(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
5 février 2009 (05.02.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/016314 A2

(51) Classification internationale des brevets :
F03B 11/04 (2006.01) *F03B 3/02* (2006.01)
F03B 11/00 (2006.01) *F03B 3/06* (2006.01)
F03B 3/12 (2006.01) *F03B 1/00* (2006.01)
F03B 1/04 (2006.01) *F04D 29/66* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/051384

(22) Date de dépôt international : 23 juillet 2008 (23.07.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
07 05332 23 juillet 2007 (23.07.2007) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **ALSTOM Hydro France** [FR/FR]; 3 Avenue André Malraux, F-92300 Levallois Perret (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **MAZZOUJI, Farid** [FR/FR]; 35, route des Rivoires, F-38210 Vourey (FR). **TRAVERSAZ, Monique** [FR/FR]; 20, rue du Docteur Valois, F-38610 Gieres (FR).

(74) Mandataires : **MYON, Gérard** etc.; 62 Rue de Bonnel, F-69448 Lyon Cedex 03 (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ,

[Suite sur la page suivante]

(54) **Title:** HYDRAULIC MACHINE INCLUDING MEANS FOR INJECTING A FLOW DRAWN FROM A MAIN FLOW

(54) **Titre :** MACHINE HYDRAULIQUE COMPRENANT DES MOYENS D'INJECTION D'UN ÉCOULEMENT PRÉLEVÉ D'UN ÉCOULEMENT PRINCIPAL

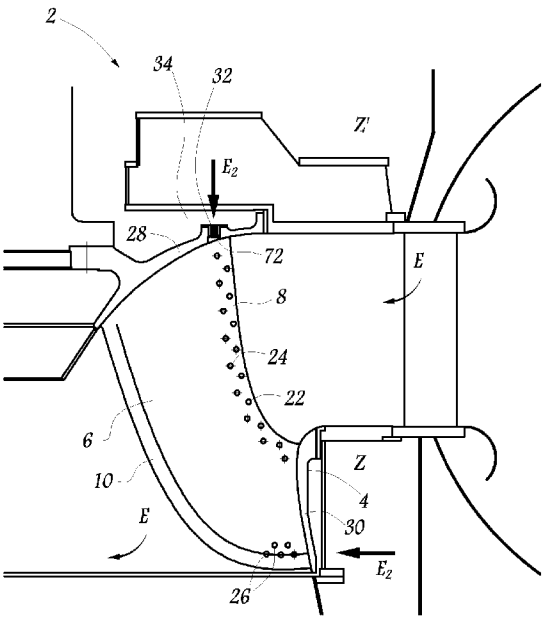

Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to a machine through which a main flow (E) of water passes, including a turbine wheel (4), with at least a turbulent zone, reduced-pressure zone or cavitation zone (8, 10, 33) being formed close to said wheel. The wheel includes blades (6) disposed between a ceiling (28) and a belt (30). The machine also includes means for injecting a flow (E_2) drawn from the main flow into the aforementioned zone (8, 10, 33) such as to alter the main flow (E) locally or increase the pressure in said zone (8, 10, 33). Said injection means inject the drawn flow (E_2) from the ceiling (28) or from the belt (30) through holes (31, 32) provided in the ceiling (28) or belt (30).

(57) Abrégé : Cette machine traversée par un écoulement (E) principal d'eau comprend une roue (4) d'une turbine au voisinage de laquelle se forme au moins une zone tourbillonnaire ou une zone de pression réduite ou une zone de cavitation (8, 10, 33), la roue comprenant des aubes (6) disposées entre un plafond (28) et une ceinture (30), la machine comprenant des moyens d'injection d'un écoulement prélevé (E_2) dudit écoulement principal dans ladite zone (8, 10, 33) de sorte à modifier localement l'écoulement principal (E) ou augmenter la pression dans cette zone (8, 10, 33). Lesdits moyens injectant l'écoulement prélevé (E_2) depuis le plafond (28) ou depuis la ceinture (30) au moyen d'ouvertures (31, 32) pratiquées dans ledit plafond (28) ou dans ladite ceinture (30).

