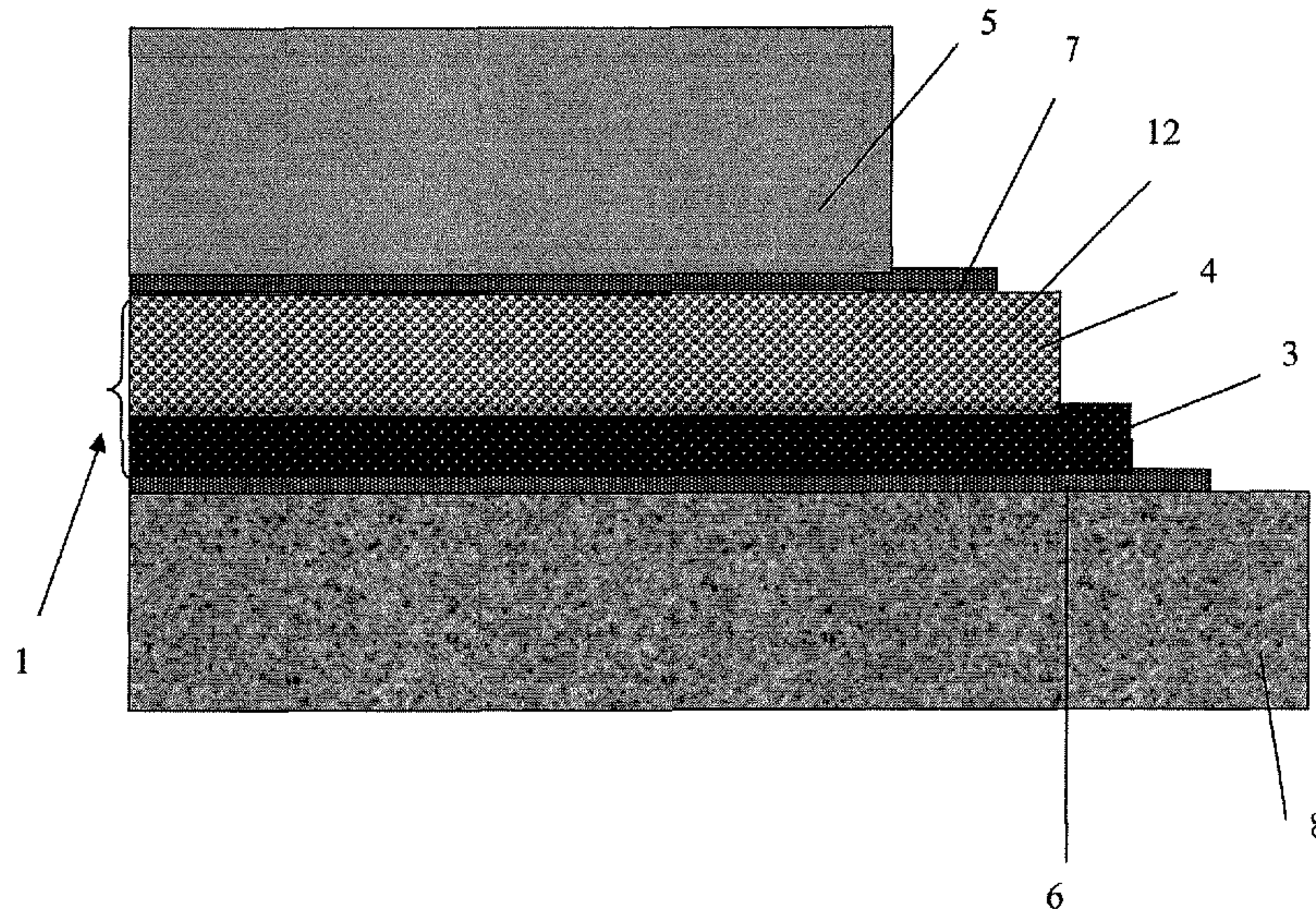




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2012/02/03
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2012/08/09
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2019/01/22
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2013/07/30
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: EP 2012/051894
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2012/104427
(30) Priorités/Priorities: 2011/02/03 (FR1150869);
2012/02/02 (FR1250995)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *E01D 19/08* (2006.01),
E01C 23/06 (2006.01)
(72) Inventeurs/Inventors:
LAYERLE, ERIC, FR;
URBAIN, JEAN-ETIENNE, FR
(73) Propriétaire/Owner:
EUROVIA, FR
(74) Agent: NORTON ROSE FULBRIGHT CANADA
LLP/S.E.N.C.R.L., S.R.L.

(54) Titre : SYSTEME D'ETANCHEITE SUR BETON
(54) Title: CONCRETE SEALING SYSTEM



(57) **Abrégé/Abstract:**

L'invention concerne une structure (1) d'étanchéité, adaptée pour assurer l'étanchéité d'une couche de béton, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement: - une couche (3) bitumineuse étanche, et, au-dessus, - une couche (4) d'enrobé, comprenant des granulats enrobés d'un mastic, présentant des propriétés d'étanchéité.

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
9 août 2012 (09.08.2012)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/104427 A1

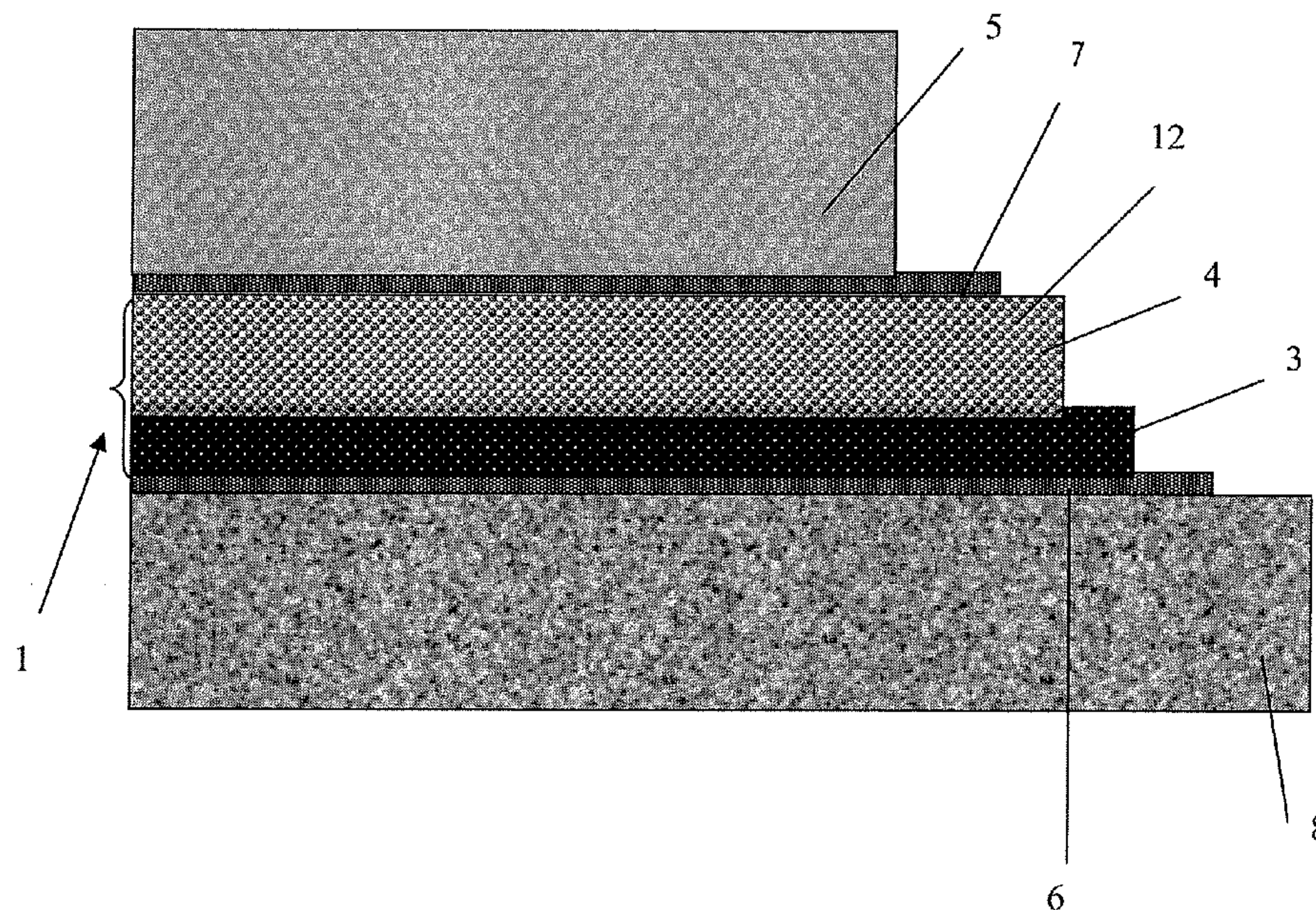
- (51) Classification internationale des brevets :
E01D 19/08 (2006.01) *E01C 23/06* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2012/051894
- (22) Date de dépôt international :
3 février 2012 (03.02.2012)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1150869 3 février 2011 (03.02.2011) FR
1250995 2 février 2012 (02.02.2012) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : EURO-VIA [FR/FR]; 18, place de l'Europe, F-92500 Rueil Malmaison (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : LAYERE, Eric [FR/FR]; 3 rue Yvert, F-75015 Paris (FR). URBAIN, Jean-Etienne [FR/FR]; 2 rue Félix Faure, F-92500 Rueil Malmaison (FR).
- (74) Mandataire : AHNER, Francis; Cabinet Regimbeau, 20, rue de Chazelles, F-75847 Paris Cedex 17 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : CONCRETE SEALING SYSTEM

