



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **92403522.3**

(51) Int. Cl.⁵ : **H01Q 3/46**

(22) Date de dépôt : **22.12.92**

(30) Priorité : **31.12.91 FR 9116376**

(43) Date de publication de la demande :
21.07.93 Bulletin 93/29

(84) Etats contractants désignés :
DE FR GB IT

(71) Demandeur : **THOMSON-CSF**
51, Esplanade du Général de Gaulle
F-92800 Puteaux (FR)

(72) Inventeur : **Drabowitch, Serge**
THOMSON-CSF, SCPI, BP 329
F-92402 Courbevoie Cedex (FR)

Inventeur : **Resneau, Jean-Claude**
THOMSON-CSF, SCPI, BP 329
F-92402 Courbevoie Cedex (FR)

Inventeur : **Legendre, Jacques**
THOMSON-CSF, SCPI, BP 329
F-92402 Courbevoie Cedex (FR)

Inventeur : **Clerc, Fabrice**
THOMSON-CSF, SCPI, BP 329
F-92402 Courbevoie Cedex (FR)

Inventeur : **Roger, Joseph**
THOMSON-CSF, SCPI, BP 329
F-92402 Courbevoie Cedex (FR)

(74) Mandataire : **Beylot, Jacques et al**
Thomson-CSF SCPI B.P. 329
F-92402 COURBEVOIE CEDEX (FR)

(54) **Antenne à réseau réflecteur à contrôle de phase.**

(57) Le réseau réflecteur de cette antenne a une face réfléchissante supportée par une armature (2) et illuminée par une source primaire hyperfréquence (4). Il comporte sur cette face réfléchissante un grand nombre de sources élémentaires formées chacune d'un élément rayonnant chargé par un déphaseur commandable placé sur une ligne court-circuitée. Les sources élémentaires sont disposées à plusieurs sur des plaquettes isolantes (1) qui tapissent la face réfléchissante du réseau réflecteur, leur tranche tournée vers l'armature (2), et qui portent chacune, sur au moins une face, un circuit imprimé conducteur (5) formant un motif constitué de plusieurs éléments rayonnants (7) dirigés latéralement à l'opposé de l'armature (2) et placés côte à côte à la tête d'une ligne à fente (8) court-circuitée en bout, au moins une diode (9) de court-circuit par ligne à fente, des pistes conductrices isolées (10) acheminant la tension de polarisation des diodes de court-circuit (9) et un circuit (11) de commande des polarisations des diodes de court-circuit (9).

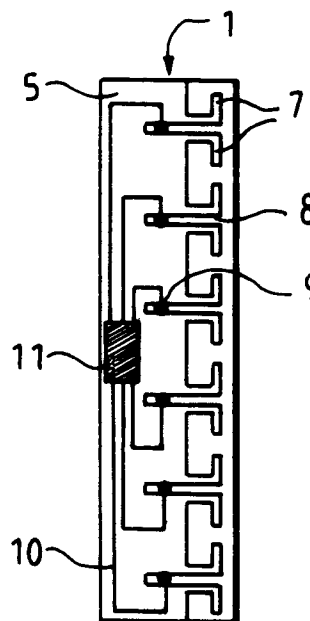


FIG.3

L'invention est du domaine des antennes de type réseau à balayage électronique avec un grand nombre de sources élémentaires.

Ce genre d'antennes appliqué à un radar apporte l'agilité de faisceau indispensable lorsque le volume à surveiller est grand et qu'il est nécessaire d'avoir un temps de renouvellement de l'information très court.

Les antennes réseau à balayage électronique sont constituées d'un assemblage en réseau de sources élémentaires présentant entre elles des déphasages ou des temps de retard réglables et d'une distribution hyperfréquence qui peut être réalisée de diverses manières comme le rapporte M.I. Skolnik au chapitre 11 paragraphe 7 de son livre intitulé "Radar Hand-book" paru aux éditions Mc Graw-Hill.

