



(11) **EP 4 152 890 A2**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
22.03.2023 Bulletin 2023/12

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
H05B 3/26 ^(2006.01) **H05B 3/14** ^(2006.01)
F24D 13/02 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22195592.5**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
H05B 3/26; F24D 13/024; H05B 3/145;
H05B 2214/04

(22) Date de dépôt: **14.09.2022**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

- **D'HALLUIN, Victor**
59130 LAMBERSART (FR)
- **FEHR, Laurent**
67000 STRASBOURG (FR)
- **HOULLIER, Clément**
75008 PARIS (FR)
- **PRIETO, Maxime**
75011 PARIS (FR)
- **PASCAL, Sébastien**
76310 SAINTE-ADRESSE (FR)

(30) Priorité: **16.09.2021 FR 2109751**

(71) Demandeur: **Fogo**
59130 Lambersart (FR)

(74) Mandataire: **Lavialle, Bruno François Stéphane et al**
Cabinet Boettcher
16, rue Médéric
75017 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **DE MIRANDA, Corentin**
91100 VILLABE (FR)

(54) **DISPOSITIF DE CHAUFFAGE ELECTRIQUE**

(57) Dispositif de chauffage électrique (0), comportant :
- un bloc (1) ; et
- au moins une première résistance électrique de chauffe (2). Le bloc est en un matériau comprenant du béton fibré ultra haute performance et en ce que ladite au moins une première résistance électrique de chauffe (2) est en un matériau qui contient du graphène ou de l'oxyde de graphène ou un mélange de graphène et d'oxyde de graphène, ladite au moins une première résistance (2) étant en contact contre au moins une première surface du bloc (1), ledit bloc portant cette au moins une résistance de chauffe (2) et le dispositif de chauffage électrique (0) comportant au moins des première et deuxième électrodes (3a, 3b) reliées électriquement entre elles par l'intermédiaire de ladite au moins une première résistance de chauffe (2).

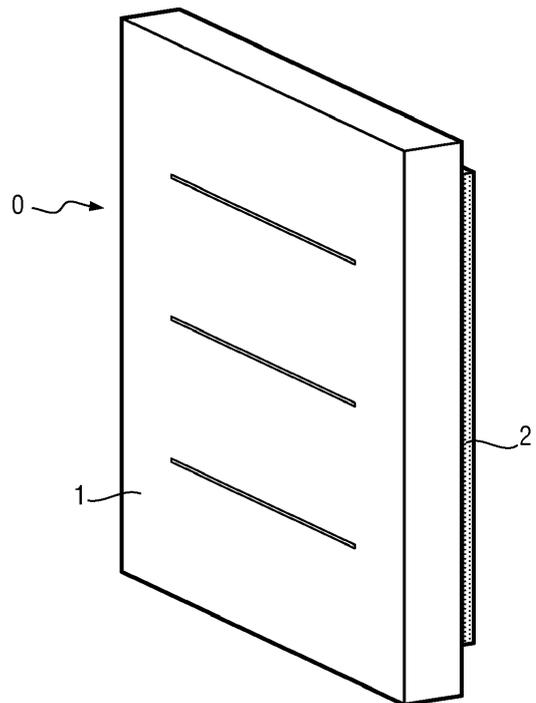


Fig. 1a

EP 4 152 890 A2

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine des dispositifs de chauffage électrique comportant un bloc pour conférer une inertie thermique au dispositif de chauffage.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

[0002] Il est connu de mettre en contact des résistances électriques de chauffe avec des blocs massifs, comme des pierres, pour obtenir un chauffage électrique capable d'accumuler de la chaleur et la diffuser lorsque les résistances de chauffe ne sont plus alimentées.

[0003] Ces dispositifs de chauffage sont couteux et complexes à fabriquer (besoin de découper / tailler des pierres).

OBJET DE L'INVENTION

[0004] L'invention a notamment pour but de fournir un dispositif de chauffage électrique permettant de résoudre certains au moins des problèmes précités de l'art antérieur.

RESUME DE L'INVENTION

[0005] A cet effet, on prévoit, selon l'invention un dispositif de chauffage électrique, comportant :

- un bloc ; et
- au moins une première résistance électrique de chauffe. Le dispositif de chauffage électrique selon l'invention est essentiellement, caractérisé en ce que le bloc est en un matériau comprenant du béton fibré ultra haute performance et en ce que ladite au moins une première résistance électrique de chauffe est en un matériau qui contient du graphène ou de l'oxyde de graphène ou un mélange de graphène et d'oxyde de graphène, ladite au moins une première résistance étant en contact contre au moins une première surface du bloc, ledit bloc portant cette au moins une résistance de chauffe et le dispositif de chauffage électrique comportant au moins des première et deuxième électrodes reliées électriquement entre elles par l'intermédiaire de ladite au moins une première résistance de chauffe.

[0006] Par définition un béton fibré à ultra haute performance, aussi appelé BFUP, est un matériau à matrice cimentaire, renforcé par des fibres et offrant une résistance en compression supérieure à 100 MPA, usuellement comprise entre 100 et 400 MPA.

[0007] Le graphène est un matériau constitué d'un ou plusieurs feuillets bidimensionnels. Chaque feuillet est composé d'atomes de carbone et chaque feuillet a l'épaisseur d'un seul atome de carbone.

[0008] Dans un mode de réalisation préférentiel du dis-

positif de chauffage selon l'invention, la résistance électrique est formée de 1 à 249 feuillets de graphène formant ainsi une résistance très fine de 1 à 249 couches cristallines.

[0009] L'oxyde de graphène est constitué d'une pluralité de 1 à 249 feuillets d'atome de carbone bidimensionnels avec présence d'atomes d'oxygène (c'est-à-dire de 1 à 249 couches cristallines exclusivement), les atomes d'oxygène y sont présents sous la forme de liaisons époxyde et/ou carbonyle et/ou carboxyle et/ou hydroxyle et/ou hydroxyle.

[0010] La circulation d'un courant électrique au travers de la résistance de chauffe, entre les première et deuxième électrodes, permet de produire de la chaleur par effet Joule.

[0011] L'association du graphène et/ou de l'oxyde de graphène sous forme de couche résistive portée par le bloc en BFUP, contre ce bloc, permet d'avoir un dispositif de chauffage particulièrement résistant aux chocs et capable de supporter un grand nombre de cycles de chauffe.

[0012] Comme le BFUP présente une grande résistance mécanique, il permet aussi de réaliser des formes particulièrement fines / élancées / esthétiques / sur-mesures.

[0013] Par exemple, le bloc peut prendre la forme d'une plaque de grande longueur ayant une faible épaisseur pour augmenter la surface d'échange thermique tout en maîtrisant le poids du dispositif de chauffage.

[0014] Par ailleurs, le bloc en béton fibré ultra haute performance peut être dépourvu d'armature interne ce qui facilite sa mise en œuvre par moulage.

[0015] Le bloc en béton fibré à ultra haute performance peut être utilisé directement comme façade du dispositif de chauffage car permet une variété de finitions (choix de finitions lisses, satinées, brillantes, possibilité d'ajout de couleurs / pigments ou de jeux de textures).

[0016] De plus, le béton fibré à ultra haute performance et le graphène et/ou l'oxyde de graphène présentent une excellente capacité de transfert de chaleur par conduction de contact.

[0017] Par ailleurs, comme le bloc en béton fibré à ultra haute performance présente une très bonne inertie thermique, il permet la diffusion de chaleur longtemps après l'arrêt de l'alimentation électrique de la résistance.

[0018] Conformément à l'invention, la première résistance de chauffe peut, selon le cas :

- comporter, du graphène tout en étant exempté d'oxyde de graphène ; ou
- comporter, de l'oxyde de graphène tout en étant exempté de graphène ; ou
- comporter, un mélange de graphène et d'oxyde de graphène.

[0019] L'usage du graphène et/ou de l'oxyde de graphène dans la résistance électrique de chauffe associé au bloc en béton Fibré Ultra haute-Performante permet

d'avoir un dispositif de chauffage électrique de très haute performance qui présente :

- une rapide montée en température du fait de la très bonne conductivité thermique du graphène et de l'oxyde de graphène (le graphène et l'oxyde de graphène ont une très bonne conductivité thermique de l'ordre de 5 000 W.m-1.K-1) ;
- une rapide diffusion de chaleur par rayonnement de chaleur de la résistance en graphène et/ou oxyde de graphène ;
- un rapide transfert de chaleur par conduction de la résistance vers le bloc ;
- un très bon rendement de transfert thermique de la résistance vers le bloc en BFUP ;
- une très bonne inertie thermique du fait de la masse du bloc qui permet un stockage / accumulation de chaleur pendant la chauffe ;
- une très bonne capacité de diffusion de la chaleur par rayonnement thermique et par convection après l'arrêt de la chauffe de la résistance.

[0020] Par ailleurs, comme le graphène et l'oxyde de graphène présentent de très bonnes résistances à la rupture, la résistance de chauffe est particulièrement durable.

[0021] La liaison mécanique par adhérence de la résistance contre le bloc est également particulièrement durable.

[0022] En outre, la résistance en graphène / oxyde de graphène est moins coûteuse à fabriquer qu'une résistance à base de métaux.

[0023] Selon le cas, le dispositif de chauffage selon l'invention peut être agencé pour :

- constituer un radiateur conventionnel, avec par exemple une fixation murale ou des pieds support pour un positionnement au sol ou des pieds support à roulettes pour déplacer le dispositif sur le sol (un radiateur conventionnel est par exemple utilisé pour chauffer des petits volumes tels une chambre, un séjour) ; ou pour
- constituer une dalle de sol chauffante (plancher chauffant d'un bâtiment) permettant de chauffer des volumes plus importants par le sol ; ou pour
- constituer une dalle chauffante extérieure, pour obtenir un sol antigivre ; ou pour
- constituer un mur chauffant ou une paroi chauffante, intérieure ou extérieure d'un bâtiment.

[0024] Selon un autre aspect, l'invention concerne aussi un procédé de fabrication d'un dispositif de chauffage selon l'un quelconque des modes de réalisation du dispositif de chauffage selon l'invention décrit et/ou revendiqué dans la présente demande de brevet.

[0025] Selon le procédé de l'invention, ladite première résistance de chauffe est formée par application sur le bloc d'un mélange liquide contenant un solvant liquide

et contenant du graphène ou de l'oxyde de graphène ou une combinaison de graphène et d'oxyde de graphène et par élimination du solvant contenu dans le mélange ainsi appliqué sur le bloc pour former un matériau rigide constitutif de la première résistance de chauffe.

[0026] Ainsi, la première résistance thermique est directement formée contre le bloc en béton fibré ce qui facilite la fabrication du dispositif de chauffage qui est dépourvu de moyens d'assemblage entre la résistance et le bloc.

