



(11) **EP 2 127 025 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:  
**16.06.2010 Bulletin 2010/24**

(21) Numéro de dépôt: **07858030.5**

(22) Date de dépôt: **21.12.2007**

(51) Int Cl.:  
**H01Q 3/20<sup>(2006.01)</sup> H01Q 3/46<sup>(2006.01)</sup>**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/EP2007/064414**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2008/080894 (10.07.2008 Gazette 2008/28)**

(54) **ANTENNE RESEAU RAYONNANT RECONFIGURABLE**  
**NEUKONFIGURIERBARE ARRAY-STRAHLUNGSANTENNE**  
**RECONFIGURABLE RADIANT ARRAY ANTENNA**

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

(30) Priorité: **27.12.2006 FR 0655975**

(43) Date de publication de la demande:  
**02.12.2009 Bulletin 2009/49**

(73) Titulaire: **Thales**  
**92200 Neuilly-sur-Seine (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **LEGAY, Hervé**  
**F-31830 Plaisance du Touch (FR)**  
• **SOUDET, Michel**  
**F-31120 Lacroix Falgarde (FR)**

• **LABIOLE, Eric**  
**F-31270 Villeneuve Tolosane (FR)**

(74) Mandataire: **Nguyen, Dominique**  
**Marks & Clerk France**  
**Immeuble Visium**  
**22, avenue Aristide Briand**  
**94117 Arcueil Cedex (FR)**

(56) Documents cités:  
**FR-A- 2 655 453 FR-A1- 2 874 749**

• **LEGAY H ET AL: "A steerable reflectarray antenna with mems controls" PHASED ARRAY SYSTEMS AND TECHNOLOGY, 2003., IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON 14-17 OCT. 2003, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 14 octobre 2003 (2003-10-14), pages 494-499, XP010676736 ISBN: 0-7803-7827-X**

**EP 2 127 025 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]** Le domaine de l'invention est celui des antennes réseaux embarquées, par exemple sur des satellites, de type antennes réseau réflecteur (encore couramment dénommées en terminologie anglo-saxonne « reflectarray antennas ») ou les antennes réseau à commande de phase (ou « Phased Array Antennas »).

**[0002]** L'art antérieur FRA 2874749 décrit une antenne réseau réflecteur reconfigurable.

**[0003]** On entend ici par « antenne réseau réflecteur » une antenne comportant des éléments rayonnants, également appelés cellules déphaseuses, définissant un réseau réflecteur et chargés d'intercepter avec des pertes minimales des ondes comportant des signaux à transmettre, délivrées par une source primaire, afin de les réfléchir dans une direction choisie, appelée direction de pointage.

**[0004]** Les antennes réseaux précitées sont intéressantes du fait qu'elles permettent de dépointer un faisceau rayonnant vers une zone de couverture (ou « spot ») donnée ou de former le faisceau de sorte qu'il épouse un contour géographique. Pour passer d'une zone de couverture à une autre, il faut alors reconfigurer le rayonnement de chaque cellule déphaseuse, en la dotant de dispositifs de contrôle de phase. Ces contrôles de phase peuvent être réalisés en dotant les éléments rayonnants de composants commandables (diodes, MEMS) ; on parle alors de réseau réflecteur actif, ou en modifiant la forme physique de l'élément rayonnant ; on parle alors de réseau réflecteur passif.

**[0005]** Le réseau réflecteur actif permet de réaliser des couvertures reconfigurables au prix d'une complexité significative, le réseau réflecteur passif est principalement attractif pour sa géométrie plane simple.

**[0006]** Il est aussi possible de réaliser des missions reconfigurables en vol à l'aide de réseaux réflecteurs passifs, par interchangeabilité des réseaux réflecteurs devant la source d'une antenne. Ceci conduit à embarquer autant de réseaux réflecteurs que de couvertures envisagées, sachant que chaque réseau réflecteur est constitué d'un ensemble comportant un support avec des motifs réflecteurs généralement gravés, un espaceur et un plan de masse, bien que ces deux derniers éléments ne soient pas spécifiques à la couverture, l'espaceur pouvant typiquement être une structure « nid d'abeille ».

**[0007]** Plus précisément les solutions actuellement proposées consistent à stocker plusieurs réseaux réflecteurs sous forme de panneaux constitués empilés et gerbés les uns sur les autres puis à les positionner successivement en vol devant la source suivant les besoins de la couverture. Leurs inconvénients sont néanmoins :

- Un volume conséquent notamment en face terre généré par la taille des réseaux réflecteurs stockés à côté ou sous le réseau réflecteur en cours d'opération.
- Un nombre de couvertures limité par l'encombrement

des réseaux réflecteurs à embarquer (quatre ou cinq éléments).

- Une structure de gerbage de taille en rapport avec le volume d'encombrement du groupe de réseaux réflecteurs.
- Pour les équipements à proximité de l'antenne et pour l'antenne elle-même, des champs de vue RF et thermiques pouvant être réduits par la présence des réseaux réflecteurs stockés.

**[0008]** Dans ce contexte et pour résoudre les problèmes précités, la présente invention propose un dispositif permettant de stocker les réseaux rayonnants dans un volume compact et notamment de stocker les substrats porteurs des motifs rayonnants dans des moyens pouvant être facilement déployés dans l'espace. Elle permet ainsi la mise en oeuvre d'un grand nombre de réseaux rayonnants sous un encombrement et sous une masse réduite par rapport à un concept utilisant autant de réseaux rayonnants constitués en panneaux rigides et l'interchangeabilité en vol des couvertures d'une antenne en changeant suivant les besoins le réseau rayonnant.

**[0009]** Plus précisément l'invention a pour objet une antenne réseau reconfigurable propre à délivrer des signaux sous forme d'onde comprenant un ensemble de réseaux rayonnants, chaque réseau rayonnant comportant un sous-ensemble de motifs capable de réfléchir ou d'émettre les signaux dans une direction donnée et des moyens de chargement et de placement desdits réseaux rayonnants pour placer l'un d'entre eux dans une position sélectionnée d'émission, caractérisée en ce que :

- les moyens de chargement et de placement comprennent un système de mise en défilement d'un premier film comportant les sous-ensembles de motifs rayonnants permettant de positionner sélectivement un sous-ensemble de motifs rayonnants.

**[0010]** Selon une variante de l'invention, l'antenne réseau reconfigurable comprend une source propre à délivrer des signaux sous forme d'onde, les moyens de chargement et de placement permettant de positionner sélectivement un sous-ensemble de motifs rayonnants en regard de la source .

**[0011]** Selon une variante de l'invention, l'antenne réseau reconfigurable comprend un répartiteur de formation de faisceau alimentant les éléments rayonnants de manière à constituer une antenne de type à rayonnement direct.

**[0012]** Selon une variante de l'invention, les motifs rayonnants peuvent être couplés à des dispositifs de contrôle de phase commandables pouvant être de type diodes ou MEMS.

**[0013]** Selon une variante de l'invention, le système de mise en défilement du film de motifs rayonnants comprend un premier tambour motorisé et un second tambour avec un moment de rappel permanent.

