(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 034 550 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
11.03.2009 Bulletin 2009/11

(51) Int Cl.:
H01P 1/18 *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **08163200.2**

(22) Date de dépôt: **28.08.2008**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA MK RS

(30) Priorité: **07.09.2007 FR 0706280**

(71) Demandeur: **Thales**
92200 Neuilly sur Seine (FR)

(72) Inventeurs:
- **Gremillet, Patrick**
  78000, VERSAILLES (FR)
- **Louis, Bruno**
  94100, ST MAUR (FR)
- **Le Borgne, Christine**
  78830, GARANCIERES (FR)
- **Auric, Claude**
  78117, CHATEAUFORT (FR)

(74) Mandataire: **Dudouit, Isabelle et al**
Marks & Clerk France
Conseils en Propriété Industrielle
Immeuble " Visium "
22, avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(54) **Déphaseur actif intégré**

(57) La présente invention concerne un déphaseur à somme vectorielle.

Le déphaseur comporte, sur un même substrat semi-conducteur :
- un élément de déphasage constant ;
- deux amplificateurs à gain variable et à commande analogique ;
- deux convertisseurs numérique-analogique ;
- un élément de sommation.

Les convertisseurs numérique-analogique permettent de commander numériquement les amplificateurs afin de faire varier le déphasage.

Application : antennes à balayage électronique

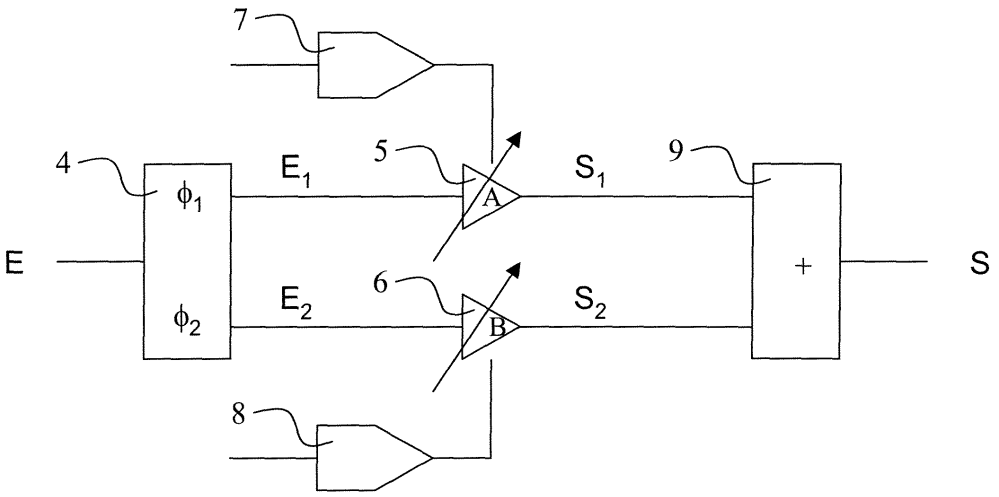


FIG 2

EP 2 034 550 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un déphaseur à somme vectorielle intégré sur un même substrat semiconducteur. Elle s'applique par exemple dans le domaine des antennes à balayage électronique.

[0002] Les antennes à balayage électronique sont principalement utilisées dans le domaine des systèmes de détection et d'écoute, comme les radars par exemple. Elles permettent d'orienter agilement un faisceau d'onde électromagnétique par réfraction ou réflexion du faisceau par un réseau d'éléments rayonnants. L'angle de réfraction du faisceau varie avec le déphasage relatif du champ rayonné par les éléments disposés en réseau. Pour réaliser cela, il faut contrôler précisément la phase et l'amplitude des signaux reçus ou émis par chacun des éléments rayonnants. Les éléments rayonnants peuvent être des guides d'ondes intégrant notamment des déphaseurs pour ajuster la phase du signal émis à partir du signal reçu. Il existe différentes possibilités pour réaliser des déphaseurs. Les déphaseurs passifs comportent un certain nombre d'éléments passifs élémentaires dont les caractéristiques sont constantes, du type lignes à retard ou filtres, lesquels sont commutés en fonction du déphasage recherché. Des déphaseurs actifs sont basés sur le contrôle direct de la phase du signal, grâce à un élément actif comme un varactor ou un transistor. La présente invention concerne plus particulièrement un autre type de déphaseurs actifs, basé sur la somme vectorielle du signal reçu et d'un ou plusieurs signaux obtenus par déphasage du signal reçu. Le principe de la somme vectorielle sera explicité par la suite.

