



(19)

Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 1 993 111 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
19.11.2008 Bulletin 2008/47

(51) Int Cl.:
H01F 27/10 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08103955.4**

(22) Date de dépôt: **14.05.2008**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL BA MK RS

(30) Priorité: **16.05.2007 FR 0755110**

(71) Demandeur: **Converteam SAS
91300 Massy (FR)**

(72) Inventeur: **Gollentz, Bernard
68360, SOULTZ (FR)**

(74) Mandataire: **Jacobson, Claude
Cabinet Lavoix
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)**

(54) Refroidissement du noyau magnétique d'une bobine d'induction.

(57) L'invention concerne un noyau magnétique pour bobine d'induction comprenant :

- une pluralité de paquets (5) de tôles (7) en matériau magnétique séparés par des entrefers (11) en matériau isolant, lesdits paquets étant disposés les uns à la suite des autres le long d'un axe (6) du noyau avec les tôles parallèles à l'axe et les entrefers perpendiculaires à l'axe ;
- au moins un tirant (12) traversant chaque paquet de tôles perpendiculairement à l'axe pour assurer la solidarisation desdites tôles de chaque paquet ;

- et une tôle maîtresse (12) plaquée par lesdits tirants de chaque côté de ladite pluralité de paquets parallèlement aux tôles pour assurer la solidarisation des éléments du noyau.

La tôle maîtresse est réalisée dans un matériau aimanté conducteur de la chaleur, et que ledit noyau comprend en outre au moins un tube de refroidissement (15) soudé sur au moins une des tôles maîtresses, des moyens (16) étant en outre prévus pour raccorder ledit au moins un tube de refroidissement à un circuit (17) de circulation d'un fluide de refroidissement.

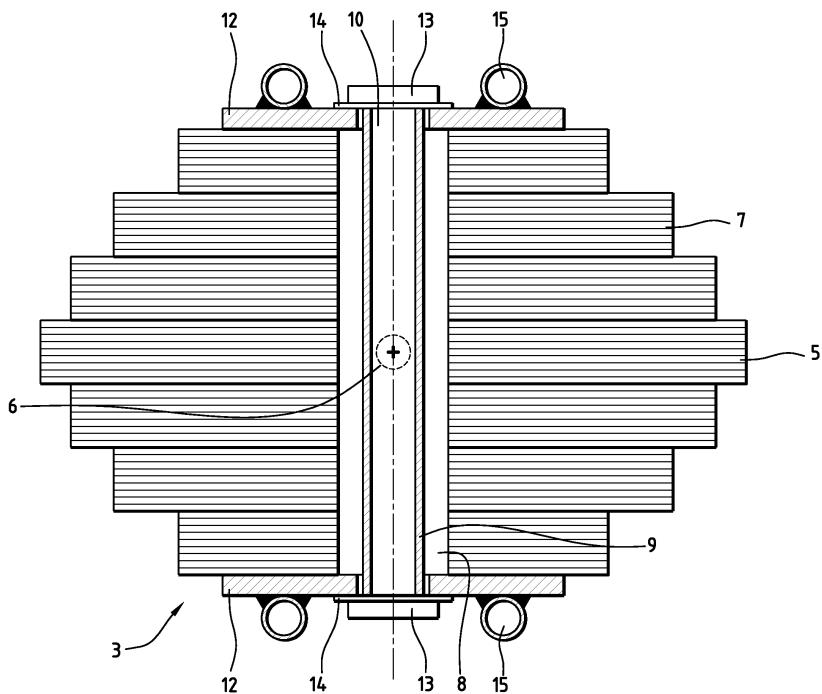


FIG.2

Description

[0001] La présente invention concerne La présente invention concerne un noyau magnétique pour bobine d'induction, et plus particulièrement un tel noyau comprenant :

- une pluralité de paquets de tôles en matériau magnétique séparés par des entrefers en matériau isolant, lesdits paquets étant disposés les uns à la suite des autres le long d'un axe du noyau avec les tôles parallèles à l'axe et les entrefers perpendiculaires à l'axe ;
- au moins un tirant traversant chaque paquet de tôles perpendiculairement à l'axe pour assurer la solidarisation desdites tôles de chaque paquet ;
- et une tôle maîtresse plaquée par lesdits tirants de chaque côté de ladite pluralité de paquets parallèlement aux tôles pour assurer la solidarisation des éléments du noyau.

