

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :

2 976 439

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

11 54954

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : H 05 B 3/86 (2012.01), C 03 C 17/23

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 07.06.11.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 14.12.12 Bulletin 12/50.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE  
Société anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : LAURENT STEPHANE, CHARLET  
EMILIE, NGHIEM BERNARD et PETER EMMA-  
NUELLE.

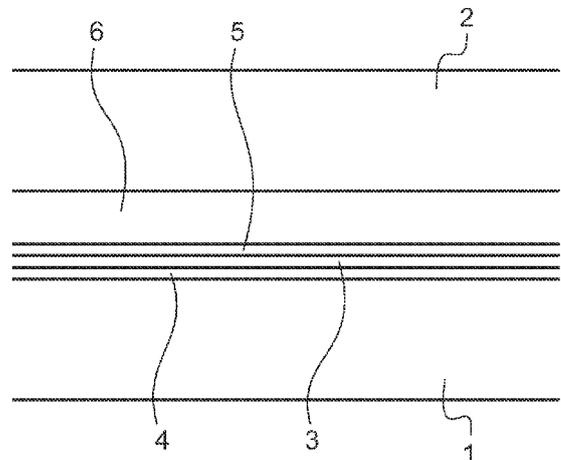
⑦3 Titulaire(s) : SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE  
Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : SAINT GOBAIN RECHERCHE  
Société anonyme.

⑤4 ELEMENT CHAUFFANT A COUCHE.

⑤7 L'invention concerne un élément chauffant compre-  
nant un substrat (1) muni d'un empilement de couches  
minces, l'empilement de couches minces comprenant une  
couche (3) adaptée à chauffer, ayant une résistance élec-  
trique surfacique comprise entre 20 et 200  $\Omega$  par carré,  
l'élément chauffant comprenant également deux conduc-  
teurs collecteurs adaptés à être alimentés en tension  
électrique, la couche adaptée à chauffer étant une couche  
d'oxyde transparent électriquement conducteur et la  
couche (3) adaptée à chauffer n'étant pas usinée et étant  
électriquement connectée aux deux conducteurs collec-  
teurs.

L'invention permet d'installer facilement sur un véhicule  
électrique ou de connecter facilement au réseau électrique  
national un élément chauffant avec une couche adaptée à  
chauffer qui soit simple à fabriquer.



FR 2 976 439 - A1



## ELEMENT CHAUFFANT A COUCHE

L'invention concerne un élément chauffant comprenant un substrat muni d'un empilement de couches minces, l'empilement de couches minces comprenant une couche adaptée à chauffer.

Il est connu d'utiliser de tels éléments chauffants comme pare-brises chauffants de véhicules automobiles afin de désembuer et/ou dégivrer le pare-brise. Lorsque le vitrage est monté sur un véhicule et qu'il est branché sur une installation électrique, la couche adaptée à chauffer devient chauffante.

La puissance dissipée  $P$  par un pare-brise chauffant est égale à la tension  $U$  alimentant le pare-brise, au carré, divisée par la résistance électrique  $R$  de la couche chauffante ( $P=U^2/R$ ). La puissance dissipée efficace pour désembuer et/ou dégivrer un pare-brise doit être supérieure à  $500 \text{ W/m}^2$ . Dans les véhicules à moteur à combustion, la tension à bord est de l'ordre de 12 ou de 42 volts. Les couches chauffantes utilisées sont à base d'argent. Elles ont une résistance électrique surfacique de l'ordre de 1 ou 4 ohms par carré respectivement.

Il y a un besoin pour équiper les véhicules électriques en vitrages chauffants. Toutefois, la tension à bord d'un véhicule électrique est bien plus élevée qu'à bord d'un véhicule à moteur à combustion : elle est de l'ordre de 100 volts ou plus, et peut même aller jusqu'à plusieurs centaines de volts. Ainsi, si l'on essayait d'installer un pare-brise chauffant de véhicule à moteur à combustion dans un véhicule électrique, la puissance dissipée par le pare-brise serait très élevée. Or, les installations électriques classiques, telles que celles présentes à bord des véhicules à moteur à combustion, ne supporteraient pas les puissances électriques dissipées très élevées qui pourraient être générées par un tel pare-brise chauffant installé sur un véhicule électrique. Des installations électriques spécifiques auraient toutefois un coût très important et seraient complexes à mettre en œuvre.