[0027] Pour cela, la résistance de graphène ou d'oxyde de graphène est déposée par application sur le bloc d'un mélange comportant un solvant, et soit du graphène, soit de l'oxyde de graphène, soit un mélange de graphène et d'oxyde de graphène.

[0028] Ce solvant peut par exemple être un solvant aqueux ou organique.

[0029] Une fois le solvant évaporé, ladite au moins une première résistance est directement formée à la surface du bloc qui la porte.

[0030] Dans certains modes de réalisation, le mélange contenant le solvant liquide peut aussi contenir au moins un agent surfactant afin d'améliorer la solubilisation du graphène et/ou de l'oxyde de graphène dans le mélange. Préférentiellement, l'agent surfactant est choisi pour avoir une balance hydrophile/hydrophobe comprise entre 18 et 20.

[0031] Après application du mélange sur le bloc en BFUP et évaporation du solvant et/ou réticulation (dans le cas où le mélange contient une résine), les cristaux de graphène ou oxyde de graphène sont alors présents contre la première surface du bloc pour y former ladite au moins une première résistance de chauffe / couche résistive.

[0032] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation particuliers et non limitatifs de l'invention.

40 BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0033] Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi lesquels :

[Fig. 1a] La figure la présente un exemple de réalisation d'un dispositif de chauffage 0 selon l'invention observé en perspective depuis sa face avant ;

[Fig. 1b] La figure 1b présente le dispositif de chauffage 0 de la figure la observé en perspective depuis sa face arrière ;

[Fig. 2a] La figure 2a présente une vue éclatée d'un dispositif de chauffage selon un mode de réalisation particulier de l'invention dans lequel les électrodes 3a, 3b d'alimentation de la première résistance 2 sont placées entre la première résistance 2 et le bloc 1 en béton fibré ultra haute performance, dans ce mode de réalisation, le dispositif 0 comporte une plaque complémentaire 6 en béton fibré ultra haute per-

formance présentant une forte résistivité électrique, la première résistance de chauffe 2 et les électrodes 3a, 3b sont ici placées entre le bloc 1 en forme de plaque et cette plaque complémentaire 6 qui sont en béton fibré ultra haute performance ;

[Fig. 2b] La figure 2b est une vue en coupe suivant un plan A-A du dispositif 0 de la figure 2a une fois assemblé ; [Fig. 3] La figure 3 est une vue en perspective d'un bloc 1 de dispositif 0 selon l'invention dans un mode de réalisation où ce bloc est équipé de canaux 7 pour forcer une convection au travers du bloc entre un niveau inférieur et un niveau supérieur du dispositif selon l'invention (ces canaux 7 sont a section transversale fermée et traversent le bloc de haut en bas, ici la section transversale des canaux est hexagonale mais elle pourrait être d'une autre forme) ;

[Fig. 4] La figure 4 est une vue en perspective d'un bloc 1 de dispositif 0 selon l'invention dans un mode de réalisation où ce bloc est équipé de canaux 7 pour forcer une convection, ces canaux étant ouverts vers l'extérieur suivant leurs longueurs respectives et étant formés entre des ailettes 7a ;

[Fig. 5] La figure 5 est une vue en coupe verticale d'un dispositif 0 selon l'invention, dans un mode de réalisation similaire à celui des figures 2a et 2b, avec en plus une interface de fixation 5 en forme de pattes qui est reliée au bloc 1 via une liaison en encastrement, ces interfaces de fixation 5 ont ici la forme de crochets agencés pour vernir en prise sur une structure porteuse fixée sur un mur afin de supporter l'ensemble du dispositif 0 via l'interface de fixation 5 (le bloc 1 en BFUP est très résistant et permet une liaison durable et sécurisée avec l'interface de fixation 5) ;

[Fig. 6] La figure 6 montre une vue en perspective arrière et une vue en coupe verticale selon un plan de coupe X-X d'un dispositif 0 selon l'invention dans un mode de réalisation où ce dispositif est équipé d'une couche 4 de matériau isolant thermiquement à l'arrière du dispositif pour favoriser une diffusion de chaleur vers l'avant du dispositif 0 (sont ici illustrés en pointillés, la couche isolante 4 et l'interface de fixation 5 en forme de crochet) ;

[Fig. 7] La figure 7 montre une vue en perspective arrière et une vue en coupe verticale selon un plan de coupe B-B d'un dispositif 0 selon l'invention dans un mode de réalisation où les électrodes 3a, 3b sont placées entre le bloc 1 en béton et la première résistance 2, ce bloc 1 et la résistance 2 étant en forme de plaques parallélépipédiques dont deux faces principales sont plaquées / en contact l'une contre l'autre (les électrodes 3a, 3b sont dans l'épaisseur du bloc 1 et ont des surfaces de contact électrique avec la résistance qui sont à fleur de la surface de contact entre le bloc 1 et la résistance 2) ;

[Fig. 8] La figure 8 montre une vue en perspective arrière d'un détail de l'assemblage entre le bloc 1,

une électrode 3a et la première résistance 2 ainsi qu'une vue en coupe selon un plan C-C du dispositif 0 illustré à la figure 7 ; [Fig. 9] La figure 9 montre une vue en perspective arrière d'un dispositif 0 selon l'invention dans un mode de réalisation où le bloc 1 supporte deux résistances de chauffe 2 et 2b, la première résistance de chauffe 2 étant reliée électriquement à aux première et deuxième électrodes 3a, 3b et la deuxième électrode 2b étant reliée électriquement à aux première et deuxième électrodes 3c, 3d, un premier boîtier 10a d'alimentation électrique étant relié électriquement aux électrodes 3a et 3b alors qu'un deuxième boîtier 10b d'alimentation électrique est relié électriquement aux électrodes 3c, 3d, ces boîtiers 10a, 1b sont ici portés par le bloc 1 (en l'occurrence, il sont placés dans des évidements pratiqués dans l'épaisseur du bloc 1) mais ils pourraient être déportés vis-à-vis de ce bloc 1 ;

[Fig. 10a] La figure 10a montre une vue de dessus d'un dispositif de chauffage 0 selon l'invention dans un mode de réalisation particulier où une plaque radiative arrière 8, ici une plaque ondulée est disposée pour favoriser les échanges convectifs sur une face arrière du dispositif 0 ; [Fig. 10b] La figure 10b montre une vue éclatée en perspective arrière du dispositif 0 illustré à la figure 10a, on voit ici la résistance 2 en graphène qui est disposée contre une face arrière du bloc 1, la résistance et la face arrière du bloc 1 étant courbées pour augmenter la surface d'échange thermique de part et d'autre de la résistance 2.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0034] Comme indiqué précédemment, l'invention concerne essentiellement un dispositif de chauffage électrique 0, comportant :

- au moins un bloc 1 ; et
- au moins une première résistance électrique de chauffe 2.

[0035] Ledit au moins un bloc 1 est en un matériau comprenant du béton fibré ultra haute performance et ladite au moins une première résistance électrique de chauffe 2 est en un matériau qui contient du graphène ou de l'oxyde de graphène ou un mélange de graphène et d'oxyde de graphène.

[0036] La première résistance 2 est en contact contre au moins une première surface du bloc 1 (en l'occurrence une face arrière du bloc 1).

[0037] Le bloc 1 porte cette au moins une résistance de chauffe 2 et le dispositif de chauffage électrique 0 comporte au moins des première et deuxième électrodes 3a, 3b reliées électriquement entre elles par l'intermédiaire de ladite au moins une première résistance de chauffe 2.

[0038] Comme indiqué précédemment, le béton fibré à ultra haute performance est un matériau à matrice ci-

mentaire, renforcé par des fibres et offrant une résistance en compression supérieure à 100 MPA, usuellement comprise entre 100 et 400 MPA.

[0039] Préférentiellement, le béton fibré à ultra haute performance du bloc comporte, une fois durci :

- un dosage en ciment compris entre 550 à 1 000 kg/m³ de béton fibré à ultra haute performance, ledit ciment ayant une granulométrie maximale inférieure à 15 µm et préférentiellement supérieure à 5 µm ; et/ou
- des granulats de taille maximale exclusivement inférieure ou égale à 2 mm (c'est-à-dire que le BFUP utilisé pour la fabrication du bloc ne contient pas de granulats de taille supérieure à 2mm) ; et/ou
- des additions de type calcaire de granulométrie comprise entre 0,1 et 15 µm (cette addition de calcaire peut être répartie en des grains de granulométrie comprise entre 0.1 et 10 µm pour des additions de calcaire dites « micro filler » et en des grains de granulométrie supérieure à 5µm et inférieure ou égale à 15µm pour des additions de calcaire dites « filler calcaire ») ; et/ou
- des additions de type métakaolin de granulométrie comprise entre 5 et 15 µm ; et/ou
- des additions de fumées de silice de granulométrie comprise entre 0.1 et 10 µm ; et/ou
- des fibres représentant entre 1 et 3% du volume total du béton fibré à ultra haute performance.

[0040] Préférentiellement, lesdites fibres ont des diamètres compris entre 0,1 et 0,3 mm et des longueurs comprises entre 10 et 20 mm.

[0041] Préférentiellement, le ciment contenu dans le BFUP du bloc présente aussi une granulométrie minimale qui est supérieure ou égale à 5µm.

[0042] Par ailleurs, le béton fibré à ultra haute performance du bloc 1 peut aussi également contenir :

- un ou plusieurs adjuvants sélectionné(s) dans le groupe d'adjuvants comprenant un ou plusieurs plastifiants comme un plastifiant réducteur d'eau, un ou plusieurs superplastifiants ; et/ou
- des additions pouzzolaniques et/ou des additions hydrauliques latentes.

[0043] Dans certains cas le béton fibré à ultra haute performance peut aussi présenter, en plus des autres caractéristiques précitées et après durcissement :

- un ratio eau efficace sur liant équivalent compris entre 0.15 et 0.26 ; et/ou
- des additions hydrauliques latentes de granulométrie comprise entre 5 et 15 µm.

[0044] On appelle eau efficace l'eau totale ajoutée pour faire le mélange moins l'eau absorbée par les granulats.

[0045] On appelle liant équivalent, selon la norme NF EN 206/CN, le dosage en ciment + la quantité d'additions multipliée par un coefficient d'activité de l'addition.

[0046] Préférentiellement, le matériau constitutif de la première résistance électrique de chauffe 2 contient un substrat liant pour lier entre elles des parties de ladite au moins une première résistance qui sont en graphène et/ou en oxyde de graphène.

