

(19)



(11)

EP 2 383 838 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
04.08.2021 Bulletin 2021/31

(51) Int Cl.:
H01Q 1/00 (2006.01) H01Q 3/26 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11305484.5**

(22) Date de dépôt: **22.04.2011**

(54) **Système d'antenne déportée**

Fernantennensystem

Remote antenna system

(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**

(30) Priorité: **29.04.2010 FR 1053313**

(43) Date de publication de la demande:
02.11.2011 Bulletin 2011/44

(73) Titulaire: **NAVAL GROUP
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Leroy, Bernard
83000, Toulon (FR)**
• **Le Boudec, Patrice
22660, Trevou-Treguignex (FR)**

• **Mechin, David
22300, Ploubezre (FR)**

(74) Mandataire: **Lavoix
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)**

(56) Documents cités:
**FR-A1- 2 890 508 FR-A1- 2 929 764
US-A- 4 885 589 US-A- 5 136 295
US-A1- 2008 029 015 US-A1- 2010 045 565**

• **CAPMANY J ET AL: "A Tutorial on Microwave
Photonic Filters", JOURNAL OF LIGHTWAVE
TECHNOLOGY, IEEE SERVICE CENTER, NEW
YORK, NY, US, vol. 24, no. 1, 1 janvier 2006
(2006-01-01), pages 201-229, XP001545413, ISSN:
0733-8724, DOI: DOI:10.1109/JLT.2005.860478**

EP 2 383 838 B1

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).

Description

[0001] La présente invention concerne un système d'antenne déportée.

[0002] Plus particulièrement l'invention concerne un tel système d'antenne qui comporte des moyens à fibre optique de raccordement d'une source optique à des moyens formant antenne d'émission de signaux par exemple radioélectriques.

[0003] Ce type de systèmes d'antenne déportée présente un certain attrait notamment en matière de discrétion dans le domaine des communications pour des sous-marins ou équivalents.

[0004] Différents travaux ont déjà été menés sur ces antennes déportées et en particulier des moyens à fibre optique ont déjà été utilisés entre la source optique et les moyens formant antenne proprement dits pour transmettre les signaux à émettre.

[0005] Il est connu du document US 5 136 295 A de remorquer un ou plusieurs leurres par un aéronef en utilisant des câbles de remorquage. Ces câbles de remorquage comprennent des composants de fibre optique qui transmettent optiquement aux leurres les deux signaux radiofréquences pour la retransmission vers un radar hostile et une alimentation en courant continu.

[0006] Il est connu du document US 4 885 589 A de distribuer des signaux radiofréquences au moyen de fibres optiques entre un émetteur-récepteur radar central et des modules d'émission-réception distants associés à des éléments d'un réseau actif à commande de phase.

[0007] Le problème est que les moyens formant antenne nécessitent une alimentation en énergie électrique.

[0008] Cette alimentation a jusqu'à présent été assurée en utilisant des conducteurs électriques associés aux moyens à fibre optique.

[0009] Des moyens à fibre optique sont alors utilisés pour transporter les signaux à émettre tandis que les conducteurs électriques sont utilisés pour transmettre la puissance électrique à destination de moyens de commande correspondants associés aux moyens en forme d'antenne.

[0010] On conçoit que ceci présente un certain nombre d'inconvénients car il est alors nécessaire de prévoir des circuits électroniques à proximité des moyens en forme d'antenne.

[0011] Par ailleurs, les liaisons tant électriques qu'optiques nécessitent des câbles qui peuvent être lourds et volumineux, d'une masse et d'un volume préjudiciables à la discrétion recherchée.

[0012] Par ailleurs des problèmes de liaison galvanique, de puissance, de rendement et de compatibilité électromagnétique se posent également.

[0013] Le but de l'invention est donc de résoudre ces problèmes.

[0014] A cet effet l'invention a pour objet un système d'antenne déportée tel que défini dans la revendication 1.

[0015] Selon d'autres aspects de l'invention, le système

d'antenne déportée comprend l'une ou plusieurs des caractéristiques des revendications 2 à 9.

