



(11)

EP 2 887 363 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
24.06.2015 Bulletin 2015/26

(51) Int Cl.:
H01F 6/06 (2006.01) **H01F 41/06 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **14196986.5**

(22) Date de dépôt: **09.12.2014**

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

(30) Priorité: **19.12.2013 FR 1362981**

(71) Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE ET AUX
ENERGIES ALTERNATIVES
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:

- **Pasquet, Raphaël**
78370 Plaisir (FR)
- **Schild, Thierry**
91400 Orsay (FR)
- **Berriaud, Christophe**
91440 Bures Sur Yvette (FR)
- **Scola, Loris**
91420 Morangis (FR)

(74) Mandataire: **Cabinet Camus Lebkiri
25, Rue de Maubeuge
75009 Paris (FR)**

(54) Procede de bobinage en double-galette d'un conducteur

(57) L'invention se rapporte à un procédé de bobinage en double-galette d'un conducteur, ladite double-galette comportant une première galette et une deuxième galette, un touret (6) comportant initialement ledit conducteur, ledit procédé comportant :

- une première étape dans laquelle le touret (6) est placé sur un ravaleur (4) et une première portion du conducteur est enroulée autour d'un volume de stockage (8) de façon à former une première galette ;
- une deuxième étape dans laquelle une première partie du conducteur est insérée dans un mandrin (3) de bobinage de façon à réaliser un saut de couche ;

- une troisième étape dans laquelle une deuxième portion du conducteur est bobinée autour d'une première partie du volume de stockage (8) de façon à former une première galette ;
- une quatrième étape, dans laquelle la première portion du conducteur est déroulée du volume de stockage (8) et enroulée autour du touret (6)
- une cinquième étape, dans laquelle la première portion du conducteur est bobinée autour d'une deuxième partie du volume de stockage (8) de façon à former une deuxième galette.

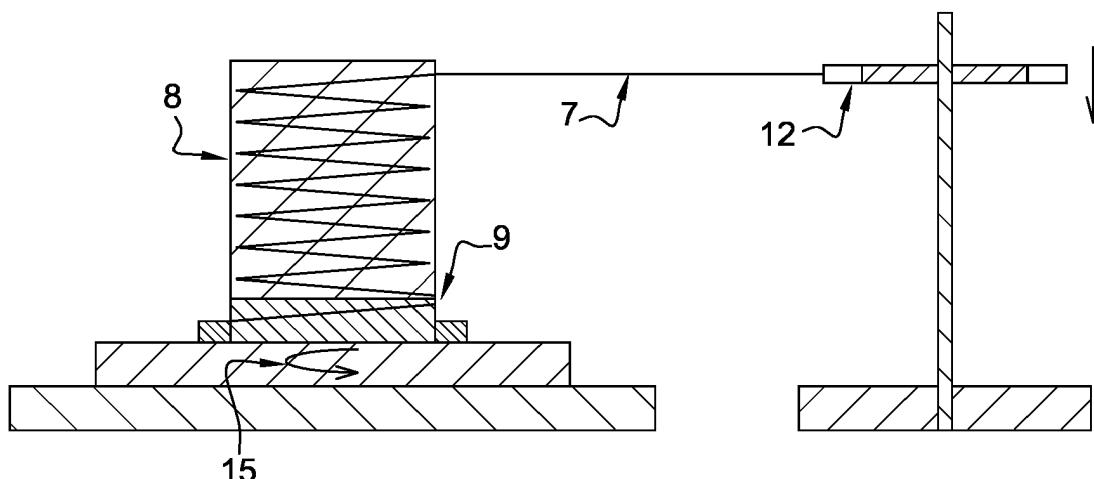


Fig. 4

Description**DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION**

[0001] L'invention se rapporte au bobinage d'un conducteur, en particulier d'un supraconducteur, pour un électroaimant.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0002] Les matériaux supraconducteurs sont des matériaux qui, sous certaines conditions, voient leur résistance électrique devenir nulle. Pour cela, le matériau supraconducteur doit réunir trois conditions :

- avoir une température inférieure à une température critique T_c ;
- être soumis à un champ magnétique inférieur à un champ magnétique B_c ;
- avoir un courant traversant le matériau inférieur à un courant critique J_c .

[0003] Les valeurs critiques sont propres à chaque matériau. Ces trois paramètres, T_c , B_c et J_c , sont interdépendants les uns des autres, ce qui forme une surface critique. Si le matériau est en-dessous de la surface critique, il est supraconducteur, sinon il est résistant.

[0004] Il existe de nombreux matériaux supraconducteurs, mais pour ce qui est de la réalisation d'électroaimant, le nombre de matériaux adéquats est réduit du fait de la petite taille de la surface critique. Actuellement le niobium titane ($NbTi$) est le matériau le plus utilisé en raison de son utilisation dans les appareils d'Imagerie à Résonance Magnétique (IRM) ou spectromètres RMN (Résonance Magnétique Nucléaire) qui demeurent à l'heure actuelle le principal marché industriel de la supraconductivité.

[0005] Le Niobium 3 étain (Nb_3Sn) est un matériau également utilisé pour les spectromètres RMN à très haut champ, supérieur à 10 Tesla. Le diborure de magnésium (MgB_2), l'oxyde mixte de bismuth, strontium, cuivre et calcium ($BiSCCO$) et l'oxyde mixte de baryum, cuivre et yttrium ($YBaCuO$) sont également des matériaux supraconducteurs utilisés pour la fabrication d'électroaimants, mais ils sont pour l'instant confinés à la recherche et développement.

[0006] Le MgB_2 présente l'avantage d'avoir un coût peu élevé, d'être assez facilement utilisable et plus performant que le $NbTi$ à température équivalente, pour un champ magnétique inférieur à 4T, l'immense majorité des IRM fonctionnant pour un champ magnétique compris entre 1,5T et 3T. L'augmentation de la température de fonctionnement permettrait de passer d'un refroidissement, dit mouillé, par bain d'hélium liquide à 4,2K à un refroidissement, dit sec, par conduction entre 10 et 20K.

