



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 494 310 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
05.01.2005 Bulletin 2005/01

(51) Int Cl.7: **H01Q 1/34**, B63G 8/38,
H01Q 21/20, H01Q 21/28

(21) Numéro de dépôt: **04291628.8**

(22) Date de dépôt: **29.06.2004**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL HR LT LV MK

(72) Inventeurs:
• **Faure, Sylvain**
75014 Paris (FR)
• **Ribault, Gérard**
95100 Argenteuil (FR)

(30) Priorité: **01.07.2003 FR 0307953**

(74) Mandataire: **Callon de Lamarck, Jean-Robert et al**
Cabinet Régimbeau
20, rue de Chazelles
75847 Paris cedex 17 (FR)

(71) Demandeur: **SAGEM S.A.**
75015 Paris (FR)

(54) **Mât optronique bi-antennaire**

(57) L'invention concerne un mât (1) de sous-marin comportant un stator (2) et un rotor (3) mobile en gisement par rapport au stator, le rotor (3) comportant une tête (4) optronique d'observation, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une antenne (5) de détection radar fixée sur le stator (2).

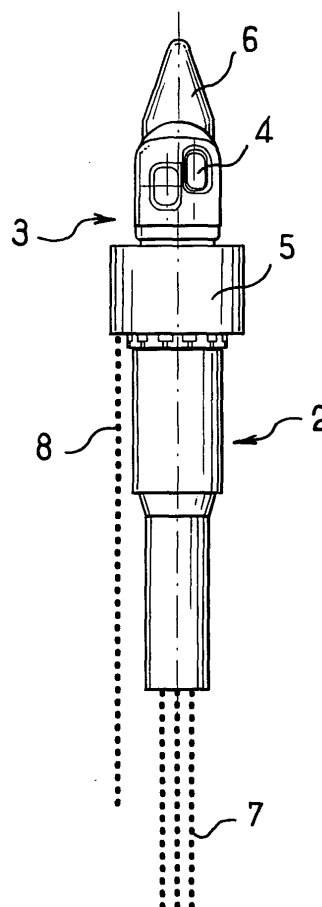


FIG.4

EP 1 494 310 A1

Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] L'invention concerne le domaine technique des mâts optroniques comportant une pluralité d'antennes.

[0002] L'invention concerne plus particulièrement les architectures électromécaniques intégrant un mât optronique de veille avec une antenne de détection radar et une antenne de communication et d'écoute.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0003] Les systèmes périscopiques des sous-marins ont connu des développements pour répondre notamment aux besoins de furtivité accrue du sous-marin dans des opérations militaires.

[0004] En effet, en plus du mât de périscopie permettant une observation visuelle et une télémétrie du théâtre des opérations se déroulant à la surface, un sous-marin a besoin de moyens de détection radar permettant de localiser les navires, ainsi qu'une antenne de communication avec et/ou d'écoute de la surface.

[0005] Ainsi, pour éviter le hissage de plusieurs mâts ou de plusieurs antennes, qui sont autant de moyens susceptibles de trahir la présence du sous-marin et de permettre son repérage par un navire ennemi, on a fixé sur le mât optronique les antennes de détection radar et de communication et d'écoute. On ne hisse ainsi qu'un seul mât, et non deux ou trois.

[0006] A l'heure actuelle, les mâts optroniques remplacent les systèmes périscopiques optiques. Ils permettent en effet d'éviter de pratiquer des ouvertures dans la carène du sous-marin, nécessaires pour l'entrée et la sortie d'un tube de périscopie. Les mâts optroniques permettent au contraire un hissage télescopique sans ouverture dans la carène du sous-marin, ce qui renforce l'étanchéité de ce dernier.

[0007] Les figures 1 et 2 représentent une vue de face et de profil d'une partie extrême supérieure d'un mât optronique selon l'état de l'art.

