

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 10965

(54) Machine électrique à collecteur.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 02 K 13/04, 13/10.

(22) Date de dépôt 3 juin 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° 49 du 10-12-1982.

(71) Déposant : FRIDMAN G. N., KALASHNIKOV V. K., BIZNYA V. M., KOVARSKY E. M., BORISOV
B. A., SEMENOV L. S., MALYSHEV V. A., VORONIN N. S., STASKEVICH L. N., ZININ E.
F., DULITSKAYA G. M. et SHEGAI E. R., résidant en URSS.

(72) Invention de : G. N. Fridman, V. K. Kalashnikov V. M. Biznya, E. M. Kovarsky, B. A. Borisov, L.
S. Semenov, V. A. Nalyshev, N. S. Vornin, L. N. Staskevich, E. F. Zinin, G. M. Dulitskaya
et E. R. Shegai.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Lavoix,
2, place d'Estienne-d'Orves, 75441 Paris Cedex 09.

La présente invention concerne les machines électriques, et plus précisément, les machines électriques à collecteur à courant continu et à courant alternatif.

L'invention peut être utilisée dans la construction
5 électromécanique et, en particulier, dans les machines électriques à collecteur, aussi bien dans celles à conditions de commutation difficiles que dans la plupart des autres machines à courant continu et à courant alternatif fabriquées en série, dans les moteurs de traction et les moteurs de la-
10 minoirs, ainsi que dans les machines miniatures, y compris les machines électriques à usage domestique.

On connaît une machine électrique comprenant un inducteur couplé à un induit pourvu d'un enroulement et d'un collecteur à lames, chaque section d'enroulement de l'induit
15 étant reliée en série à la lame de collecteur correspondante par l'intermédiaire de résistances additionnelles (Cf., par exemple, l'ouvrage par M.P. Kostenko et L.M. Piotrovsky, "Elektricheskie mashiny", partie 2, p. 564, 1973 ; iz-vo "Energia", Leningradskoé obiedinenie). Les résistances addi-
20 tionnelles sont réalisées en un métal à résistance ohmique élevée ou en ses alliages et elles sont normalement disposées dans les encoches recevant l'enroulement d'induit.

L'inconvénient de la machine électrique connue est que les résistances additionnelles présentent des dimensions im-
25 portantes, car elles sont parcourues par le courant de travail total du moteur. Lorsque le moteur démarre sous charge, les résistances additionnelles s'échauffent à une température élevée, ce qui peut provoquer leur destruction.

En outre, ces résistances compliquent considérablement
30 la construction de l'induit, diminuent le rendement du moteur et augmentent la surchauffe de l'enroulement d'induit.

On connaît une machine électrique à collecteur dont le collecteur est réalisé de manière qu'il y ait, entre chaque paire de lames principales reliées à l'enroulement d'induit,
35 une ou deux lames supplémentaires dont la largeur est égale

à celle des lames principales et qui sont reliées à la lame principale dans le sens de la rotation de l'induit à travers des résistances ohmiques (Cf., par exemple, l'ouvrage par E. Arnold et P.L. La-Cour, "Mashiny postoiannogo toka", 5 Gostekkhizdat, Moscou, 1931, v.1, p.p. 284-285).

L'inconvénient de cette machine électrique à collecteur est que la surface de contact du collecteur est mal utilisée. En outre, les résistances additionnelles sont réalisées en métal et ne peuvent être montées qu'en dehors du 10 collecteur. Les résistances additionnelles sont branchées sur le collecteur par brasage ou par soudage.

Les résistances additionnelles doivent être maintenues en place sur le collecteur tournant à l'aide de frettes ou d'un autre dispositif. Tout cela complique notablement la 15 technologie de fabrication de l'induit et augmente le poids et l'encombrement de l'ensemble de la machine.

Le but de l'invention est d'éviter les inconvénients précités.

L'invention a donc pour but de créer une machine électrique à collecteur plus simple, d'un poids et d'un encombrement réduits, qui permette d'obtenir tous les avantages 20 possibles de l'utilisation des résistances ohmiques dans le collecteur, tels que la diminution de 20 à 30 % de la consommation de cuivre pour sa fabrication, la diminution d'un ordre de grandeur des pertes de contact et l'augmentation 25 de la sécurité de fonctionnement et du potentiel de service grâce à un mode de réalisation perfectionné du collecteur.

