

ORGANISATION AFRICAINE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE (O.A.P.I.)



19

11

N°

11391

51 Inter. Cl.⁷

H01Q 1/44
H01Q 19/13
H01L 31/058

12 BREVET D'INVENTION

21 Numéro de dépôt: 9900240

22 Date de dépôt: 01.11.1999

30 Priorité(s): FR
02.05.1997 N° 97 05469

24 Délivré le: 29.12.2000

45 Publié le: 08 AVR 2004

73 Titulaire(s):

Société die : MANUFACTURE D'APPAREILLAGE
ELECTRIQUE DE CAHORS
Regourd
46000 CAHORS (FR)

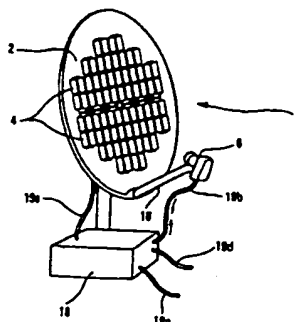
72 Inventeur(s): 1- ORENGO Francis
25, avenue de l'Europe
92310 SEVRES (FR)
2- BOURRIERES Philippe (FR)

74 Mandataire: CABINET CAZENAVE
B.P. 500
YAOUNDE - Cameroun

54 Titre: Réflecteur-capteur à cellules photovoltaïques et système de communication comportant un tel réflecteur-capteur.

57 Abrégé:

Réflecteur-capteur apte à recevoir/émettre des ondes électromagnétiques respectivement de et vers un satellite et à capter et convertir une quantité de rayonnement solaire en énergie électrique, ledit réflecteur-capteur comportant une surface de réflexion (2) munie d'une pluralité de cellules photovoltaïques (4) et au moins une tête électronique (6) d'émission/réception des ondes E.M., lesdites cellules photovoltaïques (4) sont transparentes aux ondes E.M. et sont fixées sur la majeure partie de la surface de réflexion (2) de telle sorte que le réflecteur-capteur remplisse une double fonction d'antenne d'émission/réception et de capteur d'énergie solaire (4). Selon l'invention, ces cellules photovoltaïques sont incorporées dans la surface de réflexion (2) entre une première couche (10) transparente aux ondes E.M. et au rayonnement solaire, destinée à protéger lesdites cellules (4) et une deuxième couche (12) destinée à réfléchir les ondes E.M.



REFLECTEUR-CAPTEUR A CELLULES PHOTOVOLTAIQUES
ET SYSTEME DE COMMUNICATION COMPORTANT UN TEL
REFLECTEUR-CAPTEUR

5 La présente invention concerne un réflecteur-
capteur apte à émettre/recevoir des ondes
électromagnétiques (E.M) vers/de une source et à capter
et convertir une quantité de rayonnements solaires en
énergie électrique.

10 Le réflecteur-capteur, objet de l'invention,
réalise ainsi les fonctions d'antenne
d'émission/réception et de capteur solaire et comporte à
cet effet une surface de réflexion munie d'une pluralité
de cellules photovoltaïques, transparentes aux ondes
15 électromagnétiques, fixées sur la majeure partie de
ladite surface et au moins une tête électronique
destinée à l'émission/réception des ondes
électromagnétiques vers/de un satellite, et à la
conversion de fréquence des signaux reçus ou émis.

20 L'invention concerne également un système de
communication avec un satellite comportant un tel
réflecteur-capteur.

25 La réception et l'émission des informations se
font de plus en plus par l'intermédiaire des satellites
aussi bien dans le domaine des télécommunications que
dans le domaine de la télévision. Ces transmissions
nécessitent l'utilisation d'antennes, généralement
paraboliques, associées à des convertisseurs de
fréquence et à des modulateurs/démodulateurs.

30 Ces antennes nécessitent pour leur
fonctionnement une alimentation électrique qui est
généralement fournie par le réseau électrique, ce qui
rend leur utilisation impossible dans des endroits pour
lesquels le raccordement au réseau électrique n'est pas
35 envisageable pour des raisons économiques ou pour des

011391

difficultés de mise en œuvre, par exemple, dans des endroits isolés tels que des montagnes .

Une antenne comportant des capteurs solaires est décrite dans le brevet japonais 61-070804A. Ces capteurs
5 sont disposés sur la périphérie de l'antenne et ne permettent de capter qu'une quantité limitée de rayonnement solaire utilisée exclusivement pour alimenter le convertisseur de fréquence de l'antenne.

Le but de l'invention est de réaliser un
10 réflecteur-capteur apte à fournir une puissance électrique suffisante pour alimenter aussi bien le convertisseur de fréquence que des équipements électroniques de traitements des données échangées avec le satellite associés au réflecteur-capteur tout en
15 assurant une émission et/ou une réception efficace des ondes électromagnétiques.

Un autre but de l'invention est de réaliser un système complet de communication, totalement autonome, susceptible d'être utilisé dans des endroits isolés non
20 reliés à un réseau électrique.

Ces buts sont atteints au moyen d'un réflecteur-capteur dont la surface de réflexion est munie d'une pluralité de cellules photovoltaïques transparentes aux ondes électromagnétiques, et fixées sur la majeure
25 partie de ladite surface de réflexion caractérisé par le fait que les cellules photovoltaïques sont incorporées dans la surface de réflexion entre une couche de protection transparente aux ondes électromagnétiques et aux rayonnements solaires et une couche métallique
30 réfléchissant les ondes E.M.

Grâce à cette structure, le réflecteur-capteur selon l'invention est capable de convertir une quantité de rayonnement solaire suffisante pour assurer l'alimentation d'un système complet de communication. En
35 outre, les cellules photovoltaïques sont efficacement protégées contre la corrosion.

