

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

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

2 488 723

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 81 13775**

(54) Procédé pour la fabrication d'électrodes de condensateurs céramiques.

(51) Classification internationale (Int. Cl.º). H 01 G 1/005, 13/00.

(22) Date de dépôt 15 juillet 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RDA, 13 août 1980, n° WP H 01 G 223 286.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 7 du 19-2-1982.

(71) Déposant : VEB ELEKTRONIK GERA BETRIEB DES KOMBINATES VEB ELEKTRONISCHE
BAUELEMENTE, résidant en RDA.

(72) Invention de : Karl Steinfelder, Ullrich Heisig, Siegfried Schiller, Dietrich Mehr, Bernd Thuss et
Karl Holzmüller.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Bert, de Keravenant et Herrburger,
115, bd Haussmann, 75008 Paris.

L'invention concerne un procédé pour la fabrication d'électrodes de condensateurs céramiques, en particulier de petites dimensions comme les condensateurs à feuille miniature et les condensateurs à disque.

5 Les procédés les plus usités pour la fabrication d'électrodes pour les condensateurs céramiques sont le nickelage chimique, la projection, la pulvérisation, et la sérigraphie avec un recuit subséquent de suspensions d'argent et la vaporisation de couches épaisses de cuivre ou de nickel
10 sous vide poussé.

Les matériaux et épaisseurs de couche des électrodes sont sélectionnés ici de telle sorte qu'un processus de revêtement unique permette d'atteindre une conductivité électrique suffisamment élevée. L'épaisseur de couche nécessaire
15 se situe par exemple pour une couche d'argent recuite, aux environs de plusieurs microns et pour des couches de cuivre vaporisées, aux environs de un micron. Ces épaisseurs de couches sont nécessaires afin d'obtenir, sur la surface rugueuse du céramique de condensateur, une couche ayant une conductivité suffisante. Des électrodes ayant une mauvaise conductivité conduisent à un accroissement des pertes électriques du condensateur. Ces épaisseurs de couche relativement élevées sont en outre nécessaires dans la mesure où les matériaux usuels
20 pour électrodes, comme l'argent ou le cuivre, présentent dans les soudures à l'étain courantes, une tension élevée de dissolution. Des couches plus minces conduisent lors du montage du composant, à une détérioration des paramètres, à des défaillances
25 par suite de majoration dans l'alliage de la couche de soudure.

Pour maintenir une zone de tolérance étroite
30 de la capacité, les électrodes doivent présenter une géométrie définie et un tranchant des bords inférieur à 0,1 mm. Si le revêtement du condensateur s'effectue, pour des raisons techniques, comme dans le cas de nickelage chimique par exemple, de façon non structurée, alors l'écart d'isolation nécessaire
35 entre les électrodes doit être obtenu par des procédés coûteux de polissage mécanique, le risque d'entraînement du matériau d'électrode dans les pores de la céramique au voisinage des surfaces d'isolation polies, étant en outre à prévoir.

Dans le cas d'une pulvérisation, suivie d'un
40 recuit, des électrodes, de la structuration s'effectue par utilisation de modèles massifs lors de la pulvérisation.

Dans le cas de vaporisation sous vide poussé, on sait effectuer la structuration des électrodes par utilisation de caches en plomb gravés ou étampés. L'acuité nécessaire des bords est réalisée dans ce procédé également pour un écart relativement grand entre le cache et la surface céramique, car les sources de vaporisateur présentent en général une faible adhérence à la surface et qu'en outre, on opère sous un vide poussé, donc avec un long trajet libre des particules vaporisées. L'écart entre l'évaporateur et le substrat se situe en outre, aux environs de plusieurs centaines de mm.

L'inconvénient de ce procédé consiste en ce que le choix du matériau pour les électrodes se limite pour l'essentiel aux métaux purs, et que le procédé n'est que peu adapté au revêtement automatisé, en raison de la durée de vie trop courte de l'évaporateur.

Il est connu, en outre, de mettre en place les électrodes pour condensateurs céramiques au moyen de pulvérisation intense. Dans ce cas, après dépôt par pulvérisation d'une couche d'adhérence en Cr ou Cr Ni, sans interruption du séjour sous vide, on dépose par pulvérisation une couche épaisse de contact en Cu d'environ 500 nm d'épaisseur (DD- PS 132 090).