L'invention a donc pour objet une machine électrique à collecteur comprenant un inducteur couplé à un induit 30 pourvu d'un enroulement, un collecteur comprenant des lames principales et des lames supplémentaires électriquement reliées entre elles, les lames principales étant reliées aux sections de l'enroulement d'induit, et des balais montés sur le collecteur, caractérisée en ce que chaque lame principale et au moins une lame supplémentaire sont reliées en- 35

tre elles par une lame intermédiaire ou entretoise conductrice de courant, le contact électrique entre les lames et les entretoises étant réalisé par la surface latérale des lames et assuré par la pression créée au cours de la fabrication du collecteur.

Ce mode de réalisation de la machine électrique à collecteur ne nécessite aucune place supplémentaire pour la disposition et la fixation des résistances additionnelles et simplifie considérablement la fabrication en série, puisque les entretoises conductrices n'augmentent pas l'encombrement du collecteur ; en outre il n'est pas nécessaire de les relier aux lames principales et aux lames supplémentaires par brasage ou par soudage, un contact électrique sûr entre elles étant obtenu grâce à une pression élevée (par effet de voûte) créée au cours du procédé normal de fabrication du collecteur.

Il est avantageux de fabriquer les lames de collecteur en acier faiblement magnétique, résistant à la corrosion et possédant des propriétés antifriction.

Le fait de réaliser les lames de collecteur en un matériau d'une résistance mécanique et d'une résistance à l'usure plus élevées, bien que d'une conductibilité électrique plus faible que celle du cuivre et de ses alliages, n'est possible que dans cette construction de la machine, car l'énergie dégagée dans les entretoises conductrices pendant l'étape finale de la commutation est dissipée de manière uniforme sur toute la surface latérale des lames de collecteur et grâce à cette différence de principe du processus de commutation par rapport aux processus de commutation dans les machines électriques à collecteur ordinaires, où il se forme des densités de courant élevées aux bords postérieurs du balai et des lames de collecteur sur l'étape finale de commutation, la densité de l'énergie dégagée dans les entretoises conductrices est infime.

Il est avantageux que les balais des machines électri-

ques à conditions de commutation difficiles soient réalisés en un matériau d'une haute conductibilité électrique et d'une faible résistance de contact.

Il est avantageux dans les machines électriques à collecteur à conditions de commutation difficiles d'utiliser avec les lames de collecteur en acier, au lieu des balais électrographitiques ordinaires à résistance de contact élevée, des balais permettant de réduire au minimum les pertes de contact, par exemple, les types connus de balais métallo-graphitiques ou purement métalliques, dont l'utilisation est impossible dans les machines ordinaires à cause du faible pouvoir de commutation de ces balais.

Le fait d'utiliser des balais à faibles pertes de contact, sans provoquer une altération du processus de commutation dans les machines selon l'invention, permet d'augmenter la densité de courant au contact glissant (dans les balais) jusqu'à 100 à 120 A/cm² au lieu d'une densité de courant de 10 à 15 A/cm² admissible dans les balais du type électro-graphitiques, et de diminuer ainsi d'un ordre de grandeur les pertes de contact, de réduire de plusieurs fois l'encombrement de l'ensemble balais-collecteur, de diminuer en même temps la surchauffe du collecteur et d'augmenter le rendement total des machines électriques à collecteur.

Dans les machines électriques à collecteur sans pôles auxiliaires à sens de rotation unique, selon l'invention, le nombre de lames supplémentaires reliées à la lame principale par l'intermédiaire des entretoises conductrices, peut être choisi entre un et trois.

L'utilisation dans le collecteur d'un plus grand nombre de lames supplémentaires dont chacune est reliée en série à la lame principale de collecteur par l'intermédiaire des entretoises conductrices de courant, équivaut à l'insertion de trois échelons croissants de résistance ohmique dans le circuit court-circuité de la section d'enroulement d'induit sur l'étape finale de la commutation. Cela améliore net-

tement la qualité de commutation dans les machines et permet d'élargir le domaine d'utilisation des machines électriques sans pôles auxiliaires, qui sont moins coûteuses que les machines électriques à collecteurs à pôles auxiliaires.