[0002] Il existe deux types d'inductances utilisés dans les équipements, à savoir les inductances dites "à air" et les inductances dites "à fer".

[0003] Les inductances à air ont l'avantage de ne pas saturer, mais sont volumineuses et présentent le risque de rayonner et d'induire des courants de Foucault dans tous conducteurs à proximité immédiate.

[0004] Les inductances à fer comportent un noyau en fer qui permet de mieux canaliser le flux magnétique, ce qui en fait des inductances compactes avec un risque de rayonnement nettement plus bas que les inductances à air. Ces inductances sont souvent plus appropriées pour être mise en armoire. L'inconvénient majeur pour les inductances à fer concerne les pertes dans le noyau de fer. Ces pertes fer, qui se décomposent en pertes par hystérésis et en pertes par courants induits, augmentent très rapidement avec la fréquence du courant dans les enroulements, au point que les pertes aux harmoniques peuvent être prépondérantes par rapport au fondamental.

[0005] On conçoit typiquement des inductances qui génèrent une densité de perte maximale de l'ordre de 3W/kg. Si sur une première conception, ce niveau est dépassé, on ajoute des entrefers pour limiter le champ magnétique et donc les pertes fer, mais en contrepartie, on doit augmenter le nombre d'enroulements et la section de fer.

[0006] Dans les inductances pour moteurs à grande vitesse, les inductances sont traversées par un courant fondamental de fréquence élevée, avec un contenu harmonique important. Il en résulte que les inductances prennent des dimensions importantes avec une large section de fer et de nombreux enroulements, ces inductances présentent alors des pertes par conduction très importantes également (la dissipation de l'inductance seule est aussi importante que la dissipation de tous les autres éléments (IGBT, diodes...)).

[0007] La présente invention vise à palier ces inconvénients.

[0008] A cet effet, l'invention a tout d'abord pour objet un noyau magnétique pour bobine d'induction comprenant :

- une pluralité de paquets de tôles en matériau magnétique séparés par des entrefers en matériau isolant, lesdits paquets étant disposés les uns à la suite des autres le long d'un axe du noyau avec les tôles parallèles à l'axe et les entrefers perpendiculaires à l'axe ;
- au moins un tirant traversant chaque paquet de tôles perpendiculairement à l'axe pour assurer la solidarisation desdites tôles de chaque paquet ;
- et une tôle maîtresse plaquée par lesdits tirants de chaque côté de ladite pluralité de paquets parallèlement aux tôles pour assurer la solidarisation des éléments du noyau ;

caractérisé par le fait que ladite tôle maîtresse est réalisée dans un matériau amagnétique conducteur de la chaleur, et que ledit noyau comprend en outre au moins un tube de refroidissement soudé sur au moins une des tôles maîtresses, des moyens étant en outre prévus pour raccorder ledit au moins un tube de refroidissement à un circuit de circulation d'un fluide de refroidissement.

[0009] Ainsi la tôle maîtresse, outre sa fonction traditionnelle de support mécanique, fait office de collecteur de chaleur et de radiateur, le fluide circulant dans les tubes de refroidissement emportant les calories collectées par la tôle maîtresse et assurant le maintien en température du noyau magnétique et le fonctionnement convenable de la bobine d'induction à laquelle il est destiné.

[0010] Dans un mode de réalisation particulier, deux tubes de refroidissement sont soudés sur chaque tôle maîtresse parallèlement à l'axe du noyau.

[0011] Plus particulièrement, chaque tirant peut posséder à chacune de ses extrémités une tête dépassant de la tôle maîtresse respective, lesdites têtes étant alignées parallèlement à l'axe, les deux tubes de refroidissement étant soudés sur chaque tôle maîtresse de part et d'autre de l'alignement des têtes de tirants.

[0012] L'invention a également pour objet une bobine d'induction comprenant un circuit magnétique comportant au moins un noyau magnétique tel que décrit ci-dessus.

