

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②①

N° 81 10596

⑤④ Appareil électrique d'induction.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. ³). H 01 F 27/18, 41/00.

②② Date de dépôt..... 27 mai 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : *EUA, 28 mai 1980, n° 154.152.*

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 49 du 4-12-1981.

⑦① Déposant : Société dite : WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION, résidant aux EUA.

⑦② Invention de : Richard Dale Gibbs et Roger Carl Johnson.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Bureau D. A. Casalonga, office Josse et Petit,
8, av. Percier, 75008 Paris.

Appareil électrique d'induction.

La présente invention se rapporte d'une manière générale à des appareils électriques d'induction à refroidissement par évaporation, et elle concerne plus particulièrement des appareils d'induction à refroidissement par évaporation tels que les transformateurs.

L'utilisation d'un milieu gazeux ou vapoureux s'est avérée être une alternative viable à l'huile comme milieu diélectrique de refroidissement utilisé dans les transformateurs ainsi que dans d'autres appareils électriques exigeant un milieu diélectrique. Le facteur limitatif d'une utilisation largement répandue d'un milieu de refroidissement gazeux ou vapoureux est de nature économique, c'est-à-dire que, à refroidissement équivalent, le coût de l'huile ne représente qu'une fraction du coût des autres solutions connues utilisant l'évaporation.

La mise au point de conducteurs isolés et gainés de poudre a constitué, dans l'industrie des transformateurs, un progrès récent qui a permis de réduire la quantité de diélectrique liquide coûteux nécessaire à un transformateur à refroidissement par évaporation. La mise au point de cette technique d'isolation a permis de réduire de plusieurs centièmes de millimètres l'épaisseur de l'isolation requise pour les conducteurs constituant les enroulements, par rapport aux normes classiques, ce qui a permis de réduire les dimensions des enroulements et, en conséquence, les dimensions correspondantes du transformateur et le volume du milieu diélectrique liquide de refroidissement par évaporation. Cependant, ce procédé d'isolation soulève une difficulté du fait que la gaine isolante très uniforme qui recouvre la surface, qui est normalement le résultat souhaitable de cette nouvelle technique d'isolation, ne permet pas au diélectrique fluide de passer entre les spires contiguës d'un enroulement formé de conducteurs ainsi isolés.

Les techniques utilisées dans l'art antérieur pour fournir des passages avec entretoises appropriées entre les spires des enroulements utilisés dans les transformateurs à bain d'huile, ne sont pas appropriées, pour plusieurs raisons, aux transformateurs à refroidissement par évaporation utilisant une isolation au moyen d'une gaine de poudre. Tout d'abord, les différences entre les constantes diélectriques d'un milieu gazeux ou vapoureux et celles des barrières d'huile classiques, modifient fortement la répartition des contraintes de sorte que des structures d'isolation ne peuvent être utilisées efficacement. Ensuite, les passages nécessaires réalisés par les entretoises massives ont pour conséquence des dimensions

radiales plus importantes de l'enroulement, nécessitant donc une quantité plus grande de diélectrique liquide, vaporisable et coûteux, et des dimensions accrues du transformateur lui-même. Enfin, l'introduction d'entretoises entre les spires de l'enroulement au-delà d'un optimum, réduit la

5 résistance de l'enroulement aux courts-circuits.

En conséquence, il serait souhaitable de pouvoir disposer d'un enroulement isolé, gainé de poudre, et avec des passages incorporés pour constituer un trajet approprié qui permettrait à un diélectrique fluide de se répandre et s'écouler entre les faces de l'enroulement sans que des

10 entretoises massives soient utilisées.

En résumé, la présente invention se rapporte à un appareil électrique perfectionné d'induction à refroidissement par évaporation, qui comporte un enroulement dont le conducteur présente sur sa surface des ondulations prédéterminées formant des espaces libres entre certaines

15 parties contiguës des ^{des} faces/spires pour permettre la circulation d'un diélectrique liquide vaporisable d'isolement et de refroidissement. Ces ondulations de surface peuvent se présenter sous la forme de rainures ou de bossages transversaux en matière isolante, disposés à intervalles prédéterminés sur l'un des côtés d'un conducteur métallique allongé.

20 La présente invention décrit également un procédé et un appareil pour former des rainures espacées avec précision et pour mesurer l'écartement entre les rainures ainsi formées sur la surface d'un conducteur métallique allongé et se déplaçant d'une manière continue, pendant sa fabrication. Le procédé comprend le stade d'isolation du conducteur rainuré afin

25 de produire un conducteur isolé, massif et homogène, présentant des rainures formées sur au moins une face et à intervalles prédéterminés.

