

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 22728

(54) Isolation thermique.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). F 16 L 59/00; H 01 M 6/20, 10/39.

(22) Date de dépôt..... 4 décembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 6 décembre 1980, n° P 30 46 032.3.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 23 du 11-6-1982.

(71) Déposant : Société dite : BROWN, BOVERI & CIE AKTIENGESELLSCHAFT, résidant en RFA.

(72) Invention de : Botho Ziegenbein et Harald Reiss.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Rinuy, Santarelli,
14, av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

La présente invention concerne une isolation thermique, destinée en particulier aux batteries à haute température, et comprenant au moins une cavité fermée, étanche aux gaz et contenant un matériau isolant.

- 5 De telles isolations thermiques sont utilisées pour éviter les pertes thermiques de dispositifs employés pour la production d'énergie. Elles sont notamment destinées aux batteries à haute température, telles que des batteries à base de métaux alcalins et de chalcogènes, qui sont généralement entourées d'une isolation thermique pour inter-
10 dire un refroidissement des éléments d'accumulateur, en particulier pendant les temps de repos. Les isolations utilisées jusqu'à présent pour de telles batteries étaient constituées par exemple par une laine de verre ou une laine minérale. Pour obtenir une action suffisante avec ces isolations, il convient de prévoir des épaisseurs de paroi
15 notables, en particulier quand la batterie d'accumulateur fonctionne à des températures élevées, de 350 °C par exemple, et quand ces températures doivent être maintenues pendant les temps de repos de la batterie, qui peuvent atteindre plusieurs heures. De telles isolations à paroi épaisse augmentant notablement les dimensions et/ou le poids
20 de la batterie d'accumulateur, la densité d'énergie, c'est-à-dire la quantité d'énergie stockable par unité de poids ou de volume, est faible. Cela est un inconvénient en particulier pour les batteries électrochimiques servant à l'alimentation de véhicules à propulsion électrique.
- 25 Une autre isolation thermique est connue pour de tels éléments d'accumulateur électrochimiques. Elle est essentiellement constituée par une enceinte sous vide, dans laquelle sont disposées des feuilles métalliques. Ces feuilles sont fabriquées en aluminium notamment, et disposées avec un écartement prédéterminé. L'enceinte est constituée
30 par des parois métalliques à faible coefficient de dilatation thermique. Afin d'éviter un fléchissement des parois de délimitation vers l'intérieur (par suite du vide), des barreaux supports sont disposés dans la cavité, entre des parois de délimitation parallèles. Ces éléments de support produisent toutefois un flux thermique important
35 entre la face intérieure de l'isolation et l'extérieur. La faible con-

ductibilité thermique de l'isolation, obtenue à l'aide des feuilles métalliques, est ainsi de nouveau perdue pour l'essentiel.

L'invention a pour objet une isolation thermique présentant un poids et une épaisseur de paroi aussi faibles que possible, et dont
5 la conductibilité thermique λ aux températures comprises entre 350 °C et la température ambiante est $\leq 5.10^{-3}$ W (m.k). L'isolation thermique doit en outre être réalisée de façon à permettre la suppression totale de barreaux supports dans sa cavité.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, la cavité
10 est mise sous vide, puis totalement remplie par au moins un matériau isolant pulvérulent très fin, de façon à présenter au moins une première zone, dont la surface admet la pleine pression, et au moins une seconde zone à très faible conductibilité thermique; et ces zones sont juxtaposées.