011391

Avantageusement, les cellules photovoltaïques sont en silicium polycristallin ou monocristallin ou amorphe. Elles peuvent également être en Arseniure de Gallium ou tout autre matériau présentant le phénomène de photopile.

Le système de communication selon l'invention comporte un tel réflecteur-capteur et peut être utilisé aussi bien dans des endroits non reliés à un réseau électrique que dans des endroits où l'utilisation d'un appareil autonome électriquement s'avère plus économique que le raccordement à un réseau électrique disponible

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, prise à titre d'exemple non limitatif, en référence aux figures annexées dans lesquelles:

- la figure 1 représente une vue en perspective d'un réflecteur-capteur selon l'invention;

- la figure 2 représente une vue en coupe partielle de la surface de réflexion du réflecteur-capteur de la figure 1;

- la figure 3 représente une surface de réflexion d'un réflecteur-capteur conforme à l'invention;

- les figures 4 et 5 illustrent schématiquement deux modes particuliers d'agencement des cellules photovoltaïques sur un réflecteur-capteur selon l'invention;

- la figure 6 illustre partiellement et schématiquement un réflecteur-capteur, selon un mode particulier de réalisation, en position d'émission/réception;

- la figure 7 représente schématiquement un premier exemple de système de communication comportant un réflecteur-capteur selon l'invention;

011391

- la figure 8 représente un deuxième exemple de système de communication comportant un réflecteur-capteur selon l'invention;

5 - la figure 9 représente un troisième exemple de système de communication comportant un réflecteur-capteur selon l'invention;

- la figure 10 représente un quatrième exemple de système de communication comportant un réflecteur-capteur selon l'invention;

10 la figure 1 représente un réflecteur-capteur 1 apte à émettre/recevoir des ondes électromagnétiques vers/de un satellite géostationnaire et à capter et convertir une quantité de rayonnements solaires en
15 énergie électrique.

Le réflecteur-capteur 1 comporte une surface de réflexion 2 munie d'une pluralité de cellules photovoltaïques 4, une tête électronique 6 d'émission/réception des ondes électromagnétiques.

20 Selon une caractéristique essentielle de l'invention, les cellules photovoltaïques 4 sont transparentes aux ondes E.M. et, comme on peut le voir sur la figure 1, sont fixées sur la majeure partie de la surface de réflexion 2.

25 Selon un mode de réalisation préféré de l'invention illustré à la figure 2, les cellules photovoltaïques 4 sont incorporées à la surface de réflexion entre une couche 10 transparente aux ondes électromagnétiques et au rayonnement solaire et destinée
30 à protéger lesdites cellules photovoltaïques 4 et une couche métallique 12 destinée à réfléchir les ondes E.M..

35 Préférentiellement, la couche de protection 10 est en Polycarbonate ou en Polyester, cependant elle peut être réalisée à partir d'autres matériaux (verre par exemple) présentant les qualités nécessaires pour

011391

les tenues mécaniques (contraintes, chocs,...) et thermiques, ainsi qu'une grande transparence aux rayonnements solaires et aux ondes E.M..

Les cellules-photovoltaïques 4, comme on peut le voir sur la figure 2, sont reliées par des fils de connexion 13.

L'ossature 14 du réflecteur-capteur 1 présente la forme d'une paraboloïde décentrée et est préférentiellement réalisée en polyester armé de fibres de verre. Elle peut également être métallique.

La tête électronique 6 est reliée mécaniquement à la surface de réflexion 2 par un bras 16.

Un module 18 de stockage et de gestion de l'énergie électrique fournie par les cellules photovoltaïques 4 est relié, d'une part, auxdites cellules par un premier câble coaxial 19a et, d'autre part, à la tête électronique 6 par un deuxième câble coaxial 19b. Le module 18 de stockage et de gestion de l'énergie électrique peut être relié par un troisième câble 19c et par un quatrième câble 19d à tout appareil associé au réflecteur-capteur 1 et nécessitant une alimentation électrique.

Comme on peut le voir sur la figure 2, les cellules photovoltaïques 4 sont enrobées dans un matériau de fixation 20, également transparent aux ondes E.M. et aux rayonnements solaires, assurant ainsi leur fixation entre la couche de protection 10 et la couche métallique 12. Ce matériau est préférentiellement en Ethyle-vinyle-acétyle.

Les figures 3 et 4 illustrent deux modes de réalisation de l'invention, dans lesquels le réflecteur-capteur 1 a une forme parabolique et les cellules photovoltaïques 4 sont réparties entre une pluralité de zones adjacentes A, B, C et D pour la figure 3 et A, B, C, D et E pour la figure 4. Ces zones recouvrent la majeure partie de la surface de réflexion 2, et sont

011391

reliées entre elles en parallèle, tandis que les cellules photovoltaïques 4 de chaque zone sont reliées en série. Des mesures ont montré que cette disposition permet d'optimiser la puissance électrique convertie par les cellules 4.

Dans un mode particulier de réalisation de l'invention, le nombre de zones est 4 et le nombre de cellules par zone est 18.

La figure 5 représente un réflecteur-capteur selon l'invention ayant une forme parabolique et dont la surface de réflexion 2 possède un diamètre de 80 cm. Comme on peut le voir sur la figure 5, soixante-douze cellules photovoltaïques 4 en silicium polycristallin sont fixées sur cette surface. La puissance électrique délivrée par le module 18 associé à ce réflecteur-capteur est d'environ 45 W sous une tension de 6 V ou 12 V.