La présente invention sera bien comprise à la lecture de la description suivante faite en relation avec les dessins ci-joints, dans lesquels :

- 30 - la figure 1 est une vue partielle en élévation de l'appareil électrique à refroidissement par évaporation qui peut être construit suivant la présente invention;
- la figure 2 est une vue en plan d'une branche de l'assemblage d'enroulements caractéristiques de l'appareil représenté à la figure 1;
- 35 - la figure 3 est une vue en plan d'un conducteur massif isolé et rainuré, formé suivant la présente invention;
- la figure 4 est une vue de profil du conducteur représenté à la figure 3;
- la figure 5 est une vue en coupe, suivant le plan de coupe V-V,

du conducteur représenté à la figure 3;

- la figure 6 est une vue en coupe, suivant le plan de coupe VI-VI, du conducteur représenté à la figure 3;

5 - la figure 7A est une vue schématique en élévation de l'appareil pour former des rainures espacées avec précision sur la surface d'un conducteur métallique allongé et en déplacement continu, et pour isoler ce conducteur rainuré suivant la présente invention;

- la figure 7B est une vue en plan d'un moyen de détection utilisé dans un exemple de réalisation de la présente invention;

10 - la figure 7C est une vue de côté d'une plaquette de coupe à surface concave, utilisée dans l'appareil représenté à la figure 7A; et

- la figure 8 est une vue schématique en élévation de l'appareil pour produire des protubérances ou bossages dans un revêtement solide d'isolation uniforme sur la face latérale d'une bande métallique allongée
15 d'enroulement.

On se reportera maintenant aux dessins et en particulier à la figure 1 qui représente schématiquement un transformateur triphasé de puissance du type gaz ou vapeur. Ce transformateur comprend une cuve 12 entourant un assemblage 14 d'enroulements à noyau magnétique décrit plus
20 loin; et contenant un diélectrique liquide 16 tel que C_2Cl_4 , $C_8F_{16}O$ ou analogue, qui est vaporisable dans la gamme normale des températures de fonctionnement de l'assemblage 14 d'enroulements à noyau magnétique. Le diélectrique liquide 16 est réparti sur l'assemblage 14 d'enroulements à
25 noyau magnétique par n'importe quels moyens appropriés tels qu'une pompe 18 et un tuyau 20. En plus des vapeurs du diélectrique liquide 16, la cuve 12 peut contenir un gaz non condensable, tel que SF_6 , pour assurer l'isolation pendant le démarrage du transformateur.

L'assemblage 14 d'enroulements comprend un noyau magnétique 22 et trois groupes d'enroulements 24, un pour chaque phase de la source de
30 puissance (non représentée) à laquelle est connecté le transformateur. Les enroulements 24 comprennent plusieurs couches axialement contiguës telles que la couche 26. Comme le représente la figure 2, chaque couche se compose de plusieurs spires radialement contiguës telles que les spires 32 et 34 qui présentent des faces 36, 38, 40 et 42 en contact les unes avec les
35 autres.

Dans l'art antérieur, ces spires étaient isolées par un enveloppement de papier cellulosique. Les spires enveloppées de papier présentaient immanquablement assez d'irrégularités entre leurs faces en contact pour permettre au diélectriques liquide de s'écouler entre elles et, par consé-

quent, déposer sur l'enroulement une pellicule uniforme qui s'évaporerait et refroidissait l'enroulement. Les techniques récentes de formation de gaines de poudre ont permis de former, sur la surface des conducteurs des enroulements, des dépôts isolants solides et uniformes de 0,05 à 0,10 mm 5 environ d'épaisseur, ce qui a rendu possible une réduction des dimensions radiales des enroulements. Cependant, lorsque le conducteur a été isolé à l'aide de ce procédé nouveau d'isolation par une gaine de poudre, les faces des spires forment entre elles des joints lisses qui ne laissent au diélectrique liquide aucun passage pour circuler à travers l'enroulement.

10 Il est très souhaitable que le diélectrique liquide d'isolation et de refroidissement puisse se répandre uniformément à l'intérieur de l'enroulement afin de déposer une pellicule liquide sur les faces des spires de l'enroulement en vue de remplir ensuite des fonctions d'évaporation, de refroidissement et d'isolation. Deux solutions différentes ont 15 été envisagées pour réaliser cet objet. La première a consisté à utiliser des entretoises massives isolantes pour former des passages de réfrigérant à travers l'enroulement, analogues aux passages d'huile utilisés dans les transformateurs à bain d'huile. Cette solution s'est révélée peu satisfaisante pour diverses raisons. Les entretoises augmentent les dimensions 20 radiales de l'enroulement, annulant le gain d'espace obtenu par l'isolation au moyen d'une gaine de poudre. Ensuite, les entretoises massives diminuent la haute résistance de l'enroulement aux courts-circuits. L'inconvénient le plus important est cependant que les différences entre les constantes diélectriques d'un milieu gazeux ou vaporeux et celles des barrières massives 25 classiques d'isolation (entretoises massives d'isolation), modifient fortement la répartition des contraintes. La constante diélectrique d'un gaz ou d'une vapeur est très voisine de "un", tandis que la constante diélectrique des matières isolantes massives classiques est comprise entre "quatre" et "six". Une matière à constante diélectrique élevée qui est 30 introduite dans un champ diélectrique non uniforme ou fortement contraint présent dans un diélectrique gazeux, peut provoquer de très faibles tensions de seuil par effet corona et de faibles ruptures diélectriques, comparativement au cas où on n'utilise pas d'entretoises massives. Ainsi, certaines dispositions d'entretoises de support d'enroulements, telles que 35 celles qui sont utilisées dans les appareils à bain liquide, sont inappropriées aux applications qui font appel aux gaz ou aux vapeurs à cause de l'introduction d'entretoises à constante diélectrique élevée dans des champs non uniformes présents dans un diélectrique d'isolation ayant une constante diélectrique voisine de "un".

