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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
21 janvier 2016 (21.01.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/009161 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01L 1/22 (2006.01) *B29C 65/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/051974

(22) Date de dépôt international :
17 juillet 2015 (17.07.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1456896 17 juillet 2014 (17.07.2014) FR

(71) Déposant : **CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES MECANIQUES** [FR/FR]; 52, Avenue Félix Louat, F-60300 Senlis (FR).

(72) Inventeur : **ANTHOINE-MILHOMME, Didier**; 37, Clos des Mésanges, La Rippe, F-73410 Albens (FR).

(74) Mandataires : **RIPAULT, Damien** et al.; c/o S.A Fedit-Loriot, 38, avenue Hoche, F-75008 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

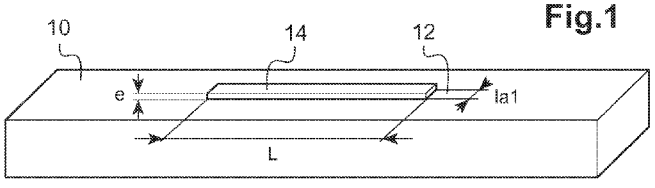
Publiée :

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

(54) **Title** : METHOD FOR MANUFACTURING A FORCE SENSOR AND FACILITY FOR IMPLEMENTING SAME

(54) **Titre** : PROCÉDÉ DE RÉALISATION D'UN CAPTEUR D'EFFORTS ET INSTALLATION DE MISE EN ŒUVRE

Fig.1



(57) **Abstract** : The invention relates to a method for manufacturing a force sensor and a facility for implementing same. The method includes the following steps: a) providing a deformation measurement apparatus (22) and a proof body (10); b) providing a reactive viscous adhesive; and c) applying said reactive viscous adhesive (14) to said proof body (10); d) placing said deformation measurement apparatus (22) on said viscous apparatus applied such as to trap a layer of said reactive viscous adhesive (50); then applying pressure to said deformation measurement apparatus (22) in order to bring same to a given distance from said proof body (10); and e) causing said reactive viscous adhesive of said layer (50) to react in order to sealingly secure said deformation measurement apparatus (22) to said receiving surface (12) of said proof body (10).

(57) **Abrégé** : L'invention concerne un procédé de réalisation d'un capteur d'efforts et une installation de mise en œuvre. Le procédé comprend les étapes suivantes : a) on fournit un appareil de mesure de déformation (22)

[Suite sur la page suivante]

WO 2016/009161 A1

et un corps d'épreuve (10); b) on fournit un adhésif visqueux réactif; et c) on applique ledit adhésif visqueux réactif (14) sur ledit corps d'épreuve (10); d) on porte ledit appareil de mesure de déformation (22) sur ledit adhésif visqueux appliqué de façon à emprisonner une couche dudit adhésif visqueux réactif (50); puis on applique une pression sur ledit appareil de mesure de déformation (22) pour le porter à une distance donnée dudit corps d'épreuve (10), et, e) on provoque la réaction dudit adhésif visqueux réactif de ladite couche (50) pour sceller ledit appareil de mesure de déformation (22) sur ladite surface de réception (12) dudit corps d'épreuve (10).

Procédé de réalisation d'un capteur d'efforts et installation de mise en œuvre

La présente invention se rapporte à un procédé de réalisation d'un capteur d'efforts et à une installation de mise en œuvre dudit procédé.

Un domaine d'application envisagé est notamment, mais non exclusivement, celui des capteurs d'efforts et de couples pour des applications réalisables en grande série.

Des procédés connus permettent de réaliser des capteurs d'efforts. On utilise pour ce faire un appareil de mesure de déformation et un corps d'épreuve sur lequel on vient sceller l'appareil de mesure. Cet appareil de mesure comporte une jauge de déformation laquelle est par exemple constituée d'une plaque de circuit imprimé sur laquelle est précisément imprimé un circuit, fait d'une seule piste étroite agencée en portions de piste contiguës. Le principe de base qui régit le fonctionnement de la jauge de déformation est le changement de conductibilité d'un matériau en fonction de la contrainte mécanique qu'il subit. En l'espèce, la déformation du circuit imprimé conduit à une variation de la conductibilité du matériau de la piste. Partant, au moyen d'un pont de Wheatstone, pour amplifier le signal, grâce à la jauge de déformation, on mesure un signal électrique variable en fonction de la contrainte subie par le circuit imprimé.

Ainsi, la plaque de circuit imprimé est scellée au moyen d'un adhésif à la surface du corps d'épreuve. Ce dernier subira les déformations, et partant, il sera choisi en fonction de l'application considérée afin qu'il se déforme exclusivement dans sa gamme de déformation élastique. L'adhésif est déposé en couche sur une surface de réception du corps d'épreuve, puis la plaque de circuit imprimé est appliquée sur la couche d'adhésif. On utilise un adhésif réactif à la chaleur, par exemple une résine de type époxyde, qui a l'avantage de durcir rapidement. L'adhésif ainsi durci constitue une liaison rigide de la surface de la plaque de circuit imprimé avec la surface de réception du corps d'épreuve.

On installe ensuite un dispositif d'enregistrement des signaux fournis par le circuit imprimé et un dispositif de traitement de ces signaux pour en déduire une contrainte mesurée.

La valeur du signal mesuré en fonction d'une contrainte donnée sur le corps d'épreuve, varie sensiblement d'un capteur d'efforts à l'autre, ce qui, dans la plupart des applications domestiques ne soulève aucune difficulté.

En revanche, dans les applications où une grande précision est requise, il est nécessaire d'obtenir une grande reproductibilité des signaux mesurés d'un capteur d'efforts à l'autre.

Aussi, un problème qui se pose et que vise à résoudre la présente invention est de fournir un procédé permettant de réaliser des capteurs d'efforts en grande série aptes à fournir une même valeur mesurée pour une contrainte donnée.

Dans ce but, et selon un premier objet, la présente invention propose un procédé de réalisation d'un capteur d'efforts du type comprenant les étapes suivantes, a) on fournit un appareil de mesure de déformation et un corps d'épreuve présentant une surface de réception plane, puis, b) on fournit un adhésif visqueux réactif ; ensuite, c) on applique ledit adhésif visqueux réactif sur ladite surface de réception dudit corps d'épreuve, et d) on porte ledit appareil de mesure de déformation sur ledit adhésif visqueux appliqué de façon à emprisonner une couche dudit adhésif visqueux réactif entre ledit appareil de mesure de déformation et ladite surface de réception dudit corps d'épreuve ; et enfin, e) on provoque la réaction dudit adhésif visqueux réactif de ladite couche pour sceller ledit appareil de mesure de déformation sur ladite surface de réception dudit corps d'épreuve. En outre, entre l'étape d) et l'étape e), on applique une pression sur ledit appareil de mesure de déformation pour le porter à une distance donnée de ladite surface de réception, tandis que ladite couche d'adhésif visqueux réactif atteint une épaisseur déterminée. Afin de pouvoir appliquer la pression sur ledit appareil de mesure de déformation pour le porter à une distance donnée de ladite surface de réception, on fournit en outre un dispositif de calibrage.