(54) Titre : SYSTEME D'ETANCHEITE SUR BETON

FIG. 1



(57) Abstract : The invention relates to a sealing structure (1) designed to seal a layer of concrete, characterized in that it comprises in succession: - a watertight bituminous layer (3) and, on top of that, - a layer (4) of coated material (4) containing particles of aggregate coated with a mastic and having sealing properties.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2012/104427 A1

WO 2012/104427 A1 

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)*

Publiée :

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

L'invention concerne une structure (1) d'étanchéité, adaptée pour assurer l'étanchéité d'une couche de béton, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement: - une couche (3) bitumineuse étanche, et, au-dessus, - une couche (4) d'enrobé, comprenant des granulats enrobés d'un mastic, présentant des propriétés d'étanchéité.

SYSTEME D'ETANCHEITE SUR BETON

DOMAINE TECHNIQUE GENERAL

L'invention concerne une structure d'étanchéité et un édifice
5 comprenant une telle structure. L'invention concerne également un procédé
d'étanchéité d'une couche de la structure d'un édifice, comme une couche
de béton, ainsi qu'un procédé d'entretien d'un tel édifice.

ETAT DE L'ART

10 Les édifices de construction (ouvrages d'art, ponts, tunnels,...) sont
soumis à des règles de construction permettant d'accroître leur durée de vie
et d'assurer la sécurité des usagers.

En particulier, il est nécessaire de prévoir des structures permettant
d'assurer l'étanchéité desdits édifices.

15 En général, ces édifices comprennent successivement une couche
de béton, faisant partie de la structure de l'édifice, une couche d'étanchéité,
et un revêtement de surface, comme par exemple la chaussée dans le cas
d'un pont.

Le plus souvent, la couche d'étanchéité est une couche bitumineuse
20 ou à base de résine étanche.

Le revêtement de surface comporte des propriétés en rapport avec
les sollicitations extérieures, comme par exemple l'adhérence dans le cas
de voies de circulation, adaptées à l'utilisation de l'édifice.

Le revêtement de surface s'use au cours du temps, et il est donc
25 nécessaire de changer ce revêtement.

Durant les opérations d'entretien, le revêtement de surface est
déconstruit par des machines, puis est reconstitué. Or, les structures
d'étanchéité et les procédés d'entretien connus à ce jour entraînent souvent
l'endommagement de la couche bitumineuse étanche. Ceci remet alors en
30 cause l'étanchéité de l'édifice

Par conséquent, le changement du revêtement implique le plus
souvent le changement du système d'étanchéité, alors même que celui-ci

n'a pas atteint son âge limite (ses propriétés mécaniques avant endommagement par le procédé d'entretien étaient satisfaisantes), ce qui est, d'une part, pénalisant pour les usagers, et, d'autre part, coûteux.

Enfin, on cherche aussi à améliorer la robustesse et la durée de vie
5 des structures d'étanchéité connues à ce jour.

Il convient donc de proposer une solution permettant de pallier ces inconvénients et d'améliorer les solutions connues à ce jour.

PRESENTATION DE L'INVENTION

10 L'invention propose une structure d'étanchéité, adaptée pour assurer l'étanchéité d'une couche de béton, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement (de bas en haut) une couche bitumineuse étanche, et, au-dessus, une couche d'enrobé, comprenant des granulats enrobés d'un mastic, présentant des propriétés d'étanchéité.

15 On parlera de couche de béton pour désigner la couche de structure de l'édifice à étanchéifier, car celle-ci est le plus souvent en béton.

L'invention est avantageusement complétée par les caractéristiques suivantes, prises seules ou en une quelconque de leur combinaison techniquement possible :

- 20
- la couche bitumineuse étanche est composée d'une feuille bitumineuse préfabriquée ou d'un liant bitumineux ;
 - la teneur en vide de l'enrobé est inférieure ou égale à 5% de vides ;
 - le mastic comprend un liant hydrocarboné, un liant de synthèse, ou un liant végétal ;
- 25
- la couche d'enrobé comprend en outre un avertisseur visuel pour un opérateur, afin de permettre une protection de la structure durant des opérations d'entretien ;
 - l'avertisseur visuel est un avertisseur visuel interne à la couche d'enrobé de la structure d'étanchéité choisi parmi
- 30
- un pigment de coloration dans la couche d'enrobé, et/ou
 - des granulats colorés, et/ou

- un liant de couleur différente du liant utilisé dans le revêtement de surface ;

de telle sorte que la couleur de l'avertisseur visuel interne tranche de la couleur du revêtement de surface ;

- 5
- la structure comprend en outre un avertisseur visuel externe en une couche superficielle colorée au-dessus de la couche d'enrobé ;
 - la couche d'enrobé a une épaisseur comprise entre 2cm et 5cm ;
 - les granulats de la couche d'enrobé ont une taille comprise entre 0 et 10 mm, avantageusement entre 0 et 8 mm, plus avantageusement
- 10 entre 0 et 6 mm.

L'invention concerne également un édifice comprenant successivement (de bas en haut) une couche de béton, éventuellement une couche de liaison, une structure d'étanchéité telle que précédemment décrite, éventuellement une autre couche de liaison, et un revêtement de

15 surface.

L'invention concerne également un procédé d'étanchéité d'une couche de béton d'un édifice, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

- déposer une couche bitumineuse étanche au-dessus de la couche
- 20 de béton,
- déposer, au-dessus la couche bitumineuse étanche, une couche d'enrobé, ladite couche d'enrobé, qui comprend des granulats enrobés d'un mastic, présentant des propriétés d'étanchéité,
 - déposer un revêtement de surface au-dessus de la couche d'enrobé.