La solution la plus simple et la plus souhaitable consistait à n'utiliser aucune entretoise, si possible, et à former, sur les faces isolées par un revêtement de poudre, des irrégularités de surface d'un certain type pour constituer des passages permettant la circulation d'un réfrigérant liquide à travers l'enroulement. La difficulté résidait dans la meilleure manière de former des irrégularités sur une surface qui, du fait du procédé d'isolation par un revêtement de poudre, se caractérise par l'uniformité de son revêtement. Deux procédés ont été utilisés pour créer des irrégularités de surface dans un conducteur allongé revêtu uniformément d'une couche homogène solide d'isolant électrique.

Le premier procédé est illustré aux figures 1, 3 à 6. Des creux transversaux, qui se présentent sous la forme de rainures également espacées telles que les rainures 48, ont été formés sur la surface du conducteur avant le dépôt isolant d'un revêtement de poudre. Les rainures 48 ont, par exemple, une largeur de 6,35 mm et elles ont été formées sur l'une des plus grandes faces latérales 52 du conducteur allongé 50 de section rectangulaire. Ces rainures ont été formées, par exemple, avec une profondeur de 0,152 mm et, après le dépôt isolant d'un revêtement de poudre, la profondeur restante des rainures était de 0,152 mm. La profondeur choisie des rainures 48 est basée sur la considération suivante : le rapport de la profondeur des rainures 48 à la section droite du conducteur métallique 50 doit être choisi pour que le conducteur 50 puisse être parcouru par le courant de régime prédéterminé nécessaire au fonctionnement de l'enroulement envisagé. Lorsque le conducteur isolé 50 comportant les rainures ainsi formées, a été enroulé autour d'une bobine pour constituer un enroulement analogue aux enroulements 24, le diélectrique liquide s'est très bien écoulé dans les passages formés par les rainures. En réglant l'espacement, la profondeur et l'angle (bien que les figures 3 et 4 représentent les rainures 48 disposées à 90° par rapport à l'axe longitudinal du conducteur 50, les rainures peuvent être formées à la surface du conducteur suivant n'importe quel angle transversal prédéterminé) d'orientation des rainures ainsi formées dans le conducteur 50, on peut régler le débit du diélectrique liquide.

On remarquera que les rainures 48 illustrées aux figures 3 et 4 se présentent sous la forme d'un sablier. Bien que cette forme ne soit pas nécessaire à la mise en oeuvre de la présente invention (par exemple des rainures droites, en variante, ont un fonctionnement satisfaisant), elles illustrent un exemple préféré de réalisation de la présente invention. Les rainures 48 en sablier constituent des passages en forme de sablier entre

certaines parties contiguës des faces 52 des spires lorsque le conducteur 50 est bobiné pour former un enroulement, augmentant de ce fait le débit du diélectrique liquide à travers les passages en forme de sablier tout en fournissant, par l'intermédiaire des espaces 56 en forme de baril créés 5 entre les rainures 48 en sablier, une surface de valeur suffisante sur la face 52 du conducteur 50 pour résister complètement aux efforts de compression dus à l'enroulement serré du conducteur. Les figures 5 et 6 illustrent respectivement des vues en coupe des espaces 56 en forme de baril et des rainures 48 en sablier, et ces figures représentent en élévation la 10 forme inédite de cette structure.

Bien qu'on ait des rainures droites et des rainures en sablier, la présente invention ne se limite à aucune forme particulière de rainure; elle comprend, au contraire, toutes les formes de rainures. La forme, l'angle et les dimensions de la rainure, ainsi que la forme et les dimensions 15 du conducteur, peuvent être modifiés sans que l'on s'écarte des enseignements de la présente invention.

L'appareil pour former des rainures espacées avec précision sur la surface d'un conducteur métallique allongé et en déplacement continu, tel que le conducteur 50, est représenté schématiquement à la figure 7A. 20 L'appareil à rainurer 60 comprend un socle 62 supportant un moyen 64, tel que l'appareil de coupe représenté, pour rainurer la surface d'un conducteur métallique allongé et en déplacement continu; un moyen 66, tel que le moyen de réglage du positionnement, pour modifier la profondeur de la coupe effectuée par le moyen 64 à rainurer; et un moyen de soutien 68, tel 25 que l'enclume de support représentée, pour supporter le conducteur métallique allongé et en déplacement continu. Le moyen 64 à rainurer pourrait également être un dispositif de coupe à rayon laser, un appareil approprié d'estampage ou tout autre moyen pour former une rainure sur le conducteur métallique allongé et en déplacement continu. Le moyen de soutien 68 pour- 30 rait également être une surface horizontale de support, une série de rouleaux parallèles ou tout autre moyen pour supporter le conducteur métallique allongé et en déplacement continu pendant l'opération de rainurage. L'appareil à rainurer 60 comprend un moyen pour faire varier la fréquence de fonctionnement du moyen 64 à rainurer, tel qu'une courroie 70 et un mo- 35 teur 72 d'entraînement combinés à un régulateur de vitesse du moteur tel qu'il est représenté par la référence générale 74. En faisant varier la fréquence de fonctionnement, on peut régler le moyen 64 à rainurer de manière à former les rainures à des intervalles prédéterminés sur la surface d'un conducteur métallique allongé et en déplacement continu tel que le

conducteur 50.

