

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: 89403487.5

(51) Int. Cl.⁵: G05F 3/08, G05F 3/24

(22) Date de dépôt: 14.12.89

(30) Priorité: 23.12.88 FR 8817091

(43) Date de publication de la demande:
04.07.90 Bulletin 90/27

(64) Etats contractants désignés:
DE GB GR IT NL

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

(72) Inventeur: **Pataut, Gérard**
THOMSON-CSF SCPI Cédex 67
F-92045 Paris la Défense(FR)
Inventeur: **Quentin, Pierre**
THOMSON-CSF SCPI Cédex 67
F-92045 Paris la Défense(FR)

(74) Mandataire: **Taboureau, James et al**
THOMSON-CSF SCPI
F-92045 Paris La Défense Cédex 67(FR)

(54) **Dispositif de contrôle en température des caractéristiques d'un circuit intégré.**

(57) L'invention concerne la stabilisation en température des caractéristiques d'un circuit intégré.

Elle est obtenue en intégrant sur la même pastille de matériau semiconducteur le circuit intégré et un dispositif de contrôle composé d'un capteur comportant au moins deux résistances (R1, R2 et/ou R3, R4) alimentés entre deux tensions (DC1, DC2) utilisé seul ou complété par un circuit de structure différentielle (T2, T3), alimenté par une source de courant (T1), comportant une impédance de charge variable à transistors (T4,T5,T6,T7). Les résistances sont à coefficients de température différents, et la tension de sortie (VA ou VB) du pont est fonction de la température. Le circuit intégré doit comporter un élément (transistor, diode) commandable par une tension.

Application à la stabilisation des circuits intégrés.

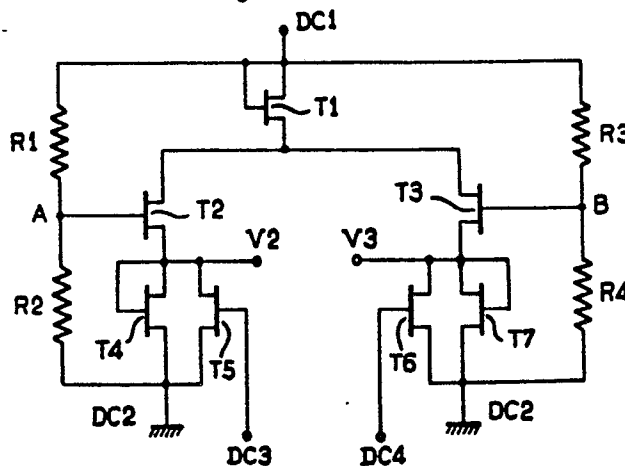


FIG. 2

DISPOSITIF DE CONTROLE EN TEMPERATURE DES CARACTERISTIQUES D'UN CIRCUIT INTEGRE

La présente invention concerne un dispositif de contrôle en température des circuits intégrés monolithiques, plus particulièrement ceux qui sont réalisés sur des matériaux rapides du groupe III-V tel que GaAs.

Le comportement en température des circuits réalisés sur substrats III-V est un des paramètres importants pour l'utilisateur. Il doit donc être pris en compte par le concepteur du circuit, soit en prévoyant une électrode de contrôle accessible, soit en réalisant sur le circuit un dispositif permettant de corriger les variations en fonction de la température de la ou des caractéristiques du circuit devant être stabilisées.

Les méthodes utilisées actuellement sont toutes extérieures au circuit, qu'il s'agisse de régulation de la température ambiante, ou d'un asservissement comportant un élément variable en fonction de la température, corrigeant généralement par une tension un paramètre du circuit.

Le dispositif de contrôle en température selon l'invention associe le circuit de contrôle au circuit à stabiliser, en un seul circuit réalisé dans une technologie circuit intégré homogène, microonde sur Arséniure de Gallium par exemple. La fabrication des deux circuits côte à côte sur le même substrat utilise les étapes standards du procédé technologique des filières circuits intégrés. La température est détectée directement sur le substrat et sert à contrôler une tension de correction.