Ainsi, une caractéristique de l'invention réside dans la mise en œuvre d'une étape de calibrage permettant d'obtenir pour chaque capteur d'efforts, une même épaisseur d'adhésif entre l'appareil de mesure de déformation et le corps d'épreuve. En effet, il est apparu que cette couche de scellement ne présentait pas nécessairement la même épaisseur d'un capteur d'efforts à

l'autre, et que les dérives du signal mesuré en fonction de la contrainte subie par le corps d'épreuve, étaient en partie dues à la variation de cette épaisseur. De la sorte, en contrôlant la pression appliquée sur l'appareil de mesure de déformation après l'application de l'adhésif visqueux, et ce, jusqu'à une distance donnée de la surface de réception du corps d'épreuve, on obtient une même épaisseur d'adhésif solidifié entre l'appareil de mesure de déformation et le corps d'épreuve. Partant, pour une contrainte donnée appliquée au capteur d'efforts ainsi réalisés, on obtient une même valeur de signal. En conséquence, on peut alors réaliser en grande série des capteurs d'efforts d'une même précision.

En outre, on applique ladite pression sur ledit appareil de mesure de déformation, jusqu'à ce que ledit appareil de mesure de déformation soit porté à ladite distance donnée de ladite surface de réception. Aussi, dès que ledit appareil de mesure de déformation atteint ladite distance donnée, la pression exercée sur ledit appareil de mesure de déformation devient nulle.

De plus, ledit dispositif de calibrage vient d'une part s'appliquer sur ledit corps d'épreuve de chaque côté dudit appareil de mesure de déformation, et il vient d'autre part, en appui contre ledit appareil de mesure de déformation. Ainsi, en venant en appui contre l'appareil de mesure de déformation dans une position située en retrait par rapport à celle de l'appui sur le corps d'épreuve, on porte l'appareil de mesure de déformation à distance de la surface de réception.

Selon un mode de mise en œuvre de l'invention particulièrement avantageux, on fournit un appareil de mesure de déformation comprenant au moins une jauge de déformation. L'appareil de mesure de déformation est par exemple constitué d'une plaque de circuit imprimé dont seule une portion est imprimée pour former la jauge de déformation. On prévoit également la réalisation d'une plaque de circuit imprimé présentant plusieurs portions espacées les unes des autres et dédiées respectivement à la formation de plusieurs jauges de contrainte.

En outre, et selon un mode de réalisation préféré, on fournit un appareil de mesure de déformation comprenant au moins un dispositif de traitement des signaux fournis par ladite jauge de déformation. Ainsi, d'autre portion du circuit

imprimé sont réservées à la mise en œuvre de dispositifs de traitement des signaux, notamment d'amplification et de numérisation.

De plus, et selon une première variante de réalisation, à l'étape b) on fournit un adhésif visqueux réactif apte à réagir sous l'effet de la température. Par exemple, l'adhésif visqueux réagit, ou plus précisément, polymérise, à une température supérieure à 60 °C. Comme on l'expliquera ci-après, il est nécessaire que la couche d'adhésif visqueux durcisse le plus rapidement possible après que l'appareil de mesure de déformation soit appliqué, de manière à ce que l'épaisseur de cette couche ne varie plus.

Selon une seconde variante de réalisation, à l'étape b) on fournit un adhésif visqueux réactif apte à réagir sous l'effet du rayonnement ultraviolet. Ce type d'adhésif permet, dans certaines conditions, d'obtenir une couche d'adhésif solide plus rapidement.

Par exemple, à l'étape b) on fournit un adhésif visqueux réactif apte à se solidifier, de préférence, à l'intérieur d'un intervalle de temps inférieur à 10 minutes après que ladite réaction a été provoquée. Par exemple, l'adhésif se solidifie 5 minutes après l'avoir porté en température ; et il atteint une valeur voisine de 80 °C après cette durée.

En outre, à l'étape b) on fournit un adhésif visqueux réactif présentant, avantageusement, une viscosité comprise entre 50 Pa.s et 250 Pa.s avant que ladite réaction ne soit provoquée. En effet, il est nécessaire que l'adhésif soit suffisamment visqueux pour que l'épaisseur de la couche d'adhésif ne diminue pas entre l'instant où on applique une pression contrôlée sur l'appareil de mesure de déformation et l'instant où elle se solidifie.

De préférence, à l'étape e), on porte ledit corps d'épreuve et ledit appareil de mesure de déformation à l'intérieur d'une enceinte de chauffage pour provoquer la réaction dudit adhésif visqueux réactif. Par exemple, l'enceinte de chauffage permet de porter l'adhésif d'une température ambiante de 20°C à une température de 150 °C en 10 minutes, de manière à pouvoir assurer une parfaite polymérisation de celui-ci.

Selon un autre objet, la présente invention propose également une installation pour la réalisation d'un capteur d'efforts du type décrit ci-dessus, et comprenant : une plateforme de réception pour recevoir un corps d'épreuve

présentant une surface de réception plane ; un dispositif d'application pour appliquer un adhésif visqueux réactif sur ladite surface de réception dudit corps d'épreuve ; un organe mécanique pour porter un appareil de mesure de déformation sur ladite couche d'adhésif visqueux de façon à emprisonner une couche dudit adhésif visqueux réactif entre ledit appareil de mesure de déformation et ladite surface de réception dudit corps d'épreuve ; et, un dispositif de traitement pour pouvoir provoquer la réaction dudit adhésif visqueux réactif de ladite couche pour sceller ledit appareil de mesure de déformation sur ladite surface de réception dudit corps d'épreuve. L'installation comprend en outre un dispositif de calibrage pour pouvoir appliquer une pression sur ledit appareil de mesure de déformation pour la porter à une distance donnée de ladite surface de réception, tandis que ladite couche d'adhésif visqueux réactif atteint une épaisseur déterminée.

Ainsi, le dispositif de calibrage vient d'abord prendre appui sur l'appareil de mesure de déformation pour l'entraîner en translation vers la surface de réception du corps d'épreuve et ensuite, il vient en butée contre la surface de réception dès que l'appareil de mesure de déformation est à une distance prédéterminée de la surface de réception.

Selon un mode de mise en œuvre de l'invention particulièrement avantageux, ledit dispositif de calibrage comprend, d'une part, au moins deux pieds écartés l'une de l'autre aptes à venir s'appliquer sur ledit corps d'épreuve de chaque côté dudit appareil de mesure de déformation, et d'autre part, une traverse reliant lesdits deux pieds et présentant une cale d'appui située entre lesdits deux pieds et apte à venir en appui contre ledit appareil de mesure de déformation. Les deux pieds définissent un premier plan d'appui sur la surface de réception du corps d'épreuve, tandis que la cale d'appui définit un second plan d'appui parallèle au premier et situé en retrait à une distance équivalente à l'épaisseur de l'appareil de mesure de déformation additionnée de l'épaisseur de la couche d'adhésif souhaitée.

Selon ce dernier mode de mise en œuvre, et conformément à une variante de réalisation, lesdits au moins deux pieds sont montés réglables par rapport à ladite traverse pour pouvoir prérégler ladite distance donnée. Ainsi qu'on l'expliquera plus en détail dans la suite de la description, ces pieds

réglables permettent de calibrer le dispositif de calibrage en fonction de l'épaisseur de l'appareil de mesure de déformation et de l'épaisseur de la couche d'adhésif visqueux souhaitée.