[0047] Selon le cas le matériau constitutif de la résistance de chauffe peut être :

- un ou plusieurs allotropes de carbone, dont ledit graphène, ledit l'oxyde de graphène ou un mélange des deux, déposés en surface du bloc sous forme de couche pure ; et/ou
- un mélange d'un substrat liant (par exemple un substrat de type ciment, un substrat de type peinture ou un substrat de type résine) et d'un ou plusieurs allotropes de carbone dont ledit graphène, ledit l'oxyde de graphène ou un mélange des deux répartis dans ce substrat liant.

[0048] Par exemple, le matériau constitutif de la première résistance électrique de chauffe 2 pourrait contenir du béton fibré ultra haute performance servant de liant. Dans ce mode, le BFUP contenu dans la première résistance de chauffe constitue un substrat liant pour lier entre elles les parties en graphène ou en oxyde de graphène contenues dans ladite au moins une première résistance, ce béton pouvant, dans ce cas particulier, contenir des fibres conductrices électriquement.

[0049] Dans certains modes de réalisation, le graphène, l'oxyde de graphène ou le mélange de graphène et d'oxyde de graphène contenu dans le matériau constitutif de la première résistance électrique de chauffe représente la majorité du volume du matériau constitutif de ladite première résistance de chauffe.

[0050] Préférentiellement, le béton fibré ultra haute performance du bloc 1 présente une résistivité électrique supérieure à 60 000 000 Ohm ● m à 20 ° Celsius alors que la valeur de la résistivité de la résistance électrique 2 mesurée à 20° Celsius est inférieure à 0,1 ohm ● m et supérieure à 0,0005 ohm.m.

[0051] En d'autres termes, le matériau constitutif de la première résistance de chauffe 2 qui contient ledit graphène et/ou ledit oxyde de graphène a une résistivité à 20°C comprise entre 0,1 et 0,0005 ohm.m. Cela permet d'obtenir des puissances de chauffe usuelles pour un radiateur de dimensions standard, c'est-à-dire des puissances allant usuellement de 800 à 15000 Watts.

[0052] Le béton fibré ultra haute performance choisi pour mettre en œuvre le bloc 1 présente une forte résistivité électrique afin de supporter la résistance électrique 2 tout s'opposant à la circulation de courant électrique via le bloc.

[0053] Ceci permet de sécuriser électriquement le bloc 1 pour limiter le risque de choc électrique pour un utilisateur. Afin d'atteindre la valeur de résistivité importante

les fibres du béton fibré ultra haute performance du bloc sont préférentiellement exclusivement formées de fibres en matériau isolant électriquement, c'est-à-dire ayant une résistivité électrique supérieure à 106 $\Omega \cdot m$.

[0054] Préférentiellement, les fibres sont des fibres isolantes électriquement, choisies dans le groupe de matériau de fibres comprenant des fibres de verre, des fibres de basalte, de polyvinyle alcool, des fibres synthétiques, des fibres textiles, des fibres organiques.

[0055] Afin de conférer au dispositif de chauffage une importante inertie thermique, on fait préférentiellement en sorte que plus de 80% de la masse totale du dispositif de chauffage 0 soit constituée par du béton fibré ultra haute performance.

[0056] Préférentiellement, ladite au moins une première surface du bloc 1 contre laquelle la résistance électrique 2 est en contact est une surface moulée.

[0057] La réalisation du bloc 1 par moulage est particulièrement avantageuse car elle permet une grande liberté dans le choix de la forme, la couleur et la texture du bloc 1 tout en limitant le coût de fabrication / production. Ainsi, le bloc 1 peut avoir une surface esthétique directement visible de l'extérieur du dispositif 0 et une surface localement texturée pour favoriser la liaison avec la résistance 2.

[0058] De manière similaire, l'un des éléments choisis parmi le bloc 1 et ladite au moins une première résistance 2 peut être moulé contre l'autre de ces éléments.

[0059] Dans ce mode de réalisation, on peut :

- soit d'abord fabriquer le bloc 1 (par exemple par moulage) puis contremouler la première résistance 2 contre le bloc ;
- soit d'abord fabriquer la première résistance 2 (par exemple par moulage d'un mélange contenant le graphène et/ou l'oxyde de graphène ou par découpe d'une plaque d'un matériau résistif contenant le graphène et/ou l'oxyde de graphène) puis contremouler le bloc 1 contre la première résistance.

[0060] L'avantage du moulage est de permettre une bonne adhérence du bloc 1 en BFUP avec la résistance de chauffe 2 tout en ayant un contact continu entre ces éléments ce qui favorise le transfert de chaleur par conduction.

[0061] De manière corolaire, ladite au moins une première résistance 2 peut être moulée contre des surfaces de chacune desdites première et deuxième électrodes 3a, 3b ce qui permet une bonne adhérence et une bonne conduction électrique entre ces électrodes 3a, 3b et la résistance de chauffe 2.

[0062] Il est à noter que les première et deuxième électrodes pourraient alternativement être soudées, brasées ou collées (par colle conductrice) contre la première résistance de chauffe 2 préexistante mais cela complique l'assemblage du dispositif de chauffage 0.

[0063] Dans certains modes de réalisation du dispositif de chauffage 1, comme ceux illustrés sur les figures 2a,

2b et 8, ladite première électrode 3a peut être disposée entre le bloc 1 et une première surface de contact appartenant à ladite au moins une première résistance de chauffe 2 et ladite deuxième électrode 3b peut être disposée entre le bloc 1 et une seconde surface de contact appartenant à ladite au moins une première résistance de chauffe 2. Dans ces modes de réalisation, l'assemblage entre les première et deuxième électrodes 3a, 3b et le bloc 1 peut être réalisé avant d'assembler la première résistance de chauffe 2 au bloc 1.

[0064] Ceci permet de préserver les zones de contact électrique entre les électrodes et la première résistance de chauffe, ces zones de contact se trouvant entre la résistance de chauffe 2 et le bloc 1.

[0065] Par ailleurs, ceci permet de former la résistance de chauffe alors que les électrodes 3a, 3b sont déjà en place contre le bloc 1 ce qui augmente la qualité de l'assemblage puisque la résistance de chauffe 2 est formée contre des électrodes 3a, 3b déjà en place et fixées sur le bloc en BFUP.

[0066] On améliore ainsi le contact électrique entre des électrodes 3a, 3b et la résistance de chauffe 2.

[0067] Cette disposition particulière des électrodes 3a, 3b est transposable à l'assemblage entre toute électrode et toute résistance de chauffe, y compris dans les modes de réalisation où le dispositif 0 comporte plusieurs résistances de chauffe 2, 2b.

[0068] Dans des modes de réalisation particuliers comme ceux illustrés aux figures 2b et 8, ladite première électrode 3a peut aussi être disposée dans un premier évidement formé dans le bloc 1 et ladite deuxième électrode 3b peut être disposée dans un deuxième évidement formé dans le bloc 1.

[0069] Ainsi, les électrodes 3a, 3b peuvent être prises dans l'épaisseur du bloc 1 et elles ne contribuent pas à augmenter l'épaisseur du dispositif de chauffage 0.

[0070] Dans le mode de réalisation illustré aux figures 2a et 2b, la résistance de chauffe 2 présente une surface plane en contact continu avec le bloc 1 en béton fibré, les première et deuxième surfaces de contact qui appartiennent à la première résistance de chauffe 2 sont coplanaires entre elles pour venir en vis-à-vis des électrodes 3a, 3b qui sont disposées dans l'épaisseur du bloc.

[0071] Ainsi, le dispositif 0 selon l'invention est compact tout en ayant une excellente surface d'échange thermique entre la première résistance de chauffe 2 et le bloc 1.

[0072] Il est à noter que le bloc 1 pourrait être moulé contre chacune des électrodes pour faciliter la liaison mécanique bloc / électrodes.

[0073] Toutefois, il est aussi possible que les électrodes 3a, 3b soient assemblées avec le bloc préalablement moulé.

[0074] Dans ce cas, les premier et deuxième évidements réalisés dans le bloc pour recevoir les première et deuxième électrodes 3a, 3b respectives pourraient être formés par des réservations lors du moulage du bloc 1 ou par usinage du bloc déjà durci (découpe ou perça-

ge).

[0075] L'assemblage des électrodes 3a, 3b avec le bloc 1 peut se faire par collage, vissage ou rivetage de ces électrodes alors qu'elles sont positionnées dans les premier et deuxième évidements formés dans le bloc.

[0076] On préférera toutefois, comme dans l'exemple de la figure 8, mouler le bloc 1 contre des électrodes pour qu'elles soient intimement fixées au bloc 1 et pour qu'elles se trouvent respectivement placées dans l'épaisseur du bloc 1 qui est ici en forme de plaque.

[0077] Dans des modes de réalisation alternatifs illustrés aux figures 5, 6, 9, on fait en sorte qu'une première portion de ladite au moins une première résistance de chauffe 2 soit disposée entre ladite première électrode 3a et le bloc 1 et qu'une seconde portion de ladite au moins une première résistance de chauffe 2 soit disposée entre ladite deuxième électrode 3b et le bloc 1, ces première et seconde portions de ladite première électrode 2 étant éloignées l'une de l'autre.

[0078] Dans ces modes de réalisation des figures 5, 6, 9, les électrodes 3a, 3b sont apposées sur la première résistance 2 après que celle-ci ait été fixée sur le bloc 1.

[0079] On maximise ainsi les surfaces de contact entre la résistance 2 et le bloc 1 et les échanges thermiques de la résistance 2 vers le bloc 1.

[0080] Dans le mode de réalisation illustré aux figures 6 et 9 où la première résistance de chauffe 2 est fixée sur le bloc 1 :

- une première portion de la résistance 2 située d'un premier côté de la résistance de chauffe 2 est disposée entre la première électrode 3a et le bloc 1 ; et
- une seconde portion de la résistance 2, située d'un second côté de la résistance de chauffe 2 est disposée entre la seconde électrode 3b et le bloc 1.

[0081] Ici, les première et deuxième électrodes sont disposées le long et en face de bords longitudinaux opposés de la première résistance de chauffe 2.

[0082] Dans le mode de réalisation illustré à la figure 6, le dispositif de chauffage 0 de l'invention comporte également une couche 4 de matériau isolant thermiquement et électriquement.

[0083] La première résistance de chauffe 2 est ici intégralement disposée dans un espace, préférentiellement étanche, défini entre cette couche de matériau isolant 4 et le bloc.

[0084] Dans cet exemple de la figure 6, on voit une couche 4 de matériau isolant qui est disposée d'un côté de la résistance de chauffe vers lequel on veut éviter que la chaleur ne s'échappe.

[0085] La couche 4 de matériau isolant (ici représentée en pointillés) est disposée d'un côté arrière du dispositif de chauffe 0 destiné à être placé face d'un mur de la pièce à chauffer.

