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

(11) EP 0 910 002 A1

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
21.04.1999 Bulletin 1999/16

(51) Int. Cl.[6]: **G05F 3/24**

(21) Numéro de dépôt: **97117804.1**

(22) Date de dépôt: **15.10.1997**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE
Etats d'extension désignés:
AL LT LV RO SI

(71) Demandeur:
EM Microelectronic-Marin SA
2074 Marin (CH)

(72) Inventeurs:
- **Bales, Tim**
  2072 Saint-Blaise (CH)
- **Bitz, Serge**
  2075 Thielle-Wavre (CH)

(74) Mandataire:
Balsters, Robert et al
I C B,
Ingénieurs Conseils en Brevets S.A.,
7, rue des Sors
2074 Marin (CH)

(54) Moyens pour fournir un courant de grande précision

(57) La présente invention concerne des moyens (30) pour fournir un premier courant (I3) à un élément extérieur (3), ce courant devant être fourni avec une grande précision à une valeur nominale désirée. Les moyens de fourniture de courant comprennent un premier transistor (T3) traversé par le premier courant, un amplificateur opérationnel (A2) à une première entrée duquel est fournie une tension de référence (Vref), et à la sortie duquel est fourni un signal de commande du premier transistor, et une résistance externe (Re1). Ces moyens sont caractérisés en ce qu'ils comprennent en outre un second transistor (T4) traversé par un second courant (I4) qui traverse également la résistance externe. Un tel agencement des moyens selon la présente invention permet d'ajuster avec une grande précision la valeur du premier courant à sa valeur nominale.

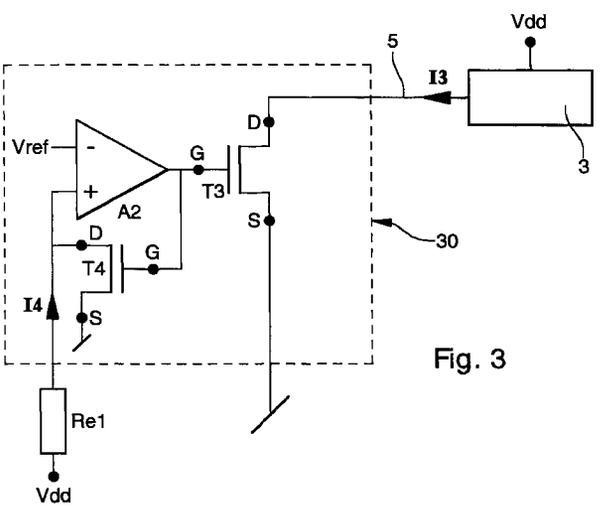


Fig. 3

EP 0 910 002 A1

Description

[0001] La présente invention concerne des moyens de fourniture de courant. Elle concerne plus précisément des moyens pour fournir un courant de grande précision, à un élément extérieur destiné à être connecté à ces moyens.

[0002] Il existe classiquement divers types de moyens de fourniture de courant. On notera d'ailleurs que la présente description ne concerne pas ce que l'on appelle communément les sources de courant.

[0003] La figure 1 représente un circuit comprenant un premier exemple de moyens de fourniture de courant 1 classiques destinés à être connectés, par une ligne de connexion 5, à un élément 3 extérieur à ce circuit. Les moyens 1 sont agencés pour fournir à l'élément 3 un courant I1 à une valeur prédéterminée désirée ou valeur nominale, cette valeur étant désignée par la référence I1o. A cet effet, les moyens 1 comprennent un amplificateur opérationnel A1, et un transistor à effet de champ T1. Les moyens 1 comprennent en outre des résistances intégrées telles que des transistors à effet de champ fonctionnant en régime ohmique, la référence Rint désignant la résistance équivalent à la totalité de ces résistances intégrées. Typiquement, les différents composants des moyens 1 sont réalisés par une filière de fabrication de type CMOS largement répandue dans l'industrie des semi-conducteurs. Il va de soi que ces composants comprennent également une borne de connexion à une source de tension (non représentée) agencée pour fournir une tension d'alimentation Vdd à ces composants.

[0004] Le transistor T1 réalisé par une filière du type susmentionné, comprend typiquement une borne de drain D, une borne de source S et une borne de grille G. La borne D du transistor T1 est connectée à l'élément extérieur 3 par la ligne 5, et la borne S du transistor T1 est connectée à l'une des bornes de la résistance Rint. En outre, l'amplificateur opérationnel A1 comprend typiquement une borne inverseuse, une borne non-inverseuse et une borne de sortie. La borne inverseuse de l'amplificateur opérationnel A1 est connectée à des moyens de fourniture de tension (non représentés) agencés pour fournir une tension de référence Vref, sa borne non-inverseuse est connectée à la borne S du transistor T1, et la borne de sortie de l'amplificateur opérationnel A1 est connectée à la borne G du transistor T1.

[0005] Pour l'essentiel, suite à la mise sous tension du circuit représenté en figure 1, ce dernier devient stable quand la tension présente à la borne non-inverseuse de l'amplificateur opérationnel A1 (c'est-à-dire la tension présente à la borne de source S) est sensiblement égale à celle présente à la borne non- inverseuse de l'amplificateur opérationnel A1 (c'est-à-dire la tension de référence Vref). Dans ce cas, la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel A1 est sensiblement constante, de sorte que cette tension fournie à la borne G du transistor T1, maintient le courant I1 qui traverse ce transistor T1 égal à sa valeur nominale.

