

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 10048

(54) Circuit résistant en couche épaisse avec fusible incorporé.

(51) Classification internationale (Int. Cl.⁸). H 01 C 7/00; H 01 H 85/10.

(22) Date de dépôt..... 9 juin 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 50 du 16-12-1983.

(71) Déposant : Société anonyme dite : EQUIPEMENTS AUTOMOBILES MARCHAL. — FR.

(72) Invention de : Gérard Mouaici.

(73) Titulaire :

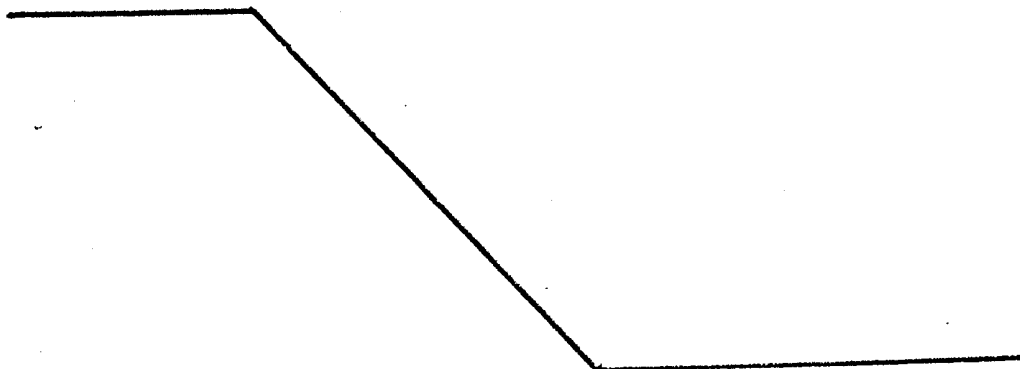
(74) Mandataire : Jacques Peuscet, conseil en brevets,
3, square de Maubeuge, 75009 Paris.

CIRCUIT RESISTANT EN COUCHE EPAISSE AVEC FUSIBLE INCORPORE.

La présente invention se rapporte à un circuit résistant en couche épaisse, constitué d'une couche résistante disposée sur un support ou substrat isolant, où elle forme une voie conductrice entre des bornes de connection.

Ces résistances en couches épaisses sont généralement formées par sérigraphie sur le support et leur valeur peut être ajustée avec une précision extrême, par utilisation d'un laser, avec lequel on effectue, dans la couche résistante, une ou plusieurs découpes afin d'augmenter la valeur de la résistance jusqu'à la valeur désirée. On peut, à ce sujet, se référer à la publication "ACTA ELECTRONICA", 21, 4, 1978, 319-331, Jean-Pierre LE PENDEVEN, "Ajustage des résistances en couches minces et en couches épaisses", qui traite, en particulier, des différentes formes de découpes, des facteurs de correction et de sensibilité qui leur sont associés ainsi que de leurs domaines d'utilisation.

