



(51) Classification internationale des brevets :
G01N 27/22 (2006.01) G01N 33/44 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2012/052614

(22) Date de dépôt international :
13 novembre 2012 (13.11.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
11/03562 23 novembre 2011 (23.11.2011) FR

(71) Déposants : AIRCELLE [FR/FR]; Route du Pont 8, F-76700 Gonfreville L'Orcher (FR). CNRS DIRE - SECRÉTARIAT GÉNÉRAL [FR/FR]; Services finances et suivi des contrats, 3, rue Michel-Ange, F-75794 Paris cedex 16 (FR).

(72) Inventeurs : BOUILLON, Florent; 5 rue des Marronniers, F-76280 Anglesqueville L'Esneval (FR). BREARD, Joël; 2 avenue de la Marne, F-14750 Saint Aubin Sur Mer

(FR). BIZET, Laurent; 44 rue de Lecat, F-76000 Rouen (FR). GUEROULT, Sébastien; 24 allée Eugène Labiche, F-76620 Le Havre (FR).

(74) Mandataire : CABINET GERMAIN & MAUREAU; 8 avenue du Président Wilson, F-75016 Paris (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, BN, 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, PA, 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, RU, TJ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR DETECTING THE PRESENCE OF BUBBLES DURING OPERATIONS OF INJECTING RESIN FOR THE MANUFACTURE OF FIBRE COMPOSITE COMPONENTS

(54) Titre : PROCÉDÉ POUR DÉTECTER LA PRÉSENCE DE BULLES LORS DES OPÉRATIONS D'INJECTION DE RÉSINE POUR LA FABRICATION DE PIÈCES EN COMPOSITES FIBREUX

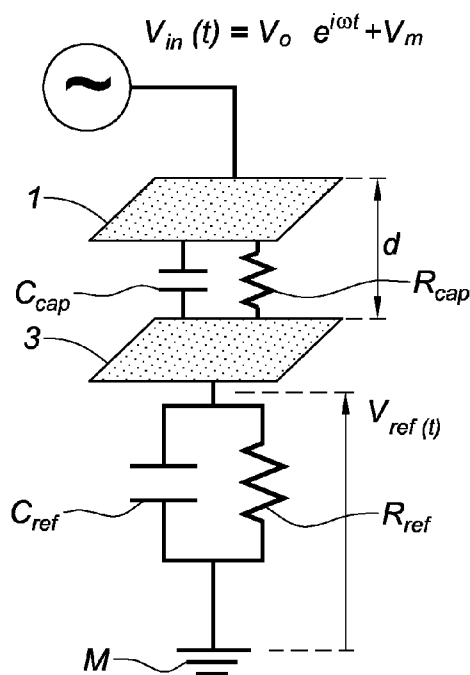


Fig. 1

(57) Abstract : This method of detecting bubbles during operations for injecting resin for the manufacture of fibre composite components, is noteworthy in that the electrical capacitance or conductivity of at least one part of the medium formed by the fibres and the liquid is measured.

(57) Abrégé : Ce procédé de détection de bulles lors des opérations d'injection de résine pour la fabrication de pièces en composites fibreux, est remarquable en ce qu'on mesure la capacité ou la conductivité électriques d'au moins une partie du milieu formé par les fibres et la résine liquide.



TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, **Publiée :**

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).

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

Procédé pour détecter la présence de bulles lors des opérations d'injection de résine pour la fabrication de pièces en composites fibreux

La présente demande de brevet se rapporte à un procédé pour détecter la présence de bulles et du front de résine lors des opérations d'injection de résine pour la fabrication de pièces en composites fibreux.

Les pièces en composites fibreux comprennent un réseau de fibres (carbone ou verre par exemple) prises dans une matrice de résine durcie par polymérisation à la chaleur.

La résine peut être par exemple une résine organique (on parle alors de « CMO » : composite à matrice organique - époxyde par exemple), une résine géopolymère, une résine précéramique.