[0007] Pour ce qui est de la fabrication d'électroaimants, en particulier supra conducteurs, il existe deux types de bobinages majoritaires :

- le bobinage en solénoïde, qui est un enroulement couche par couche ;
- l'empilement de double galette ou bobinage en double galette, qui est un enroulement spire par spire.

[0008] Généralement, le bobinage en solénoïde est utilisé car il est facile à réaliser, rapide et peu coûteux. Néanmoins, dans le cas de système de grandes dimensions, il est nécessaire d'avoir une grande longueur unitaire de conducteur, ce qui n'est pas toujours possible. Dans ce cas, i.e. un bobinage en solénoïde, il est nécessaire de réaliser des jonctions entre les couches, ce qui n'est pas recommandé dans le cas de la supraconductivité.

[0009] Ainsi le bobinage en double galette est souvent utilisé pour la réalisation de bobines supraconductrices à moyenne et haute température critique car la longueur unitaire de conducteur disponible industriellement est insuffisante, de 100m à 4km, pour réaliser une bobine complète d'un seul tenant, généralement quelques dizaines de kms. Par la suite, une pluralité de double galette est empilée pour assembler l'électroaimant final. Une jonction est réalisée entre chaque double galette. Ce type de jonction est plus simple à réaliser que dans le cas d'un bobinage par solénoïde car la jonction est située sur le rayon extérieur de l'électroaimant, dans une zone de champ faible.

[0010] Généralement, le procédé de bobinage d'une double galette comporte les étapes suivantes :

- la longueur de conducteur nécessaire au bobinage d'une double galette est dédoublée. La moitié du conducteur est transférée d'un premier touret sur un deuxième touret. Chaque touret contient ainsi la longueur de conducteur nécessaire au bobinage de chaque galette.
- les tourets sont transférés sur une bobineuse. Un des tourets est installé sur un ravaleur, système permettant d'imposer une tension dans le conducteur, pour le bobinage de la première galette. Le second touret, dit de réserve, est installé au-dessus de la table de bobinage afin de lier cinématiquement le touret de réserve à la rotation de la table de bobinage afin d'éviter que le conducteur du touret de réserve ne se débobine pendant qu'on réalise la première galette.
- mise en place du saut de couche et bobinage de la première galette ;
- une fois la première galette bobinée, déplacement latéral du ravaleur puis transfert du touret de réserve sur le ravaleur ce qui permet de bobiner la deuxième galette.

[0011] Cette technique de bobinage en double galette a été initialement développée pour le bobinage de conducteur en $NbTi$. Cependant, elle est difficile à appliquer pour les conducteurs en MgB_2 qui sont sensibles aux déformations contrairement aux conducteurs en $NbTi$.

Les conducteurs en MgB₂ présentent un seuil de déformations maximum au-dessus duquel ils perdent leur état supraconducteur. Cette limite est relativement basse ce qui impose un rayon minimum de courbure du conducteur élevé. Pour un conducteur standard ayant une section de 0,7*3.1mm², les rayons minimums de courbure sont respectivement de 60mm et 260mm.

[0012] En outre, il est quasiment impossible de dire si un conducteur est abîmé ou non pendant le bobinage. Un tel problème sera vu seulement lors de la mise en marche finale de l'aimant, à moins de tester indépendamment chaque double galette ce qui est long et coûteux. Comme il est impossible pour un aimant supraconducteur d'être partiellement résistif, si jamais une double galette est défectueuse, il est nécessaire de démonter l'aimant et de remplacer la double galette. Ainsi, il est nécessaire de limiter les risques de dégradation du conducteur pendant le bobinage.

[0013] Les étapes qui sont particulièrement critiques pour un conducteur fragile comme le MgB₂ sont :

- les opérations de dédoublement et de transfert des tourets sur la bobineuse, le conducteur entre les deux tourets étant libre de mouvement et risquant donc de s'abîmer ;
- la mise en forme du saut de couche se fait dans un outillage spécifique. Le conducteur est ensuite rabattu dans le mandrin de bobinage, le conducteur est alors également libre de mouvement et donc susceptible de s'abîmer ;
- l'opération de transfert du touret de réserve sur le ravaleur pour le bobinage de la deuxième galette car il faut généralement dérouler du conducteur pour rejoindre le ravaleur. En outre, le conducteur est bloqué à la sortie du saut de couche ce qui crée un point de concentration des efforts, le conducteur peut donc facilement être abîmé.

[0014] Ces problèmes, critiques pour les supraconducteurs, existent aussi pour les autres enroulements conducteurs, que le conducteur soit isolé ou non, supraconducteur ou non.

EXPOSE DE L'INVENTION

[0015] L'invention vise à remédier à tout ou partie des inconvénients de l'état de la technique identifiés ci-dessus, et notamment à proposer un procédé de bobinage limitant les risques de détérioration du conducteur.

[0016] Dans ce dessein, un aspect de l'invention se rapporte à un procédé de bobinage en double-galette d'un conducteur, ladite double-galette comportant une première galette et une deuxième galette, un touret comportant initialement ledit conducteur, ledit procédé comportant :

- une première étape dans laquelle le touret est placé sur un ravaleur et une première portion du conduc-

teur est enroulée autour d'un volume de stockage ;

- une deuxième étape dans laquelle une première partie du conducteur est insérée dans un mandrin de bobinage de façon à réaliser un saut de couche ;
- une troisième étape dans laquelle une deuxième portion du conducteur est bobinée autour d'une première partie du mandrin de façon à former une première galette ;
- une quatrième étape, dans laquelle la première portion du conducteur est déroulée du volume de stockage et enroulée autour du touret ;
- une cinquième étape, dans laquelle la première portion du conducteur est bobinée autour d'une deuxième partie du mandrin de façon à former une deuxième galette.