L'appareil à rainurer 60 comprend également un moyen 76 pour mesurer l'intervalle entre les rainures formées sur la surface du conducteur métallique allongé et en déplacement continu 60. Le moyen 76 de mesure comprend un moyen 78 de détection, une lampe à effet stroboscopique 80 électriquement connectée à un moyen 78 de détection auquel elle est sensible, et une échelle 82 des intervalles. La lampe à effet stroboscopique 80 est disposée sur le socle 62 d'un côté et au-dessus du conducteur en déplacement tandis que l'échelle 82 des intervalles est placée de l'autre côté. Le moyen 78 de détection détecte la formation de chaque rainure par le moyen 64 à rainurer et il peut être constitué d'un dispositif magnétique, électrique ou mécanique de détection ou de toute autre disposition pour détecter l'emplacement de chaque rainure formée par le moyen 64 à rainurer. Une disposition prévue pour le moyen 78 de détection est représentée schématiquement à la figure 7B; dans cette disposition, une came excentrée 82' est montée pour tourner avec la tête 84 de coupe. Un dispositif créant des points mécaniques de contact 86 est monté de telle sorte que le bras 88 du levier des points de contact est poussé par un ressort vers la came excentrée 82' pour établir un contact momentané avec cette dernière. Lors de la rotation de la came excentrée 82' avec la tête 84 de coupe, les points mécaniques de contact 86 ouvrent et ferment momentanément, à chaque rotation de la tête 84 de coupe, le circuit électrique alimentant la lampe à effet stroboscopique 80 amenant celle-ci à clignoter et à éclairer momentanément l'échelle 82 des intervalles et une partie prédéterminée du conducteur allongé et en déplacement continu 50 nouvellement rainuré, lorsque le moyen 78 de détection détecte la formation de chaque rainure. Une image fixe momentanée du conducteur en déplacement 50 est obtenue à l'endroit de l'échelle 82 des intervalles, permettant donc à un opérateur de comparer l'intervalle entre les rainures avec l'échelle des intervalles, et de régler la fréquence de fonctionnement du moyen 64 pour former les rainures à un intervalle prédéterminé sur la surface 52 du conducteur allongé en déplacement 50.

Afin de donner aux rainures 48 de la surface 52 du conducteur 50 (voir figures 3 et 4) la forme d'un sablier décrite ci-dessus, la tête 84 de coupe comprend une plaquette de coupe 90 à surface concave comme le représente la figure 7C. Les extrémités de la surface concave 92 de la plaquette de coupe 90 sont en contact avec les extrémités de la surface 52 du conducteur en déplacement continu 50 plus tôt, plus longtemps et plus profondément que la partie médiane de la surface concave 92 de la plaquette

de coupe et, de ce fait, elles forment des rainures en sablier telles que les rainures 48.

Un opérateur peut mesurer l'intervalle effectif entre les rainures formées, en comparant l'intervalle des rainures sur l'image momentanée avec l'intervalle désiré sur l'échelle 82 des intervalles et en faisant varier la fréquence de fonctionnement du moyen 64 à rainurer, par exemple en faisant varier la vitesse angulaire de la tête 84 de coupe (voir figure 7B) grâce à un réglage de la vitesse du moteur 72, afin de former, sur la surface 52 du conducteur en déplacement 50, les rainures 10 à un intervalle désiré.

Après avoir formé les rainures à un intervalle désiré sur la surface 52, on fait passer le conducteur 50 dans un moyen, de référence générale 110, pour revêtir électrostatiquement ce conducteur d'une poudre. Le moyen 110 comprend un moyen 112 pour chauffer le conducteur 50 à une température prédéterminée pour constituer une couche uniforme homogène d'isolant solide. L'appareil et la manière de déposer électrostatiquement à la périphérie d'un conducteur allongé, en déplacement continu et de section transversale rectangulaire, tel qu'un conducteur 50, une couche uniforme de poudre solide polymérique de résine finement divisée, fondue à chaud et durcie, sans solvants, sont décrits dans le brevet américain n° 4 051 809. Fondamentalement, une couche uniforme de poudre polymérique de résine finement divisée, fondue à chaud et durcie, sans solvants, telle qu'une poudre de résine époxy, est déposée électrostatiquement à la périphérie du conducteur rainuré 50 par un moyen 110 de dépôt électrostatique de poudre et le conducteur rainuré 50 uniformément revêtu est chauffé à une température prédéterminée dans le moyen 112 de chauffage. Une température de 500 °C par exemple est appropriée pour fondre les particules de l'isolant sous forme de poudre et pour former un revêtement uniforme et homogène d'isolant solide. Le conducteur rainuré 50 ainsi isolé se caractérise par son revêtement uniforme et homogène d'isolant, c'est-à-dire que l'épaisseur de l'isolant dans les rainures est la même que l'épaisseur de l'isolant sur le reste de la périphérie du conducteur 50.

