



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**18.11.2020 Bulletin 2020/47**

(51) Int Cl.:  
**E01C 11/26** <sup>(2006.01)</sup> **E01C 17/00** <sup>(2006.01)</sup>  
**E01C 7/14** <sup>(2006.01)</sup> **E01C 7/18** <sup>(2006.01)</sup>  
**F21S 8/02** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Numéro de dépôt: **20174611.2**

(22) Date de dépôt: **14.05.2020**

(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**

(71) Demandeur: **Eiffage Infrastructures**  
**78140 Vélizy-Villacoublay (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **GEISLER, Fabien**  
**69340 Francheville (FR)**  
• **OLARD, François**  
**69006 Lyon (FR)**

(30) Priorité: **15.05.2019 FR 1905063**

(74) Mandataire: **Plasseraud IP**  
**66, rue de la Chaussée d'Antin**  
**75440 Paris Cedex 09 (FR)**

(54) **CHAUSSÉE A INTERFACE CONDUCTRICE, SON PROCEDE DE CONSTRUCTION ET UN PROCEDE DE CHAUFFAGE DE CETTE CHAUSSÉE**

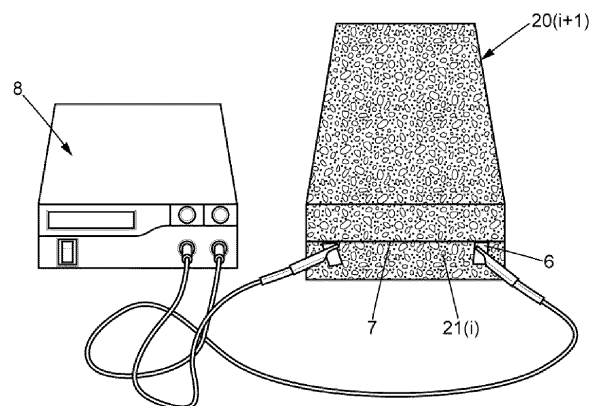
(57) Le but de l'invention est de fournir une chaussée comprenant au moins une interface conductrice améliorée notamment en vue de pouvoir la chauffer.

À cette fin, l'invention concerne une chaussée caractérisée en ce qu'elle comprend:

- au moins une couche supérieure 20(i+1) de roulement,
- au moins une couche inférieure 21(i),
- au moins un film (7) conducteur disposé à l'interface de la couche supérieure (i+1) et de la couche inférieure (i), ce film étant à base de polyaniline protonée/oxydée à l'aide d'au moins un dopant, de préférence au moins un dopant macromonomère et, plus préférentiellement encore au moins un dopant macromonomère contenant des fonctions multisulfoniques acides, multi phosphoniques acides ou multicarboxyliques acides séparées par un tenseur souple, hydrophile et ajustable, ce film étant interposé entre la couche supérieure et la couche inférieure et;
- au moins 2 bornes électriques (6);
- au moins une source d'énergie électrique (8) à laquelle peuvent être reliées les bornes électriques.

L'invention concerne également un procédé de construction et un procédé de chauffage de cette chaussée à interface conductrice.

[Fig. 2]



**FIG. 2**

**Description****Domaine de l'invention**

- 5 **[0001]** L'invention relève du domaine de la construction des routes, des pistes d'aéroports, des trottoirs, des structures ferroviaires, des plates-formes industrielles ou autres voies de circulation qui pourraient trouver avantage à être conductrices d'électricité et avoir ainsi une source d'énergie intégrée.
- [0002]** En particulier, l'invention se rapporte à une chaussée comprenant au moins une interface conductrice pouvant dissiper de l'énergie par effet Joule et ainsi chauffer de manière à faire fondre la neige, la glace, le verglas, le givre...,
- 10 **[0003]** L'invention a également pour objet un procédé de construction d'une telle chaussée conductrice, ainsi qu'un procédé de chauffage de cette dernière, aux fins de la maintenir hors gel et donc de la rendre moins glissante.
- [0004]** L'invention se rapporte également à une chaussée conductrice pouvant alimenter des systèmes électriques intégrés ou non dans la chaussée. En particulier l'alimentation de systèmes d'éclairage, de capteurs ou d'éléments de
- 15 communication de l'infrastructure routière avec les véhicules autonomes et/ou communicants, ou avec encore une plateforme de supervision de cette même infrastructure.

**Arrière-plan technologique de l'invention**

- 20 **[0005]** La viabilité hivernale est un enjeu majeur en termes sanitaires, économiques et de sécurité routière. De nombreux accidents sont en effet en partie liés pendant cette période aux chaussées glissantes du fait de la neige, du verglas, du givre, de la pluie.
- [0006]** L'épandage de fondants routiers sur les routes est actuellement la solution la plus généralement répandue. Ceci a bien évidemment des impacts économique et écologique.
- 25 **[0007]** WO2010059169 décrit des routes dont la couche de roulement est constituée par un béton qui comprend des matériaux conducteurs tels que des particules de carbone et de graphite ainsi que 2 électrodes noyées dans le béton. Cette proposition antérieure est très consommatrice d'énergie électrique et très coûteuse à la construction.
- [0008]** US8540455 divulgue des chaussées comprenant une couche de surface incorporant une grande concentration de particules métalliques divisées, qui permettent d'améliorer la conduction de la chaleur produite par des résistances
- 30 métalliques chauffantes contenues dans cette couche de surface.

**Objectifs de l'invention**

- [0009]** Dans ce contexte, l'invention vise à satisfaire au moins l'un des objectifs suivants :
- 35
- Fournir des chaussées qui soient électriquement conductrices, c'est-à-dire qui comprennent au moins un élément électriquement conducteur et qui soient à faible coût de revient ;
  - Fournir des chaussées électriquement conductrices qui soient faciles à construire, faciles à entretenir et finalement propres à être facilement recyclées ;
  - 40 - Fournir des chaussées électriquement conductrices qui fournissent de l'énergie électrique exploitable aisément, économiquement et de façon performante, notamment pour le chauffage des chaussées ou l'alimentation électrique (éclairage des chaussées notamment) ou encore l'auto-diagnostic ;
  - Fournir des chaussées électriquement conductrices offrant des résistances électriques élevées, de manière pérenne ;
  - 45 - Fournir des chaussées électriquement conductrices dotées d'une bonne transmissibilité thermique au moins dans les couches de roulement ;
  - Fournir des chaussées électriquement conductrices dont la variation de résistance électrique sous sollicitation extérieures (trafic et/ou climat) permet l'évaluation du niveau de déformation à l'interface des couches de chaussées, dans une optique d'auto-diagnostic ;
  - 50 - Fournir un procédé simple et économique de construction de chaussées électriquement conductrices ;
  - Fournir un procédé fiable, performant et peu énergivore de chauffage d'une chaussée permettant d'éliminer de la surface de celle-ci les éléments glissants que sont la glace, le verglas, le givre, la neige, l'eau ou à anticiper et prévenir ces aléas.

**Brève description de l'invention**

- [0010]** A cet effet, selon un premier aspect, l'invention propose une chaussée caractérisée en ce qu'elle comprend :

- \* au moins une couche supérieure (i+1) ;
- \* au moins une couche inférieure (i) avec i entier supérieur ou égal à 1 ;
- \* au moins une interface entre ces couches (i) et (i + 1), ladite interface comprenant au moins un film conducteur, de préférence à base de polyaniline modifiée -avantageusement protonée/oxydée- à l'aide d'au moins un dopant, de préférence au moins un dopant macromonomère et, plus préférentiellement encore au moins un dopant macromonomère contenant des fonctions multisulfoniques acides, multi phosphoniques acides ou multicarboxyliques acides séparées par un tenseur souple, hydrophile et ajustable, ce film étant interposé entre la couche supérieure (i+1) et la couche inférieure (i) et ;
- \* au moins 2 bornes électriques connectées au film conducteur ;
- \* au moins une source d'énergie électrique à laquelle peuvent être reliées les bornes électriques.

**[0011]** Dès lors que les bornes sont reliées à une alimentation électrique, le film conducteur est une source de chaleur permettant de chauffer la chaussée et/ou une source d'énergie électrique destinée notamment à des éléments d'éclairages ou de signalisation (par exemple des balises de signalisation encastrées dans le revêtement de la chaussée) ou encore des capteurs intégrés dans la chaussée.

**[0012]** On dispose ainsi de manière simple, d'une chaussée conductrice performante et ce, de manière pérenne assurant plusieurs fonctions (route chauffante, route auto-éclairée, route auto-diagnostiquée).

**[0013]** Selon un deuxième aspect, l'invention concerne un procédé de construction de la chaussée selon l'invention qui comprend :

- \* au moins une couche supérieure (i+1) ;
  - \* au moins une couche inférieure (i) avec (i) entier supérieur ou égal à 1 ;
  - \* au moins une interface entre ces couches (i) et (i + 1), ladite interface comprenant au moins un film conducteur ;
- caractérisé en ce qu'il consiste essentiellement à :

- (a) prévoir et/ou préparer un support pour la chaussée ;
  - (b) préparer et/ou réaliser au moins une couche inférieure (i) ;
  - (c) réaliser au moins une interface ;
  - (d) réaliser au moins une couche supérieure (i+1) ;
- l'étape (c) comprenant :

(c.1.) éventuellement, l'application d'une couche d'accrochage sur la surface de la couche inférieure (i) ;  
 (c.2.1) la mise en place, sur la couche inférieure (i) ou sur la couche d'accrochage, de bornes électriques, de préférence constituées par des éléments conducteurs, avantageusement formés par des bandes ou des fils, préférentiellement parallèles, et, plus préférentiellement encore séparés par une distance D comprise entre 10 cm et 350 cm ;

(c.3) l'application d'au moins un film conducteur, de préférence à base de polyaniline protonée/oxydée à l'aide d'au moins un dopant, sur la surface de la couche inférieure (i), éventuellement revêtue d'au moins une couche d'accrochage ;

(c.4) le séchage du film conducteur ;

(c.2.2) en complément ou en substitution à l'étape (c.2.1), la mise en place, sur le film conducteur, de bornes électriques, de préférence constituées par des éléments conducteurs, avantageusement formés par des bandes ou des fils, préférentiellement parallèles, et, plus préférentiellement encore séparés par une distance D comprise entre 10 cm et 350 cm ;

(c.5) éventuellement, l'application d'au moins une couche d'accrochage sur le film conducteur équipé des bornes électriques.