Le brevet américain US 4,398,161 divulgue un déphaseur actif basé sur la somme vectorielle du signal reçu et d'un signal déphasé. Dans ce brevet, le déphasage est obtenu en ajustant de manière analogique l'amplitude du signal. Cependant, les lois de commande du balayage électronique étant calculées par des processeurs numériques, il peut être pratique de commander le déphasage de façon numérique. C'est ce que suggère le brevet US 4,398,161 sans toutefois décrire un mode de réalisation. Or, si l'on considère le très haut niveau d'intégration requis pour ce type de déphaseur, sa réalisation avec commande numérique n'est pas sans poser de nombreuses difficultés. En effet, les procédés semiconducteurs pour réaliser des circuits intégrés, couramment appelés « Microwave Monolithic Integrated Circuits » ou « MMIC » selon la terminologie anglo-saxonne, sont adaptés à l'intégration sur un même substrat d'éléments hyperfréquence actifs comme des amplificateurs et d'éléments hyperfréquence passifs comme des lignes à retard ou des filtres. Mais ces procédés ne sont pas adaptés à l'intégration de circuits de commande numériques ou analogiques, comme des convertisseurs numérique-analogique, pour des fréquences de travail supérieures à quelques gigahertz. Par exemple, la technologie GaAs sur substrat en Arseniure de Gallium ne permet pas d'intégrer économiquement sur un même substrat des amplificateurs, des lignes à retard, des filtres et surtout des circuits de commande numérique complexes, comme le nécessiterait un déphaseur actif à commande numérique. Il s'agit là d'un problème technique auquel la présente invention se propose de répondre.

Des solutions existent pour tenter de réaliser de la façon la plus intégrée possible des déphaseurs actifs à somme vectorielle, en particulier des amplificateurs à gain variable. Une solution consiste à réaliser un déphaseur sous forme d'éléments discrétisés, comme plusieurs sources de courant débitant dans une charge fixe ou une source de courant fixe débitant dans plusieurs charges, commutables avec une commande numérique pour obtenir le gain recherché. Dans ce cas, il est difficile d'intégrer plus de quelques éléments discrétisés sur un même substrat. Or, plus le pas de discrétisation est faible, plus l'écart par rapport à la loi analogique idéale de commande du déphasage est élevé. Une autre solution consiste à réaliser une commande analogique directe, par exemple de la source de courant, avec une conversion numérique-analogique réalisée par un composant externe. Dans ce cas le niveau d'intégration n'est pas suffisant, car il est nécessaire de disposer d'un convertisseur numérique-analogique externe pour chacun des déphaseurs.

[0003] L'invention a notamment pour but d'intégrer sur un même substrat de type MMIC un déphaseur actif utilisant des amplificateurs à gain variable à commande analogique ainsi que des convertisseurs numérique-analogique permettant de faire varier numériquement le gain des amplificateurs et ainsi de contrôler numériquement le déphasage. A cet effet, l'invention a pour objet un déphaseur à somme vectorielle. Il comporte, sur un même substrat semi-conducteur, un élément de déphasage constant, deux amplificateurs à gain variable et à commande analogique, deux convertisseurs numérique-analogique et un élément de sommation. Les convertisseurs numérique-analogique permettent de commander numériquement les amplificateurs afin de faire varier le déphasage.