Un deuxième procédé utilisé en variante pour créer des irrégularités à la surface d'un conducteur allongé tel qu'un conducteur 50 comportant un revêtement uniforme, homogène et solide d'isolant électrique tel qu'on l'a décrit ci-dessus, consiste à former, à des intervalles prédéterminés, des bossages ou protubérances dans la matière isolante elle-même. L'appareil pour mettre en oeuvre ce procédé est représenté à la figure 8. Un bâton 120 formé de poudre isolante comprimée alimente en continu un

moyen 122 pour couper de petits morceaux d'isolant comprimé et faire tomber ces morceaux sur la surface 52 du conducteur allongé en déplacement continu 50 que l'on fait ensuite passer dans un moyen pour le revêtir électrostatiquement d'une poudre et le chauffer comme on l'a décrit ci-dessus. De cette manière, les petits morceaux d'isolant comprimé en-pou-
5 dre et le revêtement uniforme de particules en poudre du même isolant fondent pour former un revêtement uniforme et homogène d'isolant solide présentant à des intervalles prédéterminés des bossages ou protubérances de la matière isolante, de manière à former des irrégularités à la sur-
10 face du conducteur isolé.

En conclusion, la présente invention décrit un appareil électrique d'induction à refroidissement par évaporation de type perfectionné, dont l'enroulement est constitué d'un conducteur métallique allongé présentant des protubérances formées à sa surface de manière à ménager des
15 passages entre certaines parties contiguës des faces des spires, afin de permettre l'écoulement d'un liquide diélectrique vaporisable à travers l'enroulement. Bien que la présente invention ait été mise au point pour résoudre des difficultés relatives à l'industrie des transformateurs, on doit bien se rendre compte que la présente invention ne se limite pas au
20 domaine des transformateurs mais qu'elle est applicable également à tous les appareils d'induction à refroidissement par évaporation, dans lesquels il est souhaitable que le fini uniforme d'un conducteur isolé par un revêtement de poudre se combine avec des protubérances sur la surface des spires isolées des enroulements d'induction, de manière à ménager des
25 passages qui permettent l'écoulement d'un diélectrique liquide vaporisable à travers les enroulements.

L'appréciation de certaines des valeurs de mesure indiquées ci-dessus doit tenir compte du fait qu'elles proviennent de la conversion d'unités anglo-saxonnes en unités métriques.

30 La présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits, elle est au contraire susceptible de variantes et de modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art.

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

1. Appareil électrique d'induction caractérisé en ce qu'il comprend une cuve; un enroulement électrique constitué d'au moins deux spires contiguës d'un conducteur électrique isolé dont les faces en contact
5 l'une avec l'autre sont isolées par un revêtement solide homogène, cet enroulement étant disposé dans la cuve et produisant de la chaleur pendant son fonctionnement normal; un diélectrique liquide volatil de viscosité prédéterminée et disposé dans la cuve jusqu'à un niveau prédéterminé, ce diélectrique liquide étant vaporisable dans la gamme normale des
10 températures de fonctionnement de l'enroulement; et un moyen pour répartir ce diélectrique liquide sur l'enroulement pour le refroidir et l'isoler; l'une au moins des faces des spires présentant des protubérances prédéterminées formées pendant la fabrication pour ménager des passages entre certaines parties contiguës des faces des spires afin de
15 permettre l'écoulement du diélectrique liquide entre ces deux faces contiguës.

2. Appareil électrique d'induction suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'enroulement comprend plusieurs couches axialement contiguës, chacune de ces couches étant constituée de plusieurs
20 spires radialement contiguës dont les faces en contact les unes avec les autres sont revêtues d'un isolant solide homogène.

3. Appareil électrique d'induction suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les protubérances de la surface sont constituées par plusieurs déformations transversales formées à intervalles prédéterminés longitudinalement à la surface isolée des spires.
25

4. Appareil électrique d'induction suivant la revendication 3, caractérisé en ce que le conducteur est isolé de manière homogène par un isolant qui n'est pas déposé en couche; et en ce que les déformations de la surface comprennent des rainures de largeur et de profondeur prédéterminées, ces rainures étant disposées sur la surface isolée des spires
30 sous un angle prédéterminé transversal à l'axe longitudinal du conducteur.

5. Appareil électrique d'induction suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le conducteur électrique est un conducteur métalli-

que allongé ayant une section droite sensiblement rectangulaire avec une dimension supérieure à l'autre; et en ce que les protubérances de la surface sont obtenues en formant plusieurs rainures espacées d'une largeur et d'une profondeur prédéterminées, ces rainures étant disposées à intervalles prédéterminés sur l'une au moins des faces de plus grande dimension du conducteur métallique allongé et sous un angle prédéterminé transversal à l'axe longitudinal de ce conducteur métallique allongé.

