

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 501 362**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 04369**

(54) Jauge d'extensométrie et procédé de fabrication.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). G 01 B 7/18; G 01 L 1/22.

(22) Date de dépôt..... 4 mars 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 36 du 10-9-1982.

(71) Déposant : Société anonyme dite : SOCIETE EUROPEENNE DE PROPULSION, résidant en France.

(72) Invention de : Jean-Paul Navarro.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,  
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

Jauge d'extensométrie et procédé de fabrication.

La présente invention concerne une jauge d'extensométrie du type formé par une grille résistive établie sur un élément sensible, ainsi qu'un procédé de fabrication d'une telle jauge.

5 On sait qu'une jauge d'extensométrie est un produit pour mesurer les contraintes mécaniques à la surface d'un objet par ailleurs appelé élément sensible.

10 L'élément sensible est équipé d'une ou plusieurs jauge d'extensométrie dont la variation de résistance électrique est en relation connue avec la déformation que subit l'élément sensible sous l'action d'une force, d'une pression, d'un déplacement ou d'une température.

15 L'élément sensible se déforme sous l'action de la grandeur physique à mesurer d'une manière connue ; il en résulte que la variation de la résistance électrique permet de mesurer la grandeur physique étudiée.

20 L'élément sensible, équipé d'une ou plusieurs jauge sert, incorporé à un capteur ou placé isolément dans un système, à mesurer une grandeur physique telle que pression, effort, déplacement, température, etc.

25 L'élément sensible équipé peut servir également à piloter tout procédé de régulation ou de contrôle automatique de processus techniques.

Il existe actuellement divers produits pour réaliser la même fonction, et notamment : les jauge extensométriques à coller, les jauge métalliques déposées sous vide et les jauge métalliques diffusées sous vide.

30 Tous ces produits présentent des avantages et des inconvénients qui limitent leur emploi dans des domaines généralement différents de température, de régime vibratoire, d'ambiance chimique et également différents d'étendues de mesure.

Ainsi, pour les jauge extensométriques à coller, on est confronté aux inconvénients suivants :

- fluage dû au joint de colle entre élément sensible et jauge à coller ;

5 - fluage du support de jauge qui se traduit par un manque de stabilité à long terme ;

- réduction de performances liée à l'épaisseur du support de jauge qui éloigne la grille résistive de la surface de l'élément sensible .

10 Pour les jauge métalliques déposées sous vide, on assiste à un manque de stabilité à long terme car l'alliage déposé n'est pas homogène dans sa composition et donc n'est pas isotrope. Si les jauge sont gravées par procédé photochimique, dont la neutralisation est difficile, il apparaît des dérives à long terme dont l'incidence relative est d'autant plus grande que les grilles résistives sont d'épaisseur plus faible que le dixième de micron.

Le but de l'invention est de proposer une  
20 jauge d'extensométrie qui ne présente pas les inconvénients précités. Il est notamment de proposer une jauge d'extensométrie qui conserve les performances de l'alliage métalliques des jauge extensométriques à coller, mais évite que ces performances ne soient masquées par les  
25 défauts inhérents au support plastique genre époxyde ou polyimide inévitable pour l'utilisation de la plupart des jauge extensométriques à coller, ou au support silicium ou équivalent des jauge métalliques diffusées sous vide.

30 Ce but est atteint selon l'invention par le fait que la jauge d'extensométrie comporte, appliquée sur l'élément sensible, un diélectrique d'épaisseur minimale compatible avec les tensions d'isolation requises, et, appliquée sur le diélectrique, un feuillard de matériau  
35 résistif de composition homogène connue, dans lequel

est gravée, in situ, la grille résistive.

La grille résistive étant ainsi rapprochée au maximum compatible avec les tensions d'isolement requises de la surface de l'élément sensible où se 5 développent les contraintes à mesurer, la mesure est beaucoup plus précise qu'avec les jauge connues.

D'autre part, l'utilisation pour la grille résistive, d'un matériau homogène parfaitement connu dans sa composition et ses caractéristiques mécaniques 10 et électriques ainsi que dans leur évolution à court terme et à long terme conduit à un produit stable et de fabrication répétitive, donc à des mesures de grandeurs physiques plus précises en particulier à long terme.

En outre, l'épaisseur de la grille résistive 15 rend d'ordre mineur l'incidence de la difficulté de neutralisation après gravure photochimique sur la stabilité à long terme, si on utilise ce mode de gravure.

L'élément sensible, sur lequel on applique la jauge d'extensométrie conforme à l'invention, est un matériau 20 dont les caractéristiques mécaniques (module d'YOUNG et coefficient de POISSON) sont parfaitement connues. C'est avantageusement un métal ou alliage métallique, un matériau à base de carbone tel que les carbones vitreux, le graphite polycristallin ou le carbone - 25 carbone, un matériau céramique, ou un matériau polymère.