Cette technologie doit comporter au minimum deux types d'éléments résistifs, à coefficients de température différents. Il est possible alors de réaliser un pont diviseur associant ces deux types d'éléments, capable de fournir une tension variable en fonction de la température. Le dispositif à contrôler doit, lui, présenter la possibilité d'une compensation de ses dérives thermiques par une tension continue, comme, par exemple, la tension de polarisation grille pour commander le gain d'un amplificateur à transistors à effet de champ.

De façon plus précise, l'invention concerne un dispositif de contrôle en température des caractéristiques d'un circuit intégré, porté par un substrat, caractérisé en ce qu'il comporte, intégré sur le même substrat que le circuit à stabiliser, au moins un pont diviseur formé par deux résistances alimentées entre deux tensions, les résistances ayant des coefficients de température différents, et de préférence opposés, ce pont délivrant au point commun aux deux résistances une tension fonction de la température, qui est utilisée pour contrôler le circuit intégré à stabiliser.

L'invention sera mieux comprise par la description plus détaillée qui suit maintenant d'un exemple de réalisation, en conjonction avec les figures jointes qui représentent :

- figure 1 : schéma électrique du détecteur intégré sur la pastille de circuit intégré,
- figure 2 : schéma électrique d'une structure différentielle fournissant des tensions complémentaires fonction de la température,
- figure 3 : courbes de résistances en fonction de la température, pour les capteurs de mesure
- figure 4 : courbes de réponses de la structure de la figure 2, en fonction de la température.

Le capteur de mesure du dispositif de contrôle selon l'invention comprend deux résistances R1 et R2 montées en pont diviseur de tension, alimenté à ses deux bornes par des générateurs extérieurs de tension continue, stables en température, DC1 et DC2; l'une de ces deux tensions peut être en potentiel OV du circuit (masse).

Les résistances R1 et R2 ont des coefficients thermiques différents α_1 et α_2 . La variation de résistance en fonction de la température peut s'écrire :

$$R_1 = [1 + \alpha_1 (T - T_0)] R_{10}$$

avec

$$T_0 = 20^\circ \text{C}$$

$$R_{10} = R_1 \text{ pour } T = 20^\circ \text{C}$$

De même :

$$R_2 = [1 + \alpha_2 (T - T_0)] R_{20}$$

Pour simplifier les expressions, posons

$$\beta_T = 1 + \alpha_1 (T - T_0)$$

$$\gamma_T = 1 + \alpha_2 (T - T_0)$$

La tension de sortie Vc1 du pont diviseur est variable en fonction de la température, et permet de contrôler le circuit.

Le calcul des résistances du pont diviseur se fait à l'aide des équations suivantes :

Pour $T = T_1$

$$\frac{R_{10}}{R_{20}} \cdot \frac{\beta_{T_1}}{\gamma_{T_1}} = \frac{DC1 - VC1(T_1)}{VC1(T_1) - DC2}$$

Pour $T = T_2$

$$\frac{R_{10}}{R_{20}} \cdot \frac{\beta_{T_2}}{\gamma_{T_2}} = \frac{DC1 - VC1(T_2)}{VC1(T_2) - DC2}$$

15 Soit un transistor à effet de champ, dont la dérive en température peut être compensée en modifiant sa tension grille de OV (à 80°C) à -0,3 V (à -40°C).

$T_1 = -40^\circ\text{C} \rightarrow VC1(T_1) = -0,3\text{ V}$

$T_2 = +80^\circ\text{C} \rightarrow VC1(T_2) = 0\text{ V}$

On peut écrire :

20

$$\frac{R_{10}}{R_{20}} = - \frac{\gamma_{T_2}}{\beta_{T_2}} \cdot \frac{DC1}{DC2}$$

25

$$DC2 = \frac{- \frac{\beta_{T_1}}{\gamma_{T_1}} \cdot DC1 \cdot VC1(T_1)}{\frac{\beta_{T_2}}{\gamma_{T_2}} [DC1 - VC1(T_1)] - \frac{\beta_{T_1}}{\gamma_{T_1}} \cdot DC1}$$

30

35

40 Le choix de la valeur de DC1 permet de calculer la valeur de DC2 et le rapport des résistances R1 et R2. La valeur de ces résistances est déterminée par la consommation acceptable dans le circuit contrôlé par rapport à la consommation dans le circuit de commande.