**[0014]** Selon une variante de l'invention, les réseaux

rayonnants comprennent en outre un plan de masse et un espaceur.

**[0015]** Selon une variante de l'invention, le système de mise en défilement comprend en outre des rouleaux espaceurs, fixés sur un plan de masse et permettant le défilement du film de motifs rayonnant à une distance fixe dudit plan de masse de manière à imposer un espace entre ledit film et ledit plan de masse. Le film est ainsi stockable par enroulement. Il suffit alors de le positionner par déroulage devant un plan de masse unique afin qu'il soit opérationnel, permettant de mettre en regard de la source un réseau rayonnant choisi.

**[0016]** Selon une variante de l'invention, le film est positionné sur un support dont la distance au film porteur des motifs rayonnants peut être ajustée.

**[0017]** Selon une variante de l'invention, le premier film comporte sur une même face des premières parties constitutives des motifs rayonnants et des secondes parties constitutives des plans de masse. Une opération de déroulement adéquate permet de mettre en regard une première partie de film et une seconde partie de manière à constituer l'ensemble suivant : des motifs rayonnants/ espaceur constitué par l'air /un plan de masse.

**[0018]** Selon une variante de l'invention, le premier film comporte sur une de ses faces, les motifs rayonnants et sur l'autre face le plan de masse.

**[0019]** Selon une variante de l'invention, l'antenne comprend : un tambour motorisé, une armature et des moyens de déploiement dudit film à la surface de l'armature.

**[0020]** Selon une variante de l'invention, les moyens de déploiement comprennent un dévidoir du film, et un câble permettant de tracter le film depuis le dévidoir, ledit câble étant entraîné par un tambour.

**[0021]** Selon une variante de l'invention, les moyens de déploiement comprennent des poulies pour assurer le défilement dudit film.

**[0022]** Selon une variante de l'invention, l'antenne réseau reconfigurable comprend en outre des moyens de mise en défilement d'un second film.

**[0023]** Selon une variante de l'invention, l'antenne comporte en outre une armature présentant une première face et une seconde face et des moyens de déploiement du premier film sur ladite première face et du second film sur ladite seconde face de manière à positionner en regard une zone sélectionnée dudit premier film et une zone sélectionnée dudit second film .

**[0024]** Selon une variante de l'invention, les moyens de déploiement desdits films comprennent un premier dévidoir du premier film, un second dévidoir du second film et deux câbles permettant de tracter lesdits films, lesdits câbles étant entraînés par un tambour.

**[0025]** Selon une variante de l'invention, les moyens de déploiement comprennent des poulies pour assurer le défilement desdits films.

**[0026]** Selon une variante de l'invention, l'antenne comporte un capteur permettant de lire des informations de position gravées sur un bord du premier et/ ou du

second film.

**[0027]** Selon une variante de l'invention, l'antenne réseau reconfigurable comprend un ensemble d'armatures permettant de déployer en parallèle et dans un même plan, plusieurs films comportant des sous-ensembles de motifs rayonnants permettant de positionner sélectivement un sous-ensemble de motifs rayonnants en regard de la source.

**[0028]** L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre donnée à titre non limitatif et grâce aux figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1a illustre une vue en coupe d'une première variante d'antenne selon l'invention comportant le défilement d'un film comprenant les motifs rayonnants ;
- la figure 1b illustre une vue en perspective relative à la première variante de l'invention ;
- la figure 2a illustre une vue de dessus d'une seconde variante d'antenne selon l'invention dans laquelle le premier film est porteur également d'un plan de masse ;
- la figure 2b illustre une vue en coupe de la seconde variante de l'invention ;
- la figure 3a illustre une vue de dessus et en perspective d'une troisième variante d'antenne selon l'invention dans laquelle deux films en déroulement sont utilisés ;
- la figure 3b illustre une vue en coupe de la troisième variante de l'invention ;
- la figure 4a illustre une vue de dessus d'une variante d'antenne selon l'invention comportant plusieurs armatures permettant de déployer une matrice de réseaux réflecteurs ;
- la figure 4b illustre une vue en coupe de la variante illustrée en figure 4a ;
- la figure 5 illustre une quatrième variante d'antenne selon l'invention dans laquelle l'antenne fonctionne en mode réseau à rayonnement direct ;

**[0029]** L'antenne réseau réflecteur reconfigurable de l'invention peut être embarquée sur un satellite géostationnaire de télécommunication en bande Ku (12 à 18 GHz). Mais, l'invention n'est pas limitée à cette application. Elle concerne en effet les antennes radar embarquées sur des satellites, volant éventuellement en formation, ou sur des avions ou des engins spatiaux, tels que des navettes. Ainsi, l'invention est bien adaptée aux antennes SAR [radar à ouverture synthétique, en bande C (4 à 8 GHz) ou en bande X (8 à 12 GHz)].

**[0030]** Dans un premier exemple de réalisation illustré en figures 1a et 1b, qui représentent respectivement une vue en coupe et une vue en perspective, l'antenne réseau est une antenne de type antenne réseau réflecteur et comprend une structure de support SS propre à être solidarisée à un satellite (non représenté) et sur laquelle est tout d'abord fixée, en un endroit choisi, une source

primaire S chargée de délivrer sous un angle solide choisi de direction principale DPS, appelée direction de pointage de la source, des ondes comprenant des signaux à transmettre. La source est par exemple réalisée sous la forme d'un cornet, les éléments rayonnant sont des éléments réflecteurs capables de réfléchir les ondes comprenant les signaux à transmettre.

**[0031]** L'antenne comporte également un système permettant de déployer un film  $F_1$  porteur de différents sous-ensembles de motifs réflecteurs constitutifs des réseaux réflecteurs, par rapport à un plan de masse fixe en maintenant un espaceur entre lesdits réseaux réflecteurs et le plan de masse. La solution consiste à disposer les réseaux comportant chacun un ensemble de motifs réflecteurs, les uns à la suite des autres sur un film mince. Plus précisément le film est enroulé sur deux tambours  $T_1$  et  $T_2$ . Par la rotation des tambours, le film défile devant un plan de masse PM dont il est séparé par une distance constante maintenue par deux rouleaux espaceurs  $re_1$  et  $re_2$  positionnés par rapport au plan de masse. L'espace E (en l'occurrence le vide) entre le film et le plan masse remplace l'espaceur du réseau réflecteur.

**[0032]** Le film est maintenu plan sous un effort de tension généré par un moment agissant en permanence sur le tambour  $T_1$  ou il est enroulé. Ce moment peut être généré par un ressort de torsion localisé à l'intérieur du tambour ou tout autre dispositif. Les variations de type thermo-élastique sont ainsi compensées en permanence ce qui permet un maintien de la planéité du substrat.