6. Appareil électrique d'induction suivant la revendication 5, caractérisé en ce que l'angle prédéterminé est sensiblement égal à 90° .

10 7. Appareil électrique d'induction suivant la revendication 5, caractérisé en ce que le rapport de la profondeur des rainures à la section droite du conducteur métallique est choisi pour que le conducteur métallique puisse être parcouru par un courant de régime prédéterminé.

15 8. Appareil électrique d'induction suivant la revendication 7, caractérisé en ce que chacune des rainures est en forme de sablier.

9. Appareil électrique d'induction suivant la revendication 7, caractérisé en ce que le conducteur électrique est entouré uniformément d'un revêtement solide homogène de matière électriquement isolante, après que les rainures ont été toutes formées.

20 10. Appareil électrique d'induction suivant la revendication 9, caractérisé en ce que ce revêtement solide homogène de matière électriquement isolante est une poudre polymérique de résine finement divisée, fondue à chaud, sans solvants et qui est durcie après application.

25 11. Appareil électrique d'induction suivant la revendication 10, caractérisé en ce que cette poudre polymérique est une résine époxy.

12. Appareil électrique d'induction suivant la revendication 11, caractérisé en ce que le conducteur électrique est entouré d'un revêtement homogène de matière solide électriquement isolante; et en ce que les protubérances de la surface sont des bossages de cette matière isolante.

30 13. Appareil électrique d'induction suivant la revendication 12, caractérisé en ce que ce revêtement solide homogène de matière électriquement isolante est une poudre polymérique de résine finement divisée, fondue à chaud, durcie et sans solvants.

14. Appareil électrique d'induction suivant la revendication 13,

caractérisé en ce que cette poudre polymérique est une résine époxy.

15. Procédé pour former sur un conducteur électrique plusieurs rainures espacées sensiblement perpendiculaires à l'axe longitudinal du conducteur de manière à constituer des protubérances intermédiaires consécutives aux rainures afin de faciliter le refroidissement et l'isolement lorsque le conducteur est utilisé dans un appareil électrique à diélectrique fluide, ce procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les stades d'avancement longitudinal du conducteur dans un moyen prévu pour former des rainures espacées sur la surface de ce conducteur en déplacement; de détection de la formation de chaque rainure; de clignotement d'une lampe à effet stroboscopique synchronisée au stade de détection pour éclairer momentanément une partie prédéterminée du conducteur rainuré en déplacement afin d'obtenir une image fixe momentanée de cette partie prédéterminée du conducteur rainuré en déplacement; de mesure de l'intervalle entre les rainures consécutives à partir de l'image fixe momentanée de cette partie prédéterminée du conducteur rainuré en déplacement; de variation de la fréquence de fonctionnement du moyen pour rainurer le conducteur afin que les rainures soient formées sur la surface du conducteur en déplacement à un intervalle requis prédéterminé ; et d'application d'un revêtement uniforme d'isolant électrique solide et homogène à la périphérie du conducteur rainuré afin d'isoler ce dernier de manière uniforme et homogène.

16. Procédé suivant la revendication 15, caractérisé en ce que le stade d'application d'un revêtement uniforme d'isolant électrique solide homogène à la périphérie du conducteur rainuré comprend les stades d'application électrostatique, à la périphérie du conducteur rainuré, d'une couche uniforme de particules d'une poudre isolante polymérique de résine finement divisée, sans solvants et fondue à chaud; et de chauffage du conducteur rainuré uniformément revêtu jusqu'à une température prédéterminée pour fondre les particules de poudre d'isolant et former un revêtement uniforme homogène d'isolant solide.

17. Procédé suivant la revendication 15, caractérisé en ce que le stade de mesure de l'intervalle entre les rainures sur l'image fixe mo-

mentanée comprend les stades de placement d'une échelle de référence sur un côté du conducteur rainuré en déplacement; de placement d'une lampe à effet stroboscopique sur l'autre côté et au-dessus du conducteur rainuré en déplacement, en face de l'échelle de référence; et de compa-
5 raison de l'image momentanée du conducteur rainuré en déplacement avec l'échelle de référence.

18. Procédé pour former sur un conducteur électrique plusieurs rainures espacées sur une face latérale longitudinale de ce conducteur, ces rainures étant sensiblement perpendiculaires à l'axe longitudinal du
10 conducteur de manière à constituer des protubérances intermédiaires consécutives aux rainures afin de faciliter le refroidissement et l'isole-
ment lorsque le conducteur est utilisé dans un appareil électrique à dié-
lectrique fluide, ce procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les
stades d'avancement longitudinal du conducteur dans un moyen qui dépo-
15 se à des intervalles prescrits sur cette face latérale des morceaux com-
pacts de matière isolante polymérique formée de particules finement di-
visées, sans solvants et fusibles à chaud; de mesure de l'intervalle in-
termédiaire consécutif à ces morceaux compacts déposés de matière po-
lymérique isolante au moyen d'un stroboscope et de variation sélective
20 de la vitesse de fonctionnement du moyen de dépôt afin d'obtenir un in-
tervalle prédéterminé intermédiaire consécutif aux morceaux compacts
déposés de matière isolante; d'application d'un revêtement uniforme de
matière isolante par dépôt électrostatique sur le conducteur en déplace-
ment, de manière à recouvrir et à fixer les morceaux déposés de ma-
25 tière compacte isolante; et de polymérisation de l'isolant déposé et des
morceaux déposés de matière compacte isolante afin d'obtenir un conduc-
teur isolé qui présente des rainures formées par les protubérances con-
sécutives.