**[0014]** Selon un troisième aspect, l'invention concerne un procédé de chauffage d'une chaussée selon l'invention, ou d'une chaussée construite par le procédé selon l'invention, caractérisé en ce que l'on choisit une source d'énergie électrique appropriée, on connecte les bornes électriques du film conducteur à cette source d'énergie électrique, on applique un courant électrique au film conducteur pour chauffer le film conducteur et, par conduction thermique, la couche de roulement, de manière à la maintenir hors gel ou à faire fondre la neige, la glace, le verglas ou le givre éventuellement présent à la surface de la chaussée, et on pilote l'alimentation électrique, selon les conditions climatiques.

**[0015]** La chaussée et les procédés suivant l'invention contribuent de façon significative à l'amélioration de la praticabilité hivernale des chaussées automobiles, portuaires, aéroportuaires ou des trottoirs, pour leurs usagers (piétons, deux roues, automobiles, poids-lourds, avions, etc.) et de leurs gestionnaires. Ils mettent aussi à disposition une chaussée conductrice dotée d'une source d'énergie électrique intégrée, qui offre la possibilité de branchement d'éléments fonctionnant à l'électricité et susceptibles de faciliter l'usage de la chaussée, par exemple de capteurs ou des lampes de

signalisation intégrés dans ladite chaussée ou encore des éléments de communication avec le véhicule à délégation partielle de conduite.

## Brève description des dessins

**[0016]** Cette description est faite en référence aux figures annexées illustrant des exemples de réalisation non limitatifs, et dans lesquelles :

### Fig. 1

[Fig. 1] la figure 1 est une vue en coupe et en perspective d'une chaussée susceptible d'intégrer les caractéristiques suivant l'invention ;

### Fig. 2

[Fig. 2] la figure 2 est une vue d'un échantillon de la chaussée à interface conductrice selon l'invention ;

### Fig. 3

[Fig. 3] la figure 3 montre l'étape (a) de préparation de l'échantillon de la figure 2, étape dans laquelle la couche inférieure (i) qui peut être une couche d'assise une couche de base ou une couche de liaison, est encore vierge ;

### Fig. 4

[Fig. 4] la figure 4 montre l'étape qui suit celle de la figure 3 et lors de laquelle les bornes électriques sont mises en place ;

### Fig. 5

[Fig. 5] la figure 5 montre l'étape qui suit celle de la figure 4 et lors de laquelle un film de peinture conductrice est appliqué ;

### Fig. 6

[Fig. 6] la figure 6 montre l'étape qui suit celle de la figure 5 et lors de laquelle une couche d'accrochage est déposée ;

### Fig. 7

[Fig. 7] la figure 7 montre l'étape qui suit celle de la figure 6 et lors de laquelle la couche supérieure est solidarisée au reste de l'échantillon de chaussée ;

### Fig. 8

[Fig. 8] la figure 8 est un histogramme donnant la résistance électrique en ohms des échantillons des figures 5, 6 et 7 ;

### Fig. 9

[Fig. 9] la figure 9 montre des courbes d'évolution de la température en °C en fonction du temps pour 2 échantillons selon la figure 7, l'un de ceux-ci ayant été obtenu avec un enrobé à chaud à 150°C pour former la couche supérieure, l'autre échantillon avec un enrobé à chaud à 120°C pour former la couche supérieure ;

### Fig. 10

[Fig. 10] la figure 10 est un histogramme montrant l'élévation de température en °C obtenue pour un échantillon selon la figure 7 placée dans une enceinte frigorifique à 1°C, pour différentes puissances électriques par unité de surface ;

### Fig. 11

[Fig. 11] la figure 11 montre un carottage effectué dans un échantillon selon la figure 7 ;

### Fig. 12

[Fig. 12] la figure 12 montre la mise en place d'une lampe dans le carottage de la figure 11.

### Fig. 13

[Fig. 13] la figure 13 montre la mise en place d'une lampe dans le carottage de la figure 11.

### Fig. 14

[Fig. 14] la figure 14 représente un mode de réalisation des bornes de l'interface conductrice correspondant à un

montage électrique en série.

#### Fig. 15

[Fig. 15] la figure 15 représente un mode de réalisation des bornes de l'interface conductrice correspondant à un montage électrique en parallèle.

### Description détaillée de l'invention

#### Chaussée conductrice

**[0017]** La chaussée selon l'invention peut être du type de celle représentée sur la figure 1 dans laquelle la chaussée 1 comprend, de la surface vers le sol, des couches de surface 2, des couches d'assise 3 et une plate-forme support de chaussée 4.

**[0018]** Les couches de surface 2 sont la couche de roulement 20 et la couche de liaison 21.

**[0019]** Les couches d'assise 3 sont la couche de base 30 et la couche de fondation 31.

**[0020]** La plate-forme support de chaussée 4 comprend la couche de forme 40 et le sol support 41. Un accotement 5 borde cette chaussée 1.

**[0021]** La couche supérieure (i+1) de la chaussée conductrice suivant l'invention est, de préférence, la couche de roulement 20(i+1).

**[0022]** La couche inférieure (i) de cette chaussée conductrice peut-être, avantageusement, une couche de liaison 21 ou une couche d'assise 3 (couche de base 30 ou couche de fondation 31) voire une couche de forme ou le sol support, de préférence une couche de liaison 21(i). Par ailleurs, la chaussée 1 selon l'invention possède au moins l'une des singularités suivantes :

C1. la chaussée a une structure choisie dans le groupe comprenant : les structures souples, les structures bitumineuses épaisses, les structures assises traitées aux liant hydrauliques, les structures mixtes, les structures en béton ciment ;

C2. les couches de roulement sont choisies dans le groupe comprenant : les bétons bitumineux (en particulier les bétons bitumineux semi grenu BBSG ; les bétons bitumineux minces ou très minces BBM ou BBTM ; les bétons bitumineux ultra mince BBUM ; les bétons bitumineux à module élevé BBME ; les "Stone Mastic Asphalt SMA" ; bétons bitumineux pour chaussées aéronautiques BBA), les enduits superficiels, les enrobés bitumineux coulés à chaud ou à froid, les asphaltes routiers, les revêtements en béton de ciment ;

C3. les couches de liaison sont choisies dans le groupe comprenant les enrobés bitumineux (en particulier les bétons bitumineux semi grenu BBSG, les enrobés à module élevé EME, les Graves Bitumes GB, voire les BBM ou BBTM ou les sables enrobés) ou les matériaux traités au liant hydraulique MTLH ;

C4. les combinaisons de ces singularités.

**[0023]** Dans un mode préféré de réalisation, la ou les couches de roulement sont des enrobés bitumineux et, plus particulièrement encore, des enrobés chauds ou tièdes.

**[0024]** La chaussée conductrice 1 selon l'invention comporte également, comme montré sur la figure 2, au moins 2 bornes électriques 6, avantageusement constituées par des bandes et/ou des fils conducteurs, en contact avec le film polymère conducteur 7 (revêtement de surface de l'échantillon de la figure 5) et au moins une source d'énergie électrique 8.

**[0025]** Ces bandes et/ou fils conducteurs 6, e.g. en cuivre, sont de préférence parallèles (figure 4). Ces bandes et/ou fils conducteurs 6 sont, avantageusement, espacés d'une distance D comprise entre 5 et 1.500 cm, de préférence entre 10 et 350 cm ou encore entre 20 et 60 cm.

**[0026]** L'une des bandes et/ou fils conducteurs 6 d'une paire de bandes et/ou fils, est reliée à l'une des bornes de la source d'énergie électrique 8, et l'autre bande et/ou fil conducteur 6 à une autre borne de la source 8. Ces liaisons électriques sont assurées par des câbles électriques 80.

**[0027]** Pour alimenter tout ou partie de la chaussée, ces bandes peuvent être positionnées de manière à réaliser un montage électrique en série (Figure 14) ou en dérivation (Figure 15). Dans le mode de réalisation de la figure 14, le système est alimenté par du triphasé. Sont donc représentées 3 subdivisions successives et alignées S1, S2, S3, comportant chacune X rubans 70 de film conducteur 7 parallèles entre eux et parallèles à la direction de la chaussée.

**[0028]** Dans chaque ruban 70 sont inclus 2 bandes conductrices parallèles 6, dont les extrémités 61, 62 sont disposées aux extrémités du ruban 70 et forment des extrémités de contact électrique. Pour chaque ruban 70 de la subdivision S1, l'une des extrémités de contact 61 est reliée chacune à l'une des bornes de la source électrique 8, tandis que l'autre extrémité de contact 62 est reliée à l'extrémité de contact 61 du ruban 70 adjacent est coaxiale, de la subdivision S2. L'extrémité de contact 62 du ruban 70 adjacent de S2 est reliée à l'extrémité de contact 61 du ruban 70 correspondant

de la 3<sup>e</sup> subdivision S3. L'extrémité de contact 62 du ruban 70 S3 est quant à elle reliée à l'autre borne de la source électrique 8. Chaque ruban 70 a une longueur Lb et une largeur lb. 1T est la largeur totale des subdivisions successives et alignées S1, S2 ou S3, et LT est la longueur totale des subdivisions successives et alignées S1, S2, S3.

**[0029]** UPh et IPh sont respectivement la tension de phase et l'intensité de phase.

**[0030]** Dans le mode de réalisation de la figure 15, également alimenté avec du triphasé, sont représentées 3 subdivisions successives et alignées S10, S20, S30, comportant chacune X rubans 70 de film conducteur 7 parallèles entre eux et orthogonaux à la direction de la chaussée.

