

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 04.09.12.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 07.03.14 Bulletin 14/10.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : DCNS Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : THIRIOT ANDRE, GEORGES,
JOSEPH et MADIER LUDOVIC.

73 Titulaire(s) : DCNS Société anonyme.

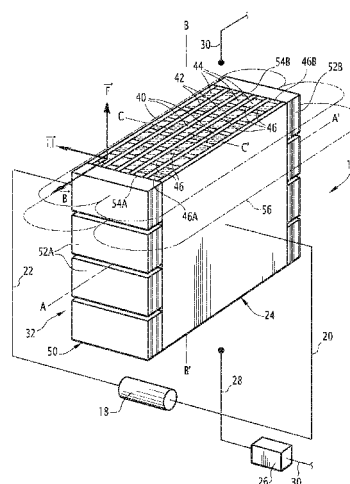
74 Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

54 GENERATEUR ELECTROCHIMIQUE POUR ENGIN NAVAL, ENGIN NAVAL ET PROCEDE DE GENERATION
ELECTRIQUE ASSOCIE.

57 Ce générateur comporte un bloc électrochimique (24) comprenant au moins une anode (40), au moins une cathode (42), chaque cathode (42) et chaque anode (40) en regard délimitant entre elles au moins un canal intermédiaire (44) de circulation d'un électrolyte.

Le générateur comprend une conduite (28) d'amenée d'électrolyte dans le canal intermédiaire (44), une conduite (30) d'évacuation d'électrolyte hors du canal intermédiaire (44), et un système (32) de mise en circulation de l'électrolyte depuis la conduite d'amenée (28), à travers le canal intermédiaire (44), vers la conduite d'évacuation (30);

Le système de mise en circulation (32) comporte un ensemble (50) de génération d'un champ magnétique dans chaque canal intermédiaire (44), propre à provoquer le déplacement d'électrolyte au moins partiellement par l'effet d'une force de Lorentz lors de la circulation d'un courant électrique entre l'anode (40) et la cathode (42).



Générateur électrochimique pour engin naval, engin naval et procédé de génération électrique associé

La présente invention concerne un générateur électrochimique pour engin naval, comprenant :

- un bloc électrochimique comprenant au moins une anode, au moins une cathode située en regard de chaque anode, chaque cathode et chaque anode en regard délimitant entre elles au moins un canal intermédiaire de circulation d'un électrolyte ;
- une conduite d'amenée d'électrolyte dans le canal intermédiaire ;
- une conduite d'évacuation d'électrolyte hors du canal intermédiaire ;
- un système de mise en circulation de l'électrolyte depuis la conduite d'amenée, à travers le canal intermédiaire, vers la conduite d'évacuation.

Un tel générateur est destiné par exemple à être utilisé pour la propulsion autonome d'un engin naval lancé à partir d'un navire de surface, ou d'un sous-marin.

L'engin naval est avantageusement une torpille. En variante, l'engin naval est par exemple une bouée sonore, un système de défense sous-marin, un équipement de récupération terre/mer, un drone de surveillance, et/ou une radio sonde météorologique.

Plus généralement, le générateur électrochimique peut être utilisé directement dans un navire de surface ou dans un sous-marin, par exemple dans le cas d'alimentation de secours avec un générateur Al / H₂O.

Pour pouvoir disposer d'une énergie électrique suffisante, l'engin naval est parfois équipé d'un générateur électrochimique du type précité. Ce générateur fonctionne par exemple avec un électrolyte obtenu par dissolution d'un composé alcalin dans de l'eau au moment de l'utilisation du générateur, cette eau pouvant être de l'eau de mer. Le stockage de l'électrolyte sous forme anhydre rend le générateur apte à être stocké pendant une période de temps très longue dans des conditions variées, sans détérioration notable de sa capacité, de sa performance, ou de sa fiabilité.

Un tel générateur est en outre très léger avant son utilisation, ce qui est particulièrement important pour des torpilles lancées dans l'air. A titre d'exemple, un générateur électrochimique du type magnésium/chlorure d'argent est apte à délivrer une puissance électrique de l'ordre de 350 W/kg et une densité d'énergie de l'ordre de 50 Wh/kg.

Dans ce type de générateur, l'électrolyte présent entre chaque électrode doit être mis en circulation afin d'évacuer la chaleur produite par les réactions chimiques ainsi que les sous-produits de réaction.

Pour permettre la circulation d'électrolyte, une pompe mécanique est généralement utilisée. La pompe amène l'électrolyte dans le bloc électrochimique par une

conduite d'amenée, puis fait circuler l'électrolyte dans les canaux intermédiaires du bloc, avant d'évacuer l'électrolyte hors du bloc par une conduite d'évacuation.

La pompe est généralement une motopompe alimentée électriquement par le générateur électrochimique ou par une alimentation auxiliaire lors du démarrage du système.

