



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
09.06.2004 Bulletin 2004/24

(51) Int Cl.7: **H01P 5/18**

(21) Numéro de dépôt: **03300244.5**

(22) Date de dépôt: **08.12.2003**

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

(72) Inventeurs:
 • **Ezzeddine, Hilal
 37000 Tours (FR)**
 • **Dupont, François
 37000 Tours (FR)**

(30) Priorité: **06.12.2002 FR 0215477**

(74) Mandataire: **de Beaumont, Michel
 1bis, rue Champollion
 38000 Grenoble (FR)**

(71) Demandeur: **STMicroelectronics S.A.
 92120 Montrouge (FR)**

(54) **Coupleur directif**

(57) L'invention concerne un coupleur de type distribué comprenant une première ligne conductrice (111) véhiculant un signal principal entre deux bornes d'extrémité (IN, DIR), une deuxième ligne conductrice (121)

couplée à la première et entre deux bornes (CPLD, ISO) de laquelle circule un signal prélevé, proportionnel au signal principal, et deux condensateurs (Cs) reliant respectivement les deux bornes de chacune des lignes.

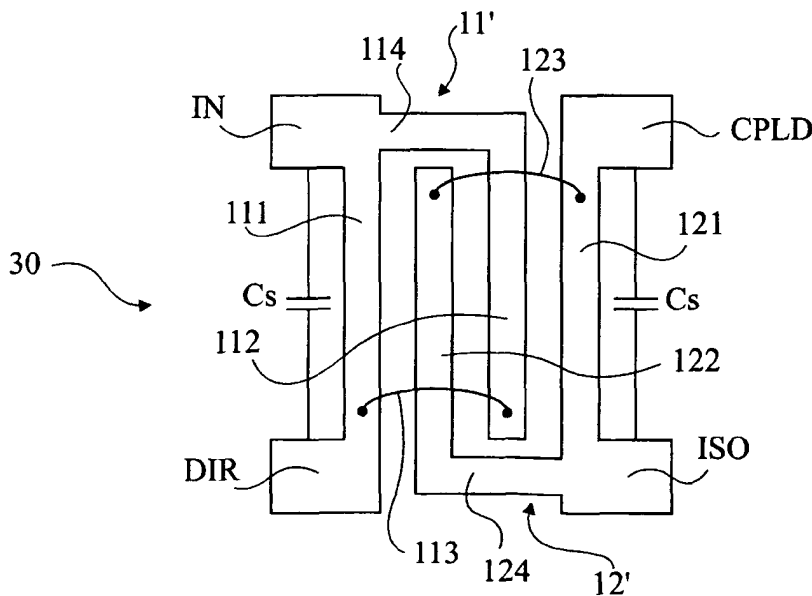


Fig 4

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine des coupleurs qui servent à prélever une partie d'un signal véhiculé par une ligne de transmission à des fins, notamment, de mesure ou d'asservissement. L'invention concerne plus particulièrement le domaine des coupleurs radiofréquences entre un amplificateur d'émission et une antenne, notamment appliqués à la téléphonie mobile.

[0002] La figure 1 illustre de façon très schématique la structure générale d'un coupleur 1 distribué, c'est-à-dire à lignes de transmission du type auquel s'applique la présente invention, par opposition à des coupleurs à éléments localisés inductifs et capacitifs.

[0003] Le coupleur 1 est intercalé entre un amplificateur 2 (PA) d'amplification d'un signal Tx à émettre, et une antenne 3 d'émission. Le rôle du coupleur 1 est d'extraire, entre des bornes CPLD et ISO d'une ligne secondaire 12, un signal proportionnel au signal transisant sur une ligne principale 11 de transmission, c'est-à-dire entre des bornes IN et DIR, respectivement reliées en sortie de l'amplificateur 2 et en entrée de l'antenne 3.