Il est en outre avantageux de réaliser les entretoises conductrices de courant à partir de compositions polymères conductrices d'une épaisseur de 0,1 à 2,0 mm et d'une résistance ohmique de 0,1 à 20 ohms.

Le fait d'interposer de telles entretoises conductrices entre les lames principales et les lames supplémentaires permet de réduire au minimum le diamètre du collecteur.

Il est avantageux que la largeur des lames supplémentaires suivant la surface de contact soit de 0,1 à 1,0 fois la largeur des lames principales.

Cela permet d'obtenir un collecteur dont la surface de contact présente un diamètre minimal.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre des exemples de réalisation et en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la Fig. 1 représente un schéma de principe de la machine électrique à collecteur sans pôles auxiliaires, non réversible, selon l'invention ;

- les Fig. 2 et 3 représentent un schéma de principe de la machine électrique à collecteur à pôles auxiliaires, réversible, selon l'invention ;

- la Fig. 4 représente une vue d'ensemble de la lame principale et des lames supplémentaires d'un intervalle de collecteur, avec les entretoises conductrices pour la machine électrique à collecteur réversible, selon l'invention ;

- les Fig. 5 à 14 représentent des exemples de réalisation d'un intervalle de collecteur avec la lame principale et les lames supplémentaires et les entretoises conductrices, selon l'invention.

La machine électrique à collecteur, selon l'invention, comprend un inducteur 1 (Fig.1) sans pôles auxiliaires dans lequel sont disposés un induit 2 avec un enroulement fractionné 3, et un collecteur 4 dont chacun des intervalles se compose d'une lame principale 5 et de trois lames supplémentaires 6 disposées d'un côté de la lame principale 5 et reliées entre elles et à la lame principale 5 par des entretoises 7 conductrices de courant.

Sur une ligne neutre 8 entre les pôles principaux de l'inducteur 1 se trouve le côté postérieur C d'un balai 9.

Le fonctionnement de la machine électrique à collecteur est le suivant.

Pendant la rotation de l'induit 2 dans le sens V_K , de droite à gauche, les balais 9 quittent la lame principale 5 du collecteur sur l'étape finale de la commutation et ne coupent pas le circuit court-circuité de la section 10 dans lequel circule le courant I_c , comme c'est le cas des machines électriques à collecteur ordinaires, mais, en glissant successivement sur trois lames supplémentaires 6 insèrent dans ce circuit, trois échelons de résistance ohmique élevée qui sont présentés l'un après l'autre par trois entretoises 7 conductrices de courant.

L'insertion de la résistance ohmique élevée des entretoises conductrices 7 dans le circuit de commutation accélère le processus de commutation et limite considérablement les courants de commutation I_c , quelle que soit leur tension. La valeur de la résistance ohmique des entretoises conductrices 7 peut être choisie de manière qu'au moment, où le balai 9 quitte la lame principale 5, et, successivement, toutes les lames supplémentaires 6, il ne se forme pas d'arc ou qu'il ne se produise que des étincelles sans danger.

Les Fig. 2 et 3 représentent une machine électrique réversible à collecteur, selon l'invention, dont l'inducteur 1 est pourvu de pôles auxiliaires 11 et qui renferme l'induit 2 portant l'enroulement fractionné et le collecteur 4

dont chacun des intervalles comprend une lame principale 5 et deux lames supplémentaires 6 disposées de part et d'autre de la lame principale 5 de chaque intervalle du collecteur et reliées à la lame principale 5 par des entretoises 7 conductrices de courant. Le côté postérieur C du balai 9 se trouve sur la ligne neutre 8 au centre du pôle auxiliaire 11.

Le fonctionnement de cette machine électrique réversible à collecteur est le suivant.