[0013] On décrira maintenant, à titre d'exemple non limitatif, un mode de réalisation de l'invention en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en élévation, partiellement en coupe, d'une bobine d'induction triphasée selon l'invention ; et
- la figure 2 est une vue en coupe selon la ligne II-II de la figure 1.

[0014] On voit à la figure 1 un ensemble triphasé de

trois bobines d'induction 1a, 1b et 1 c. Du circuit électrique, seul le bobinage 2 de la bobine 1 b a été représenté à titre d'exemple. L'ensemble du circuit électrique, y compris les connexions, sont de type connu et n'ont donc pas été représentés.

[0015] L'ensemble de la figure 1 comprend donc trois bobinages enroulés sur trois noyaux magnétiques, dont le bobinage 2 de la bobine 1b enroulé sur le noyau 3, ce dernier étant représenté en coupe sur la figure 2. Les trois noyaux sont, de façon habituelle, disposés parallèlement et raccordés aux éléments 4 de retour de flux du circuit magnétique.

[0016] Chaque noyau magnétique est composé de façon connue d'un ensemble de paquets de tôles 5 en matériau magnétique, typiquement en fer, l'un de ces paquets étant représenté en coupe axiale à la figure 2. On observera qu'un tel noyau est généralement cylindrique et comporte un axe 6. Les paquets 5 sont formés de tôles individuelles 7 dont les plans sont parallèles à l'axe 6, découpées selon différents motifs de manière que leur assemblage ait une section se rapprochant de la section circulaire de la bobine pour optimiser la circulation du flux magnétique.

[0017] Toutes les tôles 7 d'un même paquet 5 sont percées en leur centre d'un trou 8 dans lequel est disposé, sans contact avec les tôles, un tube 9 réalisé en matériau isolant. Un tirant 10 est engagé l'intérieur du tube 9. **[0018]** Les différents paquets de tôles d'un noyau magnétique sont disposés les uns à la suite des autres le long de l'axe 6 du noyau, séparés par des entrefers 11, comme montré à la figure 1. Les entrefers 11 sont constitués de plaques en matériau isolant électriquement disposées perpendiculairement à l'axe 6. Le matériau isolant électriquement des entrefers 11 est également isolant thermiquement, ce qui présente l'inconvénient de favoriser un échauffement du noyau, que l'invention vise à pallier.

[0019] L'assemblage des paquets de tôles 5 et des entrefers 11 d'un noyau est assuré à l'aide de deux tôles maîtresses 12 en aluminium, disposées de part et d'autre du noyau, parallèlement aux tôles et à l'axe du noyau. Ces tôles 12 sont généralement rectangulaires et présentent les paquets de tôles 5 sur toute la longueur axiale du noyau. Les tôles maîtresses 12 sont percées en vis-à-vis des trous 8 des tôles de sorte qu'elles sont traversées par les tirants 10. Les tubes 9 sont en appui sur les tôles maîtresses 12 du côté des tôles 7.

[0020] Les tôles maîtresses 12 en aluminium assurent la conduction de la chaleur d'un paquet de tôles aux paquets adjacents, tout en prévenant la circulation des flux magnétiques.

[0021] Les tirants 10 pressent les tôles 7 par l'intermédiaire des tôles maîtresses 12. A cet effet, les tirants 10 sont en appui sur les tôles maîtresses 12 à l'aide de leurs têtes 13, par exemple des écrous vissés sur les extrémités filetées des tirants 10. Des rondelles isolantes 14 sont interposées entre les têtes 13 des tirants 10 et les tôles maîtresses 12. Les têtes 13 des tirants 10 sont généra-

lement alignées parallèlement à l'axe 6.

[0022] Le tube 9 et les rondelles 14 assurent l'isolation électrique du tirant 10 vis-à-vis des tôles maîtresses 12, limitant la circulation des courants induits qui pourraient provoquer un échauffement important du tirant.

[0023] Deux tubes de refroidissement 15 sont soudés à l'extérieur de chaque tête maîtresse 12, du côté opposé aux tôles 7. Les tubes 15 sont ici parallèles à l'axe 6.