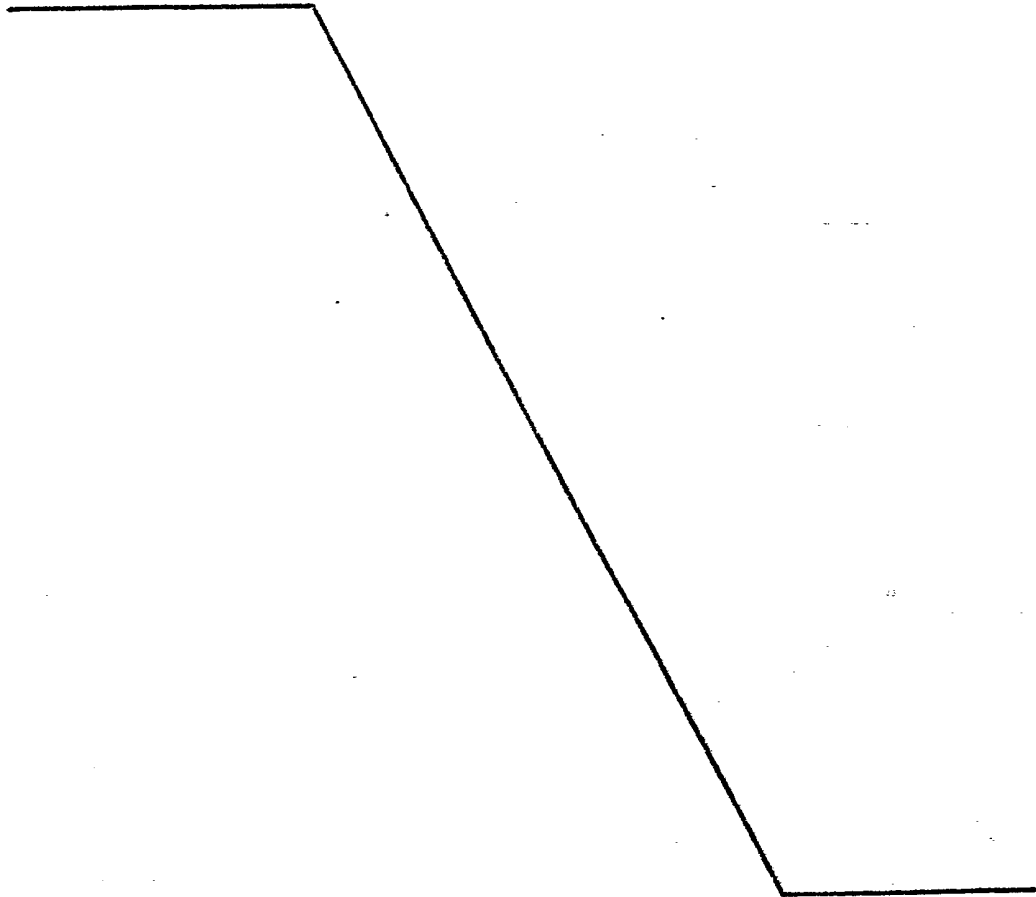
Les circuits électriques, qui sont formés à l'aide de ces couches résistantes sérigraphiées pourraient comporter des zones fusibles constituées par des étranglements de la voie conductrice. Cependant, des difficultés se poseraient pour l'évaluation des caractéristiques précises de tels fusibles obtenus par sérigraphie, car il faudrait pouvoir définir très précisément la largeur de la zone rétrécie et également tenir compte de l'évolution des paramètres du substrat et de la couche résistante. C'est pourquoi, on n'a jamais réalisé jusqu'à ce jour de résistances en couche épaisse dotées de fusibles, ce qui, pourtant, présente un intérêt important pour l'utilisateur.



La présente invention permet de remédier à cet inconvénient ; elle a en effet pour objet le produit industriel nouveau que constitue un circuit résistant en couche épaisse du type précité, qui est caractérisé par le fait
5 que la voie conductrice comporte au moins une zone fusible incorporée, dont la valeur peut être ajustée avec précision.

Il convient de remarquer que la zone fusible incorporée dans un circuit selon l'invention fond par élévation de sa température au-dessus d'un seuil donné, quelle que soit
10 la cause de l'élévation de température : ladite cause peut être le passage d'un courant trop important ou l'action d'un choc thermique d'origine externe.

Conformément à un premier mode de réalisation de la présente invention, chaque zone fusible est constituée
15 par au moins un fil ou ruban conducteur -dont on connaît



la valeur limite de l'intensité à laquelle il fond- rapporté au-dessus d'une interruption de la voie conductrice, interruption qui pourra être formée par au moins un trait de coupe effectué par un faisceau laser.

- 5 De préférence, le fil ou ruban est raccordé par ses extrémités à la voie conductrice au moyen d'une soudure par écrasement réalisée par ultrasons, de part et d'autre du (ou des) trait(s) de coupe.

- Conformément à un second mode de réalisation de
10 la présente invention, chaque zone fusible est constituée par une zone rétrécie de la voie conductrice, délimitée par une découpe au laser. Une zone rétrécie pourra notamment être délimitée par une double découpe en L de la voie conductrice, disposée symétriquement par rapport à l'axe
15 central de ladite zone fusible, de telle sorte que la voie de passage du courant soit interrompue par les branches des découpes en L perpendiculaires aux bordures de la voie conductrice, et que le courant soit contraint de passer entre les deux branches des découpes en L parallèles à
20 l'axe de la voie conductrice, lesquelles ont une longueur suffisante pour assurer l'efficacité de la fusion.

