

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

02.01.2002 Bulletin 2002/01

(51) Int Cl.7:

G05F 1/46

(21) Numéro de dépôt: 01410077.0

(22) Date de dépôt: 27.06.2001

(84) Etats contractants désignés: AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR Etats d'extension désignés: AL LT LV MK RO SI	(72) Inventeurs: - Perque, Vincent 38400 Saint Martin d'Heres (FR) - Weiss, Juliette 38920 Crolles (FR) - Mabboux, Guy 38530 Chapareillan (FR)
(30) Priorité: 28.06.2000 FR 0008315	
(71) Demandeur: STMicroelectronics S.A. 92120 Montrouge (FR)	(74) Mandataire: de Beaumont, Michel Cabinet Michel de Beaumont 1, rue Champollion 38000 Grenoble (FR)

(54) Intégration d'un régulateur de tension

(57)

L'invention concerne un circuit intégré (30) à régulateur continu-continu de tension interne, comprenant au moins deux étages de puissance (12) du régulateur dont des bornes de connexion respectives à une tension d'alimentation sont reliées à des plots (32) distincts du circuit intégré, et un unique étage de commande (11).

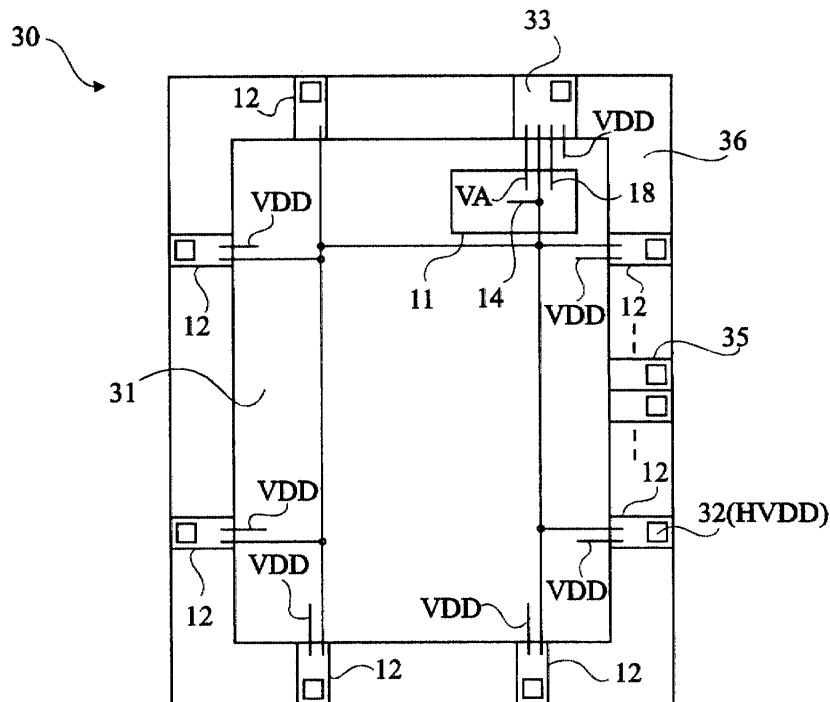


Fig 3

Description

[0001] La présente invention concerne l'alimentation de circuits intégrés et, plus particulièrement, l'intégration d'un régulateur de tension avec le circuit auquel il est chargé de fournir une tension d'alimentation. La présente invention concerne plus précisément les régulateurs continu-continu linéaires. De tels régulateurs comportent essentiellement un étage de commande et un étage de puissance. L'étage de puissance est, le plus souvent, constitué d'un transistor MOS dont une des bornes de puissance (drain ou source) est connectée à une tension continue d'alimentation et dont l'autre borne de puissance (source ou drain) délivre la tension régulée. La grille ou borne de commande du transistor de puissance est reliée à la sortie de l'étage de commande du régulateur. Cet étage de commande comprend essentiellement un comparateur d'une tension représentative de la tension de sortie régulée par rapport à une tension de référence. Cette tension de référence est le plus souvent fournie par un circuit communément appelé "BANDGAP". Le principe de fonctionnement d'un régulateur série continu-continu est parfaitement connu de la technique. La notion de transistor de puissance utilisée dans la présente description ne se réfère pas à une haute tension mais au fait que l'étage de puissance doit véhiculer un courant d'alimentation relativement important (généralement compris entre quelques dizaines de milliampères et environ un ampère).