**[0031]** Dans chaque ruban 70 sont inclus 2 bandes conductrices parallèles 6, dont les extrémités 61, 62 sont disposées aux extrémités du ruban 70 et forment des extrémités de contact électrique reliée chacune à l'un des bornes de la source électrique 8 par des câbles électriques 80.

**[0032]** Chaque ruban 70 a une longueur Lb et une largeur lb. 1T est la largeur totale des subdivisions successives et alignées S10, S20 ou S30, et LT est la longueur totale des subdivisions successives et alignées S10, S20 ou S30.

**[0033]** UPh et IPh sont respectivement la tension de phase et l'intensité de phase.

**[0034]** S'agissant des dimensions de ces bandes conductrices 6, elles dépendent de la surface de chaussée à équiper, du choix du montage électrique en série ou en dérivation et du nombre N de subdivisions de surface de chaussée électrique composée de rubans 70 de longueur Lb et de largeur lb et de l'espacement éventuel entre ces subdivisions S1 à N, avec N égal 3 dans les modes de réalisation des figures 14 et 15.

**[0035]** Dans le cas où la chaussée conductrice 1 a vocation à être une chaussée chauffante, le générateur d'énergie électrique 8 est, par exemple, un générateur de courant ou de tension d'une puissance de 10 à 1000 W/m<sup>2</sup>, de préférence de 50 à 500 W/m<sup>2</sup> et plus particulièrement entre 100 W/m<sup>2</sup> et 350 W/m<sup>2</sup>. Les mètres carrés dont il s'agit dans l'expression de cette puissance électrique, sont ceux de la surface du film conducteur 7 composant l'interface de la chaussée selon l'invention.

**[0036]** Dans le cas où la chaussée conductrice 1 a vocation à être une chaussée apte à alimenter des systèmes électriques tels que des lampes, des capteurs, ou des éléments de communication entre la chaussée et des véhicules et/ou d'autres sites, le générateur d'énergie électrique 8 est, par exemple, un générateur de tension d'une puissance de 1 à 200 W/m<sup>2</sup>, de préférence de 5 à 50 W/m<sup>2</sup>.

**[0037]** Les paramètres électriques (la tension de phase U en volts, le courant de phase I en ampères et la puissance P en kVA) du générateur 8, sont les suivants -dans un ordre croissant de préférence - :

$0 \leq P \leq 3\,000$  ;  $0.15 \leq P \leq 1\,000$  ;  $20 \leq P \leq 500$  ;

**[0038]** Cas série (figure 14) :

$0 \leq U \leq 3\,850$  ;  $5 \leq U \leq 2\,750$  ;  $250 \leq U \leq 1\,650$  ;

$0 \leq I \leq 450$  ;  $16 \leq I \leq 200$  ;  $45 \leq I \leq 180$  ;

**[0039]** Cas parallèle (figure 15) :

$0 \leq U \leq 750$  ;  $27 \leq U \leq 350$  ;  $80 \leq U \leq 300$  ;

$0 \leq I \leq 2310$  ;  $3 \leq I \leq 1\,650$  ;  $150 \leq I \leq 970$  ;

**[0040]** Sur une possibilité de l'invention, la chaussée 1 comprend au moins une couche d'accrochage 9, au moins partiellement en contact avec au moins l'une des faces du film conducteur 7; cette couche d'accrochage étant obtenue à partir d'au moins une colle.

**[0041]** Cette colle peut-être :

- une émulsion bitumineuse, dont le pH est inférieur ou égal à 8 de préférence à 7 et, plus préférentiellement encore, compris entre 2 et 4 ;
- ou une autre colle différente d'une émulsion bitumineuse, de préférence choisie parmi les colles ou résines époxydes, acryliques, cyano-acryliques, les polyesters, les polyuréthanes thermoplastiques, ou les géotextiles enduits de ces matériaux.

**[0042]** L'émulsion bitumineuse est une émulsion aqueuse de bitume (par exemple entre 25 et 60% en poids d'eau et le plus souvent entre 35 % et 45 %). À titre d'exemple, le liant de cette émulsion aqueuse de bitume peut être un liant végétal, e.g. : Recytal® commercialisée par la société Eiffage.

**[0043]** Cette couche de colle permet l'adhésion de la couche supérieure 20(i+1) sur la couche inférieure 21(i), pourvue des bandes conductrices 6 et revêtue du film conducteur 7. L'échantillon obtenu est montré sur la figure 7.

**[0044]** Cette couche d'accrochage 9 est la couche superficielle de l'échantillon de la figure 6.

**[0045]** Suivant une caractéristique particulière de la chaussée 1 selon l'invention, l'épaisseur totale de la ou des couches supérieure(s) (i+1) [20 sur la figure 1], au-dessus du film conducteur 7 est inférieure ou égale à 15 cm, préfé-

rentiellement inférieure ou égale à 10 cm, et, encore plus préférentiellement, comprise entre 1,5 et 6 cm.

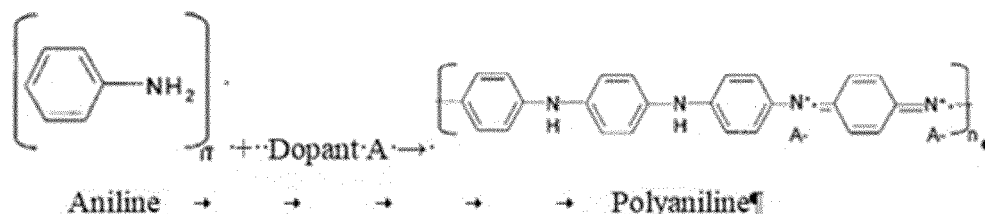
#### Film conducteur 7

**[0046]** Conformément à l'invention, ce film conducteur 7 est, de préférence, à base de polyaniline protonée/oxydée à l'aide d'au moins un dopant, de préférence au moins un dopant macromonomère et, plus préférentiellement encore au moins un dopant macromonomère contenant des fonctions multisulfoniques acides, multiphosphoniques acides ou multicarboxyliques acides séparées par un tenseur souple, hydrophile et ajustable.

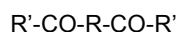
**[0047]** Cette polyaniline dopée est obtenue par polymérisation de l'aniline en présence d'au moins un dopant, et, éventuellement, d'autres additifs tels que des plastifiants, les surfactants des liants ou encore des colorants.

**[0048]** La réaction s'opère en présence d'eau et d'oxydant est la suivante :

[Chem. 1]



**[0049]** De préférence, le dopant de la polyaniline est défini par la formule suivante :



dans laquelle :

R est un radical hydrosoluble, souple, ajustable et présente un caractère surfactant, R étant de préférence une diamine primaire ou secondaire de formule:  $[-NH-(CH_2)_x-NH-]_n$ ; x et

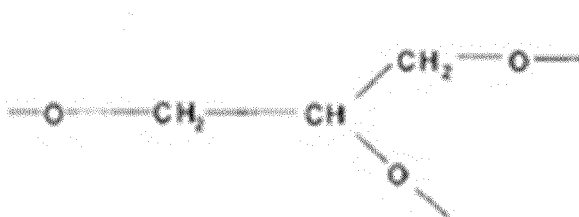
n étant des nombres entiers il variant de préférence entre 1 et 5 et n variant de préférence entre 1 et 20,

ou un polyéthylène glycol de formule:  $-O-(CH_2O-)_n$ ; n étant un nombre entier de préférence compris entre 1 et 20, et, plus préférentiellement encore entre 1 et 14 ;

ou un polyéthylène oxyde de formule:  $-O-(CH_2CH_2O-)_n$ ; n étant un nombre entier de préférence compris entre 1 et 20, et, plus préférentiellement encore entre 1 et 14 ;

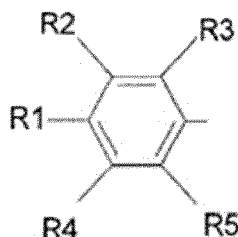
ou un dérivé de glycérol de formule

[Chem. 2]



R' est un alcane associé à un groupement acide de préférence de formule:  $-CH_2-Ro$  dans laquelle Ro représente  $-SO_3H$ ,  $-PO_3H_2$  ou  $-COOH$ , ou au moins un cycle aromatique contenant au moins un groupement acide, de préférence de formule :

[Chem. 3]



- R1 représente  $\text{SO}_3\text{H}$ ,  $\text{PO}_3\text{H}_2$  ou  $\text{COOH}$ ,
- R2 représente H, OH,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x$  ( $x=0,1,2,3 \dots$ ),  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_3\text{H}$ , Cl ou Br,
- R3 représente H, OH,  $\text{SO}_3\text{H}$ , Cl ou Br,
- R4 représente H, OH,  $\text{SO}_3\text{H}$ , Cl ou Br, et
- R5 représente H, OH ou  $\text{SO}_3\text{H}$ .

**[0050]** La demande de brevet français FR 2880350A1 contient d'autres détails descriptifs de cette polyaniline dopée.

**[0051]** Sur une caractéristique intéressante, le film conducteur 7 est obtenu par application d'une peinture dont le taux du dépôt, en matière sèche, est compris entre 100 et 2000 g/m<sup>2</sup>, de préférence entre 750 et 1300 g/m<sup>2</sup>.

**[0052]** Avantagusement, cette peinture possède au moins l'une des caractéristiques suivantes:

- une résistivité électrique volumique comprise entre 0,01 et 1 ohm.cm, de préférence entre 0,01 et 0,5 ohm.cm, et, plus préférentiellement encore entre 0,02 et 0,05 ohm.cm ;
- une viscosité en centipoises cP selon ISO 2555 25°C (20 tr/min, M 62) comprise entre 100 et 10.000 cP, de préférence entre 500 et 5.000 cP, et, plus préférentiellement encore entre 2.500 et 4.500 cP ;
- un extrait massique en % compris entre 10 et 60, de préférence entre 20 et 50, et, plus préférentiellement encore entre 25 et 45.