10 Pendant la rotation de l'induit 2 dans un sens ou dans l'autre, le balai 9, sur l'étape finale de commutation, glisse de la lame principale 5 et passe à la lame supplémentaire 6, sans couper le circuit court-circuité de la section 10 grâce au fait qu'en glissant sur la lame supplémentaire 6, il insère dans ce circuit une résistance ohmique
15 élevée que présente l'entretoise conductrice 7.

Le pôle auxiliaire 11 de l'inducteur 1 est réglé de telle façon que le processus de commutation soit terminé au moment, où le côté postérieur C du balai 9 quitte la lame principale 5 et passe à la lame supplémentaire 6.
20

Dans la section 10, il reste à ce moment une réserve d'énergie électromagnétique non compensée résultant uniquement du fait que les cycles de commutation des différentes sections de l'induit 2 ne sont pas complètement identiques
25 entre eux.

La valeur de la résistance ohmique du circuit court-circuité de la section 10 de l'induit 2 dans les machines électriques à collecteur à pôles auxiliaires 11 est normalement bien plus faible que dans les machines électriques à collecteur sans pôles auxiliaires 11, c'est pourquoi,
30 pour assurer le fonctionnement sans étincelles des machines électriques à collecteur dotées des pôles auxiliaires 11, il suffit dans la plupart des cas, de doter le collecteur 4 d'une seule lame supplémentaire 6 pour chaque intervalle et
35 pour chaque sens de rotation, cette lame supplémentaire é-

tant reliée à la lame principale 5 par une seule entretoise conductrice de courant 7.

Dans les machines non réversibles à collecteur sans pôles supplémentaires, le nombre de lames supplémentaires 6 du collecteur peut être augmenté jusqu'à deux ou plus.

Dans les deux modes de réalisation de la machine électrique à collecteur, selon l'invention, tels que représentés sur les Fig. 1, 2 et 3, la largeur des balais 9 est au moins égale à une fois et demie ou à deux fois la largeur de l'intervalle du collecteur. Au cours de fonctionnement de la machine électrique à collecteur, les lames principales 5 du collecteur 4 peuvent être librement parcourues. Quant aux lames supplémentaires 6 et aux entretoises 7 conductrices de courant, elles ne sont traversées par les courants que sur l'étape finale de la commutation. L'énergie électromagnétique du circuit court-circuité non compensée au cours de la commutation se dégage alors et se transforme en chaleur de Joule dans les entretoises conductrices 7.

La caractéristique essentielle de la machine électrique à collecteur, selon l'invention, consiste en ce que, grâce au fait que les entretoises conductrices 7 sont en contact électrique avec la lame principale 5 et la lame supplémentaire 6 du collecteur 4 suivant leur surface latérale, la densité de l'énergie se dégageant dans les entretoises conductrices 7 est infime comparée aux machines électriques à collecteur connues, où cette énergie est dégagée aux arêtes de fuite du balai et de la lame de collecteur principale. C'est pourquoi les lames de collecteur, selon l'invention, peuvent être réalisées en un matériau d'une résistance mécanique et d'une résistance à l'usure plus élevées, bien que d'une conductibilité thermique et électrique plus faible que le cuivre et ses alliages, par exemple, en acier faiblement magnétique, antifriction et anticorrosif.

On donne ci-dessous quelques exemples d'utilisation d'alliages ayant les compositions suivantes (% en poids) et

utilisables en tant que matériau pour les lames principales et les lames supplémentaires du collecteur :

Exemple 1

	Carbone	0,12
5	Chrome Cr	13 à 15
	Manganèse Mn	13 à 15
	Nickel Ni	1 à 15
	Fer Fe	le reste.

Exemple 2

10	Carbone C	0,15
	Chrome Cr	16 à 18
	Manganèse Mn	13,5 à 15,5
	Nickel Ni	$\leq 0,6$
	Azote N	0,3 à 0,4
15	Fer Fe	le reste

Exemple 3

	Carbone C	0,16 à 0,24
	Chrome Cr	12 à 14
	Manganèse Mn	0,6
20	Silicium Si	0,6
	Fer Fe	le reste

L'utilisation des lames principales 5 et supplémentaires 6 en acier du collecteur 4 permet non seulement d'obtenir une économie considérable de cuivre et de diminuer les frais de fabrication, mais aussi d'augmenter de plusieurs fois la résistance mécanique, le monolithisme et le potentiel de service des collecteurs et de l'ensemble de la machine électrique.