La présente invention concerne plus particulièrement une antenne réseau dans laquelle la distribution hyperfréquence dite optique est assurée à l'aide d'une source primaire illuminant le réseau de sources élémentaires qui forme un réflecteur à contrôle de phase. Chaque source élémentaire comporte alors une antenne élémentaire chargée par un déphaseur ajustable placé le long d'une ligne en court-circuit de manière à pouvoir recevoir une onde hyperfréquence et la réémettre après réflexion avec un certain déphasage. L'intérêt de ce genre d'antennes réside dans la simplicité de la distribution d'énergie hyperfréquence et dans le fait que l'arrière du réseau réflecteur est laissé libre ce qui facilite l'accès aux déphaseurs pour leur alimentation et leur commande.

La présente invention a pour but la réalisation d'une antenne à réseau réflecteur à contrôle de phase, à grand nombre de sources élémentaires, fonctionnant dans la bande centimétrique ayant un prix de revient notablement réduit.

Elle a pour objet une antenne comportant un réseau réflecteur à contrôle de phase dont une face réfléchissante, supportée par une armature, est illuminée par une source primaire hyperfréquence et qui comporte sur cette face réfléchissante un grand nombre de sources élémentaires formées chacune d'un élément rayonnant chargé par un déphaseur commandable placé sur une ligne court-circuitée. Dans le réflecteur de cette antenne, les sources élémentaires sont disposées à plusieurs sur des plaquettes isolantes de forme allongée. Ces plaquettes, la tranche tournée vers l'armature, tapissent la face réfléchissante du réseau réflecteur. Elles portent chacune, sur au moins une face, un circuit imprimé conducteur formant un motif constitué de plusieurs éléments rayonnants dirigés latéralement à l'opposé de l'armature et placés côte à côte chacun à la tête d'une ligne à fente court-circuitée en bout, au moins une diode de court-circuit par ligne à fente placée à cheval sur cette dernière, des pistes conductrices isolées acheminant les tensions de polarisation des diodes de court-circuit et un circuit de commande des polarisations des diodes de court-circuit avec des sor-

ties reliées auxdites diodes par l'intermédiaire des pistes conductrices.

Avantageusement, les éléments rayonnants des sources élémentaires portées par les plaquettes isolantes ne sont pas alignés dans un même plan mais disposés avec différentes valeurs de retrait les uns par rapport aux autres de façon à réduire par diffusion l'effet image dû à une réflexion parasite à la surface des éléments rayonnant, ces différentes valeurs de retrait étant compensées, pour le signal utile, soit par des ajustement des valeurs des déphasages commandés soit par des ajustements des longueurs des lignes à fente court-circuitées chargeant les éléments rayonnants. Ce désalignement des éléments rayonnants peut être obtenu en donnant à l'armature supportant les plaquettes isolantes la forme d'une surface courbe, concave ou convexe, ou en imprimant les éléments rayonnants sur chaque plaquette isolante à des distances différentes du bord opposé à l'armature.

Avantageusement, le motif du circuit imprimé sur chaque plaquette isolante comporte un fil conducteur qui est placé à environ un quart de longueur d'onde devant les éléments rayonnants et qui améliore l'adaptation des éléments rayonnants en diminuant la réflexion parasite à leur surface.

Avantageusement, l'antenne comporte sur la face réfléchissante du réflecteur, entre les plaquettes isolantes, un matériau absorbant les ondes hyperfréquences. Ce matériau réduit le diffus et améliore les performances de l'antenne en fonctionnement monopulse en absorbant le rayonnement en polarisation croisée de la source primaire.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront de la description d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple. Cette description sera faite ci-après en regard du dessin dans lequel :

- une figure 1 représente une vue générale de face du réseau réflecteur selon l'invention,
- une figure 2 représente une vue générale, selon le profil vertical, du réseau réflecteur de la figure 1 et de la source primaire qui l'illumine,
- une figure 3 représente une vue, côté circuit imprimé, d'une plaquette isolante de montage des sources élémentaires du réseau réflecteur vu aux figures précédentes,
- une figure 4 représente une vue, côté circuit imprimé, d'une variante de la plaquette isolante vue à la figure précédente et
- une figure 5 illustre un détail d'une plaquette isolante analogue à celles représentées aux figures 3 et 4.