Un tel générateur ne donne pas entière satisfaction. En effet, la présence de la pompe alourdit le générateur. De plus, la pompe consomme de l'énergie pour engendrer le déplacement de l'électrolyte, et elle produit un bruit important qui peut diminuer significativement la discrétion de l'engin naval.

Un but de l'invention est donc d'obtenir un générateur électrochimique pour engin naval qui soit performant, et qui présente un rendement énergétique élevé, tout en produisant un bruit faible.

A cet effet, l'invention a pour effet un générateur électrochimique du type précité, caractérisé en ce que le système de mise en circulation comporte un ensemble de génération d'un champ magnétique dans chaque canal intermédiaire, propre à provoquer le déplacement d'électrolyte au moins partiellement par l'effet d'une force de Lorentz lors de la circulation d'un courant électrique entre l'anode et la cathode.

Le générateur selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute combinaison techniquement possibles :

- l'ensemble de génération comporte au moins un aimant permanent, avantageusement au moins deux aimants permanents situés en regard l'une de l'autre ;

- le système de mise en circulation comporte au moins une spire destinée à être parcourue par un courant électrique, avantageusement une pluralité de spires destinées à être parcourues par un courant électrique, chaque spire étant disposée au moins en partie autour du canal intermédiaire, le courant électrique étant avantageusement fourni par le générateur lui-même et/ou par une source auxiliaire lors d'une phase de mise en route ;

- l'anode est formée par une plaque anodique, la cathode étant formée par une plaque cathodique située en regard de la plaque anodique, le canal intermédiaire étant délimité entre les plaques ;

- il comporte une pluralité d'espaceurs intermédiaires en matériau isolant électriquement, disposés à travers le canal intermédiaire entre chaque plaque anodique et la plaque cathodique en regard ;

- il comporte un réservoir d'électrolyte raccordé en amont à la conduite d'amenée, la conduite d'évacuation débouchant en aval dans le réservoir ;

- le canal intermédiaire est rempli d'électrolyte, l'électrolyte étant formé par de l'eau de mer ou une solution de soude obtenue par dissolution d'hydroxyde de sodium dans de l'eau de mer ;

- la cathode est formée à partir d'un matériau choisi parmi un oxyde d'argent, un chlorure d'argent ;

- l'anode est formée à partir d'un matériau choisi parmi l'aluminium, le magnésium ;

- le système de mise en circulation d'électrolyte est propre à faire circuler l'électrolyte dans le canal intermédiaire exclusivement par l'effet d'une force de Lorentz, sans pompage mécanique de l'électrolyte.

L'invention a également pour objet un engin naval caractérisé en ce qu'il comporte un générateur tel que décrit plus haut, et une charge raccordée électriquement au générateur.

L'engin naval selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristique(s) suivante(s), prise isolément ou suivant toute combinaison techniquement possible :

- il forme une torpille, un drone ou tout autre équipement sous-marin destiné à être lancé à partir d'un navire de surface, ou d'un sous-marin.

L'invention a également pour objet un procédé de génération électrique dans un engin naval, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- fourniture d'un générateur tel que décrit plus haut ;

- circulation d'un courant électrique entre l'anode et la cathode à travers l'électrolyte ;

- génération d'un champ magnétique dans chaque canal intermédiaire par l'ensemble de génération du système de mise en circulation ;

- déplacement de l'électrolyte à travers le canal intermédiaire depuis la conduite d'amenée vers la conduite d'évacuation au moins partiellement sous l'effet de la force de Lorentz résultant de la circulation du courant électrique entre l'anode et la cathode et du champ magnétique engendré par l'ensemble de génération.

Le procédé selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le système de mise en circulation engendre un champ magnétique sensiblement perpendiculaire au flux d'électrons circulant entre l'anode et la cathode et sensiblement perpendiculaire à l'axe de circulation d'électrolyte dans le canal intermédiaire ;

- l'électrolyte circule exclusivement ou partiellement sous l'effet de la force de Lorentz engendrée par le système de mise en circulation.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un premier engin naval muni d'un premier générateur électrochimique selon l'invention :

- la figure 2 est une vue schématique en perspective partielle du premier générateur électrochimique selon l'invention ;

- la figure 3 est une vue analogue à la figure 2 d'un deuxième générateur électrochimique selon l'invention.

Un premier engin naval 10 selon l'invention est illustré schématiquement par la Figure 1. L'engin naval 10 est avantageusement un engin sous-marin destiné à être immergé sous l'étendue d'eau.

En particulier, l'engin 10 est apte à se propulser de manière autonome.

Dans un exemple particulier, l'engin est une torpille présentant une charge explosive.

En variante, l'engin 10 est formé par une bouée sonore, un système de défense sous-marin, un équipement de récupération terre/mer, un drone de surveillance, et/ou une radio sonde météorologique.

