(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 406 805 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
28.01.2015 Bulletin 2015/05

(21) Numéro de dépôt: **10715295.1**

(22) Date de dépôt: **05.03.2010**

(51) Int Cl.:
H01H 71/32 *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2010/050370

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2010/103218 (16.09.2010 Gazette 2010/37)

(54) ACTIONNEUR ÉLECTROMAGNÉTIQUE À AIMANT PERMANENT

ELEKTROMAGNETISCHES STELLGLIED MIT PERMANENTMAGNET

ELECTROMAGNETIC ACTUATOR WITH PERMANENT MAGNET

(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 MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **09.03.2009 FR 0951463**

(43) Date de publication de la demande:
18.01.2012 Bulletin 2012/03

(73) Titulaire: **Hager-Electro SAS**
67210 Obernai (FR)

(72) Inventeurs:
- **DEZILLE, Edouard**
  F-67210 Obernai (FR)
- **JOYEUX, Patrice**
  F-67140 Heiligenstein (FR)

(74) Mandataire: **Littolff, Denis**
Meyer & Partenaires
Conseils en Propriété Industrielle
4, rue de Dublin
67300 Schiltigheim (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 042 056
WO-A-03/017308
FR-A- 1 513 534

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 406 805 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention concerne un actionneur électromagnétique à aimant permanent comportant classiquement une armature magnétique, une palette mobile, un mécanisme à ressort et des moyens électriques comprenant au moins un conducteur dont le courant permet de faire varier le flux dans le circuit magnétique en vue de modifier l'équilibre entre la force magnétique et celle du ressort. Le document WO 03/017308A décrit un actionneur électromagnétique selon le préambule de la revendication 1.

[0002] Le but de l'invention est de réaliser un actionneur à très haute sensibilité, c'est-à-dire fonctionnant avec une valeur minimale d'ampères-tours générant cependant au niveau d'au moins un entrefer une variation de flux suffisante pour contrebalancer la force mécanique et provoquer le déplacement d'une palette.

[0003] L'idée à la base de l'invention est de travailler sur un schéma à dérivation de flux, la modification du flux au niveau de l'entrefer ou des entrefers étant obtenue indirectement du fait d'une configuration du circuit magnétique dans laquelle se produit un déséquilibre des reluctances magnétiques vues par l'aimant. Dans cette hypothèse, le ou les conducteurs aptes à générer du flux par passage du courant qui le(s) parcourt coopère(nt) avec une armature qui est fermée, et ne comporte dès lors pas d'entrefer mais au moins une reluctance d'équilibre. Le flux produit a en revanche un effet visant à déséquilibrer lesdites reluctances vues par l'aimant, lequel rééquilibre le système et permet de rompre - au niveau des entrefers concernés par les variations de flux - l'équilibre avec les forces mécaniques de rappel.

[0004] A cet effet, l'actionneur de l'invention, comportant plus précisément un aimant permanent, une armature ferromagnétique, une palette créant au moins un entrefer avec l'armature et mobile entre au moins une position d'ouverture et une position de fermeture, des moyens mécaniques de rappel de la palette en position d'ouverture et au moins un conducteur électrique apte à générer un flux magnétique dans l'armature, se caractérise à titre essentiel en ce que l'armature forme une boucle magnétique fermée dans laquelle le ou les conducteurs sont aptes à générer un flux magnétique, l'aimant étant disposé dans la palette mobile et générant des flux dans deux circuits magnétiques en parallèle dont l'un comporte une portion de l'armature et l'autre, formé dans la palette, comporte une zone bouchon saturable par l'aimant ou une zone d'air.

[0005] Le principe de la structure de l'invention consiste à générer une forte variation de flux sur la ou les surfaces polaires de la palette avec un minimum d'ampères-tours, grâce à la modification de l'équilibre des reluctances obtenue dans l'ensemble dudit circuit.

[0006] Selon une configuration possible, la palette comporte deux entrefers.

[0007] Plus précisément encore, la palette peut être en forme de U dont les jambages sont reliés par l'aimant. Dans cette configuration, l'un des deux circuits magnétiques en parallèle est constitué par l'aimant, deux portions des jambages et la base du U. La zone bouchon saturable est alors de préférence située dans ladite base du U.

[0008] Le second circuit en parallèle est alors constitué, outre l'aimant, par les portions restantes des jambages, les entrefers, et le tronçon de l'armature reliant les surfaces polaires formant les entrefers avec la palette.