La figure 1 montre l'aspect d'un réseau réflecteur d'une antenne selon l'invention vu depuis sa face réfléchissante tournée vers une source primaire hyperfréquence. Celui-ci comporte une face réfléchissante tapissée de colonnettes 1 fixées sur une armature 2, assemblées en rangées et colonnes, et orientées pa-

rallèlement à la direction de polarisation de la source primaire hyperfréquence supposée ici être verticale.

La figure 2 montre l'aspect de profil de ce réseau réflecteur avec son armature 2 supportant les colonnettes 1 et des bras de fixation 3 soutenant une source primaire hyperfréquence 4 illuminant sa face réfléchissante.

Chaque colonnette 1 est constituée d'une plaquette isolante de forme allongée, qui est fixée par la tranche sur l'armature 2 et qui porte plusieurs sources élémentaires. Comme représenté sur les figures 3 et 4, ces plaquettes isolantes portent, sur une de leur face, un circuit imprimé conducteur 5 qui dessine un motif formé de plusieurs dipôles 7 orientés vers le bord opposé à l'armature 2 et placés côte à côte chacun à la tête d'une ligne à fente 8 court-circuitée en bout, des diodes 9, une par ligne à fente 8, placées à cheval sur ces dernières à proximité de leur extrémité court-circuitée, des pistes conductrices isolées 10 acheminant la tension de polarisation des diodes 9, et un circuit 11 de commande des polarisations des diodes 9 avec des sorties reliées aux diodes 9 par les pistes conductrices 10 et des entrées de commande non représentées accessibles depuis le bord de la plaquette 1 tourné vers l'armature 2.

Chaque dipôle 7 collecte l'onde hyperfréquence reçue sur la face réfléchissante du réflecteur puis la réémet après qu'elle ait parcouru la ligne à fente 8 à laquelle il est raccordé, et qu'elle se soit réfléchi sur le premier court-circuit rencontré, soit au niveau de la diode 9 si celle-ci est conductrice, soit au niveau de l'extrémité de la ligne à fente 8 si la diode 9 est bloquée. La présence de la diode 9 autorise un choix entre deux déphasages possibles pour l'onde hyperfréquence réémise correspondant aux deux longueurs différentes de parcours possibles dans la ligne à fente 8. Bien évidemment il est possible d'élargir ce choix à plus de deux déphasages possibles en ajoutant d'autres diodes de court-circuit le long de la ligne à fente 8.

Les dipôles 7 tapissent la surface réfléchissante du réflecteur. Ils sont disposés parallèlement à la direction verticale de la polarisation de la source primaire hyperfréquence 4, à une distance les uns des autres au sein d'une même plaquette et entre plaquettes inférieure à la moitié de la longueur d'onde hyperfréquence pour éviter l'apparition de lobes de réseau. Un matériau absorbant les ondes hyperfréquences est placé entre les plaquettes pour absorber le rayonnement en polarisation croisée de la source primaire, réduire le diffus et améliorer les performances en fonctionnement monopulse.

Les dipôles 7 peuvent être tous alignés sur un même plan qui est celui de la surface réfléchissante du réflecteur. Ils sont alors, comme représenté à la figure 3, tous alignés au sein d'une même plaquette parallèlement au bord tourné vers l'armature 2 et placés à la tête de lignes à fente 8 de même longueur, les pla-

quettes étant elles-mêmes fixées par la tranche sur une armature 2 plane.

Les dipôles 7 peuvent également être disposés avec différentes valeurs de retrait par rapport à un plan de référence pour réduire par diffusion l'effet image dû à une réflexion parasite à la surface des dipôles 7.

La figure 4 donne un exemple de plaquette 1 qui est destinée à être fixée par la tranche sur une armature plane 2 et qui comporte des dipôles 7 placés côte à côte qui ne sont pas alignés mais disposés avec trois valeurs de retrait distinctes. Ces dipôles 7 sont connectés à des lignes à fente d'autant plus courtes que leur retrait est grand, cela afin de compenser le trajet supplémentaire parcouru dans l'air par le signal utile.