[0006] Le circuit représenté en figure 1 permet de réaliser un ajustement de la valeur du courant I1 à sa valeur nominale, cet ajustement étant communément appelé par le terme anglais "trimming". En effet, la réalisation pratique des différents composants de ce circuit conduit inévitablement à des variations de paramètres technologiques, notamment la valeur de la résistance interne Rint qui varier jusqu'à ±30 % par rapport à sa valeur désirée. De telles variations provoquent la fourniture du courant I1 à une valeur différente de sa valeur nominale. Pour pallier ces variations intempestives, on mesure ensuite la valeur du courant I1 fourni par les moyens 1 auxquels sont connectés les résistances intégrées qui sont initialement court-circuitées par des lignes de connexion, comme le représente la figure 1. Ensuite on coupe par faisceau laser certaines de ces lignes de connexion, ce qui connecte aux moyens 1 les résistances intégrées initialement court-circuitées par ces lignes. Ceci a pour effet d'augmenter la valeur de la résistance Rint connectée en série avec le transistor T1, c'est-à-dire de modifier la valeur du courant I1. On réalise un tel ajustement jusqu'à ce que la valeur du courant I1 soit égale à sa valeur nominale.

[0007] Un inconvénient des moyens de fourniture de courant représenté en figure 1, réside dans le fait qu'elle nécessite la réalisation d'une pluralité d'éléments d'ajustement, ce qui va à l'encontre des préoccupations habituelles dans l'industrie des semi-conducteurs, de complexité, d'encombrement et de coût.

[0008] Un autre inconvénient des moyens de fourniture de courant représenté en figure 1, réside dans le fait que l'ajustement peut être réalisé de façon irréversible, de sorte que ces moyens ne sont adaptés qu'à l'élément extérieur auquel les moyens 1 étaient connectés lors de cet ajustement.

[0009] Pour pallier cet inconvénient, la figure 2 représente un circuit comprenant un second exemple de moyens de fourniture de courant 6 classiques. On note que ce circuit est similaire à celui représenté en figure 1. Ainsi, les composants représentés en figure 2 et désignés par les mêmes références que ceux représentés en figure 1, sont identiques à ceux désignés en figure 1.

[0010] Toutefois, les moyens 6 sont connectés à une résistance externe Rext à ces moyens. La résistance Rext est connectée entre la borne S du transistor T1 et la masse.

[0011] A l'instar de la résistance Rint décrite en relation avec la figure 1, la résistance Rext représentée en figure 2 permet de réaliser l'ajustement du courant I1 à sa valeur nominale. A cet effet, on détermine d'abord la valeur du courant I1 devant être fourni par les moyens 1 du circuit tel que représenté en figure 1. En considérant que la tension Vref est déterminée en fonction du choix de l'amplificateur opérationnel A1, et que le circuit est stable quand la tension présente à la borne non-inverseuse de cet amplificateur (c'est-à-dire la tension égale

au produit de la valeur de résistance de la résistance Rext par le courant I1) est égale à la tension présente à sa borne inverseuse (c'est-à-dire la tension Vref), on peut déterminer la valeur de la résistance Rext comme suit :

$$Rext = \frac{Vref}{I1o}$$

[0012] On détermine ainsi la valeur de la résistance externe Rext destinée à être connectée aux moyens 6, cette connexion devant avoir pour effet d'ajuster la valeur du courant I1 à sa valeur nominale.

[0013] Un inconvénient des moyens de fourniture de courant représentés en figure 2, réside dans le fait qu'elle nécessite la réalisation d'une résistance Rext ayant une faible valeur de résistance, dans le cas où la valeur du courant I1 à fournir doit être élevée. En effet, en considérant que la tension d'alimentation Vdd est connue et constante, la tension présente entre la borne D du transistor T1 et la masse est ainsi déterminée et sensiblement constante. Il en résulte qu'une valeur élevée de la résistance Rext a pour effet de diminuer la tension présente entre la borne D du transistor T1 et sa borne S, puisque la résistance Rext est connectée en série avec l'élément extérieur 3 et le transistor T1. Il est donc nécessaire d'augmenter les dimensions de la surface active du transistor T1, pour que le courant I1 qui le traverse soit égal à ladite valeur prédéterminée.

[0014] L'homme de l'art note que la mise en oeuvre d'une résistance Rext ayant une faible valeur de résistance (typiquement de l'ordre de quelques ohms) est coûteux, notamment dans le cas où l'on souhaite que cette résistance ait une précision de l'ordre de ±5 %.

[0015] On notera alors qu'une telle solution ne répond pas aux critères traditionnels dans l'industrie des semiconducteurs, de complexité, d'encombrement et de coût.

[0016] Un objet de la présente invention est de prévoir des moyens pour fournir un courant de grande précision, ces moyens palliant les inconvénients susmentionnés.

[0017] Un autre objet de la présente invention est de prévoir de tels moyens de fourniture de courant, sans qu'il soit nécessaire d'intégrer avec ces moyens des éléments d'ajustement supplémentaires.

[0018] Un autre objet de la présente invention est de prévoir de tels moyens de fourniture de courant, sans qu'il soit nécessaire de connecter à ces moyens une résistance externe d'ajustement ayant une faible valeur de résistance, dans le cas où la valeur du courant à fournir doit être élevée.

[0019] Un autre objet de la présente invention est de prévoir de tels moyens de fourniture de courant susceptible de fournir un courant ayant une précision améliorée, notamment dans le cas de variations des paramètres électriques de l'élément extérieur connecté à ces moyens.

[0020] Un autre objet de la présente invention est de prévoir de tels moyens répondant aux critères traditionnels dans l'industrie des semi-conducteurs, complexité, d'encombrement et de coût.

[0021] Ces objets, ainsi que d'autres, sont atteints par le selon la revendication 1.

[0022] Un avantage de l'agencement des moyens de fourniture de courant selon la présente invention est de pouvoir ajuster la valeur de premier courant par la valeur de résistance de la résistance externe, sans avoir besoin de connecter des éléments d'ajustement supplémentaires sur la ligne de conduction du premier courant. Ceci permet de pouvoir déterminer les dimensions des différents composants de ces moyens en optimisant les dimensions du premier transistor.