**[0033]** Le changement du sous-ensemble de motifs réflecteurs est obtenu en enroulant le film sur le tambour  $T_2$  jusqu'à ce que le motif voulu soit positionné devant le plan de masse et en face de la source. Une motorisation sur le tambour  $T_2$  associée à un capteur de position permet le positionnement et son contrôle. Ces fonctions peuvent être obtenues par un moteur pas à pas et un réducteur par exemple à engrenage, localisés dans le tambour  $T_2$  associés à un capteur lisant des informations de position gravées sur un bord du film ou tout autre dispositif permettant ces fonctions. Suivant le sens de rotation du tambour  $T_2$ , le film défile dans un sens ou dans l'autre et est maintenu enroulé sur les deux tambours par l'action du moment permanent agissant sur le tambour  $T_1$ . Les mouvements du dévidoir et du tambour peuvent également être obtenus par une motorisation commune (entraînement par engrenage poulie crantée par exemple), dans ce cas un ressort de torsion doit faire le lien entre la partie externe du dévidoir et son axe afin d'assurer le moment permanent quelque soit l'état d'enroulement du film.

**[0034]** De manière connue, le film comporte un réseau réflecteur RRRi mis en évidence en figure 1b et positionné sélectivement en regard de la source, (alors que les réseaux voisins  $RR_{i-1}$  et  $RR_{i+1}$  sont représentés comme n'étant pas opérationnels), chaque réseau réflecteur comporte plusieurs cellules déphaseuses susceptibles d'imposer aux ondes (délivrées par la source) un déphasage avec une dispersion de phase en fréquence

choisie, afin de les réfléchir dans une direction choisie. Le déphasage choisi et/ou la dispersion de phase en fréquence choisie varie(nt) d'un réseau réflecteur RRRi à l'autre, si bien que la zone de couverture (ou « spot ») du faisceau de l'antenne, et/ou la forme de cette zone, varient en fonction du réseau réflecteur RRRi sélectionné.

**[0035]** Pendant la phase dynamique du lancement, l'ensemble mobile doit être immobilisé par un dispositif de gerbage de type connu.

**[0036]** Après déploiement dans l'espace, la faible masse et le faible encombrement du film porteur des motifs réflecteurs enroulé sur les tambours, permet de disposer d'une antenne présentant un grand nombre de couvertures dans un ensemble compact.

**[0037]** Avantagement, le plan masse est unique pour toutes les couvertures ce qui évite un emport cumulé et l'espaceur est remplacé par du vide ce qui favorise aux performances RF de l'antenne réseau réflecteur.

**[0038]** Selon une seconde variante de l'invention particulièrement avantageuse lorsque l'on cherche à déployer plusieurs éléments d'antenne dans l'espace, le premier film peut être porteur du plan de masse et l'antenne peut comprendre avantagement un unique tambour motorisé associé à une armature sur laquelle on peut faire défiler l'ensemble constitué des réseaux réflecteurs/espaceur/plan de masse, l'armature comprenant un ensemble de poulies pour permettre un tel défilement. Les figures 2a et 2b illustrent de manière schématique cet exemple de configuration. La figure 2a illustre une vue de dessus de l'armature Ar comportant un ensemble de poulies  $P_{ou1}$ ,  $P_{ou2}$ ,  $P_{ou3}$ , sur lesquelles grâce à un câble  $C_1$ , un unique film porteur de l'ensemble réseaux réflecteurs/espaceur/plan de masse  $F_1+PM$  est déployé, depuis un dévidoir  $D_1$ . La figure 2b illustre une vue en coupe mettant en évidence le système de mise en défilement du film comportant sur sa face dite supérieure les motifs réflecteurs et sur sa face inférieure le plan de masse, sur l'armature. Le film issu du dévidoir  $D_1$  est tracté via le câble  $C_1$  par le tambour motorisé  $T_3$ , le câble et le film étant ainsi entraînés au dessus des poulies.

**[0039]** Selon une troisième variante de l'invention, l'antenne comporte à la fois un premier film  $F_1$  comprenant les sous-ensembles de motifs réflecteurs stockés sur un premier dévidoir  $D_1$  et un second film  $F_2$  constitutif du plan de masse stocké sur un second dévidoir  $D_2$ . Les figures 3a et 3b illustrent cette variante dans laquelle un seul tambour  $T_3$  peut avantagement être utilisé pour déployer simultanément les deux films avec une motorisation simple associée à un ensemble de deux câbles  $C_1$  et  $C_2$  et de renvois par trois poulies  $Pou_1$ ,  $Pou_2$ ,  $Pou_3$ .

**[0040]** De manière avantageuse, pour multiplier le nombre de réseaux réflecteurs, il est possible de réaliser une matrice d'éléments tels que ceux présentés dans les variantes 2 ou 3. La figure 4a illustre une vue de dessus d'une antenne selon l'invention embarquée à bord d'un satellite Sat et représentée en position déployée, mettant en évidence trois armatures  $Ar_1$ ,  $Ar_2$ ,  $Ar_3$ , couplées à

trois dévidoirs  $D_{11}$ ,  $D_{12}$ ,  $D_{13}$ , les réseaux réflecteurs étant sur des films représentés non déroulés  $F_{11}$ ,  $F_{12}$ ,  $F_{13}$ . Les armatures sont déployées à partir d'un élément de gerbage G, la position de la source S étant réglable pour être incidente vis à vis d'un panneau réflecteur choisi. La figure 4b illustre cette même antenne vue en coupe et mettant en évidence l'armature  $Ar_2$ .

**[0041]** Selon l'invention, il devient possible d'embarquer une antenne compacte et capable de réaliser un grand nombre de couvertures différentes eu utilisant le principe des réseaux réflecteurs plans. Les performances RF sont de plus confortées par la constitution d'un espacement vide qui constitue un espaceur d'excellentes performances diélectriques.

**[0042]** De manière générale, les films sont constitués par un matériau diélectrique armé ou non supportant des gravures métalliques ou dans un matériau réfléchissant les ondes électromagnétiques en épaisseur mince. Ces matériaux sont par exemple de type ARLON, KAPTON, ROGERS ou CUCLAD constitués en film d'épaisseur mince de 50 ou 127 micromètres. La souplesse de ces films permet d'obtenir en association avec les dispositifs de maintien en tension les planeités requises qui sont par exemple de l'ordre de 200 micromètres RMS pour un réseau réflecteur en bande Ku de  $1\text{m} \times 1\text{m}$ .

**[0043]** Il devient possible d'embarquer selon l'invention une dizaine d'ensembles de motifs réflecteurs présentant une surface de l'ordre du mètre carré.

**[0044]** L'invention a été précédemment décrite dans le cas d'antenne de type réseau réflecteur mais est toute aussi applicable à des antennes de type réseau à rayonnement direct.

**[0045]** Dans ce cas, la répartition du signal vers les éléments rayonnants ne se fait plus à l'aide d'une source illuminatrice. Elle se fait à l'aide d'un répartiteur de formation de faisceau (également dénommé Beam Forming Network) disposant d'un accès d'entrée et d'autant d'accès de sorties que d'éléments rayonnants. Le réseau de répartition est préférentiellement de type guide d'onde, pour réduire les pertes de distribution. Dans le cas où les éléments rayonnants sont de petite taille, il peut être judicieux d'adopter une approche hybride pour le réseau de répartition, combinant une technologie de type guide d'onde pour le routage sur des grandes distances, et une technologie planaire à proximité des éléments rayonnants pour bénéficier de sa compacité.