Comme illustré schématiquement sur la Figure 1, l'engin naval 10 comporte une coque 12 délimitant un volume intérieur 14, un générateur électrochimique 16 selon l'invention, et une charge 18, alimentée électriquement par le générateur électrochimique 16. Le générateur 16 et la charge 18 sont avantageusement disposés dans la coque 12.

La charge 18 est par exemple un moteur de propulsion de l'engin 10 dans l'étendue d'eau. En variante, la charge 18 est une servitude telle que par exemple une motopompe auxiliaire de circulation de l'électrolyte, ou bien plus généralement un équipement électronique, électromécanique, électromagnétique, électroacoustique, électro-optique.

La charge 18 est raccordée électriquement au générateur 16 par une première ligne de connexion électrique 20 et par une deuxième ligne de connexion électrique 22.

Le générateur électrochimique 16 comporte un bloc électrochimique 24 propre à engendrer un courant électrique, un réservoir 26 d'électrolyte, une conduite 28 d'amenée d'électrolyte depuis le réservoir 26 vers le bloc électrochimique 24 et une conduite 30 d'évacuation d'électrolyte pour le ramener vers le réservoir 26.

Selon l'invention, le générateur électrochimique 16 comprend en outre un système 32 de mise en circulation de l'électrolyte depuis la conduite d'amenée 28, à travers le bloc

électrochimique 24, vers la conduite d'évacuation 30, le système 32 étant propre à engendrer une circulation d'électrolyte par un principe magnétohydrodynamique.

L'électrolyte contenu dans le réservoir 26 est par exemple une solution alcaline, telle que de la soude obtenue par exemple par dissolution d'hydroxyde de sodium dans de l'eau de mer.

Un exemple de bloc électrochimique 24 est illustré par la Figure 2. Le bloc 24 comporte au moins une anode 40, au moins une cathode 42 placée en regard de chaque anode 40, l'anode 40 et la cathode 42 délimitant entre elles au moins un canal intermédiaire 44 de circulation d'électrolyte.

Le bloc 24 comporte en outre des espaceurs 46 interposés entre chaque anode 40 et chaque cathode 42 en regard, pour maintenir chaque anode 40 à l'écart de la cathode 42 en regard et pour obturer transversalement le ou chaque canal de circulation intermédiaire 44.

Dans l'exemple représenté sur la figure 2, le bloc 24 comporte une pluralité d'anodes 40 parallèles et une pluralité de cathodes parallèles 42 intercalées entre les anodes 40. Ainsi, une cathode 42 est intercalée entre chaque paire d'anodes 40 parallèles. Une anode 40 est intercalée entre chaque paire de cathodes parallèles 42.

Dans cet exemple, chaque anode 40 est formée par une plaque anodique, avantageusement une plaque métallique, s'étendant parallèlement à un axe longitudinal A-A' représenté horizontal sur la figure 2.

Chaque cathode 42 est formée par une plaque cathodique, avantageusement une plaque métallique, s'étendant parallèlement à l'axe A-A' et aux plaques anodiques adjacentes.

Chaque canal 44 est délimité de part et d'autre d'un axe parallèle à l'axe A-A', respectivement par une anode 40 et par une cathode 42.

Les espaceurs 46 sont disposés transversalement entre chaque anode 40 et chaque cathode 42 en regard. Ils sont avantageusement formés par des barrettes ou des picots en matériau isolant raccordant chaque anode 40 à une cathode 42.

Avantageusement, le bloc électrochimique 24 est une pile de type chlorure d'argent/magnésium. Dans ce cas, la cathode est formée de chlorure d'argent, et l'anode est formée à base de magnésium.

Dans une variante, le bloc électrochimique 24 est une pile de type aluminium/oxyde d'argent. Dans ce cas, la cathode est formée à partir d'oxyde d'argent, et l'anode est formée à partir d'aluminium.

Les espaceurs 46 s'étendent suivant un axe de circulation d'électrolyte B-B' perpendiculaire à l'axe longitudinal A-A', représenté vertical sur la figure 2. Ils délimitent transversalement les canaux de circulation 44 par rapport à l'axe A-A'.

Ainsi, les canaux 44 s'étendent sensiblement parallèlement à l'axe B-B' perpendiculairement à l'axe longitudinal du bloc 24.

Au moins un espaceur 46A d'extrémité obture transversalement un canal de circulation 44 situé entre les deux électrodes 40, 42 le long d'un premier bord longitudinal des électrodes 40, 42, et au moins un deuxième espaceur d'extrémité 46B obture transversalement un canal 44 situé le long d'un deuxième bord longitudinal des électrodes 40, 42.

Dans l'exemple représenté sur la figure 2, chaque paire d'électrodes 40, 42 en regard et les espaceurs 46 disposés entre les électrodes 40, 42 définissent une pluralité de canaux 44 intermédiaires sensiblement parallèles les uns aux autres s'étendant parallèlement à l'axe B-B'.