De telles pièces sont utilisées dans de nombreuses industries, et notamment dans l'industrie aéronautique, en raison de leur excellent rapport résistance/poids, et de leur coût de fabrication modéré.

Parmi les différents procédés permettant de fabriquer ces pièces en composites fibreux, se trouvent les procédés du type à injection ou LCM (liquid composite moulding), et plus particulièrement les procédés du type RTM (resin transfer moulding), consistant à injecter la résine sous vide à travers les tissus de fibres.

Un inconvénient récurrent lié à ces procédés du type à injection de résine est l'apparition de bulles d'air, résultant d'une compétition entre les forces capillaires et les forces visqueuses.

L'apparition de ces bulles provoque des vides dans la pièce finale en composite, lesquels vides sont susceptibles d'altérer la résistance et la durabilité de cette pièce.

Jusqu'à présent, la détection de ces bulles n'était effectuée qu'en fin de chaîne de fabrication, à travers des contrôles non destructifs classiques.

L'inconvénient d'une telle détection a posteriori est qu'elle arrive trop tard pour permettre d'apporter des actions correctives sur la chaîne de fabrication : lorsqu'on détecte un taux de bulles trop important dans une pièce en composite ainsi fabriquée, la seule solution est de la mettre au rebut.

Ceci entraîne une perte de temps et de matériaux, fort préjudiciables à l'économie générale du procédé.

La présente invention vise à remédier à cette situation pénalisante.

On atteint ce but de l'invention avec un procédé de détection de bulles lors des opérations d'injection de résine pour la fabrication de pièces en composites fibreux, au moyen d'une installation comprenant :

- au moins un moule et un contre-moule,
- au moins une paire d'électrodes disposées respectivement dans ce moule et ce contre-moule,
- une source de tension alternative d'entrée reliée à l'une de ces électrodes,
- un circuit R-C relié d'une part à l'autre de ces électrodes et d'autre part à la masse, aux bornes duquel se trouve une tension alternative de référence, et
- des moyens de traitement du signal, adaptés pour exploiter les mesures desdites tensions alternatives d'entrée et de référence,

procédé dans lequel on calcule à partir desdites mesures le taux de bulles comprises entre lesdites électrodes.

Ce procédé permet, grâce à des mesures électriques pouvant être effectuées de manière très simple, de connaître le taux de bulles dans la résine du composite.

Suivant d'autres caractéristiques optionnelles de ce procédé :

- on utilise une fréquence relativement élevée pour ladite source de tension alternative d'entrée, on mesure la capacité d'au moins une partie du milieu formé par les fibres et la résine liquide, et on en déduit ledit taux de bulles à partir d'une relation du type $\Phi_v = f(\epsilon_v, \epsilon_r, \epsilon_f \text{ et } \epsilon_t, \Phi_f, C_{cap})$, où ϵ_v , ϵ_r , ϵ_f et ϵ_t sont respectivement les constantes de permittivité du vide, de la résine, des fibres et du composite, et Φ_v , Φ_r et Φ_f sont respectivement les taux de bulles, de résine et de fibres comprises entre les deux électrodes : la capacité de ce milieu est en effet influencée par la présence de bulles, de sorte que la mesure de cette capacité permet d'apporter immédiatement les corrections (pression d'injection de résine, etc.) nécessaires à la disparition de ces bulles ;

- on utilise ladite mesure de capacité pour en déduire les coefficients de dépolarisation desdites bulles, et ainsi les formes et tailles de ces bulles ;

- on utilise une fréquence relativement basse pour ladite source de tension alternative d'entrée, on compare ladite tension alternative de référence à une valeur de tension représentant la valeur théorique de si la résine circulant entre lesdites électrodes était totalement dépourvue de bulles, et on

en déduit ledit taux de bulles à partir du taux de proportionnalité entre ces deux valeurs.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, et à l'examen des figures ci-annexées, dans lesquelles :