**[0046]** Les éléments rayonnants sont de type technologie planaire. Ils comprennent un plan de masse, un mode d'excitation (ouverture dans le plan de masse, alimentation par couplage, alimentation par sonde), et un ou plusieurs motifs plans (patches, voir gravure de type grillagée). Les éléments rayonnants sont potentiellement dotés de cavités latérales, qui accroît le découplage entre éléments rayonnants et peut aider à leur mise au point.

**[0047]** La reconfiguration du diagramme s'opère en modifiant la phase du signal rayonné par les éléments rayonnants. La façon de procéder peut consister à en

modifier la forme. Toutefois, il est également nécessaire d'adapter l'élément rayonnant à l'accès de sortie du réseau formateur. Aussi, pour garantir simultanément l'adaptation et la capacité de déphaser, il est avantageux de doter l'élément rayonnant de deux niveaux de motifs rayonnants. En ce faisant, on accroît également la bande passante de l'antenne.

**[0048]** Dans ce cas les réseaux peuvent être réalisés sur deux films. La figure 5 illustre une telle configuration mettant en évidence deux films  $F_1$  et  $F_1'$ , porteurs des motifs réflecteurs. Des tambours  $T_1$ ,  $T_1'$ ,  $T_2$ ,  $T_2'$ , permettent d'assurer le défilement desdits films. Les espacements souhaités sont calibrés grâce à des rouleaux espaceurs  $re_1$ ,  $re_1'$ ,  $re_2$ ,  $re_2'$  positionnés par rapport à un support.

## Revendications

1. Antenne réseau reconfigurable propre à délivrer des signaux sous forme d'onde, comprenant un ensemble de réseaux rayonnants (RRI), chaque réseau comportant un sous-ensemble de motifs capables de rayonner les signaux émis dans une direction donnée et des moyens de chargement et de placement desdits réseaux rayonnants pour placer l'un d'entre eux dans une position sélectionnée d'émission, **caractérisée en ce que** :
  - les moyens de chargement et de placement comprennent un système de mise en défilement d'un premier film ( $F_1$ ) comportant les sous-ensembles de motifs rayonnants permettant de positionner sélectivement un sous-ensemble de motifs rayonnants en position d'émission, ledit système de mise en défilement du film de motifs rayonnants comprenant un premier tambour ( $T_1$ ) motorisé et un second tambour ( $T_2$ ) avec un moment de rappel permanent.
2. Antenne réseau reconfigurable selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'** elle comprend une source (S) propre à délivrer des signaux sous forme d'onde, les moyens de chargement et de placement permettant de positionner sélectivement un sous-ensemble de motifs rayonnants en regard de la source.
3. Antenne réseau reconfigurable selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'** elle comprend un répartiteur de formation de faisceau alimentant les éléments rayonnants de manière à constituer une antenne de type à rayonnement direct.
4. Antenne réseau reconfigurable selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** les motifs rayonnants sont couplés à des dispositifs de contrôle de phase commandables pouvant être de type

diodes ou MEMS.

5. Antenne réseau reconfigurable selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** les réseaux rayonnants comprennent en outre un plan de masse (PM) et un espaceur (E).
6. Antenne réseau reconfigurable selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le système de mise en défilement comprend en outre des rouleaux espaceurs ( $re_1$ ,  $re_2$ ), fixés sur un plan de masse et permettant le défilement du film de motifs rayonnants à une distance fixe dudit plan de masse de manière à imposer un espace entre ledit film et ledit plan de masse.
7. Antenne réseau reconfigurable selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le premier film comporte sur une de ses faces les motifs rayonnants et sur l'autre face le plan de masse.
8. Antenne réseau reconfigurable, selon la revendication 7, **caractérisée en ce qu'elle** comprend :
  - un tambour motorisé ( $T_3$ ) ;
  - une armature (Ar) ;
  - des moyens de déploiement dudit film à la surface de l'armature.
9. Antenne réseau reconfigurable, selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** les moyens de déploiement comprennent un dévidoir ( $D_1$ ) du film, et un câble ( $C_1$ ) permettant de tracter le film, ledit câble étant entraîné par le tambour ( $T_3$ ).
10. Antenne réseau reconfigurable selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** les moyens de déploiement comprennent des poulies pour assurer le défilement dudit film.
11. Antenne réseau réflecteur reconfigurable selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'elle** comprend en outre des moyens de mise en défilement d'un second film ( $F_1, F_2$ ).
12. Antenne réseau reconfigurable selon la revendication 11, **caractérisée en ce qu'elle** comporte une armature (Ar) présentant une première face et une seconde face, des moyens de déploiement du premier film sur ladite première face et du second film sur ladite seconde face de manière à positionner en regard une zone sélectionnée dudit premier film et une zone sélectionnée dudit second film.
13. Antenne réseau réflecteur reconfigurable selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** les moyens de déploiement desdits films comprennent un pre-

mier dévidoir du premier film, un second dévidoir du second film et deux câbles permettant de tracter lesdits films, lesdits câbles étant entraînés par un tambour ( $T_3$ ).

14. Antenne réseau réflecteur reconfigurable selon l'une des revendications 12 ou 13, **caractérisée en ce que** les moyens de déploiement comprennent des poulies pour assurer le défilement desdits films.
15. Antenne réseau réflecteur reconfigurable selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce qu'elle** comprend en outre un capteur permettant de lire des informations de position gravées sur un bord du premier et/ ou du second film.
16. Antenne réseau réflecteur reconfigurable selon l'une des revendications 9 à 15, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un ensemble d'armatures permettant de déployer en parallèle et dans un même plan, plusieurs films comportant les sous-ensembles de motifs rayonnants.

## 25 Claims

1. A reconfigurable array antenna capable of providing waveform signals, comprising a set of radiating arrays (RRi), each array including a subset of patterns capable of radiating the emitted signals in a given direction and means for loading and positioning said radiating arrays so that one of them is placed in a selected emitting position, **characterised in that**:
  - the means for loading and positioning comprise a system for winding a first film ( $F_1$ ), including the subsets of radiating patterns allowing selective positioning of a subset of radiating patterns in an emitting position, said system for winding a film of radiating patterns comprising a first motorised drum ( $T_1$ ) and a second drum ( $T_2$ ) having a permanent drawback moment.
2. The reconfigurable array antenna according to claim 1, **characterised in that** it includes a source (S) capable of providing waveform signals, the means for loading and positioning allowing selective positioning of a subset of radiating patterns opposite the source.
3. The reconfigurable array antenna according to claim 1, **characterised in that** it includes a beam formation diffuser supplying the radiating elements so as to constitute a direct radiating type antenna.
4. The reconfigurable array antenna according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the radiating patterns are coupled to controllable phase

control devices which may be of a diode or MEMS type.