Dans un mode de réalisation, il peut comporter des registres de conversion série-parallèle en entrée des convertisseurs numérique-analogique.

Avantageusement, les amplificateurs peuvent être commandés numériquement par un processeur.

Par exemple, le substrat peut être un substrat de type semiconducteur III-V, comme en Arséniure de Gallium (GaAs). Le substrat peut également être un substrat de type semiconducteur IV, comme en Silicium-Germanium (SiGe). Le substrat peut aussi être un substrat silicium.

Par exemple, le déphaseur peut être utilisé dans une antenne à balayage électronique.

[0004] Outre le fait de fournir un déphaseur à commande numérique totalement intégré, la présente invention a encore pour principaux avantages que l'utilisation de technologies numériques amène un haut niveau de précision et permet d'approcher de très près la loi idéale de commande du déphasage. L'erreur par rapport à la loi idéale peut être très

faible, puisqu'elle n'est limitée que par la résolution des convertisseurs numérique-analogique, qui peut atteindre facilement 8 ou 10 bits alors que les réalisations courantes de déphaseurs discrétisés atteignent au mieux des résolutions de 5 à 6 bits. Cette haute résolution permet également de corriger finement les dérives du déphasage en fonction de conditions extérieures comme la température. Il suffit d'enregistrer ces dérives à l'avance et d'en déduire une loi de compensation numérique qui peut être stockée dans une mémoire externe ou interne. Cette loi de compensation est alors utilisée pour envoyer les commandes numériques.

[0005] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard de dessins annexés qui représentent :

- la figure 1, une illustration par un synoptique du principe des déphaseurs à somme vectorielle ;
- la figure 2, une illustration par un synoptique d'un exemple de circuit mettant en oeuvre un déphaseur à somme vectorielle selon la présente invention ;
- la figure 3, une illustration géométrique du signal obtenu en sortie d'un déphaseur à somme vectorielle selon l'invention.

[0006] La figure 1 illustre par un synoptique le principe des déphaseurs à somme vectorielle. Un signal E est reçu en entrée d'un déphaseur. Un module 1 permet de déphaser le signal E d'une valeur Φ pour obtenir en sortie du module 1 un signal déphasé E'. Un amplificateur 2 à gain variable reçoit en entrée le signal E'. A un instant donné, le gain de l'amplificateur 2 vaut B où B est un coefficient réel compris entre -1 et 1. Un amplificateur 3 à gain variable reçoit en entrée le signal E. A un instant donné, le gain de l'amplificateur 3 vaut A où A est un coefficient compris entre -1 et 1. Par exemple, si Φ vaut 90 degrés et si A et B varient entre -1 et 1 en respectant la condition $A^2 + B^2 = 1$, alors un signal S = A.E+B.E' obtenu en sommant les sorties des amplificateurs 2 et 3 correspond au signal E déphasé d'une valeur variant de - 90 degrés à + 90 degrés respectivement. Comme explicité précédemment, il est souvent souhaitable de commander le déphasage de façon numérique, car les lois de commande du balayage électronique sont calculées par des processeurs numériques. Il est très difficile d'intégrer sur un même substrat des amplificateurs comme les amplificateurs 2 et 3 lorsque ceux-ci sont à commande numérique, respectant la condition $A^2 + B^2 = 1$ et permettant d'assurer des écarts minimaux par rapport à la loi idéale.

[0007] La figure 2 illustre par un synoptique un exemple de circuit mettant en oeuvre un déphaseur à somme vectorielle selon la présente invention. Le circuit regroupe, sur un même substrat MMIC, un élément 4 de déphasage, deux amplificateurs 5 et 6, deux convertisseurs numérique-analogique 7 et 8 et un élément 9 de sommation. L'élément 4 fournit un déphasage constant. Avantageusement, les deux amplificateurs 5 et 6 peuvent être à gains variables et à commande analogique. Le substrat MMIC peut être de type semiconducteur III-V ou plus avantageusement encore de type semiconducteur IV. De manière à réduire le nombre des entrées numériques du circuit de la figure 2, les entrées parallèles des convertisseurs numérique-analogique 7 et 8 peuvent avantageusement là encore être transformées en entrées série en ajoutant des registres de conversion série-parallèle en entrée des convertisseurs numérique-analogique 7 et 8. Ces registres ne sont pas représentés sur la figure 2.