**[0053]** Il peut s'agir par exemple d'une peinture du type de celles commercialisées par la société RESCOLL.

**[0054]** Dans un mode de réalisation particulier, la chaussée (1) comprend des accessoires électriques. Cette chaussée 1 conductrice est par ailleurs susceptible d'alimenter en électricité ces accessoires 12 ; ces derniers étant de préférence choisis dans le groupe comprenant -idéalement constitué de- : lampes d'éclairage, signaux lumineux, capteurs, éléments de communication entre la chaussée et l'extérieur, avantagusement les véhicules circulant sur cette chaussée et/ou des systèmes délocalisés par rapport à cette chaussée. Les lampes d'éclairage permettent d'améliorer la visibilité. Les signaux lumineux qui peuvent être des balises constituées, par exemple, par des lampes LEDs, sont des moyens d'alerte et de guidage pour des passages dangereux tels que les virages.

**[0055]** Les capteurs peuvent être des capteurs de température, d'humidité ambiante, de présence d'eau ou de glace sur la chaussée, de vitesse des véhicules, de présence des véhicules en sens inverse...

**[0056]** Les éléments de communication peuvent être des radars pédagogiques, des balises de transmission de données issues de la chaussée de son environnement et/ou de réception de données issues de systèmes délocalisés de contrôle et de commande, par exemple pour la signalisation routière.

**[0057]** Dans un autre mode de réalisation particulier, la chaussée 1 comporte des perforations 9 qui s'étendent au-delà du film conducteur, sur au moins une partie de la couche supérieure 20(i+1) et dans lesquelles apparaît tout au long de la section du film conducteur, une zone de contact électrique 77, sur laquelle il est possible de connecter un élément fonctionnant à l'électricité, de préférence une lampe d'éclairage 12.

**[0058]** Les figures 11 à 13 illustrent ce mode de réalisation. La figure 11 montre un échantillon de chaussée de la figure 7, dans lequel a été creusé un carottage 9 cylindrique. Sur la section du film conducteur 7, en regard de la lumière du carottage 9, un revêtement 77 a été déposé sur toute la circonférence de la paroi intérieure du carottage 9, sur une hauteur de plusieurs centimètres. Ce revêtement 77 constitue une zone de contact électrique qui peut être connectée aux bornes 10 et 11 d'une lampe 12, par l'intermédiaire d'un manchon conducteur 13.

**[0059]** Ce revêtement 77 est, de préférence, de même nature que le film conducteur 7, à savoir de la polyaniline dopée telle que décrite ci-avant.

**[0060]** Cette utilisation de la chaussée conductrice 1 comme moyen d'alimentation d'éléments électriques, tels que des plots d'éclairage 12 est, sans conteste, porteur de perspectives d'avenir en termes de signalisation/sécurisation des infrastructures routières.

**[0061]** Il doit par ailleurs être relevé que la chaussée selon l'invention peut être avantageuse en ce qu'elle présente au moins l'une des singularités suivantes :

C1. la chaussée (1) a une structure choisie dans le groupe comprenant : les structures souples, les structures



bitumineuses épaisses, les structures assises traitées aux liant hydrauliques, les structures mixtes, les structures en béton ciment ;

C2. la couche supérieure 20(i+1) comprend une couche de roulement, de préférence, choisie dans le groupe comprenant : les bétons bitumineux, les enduits superficiels, les enrobés coulés à chaud ou à froid, les revêtements en béton de ciment ;

C3. la couche inférieure 21 (i) comprend une couche de liaison, de préférence, choisie dans le groupe comprenant : les bitumes, les bitumes fluidifiés, les émulsions de bitume ;

C4. les combinaisons de ces singularités.

#### Procédé de construction de la chaussée selon l'invention

**[0062]** Comme indiqué ci-dessus, ce procédé de construction d'une chaussée comprenant :

\* au moins une couche supérieure (i+1) ;

\* au moins une couche inférieure (i) avec (i) entier supérieur ou égal à 1 ;

\* au moins une interface entre ces couches (i) et (i + 1), ladite interface comprenant au moins un film conducteur ; consiste essentiellement à :

- (a) prévoir et/ou préparer un support pour la chaussée ;
  - (b) préparer et/ou réaliser au moins une couche inférieure (i) ;
  - (c) réaliser au moins une interface ;
  - (d) réaliser au moins une couche supérieure (i+1) ;
- l'étape (c) comprenant :

(c.1.) éventuellement, l'application d'au moins une couche d'accrochage sur la surface de la couche inférieure (i) ;

(c.2.1) la mise en place, sur la couche inférieure (i) ou sur la couche d'accrochage d'un film conducteur, de bornes électriques de préférence constituées par des éléments conducteurs, avantageusement formés par des bandes ou des fils, préférablement parallèles, et, plus préférablement encore séparés par une distance D comprise entre 10 cm et 350 cm ;

(c.3) l'application d'au moins un film conducteur, de préférence à base de polyaniline protonée/oxydée à l'aide d'au moins un dopant, sur la surface de la couche inférieure (i) éventuellement revêtue d'au moins une couche d'accrochage ;

(c.4) le séchage du film conducteur ;

(c.2.2) en complément ou en substitution à l'étape (c.2.1), la mise en place, sur le film conducteur, de bornes électriques, de préférence constituées par des éléments conducteurs, avantageusement formés par des bandes ou des fils, préférablement parallèles, et, plus préférablement encore séparés par une distance D comprise entre 10 cm et 350 cm ;

(c.5) éventuellement, l'application d'au moins une couche d'accrochage sur le film conducteur équipé des bornes électriques.

**[0063]** Concernant l'étape (a), le support sur lequel est construit la ou les couches inférieures (i) et la ou les couches supérieures (i+1) entre lesquelles sont insérées une ou plusieurs interfaces conductrices, peut être notamment de 3 types:

- 1- le support est une route préexistante dont la couche de roulement devient couche inférieure (i) au sens de l'invention ;
- 2- le support est une route préexistante ayant subi un rabotage et/ou un fraisage ;
- 3- le support est une plate-forme issue par exemple de travaux de terrassement et sur laquelle sont réalisées e.g. des couches de fondation telle que des couches d'assise, lesquelles sont éventuellement surmontées d'une ou plusieurs couches de liaison, également recouvertes d'une ou plusieurs couches de roulement.

**[0064]** Ces différentes couches sont la ou les couches inférieures (i) et la ou les couches supérieures (i+1) entre lesquelles sont insérées une ou plusieurs interfaces conductrices. Ces réalisations sont conventionnelles dans le domaine de la construction routière. Il n'est donc pas nécessaire de s'étendre plus avant à ce propos.

**[0065]** Selon une possibilité de l'invention, une étape facultative de lissage peut précéder l'application du film conducteur d'interface (étape c3), ou le cas échéant, l'application du film d'accrochage selon l'étape (c1). Le lissage vise à modifier l'état de surface de la couche inférieure 21(i) par exemple en mettant en œuvre une abrasion, un sablage, un hydro-décapage ou un rabotage superficiel.

**[0066]** L'accrochage (c1),(c4) consiste en l'application par aspersion d'une couche d'émulsion bitumineuse.

**[0067]** L'application (c3) du film conducteur sur la couche inférieure est réalisée, de préférence, par mise en œuvre d'une peinture déposée à la raclette ou par aspersion, idéalement avec le même matériel que la couche d'accrochage.

**[0068]** Les taux de dépôt varient selon l'état de surface de la couche inférieure 21(i) et selon les caractéristiques physico-chimiques et électriques du liquide ou de la peinture à partir de laquelle est obtenu le film conducteur 7. Le taux de dépôt peut, par exemple, être compris entre 800 et 1 200 g/m<sup>2</sup>.

**[0069]** Le séchage (c4) est effectué dans l'atmosphère ambiante. La durée de séchage est, par exemple, inférieure ou égale à 24 heures, à une température ambiante de 20°C.

**[0070]** La mise en place (c.2.1)(c2.2) des bandes conductrices 6 est effectuée conformément aux spécifications requises, selon les caractéristiques de la chaussée.

**[0071]** Le procédé selon l'invention est également caractérisé par l'une au moins des singularités C1 à C5 de la chaussée mentionnées ci-avant.

**[0072]** Selon une variante de ce procédé, on transforme la chaussée 1 selon l'invention en source d'énergie électrique, en mettant en œuvre les étapes suivantes :

- on perce la chaussée 1, les perforations 9 ainsi obtenues s'étendant au-delà du film 7 conducteur sur au moins une partie d'au moins une couche supérieure (i+1) de la chaussée 1 et dans lesquelles apparaît, sur la section du film 7 conducteur, une zone de contact électrique 77 ;
- éventuellement on applique, sur cette section, une bande 77 de film conducteur débordant de part et d'autre de la section ;
- on connecte sur cette zone de contact électrique 77, un élément 12 fonctionnant à l'électricité, de préférence une lampe d'éclairage.

#### Procédé de chauffage de la chaussée selon l'invention

**[0073]** Ainsi, l'invention consiste-t-elle également à chauffer la chaussée en mettant en œuvre la source d'énergie électrique 6, en connectant celle-ci aux bornes électriques du film 7 conducteur, et en appliquant un courant électrique au film conducteur, afin de chauffer celui-ci par effet joule et de chauffer également, par conduction thermique, la ou les couches supérieures, de préférence, comprenant la couche de roulement disposées au-dessus de ce film 7 conducteur.

**[0074]** Cette élévation de température provoque l'élimination ou prévient le dépôt de neige, de glace, de verglas, de givre éventuellement d'eau, à la surface de la chaussée.

**[0075]** Un tel procédé de sécurisation routière est pilotable à distance, selon les conditions climatiques.

#### Utilisation de la chaussée selon l'invention comme source d'énergie électrique

**[0076]** L'invention concerne également un procédé consistant à utiliser la chaussée conductrice telle que définie dans le présent exposé, comme une source d'énergie électrique pour différents accessoires électriques, de préférence choisis dans le groupe comprenant - idéalement constitué de- : lampes d'éclairage, signaux lumineux, capteurs, éléments de communication entre la chaussée et l'extérieur, avantageusement les véhicules circulant sur cette chaussée et/ou des systèmes délocalisés par rapport à cette chaussée.