Le fait de prévoir dans le collecteur 4 des entretoises conductrices 7 permet d'utiliser dans les machines électriques à collecteur à conditions de commutation difficiles, des balais analogues à ceux des machines fonctionnant à régime plus facile et fabriqués en un matériau de conductibilité électrique élevée et à faible résistance de contact. Par

exemple, on peut utiliser les types connus de balais métallographitiques ou purement métalliques, ce qui permet, grâce à l'augmentation de la densité de courant dans les balais, de diminuer d'un ordre de grandeur les pertes de contact totales et de diminuer de plusieurs fois l'encombrement de l'ensemble balais-collecteur, de diminuer en même temps la surchauffe du collecteur et d'augmenter le rendement total de la machine électrique à collecteur.

Dans les machines électriques miniature réalisées normalement sans pôles auxiliaires, le nombre de lames supplémentaires 6 du collecteur à sens de rotation unique peut être porté à trois, ce qui permet de diminuer le nombre de lames principales 5 du collecteur 4, en ayant recours à la méthode connue de décalage des balais 9 par rapport à la ligne neutre 8, et d'assurer un fonctionnement sans étincelles à des régimes de fonctionnement plus difficiles que dans les machines électriques à collecteur connues.

L'entretoise 7 conductrice de courant est réalisée, selon l'invention, à partir de compositions polymères conductrices, au lieu de métaux et de leurs alliages. On les fabrique, par exemple, en un tissu électrographité, en une résine de polymérisation pressée (époxydes, polyesters, etc.) sous forme de Textolites ou Pertinax conducteurs en feuille mince ou bien elles sont fabriquées de compounds de moulage conducteurs.

La gamme des épaisseurs préférables des entretoises conducteurs 7 est de 0,1 à 2,0 mm. La résistance ohmique des entretoises conductrices 7 finies peut être de 0,1 à 20 ohms, comme le démontrent les calculs et l'expérience.

Si le collecteur 4 comprend plusieurs lames supplémentaires 6 pour chaque lame principale 5, l'entretoise conductrice 7 reliant la lame principale de collecteur 5 à la première lame supplémentaire est réalisée de manière qu'elle présente une résistance ohmique plus faible et la résistance de chaque entretoise conductrice 7 suivante est de plu-

sieurs fois supérieure à la résistance de l'entretoise précédente.

Pour diminuer le diamètre du collecteur 4, la largeur des lames principales 5 et supplémentaires 6 peut être notablement diminuée par rapport à la largeur des lames de collecteur des machines électriques à collecteur connues.

On peut expliquer cela par l'exemple de réalisation d'un intervalle de collecteur, selon l'invention, représenté sur la Fig. 4. Comme il ressort de la Fig. 4, la largeur minimale h de l'intervalle de collecteur est déterminée par la largeur de l'ailette 12 de la lame principale 5 du collecteur 4 pour le soudage de la section de l'enroulement 3 de l'induit 2 (Fig. 1, 2, 3). La largeur de la lame principale 5 est inférieure à la largeur h de l'intervalle de collecteur, pour pouvoir disposer de part et d'autre de cette lame les lames supplémentaires 6 reliées à la lame principale 5 par l'intermédiaire des entretoises conductrices 7.

Les différents modes de réalisation de la lame principale 5 et de la lame supplémentaire 6 d'un intervalle de collecteur sont représentés sur les Fig. 5 à 13.

Les Fig. 5, 6, 7 représentent les modes de réalisation de la lame principale 5 et de la lame supplémentaire 6 pour des machines réversibles (Fig. 6) et pour les machines non réversibles (Fig. 7). Les Fig. 8 et 9 représentent les modes de réalisation correspondants des ailettes fixées par brasage, soudage, rivetage ou par tout autre procédé, sur la lame principale 5 du collecteur 4 (Fig. 1, 2, 3).