Les valeurs des tensions d'alimentation DC1 et DC2 peuvent alors servir de moyens de réglage à postériori du dispositif de contrôle en température.

45

Considérons maintenant un dispositif de contrôle complet, capteur et circuit de mise en forme, de telle structure différentielle que représenté en figure 2 : il est intégré à la même pastille de matériau semiconducteur que le circuit à contrôler en température. La température, détectée directement sur le substrat, sert à contrôler le gain d'une structure différentielle fournissant des tensions complémentaires fonctions de la température.

50

Ainsi, un amplificateur peut être stabilisé en contrôlant un étage de cet amplificateur à contrôle automatique de gain. Une structure à effet de champ bigrille peut aussi être contrôlée si la tension contrôlante est appliquée sur la deuxième grille. Un oscillateur peut être stabilisé en température en appliquant une tension de contrôle sur un varactor du circuit. D'autres applications peuvent être concernées à partir du moment où la tension contrôlante peut être appliquée sur une grille d'un transistor ou bien sur une diode.

55

La structure différentielle de la figure 2 comprend deux parties : une première partie qui détecte les variations de température et une seconde partie qui met en forme le signal destiné à la commande du circuit à contrôler en température.

La détection des variations de température se fait avec un pont de résistances équilibré à T_0 (20°C par exemple) et qui fournit une tension proportionnelle à la température au fur et à mesure qu'elle varie. Ce pont est formé d'une part par les résistances R_1 et R_2 , alimentées entre DC_1 et la masse, et d'autre part les résistances R_3 et R_4 , alimentées de la même façon. Les résistances du pont ont des coefficients de

température opposés, montées en diagonales.

Les résistances R_1 à R_4 ont même valeur à T_0 mais des coefficients de température opposés : R_1 et R_4 ont même coefficient et sont réalisées par exemple en titane (coefficient de température positif), tandis que R_2 et R_3 sont réalisées par exemple en tantale et ont un coefficient de température négatif, opposé à celui de R_1 et R_4 . Les variations de ces résistances, avec la température, sont représentées en figure 3.

Dans ce type de pont, les potentiels aux points milieux A et B, égaux à l'équilibre à T_0 , se déplacent en sens opposés, ce qui augmente la valeur du signal de sortie.

La seconde partie du dispositif est une structure différentielle à transistors. La charge des deux voies est active et peut donc être adaptée au circuit à compenser en température.

Les transistors T_2 et T_3 sont alimentés, à travers la source de courant T_1 , entre DC_1 et la masse : les tensions de déséquilibres aux points A et B du pont de résistances sont appliquées sur les grilles de T_2 et T_3 . Les transistors de charge T_4 et T_7 servent à obtenir le bon point de fonctionnement à T_0 . Les transistors T_5 et T_6 , commandés par les tensions DC_3 et DC_4 , permettent de contrôler le gain de ce circuit différentiel en fonction du circuit à stabiliser. Les tensions de sortie sont délivrées aux points V2 et V3, communs respectivement à T_2/T_5 et à T_3/T_6 . La tension V2, appliquée par exemple sur la grille d'un transistor du circuit à contrôler - qui est intégré sur la même pastille - permet d'en stabiliser les caractéristiques si la température évolue.

La réponse du circuit, en fonction de la température, est donnée en figure 4. Les courbes V2 et V3 (trait plein) correspondent à une réponse équilibrée parce que $DC_3 = DC_4$. On peut déplacer l'équilibre en faisant varier l'une des tensions DC_3 ou DC_4 , ce qui donne alors, par exemple, la courbe V3 en pointillé : $DC_3 \neq DC_4$.

La structure différentielle simplifiée présentée sur le schéma de principe peut être conçue plus complètement de manière à obtenir une réponse V2 ou V3 linéaire, parabolique, logarithmique, etc... en fonction des circuits à stabiliser. Les schémas de ces circuits de mise en forme sont de l'art connu en conception logique.