[0008] Le mât optronique 1 comporte ainsi une partie 2, fixe en gisement, mais qui peut être hissée à la surface par un sous-marin, par un système télescopique par exemple. On fixe une partie mobile en gisement 3 sur cette partie fixe 2, afin d'effectuer une observation en gisement sur 360°. Cette partie mobile 3 comporte ainsi la tête optronique 4 d'observation du théâtre des observations à la surface. On fixe sur la tête 4, de façon solidaire, un système de détection radar 5 et une antenne de communication 6, également solidaire de la tête 4 et donc de la partie mobile 3. Ainsi, l'ensemble des éléments référencés par 4, 5 et 6 tournent en même temps par rapport à la partie fixe 2.

[0009] L'antenne 6 de communication et d'écoute explore les fréquences de communications radio (HF, VHF, SHF...). L'antenne 5 de détection radar explore les

fréquences d'émission radar (bandes E à J).

[0010] Cette structure de mât optronique comportant deux antennes présente cependant des inconvénients.

[0011] Premièrement, les modules de communication, de détection radar et la tête optronique du mât dépendent les uns des autres. Ceci est particulièrement gênant lorsque les caractéristiques des antennes ne sont pas identiques.

[0012] Par exemple, le module de détection radar est directionnel. Or, il tourne avec la tête du mât optronique. Par conséquent, en fonctionnement, un tel module requiert des informations de gisement concernant la tête du mât optronique pour corriger sa position angulaire de l'angle de la direction de visée optronique. C'est seulement une fois que cette opération de correction est effectuée qu'il peut fournir à l'opérateur la direction d'arrivée « absolue » des signaux radar détectés. En cas de panne du mât optronique, le module de détection radar ne dispose plus de l'information de position angulaire et ne peut plus indiquer les directions d'émission radar.

[0013] De plus, si l'antenne de détection radar est envoyée en réparation, le mât optronique et le module de communication sont inutilisables. En effet, dans les dispositifs selon l'état de l'art, l'antenne de communication ne se fixe qu'avec l'antenne de détection radar et ne peut venir se fixer directement sur le haut du mât optronique, en lieu et place du module de détection radar.

[0014] Deuxièmement, les signaux radiofréquences de l'antenne radar 5 doivent traverser un collecteur tournant et des cloisons entre les différentes enceintes du mât 1. La traversée des éléments se traduit par des pertes en transmission. Ces pertes sont par exemple de l'ordre de 4 à 6 décibels à 18 GHz. Elles dégradent significativement la sensibilité de l'équipement radar.

[0015] Troisièmement, l'intégration de deux antennes sur la tête d'un mât pose plusieurs problèmes techniques. En effet, l'implantation de nombreux (de l'ordre de quatre ou cinq) câbles compatibles avec les radiofréquences est difficile. D'une part, ils sont encombrants et rigides de par leur conception. Les câbles nécessitent de plus une connectique spécifique. D'autre part, le collecteur tournant pour l'antenne radar est compliqué et également encombrant. Son installation nécessite en effet de quatre à cinq joints tournants hyperfréquence.

[0016] De plus, il existe un risque important de diaphonie entre les câbles véhiculant les radiofréquences. Une émission sur l'antenne de communication risque de perturber le module de détection des fréquences radar. Tout cela fait que l'assemblage selon l'état de la technique a un volume important qui peut avoir des conséquences non négligeables sur le comportement général du mât optronique. Par exemple, l'asservissement en gisement doit être performant pour contrecarrer le couple inertiel important de la tête optronique. Le mât doit de plus avoir une bonne tenue mécanique car le dispositif comporte un porte à faux important supérieur à 1 mètre, qui doit être mis en regard des contraintes

imposées qui sont importantes, du fait des chocs et des paquets de mer. Ceci augmente notamment le coût de production des mâts optroniques de l'art antérieur.

PRESENTATION DE L'INVENTION

[0017] L'invention a pour but de pallier ces inconvénients.

[0018] L'invention a notamment pour but de fournir un ensemble comportant un mât optronique, un module de détection radar et un module de communication et d'écoute permettant d'éviter les pertes en transmission.

[0019] Un des autres buts de l'invention est de proposer un mât optronique bi-antennaire dont la conception et le montage sont grandement simplifiés, notamment grâce à un nombre de pièces réduit.