Le nombre de canaux 44 est par exemple compris entre 1 et 1000.

La distance séparant chaque anode 40 de la cathode 42 en regard, prise perpendiculairement à l'axe A-A' est, par exemple comprise entre 0.001 mm et 5 mm.

La longueur des canaux 44, prise le long de l'axe B-B' est par exemple comprise entre 1 cm et 100 cm.

Chaque canal 44 est raccordé en amont à la conduite d'amenée 28, et est raccordé en aval à la conduite d'évacuation 30.

Ainsi, l'électrolyte est apte à circuler depuis la conduite d'amenée 28 dans chaque canal 44 le long de l'axe B-B', puis à être extrait hors du canal 44 par la conduite d'évacuation 30.

Selon l'invention, le système 32 de mise en circulation de l'électrolyte comporte un ensemble 50 de génération d'un champ magnétique dans chaque canal intermédiaire 44 pour provoquer le déplacement de l'électrolyte sous l'effet d'une force de Lorentz lors de la circulation d'un courant électrique entre l'anode 40 et la cathode 42.

Dans l'exemple représenté sur la figure 2, l'ensemble de génération 50 comporte au moins un premier aimant permanent 52A disposé longitudinalement d'un premier côté du bloc 24 et au moins un deuxième aimant permanent 52B disposé longitudinalement d'un autre côté du bloc 24.

Dans l'exemple représenté sur la Figure 2, le premier aimant permanent 52A et le deuxième aimant permanent 52B s'étendent perpendiculairement à l'axe longitudinal A-A'. Ils sont appliqués respectivement sur une première face transversale 54A du bloc 24 définie par les premiers bords longitudinaux des anodes 40 et des cathodes 42, et sur une

deuxième face transversale 54B du bloc 24 définie par les deuxièmes bords longitudinaux des anodes 40 et des cathodes 42.

Chaque premier aimant permanent 52A présente une polarité opposée à celle d'un deuxième aimant permanent 52B en regard.

5 Dans cet exemple, l'ensemble de génération 50 comporte un premier groupe de premiers aimants permanents 52A disposés sur la première face 54A et un deuxième groupe de deuxièmes aimants permanents 52B disposés sur la deuxième face 54B. Chaque premier aimant 52A est situé en regard d'un deuxième aimant 52B.

10 L'ensemble de génération 50 est ainsi propre à engendrer un champ magnétique présentant des lignes de champ 56 s'étendant sensiblement parallèlement à l'axe longitudinal A-A' dans chaque canal 44. Chaque ligne de champ 56 s'étend sensiblement perpendiculairement à l'axe B-B' d'électrolyte dans le canal 44, et sensiblement parallèlement à chaque anode 40 et à chaque cathode 42 dans le canal 44.

15 Ainsi, lors d'une circulation de courant électrique entre l'anode 40 et la cathode 42, suivant un axe C-C' perpendiculaire à l'axe longitudinal A-A' et à l'axe de circulation B-B', le champ magnétique engendré par l'ensemble de génération 50 est propre à créer une force de Lorentz $\vec{F}$ définissant un trièdre direct avec le vecteur champ magnétique $\vec{B}$, et le vecteur courant $\vec{i}$.

20 Cette force de Lorentz $\vec{F}$ s'étend avantageusement sensiblement parallèlement à l'axe B-B' de circulation défini dans chaque canal 44. Elle est apte à convoyer l'électrolyte en le pompant à travers le canal 44 depuis la conduite d'amenée 28 vers la conduite d'évacuation 30.

Le fonctionnement du générateur électrochimique 16 dans le premier engin naval 10 va maintenant être décrit.

25 Initialement, le générateur 16 est inactif. Lorsque la charge 18 doit être alimentée électriquement, le générateur 16 est alors activé. Des réactions chimiques d'oxydoréduction se produisent sur chaque anode 40 et sur chaque cathode 42 dans l'électrolyte. Ces réactions d'oxydoréduction engendrent un courant d'électrons depuis chaque anode 40 vers chaque cathode 42. Ce courant électrique est collecté par chaque
30 cathode 42 et circule dans la charge 18 à travers la première ligne de connexion 20, pour alimenter électriquement la charge 18, puis retourne vers chaque anode 40 à travers la deuxième ligne de connexion électrique 22.

La circulation de courant électrique entre chaque anode 40 et chaque cathode 42 à travers l'électrolyte dans le canal 44 engendre un vecteur courant $\vec{i}$ perpendiculaire à
35 l'axe A-A', et perpendiculaire à l'axe B-B' de circulation de l'électrolyte. Les aimants

permanents 52A, 52B engendrent un champ magnétique $\vec{B}$ sensiblement parallèle à l'axe A-A'. Une force de Lorentz $\vec{F}$ est donc créée dans chaque canal 44 sensiblement perpendiculairement à l'axe B-B'.