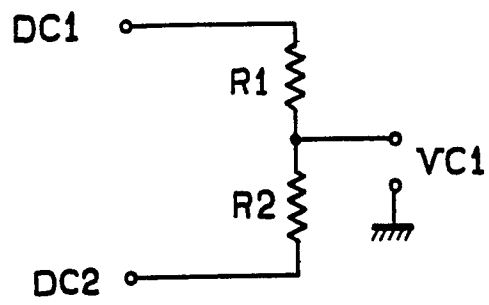
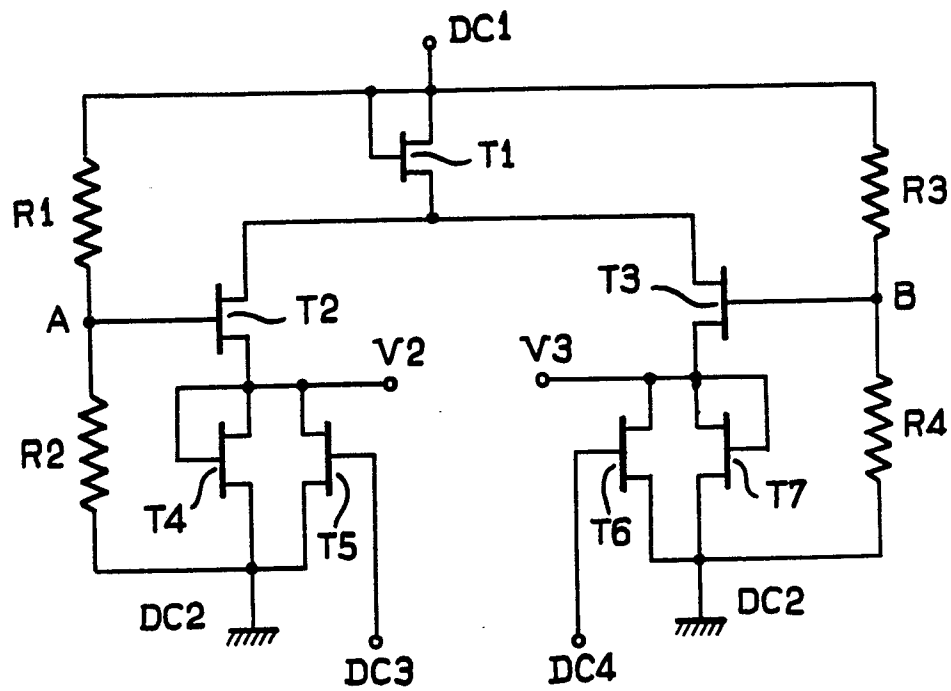
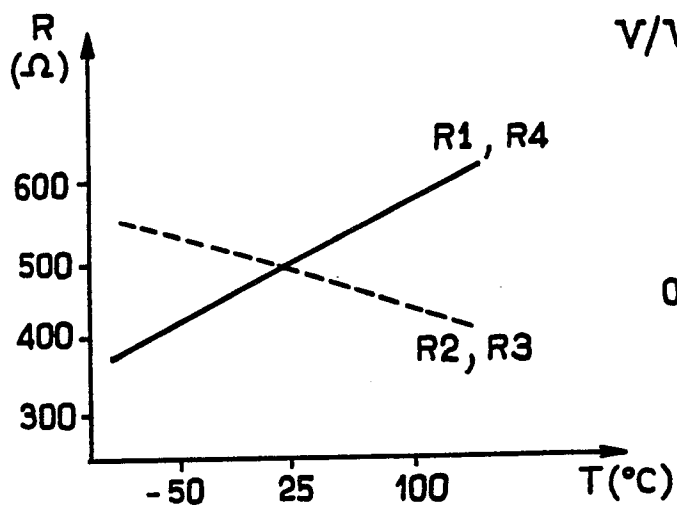
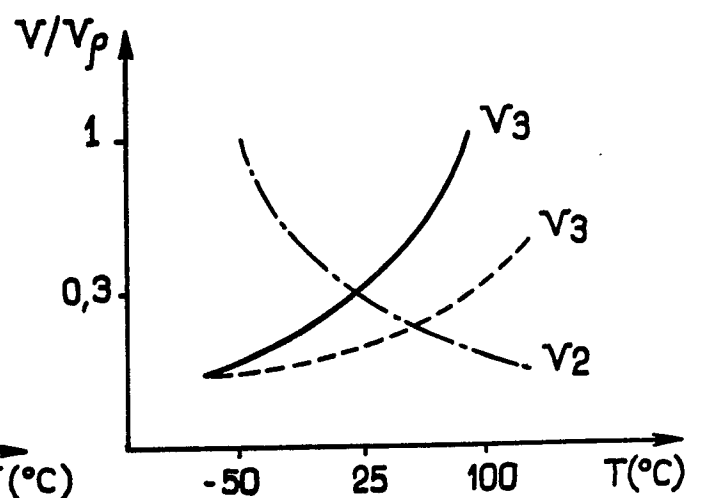
L'intérêt de ce nouveau dispositif est son entière compatibilité avec les étapes de réalisation des filières microondes. Le circuit est de petite taille et peut être implanté à côté d'un transistor ou d'un varactor dans le circuit microonde à stabiliser en température.