[0086] Le bloc 1 forme un côté avant du dispositif de chauffe 0 et il est destiné à être orienté vers l'intérieur de la pièce à chauffer.

[0087] Une interface de fixation 5 est assujettie au bloc 1 pour pouvoir le supporter.

[0088] Cette interface de fixation 5 s'étend ici depuis le bloc 1 en passant au travers d'un espace en vis-à-vis de la couche 4, cet espace ayant une épaisseur égale à l'épaisseur de la couche 4 jusqu'à aller au-delà de cet espace pour pouvoir se fixer contre le mur de la pièce à chauffer.

[0089] Il est à noter que l'interface de fixation 5 peut traverser cette couche 4 ou passer à l'extérieur de cette couche en étant en vis-à-vis d'un bord de cette couche 4.

[0090] Ici, l'interface de fixation 5 prend la forme d'une paire de crochets qui sont, d'un côté, fixés en encastrement dans le bloc 1 (ici, le bloc 1 est moulé autour de chacun des crochets) et qui sont, d'un autre côté, libres pour venir se crocheter sur une interface de fixation (non représentée) assujettie au mur.

[0091] L'interface de fixation 5 assujettie au bloc 1 permet de supporter intégralement le bloc 1 via l'interface de fixation.

[0092] Le bloc 1 peut être moulé autour d'une portion de l'interface de fixation 5 pour former la liaison en encastrement entre l'interface de fixation 5 et le bloc 1.

[0093] Dans l'exemple de la figure 6 (tant sur la vue en perspective que sur la coupe dans le plan X-X), on voit que le bloc 1 en BFUP et la couche d'isolant 4 définissent ensemble un espace étanche dans lequel se trouvent les électrodes 3a, 3b et la première résistance de chauffe 2. Ainsi, la première résistance de chauffe est protégée ce qui limite les risques électriques et les risques de sa dégradation.

[0094] Pour la compréhension de l'invention :

- un matériau isolant thermiquement est un matériau ayant une conductivité thermique inférieure à 0,1 W.m-1.K-1 à 20 °Celsius ; et
- un matériau isolant électriquement est un matériau présentant une résistivité électrique supérieure à 60 000 000 Ω .m à 20° Celsius.

[0095] Par exemple, la couche de matériau isolant pourrait être formée par un panneau de laine de roche.

[0096] Dans des modes de réalisation, comme celui présenté à la figure 5, le dispositif de chauffage 0 peut également comporter une plaque complémentaire 6 en béton fibré ultra haute performance présentant une résistivité électrique supérieure à 60 000 000 Ohm ● m à 20 ° Celsius, ladite première résistance de chauffe (2) étant intégralement disposée dans un espace défini entre cette plaque complémentaire 6 et ledit bloc 1.

[0097] L'inertie thermique du dispositif de chauffe est ainsi augmentée par la plaque 6 en béton fibré qui est en contact, contre la résistance de chauffe 2.

[0098] Il est à noter que l'espace défini entre le bloc 1 et la plaque complémentaire 6 peut être étanche.

[0099] Dans ce cas, la résistance 2 pourrait être préformée, par exemple par moulage, puis être placée dans un moule où d'un côté de la résistance 2 est moulé le

bloc 1 et où, de l'autre côté de la résistance 2, est moulée la plaque complémentaire 6.

[0100] Alternativement, la plaque 6 pourrait être rapportée contre la résistance 2 déjà formée contre le bloc 1.

[0101] Dans l'un quelconque des modes de réalisation dans lequel le dispositif de chauffage comporte une plaque complémentaire 6, on peut faire en sorte qu'un espace de circulation d'air soit formé :

- entre la première résistance de chauffe 2 et la plaque complémentaire 6 ; et/ou
- à l'intérieure de la plaque complémentaire 6,

cet espace de circulation d'air étant agencé pour conduire de l'air entre une zone externe basse du dispositif de chauffage et une zone externe haute du dispositif de chauffage.

[0102] Ainsi, de l'air transite dans l'espace de circulation d'air qui est entre la plaque complémentaire 6 et la résistance de chauffe 2 et/ou dans la plaque complémentaire 6.

[0103] Ceci contribue à augmenter la sécurité des utilisateurs puisque la température de la plaque complémentaire 6 est limitée par rapport à la température de la résistance de chauffe 2.

[0104] Par ailleurs, comme la plaque complémentaire 6 est en béton fibré ultra haute performance avec une résistivité électrique importante, elle contribue à renforcer la résistance mécanique du dispositif de chauffage, à sécuriser électriquement l'utilisateur tout en stockant de l'énergie thermique lors de la chauffe de la résistance. Après l'arrêt de la chauffe de la résistance de chauffe 2, la chaleur stockée dans le bloc 1 et dans la plaque complémentaire 6, de part et d'autre de l'espace de circulation d'air, rayonne vers l'espace de circulation d'air ce qui contribue à forcer un courant d'air convectif dans l'espace de circulation d'air, de la zone externe basse vers la zone externe haute.

[0105] Grâce à l'inertie thermique de la plaque complémentaire 6 et du bloc 1, la circulation d'air par convection au travers de l'espace de circulation d'air continue longtemps après l'arrêt de l'alimentation de la résistance de chauffe.

[0106] Le dispositif de chauffage est ainsi particulièrement efficace en termes de confort de chauffe et rendement de chauffe.

[0107] Afin d'obtenir une capacité de chauffe surfacique sensiblement homogène sur toute la surface de la première résistance 2 qui est en contact avec le bloc 1 en BFUP, on fait préférentiellement en sorte que la section de passage de courant au travers de la résistance, de la première vers la deuxième électrode 3a, 3b, soit sensiblement constante à plus ou moins 10% par rapport à une valeur de section surfacique moyenne prédéfinie.

[0108] A cette fin, comme illustré dans les modes de réalisation des figures 1a à 2b et 5 à 10b, l'épaisseur E1 de la première résistance de chauffe est constante sur toute la surface de la première résistance de chauffe qui

s'étend entre les première et deuxième électrodes.

[0109] La première résistance 2 possède une épaisseur E2 mesurée en vis-à-vis de la première électrode 3a et une épaisseur E3 mesurée en vis-à-vis de la deuxième électrode 3b, ces épaisseurs E2 et E3 étant choisies pour être supérieures ou égales à l'épaisseur E1.

[0110] De cette manière, on réduit le risque d'avoir une surchauffe localisée de la première résistance 2 au niveau des liaisons électriques entre la résistance 2 et les première et deuxième électrodes respectives 3a, 3b.

[0111] Les liaisons électriques sont ainsi préservées.

[0112] La résistance de chauffe 2 peut avoir différentes formes. Par exemple, la résistance 2 peut, comme dans l'exemple du mode de réalisation des figures 10a et 10b, être en forme de surface courbe constituée par projection d'une ligne de profil courbe suivant une direction de projection (ici la direction de projection de la ligne de profil est parallèle à la hauteur du dispositif de chauffe selon l'invention). Il est à noter que cette ligne de profil est symétrique par rapport à un plan de coupe transversal à cette ligne de profil courbe.

[0113] Toutefois, comme on le comprend des modes de réalisation illustrés par les figures 1a à 9, la résistance de chauffe 2 est préférentiellement en forme de parallélépipède rectangle d'épaisseur constante ce qui est particulièrement facile à fabriquer en série. Préférentiellement, les première et deuxième électrodes 3a, 3b ont la forme de lames plates parallélépipédiques et elles sont parallèles entre elles et en contact contre une même face plane de la première résistance de chauffe 2. La première électrode 3a est adjacente et parallèle à un premier bord de la résistance de chauffe 2 alors que la deuxième électrode 3b est adjacente et parallèle à un deuxième bord de la résistance de chauffe 2 qui est parallèle audit premier bord de la résistance de chauffe. Les superficies des surfaces de contact respectives entre la première électrode 3a et la première résistance de chauffe 2 et entre la deuxième électrode 3b et la première résistance de chauffe 2 sont identiques entre elles.

[0114] Ces surfaces de contact sont préférentiellement rectangulaires, des parties des première et seconde électrodes s'étendant à distance de ces surfaces de contact et à distance de la première résistance de chauffe pour former des plots de connexion électrique avec des conducteurs électriques d'alimentation de ces électrodes.

[0115] Comme illustré par la figure 8 et la vue de détail correspondante, dans le cas où les première et deuxième électrodes sont disposées dans l'épaisseur du bloc en BFUP, on fait préférentiellement en sorte que la surface de contact entre l'électrode et la résistance 2 se trouve à moins de 1 mm du plan de contact entre la résistance de chauffe 2 et le bloc en BFUP.

[0116] Préférentiellement, la surface de contact entre la résistance et l'électrode est coplanaire avec le plan de contact entre la résistance de chauffe et le bloc 1 en BFUP.

[0117] Dans l'un quelconque des modes de réalisation

précités, on peut aussi faire en sorte que ladite au moins une première surface du bloc 1 comporte un primaire d'accrochage pour améliorer une liaison mécanique entre ladite au moins une première résistance 2 et la première surface du bloc 1. La présence de primaire d'accrochage permet d'obtenir une liaison mécanique améliorée entre la première surface du bloc et la première résistance de chauffe.

[0118] Ce primaire d'accrochage ou fixateur permet de lisser la paroi du BFUHP et/ou créer des liaisons adhésives entre le BFUHP et la première résistance de chauffe.

[0119] Ce primaire d'accrochage est choisi pour améliorer la liaison entre un bloc BFUP et une couche d'alotrope de carbone pur directement appliquée sur la première surface du bloc pour y former la première résistance de chauffe.

[0120] Dans l'un quelconque des modes de réalisation du dispositif 0, comme ceux illustrés aux figures 3, 4, 10a, 10b, le dispositif de chauffage 0 peut aussi comporter une surface externe 70 présentant une pluralité de canaux de guidage d'écoulement de fluide 7, chacun de ces canaux de guidage 7 s'étendant suivant sa longueur d'un niveau inférieur du dispositif de chauffage 0 jusqu'à un niveau supérieur du dispositif de chauffage 0.

[0121] La surface externe 70 appartient préférentiellement à une pièce qui est accolée contre ladite au moins une première résistance électrique de chauffe 2.

[0122] Chaque canal de guidage 7 permet d'échanger de la chaleur par convection le long du canal avec l'air présent autour du dispositif de chauffage 0.

[0123] L'air se déplace alors du niveau inférieur vers le niveau supérieur du dispositif de chauffage.

[0124] Par ailleurs, ces canaux 7 augmentent la surface de contact avec l'air entourant le dispositif pour favoriser l'effet convectif.