Selon l'invention, chaque face de délimitation de la cavité présente au moins une zone dont la surface admet la pleine pression. Les zones de la cavité admettant la pleine pression sont remplies par un matériau isolant pulvérulent, très fin et compacté. Ce matériau isolant pulvérulent, qui remplit les zones de la cavité admettant la
20 pleine pression, présente avantageusement une masse volumique $\rho \leq 0,5 \text{ g/cm}^3$. L'isolation forme ainsi un support pour les parois de délimitation de la cavité, qui ne peuvent donc pas fléchir vers l'intérieur lors de la mise sous vide. Ces zones admettant la pleine pression garantissent un support optimal des parois de délimitation et permettent ainsi de renoncer totalement à des barreaux supports dans la
25 cavité. Le matériau isolant pulvérulent, remplissant les zones de la cavité admettant la pleine pression, est avantageusement dopé avec des microfibres, qui augmentent encore la charge admissible de ces zones.

Selon l'invention, chaque face de délimitation de la cavité
30 présente au moins une zone qui offre une très faible conductibilité thermique et admet une pression plus faible. Ces zones sont avantageusement remplies aussi par un matériau isolant pulvérulent et très fin. Il est possible de doper également avec des microfibres le matériau isolant pulvérulent remplissant ces zones. Le matériau isolant pulvérulent remplissant les zones à très faible conductibilité
35

thermique présente une masse volumique $\rho \leq 0,35 \text{ g/cm}^3$. Une poudre
céramique est avantageusement utilisée pour le remplissage des zones
admettant la pleine pression et des zones à très faible conductibi-
lité thermique. SiO_2 , Al_2O_3 , CaSiO_4 et MgO conviennent particulièrement
5 bien pour cet usage. L'addition d'oxyde de titane à cette poudre iso-
lante céramique permet de renforcer l'extinction du rayonnement.

La cavité constituant l'isolation thermique présente des parois
de délimitation métalliques, avantageusement réalisées dans un alliage
de fer et de nickel ou de chrome. Dans une forme de réalisation de
10 l'invention, la cavité est délimitée par deux corps creux parallélé-
pipédiques de dimensions différentes, le plus petit étant logé dans
le plus grand et l'espace compris entre les deux corps creux constitu-
ant le corps creux de l'isolation.

L'invention présente l'avantage particulier de n'exiger aucun
15 barreau support dans la cavité, entre des parois de délimitation
parallèles. Il n'y a ainsi aucune charge ponctuelle des parois de
délimitation métalliques de la cavité et par suite aucune diminution
de l'isolation thermique du fait de l'accroissement par les supports
de la conduction thermique de l'intérieur vers l'extérieur. La cavité
20 sous vide constituant l'isolation interdit ou rend plus difficile un
flux thermique par convection entre l'intérieur de la batterie d'ac-
cumulateur électrochimique et l'espace extérieur. L'emploi d'un
matériau isolant pulvérulent réduit considérablement la conduction
de rayonnement et la conduction solide. L'addition d'un opacifiant
25 optique au matériau isolant pulvérulent amplifie en outre l'extinction
du rayonnement, car elle permet de réduire la variation de conductibi-
lité de rayonnement en fonction de T^3 . La conductibilité thermique de
l'isolation thermique selon l'invention est dix fois plus faible
environ que celle d'une isolation thermique de même épaisseur à laine
30 de verre. La cavité constituant l'isolation présente avantageusement
une très faible pression résiduelle de gaz. L'emploi d'un matériau
isolant pulvérulent compacté ou d'un matériau isolant pulvérulent
dopé par microfibres pour constituer les zones intérieures de la
cavité admettant la pleine pression assure un support optimal des
35 parois de délimitation métalliques.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à l'aide de la description détaillée ci-dessous d'exemples de réalisation et des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est la coupe verticale d'une batterie d'accumulateur à
5 isolation thermique;
la figure 2 est la coupe horizontale suivant l'axe II-II de la batterie d'accumulateur selon figure 1;
la figure 3 représente une autre forme de réalisation d'une batterie d'accumulateur à isolation thermique;
10 la figure 4 est la coupe horizontale suivant l'axe IV-IV de la batterie d'accumulateur selon figure 3;
la figure 5 représente une autre disposition possible du matériau isolant à l'intérieur de la cavité; et
la figure 6 représente une variante de l'isolation selon figure 5.