[0024] Les deux extrémités de chaque tube 15 sont munies de raccords 16 (figure 1) permettant de raccorder chaque tube à un circuit 17 de circulation de fluide de refroidissement. Une pompe non représentée est montée sur le circuit 17 pour assurer la circulation du fluide de refroidissement.

[0025] Les calories dégagées dans les paquets de tôles 5 sont donc collectées par les tôles maîtresses 12 et évacuées par le fluide circulant dans les tubes de refroidissement 15.

Revendications

1. Noyau magnétique pour bobine d'induction comprenant :

- une pluralité de paquets (5) de tôles (7) en matériau magnétique séparés par des entrefers (11) en matériau isolant, lesdits paquets étant disposés les uns à la suite des autres le long d'un axe (6) du noyau avec les tôles parallèles à l'axe et les entrefers perpendiculaires à l'axe ;
- au moins un tirant (12) traversant chaque paquet de tôles perpendiculairement à l'axe pour assurer la solidarisation desdites tôles de chaque paquet ;
- et une tête maîtresse (13) plaquée par lesdits tirants de chaque côté de ladite pluralité de paquets parallèlement aux tôles pour assurer la solidarisation des éléments du noyau ;

caractérisé par le fait que ladite tête maîtresse est réalisée dans un matériau amagnétique conducteur de la chaleur, et que ledit noyau comprend en outre au moins un tube de refroidissement (15) soudé sur au moins une des tôles maîtresses, des moyens (16) étant en outre prévus pour raccorder ledit au moins un tube de refroidissement à un circuit (17) de circulation d'un fluide de refroidissement.

2. Noyau magnétique selon la revendication 1, comprenant deux tubes de refroidissement soudés sur chaque tête maîtresse parallèlement à l'axe du noyau.
3. Noyau magnétique selon la revendication 2, dans lequel chaque tirant possède à chacune de ses extrémités une tête (13) dépassant de la tête maîtresse respective, lesdites têtes étant alignées parallèle-

ment à l'axe, les deux tubes de refroidissement étant soudés sur chaque tôle maîtresse de part et d'autre de l'alignement des têtes de tirants.

4. Bobine d'induction, **caractérisée par le fait qu'elle** 5
comprend un circuit magnétique comportant au moins un noyau magnétique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG.1