[0023] Un autre avantage de l'agencement des moyens de fourniture de courant selon la présente invention est de pouvoir connecter une résistance externe ayant une valeur de résistance usuelle, tout en garantissant une précision de cette résistance de l'ordre de ±1 %, et un faible coût d'achat.

[0024] Un avantage des premier et second transistors est d'être connectés pour fonctionner en régime de saturation, ce ci a pour effet de maintenir le courant circulant dans le premier transistor à sa valeur nominale, notamment dans le cas où la tension présente entre la borne de drain de ce transistor et sa borne de source, est modifiée.

[0025] Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres, de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée de deux modes de réalisation préférés de la présente invention, donnés à titre d'exemple uniquement, en relation avec les figures jointes, parmi lesquelles :

- la figure 1 déjà citée représente un schéma électrique d'un premier circuit comprenant des moyens de fourniture de courant selon l'art antérieur;
- la figure 2 déjà citée représente un schéma électrique d'un second circuit comprenant des moyens de fourniture de courant selon l'art antérieur;
- la figure 3 représente un schéma électrique d'un circuit comprenant un premier mode de réalisation de moyens de fourniture de courant selon la présente invention;
- la figure 4 représente un schéma électrique de moyens de fourniture de tension de référence du circuit de la figure 3;
- la figure 5 représente un schéma électrique d'un circuit comprenant un second mode de réalisation de moyens de fourniture de courant selon la présente invention; et
- la figure 6 représente une courbe illustrant l'évolution temporelle du courant fourni par les moyens de fourniture de courant du circuit de la figure 5, suite à une mise sous tension de ces moyens.

[0026] La figure 3 représente un schéma électrique d'un circuit comprenant un premier mode de réalisation de moyens de fourniture de courant 30 selon la présente invention.

[0027] Les moyens 30 sont destinés à être connectés, par une ligne de connexion 5, à un élément 3 extérieur à ces moyens. Les moyens 30 sont agencés pour fournir à l'élément 3 un premier courant I3 à une valeur prédéterminée désirée ou valeur nominale.

[0028] A cet effet, les moyens 30 comprennent un amplificateur opérationnel A2 et au moins un premier transistor T3 agencé de sorte que la valeur du courant I3 qui le traverse est sensiblement égale à sa valeur nominale.

[0029] On notera que les divers composants du circuit représenté en figure 3 sont réalisés de préférence par une filière de fabrication de type CMOS largement répandue dans l'industrie des semi-conducteurs. Il va de soi que ces composants comprennent également une borne de connexion à une source de tension (non représentée) agencée pour fournir une tension d'alimentation Vdd à ces composants. Dans le mode de réalisation représenté en figure 3, la source de tension fournit une tension d'alimentation régulée, c'est-à-dire une tension Vdd qui est sensiblement constante.

[0030] Le transistor T3 réalisé par une filière du type susmentionné, comprend typiquement une borne de drain D, une borne de source S et une borne de grille G. On note que la borne G sert de borne de commande du transistor T3, et est destinée à recevoir un signal de commande V_G. La borne D du transistor T3 est connectée à l'élément extérieur 3 par la ligne 5, et la borne S du transistor T3 est connectée à la masse.

[0031] L'amplificateur opérationnel A2 comprend typiquement une borne inverseuse, une borne non-inverseuse et une borne de sortie connectée à la borne G du transistor T3 pour lui fournir le signal de commande V_G. La borne inverseuse de l'amplificateur opérationnel A2 est connectée à des moyens de fourniture de tension (non représentés) agencés pour fournir une tension de référence Vref.

[0032] La figure 4 représente un exemple d'un schéma électrique des moyens de fourniture de tension de référence 40 destinés à être connectés au circuit de la figure 3. Les moyens 40 comprennent des première et seconde résistances désignées R1 et R2, respectivement. L'une des deux bornes de la résistance R1 reçoit la tension d'alimentation Vdd de la source d'alimentation alimentant également le circuit de la figure 3, son autre borne est connectée avec l'une des deux bornes de la résistance R2, et l'autre borne de cette résistance est mise à la masse. Le point de raccordement des résistances R1 et R2 fournit la tension de référence Vref qui est proportionnelle à la tension d'alimentation Vdd. Les valeurs de résistance des résistances R1 et R2 doivent être choisies pour fournir une valeur de tension de référence qui se trouve communément au voisinage du milieu de la plage de fonctionnement dynamique de l'amplificateur opérationnel A2. Dans le cas d'un exemple typique, pour une tension Vdd égale à 2 V, la tension de référence Vref est de l'ordre de 1V.

[0033] Il va de soi que les diverses valeurs numériques fournies au cours de la présente description, ne sont fournies qu'à titre illustratif uniquement.

[0034] L'homme de l'art notera que l'amplificateur opérationnel A2 est choisi en fonction de la valeur de la tension V_G à fournir au transistor T3, et de l'impédance présente sur la borne G.

[0035] Comme le représente la figure 3, les moyens 30 comprennent en outre un second transistor T4 agencé de sorte qu'il est traversé par un second courant I4.

[0036] Le transistor T4 est réalisé par une filière de type CMOS, et comprend typiquement une borne de drain D, une borne de source S et une borne de grille G. On note que la borne G sert de borne de commande du transistor T4.

[0037] La borne G du transistor T4 est connectée à celle du transistor T3, de sorte que le signal de commande V_G permet de commander à la fois le transistor T3 et le transistor T4.

[0038] La borne D du transistor T4 est connectée à la borne non-inverseuse de l'amplificateur opérationnel A2, et la borne S du transistor T4 est connectée à la masse.