5. The reconfigurable array antenna according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the radiating arrays further comprise a volume plane (PM) and a spacer (E). 5
6. The reconfigurable array antenna according to claim 2, **characterised in that** the winding system further comprises spacer rollers ( $re_1$ ,  $re_2$ ), mounted on a volume plane and allowing a film of radiating patterns to be wound at a fixed distance from said volume plane in order to create a space between said film and said volume plane. 10
7. The reconfigurable array antenna according to claim 6, **characterised in that** the first film comprises the radiating patterns on one of its surfaces and the volume plane on the other surface. 15
8. The reconfigurable array antenna according to claim 7, **characterised in that** it comprises:
  - a motorised drum ( $T_3$ ); 20
  - a bar (Ar); 25
  - means for deploying said film on the surface of the bar.
9. The reconfigurable array antenna according to claim 8, **characterised in that** the deployment means comprise a film reel ( $D_1$ ) and a cable ( $C_1$ ) allowing the film to be pulled, said cable being driven by the drum ( $T_3$ ). 30
10. The reconfigurable array antenna according to claim 9, **characterised in that** the deployment means comprise pulleys for winding said film. 35
11. The reconfigurable reflector array antenna according to claim 1, **characterised in that** it further comprises means for winding a second film ( $F_1$ ,  $F_2$ ). 40
12. The reconfigurable array antenna according to claim 11, **characterised in that** it comprises a bar (Ar) having a first surface and a second surface, means for deploying the first film on said first surface and the second film on said second surface in order to be positioned opposite a selected zone of said first film and a selected zone of said second film. 45
13. The reconfigurable reflector array antenna according to claim 12, **characterised in that** the deployment means for said films include a first reel for the first film, a second reel for the second film and two cables for pulling said films, said cables being driven by a drum ( $T_3$ ). 50

14. The reconfigurable reflector array antenna according to any one of claims 12 or 13, **characterised in that** the deployment means include pulleys for winding said films.

15. The reconfigurable reflector array antenna according to any one of claims 1 to 9, **characterised in that** it further comprises a sensor for reading the position information engraved on an edge of the first and/or second film.

16. The reconfigurable reflector array antenna according to any one of claims 9 to 15, **characterised in that** it comprises a set of bars for deploying in parallel, and in the same plane, several films comprising the subsets of radiating patterns.

### Patentansprüche

1. Umkonfigurierbares Antennenfeld, das wellenförmige Signale bereitstellen kann, das einen Satz von Strahlungsfeldern (RRi), wobei jedes Feld einen Untersatz von Motiven aufweist, die die emittierten Signale in einer bestimmten Richtung abstrahlen können, sowie Mittel zum Laden und Positionieren der Strahlungsfelder umfasst, so dass eines davon an einer ausgewählten Emittierposition platziert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass:**

- die Lade- und Positionierungsmittel ein System zum Aufwickeln eines ersten Films ( $F_1$ ) umfassen, der die Untersätze von Strahlungsmotiven beinhaltet, das eine selektive Positionierung einer Teilmenge von Strahlungsmotiven in einer Emissionsposition zulässt, wobei das System zum Aufwickeln des Films von Strahlungsmotiven eine motorisierte erste Trommel ( $T_1$ ) und eine zweite Trommel ( $T_2$ ) mit permanentem Rückzugsmoment umfasst.

2. Umkonfigurierbares Antennenfeld nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Quelle (S) aufweist, die wellenförmige Signale erzeugen kann, wobei die Lade- und Positionierungsmittel eine selektive Positionierung eines Untersatzes von Strahlungsmotiven gegenüber der Quelle zulassen.

3. Umkonfigurierbares Antennenfeld nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen Strahlenformungsverteiler beinhaltet, der die Strahlungselemente speist, um eine Antenne des Direktstrahlungstyps zu bilden.

4. Umkonfigurierbares Antennenfeld nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahlungsmotive mit steuerbaren Phasenregelvorrichtungen gekoppelt sind, die vom Dioden- oder

MEMS-Typ sind.

5. Umkonfigurierbares Antennenfeld nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahlungsfelder ferner eine Masseebene (PM) und einen Abstandshalter (E) umfassen. 5
6. Umkonfigurierbares Antennenfeld nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aufwickelsystem ferner Abstandswalzen ( $re_1$ ,  $re_2$ ) umfasst, die auf einer Masseebene montiert sind und ein Aufwickeln eines Films von Strahlungsmotiven in einem festen Abstand von der Masseebene zulassen, um einen Raum zwischen dem Film und der Masseebene zu erzeugen. 10
7. Umkonfigurierbares Antennenfeld nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Film die Strahlungsmotive auf einer seiner Flächen und die Masseebene auf seiner anderen Fläche umfasst. 20
8. Umkonfigurierbares Antennenfeld nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** es Folgendes umfasst: 25
- eine motorisierte Trommel ( $T_3$ );
  - einen Stab (Ar);
  - Mittel zum Auflegen des Films auf die Oberfläche des Stabes. 30
9. Umkonfigurierbares Antennenfeld nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Auflegemittel eine Filmhaspel ( $D_1$ ) und ein Seil ( $C_1$ ) umfasst, mit dem der Film gezogen werden kann, wobei das Seil von der Trommel ( $T_3$ ) mitgenommen wird. 35
10. Umkonfigurierbares Antennenfeld nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auflegemittel Rollen zum Aufwickeln des Films umfassen. 40
11. Umkonfigurierbares Reflektorantennenfeld nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner Mittel zum Aufwickeln eines zweiten Films ( $F_1$ ,  $F_2$ ) umfasst. 45
12. Umkonfigurierbares Antennenfeld nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen Stab (Ar) mit einer ersten Fläche und einer zweiten Fläche, Mittel zum Auflegen des ersten Films auf die erste Fläche und des zweiten Films auf die zweite Fläche umfasst, so dass er gegenüber einer gewählten Zone des ersten Films und einer gewählten Zone des zweiten Films positioniert wird. 50
13. Umkonfigurierbares Reflektorantennenfeld nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Filmauflegemittel eine erste Haspel für den ersten Film, eine zweite Haspel für den zweiten Film und 55
- zwei Seile zum Ziehen der Filme umfasst, wobei die Seile von einer Trommel ( $T_3$ ) mitgenommen werden.
14. Umkonfigurierbares Reflektorantennenfeld nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Auflegemittel Rollen zum Aufwickeln der Filme beinhaltet.
15. Umkonfigurierbares Reflektorantennenfeld nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner einen Sensor zum Lesen der auf einen Rand des ersten und/oder des zweiten Films gravierten Positionsinformationen umfasst.
16. Umkonfigurierbares Reflektorantennenfeld nach einem der Ansprüche 9 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen Satz von Stäben umfasst, so dass mehrere, die Untersätze von Strahlungsmotiven umfassenden Filmen in derselben Ebene parallel aufgelegt werden können.

