel système pour le conditionnement et/ou le traitement de l'air.

Technique antérieure

- [0003] De manière courante, dans le domaine du confort thermique, il existe des solutions techniques bien éprouvées pour le chauffage de postes de travail. La plus utilisée pour le chauffage localisé se fait par rayonnement au travers de radiants infrarouge. Ces appareils sont limités au seul chauffage.
- [0004] On connaît également des solutions de climatisation par déplacement d'air, qui évitent de climatiser tout le volume d'un local, en ayant une action restreinte au volume d'occupation (de 0 à 2 m de hauteur en général). Ces solutions sont particulièrement intéressantes pour les locaux de grande hauteur. Mais pour de grands locaux industriels (plusieurs milliers de m²), la climatisation par déplacement demande au final de très grosses puissances, alors que dans bien des cas il n'y a que quelques opérateurs situés sur quelques dizaines de postes de travail disséminés dans tout le local industriel.
- [0005] Les aspects théoriques pour générer un environnement climatisé autour d'une personne ont fait l'objet de diverses publications, en particulier :
- “Thermal and dynamic study of a new concept of HVAC system using an annular air jet”, F. Penot, Ph. Meyer, Air Distribution in Rooms: Ventilation for Health and sustainable environment, H.B. Awbi, Elsevier, 2000, vol. 1, p 657-662,
 - “Experimental Study of Non-Isothermal Diverging Swirling and Non-Swirling Annular Jets with Central Aspiration”, F. Penot, M. D. Pavlović, International Journal of Ventilation, 2010, vol. 8, n°4, p347-357.
- [0006] Le brevet français FR2799534B1 décrit une solution de production et de diffusion d'air froid. Cette solution n'a au final pas donné lieu à un appareil finalisé et commercialisé, car la production de chaud et de froid faisait appel à un échangeur de chaleur complexe à réaliser mixant eau froide et chaude à proximité d'une source électrique.
- [0007] Il existe un besoin pour un dispositif apte à aller au-delà de la seule climatisation,

c'est-à-dire apte, selon les besoins, à chauffer ou climatiser et/ou à améliorer la qualité de l'air dans un volume réduit, par exemple de l'ordre du mètre cube, autour d'une personne.

- [0008] Ce problème de chauffage, de climatisation et de qualité d'air circonscrit à un volume réduit est bien connu : c'est un enjeu de la transition énergétique et de la maîtrise des consommations énergétiques.

Résumé

- [0009] La présente divulgation vient améliorer la situation.
- [0010] Il est proposé un diffuseur d'air comportant une grille, la grille comprenant :
 une zone centrale formée d'une ouverture d'aspiration, et
 une zone périphérique s'étendant à partir de la zone centrale, la zone périphérique comprenant une pluralité d'ouvertures de soufflage,
 la grille ayant, dans la zone périphérique, une porosité sensiblement uniforme, comprise entre 15% et 60%, de préférence entre 20% et 40%, plus préférentiellement entre 25% et 35%,
 la grille étant adaptée pour laisser simultanément passer un air soufflé, dans une première direction, à travers la pluralité d'ouvertures de soufflage, et un air aspiré, dans une deuxième direction opposée à la première direction, à travers l'ouverture d'aspiration.
- [0011] De par la configuration spécifique de la grille, le diffuseur d'air permet de créer une bulle de confort où l'air soufflé circulant dans la première direction est un air apporté vers la bulle de confort, et où l'air aspiré circulant dans la deuxième direction est un air évacué de la bulle de confort.
- [0012] De ce fait, le diffuseur d'air est apte, selon les besoins, à renouveler l'air dans un volume réduit, par exemple de l'ordre du mètre cube, autour d'une personne avec de l'air chauffé ou refroidi, traité ou non traité en qualité d'air.
- [0013] La porosité de la grille procure un écoulement uniforme de l'air soufflé en sortie des ouvertures de soufflage, et ce indépendamment de la température et de la qualité de l'air soufflé.
- [0014] Cet écoulement uniforme permet de réguler la température et la vitesse d'air dans la bulle de confort afin d'empêcher que le flux d'air soufflé atteigne localement des températures et des vitesses excessives, incompatibles avec le confort de la personne.
- [0015] Il est également proposé un système de traitement et/ou de conditionnement d'air comprenant :
 un tel diffuseur d'air,
 un dispositif de soufflage d'air, configuré pour entretenir une circulation de l'air soufflé dans la première direction, et un dispositif d'aspiration d'air raccordé à l'ouverture d'aspiration, configuré pour entretenir une circulation de l'air aspiré dans la

deuxième direction.

- [0016] Grâce à la configuration spécifique du diffuseur d'air, le système proposé résout le problème d'assurer, en fonction des besoins, chauffage ou climatisation et/ou qualité d'air améliorée dans un volume réduit pour une puissance énergétique maîtrisée.
- [0017] Un tel système peut par exemple comprendre une pompe à chaleur air/air en tant que dispositif de soufflage d'air et en tant que dispositif d'aspiration d'air.
- [0018] Il est également proposé une utilisation d'un tel système pour former une atmosphère traitée en qualité d'air et/ou conditionnée dans un espace réduit, en particulier autour d'une personne.
- [0019] Le diffuseur d'air ci-avant peut comprendre optionnellement certaines fonctions supplémentaires telles que définies ci-après.
- [0020] Par exemple, la grille peut être quadrangulaire, par exemple carrée.
- [0021] Une telle forme, applicable à la grille comme au diffuseur d'air dans son ensemble, est compatible avec les exigences de confort au sein de la bulle de confort et présente en outre l'avantage d'une simplicité de fabrication.
- [0022] Par exemple, la grille peut avoir une dimension comprise entre 50 cm et 150 cm, de préférence entre 70 cm et 90 cm.
- [0023] De telles dimensions conviennent pour assurer le confort d'une personne.
- [0024] Par exemple, la zone périphérique peut être subdivisée, relativement à la zone centrale, en une sous-zone proximale et une sous-zone distale, la porosité de la grille dans la sous-zone proximale étant supérieure à la porosité de la grille dans la sous-zone distale.
- [0025] Accroître la porosité dans la sous-zone proximale sert l'objectif d'aboutir à une homogénéisation d'air soufflé sur l'ensemble de la grille, zone centrale comprise. La zone centrale étant occupée par une ouverture d'aspiration et non de soufflage, le débit d'air soufflé à travers la zone centrale est nul. Accroître la porosité dans la sous-zone proximale permet de compenser cette absence de débit à travers la zone centrale, en assurant un débit plus rapide d'air soufflé à proximité du centre de la grille qu'au niveau des bords de la grille.
- [0026] Par exemple, la zone périphérique de la grille peut comprendre un centre de symétrie.
- [0027] Ceci permet d'homogénéiser l'écoulement de l'air soufflé sur le pourtour de la bulle de confort
- [0028] Par exemple la grille peut être agencée, dans le diffuseur d'air, de manière à délimiter une frontière entre un espace interne supérieur et un espace interne inférieur s'étendant jusqu'à une face inférieure,
 - la face inférieure comprenant, en bordure, une fente de soufflage,
 - la face inférieure comprenant une fente d'aspiration circonscrite par la fente de soufflage,

la fente de soufflage étant raccordée à la pluralité d'ouvertures de soufflage de manière à former, dans l'espace interne inférieur, un passage inférieur d'air soufflé, la fente d'aspiration étant raccordée à l'ouverture d'aspiration de manière à former, dans l'espace interne inférieur, un passage d'air aspiré cloisonné du passage inférieur d'air soufflé.