[0017] Ainsi les opérations de dédoublement du conducteur et de transfert ont été supprimées, ce qui permet d'éviter les risques de détérioration du conducteur qui existaient jusqu'alors. En outre, ce procédé permet de garder en permanence le conducteur sous tension ce qui empêche ainsi tout mouvement non désiré du conducteur.

[0018] Outre les caractéristiques principales qui viennent d'être mentionnées dans le paragraphe précédent, le procédé selon l'invention peut présenter une ou plusieurs caractéristiques complémentaires parmi les suivantes, considérées individuellement ou selon les combinaisons techniquement possibles :

- lors de la première étape, le touret est placé au niveau d'une première partie du ravaleur, le touret étant déplaçable entre la première partie du ravaleur et une deuxième partie du ravaleur ; la première portion du conducteur est enroulée entre une première partie du volume de stockage et une deuxième partie du volume de stockage dans un premier sens de rotation grâce au déplacement du touret entre la première partie du ravaleur et la deuxième partie du ravaleur ;
- la deuxième étape est réalisée une fois le touret arrivé au niveau de la deuxième partie du ravaleur, le mandrin de bobinage étant placé au niveau de la deuxième partie du volume de stockage ;
- lors de la troisième étape, la deuxième portion du conducteur est bobinée dans le premier sens de rotation, le touret restant fixe au niveau de la deuxième partie du ravaleur ;
- lors de la quatrième étape, le touret est initialement placé sur le ravaleur au niveau de la première partie du ravaleur et la première portion du conducteur est déroulée du volume de stockage dans le premier sens de rotation grâce au déplacement du touret entre la première partie du ravaleur et la deuxième partie du ravaleur ;
- lors de la cinquième étape le bobinage de la première portion du conducteur se fait dans un deuxième sens de rotation au-dessus de la première galette ;

- lors de la deuxième étape, la deuxième partie du conducteur est insérée dans une rainure du mandrin de bobinage ;
 - lors de la troisième étape, le conducteur est maintenu en position au moyen d'un système de galets presseurs axiaux et radiaux ;
 - lors de la quatrième étape, le conducteur est maintenu en position au moyen d'un système de galets presseurs axiaux et radiaux ;
 - lors de la quatrième étape, le ravaleur est décalé radialement ;
 - lors de la quatrième étape, le touret est retourné sur l'axe du ravaleur ; lors de la troisième étape, le conducteur formant la première galette est bridé, une fois la première galette formée ;
 - le procédé comporte une sixième étape préliminaire à la cinquième étape, dans laquelle un intercalaire est positionné au-dessus de la première galette de façon à s'intercaler entre la première galette et la deuxième galette.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0019] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit, en référence aux figures annexées, qui illustrent :

les figures 1 à 5, des vues schématiques des différentes étapes d'un procédé de bobinage selon un mode de réalisation de l'invention.

[0020] Pour plus de clarté, les éléments identiques ou similaires sont repérés par des signes de référence identiques sur l'ensemble des figures.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

[0021] Sur les figures 1 à 5, sont illustrés les mêmes éléments, à savoir une table de bobinage 1 sur laquelle se trouvent un plateau de bobineuse 2 et le cylindre 8, jouant le rôle de volume de stockage. Ce volume de stockage peut être soit cylindrique, soit conique pour diminuer la hauteur totale et/ou pour augmenter le rayon de courbure du conducteur. Sont également illustrés un ravaleur 4, comportant un axe de support 5 sur lequel se trouve un touret 6. Le touret est un support pour enrouler des conducteurs/fils. Le ravaleur est un moteur équipé d'un frein qui permet de tendre des conducteurs et de les ré-enrouler. La flèche 15, sur les figures 1 à 5, représente le sens de rotation de l'enroulement du conducteur, ou déroulement du conducteur.

[0022] La figure 1 illustre une première étape du procédé de bobinage. Le touret 6 est placé sur l'axe de support 5 du ravaleur 4 au niveau d'une première partie du ravaleur, ici l'extrémité supérieure de l'axe de support 5 du ravaleur 4. Le touret peut être déplacé entre l'extrémité supérieure de l'axe de support 5 du ravaleur et l'ex-

trémité inférieure de l'axe de support 5 du ravaleur, deuxième partie du ravaleur. Une première portion du conducteur 7 est enroulée autour du volume de stockage 8, dit aussi solénoïde de réserve. Cette première étape 5 est une étape qui correspond à un dédoublement du conducteur, et contrairement à l'art antérieur elle est maintenant effectuée directement sur la bobineuse. Le conducteur 7 placé sur le touret comporte la quantité nécessaire au bobinage de la double-galette complète. Le touret 10 est initialement au niveau de l'extrémité supérieure de l'axe de support 5 du ravaleur, une première extrémité du conducteur 7 est déroulée du touret et attachée au volume de stockage 8. Le conducteur 7 est alors mis sous tension au moyen du ravaleur 4 puis une première 15 portion du conducteur est enroulée autour du volume de stockage jusqu'au mandrin de bobinage 3 en descendant le touret le long de l'axe du ravaleur 5, i.e. en déplaçant le touret entre la première partie du ravaleur et la deuxième partie du ravaleur. La première portion de conducteur 20 ainsi enroulée autour du volume de stockage servira au bobinage de la deuxième galette de la double-galette.

[0023] La figure 2 illustre une deuxième étape d'un procédé de bobinage. Une première partie du conducteur est insérée dans une rainure (non visible) d'un mandrin de bobinage 3 ce qui permet de réaliser le saut de couche 9 entre la première portion du conducteur et une deuxième portion du conducteur. Le saut de couche est réalisé une fois le touret arrivé au niveau de la deuxième partie du ravaleur. Le mandrin de bobinage est placé au niveau de la deuxième partie du volume de stockage, ici la partie inférieure du volume de stockage. Le saut de couche 9 peut être réalisé sous tension ou non. S'il n'est pas réalisé sous tension, la vitesse de déplacement du touret sur le ravaleur est ajustée pour indexer la position angulaire du conducteur à la sortie du cylindre de réserve afin de pouvoir ensuite réaliser le saut de couche.