WO 2009/016314 A2

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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

Machine hydraulique comprenant des moyens d'injection d'un écoulement prélevé d'un écoulement principal

La présente invention concerne une machine hydraulique de type Francis du type traversée par un écoulement principal d'eau, comprenant une roue d'une turbine, au voisinage duquel se forme au moins une zone tourbillonnaire ou une zone de pression réduite ou une zone de cavitation, la roue étant comprenant des aubes disposées entre un plafond et une ceinture, la machine comprenant des moyens d'injection d'un écoulement prélevé dudit écoulement principal, non modifié par rapport à l'écoulement principal, dans ladite zone tourbillonnaire ou de pression réduite ou de cavitation de sorte à modifier localement l'écoulement principal ou augmenter la pression dans cette zone.

Une telle machine est utilisée, par exemple dans une usine de production d'hydro-électricité. La machine est installée au fil de l'eau ou est alimentée en eau à partir d'un réservoir dans lequel se déverse un ou plusieurs cours d'eau.

Dans ces machines hydrauliques, il existe des zones dans lesquelles l'écoulement principal traversant la machine est perturbé et forme des tourbillons ou présente une pression réduite ou des zones de cavitations, du fait de la configuration de la machine. De telles zones perturbent les performances générales de la machine hydraulique car elles réduisent l'efficacité d'action de l'écoulement principal dans la machine hydraulique ou occasionnent des problèmes de fonctionnement de la machine hydraulique.

Le document US-1 942 995 décrit une machine hydraulique du type précité, permettant d'injecter un écoulement prélevé de l'écoulement principal dans la zone de cavitation se formant le long des aubes de la roue de la turbine.

Cependant, une telle machine ne permet pas d'augmenter de façon efficace la pression dans les espaces s'étendant entre les aubes où se forment des zones de pression réduite ou de supprimer les zones tourbillonnaires se formant également entre les aubes.

L'un des buts de l'invention est de pallier ces inconvénients en proposant une machine hydraulique permettant de supprimer, de façon simple, à la fois les zones tourbillonnaires, de pression réduite et de cavitation.

A cet effet, l'invention concerne une machine hydraulique du type précité, dans laquelle lesdits moyens injectant l'écoulement prélevé depuis le plafond ou

depuis la ceinture au moyen d'ouvertures pratiquées dans ledit plafond ou dans ladite ceinture.

L'injection d'un écoulement prélevé depuis le plafond ou depuis la ceinture permet de combler efficacement le manque de performance de l'action de l'écoulement principal dans ces zones, ce qui améliore les performances et le comportement de la machine hydraulique et de choisir précisément les endroits où l'écoulement prélevé doit être injecté pour supprimer les zones de cavitation et les zones de pression réduite ou les zones tourbillonaires.

Selon d'autres caractéristiques de la machine hydraulique :

- les moyens d'injection comprennent au moins une conduite comprenant une entrée prélevant un écoulement de l'écoulement principal en amont de la roue et une sortie débouchant dans la zone tourbillonnaire ou de pression réduite ou de cavitation,

- les moyens d'injection comprennent une soupape disposée dans le trajet de l'écoulement prélevé, ladite soupape étant mobile entre une position ouverte dans laquelle elle laisse passer l'écoulement prélevé de l'écoulement principal et une position fermée dans laquelle elle empêche le passage de l'écoulement prélevé,

- le mouvement de la soupape est commandé par des moyens de commande.

- les ouvertures pratiquées dans le plafond ou dans la ceinture débouchent dans les espaces entre les aubes,

- l'écoulement prélevé passe par des ouvertures pratiquées dans le plafond ou la ceinture en regard d'aubes de la roue et est injecté sur le profil desdites aubes par des orifices ménagés dans une paroi latérale desdites aubes au voisinage de l'extrémité amont et/ou de l'extrémité aval desdites aubes,

- l'écoulement prélevé passe par des ouvertures pratiquées dans le plafond ou la ceinture en regard d'aubes de la roue et est injecté dans l'extrémité aval des aubes.