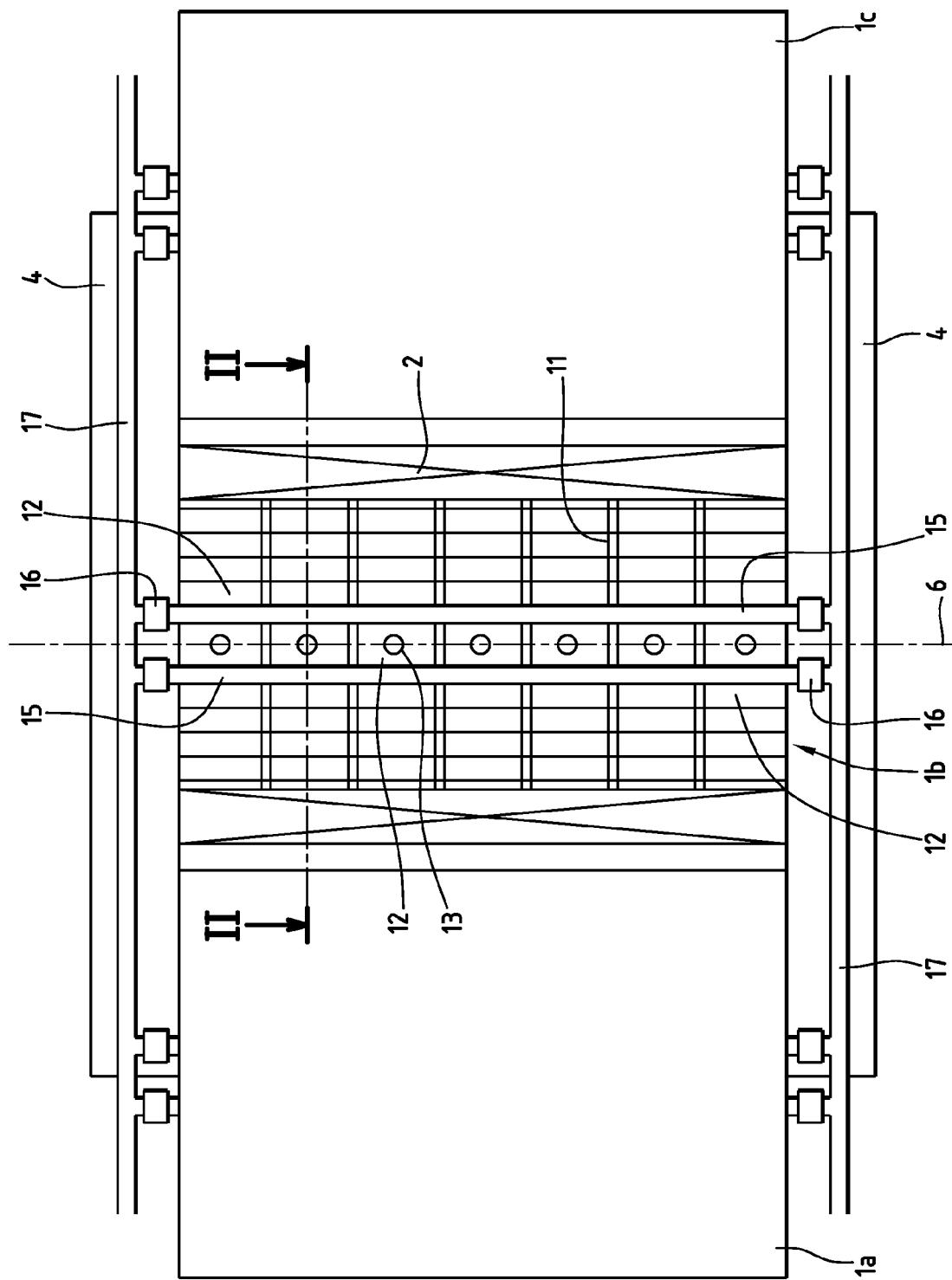
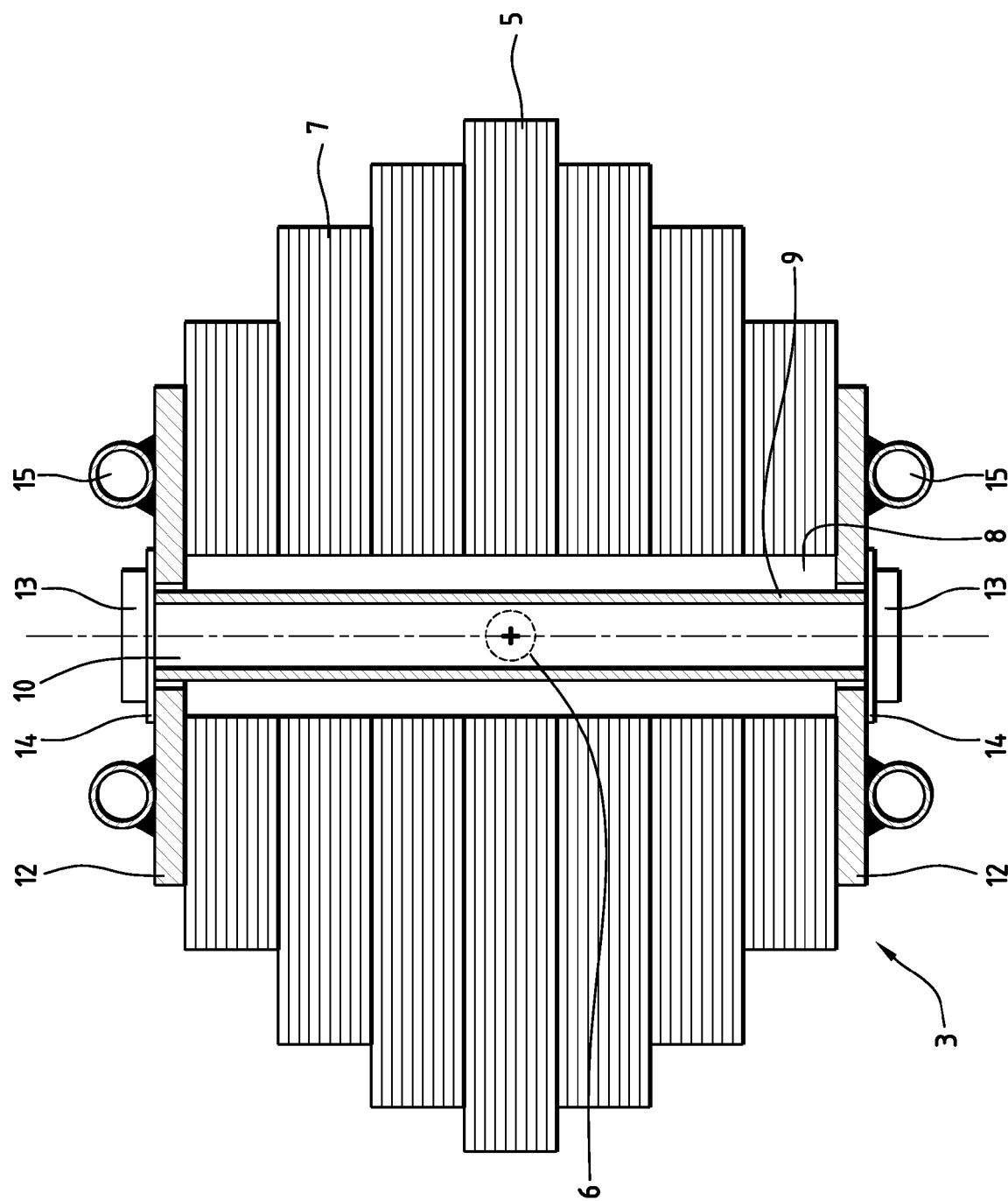