[0039] En outre, le transistor T3 et le transistor T4 sont avantageusement connectés pour fonctionner en régime de saturation. Et le transistor T3 est agencé de sorte que la valeur du courant I3 qui traverse le transistor T3 fonctionnant en régime de saturation, est sensiblement égale à ladite valeur nominale du courant I3.

[0040] En effet, supposons que la tension présente entre la borne D du transistor T3 et sa borne S, soit légèrement modifiée pour une raison quelconque, par exemple suite à une variation de la tension d'alimentation qui est fournie à l'élément extérieur 3. Il en résulte que le courant circulant dans le transistor T3 (c'est-à-dire le courant I3) demeure inchangé, ce qui renforce ainsi la précision de courant, en réponse à une telle modification de la tension présente entre les bornes D et S de ce transistor.

[0041] L'homme de l'art note que le transistor T4 a avantageusement une fonction de surveillance de la tension de commande V_G du transistor T3, et qu'il est agencé dans une boucle de rétroaction permettant de maintenir sensiblement constante la tension de commande V_G, ce qui permet de maintenir le courant I3 circulant dans le transistor T3 à une valeur sensiblement constante.

[0042] De préférence, le transistor T4 est réalisés pour avoir une structure ayant une symétrie identique à celle du transistor T3. Ceci a pour effet que les transistors T3 et T4 ont des caractéristiques de fonctionnement communes, telles que la tension de seuil. On parle alors usuellement de "matching" entre les deux transistors T3 et T4.

[0043] Lors de la réalisation pratique des différents composants des moyens 30, on est amené à dimensionner ces composants en fonction de la valeur nominale du courant I3 à fournir.

[0044] A cet effet, on connecte une résistance externe Re1 aux moyens 30 de sorte que la valeur du courant I3 est égale à sa valeur nominale, comme cela va être décrit ci-après. Comme le représente la figure 3, la résistance externe Re1 est connectée entre la borne D du transistor T4 et une borne connectée pour recevoir la tension d'alimentation Vdd de ladite source de tension.

[0045] L'homme de l'art note que la résistance externe Re1 permet d'ajuster avantageusement la valeur du courant I3. En effet, en considérant le cas préféré où les transistors T3 et T4 sont "matchés", la résistance Re1 permet de fixer la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel A2, c'est-à-dire la tension de commande V_G des transistors T4 et T3. Il en résulte que la tension présente entre la borne D du transistor T3 et sa borne S, est ainsi fixée par la valeur de la résistance externe Re1. Autrement dit, la valeur de courant I3 traversant le transistor T3 est ajustée par la valeur de résistance de la résistance Re1, pour être sensiblement égale à sa valeur nominale.

[0046] Il en ressort que la précision du courant I3 est directement liée à celle de la résistance Re1. Or cette dernière peut avoir avantageusement une valeur de résistance usuelle, contrairement à l'art antérieur, comme cela a déjà été décrit en relation avec la figure 2. En reprenant l'exemple cité précédemment, après calculs, on trouver que la valeur de résistance de la résistance Re1 doit être de l'ordre de 1 kΩ, une telle résistance se trouvant communément dans le commerce, avec une précision de l'ordre de ±1 %. On peut ainsi fournir le courant I3 avec une précision de l'ordre de ±3 %.

[0047] L'homme de l'art note également que le fait d'avoir agencé la résistance d'ajustement externe endehors de la ligne de circulation (c'est-à-dire la ligne 5) du courant I3 permet au transistor T3 de disposer de la totalité de la tension présente entre sa borne D et la masse, puisque la borne S du transistor T1 est directement connectée à la masse, contrairement au circuit représenté en figure 2.

[0048] Il en ressort que l'on peut avantageusement diminuer les dimensions de la surface active de ce transistor puisque l'on dispose d'une tension plus grande entre les bornes D et S de ce transistor. On rappelle que les dimensions de la surface active sont typiquement la longueur et la largeur du canal de conduction, dans le cas d'un transistor MOS classique.

[0049] A titre de variante, la figure 5 représente un schéma électrique d'un circuit comprenant un second mode de réalisation des moyens de fourniture de courant 50 selon la présente invention, dans le cas où la tension d'alimentation Vdd est fournie par une source d'alimentation telle qu'un accumulateur. Dans ce cas, la tension d'alimentation Vdd dépend de la charge présente dans l'accumulateur, c'est-à-dire que cette tension n'est pas constante au cours du temps.

[0050] On note que le circuit représenté en figure 5 est proche de celui représenté en figure 3. Ainsi, les composants représentés en figure 5 et désignés par les mêmes références que ceux représentés en figure 3, sont semblables à ceux désignés en figure 3.

[0051] Toutefois, l'homme de l'art note que la borne non-inverseuse de l'amplificateur opérationnel A2 du circuit représenté en figure 5, doit être indépendante de la tension Vdd. A cet effet, la borne D du transistor T4 des moyens 50 est connectée à l'une des bornes d'une résistance externe Re2, par l'intermédiaire d'un miroir de courant 51 connu en soi, l'autre borne de la résistance Re2 étant connectée à la masse. Il en ressort que le courant circulant dans la résistance Re2 vaut I4/m, la référence m désignant le rapport du miroir de courant. Typiquement le rapport est de l'ordre de 2.

[0052] En reprenant le cas de l'exemple précédemment cité, pour obtenir une valeur du courant I3 égale à 50 mA, la valeur de résistance de la résistance externe Re2 est de l'ordre de 10 kΩ, cette valeur ayant été obtenue par calculs. L'homme de l'art note que l'on peut trouver communément dans le commerce des résistances ayant une telle valeur, et garantissant une précision de l'ordre de ±1 %, ainsi qu'un faible coût, contrairement à la résistance externe Rext décrite en relation avec la figure 2.