Des valeurs angulaires Φ_1 et Φ_2 permettent de représenter le déphasage constant généré par l'élément 4. Par exemple, un signal E appliqué à l'entrée de l'élément 4 est déphasé de 90 degrés en ajustant Φ_1 et Φ_2 de sorte que Φ_2-Φ_1 = 90. Des coefficients r_1 et r_2 permettant de représenter les pertes dues au déphasage par l'élément 4, des signaux E_1 et E_2 en sortie de l'élément 4 vérifient respectivement les égalités (1) et (2) suivantes :

$$E_1 = r_1.E.\exp(j\Phi_1) \qquad (1)$$

$$E_2 = r_2.E.\exp(j\Phi_2) \qquad (2)$$

Les signaux E_1 et E_2 sont appliqués respectivement en entrée des amplificateurs 5 et 6. En supposant que les amplificateurs 5 et 6 à gains variables génèrent des déphasages Φ_A et Φ_B lorsque leurs gains valent A et B respectivement, alors des signaux S_1 et S_2 en sortie des amplificateurs 5 et 6 respectivement vérifient les égalités (3) et (4) suivantes :

$$S_1 = A.E_1.\exp(j\Phi_A) = A.r_1.E.\exp(j(\Phi_1+\Phi_A)) \qquad (3)$$

$$S_2=B.E_2.\exp(j\Phi_B)=B.r_2.E.\exp(j(\Phi_2+\Phi_B)) \quad (4)$$

Les signaux S_1 et S_2 sont appliqués en entrée de l'élément 9 de sommation de sorte à additionner les sorties S_1 et S_2 des amplificateurs 5 et 6 à gains variables. Si des valeurs angulaires Φ_1 et Φ_2 permettent de représenter le déphasage généré par l'élément 9, alors idéalement $\Phi'_2-\Phi'_1=0$. Des coefficients r'_1 et r'_2 permettant de représenter les pertes dues au déphasage par l'élément 9 des signaux S_1 et S_2 d'un angle de $\Phi'_2-\Phi'_1$ degrés, un signal S en sortie de l'élément 9 de sommation vérifie les égalités (5) et (6) suivantes :

$$S=r'_1.S_1.\exp(j\Phi'_1)+r'_2.S_2.\exp(j\Phi'_2) \quad (5)$$

$$S=E.[A.r_1.r'_1.\exp(j(\Phi_1+\Phi'_1+\Phi_A))+B.r_2.r'_2.\exp(j(\Phi_2+\Phi'_2+\Phi_B))] \quad (6)$$

[0008] La figure 3 illustre géométriquement le signal S donné par la relation (6) et obtenu en sortie du déphaseur de la figure 2. Selon la règle du parallélogramme, il vient les relations (7) et (8) suivantes :

$$|S|^2=|E|^2.[A^2.r_1^2.r'^2_1+B^2.r_2^2.r'^2_2+2.A.r_1.r'_1.B.r_2.r'_2.\cos(\Phi_2-\Phi_1+\Phi'_2-\Phi_1'+\Phi_B-\Phi_A)] \quad (7)$$

$$tg\Phi=[A.r_1.r'_1.\sin(\Phi_1+\Phi'_1+\Phi_A)+B.r_2.r'_2.\sin(\Phi_2+\Phi'_2+\Phi_B)]/[A.r_1.r'_1.\cos(\Phi_1+\Phi'_1+\Phi_A)+B.r_2.r'_2.\cos(\Phi_2+\Phi'_2+\Phi_B)] \quad (8)$$