D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description faite ci-après d'un mode de réalisation particulier de l'invention, donné à titre indicatif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la Figure 1 est une vue schématique en perspective montrant une première étape du procédé de réalisation d'un capteur d'efforts selon l'invention ;

- les Figures 2A et 2B sont des vues schématiques d'un mode de mise en œuvre d'une deuxième étape du procédé selon l'invention ;

- la Figure 3 est une vue schématique en perspective montrant le résultat de la deuxième étape ;

- la Figure 4 est une vue schématique en élévation de face d'un dispositif montrant la mise en œuvre d'une troisième étape du procédé selon l'invention ;

- la Figure 5 est une vue schématique en perspective montrant le résultat de la troisième étape ;

- la Figure 6 est un graphe représentant un cycle de polymérisation d'une résine thermodurcissable mise en œuvre selon l'invention ;

- la Figure 7 est un graphe illustrant la viscosité en fonction de la température d'une résine thermodurcissable mise en œuvre selon l'invention ;

- la figure 8 est une vue schématique en élévation de face d'un autre dispositif montrant le procédé selon l'invention, conformément à un autre mode de mise en œuvre dans une phase d'exécution ; et,

- la figure 9 est une vue schématique dudit autre dispositif montrant le procédé conformément audit autre mode de mise en œuvre dans une autre phase d'exécution.

La Figure 1 illustre un corps d'épreuve 10 présentant une surface de réception plane 12, sur laquelle a été appliqué longitudinalement, un ruban d'un adhésif visqueux réactif 14. L'adhésif visqueux réactif est une masse visqueuse homogène et elle est ici formée en ruban.

Le corps d'épreuve 10 présente ici une forme de poutre dont la longueur est par exemple de l'ordre du centimètre. Il est par exemple réalisé en métal. Certains aciers alliés peuvent être utilisés ou encore l'aluminium. Ils sont toutefois sensibles à la corrosion, et doivent être protégés. Les aciers inoxydables ne présentent pas de problème en termes de corrosion, et peuvent être utilisés. D'autres matériaux métalliques peuvent être mis en œuvre. Quels qu'ils soient, il est nécessaire que le matériau présente un comportement élastique dans sa gamme de déformation, de manière à pouvoir revenir à son état initial en l'absence de contraintes.

S'agissant de l'adhésif visqueux réactif du ruban 14, il est appliqué en ruban par exemple grâce à une méthode sérigraphique ou bien au moyen d'une seringue pilotée par une valve et un doseur. La première est plus adaptée aux adhésifs à viscosité importante, par exemple pour les jauges de déformation en couche épaisse, tandis que la seringue est plus indiquée pour les adhésifs à viscosité plus faible, lesquels sont mis en œuvre pour les jauges de déformation dites à trame pelliculaire. Quelle que soit la méthode, elles sont susceptibles d'être mécanisées et automatisées au moyen d'un organe de pilotage.

Quant à la nature de l'adhésif visqueux réactif, on choisira un matériau polymère apte à se polymériser et à durcir sous l'action de la chaleur. On choisira par exemple une résine époxyde, apte à réagir ainsi grâce à un durcisseur à base d'amine par exemple. On a représenté sur la Figure 7 la viscosité de cette résine, reportée sur l'échelle des ordonnées 16, en fonction de la température reportée sur l'échelle des abscisses 18. On considère que la résine n'a pas réagi avant et durant la mesure.

Ainsi, à température ambiante, soit environ 18 °C, la viscosité de la résine époxyde est de l'ordre de 250 Pa.s, ce qui permet de pouvoir former le ruban 14 avec une première épaisseur e suffisante pour la mise en œuvre du procédé.

Ainsi qu'on l'expliquera plus en détail ci-après, l'adhésif polymérise et durcit rapidement dès que la température est voisine de 80 °C.

L'installation de réalisation de capteur d'efforts conforme à l'invention et apte à mettre en œuvre le procédé selon l'invention, comprend un automate 20

tel que représenté sur les Figures 2A et 2B, destiné à saisir un appareil de mesure de déformation 22, stocké dans des alvéoles 24 appropriées et à l'entraîner en mouvement pour le déposer sur le corps d'épreuve 10 que l'on retrouve sur la Figure 2A.

Les appareils de mesure 22 sont ici constitués d'une plaque de circuit intégré incluant une jauge de déformation sérigraphiée et un composant électronique permettant de traiter les signaux fournis par la jauge.

L'automate 20 comporte un bras de saisie 26 traversé par une buse d'aspiration 28 laquelle débouche à l'extrémité de saisie 30 du bras de préhension 26. L'appareil de mesure 22 est suffisamment léger pour qu'une simple dépression dans la buse d'aspiration 28 permette, de venir le happer au niveau de l'extrémité de saisie 30 et de pouvoir la transporter ensuite par l'intermédiaire du bras de saisie 26. Celui-ci est commandé, de manière automatique, pour venir porter l'appareil de mesure 22 au droit de la surface de réception 12 et du ruban d'adhésif visqueux réactif 14. Ensuite, la buse d'aspiration 28 est portée à la pression atmosphérique, et l'appareil de mesure 22 se détache de l'extrémité de saisie 30 et vient s'appliquer sur l'adhésif visqueux réactif 14.

On retrouve sur la Figure 3 le corps d'épreuve 10 et l'appareil de mesure 22 déposé sur l'adhésif visqueux réactif sous forme de ruban 14. L'appareil de mesure 22 est suffisamment léger au regard de la viscosité de l'adhésif visqueux réactif pour que le ruban qu'il forme 14 ne s'aplatissent pas encore.

Ensuite, on vient appliquer sur le corps d'épreuve 10 et sur l'appareil de mesure 22 un dispositif de calibrage 32 représenté sur la Figure 4. Ce dernier présente deux pieds opposés 34, 36 et une traverse de structures 38 reliant ensemble de manière rigide les 2 pieds 34, 36. Les deux pieds 34, 36 présentent chacun une surface d'appui 40, 42, venant précisément en appui sur la surface de réception 12 de part et d'autre de l'appareil de mesure 22. Les deux surfaces d'appui 40, 42 sont coplanaires et elles définissent un premier plan d'appui P1 sur la surface de réception 12 du corps d'épreuve 10. Le premier plan d'appui P1 est, sur la Figure, confondu avec la surface de réception 12 du corps d'épreuve 10. Le dispositif de calibrage 32 définit un espace libre 44 entre la traverse 38 et le premier plan d'appui défini par les

deux surfaces d'appui 40, 42. Le dispositif de calibrage 32 est équipé d'une cale d'appui 46 solidaire de la traverse 38 à équidistance des deux pieds 34, 36 et étendue en saillie dans l'espace libre 44. La cale d'appui 46 présente une face d'appui 48 définissant elle-même un second plan d'appui P2, parallèle au premier plan d'appui P1, et écarté de celui-ci, vers la traverse 38, d'une distance prédéfinie e2 correspondant à l'épaisseur de l'appareil de mesure 22 additionnée de l'épaisseur de la couche d'adhésif visqueux réactif souhaitée e1. Par exemple, l'épaisseur de l'appareil de mesure 22, constitué de la plaque de circuit et de la jauge de déformation qu'elle inclut est égale à 2 mm, tandis que l'on souhaite une épaisseur de la couche d'adhésif visqueux réactif e1 de 1 mm. Aussi, la face d'appui 48 s'étendra en retrait par rapport au premier plan d'appui P1, à une distance e2 de 3 mm.