[0004] Le signal G extrait par le coupleur 1 est exploité par un circuit 4 (DET), par exemple pour asservir la puissance de l'amplificateur 2 ou pour l'éteindre en cas de besoin de protection, par exemple en cas de disparition de l'antenne 3.

[0005] Il s'agit là d'un exemple d'application à la téléphonie mobile où la consommation la plus importante provient de la chaîne d'émission et où on souhaite généralement minimiser la consommation des circuits. En réception, un téléphone mobile exploite un amplificateur à faible bruit (LNA), dont le gain est généralement fixe et pour lequel un coupleur n'est par conséquent pas nécessaire.

[0006] Le coupleur de la figure 1 est un coupleur bidirectionnel en ce sens qu'il détecte un signal présent sur la ligne de transmission 11 dans les deux sens : un signal direct (FWD) transisant de IN vers DIR sera couplé vers la sortie CPLD et un signal inverse (REV) transisant de DIR vers IN sera couplé vers la sortie ISO. En pratique, on redresse les tensions présentes sur les bornes CPLD et ISO pour générer le signal G de correction de gain.

[0007] Un coupleur distribué du type de celui représenté en figure 1 est caractérisé par son couplage et sa directivité. Le couplage caractérise la différence entre l'amplitude du signal principal circulant sur la ligne 11 et l'amplitude du signal prélevé sur la ligne 12. La directivité caractérise la différence entre l'amplitude du signal FWD qui se traduit par un signal sortant de la borne CPLD, et l'amplitude du signal REV circulant de DIR vers IN qui se traduit par un signal sortant de la borne ISO. Plus la différence d'amplitudes entre les bornes CPLD et ISO est élevée, plus la directivité du coupleur est élevée et plus il est alors facile de détecter un événement

problème de l'antenne 3 se traduisant par une réflexion du signal véhiculé par la ligne 11. En effet, en cas de problème sur l'antenne (par exemple, de disparition de celle-ci), la puissance qui ne peut pas sortir est réfléchi, ce qui entraîne une augmentation du signal sur la borne ISO. En détectant le potentiel de la borne ISO par rapport à un seuil, on peut détecter un problème sur l'antenne et couper alors l'amplificateur d'émission pour éviter de l'endommager, celui-ci ne supportant généralement pas de recevoir une puissance réfléchi.

[0008] Dans un coupleur idéal et en fonctionnement normal, le maximum d'amplitude de la ligne couplée serait présent sur la borne CPLD et un potentiel nul serait présent sur la borne ISO. Toutefois, en pratique, le potentiel de la borne ISO n'est pas nul, mais il est généralement atténué de l'ordre de -30 dB par rapport au potentiel de la borne DIR.

[0009] Par ailleurs, on cherche généralement un couplage faible pour éviter de prélever une trop grande partie de la puissance utile pour la détection. Généralement, la borne CPLD reproduit un signal atténué de l'ordre de -15 à -20 dB par rapport au signal transisant de la borne IN vers la borne DIR.

[0010] Par conséquent, la directivité d'un coupleur classique est de l'ordre de -10 à -15 dB (-30-(-20)) à -30-(-15)).

[0011] Or, notamment pour faciliter la détection d'un problème sur l'antenne, on recherche une directivité plus élevée.

[0012] Pour améliorer la directivité, on peut agrandir le coupleur en rendant les tronçons conducteurs 11 et 12 proches d'une longueur de $\lambda/4$, où λ représente la longueur d'onde correspondant à la fréquence centrale de la bande passante souhaitée pour le coupleur. Toutefois, développer un coupleur distribué à une longueur de $\lambda/4$ conduit à un coupleur très encombrant et accroît les pertes d'insertion.