[0029] La configuration spécifique de l'espace interne inférieur permet de délimiter la bulle de confort à l'aide d'un rideau d'air soufflé, formant une barrière immatérielle, provenant de la fente de soufflage, tout en assurant une reprise d'air depuis l'intérieur de la bulle de confort, cette reprise d'air étant compatible avec les exigences de confort, à travers la fente d'aspiration.

[0030] Par exemple, l'espace interne supérieur peut s'étendre à l'intérieur d'un boîtier comprenant deux bouches de soufflage opposées raccordées à la pluralité d'ouvertures de soufflage de manière à former, dans l'espace interne supérieur, un passage supérieur d'air soufflé.

[0031] Opposer les bouches de soufflage permet d'homogénéiser en partie l'écoulement de l'air soufflé avant même son passage à travers les ouvertures de soufflage.

Brève description des dessins

[0032] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

Fig. 1

[0033] [Fig.1] illustre un système de conditionnement et/ou de traitement d'air dans un exemple de réalisation.

Fig. 2

[0034] [Fig.2] représente schématiquement un circuit de conditionnement et/ou de traitement d'air recyclé dans un exemple de réalisation.

Fig. 3

[0035] [Fig.3] représente schématiquement un circuit de renouvellement d'air, dans un exemple de réalisation.

Fig. 4

[0036] [Fig.4] illustre une partie supérieure d'un diffuseur d'air dans un exemple de réalisation.

Fig. 5

[0037] [Fig.5] illustre une grille pouvant être intégrée au diffuseur d'air de la [Fig.4].

Fig. 6

[0038] [Fig.6] illustre une division en quadrants de la zone périphérique grille de la [Fig.5] dans un exemple de réalisation.

Fig. 7

[0039] [Fig.7] illustre une division en sous-zones de la zone périphérique de la grille de la [Fig.5] dans un exemple de réalisation.

Fig. 8

[0040] [Fig.8] illustre une partie inférieure d'un diffuseur d'air dans un exemple de réalisation.

Description des modes de réalisation

[0041] Les dessins et la description pourront non seulement servir à mieux faire comprendre la présente divulgation, mais aussi contribuer à sa définition, le cas échéant.

[0042] Le principe général de l'invention repose sur l'association, peu coûteuse, d'une pompe à chaleur (PAC) air/air résidentielle classique avec un diffuseur d'air adapté aussi bien pour souffler de l'air chaud que de l'air froid, de l'air recyclé, de l'air neuf ou un mélange des deux.

[0043] L'ingéniosité de l'invention se situe au niveau du diffuseur d'air, qui comporte à la fois des moyens d'homogénéisation spatiale d'un flux d'air issu de la pompe à chaleur et des moyens de reprise d'air. Ensemble, ces moyens participent à créer sous le diffuseur d'air, c'est-à-dire autour par exemple d'une personne située sous le diffuseur d'air, une bulle de confort, sous la forme d'un environnement de l'ordre d'un ou deux mètres cubes qui soit confortable en chauffage, en climatisation, et/ou en qualité d'air.

[0044] On entend par environnement confortable un environnement remplissant un ou plusieurs des critères de confort suivants :

- une vitesse d'air inférieure ou égale à 0,3 m/s,
- une température comprise entre 19°C et 25°C en toute saison, et
- une dépollution de l'air ambiant, relativement à au moins un polluant donné, d'au moins 10% et de préférence d'au moins 20%.

[0045] L'invention trouve de nombreuses applications en particulier dans le domaine du traitement et du conditionnement d'air en intérieur ou en extérieur dans des conditions peu ventées, en milieu industriel, tertiaire ou résidentiel par exemple.

[0046] En particulier, la structure du diffuseur lui confère une compacité compatible avec les contraintes industrielles, la pompe à chaleur pouvant notamment être logée au-dessus du diffuseur.

[0047] L'ensemble du système de conditionnement ou de qualité de l'air associant le diffuseur à une pompe à chaleur peut être monté sur supports mobiles à roulettes, ce qui permet de déplacer facilement la bulle de confort.

[0048] Un tel système est également à la fois simple à mettre en fonctionnement pour un utilisateur et autonome dans ce fonctionnement, ne nécessitant pour ce faire qu'un simple branchement à une prise de courant ordinaire.

[0049] Par ailleurs, le coût total d'un tel système reste maîtrisé, car le diffuseur est

compatible avec toute pompe à chaleur air/air classiquement trouvée dans le marché résidentiel.

[0050] Dans la suite de la description, on s'attache à décrire en détails un exemple de mise en œuvre de l'invention.

[0051] On se réfère à présent à la [Fig.1], qui illustre un système de conditionnement et/ou de traitement d'air. Le système comprend une pompe à chaleur air/air classique, ayant une unité intérieure 1 et une unité extérieure 2, raccordées par une liaison 3 de fluide frigorigène. La liaison 3 est typiquement flexible.

[0052] Le système comprend également un diffuseur d'air 4 raccordé à la pompe à chaleur. Les dimensions du diffuseur d'air sont liées à celles de l'atmosphère à créer autour de la personne. Ces dimensions sont choisies par un compromis entre la puissance de chauffage ou de climatisation requise et les besoins de la personne. Un diffuseur d'air ayant une surface dont l'ordre de grandeur est le mètre carré, par exemple un diffuseur d'air de forme carrée, ayant une longueur et une largeur de 1,5 m environ, convient pour la plupart des activités statiques. Les autres caractéristiques et l'agencement du diffuseur sont détaillées plus loin.

[0053] La [Fig.1] représente le diffuseur d'air monté, avec l'unité intérieure de la pompe à chaleur, sur un support 5 positionné en hauteur, au-dessus d'un espace convenant pour une personne. Le support 5 est optionnellement monté sur roulettes 6, par exemple sur roulettes bloquantes. Optionnellement, la hauteur du support 5 est réglable en fonction de la taille de la personne et de sa posture, par exemple en position debout ou assise. L'unité extérieure de la pompe à chaleur peut quant à elle être montée sur un support 7 distinct, lui aussi optionnellement monté sur roulettes 8, par exemple sur roulettes bloquantes.

[0054] Relativement au conditionnement de l'air, une pompe à chaleur peut être réversible ou non réversible. Une fonctionnalité activable commune aux pompes à chaleur réversibles et non réversibles est de permettre le chauffage de l'air au voisinage de l'unité intérieure. Il s'agit de capter de l'énergie à travers l'unité extérieure pour la diffuser en rejetant de l'air chauffé au niveau de l'unité intérieure. Seules les pompes à chaleur réversibles sont également utilisables comme climatiseurs. Pour ce faire, elles absorbent de l'énergie à travers l'unité intérieure et la diffusent au niveau de l'unité extérieure. Par ce biais, une pompe à chaleur réversible est en mesure de rejeter de l'air refroidi au niveau de l'unité intérieure et de procurer une baisse de température. La puissance de chauffage ou de climatisation est typiquement de l'ordre du kW, et est optionnellement réglable.

[0055] La pompe à chaleur comprend au moins une entrée d'air aspiré et au moins une, par exemple deux, sorties d'air soufflé. Les pompes à chaleur dans le commerce incluent déjà des moyens de mise en mouvement de l'air conditionné. L'aspiration et le

soufflage de l'air peuvent, par exemple et de manière connue, être obtenus passivement, ou au contraire activement au moyen de ventilateurs qui peuvent optionnellement être activés seuls, indépendamment de la fonction de chauffage ou de climatisation de la pompe à chaleur.