[0024] La figure 3 illustre une troisième étape d'un procédé de bobinage. Cette troisième étape correspond au bobinage de la première galette de la double galette. Une fois le touret 6 arrivé au niveau de l'extrémité inférieure de l'axe de support 5 du ravaleur, deuxième partie du ravaleur, et le saut de couche effectué, une deuxième portion du conducteur est bobinée, dans un premier sens de rotation 15, autour d'une première partie du mandrin de façon à former la première galette 11. Le touret est maintenu fixe dans sa position ce qui permet de bobiner la première galette 11. Des systèmes de galets presseurs axiaux et radiaux 10 sont ajoutés pour maintenir en position le conducteur lors du bobinage de la première galette.

[0025] La figure 4 illustre une quatrième étape d'un procédé de bobinage qui correspond à la récupération de la première portion du conducteur destinée à former la deuxième galette en vue de son bobinage au-dessus de la première galette. Une fois la première galette bobinée et le conducteur bridé, le ravaleur 4 est décalé radialement et le touret 12 vide est remonté au niveau de la première partie du ravaleur, i.e. l'extrémité supérieure.

rieure de l'axe du ravaleur. La première portion du conducteur est alors déroulée du volume de stockage et enroulée autour du touret vide dans le premier sens de rotation en déplaçant le touret de la première partie du ravaleur vers la deuxième partie du ravaleur, i.e. en descendant le touret jusqu'à la sortie du saut de couche 9.

[0026] La figure 5 illustre une cinquième étape d'un procédé de bobinage qui correspond au bobinage de la deuxième galette 13. La première portion du conducteur est bobinée autour d'une deuxième partie du mandrin. Ce bobinage se fait dans un deuxième sens de rotation, i.e. en inversant le sens de rotation par rapport aux étapes précédentes. La deuxième galette est bobinée au-dessus de la première galette 11. Sur la figure 5, un intercalaire 14 est visible. Il est placé entre la première galette 11 et la deuxième galette 13 et sert de plateau de bobinage pour la deuxième galette 13 et d'isolant électrique. Un système de galets presseurs axiaux et radiaux 10 est installé pour maintenir la deuxième galette 13 en place pendant son bobinage.

[0027] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation précédemment décrits en référence aux figures et des variantes pourraient être envisagées sans sortir du cadre de l'invention.

Revendications

1. Procédé de bobinage en double-galette d'un conducteur, ladite double-galette comportant une première galette et une deuxième galette, un touret (6) comportant initialement ledit conducteur, ledit procédé comportant :

- une première étape dans laquelle le touret (6) est placé sur un ravaleur (4) et une première portion du conducteur est enroulée autour d'un volume de stockage (8) ;
- une deuxième étape dans laquelle une première partie du conducteur est insérée dans un mandrin (3) de bobinage de façon à réaliser un saut de couche ;
- une troisième étape dans laquelle une deuxième portion du conducteur est bobinée autour d'une première partie du mandrin (3) de façon à former une première galette (11) ;
- une quatrième étape, dans laquelle la première portion du conducteur est déroulée du volume de stockage (8) et enroulée autour du touret (6) ;
- une cinquième étape, dans laquelle la première portion du conducteur est bobinée autour d'une deuxième partie du mandrin (3) de façon à former une deuxième galette (13).

2. Procédé selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** lors de la première étape, le touret (6) est placé au niveau d'une première partie du ravaleur, le touret (6) étant déplaçable entre la première partie du ra-

valeur et une deuxième partie du ravaleur ; la première portion du conducteur est enroulée entre une première partie du volume de stockage (8) et une deuxième partie du volume de stockage (8) dans un premier sens de rotation grâce au déplacement du touret (6) entre la première partie du ravaleur et la deuxième partie du ravaleur.