[0009] Alternativement la palette peut être en forme de U dont les jambages sont placés de part et d'autre de la branche centrale comportant l'aimant, leurs extrémités libres formant deux entrefers avec une portion de la boucle fermée de l'armature.

[0010] Selon l'invention, la boucle magnétique fermée peut soit comporter une bobine enroulée autour d'une partie de la boucle fermée de l'armature distincte des circuits magnétiques parallèles, soit entourer au moins deux conducteurs d'alimentation d'un circuit électrique.

[0011] La boucle fermée de l'armature peut évidemment prendre diverses formes, par exemple rectangulaire, d'allure circulaire, etc.

[0012] Selon une possibilité, un conducteur est bobiné autour d'une portion de l'armature. Il se crée alors, en cas de passage d'un courant dans la bobine, un flux magnétique dans l'armature, et par conséquent dans le tronçon de cette dernière qui fait partie du second circuit magnétique alimenté en flux par l'aimant en parallèle avec la base du U.

[0013] La variation de la reluctance qui en résulte dans cette portion du second circuit provoque un déséquilibre dans les deux branches de reluctances vues par l'aimant, qu'il compense en faisant varier le flux dans le premier circuit en parallèle, rompant du même coup l'équilibre avec les forces mécaniques de rappel.

[0014] Selon une variante, au moins deux fils conducteurs traversent la fenêtre centrale de l'armature.

[0015] L'invention va à présent être décrite plus en détail, en référence à des exemples illustrés par les figures annexées, pour lesquelles :

- La figure 1 représente schématiquement une première forme possible d'actionneur pour l'invention, avec une bobine entourant une portion de l'armature ; et
- La figure 2 montre le schéma électromagnétique équivalent à la structure de la figure 1.

[0016] En référence à la figure 1, l'armature (1) forme une boucle surmontée par les deux jambages latéraux (3, 4) du U constituant la palette (2). Un aimant permanent (5) joint ces deux jambages (3, 4). La boucle de l'armature (1) est

dotée d'une bobine (6) entourant une de ses branches. La base de la palette (2) comporte une zone bouchon (7) saturable par l'aimant (5).

[0017] Le fonctionnement magnétique est expliqué en figure 2. Sans défaut électrique, l'aimant voit globalement deux branches de réluctances magnétiques en parallèle.

[0018] Il sature tout d'abord la réluctance Rshunt_pal de telle sorte que l'inégalité suivante soit vraie :

$$Rshunt_pal(phi1)+ Rpal_haut1(phi1)+ Rpal_haut2(phi1) > Rent1+Rent2+ Rpal_bas1(phi2) + Rpal_bas2(phi2) +R1(phi2)$$

[0019] Il génère alors dans chaque branche un flux magnétique tel que :

$$Rshunt_pal(phi1)*phi1+ Rpal_haut1(phi1) *phi1+ Rpal_haut2(phi1) *phi1 = Rent1*phi2+Rent2*phi2+Rpal_bas1(phi2)*phi2+Rpal_bas2(phi2)*phi2+R1(phi2) *phi2$$

avec phi1+phi2 = flux généré par l'aimant (aux fuites magnétiques près).

[0020] Les réluctances liées au matériau comme Rpal, R1 et R2 sont non linéaires et saturables

[0021] Les réluctances Rmat_gauche et Rmat_droit peuvent représenter un entrefer et/ou un matériau magnétique saturable.

[0022] Les réluctances Rent1 et Rent2 représentent l'entrefer équivalent existant entre la palette et l'armature.

[0023] Lorsqu'un défaut électrique apparaît, la bobine génère un flux magnétique dans la branche Rbas, R1 et R2. Cela a pour effet d'augmenter la valeur de R1 et de R2. Cela est valable quelque soit le sens du courant mais la valeur des ampères-tours nécessaires dépend du sens du courant.

[0024] Le flux de la bobine tend par conséquent à augmenter R1(phi)*phi et à augmenter R2(phi)*phi. Vu de l'aimant, l'équilibre précédent est dès lors modifié. L'aimant génère alors plus de flux magnétique dans le circuit contenant la base du U (Rshunt_pal(phi1)*phi1+ Rpal_haut1(phi1) *phi1+ Rpal_haut2(phi1) *phi1) que dans l'autre circuit en parallèle. Phi1 augmente et Phi2 diminue, ce qui entraîne une variation de flux et donc de force magnétique, avec une conséquence immédiate sur l'équilibre avec les forces mécaniques de l'actionneur, qui est rompu : l'actionneur change d'état.

[0025] Cette solution est très avantageuse dans la mesure où, avec peu de flux magnétique généré par la bobine, il est possible de créer une forte variation de flux sur la palette.