FIG.2





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 08 10 3955

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	DE 197 56 188 A1 (TRW NELSON BOLZENSCHWEISSTECHN [DE]) 24 juin 1999 (1999-06-24) * colonne 2, ligne 47-54; figure 1 *	1,4	INV. H01F27/10
A	DE 12 37 215 B (LICENTIA GMBH) 23 mars 1967 (1967-03-23) * colonne 1, ligne 1-7; figure 1 * * colonne 3, ligne 30-35 *	1-4	
A	FR 1 418 855 A (COMP GENERALE ELECTRICITE) 26 novembre 1965 (1965-11-26) * page 2, colonne 1, ligne 9-22; figure 1 *	1,4	
A	GB 2 331 852 A9 (ASEA BROWN BOVERI [SE]) 2 juin 1999 (1999-06-02) * page 13, ligne 12-21; figure 5 *	1	
A	US 4 039 990 A (PHILIP SANBORN F) 2 août 1977 (1977-08-02) * colonne 2, ligne 18-54; figures 1,2 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	EP 0 680 058 A (HUGHES AIRCRAFT CO [US] HUGHES ELECTRONICS CORP [US]) 2 novembre 1995 (1995-11-02) * figure 2 *	1	H01F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
5	Lieu de la recherche Munich	Date d'achèvement de la recherche 13 juin 2008	Examinateur Van den Berg, G
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 08 10 3955

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

13-06-2008

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
DE 19756188	A1	24-06-1999	WO 9931681 A1 EP 1040491 A1 JP 2002509349 T US 6339320 B1		24-06-1999 04-10-2000 26-03-2002 15-01-2002
DE 1237215	B	23-03-1967	CH 416816 A		15-07-1966
FR 1418855	A	26-11-1965	AUCUN		
GB 2331852	A9		AU 737248 B2 AU 2156399 A CA 2309901 A1 CN 1279817 A WO 9928929 A1 EP 1034550 A1 GB 2331852 A JP 2001525608 T NO 20002733 A RU 2193253 C2		16-08-2001 16-06-1999 10-06-1999 10-01-2001 10-06-1999 13-09-2000 02-06-1999 11-12-2001 26-05-2000 20-11-2002
US 4039990	A	02-08-1977	AUCUN		
EP 0680058	A	02-11-1995	DE 69507981 D1 DE 69507981 T2 ES 2129697 T3 JP 2659038 B2 JP 8055743 A US 5483143 A		08-04-1999 08-07-1999 16-06-1999 30-09-1997 27-02-1996 09-01-1996