- 15 La figure 1 représente l'isolation thermique 1 selon l'invention, disposée autour d'une batterie d'accumulateur électrique. Dans cet exemple de réalisation, l'isolation thermique 1 est constituée par une cavité 2 étanche aux gaz et totalement remplie par un matériau isolant 3. La cavité 2, fermée avec étanchéité aux gaz, est constituée
20 dans cet exemple de réalisation par deux corps creux 5 et 6, métalliques et parallélépipédiques. Ces derniers présentent des dimensions différentes, le petit corps 5 étant logé dans le grand corps 6. Les dimensions des deux corps creux 5 et 6 sont choisies de façon que la cavité 2 qu'ils délimitent entre eux présente exactement les dimensions requises de l'isolation thermique 1. Les faces de délimitation
25 des corps 5 et 6 sont fabriquées dans un alliage de fer, de nickel et de chrome. Les faces métalliques de délimitation de chaque corps 5, 6 sont assemblées avec étanchéité aux gaz, par soudage en particulier. La cavité comprise entre les deux corps 5 et 6 est ainsi également
30 fermée avec étanchéité aux gaz. Avant sa fermeture finale avec étanchéité aux gaz, la cavité 2 est remplie avec la poudre céramique 3 précitée. Selon l'invention, la cavité 2 constituant l'isolation thermique 1 présente des zones 7 admettant la pleine pression et des zones 8 à très faible conductibilité thermique. La conductibilité thermique
35 à des zones 7 admettant la pleine pression peut être comprise entre

10^{-2} et 2.10^{-2} W/(m.K), tandis que la conductibilité thermique λ des zones 8 est comprise entre 10^{-3} et 8.10^{-3} W/(m.K). Les zones 8 peuvent également être chargées, mais par une force surfacique nettement inférieure à celle des zones 7.

5 Comme le montre la figure 1, les zones 8 sont cylindriques et disposées en îlots entre les zones 7. Dans l'exemple représenté, le matériau isolant remplissant les zones 7 est une poudre très fine, dopée par des microfibres. Des fibres de verre ou de céramique sont utilisables. Elles peuvent être comprimées dans une certaine mesure
10 pour augmenter la pression admissible. Le matériau isolant pulvérulent remplissant les zones 7 de la cavité 2 présente une masse volumique $\rho \leq 0,5$ g/cm³. Les zones 8 de la cavité 2 sont également remplies par le matériau isolant pulvérulent 3, qui peut aussi être dopé par
15 zones 8 de la cavité 2 est $\leq 0,35$ g/cm³.

La figure 2 représente la coupe horizontale suivant l'axe II-II de la batterie d'accumulateur électrochimique selon figure 1. On voit que les zones 8 sont disposées, comme précédemment indiqué, sous forme d'îlots entre les zones 7 supportant la pleine pression. Dans l'exemple
20 représenté, les zones 8 sont disposées dans des évidements cylindriques, situés à l'intérieur des zones 7 admettant la pleine pression. Le matériau isolant 3 qui remplit les zones 7 se raccorde directement au matériau isolant dans les zones 8. Comme le montre la figure 1, l'intérieur du corps creux 5 constitue le logement des éléments
25 électrochimiques 9 constituant la batterie d'accumulateur. Le nombre d'éléments d'accumulateur utilisés dépend de la taille requise de la batterie. Il convient d'adapter les dimensions des deux corps creux 5 et 6 délimitant l'isolation thermique 1 à la taille requise de cette batterie. Les éléments d'accumulateur 9, à base de sodium et de chalcogène, sont représentés schématiquement sur cet exemple de réalisation.
30 Ils prennent appui sur une paroi de délimitation interne du corps creux 5, avec interposition de pièces 10 conductrices. Ces dernières assurent la liaison électrique des enveloppes extérieures des éléments d'accumulateur 9, qui constituent une borne électrique desdits éléments.
35 Les secondes bornes électriques des éléments d'accumulateur 9, situées