Dans l'exemple représenté sur la figure 2, la force de Lorentz $\vec{F}$ engendrée s'étend sensiblement verticalement, parallèlement à l'axe du canal B-B'. Cette force entraîne une mise en circulation de l'électrolyte à travers le canal 44 depuis la conduite d'amenée 28, vers la conduite d'évacuation 30.

L'électrolyte présent dans chaque canal 44 est donc renouvelé et circule donc lors de la génération de courant électrique. Ceci évacue les calories engendrées par effet Joule, et assure également un renouvellement de l'électrolyte présent au contact de chaque électrode 40, 42.

Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 2, aucune autre pompe n'est nécessaire pour effectuer le pompage de l'électrolyte 44 à travers le bloc 24.

Dans une variante, une motopompe de faible capacité est interposée entre le réservoir 26 et le bloc électrochimique 24 pour fournir partiellement une force de pompage de l'électrolyte.

Un exemple d'application est décrit par les paramètres ci-dessous.

Dans cet exemple d'application, l'électrolyte est de l'eau de mer. La viscosité cinématique de l'électrolyte est égale à environ $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. La densité de l'électrolyte est sensiblement égale à 1250 kg/m^3 . La distance séparant chaque anode 40 de la cathode 42 est égale à 0,5 mm. La densité de courant est de l'ordre de $0,5 \cdot 10^4 \text{ A/m}^2$.

Le tableau ci-dessous illustre le pompage obtenu pour différents champs magnétiques appliqués dans le bloc 24.

Champ magnétique B (T)	0,03	0,1	1	3
Vitesse linéique moyenne (cm/s)	0,25	0,83	8,3	25

Un deuxième générateur électrochimique 116 selon l'invention est illustré par la figure 3.

A la différence du premier générateur 16, l'ensemble de génération 50 de champ magnétique comporte au moins une spire 118 entourant le bloc 24 dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal A-A'.

Dans l'exemple représenté sur la figure 3, l'ensemble 50 comporte une pluralité de spires 118 successives espacées longitudinalement le long de l'axe A-A', sur

sensiblement sur toute la longueur du bloc 24. Chaque spire 118, lorsqu'elle est parcourue par un courant électrique, engendre un champ magnétique s'étendant sensiblement perpendiculairement à l'axe B-B' et parallèlement à l'axe A-A'.

Dans l'exemple représenté sur la figure 3, les spires 118 forment un solénoïde 120 entourant le bloc 24.

Le fonctionnement du deuxième générateur 116 est sensiblement analogue à celui du premier générateur 16. A la différence du premier générateur 16, lorsque le générateur 116 est activé, chaque spire 118 est alimentée par un courant électrique qui la parcourt. Ce courant électrique est avantageusement fourni par le générateur 116. Le courant électrique circulant dans chaque spire 118 engendre un champ magnétique sensiblement parallèle à l'axe A-A'. Sous l'effet de ce champ magnétique, une force de Lorentz s'étendant parallèlement à l'axe B-B' de circulation est créée dans chaque canal 44, ce qui entraîne la circulation de l'électrolyte à travers le canal 44 depuis la conduite d'amenée 28 vers la conduite d'évacuation 30.

Les générateurs électrochimiques 16, 116 selon l'invention sont donc aptes à fournir une quantité substantielle d'énergie électrique avec un rendement élevé. Ils sont aptes à fonctionner avec des pompes de faible capacité, voire même sans pompe, ce qui améliore le rendement électrique du générateur 16, 116, et diminue son bruit.

Dans le cas où le générateur 16, 116 est dépourvu de pompe, le bruit engendré par le générateur 16, 116 devient quasi négligeable.

REVENDEICATIONS

1.- Générateur électrochimique (16 ; 116) pour engin naval (10) comprenant :

- un bloc électrochimique (24) comprenant au moins une anode (40), au moins
5 une cathode (42) située en regard de chaque anode (40), chaque cathode (42) et chaque
anode (40) en regard délimitant entre elles au moins un canal intermédiaire (44) de
circulation d'un électrolyte ;

- une conduite (28) d'amenée d'électrolyte dans le canal intermédiaire (44) ;

- une conduite (30) d'évacuation d'électrolyte hors du canal intermédiaire (44) ;

10 - un système (32) de mise en circulation de l'électrolyte depuis la conduite
d'amenée (28), à travers le canal intermédiaire (44), vers la conduite d'évacuation (30) ;

caractérisé en ce que le système de mise en circulation (32) comporte un
ensemble (50) de génération d'un champ magnétique dans chaque canal intermédiaire
(44), propre à provoquer le déplacement d'électrolyte au moins partiellement par l'effet
15 d'une force de Lorentz lors de la circulation d'un courant électrique entre l'anode (40) et la
cathode (42).

