

(19)



(11)

EP 1 315 062 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
18.05.2011 Bulletin 2011/20

(51) Int Cl.:
G05F 3/26 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **01204556.3**

(22) Date de dépôt: **26.11.2001**

(54) **Circuit de génération de courant pour applications haute-tension**

Stromgeneratorschaltung für Hochspannungsanwendung

Current generating circuit for high voltage applications

(84) Etats contractants désignés:
CH DE FR GB IT LI

(43) Date de publication de la demande:
28.05.2003 Bulletin 2003/22

(73) Titulaire: **EM Microelectronic-Marin SA**
2074 Marin (CH)

(72) Inventeur: **Descombes, Arthur**
3210 Kerzers (CH)

(74) Mandataire: **Ravenel, Thierry Gérard Louis et al**
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 319 047 US-A- 6 057 727
US-A- 6 087 820

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne généralement le domaine des circuits générateurs de courant. Plus particulièrement, la présente invention se rapporte à circuit

[0002] Les circuits générateurs de courant, communément connus sous les appellations « sources de courant » (« current sources ») ou « récepteurs de courant » (« current sinks ») sont des éléments importants dans la conception de nombreux circuits électriques et électroniques. La figure 1 montre un exemple d'un circuit générateur de courant typique repéré globalement par la référence numérique 10. Ce circuit générateur de courant 10 constitue un circuit générateur de courant commandé en tension.

[0003] Le circuit générateur de courant 10 comprend typiquement un moyen d'amplification formé d'un amplificateur opérationnel ou amplificateur différentiel 100, un transistor 102 et un élément résistif 103. L'amplificateur différentiel 100 comporte une borne d'entrée positive (entrée non inverseuse) 100a sur laquelle est appliquée une tension d'entrée désignée V_{IN} , une borne d'entrée négative (entrée inverseuse) 100b et une sortie 100c. On notera que la borne 100a de l'amplificateur différentiel 100 forme une borne d'entrée ou de commande A du circuit générateur de courant. Ce moyen d'amplification 100 fournit une tension à sa sortie 100c en réponse à la différence entre les tensions appliquées respectivement à ses première et seconde bornes d'entrée 100a et 100b.

[0004] Le transistor 102 est formé dans cet exemple d'un transistor n-MOS à effet de champ (n-MOSFET) dont la grille 102c est connectée à la sortie 100c de l'amplificateur différentiel 100. La source 102a du transistor 102 est connectée à l'entrée négative 100b de l'amplificateur différentiel 100 ainsi qu'à une première borne de l'élément résistif 103. L'autre borne de l'élément résistif 103 est connectée à un potentiel d'alimentation V_{SS} formant ici masse.

[0005] Selon le circuit générateur de la figure 1, la branche drain-source 102a-102b du transistor 102 est traversée par un courant désigné I_{REF} . On comprendra que l'amplificateur différentiel 100 modifie la tension à sa sortie 100c de sorte que la tension présente à son entrée négative 100b soit sensiblement égale à la tension présente à son entrée positive 100a, c'est-à-dire sensiblement égale à la tension d'entrée V_{IN} . La tension aux bornes de l'élément résistif 103 est ainsi sensiblement égale à la tension d'entrée V_{IN} , de sorte que le courant I_{REF} traversant la branche drain-source du transistor 102 est donné par $I_{REF} = V_{IN}/R$, où R est la valeur de résistance de l'élément résistif 103. Le courant I_{REF} généré est ainsi proportionnel à la tension d'entrée V_{IN} appliquée sur l'entrée positive 100a de l'amplificateur différentiel.

[0006] Le circuit générateur de la figure 1 comporte en outre un miroir de courant, désigné globalement par la

référence 110, comprenant une branche de référence reliée à la source 102b du transistor 102 et au moins une branche de sortie délivrant un courant de sortie I_{OUT} à l'image du courant I_{REF} traversant la branche de référence. La branche de référence du miroir de courant 110 comporte typiquement un premier transistor p-MOSFET 111 dont la source 111a est reliée à un second potentiel d'alimentation, désigné V_{DD} , la grille 111c et le drain 111b de ce transistor étant tous deux connectés au terminal de drain 102b du transistor 102. La branche de sortie du miroir de courant 110 comporte quant à elle un second transistor p-MOSFET 112 dont la source 112a est reliée au potentiel V_{DD} , la grille 112c de ce transistor 112 étant reliée à la grille 111c du transistor 111 de la branche de référence. Le terminal de drain 112b du transistor 112 forme la borne de sortie B du circuit générateur de courant 10. Le courant I_{OUT} délivré sur cette sortie B est l'image du courant I_{REF} dans la branche de référence du miroir de courant dans un rapport déterminé par le dimensionnement des transistors 111 et 112.

[0007] Un inconvénient de la solution de la figure 1 réside dans le fait qu'elle n'est pas adaptée pour une utilisation dans des applications faisant appel à des tensions d'alimentation hautes. En particulier, pour des applications à haute-tension, les transistors 102 et 112 du circuit générateur de tensions pourraient être soumis à des tensions drain-source trop élevées qui entraîneraient le claquage de ces composants. Un autre inconvénient de cette solution pour des applications à haute-tension d'alimentation réside dans le fait que la borne de sortie B du circuit générateur pourrait être amenée à des niveaux de tension trop élevés pouvant potentiellement endommager les circuits connectés au circuit générateur de courant.