[0056] Le système peut aussi comprendre, en amont, en aval ou au sein de la pompe à chaleur, un ou plusieurs dispositifs de traitement d'air. Par exemple, il peut être prévu un dispositif de filtration d'air, tel qu'un filtre G3, G4, M5, M6, F7, F8, F9, EPA, HEPA, ULPA ou ISO ePM1, ISO ePM2,5 ou ISO ePM10. Il peut également être prévu un dispositif bactéricide et/ou germicide ou autre, tel qu'une source de lumière UV-C activable de manière à désinfecter l'air à injecter. De manière générale, le système dans son ensemble est apte à conditionner et/ou à traiter un flux d'air à diffuser autour d'une personne, ce flux d'air traversant la pompe à chaleur et tout type de dispositif de traitement d'air prévu.

[0057] La [Fig.2] montre une implémentation d'un tel système pour conditionner et/ou traiter un flux d'air recyclé. La circulation d'air entre l'unité intérieure 1 de la pompe à chaleur et le diffuseur d'air 4 se fait selon deux branches. La première branche 10 correspond à la circulation d'un air extrait au niveau du diffuseur d'air depuis un environnement d'un volume de l'ordre d'un ou deux mètres cubes, autour d'une personne. Cet air extrait, recyclé, est ensuite conditionné au niveau de l'unité intérieure 1 de la pompe à chaleur. Cet air extrait peut aussi être traité en qualité d'air en amont ou en aval de son conditionnement. La deuxième branche 11 correspond à la circulation de l'air ainsi conditionné, et optionnellement traité en qualité d'air, vers le diffuseur d'air 4 en vue de sa diffusion dans l'environnement de la personne. Dans cette implémentation, le système n'occasionne que peu de circulation entrante d'air issu de l'extérieur du système vers l'environnement de la personne, et que peu de circulation sortante d'air issu de l'environnement de la personne vers l'extérieur du système.

[0058] La [Fig.3] montre une autre implémentation d'un tel système alimenté en tout air neuf. La circulation d'air se fait selon trois branches. La première branche 12 apporte de l'air issu entièrement de l'extérieur du système (par exemple de l'air extérieur) vers l'unité intérieure 1 de la pompe à chaleur. Cet air est conditionné et/ou traité en qualité d'air puis transporté, par la deuxième branche 13, vers le diffuseur d'air 4 où il est diffusé dans l'environnement de la personne. La troisième branche 14 transporte un flux d'air extrait par le diffuseur d'air 4 depuis l'environnement de la personne afin de le rejeter vers l'extérieur du système (par exemple avec un extracteur additionnel). Optionnellement, l'air peut subir un traitement complémentaire avant son soufflage et avant son rejet. L'implémentation selon la [Fig.3] permet de renouveler continuellement l'air autour de la personne, ce qui est particulièrement intéressant dans un contexte où celle-ci est amenée à rester de manière temporaire dans un espace intérieur

potentiellement pollué.

- [0059] Un exemple de structure convenant pour un diffuseur utilisable aussi bien en chauffage qu'en climatisation, et aussi bien dans l'implémentation de la [Fig.2] et dans celle de la [Fig.3], est à présent détaillé.
- [0060] Dans cet exemple, le diffuseur comprend un boîtier 40 dans lequel est monté une grille, en position par exemple sensiblement horizontale. La grille est par exemple métallique. L'épaisseur de la grille peut être par exemple de l'ordre de quelques millimètres. La grille repose par exemple au fond du boîtier, ou quelques millimètres ou centimètres au-dessus du fond du boîtier, ou peut constituer la face inférieure du boîtier. La grille, délimite, au sein du diffuseur d'air, un espace interne supérieur qui représente tout ou partie de l'espace intérieur du boîtier, et un espace interne inférieur.
- [0061] Un exemple de structure convenant pour former l'espace interne supérieur du diffuseur d'air est représenté sur la [Fig.4].
- [0062] Dans cet exemple, l'espace interne supérieur 401 du diffuseur d'air est délimité par une paroi interne supérieure du boîtier, par des parois internes latérales du boîtier et par une paroi supérieure de la grille.
- [0063] Une face latérale du boîtier 40 est traversée, au-dessus de la grille, par une bouche d'aspiration 41. Cette bouche d'aspiration est raccordée, d'un côté, à l'unité intérieure de la pompe à chaleur et de l'autre côté à une ouverture traversante centrale 42 aménagée dans la grille. Cette configuration est particulièrement intéressante pour le conditionnement de locaux de faible hauteur car elle permet de limiter en-deçà du mètre la hauteur totale de l'ensemble formé du diffuseur et de l'unité intérieure de la pompe à chaleur quand elle est située au-dessus du diffuseur. Une autre configuration où la bouche d'aspiration traverserait non pas une face latérale mais la face supérieure du boîtier n'est pas strictement exclue, mais elle présente le désavantage d'une moindre compacité en hauteur. Or il est souhaitable de pouvoir utiliser le système dans des locaux de faible hauteur.
- [0064] Avantageusement, le boîtier et/ou le diffuseur d'air dans son ensemble est de forme parallélépipédique. Lorsque le boîtier est métallique, une telle forme est particulièrement facile à réaliser sans découpe, par un simple pliage de feuilles métalliques combiné à des soudures, contrairement à une forme cylindrique ou conique. La grille est de forme similaire à celle de la face inférieure du boîtier, c'est-à-dire en l'espèce quadrangulaire, par exemple carrée.
- [0065] Au moins une ouverture supplémentaire 43 est aménagée, dans l'espace interne supérieur du diffuseur d'air, à travers une face du boîtier. Cette ouverture supplémentaire est une entrée d'air conditionné et/ou traité en qualité d'air issu de la pompe à chaleur. Cet air, soufflé, est destiné à être fourni, via des ouvertures aménagées dans une zone périphérique de la grille, dans l'espace interne inférieur du diffuseur d'air,

puis dans l'environnement de la personne située sous le diffuseur d'air.

- [0066] Ainsi, dans l'espace interne supérieur du diffuseur d'air, la paroi interne de la bouche d'aspiration 41 forme un passage supérieur d'air aspiré à travers l'ouverture de la zone centrale de la grille, et les parois internes du boîtier forment, conjointement avec la paroi externe de la bouche d'aspiration, un passage supérieur d'air soufflé à travers les ouvertures de la zone périphérique de la grille. Ces passages sont donc cloisonnés l'un par rapport à l'autre.
- [0067] Pour la raison déjà spécifiée d'une compacité verticale du système, il est souhaitable que cette ouverture supplémentaire soit aménagée non pas dans la face supérieure mais dans une face latérale du boîtier. Néanmoins, pour que l'air soufflé permette de créer une atmosphère remplissant le critère de confort en matière de température et de vitesse d'air, il est également impératif que le diffuseur prévoie des moyens d'homogénéisation du flux d'air soufflé. Un exemple d'un tel moyen est de prévoir non pas une seule mais deux ouvertures supplémentaires opposées 43, 44.
- [0068] Des simulations numériques ont confirmé que deux flux d'air arrivant par deux ouvertures supplémentaires opposées aménagées dans des faces latérales d'un boîtier de section carrée se mélangent pour former un flux d'air partiellement homogénéisé. L'homogénéisation saurait difficilement être satisfaisante de par la seule présence de ces deux ouvertures de soufflage opposées. Une raison est que l'espace interne supérieur du diffuseur d'air n'est pas vide mais comprend, au moins, une portion de la bouche d'aspiration.
- [0069] Une autre possibilité est de prévoir une ou plusieurs parois internes au boîtier, dans l'espace interne supérieur 401 du diffuseur d'air, de manière à guider, et ainsi contribuer à homogénéiser, le ou les flux d'air arrivant par la ou les ouvertures supplémentaires.
- [0070] La possibilité principalement retenue par les inventeurs a été d'optimiser structurellement la grille, en validant cette optimisation par des simulations numériques 3D de mécanique des fluides et par des essais thermiques en laboratoire. Plus particulièrement, le nombre d'ouvertures aménagées dans la zone périphérique a été optimisé ainsi que leur diamètre et leur position, aux fins d'homogénéiser au moins un flux d'air soufflé lors de son passage depuis l'espace interne supérieur du diffuseur d'air vers l'espace interne inférieur du diffuseur d'air.
- [0071] Il est à présent fait référence à un exemple de structure convenant pour la grille, tel que représenté en vue de dessus sur la [Fig.5].
- [0072] La grille 45 comprend une zone centrale 46 qui coïncide avec l'ouverture centrale traversante pour l'aspiration d'air depuis l'environnement de la personne. La grille comprend également, autour de la zone centrale, une zone périphérique 47 dans laquelle sont aménagées une pluralité d'ouvertures 48.