### Exemples

#### .1. Matériaux

##### .1.a. Peintures chauffantes

**[0077]** 1 kg de peinture chauffante a été fourni par Rescoll. Cette peinture possède les caractéristiques suivantes :

- Résistivité électrique volumique : 0.25 ohm.cm
- Extrait sec massique : 33%
- Couleur : Noire
- Viscosité 3500 cP selon ISO 2555 à 25 °C (20tr/min, M62)
- Référence : ECH 160855\_211

##### .1.b. Enrobés bitumineux

**[0078]** Les enrobés sont obtenus selon les formules suivantes :

## EP 3 739 120 A1

BB 0/10 Saint Just Malmont

- 5
- Graviillon 6/10 : 37%
  - Graviillon 4/6 : 20.60%
  - Sable 0/4 : 33%
  - Filler : 4%
  - Bitume 50/70 : 5.4% Pourcentage de vide visé 7.0%
- De référence : EN o17-301

10 BBSG 3 0/10

- Graviillon 6/10 : 45.5%
  - Graviillon 4/6 : 11%
  - Sable 0/4 : 34%
  - Filer : 4.1%
  - Bitume 50/70 : 5.4% ou bitume 70/120
- Pourcentage de vide visé 8%

### 1.c. Emulsion de bitume

20

**[0079]** Pour la couche d'accrochage, l'émulsion bitumineuse suivante a été utilisée:

1<sup>ère</sup> émulsion : Actimul R 69%

- 25
- 70/100 BP LAVERA : 69%
  - Eau : 30.45%
  - Rediote EN24 : 0.2%
  - HCl 33% : 0,15%
  - CaCl<sub>2</sub> : 0.2%
- 30 Le pH de la solution est de 3,1 à 25°C

Deuxième émulsion

- 35
- 160/220 BP LAVERA 65%
  - Eau 33,8%
  - Stabiran MS8 1,0%
  - CaCl<sub>2</sub> 0,2%
- Le pH est de 6.8 à 25°C

### 40 2. Matériels

#### 2.a. Barre d'enduction

**[0080]** La peinture est appliquée sur la plaque et étalée au moyen d'une barre.

45 **[0081]** Une barre d'enduction d'une longueur de 420 mm et de longueur utile de 210 mm. La barre d'enduction réalise un dépôt de 225 µm d'épaisseur. (Réf fournisseur : KCC101)

#### 2.b. Générateur de tension

50 **[0082]** Un générateur de tension a été fourni par RESCOLL. VOLTcraft HPS - 16010

- 1 - 60 V : la tension est réglable sur le générateur
- 0 - 10 A : le générateur fournit la tension en fonction du montage.
- Puissance max : 600 W

55

#### 2.c. Electrodes

**[0083]** Les bandes conductrices 6 sont des électrodes 3M 1194, de caractéristiques spécifiques :

- Matériaux : Cuivre
- Epaisseur : 0.04 mm
- Largeur : 12.5 mm

### 5 .3. Échantillons

**[0084]** Couche inférieure 21(i) et couche supérieure 20(i+1) : plaque d'enrobé bitumineux de 40 × 60 cm et de surface égale à 0,24 m<sup>2</sup>.

### 10 .4. Méthodologie

**[0085]** Les échantillons montrés sur les figures 2 à 7 ont été obtenus par mise en œuvre des étapes suivantes :

- dépôt de peinture sur la plaque d'enrobé couche inférieure 21(i)
- 15 - ajout d'une couche émulsion à l'aide d'un pinceau
- collage de la plaque d'enrobé couche supérieure 20(i+1)

### .5. Mesures

20 .5.1. On mesure avec un ohmmètre a résistance électrique en ohms avant émulsion :

**[0086]** échantillon figure 5 ; Avant enrobé chaud : échantillon figure 6 ; Après enrobé chaud : échantillon figure 7.

**[0087]** La figure 8 montre une forte évolution de la résistance, avec un optimum pour l'échantillon selon l'invention.

25 .5.2.

**[0088]** On mesure l'évolution de la température avec des thermocouples ou au moyen d'un pistolet infrarouge suite à l'application d'une puissance électrique de 45 W constante, à un échantillon selon la figure 7, obtenu avec un enrobé bitumineux à chaud à 150°C pour la couche supérieure 20(i+1) et un échantillon selon la figure 7, obtenu avec un enrobé bitumineux à chaud à 120°C pour la couche supérieure 20(i+1).

**[0089]** Comme cela apparaît sur la figure 9, la température cure progresse bien de 22°C à 30°C en 85 minutes, quelle que soit la température d'enrobé. .5.3.

**[0090]** On mesure l'évolution de la température avec des thermocouples ou au moyen d'un pistolet infrarouge d'un échantillon selon la figure 7 soumis à une puissance électrique, respectivement, de 330, 506, 1302 W/m<sup>2</sup>. Cet échantillon est placé dans une enceinte frigorifique réglée à 1° C pour simuler des conditions hivernales.

**[0091]** La figure 10 montre que le système selon l'invention est efficace en conditions extrêmes de température. Les élévations de température constatée sont suffisantes pour obtenir la fonte de la neige, la glace, de verglas, du givre, voire l'élaboration de l'eau.

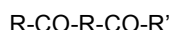
### 40 Revendications

1. Chaussée (1) **caractérisée en ce qu'elle** comprend :

- 45 \* au moins une couche (20) supérieure (i+1) ;
- \* au moins une couche (21) inférieure (i) avec i entier supérieur ou égal à 1 ;
- \* au moins une interface entre ces couches (20)(i) et (21)(i+1), ladite interface comprenant au moins un film conducteur (7), de préférence, à base de polyaniline modifiée - avantageusement protonée/oxydée- à l'aide d'au moins un dopant, de préférence au moins un dopant macromonomère et, plus préférentiellement encore
- 50 au moins un dopant macromonomère contenant des fonctions multisulfoniques acides, multi phosphoniques acides ou multicarboxyliques acides séparées par un tenseur souple, hydrophile et ajustable, ce film (7) étant interposé entre la couche (20) supérieure (i+1) et la couche (21) inférieure (i) et ;
- \* au moins 2 bornes électriques (6) connectées au film (7) conducteur ;
- \* au moins une source (8) d'énergie électrique à laquelle peuvent être reliées les bornes électriques (6).

2. Chaussée (1) selon la revendication 1 **caractérisée en ce que** les bornes (6) en contact avec le film (7) conducteur, sont des éléments conducteurs, avantageusement formés par des bandes et/ou des fils, préférentiellement parallèles, et, plus préférentiellement encore séparés par une distance D comprise entre 10 cm et 350 cm.

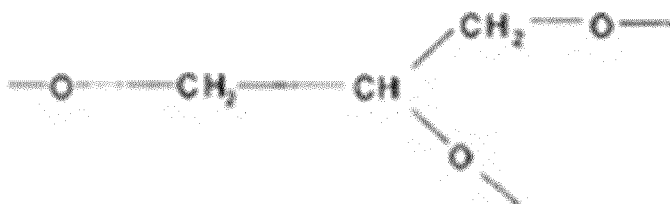
3. Chaussée (1) selon la revendication 1 ou 2 **caractérisée en ce que** le dopant de la polyaniline est défini par la formule suivante :



dans laquelle :

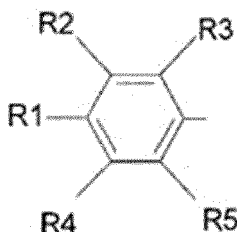
R est un radical hydrosoluble, souple, ajustable et présente un caractère surfactant, R étant de préférence une diamine primaire ou secondaire de formule:  $-[NH-(CH_2)_x-NH-]_n-$  ; x et n étant des nombres entiers il variant de préférence entre 1 et 5 et n variant de préférence entre 1 et 20, ou un polyéthylène glycol de formule :  $-O-(CH_2O-)_n-$  ; n étant un nombre entier de préférence compris entre 1 et 20, et, plus préférentiellement encore entre 1 et 14; ou un polyéthylène oxyde de formule :  $-O-(CH_2CH_2O-)_n-$  ; n étant un nombre entier de préférence compris entre 1 et 20, et, plus préférentiellement encore entre 1 et 14; ou un dérivé de glycérol de formule

[Chem. 2]



R' est un alcane associé à un groupement acide de préférence de formule de formule :  $-CH_2-Ro$  dans laquelle Ro représente  $SO_3H$ ,  $PO_3H_2$  ou  $COOH$ , ou au moins un cycle aromatique contenant au moins un groupement acide, de préférence de formule :

[Chem. 3]



- R1 représente  $SO_3H$ ,  $PO_3H_2$  ou  $COOH$ ,
- R2 représente H, OH,  $CH_3(CH_2)_x$  ( $x=0,1,2,3$ ),  $NO_2$ ,  $SO_3H$ , Cl ou Br,
- R3 représente H, OH,  $SO_3H$ , Cl ou Br,
- R4 représente H, OH,  $SO_3H$ , Cl ou Br, et
- R5 représente H, OH ou  $SO_3H$ .

4. Chaussée (1) selon l'une au moins des revendications précédentes **caractérisée en ce qu'elle** comprend au moins une couche d'accrochage (9) au moins partiellement en contact avec au moins l'une des faces du film (7) conducteur; cette couche d'accrochage (9) étant obtenue à partir d'au moins une colle.
5. Chaussée (1) selon l'une au moins des revendications précédentes **caractérisée en ce que** le film (7) conducteur est obtenu par application d'une peinture dont le taux du dépôt, en matière sèche, est compris entre 100 et 2000 g/m<sup>2</sup>, de préférence entre 750 et 1300 g/m<sup>2</sup>
6. Chaussée (1) selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comporte des

perforations (9) qui s'étendent au-delà du film (7) conducteur, sur au moins une partie de la couche inférieure 21(i) et dans lesquelles apparaît, sur la section du film (7) conducteur, une zone (77) de contact électrique sur laquelle il est possible de connecter un élément (12) fonctionnant à l'électricité, de préférence une lampe (12) d'éclairage.