De plus, il est également connu d'utiliser des éléments chauffants avec une couche chauffante en argent comme radiateur électrique de bâtiment. Le même problème de tension électrique élevée se pose puisque la tension disponible dans les bâtiments est celle du réseau électrique national, à savoir 220 ou 230 volts en Europe ou encore 120 volts aux Etats-Unis, soit bien plus élevée que 12 ou 42

volts. Pour diminuer la puissance dissipée (afin d'éviter que le radiateur ne chauffe trop), la résistance électrique de la couche chauffante est augmentée en gravant la couche chauffante de façon à faire parcourir aux électrons un chemin plus long. Ce procédé est toutefois complexe et coûteux.

5 Il y a donc un besoin pour un élément chauffant comprenant un substrat muni d'un empilement de couches minces, l'empilement de couches minces comprenant une couche adaptée à chauffer, qui puisse être facilement installé sur un véhicule électrique ou connecté au réseau électrique national et qui soit simple à fabriquer.

10 Pour cela, l'invention propose un élément chauffant comprenant un substrat muni d'un empilement de couches minces, l'empilement de couches minces comprenant une couche adaptée à chauffer, ayant une résistance électrique surfacique comprise entre 20 et 200  $\Omega$  par carré, l'élément chauffant comprenant également deux conducteurs collecteurs adaptés à être alimentés en tension  
15 électrique, la couche adaptée à chauffer étant une couche d'oxyde transparent électriquement conducteur et la couche adaptée à chauffer n'étant pas usinée et étant électriquement connectée aux deux conducteurs collecteurs.

Selon une autre particularité, la couche d'oxyde transparent électriquement conducteur est :

- 20 - en oxyde de zinc dopé par un élément choisi dans le groupe Al, Ga, In, B, Ti, V, Y, Zr, Ge ou par une combinaison de ces différents éléments, de préférence en oxyde de zinc dopé à l'aluminium (AZO), à l'indium (IZO) au gallium (GZO) ou au bore (BZO) ; ou
- en oxyde d'étain et d'indium (ITO), ou en oxyde d'étain dopé au fluor  
25 (SnO<sub>2</sub>:F) ou à l'antimoine (SnO<sub>2</sub>:Sb) ; ou
- en oxyde de titane dopé au niobium.

Selon une autre particularité, la couche d'oxyde transparent électriquement conducteur est déposé par pulvérisation cathodique, notamment assistée par champ magnétique (magnétron), ou par dépôt chimique en phase vapeur (CVD).

30 Selon une autre particularité, l'empilement de couches minces comprend en outre une couche sous-jacente diélectriques non métallique située sous la couche adaptée à chauffer, la couche diélectrique non métallique étant en nitrure

ou oxy-nitride ou en oxyde ou en oxyde mixte, par exemple en  $\text{Si}_3\text{N}_4$  ou  $\text{SiO}_x\text{N}_y$  ou  $\text{SiOC}$  ou  $\text{SiOSn}$ .

Selon une autre particularité, l'empilement de couches minces comprend en outre, en particulier lorsque la couche d'oxyde transparent électriquement  
5 conducteur est en oxyde de zinc dopé ou en oxyde de titane dopé au niobium, une couche sus-jacente diélectrique non métallique située au-dessus de la couche adaptée à chauffer, la couche diélectriques non métallique étant en nitrure, par exemple en  $\text{Si}_3\text{N}_4$ .

Selon une autre particularité, la couche adaptée à chauffer a une épais-  
10 seur comprise entre 50 et 300 nm.

Selon une autre particularité, les conducteurs collecteurs sont disposés à proximité de deux bords opposés de l'élément chauffant.

Selon une autre particularité, le substrat muni d'un empilement de couches minces est en verre organique ou inorganique.

15 Selon une autre particularité, le substrat muni d'un empilement de couches minces est transparent.

Selon une autre particularité, l'élément chauffant comprend en outre un intercalaire et un deuxième substrat, l'intercalaire étant entre les deux substrats pour former un feuilleté, la couche adaptée à chauffer étant en vis-à-vis de  
20 l'intercalaire.

Selon une autre particularité, l'élément chauffant comprend en outre un troisième substrat séparé du feuilleté par une lame de gaz.