Les valeurs A et B sont alors calculées en fonction du déphasage recherché Φ, elles sont données par les relations (9) et (10) suivantes :

$$A=|S|/[|E|.r_1.r'_1.(1+\sin^2(\Phi-\Phi_1-\Phi'_1-\Phi_A)/\sin^2(\Phi-\Phi_2-\Phi'_2-\Phi_B)-2.\sin(\Phi-\Phi_1-\Phi'_1-\Phi_A)/\sin(\Phi-\Phi_2-\Phi'_2-\Phi_B).\cos(\Phi_2+\Phi'_2+\Phi_B-\Phi_1-\Phi'_1-\Phi_A))^{1/2}] \quad (9)$$

$$B=-|S|/[|E|.r_2.r'_2.(1+\sin^2(\Phi-\Phi_2-\Phi'_2-\Phi_B)/\sin^2(\Phi-\Phi_1-\Phi'_1-\Phi_A)-2.\sin(\Phi-\Phi_2-\Phi'_2-\Phi_B)/\sin(\Phi-\Phi_1-\Phi'_1-\Phi_A).\cos(\Phi_2+\Phi'_2+\Phi_B-\Phi_1-\Phi'_1-\Phi_A))^{1/2}] \quad (10)$$

A et B prenant des valeurs quantifiées, l'erreur de quantification est évidemment d'autant plus faible que la résolution de A et B est élevée, d'où l'intérêt de l'approche avec commande analogique et convertisseur numérique-analogique intégré.
Dans le cas idéal où :

$r_1=r_2=½$,
$r'_1=r'_2$,
$\Phi'_1=\Phi'_2$,
$\Phi_A=\Phi_B$,
$\Phi_2-\Phi_1=90$ degrés,

il vient simplement les relations (11) et (12) suivantes :

$$S^2=E^2.[A^2 + B^2]/2 \qquad (11)$$

$$tg\Phi=B/A \qquad (12)$$

Et si les commandes A et B sont telles que $A=\cos\alpha$ et $B=\sin\alpha$, il vient alors les relations (13) et (14) suivantes :

$$S^2=E^2/2 \qquad (13)$$

$$\Phi=\alpha \qquad (14)$$

[0009] Il faut noter que le circuit de la figure 2 peut être implanté sur un substrat semiconducteur III-V du type GaAs. Mais dans ce cas, le circuit présente un encombrement très important, ce qui pose d'abord des difficultés d'industrialisation puis des difficultés d'intégration. Plus avantageusement, le circuit de la figure 2 peut être implanté sur un substrat semiconducteur IV de type silicium ou mieux SiGe, adapté aux fréquences élevées. L'utilisation d'un substrat de type SiGe permet notamment de diminuer le coût de réalisation d'un déphaseur à commande numérique selon l'invention.

Revendications

1. Déphaseur à somme vectorielle comportant, sur un même substrat semi-conducteur :

- un élément de déphasage constant (4) ;
- deux amplificateurs à gain variable et à commande analogique (5, 6) ;
- deux convertisseurs numérique-analogique (7, 8) ;
- un élément de sommation (9) ;

les convertisseurs numérique-analogique permettant de commander numériquement les amplificateurs afin de faire varier le déphasage, le déphaseur étant **caractérisé en ce qu'**il comporte des registres de conversion série-parallèle en entrée des convertisseurs numérique-analogique.

2. Déphaseur selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** les amplificateurs (5, 6) sont commandés numériquement par un processeur.

3. Déphaseur selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le substrat est un substrat de type semiconducteur III-V.

4. Déphaseur selon la revendication 4 **caractérisé en ce que** le substrat est en Arséniure de Gallium (GaAs).

5. Déphaseur selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le substrat est un substrat de type semiconducteur IV.