Notons que, pour une zone géographique donnée, les satellites géostationnaires sont positionnés au dessus de l'équateur dans un plan sensiblement perpendiculaire à la surface moyenne de cette zone. Cette orientation en azimut correspond à un rayonnement solaire optimal. Il en résulte qu'un réglage de la surface du réflecteur-capteur 1 en élévation et en azimut a pour conséquence d'orienter systématiquement ladite surface vers la direction où le rayonnement solaire proche de l'optimal. La disposition ci-après est destinée à optimiser l'angle d'élévation de la surface du réflecteur-capteur 1.

En position de fonctionnement, comme cela est illustré schématiquement par la figure 6, l'axe Δ de la parabole doit être orienté précisément vers un satellite. La qualité des transmissions dépend de la précision avec laquelle l'antenne pointe le satellite et donc de l'angle α d'élévation de l'axe Δ . Cet angle α dépend du site de transmission. La quantité de

011391

rayonnement solaire captée par le réflecteur-capteur dépend de l'angle θ d'inclinaison, par rapport à l'horizontale, de la surface de réflexion exposée au rayonnement. Une variation de l'angle α entraîne une variation de l'angle θ et inversement. Cela signifie que le positionnement de la parabole doit permettre une optimisation de la quantité de rayonnement capté et une transmission efficace.

Pour chaque lieu, il existe un angle optimal θ_{opt} pour lequel la captation du rayonnement solaire durant une année est optimal.

En considérant la plus grande portion a-b de la surface de réflexion qui, dans une position de fonctionnement, est exposée au rayonnement solaire, l'angle moyen d'inclinaison de cette portion est θ . Comme on peut le voir sur la figure 6, cet angle θ est relié à l'angle d'élévation α par la relation .

$$\delta = 180 - (\alpha + \theta)$$

où

δ représente l'angle moyen de construction du réflecteur-capteur formé entre l'axe Δ de la parabole et l'axe passant respectivement par les limites supérieure a et inférieure b de la portion exposée au rayonnement solaire.

Cet angle δ dépend du choix de cette portion de la parabole qui reçoit le rayonnement solaire et constitue donc une caractéristique de construction du réflecteur-capteur 1.

Afin d'optimiser la quantité de rayonnement captée dans un lieu donné pendant une année, l'angle δ de construction du réflecteur-capteur selon l'invention est calculé de telle sorte que l'angle d'inclinaison θ soit approximativement égal à l'angle optimal θ_{opt} de captation du rayonnement solaire quel que soit le lieu d'utilisation du réflecteur-capteur 1.

011391

A titre d'exemple, lorsque le réflecteur-capteur 1 est pointé sur le satellite Astra situé à $19,2^\circ$ Est:

- A STOCKHOLM : $\alpha=24^\circ$, $\theta=86^\circ$ et $\theta_{opt}=85^\circ$ environ

- A LILLE : $\alpha=30^\circ$, $\theta=80^\circ$ et $\theta_{opt}=80^\circ$ environ

- A NICE : $\alpha=38^\circ$, $\theta=72^\circ$ et $\theta_{opt}=70^\circ$ environ

Le réflecteur-capteur 1 selon l'invention peut être utilisé dans plusieurs applications différentes qui seront décrites dans la suite de cette description.

Dans un premier exemple d'application, illustré schématiquement par la figure 7, un système de communication avec un satellite comprend un réflecteur-capteur 1 conforme à l'invention relié à un module 18 de stockage et de gestion de l'énergie électrique. Le module 18 est relié, d'une part, à la tête d'émission /réception 6, et d'autre part, à un ensemble électronique 32 de traitement des informations émises vers le satellite et des informations reçues dudit satellite.

L'ensemble électronique 32 comporte, de façon connue en soi, un modulateur pour l'émission, un démodulateur pour la réception ainsi que des équipements d'amplification et de correction d'erreurs dans le cas de transmissions numériques.

Le modulateur et le démodulateur peuvent être avantageusement regroupés dans un même appareil.

Le système de communication comporte en outre un ou plusieurs organes de saisie 34 de l'information à transmettre, reliés au modulateur/démodulateur ainsi qu'un ou plusieurs organes de visualisation 36 des informations reçues.

Les organes de saisie peuvent comporter une caméra pour l'image, un micro pour le son, un clavier pour les données, tandis que les organes de visualisation peuvent comporter un écran classique de télévision, un écran d'ordinateur servant en même temps d'organe de saisie.

011391

Dans un deuxième exemple d'application illustré par la figure 8, le système de communication remplit la fonction d'un relais et comporte à cet effet une antenne 40, qui peut être une antenne terrestre ou une antenne parabolique, destinée à retransmettre, dans une bande de fréquence adaptée à l'application envisagée, les informations reçues par satellite. Un tel dispositif trouve son application dans la distribution sans fil des informations reçues, vers plusieurs terminaux ou stations de réception. Ceci peut intéresser l'habitat individuel dans lequel se trouvent plusieurs récepteurs tels que des télévisions, des ordinateurs, ou l'habitat collectif. Le système de communication représenté à la figure 8 peut également être utilisé dans les télécommunications cellulaires soit dans le cadre de réseaux gérés par des opérateurs de télécommunication soit dans le cadre d'installations privées ou collectives.

Ce système peut être installé à n'importe quel point du territoire sans aucun équipement en infrastructure et dispose d'une totale autonomie énergétique grâce au module de stockage d'énergie 18.