[0013] La figure 2 représente un exemple classique de coupleur 10 à directivité améliorée. Ce coupleur de type distribué comporte deux lignes 11 et 12 conductrices et deux condensateurs C_p reliant respectivement les bornes IN et CPLD et les bornes DIR et ISO. De tels condensateurs permettent d'accroître la directivité du coupleur en rapprochant les valeurs des impédances de lignes l'une de l'autre. Toutefois, un inconvénient rédhibitoire d'une telle solution est qu'à des fréquences de plusieurs centaines de MHz, les valeurs des condensateurs sont très faibles, (de l'ordre du femtofarad). En pratique, de telles valeurs rendent la réalisation quasi impossible dans la mesure où les valeurs des condensateurs C_p se rapprochent des valeurs de capacités parasites qui ne peuvent alors pas être négligées. Or, les caractéristiques du coupleur se dégradent fortement dès que l'on s'écarte des valeurs choisies, en fonction de la bande passante du coupleur, pour les condensateurs C_p .

[0014] Des exemples de coupleur du type de celui décrit en relation avec la figure 2 sont décrits dans le brevet

américain 4937541 et dans la demande de brevet allemand 19749912.

[0015] La présente invention vise à proposer un coupleur à lignes distribuées de directivité améliorée.

[0016] L'invention vise en particulier à proposer un coupleur radiofréquences ne nécessitant pas le recours à des condensateurs de valeurs très faibles (de l'ordre du fF).

[0017] L'invention vise également à proposer un coupleur dont l'encombrement est minimisé.

[0018] Pour atteindre ces objets et d'autres, la présente invention prévoit un coupleur de type distribué comprenant une première ligne conductrice véhiculant un signal principal entre deux bornes d'extrémité, une deuxième ligne conductrice couplée à la première et entre deux bornes de laquelle circule un signal prélevé, proportionnel au signal principal, et deux condensateurs reliant respectivement les deux bornes de chacune des lignes.

[0019] Selon un mode de réalisation de la présente invention, les lignes sont de même longueur.

[0020] Selon un mode de réalisation de la présente invention, les condensateurs sont de mêmes valeurs.

[0021] Selon un mode de réalisation de la présente invention, les lignes sont dimensionnées en $\lambda/4$ pour une fréquence centrale de bande supérieure à la bande de fréquences pour laquelle est destiné le coupleur.

[0022] Selon un mode de réalisation de la présente invention, chaque ligne conductrice est constituée d'au moins deux tronçons parallèles entre ses bornes d'extrémité, les tronçons des deux lignes étant entrelacés.

[0023] Selon un mode de réalisation de la présente invention, les électrodes des condensateurs sont réalisées dans les mêmes deux niveaux de métallisation que ceux dans lesquels sont réalisées les lignes conductrices.

[0024] Selon un mode de réalisation de la présente invention, les condensateurs ont des valeurs comprises entre 0,1 et 10 pF, la fréquence centrale du coupleur étant comprise entre quelques dizaines de MHz et quelques dizaines de GHz.

[0025] Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1 décrite précédemment représente, de façon schématique, un coupleur bidirectionnel du type auquel s'applique la présente invention dans un environnement de chaîne d'émission radiofréquence ;

la figure 2 décrite précédemment représente un exemple classique de coupleur radiofréquences directif ;

la figure 3 représente un mode de réalisation d'un coupleur directif selon la présente invention ; et
la figure 4 représente un autre mode de réalisation

préféré d'un coupleur directif selon la présente invention.

[0026] Les mêmes éléments ont été désignés par les mêmes références aux différentes figures. Pour des raisons de clarté, seuls les éléments qui sont nécessaires à la compréhension de l'invention ont été représentés aux figures et seront décrits par la suite. En particulier, les signaux traversant le coupleur ainsi que l'exploitation faite des mesures par la ligne couplée n'ont pas été détaillés et ne font pas l'objet de la présente invention, celle-ci pouvant être mise en oeuvre quelle que soit l'application faite des signaux issus du coupleur.