25 Avantageusement, le procédé d'étanchéité comprend les caractéristiques suivantes, prises seules ou en une quelconque de leur combinaison techniquement possible :

- la couche d'enrobé comprend un avertisseur visuel interne pour un opérateur, choisi parmi :
- 30
- un pigment de coloration, et/ou
 - des granulats colorés, et/ou

- un liant de couleur différente du liant utilisé dans le revêtement de surface ;

de telle sorte que la couleur de l'avertisseur visuel interne tranche de la couleur du revêtement de surface.

- 5
- le procédé comprend l'étape consistant à déposer une couche superficielle colorée au-dessus de la couche d'enrobé, cette couche superficielle servant d'avertisseur visuel externe pour un opérateur.
 - la couche bitumineuse étanche est déposée par soudage à chaud en pleine surface, ou par dépôt en semi-adhérence, ou par répandage à
- 10
- chaud d'un liant bitumineux.

L'invention concerne également un procédé d'entretien d'un édifice tel que décrit précédemment, dans lequel :

la couche d'enrobé comprend un avertisseur visuel interne pour un opérateur, choisi parmi un pigment de coloration dans la couche d'enrobé, et/ou des granulats colorés, et/ou un liant de couleur différente du liant utilisé dans le revêtement de surface, et/ou

15

une couche superficielle colorée est présente au-dessus de la couche d'enrobé, cette couche superficielle servant d'avertisseur visuel externe pour un opérateur,

20 ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à:

- opérer une déconstruction du revêtement de surface de l'édifice, et
- adapter l'opération de déconstruction en cas d'apparition à la surface de l'avertisseur visuel interne et/ou externe,

afin d'éviter ou limiter un endommagement de la couche d'enrobé et ainsi

25 éviter tout endommagement de la couche bitumineuse étanche et.

Avantageusement, le procédé d'entretien comprend les étapes consistant à opérer, au cours de la vie de l'édifice, une pluralité d'opérations de renouvellement du revêtement de surface sans endommager la couche bitumineuse étanche et sans endommager ou en limitant l'endommagement

30 de la couche d'enrobé, permettant ainsi de préserver l'étanchéité de la structure d'étanchéité.

L'invention présente de nombreux avantages.

Un avantage de l'invention est de proposer une solution permettant d'assurer la pérennité de l'étanchéité.

Un autre avantage de l'invention est de proposer une solution permettant de protéger la couche d'étanchéité.

5 Un autre avantage encore de l'invention est de réduire la durée et le coût des opérations d'entretien des différentes couches de l'édifice.

Enfin, un autre avantage de l'invention est de proposer une solution s'appliquant à une vaste gamme d'édifices, de manière simple et efficace, aussi bien en travaux neufs qu'en cours de vie des édifices.

10

PRESENTATION DES FIGURES

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- 15
- la Figure 1 est une représentation schématique d'une structure d'étanchéité selon l'invention, protégeant une couche de béton d'un édifice ;
 - la Figure 2 est une représentation schématique d'étapes d'un procédé selon l'invention ;
 - 20 - la Figure 3 est une représentation schématique d'étapes d'un autre procédé selon l'invention ;

DESCRIPTION DETAILLEE

25 Présentation de la structure d'étanchéité

On a représenté en Figure 1 un mode de réalisation d'une structure 1 d'étanchéité selon l'invention.

Cette structure est adaptée pour assurer l'étanchéité aux liquides (eaux de pluie, de ruissellement, ...) d'une couche de béton 8 d'un édifice
30 de manière optimale. Cette couche de béton appartient en général à la structure porteuse de l'édifice, et il est donc nécessaire d'en garantir l'intégrité en la protégeant des infiltrations d'eau.

Comme explicité par la suite, la structure 1 est destinée à être intercalée entre la couche de béton dont elle assure l'étanchéité, et un revêtement 5 de surface servant de couche de roulement.

A cet effet, la structure 1 comprend successivement une couche 3 bitumineuse étanche, et une couche 4 d'enrobé la recouvrant. Ainsi, la couche 4 d'enrobé est au-dessus de la couche 3 bitumineuse étanche.

Description de la couche d'enrobé

La couche 4 d'enrobé comprend des granulats enrobés d'un mastic ; c'est-à-dire un mélange de granulats et d'un mastic. Le mastic est quant à lui un mélange de fines et d'un liant.

La couche 4 d'enrobé comprend ainsi avantageusement:

- un liant,
- des granulats, comprenant :
 - 15 ○ des gravillons, ayant une taille majoritairement supérieure à 2 mm et inférieure à 10 mm, avantageusement supérieure à 2 mm et inférieure à 8 mm, plus avantageusement supérieure à 2 mm et inférieure à 6 mm ;
 - 20 ○ du sable, ayant une taille majoritairement inférieure à 4 mm,
- des fines ou « fillers », ayant une taille majoritairement inférieure à une centaine de microns, avantageusement une soixantaine de microns (en particulier, 63 microns).

25 La taille des granulats peut être mesurée par les essais décrits dans la norme NF EN 933-2 (version mai 1996).

Avantageusement, la granulométrie de la couche 4, c'est-à-dire la taille des granulats de cette couche 4, est comprise entre 0 et 10 mm, avantageusement entre 0 et 8 mm, plus avantageusement entre 0 et 6 mm.
30 Il s'agit donc d'un enrobé à faible granulométrie, parfois appelé « micro-enrobé » par l'homme du métier.

On entend par « enrobé » des granulats parfaitement enrobés par ledit mastic. En particulier, tous les granulats sont enrobés par ledit mastic.

On note que la couche d'enrobé se distingue totalement d'une couche d'asphalte ou d'une couche d'asphalte coulé, aussi bien dans sa
5 composition, que dans sa fabrication, son transport, et sa mise en œuvre.

Classiquement, la couche d'enrobé est fabriquée par mélange dans un malaxeur des gravillons, des fines, du liant et du sable. L'enrobé est fabriqué dans une usine d'enrobé, le procédé de fabrication étant rapide (à titre indicatif, environ 30 secondes), à des températures typiquement
10 inférieures à 180°C.

Un asphalte coulé est quant à lui fabriqué dans une usine spéciale, destinée uniquement à la fabrication d'asphalte coulé. En particulier, le procédé de fabrication d'un asphalte coulé se caractérise par un malaxage long (1 heure minimum), à des températures élevées (typiquement
15 supérieures à 180°C).

De plus, le transport de l'enrobé est effectué via des moyens classiques (camions), sans conditions de transport particulières. A contrario, l'asphalte coulé nécessite des moyens de transport spéciaux (camions « pétrins »), assurant le chauffage et le malaxage en continu du produit
20 pendant le transport.

Enfin, la mise en œuvre est différente. L'enrobé peut être mis en œuvre par l'intermédiaire de moyens mécanisés routiers classiques, la mise en œuvre comprenant en général une étape de compactage. A contrario, l'asphalte coulé est réputé « auto-plaçant », et ne nécessite pas de
25 compactage.

On notera que l'utilisation d'un enrobé permet de réduire les coûts, puisque ce type de matériau est plus facile à fabriquer, transporter et appliquer que d'autres matériaux utilisés dans l'art antérieur, comme l'asphalte coulé.

30 Sur le plan normatif, les enrobés et les asphaltes coulés sont décrits par des normes différentes. Ainsi, les enrobés sont décrits par la norme NF

EN 13108-1, tandis que les asphaltes coulés sont décrits par la norme NF EN 13108-6.