Dans un troisième exemple d'application illustrée par la figure 9, le système de communication remplit uniquement la fonction d'émetteur d'informations et comprend à cet effet un réflecteur-capteur 1 conforme à l'invention relié à un module 18 de stockage et de gestion de l'énergie électrique. Le module 18 est relié, d'une part, à la tête d'émission /réception 6, et d'autre part, ensemble électronique 32 de traitement des informations à émettre vers le satellite. Dans cet exemple d'application, l'ensemble électronique 32 comporte, de façon connue en soi, un modulateur relié à la tête d'émission/réception 6 via le câble 19c. Un ou plusieurs systèmes de saisie d'informations (sonores, visuelles, données techniques, ...) peuvent être reliés

011391

à l'ensemble électronique 32 via des points de connexion 44 prévues à cet effet.

Notons que les deux systèmes de communication illustrés par les figures 8 et 9 peuvent être regroupés dans un même ensemble afin de constituer un système unique remplissant la fonction de relais et celle d'émission/réception d'informations vers/de un satellite.

Dans un quatrième exemple d'application illustré par la figure 10, le système de communication est une borne d'informations visuelles et sonores qui peut être consultée, par exemple, pour fournir les conditions météorologiques en montagne et au bord de mer ou des informations touristiques avec banques de données mises à jour en permanence.

Les systèmes de communication décrits ci-dessus peuvent en outre être dotés d'un dispositif d'orientation du réflecteur-capteur 1, alimenté également par le module de stockage 18.

Le dispositif d'orientation comporte, de façon connue en soi, un moteur télécommandé permettant de pointer la surface de réflexion 2 vers un ou plusieurs satellites en cas des transmissions multisatellites. L'orientation peut également être asservie pour effectuer des repointages automatiques sur un satellite dans le cas de système embarqué sur voilier, par exemple, ou dans le cas de transmissions peu fréquentes, la surface de réflexion 2 suivant alors la trajectoire du soleil puis repointe sur un satellite.

Dans une autre disposition constructive du réflecteur-capteur selon l'invention, la surface de réflexion 2 peut être conçue pour recevoir simultanément plusieurs satellites.

Notons que le réflecteur-capteur 1 peut être remplacé par une antenne en réseau comportant un groupement d'éléments rayonnants répartis sur sa surface

011391

de réflexion, et une pluralité de cellules photovoltaïques transparentes aux ondes électromagnétiques également réparties sur ladite surface de réflexion.

5 En fonctionnement, les cellules photovoltaïques transforment le rayonnement solaire capté en énergie électrique qui est stockée dans le module 18. Ce dernier alimente en courant la tête d'émission/réception 6 ainsi que l'ensemble électronique 32 conférant ainsi au
10 système de communication une totale autonomie. Le module 18 de stockage et de gestion de l'énergie électrique peut sélectionner séparément ou simultanément une ou plusieurs zones A, B, C, D, ou E de la surface de réflexion 2.

15 D'autres applications du système de communication selon l'invention peuvent concerner la sécurité contre l'incendie, le vol, tempête, etc...

011391

REVENDICATIONS

1. Réflecteur-capteur (1) apte à recevoir/émettre des ondes électromagnétiques respectivement de et vers un satellite et à capter et convertir une quantité de rayonnement solaire en énergie électrique, ledit réflecteur-capteur (1) comportant une surface de réflexion (2) munie d'une pluralité de cellules photovoltaïques (4) transparentes aux ondes E.M., fixées sur la majeure partie de ladite surface de réflexion (2), et au moins une tête électronique (6) d'émission/réception des ondes E.M., caractérisé en ce que lesdites cellules photovoltaïques (4) sont incorporées dans la surface de réflexion (2) entre une première couche de protection (10) transparente aux ondes électromagnétiques et au rayonnement solaire et une deuxième couche métallique (12) destinée à réfléchir les ondes électromagnétiques.

2. Réflecteur-capteur (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les cellules photovoltaïques sont enrobées dans un matériau de fixation (20) également transparent au rayonnement solaire et aux ondes E.M. émises par le satellite.

3. Réflecteur-capteur (1) selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'angle moyen δ formé entre l'axe passant par la limite inférieure a et la limite supérieure b de la portion de la surface (2) qui est exposée au rayonnement solaire et l'axe Δ passant par le centre de ladite surface (2) est tel qu'en position d'émission/réception, l'angle d'inclinaison θ de ladite portion est approximativement égal à l'angle pour lequel la quantité de rayonnement solaire captée est optimale quel que soit l'angle d'élévation de l'axe Δ .

4. Réflecteur-capteur (1) selon la revendication 2 caractérisé en ce que les cellules photovoltaïques (4) sont réparties sur une pluralité de zones A, B, C, D et E groupées en parallèles et recouvrant la majeure partie de la surface de réflexion (2), les cellules de chaque zone A, B, C, D et E étant reliées en série.

5. Réflecteur-capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que la surface de réflexion (2) présente une forme de paraboloïde.

6. Réflecteur-capteur (1) selon la revendication 5, caractérisé en ce que la surface de réflexion présente une forme apte à recevoir et/ou émettre simultanément des informations vers plusieurs satellites.

7. Réflecteur-capteur (1) selon la revendication 4, caractérisé en ce que les cellules photovoltaïques (4) sont en silicium polycristallin.

8. Réflecteur-capteur (1) selon la revendication 2, caractérisé en ce que le matériau de fixation des cellules photovoltaïques et la couche de protection (10) sont en Ethyle-vinyle-acétyle et la couche de protection (10) est en Polycarbonate.

9. Système de communication, caractérisé en ce qu'il comporte un réflecteur-capteur (1) conforme à l'une des revendications 1 à 8.

10. Système de communication selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un module (18) de stockage et de gestion d'énergie électrique relié au réflecteur-capteur (1).

011391

11 Système de communication selon la revendication 10, caractérisé en ce que le module (18) de stockage et gestion d'énergie électrique alimente, d'une part, la tête électronique d'émission/réception (6) et, d'autre part, un ensemble électronique (32) de traitement des informations émises/reçues par ladite tête électronique d'émission/réception (6).