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65
- 70
- 75
- 80
- 85
- 90
- 95
- 100
- 105
- 110
- 115
- 120
- 125
- 130
- 135
- 140
- 145
- 150
- 155
- 160
- 165
- 170
- 175
- 180
- 185
- 190
- 195
- 200
- 205
- 210
- 215
- 220
- 225
- 230
- 235
- 240
- 245
- 250
- 255
- 260
- 265
- 270
- 275
- 280
- 285
- 290
- 295
- 300
- 305
- 310
- 315
- 320
- 325
- 330
- 335
- 340
- 345
- 350
- 355
- 360
- 365
- 370
- 375
- 380
- 385
- 390
- 395
- 400
- 405
- 410
- 415
- 420
- 425
- 430
- 435
- 440
- 445
- 450
- 455
- 460
- 465
- 470
- 475
- 480
- 485
- 490
- 495
- 500
- 505
- 510
- 515
- 520
- 525
- 530
- 535
- 540
- 545
- 550
- 555
- 560
- 565
- 570
- 575
- 580
- 585
- 590
- 595
- 600
- 605
- 610
- 615
- 620
- 625
- 630
- 635
- 640
- 645
- 650
- 655
- 660
- 665
- 670
- 675
- 680
- 685
- 690
- 695
- 700
- 705
- 710
- 715
- 720
- 725
- 730
- 735
- 740
- 745
- 750
- 755
- 760
- 765
- 770
- 775
- 780
- 785
- 790
- 795
- 800
- 805
- 810
- 815
- 820
- 825
- 830
- 835
- 840
- 845
- 850
- 855
- 860
- 865
- 870
- 875
- 880
- 885
- 890
- 895
- 900
- 905
- 910
- 915
- 920
- 925
- 930
- 935
- 940
- 945
- 950
- 955
- 960
- 965
- 970
- 975
- 980
- 985
- 990
- 995
- 1000
- 1005
- 1010
- 1015
- 1020
- 1025
- 1030
- 1035
- 1040
- 1045
- 1050
- 1055
- 1060
- 1065
- 1070
- 1075
- 1080
- 1085
- 1090
- 1095
- 1100
- 1105
- 1110
- 1115
- 1120
- 1125
- 1130
- 1135
- 1140
- 1145
- 1150
- 1155
- 1160
- 1165
- 1170
- 1175
- 1180
- 1185
- 1190
- 1195
- 1200
- 1205
- 1210
- 1215
- 1220
- 1225
- 1230
- 1235
- 1240
- 1245
- 1250
- 1255
- 1260
- 1265
- 1270
- 1275
- 1280
- 1285
- 1290
- 1295
- 1300
- 1305
- 1310
- 1315
- 1320
- 1325
- 1330
- 1335
- 1340
- 1345
- 1350
- 1355
- 1360
- 1365
- 1370
- 1375
- 1380
- 1385
- 1390
- 1395
- 1400
- 1405
- 1410
- 1415
- 1420
- 1425
- 1430
- 1435
- 1440
- 1445
- 1450
- 1455
- 1460
- 1465
- 1470
- 1475
- 1480
- 1485
- 1490
- 1495
- 1500
- 1505
- 1510
- 1515
- 1520
- 1525
- 1530
- 1535
- 1540
- 1545
- 1550
- 1555
- 1560
- 1565
- 1570
- 1575
- 1580
- 1585
- 1590
- 1595
- 1600
- 1605
- 1610
- 1615
- 1620
- 1625
- 1630
- 1635
- 1640
- 1645
- 1650
- 1655
- 1660
- 1665
- 1670
- 1675
- 1680
- 1685
- 1690
- 1695
- 1700
- 1705
- 1710
- 1715
- 1720
- 1725
- 1730
- 1735
- 1740
- 1745
- 1750
- 1755
- 1760
- 1765
- 1770
- 1775
- 1780
- 1785
- 1790
- 1795
- 1800
- 1805
- 1810
- 1815
- 1820
- 1825
- 1830
- 1835
- 1840
- 1845
- 1850
- 1855
- 1860
- 1865
- 1870
- 1875
- 1880
- 1885
- 1890
- 1895
- 1900
- 1905
- 1910
- 1915
- 1920
- 1925
- 1930
- 1935
- 1940
- 1945
- 1950
- 1955
- 1960
- 1965
- 1970
- 1975
- 1980
- 1985
- 1990
- 1995
- 2000
- 2005
- 2010
- 2015
- 2020
- 2025
- 2030
- 2035
- 2040
- 2045
- 2050
- 2055
- 2060
- 2065
- 2070
- 2075
- 2080
- 2085
- 2090
- 2095
- 2100
- 2105
- 2110
- 2115
- 2120
- 2125
- 2130
- 2135
- 2140
- 2145
- 2150
- 2155
- 2160
- 2165
- 2170
- 2175
- 2180
- 2185
- 2190
- 2195
- 2200
- 2205
- 2210
- 2215
- 2220
- 2225
- 2230
- 2235
- 2240
- 2245
- 2250
- 2255
- 2260
- 2265
- 2270
- 2275
- 2280
- 2285
- 2290
- 2295
- 2300
- 2305
- 2310
- 2315
- 2320
- 2325
- 2330
- 2335
- 2340
- 2345
- 2350
- 2355
- 2360
- 2365
- 2370
- 2375
- 2380
- 2385
- 2390
- 2395
- 2400
- 2405
- 2410
- 2415
- 2420
- 2425
- 2430
- 2435
- 2440
- 2445
- 2450
- 2455
- 2460
- 2465
- 2470
- 2475
- 2480
- 2485
- 2490
- 2495
- 2500
- 2505
- 2510
- 2515
- 2520
- 2525
- 2530
- 2535
- 2540
- 2545
- 2550
- 2555
- 2560
- 2565
- 2570
- 2575
- 2580
- 2585
- 2590
- 2595
- 2600
- 2605
- 2610
- 2615
- 2620
- 2625
- 2630
- 2635
- 2640
- 2645
- 2650
- 2655
- 2660
- 2665
- 2670
- 2675
- 2680
- 2685
- 2690
- 2695
- 2700
- 2705
- 2710
- 2715
- 2720
- 2725
- 2730
- 2735
- 2740
- 2745
- 2750
- 2755
- 2760
- 2765
- 2770
- 2775
- 2780
- 2785
- 2790
- 2795
- 2800
- 2805
- 2810
- 2815
- 2820
- 2825
- 2830
- 2835
- 2840
- 2845
- 2850
- 2855
- 2860
- 2865
- 2870
- 2875
- 2880
- 2885
- 2890
- 2895
- 2900
- 2905
- 2910
- 2915