[0016] L'invention sera mieux comprise à l'aide 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 représente un premier exemple de réalisation d'un système d'antenne déportée selon l'invention ;
- la figure 2 représente un deuxième exemple de réalisation d'un système d'antenne déportée selon l'invention ;
- la figure 3 illustre un troisième exemple de réalisation d'un système d'antenne déportée selon l'invention ; et
- la figure 4 illustre le détail de l'éclairement de cellules.

[0017] On a en effet illustré sur ces figures et en particulier sur la figure 1, un système d'antenne déportée qui comporte des moyens à fibre optique désignés par la référence générale 1 sur cette figure 1, de raccordement d'une source optique désignée par la référence générale 2 à des moyens formant antenne d'émission de signaux par exemple radioélectriques désignés par la référence générale 3.

[0018] Bien entendu d'autres types de signaux peuvent être envisagés.

[0019] Selon l'invention ce système comporte également des moyens de modulation du faisceau issu de la source optique en fonction des signaux à faire émettre par les moyens formant antenne d'une part et des moyens de conversion opto-électriques de ce faisceau modulé d'alimentation des moyens en forme d'antenne d'autre part.

[0020] Sur la figure 1, les moyens de modulation sont désignés par la référence générale 4 et sont adaptés pour piloter directement la source optique 2 afin que celle-ci délivre un faisceau modulé en fonction des signaux à émettre.

[0021] Les moyens de conversion opto-électriques d'alimentation des moyens en forme d'antenne 3 sont quant à eux désignés par la référence générale 5.

[0022] En fait la source optique 2 peut par exemple être une source laser tandis que les moyens de conversion opto-électriques comprennent un réseau de cellules photovoltaïques adaptées pour convertir le faisceau laser modulé issu des moyens à fibre optique en énergie électrique d'attaque des moyens en forme d'antenne 3.

[0023] Bien entendu d'autres modes de réalisation peuvent être envisagés comme celui illustré sur la figure 2, sur laquelle on reconnaît la source optique 2, les moyens à fibre optique 1, les moyens formant cellules photovoltaïques 5, les moyens en forme d'antenne 3 et les moyens de modulation du faisceau issu de la source 2, ces moyens étant désignés par la référence générale 6 sur cette figure 2.

[0024] A la différence de la modulation directe de la source illustrée sur la figure 1, sur cette figure 2, les moyens 6 de modulation du faisceau laser issu de cette source 2, sont interposés entre la sortie de faisceau de cette source et l'extrémité correspondante des moyens à fibre optique 1.

[0025] On a illustré sur la figure 3, l'utilisation de moyens à optique diffractive interposés entre l'extrémité correspondante des moyens à fibre 1 et le réseau de cellules photovoltaïques 5.

[0026] Sur cette figure 3, on reconnaît toujours la source optique telle que par exemple la source laser désignée par la référence générale 2, les moyens à fibre optique désignés par la référence générale 1 et le réseau de cellules photovoltaïques désigné par la référence générale 5.

[0027] De façon avantageuse, les moyens à fibre optique peuvent par exemple être formés par des moyens à fibre microstructurée, des moyens à fibre à cœur creux et/ou des moyens à fibre par exemple de section non circulaire comme par exemple carrée ou rectangulaire, ces trois caractéristiques pouvant être cumulées, comme cela est illustré sur la figure 4, ou non.

[0028] D'autres moyens à fibre comme par exemple des moyens à fibre à gradient d'indice ou des moyens à fibre à gaine d'air de type « airclad » peuvent également être envisagés.

[0029] Des moyens à optique diffractive désignés par la référence générale 7 sont interposés entre l'extrémité correspondante de ces moyens à fibre 1 et le réseau de cellules 5 pour éclairer l'ensemble de celles-ci et optimiser le taux d'éclairement de ce réseau.

[0030] On conçoit alors que, le système selon l'invention étant basé sur l'utilisation d'une source optique telle que par exemple une source laser et de moyens permettant de moduler cette source directement ou de manière externe, c'est-à-dire en agissant directement sur cette source ou sur le faisceau issu de celle-ci, pour moduler ce faisceau en fonction des signaux à faire émettre par les moyens en forme d'antenne, ce signal est alors transporté par des moyens à fibre optique jusqu'à un réseau de cellules photovoltaïques permettant de reconvertir l'énergie lumineuse en énergie électrique modulée pouvant être appliquée directement aux moyens en forme d'antenne ou à tout autre dispositif permettant de générer par exemple l'émission d'un signal radioélectrique.