à l'extrémité supérieure de ces derniers, sont reliées par une ligne électrique 11. Cette ligne est sortie avec isolation électrique (non représentée). La poudre remplissant les zones 7 présente une masse volumique nettement supérieure à celle de la poudre remplissant les zones 8, afin d'assurer la pression admissible des zones 7. Ce résultat peut notamment être obtenu en comprimant cette poudre à l'aide de presses dans les zones 7 de la cavité. Il est tout à fait possible selon l'invention de remplir les zones 7 et 8 de la cavité avec le même matériau isolant 3.

La seule différence entre les matériaux isolants 3 réside dans leur masse volumique différente. Il est en outre possible de mélanger un opacifiant optique au matériau isolant pulvérulent. On utilise par exemple de l'oxyde de titane pulvérulent. L'extinction du rayonnement est ainsi augmentée, ce qui permet de réduire la conductibilité de rayonnement en fonction de T^3 .

Après son remplissage total avec les matériaux isolants précités, la cavité 2 est mise sous vide, puis fermée avec étanchéité aux gaz. Il est en outre possible de remplir les deux zones 7 et 8 uniquement avec un matériau isolant constitué par des microfibres. Ces dernières doivent présenter la masse volumique appropriée pour le remplissage des zones 7 et 8.

La figure 3 représente une autre forme de réalisation de l'isolation thermique 1 selon l'invention, de nouveau disposée autour d'une batterie d'accumulateur électrochimique. La cavité 2 de l'isolation thermique 1 est délimitée par deux corps creux 5 et 6, de la même façon que dans l'exemple selon figure 1. Les deux corps creux 5 et 6 sont produits dans le même matériau que pour l'exemple de réalisation selon figure 1. Un choix approprié de leurs dimensions permet dans cet exemple de réalisation aussi d'adapter la taille de la cavité 2 qu'ils délimitent à la taille requise.

Des éléments électrochimiques 9, constituant la batterie d'accumulateur, sont de nouveau disposés à l'intérieur du corps creux 5. Le montage et le câblage électrique de ces éléments d'accumulateur sont identiques à ceux représentés et décrits pour l'exemple de réalisation selon figure 1.

La cavité 2 constituant l'isolation thermique 1 présente également dans cet exemple de réalisation des zones 7 admettant la pleine pression et des zones 8 à très faible conductibilité thermique λ et admettant une pression plus faible. Comme le montre la figure 3, les zones 8 sont de nouveau disposées entre les zones 7 admettant la pleine pression. Les zones 8 en particulier sont disposées de façon discontinue entre les délimitations intérieure et extérieure de l'isolation. Un matériau isolant 3 admettant la pleine pression est même disposé entre la délimitation extérieure de l'isolation 1 et les zones 8, ainsi qu'entre ces dernières et la délimitation intérieure de l'isolation.

La figure 4 représente une coupe suivant l'axe IV-IV de la batterie d'accumulateur. Elle montre que les zones 8 présentent dans ce cas la forme de parallélépipèdes, dont les axes longitudinaux sont perpendiculaires aux gradients de température. Les zones 7 admettant la pleine pression sont de nouveau remplies par un matériau isolant 3, fin, pulvérulent et dopé par des microfibres 4. On utilise en particulier de nouveau une poudre de céramique 3, dopée par exemple avec des fibres de verre 4. Même en cas de dopage par fibres, la poudre 3 destinée au remplissage des zones 7 doit être comprimée dans une certaine mesure, afin de créer la pression admissible requise. Seule cette opération évite le fléchissement vers l'intérieur des parois de délimitation métalliques de la cavité 2 sous l'action du vide qui y règne. Afin d'obtenir une très faible conductibilité thermique dans les zones 8, ces dernières sont également remplies avec un matériau isolant pulvérulent. L'addition supplémentaire d'opacifiants optiques, et notamment d'oxyde de titane, aux matériaux isolants pulvérulents est de nouveau possible sans difficulté et rationnelle.