Revendications

1 - Dispositif de contrôle en température des caractéristiques d'un circuit intégré, porté par un substrat, caractérisé en ce qu'il comporte, intégré sur le même substrat que le circuit à stabiliser, un pont diviseur formé par quatre résistances ($R_1 - R_4$), alimenté entre deux tensions stables ($DC_1 - DC_2$), ces résistances étant deux à deux de coefficients de température opposés, montées en diagonales du pont, et délivrant en leurs points milieux (A,B) deux tensions de contrôle, qui évoluent en sens inverses avec la température.

2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un circuit différentiel de mise en forme des signaux de contrôle, formé par deux premiers transistors (T_2, T_3) et leurs transistors de charges (T_4, T_7), alimentés par les tensions (DC_1, DC_2) d'alimentation du pont de mesure, au moyen d'une source de courant (T_1), les tensions de déséquilibre du pont étant appliquées aux grilles des deux premiers transistors (T_2, T_3) et les tensions de sorties (V_2, V_3) étant recueillies aux points communs entre les premiers transistors (T_2, T_3) et leurs transistors de charges (T_4, T_7).

3 - Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que, afin de régler le gain du circuit différentiel en fonction du circuit intégré à stabiliser, il comporte en outre deux transistors de réglage (T_5, T_6) montés en parallèle sur les transistors de charge (T_4, T_7), des tensions de réglage (DC_3, DC_4) étant appliquées sur les grilles des transistors de réglage (T_5, T_6).

FIG. 1FIG. 2FIG. 3FIG. 4



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)
A	GB-A-960015 (TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON) * page 2, lignes 7 - 50 * * page 2, ligne 110 - page 3, ligne 29; figures 1-4 * ---	1-3	G05F3/08 G05F3/24
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 298 (P-505)(2354) 09 octobre 1986, & JP-A-61 115113 (NEC CORP) 02 juin 1986, * le document en entier * ---	1-3	
A	GB-A-2136649 (TOKYO SHIBAURA DENKI K.K.) * page 1, lignes 27 - 76; figure 1 * ---	1	
A	E.D.N. ELECTRICAL DESIGN NEWS vol. 30, no. 22, 3 octobre 1985, NEWTON, MASSACHUSETTS, USA pages 169 - 172; ROLAND LEE: "CURRENT-SOURCE IC COMPENSATES FOR TEMPERATURE ERRORS" * page 169, colonne de gauche, ligne 1 - page 170, colonne de droite, ligne 27; figures 1-3 * ---	1-3	
A	US-A-4723108 (MURPHY ET AL) * colonne 2, ligne 45 - colonne 5, ligne 11; figures 1, 2 * ---	1-3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	US-A-4020367 (YAMASHIRO ET AL) * colonne 3, ligne 49 - colonne 4, ligne 3; figures 1, 2 * ---	1-3	G05F
A	ELECTRONICS vol. 37, no. 27, 19 octobre 1964, pages 55 - 56; ALLAN K. SCIDMORE: "JUNCTION DIODE REGULATES LOW-VOLTAGE SUPPLY" * page 55, colonne de gauche, ligne 23 - page 56, colonne de droite, ligne 9; figures 1, 2 * -----	1-3	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 02 AVRIL 1990	Examineur CLEARY F.M.
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 I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			