Il est également possible pour réduire par diffusion l'effet image d'adopter une armature 2 à surface courbe concave ou convexe et de tenir compte, dans la commande des déphaseurs des sources élémentaires, des différences de longueur de trajet qui en résulte pour le signal utile.

La figure 5 illustre un détail d'une autre plaquette au niveau d'un dipôle 20 chargé par une ligne à fente 21 court-circuitée en extrémité et équipée de deux diodes 22, 23 permettant d'avoir trois emplacements possibles de court-circuit et donc trois états de phase possibles par source élémentaire. Chaque diode 22, 23 placée d'un côté de la ligne à fente 21 est raccordée d'une part au motif conducteur sous-jacent qui est mis à la masse et d'autre part à un pontage conducteur 24, 25 qui enjambe la ligne à fente 21 et une partie du motif conducteur pour être raccordé à une piste 22, 23 isolée du motif conducteur menant aux sorties d'un circuit de commande de polarisation non représenté. Chaque pontage conducteur 24, 25 est, du côté de la ligne à fente 21 opposé aux diodes 22, 23 mis à la masse du point de vue des hyperfréquences par un condensateur de découplage 28, 29.

On distingue en outre un fil conducteur 30 qui court le long du côté de la plaquette opposé à l'armature, en avant des dipôles, à une distance d'environ un quart de longueur d'onde et qui sert à améliorer l'adaptation des dipôles en hyperfréquence en jouant le rôle d'un élément directeur.

Diverses variantes peuvent être envisagées. C'est ainsi que le nombre de sources élémentaires par plaquette peut être différent de même que le type des éléments rayonnants qui peuvent être par exemple des antennes Vivaldi obtenues en évasant les embouchures des lignes à fente.

Le nombre de diodes de court-circuit par source élémentaire peut également varier en fonction du nombre d'états de phase voulu. D'une manière générale, n diodes autorisent $n + 1$ états de phase.

La position de la source primaire hyperfréquence peut être différente. Elle peut par exemple être mise en "offset" pour atténuer l'effet d'ombre ou encore

être du type Cassegrain.

La bande hyperfréquence de fonctionnement est la bande centimétrique au sens large c'est-à-dire qu'elle inclue les bandes L, S, C, X, KU, KA.

Les lignes de commande de polarisation des diodes de court-circuit peuvent éventuellement être réalisées par impression multiface au lieu d'être disposées dans le même plan que le motif conducteur des dipôles et lignes à fente.

Les lignes à fente, au lieu d'être rectilignes, comme représenté, peuvent être courbées de manière à être partiellement parallèles aux dipôles et à réduire la largeur des plaquettes.

Le réseau réflecteur qui vient d'être décrit peut comporter beaucoup de sources élémentaires, 10.000 par exemple, et avoir de bonnes performances tout en restant d'un coût restreint en raison de sa conception à partir d'un grand nombre de plaquettes standard et de l'intégration poussée au niveau de chacune de ces plaquettes.

Revendications

1. Antenne à réseau réflecteur à contrôle de phase dont une face réfléchissante supportée par une armature (2) est illuminée par une source primaire hyperfréquence (4) et qui comporte sur cette face un grand nombre de sources élémentaires formées chacune d'un élément rayonnant chargé par un déphaseur commandable placé le long d'une ligne court-circuitée, caractérisée en ce que les sources élémentaires sont disposées à plusieurs sur des plaquettes isolantes (1) de forme allongée qui, mises sur la tranche, tapissent la face réfléchissante du réseau réflecteur et qui portent chacune, sur au moins une face, un circuit imprimé conducteur formant un motif constitué de plusieurs éléments rayonnants (7) dirigés latéralement à l'opposé de l'armature (2) et placés côte-à-côte chacun à la tête d'une ligne à fente (8) court-circuitée en bout, au moins une diode de court-circuit (9) par ligne à fente (8) placée à cheval sur cette dernière, des pistes conductrices isolées (10) acheminant les tensions de polarisation des diodes de court-circuit (9) et un circuit (11) de commande des polarisations des diodes de court-circuit (9) avec des sorties reliées aux diodes de court-circuit (9) par l'intermédiaire des pistes conductrices (10).
2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que les éléments rayonnants (7) des sources élémentaires portés par les plaquettes isolantes ne sont pas alignés dans un même plan mais disposés avec différentes valeurs de retrait les uns par rapport aux autres de manière à réduire par diffusion l'effet image dû à une réflexion parasite

à la surface des éléments rayonnants (7).