[0125] Par exemple, cette surface externe 70 présentant la pluralité de canaux 7 peut être formée par une partie du dispositif de chauffage qui est en béton fibré ultra haute performance.

[0126] Ainsi, ces canaux 7 peuvent appartenir au bloc en béton fibré 1.

[0127] Certains de ces canaux 7 pourraient aussi être formés sur la plaque complémentaire 6 illustrée à la figure 5. Certains de ces canaux 7 pourraient aussi être formés sur la couche de matériau isolant thermiquement 4 illustrée, en traits pointillés à la figure 6.

[0128] Dans le mode de réalisation, illustré par les figures 10a, 10b, le dispositif de chauffage 0 est équipé d'une plaque radiative arrière 8, ici en métal.

[0129] Cette plaque radiative arrière 8 forme un capot de protection de la résistance de chauffe 2.

[0130] Certains des canaux 7 sont ici formés sur cette plaque radiative 8.

[0131] Pour cela, la plaque radiative 8 est une tôle ondulée métallique.

[0132] La plaque radiative 8 est placée à distance de la résistance 2 tout en étant reliée au corps 1 au niveau

de ses bords latéraux pour définir un volume protégé d'accueil de la résistance 2, entre la face arrière du corps 1 et la plaque radiative 8.

[0133] Dans les modes de réalisation illustrés par les figures 4 et 10a, 10b, certains des canaux de guidage 7 comportent un côté longitudinal ouvert vers l'extérieur du canal, ce côté longitudinal ouvert s'étendant sur toute la longueur du canal 7.

[0134] Dans le mode de réalisation de la figure 4, la surface externe 70 qui présente ladite pluralité de canaux 7 est obtenue par une pluralité d'ailettes 7a parallèles entre elles.

[0135] Ces ailettes 7a s'étendent respectivement vers l'extérieur du dispositif de chauffage 0.

[0136] Chacun des canaux de guidage 7 de la figure 4 comporte un côté longitudinal ouvert qui est délimité par deux ailettes adjacentes 7a de la pluralité d'ailettes.

[0137] Encore une fois, l'usage du béton fibre permet de créer des formes favorables à la convection qui sont également durables / résistantes aux chocs.

[0138] La surface externe 70 est une surface ondulée composée de plusieurs ondes de profil identique entre ces ondes.

[0139] Dans le mode de réalisation illustré à la figure 3, la surface externe présentant ladite pluralité de canaux 7 est obtenue par une pluralité tubes 7b traversant le dispositif de chauffage entre ses niveaux inférieur et supérieur.

[0140] Cette pluralité de tubes 7b est formée dans une partie du dispositif de chauffage qui est en béton fibré ultra haute performance.

[0141] Une fois soumis à une différence de potentiel électrique (tension) appliquée entre les première et deuxième électrodes, la première résistance 2 est traversée par un courant électrique.

[0142] Les propriétés conductrices du graphène et de l'oxyde de graphène, conjuguées aux propriétés résistives du béton fibré ultra haute performance, permettent d'obtenir une élévation de la température du dispositif de chauffage selon l'invention et un stockage d'une partie de la chaleur produite.

[0143] Cette montée en température est rapide comparativement à des dispositifs de chauffage utilisant un fluide caloporteur tel que de l'eau.

[0144] Cette montée en température peut également être obtenue avec une faible puissance énergétique comparativement à des radiateurs électriques classiques.

[0145] Enfin, il est à noter que le dispositif de chauffage selon l'invention peut comporter un dispositif d'alimentation agencé pour commander le passage de courant entre les électrodes en fonction d'un signal de commande généré par une interface de commande.

[0146] Selon le cas, l'interface de commande peut être reliée fonctionnellement à un terminal distant de l'interface de commande générant des signaux de télécommande et l'interface de commande étant agencée pour que les signaux de commande qu'elle génère à l'attention

du dispositif d'alimentation soient fonction de certains au moins des signaux de télécommande générés par le terminal distant. Le terminal de commande est par exemple un thermostat ou un smartphone ou un clavier de télécommande. Ce terminal de commande est préférentiellement relié à communication à l'interface de commande via une liaison de communication filaire ou sans fil. Ainsi, l'utilisateur peut télécommander le dispositif de chauffage selon l'invention grâce au terminal distant paramétrable et déporté.

Revendications

1. Dispositif de chauffage électrique (0), comportant :

- un bloc (1) ; et
- au moins une première résistance électrique de chauffe (2), **caractérisé en ce que** le bloc est en un matériau comprenant du béton fibré ultra haute performance et **en ce que** ladite au moins une première résistance électrique de chauffe (2) est en un matériau qui contient du graphène ou de l'oxyde de graphène ou un mélange de graphène et d'oxyde de graphène, ladite au moins une première résistance (2) étant en contact contre au moins une première surface du bloc (1), ledit bloc portant cette au moins une résistance de chauffe (2) et le dispositif de chauffage électrique (0) comportant au moins des première et deuxième électrodes (3a, 3b) reliées électriquement entre elles par l'intermédiaire de ladite au moins une première résistance de chauffe (2).

2. Dispositif de chauffage électrique (0) selon la revendication 1, dans lequel ladite au moins une première surface du bloc contre laquelle la première résistance électrique (2) est en contact est une surface moulée.

3. Dispositif de chauffage électrique selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans laquelle l'un des éléments choisis parmi le bloc (1) et ladite au moins une première résistance (2) est moulé contre l'autre de ces éléments.

4. Dispositif de chauffage électrique (0) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle ladite au moins une première résistance (2) est moulée contre des surfaces de chacune desdites première et deuxième électrodes (3a, 3b).

5. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 dans lequel le béton fibré ultra haute performance du bloc (1) présente une résistivité électrique supérieure à 60 000 000 Ohm ● m à 20 ° Celsius alors que la valeur de la résistivité de

la résistance électrique (2) mesurée à 20° Celsius est inférieure à 0,1 ohm ● m et supérieure à 0,0005 ohm.m.

6. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel plus de 80% de la masse totale du dispositif de chauffage (0) est constituée par du béton fibré ultra haute performance.

7. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel ladite première électrode (3a) est disposée entre le bloc (1) et une première surface de contact appartenant à ladite au moins une première résistance de chauffe (2) et ladite deuxième électrode (3b) est disposée entre le bloc (1) et une seconde surface de contact appartenant à ladite au moins une première résistance de chauffe (2).

8. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel ladite première électrode (3a) est disposée dans un premier évidement formé dans le bloc (1) et ladite deuxième électrode (3b) est disposée dans un deuxième évidement formé dans le bloc (1).

9. Dispositif de chauffage (0) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel une première portion de ladite au moins une première résistance de chauffe (2) est disposée entre ladite première électrode (3a) et le bloc (1) et une seconde portion de ladite au moins une première résistance de chauffe (2) est disposée entre ladite deuxième électrode (3b) et le bloc (1), ces première et seconde portions de ladite première électrode (2) étant éloignées l'une de l'autre.

10. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comportant également une couche (4) de matériau isolant thermiquement et électriquement, ladite première résistance de chauffe (2) étant intégralement disposée dans un espace défini entre cette couche de matériau isolant 4 et le bloc.

11. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, comportant une plaque complémentaire (6) en béton fibré ultra haute performance présentant une résistivité électrique supérieure à 60 000 000 Ohm ● m à 20 ° Celsius, ladite première résistance de chauffe (2) étant intégralement disposée dans un espace défini entre cette plaque complémentaire (6) et ledit bloc (1).

12. Dispositif de chauffage selon la revendication 11, comportant en outre un espace de circulation d'air formé entre la première résistance de chauffe (2) et la plaque complémentaire (6), cet espace de circu-

- lation d'air étant agencé pour conduire de l'air entre une zone externe basse du dispositif de chauffage et une zone externe haute du dispositif de chauffage. Ainsi, l'air transite entre la plaque complémentaire 6 et la résistance de chauffe 2 ce qui augmente la sécurité des utilisateurs puisque la température de la plaque complémentaire 6 est limitée par rapport à la température de la résistance de chauffe 2.
- 5
13. Dispositif de chauffe selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel le béton fibré à ultra haute performance du bloc comporte, lorsque durci :
- 10
- un dosage en ciment compris entre 550 à 1 000 kg/m³ de béton fibré à ultra haute performance, ledit ciment ayant une granulométrie maximale inférieure à 15 μm et préférentiellement supérieure à 5 μm ; et/ou
 - des granulats de taille maximale exclusivement inférieure ou égale à 2 mm ; et/ou
 - des additions de type calcaire de granulométrie comprise entre 0,1 et 15 μm ; et/ou
 - des additions de type métakaolin de granulométrie comprise entre 5 et 15 μm ; et/ou
 - des additions de fumées de silice de granulométrie comprise entre 0,1 et 10 μm ; et/ou
 - des fibres représentant entre 1 et 3% du volume total du béton fibré à ultra haute performance.
- 15
- 20
- 25
- 30
14. Dispositif de chauffe selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel le matériau constitutif de la première résistance électrique de chauffe (2) contient un substrat liant pour lier entre elles des parties de ladite au moins une première résistance, ces parties étant en graphène ou oxyde de graphène.
- 35
15. Dispositif de chauffe selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel le matériau constitutif de la première résistance électrique de chauffe (2) contient du béton fibré ultra haute performance.
- 40
16. Dispositif de chauffe selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel le graphène, l'oxyde de graphène ou le mélange de graphène et d'oxyde de graphène contenu dans le matériau constitutif de la première résistance électrique de chauffe représente la majorité du volume du matériau constitutif de ladite première résistance de chauffe.
- 45
- 50
17. Dispositif de chauffe selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, dans lequel ladite au moins une première surface du bloc (1) comporte un primaire d'accrochage pour améliorer une liaison mécanique entre ladite au moins une première résistance électrique de chauffe et la première surface du bloc.
- 55
18. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, comprenant une interface de fixation (5) assujettie au bloc (1) pour pouvoir supporter l'intégralité du bloc via cette interface de fixation.
19. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, comportant une surface externe (70) présentant une pluralité de canaux de guidage d'écoulement de fluide (7), chacun de ces canaux de guidage (7) s'étendant suivant sa longueur d'un niveau inférieur du dispositif de chauffage (0) jusqu'à un niveau supérieur du dispositif de chauffage (0).
20. Dispositif de chauffage selon la revendication 19, dans lequel la surface externe (70) présentant ladite pluralité de canaux (7) est formée par une partie du dispositif de chauffage qui est en béton fibré ultra haute performance.
21. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 19 ou 20, dans lequel la surface externe (70) présentant ladite pluralité de canaux (7) est obtenue par une pluralité d'ailettes (7a) parallèles entre elles qui s'étendent respectivement vers l'extérieur du dispositif de chauffage (0), chaque canal de guidage (7) comportant un côté longitudinal ouvert délimité par deux desdites ailettes (7a) de la pluralité d'ailettes.
22. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 19 ou 20, dans lequel la surface externe (70) est une surface ondulée composée de plusieurs ondes de profil identique entre ces ondes.
23. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 19 ou 20, dans lequel la surface externe présentant ladite pluralité de canaux (7) est obtenue par une pluralité tubes (7b) traversant le dispositif de chauffage entre ses niveaux inférieur et supérieur.
24. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 19 à 23, dans lequel la surface externe (70) appartient à une pièce qui est accolée contre ladite au moins une première résistance électrique de chauffe (2).
25. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 24 combinée à la revendication 18, dans lequel le bloc (1) est moulé autour d'une portion de l'interface de fixation (5) pour former une liaison en encastrement entre l'interface de fixation (5) et le bloc (1) .
26. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, dans lequel le dispositif ap-

partient à un mur chauffant d'un bâtiment.