[0008] On peut citer à ce titre le brevet US 6,087,820, qui décrit un circuit générateur de courant qui comprend une structure équivalente au circuit décrit ci-devant en référence à la figure 1 pour la fourniture du courant de sortie I_{OUT} . Toutefois, ce circuit générateur de courant comprend en plus des moyens pour produire un courant de référence dans une branche de référence, qui résulte de l'addition de deux courants avec des coefficients de température opposés. Ceci permet d'obtenir un courant de référence indépendant de la température. Par contre, ce circuit ne permet pas une utilisation dans des applications à haute tension d'alimentation.

[0009] Un but de la présente invention est ainsi de proposer un circuit générateur de courant qui pallie notamment aux inconvénients susmentionnés. Un autre but de la présente invention est également de proposer une solution qui soit simple et relativement peu coûteuse à fabriquer.

[0010] La présente invention a ainsi pour objet un circuit générateur de courant dont les caractéristiques sont énoncées dans la revendication 1.

[0011] Des modes de réalisations avantageux de la présente invention font l'objet des revendications dépendantes.

[0012] Selon l'invention, le courant de référence du circuit générateur de courant est ainsi avantageusement généré au moyen d'un transistor MOSFET haute-tension spécifique susceptible de voir à ses bornes une tension drain-source de l'ordre de quelques dizaines de Volts. De la sorte, les contraintes imposées sur le circuit du fait de la haute tension d'alimentation sont mieux tolérées. Le transistor MOSFET haute-tension utilisé est préféralement et avantageusement un transistor MOSFET à canal n (ou à canal p), comprenant un oxyde de grille présentant une épaisseur plus importante du côté drain que du côté source et une zone tampon du côté drain constituée d'un caisson de type n (ou p).

[0013] Selon l'invention, le circuit générateur de courant comporte en outre avantageusement un circuit additionnel permettant de limiter le niveau de potentiel de la sortie (par rapport à un potentiel de référence) à un niveau maximal, afin d'éviter de causer des dégâts éventuels aux circuits reliés sur cette sortie, notamment lorsque aucune charge n'est connectée sur cette dernière.

[0014] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée qui suit, faite en référence aux dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et dans lesquels :

- la figure 1, déjà présentée, montre un diagramme schématique d'un circuit de génération de courant typique alimenté par une basse tension d'alimentation ;
- la figure 2 montre un mode de réalisation d'un circuit générateur de courant selon la présente invention ; et
- les figures 3a et 3b sont des vues en coupe schématiques de transistors MOSFET haute tension, respectivement à canal n et à canal p, réalisés selon un technologie CMOS standard.

[0015] La figure 2 montre un mode de réalisation d'un circuit générateur de courant selon la présente invention, désigné globalement par la référence numérique 20. A l'image du circuit de la figure 1, le circuit générateur de courant 20 comporte un amplificateur différentiel 200, un transistor 202, un élément résistif 203 et un miroir de courant 210 comportant des premier et second transistors p-MOSFET 211, 212 connectés à la manière des éléments 100, 102, 103, 111 et 112 de la figure 1. A la différence du circuit précédent, le transistor 202 est un transistor MOSFET haute-tension spécifique. Ce transistor MOSFET haute-tension 202, ici du type à canal n, est déjà connu de l'homme du métier. La particularité de ce transistor haute-tension 202 réside notamment dans la structure spécifique de l'oxyde de grille qui présente une épaisseur plus importante du côté drain que du côté source ainsi que dans la présence d'une zone tampon du côté drain constituée d'un caisson de type n (ou p pour un transistor MOSFET haute-tension à canal p).

[0016] Les figures 3a et 3b montrent respectivement

les schémas d'un transistor MOSFET à canal n haute tension, ou HVNMOS, et d'un transistor MOSFET à canal p haute-tension, ou HVP MOS. Les transistors HVNMOS présentent notamment l'avantage d'une tension de claquage élevée typiquement supérieure à 30 Volts. Un autre avantage de ce type de transistor réside dans le fait que leur fabrication est parfaitement compatible avec la technologie CMOS standard.

[0017] Pour de plus amples détails concernant ce type de transistors haute-tension, on pourra notamment se référer à l'article de MM. C. Bassin, H. Ballan et M. Declercq intitulé « High-Voltage Devices for 0.5- μ m Standard CMOS Technology », IEEE Electron Device Letters, vol. 21, No. 1, Janvier 2000, relatif à la fabrication de tels transistors haute-tension en technologie 0.5 microns. A titre d'exemple, il ressort de la Table 1 de ce document qu'un transistor MOSFET haute-tension à canal n ayant une tension de claquage de l'ordre de 30 Volts peut être réalisé en technologie CMOS standard sans que cela ne nécessite de masques ou d'implants additionnels.