[0031] Un réseau de n cellules photovoltaïques peut être utilisé pour délivrer chacune une puissance p , qui seront alors utilisées afin d'augmenter la puissance totale fournie par ce réseau, P totale étant égale à np .

[0032] Un élément à optique diffractive est inséré entre les moyens à fibre de transport et le réseau de cellules photovoltaïques afin d'améliorer l'efficacité de la conversion.

[0033] En effet cet élément permet de diviser le faisceau laser sortant des moyens à fibre en plusieurs faisceaux selon un motif de diffraction prédéterminé qui correspond par exemple à la forme de la matrice du réseau

de cellules utilisées pour reconvertir l'énergie lumineuse en énergie électrique.

[0034] Ce type de configuration, qui permet un éclairement non uniforme du réseau, est nécessaire si l'espacement entre chaque cellule est important vu que toute partie du faisceau n'atteignant pas les cellules est perdue, car elle n'est pas convertie en énergie électrique.

[0035] Si l'espacement entre les cellules est nul ou très faible (réseau MIM pour Monolithic Interconnected Module), une autre solution peut consister, pour optimiser le couplage entre la fibre et le réseau, à utiliser une fibre de transport à cœur creux et/ou par exemple de section non circulaire comme par exemple carrée ou rectangulaire, qui permet d'insoler uniformément un réseau de cellules de même forme, en utilisant la divergence naturelle du faisceau.

[0036] Cette solution permet d'améliorer le rendement de l'ensemble tout en se passant de l'élément à optique diffractive qui peut être coûteux et volumineux.

[0037] L'inconvénient de ce type d'architecture est la plus faible bande passante des réseaux MIM qui peut être rédhibitoire pour utiliser ce genre de configuration dans la transmission de signaux de fréquence élevée.

[0038] La fibre de transport doit également être spécialement conçue pour transmettre de la forte puissance modulée. En effet elle doit bénéficier d'une bande passante spécifique. L'utilisation de fibres microstructurées permet de lever certaines limitations imposées par les fibres classiques.

[0039] La microstructure amène un degré de liberté supplémentaire et donc une plus grande flexibilité dans la conception de la fibre. En particulier ces nouvelles fibres peuvent permettre de supporter de plus fortes puissances en utilisant par exemple des fibres à cœur creux, de transmettre de plus grandes bandes passantes pour les signaux modulés (fibres à très fort gradient d'indice) ou d'optimiser le couplage de la fibre avec des éléments externes (fibres à très forte ouverture numérique de type AIRCLAD).

[0040] A titre d'exemple la puissance électrique recherchée sur les moyens en forme d'antenne peut être de 100 ou 200 Watts. L'efficacité du réseau de cellules photovoltaïques est de l'ordre de 50%. Il doit donc être insolé par une puissance optique de 200 ou 400 Watts. Sachant que les pertes du reste du système c'est-à-dire au niveau des moyens de modulation, de la fibre et de l'optique diffractive, sont de l'ordre de 50%, la puissance optique de la source laser peut par exemple être de l'ordre de 400 ou 800 Watts.

[0041] Un tel système trouve de nombreuses applications notamment dans les systèmes antennaires pour les mâtures intégrées ou encore pour l'émission de signaux en immersion pour les sous-marins.

[0042] Il va de soi bien entendu que d'autres modes de réalisation encore peuvent être envisagés.

Revendications

1. Système d'antenne déportée, du type comportant des moyens à fibre optique (1) de raccordement d'une source optique (2) à des moyens formant antenne d'émission de signaux (3), comportant :

des moyens (4 ; 6) de modulation du faisceau issu de la source optique (2) en fonction des signaux à faire émettre par les moyens formant antenne (3) d'une part et des moyens (5) de conversion opto-électrique d'alimentation en énergie des moyens formant antenne (3) d'autre part, les moyens de conversion opto-électrique comprenant un réseau de cellules photovoltaïques adaptées pour convertir le faisceau modulé issu des moyens à fibre optique (1) en énergie électrique d'attaque des moyens formant antenne (3), et **caractérisé**

en ce que des moyens à optique diffractive (7) sont interposés entre les moyens à fibre (1) et le réseau de cellules photovoltaïques (5) pour adapter le faisceau optique en sortie de fibre au réseau de cellules et optimiser le taux d'éclairement de ce réseau.