2.- Générateur (16) selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'ensemble de
génération (50) comporte au moins un aimant permanent (52A ; 52B), avantageusement
au moins deux aimants permanents (52A ; 52B) situés en regard l'une de l'autre.

20 3.- Générateur (16) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le système de
mise en circulation comporte au moins une spire (118) destinée à être parcourue par un
courant électrique, avantageusement une pluralité de spires (118) destinées à être
parcourues par un courant électrique, chaque spire (118) étant disposée au moins en
partie autour du canal intermédiaire (44), le courant électrique étant avantageusement
25 fourni par le générateur (16 ; 116) lui-même et/ou par une source auxiliaire lors d'une
phase de mise en route.

4- Générateur (16 ; 116) selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que l'anode (40) est formée par une plaque anodique, la cathode (42)
étant formée par une plaque cathodique située en regard de la plaque anodique, le canal
30 intermédiaire (44) étant délimité entre les plaques.

5- Générateur (16 ; 116) selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte
une pluralité d'espaces intermédiaires (46) en matériau isolant électriquement, disposés
à travers le canal intermédiaire (44) entre chaque plaque anodique et la plaque
cathodique en regard.

35 6- Générateur (16 ; 116) selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'il comporte un réservoir (26) d'électrolyte raccordé en amont à la

conduite d'amenée (28), la conduite d'évacuation (30) débouchant en aval dans le réservoir (26).

7- Générateur (16 ; 116) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le canal intermédiaire (44) est rempli d'électrolyte, l'électrolyte étant formé par de l'eau de mer ou une solution de soude obtenue par dissolution d'hydroxyde de sodium dans de l'eau de mer.

8- Générateur (16 ; 116) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la cathode (42) est formée à partir d'un matériau choisi parmi un oxyde d'argent, un chlorure d'argent.

9- Générateur (16 ; 116) selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'anode (40) est formée à partir d'un matériau choisi parmi l'aluminium, le magnésium.

10- Générateur (16 ; 116) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système (32) de mise en circulation d'électrolyte est propre à faire circuler l'électrolyte dans le canal intermédiaire (44) exclusivement par l'effet d'une force de Lorentz, sans pompage mécanique de l'électrolyte.

11- Engin naval (10), caractérisé en ce qu'il comporte un générateur (16 ; 116) selon l'une quelconque des revendications précédentes, et une charge (18) raccordée électriquement au générateur (16 ; 116).

12- Engin naval (10) selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il forme une torpille, un drone ou tout autre équipement sous-marin destiné à être lancé à partir d'un navire de surface, ou d'un sous-marin.

13- Procédé de génération électrique dans un engin naval (10), le procédé comprenant les étapes suivantes :

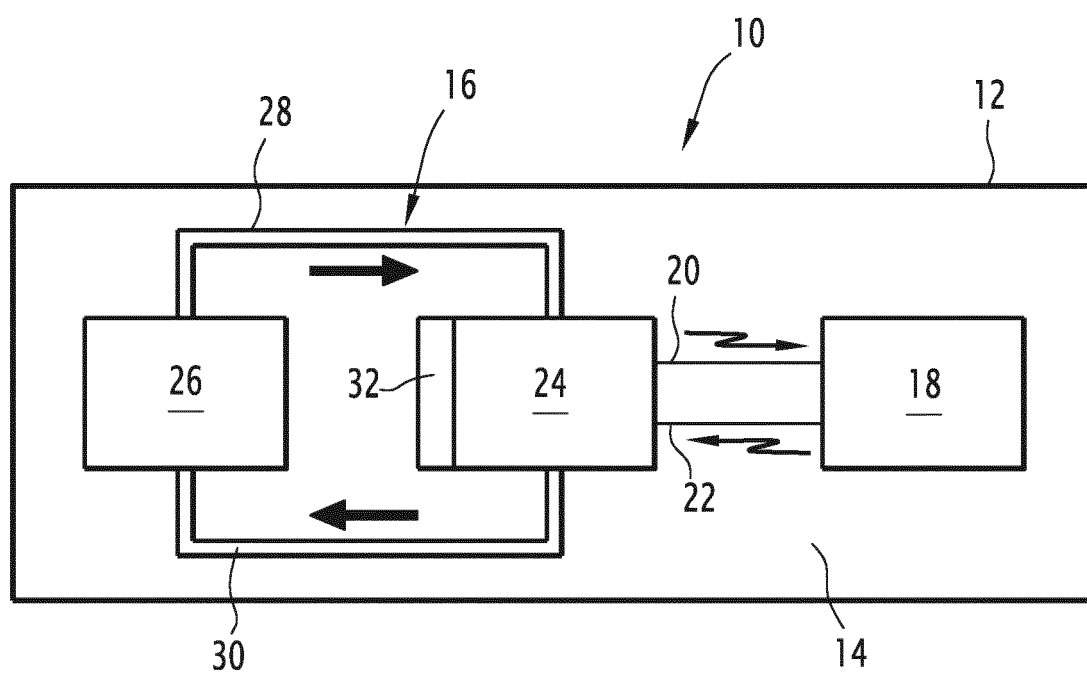
- fourniture d'un générateur (16 ; 116) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 ;