[0026] Comme déjà mentionné en référence aux valeurs des réluctances Rmat_gauche et Rmat_droit, l'aimant peut être fixé à la palette mais peut aussi ne pas l'être, sans rien changer à l'équilibre intrinsèque du circuit magnétique.

[0027] Bien d'autres configurations que celle représentée en figure 1 sont possibles, l'exemple tel qu'illustré ne pouvant être considéré comme exhaustif de l'invention. Ainsi, les formes respectives de l'armature et de sa fenêtre intérieure peuvent varier, dans la mesure où la contrainte du circuit magnétique fermé est respectée. De même, la palette n'est pas nécessairement en U droit, dès lors que l'aimant est disposé selon les caractéristiques mises en lumière auparavant.

Revendications

1. Actionneur électromagnétique à dérivation de flux comportant un aimant permanent (5), une armature (1) ferromagnétique, une palette (2) créant au moins un entrefer avec l'armature (1) et mobile entre une position d'ouverture et une position de fermeture, des moyens mécaniques de rappel de la palette (2) en position d'ouverture et au moins un conducteur électrique apte à générer un flux magnétique dans l'armature (1), **caractérisé en ce que** l'armature (1) forme une boucle magnétique fermée dans laquelle le ou les conducteurs sont aptes à générer un flux magnétique, l'aimant étant disposé dans la palette (2) mobile et générant des flux dans deux circuits magnétiques en parallèle dont l'un comporte une portion de l'armature (1) et l'autre, formé dans la palette (2), comporte une zone bouchon (7) saturable par l'aimant (5) ou une zone d'air.

2. Actionneur électromagnétique selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la palette (2) comporte deux entrefers.

3. Actionneur électromagnétique selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la palette (2) est en forme de U dont les jambages (3, 4) sont reliés par l'aimant (5).

4. Actionneur électromagnétique selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la zone bouchon (7) saturable est disposée dans la base du U.

5. Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un conducteur (6) est bobiné autour d'une portion de l'armature (1).

6. Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**au moins deux fils conducteurs traversent la fenêtre centrale de l'armature (1).

Patentansprüche

1. Elektromagnetisches Stellglied mit Flussumleitung, das einen Dauermagneten (5), eine ferromagnetische Armierung (1), einen Anker (2), der mindestens einen Spalt mit der Armierung (1) bildet und zwischen einer geöffneten Position und einer geschlossenen Position bewegbar ist, mechanische Rückstellmittel des Ankers (2) in geöffnete Position und mindestens einen elektrischen Leiter, der imstande ist, einen Magnetfluss in der Armierung (1) zu erzeugen, umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Armierung (1) eine geschlossene magnetische Schleife bildet, in der der oder die Leiter imstande sind, einen Magnetfluss zu erzeugen, wobei der Magnet im Anker (2) bewegbar angeordnet ist und Flüsse in zwei Magnetkreisen parallel erzeugt, von denen einer einen Abschnitt der Armierung (1) und der andere, im Anker (2) ausgebildete eine durch den Magneten (5) sättigbare Verschlusszone (7) oder eine Luftzone aufweist.

2. Elektromagnetisches Stellglied nach vorangehendem Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (2) zwei Spalte aufweist.

3. Elektromagnetisches Stellglied nach vorangehendem Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (2) U-förmig ist, dessen Schenkel (3, 4) durch den Magneten (5) verbunden sind.

4. Elektromagnetisches Stellglied nach vorangehendem Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die sättigbare Verschlusszone (7) in der Basis des U angeordnet ist.

5. Elektromagnetisches Stellglied nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Leiter (6) um einen Abschnitt der Armierung (1) gewickelt ist.

6. Elektromagnetisches Stellglied nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Leitungsdrähte das zentrale Fenster der Armierung (1) durchqueren.

Claims

1. An electromagnetic actuator with flux bypass, comprising a permanent magnet (5), a ferromagnetic armature (1), a vane (2) which defines at least one air gap with the armature (1) and which can move between an open position and a closed position, mechanical return means for returning the vane (2) to the open position, and at least one electric conductor capable of generating a magnetic flux in the armature (1), **characterized in that** the armature (1) forms a closed magnetic loop in which the conductor(s) are capable of generating a magnetic flux, the magnet being positioned in the mobile vane (2) and generating fluxes in two magnetic circuits in parallel, one of which comprises a portion of the armature (1), while the other is formed in the vane (2) and comprises a plug area (7) that can be saturated by the magnet (5) or an air zone.