- 2920
- 2925
- 2930
- 2935
- 2940
- 2945
- 2950
- 2955
- 2960
- 2965
- 2970
- 2975
- 2980
- 2985
- 2990
- 2995
- 3000
- 3005
- 3010
- 3015
- 3020
- 3025
- 3030
- 3035
- 3040
- 3045
- 3050
- 3055
- 3060
- 3065
- 3070
- 3075
- 3080
- 3085
- 3090
- 3095
- 3100
- 3105
- 3110
- 3115
- 3120
- 3125
- 3130
- 3135
- 3140
- 3145
- 3150
- 3155
- 3160
- 3165
- 3170
- 3175
- 3180
- 3185
- 3190
- 3195
- 3200
- 3205
- 3210
- 3215
- 3220
- 3225
- 3230
- 3235
- 3240
- 3245
- 3250
- 3255
- 3260
- 3265
- 3270
- 3275
- 3280
- 3285
- 3290
- 3295
- 3300
- 3305
- 3310
- 3315
- 3320
- 3325
- 3330
- 3335
- 3340
- 3345
- 3350
- 3355
- 3360
- 3365
- 3370
- 3375
- 3380
- 3385
- 3390
- 3395
- 3400
- 3405
- 3410
- 3415
- 3420
- 3425
- 3430
- 3435
- 3440
- 3445
- 3450
- 3455
- 3460
- 3465
- 3470
- 3475
- 3480
- 3485
- 3490
- 3495
- 3500
- 3505
- 3510
- 3515
- 3520
- 3525
- 3530
- 3535
- 3540
- 3545
- 3550
- 3555
- 3560
- 3565
- 3570
- 3575
- 3580
- 3585
- 3590
- 3595
- 3600
- 3605
- 3610
- 3615
- 3620
- 3625
- 3630
- 3635
- 3640
- 3645
- 3650
- 3655
- 3660
- 3665
- 3670
- 3675
- 3680
- 3685
- 3690
- 3695
- 3700
- 3705
- 3710
- 3715
- 3720
- 3725
- 3730
- 3735
- 3740
- 3745
- 3750
- 3755
- 3760
- 3765
- 3770
- 3775
- 3780
- 3785
- 3790
- 3795
- 3800
- 3805
- 3810
- 3815
- 3820
- 3825
- 3830
- 3835
- 3840
- 3845
- 3850
- 3855
- 3860
- 3865
- 3870
- 3875
- 3880
- 3885
- 3890
- 3895
- 3900
- 3905
- 3910
- 3915
- 3920
- 3925
- 3930
- 3935
- 3940
- 3945
- 3950
- 3955
- 3960
- 3965
- 3970
- 3975
- 3980
- 3985
- 3990
- 3995
- 4000
- 4005
- 4010
- 4015
- 4020
- 4025
- 4030
- 4035
- 4040
- 4045
- 4050
- 4055
- 4060
- 4065
- 4070
- 4075
- 4080
- 4085
- 4090
- 4095
- 4100
- 4105
- 4110
- 4115
- 4120
- 4125
- 4130
- 4135
- 4140
- 4145
- 4150
- 4155
- 4160
- 4165
- 4170
- 4175
- 4180
- 4185
- 4190
- 4195
- 4200
- 4205
- 4210
- 4215
- 4220
- 4225
- 4230
- 4235
- 4240
- 4245
- 4250
- 4255
- 4260
- 4265
- 4270
- 4275
- 4280
- 4285
- 4290
- 4295
- 4300
- 4305
- 4310
- 4315
- 4320
- 4325
- 4330
- 4335
- 4340
- 4345
- 4350
- 4355
- 4360
- 4365
- 4370
- 4375
- 4380
- 4385
- 4390
- 4395
- 4400
- 4405
- 4410
- 4415
- 4420
- 4425
- 4430
- 4435
- 4440
- 4445
- 4450
- 4455
- 4460
- 4465
- 4470
- 4475
- 4480
- 4485
- 4490
- 4495
- 4500
- 4505
- 4510
- 4515
- 4520
- 4525
- 4530
- 4535
- 4540
- 4545
- 4550
- 4555
- 4560
- 4565
- 4570
- 4575
- 4580
- 4585
- 4590
- 4595
- 4600
- 4605
- 4610
- 4615
- 4620
- 4625
- 4630
- 4635
- 4640
- 4645
- 4650
- 4655
- 4660
- 4665
- 4670
- 4675
- 4680
- 4685
- 4690
- 4695
- 4700
- 4705
- 4710
- 4715
- 4720
- 4725
- 4730
- 4735
- 4740
- 4745
- 4750
- 4755
- 4760
- 4765
- 4770
- 4775
- 4780
- 4785
- 4790
- 4795
- 4800
- 4805
- 4810
- 4815
- 4820
- 4825
- 4830
- 4835
- 4840
- 4845
- 4850
- 4855
- 4860
- 4865
- 4870
- 4875
- 4880
- 4885
- 4890
- 4895
- 4900
- 4905
- 4910
- 4915
- 4920
- 4925
- 4930
- 4935
- 4940
- 4945
- 4950
- 4955
- 4960
- 4965
- 4970
- 4975
- 4980
- 4985
- 4990
- 4995
- 5000
- 5005
- 5010
- 5015
- 5020
- 5025
- 5030
- 5035
- 5040
- 5045
- 5050
- 5055
- 5060
- 5065
- 5070
- 5075
- 5080
- 5085
- 5090
- 5095
- 5100
- 5105
- 5110
- 5115
- 5120
- 5125
- 5130
- 5135
- 5140
- 5145
- 5150
- 5155
- 5160
- 5165
- 5170
- 5175
- 5180
- 5185
- 5190
- 5195
- 5200
- 5205
- 5210
- 5215
- 5220
- 5225
- 5230
- 5235
- 5240
- 5245
- 5250
- 5255
- 5260
- 5265
- 5270
- 5275
- 5280
- 5285
- 5290
- 5295
- 5300
- 5305
- 5310
- 5315
- 5320
- 5325
- 5330
- 5335
- 5340
- 5345
- 5350
- 5355
- 5360
- 5365
- 5370
- 5375
- 5380
- 5385
- 5390
- 5395
- 5400
- 5405
- 5410
- 5415
- 5420
- 5425
- 5430
- 5435
- 5440
- 5445
- 5450
- 5455
- 5460
- 5465
- 5470
- 5475
- 5480
- 5485
- 5490
- 5495
- 5500
- 5505
- 5510
- 5515
- 5520
- 5525
- 5530
- 5535
- 5540
- 5545
- 5550
- 5555
- 5560
- 5565
- 5570
- 5575
- 5580
- 5585
- 5590
- 5595
- 5600
- 5605
- 5610
- 5615
- 5620
- 5625
- 5630
- 5635
- 5640
- 5645
- 5650
- 5655
- 5660
- 5665
- 5670