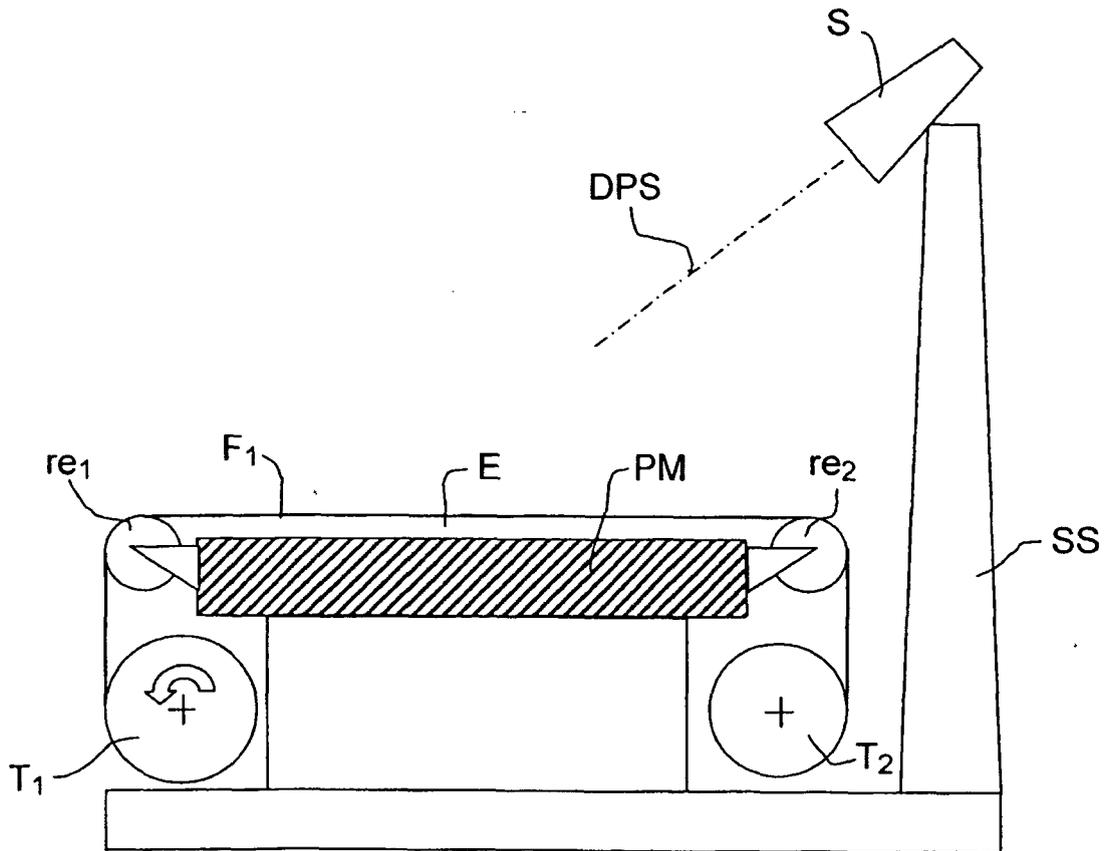


FIG.1a

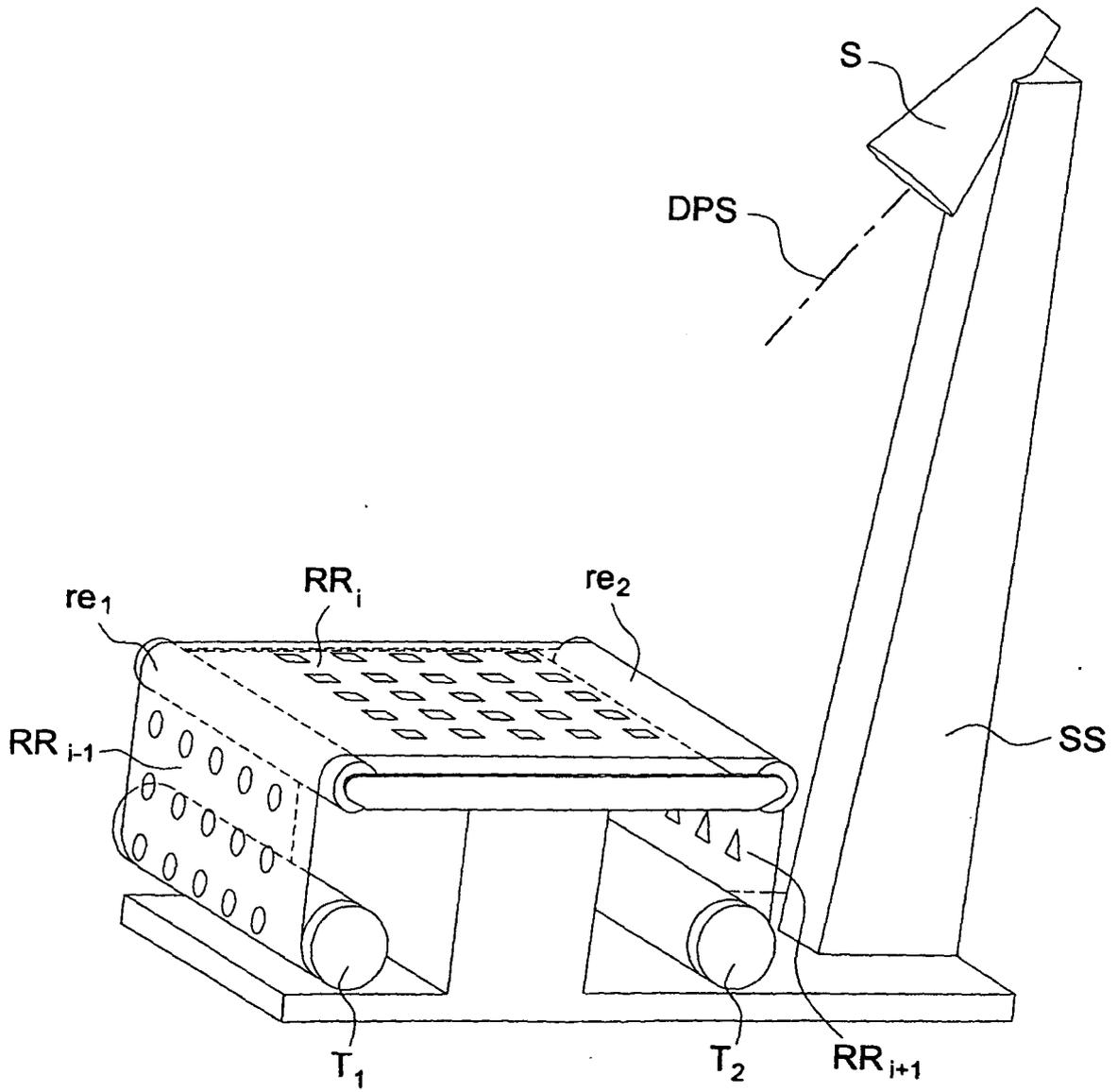


FIG.1b

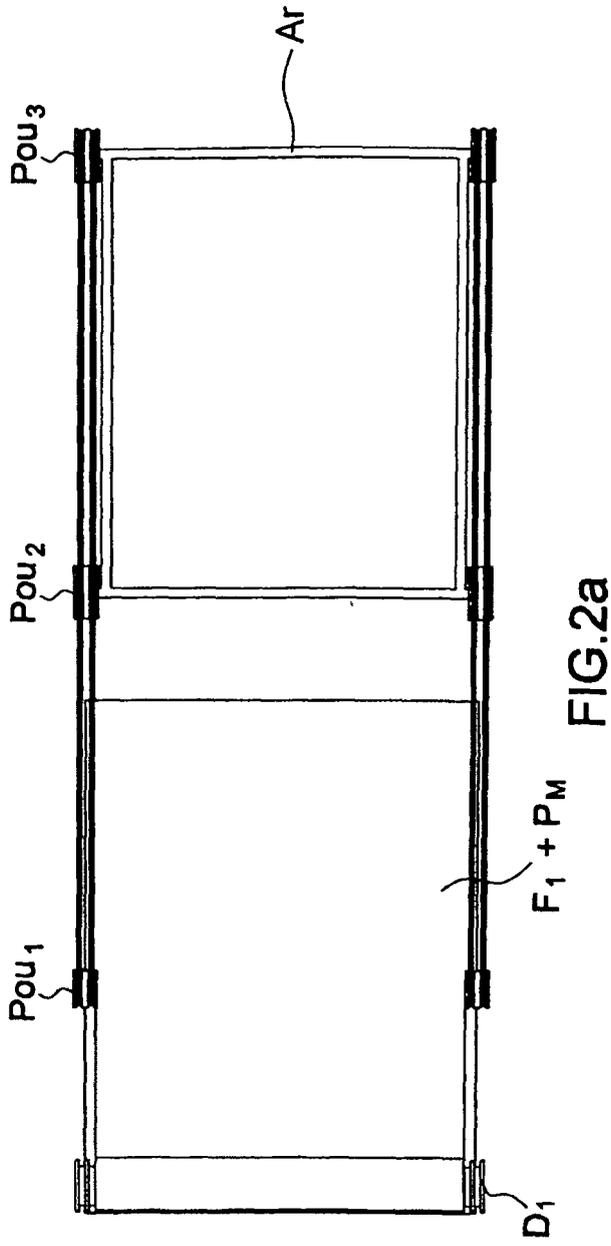


FIG. 2a