2. The electromagnetic actuator according to the preceding claims, **characterized in that** the vane (2) comprises two air gaps.

3. The electromagnetic actuator according to the preceding claim, **characterized in that** the vane (2) is in the shape of a U, the legs of which (3, 4) are connected by the magnet (5).

4. The electromagnetic actuator according to the preceding claim, **characterized in that** the plug area (7) able to be saturated is positioned in the base of the U.

5. The electromagnetic actuator according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a conductor (6) is wound around a portion of the armature (1).

6. The electromagnetic actuator according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** at least two conductive wires pass through the central window of the armature (1).

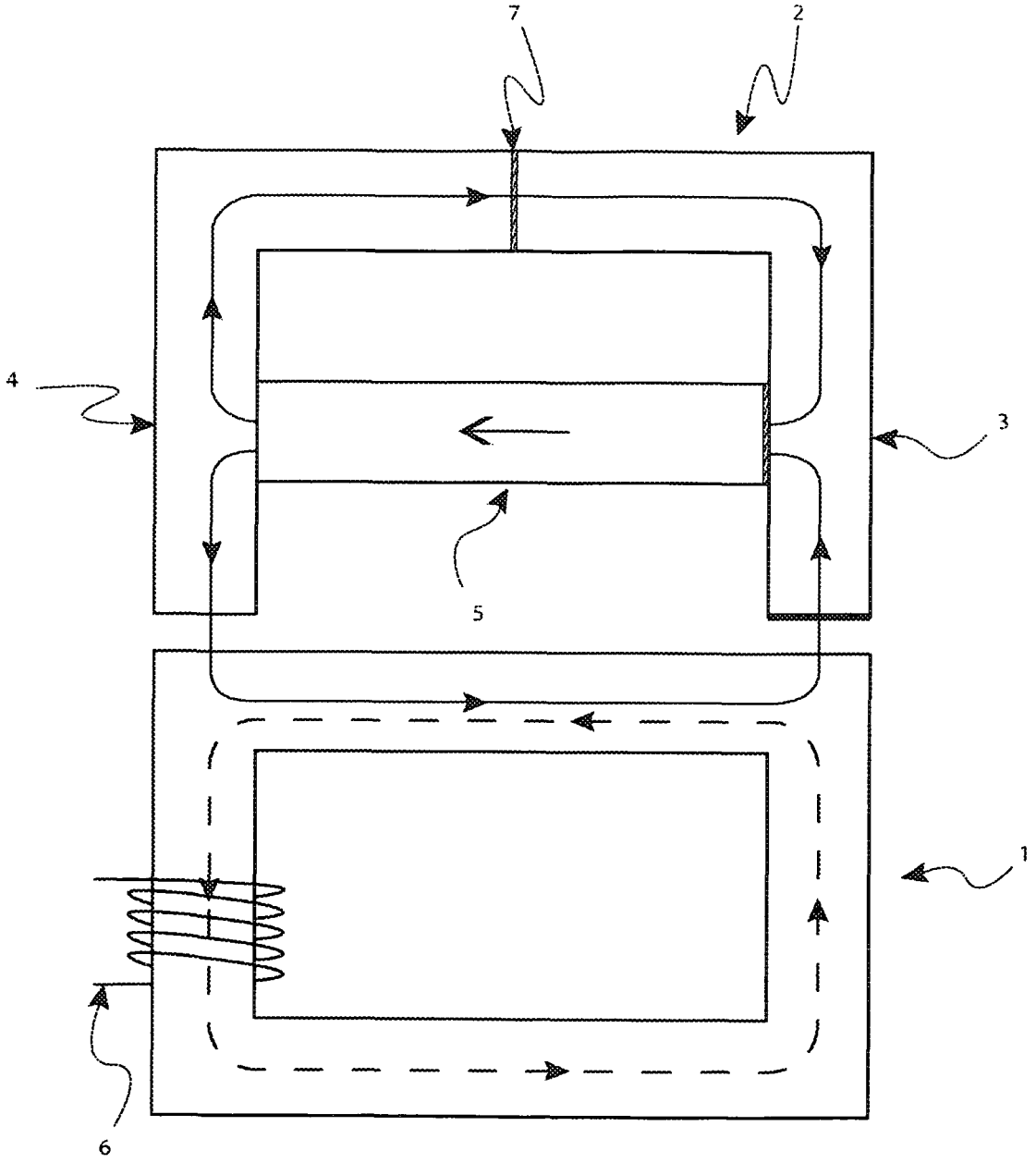


Figure 1

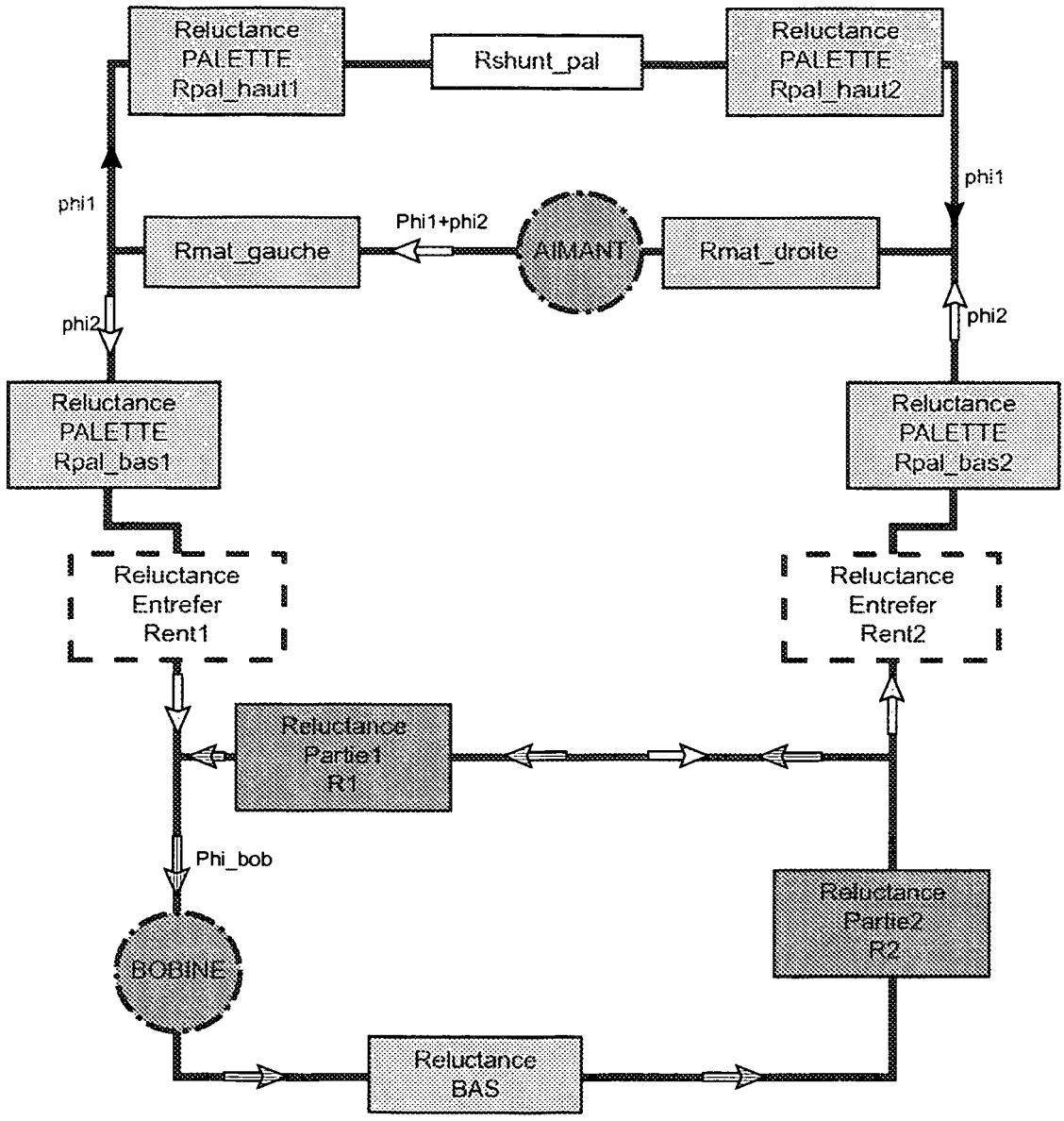

Reluctance PALETTE Rpal_haut1
Rshunt_pal
Reluctance PALETTE Rpal_haut2
phi1
phi1
Rmat_gauche
Phi1+phi2
AIMANT
Rmat_droite
phi2
phi2
Reluctance PALETTE Rpal_bas1
Reluctance PALETTE Rpal_bas2
Reluctance Entrefer Rent1
Reluctance Entrefer Rent2
Reluctance Partie1 R1
Phi_bob
Reluctance Partie2 R2
BOBINE
Reluctance BAS

Figure 2

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 03017308 A **[0001]**