- [0073] Dans cet exemple particulier, la grille est carrée, sa zone centrale est circulaire et a un diamètre égal à environ le quart du côté de la grille. De manière générale, les dimensions absolues et relatives de la zone centrale et de la zone périphérique sont choisies en fonction d'un critère de confort pour un débit d'aspiration et un débit de soufflage donnés.
- [0074] La porosité de la zone périphérique de la grille, définie comme le rapport de la surface totale des ouvertures 48 qui sont aménagées dans la zone périphérique sur la surface totale de la zone périphérique, est sensiblement uniforme et comprise entre 15% et 60%, de préférence entre 20% et 40%, plus préférentiellement entre 25% et 35%.
- [0075] La notion d'uniformité de la porosité est à présent définie par référence aux figures 6 et 7 : cette uniformité peut être considérée relativement à une coordonnée angulaire et/ou relativement à une coordonnée radiale.
- [0076] La [Fig.6] correspond à la grille de la [Fig.5] dont la zone périphérique est divisée en quadrants 50, 51, 52, 53 dont les frontières sont matérialisées par deux axes 54, 55. De manière générale, la porosité de la zone périphérique de la grille est dite sensiblement uniforme relativement à une coordonnée angulaire, la différence absolue de porosité d'un quadrant à l'autre est inférieure à 15%, de préférence inférieure à 10%, plus préférentiellement inférieure à 5%. En l'espèce, dans l'exemple de la [Fig.6], les frontières des quadrants sont également des axes de symétrie de la grille, les quadrants sont donc identiques et ont la même porosité.
- [0077] La [Fig.7] correspond à la grille de la [Fig.5] dont la zone périphérique est divisée en quatre sous-zones à la manière de poupées russes ou des couches d'un oignon. Les frontières de ces sous-zones sont matérialisées par trois cercles concentriques C1, C2, C3 de rayons respectifs d1, d2 et d3, telles que :
- d3 désigne le rayon du cercle inscrit à la grille, et
- $d3 - d2 = d2 - d1 = d1 - d0$,
- où d0 désigne le rayon d'un cercle C0, concentrique aux cercles C1, C2 et C3, englobant la zone centrale et tangent intérieurement à la zone centrale.
- [0078] Trois sous-zones ont ainsi la forme d'anneaux concentriques de même largeur nommés relativement à l'ouverture centrale. La première sous-zone ou anneau proximal 56 est délimitée par les cercles C0 et C1, la deuxième sous-zone ou anneau intermédiaire 57 est délimitée par les cercles C1 et C2 et la troisième sous-zone ou anneau distal 58 est délimité par les cercles C2 et C3. Enfin, dans cet exemple où la grille n'est pas circulaire, une quatrième sous-zone 59 est délimitée, d'un côté, par le cercle C3 et de l'autre côté par les bords, en l'occurrence carrés, de la grille.
- [0079] La porosité de la grille est dite sensiblement homogène relativement à une coordonnée radiale lorsqu'au moins deux des quatre sous-zones considérées, de

préférence au moins trois des quatre sous-zones considérées, et plus préférentiellement les quatre sous-zones considérées, ont chacune une porosité comprise dans un intervalle dont la borne inférieure est supérieure ou égale à 15% et dont la borne supérieure est inférieure ou égale à 60%. La borne inférieure de cet intervalle est de préférence supérieure ou égale à 20% et plus préférentiellement supérieure ou égale à 25%. La borne supérieure de cet intervalle est de préférence inférieure ou égale à 40% et plus préférentiellement inférieure ou égale à 35%.

- [0080] Optionnellement, la porosité peut être choisie plus élevée dans l'anneau proximal que dans les trois autres sous-zones, tout en restant dans les bornes spécifiées précédemment, ce de manière à compenser l'absence, imposée, d'ouverture de soufflage dans la zone centrale.
- [0081] Des cotes de la grille sont à présent fournies à titre d'exemples particuliers de dimensions absolues et relatives convenant pour procurer un écoulement uniforme de l'air soufflé combiné à une aspiration d'air depuis l'environnement de la personne.
- [0082] La dimension de la grille peut être choisie par exemple entre 500 et 1500 mm, et prise par exemple égale à 800 mm. La dimension relative de l'ouverture d'aspiration par rapport à celle de la grille peut être choisie par exemple dans un intervalle de 20% à 30%, et la dimension absolue de l'ouverture d'aspiration peut par exemple être égale à 200 mm. La dimension des ouvertures de soufflage peut être commune ou à l'inverse différente d'une ouverture de soufflage à une autre : une telle dimension peut être choisie entre 20 et 50 mm et peut par exemple être prise égale à 30 mm. La distance minimale entre deux ouvertures de soufflage adjacentes quelconques peut être choisie supérieure ou égale à 10 mm, par exemple supérieure ou égale à 20 mm. La distance maximale entre deux ouvertures de soufflage adjacentes quelconques peut être choisie inférieure ou égale à 50 mm, par exemple inférieure ou égale à 40 mm. La distance entre le bord de la grille et les ouvertures de soufflage les plus proches peut être choisie supérieure ou égale à 8 mm. La distance entre la zone centrale et les ouvertures de soufflage les plus proches peut être choisie supérieure ou égale à 20 mm, par exemple supérieure ou égale à 30 mm. Le nombre d'ouvertures de soufflage peut être choisi supérieur ou égal à 50, par exemple supérieur ou égal à 100, par exemple supérieur ou égal à 150, par exemple supérieur ou égal à 180, et inférieur ou égal à 300, par exemple inférieur ou égal à 250, par exemple inférieur ou égal à 200.
- [0083] Il est à présent fait référence à un exemple de structure convenant pour former l'espace inférieur 402 du diffuseur d'air, comme illustré sur la [Fig.8].
- [0084] L'espace inférieur s'étend à partir de la grille, représentée ici en vue de côté, avec la zone centrale 46 correspondant à l'ouverture d'aspiration centrale et la zone périphérique 47 correspondant aux ouvertures de soufflage.
- [0085] Dans l'espace inférieur, un passage d'air aspiré, représenté sur la [Fig.8] par un motif

hachuré, raccorde la zone centrale 46 de la grille jusqu'à une fente d'aspiration 66. Toujours dans l'espace inférieur, un passage d'air soufflé, qui forme une bouche de soufflage et est représenté sur la [Fig.8] par un motif pointillé, raccorde la zone périphérique 47 de la grille jusqu'à une fente de soufflage 67. Ces passages d'air sont cloisonnés l'un par rapport à l'autre.

[0086] Comme déjà indiqué, la structure de la zone périphérique 47 de la grille a pour effet d'homogénéiser l'air soufflé dans le passage d'air soufflé.