A sa surface, qu'on aura éventuellement polie, on applique une très faible épaisseur - quelques millièmes de millimètre - d'un diélectrique constitué d'un corps minéral tel que la silice, l'alumine ou équivalent, par pulvérisation cathodique réactive ou non, ou encore par évaporation simple ou multiple, réactive ou non, ou par un procédé dérivé des précédents sous vide, tel que la déposition ionique ("ion-plating") ou le dépôt chimique en phase vapeur (CVD).

Le feuillard de matériau résistif, en métal, alliage métallique de composition connue, ou corps minéral conducteur, est placé en épaisseur suffisante (par exemple 4 à 6 µm) sur le diélectrique par collage ou tout procédé d'adhérisation qui solidarise parfaitement le feuillard et le diélectrique.

Le feuillard est gravé photo-ioniquement ou photochimiquement.

Suivant le mode d'utilisation, on peut appliquer et graver par le même procédé, en parallèle ou en série avec chacune des jauge, une ou plusieurs résistances d'ajustage pouvant ensuite servir, par exemple, à équilibrer un pont de Wheatstone de quatre jauge gravées sur le même élément sensible ou à corriger des dérives en température.

Chaque jauge et chaque résistance peut être gravée séparément ou simultanément par groupe suivant des dispositions qui conviennent à l'utilisation exacte qu'on veut en faire.

Afin de pouvoir établir des comparaisons avec les jauge connues, on a fabriqué une jauge d'extensométrie conforme à l'invention selon les étapes suivantes :

- polissage de l'élément sensible en acier inoxydable à hautes caractéristiques mécaniques,
- dépôt sous vide par pulvérisation cathodique d'un diélectrique du type silice ;
- collage d'un feuillard d'alliage Nickel-Chrome d'épaisseur 5 µm.
- gravure photochimique du feuillard.

Les résultats de la comparaison sont rassemblés dans le tableau suivant :

T A B L E A U

	Jauge conforme à l'invention	Jauge extenso-métrique à coller	Jauge métallique déposée sous vide	Jauge métallique diffusée sous vide
Chocs thermiques acceptables °C	- 200 à + 400	- 55 à + 125	- 200 à + 400	- 55 à + 125
Fluage à 120°C ramené à l'étendue de mesure	1 à 2 $10^{-4}$	1 à 2 $10^{-3}$	1 à 2 $10^{-4}$	1 à 2 $10^{-4}$
Fluage à 200°C ramené à l'étendue de mesure	4 à 5 $10^{-4}$	très important	4 à 5 $10^{-4}$	important
Stabilité à long terme ramenée à l'étendue de mesure	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$
Echauffement parasite de la jauge (effet Joule)	2 ou 3°C	10 à 20°C	2 ou 3°C	2 ou 3°C
Limitation d'emploi dans les domaines	sans	sans	sans	- hautes étendues de mesure - chimiques - vibratoires

Les avantages et caractéristiques de l'invention seront mieux compris grâce à la description qui va suivre, faite en référence aux figures annexées, sur lesquelles :

- la figure 1 est une vue en coupe d'un premier type  
5 de jauge de l'art antérieur;
- la figure 2 est une vue en coupe d'un second type  
de jauge de l'art antérieur;
- la figure 3 est une vue en coupe d'une jauge conforme à l'invention;
- 10 - la figure 4 est une vue en perspective partiellement arrachée d'une jauge conforme à l'invention pendant la première étape de sa fabrication;
- la figure 5 est une vue analogue à celle de la figure 4 pendant la deuxième étape de la fabrication;
- 15 - la figure 6 est une vue analogue à celles des figures 4 et 5 pendant la troisième étape de sa fabrication;
- la figure 6A représente un agrandissement du détail A de la figure 6.

On voit, sur la figure 1, un exemple de jauge collée  
20 sur un élément sensible métallique 1. La grille résistive 2, d'une épaisseur de 4 à 6  $\mu\text{m}$ , adhère par un joint de colle 3 d'une épaisseur de 2  $\mu\text{m}$  sur un support 4 plastique époxyde d'environ 25  $\mu\text{m}$  collé à l'élément sensible 1 par un joint 5 d'environ 1 à 2  $\mu$ .

La figure 2 montre un exemple de jauge déposée sous  
25 vide, avec son diélectrique 6 déposé sous vide et d'une épaisseur d'environ 2  $\mu\text{m}$  et la grille résistive 7 de faible épaisseur (0,1  $\mu\text{m}$ ).

Comme le montre la figure 3, la jauge d'architecture nouvelle conforme à l'invention comporte, appliqués sur l'élément sensible 1, un diélectrique 8 déposé sous vide d'une épaisseur de  
30 l'ordre de 1 à 5  $\mu\text{m}$  compatible avec les tensions d'isolement requises, et une grille résistive 9 gravée in situ dans un feuillard d'une épaisseur de l'ordre de 4 à 6  $\mu\text{m}$  collée par un joint de colle 10 de 1 à 2  $\mu\text{m}$  d'épaisseur sur le diélectrique 8.

Selon le procédé de fabrication conforme à l'invention,  
35 on commence (figure 4) par déposer sous vide sur l'élément sensible 1 le diélectrique 8, puis on colle (figure 5) par un joint de colle 10

un feuillard 11 de matériau résistif qu'on grave ensuite in situ afin d'obtenir (figures 6 et 6A) la grille résistive 9 de la jauge.