[0020] Un des autres buts de l'invention est de proposer un mât optronique bi-antennaire qui évite la diaphonie entre les modules de détection et/ou d'écoute et de communication.

[0021] Un des autres buts de l'invention est de proposer un mât optronique bi-antennaire dont chaque module est indépendant des autres. Une telle indépendance permet d'augmenter le taux d'utilisation du mât, notamment en cas d'avarie d'un des modules du mât.

[0022] Enfin, un autre but de l'invention est de proposer un mât optronique dont le volume est sensiblement réduit, ce qui augmente la furtivité du mât, tout en diminuant les contraintes de tenue mécanique et d'asservissement en gisement de la tête de mât.

[0023] A cet effet, l'invention propose un mât de sous-marin comportant un stator et un rotor mobile en gisement par rapport au stator, le rotor comportant une tête optronique d'observation, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une antenne de détection radar fixée sur le stator.

[0024] L'invention est avantageusement complétée par les caractéristiques suivantes, prises seules ou en une quelconque de leur combinaison techniquement possible :

- l'antenne de détection radar est fixée en collier sur le stator ;
- il comporte une antenne de communication et d'écoute, fixée sur la tête optronique ;
- les câbles d'alimentation de l'antenne de détection radar et les câbles de transferts d'informations entre le sous-marin et l'antenne de détection radar sont à l'extérieur du mât ;
- les câbles d'alimentation de la tête optronique et les câbles de transferts d'informations entre le sous-marin d'une part et la tête optronique d'autre part sont à l'intérieur du mât ;
- les câbles d'alimentation de l'antenne de communication et les câbles de transferts d'informations entre le sous-marin d'une part et l'antenne de communication d'autre part sont à l'intérieur du mât ;
- l'antenne de détection radar est de forme tubulaire,

le diamètre intérieur de l'ouverture du tube constitutif de l'antenne étant adapté par excès au diamètre extérieur du rotor ;

- le stator est fixé sur une structure télescopique apte à permettre son hissage et son affalement par rapport au sous-marin ;
- l'antenne de communication et d'écoute est fixée sur la partie supérieure de la tête optronique.

[0025] L'invention concerne également un sous-marin comportant une antenne selon l'invention.

PRESENTATION DES FIGURES

[0026] D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

Les figures 1 et 2 déjà commentées, représentent une vue de face et de profil d'un système de mât optronique bi-antennaire selon l'état de l'art ;

La figure 3 représente schématiquement un mât optronique selon l'invention monté sans l'antenne de communication et sans l'antenne de détection radar ;

La figure 4 représente schématiquement un mât optronique selon l'invention comportant une antenne radar et une antenne de communication et d'écoute ;

La figure 5 représente schématiquement une vue en élévation d'une antenne de détection radar pouvant se fixer sur un mât optronique selon l'invention.

[0027] Sur l'ensemble des figures 1 à 5, les éléments de fonctions similaires portent des références numériques identiques.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0028] La figure 3 représente schématiquement une vue de face d'une partie extrême d'un exemple de mât optronique 1 selon l'invention.

[0029] Le mât optronique 1 comporte principalement deux parties, toutes deux de forme sensiblement tubulaire. Une partie 2 appelée 'stator' représente l'embase support d'une partie 3 appelée 'rotor'. Le rotor 3 est fixé sur le stator 2 de façon à pouvoir pivoter en gisement par rapport au stator, sur un angle de 360° par exemple.

[0030] Le stator 2 est monté sur un mât de hissage solidaire de la carène du sous-marin, il est fixe en gisement par rapport à la ligne de foi du sous-marin. Le mât optronique 1 peut ainsi être hissé ou affalé par rapport au sous-marin en conservant la référence de l'orientation du sous-marin.