Lorsque le dispositif de calibrage 32 est appliqué, simultanément, la cale d'appui 46 contre l'appareil de mesure 22, et les deux pieds 34, 36 contre le corps d'épreuve 10, les deux surfaces d'appui 40, 42 en appui sur la surface de réception 12, le surplus d'adhésif visqueux réactif est alors chassé vers l'extérieur de l'espace qui s'étend entre l'appareil de mesure 22 et la surface de réception 12, comme l'illustre la Figure 5. Et ainsi, une quantité calibrée d'adhésif est retenu prisonnière entre les deux. Elle forme une couche d'adhésif 50 dont l'épaisseur est déterminée.

Dès après cette étape d'ajustement de l'appareil de mesure 22 sur le corps d'épreuve 10, l'ensemble est placé dans une enceinte de chauffage non représentée. L'enceinte de chauffage est un four tunnel, permettant d'appliquer un profil thermique prédéterminé audit ensemble. On se reportera à la Figure 6 illustrant un exemple de profil de température subi par l'adhésif visqueux réactif. Les températures sont portées sur l'échelle d'ordonnées, de 0 à 160°C, tandis que le temps en minutes est porté en abscisses. Ainsi, au bout de 2,5 minutes, l'adhésif visqueux est à une température d'environ 80 °C, ce qui permet de le solidifier. De la sorte, l'épaisseur de la couche d'adhésif 50 est figée. Ensuite, la polymérisation se poursuit et l'adhésif atteint en 5 minutes la température de 150 °C. Il est maintenu à cette température pendant une période supplémentaire de 10 minutes pour ensuite être ramené à la température ambiante en 5 minutes. L'adhésif est alors parfaitement

polymérisé, et par conséquent totalement solide. L'épaisseur de la couche d'adhésif 50 qui a été figée très tôt, n'a nullement évolué durant le cycle de polymérisation et est identique à la valeur prédéterminée e1 grâce au dispositif de calibrage 32.

Partant, le corps d'épreuve 10 sur lequel est scellé l'appareil de mesure 22 par l'intermédiaire de la couche d'adhésif 50 solide, est récupérée à la sortir du four tunnel pour pouvoir ensuite, réaliser un capteur d'efforts.

Un avantage du procédé selon l'invention, est de pouvoir automatiser les différentes étapes décrites ci-dessus et surtout, de pouvoir calibrer pour chaque appareil de mesure 22 et pour chaque corps d'épreuve 10 associé, l'épaisseur de la couche d'adhésif 50 entre les deux. Ceci est rendu possible grâce au dispositif de calibrage 32. Un tel procédé est applicable à de grandes séries de production. Et on peut de la sorte obtenir des séries de capteurs d'efforts présentant une réponse identique lorsqu'ils subissent une même contrainte

Bien évidemment, un tel procédé est applicable aux jauges de déformation en couche épaisse tout comme aux jauges de déformation à trame pelliculaire.

En outre, on prévoit, dans certaines circonstances, notamment lorsque l'appareil de mesure est sensible à la chaleur, un adhésif visqueux réactif susceptible de réagir sous l'effet du rayonnement ultraviolet. En pareille circonstance, et selon un mode de mise en œuvre particulièrement avantageux, on prévoit la mise en œuvre d'une cale d'appui transparente au rayonnement ultraviolet et une source de rayonnement ultraviolet venant la surmonter. De la sorte, on vient irradier l'adhésif à travers la cale d'appui transparente durant l'application de l'appareil de mesure sur le corps d'épreuve.

On se reportera à présent sur les Figures 8 et 9, pour décrire un dispositif de calibrage 32' selon une autre variante d'exécution. Les éléments analogues à la précédente variante porteront la même référence affectée d'un signe prime : «'». Les éléments additionnels porteront une référence incrémentant la suite des références déjà prises.

Ainsi, on retrouve sur les figures 8 et 9, le corps d'épreuve 10' et l'appareil de mesure 22' qui le surmonte. Le dispositif de calibrage 32' est appliqué sur l'appareil de mesure 22' et sur le corps d'épreuve 10'.

Le dispositif de calibrage 32' présente deux pieds parallèles opposés 34', 36' et une traverse de structures 38' à travers laquelle les 2 pieds 34', 36' sont montés mobiles en translation. La traverse de structures 38' est surmontée elle-même d'un portique 52, et le dispositif de calibrage 32' comporte deux actionneurs commandables 54, 56 installés respectivement entre les deux pieds 34', 36' et le portique 52. Les deux actionneurs commandables 54, 56, permettent également de mesurer respectivement l'amplitude de mouvement des deux pieds 34', 36'.

Les deux pieds 34', 36' présentent chacun une surface d'appui 40', 42', venant précisément en appui sur la surface de réception 12' de part et d'autre de l'appareil de mesure 22'.

Le dispositif de calibrage 32' est également équipé d'une cale d'appui 46' solidaire de la traverse 38' sensiblement à équidistance des deux pieds 34', 36'.

La cale d'appui 46' présente une face d'appui 48' venant prendre appui contre l'appareil de mesure 22'.

Ainsi, dans le but d'améliorer la reproductibilité des épaisseurs de couche d'adhésif visqueux réactif, dans une première phase, on procède au calibrage de la position relative des deux pieds 34', 36' par rapport à la cale d'appui 46'. Pour ce faire, on applique la cale d'appui 46' directement contre la surface de réception 12', tandis qu'on porte les surfaces d'appui 40', 42' des deux pieds 34', 36' contre la surface de réception 12' en activant les actionneurs commandables 54, 56. On repère alors la position P0 des deux pieds 34', 36' par rapport à la cale d'appui 46'.

Dans une deuxième phase, comme illustrée sur la figure 8, on ajuste le seul appareil de mesure 22' entre la cale d'appui 46' et la surface de réception 12' et on enregistre une position P1 des deux pieds 34', 36' par rapport à la cale d'appui 46', correspondant à l'épaisseur de l'appareil de mesure 22'.

Dans une troisième phase, telle qu'illustrée sur la figure 9, on commande alors les actionneurs commandables 54, 56 de manière à porter les deux pieds

34', 36' dans une position P2, correspondant à l'épaisseur de l'appareil de mesure 22' repérée durant la deuxième phase, additionnée de l'épaisseur de couche d'adhésif visqueux réactif désirée 50'.

La position P1 peut être repérée pour chacun des appareils de mesure 22', ou bien pour une série dont l'épaisseur est constante.

Selon encore un autre mode de mise en œuvre de l'invention, lorsque le corps d'épreuve est convexe, ou bien concave, on prévoit alors une cale d'appui présentant la même forme complémentaire pour pouvoir appliquer une pression sur l'appareil de mesure.