27. Procédé de fabrication d'un dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 à 26, dans lequel ladite première résistance de chauffe (2) est formée par application sur le bloc d'un mélange liquide contenant un solvant liquide et contenant du graphène ou de l'oxyde de graphène ou une combinaison de graphène et d'oxyde de graphène et par élimination du solvant contenu dans le mélange ainsi appliqué sur le bloc pour former un matériau rigide constitutif de la première résistance de chauffe (2) .

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

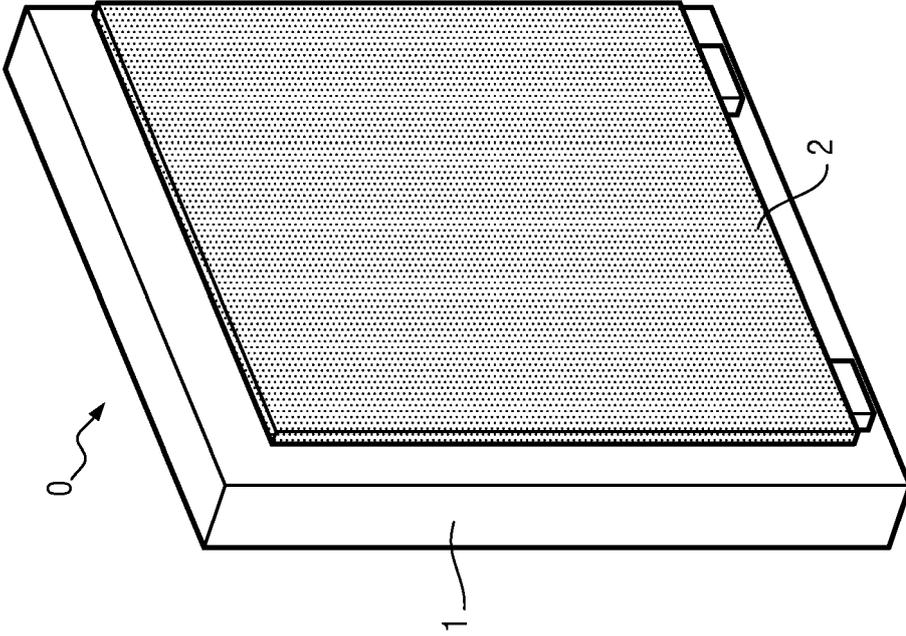


Fig. 1b

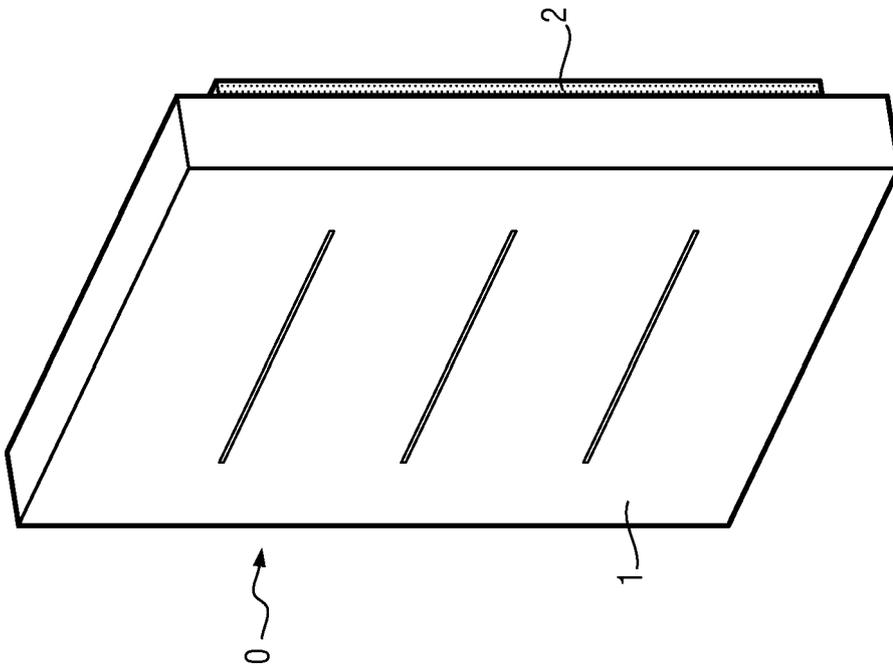


Fig. 1a

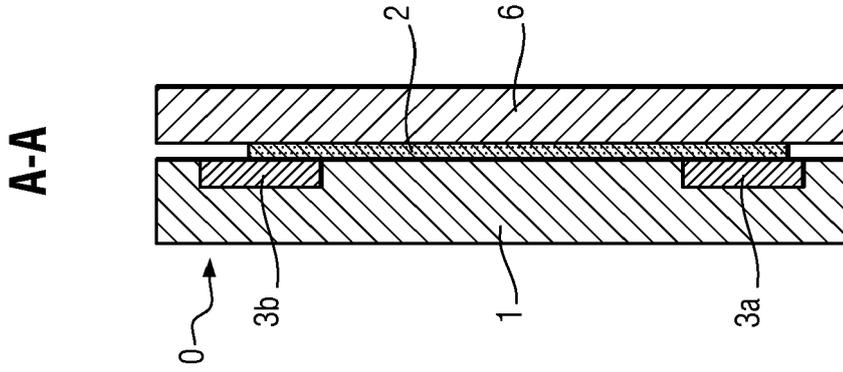


Fig. 2b

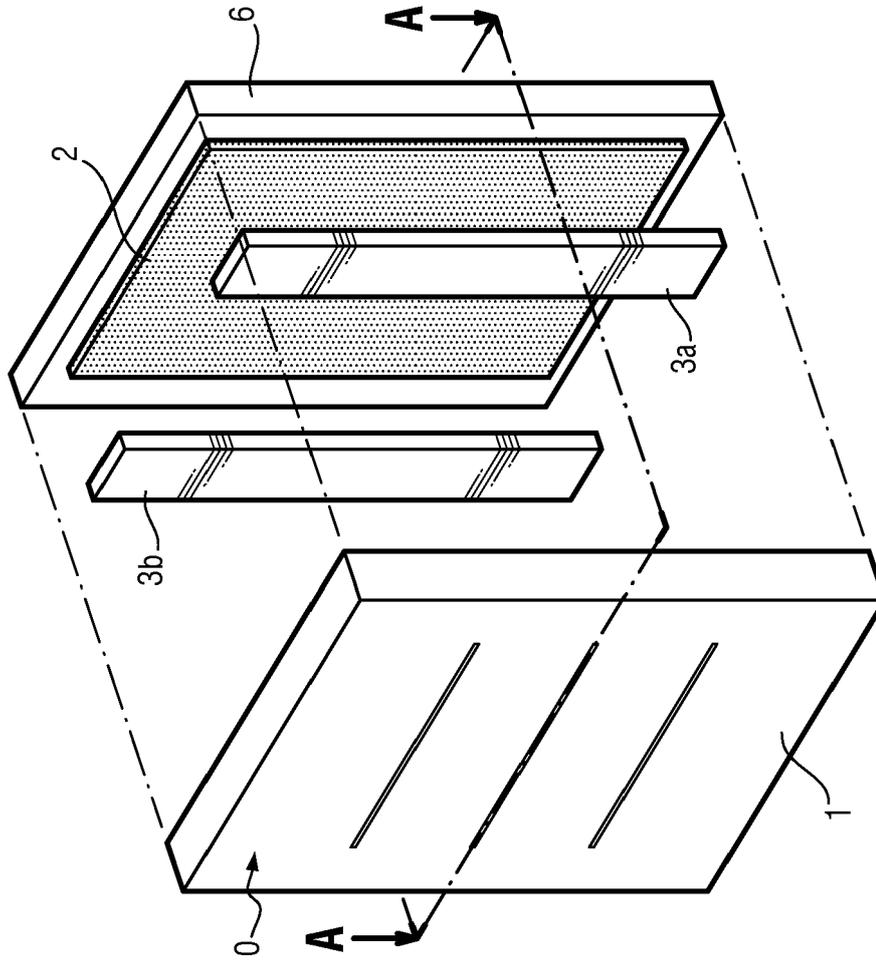


Fig. 2a

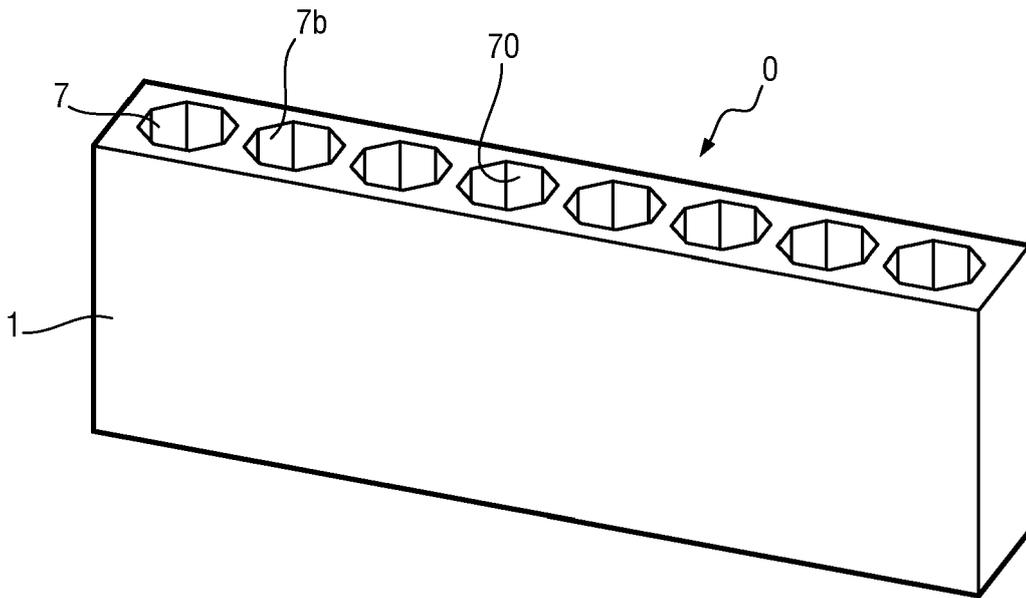


Fig. 3