Naturellement, l'invention n'est pas limitée à ce mode particulier de réalisation, mais elle englobe au contraire  
5 l'ensemble des réalisations dont la portée est définie par les revendications annexées.

R E V E N D I C A T I O N S

1 - Jauge d'extensométrie du type formé par une grille résistive (9) solidaire d'un élément sensible (1), caractérisée en ce qu'elle comporte, appliqués successivement sur l'élément sensible (1), un diélectrique (8) déposé sous vide d'épaisseur minimale compatible avec les tensions d'isolation requises et une grille résistive (9) gravée in situ dans un feuillard (11) de matériau résistif collé sur le diélectrique (8).

5 2 - Jauge d'extensométrie selon la revendication 1, caractérisée en ce que le matériau constitutif de l'élément sensible (1) est un métal ou un alliage métallique ou un matériau à base de carbone, carbone vitreux, graphite polycristallin, carbone-carbone, ou à base de matériau céramique ou de polymères.

10 3 - Jauge d'extensométrie selon les revendications 1 et 2, caractérisée en ce que le matériau diélectrique (8) placé sur l'élément sensible (1) est un corps minéral tel que silice, alumine.

15 4 - Jauge d'extensométrie selon les revendications 1, 2 et 3, caractérisée en ce que le matériau résistif du feuillard (11) est un métal ou un alliage métallique ou un corps minéral conducteur.

20 5 - Procédé de fabrication d'une jauge d'extensométrie selon la revendication 1, caractérisé en ce que :

- on dépose sous vide, sur l'élément sensible (1), un diélectrique (8) d'épaisseur minimale compatible avec les tensions d'isolation requises;
- on colle ensuite sur le diélectrique (8) un feuillard (11) de matériau résistif;
- on grave in situ dans le feuillard (11) la grille résistive (9) de la jauge.

25 30 6 - Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que, préalablement à l'application du diélectrique (8), on procède à un polissage de la surface de l'élément sensible (1).

7 - Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'on dépose le diélectrique (8) par pulvérisation cathodique sous vide réactive ou non.

8 - Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'on dépose le diélectrique (8) par évaporation sous vide, simple ou multiple, réactive ou non.

9 - Procédé selon la revendication 5, caractérisé  
5 en ce qu'on dépose le diélectrique (8) par déposition ionique sous vide.

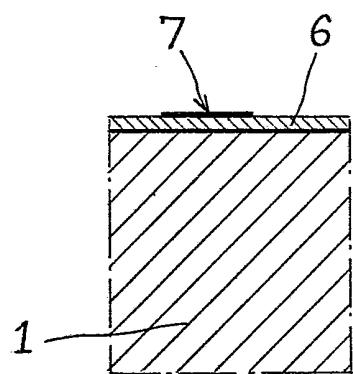
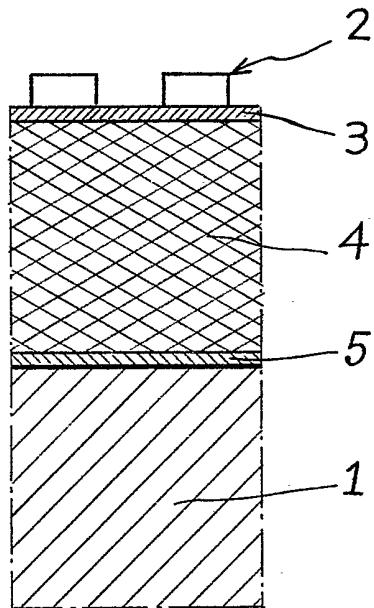
10 - Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'on applique le diélectrique (8) par dépôt chimique en phase vapeur.

11 - Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la grille (9) est gravée dans le feuillard (11) par procédé photo-ionique.

12 - Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la grille (9) est gravée dans le feuillard (11) par procédé  
15 photochimique.

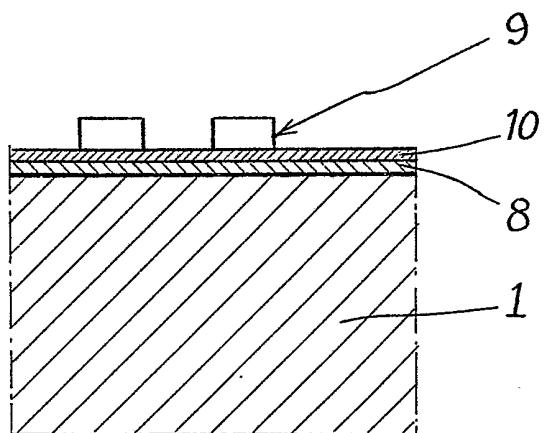
13 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 12, caractérisé en ce qu'on grave dans le feuillard (11) une ou plusieurs grilles résistives (9) et simultanément ou séparément une ou plusieurs résistances d'ajustage.

1/2



F19-1

F19-2



F19-3

2/2