Le liant est un produit qui sert à agglomérer en masse solide des particules solides sous forme de granulats.

5 Le liant est soit un liant hydrocarboné, soit un liant de synthèse, soit un liant végétal.

Dans tous les cas, le liant peut être modifié par un ou plusieurs polymères. Parmi les polymères utilisables pour modifier les liants bitumineux, on peut citer les copolymères styrène-butadiène, les
10 copolymères styrène-isoprène, les copolymères d'éthylène, les terpolymères, tel que par exemple le composé d'une chaîne éthylénique avec des groupements fonctionnels d'acrylate de butyle et de glycidyl acrylate de méthyle qui assurent une bonne stabilité au mélange liant bitumineux/polymère, les élastomères et les plastomères permettant une
15 amélioration importante des performances mécaniques. Ces bitumes polymères peuvent être fabriqués selon différents procédés, avantageusement par un mélange physique ou par réticulation. Les bitumes modifiés par des polymères sont définis par la norme NF EN 14023 et le
20 document « guide technique : emploi des liants modifiés, des bitumes spéciaux et des bitumes avec additifs en techniques routières » publié par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées LCPC (ISSN 1151-1516 ISBN 2-7208-7140-4).

Si le liant est modifié par des polymères, la teneur en polymère est
25 avantageusement de 1 à 20% (pourcentage en poids par rapport au poids total du liant).

Dans un mode de réalisation avantageux, le liant est modifié par du SBS (Styrène-Butadiène-Styrène), ou SB (Styrène-Butadiène), ou EVA (Ethylene-Vinyl Acetate).

Le liant hydrocarboné comprend principalement, mais non
30 limitativement, le bitume. Dans le mode de réalisation où le liant est du bitume, la couche 4 d'enrobé est un enrobé bitumineux comprenant des granulats enrobés d'un mastic bitumineux.

Les liants de synthèse sont connus de l'homme du métier. Il s'agit en général de liants obtenus à partir du traitement chimique de bitume. Ils sont parfois également appelés bitumes de synthèse.

Le liant végétal est un liant obtenu à partir d'agro-ressources et/ou
5 des matières végétales. Ce liant peut éventuellement comprendre en outre des polymères (ex : SBS, SB, EVA).

Tout type de liant peut être utilisé, qu'il soit mou ou dur.

La teneur totale en liant est avantageusement de 5 à 12% en poids, par rapport au poids total de l'enrobé.

10

Dans un mode de réalisation, la couche d'enrobé comprend en outre des fibres, minérales ou de synthèse. On entend par « fibres minérales ou fibres de synthèse » des fibres inertes qui peuvent être utilisées en tant qu'additif. A titre d'exemple de fibres minérales, on peut citer la laine de
15 roche. A titre d'exemple de fibres de synthèse, on peut citer les fibres polymères, en particulier les fibres de polyester, ou des fibres de cellulose.

L'utilisation de telles fibres permet d'augmenter la durabilité de la couche d'enrobé. L'utilisation de telles fibres permet également d'augmenter la résistance mécanique de la couche d'enrobé.

20

Les fibres utilisées peuvent être aussi bien des fibres de taille longue que de taille courte.

La teneur en fibres dans la couche d'enrobé varie avantageusement de 0,1 à 1% en poids, plus avantageusement de 0,3 à 0,5% en poids, par rapport au poids total de l'enrobé.

25

Par ailleurs, la formulation granulats/mastic est réglée pour assurer l'étanchéité de ladite couche 4. En particulier, la proportion en mastic par rapport aux quantités de granulats et à leur taille est telle que la couche d'enrobé est étanche ou quasi-étanche. De manière schématique, le mastic
30 sert à colmater des espaces présents dans la couche 4, afin de réduire le pourcentage en vide de la couche, et ainsi en assurer l'étanchéité.

Dans un mode d'application préféré de la couche d'enrobé, une étape de compactage de la couche permet de réduire d'avantage le pourcentage en vide.

Cette propriété d'étanchéité peut se qualifier par une teneur en vide
5 dans la couche 4. La couche d'enrobé, avantageusement après compactage, présente ainsi une teneur en vide inférieure ou égale à 5%.

Plus avantageusement, le pourcentage en vide est inférieur ou égal à 3%, encore plus avantageusement inférieur ou égal à 2%.

La teneur en vide peut être mesurée par des essais de compactage
10 en laboratoire (essais PCG), selon la norme NF EN 12-697-31.

Par ailleurs, une sélection des composants de l'enrobé permet également de réduire la teneur en vide de l'enrobé.

En particulier, une sélection des gravillons, du sable et des fines, sur des critères de forme, de densité et de caractéristiques intrinsèques permet
15 d'optimiser l'arrangement granulaire, c'est-à-dire le squelette formé par l'ensemble des composants hors liant.

Il résulte de cette optimisation du squelette granulaire une faible teneur en vide au cœur de l'enrobé.

Avantageusement, les vides de la couche d'enrobé ne
20 communiquent pas entre eux, c'est-à-dire qu'il n'existe pas de cheminement possible faisant la jonction entre les vides.

Cette propriété interdit donc tout trajet de l'eau à travers l'enrobé, ce qui améliore l'étanchéité de la couche.

La combinaison d'un pourcentage faible en vide avec le fait que ces
25 vides ne communiquent pas entre eux améliore les propriétés d'étanchéité de l'enrobé.

Protection de la structure d'étanchéité

La structure 1 est destinée à être intercalée entre la couche de béton
30 dont elle assure l'étanchéité, et un revêtement 5 de surface servant de couche de roulement.

Le revêtement 5 de surface est la couche la plus exposée de l'édifice, et doit donc présenter des caractéristiques compatibles avec cette utilisation (support du trafic, résistance aux conditions extérieures et climatiques, garantie d'adhérence des usagers, garantie de niveau de bruit
5 de roulement, de confort, de drainabilité, d'esthétique, etc.).

En général, la structure d'étanchéité et le revêtement 5 de surface ont des durées de vie différentes. En particulier, le revêtement 5 de surface perd ses caractéristiques de surface et doit être remplacé avant la structure d'étanchéité. A titre d'exemple, l'ordre de grandeur de la durée de vie du
10 revêtement 5 de surface est de 10 à 15 ans, et de 20 à 30 ans pour la structure d'étanchéité.

Lors du remplacement de revêtement de surface, il faut donc assurer l'intégrité et le non-endommagement de la structure d'étanchéité.

A cet effet, selon un mode de réalisation de l'invention, la couche 4
15 d'enrobé comprend en outre un avertisseur visuel pour un opérateur, afin de permettre une protection de la structure durant des opérations d'entretien.

L'avertisseur visuel permet de faciliter le repérage de la couche 4, en particulier pour les opérations d'entretien d'édifices comprenant la structure
1 selon l'invention. Ainsi, la structure d'étanchéité pourra être préservée
20 intégralement ou quasi-intégralement, et en tout état de cause, la couche 3 bitumineuse étanche est intégralement préservée, même si plusieurs opérations d'entretien sont menées sur l'édifice, ce qui permet de ne pas la changer alors que ses propriétés mécaniques sont encore satisfaisantes.

L'avertisseur visuel peut être interne à la couche 4 d'enrobé ; il est
25 alors avantageusement choisi parmi :

- un pigment 12 de coloration, et/ou
- des granulats colorés, qui peuvent être avantageusement des gravillons colorés et/ou
- un liant de couleur différente du liant utilisé dans le revêtement 5
30 de surface ;

de telle sorte que la couleur de l'avertisseur visuel interne tranche de la couleur du revêtement 5 de surface.