D'autres aspects et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui suit, donnée à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la Fig. 1 est une représentation schématique partielle en coupe d'une turbine Francis selon l'invention,

- la Fig. 2 est une représentation schématique vue de dessus de la roue de turbine Francis de la Fig. 1.

L'invention décrite ci-dessous s'applique à des machines hydrauliques du type turbine Francis. Cette machine étant connue, elles n'est pas décrites en détail dans la présente description. L'invention s'applique également à d'autres types de machines hydrauliques dans lesquelles des problèmes de formation de zones tourbillonnaires, de pression réduite ou de cavitation se posent.

Dans la description, les termes « amont » et « aval » sont définis par rapport au sens d'écoulement de l'écoulement principal E traversant la machine hydraulique.

Sur la Fig. 1, on a représenté une turbine Francis 2 comprenant une roue 4 comprenant des aubes 6 disposées entre un plafond 28 et une ceinture 30.

Dans le cas d'une aube 6, il se pose un problème de création de cavitation sur le profil des aubes 6 de la roue 4 dans une zone au voisinage des arêtes d'entrée ou extrémité amont 8 et/ ou des arêtes de sortie ou extrémité aval 10 des aubes. Afin de palier cet inconvénient, l'aube 6, représentée sur la Fig. 1, comprend des conduites (non représentées) s'étendant à l'intérieur de l'aube entre une ouverture d'entrée 22 et une ouverture de sortie 24, 26. Les ouvertures d'entrée 22 des conduites sont disposées au voisinage de l'extrémité amont 8 de l'aube 6 de sorte à prélever un écoulement de l'écoulement principal E en amont de l'aube. Les ouvertures de sortie 24, 26 des conduites sont agencées pour injecter l'écoulement prélevé sur les parois latérales des aubes 6 au voisinage de l'extrémité amont 8 et/ou de l'extrémité aval 10 de l'aube 6. L'écoulement prélevé et injecté a pour effet de modifier localement l'écoulement principal E et d'éviter ainsi les phénomènes de formation de cavitation sur le profil les aubes. Certaines conduites comprennent donc une ouverture de sortie 24 débouchant dans une paroi latérale de l'aube 6 au voisinage de l'extrémité amont 8 afin d'éviter les phénomènes de formation de cavitation sur les aubes au voisinage de l'extrémité amont 8. D'autres conduites comprennent une ouverture de sortie 26 débouchant dans une paroi latérale de l'aube 6 au voisinage de l'extrémité aval 10 afin d'éviter les phénomènes de formation de cavitation sur les aubes au voisinage de l'extrémité amont 10.

Selon divers modes de réalisation, les ouvertures d'entrée et de sortie peuvent être disposées en série le long de l'extrémité amont 8 et de l'extrémité aval 10 de l'aube 6 selon une direction qui peut être perpendiculaire à la direction de l'écoulement principal E, comme représenté par les ouvertures de sortie 24 de la Fig. 1.

Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux, des ouvertures de sortie sont disposées de sorte à déboucher dans l'extrémité aval 10 de l'aube 6 selon la direction de l'écoulement principal E. L'injection de l'écoulement prélevé dans l'extrémité aval permet de supprimer la zone tourbillonnaire qui se forme dans le sillage des aubes 6. L'écoulement prélevé est par exemple injecté dans le culot de l'extrémité avale 10 de l'aube 6.

Les aubes 6 de la roue 4 sont disposées entre un plafond 28 et une ceinture 30.