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 **caractérisé en ce que** lors de la quatrième étape, le touret est retourné sur l'axe du ravaleur.
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** lors de la troisième étape, le conducteur formant la première galette est bridé, une fois la première galette formée. 5
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce qu'il** comporte une sixième étape préliminaire à la cinquième étape, dans laquelle un intercalaire (14) est positionné au-dessus de la première galette de façon à s'intercaler entre la première galette et la deuxième galette. 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55

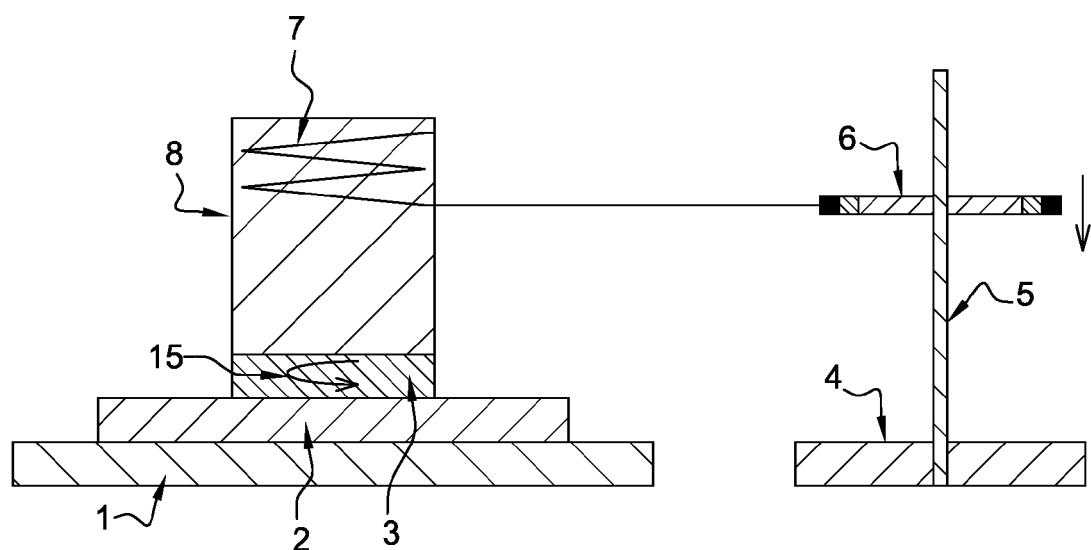


Fig. 1

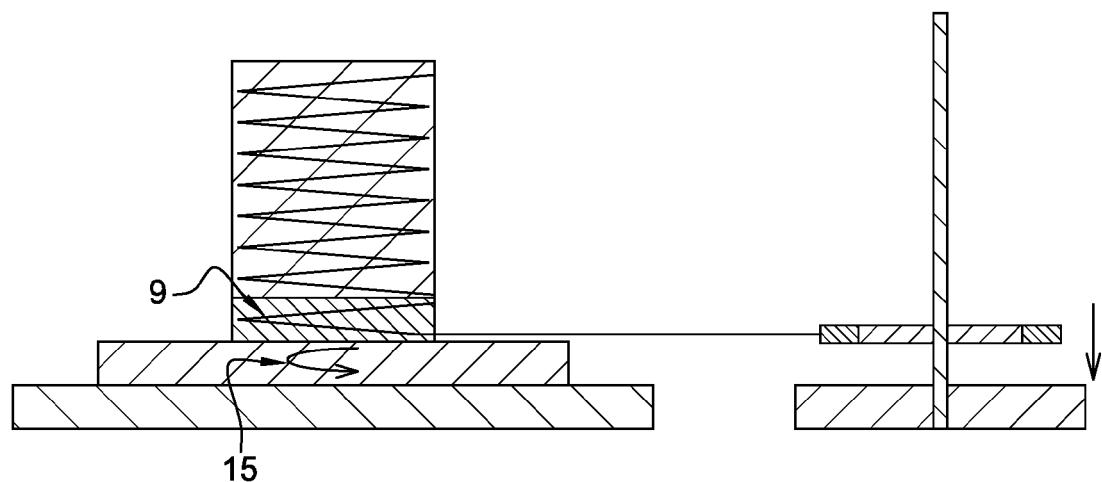


Fig. 2

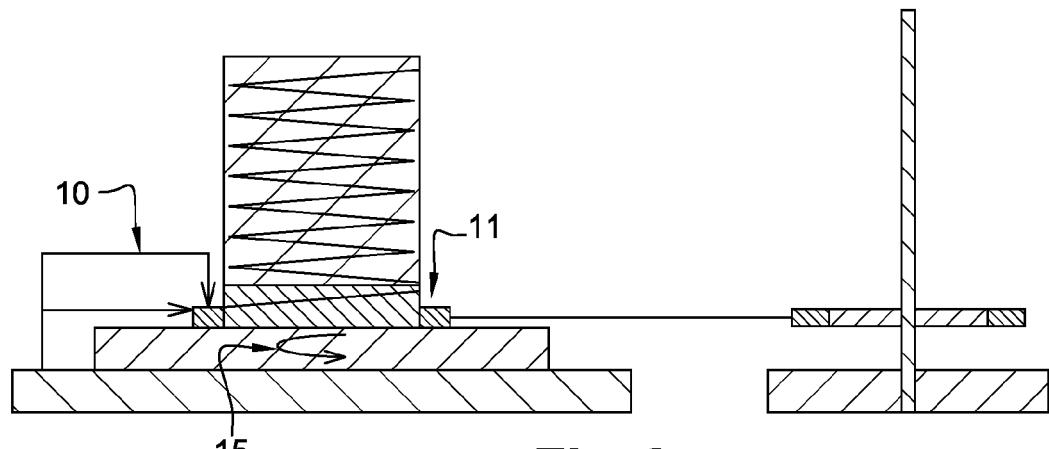


Fig. 3

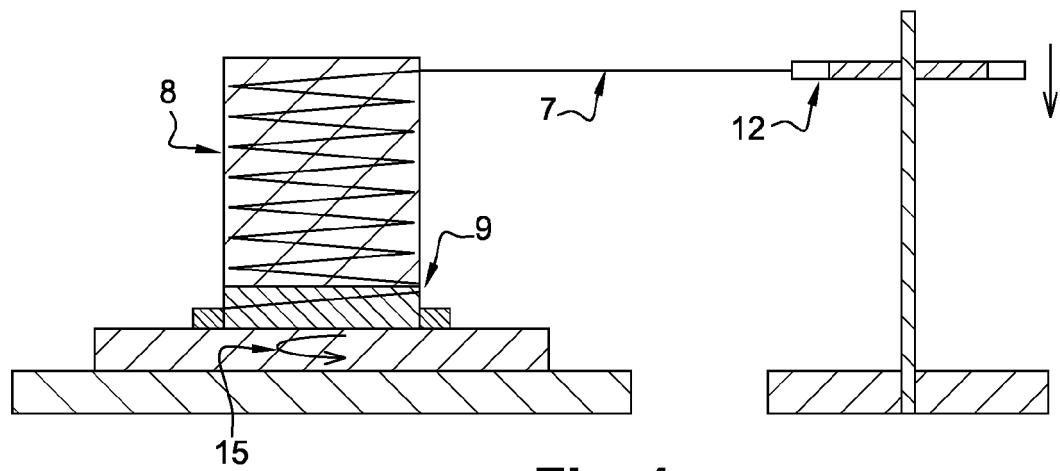


Fig. 4

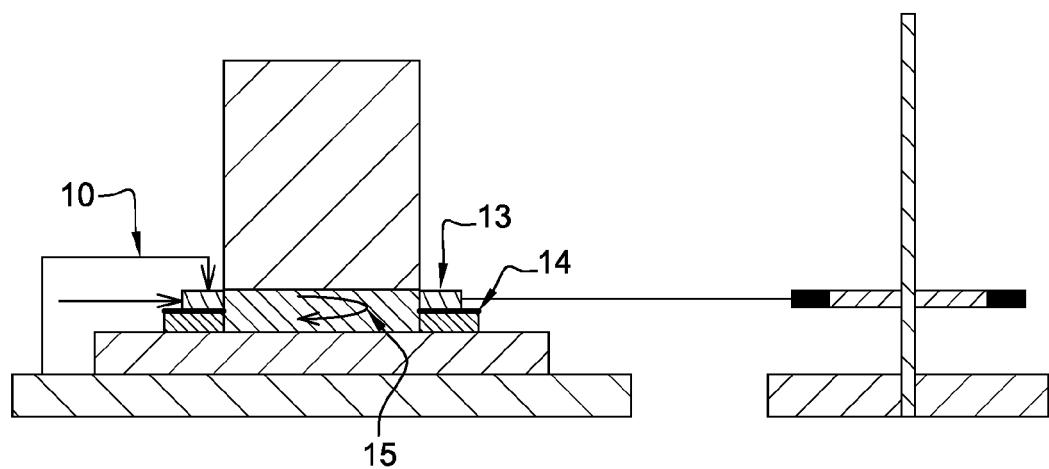


Fig. 5



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 14 19 6986

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 8 344 835 B1 (KO TAE KUK [KR] ET AL) 1 janvier 2013 (2013-01-01) * abrégé; figures 1-10, 24 * * colonne 1, ligne 16 - ligne 45 * * colonne 4, ligne 15 - colonne 6, ligne 23 * -----	1	INV. H01F6/06 H01F41/06
A	US 5 531 015 A (MANLIEF MICHAEL D [US] ET AL) 2 juillet 1996 (1996-07-02) * abrégé; figure 5 * * colonne 10, ligne 50 - colonne 11, ligne 65 *	1	
A	US 3 307 247 A (PARKER SHANNON D) 7 mars 1967 (1967-03-07) * figures 1-4 * * colonne 1, ligne 8 - ligne 25 * * colonne 2, ligne 28 - colonne 3, ligne 48 *	1	