Selon une autre particularité, l'élément chauffant comprend au moins un deuxième substrat, les substrats étant séparés deux à deux par une lame de gaz  
25 pour former un vitrage multiple isolant, la couche adaptée à chauffer étant en vis-à-vis de la lame de gaz.

Selon une autre particularité, le deuxième substrat est en verre organique ou inorganique.

Selon une autre particularité, le deuxième substrat est transparent.

30 L'invention concerne également un vitrage de bâtiment comprenant un élément chauffant décrit ci-dessus.

L'invention concerne également un vitrage de véhicule automobile électrique comprenant un élément chauffant décrit ci-dessus.

L'invention concerne également un véhicule automobile électrique comprenant un vitrage décrit ci-dessus, notamment un pare-brise, un vitrage latéral avant, un vitrage latéral arrière, une lunette arrière ou encore un vitrage de toit.

L'invention concerne également un radiateur électrique de bâtiment constitué d'un élément chauffant décrit ci-dessus.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention vont à présent être décrits en regard des dessins sur lesquels :

- La figure 1 représente une vue en coupe transversale d'un élément chauffant selon un mode de réalisation de l'invention.

L'invention se rapporte à un élément chauffant comprenant au moins un substrat muni d'un empilement de couches minces, l'empilement de couches minces comprenant une couche adaptée à chauffer. La couche adaptée à chauffer a une résistance électrique surfacique comprise entre 20 et 200  $\Omega$  par carré. La couche adaptée à chauffer permet de désembuer/dégivrer un vitrage ou encore et chauffer une pièce. La couche adaptée à chauffer est une couche d'oxyde transparent électriquement conducteur. L'élément chauffant comprend également deux conducteurs collecteurs adaptés à être alimentés en tension électrique, la couche adaptée à chauffer étant électriquement connectée aux deux conducteurs collecteurs de façon à pouvoir chauffer. La couche adaptée à chauffer n'est pas usinée, c'est-à-dire qu'elle ne contient pas de gravure permettant d'augmenter la résistance électrique de la couche chauffante.

Ainsi, la résistance électrique surfacique de la couche adaptée à chauffer est comprise entre 20 et 200  $\Omega$  par carré sans qu'il y ait besoin de l'usiner en la gravant. Cela simplifie le procédé de fabrication de l'élément chauffant. De plus, cela permet d'avoir une puissance dissipée qui soit contrôlée et qui soit compatible avec des installations électriques classiques. L'invention permet donc d'installer facilement sur un véhicule électrique ou de connecter facilement au réseau électrique national un élément chauffant selon l'invention.

La figure 1 représente une vue en coupe transversale d'un élément chauffant selon un mode de réalisation de l'invention.

L'élément chauffant comprend un substrat 1 sur lequel est déposé un empilement de couches minces comprenant une couche 3 adaptée à chauffer. Les couches minces de l'empilement sont déposées par exemple par pulvérisation

cathodique, notamment assistée par champ magnétique (dépôt « magnétron ») ou par dépôt chimique en phase vapeur (CVD).

Le substrat 1 est par exemple en verre organique ou inorganique. Il est par exemple transparent, en particulier lorsqu'il est utilisé dans une application nécessitant de voir à travers comme par exemple un vitrage de véhicule ou de bâtiment. Le substrat 1 est de préférence, mais de façon non limitative, une feuille de verre.

La couche 3 adaptée à chauffer est en oxyde transparent électriquement conducteur (TCO). De façon générale, la couche en TCO peut être en oxyde de zinc dopé par un élément choisi dans le groupe Al, Ga, In, B, Ti, V, Y, Zr, Ge ou par une combinaison de ces différents éléments. Lorsque la couche adaptée à chauffer est déposée par magnétron, la couche en TCO est par exemple :

- en oxyde de zinc dopé à l'aluminium (AZO), à l'indium (IZO) ou au gallium (GZO) ; ou
- en oxyde d'étain et d'indium (ITO) ou en oxyde d'étain dopé à l'antimoine ( $\text{SnO}_2\text{:Sb}$ ) ou au fluor ( $\text{SnO}_2\text{:F}$ ) ; ou
- en oxyde de titane dopé au niobium.