[0053] Il va de soi que les différentes valeurs numériques citées ci-dessus ne sont données qu'a titre illustratif uniquement. En particulier, la valeur de résistance de la résistance Re2 dépend notamment du rapport m.

[0054] A titre de perfectionnement, les moyens de fourniture de courant selon la présente invention peuvent comprendre une pluralité de premiers transistors identiques, chaque transistor étant pourvu d'une borne de commande, et les bornes de commande de ces transistors étant toutes connectées à la borne de sortie de l'amplificateur opérationnel.

[0055] Un tel agencement des moyens de fourniture de courant selon la présente invention est particulièrement avantageux, puisqu'ils peuvent fournir avec une grande précision un courant élevé à un élément extérieur. En effet, tous les transistors de ces moyens peuvent être identiquement réalisés au cours des mêmes étapes d'une filière de fabrication de type CMOS connue en soi. Ainsi, en se référant à la figure 3 (respectivement, à la figure 5), les moyens 30 (respectivement, les moyens 50) peuvent comprendre un transistor T4 et n transistors T3 identiques au transistor T4. Ainsi, les dimensions de la surface active des transistors T3 sont identiques à celles du transistor T4, et le courant I3 fourni par les moyens 30 (respectivement, les moyens 50) est donc égal à n fois le courant I4, ce qui permet de réaliser la fourniture d'un courant I3 élevé.

[0056] On va décrire la mise en oeuvre des moyens de fourniture de courant selon la présente invention, dans le cas où l'on souhaite fournir à un élément

externe 3 un courant I3 ayant une valeur nominale prédéterminée. Cette mise en oeuvre sera illustrée à partir des moyens 30 de la figure 3. Il va de soi que les différentes valeurs numériques ne sont données ci-après qu'à titre illustratif uniquement.

[0057] Considérons que la valeur nominale du courant I3 soit 50 mA, et que l'on souhaite réaliser 50 transistors T3 susceptibles de pouvoir fournir chacun une valeur de 1 mA. Par ailleurs, on sait que l'élément extérieur 3 est susceptible de fournir une tension déterminée entre les bornes D et S du transistor T3.

[0058] On détermine alors les dimensions de la surface active du transistor T3, de sorte que la valeur du courant I3, quand le transistor T3 fonctionne en régime de saturation, est égale à 1 mA. Par conséquent la valeur du signal de commande V_G (c'est-à-dire de la tension de grille des transistors T3 et T4) est déterminée par la caractéristique courant de drain-tension drain-source en fonction de la tension de grille.

[0059] Ainsi les différentes tensions présentes aux bornes S, D et G des transistors T3 et T4 sont déterminées, en considérant que les 50 transistors T3 et le transistor T4 sont identiques.

[0060] La valeur de la résistance Re1 est choisie pour que la tension présente entre ses bornes soit égale à la tension présente entre les bornes D et S du transistor T3, quand la résistance Re1 est traversée par une valeur du courant I4 égale à 1 mA.

[0061] Le fonctionnement du circuit représenté en figure 3 est alors stable, quand la tension aux bornes de la résistance Re1 est égale à la tension de référence Vref, c'est-à-dire quand la valeur du courant I3 est égale à 50 fois celle du courant I4. Autrement dit, le fonctionnement de ce circuit est stable quand le courant I4 traversant le transistor T4 vaut 1 mA, et que le courant I3 fourni par les moyens 30 est égal 50 mA, avec une précision de l'ordre de ±3 %, pour une résistance Re1 valant 1 kΩ à ±1 %.

[0062] A titre d'exemple, la figure 6 représente une courbe 60 illustrant l'évolution temporelle du courant fourni par les moyens selon la présente invention, suite à une mise sous tension de ces moyens.

[0063] La référence t0 désigne l'instant où le circuit représenté en figure 3 est mis sous tension, et la référence t1 désigne l'instant à partir duquel le fonctionnement de ce circuit est stable. Ainsi, en supposant que la tension d'alimentation Vdd vaut 2 V, la Demanderesse de la présente invention a mesuré que le temps de stabilisation est alors de l'ordre de 2 μs.

[0064] Il va de soi pour l'homme de l'art que la description détaillée ci-dessus peut subir diverses modifications sans sortir du cadre de la présente invention.

Revendications

1. Moyens (30) pour fournir un premier courant (I3) à un élément extérieur (3) destiné à être connecté à ces moyens, ce courant devant être fourni avec une grande précision à une valeur prédéterminée désirée ou valeur nominale, les moyens de fourniture de courant comprenant :

   - au moins un premier transistor (T3) pourvu d'une borne de commande (G) destinée à recevoir un signal de commande (V_G), ce transistor étant agencé de sorte qu'il est traversé par le premier courant, et que ce dernier est sensiblement égale à sa valeur nominale; et
   - un amplificateur opérationnel (A2) à une première entrée duquel une tension de référence (Vref) est fournie par des moyens de fourniture de tension de référence, et à la sortie duquel est fourni le signal de commande du premier transistor, les moyens de fourniture de courant étant connectés à une résistance externe (Re1) agencée pour ajuster la valeur du premier courant à sa valeur nominale,

   ces moyens étant caractérisés en ce qu'ils comprennent en outre un second transistor (T4) agencé de sorte qu'il est traversé par un second courant (I4), et en ce que la résistance externe est connectée de manière à être traversée par le second courant.

2. Moyens de fourniture de courant (30) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisés en ce que les premier et second transistors sont des transistors à effet de champ connectés pour fonctionner en régime de saturation, et en ce que le premier transistor est agencé de sorte que la valeur du premier courant qui traverse le premier transistor fonctionnant en régime de saturation, est sensiblement égale à ladite valeur nominale du premier courant.