A	M.D. SUMPTION ET AL.: "Wind and React and React and Wind MgB2 Solenoid, Racetrack and Pancake coils", IEEE TRANSACTIONS ON APPLIED SUPERCONDUCTIVITY, vol. 17, no. 2, juin 2007 (2007-06), pages 2286-2290, XP002727792, * le document en entier *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01F
A	EP 2 075 805 A1 (ASG SUPERCONDUCTORS S P A [IT]) 1 juillet 2009 (2009-07-01) * alinéa [0018] - alinéa [0020]; figure 7 *	1	

2	Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications		
	Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
	Munich	29 avril 2015	Tano, Valeria
	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
	EPO FORM 1503 03/82 (F04C02)		

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

EP 14 19 6986

5

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.

29-04-2015

10

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 8344835	B1	01-01-2013	KR US	101281779 B1 8344835 B1	02-07-2013 01-01-2013
US 5531015	A	02-07-1996	AU AU AU CA EP JP NZ US US US US WO	683133 B2 1555895 A 5286198 A 2180728 A1 0741912 A1 H09511099 A 279049 A 5531015 A 5798678 A 6603379 B1 9520826 A1	30-10-1997 15-08-1995 23-04-1998 03-08-1995 13-11-1996 04-11-1997 20-12-1996 02-07-1996 25-08-1998 05-08-2003 03-08-1995
US 3307247	A	07-03-1967	AUCUN		
EP 2075805	A1	01-07-2009	AT EP ES US US	492890 T 2075805 A1 2357457 T3 2009315655 A1 2012040838 A1	15-01-2011 01-07-2009 26-04-2011 24-12-2009 16-02-2012

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82