3. Antenne selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'armature (2) supportant les plaquettes isolantes de la face réfléchissante du réflecteur a une surface courbe.
4. Antenne selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'armature (2) supportant les plaquettes isolantes de la face réfléchissante du réflecteur a une surface courbe concave.
5. Antenne selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'armature (2) supportant les plaquettes isolantes de la face réfléchissante du réflecteur a une surface courbe convexe.
6. Antenne selon la revendication 2, caractérisée en ce que les éléments rayonnants (7) imprimés sur chaque plaquette isolante le sont à des distances différentes du bord opposé à l'armature.
7. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que le motif du circuit imprimé sur chaque plaquette isolante (1) comporte un fil conducteur (30) placé à environ un quart de longueur d'onde devant les éléments rayonnants (20).
8. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte, sur la face réfléchissante du réflecteur, entre les plaquettes isolantes, un matériau absorbant les ondes hyperfréquences.
9. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que les éléments rayonnants sont des dipôles (7).
10. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que les éléments rayonnants sont des antennes de type Vivaldi constituées par les embouchures évasées des lignes à fente (7).

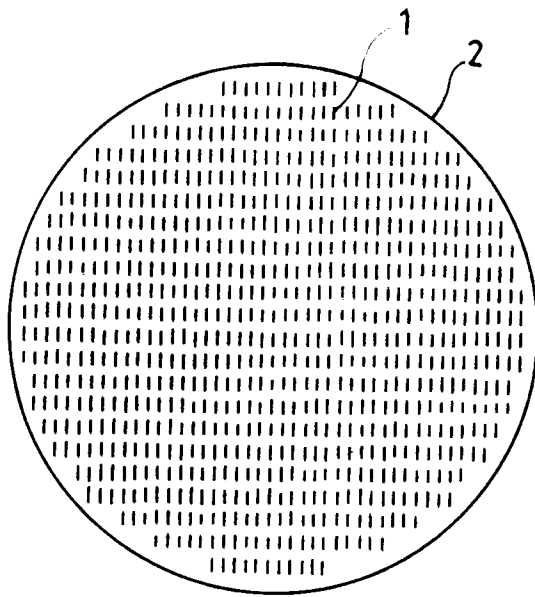


FIG. 1

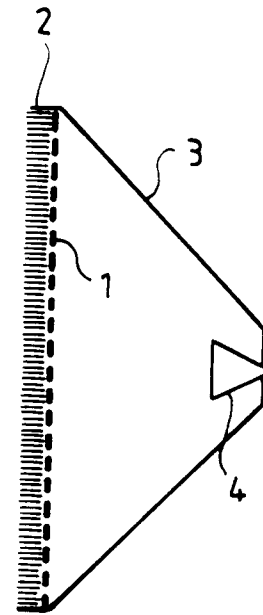


FIG. 2

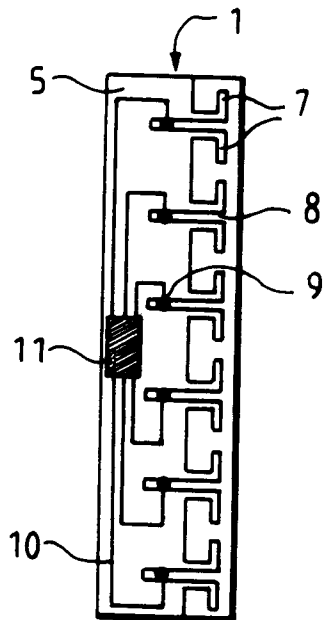


FIG. 3

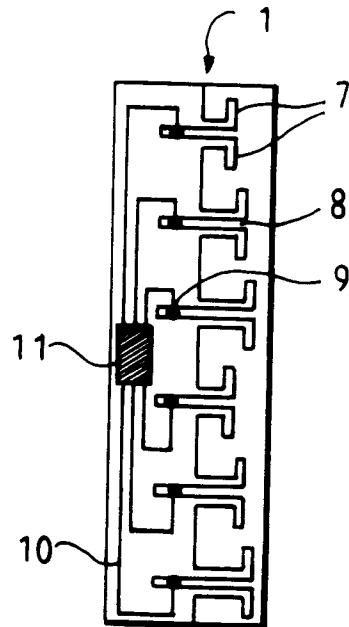


FIG. 4

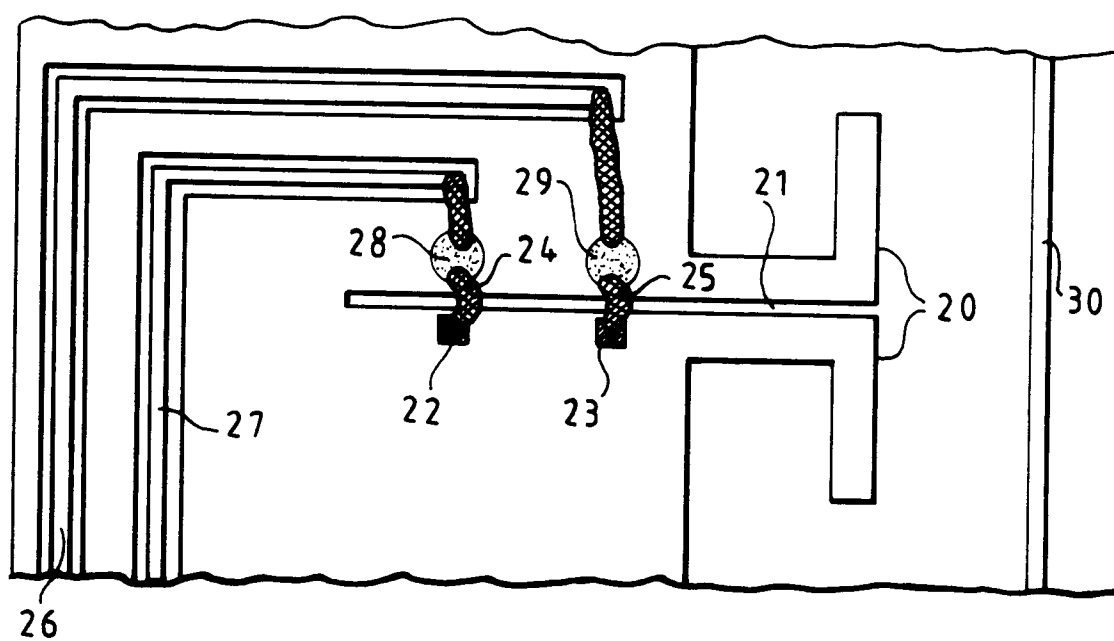


FIG.5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 3522

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.5)
Y	US-A-3 274 601 (BLASS) * colonne 5, ligne 26 - ligne 37; figures 1,4,4A,5,10 * * colonne 6, ligne 6 - ligne 21 * ---	1,9	H01Q3/46
Y	EP-A-0 186 455 (THE MARCONI COMPANY LTD.) * abrégé; figures 1,5 * * page 8, ligne 13 - ligne 15 * ---	1,9	
A	US-A-3 484 784 (MCLEOD, JR.) * colonne 4, ligne 4 - ligne 14; figure 2 * ---	3-5	
A	US-A-3 259 902 (MALECH) * colonne 3, ligne 30 - ligne 47; figures 1,4 * ---	1	
A	US-A-4 513 292 (BOWMAN) * colonne 3, ligne 47 - ligne 60; figures 2,5 * ---	9	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 23 (E-293)(1746) 30 Janvier 1985 & JP-A-59 169 205 (MITSUBISHI DENKI K.K.) 25 Septembre 1984 * abrégé * -----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			H01Q
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 18 MARS 1993	Examineur DANIELIDIS S.
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 03.92 (P0402)