3. Moyens de fourniture de courant (30) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisés en ce que le second transistor est pourvu d'une borne de commande (G) connectée à celle du premier transistor, de sorte que le signal de commande permet de commander à la fois le premier transistor et le second transistor.

4. Moyens de fourniture de courant (30) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisés en ce qu'ils comprennent en outre une pluralité de premiers transistors identiques, chaque transistor étant pourvu d'une borne de commande, et en ce que les bornes de commande de ces transistors sont toutes connectées à la borne de sortie de l'amplificateur opérationnel.

5. Moyens de fourniture de courant (30) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisés en ce que le second transistor est réalisé de sorte que sa surface active est sensiblement

symétrique à celle du premier transistor.

6. Moyens de fourniture de courant (30) selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisés en ce que un circuit de type "miroir de courant" est connecté entre la borne de drain du second transistor et la borne inverseuse de l'amplificateur opérationnel.

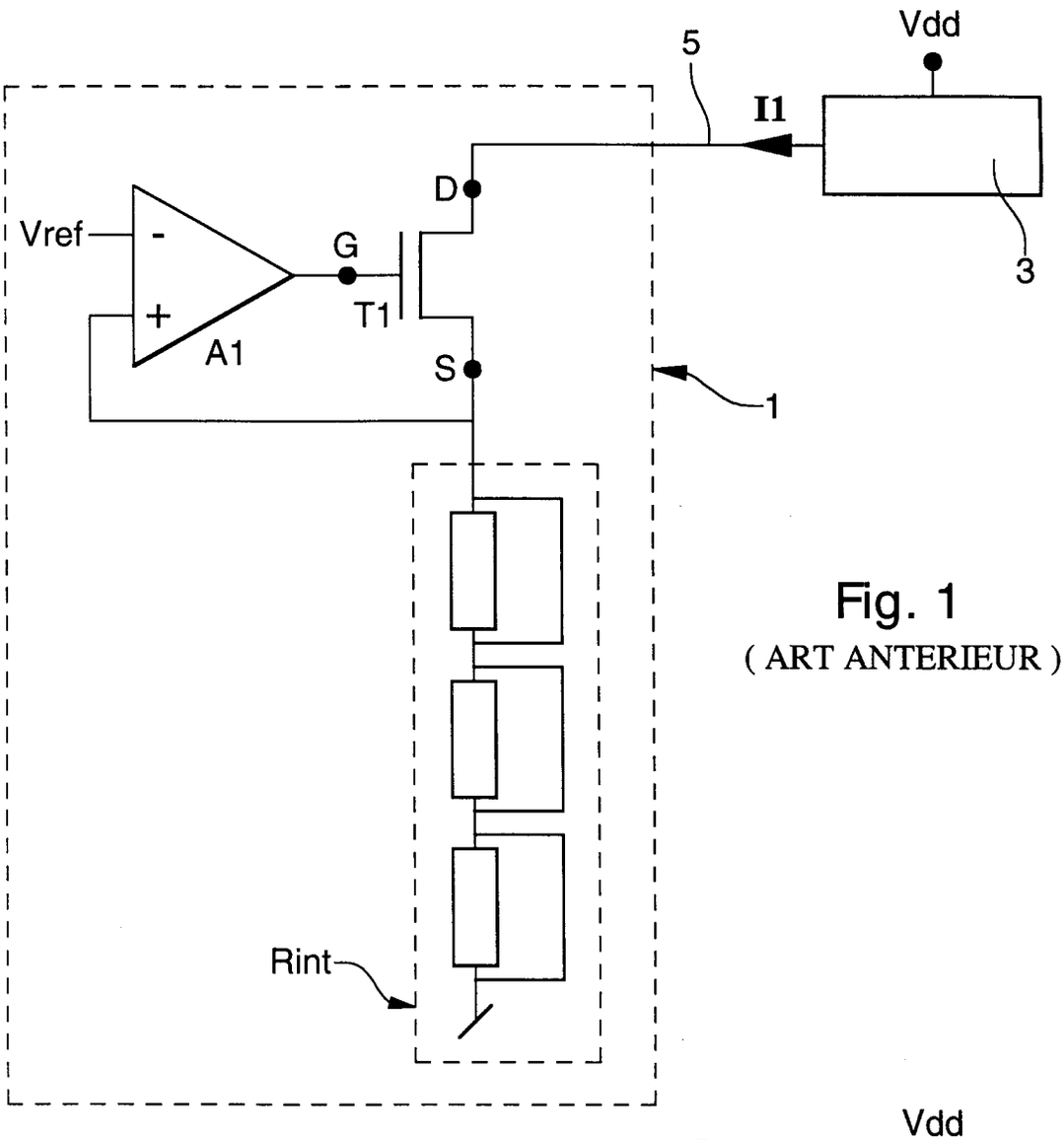


Fig. 1
(ART ANTERIEUR)