6. Déphaseur selon la revendication 6 **caractérisé en ce que** le substrat est en Silicium-Germanium (SiGe).

7. Déphaseur selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le substrat est un substrat silicium.

8. Déphaseur selon la revendication 7 **caractérisé en ce qu'**il est utilisé dans une antenne à balayage électronique.

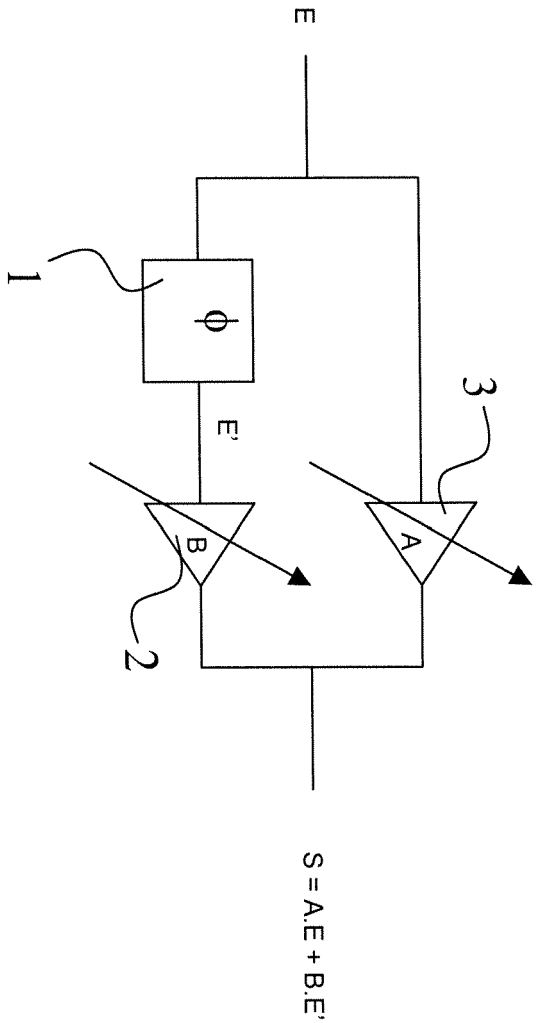


FIG 1

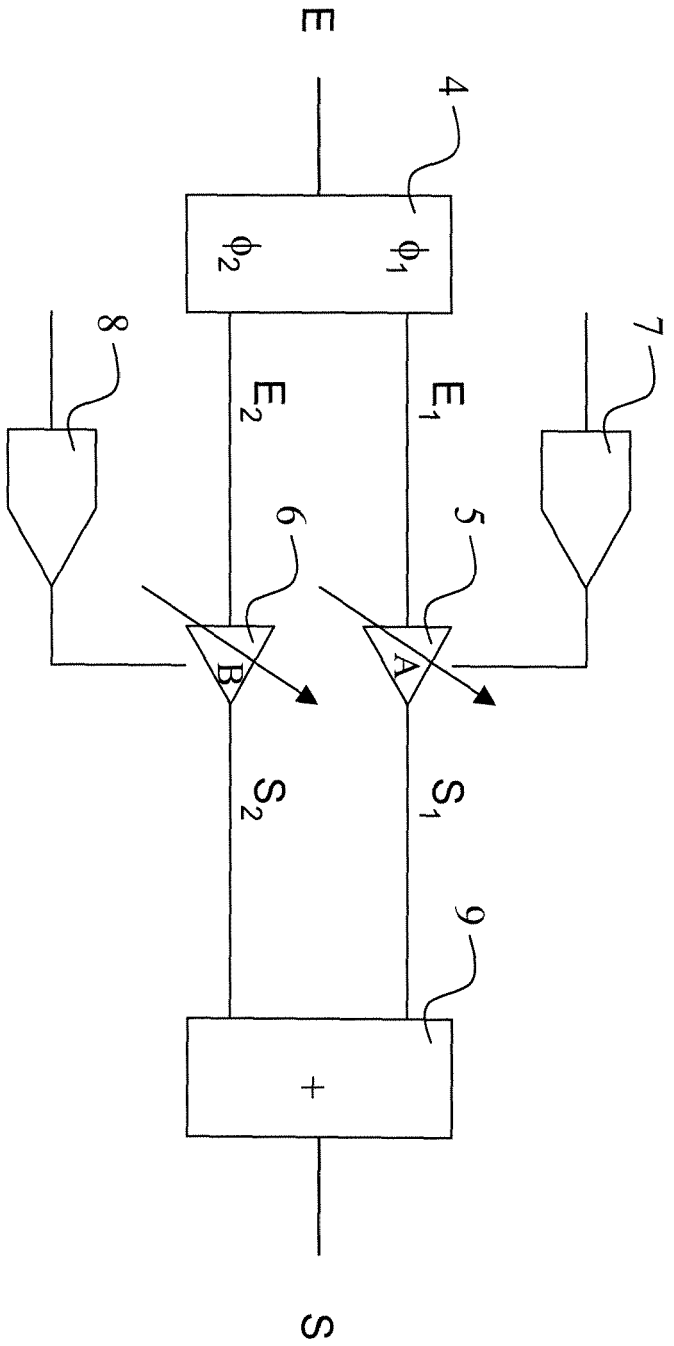


FIG 2

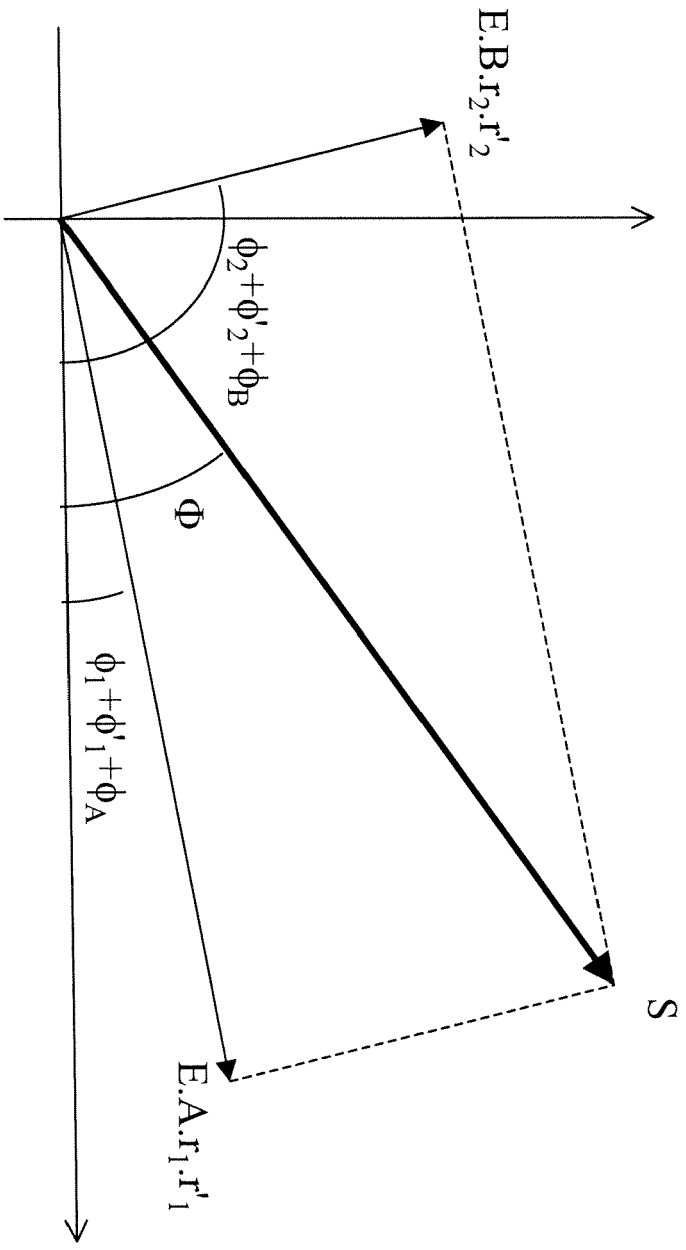


FIG 3

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 08 16 3200

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	MIELKE W ED - MICROWAVE EXHIBITIONS AND PUBLISHERS LTD: "PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE. PARIS, SEPT. 9 - 13, 1985. 9 - 13 SEPTEMBER 1985" PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE. PARIS, SEPT. 9 - 13, 1985. 9 - 13 SEPTEMBER 1985, TUNBRIDGE WELLS, MICROWAVE EXHIBITIONS, GB, vol. CONF. 15, 9 septembre 1985 (1985-09-09), pages 572-577, XP002031612 * page 572, ligne 1 - page 573, ligne 1; figure 1 * * page 574, ligne 1 - ligne 38; figures 4,5 *	1-8	INV. H01P1/18
Y	JP 62 097430 A (NIPPON ELECTRIC CO) 6 mai 1987 (1987-05-06) * abrégé; figure 1 *	1-8	