[0031] La partie 3 comporte à son extrémité supérieure (la plus éloignée du sous-marin) une tête de détection optronique 4, permettant l'observation de la surface,

dans le spectre visible et l'infrarouge par exemple. L'observation de ces deux spectres permet une observation de navires à la surface, ainsi qu'une éventuelle télémétrie permettant d'évaluer la distance entre le sous-marin et des navires à la surface. La tête de détection optronique 4 est connue en elle-même et ne sera pas décrite en détail dans la présente description.

[0032] La figure 3 montre également les câbles 7 étanches permettant la transmission des informations entre l'intérieur du sous-marin et la tête du mât optronique, ainsi que l'alimentation en énergie des modules de la tête optronique 4. Les câbles 7 sont disposés à l'intérieure du mât 1, de façon longitudinale au mât 1.

[0033] La figure 4 montre l'ensemble de la partie supérieure du mât optronique 1 selon l'invention. Le mât comporte ainsi deux antennes en plus de la tête 4 de détection optronique. Une première antenne référencée par 5 représente une antenne de détection radar. Une seconde antenne référencée par 6 représente une antenne de communication et d'écoute.

[0034] L'antenne 6 explore les fréquences de communication radio (HF, VHF, SHF,...). L'antenne 5 de détection radar explore les fréquences d'émission radar (bandes E à J).

[0035] L'antenne 6 de communication et d'écoute est montée sur la partie supérieure extrême de la tête optronique 4. Cette antenne 6 de communication et d'écoute tourne ainsi en même temps que la partie optronique 4 du mât 1. Le fait que cette antenne 6 est solidaire de la tête optronique et tourne en même temps qu'elle n'est pas gênant, puisque les antennes de communication et d'écoute sont omnidirectionnelles.

[0036] Les câbles étanches 7 permettant les transferts d'information entre l'intérieur du sous-marin et l'antenne 6, ainsi que l'alimentation de cette dernière sont montés en interne par rapport au mât optronique et sont ainsi également référencés par 7 sur la figure 4.

[0037] L'antenne de détection radar 5 est quant à elle fixée en collier sur le stator 2 du mât optronique 1. Par exemple, comme le montre la figure 5, l'antenne de détection radar est de forme tubulaire. On entend par fixation « en collier » le fait que les parois longitudinales d'émission/réception des ondes radars sont sensiblement parallèles à la direction d'extension du mât 1. Les parois longitudinales de l'antenne 5 font ainsi face à l'environnement du mât 1 sur 360°. De par son montage en collier, le radar possède une vue panoramique de l'environnement du mât 1. Le diamètre intérieur de l'ouverture du tube constitutif de l'antenne 5 est adapté par excès au diamètre extérieur du rotor 3 visible sur la figure 3, de façon à permettre au rotor 3 de tourner au centre de l'antenne 5 fixe sur le stator 2. L'antenne 5 est montée fixe sur le stator 2 par tout moyen approprié. Comme le montrent les figures 3 et 4, l'antenne radar 5 peut être fixée au stator 2 grâce à des vis montées sur sa base.

[0038] Ainsi, l'antenne 5 est fixée rigidement sur l'embase support 2, en dessous de la tête optronique 4.

[0039] On rencontre ainsi, en partant du sous-marin

vers la tête du mât optronique, premièrement l'antenne 5 fixée sur le stator 2, puis, dans une partie supérieure, la tête optronique 4 et, en partie extrême, l'antenne 6 de communication et d'écoute. La tête 4 et l'antenne 6 sont solidaires l'une de l'autre et tournent en même temps.

[0040] Par conséquent, l'antenne radar 5 n'est plus mobile par rapport au sous-marin, mais statique. De part sa situation, en dessous de la tête optronique 4, ses signaux ne traversent plus le mât optronique 1. Ainsi, les câbles étanches permettant le transfert d'informations et l'alimentation entre le sous-marin et l'antenne 5 peuvent être montés en externe par rapport au mât optronique 1 et sont référencés par 8 sur la figure 4. Les câbles étanches 8 passent à l'extérieur du tube du mât 1, ce qui évite toute diaphonie entre les différents signaux des différents modules.

[0041] Ainsi, l'architecture du mât 1 optronique bi-antennaire de l'invention présente de nombreux avantages.