[0002] Le recours à un régulateur continu/continu dans un circuit intégré est lié à la présence d'une tension d'alimentation disponible sur la carte où le circuit intégré est implanté qui est supérieure à la tension d'alimentation des composants internes au circuit.

[0003] Un exemple d'application de la présente invention est le remplacement d'un circuit intégré sur une carte de circuit imprimé avec un minimum de modifications. Par exemple, les évolutions technologiques ont conduit à une miniaturisation de plus en plus avancée des circuits intégrés qui s'accompagne d'une diminution de leur tension d'alimentation. Pour continuer d'utiliser une carte électronique donnée, conçue avec une technologie conduisant à une première tension d'alimentation (par exemple, 5 V) avec un circuit intégré dans une technologie plus récente n'acceptant qu'une tension d'alimentation inférieure (par exemple, 3,3 V), il est nécessaire d'abaisser la tension d'alimentation du circuit. Pour ce faire, une première solution est de modifier la carte de circuit imprimé. Toutefois, une telle modification n'est pas souhaitable en terme de rentabilité d'utilisation de la carte.

[0004] Une deuxième solution à laquelle s'applique la présente invention, consiste à intégrer un régulateur de tension avec le circuit intégré. Ce régulateur est alors chargé de convertir la tension d'alimentation présente sur la carte en une tension d'alimentation acceptable pour le circuit intégré en fonction de la technologie utilisée.

[0005] La figure 1 représente, de façon très schématique, la structure d'un circuit intégré 1 classique pourvu d'un régulateur de tension 2 (REG). Un tel circuit 1 est généralement essentiellement constitué d'un coeur 3 (core C) intégrant les différentes fonctions liées à l'application propre du circuit intégré 1, de circuits d'entrée/sortie (bloc 4), et du régulateur 2. La fonction du bloc 4 d'entrée/sortie est de servir d'interface entre le coeur du circuit intégré et l'extérieur. Il peut s'agir, par exemple, d'une adaptation de niveaux de tension entre l'intérieur et l'extérieur, de dispositifs de protection électrostatique et, plus généralement, de circuits électroniques (le plus souvent des amplificateurs) permettant un échange entre l'intérieur et l'extérieur du circuit. Le ou les blocs 4 d'entrée/sortie reçoivent le plus souvent la tension d'alimentation HVDD du circuit 1 prélevée sur la carte du circuit imprimé (non représentée) par une borne 8 et une tension VDD (le plus souvent inférieure en raison de la technologie utilisée) correspondant à la tension de fonctionnement du coeur 3 du circuit intégré. La masse GND du coeur du circuit intégré et du bloc d'entrée/sortie est commune. La tension VDD est fournie par le régulateur 2 qui reçoit la tension HVDD. Le coeur 3 du circuit intégré communique avec les blocs 4 d'entrée/sortie par l'intermédiaire de liaisons électriques 5. Les blocs 4 d'entrée/sortie communiquent avec l'extérieur du circuit par l'intermédiaire de liaisons 6 à des bornes 7 du circuit intégré. En pratique, les blocs d'entrée/sortie 4 du circuit intégré sont réalisés dans ce que l'on appelle une couronne du circuit. Cette couronne entoure le coeur 3 du circuit contenant l'application proprement dite.

[0006] Un exemple classique de circuit intégré, du type décrit ci-dessus, est décrit dans l'article "Embedded 5 V-to-3.3 V Voltage Regulator for Supplying Digital IC's in 3.3 V CMOS Technology" de Gerrit W.den-Besten et Bram Nauta, paru dans la revue IEEE Journal of Solid-State Circuits, volume 33, n° 7, en Juillet 1998.

[0007] Cependant, les avantages de pouvoir disposer d'un circuit intégré susceptible de fonctionner en étant monté sur une carte de circuit imprimé fournissant une alimentation supérieure ne sont pas décisifs par rapport aux inconvénients que présentent les solutions connues à régulateur intégré.