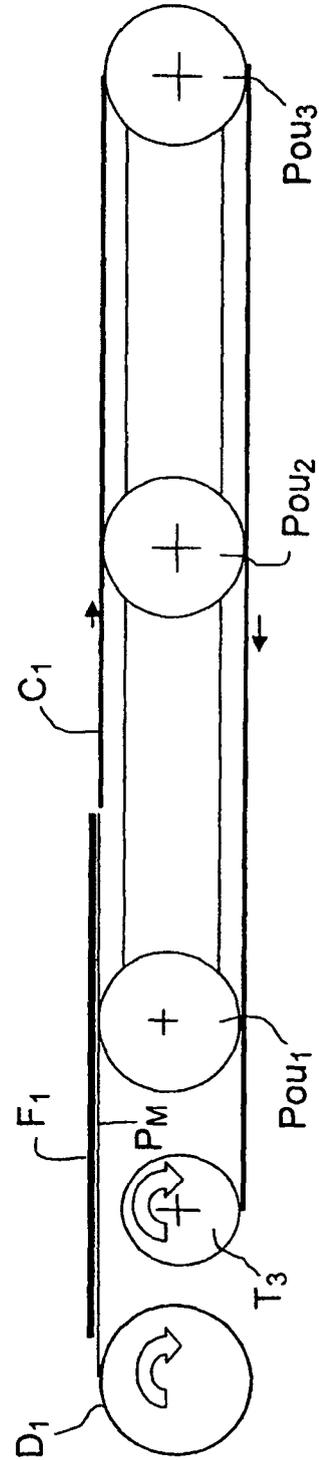


FIG. 2b

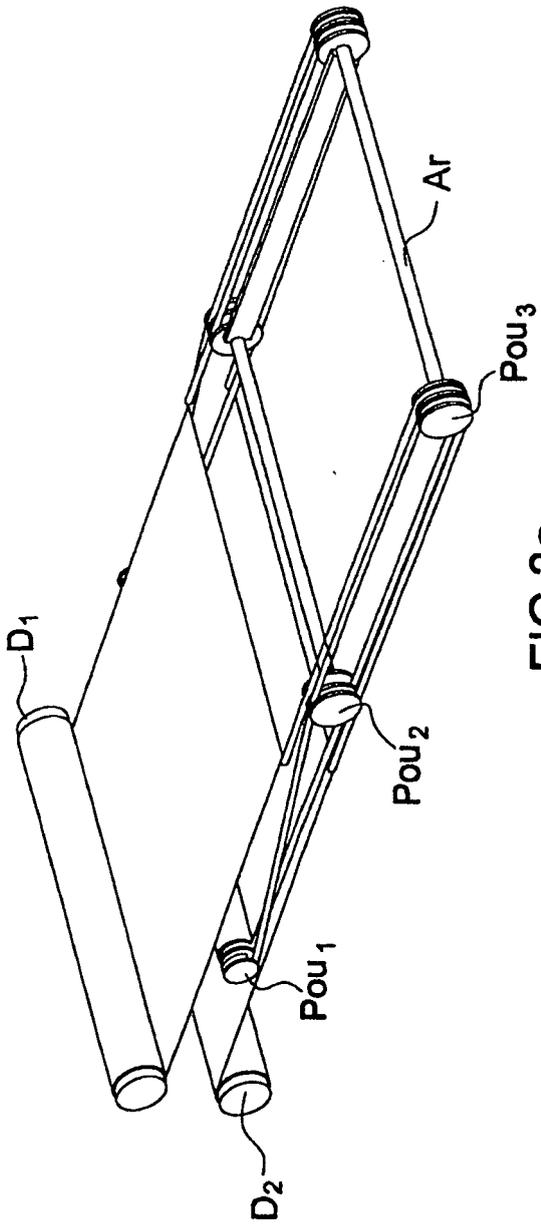


FIG. 3a

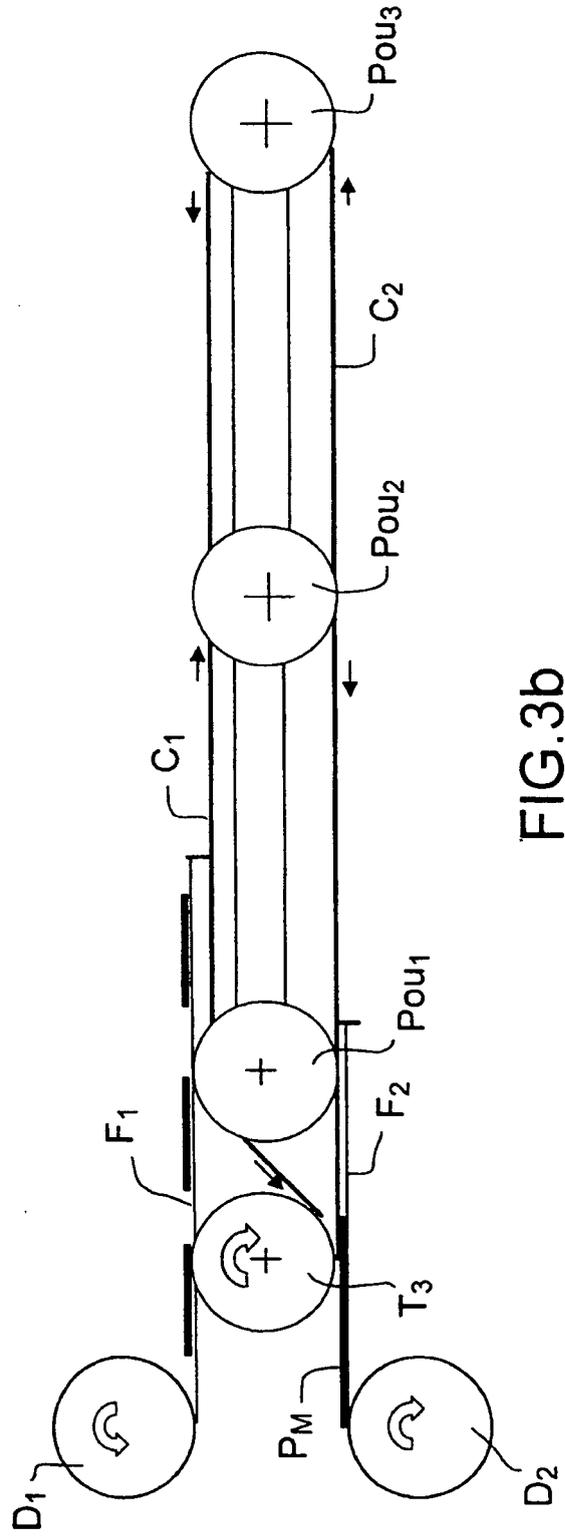


FIG. 3b