2. Système d'antenne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens de modulation comprennent des moyens de modulation directe (4) de la source optique (2).
3. Système d'antenne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens de modulation comprennent des moyens (6) de modulation du faisceau en sortie de la source optique (2).
4. Système d'antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la source optique (2) est une source laser.
5. Système d'antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens à fibre optique (1) comprennent des moyens à fibre microstructurée.
6. Système d'antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens à fibre optique (1) comprennent des moyens à fibre à gradient d'indice.
7. Système d'antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens à fibre optique (1) comprennent des moyens à fibre à gaine d'air.
8. Système d'antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens à fibre optique (1) comprennent des

moyens à fibre à cœur creux.

9. Système d'antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens à fibre optique (1) comprennent des moyens à fibre présentant une section non circulaire.

Patentansprüche

1. System mit einer entfernten Antenne vom Typ, aufweisend Optische-Faser-Mittel (1) zum Verbinden einer optischen Quelle (2) mit Mitteln, welche eine Signalübertragungsantenne (3) bilden, aufweisend:

Mittel (4, 6) zur Modulation des Strahls, welcher von der optischen Quelle (2) stammt, in Abhängigkeit von Signalen, welche mittels der Mittel, welche die Antenne (3) bilden, zu emittieren sind, einerseits und Mittel (5) zur opto-elektrischen Umwandlung zur Versorgung mit Energie der Mittel, welche die Antenne (3) bilden, andererseits, wobei die Mittel zur opto-elektrischen Umwandlung ein Netz mit Photovoltaikzellen aufweisen, welche angepasst sind, um den modulierten Strahl, welcher von den Optische-Faser-Mitteln (1) stammt, in elektrische Energie zum Anlegen an die Mittel, welche die Antenne (3) bilden, umzuwandeln, und **gekennzeichnet dadurch, dass** Mittel mit diffraktiver Optik (7) zwischen den Faser-Mitteln (1) und dem Netz mit Photovoltaikzellen (5) angeordnet sind, um den optischen Strahl am Faserausgang an das Netz mit Zellen anzupassen und die Beleuchtungsrate dieses Netzes zu optimieren.

2. Antennensystem gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Modulation Mittel zur direkten Modulation (4) der optischen Quelle (2) aufweisen.
3. Antennensystem gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Modulation Mittel (6) zur Modulation des Strahls am Ausgang der optischen Quelle (2) aufweisen.
4. Antennensystem gemäß irgendeinem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optische Quelle (2) eine Laser-Quelle ist.
5. Antennensystem gemäß irgendeinem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Optische-Faser-Mittel Mikrostrukturierte-Faser-Mittel aufweisen.
6. Antennensystem gemäß irgendeinem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Optische-Faser-Mittel (1) Indexgradient-Faser-

Mittel aufweisen.

7. Antennensystem gemäß irgendeinem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Optische-Faser-Mittel (1) Lufthülle-Faser-Mittel aufweisen.
8. Antennensystem gemäß irgendeinem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Optische-Faser-Mittel (1) Hohlkern-Faser-Mittel aufweisen.
9. Antennensystem gemäß irgendeinem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Optische-Faser-Mittel (1) Faser-Mittel aufweisen, welche einen nicht kreisförmigen Querschnitt haben.

Claims

1. Remote antenna system, of the type comprising optical fibre means (1) for connecting an optical source (2) to antenna-forming means for transmitting signals (3), comprising:

modulation means (4; 6) for modulating the beam coming from the optical source (2) as a function of the signals to be transmitted by the antenna-forming means (3) on the one hand and opto-electric conversion means (5) for supplying energy to the antenna-forming means (3) on the other hand, the opto-electric conversion means comprising an array of photovoltaic cells which are adapted to convert the modulated beam coming from the optical fibre means (1) into electrical driving energy for the antenna-forming means (3), and **characterised in that** diffractive optical means (7) are interposed between the fibre means (1) and the array of photovoltaic cells (5) in order to adapt the optical beam leaving the fibre to the array of cells and optimise the level of illumination of the array.