[0087] La fente de soufflage 67 est une fente périphérique du diffuseur d'air. La fente de soufflage suit une première ligne fermée qui peut être de forme quelconque, par exemple, ronde, ovale ou carrée, le long du bord de la face inférieure du diffuseur d'air. Ainsi, le flux d'air soufflé par la bouche de soufflage crée un rideau d'air de haut en bas qui délimite une bulle de confort autour de la personne située sous le diffuseur d'air. Dans un circuit alimenté en tout air neuf, un tel rideau d'air constitue par ailleurs une sorte de barrière immatérielle vis-à-vis d'éventuels polluants. La largeur de la fente de soufflage est choisie en fonction d'un débit cible d'air soufflé et d'une vitesse cible de l'air dans le rideau d'air.

[0088] La fente d'aspiration 66 est une fente qui s'étend elle aussi en périphérie de la face inférieure du diffuseur d'air, en suivant une deuxième ligne fermée située à l'intérieur de l'aire délimitée par la première ligne fermée. Le passage d'air aspiré crée ainsi un flux d'air du bas vers le haut de la bulle de confort qui est délimitée par le rideau d'air de soufflage. La taille, la forme, la position relative et la largeur des fentes d'aspiration et de soufflage ont été validées par des simulations 3D de mécanique des fluides et par des essais thermiques en laboratoire. Ces simulations et essais ont notamment révélé que, pour des raisons de confort, il était préférable de déporter la fente d'aspiration vers la périphérie plutôt qu'au centre de la face inférieure du diffuseur d'air. En d'autres termes, il est souhaitable de maximiser l'aire délimitée par la deuxième ligne fermée suivie par la fente d'aspiration.

[0089] A titre d'exemples de cotes,

la face inférieure du diffuseur d'air peut être de forme carrée avec un bord de longueur d'environ 1,5 m,

la fente de soufflage peut être elle aussi de forme carrée, le long des bords de la face inférieure du diffuseur d'air et de largeur comprise entre 8 et 15 mm, par exemple 11 mm, et

la fente d'aspiration peut s'étendre autour d'une ligne fermée ayant la forme d'un carré de côté d'environ 1,3 m, 1,4 m ou plus et de largeur comprise entre 30 et 60 mm, par exemple 40 mm.

[0090] Il a également été révélé qu'il est préférable que la largeur de la fente d'aspiration soit supérieure à celle de la fente de soufflage, pour essentiellement deux raisons.

L'une de ces raisons est que la vitesse de l'air au niveau de la personne située sous le diffuseur d'air est la vitesse du flux d'air aspiré. Donc plus la fente d'aspiration est large, plus il est possible d'obtenir un débit d'air aspiré important sans requérir une vitesse d'air importante au niveau de la personne, ce qui participe au confort procuré. L'autre raison est qu'à puissance égale et à largeur de fente égale, l'efficacité de l'aspiration est moindre que celle du soufflage. Prévoir une fente d'aspiration plus large que la fente de soufflage est donc souhaitable pour équilibrer le débit d'air soufflé vers l'environnement de la personne avec le débit d'air aspiré depuis l'environnement de la personne.

- [0091] Les performances du diffuseur d'air ont été qualifiées lorsque combiné à une pompe à chaleur air/air réversible du commerce, de type mono split encastrable, ayant 1 kW de puissance. Une telle pompe à chaleur ne nécessite qu'une prise électrique classique pour son fonctionnement et, dans cet exemple, comporte aussi des moyens de mise en mouvement de l'air conditionné et des moyens de filtration qui permettent d'améliorer la qualité de l'air conditionné.
- [0092] Dans cet exemple, la pompe à chaleur est également équipée de deux bouches de soufflage et d'une bouche d'aspiration, ces bouches étant chacune gainée d'une gaine en aluminium qui est isolée. La pompe à chaleur air/air est reliée, par la bouche d'aspiration, à l'ouverture d'aspiration en partie supérieure du diffuseur d'air. La pompe à chaleur air/air est également reliée, par les deux bouches de soufflage, à deux ouvertures supplémentaires opposées du diffuseur d'air.
- [0093] Une sonde de mesure de température est positionnée en reprise du diffuseur d'air, plus spécifiquement à une hauteur correspondant à une position attendue de la tête d'une personne sous le diffuseur d'air, ce afin que la pompe à chaleur régule son fonctionnement sur l'air ressenti au voisinage de la tête de la personne, la tête étant la partie la plus sensible du corps vis-à-vis de l'inconfort thermique.
- [0094] Le système ainsi décrit, comportant la pompe à chaleur air/air combinée au diffuseur, est donc un système de conditionnement et de traitement d'air intégré et prêt à l'emploi.
- [0095] Les vitesses, mesurées, de flux d'air au sein de la bulle de confort ne dépassent pas 0,3 m/s, quelle que soit l'utilisation, c'est-à-dire en traitement d'air seul ou combiné à un chauffage ou à un rafraîchissement.
- [0096] Un rafraîchissement atteignant 4°C a pu être obtenu au niveau de la tête d'une personne située sous le diffuseur d'air, et jusqu'à 2,5°C au niveau du corps.
- [0097] En chauffage, les valeurs mesurées sont plus proches de 3°C pour la tête et de 1,5°C pour le corps. Il est envisagé, partant de cet exemple, d'améliorer davantage les performances en chauffage en rajoutant un tapis chauffant et/ou en rajoutant un dispositif de chauffage par rayonnement. De tels ajouts sont avantageux dans l'optique d'une uti-

lisation dans des locaux particulièrement froids.