- la figure 1 représente le schéma électrique de l'installation selon l'invention,
- la figure 2 représente deux électrodes de l'installation selon l'invention, avec visualisation de l'effet de bord parasitant les mesures,
- la figure 3 représente les deux électrodes de la figure 2, auxquelles on a ajouté deux électrodes de garde afin de limiter les effets de bord, et
- la figure 4 représente la variation du module de la tension alternative de référence au cours du temps, ainsi que la variation du module d'une tension alternative maximale théorique, correspondant à une absence totale de bulles dans le milieu sur lequel on effectue les mesures (à noter que la mesure est une tension que le capteur fonctionne en mode capacitif ou conducteur).

Sur l'ensemble de ces figures, des références identiques ou analogues désignent des organes ou ensembles d'organes identiques ou analogues.

On se reporte à présent à la figure 1, sur laquelle on a représenté deux électrodes 1 et 3, destinées à être intégrées au moule et au contre-moule d'un appareil de fabrication d'une pièce en composite fibreux selon un procédé du type à injection de résine liquide (procédé LCM).

Comme cela est connu en soi, un tel procédé consiste à placer des tissus de fibres, par exemple en carbone ou en verre, entre le moule et le contre-moule, et à injecter une résine (époxyde, géopolymère ou précéramique par exemple) dans ces tissus : la résine imprègne les tissus de fibres en se déplaçant avec un front de progression.

Lorsque ce front de progression a parcouru tous les tissus de fibres, on peut procéder à l'élévation de température de manière à permettre à cette résine de polymériser autour des fibres.

Comme indiqué dans le préambule de la présente description, la progression de la résine à travers les fibres s'accompagne très fréquemment de la création de bulles d'air, susceptibles d'engendrer par la suite une porosité

de la pièce finale, ce qui n'est pas acceptable du point de vue de la résistance mécanique de la pièce.

Les deux électrodes 1 et 3 placées de part et d'autre du milieu formé par la résine liquide et les fibres vont permettre de détecter la présence des bulles avant l'étape de polymérisation de la résine, comme cela résulte des explications qui suivent.

On applique à l'électrode 1 une tension alternative $V_{in}(t)$ et on mesure sur l'autre électrode 3 une tension de référence $V_{ref}(t)$.

Plus précisément, la tension $V_{ref}(t)$ est prise aux bornes d'un circuit de type R-C comprenant une résistance R_{ref} et une capacité C_{ref} , ce circuit étant interposé entre la masse M et l'électrode 3.

Les deux électrodes 1 et 3 sont séparées d'une distance d correspondant sensiblement à l'épaisseur de la pièce à fabriquer.

Comme on peut le voir sur la figure 1, le milieu formé par la résine et par les fibres peut être lui-même modélisé comme un circuit de type R-C, présentant sa résistance propre R_{cap} et sa capacité propre C_{cap} .

Le procédé selon l'invention consiste à mesurer la capacité C_{cap} , dont on a pu se rendre compte qu'elle était représentative de la présence, de la quantité et de la forme des bulles d'air prisonnières de la résine.

Des travaux théoriques ont en effet montré que la présence, la quantité et la forme de ces bulles d'air modifient la permittivité du milieu constitué par la résine et les fibres, et donc la capacité équivalente de ce milieu.

Plus précisément, les impédances complexes $Z_{ref}(t)$ et $Z_{cap}(t)$ des deux circuits R-C représentés à la figure 1 sont déterminées comme suit :

$$Z_{ref}(t) = \frac{1}{\frac{1}{R_{ref}} + i\omega C_{ref}}$$

$$Z_{cap}(t) = \frac{1}{\frac{1}{R_{cap}} + i\omega C_{cap}}$$

On tire de ces relations que lorsque ω est « grand » (fréquence de la tension alternative $V_{in}(t)$ très importante) :

$$C_{cap} = C_{ref} \frac{V_{ref}}{V_{in} - V_{ref}} \quad \text{Capteur fonctionnant sur le modèle Capacitif}$$

de sorte que la connaissance de $V_{in}(t)$ et $V_{ref}(t)$ permet de connaître la capacité équivalente C_{cap} du milieu formé par les fibres et la résine liquide : le capteur formé par les deux électrodes 1 et 3 fonctionne ainsi selon un mode capacitif.