L'inconvénient du procédé est que les couches de cuivre dont l'épaisseur va jusqu'à 500 nm, au cours du montage industriel par soudage automatique, conduisent à des défactions du composant en raison de la migration dans la couche de cuivre. D'autre part, les couches d'une épaisseur nettement supérieure à 500 nm, ne peuvent être fabriquées avec une précision de structure suffisante par pulvérisation intense, en utilisant les caches de plomb d'usage courant, car ici des particules à grande surface sont nécessaires à une faible distance du substrat et qu'il se produit une dispersion des particules par les gaz de décharge.

L'invention permet d'éliminer les inconvénients mentionnés de l'état antérieur de la technique et d'augmenter simultanément la rentabilité du processus de revêtement tout en maintenant les paramètres électriques du condensateur.

L'invention a pour objectif de proposer un procédé pour la fabrication d'électrodes pour condensateurs céramiques, lequel, en utilisant les propriétés avantageuses

de la pulvérisation intense concernant le choix du matériau et la faible consommation de ce matériau, permet la fabrication de condensateurs à valeur fixe avec une faible tolérance.

Selon l'invention, cet objectif est atteint

5 par pulvérisation intense avec le plasmatron, en utilisant des masques, en un processus unique sous vide, par le fait que l'on met en place des deux côtés un septième de couche de soudure avec une épaisseur de couche globale inférieure à 300 nm.
La structuration de ce système de couche de soudure mince
10 s'effectue par les caches faisant automatiquement ressort, pressés des deux côtés sur la surface céramique, qui sont pressés de façon étanche sur le substrat au voisinage de leurs arêtes structurelles grâce à la pression élastique, on obtient non seulement l'acuité d'arête nécessaire, mais en même temps
15 des rugosités du corps céramique et des tolérances d'épaisseur de céramique dictées par la fabrication identiques, qui peuvent aller jusqu'à 0,1 mm.

Le dépôt par pulvérisation du système de couches de soudure s'effectue sous une pression comprise entre 20 $7 \cdot 10^{-2}$ Pa et $7 \cdot 10^{-1}$ Pa. On met en place ici d'abord une couche d'adhérence de part et d'autre du substrat, et ensuite, également des deux côtés, une couche apte à la soudure.

L'angle d'incidence des particules se condensant est inférieur à 70° de la normale à la surface.

25 Subséquemment au processus de pulvérisation de la couche de soudure, on met en place de manière connue, à la pression normale, une électrode bonne conductrice, par soudage en surface de la couche de soudure structurée, de préférence avec une soudure cuivre-étain.

30 Grâce à la faible épaisseur du système de couche de soudure, aux couches à pression élastique, ainsi qu'à la limitation de l'angle d'incidence des particules à condenser dans le procédé de revêtement sous vide, à moins de 70° de la normale à la surface, on obtient une grande précision de 35 structure des deux couches partielles du système de couches de soudure. La géométrie des deux couches partielles s'accorde avec une grande précision. On évite ainsi une détérioration des paramètres électriques par une couche d'adhérence ne recouvrant pas de façon égale. De plus, il n'apparaît pas de zone de bordure 40 ayant une mauvaise adhérence à la couche de soudure ce qui est

le cas en particulier lorsqu'on utilise des couches de soudure très épaisses.

Il est opportun de mettre en place la couche d'adhérence en Cr ou Ni Cr, en une épaisseur de 20 à 60 nm.

La couche de soudure est préparée de préférence en une épaisseur allant jusqu'à 250 nm en un alliage de cuivre, de préférence Cu Ni. Le matériau proposé pour la couche de soudure sont des matériaux de résistance typiques, et conduisent en commun avec la faible épaisseur de couche, à une très mauvaise conductivité électrique de tout le système de couche. Pour cette raison, ce système de couches ne peut servir simultanément comme électrode du condensateur.