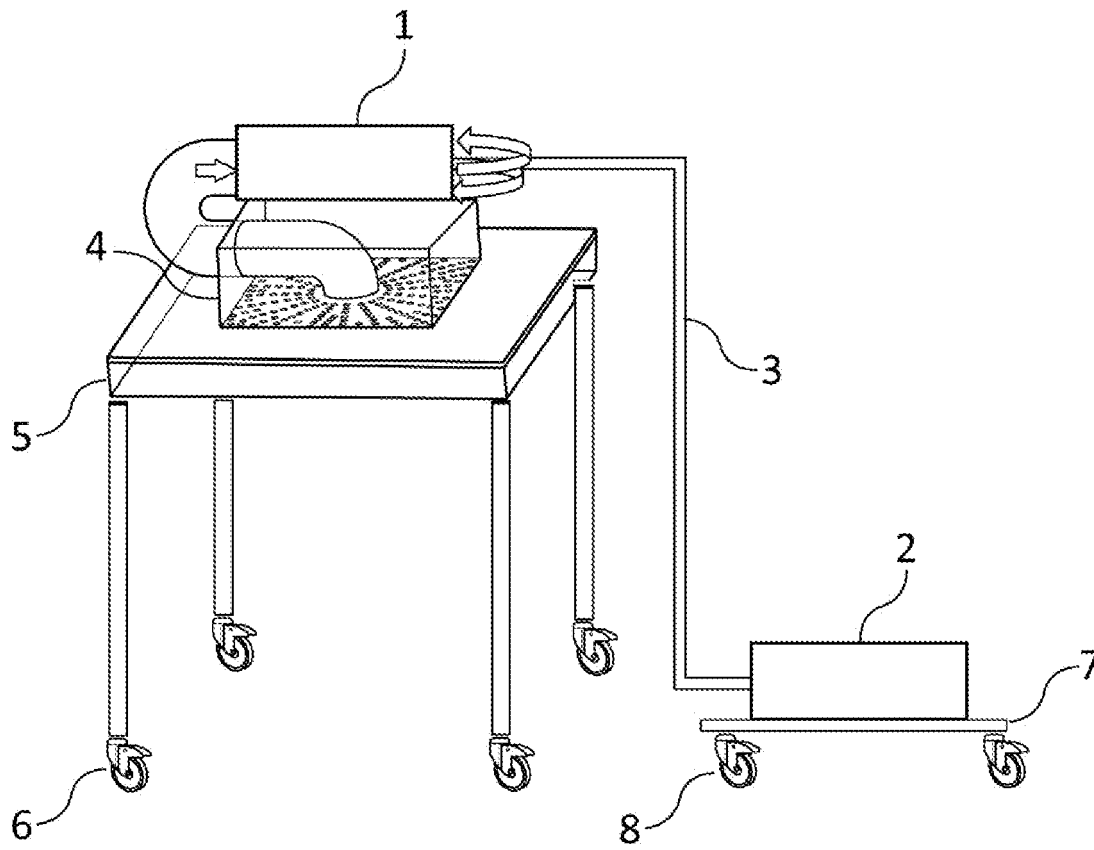
- [0098] La dépollution de l'air dans l'environnement de la personne, dans un circuit alimenté en tout air neuf, a été évaluée par des modélisations en considérant comme polluant de l'éthanol gazeux.
- [0099] Lorsque la pompe à chaleur est utilisée exclusivement comme moyen de renouvellement d'air dans la bulle de confort par de l'air traité en qualité d'air, sans y adjoindre de fonction activée de chauffage ni de climatisation, la dépollution de l'air dans la bulle de confort est de l'ordre de 25% au niveau de la tête de la personne, de 24% au niveau du buste, et de 21% au niveau des jambes. Lorsque la pompe à chaleur est utilisée en outre comme moyen de climatisation, ces valeurs sont inchangées. Lorsque la pompe à chaleur est utilisée en revanche comme moyen de chauffage, la dépollution de l'air dans la bulle de confort est légèrement plus faible, de l'ordre de 20% au niveau de la tête de la personne, de 15% au niveau du buste, et de 6% au niveau des jambes. S'agissant de qualité d'air, il est entendu que les valeurs les plus pertinentes ainsi calculées sont celles obtenues au niveau de la tête.
- [0100] Lorsque le système de conditionnement et de traitement d'air est appliqué au chauffage de postes de travail isolés au sein d'un bâtiment, les économies d'énergie peuvent aller jusqu'à 75% relativement à des systèmes connus de chauffage global du bâtiment (pour tout le volume).

Revendications

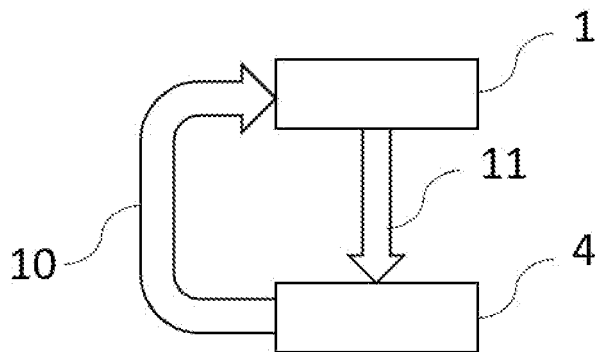
- [Revendication 1] Diffuseur d'air comportant une grille (45), la grille comprenant :
 une zone centrale (46) formée d'une ouverture d'aspiration, et
 une zone périphérique (47) s'étendant à partir de la zone centrale, la
 zone périphérique comprenant une pluralité d'ouvertures (48) de
 soufflage,
 la grille ayant, dans la zone périphérique, une porosité sensiblement
 uniforme, comprise entre 15% et 60%, de préférence entre 20% et 40%,
 plus préférentiellement entre 25% et 35%,
 la grille étant adaptée pour laisser simultanément passer un air soufflé,
 dans une première direction, à travers la pluralité d'ouvertures de
 soufflage, et un air aspiré, dans une deuxième direction opposée à la
 première direction, à travers l'ouverture d'aspiration.
- [Revendication 2] Diffuseur d'air selon la revendication 1, dans lequel la grille est qua-
 drangulaire, par exemple carrée.
- [Revendication 3] Diffuseur d'air selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la grille a une
 dimension comprise entre 50 cm et 150 cm, de préférence entre 70 cm et
 90 cm.
- [Revendication 4] Diffuseur d'air selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la zone
 périphérique est subdivisée, relativement à la zone centrale, en une sous-
 zone proximale et une sous-zone distale, la porosité de la grille dans la
 sous-zone proximale étant supérieure à la porosité de la grille dans la
 sous-zone distale.
- [Revendication 5] Diffuseur d'air selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la zone
 périphérique de la grille comprend un centre de symétrie.
- [Revendication 6] Diffuseur d'air selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel
 la grille est agencée, dans le diffuseur d'air, de manière à délimiter une
 frontière entre un espace interne supérieur (401) et un espace interne
 inférieur (402) s'étendant jusqu'à une face inférieure,
 la face inférieure comprenant, en bordure, une fente de soufflage (67),
 la face inférieure comprenant une fente d'aspiration (66) circonscrite par
 la fente de soufflage,
 la fente de soufflage étant raccordée à la pluralité d'ouvertures de
 soufflage de manière à former, dans l'espace interne inférieur, un
 passage inférieur d'air soufflé,
 la fente d'aspiration étant raccordée à l'ouverture d'aspiration de
 manière à former, dans l'espace interne inférieur, un passage d'air aspiré

- cloisonné du passage inférieur d'air soufflé.
- [Revendication 7] Diffuseur d'air selon la revendication 6, l'espace interne supérieur s'étendant à l'intérieur d'un boîtier (40) comprenant deux bouches de soufflage opposées raccordées à la pluralité d'ouvertures de soufflage de manière à former, dans l'espace interne supérieur, un passage supérieur d'air soufflé.
- [Revendication 8] Système de traitement et/ou de conditionnement d'air comprenant :
- un diffuseur d'air selon l'une des revendications 1 à 7,
 - un dispositif de soufflage d'air configuré pour entretenir une circulation de l'air soufflé dans la première direction,
 - un dispositif d'aspiration d'air raccordé à l'ouverture d'aspiration, configuré pour entretenir une circulation de l'air aspiré dans la deuxième direction.
- [Revendication 9] Système selon la revendication 8, comprenant une pompe à chaleur air/air en tant que dispositif d'aspiration d'air, en tant que dispositif de soufflage d'air et, optionnellement, en tant que dispositif de filtration d'air.
- [Revendication 10] Utilisation d'un système selon la revendication 8 ou 9 pour former une atmosphère traitée en qualité d'air et/ou conditionnée dans un espace réduit, en particulier autour d'une personne.