Pour assurer la fonction d'avertisseur visuel, la couleur de l'avertisseur visuel est choisie de sorte à trancher avec la couleur du revêtement 5 de surface, située au-dessus de la couche 4 d'enrobé.

Le liant du revêtement 5 de surface sera le plus souvent un liant bitumineux, le liant de couleur différente sera donc avantageusement un liant de synthèse ou le liant végétal. Si le liant du revêtement 5 de surface est un liant de synthèse ou le liant végétal, le liant de couleur différente sera alors avantageusement un liant bitumineux. En effet, le liant de synthèse et le liant végétal sont translucides en film mince, ce qui permet de trancher avec la couleur foncée du liant bitumineux.

Concernant le pigment de coloration et les granulats colorés, la couleur de ces avertisseurs visuels est choisie de sorte à être aisément visible pour un opérateur, en comparaison avec le revêtement 5 de surface.

Les matériaux classiquement utilisés dans le revêtement 5 de surface ont une couleur grise ou foncée. Par conséquent, des exemples non limitatifs de couleur pour le pigment ou les granulats incluent le rouge ou le blanc, car ils tranchent avec les couleurs des matériaux classiquement utilisées dans le revêtement 5 de surface.

Il est clair que si le revêtement 5 de surface a une couleur plutôt claire, une couleur du pigment ou des granulats servant d'avertisseur visuel est alors une teinte foncée (par exemple, mais non limitativement, le noir).

La teneur en pigment ou en granulats colorés est facilement adaptée par l'homme du métier sur la base de ses connaissances générales, en fonction de l'effet visuel recherché.

Dans le cas où le pigment de coloration présente une couleur rouge, ce pigment de coloration peut être de l'oxyde de fer. Sa teneur dans l'enrobé est adaptée par l'homme du métier en fonction de la coloration recherchée.

Le pigment est incorporé initialement dans le malaxeur avec les granulats, les fines, le liant, et le sable, lors de la phase de fabrication de l'enrobé.

Les granulats sont soit naturellement colorés, soit colorés artificiellement.

On entend par « naturellement colorés » le fait que la couleur de ces granulats provient d'une particularité ayant trait à la géologie de la roche
5 utilisée pour élaborer les granulats. Il s'agit notamment de la teinte naturelle de la roche utilisée pour élaborer ces granulats, ou d'une brillance particulière.

La coloration artificielle des granulats est réalisée par des procédés industriels connus de l'homme du métier.

10 Avantageusement, la couche 4 d'enrobé est colorée dans la masse, c'est-à-dire que le pigment 12 ou les granulats naturellement colorés sont présents dans toute l'épaisseur de la couche 4.

Un avantage des granulats colorés est qu'ils ne nécessitent pas obligatoirement l'ajout d'un pigment dans la couche 4.

15 Dans le cas où un liant de couleur différente du liant utilisé dans le revêtement 5 de surface est utilisé, la fonction « avertisseur » de la couche 4 ne nécessite plus de pigment de coloration ou des granulats colorés, même si des pigments ou des granulats peuvent tout de même être utilisés dans la couche 4.

20 Il est également envisageable de prévoir un avertisseur visuel externe par l'application sur la couche 4 d'enrobé d'une couche superficielle colorée (résine colorée, lait de chaux,...). Dans ce cas, la structure 1 comprend en outre une couche superficielle colorée au-dessus de la couche 4 d'enrobé. Cette couche superficielle présente une épaisseur
25 typiquement inférieure à 1 cm.

La couche 4 d'enrobé a une double fonction : elle protège la couche 3 bitumineuse étanche, et complète l'étanchéité de ladite couche 3. L'association de la couche 4 d'enrobé étanche et de la couche 3
30 bitumineuse étanche permet de produire une structure d'étanchéité robuste et pérenne. La pérennité est notamment obtenue grâce à l'avertisseur visuel présent dans la couche 4 et/ou au-dessus de la couche 4. Ainsi, la structure

d'étanchéité pourra être préservée, en particulier la couche 3 bitumineuse étanche est intégralement préservée, même si plusieurs opérations d'entretien sont menées sur l'édifice, ce qui permet de préserver l'intégrité de la couche 3 bitumineuse étanche et de ne pas la changer tant que ses propriétés mécaniques satisfont aux exigences.

Avantageusement, mais non limitativement, la couche 4 présente une épaisseur comprise entre 2cm et 5cm.

La surépaisseur constituée par la couche 4, et présente au-dessus de la couche 3 bitumineuse, participe également à la protection de ladite couche 3 bitumineuse étanche.

La couche 3 bitumineuse étanche est avantageusement une feuille bitumineuse préfabriquée, ou un liant répandu à chaud, comprenant éventuellement des polymères (SBS, SB, EVA,...).

Une épaisseur typique d'une telle couche 3 bitumineuse, donnée à titre d'exemple, est de 0,5cm.

Dans un mode de réalisation, la couche 3 bitumineuse étanche est une feuille préfabriquée comprenant un bitume modifié par un polymère, en particulier de type styrène-butadiène, avec une armature en non tissé de polyester, et recouverte d'un granulat de protection de granularité comprise entre environ 1 et 3mm. Le procédé d'application est un procédé classique connu de l'homme du métier.

Edifice comprenant la structure d'étanchéité, et procédés d'étanchéité

En Figure 1, on a représenté la structure 1 d'étanchéité utilisée pour assurer l'étanchéité d'une couche 8 de béton d'un édifice.

L'édifice comprend successivement :

- une couche 8 de béton,
- une structure 1 d'étanchéité telle que décrite précédemment,
- et
- un revêtement 5 de surface.

L'édifice comprend éventuellement une couche 6 de liaison, qui est habituellement appelée couche d'accrochage, entre la couche 8 de béton et la structure 1 d'étanchéité, ainsi qu'une couche 7 de liaison entre la structure 1 d'étanchéité et le revêtement 5 de surface.

5 La couche de béton 8 est, par exemple, mais non limitativement, une couche de béton armé ou de béton précontraint, classiquement utilisée dans les édifices de construction. On entend par couche de béton 8 une couche comprenant principalement du béton.

10 La structure 1 d'étanchéité est avantageusement liée à la couche 8 de béton par l'intermédiaire d'une couche 6 de liaison.

Avantageusement, cette couche 6 de liaison comprend un vernis d'imprégnation. Dans un mode de réalisation, ce vernis d'imprégnation est dosé à environ 300g.m^{-2} . Ce dosage est ajusté en fonction de l'état de la couche 8 de béton.

15 La couche 6 de liaison permet à la couche 3 bitumineuse étanche de mieux adhérer à la couche 8 de béton.

De même, on peut insérer une couche 7 de liaison pour augmenter l'adhérence du revêtement 5 de surface à la couche 4 d'enrobé de la structure d'étanchéité 1 (ou à la couche superficielle colorée précitée, et
20 située au-dessus de la couche 4).

Par exemple, la couche 7 de liaison est à base d'une émulsion de bitume.

Le revêtement de surface 5 est en fait la couche ou les couches « utile(s) » de l'édifice, comme par exemple la chaussée d'une route.

25 En général, il s'agit d'une couche de roulement en enrobé bitumineux.

La composition et l'épaisseur du revêtement 5 de surface dépendent de l'utilisation de l'édifice (route, pont, etc.). La composition et l'épaisseur du revêtement 5 sont choisies de manière à répondre aux sollicitations
30 imposées audit revêtement.

On décrira à présent en référence à la Figure 2 un procédé particulier d'étanchéité d'une couche de béton 8 d'un édifice, à partir de la structure d'étanchéité précédemment décrite.