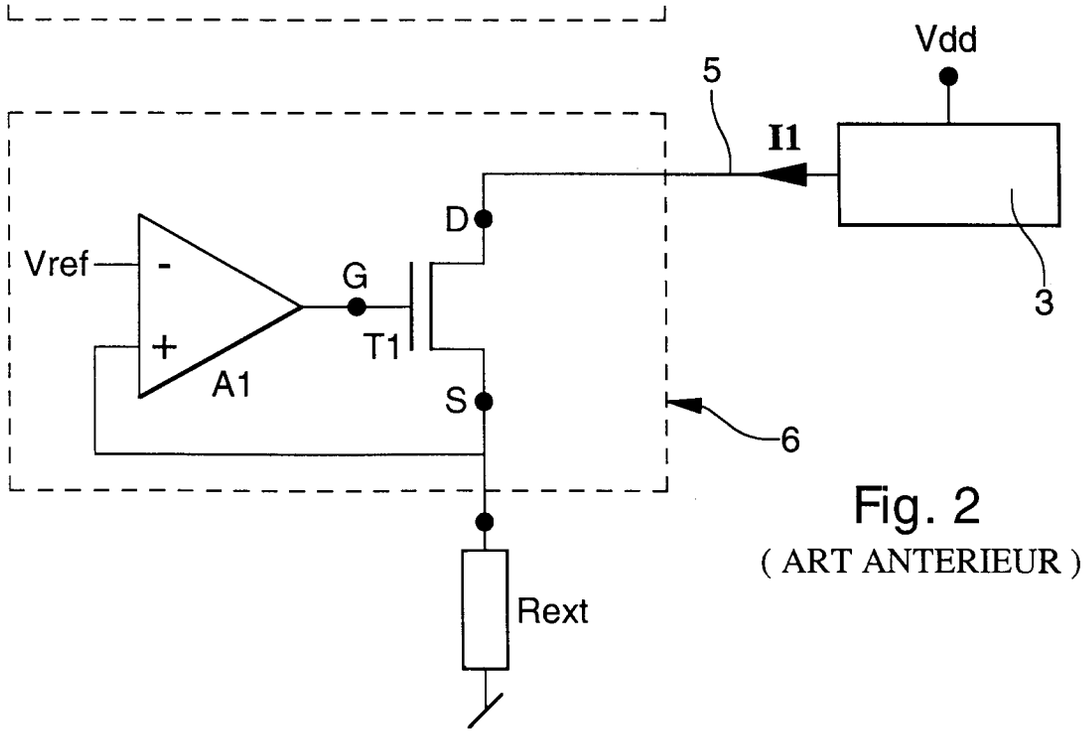


Fig. 2
(ART ANTERIEUR)

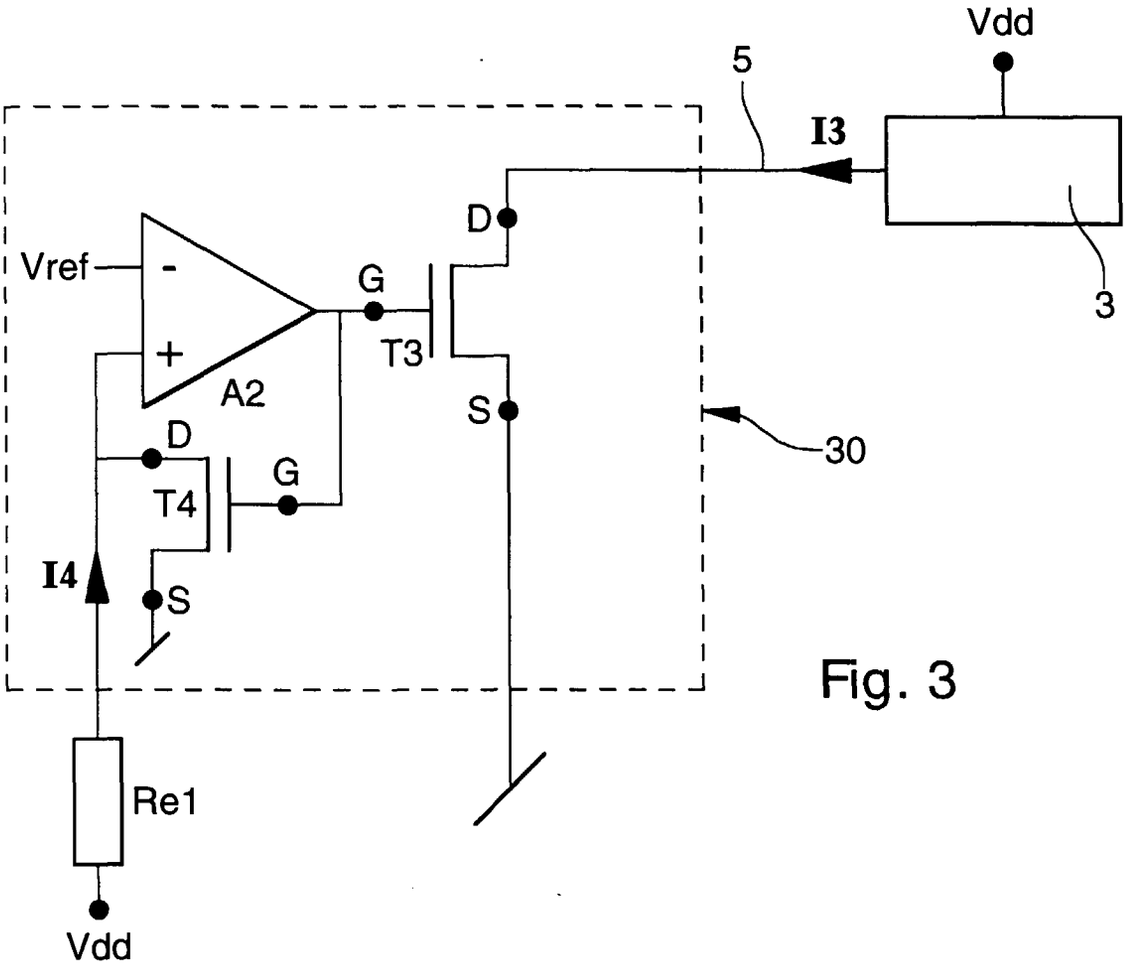
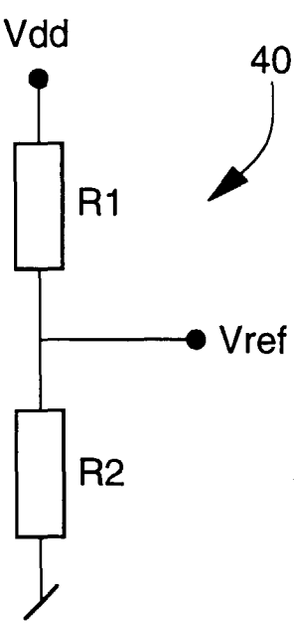