Dans cet exemple de réalisation, la cavité 2 constituant l'isolation thermique 1 est de nouveau mise sous vide après le remplissage par les matériaux isolants 3, 4, puis fermée avec étanchéité aux gaz.

La figure 5 représente une autre forme de réalisation de l'isolation thermique. Seule la partie de la cavité 2 constituant le fond de la batterie d'accumulateur est représentée pour la description. Les

autres parties de la cavité 2 sont réalisées de la même façon. La cavité présente de nouveau des zones 7, dont la surface admet la pleine pression, et des zones 8 à très faible conductibilité thermique et admettant une pression moindre. Les zones 8 sont dans cet exemple de réalisation aussi entourées par les zones 7. De telles zones 8 sont disposées dans deux plans. Les zones 8 présentent la forme de parallélépipèdes. Les zones 8 disposées dans chaque plan sont entourées par les zones 7 admettant la pleine pression. Les zones 8 disposées dans les deux plans sont de même séparées par un matériau isolant 3 admettant la pleine pression. Les axes longitudinaux des zones 8 en forme de parallélépipèdes sont perpendiculaires aux gradients de température. Du matériau admettant la pleine pression est également disposé entre les délimitations intérieure et extérieure de la cavité 2 et les zones 8. Les matériaux isolants précités sont également utilisables pour le remplissage des zones 7 et 8, et notamment les poudres qui sont en outre dopées par des microfibres et mélangées à des opacifiants optiques infrarouges.

La figure 6 représente également la partie de la cavité 2 constituant le fond de la batterie d'accumulateur. Dans cette forme de réalisation, des zones 8 cylindriques, présentant de nouveau une très faible conductibilité thermique et admettant une moindre pression, sont disposées entre le matériau isolant admettant la pleine pression. Les axes longitudinaux de ces zones cylindriques 8 sont perpendiculaires aux gradients de température. La disposition du matériau isolant admettant la pleine pression s'effectue de la façon représentée et décrite pour l'exemple de réalisation selon figure 5.

L'isolation thermique pour batteries électrochimiques selon l'invention ne se limite pas aux exemples de réalisation décrits. Elle concerne en particulier aussi d'autres dispositions et formes de zones 7 admettant la pleine pression et de zones 8 à très faible conductibilité thermique.

Revendications

1. Isolation thermique, destinée en particulier aux batteries à haute température, et comprenant au moins une cavité fermée, étanche aux gaz et contenant un matériau isolant, ladite isolation étant
5 caractérisée en ce que la cavité (2) est mise sous vide, puis totalement remplie par au moins un matériau isolant pulvérulent très fin (3), de façon à présenter au moins une première zone (7), dont la surface admet la pleine pression, et au moins une seconde zone (8) à très faible conductibilité thermique; et ces zones (7) et (8) sont
10 juxtaposées.
2. Isolation thermique selon revendication 1, caractérisée en ce que chaque face de délimitation de la cavité (2) présente au moins une zone (7) dont la surface admet la pleine pression.
3. Isolation thermique selon une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que les zones (7) de la cavité (2) dont la surface
15 admet la pleine pression sont remplies par un matériau isolant (3) pulvérulent, très fin et compacté.
4. Isolation thermique selon une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les zones (7) de la cavité (2) dont la
20 surface admet la pleine pression sont remplies par un matériau isolant (3) pulvérulent, très fin et dopé par des microfibres (4).
5. Isolation thermique selon une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le matériau isolant pulvérulent (3) remplissant les zones (7) de la cavité (2) admettant la pleine pression présente une masse volumique $\rho \leq 0,5 \text{ g/cm}^3$.
25
6. Isolation thermique selon une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que chaque face de délimitation de la cavité (2) présente au moins une zone (8) à très faible conductibilité thermique.
7. Isolation thermique selon une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que les zones (8) de la cavité (2) présentant une très faible conductibilité thermique sont remplies par un
30 matériau isolant (3) pulvérulent très fin.
8. Isolation thermique selon une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le matériau isolant pulvérulent (3)
35

remplissant les zones (8) est dopé par des microfibres (4).