De manière classique, la couche de béton 8 est tout d'abord
5 nettoyée.

Le procédé comprend une étape E1 consistant à déposer une couche de liaison 6 en contact de la couche de béton 8 de l'édifice. Cette couche de liaison 6 est déposée manuellement ou en application mécanisée. Il s'agit d'une couche de liaison 6 telle que décrite
10 précédemment. Cette étape reste optionnelle et dépend de l'utilisation ou non d'une couche de liaison 6.

Une autre étape E2 consiste à déposer une couche 3 bitumineuse étanche en contact de la couche de béton 8, ou le cas échéant, de la couche 6 de liaison. Il s'agit d'une couche 3 bitumineuse étanche telle que
15 précédemment décrite.

La couche 3 bitumineuse étanche peut par exemple être une feuille bitumineuse préfabriquée et conditionnée en rouleaux, ou un liant répandu à chaud, et comprenant éventuellement des polymères (SBS, SB, EVA, ...).

Son application est soit manuelle, soit mécanisée par l'emploi d'une
20 machine de pose automatique, ou d'une répandeuse

Avantageusement, la face inférieure de la couche 3 bitumineuse, tournée vers la couche 8 de béton, est chauffée de façon à souder la couche 3 à la couche de béton 8 via la couche 6 de liaison lorsque celle-ci est présente. Ce soudage à chaud est effectué en pleine surface pour
25 obtenir une adhérence totale. Ce soudage à chaud est généralement effectué à des températures supérieures à 100°C.

Alternativement, la couche 3 est une couche semi-adhérente à la couche de béton 8, via la couche de liaison 6.

Une étape ultérieure E3 consiste à déposer la couche 4 d'enrobé
30 telle que précédemment décrite, au-dessus de la couche 3 bitumineuse étanche.

Selon un aspect avantageux, la couche 4 comprend en outre un avertisseur visuel interne tel que décrit précédemment. Alternativement, ou en complément, une couche superficielle colorée est déposée au-dessus de la couche 4, afin d'assurer la fonction d'avertisseur visuel externe.

5 La couche 4 est déposée, dans la plupart des cas, à l'aide de moyens mécanisés routiers.

La couche 4 est en outre généralement compactée par un compacteur connu de l'homme du métier.

10 Ainsi, le procédé précédemment décrit permet d'assurer une étanchéité de la couche 8 de béton de l'édifice, avec une structure d'étanchéité pérenne et robuste.

Le procédé comprend généralement une étape ultérieure E4 consistant à déposer une couche de liaison 7 au-dessus de la couche 4 d'enrobé, et à déposer un revêtement 5 de surface au-dessus de cette
15 couche de liaison 7. La couche de liaison 7 est toutefois optionnelle.

Le revêtement 5 est un revêtement 5 de surface tel que précédemment décrit.

20 Bien sûr, dans le cas où une couche superficielle colorée a été préalablement déposée en contact de la couche 4 d'enrobé, ladite couche de liaison 7, ou ledit revêtement 5, sont déposés au-dessus de ladite couche superficielle.

Procédés d'entretien

25 L'invention concerne également un procédé d'entretien du revêtement de surface d'un édifice comprenant une structure d'étanchéité selon l'invention.

Comme on le sait, le revêtement de surface s'use au cours du temps, ce qui implique que des opérations d'entretien et/ou de remplacement sont nécessaires.

30 Comme illustré en Figure 3, le procédé comprend une étape S1 consistant à opérer une déconstruction du revêtement 5 de surface de l'édifice. Cette déconstruction peut par exemple être effectuée par des

moyens routiers mécanisés, par exemple à l'aide de machines à tambour rotatif munies de dents, se déplaçant sur la chaussée.

Le procédé comprend en outre une étape S2 consistant à adapter l'opération de déconstruction en cas d'apparition à la surface d'un
5 avertisseur visuel, afin d'éviter un endommagement de la couche 3 bitumineuse étanche, et d'éviter ou de limiter un endommagement de la couche 4 d'enrobé.

Par conséquent, il est possible d'effectuer une pluralité d'opérations d'entretien du revêtement de surface, par exemple au cours de la vie de
10 l'édifice, sans avoir à changer la structure d'étanchéité, ce qui n'était pas possible avec les procédés de l'art antérieur. La couche bitumineuse étanche n'est ainsi pas endommagée, et la couche d'enrobé n'est pas endommagée, ou de manière limitée. L'étanchéité de la structure d'étanchéité est donc préservée.

15 Les procédés de l'art antérieur nécessitent un changement du système d'étanchéité à chaque renouvellement du revêtement de surface, étant donné que le système d'étanchéité n'est pas préservé dans ces procédés.

L'avertisseur visuel interne est avantageusement le pigment 12 de
20 coloration de la couche 4, et/ou les granulats naturellement colorés présents dans la couche 4, et/ou le liant de couleur différente du liant utilisé dans le revêtement 5 de surface, tels que décrits précédemment.

En effet, grâce à l'avertisseur visuel, un opérateur effectuant les opérations de déconstruction du revêtement 5 peut immédiatement et
25 visuellement identifier que la surface de la couche 4 d'enrobé, située à l'interface entre ladite couche 4 et le revêtement 5 (ou entre la dite couche 4 et la couche de liaison 7), a été atteinte.

Par conséquent, l'opérateur peut corriger la hauteur de travail et/ou l'intensité de déconstruction. Ceci permet donc de préserver la couche 3
30 bitumineuse étanche et la couche 4 enrobé.

Alternativement, ou en complément, dans le cas où la structure 1 comprend en outre une couche superficielle colorée au-dessus de la

couche 4 d'enrobé, c'est la couleur de la couche superficielle qui joue le rôle d'avertisseur visuel externe.

Ainsi, il est possible grâce à l'invention d'entretenir et de changer le revêtement sans avoir à changer la couche 4 ni la couche 3 bitumineuse
5 étanche.

De plus, comme le comprend l'homme du métier, la couche 4 constitue une surépaisseur au-dessus de la couche 3, ce qui la protège durant les opérations d'entretien.

Ceci permet en outre d'obtenir une épaisseur élevée dédiée à
10 l'étanchéité.

Exemples de réalisation

Dans cet exemple, la couche d'enrobé comprend (les pourcentages
15 sont en poids, par rapport au poids total de la couche d'enrobé) :

- diorite, de taille comprise entre 2 et 6 mm : 24,5 %
- diorite, de taille comprise entre 0 et 2 mm : 62,7%
- fillers, de taille inférieure à une soixantaine de microns : 1,0%
- oxyde de fer : 2,7%
- 20 - liant (par exemple du Styrelf 13/40): 9,1%.

Cette couche présente les performances mécaniques suivantes (norme NF EN 12697-12, méthode A) :

ITSD(kPa)	1003
ITSW(kPa)	1000
ITSR %	99,7

ITSD Indirect Tensile Strength Dry (résistance en traction indirecte pour les éprouvettes
25 conservées à l'air)

ITSW Indirect Tensile Strength Water (résistance en traction indirecte pour les éprouvettes conservées à l'eau)

ITSR Indirect Tensile Strength Ratio (égal au quotient ITSW/ITSD)

En outre, la teneur en vide de la couche d'enrobé est, à l'essai PCG (presse à cisaillement giratoire) (20 girations), de 2,4%.

Le déposant dispose également de photographies couleur (ces
5 photographies ne sont pas annexées, car elles seraient illisibles en noir et blanc) d'un exemple de réalisation d'une structure d'étanchéité selon l'invention, dans laquelle les vides de la couche d'enrobé sont visibles. Dans ces photographies, les vides sont quasiment inexistantes et ne communiquent pas entre eux.