REVENDICATIONS

1. Procédé de réalisation d'un capteur d'efforts du type comprenant les étapes suivantes :

a) on fournit un appareil de mesure de déformation (22) et un corps d'épreuve (10) présentant une surface de réception plane (12) ;

b) on fournit un adhésif visqueux réactif ;

c) on applique ledit adhésif visqueux réactif (14) sur ladite surface de réception (12) dudit corps d'épreuve (10);

d) on porte ledit appareil de mesure de déformation (22) sur ledit adhésif visqueux appliqué de façon à emprisonner une couche dudit adhésif visqueux réactif (50) entre ledit appareil de mesure de déformation (22) et ladite surface de réception (12) dudit corps d'épreuve (10) ; et,

e) on provoque la réaction dudit adhésif visqueux réactif de ladite couche (50) pour sceller ledit appareil de mesure de déformation (22) sur ladite surface de réception (12) dudit corps d'épreuve (10) ;

caractérisé en ce qu'on fournit en outre un dispositif de calibrage (32) pour pouvoir appliquer une pression sur ledit appareil de mesure de déformation (22) entre l'étape d) et l'étape e), pour le porter à une distance donnée de ladite surface de réception (12), tandis que ladite couche d'adhésif visqueux réactif (50) atteint une épaisseur déterminée (e1).

2. Procédé de réalisation d'un capteur d'efforts selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on applique ladite pression sur ledit appareil de mesure de déformation (22), jusqu'à ce que ledit appareil de mesure de déformation (22) soit porté à ladite distance donnée de ladite surface de réception (12).

3. Procédé de réalisation d'un capteur d'efforts selon la revendication 2, caractérisé en ce ledit dispositif de calibrage (32) vient d'une part s'appliquer sur ledit corps d'épreuve (10) de chaque côté dudit appareil de mesure de déformation (22), et vient d'autre part, en appui contre ledit appareil de mesure de déformation (22).

4. Procédé de réalisation d'un capteur d'efforts selon la revendication 1 à 3, caractérisé en ce qu'à l'étape a) on fournit un appareil de mesure de déformation (22) comprenant au moins une jauge de déformation.

5. Procédé de réalisation d'un capteur d'efforts selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'à l'étape a) on fournit un appareil de mesure de déformation (22) comprenant au moins un dispositif de traitement des signaux fournis par ladite jauge de déformation.

6. Procédé de réalisation d'un capteur d'efforts selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'à l'étape b) on fournit un adhésif visqueux réactif apte à réagir sous l'effet de la température.

7. Procédé de réalisation d'un capteur d'efforts selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'à l'étape b) on fournit un adhésif visqueux réactif apte à réagir sous l'effet du rayonnement ultraviolet.

8. Procédé de réalisation d'un capteur d'efforts selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'à l'étape b) on fournit un adhésif visqueux réactif apte à se solidifier à l'intérieur d'un intervalle de temps inférieur à 10 minutes après que ladite réaction a été provoquée.

9. Procédé de réalisation d'un capteur d'efforts selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'à l'étape b) on fournit un adhésif visqueux réactif présentant une viscosité comprise entre 50 Pa.s et 250 Pa.s avant que ladite réaction ne soit provoquée.

10. Procédé de réalisation d'un capteur d'efforts selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'à l'étape e), on porte ledit corps d'épreuve (10) et ledit appareil de mesure de déformation (22) à l'intérieur d'une enceinte de chauffage pour provoquer la réaction dudit adhésif visqueux réactif.

11. Installation pour la réalisation d'un capteur d'efforts comprenant :

- une plateforme de réception pour recevoir un corps d'épreuve (10) présentant une surface de réception plane (12) ;
- un dispositif d'application pour appliquer un adhésif visqueux réactif sur ladite surface de réception (12) dudit corps d'épreuve ;
- un organe mécanique (20) pour porter un appareil de mesure de déformation (22) sur ladite couche d'adhésif visqueux de façon à emprisonner

une couche dudit adhésif visqueux réactif entre ledit appareil de mesure de déformation (22) et ladite surface de réception (12) dudit corps d'épreuve ;

- un dispositif de traitement pour pouvoir provoquer la réaction dudit adhésif visqueux réactif de ladite couche pour sceller ledit appareil de mesure de déformation (22) sur ladite surface de réception (12) dudit corps d'épreuve ;

caractérisé en ce qu'elle comprend en outre un dispositif de calibrage (32) pour pouvoir appliquer une pression sur ledit appareil de mesure de déformation (22) pour le porter à une distance donnée de ladite surface de réception (12), tandis que ladite couche d'adhésif visqueux réactif atteint une épaisseur déterminée (e1).

12. Installation selon la revendication 11, caractérisé en ce que ledit dispositif de calibrage (32) comprend, d'une part, au moins deux pieds (34, 36) écartés l'une de l'autre aptes à venir s'appliquer sur ledit corps d'épreuve (10) de chaque côté dudit appareil de mesure de déformation (22), et d'autre part, une traverse (38) reliant lesdits deux pieds et présentant une cale d'appui (46) située entre lesdits deux pieds (34, 36) et apte à venir en appui contre ledit appareil de mesure de déformation (22).

13. Installation selon la revendication 12, caractérisé en ce que lesdits au moins deux pieds (34, 36) sont montés réglables par rapport à ladite traverse (38) pour pouvoir prérégler ladite distance donnée.