12 Système de communication selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'ensemble électronique (32) comporte une unité de modulation/démodulation reliée, d'une part, à la tête d'émission / réception (6), et, d'autre part, à un organe de saisie (34) de l'information à émettre.

13 Système de communication selon la revendication 12 caractérisé en ce qu'il comporte en outre un organe (36) de visualisation des informations émises et reçues par la tête d'émission/réception relié au modulateur/démodulateur.

14 Système de communication selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte une antenne (40) destinée à retransmettre les informations reçues par la tête d'émission/réception (6) vers une ou plusieurs stations de réception terrestre.

15. Borne électronique d'information, caractérisée en ce qu'elle comporte un système de communication selon l'une des revendications 10 à 14.

16. Réflecteur-capteur (1) apte à recevoir/émettre des ondes électromagnétiques respectivement de et vers un satellite et à capter et convertir une quantité de rayonnement solaire en énergie

électrique comportant une surface (2) de captation de rayonnement solaire et d'émission/réception d'ondes E.M, caractérisé en ce que ladite surface (2) comporte un groupement d'éléments rayonnants et une pluralité de
5 cellules photovoltaïques (4) transparentes aux ondes électromagnétiques répartis sur la majeure partie de ladite surface (2).

1/5

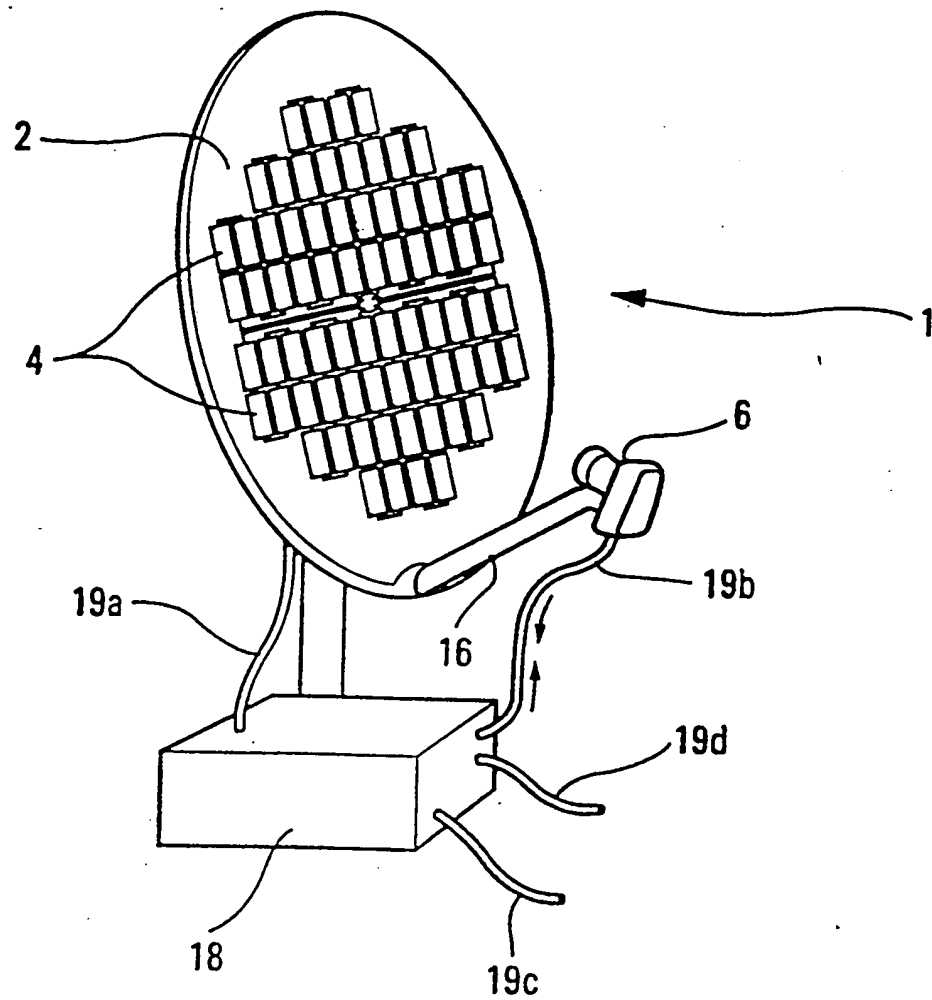


Fig. 1

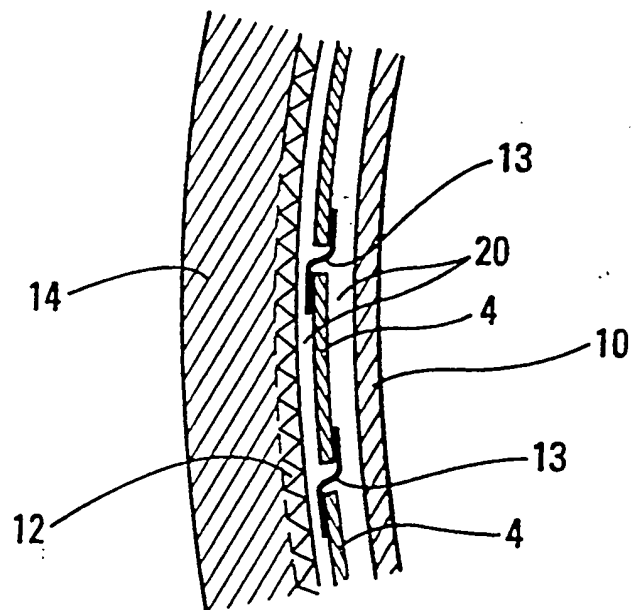


Fig. 2

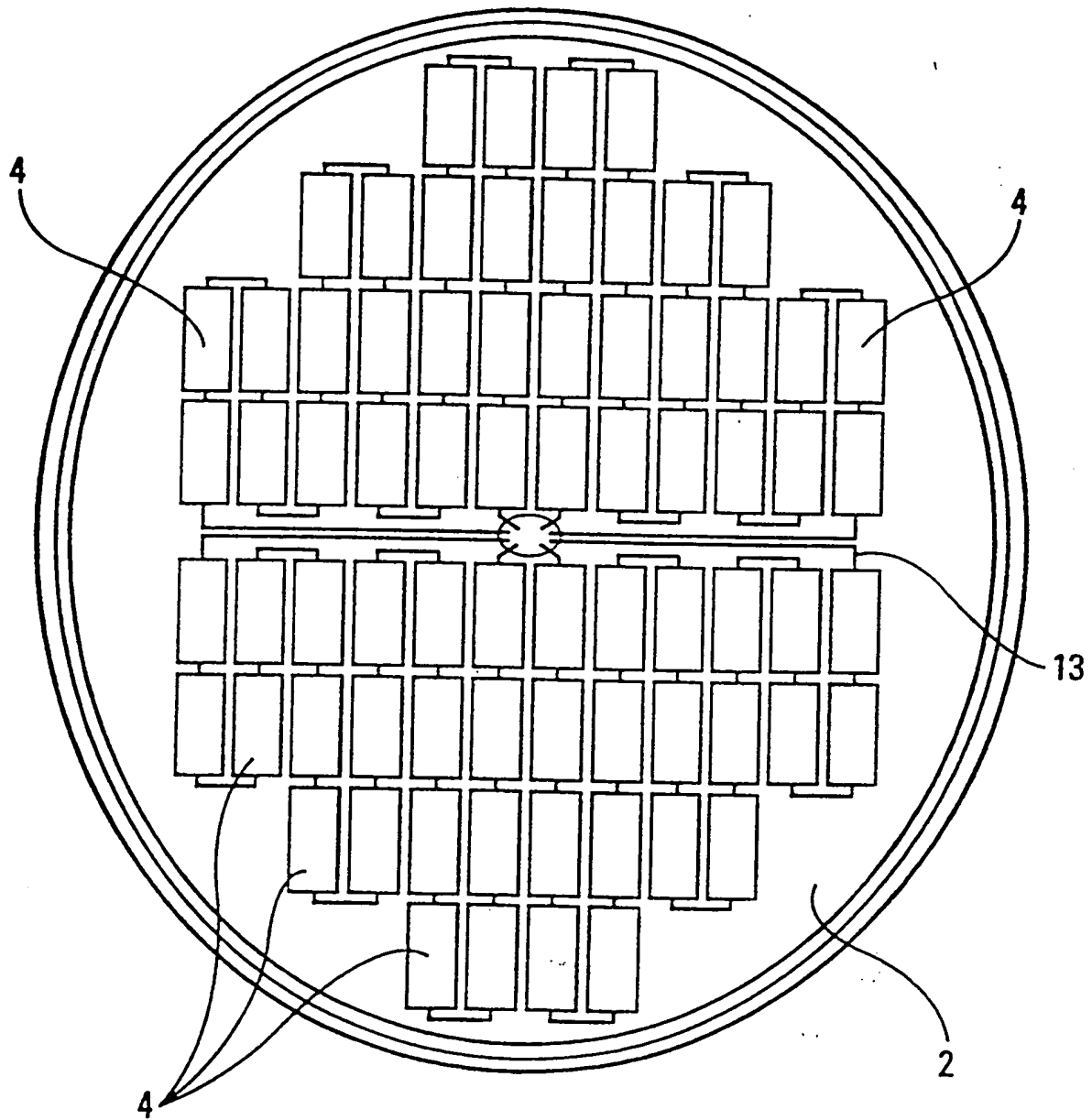


Fig. 3

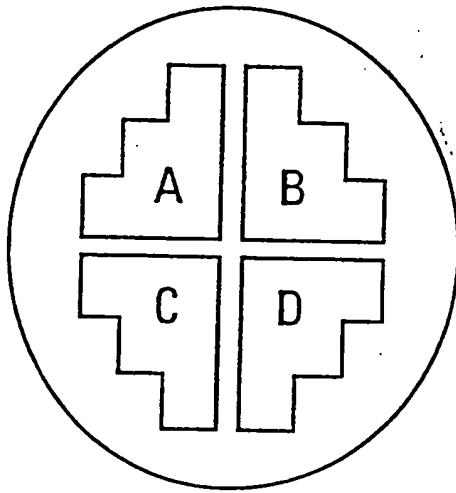


Fig. 4

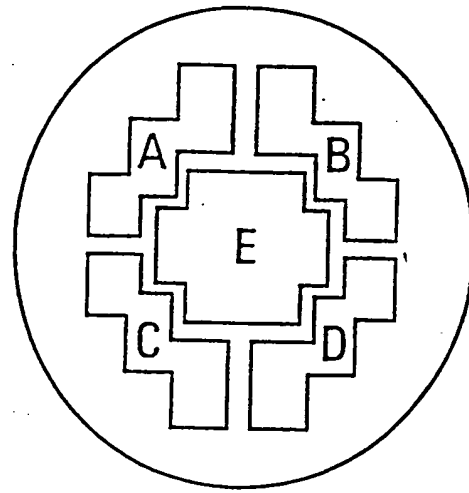


Fig. 5

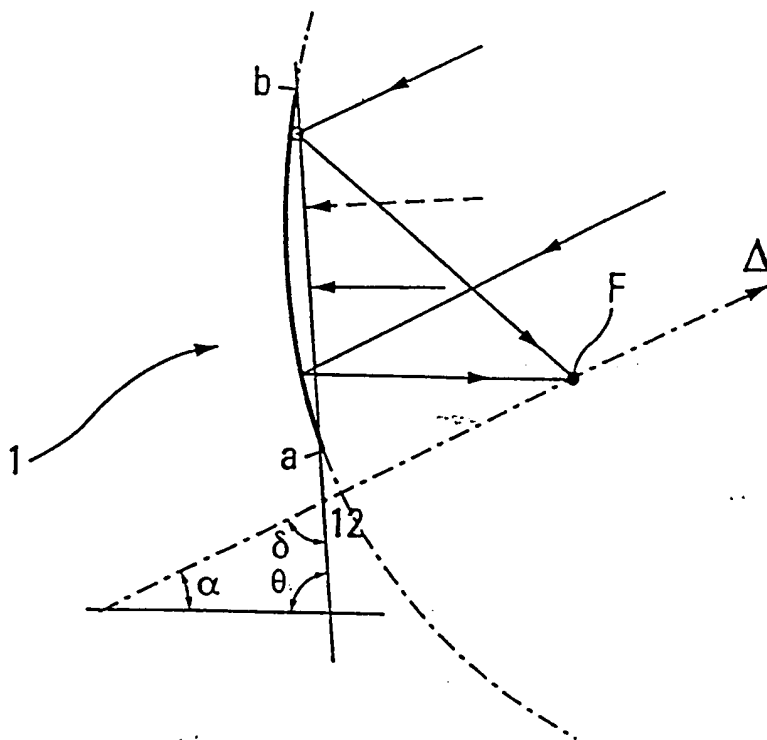


Fig. 6

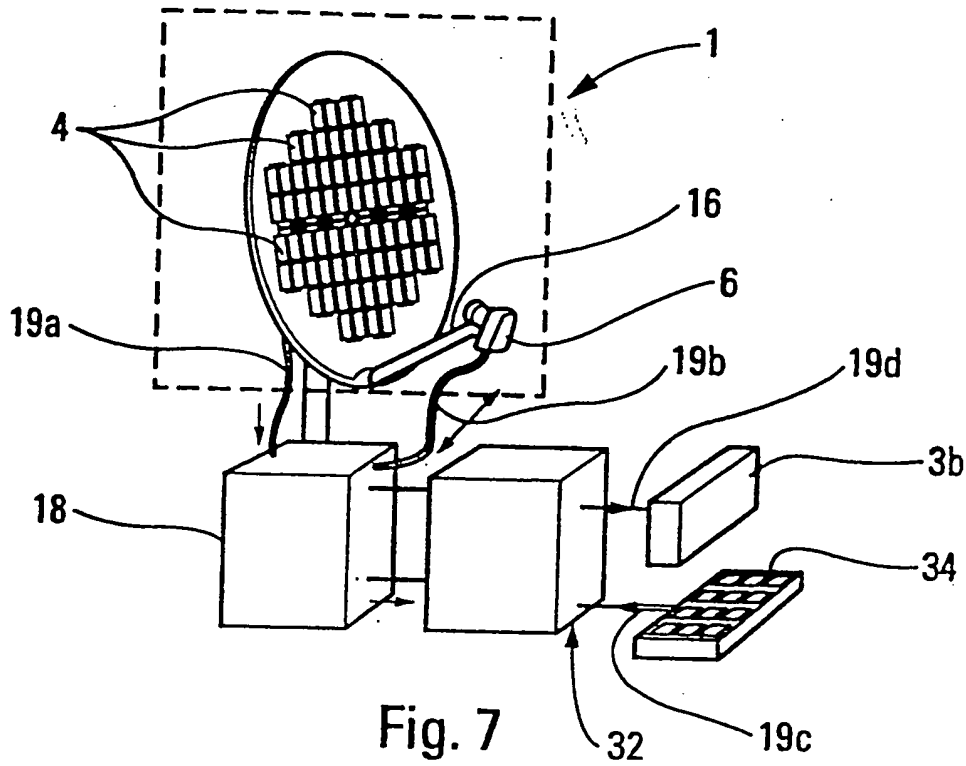


Fig. 7

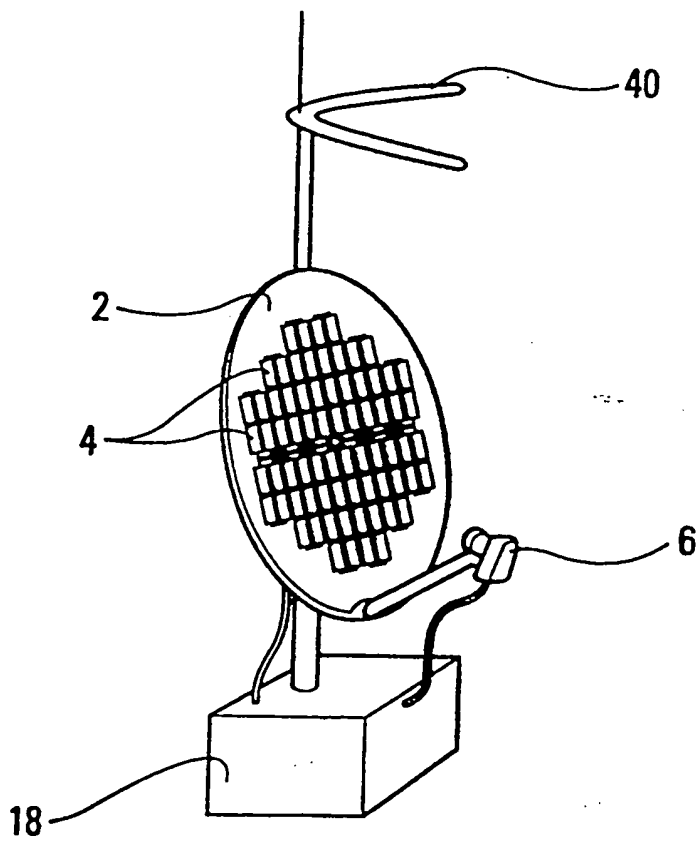


Fig. 8

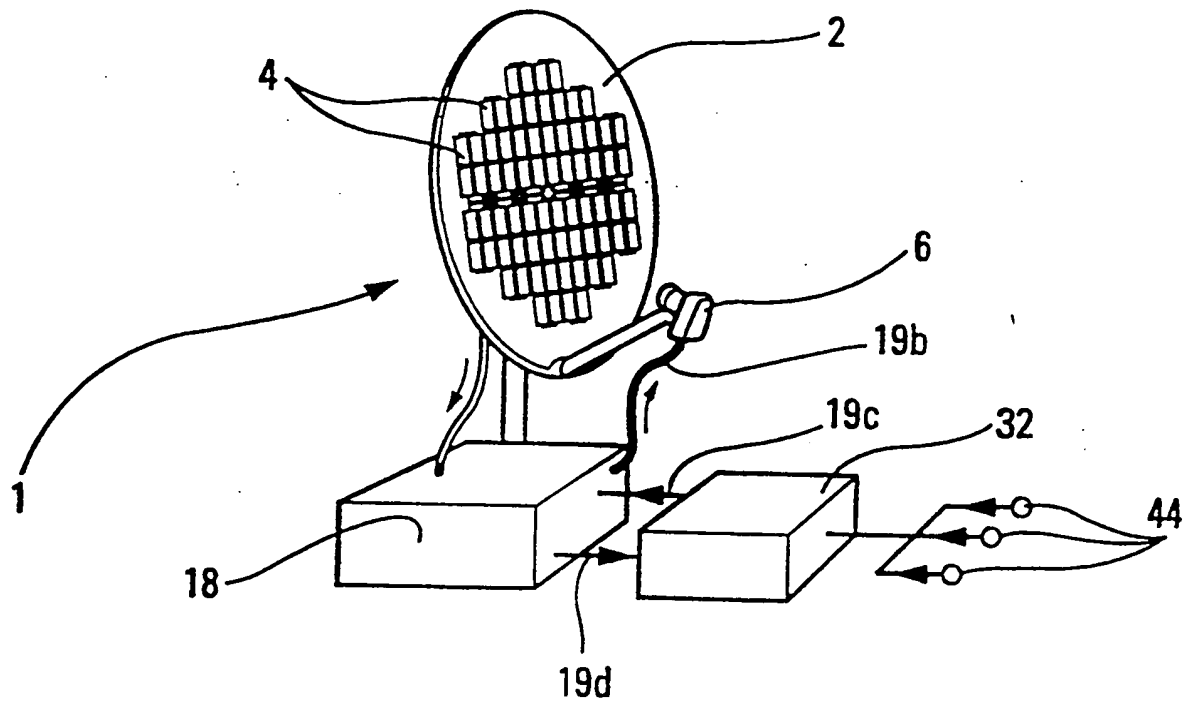


Fig. 9

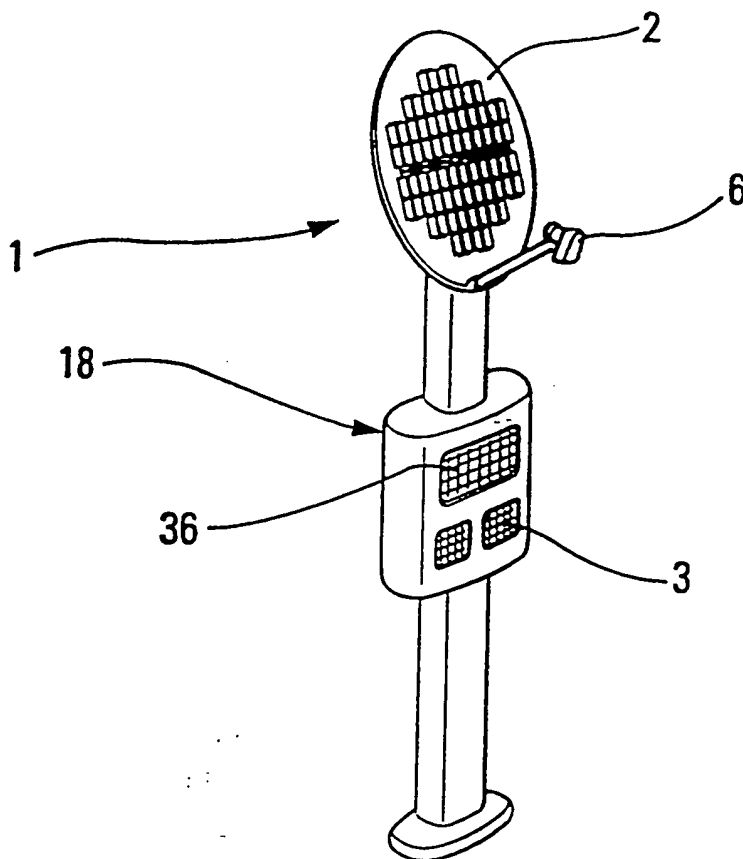


Fig. 10