10

L'invention présente de nombreux avantages. Elle permet d'assurer la pérennité de l'étanchéité, au cours de plusieurs séquences d'entretien (renouvellement de la ou des couches du revêtement 5 de surface).

Grâce à l'invention, le coût des opérations d'entretien de l'édifice sont
15 réduits. La durée d'indisponibilité de l'édifice pour les usagers est réduite, puisque la structure d'étanchéité est pérenne et robuste.

Enfin, on notera que l'invention peut s'appliquer à de nombreux ouvrages en béton, de manière simple et efficace, aussi bien en travaux neufs, qu'en cours de vie des édifices.

REVENDEICATIONS

1. Structure (1) d'étanchéité, adaptée pour assurer l'étanchéité d'une couche de béton, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement:
 - une couche (3) bitumineuse étanche, et, au-dessus,
 - une couche (4) d'enrobé, comprenant des granulats enrobés d'un mastic, présentant des propriétés d'étanchéité.

2. Structure (1) selon la revendication 1, dans laquelle la couche (3) bitumineuse étanche est composée d'une feuille bitumineuse préfabriquée ou d'un liant bitumineux.

3. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, dans laquelle la teneur en vide de l'enrobé est inférieure ou égale à 5% de vides.

4. Structure (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle le mastic comprend un liant hydrocarboné.

5. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle la couche (4) d'enrobé comprend en outre un avertisseur visuel interne pour un opérateur, afin de permettre une protection de la structure durant des opérations d'entretien.

6. Structure selon la revendication 5, dans laquelle l'avertisseur visuel interne est choisi parmi :
 - un pigment (12) de coloration dans la couche d'enrobé, et/ou
 - des granulats colorés, et/ou
 - un liant de couleur différente du liant utilisé dans le revêtement 5 de surface ;de telle sorte que la couleur de l'avertisseur visuel interne tranche de la couleur du revêtement 5 de surface.

7. Structure (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant en outre un avertisseur visuel externe en une couche superficielle colorée au-dessus de la couche (4) d'enrobé.

8. Structure (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle la couche (4) d'enrobé a une épaisseur comprise entre 2cm et 5cm.

9. Structure (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle les granulats de la couche (4) d'enrobé ont une taille comprise entre 0 et 10mm.

10. Structure (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle les granulats de la couche (4) d'enrobé ont une taille comprise entre 0 et 8 mm.

11. Structure (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle les granulats de la couche (4) d'enrobé ont une taille comprise entre 0 et 6 mm.

12. Structure d'édifice comprenant successivement :

- une couche (8) de béton,
- une structure (1) d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, et
- un revêtement (5) de surface.

13. Procédé d'étanchéité d'une couche de béton (8) d'un édifice, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

- déposer (E2) une couche (3) bitumineuse étanche au-dessus de la couche (8) de béton,
- déposer (E3), au-dessus la couche (3) bitumineuse étanche, une couche (4) d'enrobé, ladite couche (4) d'enrobé comprenant des granulats enrobés d'un mastic,

- déposer (E5) un revêtement (5) de surface au-dessus de la couche (4) d'enrobé.

14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel la couche (4) d'enrobé comprend un avertisseur visuel pour un opérateur, choisi parmi :

- un pigment (12) de coloration dans la couche d'enrobé, et/ou
- des granulats colorés, et/ou
- un liant de couleur différente du liant utilisé dans le revêtement 5 de surface ;

de telle sorte que la couleur de l'avertisseur visuel interne tranche de la couleur du revêtement 5 de surface.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 13 à 14, comprenant l'étape consistant à déposer une couche superficielle colorée au-dessus de la couche d'enrobé (4), cette couche superficielle servant d'avertisseur visuel externe pour un opérateur.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, dans lequel la couche (3) bitumineuse étanche est déposée :

- par soudage à chaud en pleine surface, ou
- par dépôt en semi-adhérence, ou
- par répandage à chaud d'un liant bitumineux.

17. Procédé d'entretien d'une structure d'édifice selon la revendication 12, dans lequel :

la couche (4) d'enrobé comprend un avertisseur visuel interne pour un opérateur, choisi parmi un pigment (12) de coloration dans la couche d'enrobé, et/ou des granulats colorés, et/ou un liant de couleur différente du liant utilisé dans le revêtement (5) de surface, et/ou

une couche superficielle colorée est présente au-dessus de la couche d'enrobé (4), cette couche superficielle servant d'avertisseur visuel externe pour un opérateur,

ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

- opérer une déconstruction du revêtement (5) de surface de l'édifice, et
- adapter l'opération de déconstruction en cas d'apparition à la surface de l'avertisseur visuel,

afin d'éviter un endommagement de la couche (3) bitumineuse étanche et d'éviter ou limiter un endommagement de la couche (4) d'enrobé.

18. Procédé selon la revendication 17, comprenant les étapes consistant à opérer, au cours de la vie de ladite structure d'édifice, une pluralité d'opérations de renouvellement du revêtement (5) de surface sans endommager la couche (3) bitumineuse étanche et sans endommager ou en limitant l'endommagement de la couche (4) d'enrobé, permettant ainsi de préserver l'étanchéité de la structure (1) d'étanchéité.