Or, on constate avec surprise qu'en cas d'une faible épaisseur de couche du système de couches de soudure, de moins de 300 nm, la mauvaise conductivité du matériau de couche à souder n'influence pas dans ce cas, défavorablement les paramètres électriques du conducteur. D'un autre côté, la mise en oeuvre par exemple d'alliages cuivre-nickel, permet l'utilisation de ce type de couche mince, car la souplesse de ce matériau dans la soudure est faible. La soudure en surface est extrêmement productive, de sorte que la rentabilité globale de la fabrication d'électrodes est nettement améliorée, bien qu'en plus du revêtement sous vide, une autre étape de procédé soit nécessaire. Ce qui est décisif pour l'amélioration de la rentabilité, c'est la réduction des coûts de revêtement dans l'étape du revêtement sous vide, car ici, contrairement aux procédés connus pour la fabrication d'électrodes, on n'utilise qu'une très faible épaisseur de couche.

EXEMPLE DE REALISATION.

Pour mettre en oeuvre le procédé, une installation de pulvérisation intense est nécessaire, qui permette le revêtement bilatéral du substrat par deux couches partielles constituant le système de couches de soudure, formé de la couche d'adhérence et de la couche apte à la soudure, à la suite, sous vide. Le revêtement bilatéral du condensateur par le système de couches à souder peut s'effectuer par la disposition de deux sources plasmatron sur chacun des deux côtés du substrat.

Une autre solution pour le revêtement bilatéral est constituée par le retournement du substrat dans le dispositif sous vide en n'employant qu'une source plasmatron avec des cibles

formées par le matériau de la couche d'adhérence ou de soudure. De plus, il est nécessaire d'avoir un dispositif pour la soudure en surface, par exemple une machine automatique de soudure par immersion.

5 Les corps de base en forme de disque du condensateur céramique avec un diamètre de 12 mm, en un matériau N750, sont mis en place directement après le frittage dans les palettes du dispositif de pulvérisation.

Dans les palettes, on presse des caches 10 faisant ressort, ayant un orifice de 10mm Ø , des deux côtés par des dispositifs appropriés, sur les disques céramiques. Dans le dispositif de pulvérisation, les palettes sont d'abord recouvertes, dans une enceinte sous vide, par le matériau d'une couche d'adhérence, le nickelchrome 80/20, avec une épaisseur de 15 50 nm, des deux côtés.

Directement à la suite de celà, s'effectue un revêtement des deux faces par une couche de cuivre-nickel 90/10 de 200 nm d'épaisseur.

Des diaphragmes placés entre le plasmatron 20 et les palettes, permettent de réduire l'angle d'incidence des particules à condenser, à moins de 70° par rapport à la normale à la surface. Directement après le revêtement, les palettes sont retirées du dispositif de pulvérisation, et les condensateurs sont placés dans un support pour subir la soudure par immersion. 25 La soudure en surface s'effectue dans une machine automatique à souder par immersion, avec montage simultané du corps céramique dans la zone du système des couches de soudure mis en place de façon structurée, avec emploi d'une soudure cuivre-étain. C'est ainsi que les électrodes sont formées sur le corps de support. 30 Les condensateurs finis présentent des paramètres comparables à ceux produits par des procédés de revêtement antérieurs.

REVENDICATIONS

1°) Procédé pour la fabrication d'électrodes pour condensateurs céramiques, par pulvérisation intense à l'aide de caches, avec un processus sous vide, procédé caractérisé en ce que l'on met en place des deux côtés un système de couches de soudure avec une épaisseur totale inférieure à 300 nm, des caches faisant ressort étant pressés sur la surface céramique de part et d'autre, et que sous une pression de $7 \cdot 10^{-2}$ Pa à $7 \cdot 10^{-1}$ Pa, une couche d'adhérence et ensuite une couche apte à la soudure sont mises en place avec un angle d'incidence inférieur à 70° par rapport à la normale à la surface, et qu'ensuite, à l'extérieur de l'enceinte sous vide, on met en place une électrode bonne conductrice, par soudure en surface, avec une soudure cuivre-étain.

15 2°) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, comme couche d'adhérence, on met en oeuvre du Cr ou Ni Cr en une épaisseur de 20 nm à 60 nm.

20 3°) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que comme, couche apte à la soudure, on met en oeuvre du CuNi en une épaisseur de 250 nm.