En pratique les moules en acier et l'environnement électronique du capteur génèrent une capacité parasite qui perturbe la mesure.

La capacité C_{ref} doit ainsi être modifiée suivant une loi du type :

$$C_{ref \text{ (modifiée)}}(t) = C_{ref}(t) + C_{parasite}(t)$$

Cette capacité parasite peut être évaluée en remplissant le volume entre électrodes d'un matériau dont la capacité est connue, donnant l'évolution de $C_{parasite}$ en fonction de la variation de capacité entre les électrodes.

L'autre possibilité est de prendre une mesure simultanée de part et d'autre de l'électrode en intervertissant les électrodes et la référence. Le rapport de ces deux tensions permet d'éliminer la capacité parasite.

La dernière possibilité est de maintenir l'électrode de garde au même potentiel que le capteur permettant à la fois la suppression des effets de bord mais aussi la suppression des interférences extérieures.

A l'inverse, lorsque l'on travaille avec des valeurs d' ω faibles, on tire des relations précédentes :

$$R_{cap} = R_{ref} \frac{V_{in} - V_{ref}}{V_{ref}} \quad \text{Capteur fonctionnant sur le modèle de la conductivité électrique}$$

permettant donc de connaître la résistance équivalente R_{cap} du milieu formé par la résine liquide et les fibres : le capteur formé par les électrodes 1 et 3 fonctionne alors selon le modèle de la conductivité électrique (il peut être alors judicieux de supprimer la capacité de référence qui n'est alors d'aucune utilité).

Ainsi, en travaillant en fréquences élevées et en analysant la tension $V_{ref}(t)$, on peut accéder à des informations relatives à la présence, au nombre et à la forme des bulles qui se trouvent dans la résine liquide juste avant la polymérisation.

En fonction des résultats découlant de ces informations, on peut corriger certains paramètres du procédé, tels que la pression d'injection de la résine, de manière à tenter de résorber les bulles présentes dans la résine, et à éviter ainsi de se retrouver *in fine* avec une pièce polymérisée présentant une porosité inacceptable.

Plus précisément, le matériel nécessaire à l'analyse de la tension $V_{\text{ref}}(t)$ est un matériel de traitement de signal, pouvant comprendre un conditionneur de signaux, fournissant un signal analogique à un échantillonneur-bloqueur, lui-même connecté à un convertisseur analogique-numérique.

Le rôle de l'échantillonneur-bloqueur est de prélever des valeurs instantanées et de les maintenir à l'entrée du convertisseur analogique-numérique au moins pendant le temps nécessaire à une conversion.

L'échantillonneur-bloqueur et le convertisseur analogique-numérique peuvent être commandés par un circuit logique qui donne l'ordre d'échantillonnage aux instants choisies.

Une telle fonction logique peut être réalisée par un système logique câblé simple ou par un microprocesseur qui offre la possibilité de programmer la gestion désirée.

La sortie du convertisseur analogique-numérique peut être soit traitée par un ordinateur (voir ce qui suit concernant le taux de bulles), soit mémorisée pour une analyse ultérieure, soit encore reconstituée sous sa forme analogique initiale par un convertisseur numérique-analogique et exploitée pour le contrôle du procédé.

Comme cela est représenté à la figure 2, il existe bien entendu des effets de bord 5, 7, à la périphérie des deux électrodes 1 et 3, susceptibles de perturber la fiabilité des mesures.

C'est la raison pour laquelle on prévoit de rajouter des électrodes de garde 9, 11 et 13, 15, à la périphérie des deux électrodes 1 et 3, de manière à préserver ces dernières électrodes des effets de bord, et à obtenir ainsi des mesures de tension parfaitement fiables.