Selon l'invention, les phénomènes de cavitation sur les aubes sont empêchés par des ouvertures 31 pratiquées dans le plafond 28 au regard des aubes 6, comme représenté sur la Fig. 2. Ces ouvertures 31 communiquent avec les ouvertures de sortie 24 et 26 et avec les ouvertures de sortie débouchant dans l'extrémité aval 10 au moyen de canalisations non représentées. L'écoulement E_2 est prélevé de l'écoulement principal E alimentant la turbine Francis 2 en amont des aubes 6.. L'écoulement prélevé E_2, passant entre la partie fixe et les aubes mobiles de la turbine 2 puis passant dans un espace annulaire 34 situé au-dessus du plafond 28, peut par exemple être amené au moyen de conduites non représentées. Cet écoulement E_2 passe dans les ouvertures 31 puis est guidé vers les ouvertures de sortie 24, 26.

En plus, des phénomènes de cavitation sur les aubes, il peut également se produire des phénomènes de formation de vortex dans l'espace 33 entre les aubes 6. Ces phénomènes peuvent être palliés au moyen de conduites, dont les orifices d'entrée et de sortie sont disposées entre des extrémités amont et aval des aubes et débouchent dans l'espace 33 entre les aubes. Selon un mode de réalisation, le problème de formation d'un vortex entre les aubes 6 est résolu au moyen d'orifices 32 pratiqués dans le plafond 28, comme représenté sur la Fig. 1.

Dans ce mode de réalisation, l'écoulement E_2 prélevé dans l'espace annulaire 34 passe dans les ouvertures 32 et alimente les espaces 33 entre les aubes 6, comme représenté sur les Fig. 1 et 2. Les ouvertures 32 sont réparties dans le plafond 28 en regard des espaces 33 séparant les aubes 6. Ainsi, l'écoulement prélevé E_2 est injecté entre les aubes 6 et modifie les propriétés de l'écoulement E afin d'éviter les phénomènes de formation de vortex entre les aubes 6.

En variante, au lieu ou en plus de passer par le plafond 28, l'écoulement prélevé E_2 peut passer par la ceinture 30 au moyen d'ouvertures (non représentées) pratiquées dans celle-ci.

Les ouvertures 31, 32 pratiquées dans le plafond 28 et/ou la ceinture 30 permettent ainsi de pallier de façon simple à la fois aux problèmes de formation de zones de cavitation sur les aubes, de zones de formation de vortex entre les aubes et de tourbillons en aval des aubes.

Selon un mode de réalisation applicable à tous les moyens d'injection décrit ci-dessus, les moyens d'injection comprennent une soupape 72 disposée dans le trajet de l'écoulement prélevé, comme représenté sur la Fig 1. La soupape 72 est mobile entre une position ouverte dans laquelle elle laisse passer l'écoulement prélevé et une position fermée dans laquelle elle empêche le passage de l'écoulement prélevé. La soupape 72 est par exemple disposée au voisinage de chaque ouverture d'entrée des moyens d'injection et permet de commander de façon manuelle ou automatique l'injection de l'écoulement prélevé. Dans le cas de la turbine Francis, la soupape 72 est prévue au voisinage de chaque ouverture 32 ménagée dans le plafond 28.

Le mouvement de la soupape 72 est commandé par des moyens de commande (non représentés), mécaniques ou électriques de façon connue en soi. Ainsi, lors de régimes de fonctionnement de la machine hydraulique entraînant la formation de zones tourbillonnaires ou de pression réduite ou de cavitation, un automatisme ou un opérateur de la machine fait passer la ou les soupapes dans la position ouverte ce qui permet d'injecter l'écoulement prélevé dans lesdites zones et de prévenir la formation de ces zones, comme décrit ci-dessus.

Il convient de noter que l'écoulement prélevé n'est pas modifié par rapport à l'écoulement principal E, c'est-à-dire que l'eau ne subit pas d'opération de modification de sa composition au cours de l'écoulement prélevé.