Les Fig. 10 à 14 représentent en coupe quelques variantes possibles des profils des lames principales 5 et supplémentaires 6 du collecteur 4 et de leur combinaison dans un intervalle de collecteur comprenant une lame principale 5, des lames supplémentaires 6, des entretoises conductrices 7 et des entretoises en mica 13. Comme il ressort des Fig. 10 à 14, les lames principales 5 aussi bien que les lames supplémentaires 6 peuvent être fabriquées soit en tôle

soit en bandes profilées, mais de façon que chaque intervalle de collecteur assemblé présente un profil trapézoïdal que doivent avoir les lames de collecteur 5 et 6 des machines électriques à collecteur connues. Dans tous les modes de réalisation, la largeur de la surface de contact des lames supplémentaires 6 peut être de 0,1 à 1,0 fois la largeur de la surface de contact des lames principales 5.

La Fig. 14, montre un profil symétrique des lames facilitant le montage du collecteur.

10 Ainsi, grâce aux perfectionnements du collecteur pour machine électrique à collecteur, on peut diminuer le poids et l'encombrement de l'ensemble de la machine, diminuer de 20 à 30 % la consommation de cuivre pour la fabrication de la machine, diminuer d'un ordre de grandeur les pertes de
15 contact et augmenter la sécurité de fonctionnement et le potentiel de service de cette machine.

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

1 - Machine électrique à collecteur comprenant un inducteur (1) couplé à un induit (2) pourvu d'un enroulement (3) et un collecteur (4) comprenant des lames principales (5) et des lames supplémentaires (6) électriquement reliées entre elles, les lames principales (5) étant reliées aux sections de l'enroulement (3) de l'induit (2), et des balais (9) montés sur le collecteur (4), caractérisée en ce que dans le collecteur (4), chaque lame principale (5) et au moins une lame supplémentaire (6) sont reliées entre elles par l'intermédiaire d'une entretoise conductrice de courant (7), le contact électrique entre les entretoises conductrices de courant (7) et les lames (5, 6) étant réalisé suivant la surface latérale des lames (5, 6) et assuré par une pression créée au cours de la fabrication du collecteur (4).

2 - Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce que les lames principales et les lames supplémentaires (5, 6) sont réalisées à partir d'aciers faiblement magnétiques, anticorrosifs et antifriction.

3 - Machine selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que dans les machines à conditions de commutation difficiles, les balais (9) sont fabriqués en un matériau de haute conductibilité électrique et de faible résistance de contact.

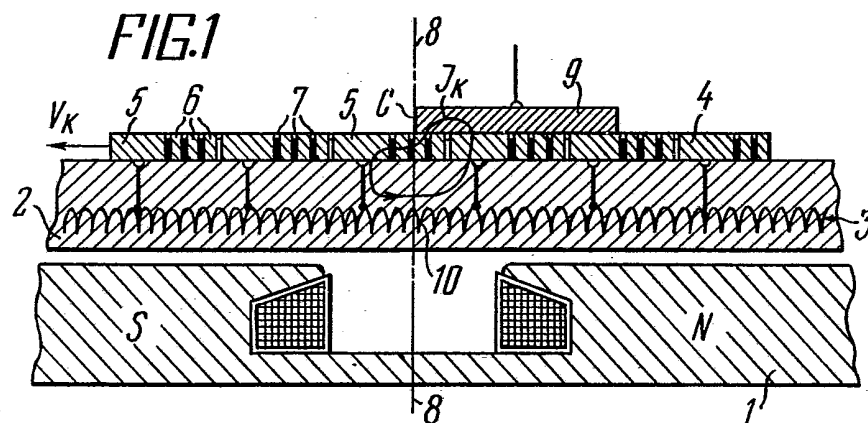
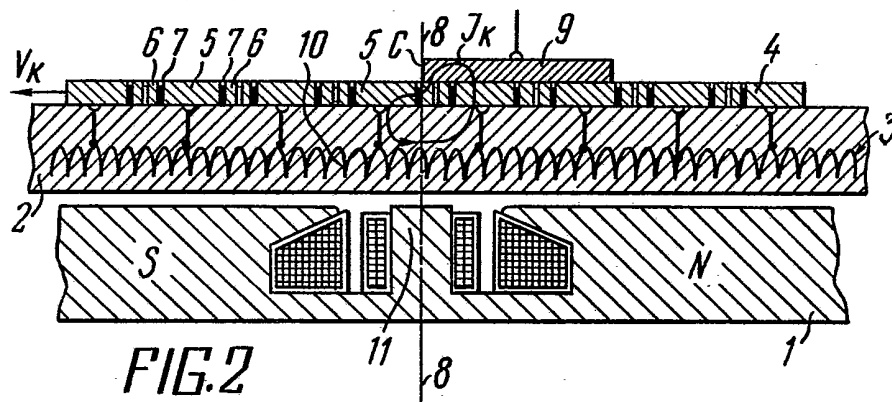
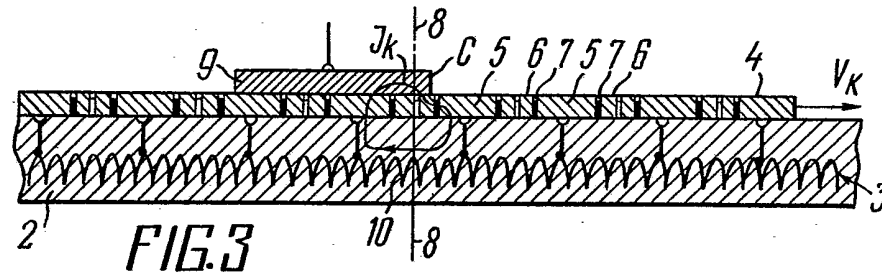
4 - Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que pour des machines électriques (8) sans pôles auxiliaires, le nombre de lames supplémentaires (6) reliées à la lame principale (5) du collecteur (4) par l'intermédiaire des entretoises (7) conductrices de courant (7) est de un à trois.

5 - Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les entretoises (7) conductrices de courant (7) sont fabriquées à partir de compositions polymères conductrices de courant d'une épaisseur de 0,1 à

2,0 mm et d'une résistance ohmique de 0,1 à 20 ohms.

6 - Machine selon les revendications 1, 2, 4, caractérisée en ce que la largeur de la surface de contact des lames supplémentaires (6) est de 0,1 à 1,0 fois la largeur

5 des lames principales (5).



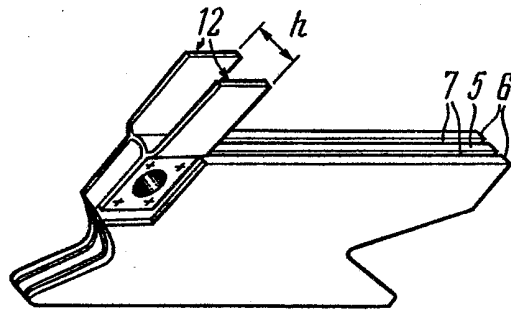


FIG. 4

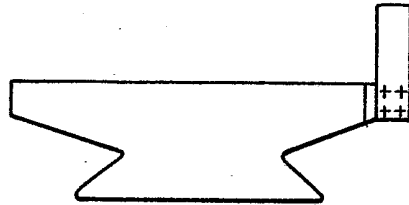


FIG. 5

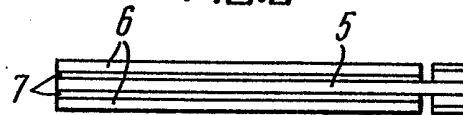


FIG. 6



FIG. 7

FIG. 8



FIG. 9

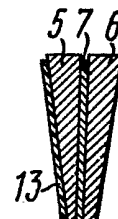
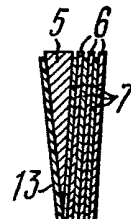
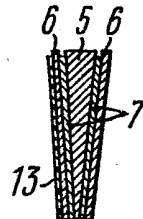
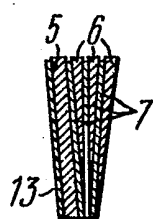
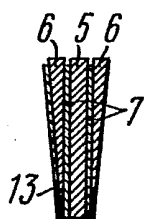


FIG. 10 FIG. 11 FIG. 12 FIG. 13 FIG. 14