On a représenté à la figure 4 des résultats typiquement obtenus avec le dispositif de mesure qui vient d'être décrit.

L'abscisse du graphe de la figure 4 représente le temps, et l'ordonnée de ce graphe représente la valeur de la tension mesurée $V_{\text{ref}}(t)$.

Le trait F indique le passage du front de résine au droit des deux électrodes 1 et 3.

Comme l'illustre donc ce graphe, la tension $V_{\text{ref}}(t)$ augmente brutalement lors de l'arrivée du front de la résine F, puis continue d'augmenter de manière moins importante une fois ce front passé.

La courbe en pointillés V_{max} représente la valeur théorique de V_{ref} si la résine liquide circulant entre les deux électrodes 1 et 3 était totalement dépourvue de bulles : on voit que dans cette hypothèse, la tension $V_{\text{ref}}(t)$ atteindrait un palier rigoureusement plat peu après le passage du front de résine.

Une première manière de déterminer le taux de bulles dans la résine est de faire fonctionner le dispositif décrit précédemment, selon le mode capacitif, c'est-à-dire avec des fréquences élevées pour la tension alternative $V_{\text{in}}(t)$ appliquée à l'électrode 1.

En appelant Φ_v , Φ_r et Φ_f les taux de bulles, de résine et de fibres comprises entre les deux électrodes 1 et 3, on a la relation $\Phi_v + \Phi_r + \Phi_f = 1$.

En appelant ϵ_v , ϵ_r , ϵ_f et ϵ_t respectivement les constantes de permittivité du vide, de la résine, des fibres et du composite, on obtient une relation du type $\Phi_v = f(\epsilon_v, \epsilon_r, \epsilon_f \text{ et } \epsilon_t, \Phi_f, C_{\text{cap}})$, lorsque le dispositif fonctionne en mode capacitif.

On peut donc déduire de ce type de relation la valeur du taux de bulles Φ_v .

Une autre manière de déterminer ce taux est de faire fonctionner le dispositif de mesure exposé ci-dessus en mode résistif, c'est-à-dire avec des fréquences relativement basses pour la tension alternative $V_{\text{in}}(t)$.

Dans ce mode de fonctionnement particulier, on peut démontrer qu'il existe une relation de proportionnalité directe entre les valeurs V_{max} et $V_{\text{ref}}(t)$ (voir figure 4), le rapport de proportionnalité entre ces deux valeurs étant représentatif de la saturation S en liquide du milieu disposé entre les deux électrodes 1 et 3.

Il en résulte que le taux de vide (taux de bulles) peut s'exprimer sous la forme $(1 - S) \cdot 100$.

Par la suite, lorsqu'on souhaite pousser plus avant les investigations relativement notamment à la forme des bulles, on traite de manière appropriée le signal représentatif de la capacité C_{cap} du milieu disposé entre les deux électrodes 1 et 3.

Ce signal inclut en effet des informations relatives à la permittivité des différents constituants du milieu (fibres, résine, vide), cette permittivité étant fonction du taux volumique de chacun de ces constituants et de leur forme (plus exactement de l'agencement des surfaces en contact entre les constituants dans le volume mesuré).

On peut alors déduire de ces variations de permittivité et des équations constitutives du milieu formé par la résine, les fibres et les bulles, des facteurs de formes représentatifs de la géométrie (cylindrique ou sphérique) des bulles.

Comme on peut le comprendre à la lumière de la description qui précède, le procédé et l'installation selon l'invention permettent, de manière très simple, de mesurer certains facteurs, tels que la présence, le taux et la forme des bulles situées à l'intérieur de la résine liquide qui va infuser à travers les tissus de fibres, juste avant l'étape de polymérisation.

On peut déduire de ces mesures des actions correctives à apporter afin de limiter, voire de supprimer, le risque d'obtenir *in fine* une pièce en composite poreuse.

Ces mesures permettent également de détecter la fin du gavage de résine, qui se manifeste par la fin de la présence de bulles dans la résine.