7. Chaussée (1) selon l'une au moins des revendications précédentes **caractérisée en ce qu'elle** comprend des accessoires électriques (12) et **en ce qu'elle** est susceptible d'alimenter en électricité ces accessoires (12); ces derniers étant de préférence choisis dans le groupe comprenant -idéalement constitué de- : lampes d'éclairage, signaux lumineux, de capteurs, éléments de communication entre la chaussée et l'extérieur, avantageusement les véhicules circulant sur cette chaussée et/ou des systèmes délocalisés par rapport à cette chaussée.

8. Chaussée (1) selon l'une au moins des revendications précédentes **caractérisée par** au moins l'une des singularités suivantes :

C1. la chaussée (1) a une structure choisie dans le groupe comprenant : les structures souples, les structures bitumineuses épaisses, les structures assises traitées aux liant hydrauliques, les structures mixtes, les structures en béton ciment ;

C2. la ou les couches supérieures 20(i+1) comprend/comprennent une couche de roulement, de préférence, choisie/choisies dans le groupe comprenant les bétons bitumineux, les enduits superficiels, les enrobés coulés à chaud ou à froid, les revêtements en béton de ciment ;

C3. la ou les couches inférieures 21 (i) comprend/comprennent une couche de liaison, de préférence, choisie/choisies dans le groupe comprenant : les bitumes, les bitumes fluidifiés, les émulsions de bitume;

C4. les combinaisons de ces singularités.

9. Procédé de construction de la chaussée (1) selon l'une au moins des revendications 1 à 8, cette chaussée comprenant :

\* au moins une couche (20) supérieure (i+1) ;

\* au moins une couche (21) inférieure (i) avec (i) entier supérieur ou égal à 1 ;

\* au moins une interface entre ces couches (i) et (i+1), ladite interface comprenant au moins un film (7) conducteur,

**caractérisé en ce qu'il** consiste essentiellement à :

- (a) prévoir et/ou préparer un support pour la chaussée (1) ;

- (b) préparer et/ou réaliser au moins une couche (21) inférieure (i) ;

- (c) réaliser au moins une interface (7) ;

- (d) réaliser au moins une couche (20) supérieure (i+1) ;

l'étape (c) comprenant :

(c.1.) éventuellement, l'application d'au moins une couche d'accrochage (9) sur la surface de la couche (21) inférieure (i) ;

(c.2.1) la mise en place, sur la couche inférieure ou sur la couche d'accrochage, de bornes (6) électriques, de préférence constituées par des éléments conducteurs, avantageusement formés par des bandes ou des fils, préférentiellement parallèles, et, plus préférentiellement encore séparés par une distance D comprise entre 10 cm et 350 cm ;

(c.3) l'application d'au moins un film (7) conducteur, de préférence à base de polyaniline protonée/oxydée à l'aide d'au moins un dopant, sur la surface de la couche inférieure (i) éventuellement revêtue d'au moins une couche d'accrochage (9) ;

(c.4) le séchage du film (7) conducteur ;

(c.2.2) en complément ou en substitution à l'étape (c.2.1), la mise en place, sur le film (7) conducteur, de bornes électriques (6), de préférence constituées par des éléments conducteurs, avantageusement formés par des bandes et/ou des fils, préférentiellement parallèles, et, plus préférentiellement encore séparés par une distance D comprise entre 10 cm et 350 cm ;

(c.5) éventuellement, l'application d'au moins une couche d'accrochage sur le film (7) conducteur équipé des bornes électriques (6).

10. Procédé selon la revendication 9 **caractérisé en ce que** l'application du film (7) conducteur selon l'étape (c.2) par mise en œuvre d'une peinture déposée à la racle ou par aspersion.

11. Procédé selon la revendication 9 ou 10 de construction d'une chaussée (1) selon la revendication 6 ou 7 **caractérisé en ce que**

- on perce la chaussée (1), les perforations (9) ainsi obtenues, s'étendant au-delà du film (7) conducteur sur au moins une partie d'au moins une couche inférieure (21)(i) et dans lesquelles apparaît, sur la section du film (7) conducteur, une zone (77) de contact électrique,
- éventuellement, on applique, sur cette section, une bande de film conducteur débordant de part et d'autre de la section ;
- on connecte sur cette zone (77) de contact électrique, un élément fonctionnant à l'électricité, de préférence une lampe d'éclairage (12), un capteur ou un élément de communication entre l'infrastructure et le véhicule empruntant cette infrastructure.

12. Procédé de chauffage d'une chaussée (1) selon l'une au moins des revendications 1 à 8, ou d'une chaussée (1) construite par le procédé selon l'une au moins des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** l'on choisit une source d'énergie électrique appropriée, on connecte les bornes électriques (6) du film (7) conducteur à cette source (8) d'énergie électrique, on applique un courant électrique au film (7) conducteur pour chauffer le film (7) conducteur et, par conduction thermique, la ou les couches supérieures 20(i+1), de préférence comprenant la couche de roulement, de manière à faire fondre la neige, la glace, le verglas ou le givre éventuellement présent à la surface de la chaussée, et on pilote l'alimentation électrique selon les conditions climatiques.

[Fig. 1]

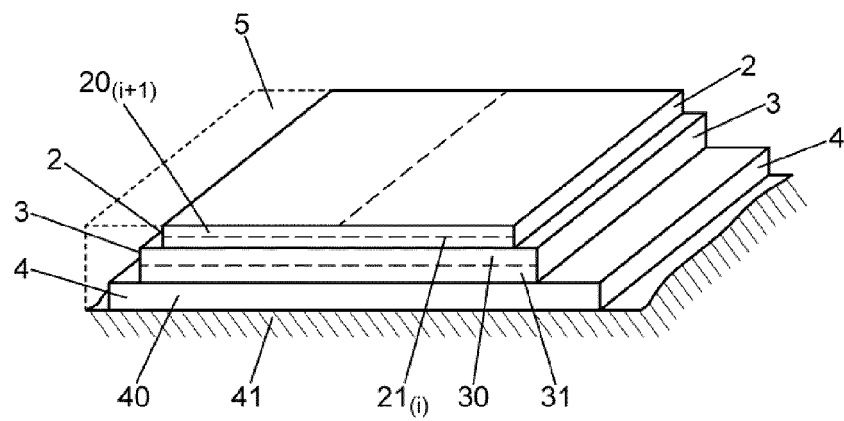


FIG. 1

[Fig. 2]

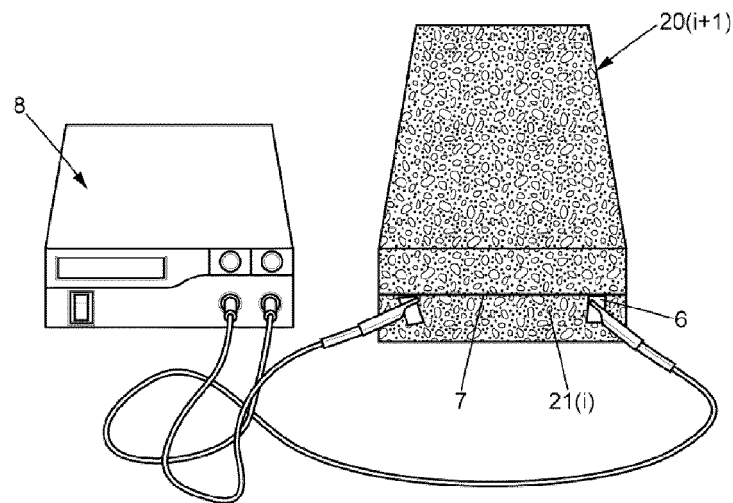


FIG. 2

[Fig. 3]

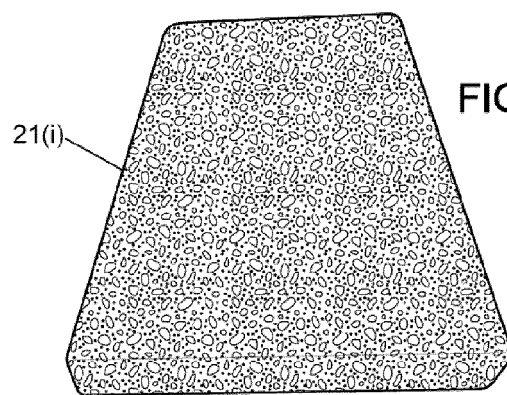
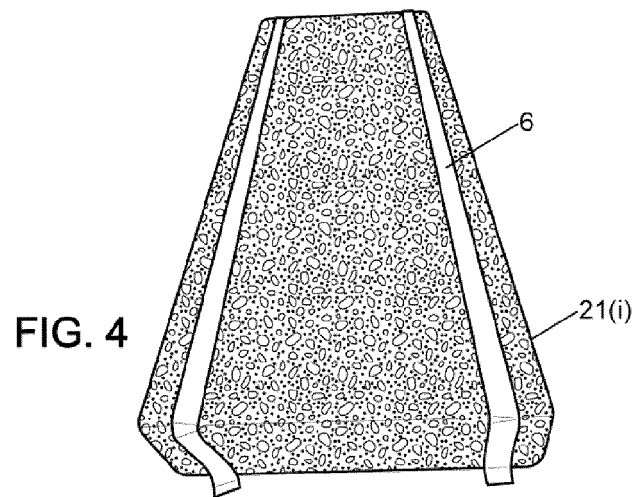


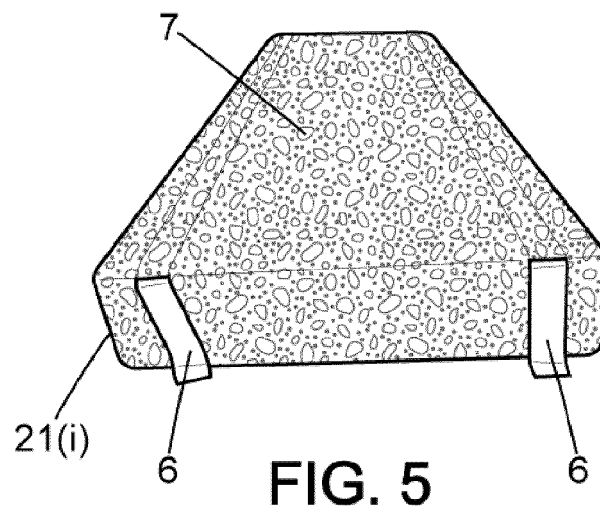
FIG. 3

[Fig. 4]