Lorsque la couche adaptée à chauffer est déposée par CVD, la couche en TCO est par exemple en oxyde de zinc dopé au bore (BZO) ou en oxyde d'étain dopé au fluor ( $\text{SnO}_2\text{:F}$ ). La couche en BZO est par exemple déposée par LPCVD (« Low Pressure CVD » en anglais – CVD à basse pression).

L'empilement de couches minces comprend également une couche sous-jacente 4 diélectrique non métallique située en-dessous de la couche 3 adaptée à chauffer. Cette couche sous-jacente 4 diélectrique non métallique est en nitrure ou oxy-nitrure ou oxyde ou oxyde mixte, par exemple en  $\text{Si}_3\text{N}_4$  ou  $\text{SiO}_x\text{N}_y$  pour les dépôts par magnétron ou en  $\text{SiOC}$  ou  $\text{SiOSn}$  pour les dépôts par CVD. Cette couche sous-jacente 4 a une fonction de barrière aux alcalins qui sinon pourraient migrer lors du bombage de l'empilement et détruire la conductivité de la couche TCO lorsque le dépôt est réalisé par magnétron. La couche sous-jacente a aussi pour fonction d'ajuster les couleurs. Une couche sous-jacente 4 diélectrique non métallique en oxyde mixte  $\text{SiOSn}$  permet en particulier une bonne adhésion d'une couche 3 adaptée à chauffer en  $\text{SnO}_2\text{:F}$  et une bonne résistance à la délamination lors du bombage du vitrage. La couche sous-jacente 4 diélectrique non métal-

lique est déposée par exemple par pulvérisation cathodique, notamment assistée par champ magnétique ou par CVD. La couche sous-jacente 4 diélectrique non métallique a une épaisseur comprise entre 10 et 100 nm, par exemple entre 40 et 70 nm, de préférence de l'ordre de 50 nm.

5 Pour une utilisation de l'élément chauffant dans un vitrage automobile, destiné à être bombé, l'empilement de couches minces doit être suffisamment résistant thermiquement et mécaniquement pour supporter les opérations de bombage. Si la couche en TCO n'est pas suffisamment résistante, une couche sus-jacente 5 diélectrique non métallique en nitrure, par exemple en  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , est déposée sur la couche en TCO. La couche 5 diélectrique non métallique est déposée par exemple par pulvérisation cathodique, notamment assistée par champ magnétique. La couche sus-jacente 5 peut permettre d'ajuster les couleurs du substrat. La couche sus-jacente 5 diélectrique non métallique a une épaisseur comprise entre 10 et 100 nm, de préférence de l'ordre de 10 nm. Une épaisseur de 10 nm est en principe suffisante pour assurer la protection requise.

15 L'épaisseur de la couche 3 adaptée à chauffer est comprise entre 50 et 300 nm. Cette gamme d'épaisseur est à la fois facilement réalisable techniquement et permet d'obtenir une couche d'épaisseur contrôlée sur toute la surface de la feuille de verre avec une résistance électrique surfacique de la couche adaptée à chauffer comprise entre 20 et 200  $\Omega$  par carré.

20 L'élément chauffant comprend également deux conducteurs collecteurs (non représentés) disposés à proximité de deux bords opposés de l'élément chauffant. La couche 3 adaptée à chauffer est connectée électriquement à ces conducteurs collecteurs. Les conducteurs collecteurs sont des bornes d'alimentation en tension de la couche 3 adaptée à chauffer. Dans le cas d'un pare-brise chauffant, les conducteurs collecteurs sont disposés par exemple en haut et en bas du pare-brise.

30 Dans une première variante, l'élément chauffant comprend de préférence un deuxième substrat 2 et un intercalaire 6, l'intercalaire étant entre les deux substrats 1, 2 de façon à former un feuilleté. Dans cette configuration, la face du substrat 1 sur laquelle est déposée l'empilement de couches minces est de préférence en vis-à-vis de l'intercalaire 6 et non orientée vers l'extérieur de l'élément chauffant, de façon à protéger l'empilement de couches minces contre les agres-

sions extérieures. L'intercalaire est par exemple en PVB (polyvinylbutyral) standard ou en matériau adapté à amortir acoustiquement des ondes. Le matériau adapté à amortir acoustiquement des ondes est alors de préférence entre deux couches de PVB standard.