[0018] En se référant à nouveau à la figure 2, le transistor MOSFET haute-tension 202 est ainsi connecté par son terminal de drain 202b au terminal de drain 211b du transistor p-MOS 211 du miroir de courant 210 et par son terminal de source 202 à l'élément résistif 203.

[0019] L'alimentation du circuit générateur de courant de la figure 2 est assurée par une haute-tension d'alimentation $V_{HV} - V_{SS}$ de l'ordre d'une dizaine à quelques dizaines de Volts. A titre d'exemple non limitatif, c'est tension d'alimentation est de l'ordre de 15 Volts. Cette tension d'alimentation peut par exemple être délivré au moyen d'un circuit régulateur haute-tension. Un tel régulateur haute-tension comprenant un dispositif externe de régulation est par exemple décrit dans la demande de brevet européen No. 01202429.5 déposée le 25 juin 2001, également au nom du présent Déposant.

[0020] Selon l'invention, on comprendra que l'utilisation du transistor MOSFET haute-tension 202 dans la branche de référence du miroir de courant 210 permet de prévenir un claquage éventuel des composants dans cette branche de référence. Par ailleurs, en raison de la tension de claquage élevée du transistor 202 (de l'ordre de 30 Volts), le circuit présente une grande flexibilité d'utilisation vis-à-vis de la tension d'alimentation $V_{HV} - V_{SS}$.

[0021] Selon l'invention, le circuit générateur de courant 20 comporte en outre des moyens, repérés globalement par la référence numérique 400, permettant de limiter le niveau de potentiel de la sortie B du circuit sur laquelle est délivré le courant de sortie I_{OUT} à un niveau de potentiel extrême déterminé, notamment dans le cas où la sortie n'est connectée à aucun circuit (circuit ouvert - résistance de charge R_L infinie). Dans l'exemple illustré, ces moyens 400 sont agencés pour limiter le niveau de potentiel de la sortie B à une valeur maximale, désignée $V_{OUT,MAX}$, fixée à titre d'exemple purement illustratif à 10 Volts.

[0022] Les moyens 400 comportent ainsi un circuit diviseur de tension formé dans cet exemple d'un diviseur

résistif comprenant des premier et second éléments résistifs 411 et 412, de valeur R_1 et R_2 , connectés entre la borne de sortie B et un troisième potentiel de référence, choisi égal au potentiel d'alimentation V_{SS} formant masse. Le noeud de connexion entre les éléments résistifs 411 et 412 est relié à une borne d'entrée positive (borne non inverseuse) 401a d'un second amplificateur différentiel 401, une tension de référence V_{REF} étant appliquée sur la borne d'entrée négative (borne inverseuse) 401b de cet amplificateur différentiel 401. On notera que la tension de référence V_{REF} (au même titre que la tension d'entrée V_{IN} du circuit générateur de courant) peut par exemple être une référence de tension stable en température de type « bandgap » bien connue de l'homme du métier (la tension dite de bandgap est une tension de l'ordre de 1,2 Volts).

[0023] La borne de sortie 401c de l'amplificateur différentiel 401 est reliée à la grille 402c d'un second transistor MOSFET haute-tension, également de type à canal n, dont le drain est reliée à la sortie B du circuit générateur de courant 20 et la source est reliée au potentiel d'alimentation V_{SS} . Les valeurs R_1 et R_2 des éléments résistifs 411 et 412 sont choisies de manière à fixer le niveau de potentiel de la sortie B à la valeur extrême (ici maximale) $V_{OUT,MAX}$ désignée plus haut. Les valeurs R_1 et R_2 des éléments résistifs 411, 412 sont en outre choisies de manière à limiter le courant circulant dans cette branche. A titre d'exemple numérique purement illustratif, le dimensionnement des composants du circuit générateur de courant peut être choisi de sorte que le courant de sortie I_{OUT} délivré soit de l'ordre de 10 mA. Pour une tension de référence V_{REF} de l'ordre de 1,2 Volts appliquée sur l'entrée négative de l'amplificateur différentiel 401, des valeurs de résistances R_1 et R_2 respectivement égale à 88 k Ω et 12 k Ω permet de fixer le niveau de potentiel maximal de la sortie B à 10 Volts, tout en ne prélevant qu'un courant maximal de l'ordre de 0,1 mA dans la branche du circuit diviseur de tension résistif.

[0024] Les moyens 400 assure ainsi que le niveau de potentiel de la sortie B du circuit générateur de courant ne dépasse pas la valeur $V_{OUT,MAX}$ définie à 10 Volts dans ce cas de figure. En effet, dès lors que le niveau de potentiel de la sortie dépasse le seuil fixé, la sortie de l'amplificateur différentiel commande l'activation du transistor MOSFET haute-tension 402 pour contrebalancer cette augmentation et maintenir la sortie B au niveau de potentiel maximum défini.