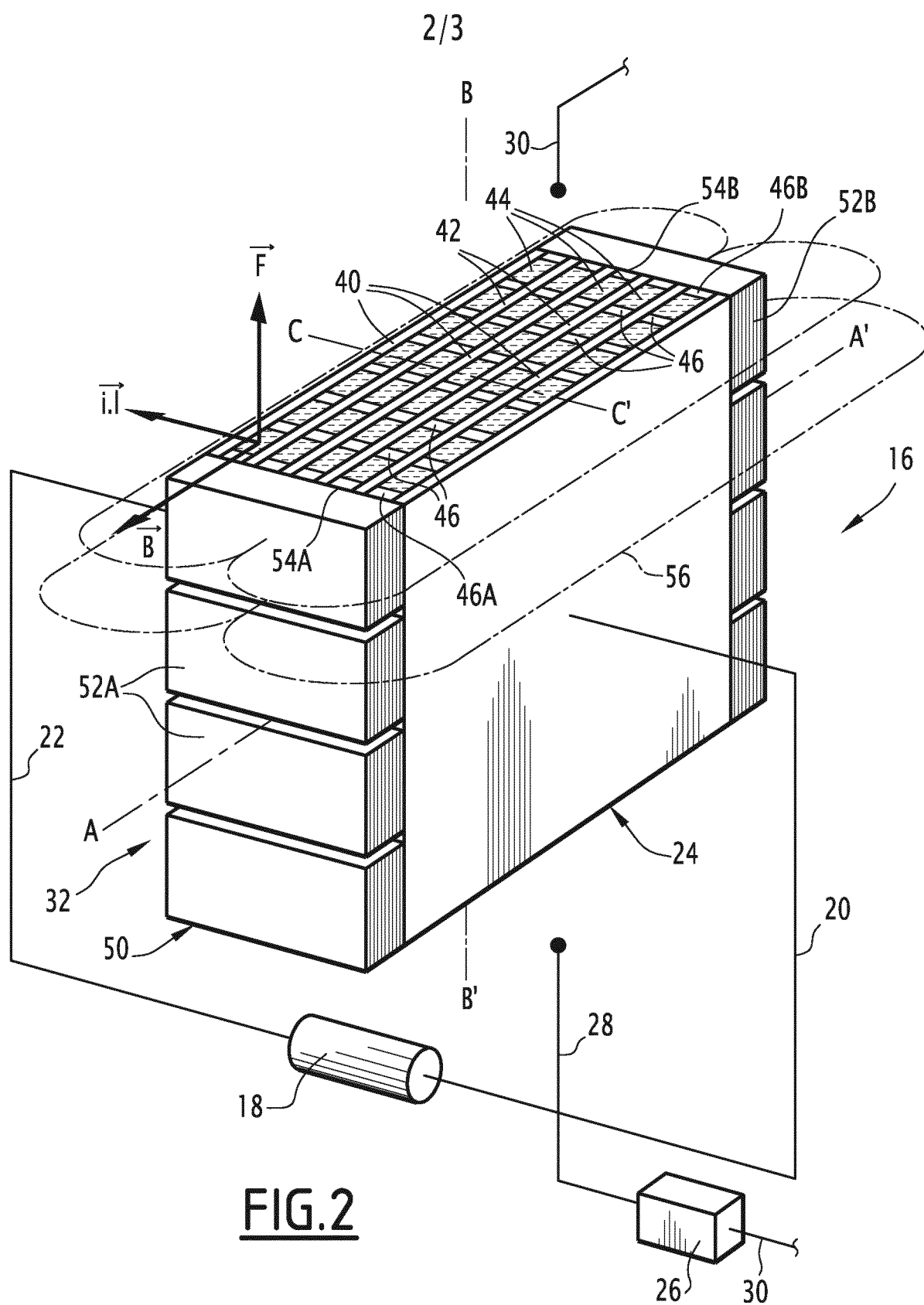
- circulation d'un courant électrique entre l'anode (40) et la cathode (42) à travers l'électrolyte ;