5            Dans cette première variante, le deuxième substrat 2 est par exemple en verre organique ou inorganique. Il est par exemple transparent, en particulier lorsqu'il est utilisé dans une application nécessitant de voir à travers comme par exemple un vitrage de véhicule ou de bâtiment. Le substrat 2 est de préférence, mais de façon non limitative, une feuille de verre.

10            Un élément chauffant selon cette première variante peut être utilisé comme vitrage de véhicule automobile, en particulier de véhicule électrique. Lorsque le vitrage est un pare-brise ou un vitrage latéral avant, il est soumis à des contraintes de visibilité. En effet, la transmission lumineuse doit être d'au moins 70%, voire d'au moins 75%, pour respecter les normes en vigueur. Cette transmission  
15 lumineuse est atteinte avec un vitrage chauffant tel que défini plus haut. En revanche, lorsque le vitrage est un vitrage latéral arrière, une lunette arrière ou un vitrage de toit, il n'est soumis à aucune contrainte de transmission lumineuse. Pour diminuer la transmission lumineuse tout en respectant les normes en vi-  
20 l'empilement peut comporter une couche absorbante, par exemple en NiCr ou NbN.

              Un élément chauffant selon cette première variante peut également être utilisé comme vitrage de bâtiment, par exemple dans une cloison entre deux pièces ou en paroi extérieure de bâtiment en combinaison avec un troisième substrat  
25 séparé de l'élément chauffant par une lame de gaz. Le troisième substrat est par exemple en verre organique ou inorganique. Le troisième substrat est par exemple transparent.

              Un élément chauffant selon cette première variante peut également être utilisé comme radiateur électrique pour bâtiment.

30            Dans une deuxième variante, l'élément chauffant comprend au moins un deuxième substrat 2. Les substrats 1, 2 sont séparés deux à deux par une lame de gaz de façon à former un vitrage multiple isolant. L'empilement de couches minces est de préférence en vis-à-vis de la lame de gaz et non orientée vers

l'extérieur de l'élément chauffant, de façon à protéger l'empilement de couches minces contre les agressions extérieures.

Un élément chauffant selon cette deuxième variante peut être utilisé comme vitrage de bâtiment.

- 5 L'invention concerne donc également un vitrage de véhicule automobile électrique, en particulier un pare-brise ou un vitrage latéral avant qui sont soumis à des contraintes de transmission lumineuse d'au moins 70%, voire d'au moins 75%, ou encore un vitrage latéral arrière, une lunette arrière ou encore un vitrage de toit, qui ne sont soumis à aucune contrainte de transmission lumineuse.
- 10 L'invention concerne également un véhicule automobile électrique avec un tel vitrage. L'invention concerne également un vitrage de bâtiment ou encore un radiateur électrique de bâtiment.

Dans le cas d'un vitrage de véhicule ou de bâtiment ou d'un radiateur électrique de bâtiment, les conducteurs collecteurs sont connectés de façon connue à une installation électrique et sont alimentés en tension via cette installation électrique. Lorsqu'elle est mise sous tension, la couche adaptée à chauffer devient une couche chauffante. Grâce à l'invention, des installations électriques classiques peuvent être utilisées.

Dans le cas d'un vitrage de véhicule ou de bâtiment, la couche adaptée à chauffer a un but de désembuage et/ou dégivrage du vitrage.

Dans le cas d'un radiateur, la couche adaptée à chauffer a essentiellement un but de chauffage domestique mais peut également avoir un but de désembuage, en particulier lorsqu'il est utilisé dans une salle de bain.

Des exemples sont donnés ci-dessous. Ils peuvent tous être utilisés dans toutes les applications prévues par l'invention, même si les calculs de puissance dissipée sont réalisés pour un pare-brise après bombage.

Un élément chauffant selon l'invention ayant l'empilement suivant :

Verre/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/AZO/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/PVB/Verre

avec, dans l'ordre, les épaisseurs suivantes :

matériau	Verre	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	AZO	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	PVB	Verre
épaisseur	2 mm	50 nm	160 nm	50 nm	0,76 mm	2 mm

30 a une résistance électrique surfacique de 30 ohms par carré. Dans cet exemple, la couche en AZO est la couche adaptée à chauffer. Un élément chauffant de 75

cm de haut, alimenté par une tension de 220 V dissipe alors une puissance surfacique de  $2870 \text{ W/m}^2$  et a une transmission lumineuse de 82,5%.