[0027] Une caractéristique de la présente invention est de prévoir des condensateurs, non plus pour relier les extrémités respectives d'une ligne aux extrémités de l'autre ligne, mais pour relier les extrémités respectives d'une même ligne.

[0028] Une telle disposition permet, pour une même bande de fréquences, d'améliorer la directivité tout en utilisant des condensateurs de valeurs plus élevées que dans le cas classique de la figure 2.

[0029] Le fait que les condensateurs aient des valeurs sensiblement plus élevées rend le coupleur (notamment sa directivité) moins sensible par rapport à des variations de valeurs des condensateurs suite à des dispersions technologiques ou en raison de présence de capacités parasites qui quant à elles restent de l'ordre du femtofarad.

[0030] La figure 3 représente un coupleur 20 selon un premier mode de réalisation de la présente invention. On retrouve deux lignes conductrices 11, 12 parallèles comme dans le mode de réalisation de la figure 2. La ligne 11 constitue la ligne principale de bornes IN et DIR. La ligne 12 correspond à la ligne couplée de bornes CPLD et ISO.

[0031] Selon la présente invention, un premier condensateur Cs relie les bornes IN et DIR tandis qu'un deuxième condensateur Cs relie les bornes CPLD et ISO.

[0032] Les lignes 11 et 12 ont les mêmes longueurs et les condensateurs Cs ont tous deux la même valeur.

[0033] Le dimensionnement des lignes conductrices et des condensateurs dépend de l'application et plus particulièrement de la fréquence centrale de la bande passante souhaitée pour le coupleur. Dans un exemple simple, les tronçons 11 et 12 ont des longueurs correspondantes à $\lambda/4$, où λ représente la longueur d'onde de la fréquence centrale de la bande. Dans ce cas, l'adjonction des condensateurs Cs réduit la largeur de la bande mais améliore déjà la directivité. De plus, ils permettent de sous-dimensionner le λ en raison du décalage qu'ils apportent sur la fréquence centrale.

[0034] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, on profite de la présence des condensateurs pour diminuer la longueur des tronçons conducteurs 11 et 12 par rapport à la taille qu'ils auraient en $\lambda/4$ par rapport à la fréquence centrale de la bande passante sou-

haitée. Un tel mode de réalisation permet de diminuer le couplage (qui est maximum à $\lambda/4$), donc de réduire l'amplitude du signal mesuré sur la ligne couplée par rapport à la ligne principale. Cela minimise donc la consommation d'énergie (partie de signal) non directement utile à la transmission.

[0035] La figure 4 représente un deuxième mode de réalisation préféré d'un coupleur 30 distribué selon l'invention.

[0036] Selon ce mode de réalisation, on utilise une structure connue sous le nom de coupleur de Lange dans laquelle les deux tronçons conducteurs 11' et 12' sont interdigités. Dans l'exemple de la figure 4, on a prévu des tronçons comprenant chacun deux branches 111 et 112, respectivement 121 et 122 parallèles et imbriquées avec les branches de l'autre ligne. Dans une telle structure, chaque tronçon est, du point de vue électrique, constitué de deux tronçons parallèles 111 et 112, respectivement 121 et 122, entre les bornes IN et DIR, respectivement CPLD et ISO. Des prolongements 114 et 124 perpendiculaires des pistes conductrices relient une extrémité des tronçons 112 et 122, par exemple aux bornes IN et ISO, respectivement. Des tronçons (ponts) conducteurs 113 et 123 relient les extrémités libres respectives des tronçons 112 et 122 aux bornes DIR et CPLD respectivement.

[0037] Dans une réalisation sous forme de circuit intégré, les liaisons 113 et 123 sont réalisées par des vias (non représentés) et des pistes conductrices dans un deuxième niveau de métallisation par rapport au niveau de métallisation dans lequel sont réalisées les pistes 111, 112, 114, 121, 122 et 124.

[0038] Selon l'invention, les bornes IN et DIR, respectivement CPLD et ISO, sont reliées l'une à l'autre par les condensateurs Cs.