- Cette double découpe en L sera avantageusement une découpe au laser corrigée dynamiquement en fonction de la résistance réelle, ce qui conduit à l'obtention d'un fusible
25 dont la caractéristique est très exactement connue.

- Dans une variante intéressante de la présente invention, on prévoit qu'à au moins l'une des zones fusibles conforme au second mode de réalisation susmentionné soit associée une plaquette-test constituée par une couche résistante,
30 de contour quelconque mais de même nature et de même épaisseur que la voie conductrice, formée sur le même support mais indépendante de ladite voie, cette plaquette-test comportant une zone fusible identique à celle(s) du circuit résistant auquel elle est associée. On peut effectuer un test destructif
35 sur le fusible de la plaquette-test pour définir exactement la caractéristique du fusible correspondant du circuit résistant ; cette mesure permet notamment d'agir en fabrication sur la géométrie des zones fusibles si les

paramètres associés au substrat et à la couche résistive présentent une évolution à l'intérieur d'une même série de fabrication.

5 Pour mieux faire comprendre l'objet de l'invention, on va en décrire maintenant, à titre d'exemples purement illustratifs et non limitatifs, deux modes de réalisation représentés sur le dessin annexé.

Sur ce dessin :

10 - les figures 1 et 3 représentent chacune schématiquement en plan une résistance en couche épaisse formant une voie conductrice entre des bornes de connection et dotée de zones fusibles conformes respectivement au premier et au second modes de réalisation de l'invention susmentionnés; sur chacune de ces figures, on a également représenté le schéma électrique correspondant au circuit ; sur 15 la figure 1A, on a représenté, en perspective, le détail D d'une zone fusible du circuit de la figure 1 ;

20 - les figures 2A, 2B, 2C, 2D illustrent les différentes étapes de la réalisation d'un élément fusible conforme au premier mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 4 représente schématiquement en plan une résistance analogue à celle de la figure 3, à laquelle est associée une plaquette-test utilisable à des fins de contrôle d'un fusible incorporé dans ladite résistance.

25 Les figures 1, 3 et 4 montrent un support 1, réalisé en un matériau électriquement isolant, sur lequel a été formée, par sérigraphie, une voie conductrice 2 (en alumine par exemple) d'une épaisseur de l'ordre de 11μ , à laquelle sont associées une borne d'entrée 3 et deux 30 bornes de sortie 4 et 5. Ce support 1 est une plaquette rectangulaire de 5cm x 2,5cm destinée à être insérée dans le circuit de commande d'un moteur à deux vitesses.

Dans l'exemple représenté sur le dessin, la résistance R_1 du circuit entre la borne d'entrée 3 et la 35 borne de sortie 4 a une valeur de $0,7 \Omega$, et celle ($R_1 + R_2$) du circuit entre la borne d'entrée 3 et la borne de sortie 5 a une valeur de $2,5 \Omega$. Le premier circuit 3-4 est utilisé pour l'entraînement du moteur à moyenne vitesse ; le

deuxième circuit 3-5 est utilisé pour l'entraînement du moteur à petite vitesse. Les valeurs des résistances R_1 et R_2 sont ajustées, de façon connue, par des découpes au laser 6 et 7, effectuées dans des plages élargies de la voie conductrice (plages 1a et 1b, correspondant respectivement au premier et au deuxième circuits).

Sur la plaquette représentée sur la figure 1, on a incorporé dans la voie conductrice 2, deux zones fusibles 8a, 8b, la première 8a appartenant au premier circuit et étant disposée au voisinage de la borne d'entrée 3, et la seconde 8b appartenant au second circuit et étant située dans la partie de la voie conductrice 2, qui constitue la résistance R_2 . Ces zones fusibles 8a, 8b sont réalisées par le montage d'un ou deux fils 9 (voir le détail D de la figure 1) en série entre deux tronçons de la couche résistive, fils dont on connaît les valeurs de fusibles (8A pour la zone 8a et 5A pour la zone 8b).