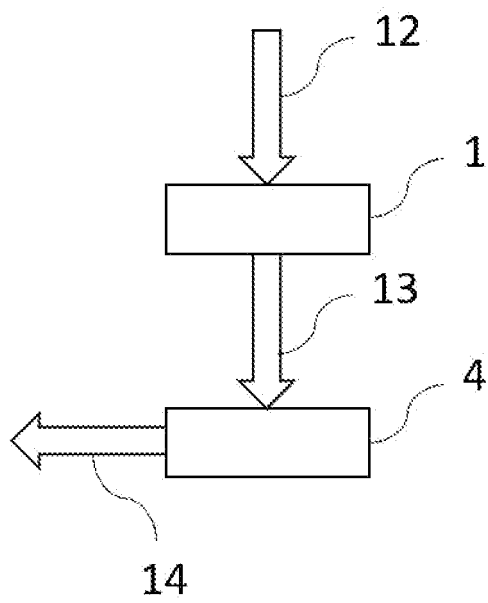
[Fig. 1]

**FIG. 1**

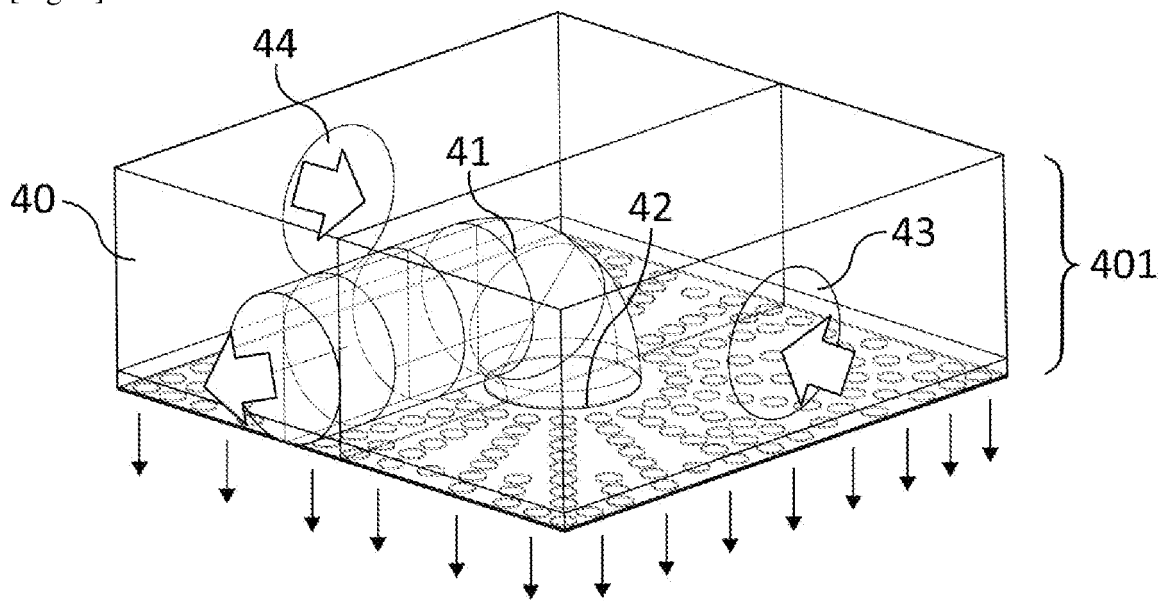
[Fig. 2]

**FIG. 2**

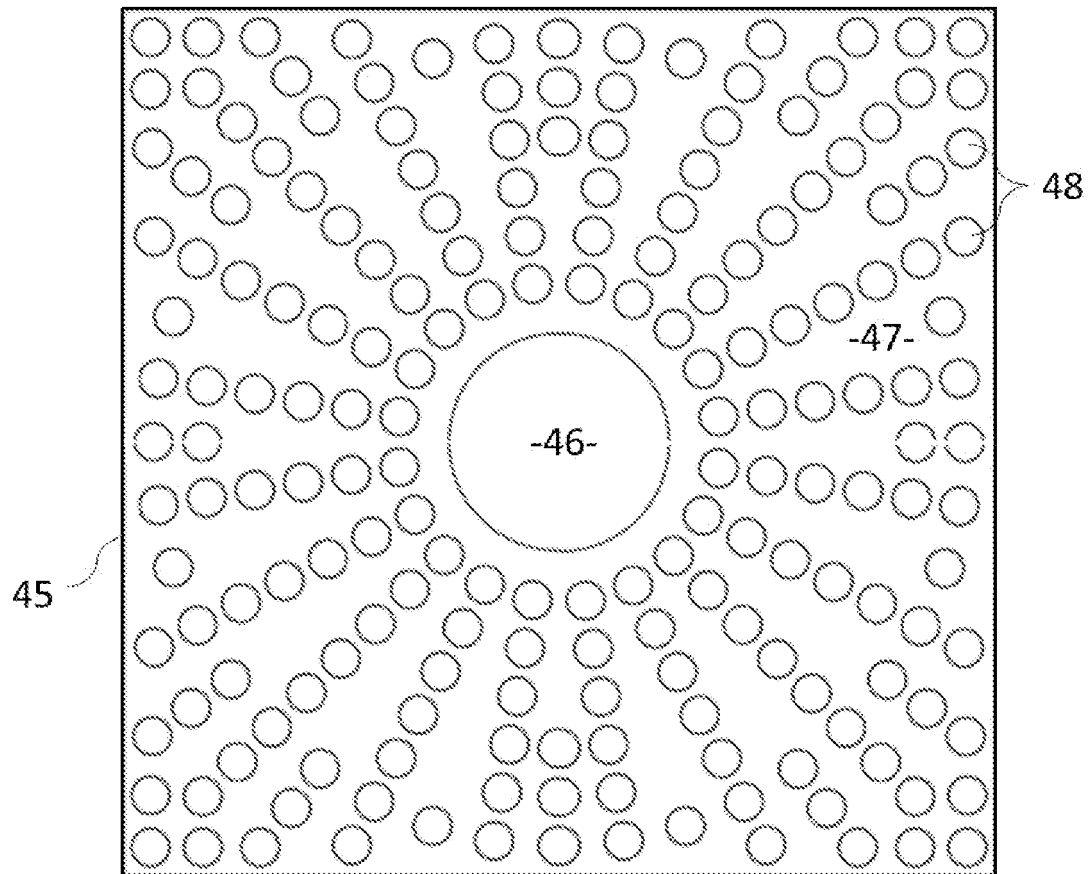
[Fig. 3]

**FIG. 3**

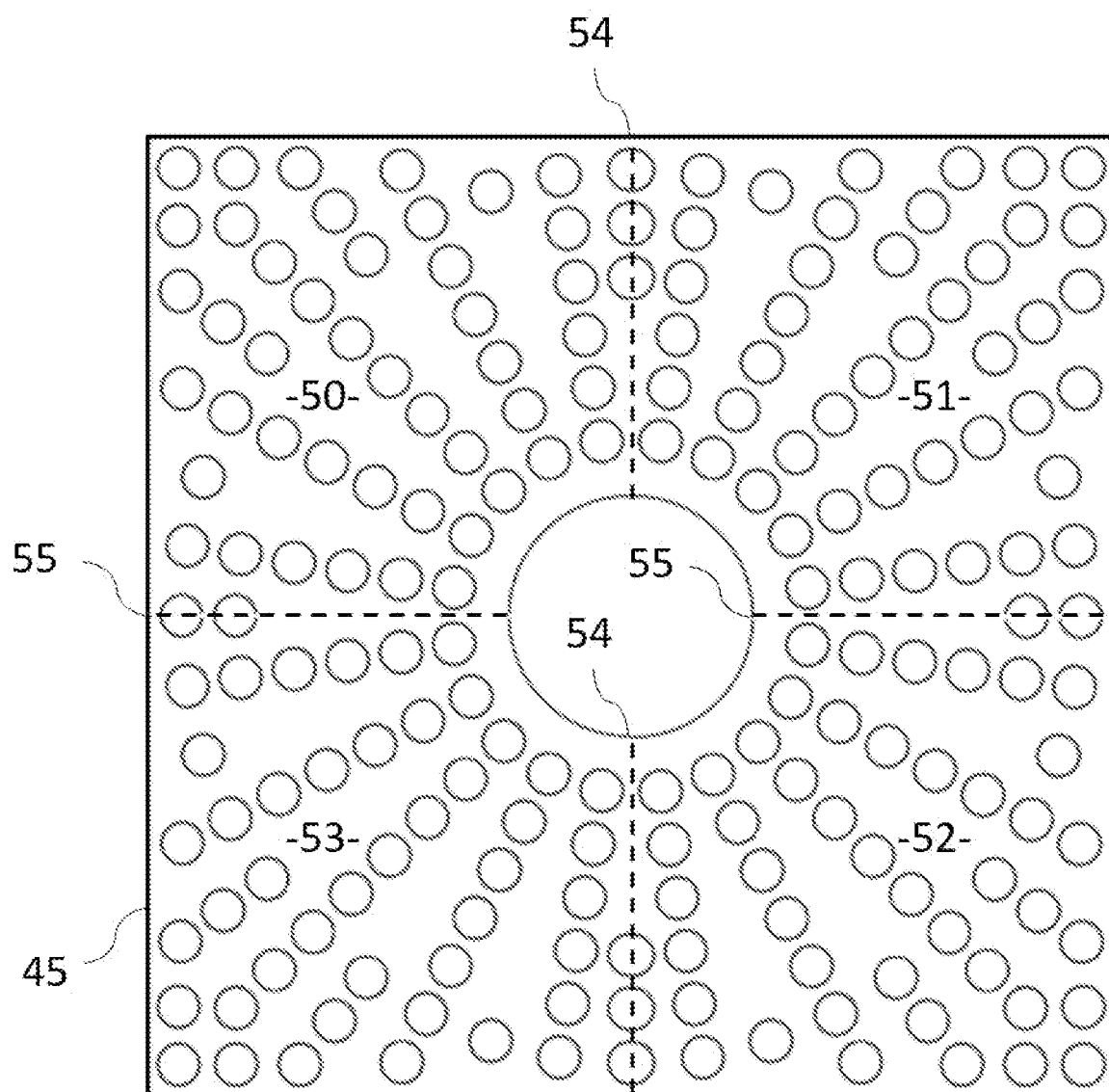
[Fig. 4]