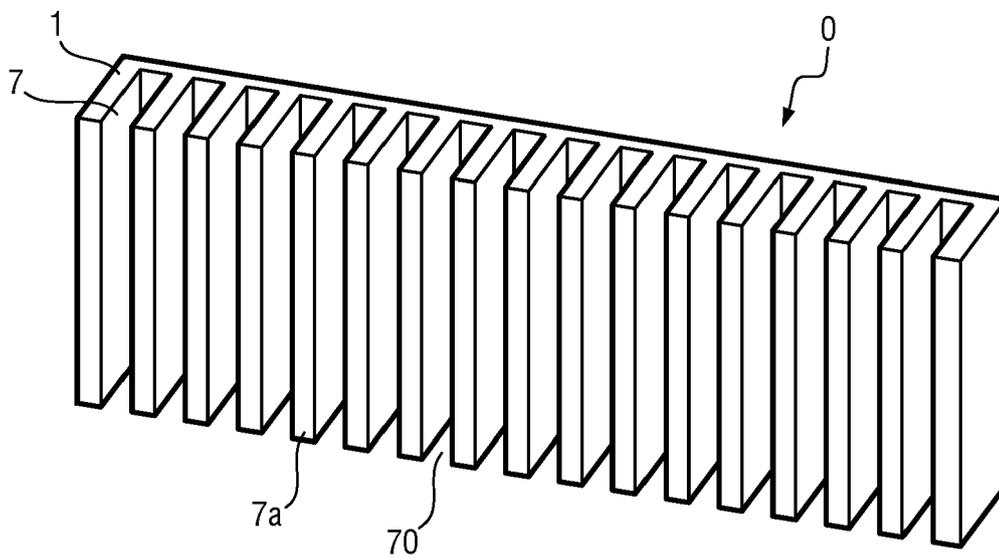


Fig. 4

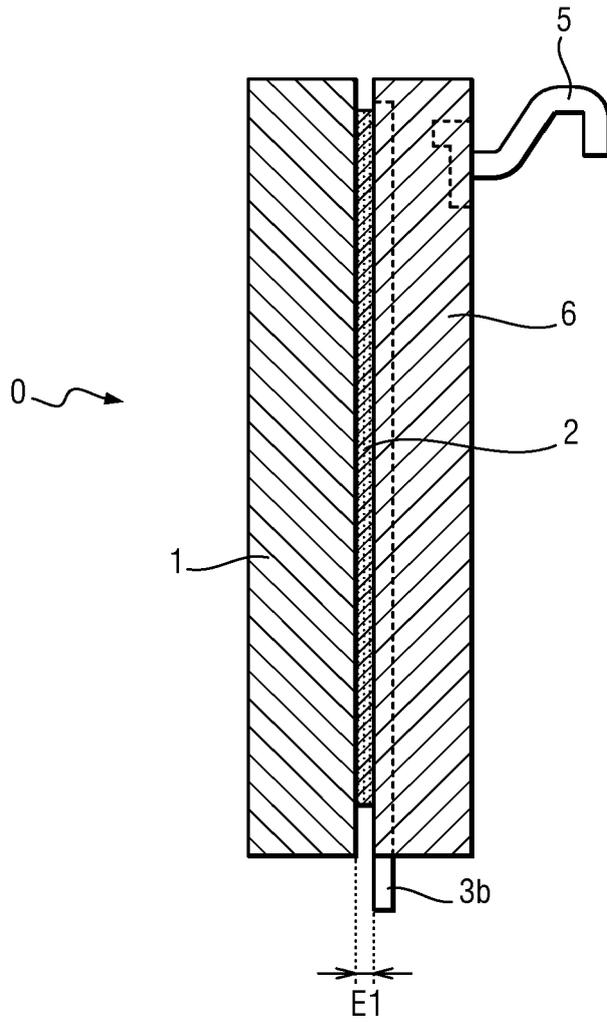


Fig. 5

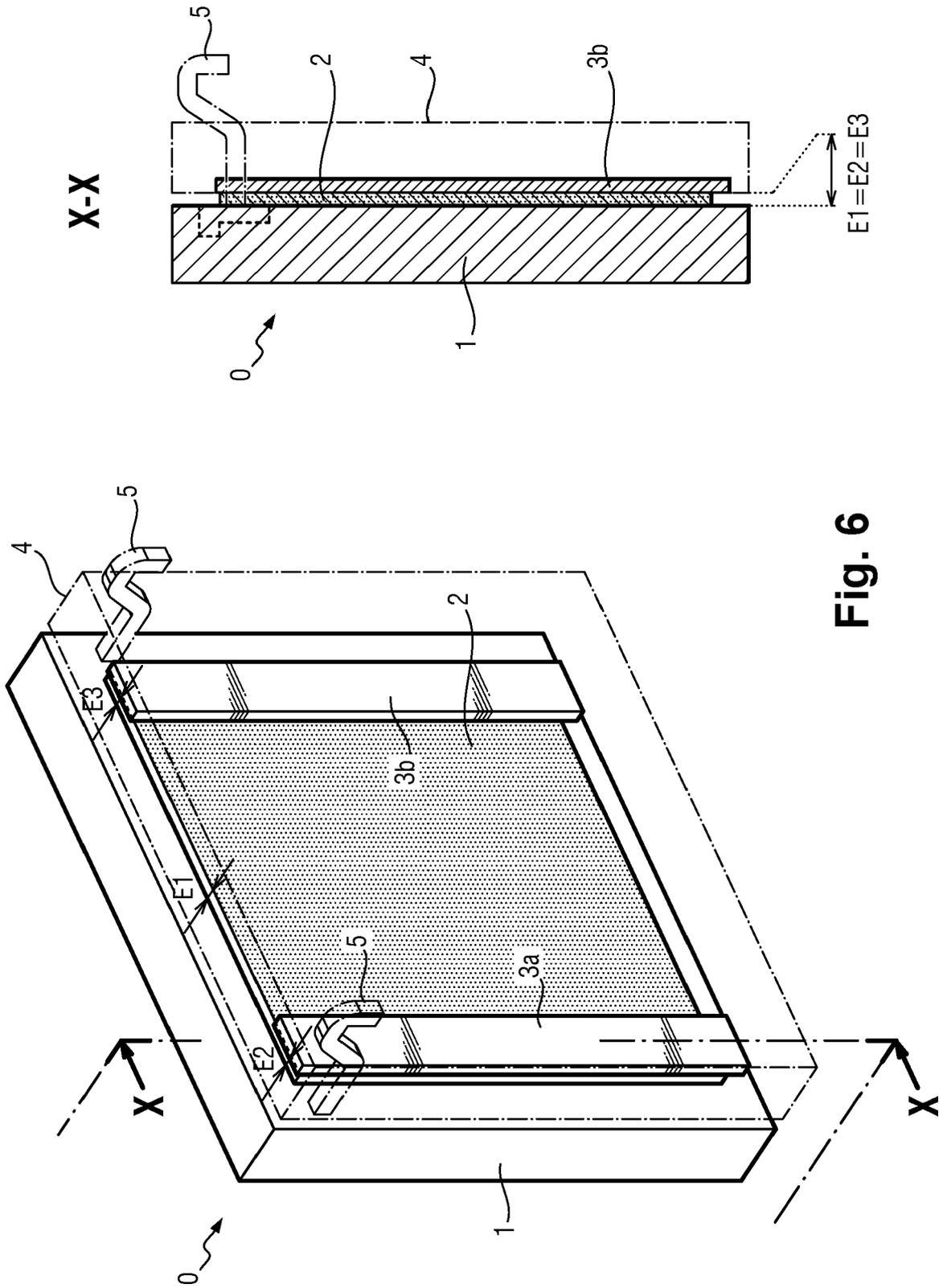


Fig. 6

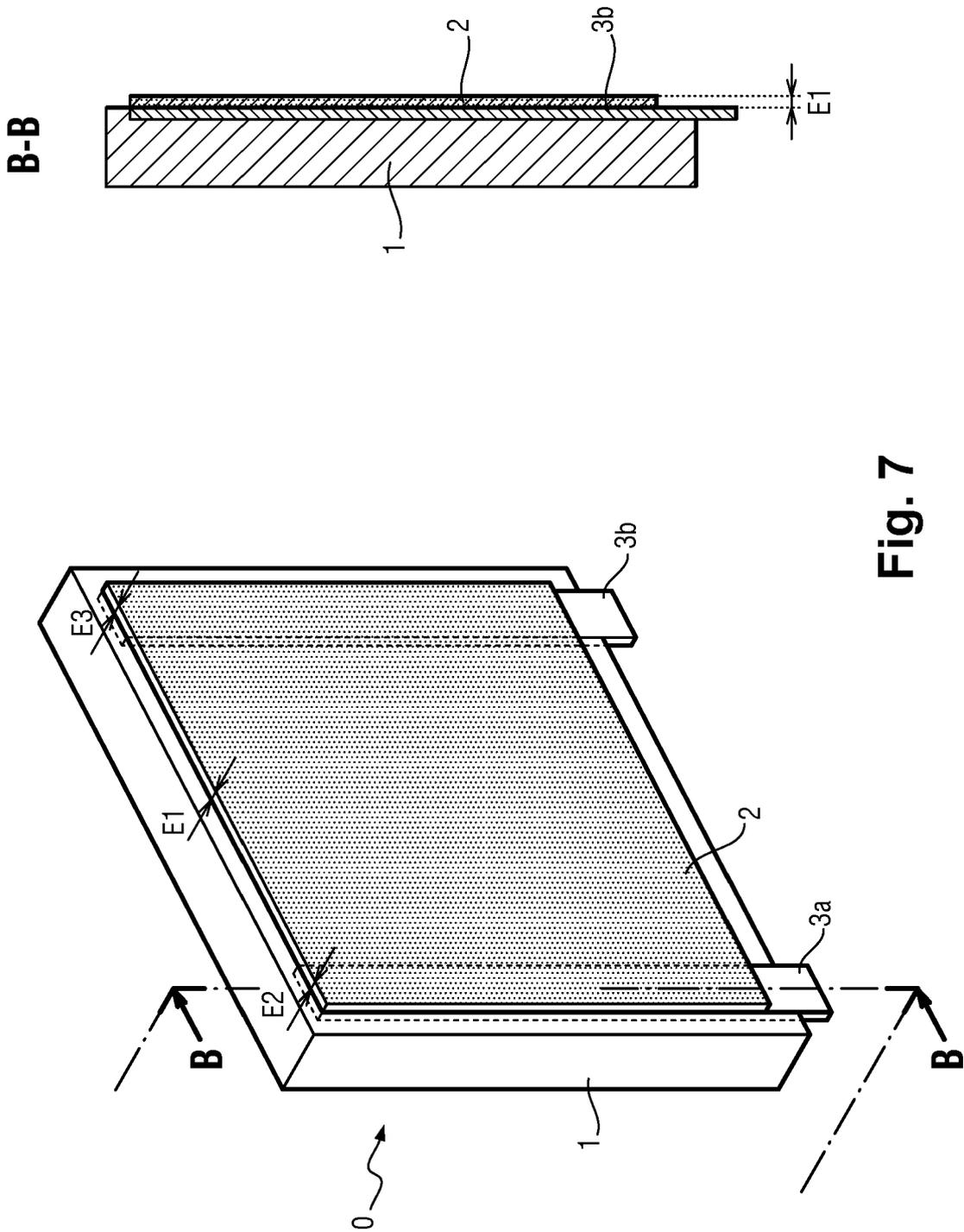


Fig. 7

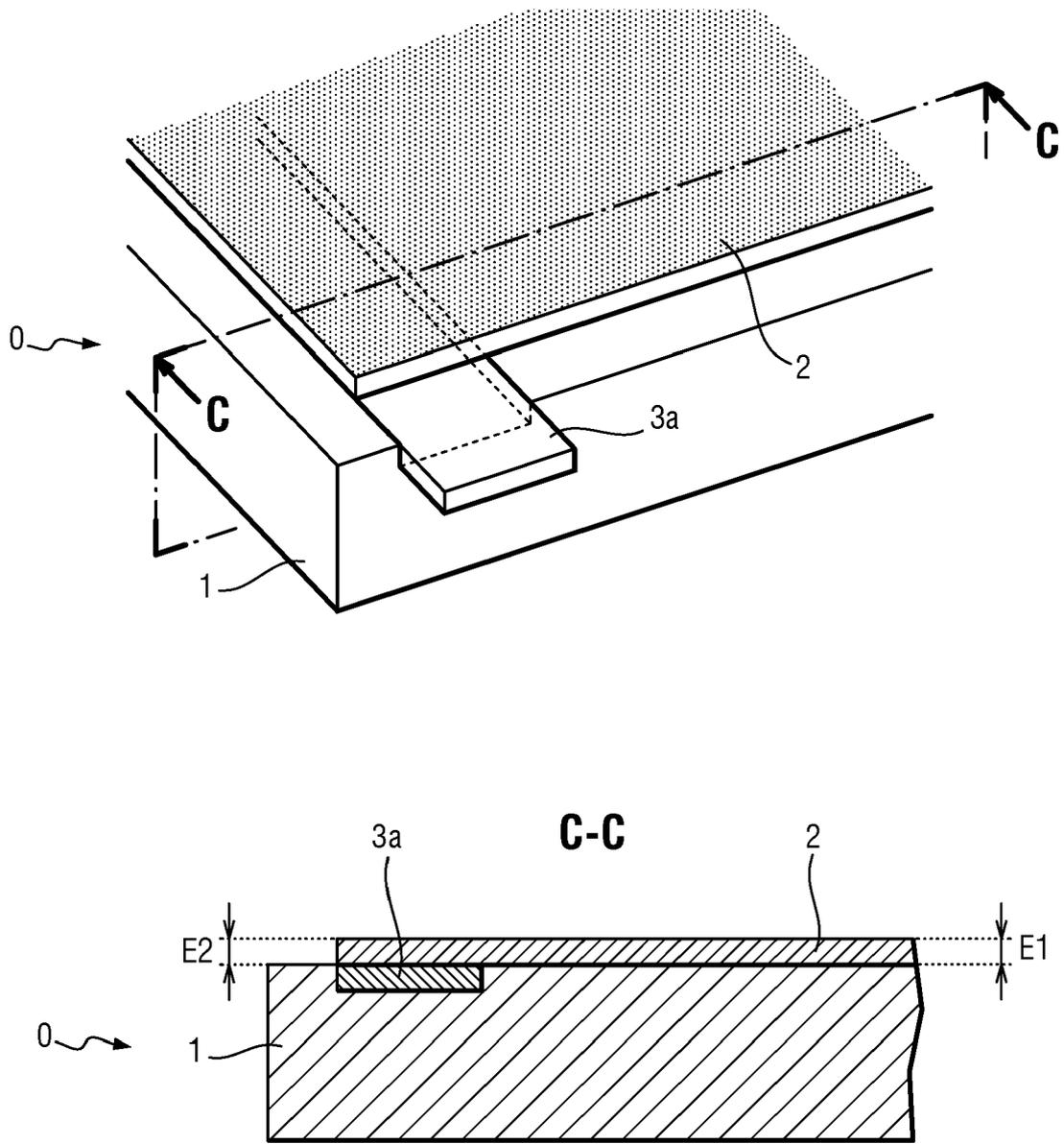


Fig. 8

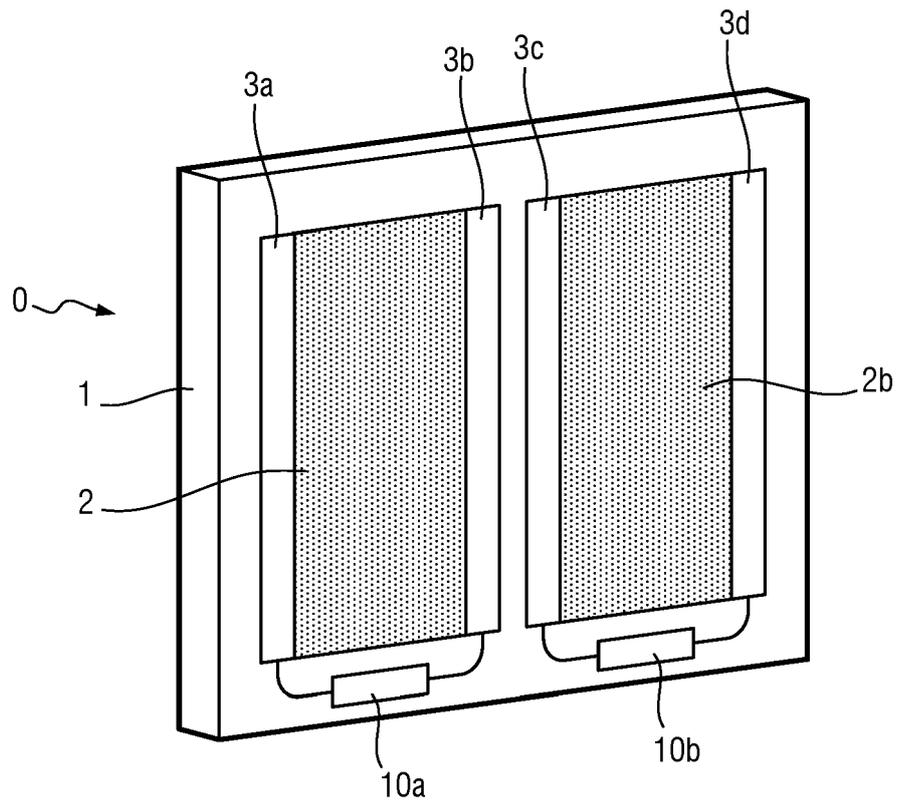


Fig. 9

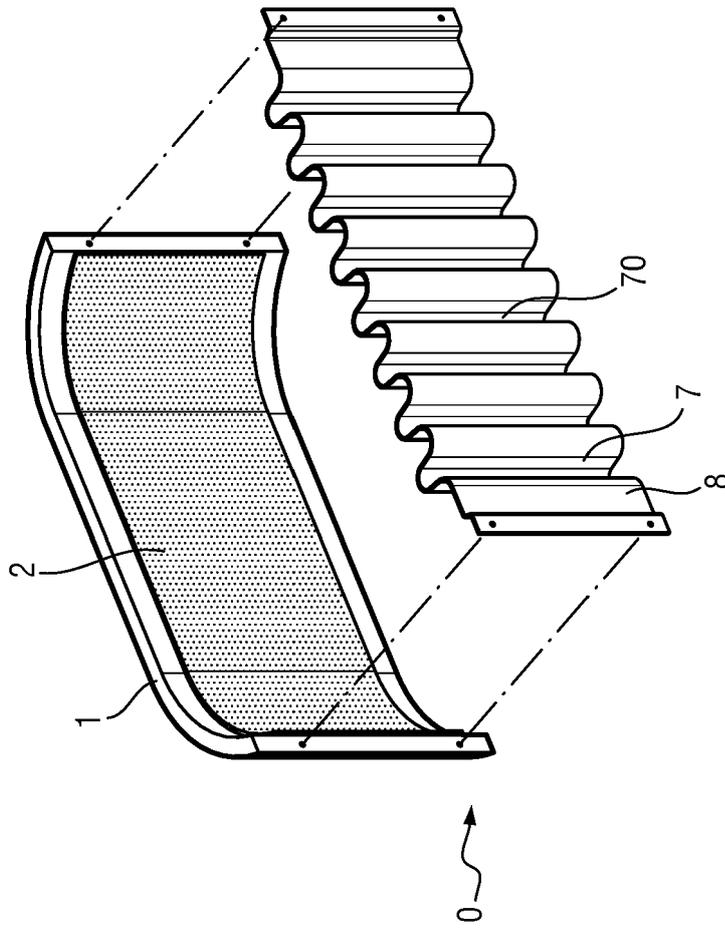


Fig. 10a

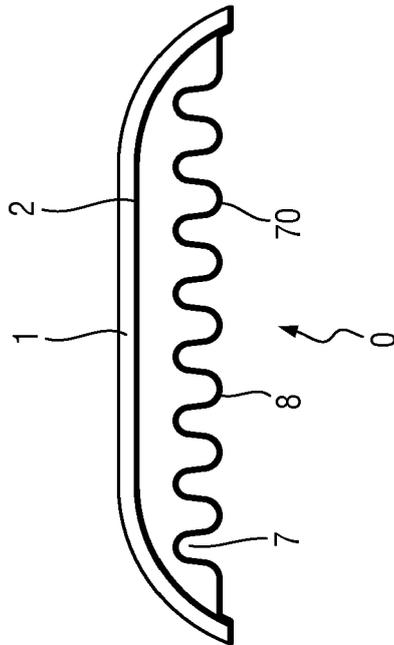


Fig. 10b