REVENDICATIONS

1.- Machine hydraulique de type Francis traversée par un écoulement (E) principal d'eau, comprenant une roue (4) d'une turbine au voisinage de laquelle se forme au moins une zone tourbillonnaire ou une zone de pression réduite ou une zone de cavitation (8, 10, 33), la roue comprenant des aubes (6) disposées entre un plafond (28) et une ceinture (30), la machine comprenant des moyens d'injection d'un écoulement prélevé (E_2) dudit écoulement principal, non modifié par rapport à l'écoulement principal (E), dans ladite zone (8, 10, 33) tourbillonnaire ou de pression réduite ou de cavitation de sorte à modifier localement l'écoulement principal (E) ou augmenter la pression dans cette zone (8, 10, 33), caractérisée en ce que lesdits moyens injectent l'écoulement prélevé (E_2) depuis le plafond (28) ou depuis la ceinture (30) au moyen d'ouvertures (31, 32) pratiquées dans ledit plafond (28) ou dans ladite ceinture (30).

2.- Machine hydraulique selon la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens d'injection comprennent au moins une conduite comprenant une entrée prélevant un écoulement (E_2) de l'écoulement principal (E) et une sortie débouchant dans la zone tourbillonnaire ou de pression réduite ou de cavitation (8, 10, 33).

3.- Machine hydraulique selon la revendication 2, caractérisée en ce que les moyens d'injection comprennent une soupape (72) disposée dans le trajet de l'écoulement prélevé (E_2), ladite soupape (72) étant mobile entre une position ouverte dans laquelle elle laisse passer l'écoulement prélevé (E_2) de l'écoulement principal (E) et une position fermée dans laquelle elle empêche le passage de l'écoulement prélevé (E_2).

4.- Machine hydraulique selon la revendication 3, caractérisée en ce que le mouvement de la soupape (72) est commandé par des moyens de commande.

5.- Machine hydraulique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les ouvertures (32) pratiquées dans le plafond (28) ou dans la ceinture (30) débouchent dans les espaces (33) entre les aubes (6).

6.- Machine hydraulique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que l'écoulement prélevé (E_2) passe par des ouvertures (31) pratiquées dans le plafond (28) ou la ceinture (30) en regard d'aubes (6) de la roue (4) et est injecté sur le profil desdites aubes (6) par des orifices (24, 26) ménagés dans une paroi latérale (12) desdites aubes (6) au voisinage de l'extrémité amont (8) et/ou de l'extrémité aval (10) desdites aubes.

7.- Machine hydraulique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que l'écoulement prélevé (E_2) passe par des ouvertures (31) pratiquées dans le plafond (28) ou la ceinture (30) en regard d'aubes (6) de la roue (4) et est injecté dans l'extrémité aval desdites aubes (6).