A	US 6 078 228 A (MANNERSTRAALE JACOB [SE]) 20 juin 2000 (2000-06-20) * colonne 3, ligne 37 - colonne 4, ligne 32; figure 1 *	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01P H03H
A	US 2005/012564 A1 (SCHOEBEL JOERG [DE]) 20 janvier 2005 (2005-01-20) * alinéa [0049]; figure 6 *	3-7	

-/--

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
La Haye	5 novembre 2008	Pastor Jiménez, J

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

4

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 08 16 3200

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	CHAO P-C ET AL: "gt;tex<K>/tex<-Band HBT and HEMT Monolithic Active Phase Shifters Using Vector Sum Method" IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 52, no. 5, mai 2004 (2004-05), pages 1414-1424, XP011112163 ISSN: 0018-9480 * page 1414, colonne de gauche, ligne 1 - colonne de droite, ligne 13; figure 1 * * page 1418, colonne de gauche, ligne 12 - colonne de droite, ligne 6 *	1	
A	KIM S J ET AL: "A New Active Phase Shifter Using a Vector Sum Method" IEEE MICROWAVE AND GUIDED WAVE LETTERS, IEEE INC, NEW YORK, US, vol. 10, no. 6, juin 2000 (2000-06), XP011034941 ISSN: 1051-8207 * page 233, colonne de gauche, ligne 1 - colonne de droite, ligne 27; figure 1 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	US 5 083 094 A (FORSBERG BJORN G [US]) 21 janvier 1992 (1992-01-21) * colonne 2, ligne 26 - ligne 66; figure 1 *	1	