[0039] Un avantage de ce mode de réalisation est que la réalisation des condensateurs tire profit du fait que les lignes conductrices sont déjà effectuées dans deux niveaux de métallisation distincts. Par conséquent, on peut utiliser ces deux niveaux de métallisation et le diélectrique qui les sépare pour former les condensateurs intégrés Cs propres à l'invention.

[0040] Dans un coupleur de Lange classique, c'est-à-dire dépourvu des condensateurs Cs, le dimensionnement correspond à des tronçons individuels 111, 112, 121 et 122 de longueur $\lambda/4$ pour une fréquence centrale correspondant à la longueur d'onde λ . Un tel coupleur est généralement utilisé pour accroître le couplage en diminuant les capacités parasites.

[0041] Selon l'invention, grâce aux condensateurs Cs, on peut dimensionner le coupleur de Lange pour une fréquence sensiblement supérieure (c'est-à-dire avec une longueur $\lambda/4$ sensiblement inférieure), et retrouver la fréquence de fonctionnement souhaitée. Dans ce cas, on diminue le couplage et on accroît la directivité du coupleur.

[0042] Les dimensions d'un coupleur selon l'invention sont choisies en fonction de l'application. Pour tenir

compte de ce que les condensateurs Cs doivent avoir des valeurs supérieures aux capacités parasites, un coupleur de l'invention est plus particulièrement dédié à des fréquences comprises entre quelques dizaines de MHz et quelques dizaines de GHz. Les condensateurs Cs ont alors des valeurs comprises entre 0,1 et 10 picofarads.

[0043] A titre de comparaison, on a réalisé sur carte de circuit imprimé un coupleur de Lange sans condensateur, et un coupleur de Lange selon l'invention avec des condensateurs Cs d'une capacité de 3,3 pF, avec des longueurs de tronçons adaptées à une fréquence de 820 MHz. On a obtenu des directivités respectives de 7 et 28 dB.

[0044] Un avantage de la présente invention est que l'ajout des condensateurs Cs augmente légèrement le couplage tout en augmentant considérablement (de plus de 10 dB) la directivité. De plus, l'isolation s'en trouve améliorée et les pertes d'insertion n'augmentent que très légèrement (moins de 0,5 dB).

[0045] Dans une réalisation intégrée de la structure de la figure 4, la surface occupée par un tel coupleur est sensiblement la même que pour un coupleur classique, la surface nécessaire à la réalisation des condensateurs étant compensée par la diminution de longueurs des tronçons conducteurs.

[0046] Bien entendu, la présente invention est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, les dimensions à donner aux différents tronçons conducteurs du coupleur ainsi qu'aux condensateurs sont à la portée de l'homme du métier en fonction de l'application à partir des indications fonctionnelles données ci-dessus.

Revendications

1. Coupleur de type distribué comprenant :

- une première ligne conductrice (11, 111) véhiculant un signal principal entre deux bornes d'extrémité (IN, DIR) ;
- une deuxième ligne conductrice (12, 121) couplée à la première et entre deux bornes (CPLD, ISO) de laquelle circule un signal prélevé, proportionnel au signal principal,

caractérisé en ce qu'il comporte en outre deux condensateurs (Cs) reliant respectivement les deux bornes de chacune des lignes.