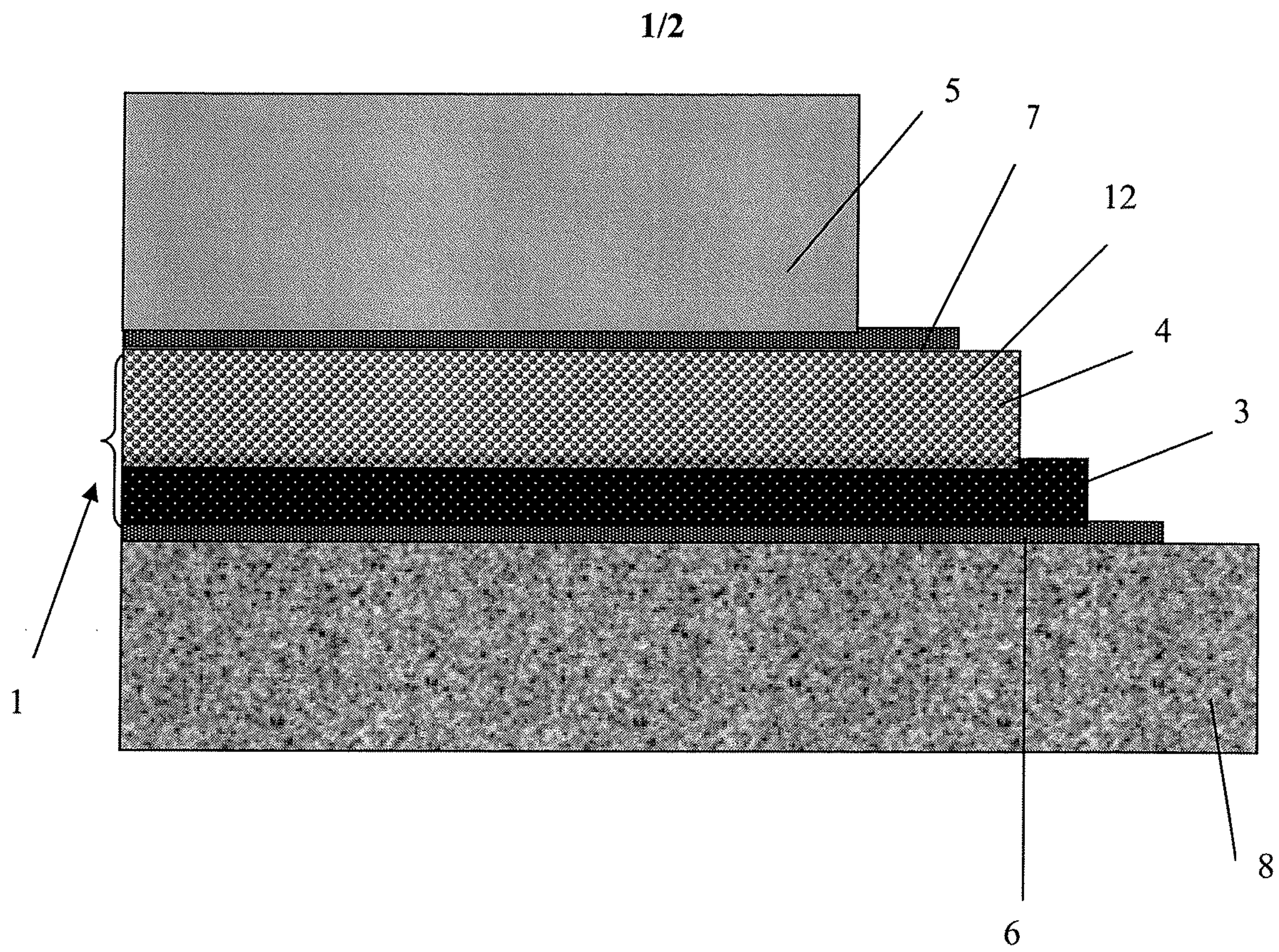


FIG. 1

2/2

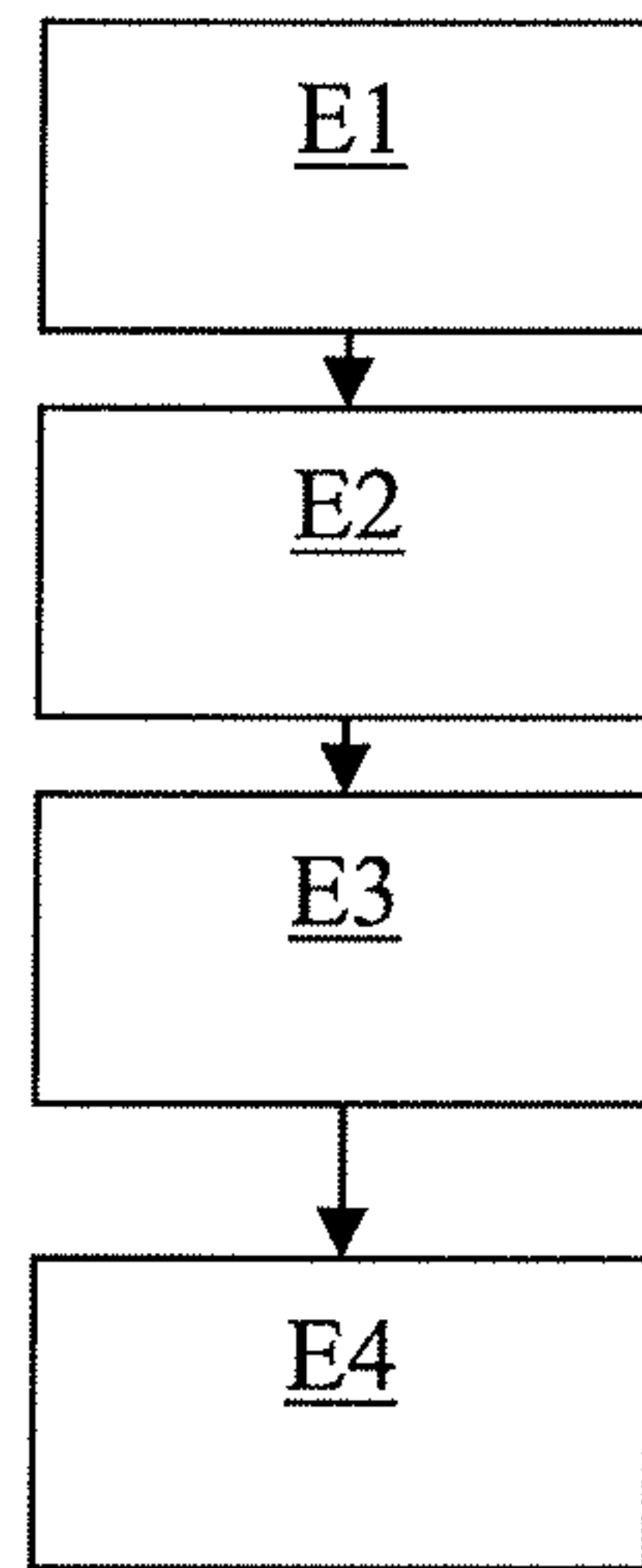


FIG. 2

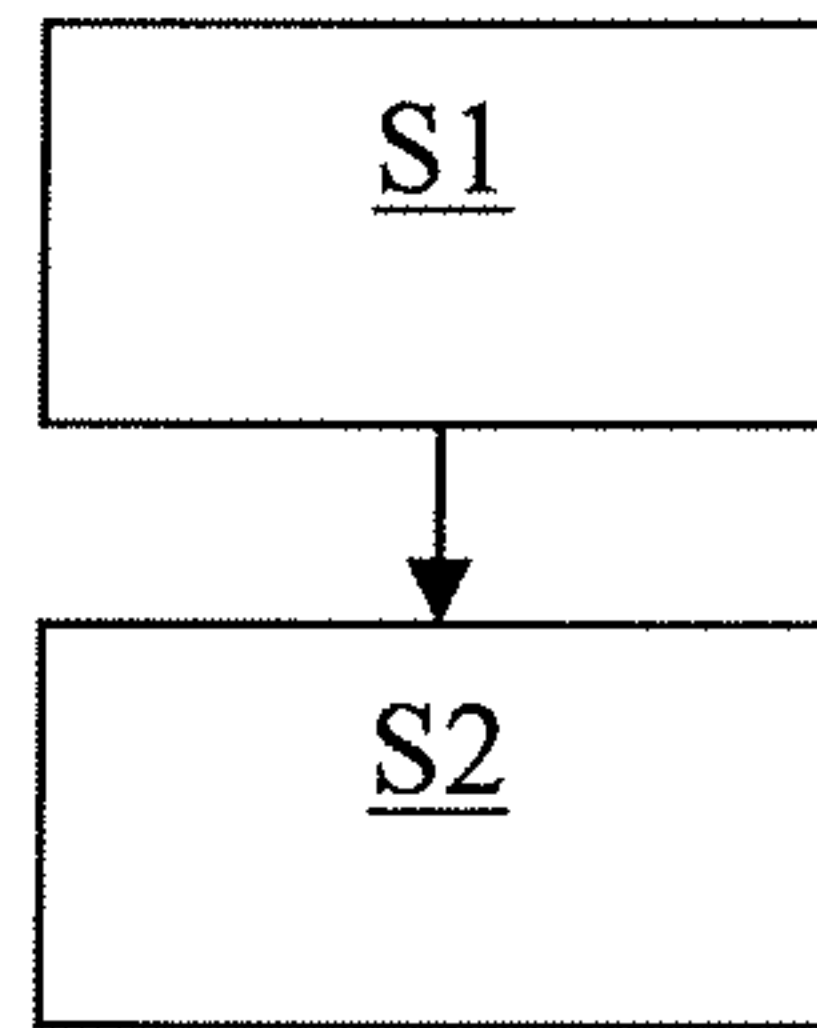


FIG. 3