9. Isolation thermique selon une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que le matériau isolant pulvérulent (3) remplissant les zones (8) de la cavité (2) présente une masse volumique

5 $\rho \leq 0,35 \text{ g/cm}^3$.

10. Isolation thermique selon une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que les zones (7) de la cavité (2) dont la surface admet la pleine pression et les zones (8) présentant une très faible conductibilité thermique sont remplies chacune par une poudre

10 de céramique (3).

11. Isolation thermique selon une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que le matériau isolant pulvérulent (3) est SiO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , CaSiO_4 ou MgO .

12. Isolation thermique selon une quelconque des revendications 1

15 à 11, caractérisée par l'addition au matériau isolant pulvérulent (3) d'un opacifiant optique infrarouge également pulvérulent.

13. Isolation thermique selon revendication 12, caractérisée par l'utilisation d'oxyde de titane comme opacifiant optique infrarouge.

14. Isolation thermique selon une quelconque des revendications 1

20 à 13, caractérisée en ce que la cavité (2) présente des parois de délimitation métalliques.

15. Isolation thermique selon revendication 14, caractérisée en ce que les parois de délimitation métalliques de la cavité (2) sont fabriquées dans un alliage de fer et de nickel ou chrome.

25 16. Isolation thermique selon une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisée en ce que la cavité (2) est délimitée par deux corps creux (5 et 6) parallélépipédiques de dimensions différentes, le petit corps creux (5) étant disposé à l'intérieur du grand corps creux (6).