A cet effet, on réalise, pour chaque zone fusible, une coupure transversale 10 de la voie conductrice, de façon à interrompre la continuité de ladite voie conductrice 2. Les fils 9 pourront être rapportés au-dessus des coupures 10, par exemple par soudure aux ultrasons, comme illustré sur les figures 2A à 2D. Pour mettre en oeuvre cette technique de soudure, qui présente l'avantage de ne pas nécessiter d'apport extérieur de chaleur, ce qui écarte les risques de dégradation de la voie conductrice 2, on utilise un outil 11, qui possède une gorge 12 pour le passage du fil calibré 9, et l'on monte cet outil 11 sur une sonotrode 13, commandée par un pilotage à quartz. On procède comme suit : le fil 9 est placé dans la gorge 12 de l'outil 11, l'opérateur descendant l'outil au contact de la partie où la soudure doit être effectuée par écrasement du fil (figure 2A) ; la première soudure est alors réalisée par le talon 12 de l'outil 11 : à la fin de la séquence de soudure, le fil se déroule par déplacement du support 1 (figure 2B) ; la deuxième soudure est effectuée ensuite à l'emplacement désiré (figure 2C) ; l'opérateur relève légèrement l'outil et exerce un pincage du fil 9 : un très

petit déplacement du support 1 provoque sa cassure en 14 (figure 2D).

Les zones fusibles ainsi formées 8a, 8b peuvent être protégées par un produit siliconé ou autre.

5 On choisira, de préférence, un fil conducteur 9 de même métal que celui constituant la voie conductrice 2. Parmi les métaux utilisés pour les fils 9, on citera l'aluminium, l'aluminium à 1-2 % de silicium et l'or.

10 Sur la figure 3, on a représenté deux zones fusibles 15a, 15b conformes au second mode de réalisation de l'invention.

Chaque fusible 15a, 15b est constitué par une zone rétrécie de la voie conductrice 2 formée par une double découpe en L, symétrique par rapport à l'axe central
15 de la voie ; le courant est interrompu par les branches des découpes en L, qui sont perpendiculaires aux bordures de la voie conductrice 2, et est contraint de passer entre les deux branches des découpes en L, qui sont parallèles à l'axe de la voie. La longueur de ces deux branches paral-
20 lèles à l'axe doit être suffisante pour assurer l'efficacité de la fusion. Dans le cas de la figure 3, la zone fusible 15a fond à 8A et la zone fusible 15b, plus étroite, fond à 5A.

Les fusibles 15a et 15b sont disposés sur la voie
25 2 de façon que la zone fusible de l'un des circuits ne puisse perturber le passage du courant dans l'autre circuit, et réciproquement, ce qui n'est pas le cas de la figure 1, où le fusible de 8A pourrait, le cas échéant, perturber le passage du courant dans le circuit de plus
30 grande résistance.

Les fusibles 15a, 15b peuvent être découpés au laser de plusieurs façons. Leur découpe peut d'abord être une découpe géométrique dont les dimensions ont été déterminées au préalable au laboratoire en fonction d'un cer-
35 tain nombre de paramètres, comme la nature et l'épaisseur de la voie conductrice ; par exemple, on peut calculer qu'un fusible de 5A aura une longueur de 1 mm et une largeur de 4/10 mm. Un tel procédé n'est pas recommandé,

car il va un peu à l'encontre de l'idée qui est à la base de cette invention, à savoir la recherche d'une très grande précision dans la définition des zones fusibles ; en effet, ce procédé de découpe "prédictive" ne tient pas compte
5 des conditions de cuisson de la résistance, des dispersions de résistivité des encres, et des variations de la qualité des substrats, qui influent sur le mode de frittage à la cuisson.

A ce procédé qui impose une grande vigilance de
10 fabrication, on préfère celui qui consiste à effectuer une découpe corrigée en fonction de la résistance réelle. Conformément à ce procédé, on commence par mesurer la valeur brute de la résistance, cette mesure englobant tous les paramètres de cuisson (température, encre, substrat) ;
15 on en déduit la forme de la découpe de la zone fusible, un fusible étant en fait un tronçon résistif. On pourrait même utiliser le laser pour refuser une résistance hors tolérance qui aurait été calculée par la méthode prédictive.