De même, un élément chauffant selon l'invention ayant l'empilement suivant :

5 Verre/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/SnO<sub>2</sub>:F/ PVB/Verre

avec, dans l'ordre, les épaisseurs suivantes :

matériau	Verre	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	SnO <sub>2</sub> :F	PVB	Verre
épaisseur	2 mm	50 nm	50 nm	0,76 mm	2 mm

a une résistance électrique surfacique de 100 ohms par carré. Dans cet exemple, la couche en SnO<sub>2</sub>:F est la couche adaptée à chauffer. Un élément chauffant de 75 cm de haut, alimenté par une tension de 220 V dissipe alors une puissance surfacique de  $860 \text{ W/m}^2$  et a une transmission lumineuse de 85%.

De même, un élément chauffant selon l'invention ayant l'empilement suivant :

Verre/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/SnO<sub>2</sub>:F/ PVB/Verre

avec, dans l'ordre, les épaisseurs suivantes :

matériau	Verre	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	SnO <sub>2</sub> :F	PVB	Verre
épaisseur	2 mm	50 nm	70 nm	0,76 mm	2 mm

15 a une résistance électrique surfacique de 70 ohms par carré. Dans cet exemple, la couche en SnO<sub>2</sub>:F est la couche adaptée à chauffer. Un élément chauffant de 75 cm de haut, alimenté par une tension de 220 V dissipe alors une puissance surfacique de  $1129 \text{ W/m}^2$  et a une transmission lumineuse de 84,5%.

Un élément chauffant selon l'invention ayant l'empilement suivant :

20 Verre/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/GZO/ Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/PVB/Verre

avec, dans l'ordre, les épaisseurs suivantes :

matériau	Verre	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	GZO (5% pds)	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	PVB	Verre
épaisseur	2 mm	50 nm	100 nm	50 nm	0,76 mm	2 mm

a une résistance électrique surfacique de 60 ohms par carré. Dans cet exemple, la couche en GZO est la couche adaptée à chauffer. Un élément chauffant de 75 cm de haut, alimenté par une tension de 220 V dissipe alors une puissance surfacique de  $1434 \text{ W/m}^2$  et a une transmission de 83%.

Un élément chauffant selon l'invention ayant l'empilement suivant :

Verre/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/AZO/ Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/PVB/Verre

avec, dans l'ordre, les épaisseurs suivantes :

matériau	Verre	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	AZO (2% pds)	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	PVB	Verre
épaisseur	2 mm	50 nm	100 nm	50 nm	0,76 mm	2 mm

5 a une résistance électrique surfacique de 60 ohms par carré. Dans cet exemple, la couche en AZO est la couche adaptée à chauffer. Un élément chauffant de 75 cm de haut, alimenté par une tension de 220 V dissipe alors une puissance surfacique de 1434 W/m<sup>2</sup> et a une transmission de 83%.

Un élément chauffant selon l'invention ayant l'empilement suivant :

Verre/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/AZO/ Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/PVB/Verre

10 avec, dans l'ordre, les épaisseurs suivantes :

matériau	Verre	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	TiO <sub>2</sub> :Nb (5% pds)	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	PVB	Verre
épaisseur	2 mm	50 nm	100 nm	50 nm	0,76 mm	2 mm

a une résistance électrique surfacique de 150 ohms par carré. Dans cet exemple, la couche en TiO<sub>2</sub>:Nb est la couche adaptée à chauffer. Un élément chauffant de 75 cm de haut, alimenté par une tension de 220 V dissipe alors une puissance surfacique de 574 W/m<sup>2</sup> et a une transmission de 75%.

15 Un élément chauffant selon l'invention ayant l'empilement suivant :

Verre/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/AZO/ Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/PVB/Verre

avec, dans l'ordre, les épaisseurs suivantes :

matériau	Verre	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	ITO (90% In et 10% Sn)	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	PVB	Verre
épaisseur	2 mm	50 nm	60 nm	50 nm	0,76 mm	2 mm

20 a une résistance électrique surfacique de 35 ohms par carré. Dans cet exemple, la couche en ITO est la couche adaptée à chauffer. Un élément chauffant de 75 cm de haut, alimenté par une tension de 220 V dissipe alors une puissance surfacique de 2458 W/m<sup>2</sup> et a une transmission de 83%.