**FIG. 4**

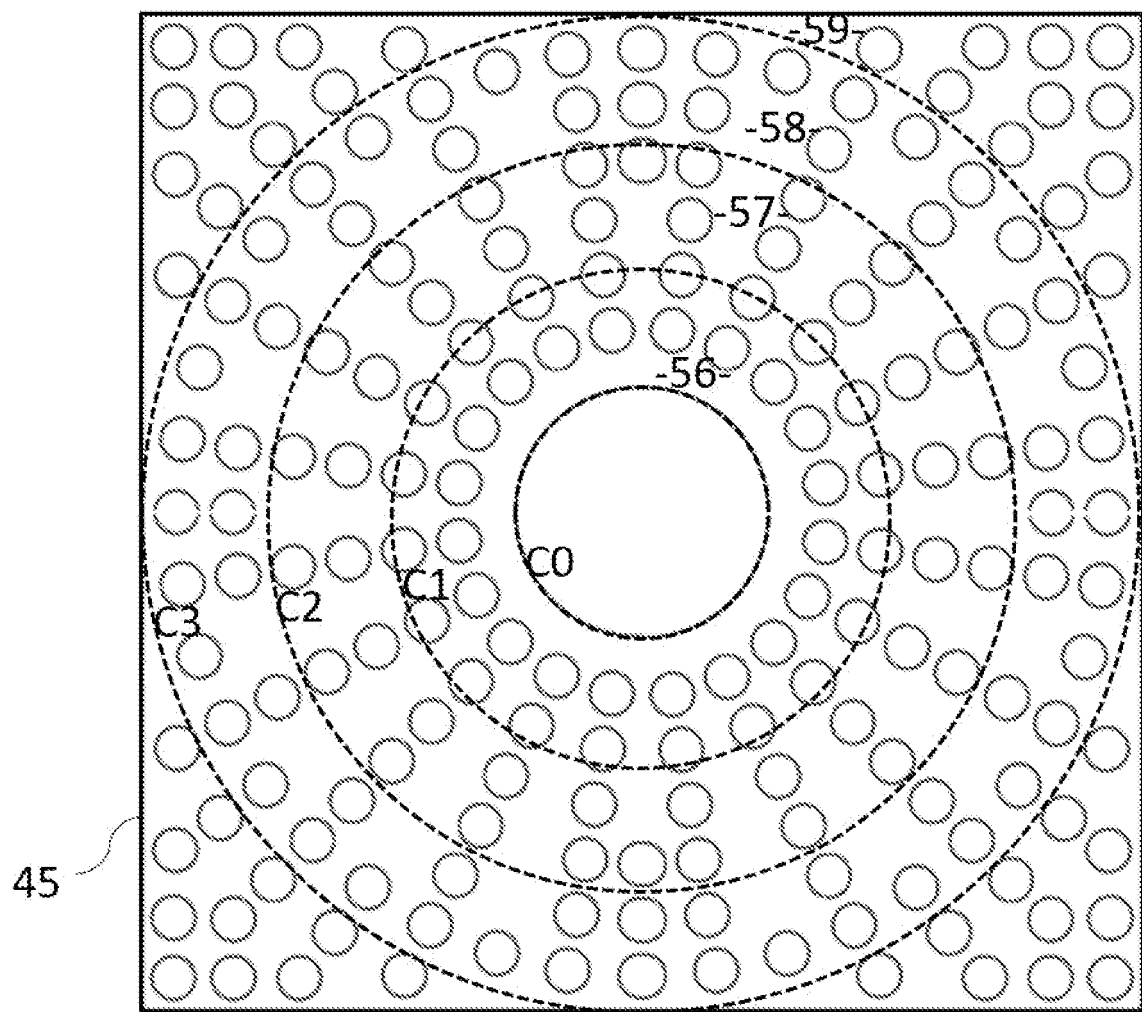
[Fig. 5]

**FIG. 5**

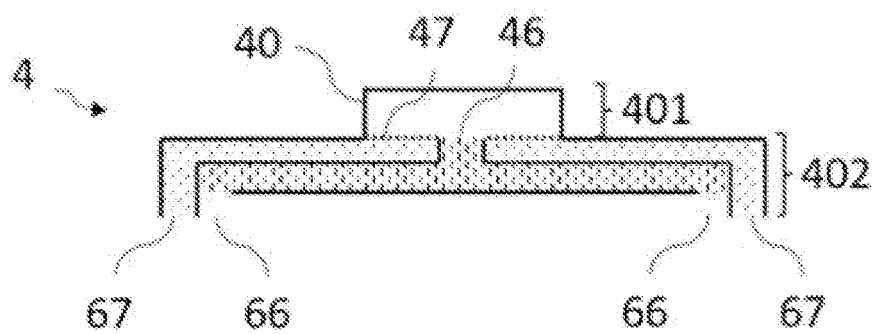
[Fig. 6]

**FIG. 6**

[Fig. 7]

**FIG. 7**

[Fig. 8]

**FIG. 8**

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 2 821 898 A (KENNEDY WALTER W)
4 février 1958 (1958-02-04)

EP 2 993 423 A1 (DAIKIN IND LTD [JP])
9 mars 2016 (2016-03-09)

WO 2015/034274 A1 (KIM JI HA [KR])
12 mars 2015 (2015-03-12)

EP 0 511 576 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD
[JP]; CHURYO ENG [JP])
4 novembre 1992 (1992-11-04)

CN 213 687 024 U (SHANGHAI BOHAN THERMAL
ENERGY TECH CO LTD)
13 juillet 2021 (2021-07-13)

US 2005/287945 A1 (CHOI KEUN H [KR] ET AL)
29 décembre 2005 (2005-12-29)

CN 211 345 752 U (WUHAN HUAKANG CENTURY
CLEANROOM TECH ENGINEERING CO LTD)
25 août 2020 (2020-08-25)

CN 106 642 336 A (GREE ELECTRIC APPLIANCES
INC ZHUHAI) 10 mai 2017 (2017-05-10)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT