



(43) Date de la publication internationale  
26 mai 2016 (26.05.2016)

(51) Classification internationale des brevets : Non classée

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2015/053152

(22) Date de dépôt international :  
20 novembre 2015 (20.11.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1461262 20 novembre 2014 (20.11.2014) FR

(71) Déposant : VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MO-  
TEUR [FR/FR]; 14 avenue des Béguines, 95800 Cergy  
Saint Christophe (FR).

(72) Inventeurs : DIXNEUF, Olivier; 9 rue Aristide Briand,  
14370 Moulton (FR). SALEMBERE, Abdou; 14 Chemin de  
l'Herse, 86100 Chatelleraud (FR). AYAD, Yacine; 154,  
Rue Armand Silvestre, 92400 Courbevoie (FR). GUER-  
BAOUI, Samir; 2 impasse Caron, 60850 Puisieux En Bray  
(FR).

(74) Mandataire : GARCIA, Christine; Valeo Systemes de  
Contrôle Moteur, 14 avenue des Béguines, 95800 Cergy  
Saint Christophe (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,  
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,  
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,  
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,  
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,  
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : ELECTRIC MACHINE HAVING HELICAL TEETH FOR USE IN A MOTOR VEHICLE

(54) Titre : MACHINE ÉLECTRIQUE PRÉSENTANT DES DENTS HÉLICOÏDALES POUR APPLICATION DANS UN VÉHI-  
CULE AUTOMOBILE

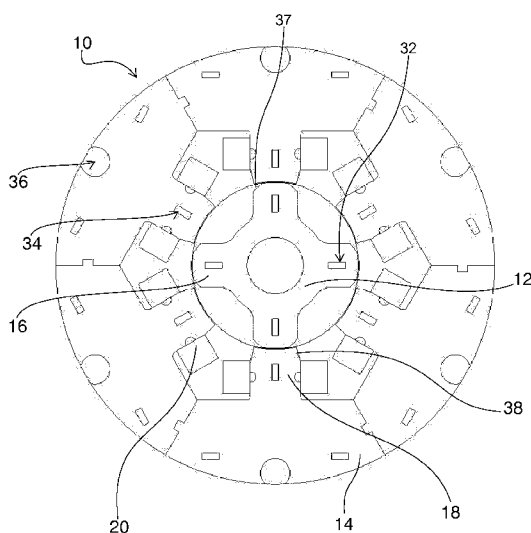


Fig. 1

(57) Abstract : The invention relates to an electric ma-  
chine (10) for use in a motor vehicle, in particular for  
an electric supercharger compressor, comprising a rotor  
(12) and a stator (14), the rotor (12) and the stator (14)  
having radial teeth (16; 18), the teeth (16; 18) of at least  
one of the rotor (12) and the stator (14) extending for-  
ming a helix along the rotor (12) or the stator (14). The  
invention likewise relates to an electric supercharger  
compressor for a motor vehicle, including a compressor  
impeller and such an electric machine (10), for rotating  
the compressor impeller.

(57) Abrégé : L'invention concerne une machine élec-  
trique (10) pour application dans un véhicule automo-  
bile, notamment pour compresseur électrique de surali-  
mentation, comprenant un rotor (12) et un stator (14), le  
rotor (12) et le stator (14) présentant des dents radiales  
(16; 18), les dents (16; 18) d'au moins l'un parmi le ro-  
tor (12) et le stator (14) s'étendant en forme d'hélice le  
long du rotor (12) ou du stator (14). L'invention se rap-  
porte également à un compresseur électrique de surali-  
mentation pour véhicule automobile, comportant une  
roue de compression et un telle machine électrique (10),  
pour entraîner la roue de compression en rotation.



---

**Publiée :**

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée  
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))*

**MACHINE ÉLECTRIQUE PRÉSENTANT DES DENTS  
HÉLICOÏDALES POUR APPLICATION DANS UN VÉHICULE  
AUTOMOBILE**

5           La présente invention concerne une machine électrique, et par exemple un moteur électrique à reluctance variable ou aimants permanents pour application dans un véhicule automobile, notamment pour un compresseur électrique de suralimentation. L'invention se rapporte également à un compresseur électrique de suralimentation pour véhicule automobile, 10 comportant un tel moteur électrique à reluctance variable ou aimants permanents.

          Il est connu de mettre en œuvre un compresseur électrique de suralimentation (en anglais « *electric supercharger* ») dans un circuit d'alimentation en air d'un moteur à combustion interne de véhicule 15 automobile.

          Un tel compresseur électrique de suralimentation est classiquement mis en œuvre dans la ligne d'admission d'air d'un moteur à combustion thermique d'un véhicule automobile, en amont ou en aval d'un turbocompresseur. En variante, ou au surplus comme décrit dans la demande 20 FR-A-2 991 725 au nom de la Demanderesse, un tel compresseur peut être mis en œuvre sur une ligne de recirculation des gaz d'échappement du moteur à combustion interne.

          Le compresseur de suralimentation électrique comporte de manière classique une roue destinée à comprimer l'air entrant dans le compresseur et 25 une machine électrique, et par exemple un moteur électrique à reluctance variable ou aimants permanents, pour entraîner la roue en rotation.

          À la différence des turbocompresseurs, entraînés par les gaz d'échappement, le compresseur électrique de suralimentation, fonctionnant avec une machine électrique, a un temps de réponse très court. Ceci permet 30 de renforcer le couple du moteur à combustion interne à bas régime, de compenser le temps de réponse du turbocompresseur et améliore les

accélérations du véhicule automobile sur lequel est monté le moteur à combustion interne muni du compresseur électrique de suralimentation.

Cependant, la machine électrique, et par exemple le moteur à reluctance variable ou aimants permanents, mise en œuvre dans un tel compresseur électrique de suralimentation est soumise à des vibrations de  
5 grandes amplitudes du fait des variations de flux et de forces électromagnétiques, qui nuisent au confort du conducteur du véhicule automobile.

En outre, notamment du fait du régime auquel est utilisée une telle  
10 machine électrique, un tel compresseur est bruyant.

Le but de la présente invention est de proposer une machine électrique, et par exemple un moteur électrique à reluctance variable ou aimants permanents, perfectionnée pour application automobile, notamment pour compresseur électrique de suralimentation, ne présentant pas au moins  
15 certains des inconvénients susmentionnés.

À cette fin, l'invention propose une machine électrique, et notamment un moteur électrique à reluctance variable ou aimants permanents, pour application dans un véhicule automobile, notamment pour compresseur électrique de suralimentation, comprenant un rotor et un stator, le rotor et le  
20 stator présentant des dents radiales, les dents d'au moins l'un parmi le rotor et le stator s'étendant en forme d'hélice le long du rotor ou du stator.

Ainsi, selon l'invention, on évite une variation trop brusque de flux magnétique entre les dents rotoriques et statoriques au moment où les dents rotoriques s'alignent en vis-à-vis des dents rotoriques. En effet, au moins  
25 certaines de ces dents s'étendant en forme d'hélice, ces dents ne se retrouvent pas alignées instantanément et simultanément sur toute leur longueur.

En évitant ou tout du moins en limitant ces variations brusques de flux magnétique entre les dents, on limite le bruit émis par la machine électrique.

30 Selon différents modes de réalisation, qui pourront être pris ensemble ou séparément :

- les dents s'étendant en forme d'hélice forment, en vue développée, un angle supérieur à  $0^{\circ}$ , de préférence supérieur à  $10^{\circ}$  et/ou inférieur à  $30^{\circ}$ , de préférence inférieur à  $20^{\circ}$ , et de manière très préférée inférieur à  $15^{\circ}$  avec la direction longitudinale du rotor ou du stator ;
- au moins une dent du rotor ou du stator présente une cavité ;
- la ou les cavités débouchent sur chacune des faces d'extrémité du rotor ou du stator, respectivement ;
- la ou les cavités s'étendent en forme d'hélice par rapport à la direction longitudinale du rotor ou du stator, dans les dents s'étendant en forme d'hélice ;
- les dents du rotor et/ou du stator présentent un chanfrein ;
- le chanfrein forme un angle supérieur à  $0^{\circ}$ , de préférence supérieur à  $3^{\circ}$ , et/ou inférieur à  $10^{\circ}$ , de préférence encore inférieur à  $7^{\circ}$  ; et
- les dents présentent, en section transversale, des angles arrondis au niveau de leur sommet.

Selon un autre aspect, l'invention se rapporte à un compresseur électrique de suralimentation pour véhicule automobile, comportant une roue de compression et une machine électrique tel que décrit ci-avant dans toutes ses combinaisons, pour entraîner la roue de compression en rotation.

Les figures annexées feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Parmi celles-ci :

- La figure 1 représente schématiquement en coupe transversale une machine électrique d'un compresseur de suralimentation pour véhicule automobile. ;
- La figure 2 représente schématiquement une vue en perspective du rotor de la machine de la figure 1 ; et
- La figure 3 représente schématiquement en coupe transversale un détail d'une dent du rotor entre deux dents du stator de la machine électrique de la figure 1.

Comme illustré à la figure 1, une machine électrique, et par exemple un moteur à reluctance variable ou aimants permanents, 10 comprend essentiellement un rotor 12 et un stator 14. Le rotor 12 est ici monté radialement à l'intérieur du stator 14. Le rotor 12 et le stator 14 sont en matériau métallique. Ils ne sont pas alimentés électriquement. Notamment, le stator ne comprend pas ici de bobinage orienté selon la direction longitudinale de la machine 10. Le rotor 12 présente des dents 16 (ci-après dents rotoriques 16) radiales, orientées radialement vers l'extérieur, ici au nombre de quatre. Les dents rotoriques 16 sont équiréparties angulairement. Le stator 14 présente quant à lui des dents 18 (ci-après dents statoriques 18) également radiales, orientées dans le sens opposé aux dents 16 du rotor 12. Classiquement les dents statoriques 18 sont plus nombreuses que les dents rotoriques 16. En l'espèce, le stator 14 présente six dents statoriques 18. Les dents statoriques 18 sont équiréparties angulairement. Chacune des dents statoriques 18 est entourée par un bobinage 20 ou bobinage de phase. Lorsque deux bobinages 20 opposés (ou symétriques) sont alimentés électriquement, ils forment des électroaimants et provoquent la rotation du rotor 12 pour aligner les dents rotoriques 16 avec les dents statoriques 18 entourées par les bobinages 20 alimentés électriquement. En commandant successivement l'alimentation des couples de bobinages 20 opposés, on entraîne en rotation le rotor 12, le couple étant produit par la tendance du rotor à se positionner de façon que la réluctance entre une dent statorique et une dent rotorique soit minimum, c'est-à-dire que l'entrefer entre ces dents rotoriques et statoriques soit minimal.

Cependant, ici, comme cela est plus particulièrement visible sur la figure 2, les dents rotoriques 16 s'étendent en forme d'hélice le long du rotor 12. Les dents statoriques 18 s'étendent par exemple selon une direction parallèle à l'axe de rotation du rotor 12.

Ainsi, les dents rotoriques 16 ne se retrouvent pas alignées avec les dents statoriques 18 instantanément et simultanément sur toute leur longueur. Au contraire, l'alignement des dents rotoriques 16 avec les dents statoriques

18 se fait progressivement selon la direction longitudinale du rotor 12. Ceci permet d'éviter ou tout du moins de limiter une variation trop brusque du flux magnétique entre les dents rotoriques 16 et statoriques 18, et, ainsi, de limiter le bruit émis par la machine électrique 10.

5 Les dents rotoriques 16 forment ici, en vue développée, un angle supérieur à  $1^\circ$ , de préférence supérieur à  $10^\circ$ , et/ou inférieur à  $30^\circ$ , de préférence inférieur à  $20^\circ$ , avec la direction longitudinale du rotor ou du stator. Par « vue développée », on entend une représentation plane du rotor 12 observé en tournant autour de ce rotor 12, à une distance constante de l'axe  
10 de rotation du rotor 12, supérieure au rayon du rotor 12. Dans cette vue développée du rotor, les dents rotoriques 16 s'étendent sensiblement selon des parallélogrammes, dont les côtés parallèles forment un angle non nul avec l'axe de rotation du rotor 12. Il est à noter ici que l'angle formé par les dents rotoriques 16 avec l'axe de rotation est limité, ceci afin d'éviter  
15 notamment, qu'une dent rotorique puisse se trouver en vis-à-vis de deux dents statoriques 18 distinctes.

Par ailleurs, comme illustré à la figure 3 les dents rotoriques 16 et statoriques 18 présentent, en section transversale, des chanfreins 37, 38, respectivement. En d'autres termes, le profil des dents rotoriques 16 et  
20 statoriques 18 présentent ici une partie de base avec deux côtés parallèles, en section transversale, reliée au sommet les dents rotoriques 16 et statoriques 18, respectivement, par des surfaces inclinées par rapport aux deux côtés parallèles de la partie de base. L'angle d'inclinaison de ces surfaces (ou angle de chanfrein) peut notamment être supérieur à  $1^\circ$ , de  
25 préférence encore supérieure à  $3^\circ$ , et inférieur à  $10^\circ$ , de préférence encore inférieur à  $7^\circ$ . Ces chanfreins 37, 38 permettent également d'éviter une variation trop brusque du flux magnétique entre les dents rotoriques 16 et statoriques 18, quand ces dents s'alignent en vis-à-vis. Ceci contribue à limiter le bruit émis par la machine électrique 10. En variante, de tels  
30 chanfreins peuvent être prévus uniquement sur le rotor 12 ou uniquement sur le stator 14. Un chanfrein peut également n'être prévu que sur un côté de

chaque dent, notamment sur le « bord d'attaque » c'est-à-dire le côté frontal de la dent dans le sens de rotation du rotor 12.

En variante ou au surplus, toujours pour éviter une variation trop brusque du flux magnétique entre les dents, celles-ci peuvent présenter, en  
5 section transversale, des angles arrondis au niveau de leurs sommets. Là encore, en variante, seules les dents du rotor ou du stator peuvent présenter de tels angles arrondis. Selon une autre variante également, seul l'un des deux angles au niveau des arêtes au sommet des dents peut être arrondi.

Par ailleurs, comme illustré sur les figures, le rotor 12 et le stator 14  
10 présentent des cavités 32, 34, 36, respectivement. Ces cavités 32, 34, 36 permettent de réduire la rigidité du rotor 12 et/ou du stator 14, ce qui permet de limiter le bruit émis par le moteur à reluctance variable ou aimants permanents et/ou d'abaisser les fréquences d'émission de ces bruits. Par facilité de fabrication et pour limiter l'influence des cavités 32, 34 sur le couple  
15 exercé sur le rotor 12, celles-ci sont réalisées dans les dents rotoriques 16 et statoriques 18, respectivement, et ne débouchent qu'au niveau des deux faces d'extrémité du rotor 12 et du stator 14. De manière remarquable, les cavités 32 dans les dents rotoriques 16 s'étendent sensiblement parallèlement aux arêtes des dents rotoriques 16, ceci afin d'éviter de créer un déséquilibre  
20 dans les dents rotoriques 16.

Les cavités 36 sur la surface radialement externe du stator s'étendent sensiblement selon la direction longitudinale de la machine électrique 10. Ces cavités 36 débouchent au niveau des deux faces d'extrémité du stator 14 et sur sa surface radialement externe.

25 Une machine électrique, et par exemple un moteur électrique à reluctance variable ou aimants permanents 10 tel qu'il vient d'être décrit peut être mis en œuvre dans de nombreuses applications dans un véhicule automobile. Notamment, il peut être mis en œuvre pour un système de moteur de traction.

30 Selon une application particulièrement intéressante cependant, le moteur électrique à reluctance variable ou aimants permanents tel qu'il vient

d'être décrit peut être mis en œuvre dans un compresseur électrique de suralimentation pour véhicule automobile, comportant une roue de compression entraînée en rotation par la rotation du rotor de la machine électrique.

5 L'invention ne se limite pas au seul exemple de réalisation décrit ci-avant en regard des figures, à titre d'exemple illustratif et non limitatif.

Notamment, le stator 14 peut être reçu dans un boîtier de la machine en laissant des espaces vides (ou jeux) entre le stator 14 et le boîtier, les espaces vides s'étendant essentiellement selon une direction longitudinale de  
10 la machine. Le stator et le boîtier de la machine définissent alors de préférence des zones de contact linéiques. Ces espaces vides entre le stator et le boîtier de la machine permettent de limiter le bruit rayonné par la machine.

Par exemple, le stator 14 peut présenter une section transversale de  
15 forme générale polygonale, présentant le cas échéant une ou plusieurs découpes formées par la ou les cavités 28 débouchant sur la surface radialement externe du stator 14 et, de préférence, des angles arrondis destinés à être en contact avec le boîtier de la machine, lequel boîtier de la machine est de préférence de forme générale circulaire, en section  
20 transversale.

Enfin, ici, seul le rotor 12 présente des dents s'étendant en forme d'hélice. En variante cependant, le stator, seul, ou le rotor et le stator peut présenter des dents s'étendant en forme d'hélice. Dans le cas où les dents rotoriques et les dents statoriques s'étendent en forme d'hélice, ces dents  
25 forment en vue développée des angles différents avec l'axe de rotation du rotor pour assurer un alignement progressif des dents rotoriques en vis-à-vis des dents statoriques.

## REVENDICATIONS

1. Machine électrique (10) pour application dans un véhicule automobile, notamment pour compresseur électrique de suralimentation, comprenant un rotor (12) et un stator (14), le rotor (12) et le stator (14) présentant des dents radiales (16 ; 18), les dents (16 ; 18) d'au moins l'un parmi le rotor (12) et le stator (14) s'étendant en forme d'hélice le long du rotor (12) ou du stator (14), les dents s'étendant en forme d'hélice forment, en vue développée, un angle supérieur à 0°, de préférence supérieur à 10°, avec la direction longitudinale du rotor (12) ou du stator (14).

2. Machine électrique (10) selon la revendication 1, dans lequel les dents s'étendant en forme d'hélice forment, en vue développée, un angle inférieur à 30°, de préférence inférieur à 20°, avec la direction longitudinale du rotor (12) ou du stator (14).

3. Machine électrique (10) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel au moins une dent (16 ; 18) du rotor (12) ou du stator (14) présente une cavité.

4. Machine électrique (10) selon la revendication 3, dans lequel la ou les cavités débouchent sur chacune des faces d'extrémité du rotor (12) ou du stator (14), respectivement.

5. Machine électrique (10) selon la revendication 3 ou 4, dans lequel la ou les cavités s'étendent en forme d'hélice par rapport à la direction longitudinale du rotor (12) ou du stator (14), dans les dents (16) s'étendant en forme d'hélice.

6. Machine électrique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les dents (16 ; 18) du rotor (12) et/ou du stator (14) présentent au moins un chanfrein.

5           7. Machine électrique (10) selon la revendication 6, dans lequel le chanfrein forme un angle supérieur à 0°, de préférence supérieur à 3° et/ou inférieur à 10°, de préférence inférieur à 7°.

10           8. Machine électrique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les dents (16, 18) présentent, en section transversale, des angles arrondis au niveau de leur sommet.

15           9. Compresseur de suralimentation électrique pour véhicule automobile, comportant une roue de compression et une machine électrique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, pour entraîner la roue de compression en rotation.

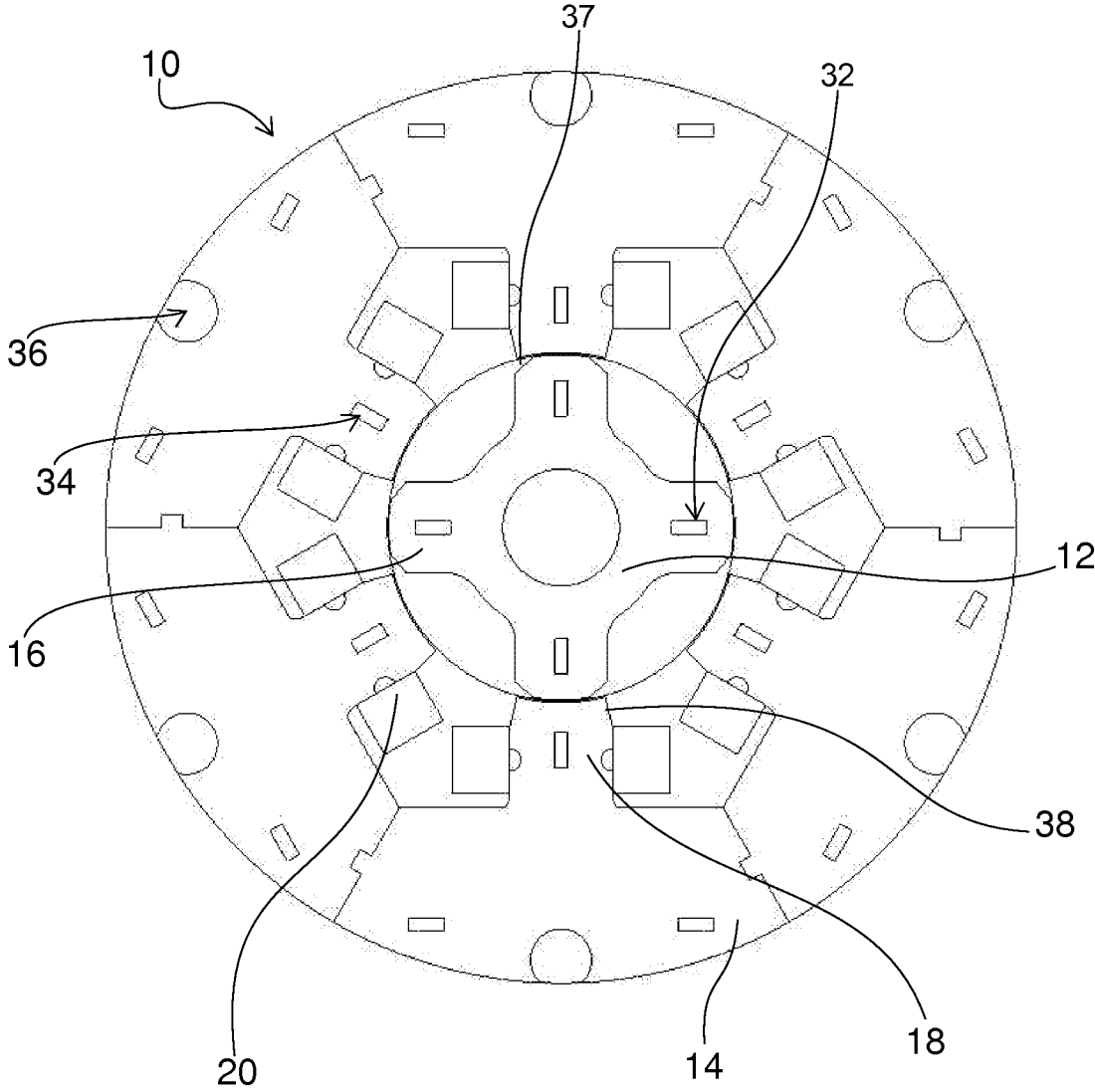


Fig. 1

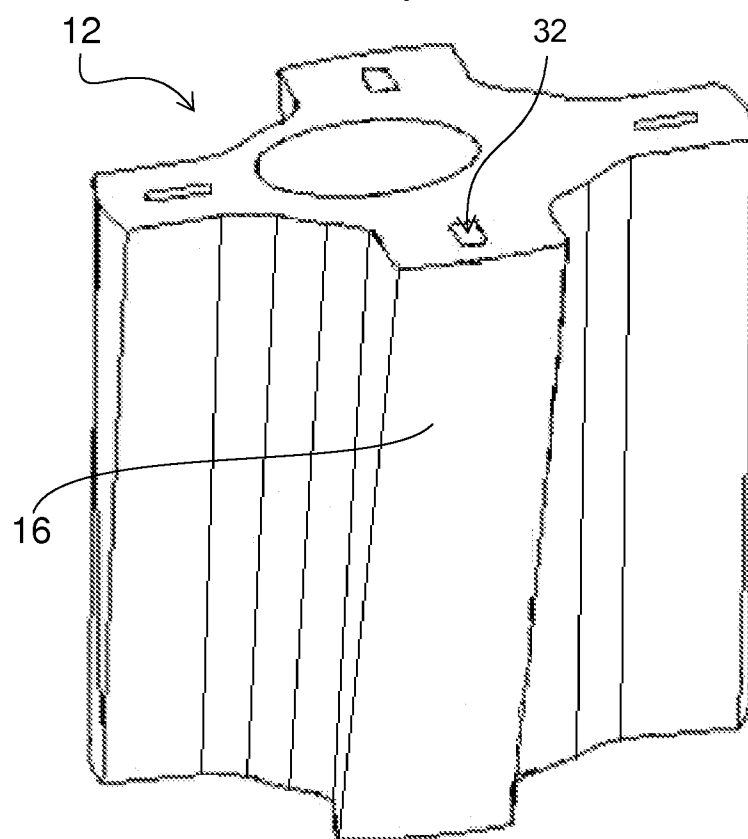


Fig. 2

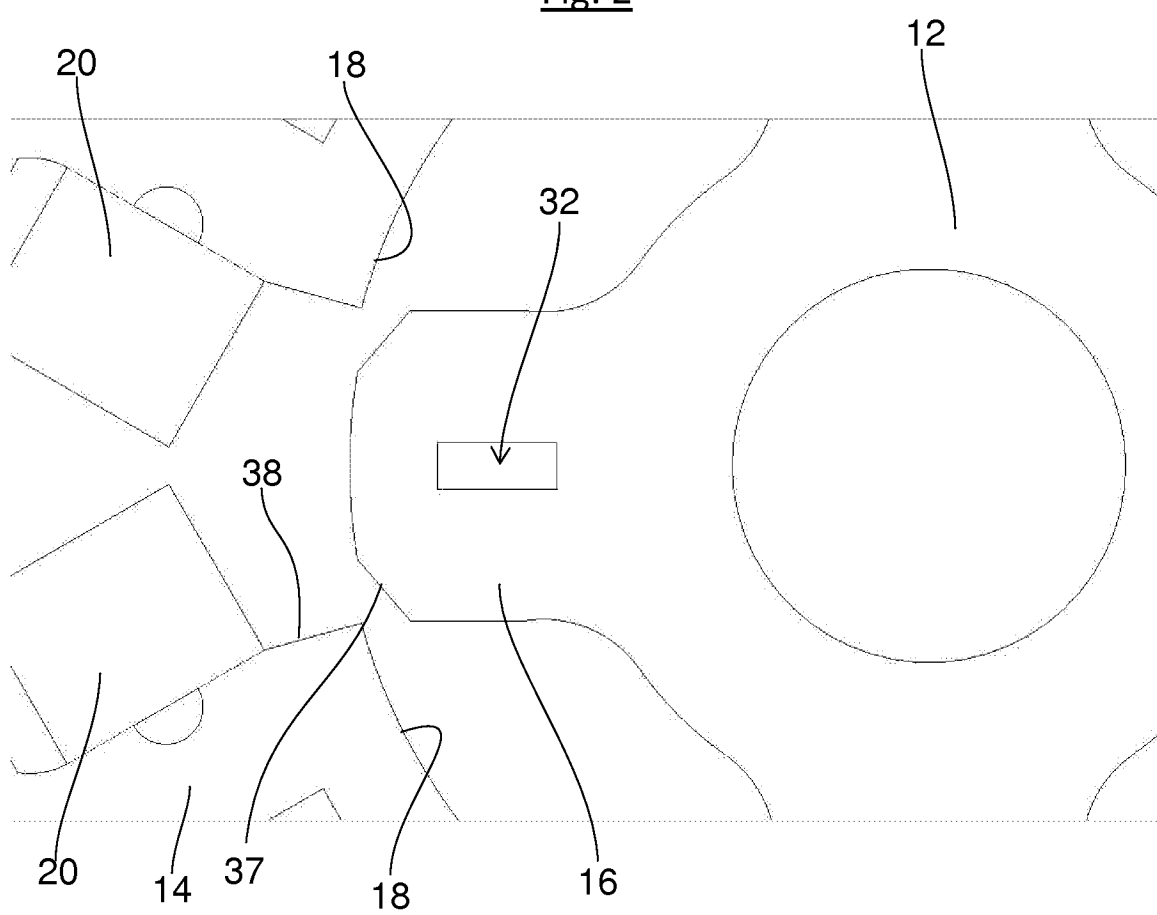


Fig. 3