[0025] Outre les moyens 400, le circuit générateur de courant 20 comporte en outre préférablement des moyens de protection 300 pour éviter le claquage notamment du transistor 212 de la branche de sortie du miroir de courant 210, par exemple dans l'éventualité d'un court-circuit à la masse de la sortie B du circuit générateur de courant. Ces moyens de protection 300 peuvent par exemple comprendre un montage cascode d'un ou plusieurs transistors connectés dans la branche de sortie du miroir de courant 210. Dans cet exemple, pour une tension d'alimentation V_{HV} . V_{SS} de l'ordre de 15

Volts, deux transistors additionnels 301 et 302 connectés en série avec le transistor 212 suffisent. Un circuit diviseur résistif 311, 312, 313 permet de fixer les potentiels de grille des transistors 301 et 302 à des niveaux adéquats, par exemple de 10 et 5 Volts respectivement.

[0026] On comprendra que les moyens de protection 300 permettent de distribuer la tension de la branche de sortie et d'éviter que les tensions grille-source, grille-drain et drain-source des transistors de cette branche ne dépassent une valeur maximum, dans le cas le plus défavorable où une charge nulle (court-circuit - $R_L = 0$) est connectée sur la sortie B du circuit générateur.

[0027] On comprendra par ailleurs que les moyens 400 empêchent que le potentiel de la sortie B puisse monter vers V_{HV} (dans le cas d'une résistance de charge R_L infinie), ce qui aurait pour conséquence, par exemple, que la tension grille-drain du transistor 302 puisse dépasser une valeur critique.

[0028] Les moyens 300 et 400 agissent ainsi de manière complémentaire afin d'assurer l'intégrité de composants du circuit générateur de courant selon la présente invention.

[0029] Alternativement, les moyens de protection 300 pourraient parfaitement comprendre un troisième transistor MOSFET haute-tension du type des transistors 202 et 402 connecté en série par ses terminaux de drain et de source dans la branche de sortie du miroir de courant 210.

[0030] On comprendra que diverses modifications et/ou améliorations évidentes pour l'homme du métier peuvent être apportées aux modes de réalisation décrits dans la présente description sans sortir du cadre de l'invention défini par les revendications annexées.

[0031] A titre d'amélioration, on pourra par exemple améliorer la stabilité du courant de sortie en fonction de la température au moyen du procédé et du dispositif décrits dans la demande de brevet européen No. 00202059.2 du 13.06.2000, intitulée « Procédé de génération d'un courant sensiblement indépendant de la température et dispositif permettant de mettre en oeuvre ce procédé », également au nom du présent Déposant.

Revendications

1. Circuit générateur de courant (20) comprenant des moyens de génération (200, 202, 203) d'un courant de référence (I_{REF}) et un miroir de courant (210) relié à un premier potentiel d'alimentation (V_{HV}) et comportant une branche de référence (211) dans laquelle est appliqué ledit courant de référence (I_{REF}) et une branche de sortie (212) délivrant, à une sortie (B) dudit circuit générateur de courant, un courant de sortie (I_{OUT}) à l'image dudit courant de référence (I_{REF}) et dans un rapport déterminé par rapport au dit courant de référence (I_{REF}), lesdits moyens de génération du courant de référence comportant :

- un transistor MOSFET (202) comprenant des terminaux de drain, de source et de grille, ce transistor MOSFET (202) étant connecté par ses terminaux de drain et de source en série dans ladite branche de référence (211).
- un élément résistif (203) connecté entre le terminal de source dudit transistor MOSFET (202) et un second potentiel d'alimentation (V_{SS}), et
- un amplificateur différentiel (200) comportant une première entrée reliée à une tension d'entrée de référence (V_{IN}), une seconde entrée reliée au dit terminal de source du transistor MOSFET (202), et une sortie reliée au dit terminal de grille du transistor MOSFET,

caractérisé en ce que ledit transistor MOSFET (202) est un transistor MOSFET haute-tension et **en ce que** le circuit générateur de courant (20) comporte en outre des moyens de limitation (400) permettant de limiter à une valeur extrême le niveau de potentiel de ladite sortie (B) du circuit générateur de courant, lesdits moyens de limitation comprenant un circuit diviseur de tension (411, 412) connecté entre ladite sortie (B) du circuit générateur de courant et le deuxième potentiel d'alimentation (V_{SS}), et délivrant en sortie une tension divisée proportionnelle, dans un rapport déterminé, au niveau de potentiel de ladite sortie (B) du circuit générateur de courant.

2. Circuit générateur de courant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de limitation (400) comportent également :

- un second transistor MOSFET haute-tension (402) comprenant des terminaux de drain, de source et de grille, ce second transistor MOSFET haute-tension étant connecté par ses terminaux de drain et de source entre ladite sortie (B) du circuit générateur de courant ledit deuxième potentiel d'alimentation (V_{SS}), et
- un second amplificateur différentiel (401) comportant une première entrée reliée à une tension de référence (V_{REF}), une seconde entrée reliée à la sortie dudit circuit diviseur de tension (411, 412), et une sortie reliée au terminal de grille dudit second transistor MOSFET haute-tension (402).

3. Circuit générateur de courant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** ledit circuit diviseur de tension (411, 412) est un circuit diviseur résistif.

4. Circuit générateur de courant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le ou lesdits transistors MOSFET haute-tension sont des transistors MOSFET à canal n ou p, comprenant un oxyde de grille présentant une épaisseur plus importante du côté drain que du côté

source et une zone tampon du côté drain constituée d'un caisson de type n ou p.