A	JP 06 164389 A (SANYO ELECTRIC CO) 10 juin 1994 (1994-06-10) * abrégé *	1-8	

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
La Haye	5 novembre 2008	Pastor Jiménez, J

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

4

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 08 16 3200

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 members 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.

05-11-2008

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
JP 62097430	A	06-05-1987	AUCUN		
US 6078228	A	20-06-2000	AU	714723 B2	06-01-2000
			AU	2655597 A	09-12-1997
			BR	9709012 A	03-08-1999
			CN	1219303 A	09-06-1999
			DE	69730600 D1	14-10-2004
			DE	69730600 T2	22-09-2005
			EE	9800399 A	15-06-1999
			EP	0900478 A1	10-03-1999
			HK	1019670 A1	14-05-2004
			JP	2000511017 T	22-08-2000
			KR	20000005453 A	25-01-2000
			SE	520317 C2	24-06-2003
			SE	9601945 A	23-11-1997
			WO	9744896 A1	27-11-1997
US 2005012564	A1	20-01-2005	WO	2004021504 A1	11-03-2004
			DE	10238947 A1	04-03-2004
			EP	1535363 A1	01-06-2005
			JP	2005536955 T	02-12-2005
US 5083094	A	21-01-1992	AUCUN		
JP 6164389	A	10-06-1994	JP	3048772 B2	05-06-2000

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 4398161 A **[0002] [0002]**