2. Antenna system according to claim 1, **characterised in that** the modulation means comprise means for direct modulation (4) of the optical source (2).
3. Antenna system according to claim 1, **characterised in that** the modulation means comprise means (6) for modulation of the beam leaving the optical source (2).
4. Antenna system according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the optical source (2) is a laser source.

5. Antenna system according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the optical fibre means (1) comprise microstructured fibre means.

6. Antenna system according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the optical fibre means (1) comprise graded index fibre means.

7. Antenna system according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the optical fibre means (1) comprise air-clad fibre means.

8. Antenna system according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the optical fibre means (1) comprise hollow-core fibre means.

9. Antenna system according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the optical fibre means (1) comprise fibre means with a non-circular cross section.

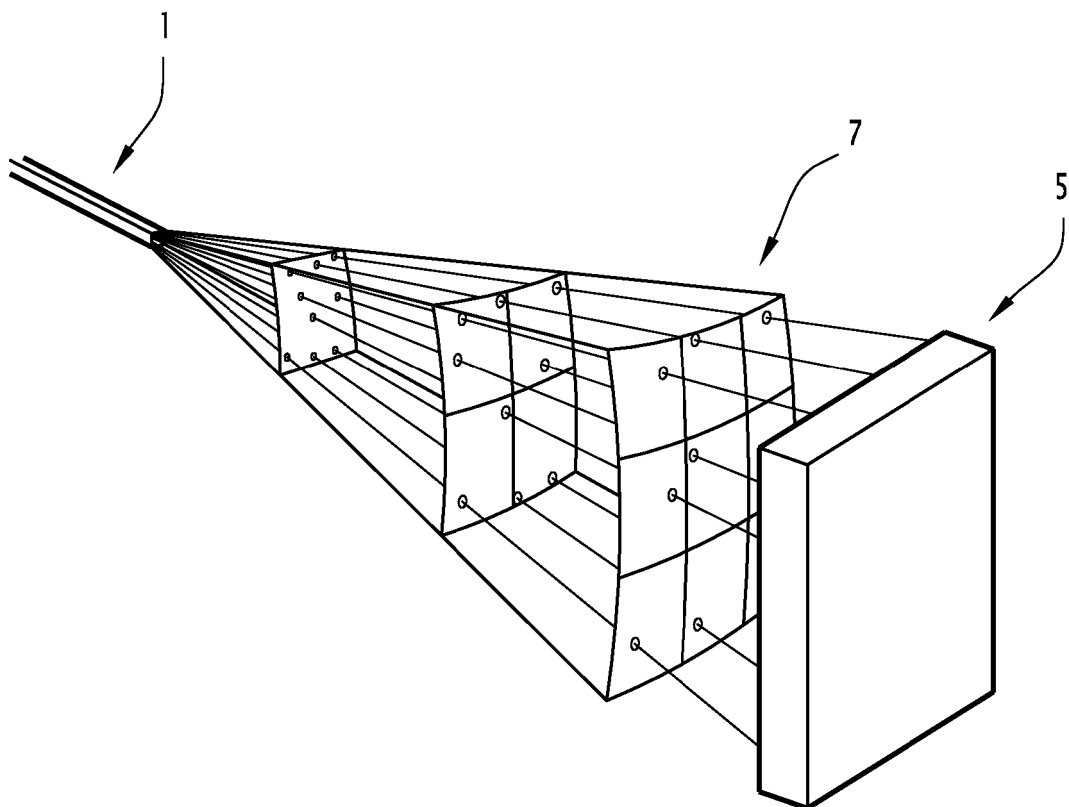
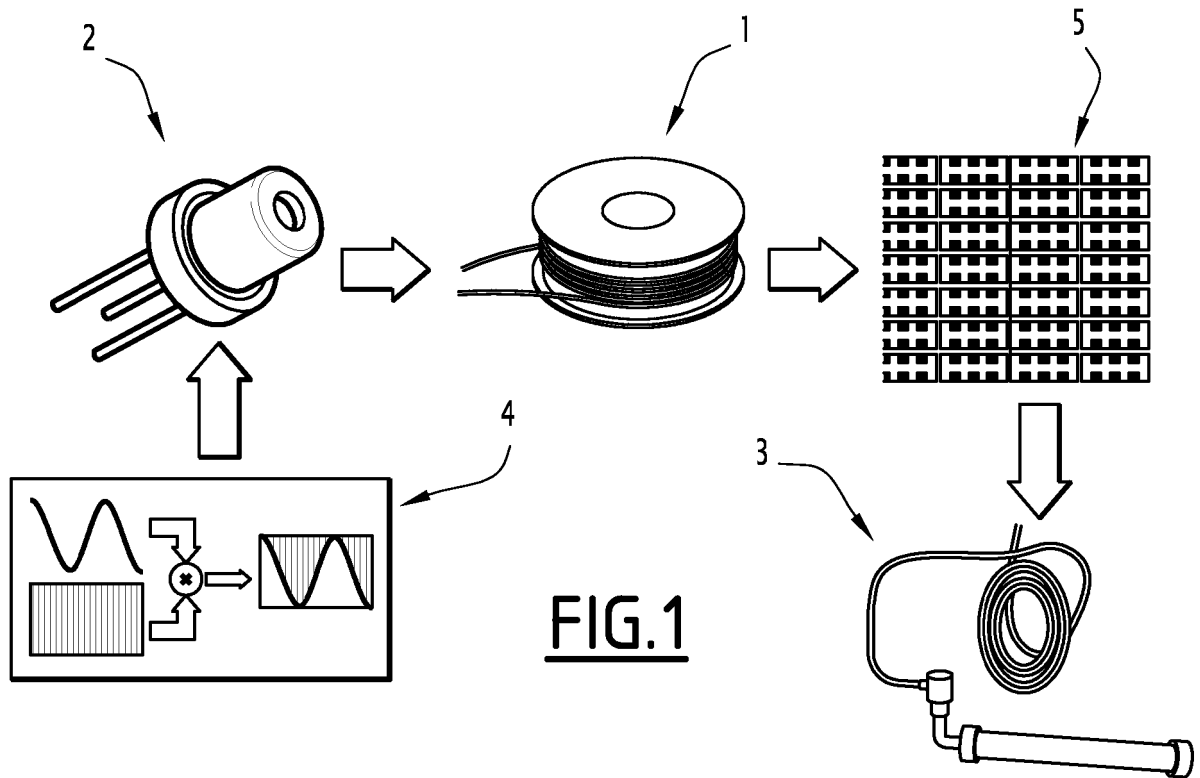
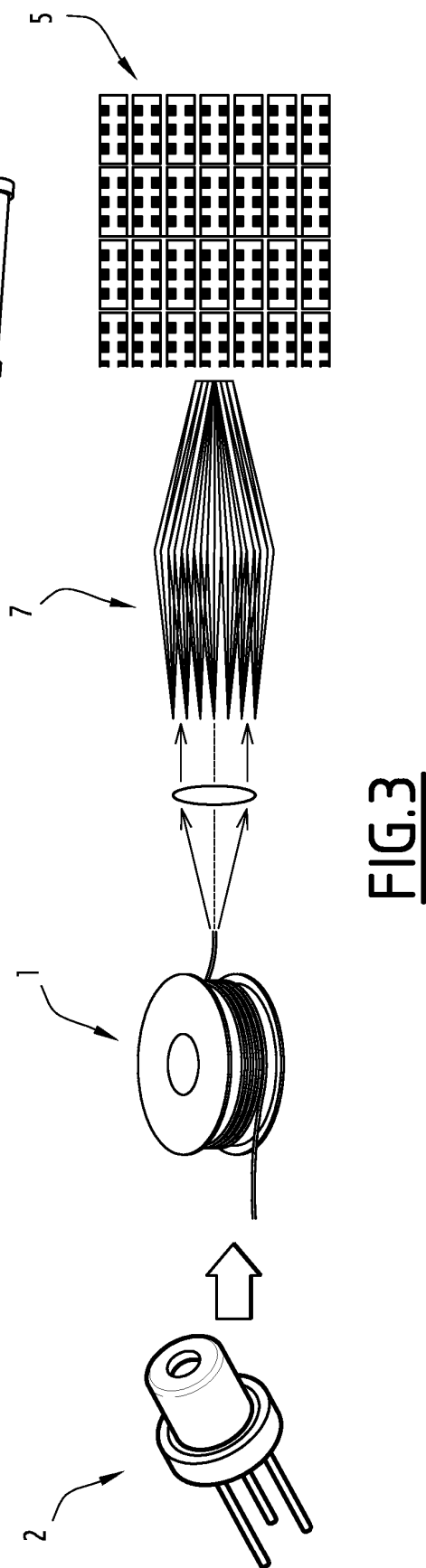
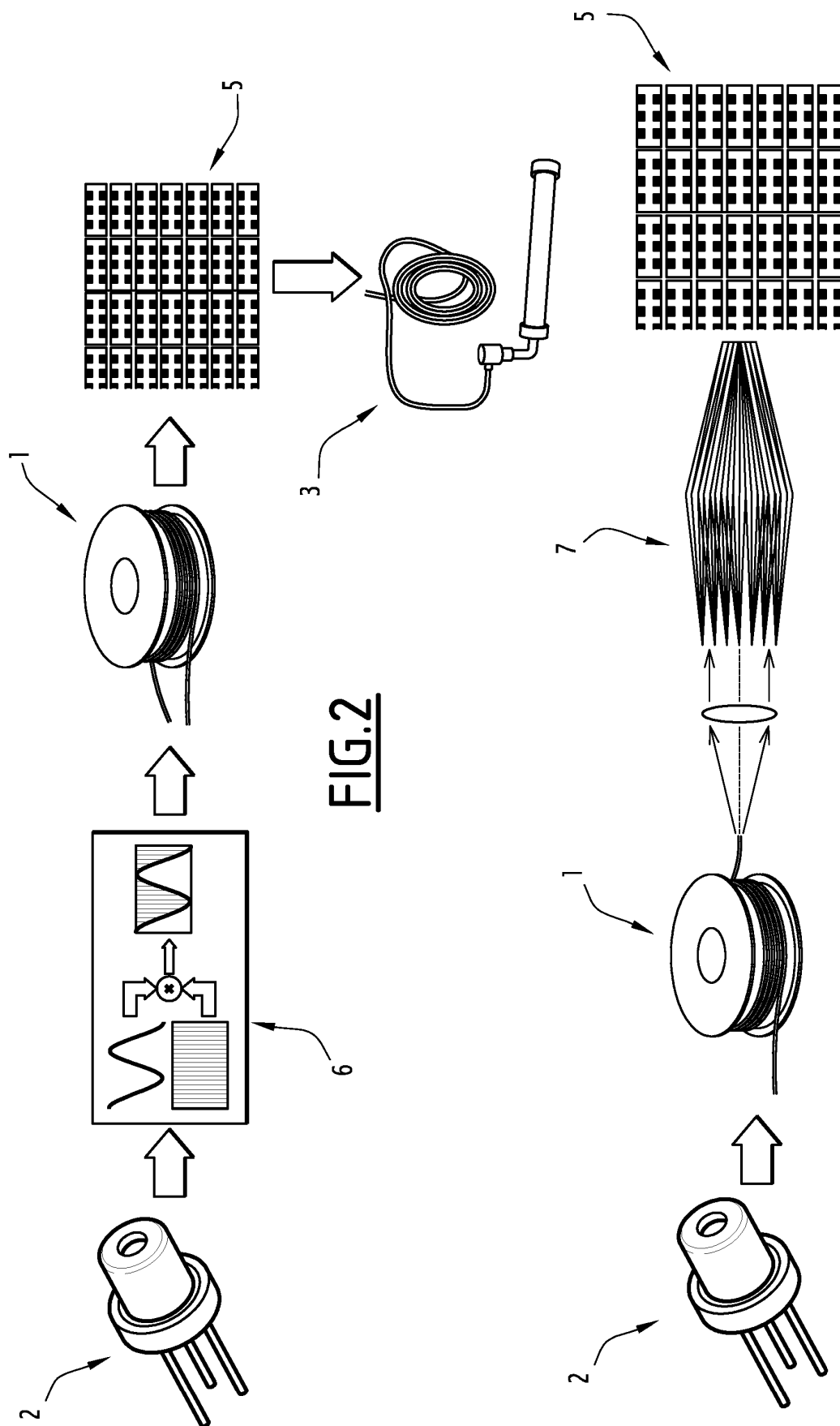


FIG. 4



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

- US 5136295 A [0005]
- US 4885589 A [0006]