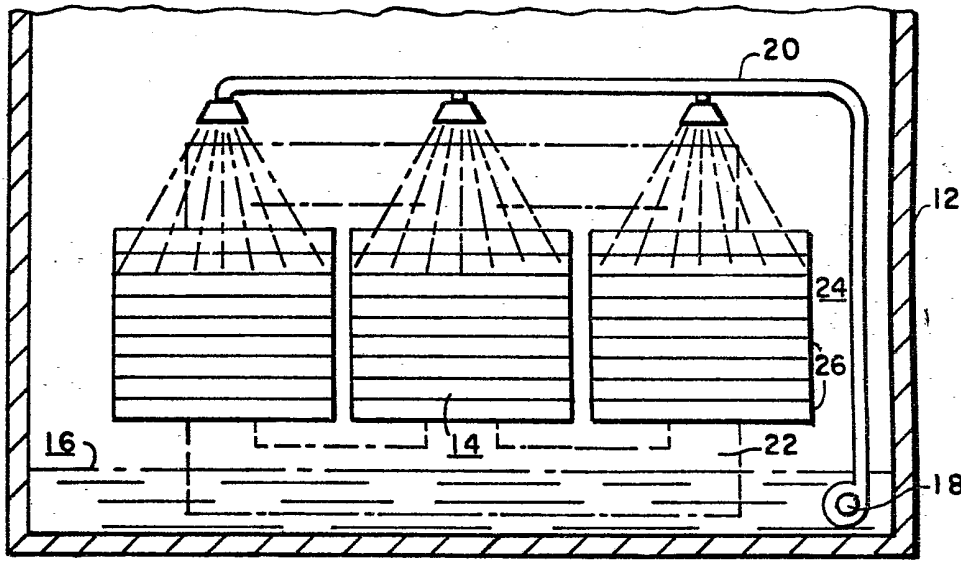


FIG. 1

FIG. 2

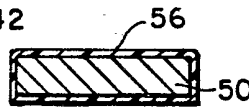
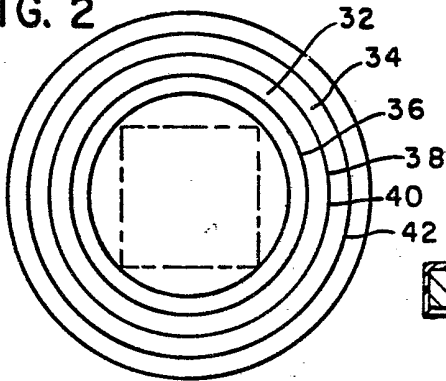