Fig.1

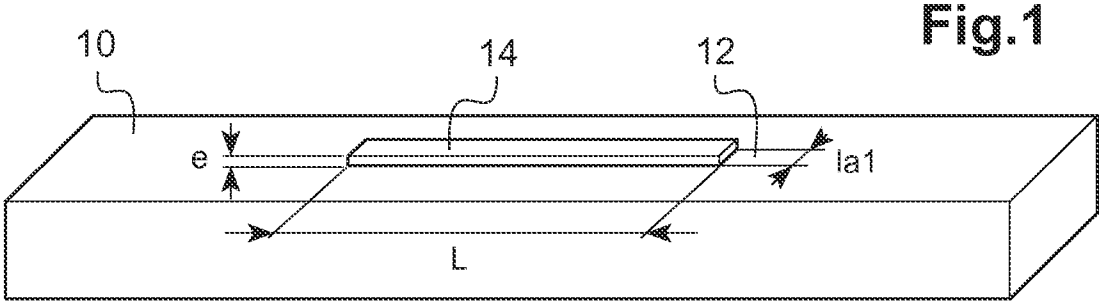


Fig.2a

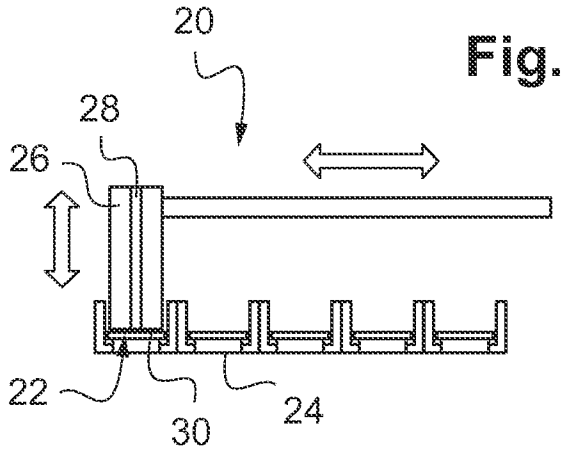


Fig.2b

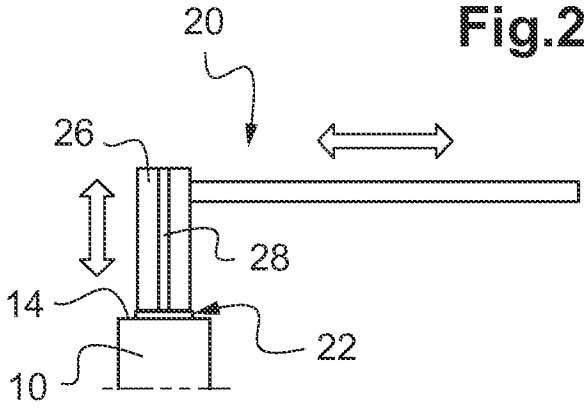


Fig.3

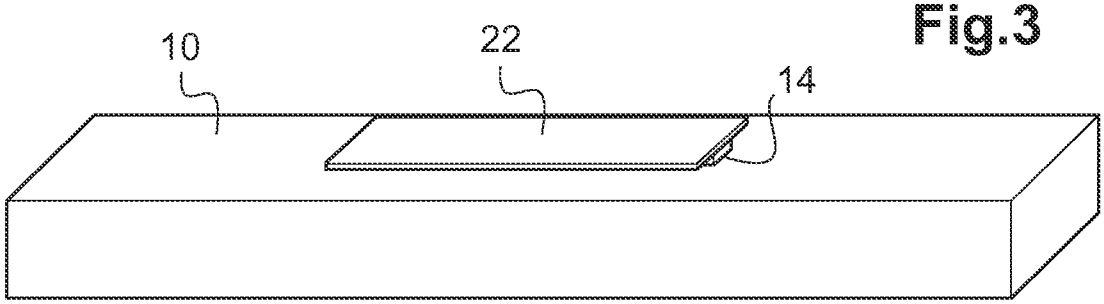


Fig.4

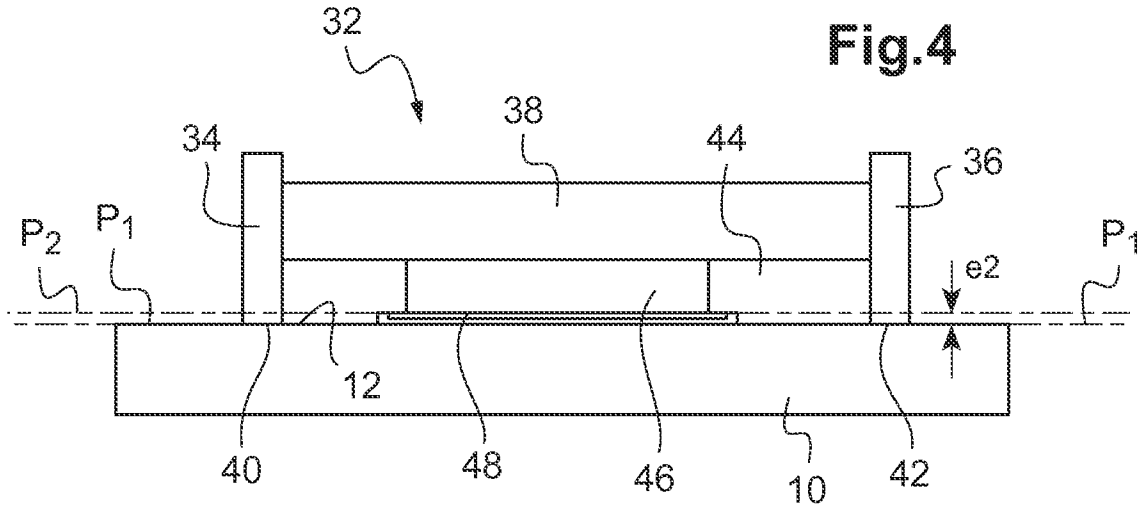


Fig.5

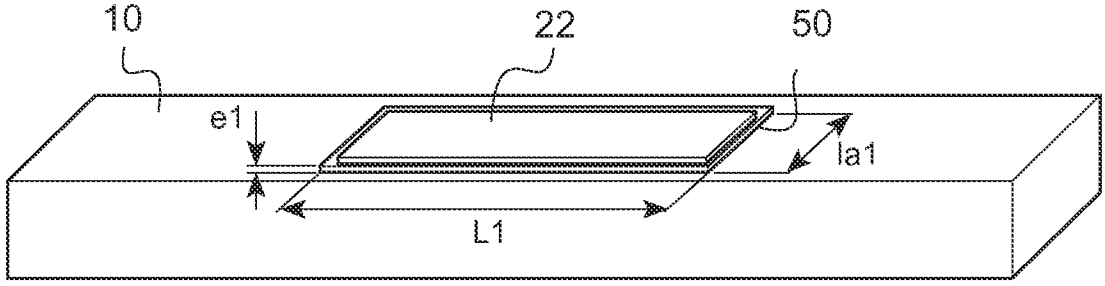


Fig.6

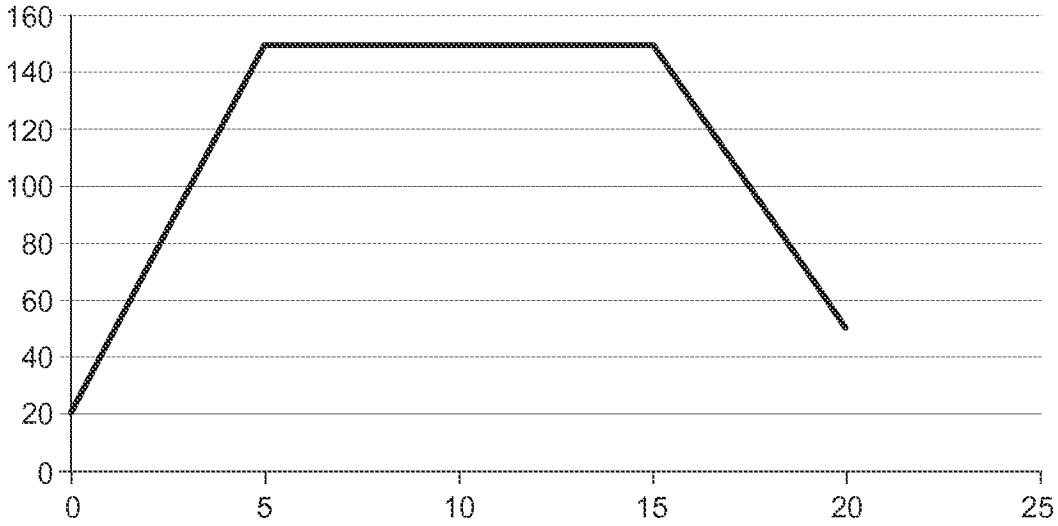

160
140
120
100
80
60
40
20
0
0
5
10
15
20
25

Fig.7

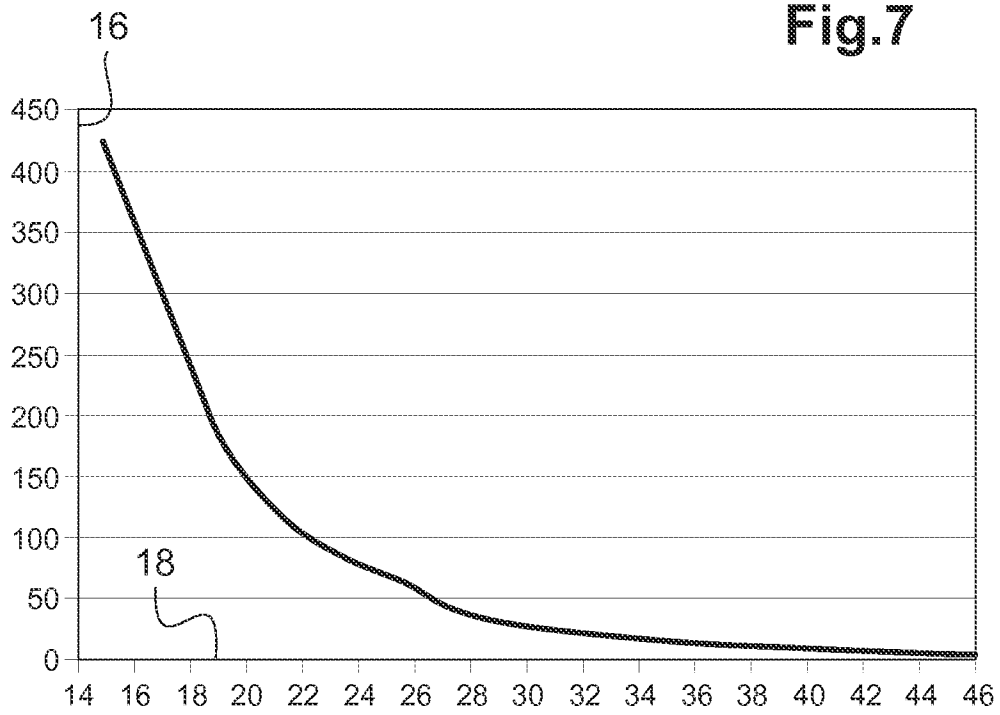

16
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