2. Coupleur selon la revendication 1, dans lequel les lignes (11, 12 ; 111, 112, 121, 122) sont de même longueur.

3. Coupleur selon la revendication 1, dans lequel les condensateurs (Cs) sont de mêmes valeurs.

4. Coupleur selon la revendication 1, dans lequel les lignes (11, 12 ; 111, 112, 121, 122) sont dimensionnées en $\lambda/4$ pour une fréquence centrale de bande supérieure à la bande de fréquences pour laquelle est destiné le coupleur. 5
5. Coupleur selon la revendication 1, dans lequel chaque ligne conductrice est constituée d'au moins deux tronçons parallèles (111, 112 ; 121, 122) entre ses bornes d'extrémité (IN, DIR ; CPLD, ISO), les tronçons des deux lignes étant entrelacés. 10
6. Coupleur selon la revendication 5, dans lequel les électrodes des condensateurs sont réalisées dans les mêmes deux niveaux de métallisation que ceux dans lesquels sont réalisées les lignes conductrices. 15
7. Coupleur selon la revendication 1, dans lequel les condensateurs (Cs) ont des valeurs comprises entre 0,1 et 10 pF, la fréquence centrale du coupleur étant comprise entre quelques dizaines de MHz et quelques dizaines de GHz. 20

25

30

35

40

45

50

55

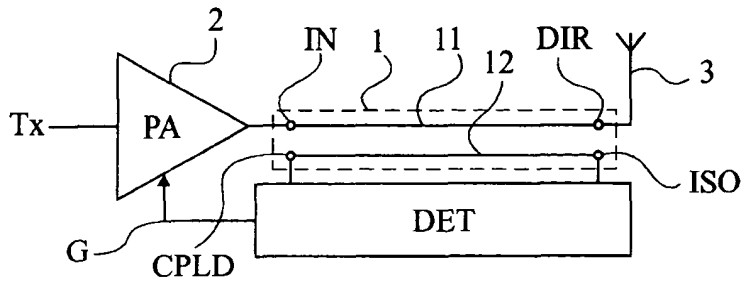


Fig 1

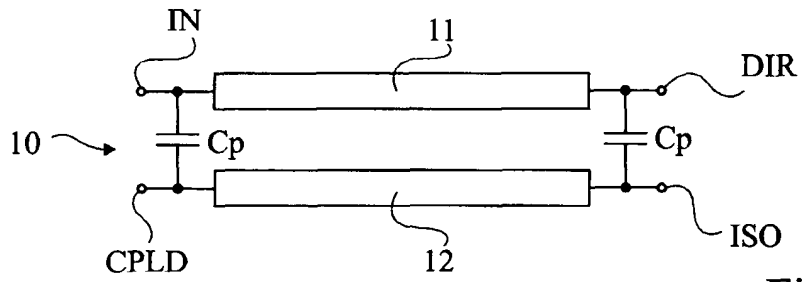


Fig 2

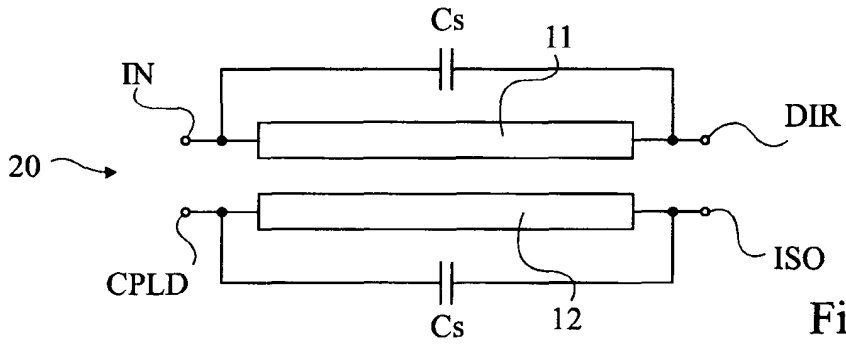


Fig 3

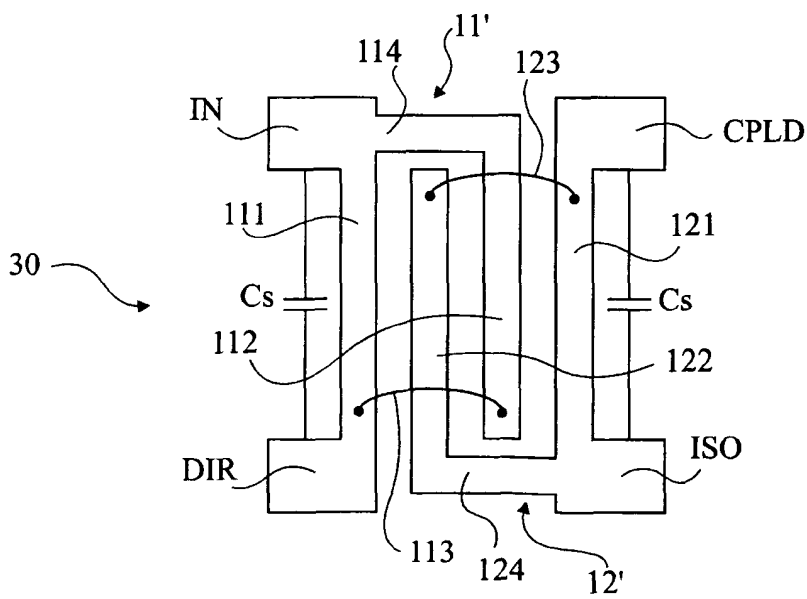


Fig 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 03 30 0244

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	US 4 937 541 A (PODELL ALLEN F ET AL) 26 juin 1990 (1990-06-26) * le document en entier *	1-3,5-7	H01P5/18
X	--- OJHA S ET AL: "Reduced size RF coupler design for specialized load requirements" CIRCUITS AND SYSTEMS, 1997. PROCEEDINGS OF THE 40TH MIDWEST SYMPOSIUM ON SACRAMENTO, CA, USA 3-6 AUG. 1997, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 3 août 1997 (1997-08-03), pages 595-598, XP010272537 ISBN: 0-7803-3694-1 * le document en entier *	1-3,7	