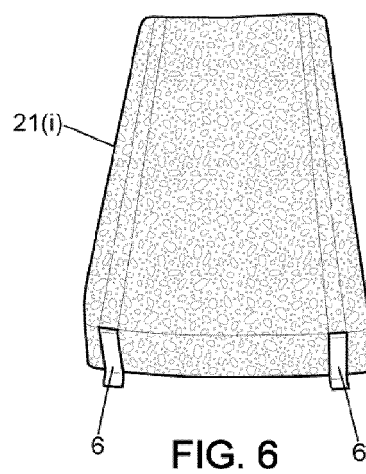




[Fig. 5]

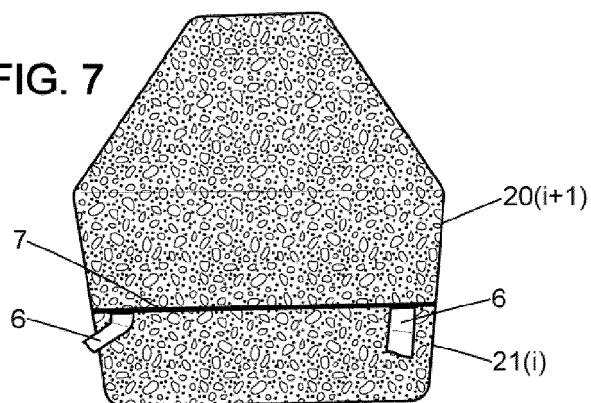


[Fig. 6]



[Fig. 7]

FIG. 7



[Fig. 8]

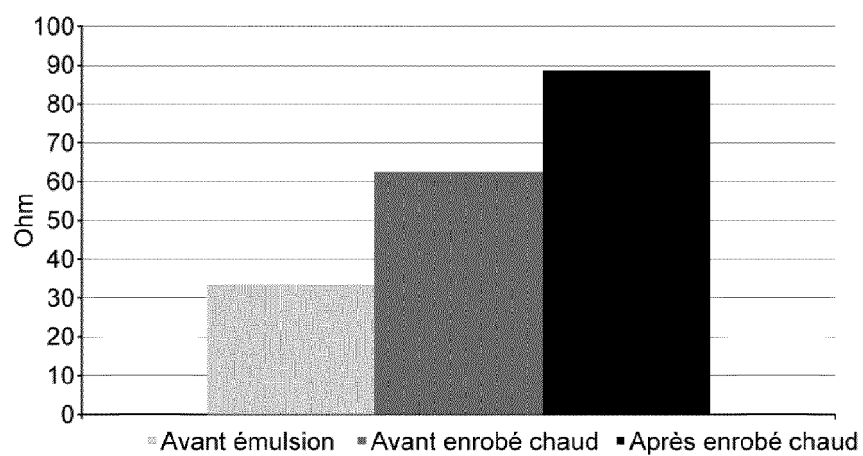


FIG. 8

[Fig. 9]

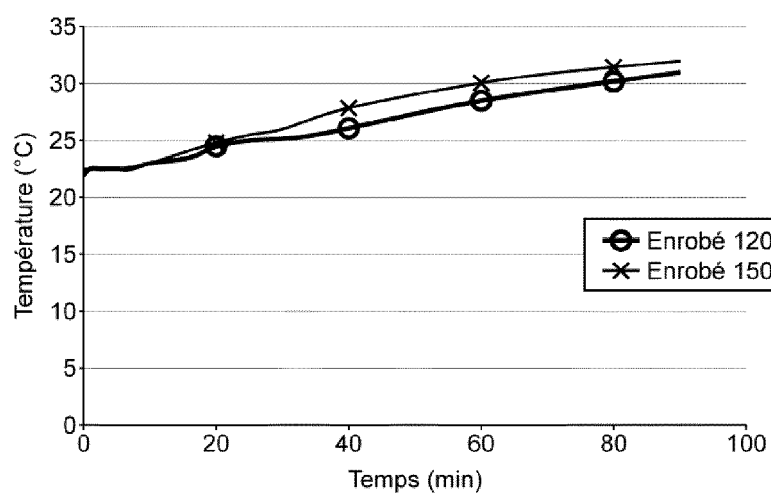


FIG. 9

[Fig. 10]

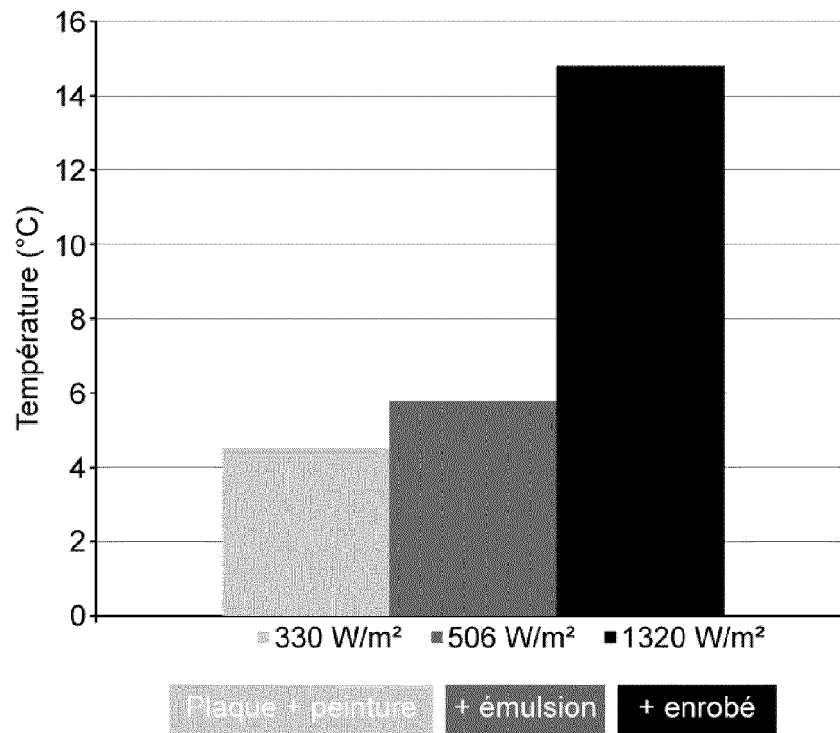


FIG. 10

[Fig. 11]

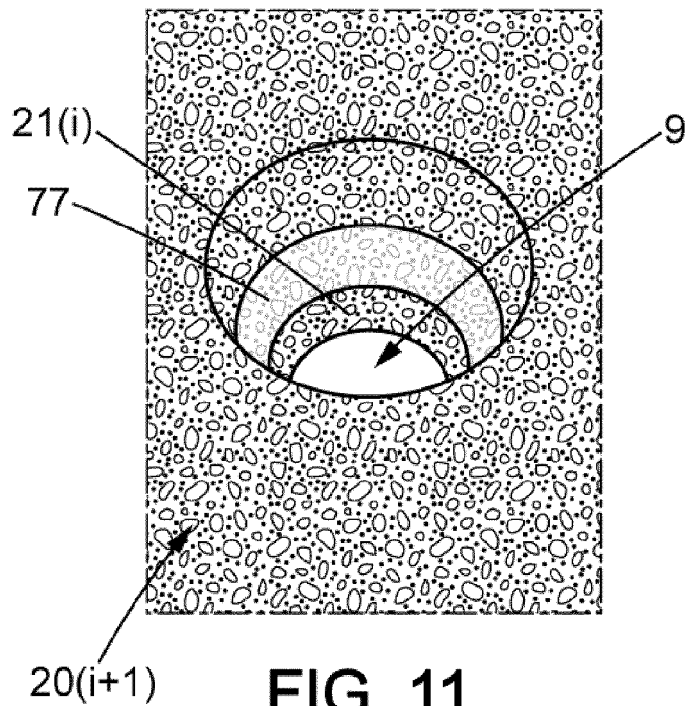


FIG. 11

[Fig. 12]

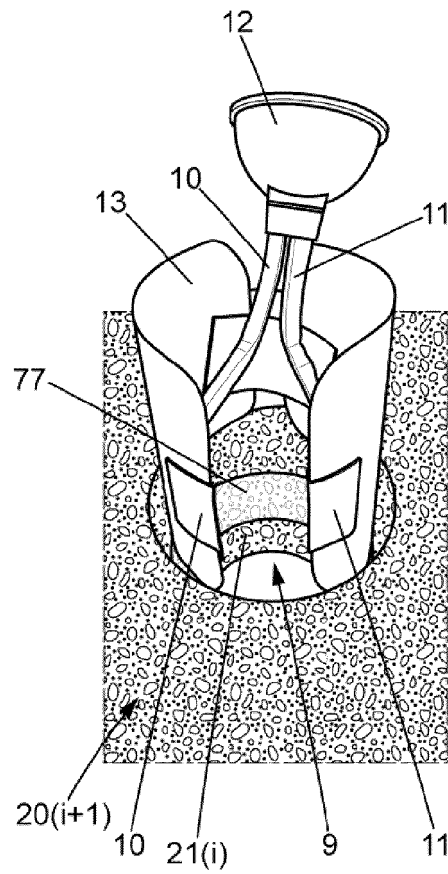


FIG. 12

[Fig. 13]

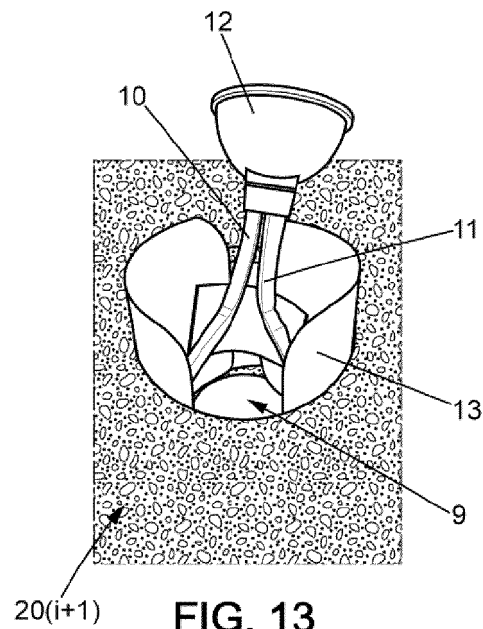


FIG. 13

[Fig. 14]