[0042] Tout d'abord, dans l'architecture « collier », l'antenne 5 de détection radar ne tourne pas. Elle est fixée rigidement sur la partie stator 2 du mât optronique. Cette implantation permet de connecter directement l'antenne 5 aux câbles 8 immergeables qui lient le mât hissable à la coque épaisse du sous-marin. Il n'y a plus de traversée électrique du mât optronique 1. La transmission des ondes radiofréquences n'est que meilleure.

[0043] De plus, dans la nouvelle architecture, les éléments de transmission radiofréquences internes au mât optronique sont moins nombreux. Par exemple, le dispositif selon l'invention ne comporte que deux à trois pistes radiofréquences limitées aux bandes de communication radio. En outre, ces fréquences plus basses que celles de l'écoute radar se prêtent mieux à une intégration de ce type. On a notamment moins de perte en transmission et des câbles de section plus réduite.

[0044] On rappelle que le risque de diaphonie entre les voies radar et de communication est très faible, dans la mesure où le cheminement de leurs câbles respectifs est clairement séparé. Le cheminement des câbles de l'antenne 5 de détection radar est effectué en externe, tandis que le cheminement des câbles de l'antenne 6 de communication est effectué en interne par rapport au mât optronique.

[0045] La partie tournante du mât composée de la tête optronique 4 et de l'antenne 6 de communication est également plus compacte et moins inertielle.

[0046] Enfin, la nouvelle architecture réduit notablement la dépendance des modules les uns par rapport aux autres. L'antenne 5 de détection radar est montée fixe et ne dépend pas de la direction de pointage du mât optronique 1. Elle peut donc être utilisée lorsque ce dernier est inopérant, par exemple éteint ou en panne. Le mât 1 sans son antenne 5 de détection radar peut être utilisé normalement. Les fonctions de détection optronique et de communication ou d'écoute restent disponibles lorsque l'antenne 5 de détection radar est démon-

tée pour des opérations de maintenance par exemple.

[0047] Bien entendu, on comprend que la partie supérieure du mât 1 constituant le rotor peut ne comporter qu'une tête optronique 4 et ne comporter qu'une antenne 6 de communication et d'écoute en option.

5

9. Sous-marin, **caractérisé en ce qu'il** comporte une antenne selon l'une des revendications 1 à 8.

Revendications

1. Mât (1) de sous-marin comportant un stator (2) et un rotor (3) mobile en gisement par rapport au stator, une antenne (5) de détection radar fixée sur le stator (2), le rotor (3) comportant une tête (4) optronique d'observation, **caractérisé en ce que** l'antenne (5) de détection radar est fixée en collier sur le stator (2). 10 15
2. Mât selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comporte une antenne (6) de communication et d'écoute, fixée sur la tête optronique (4). 20
3. Mât selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les câbles (8) d'alimentation de l'antenne (5) de détection radar et les câbles (8) de transferts d'informations entre le sous-marin et l'antenne (5) de détection radar sont à l'extérieur du mât (1). 25
4. Mât selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les câbles (7) d'alimentation de la tête (4) optronique et les câbles de transferts d'informations entre le sous-marin d'une part et la tête (4) optronique d'autre part sont à l'intérieur du mât (1). 30 35
5. Mât selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** les câbles (7) d'alimentation de l'antenne (6) de communication et les câbles de transferts d'informations entre le sous-marin d'une part et l'antenne (6) de communication d'autre part sont à l'intérieur du mât (1). 40
6. Mât selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'antenne de détection radar est de forme tubulaire, le diamètre intérieur de l'ouverture du tube constitutif de l'antenne (5) étant adapté par excès au diamètre extérieur du rotor (2). 45
7. Mât selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le stator est fixé sur une structure télescopique apte à permettre son hissage et son affalement par rapport au sous-marin. 50
8. Mât selon l'une des revendications 2 à 7, **caractérisé en ce que** l'antenne (6) de communication et d'écoute est fixée sur la partie supérieure de la tête optronique (4). 55