5. Circuit générateur de courant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite branche de sortie (212) du miroir de courant (210) comporte en outre un montage cascade de un ou plusieurs transistors (301, 302).

6. Circuit générateur de courant selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** ladite tension de référence (V_{REF}) appliquée sur la première entrée du second amplificateur différentiel (401) est dérivée d'une référence de tension stable en température de type bandgap.

7. Circuit générateur de courant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite tension d'entrée de référence (V_{IN}) appliquée sur la première entrée du premier amplificateur différentiel (200) est dérivée d'une référence de tension stable en température de type bandgap.

25 Claims

1. Current generator circuit (20) including means (200, 202, 203) for generating a reference current (I_{REF}) and a current mirror (210) connected to a first supply potential (V_{HV}) and including a reference branch (211) in which said reference current (I_{REF}) is applied and an output branch (212) delivering, at an output (B) of said current generator circuit, an output current (I_{OUT}) which is the image of said reference current (I_{REF}) and in a determined ratio with respect to said reference current (I_{REF}),

said reference current generating means including:

- a MOSFET transistors (202) including drain, source and gate terminal, this MOSFET transistor (202) being series-connected by its drain and source terminals in said reference branch (211);
- a resistive element (203) connected between the source terminal of said MOSFET transistor (202) and a second supply potential (V_{SS}); and
- a differential amplifier (200) including a first input connected to a reference input voltage (V_{IN}), a second input connected to said source terminal of the MOSFET transistor (202), and an output connected to said gate terminal of the MOSFET transistor,

characterized in that said MOSFET transistor (202) is a high-voltage MOSFET transistor and **in that** the current generator circuit (20) further includes limiting means (400) for limiting the potential level of said output (B) of the current generator circuit to an extreme value, said limiting means including a

voltage divider circuit (411, 412) connected between said output (B) of the current generator circuit and the second supply potential (V_{SS}), and delivering at one output a divided voltage, proportional, in a determined ratio, to the potential level of said output (B) of the current generator circuit.

2. Current generator circuit according to claim 1, **characterized in that** said limiting means (400) include also:

- a second high-voltage MOSFET transistor (402) including drain, source and gate terminals, said second high-voltage MOSFET transistor being connected by its drain and source terminals between said output (B) of the current generator circuit and said second supply potential (V_{SS}); and
- a first differential amplifier (401) including a first input connected to a reference voltage (V_{REF}), a second input connected to the output of said voltage divider circuit (411, 412) and an output connected to the gate terminal of said second high-voltage MOSFET transistor (402).

3. Current generator circuit according to claim 2, **characterized in that** said voltage divider circuit (411, 412) is a resistive divider circuit.

4. Current generator circuit according to any of the preceding claims, **characterized in that** said high-voltage MOSFET transistor(s) are n or p channel MOSFET transistors, including a gate oxide having a greater thickness on the drain side than on the source side and a buffer zone on the drain side formed of an n or p type well.

5. Current generator circuit according to any of the preceding claims, **characterized in that** said output branch (212) of the current mirror (210) further includes one or more cascode connected transistors (301, 302).

6. Current generator circuit according to claim 2 or 3, **characterized in that** said reference voltage (V_{REF}) applied to the first input of the second differential amplifier (401) is derived from a bandgap type temperature stable voltage reference.

7. Current generator circuit according to any of the preceding claims, **characterized in that** said reference input voltage (V_{IN}) applied to the first input of the first differential amplifier (200) is derived from a bandgap type temperature stable voltage reference.

Patentansprüche

1. Stromgeneratorschaltung (20), die Mittel (200, 202, 203) zum Erzeugen eines Referenzstroms (I_{REF}) und einen Stromspiegel (210) umfasst, wobei der Stromspiegel (210) mit einem ersten Versorgungspotential (V_{HV}) verbunden ist und einen Referenzzweig (211), in den der Referenzstrom (I_{REF}) eingegeben wird, und einen Ausgangszweig (212), der an einen Ausgang (B) der Stromgeneratorschaltung einen Ausgangsstrom (I_{OUT}) liefert, der ein Bild des Referenzstroms (I_{REF}) ist und in einem bestimmten Verhältnis zu dem Referenzstrom (I_{REF}) steht, wobei die Referenzstrom-Erzeugungsmittel umfassen:

- einen MOSFET-Transistor (202), der einen Drain-Anschluss, einen Source-Anschluss und einen Gate-Anschluss enthält, wobei dieser MOSFET-Transistor (202) mit seinem Drain-Anschluss und seinem Source-Anschluss in dem Referenzzweig (211) in Reihe geschaltet ist,
- ein resistives Element (203), das zwischen den Source-Anschluss des MOSFET-Transistors (202) und ein zweites Versorgungspotential (V_{SS}) geschaltet ist und
- einen Differenzverstärker (200), der einen ersten Eingang, der mit einer Referenzeingangsspannung (V_{IN}) verbunden ist, einen zweiten Eingang, der mit dem Source-Anschluss des MOSFET-Transistors (202) verbunden ist, und einen Ausgang, der mit dem Gate-Anschluss des MOSFET-Transistors verbunden ist, enthält,

dadurch gekennzeichnet, dass der MOSFET-Transistor (202) ein Hochspannungs-MOSFET-Transistor ist und dass die Stromgeneratorschaltung (20) außerdem Begrenzungsmittel (400) umfasst, die ermöglichen, einen Extremwert des Potentialpegels des Ausgangs (B) der Stromgeneratorschaltung zu begrenzen, wobei die Begrenzungsmittel eine Spannungsteilerschaltung (411, 412) aufweisen, die zwischen den Ausgang (B) der Stromgeneratorschaltung und das zweite Versorgungspotential (V_{SS}) geschaltet ist und am Ausgang eine geteilte Spannung liefert, die zu dem Potentialpegel des Ausgangs (B) der Stromgeneratorschaltung in einem bestimmten Verhältnis proportional ist.

2. Stromgeneratorschaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Begrenzungsmittel (400) außerdem umfassen:

- einen zweiten Hochspannungs-MOSFET-Transistor (402), der einen Drain-Anschluss, einen Source-Anschluss und einen Gate-An-

schluss enthält, wobei dieser zweite Hochspannungs-MOSFET-Transistor mit seinem Drain-Anschluss und seinem Source-Anschluss zwischen den Ausgang (B) der Stromgeneratorschaltung und das dritte Versorgungspotential (V_{SS}) geschaltet ist, und
 - einen zweiten Differenzverstärker (401), der einen ersten Eingang, der mit einer Referenzspannung (V_{REF}) verbunden ist, einen zweiten Eingang, der mit dem Ausgang der Spannungsteilerschaltung (411, 412) verbunden ist, und einen Ausgang, der mit dem Gate-Anschluss des zweiten Hochspannungs-MOSFET-Transistors (402) verbunden ist, enthält.

5

10

15

3. Stromgeneratorschaltung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannungsteilerschaltung (411, 412) eine Widerstandsteilerschaltung ist.

20

4. Stromgeneratorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Hochspannungs-MOSFET-Transistoren n- oder p-Kanal-MOSFET-Transistoren sind, die ein Gateoxid enthalten, das auf Seiten des Drains eine größere Dicke als auf Seiten der Source besitzt und auf Seiten des Drains eine Pufferzone, die durch eine n- oder p-Wanne gebildet ist, aufweist.

25

5. Stromgeneratorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ausgangszweig (212) des Stromspiegels (210) außerdem eine Kaskodenschaltung aus einem oder mehreren Transistoren (301, 302) enthält.

30

35

6. Stromgeneratorschaltung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in den ersten Eingang des zweiten Differenzverstärkers (401) eingegebene Referenzspannung (V_{REF}) von einer temperaturstabilen Spannungsreferenz des Bandlückentyps abgeleitet ist.

40

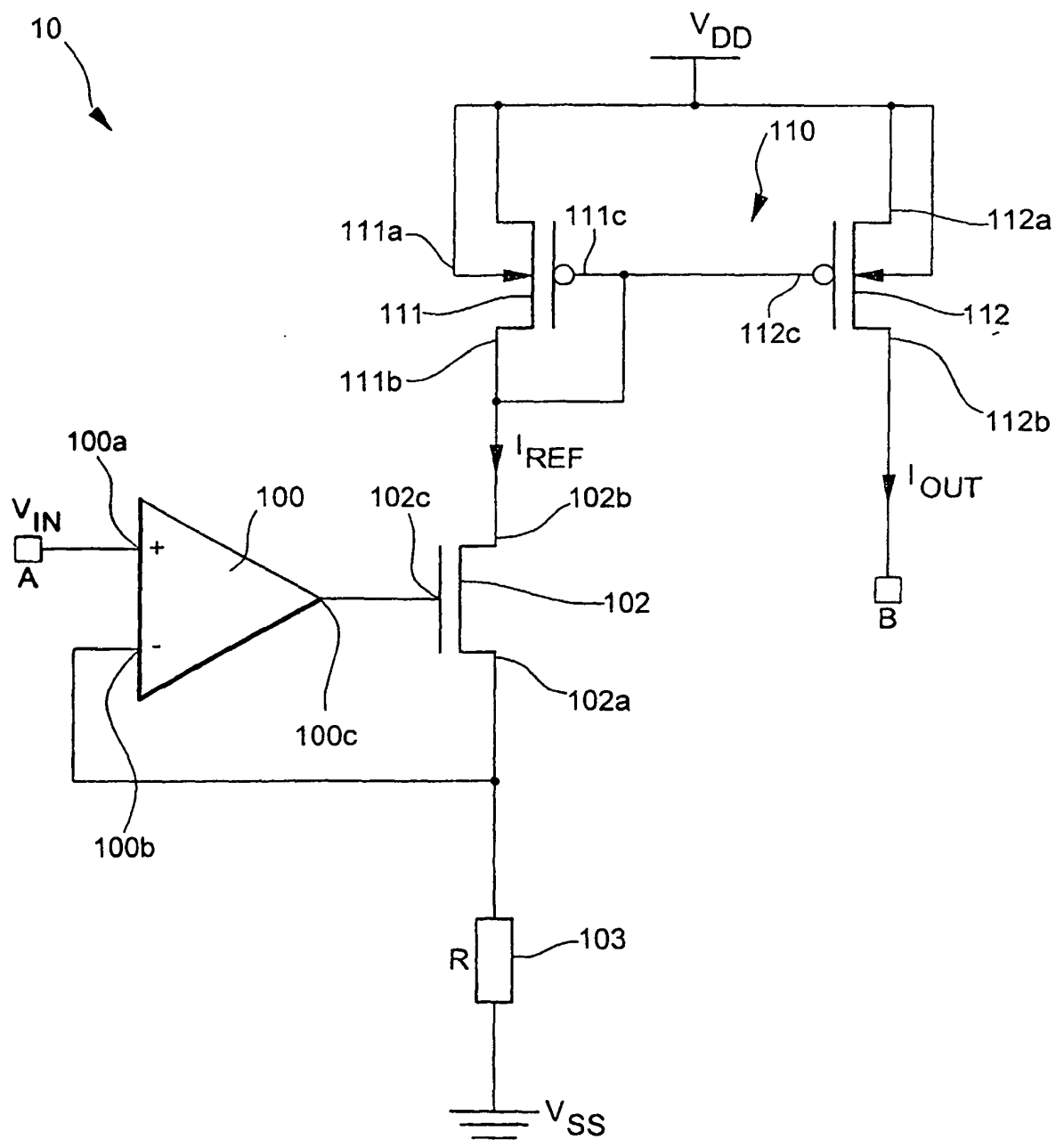
7. Stromgeneratorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Referenzeingangsspannung (V_{IN}), die in den ersten Eingang des ersten Differenzverstärkers (200) eingegeben wird, von einer temperaturstabilen Spannungsreferenz des Bandlückentyps abgeleitet ist.