18
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46

Fig.8

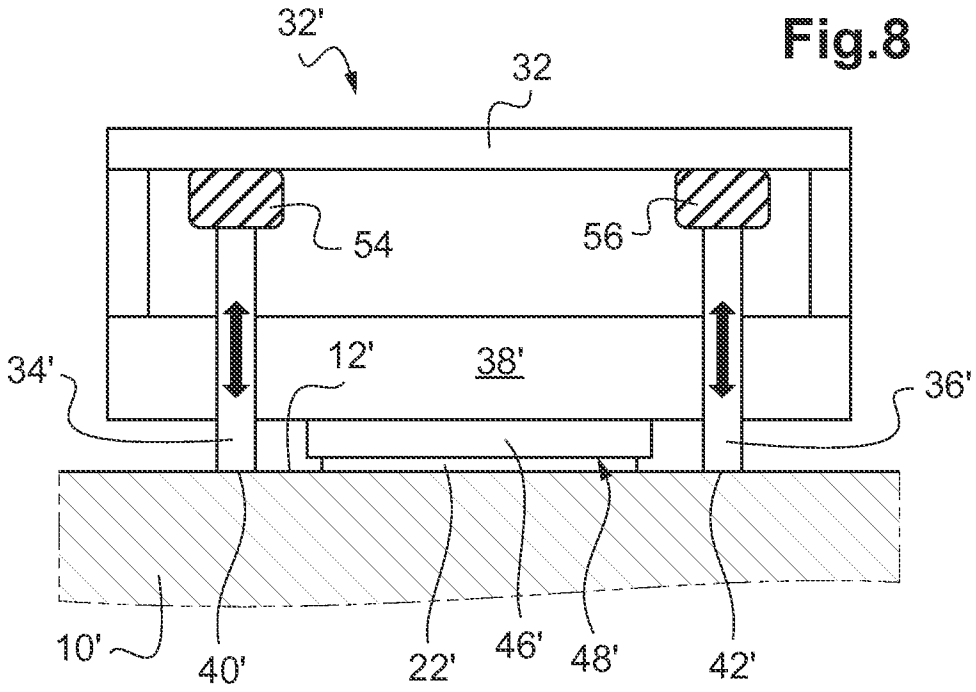
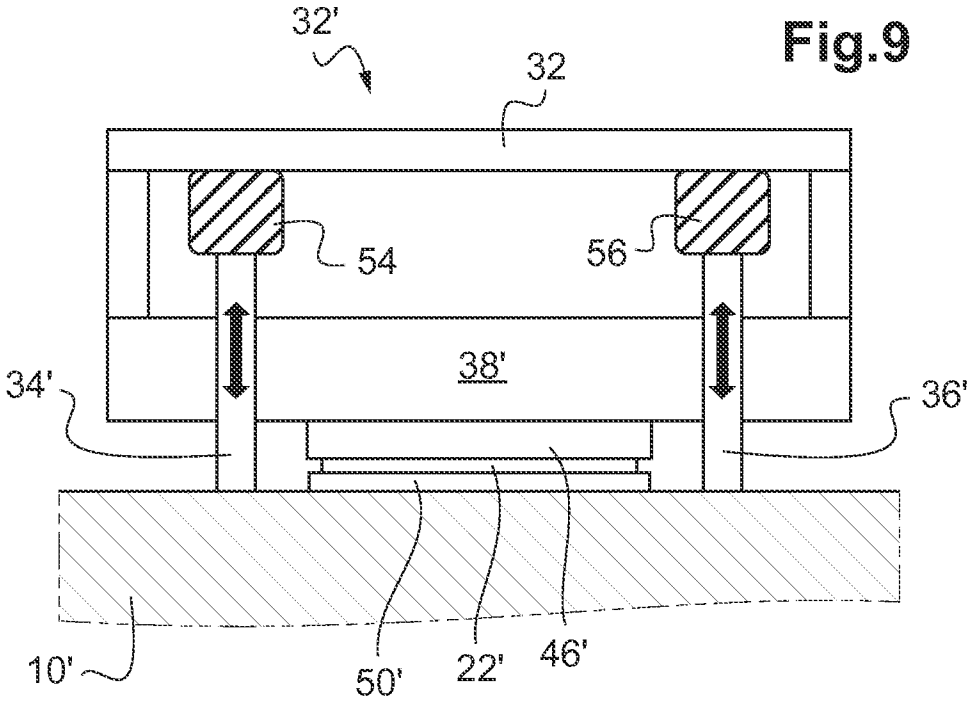

32'
32
54
56
34'
12'
38'
36'
10'
40'
22'
46'
48'
42'

Fig.9


32'
32
54
56
38'
34'
36'
10'
50'
22'
46'

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/051974

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01L1/22 B29C65/00
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)
G01L B29C