FIG. 5

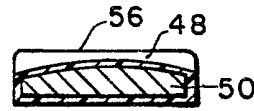


FIG. 6

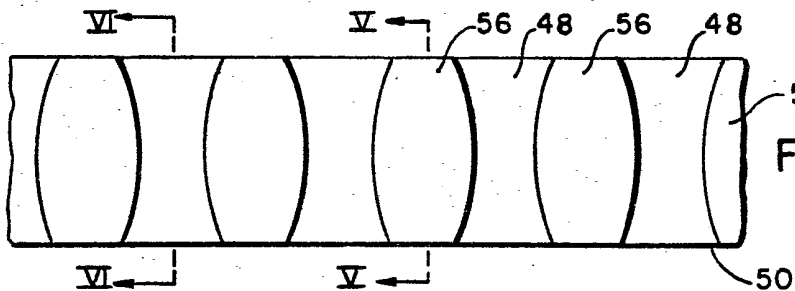


FIG. 3

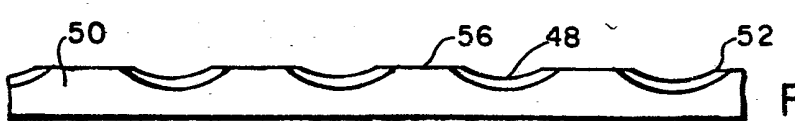


FIG. 4

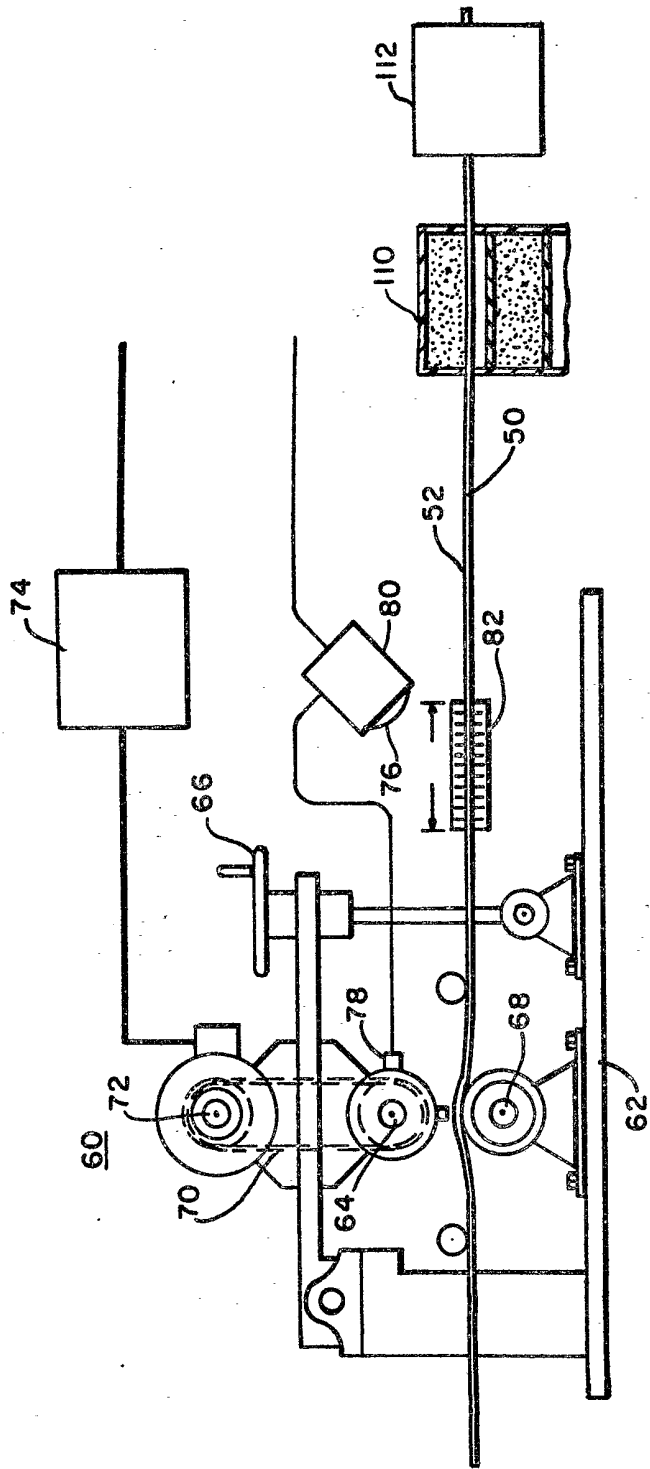


FIG. 7a

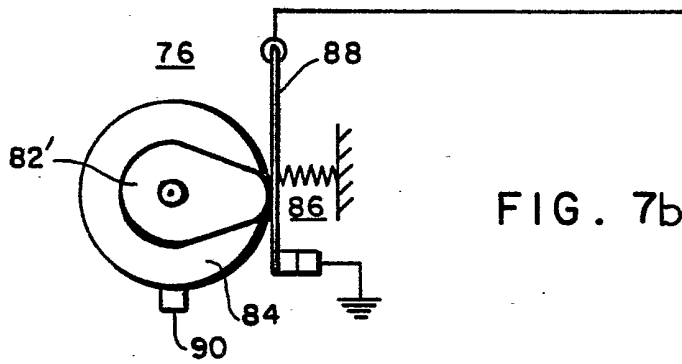


FIG. 7b

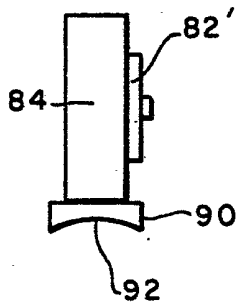


FIG. 7c

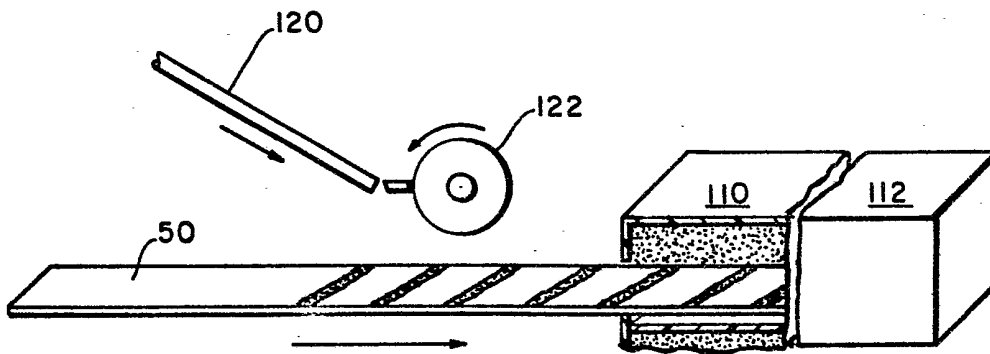


FIG. 8