Une seule paire d'électrodes 1, 3 a été représentée dans le cadre de la présente description, mais il faut bien entendu comprendre que plusieurs paires d'électrodes peuvent être disposées à plusieurs endroits du moule et du contre-moule permettant de réaliser la pièce composite, afin de détecter la présence de bulles dans différentes parties du milieu formé par la résine liquide et les fibres.

REVENDICATIONS

1. Procédé de détection de bulles lors des opérations d'injection de résine pour la fabrication de pièces en composites fibreux, au moyen d'une installation comprenant :

- au moins un moule et un contre-moule,
- au moins une paire d'électrodes (1, 3) disposées respectivement dans ce moule et ce contre-moule,
- une source de tension alternative d'entrée ($V_{in}(t)$) reliée à l'une (1) de ces électrodes (1, 3),
- un circuit R-C relié d'une part à l'autre (3) de ces électrodes et d'autre part à la masse (M), aux bornes duquel se trouve une tension alternative de référence ($V_{ref}(t)$), et
- des moyens de traitement du signal, adaptés pour exploiter les mesures desdites tensions alternatives d'entrée et de référence,

procédé dans lequel on calcule à partir desdites mesures le taux de bulles comprises entre lesdites électrodes (1, 3).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on utilise une fréquence relativement élevée pour ladite source de tension alternative d'entrée ($V_{in}(t)$), on mesure la capacité (C_{cap}) d'au moins une partie du milieu formé par les fibres et la résine liquide, et on en déduit ledit taux de bulles à partir d'une relation du type $\Phi_v = f(\epsilon_v, \epsilon_r, \epsilon_f \text{ et } \epsilon_t, \Phi_f, C_{cap})$, où ϵ_v , ϵ_r , ϵ_f et ϵ_t sont respectivement les constantes de permittivité du vide, de la résine, des fibres et du composite, et Φ_v , Φ_r et Φ_f sont respectivement les taux de bulles, de résine et de fibres comprises entre les deux électrodes (1, 3).

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel on utilise ladite mesure de capacité (C_{cap}) pour en déduire les coefficients de dépolarisation desdites bulles, et ainsi les formes et tailles de ces bulles.

4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on utilise une fréquence relativement basse pour ladite source de tension alternative d'entrée ($V_{in}(t)$), on compare ladite tension alternative de référence ($V_{ref}(t)$) à une valeur de tension (V_{max}) représentant la valeur théorique de ($V_{ref}(t)$) si la résine circulant entre lesdites électrodes (1, 3) était totalement dépourvue de bulles, et on en déduit ledit taux de bulles à partir du taux de proportionnalité entre ces deux valeurs.