Y	---	4,5	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 125 (E-069), 12 août 1981 (1981-08-12) -& JP 56 062402 A (FUJITSU LTD), 28 mai 1981 (1981-05-28) * abrégé; figures 1-3 *	4	
Y	---	5	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 022 (E-1490), 13 janvier 1994 (1994-01-13) -& JP 05 259717 A (NEC CORP), 8 octobre 1993 (1993-10-08) * abrégé; figure 8 *		

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H01P
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		27 février 2004	Den Otter, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 03 30 0244

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	CHEN J-L ET AL: "A HIGH-DIRECTIVITY MICROSTRIP DIRECTIONAL COUPLER WITH FEEDBACK COMPENSATION" 2002 IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM DIGEST.(IMS 2002). SEATTLE, WA, JUNE 2 - 7, 2002, IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM, NEW YORK, NY: IEEE, US, vol. 1 OF 3, 2 juin 2002 (2002-06-02), pages 101-104, XP001099454 ISBN: 0-7803-7239-5 * page 101, colonne de gauche, ligne 15-21; figure 1A *	1	
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 02, 5 février 2003 (2003-02-05) & JP 2002 299922 A (KYOCERA CORP), 11 octobre 2002 (2002-10-11) * abrégé *	1	
A	--- US 5 629 654 A (FRICK ERIC A) 13 mai 1997 (1997-05-13) * colonne 1, ligne 48-61 * * colonne 2, ligne 37-65; figures 1,2 *	5,6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 27 février 2004	Examineur Den Otter, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

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

EP 03 30 0244

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

27-02-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4937541	A	26-06-1990	AUCUN	
JP 56062402	A	28-05-1981	JP 1352549 C	11-12-1986
			JP 61015605 B	25-04-1986
JP 05259717	A	08-10-1993	JP 3106632 B2	06-11-2000
JP 2002299922	A	11-10-2002	AUCUN	
US 5629654	A	13-05-1997	EP 0897601 A1	24-02-1999
			JP 2000510299 T	08-08-2000
			WO 9742678 A1	13-11-1997

EPO FORM P0480

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