Fig. 3

Fig. 4



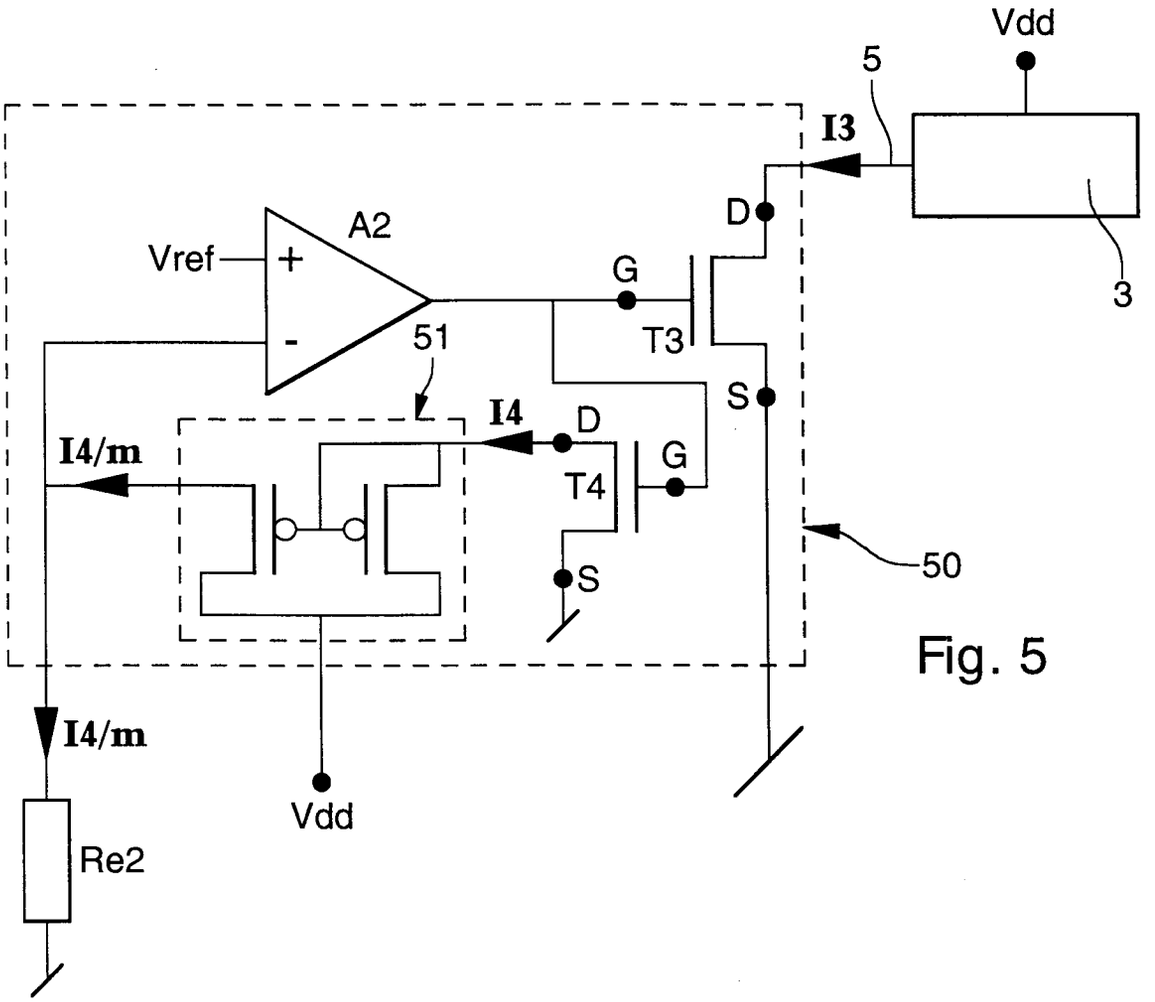
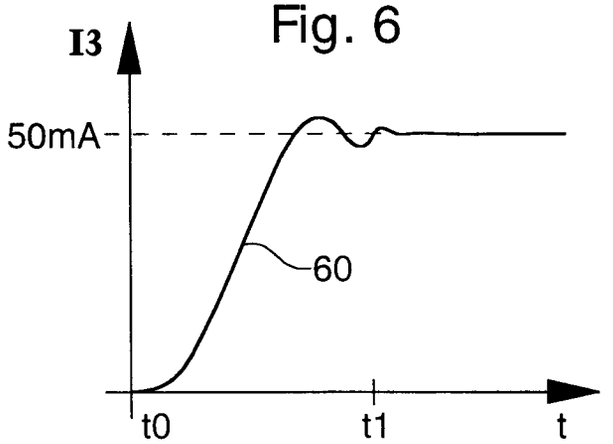

Vdd
5
I3
D
A2
Vref
+
-
G
3
51
T3
S
I4
D
I4/m
G
T4
S
50
I4/m
Vdd
Re2

Fig. 5

Fig. 6


I3
50mA
60
t0
t1
t

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 97 11 7804

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.6)
X Y	US 5 291 123 A (BROWN) * le document en entier * ---	1-4 6	G05F3/24
X	US 5 124 632 A (GREAVES CARLOS A) * le document en entier * ---	1-4	
X	US 4 399 399 A (JOSEPH ERIC D) * le document en entier * ---	1	
Y	US 4 706 013 A (KUO) * le document en entier * -----	6	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
G05F

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	11 mars 1998	Schobert, D

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)