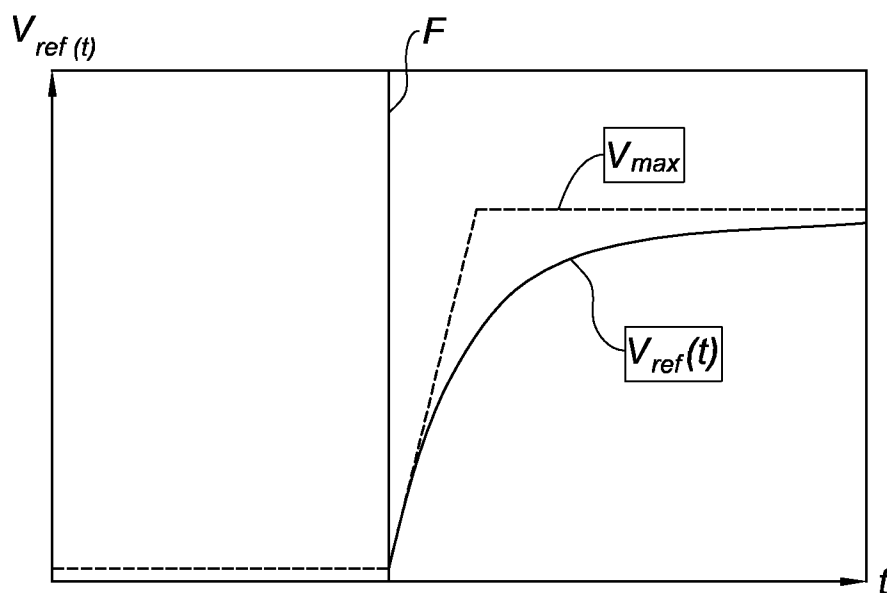
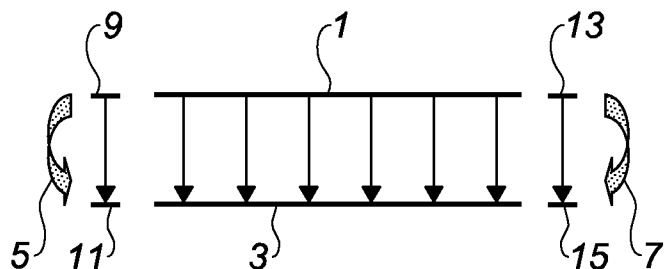
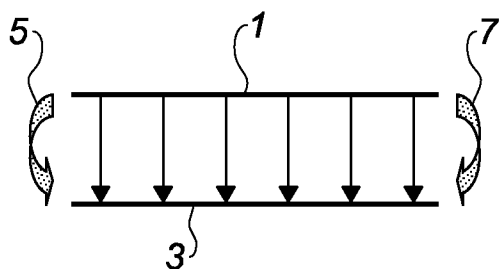
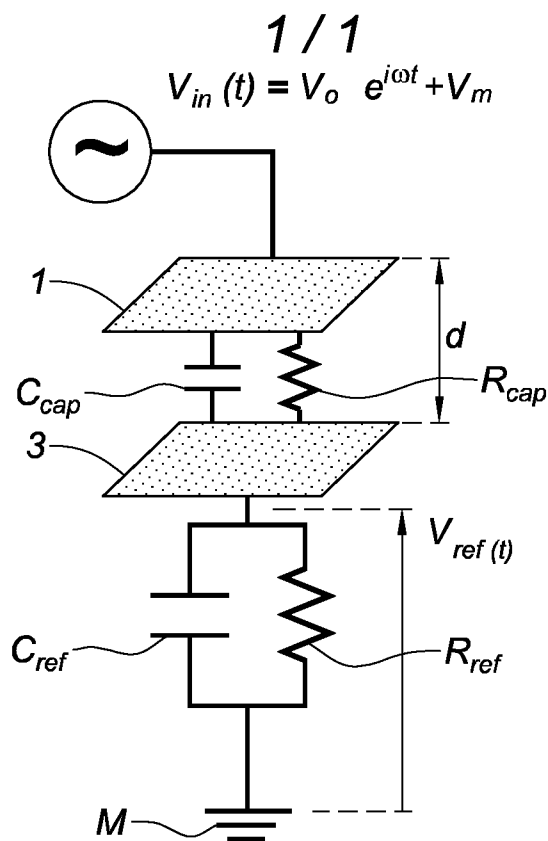
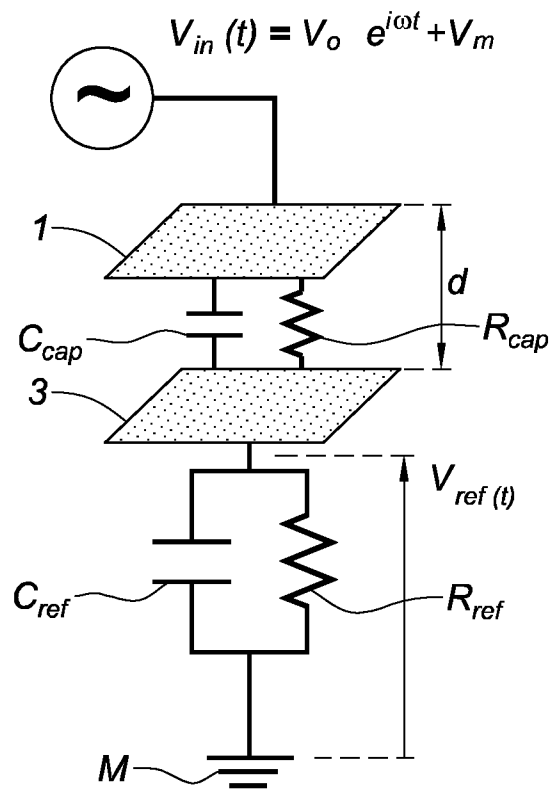