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.
X	FR 2 460 724 A1 (BOFORS AMERICA [US]) 30 January 1981 (1981-01-30) page 5, line 2 - page 9, line 39; figures 1-3	1-13
X	JP 2009 300096 A (MINEBEA CO LTD) 24 December 2009 (2009-12-24) abstract; figures 1-10	1-13
X	US 2005/160837 A1 (TELLENBACH JEAN-MAURICE [CH] ET AL) 28 July 2005 (2005-07-28) paragraph [0032] - paragraph [0044]; figures 1-4	1-13
X	US 5 049 232 A (TOLA JEFFRY [US]) 17 September 1991 (1991-09-17) column 2, line 29 - column 7, line 21; figures 1-10	1-13

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
15 September 2015	28/09/2015

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Gruss, Christian

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/051974

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 000 765 A2 (MILLENNIUM GATE TECHNOLOGY CO [JP]; JTEKT CORP [JP] JTEKT CORP [JP]) 10 December 2008 (2008-12-10) the whole document	1-13
A	US 6 030 480 A (FACE JR SAMUEL A [US] ET AL) 29 February 2000 (2000-02-29) the whole document	1-13
A	FR 2 686 972 A1 (TELEDYNE IND [US]) 6 August 1993 (1993-08-06) the whole document	1-13
A	EP 0 726 541 A2 (INTERLOCK AG [CH]) 14 August 1996 (1996-08-14) the whole document	1-13
A	US 2011/088844 A1 (FRAZIER CAMERON [US]) 21 April 2011 (2011-04-21) the whole document	1-13

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2015/051974

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2460724 A1	30-01-1981	DE 3024161 A1	08-01-1981
		FR 2460724 A1	30-01-1981
		GB 2051819 A	21-01-1981
		JP S5636562 A	09-04-1981
JP 2009300096 A	24-12-2009	JP 5372411 B2	18-12-2013
		JP 2009300096 A	24-12-2009
US 2005160837 A1	28-07-2005	AT 441843 T	15-09-2009
		CN 1648625 A	03-08-2005
		EP 1560010 A1	03-08-2005
		JP 2005214969 A	11-08-2005
		US 2005160837 A1	28-07-2005
US 5049232 A	17-09-1991	DE 69118507 D1	09-05-1996
		DE 69118507 T2	28-11-1996
		EP 0496032 A2	29-07-1992
		ES 2085387 T3	01-06-1996
		JP 3121389 B2	25-12-2000
		JP H0593665 A	16-04-1993
		US 5049232 A	17-09-1991
EP 2000765 A2	10-12-2008	CN 101326422 A	17-12-2008
		EP 2000765 A2	10-12-2008
		JP 2007271285 A	18-10-2007
		US 2009205443 A1	20-08-2009
		WO 2007114088 A1	11-10-2007
US 6030480 A	29-02-2000	US 6030480 A	29-02-2000
		US 6257293 B1	10-07-2001
FR 2686972 A1	06-08-1993	CA 2088631 A1	04-08-1993
		DE 4303049 A1	05-08-1993
		FR 2686972 A1	06-08-1993
		GB 2263779 A	04-08-1993
		JP H06102143 A	15-04-1994
		US 5347871 A	20-09-1994
EP 0726541 A2	14-08-1996	CN 1135623 A	13-11-1996
		DE 19504194 C1	04-04-1996
		DE 29502080 U1	23-03-1995
		DE 59611165 D1	27-01-2005
		EP 0726541 A2	14-08-1996
		US 5804026 A	08-09-1998
US 2011088844 A1	21-04-2011	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2015/051974

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G01L1/22 B29C65/00
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)
G01L B29C

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
X	FR 2 460 724 A1 (BOFORS AMERICA [US]) 30 janvier 1981 (1981-01-30) page 5, ligne 2 - page 9, ligne 39; figures 1-3	1-13
X	JP 2009 300096 A (MINEBEA CO LTD) 24 décembre 2009 (2009-12-24) abrégé; figures 1-10	1-13
X	US 2005/160837 A1 (TELLENBACH JEAN-MAURICE [CH] ET AL) 28 juillet 2005 (2005-07-28) alinéa [0032] - alinéa [0044]; figures 1-4	1-13
X	US 5 049 232 A (TOLA JEFFRY [US]) 17 septembre 1991 (1991-09-17) colonne 2, ligne 29 - colonne 7, ligne 21; figures 1-10	1-13

-/--

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

[X] 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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
15 septembre 2015	28/09/2015

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Gruss, Christian

1

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	EP 2 000 765 A2 (MILLENNIUM GATE TECHNOLOGY CO [JP]; JTEKT CORP [JP] JTEKT CORP [JP]) 10 décembre 2008 (2008-12-10) le document en entier	1-13
A	US 6 030 480 A (FACE JR SAMUEL A [US] ET AL) 29 février 2000 (2000-02-29) le document en entier	1-13
A	FR 2 686 972 A1 (TELEDYNE IND [US]) 6 août 1993 (1993-08-06) le document en entier	1-13
A	EP 0 726 541 A2 (INTERLOCK AG [CH]) 14 août 1996 (1996-08-14) le document en entier	1-13
A	US 2011/088844 A1 (FRAZIER CAMERON [US]) 21 avril 2011 (2011-04-21) le document en entier	1-13

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2015/051974

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2460724 A1	30-01-1981	DE 3024161 A1	08-01-1981
		FR 2460724 A1	30-01-1981
		GB 2051819 A	21-01-1981
		JP S5636562 A	09-04-1981
JP 2009300096 A	24-12-2009	JP 5372411 B2	18-12-2013
		JP 2009300096 A	24-12-2009
US 2005160837 A1	28-07-2005	AT 441843 T	15-09-2009
		CN 1648625 A	03-08-2005
		EP 1560010 A1	03-08-2005
		JP 2005214969 A	11-08-2005
		US 2005160837 A1	28-07-2005
US 5049232 A	17-09-1991	DE 69118507 D1	09-05-1996
		DE 69118507 T2	28-11-1996
		EP 0496032 A2	29-07-1992
		ES 2085387 T3	01-06-1996
		JP 3121389 B2	25-12-2000
		JP H0593665 A	16-04-1993
		US 5049232 A	17-09-1991
EP 2000765 A2	10-12-2008	CN 101326422 A	17-12-2008
		EP 2000765 A2	10-12-2008
		JP 2007271285 A	18-10-2007
		US 2009205443 A1	20-08-2009
		WO 2007114088 A1	11-10-2007
US 6030480 A	29-02-2000	US 6030480 A	29-02-2000
		US 6257293 B1	10-07-2001
FR 2686972 A1	06-08-1993	CA 2088631 A1	04-08-1993
		DE 4303049 A1	05-08-1993
		FR 2686972 A1	06-08-1993
		GB 2263779 A	04-08-1993
		JP H06102143 A	15-04-1994
		US 5347871 A	20-09-1994
EP 0726541 A2	14-08-1996	CN 1135623 A	13-11-1996
		DE 19504194 C1	04-04-1996
		DE 29502080 U1	23-03-1995
		DE 59611165 D1	27-01-2005
		EP 0726541 A2	14-08-1996
		US 5804026 A	08-09-1998
US 2011088844 A1	21-04-2011	AUCUN	