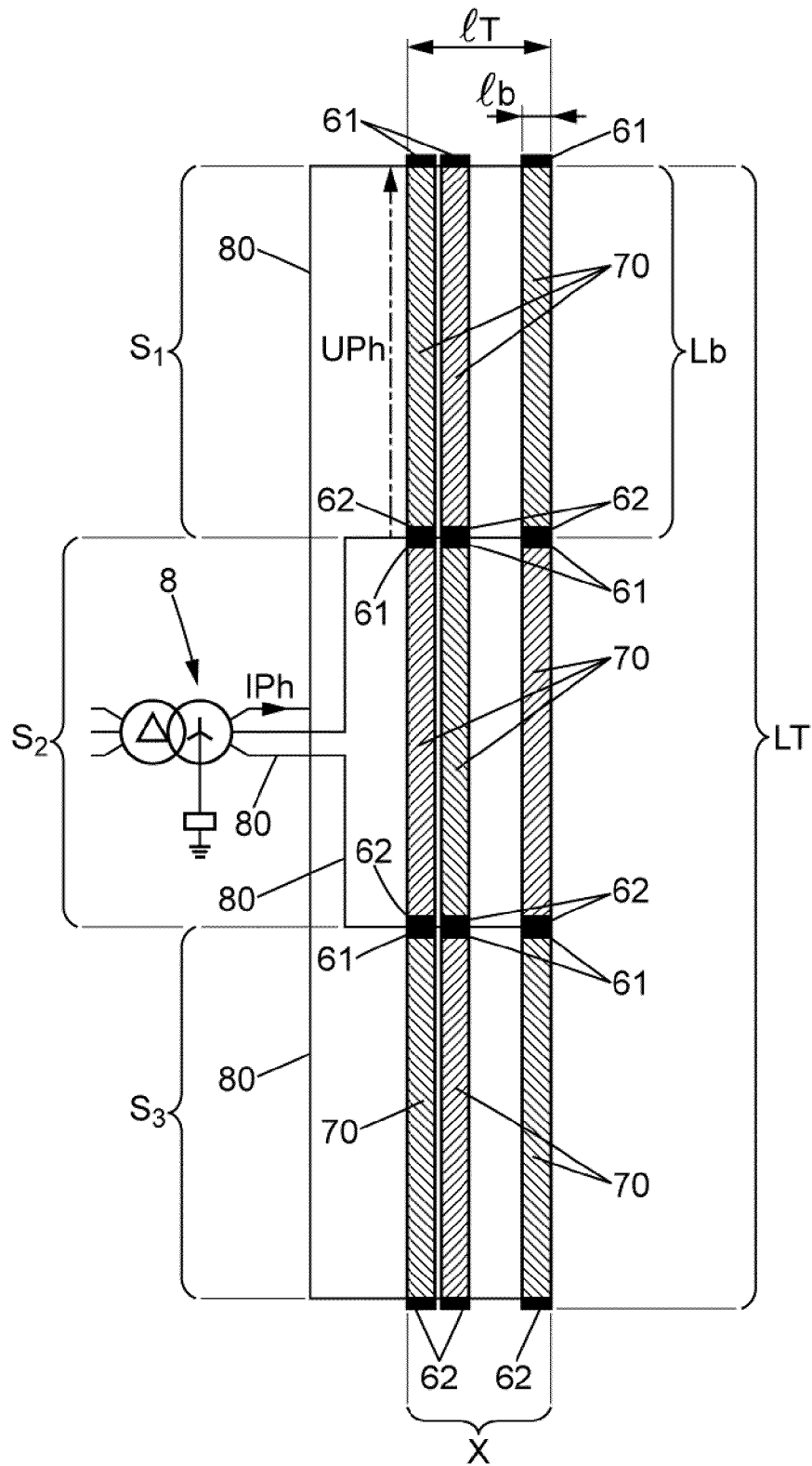


FIG. 14

[Fig. 15]

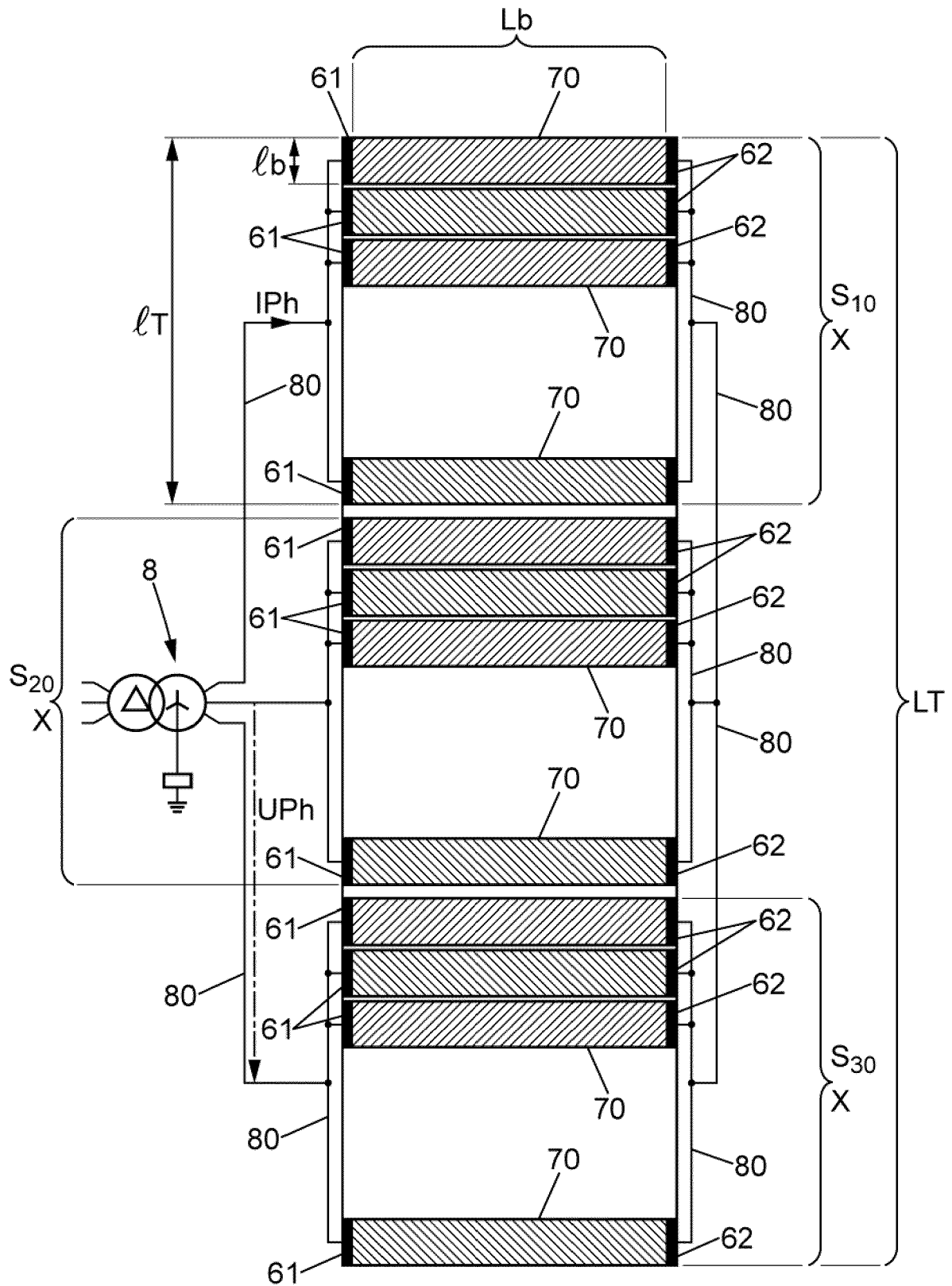


FIG. 15



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 17 4611

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	CN 106 567 305 A (UNIV NORTHEAST FORESTRY) 19 avril 2017 (2017-04-19)	1,2,4,5, 8,9,12	INV. E01C11/26 E01C17/00
Y	* le document en entier *	3	
	-----		
X	KR 2006 0015770 A (KOREA MAINTENANCE & CONTROL CO [KR]) 20 février 2006 (2006-02-20)	1,2,7-9, 12	ADD. E01C7/14 E01C7/18 F21S8/02
Y	* le document en entier *	3	
A		6,11	
	-----		
X	CN 109 594 447 A (UNIV HOHAI) 9 avril 2019 (2019-04-09)	1,2, 8-10,12	
Y	* le document en entier *	3	
	-----		
Y	CN 107 574 731 A (HUANG BINBIN) 12 janvier 2018 (2018-01-12)	3	
	* le document en entier *		
	-----		
A	Carlson, W. Bernard: "Tesla : Inventor of the Electrical Age (ProQuest Ebook Central, <a href="https://ebookcentral.proquest.com/lib/epo-ebooks/detail.action?docID=112367">https://ebookcentral.proquest.com/lib/epo-ebooks/detail.action?docID=112367</a> )", 2013, Princeton University Press, XP002798518, pages 176-192, * page 179 *	6,11	
	-----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E01C F21S H02J H01R
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>15 septembre 2020</b>	Examineur <b>Kerouach, May</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 20 17 4611

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

15-09-2020

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CN 106567305 A	19-04-2017	AUCUN	
KR 20060015770 A	20-02-2006	AUCUN	
CN 109594447 A	09-04-2019	AUCUN	
CN 107574731 A	12-01-2018	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82



**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- WO 2010059169 A [0007]
- US 8540455 B [0008]
- FR 2880350 A1 [0050]