45

50

55

Fig.1
(ART ANTERIEUR)



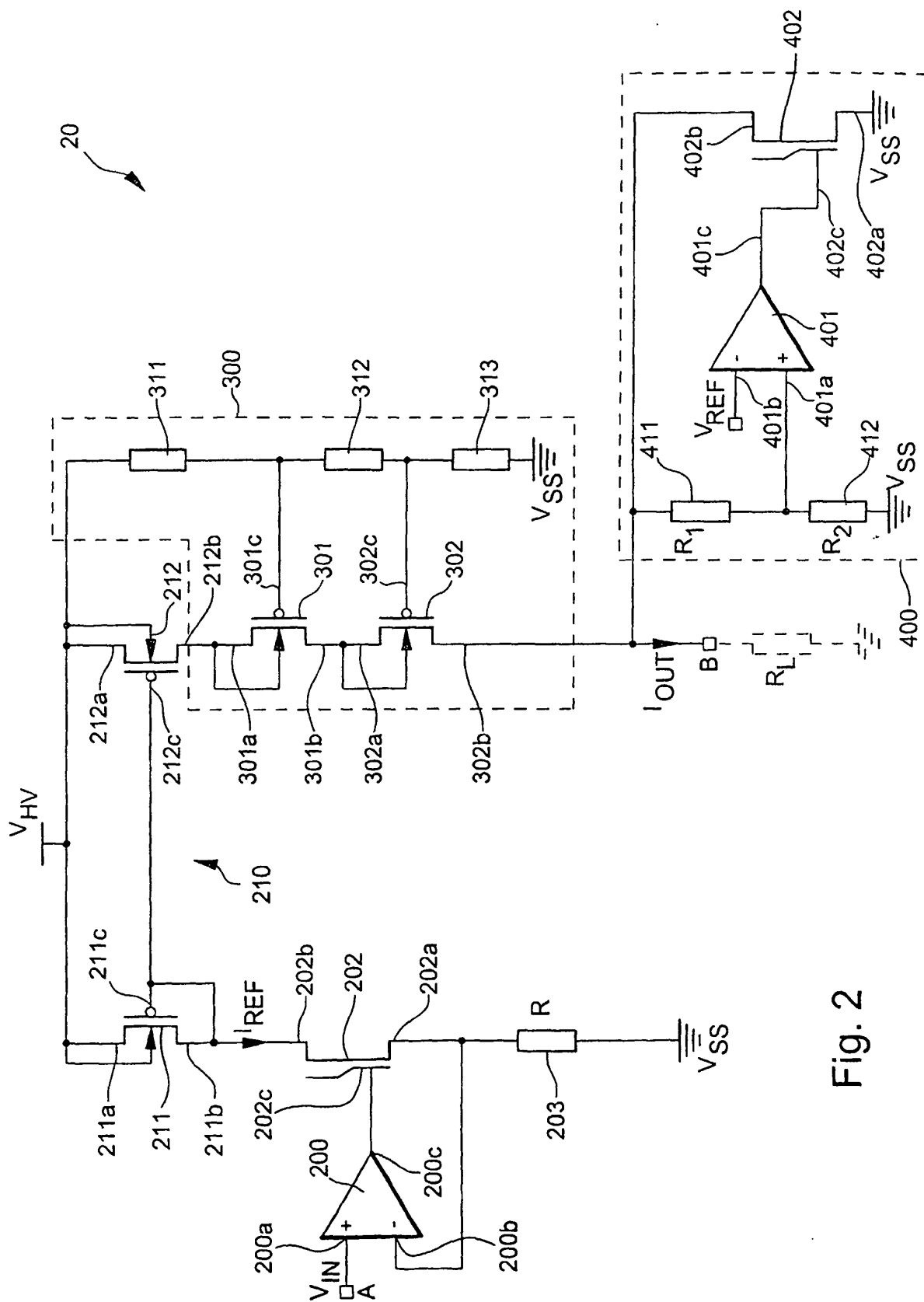


Fig. 2

Fig.3a

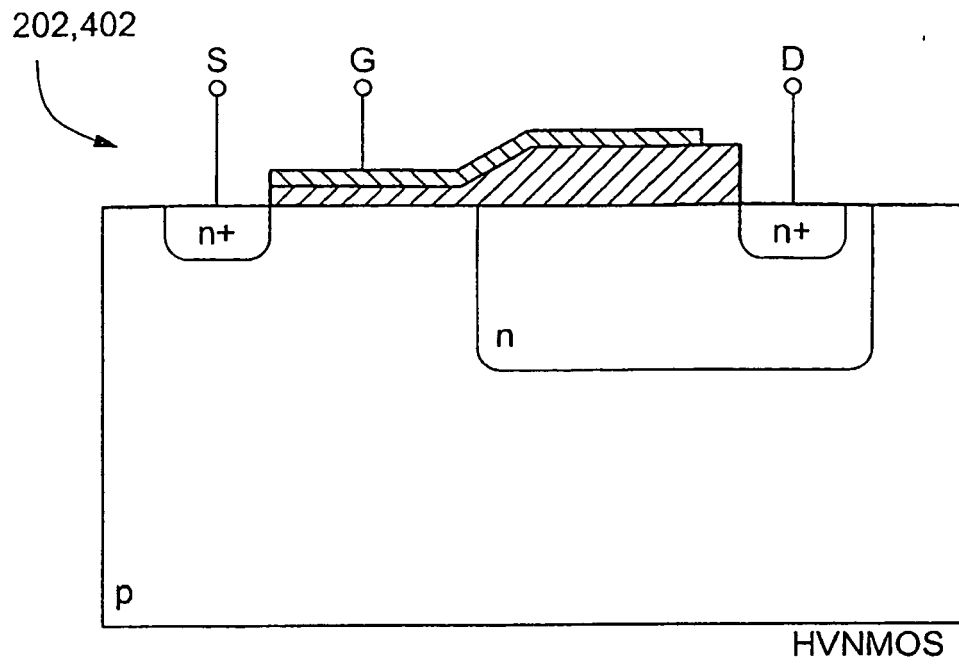
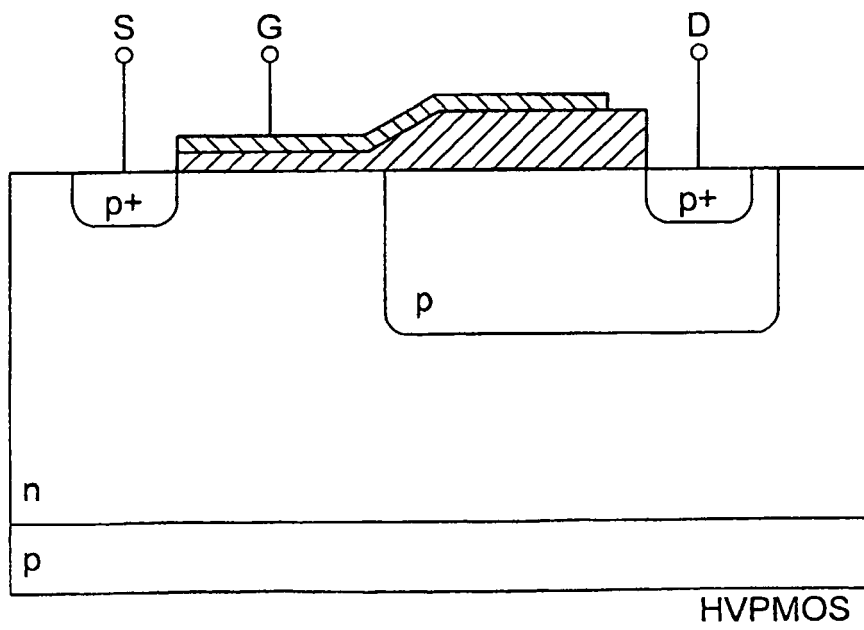


Fig.3b



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 6087820 A [0008]
- EP 01202429 A [0019]
- EP 00202059 A [0031]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **MM. C. Bassin ; H. Ballan ; M. Declercq.** High-Voltage Devices for 0.5- μ m Standard CMOS Technology. *IEEE Electron Device Letters*, Janvier 2000, vol. 21 (1 [0017]