Un troisième procédé de découpe peut être décrit
20 en se référant à la figure 4. La résistance avec zones fusibles incorporées représentée sur cette figure 4 est identique à celle de la figure 3, mais on lui a adjoint une plaque-test 16 formée sur le même support 1 et constituée par une partie résistive fonctionnellement indépendante de
25 la voie conductrice 2 et comportant une zone fusible 17a strictement identique à l'une des deux zones fusibles de la voie 2, à savoir la zone 15a. Pour réaliser ces deux zones identiques 15a et 17a, on peut utiliser deux lasers identiques travaillant simultanément ou bien on peut reproduire le même mouvement d'un laser en deux points différents.
30

Cette plaque-test 16 représente un moyen de vérification, qui pourra être mis en oeuvre soit au moment de la fabrication en série, soit par l'utilisateur lui-même. Dans le premier cas, on effectue une surveillance
35 statistique en fonction de l'évolution des paramètres du substrat et de la couche résistante ; on fait une découpe au laser corrigée dynamiquement en fonction de la résistance comme décrit plus haut ; à une fréquence donnée, par exem-

ple une fois toutes les 50 ou 100 plaquettes, on teste le fusible de la plaquette-test 16, pour vérifier s'il fond bien à l'ampérage voulu ; si l'on constate une dérive, on corrige immédiatement la largeur de la zone fusible concernée. Dans le deuxième cas, l'utilisateur dispose d'un
5 moyen de vérification non destructif des zones fusibles.

Si on ne désire pas que le test reste apparent, il est possible de le masquer par une opération de soudure des sorties. La partie résistive de la plaquette-test 16
10 est de contour quelconque (carré, rectangulaire etc...). On pourra notamment lui donner un contour distinctif conforme au sigle du fabricant.

Il est bien entendu que les modes de réalisation ci-dessus décrits ne sont aucunement limitatifs et pourront
15 donner lieu à toutes modifications désirables, sans sortir pour cela du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1 - Circuit résistant en couche épaisse, comportant une couche résistante disposée sur un support électriquement isolant où elle forme une voie conductrice entre des bornes de connection, caractérisé par le fait que la voie conductrice comporte au moins une zone fusible incorporée (8a, 8b ; 15a, 15b) dont la valeur peut être ajustée avec précision.

2 - Circuit résistant selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chaque zone fusible (8a, 8b) est constituée par au moins un fil ou ruban conducteur (9) rapporté au-dessus d'une coupure (10) de la voie conductrice (2).

3 - Circuit résistant selon la revendication 2, caractérisé par le fait que la coupure (10) de la voie conductrice (2) est réalisée par au moins un trait de coupe effectué avec un faisceau laser.

4 - Circuit résistant selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé par le fait que le fil ou ruban conducteur (9) est rapporté sur la voie conductrice (2) par une soudure réalisée par ultrasons, de part et d'autre de la coupure (10).

5 - Circuit résistant selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé par le fait que le fil ou ruban conducteur (9) est choisi du même métal que celui constituant la voie conductrice (2).

6 - Circuit résistant selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé par le fait que les zones fusibles (8a, 8b) sont protégées par un produit siliconé ou similaire.

7 - Circuit résistant selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chaque zone fusible (15a, 15b) est constituée par une zone rétrécie de la voie conductrice (2), formée par découpage au moyen d'un faisceau laser.

8 - Circuit résistant selon la revendication 7, caractérisé par le fait que la zone rétrécie (15a, 15b) est formée par une double découpe en L de la voie conductrice (2), ladite découpe étant disposée symétriquement par

rapport à l'axe central de ladite zone fusible, de telle sorte que le courant soit interrompu par les branches des découpes en L perpendiculaires aux bordures de la voie conductrice (2) et soit contraint de passer entre les deux
5 branches des découpes en L parallèles à l'axe de la voie conductrice, lesquelles ont une longueur suffisante pour assurer l'efficacité de la fusion.

9 - Circuit résistant selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé par le fait qu'à au moins l'une
10 des zones fusibles (15a, 15b) est associée une plaquette-test (16) constituée par une couche résistante de contour quelconque mais de même nature et de même épaisseur que la voie conductrice (2), formée sur le même support (1) mais indépendante de ladite voie, cette plaquette-test compor-
15 tant une zone fusible (17a) identique à celle(s) du circuit résistant auquel elle est associée.

10 - Circuit résistant selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait qu'il forme plusieurs chemins conducteurs entre une borne d'entrée (3) et plu-
20 sieurs bornes de sortie (4, 5) et qu'à chaque chemin conducteur est associée une zone fusible disposée de manière à ne pas perturber le passage du courant dans le (ou les) autre(s) chemin(s) conducteur(s).

1 / 2