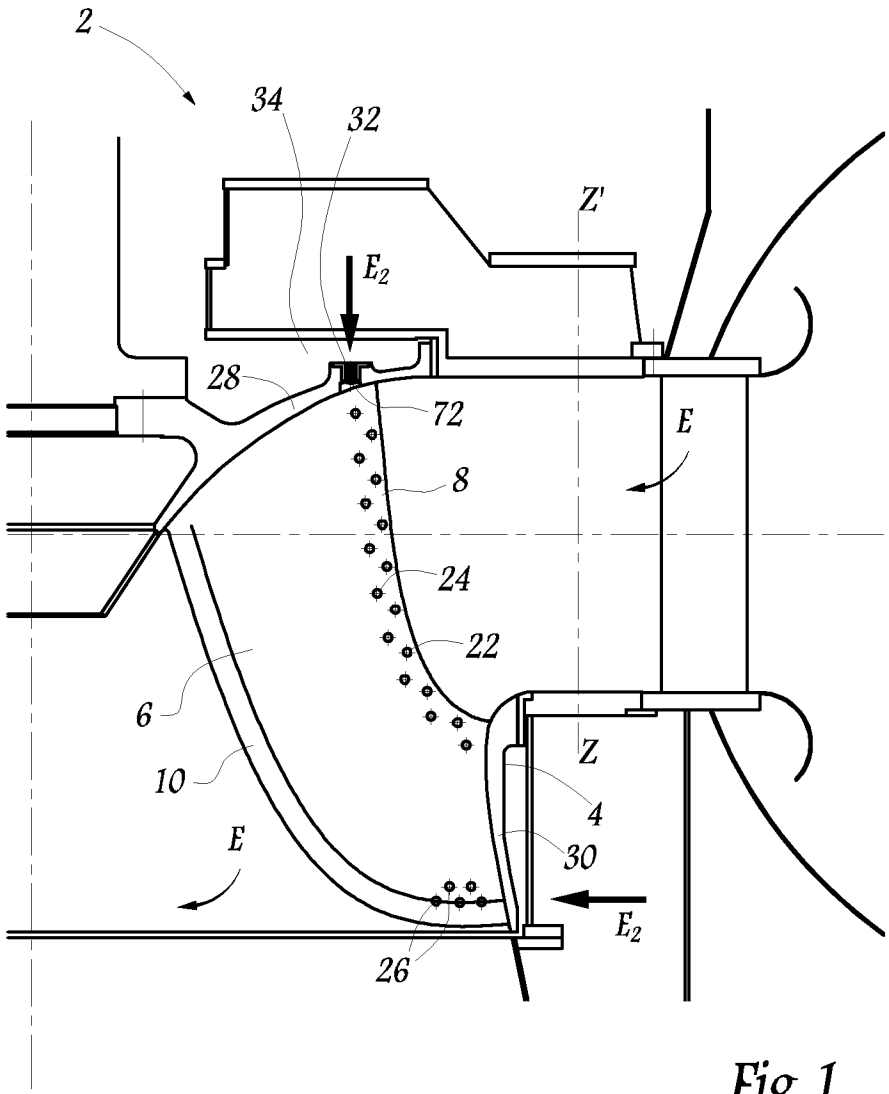

Fig. 1

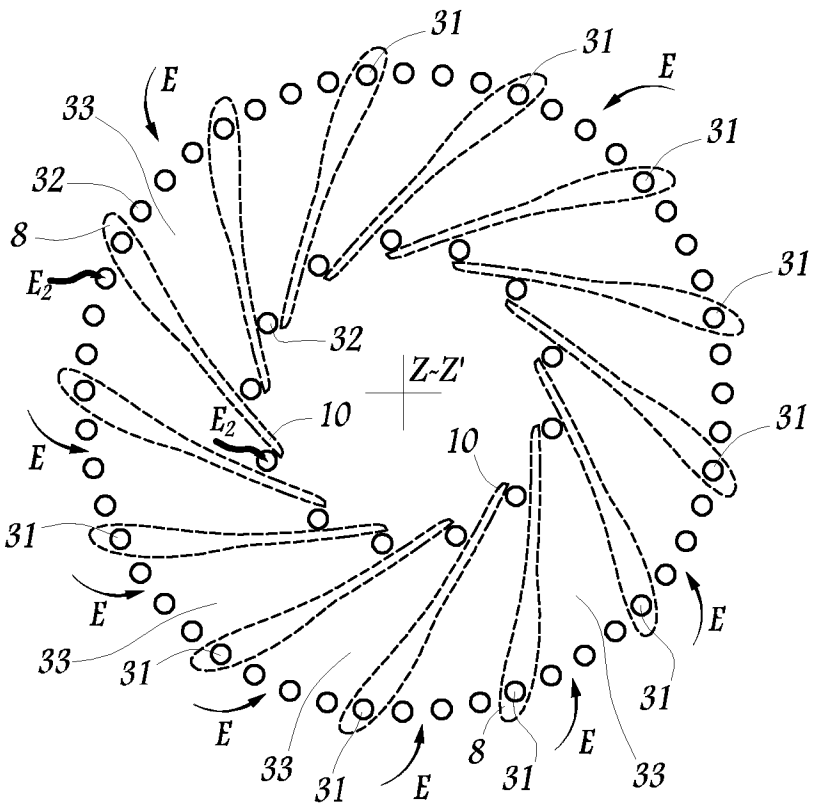
31
31
E
E
33
31
32
8
31
E_2
32
Z-Z'
E_2
10
31
E
10
31
E
E
33
31
31
E
33
31
E
8
31
E
33

Fig.2