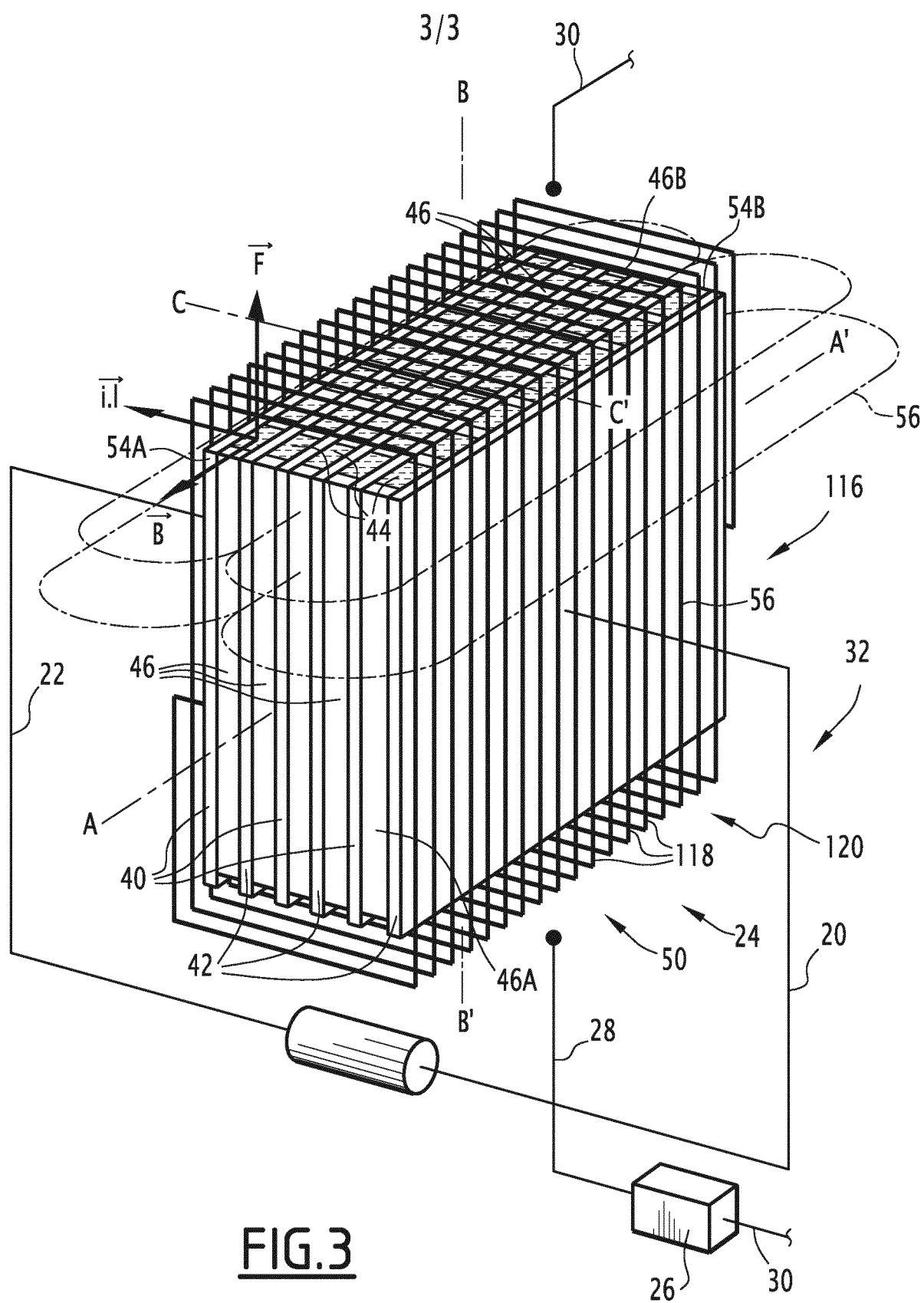
- génération d'un champ magnétique dans chaque canal intermédiaire (44) par l'ensemble de génération (50) du système (32) de mise en circulation ;

- déplacement de l'électrolyte à travers le canal intermédiaire (44) depuis la conduite d'amenée (28) vers la conduite d'évacuation (30) au moins partiellement sous l'effet de la force de Lorentz résultant de la circulation du courant électrique entre l'anode (40) et la cathode (42) et du champ magnétique engendré par l'ensemble de génération (50).

1/3

FIG.1





RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 777192
FR 1258220

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 2 988 587 A (HARING HORACE E) 13 juin 1961 (1961-06-13) * le document en entier *	1-13	H01M6/50 F42B19/24
A	US 3 959 023 A (LA GARDE IVAN) 25 mai 1976 (1976-05-25) * abrégé; figure 1 * * colonne 2, ligne 47 - colonne 3, ligne 48 *	1-13	
A	US 3 463 671 A (DOLL JEAN HENRI ET AL) 26 août 1969 (1969-08-26) * abrégé; figures 5,6 * * colonne 1, ligne 41 - colonne 3, ligne 25 *	1-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
31 mai 2013		Hintermaier, Frank	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1258220 FA 777192**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **31-05-2013**

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2988587	A	13-06-1961	AUCUN	
US 3959023	A	25-05-1976	AUCUN	
US 3463671	A	26-08-1969	DE 1671884 A1	14-10-1971
			FR 1476706 A	14-04-1967
			US 3463671 A	26-08-1969