FIGURE D'ABREGÉ

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2012/052614

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01N27/22 G01N33/44
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 510 358 B1 (SCHATTAUER DORA [DE] ET AL) 21 January 2003 (2003-01-21) column 4, line 39 - line 45 column 5, line 53 - column 6, line 18 figures 1,2 column 6, line 57 - line 59 -----	1-4
Y	WO 2007/120044 A1 (KEMA NEDERLAND B V [NL]; BOSMA TJEERD JACOB [NL]) 25 October 2007 (2007-10-25) page 6, line 17 - line 26 -----	1-4
Y	US 4 288 742 A (WALSH JOHN E) 8 September 1981 (1981-09-08) column 2, line 51 - column 3, line 2; figure 3 ----- -/--	1-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 February 2013

Date of mailing of the international search report

19/02/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Purdie, Douglas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2012/052614

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 857 752 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 21 January 2005 (2005-01-21) page 17, line 17 - page 18, line 16; figures 4A-çD -----	1-4
A	DE 100 04 146 A1 (INST VERBUNDWERKSTOFFE GMBH [DE]) 13 July 2000 (2000-07-13) abstract -----	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2012/052614

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6510358	B1	21-01-2003	NONE

WO 2007120044	A1	25-10-2007	NL 1031615 C2 22-10-2007
		WO 2007120044 A1	25-10-2007

US 4288742	A	08-09-1981	NONE

FR 2857752	A1	21-01-2005	FR 2857752 A1 21-01-2005
		WO 2005008229 A2	27-01-2005

DE 10004146	A1	13-07-2000	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/052614

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G01N27/22 G01N33/44
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
G01N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 6 510 358 B1 (SCHATTAUER DORA [DE] ET AL) 21 janvier 2003 (2003-01-21) colonne 4, ligne 39 - ligne 45 colonne 5, ligne 53 - colonne 6, ligne 18 figures 1,2 colonne 6, ligne 57 - ligne 59 -----	1-4
Y	WO 2007/120044 A1 (KEMA NEDERLAND B V [NL]; BOSMA TJEERD JACOB [NL]) 25 octobre 2007 (2007-10-25) page 6, ligne 17 - ligne 26 -----	1-4
Y	US 4 288 742 A (WALSH JOHN E) 8 septembre 1981 (1981-09-08) colonne 2, ligne 51 - colonne 3, ligne 2; figure 3 ----- -/-	1-4



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

12 février 2013

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/02/2013

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Purdie, Douglas

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/052614

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 857 752 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 21 janvier 2005 (2005-01-21) page 17, ligne 17 - page 18, ligne 16; figures 4A-çD -----	1-4
A	DE 100 04 146 A1 (INST VERBUNDWERKSTOFFE GMBH [DE]) 13 juillet 2000 (2000-07-13) abrégé -----	1-4

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2012/052614

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6510358	B1	21-01-2003	AUCUN	

WO 2007120044	A1	25-10-2007	NL 1031615 C2	22-10-2007
			WO 2007120044 A1	25-10-2007

US 4288742	A	08-09-1981	AUCUN	

FR 2857752	A1	21-01-2005	FR 2857752 A1	21-01-2005
			WO 2005008229 A2	27-01-2005

DE 10004146	A1	13-07-2000	AUCUN	