## REVENDEICATIONS

1. Elément chauffant comprenant un substrat (1) muni d'un empilement de couches minces, l'empilement de couches minces comprenant une couche (3) adaptée à chauffer, ayant une résistance électrique surfacique comprise entre 20 et 200  $\Omega$  par carré, l'élément chauffant comprenant également deux conducteurs collecteurs adaptés à être alimentés en tension électrique, la couche adaptée à chauffer étant une couche d'oxyde transparent électriquement conducteur et la couche (3) adaptée à chauffer n'étant pas usinée et étant électriquement connectée aux deux conducteurs collecteurs.
2. Elément chauffant selon la revendication 1, dans lequel la couche d'oxyde transparent électriquement conducteur est :
- en oxyde de zinc dopé par un élément choisi dans le groupe Al, Ga, In, B, Ti, V, Y, Zr, Ge ou par une combinaison de ces différents éléments, de préférence en oxyde de zinc dopé à l'aluminium (AZO), à l'indium (IZO) au gallium (GZO) ou au bore (BZO) ; ou
  - en oxyde d'étain et d'indium (ITO), ou en oxyde d'étain dopé au fluor (SnO<sub>2</sub>:F) ou à l'antimoine (SnO<sub>2</sub>:Sb) ; ou
  - en oxyde de titane dopé au niobium.
3. Elément chauffant selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la couche d'oxyde transparent électriquement conducteur est déposé par pulvérisation cathodique, notamment assistée par champ magnétique (magnétron), ou par dépôt chimique en phase vapeur (CVD).
4. Elément chauffant selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel l'empilement de couches minces comprend en outre une couche sous-jacente (4) diélectriques non métallique située sous la couche (3) adaptée à chauffer, la couche (4) diélectrique non métallique étant en nitrure ou oxy-nitrure ou en oxyde ou en oxyde mixte, par exemple en Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ou SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> ou SiOC ou SiOSn.
5. Elément chauffant selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel l'empilement de couches minces comprend en outre, en particulier lorsque la couche d'oxyde transparent électriquement conducteur est en oxyde de zinc dopé ou

en oxyde de titane dopé au niobium, une couche sus-jacente (5) diélectrique non métallique située au-dessus de la couche (3) adaptée à chauffer, la couche (5) diélectriques non métallique étant en nitrure, par exemple en  $\text{Si}_3\text{N}_4$ .

5 6. Élément chauffant selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la couche (3) adaptée à chauffer a une épaisseur comprise entre 50 et 300 nm.

7. Élément chauffant selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel les conducteurs collecteurs sont disposés à proximité de deux bords opposés de l'élément chauffant.

10 8. Élément chauffant selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le substrat (1) muni d'un empilement de couches minces est en verre organique ou inorganique.

9. Élément chauffant selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel le substrat (1) muni d'un empilement de couches minces est transparent.

15 10. Élément chauffant selon l'une des revendications 1 à 9, comprenant en outre un intercalaire (6) et un deuxième substrat (2), l'intercalaire (6) étant entre les deux substrats (1, 2) pour former un feuilleté, la couche (3) adaptée à chauffer étant en vis-à-vis de l'intercalaire (6).

11. Élément chauffant selon la revendication 10, comprenant en outre un troisième substrat séparé du feuilleté par une lame de gaz.

20 12. Élément chauffant selon l'une des revendications 1 à 9, comprenant en outre au moins un deuxième substrat (2), les substrats (1, 2) étant séparés deux à deux par une lame de gaz pour former un vitrage multiple isolant, la couche (3) adaptée à chauffer étant en vis-à-vis de la lame de gaz.

25 13. Élément chauffant selon l'une des revendications 10 à 12, dans lequel le deuxième substrat (2) est en verre organique ou inorganique.

14. Élément chauffant selon l'une des revendications 10 à 13, dans lequel le deuxième substrat (2) est transparent.