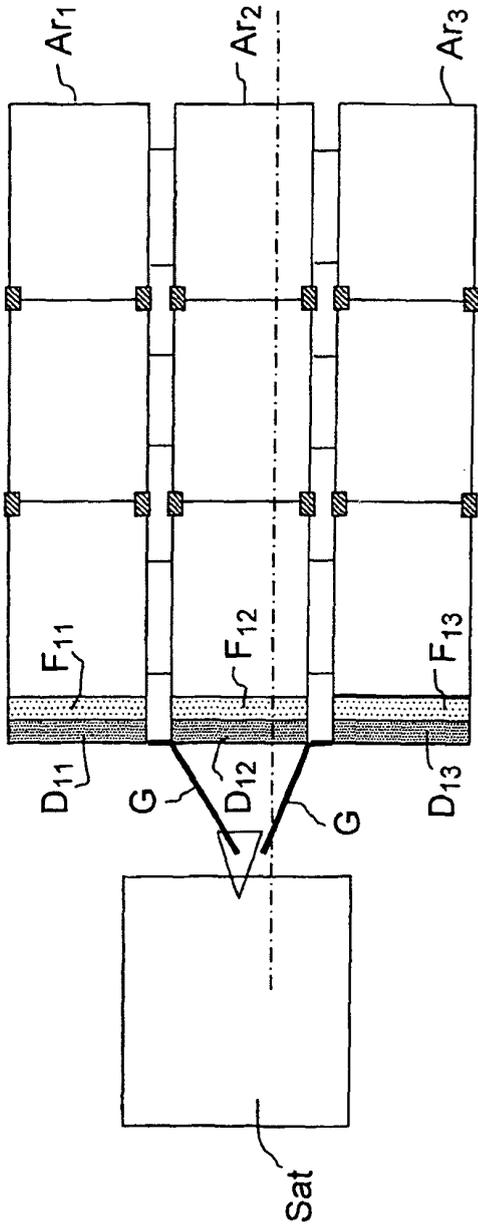


FIG. 4a

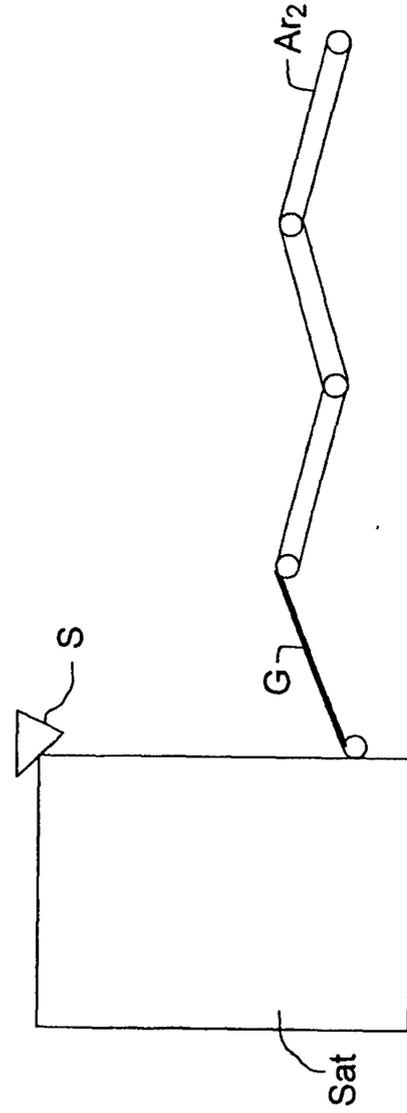


FIG. 4b

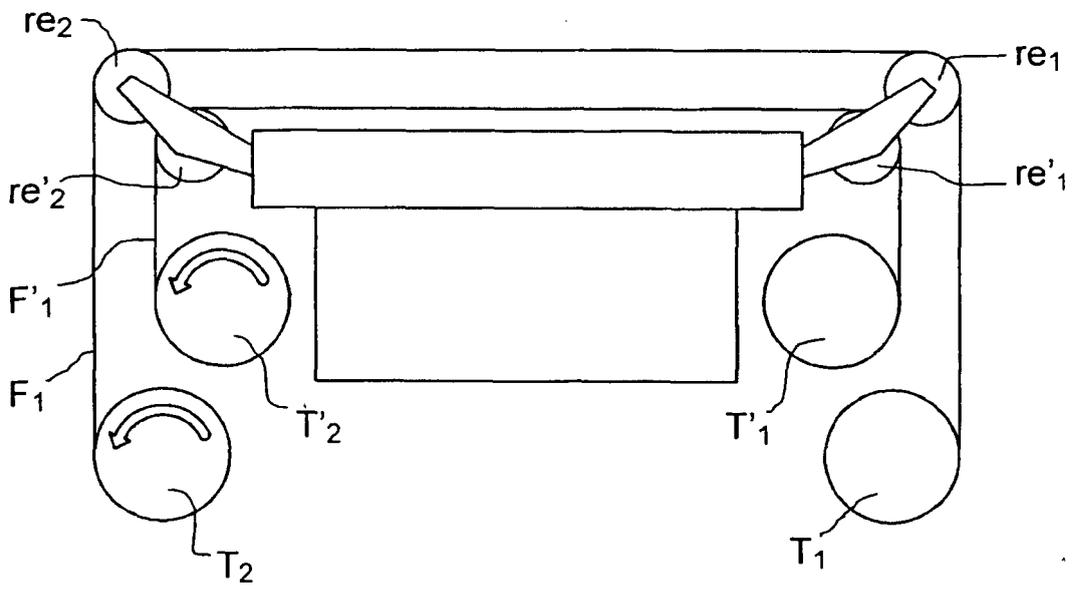


FIG.5