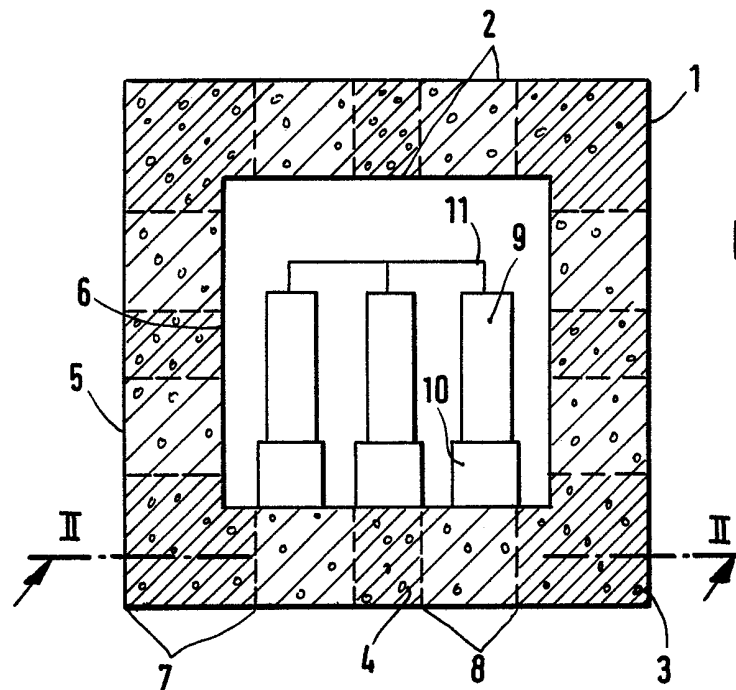


Fig. 1

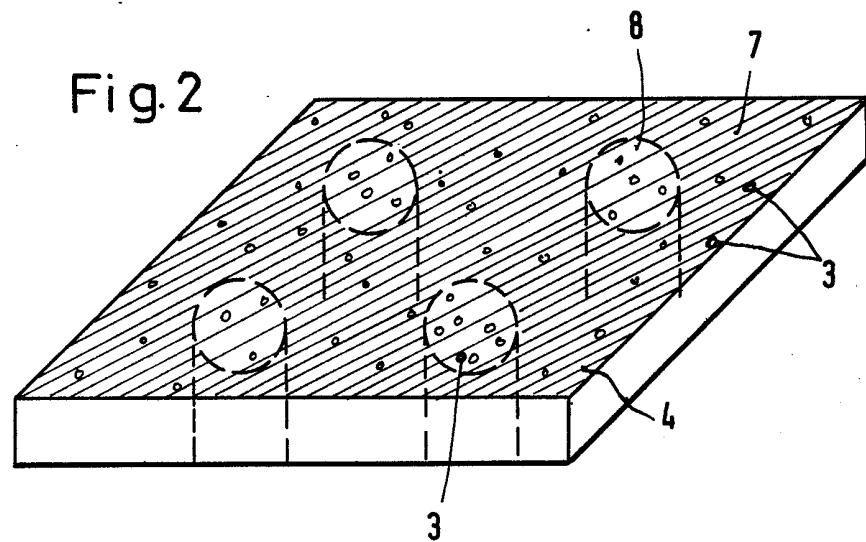


Fig. 2

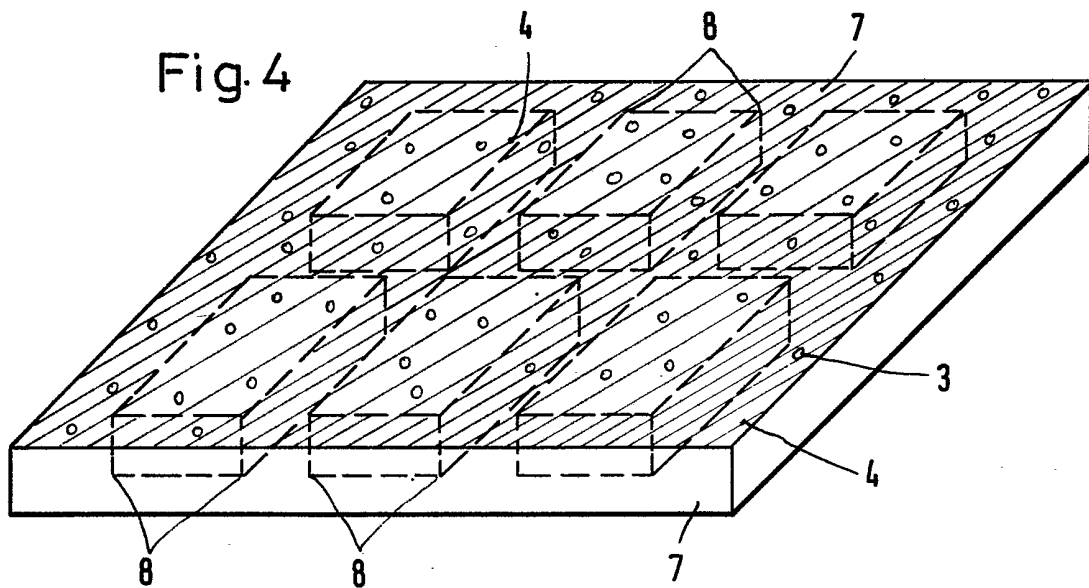
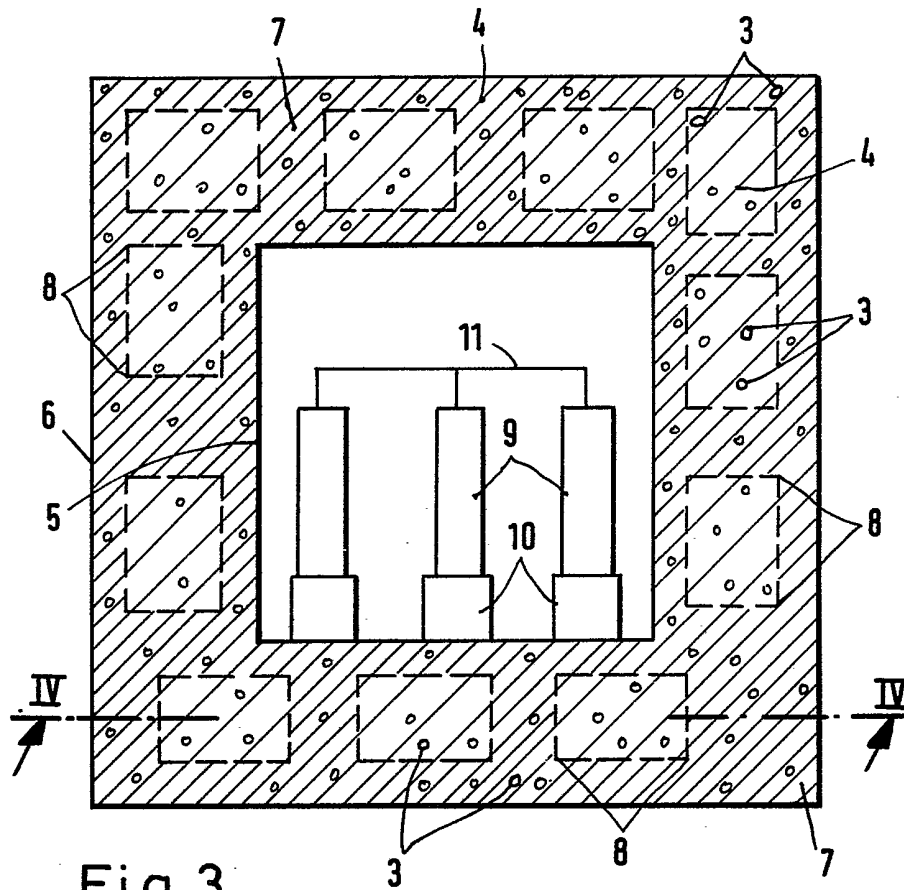