15. Vitrage de bâtiment comprenant un élément chauffant selon l'une quelconque des revendications 1 à 14.

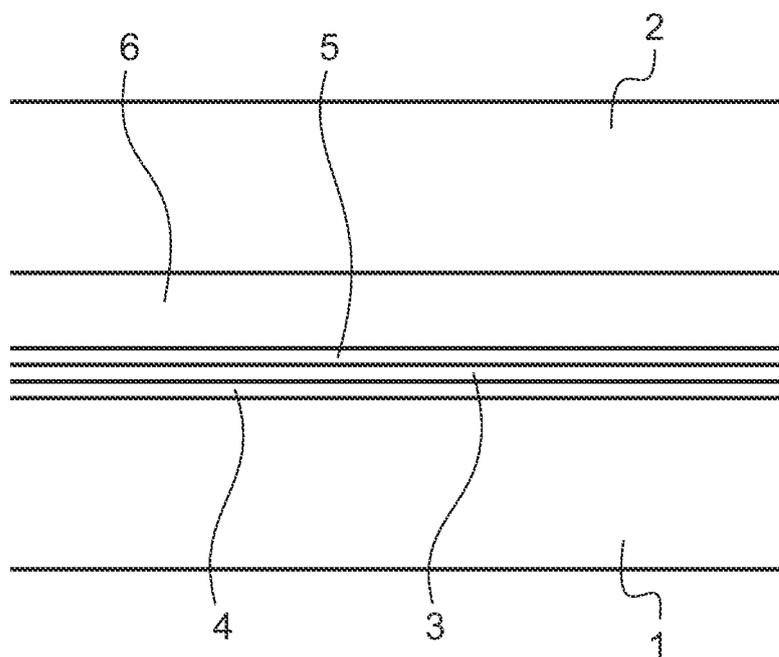
16. Vitrage de véhicule automobile électrique comprenant un élément chauffant selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 et 13 ou 14 lorsqu'elles dépendent de la revendication 10.

17. Véhicule automobile électrique comprenant un vitrage selon la revendication 16, notamment un pare-brise, un vitrage latéral avant, un vitrage latéral arrière, une lunette arrière ou encore un vitrage de toit.

18. Radiateur électrique de bâtiment constitué d'un élément chauffant selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 et 12 ou 13 lorsqu'elles dépendent de la revendication 10.

1/1

Fig.1





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 750965  
FR 1154954

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 2 278 851 A1 (THERM IC PRODUCTS GMBH NFG & CO KG [AT]) 26 janvier 2011 (2011-01-26)	1-3,6-18	H05B3/86 C03C17/23
Y	* alinéas [0016], [0021] - [0024], [0026], [0027], [0049] - [0052], [0056], [0057], [0059], [0060]; figures 1-3 *	4,5	
X	US 5 750 267 A (TAKASE MITSUO [JP] ET AL) 12 mai 1998 (1998-05-12) * colonne 1, ligne 9-15; figure 5 * * colonne 3, ligne 18 - colonne 4, ligne 21 *	1-10,14, 16,17	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
X	GB 2 361 990 A (JK MICROTECHNOLOGY LTD [GB]) 7 novembre 2001 (2001-11-07) * page 1, ligne 6-8 * * page 1, ligne 40 - page 2, ligne 3 * * page 2, ligne 39 - page 3, ligne 14 * * page 3, ligne 45 - page 4, ligne 13 * * figures 1,2 *	1-3,7-9, 18	
X	US 6 268 594 B1 (LEUTNER KURT [DE] ET AL) 31 juillet 2001 (2001-07-31) * colonne 4, ligne 16-29, 46-48; figure 3 * * colonne 6, ligne 3-40 * * colonne 6, ligne 58 - colonne 7, ligne 3 *	1,2,8-14	H05B
Y	DE 102 55 199 A1 (SAINT GOBAIN SEKURIT D GMBH [DE]) 10 juillet 2003 (2003-07-10) * alinéas [0022], [0030]; revendications 1,7-9 *	4,5	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13 janvier 2012		Aubry, Sandrine	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1154954 FA 750965**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **13-01-2012**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2278851	A1	26-01-2011	CA 2710361 A1	24-01-2011
			CN 101962270 A	02-02-2011
			EP 2278851 A1	26-01-2011
-----				
US 5750267	A	12-05-1998	AUCUN	
-----				
GB 2361990	A	07-11-2001	AUCUN	
-----				
US 6268594	B1	31-07-2001	AT 353187 T	15-02-2007
			BR 9904296 A	19-09-2000
			DE 19844046 A1	30-03-2000
			EP 0989781 A2	29-03-2000
			JP 2000103652 A	11-04-2000
			US 6268594 B1	31-07-2001
-----				
DE 10255199	A1	10-07-2003	AUCUN	
-----				