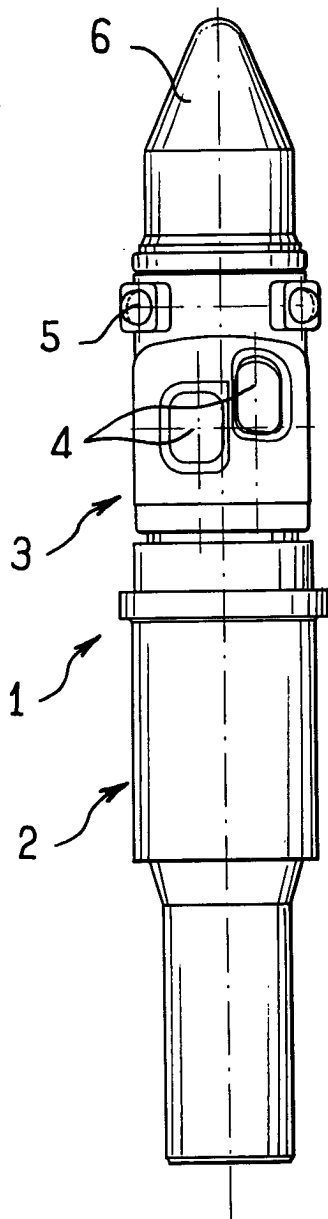


FIG.1

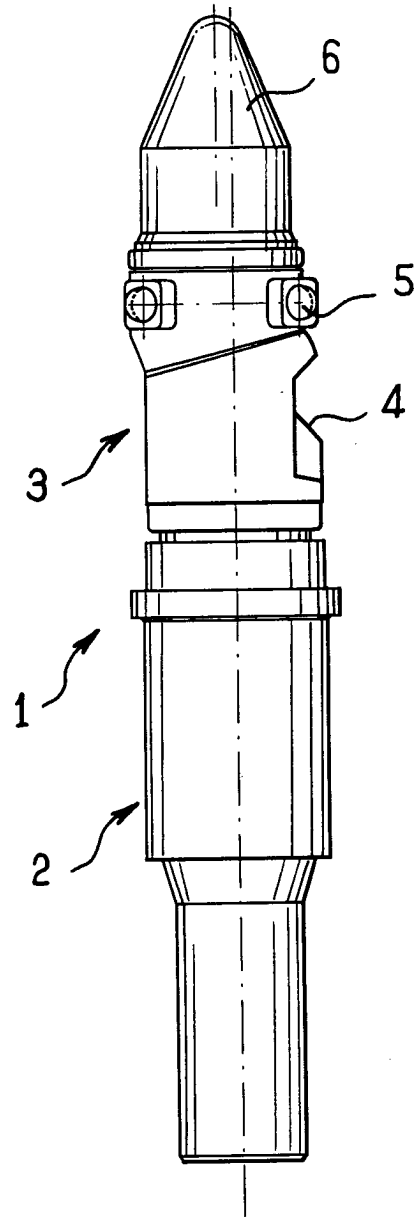


FIG.2

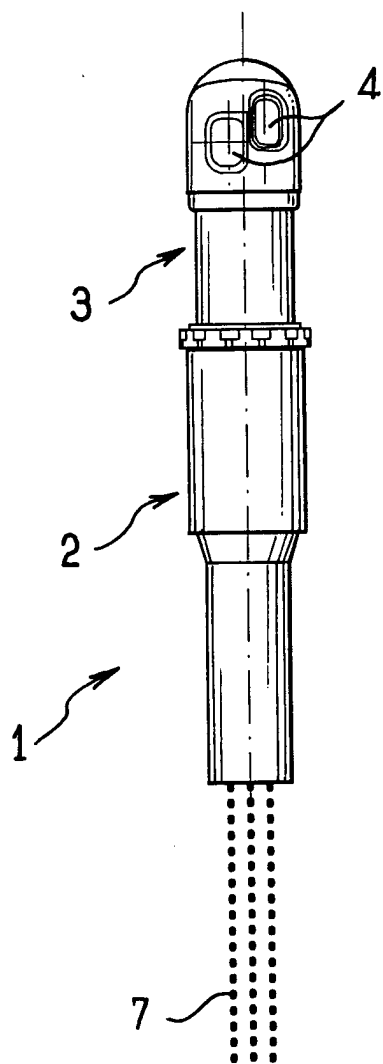


FIG.3

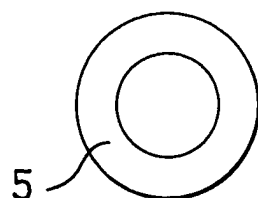


FIG.5

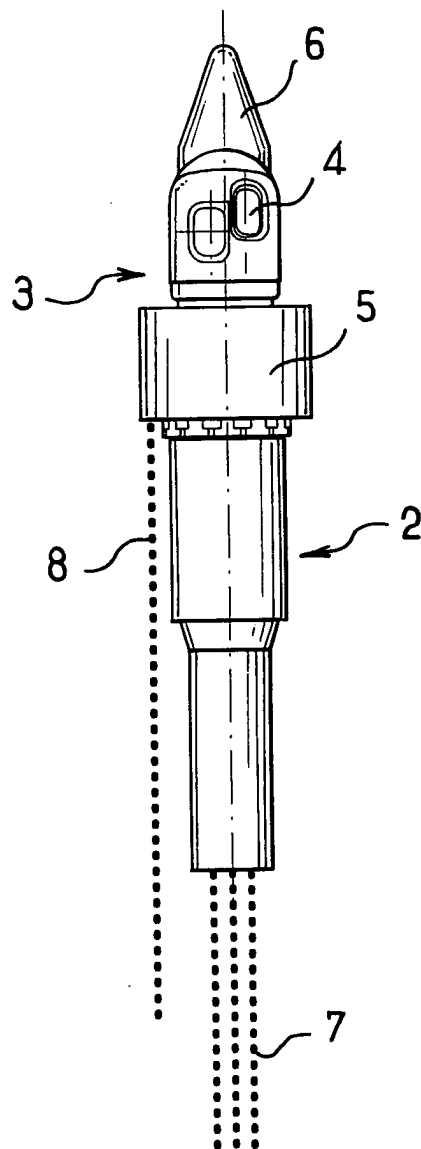


FIG.4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 04 29 1628

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
Y	EP 0 364 341 A (SOPELEM) 18 avril 1990 (1990-04-18) * colonnes 2-6; figures 1,3 *	1-9	H01Q1/34 B63G8/38 H01Q21/20 H01Q21/28
A	US 4 640 216 A (JANNUSCH REINER ET AL) 3 février 1987 (1987-02-03) * colonne 7, ligne 24-26; figure 6 *	2,5,8	
Y	US 5 291 211 A (TROPPER MATTHEW B) 1 mars 1994 (1994-03-01) * colonne 3; figure 3 *	1-9	
A	US 5 977 918 A (SIRMALIS JOHN E) 2 novembre 1999 (1999-11-02) * figures 2,3 * * colonne 3, ligne 14-59 *	1	
A	US 4 612 543 A (DEVRIES JAMES M) 16 septembre 1986 (1986-09-16) * le document en entier *	6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H01Q B63G
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 29 septembre 2004	Examineur Ribbe, J
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 (P04C02)

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

EP 04 29 1628

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.

29-09-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0364341	A	18-04-1990	FR 2637560 A1	13-04-1990
			DE 68902721 D1	08-10-1992
			DE 68902721 T2	28-01-1993
			EP 0364341 A1	18-04-1990

US 4640216	A	03-02-1987	DE 3433397 A1	20-03-1986
			AU 578366 B2	20-10-1988
			AU 5833986 A	10-12-1987
			DE 3577425 D1	07-06-1990
			EP 0177745 A2	16-04-1986

US 5291211	A	01-03-1994	AUCUN	

US 5977918	A	02-11-1999	AUCUN	

US 4612543	A	16-09-1986	AUCUN	

EPO FORM P0460

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