Fig. 5

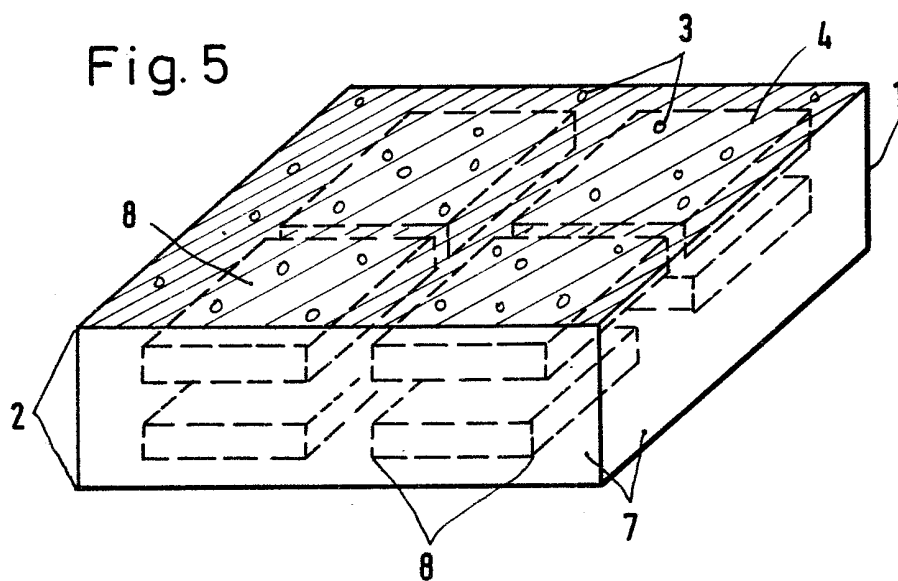


Fig. 6