[0008] Un premier inconvénient est que l'on assiste à une chute de tension série en raison des lignes véhiculant la tension VDD. En effet, le régulateur 2 doit fournir l'alimentation de tout le coeur du circuit intégré. Dans des circuits intégrés ne nécessitant pas de régulateur, c'est-à-dire pouvant recevoir une tension d'alimentation directement depuis l'extérieur du circuit, on multiplie généralement les bornes d'application de la tension d'alimentation pour éviter ce phénomène. La baisse de tension liée aux lignes véhiculant la tension d'alimentation requiert d'adapter l'étage de puissance du régulateur, donc le transistor qui le constitue à chaque application.

[0009] Un deuxième inconvénient est que le routage des larges lignes d'alimentation dans un circuit intégré, à partir d'un point unique, est mal adapté à la réalisation

de circuits intégrés complexes utilisant des outils automatiques de placement et routage.

[0010] Un troisième inconvénient est que le recours à un seul plot ou borne 8 de connexion à la tension d'alimentation externe HVDD entraîne une dissipation irrégulière dans le circuit intégré. En effet, plus la puissance que doit fournir le régulateur est importante, plus celui-ci dissipe. Or, cette dissipation est essentiellement due au transistor ballast de son étage de puissance et est donc localisée. Cela entraîne un gradient de température non souhaitable dans le circuit intégré. On pourrait penser multiplier le nombre de régulateurs dans le circuit intégré afin de diminuer la puissance individuelle dissipée par chacun. Une telle solution apporterait plusieurs autres inconvénients parmi lesquels :

une augmentation d'encombrement du régulateur, donc du circuit intégré ; et

un problème de distribution des tensions d'alimentation dans le circuit intégré. En effet, on utilise généralement un niveau métallique d'un circuit intégré multicouches pour réaliser une grille de distribution de l'alimentation (grille de routage). En multipliant le nombre de régulateurs, il est alors nécessaire de subdiviser cette grille. Là encore, on obtient une solution qui doit être adaptée à chaque cas, donc à chaque application.

[0011] Un autre inconvénient lié à l'existence d'un seul plot d'alimentation à l'extérieur du boîtier est que cela entraîne des inductances parasites importantes sur la ligne d'alimentation du régulateur. En effet, plus le nombre de bornes d'alimentation est important, plus on divise (en les associant en parallèle) les inductances parasites liées au raccordement entre la puce et l'extérieur du boîtier.

[0012] Il serait souhaitable de disposer d'un régulateur continu/ continu linéaire qui soit versatile en pouvant s'adapter aisément à différentes puces de circuit intégré. En particulier, la conception actuelle des puces de circuit intégré fait appel à une bibliothèque de circuits ou composants individuels que l'on assemble pour réaliser la fonction souhaitée. A cet égard, le fait de devoir adapter le régulateur et en particulier les dimensionnements de son étage de puissance à chaque application annule les effets bénéfiques d'un circuit intégrant un régulateur de tension.

[0013] Un objet de la présente invention est de pallier les inconvénients des circuits connus intégrant un régulateur de tension.

[0014] L'invention vise plus particulièrement à proposer un nouveau circuit intégré à régulateur de tension interne qui autorise le recours à plusieurs bornes de connexion à une tension d'alimentation externe.

[0015] L'invention vise également à ce que le régulateur interne puisse présenter plusieurs connexions sur le niveau métallique de distribution interne de la tension d'alimentation du circuit intégré (grille de routage).

[0016] L'invention vise également à améliorer l'uniformité de température dans un circuit intégré à régulateur interne.

[0017] L'invention vise également à proposer une solution qui soit versatile, c'est-à-dire qui soit transposable à différents circuits intégrés par une simple association de cellules élémentaires identiques à partir d'une bibliothèque d'un faible nombre de cellules.

[0018] L'invention vise en outre à proposer une solution peu encombrante.

[0019] Pour atteindre ces objets, la présente invention prévoit un circuit intégré à régulateur continu-continu de tension interne, comprenant au moins deux étages de puissance du régulateur dont des bornes de connexion respectives à une tension d'alimentation sont reliées à des plots distincts du circuit intégré, et un unique étage de commande.

[0020] Selon un mode de réalisation de la présente invention, les étages de puissance sont disposés dans une couronne d'entrée/sortie d'une puce de circuit intégré, externe à un coeur de cette puce dans lequel est réalisé, entre autres et au moins en partie, l'étage de commande.

[0021] Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'étage de commande comprend des moyens de génération d'une tension de référence et un moyen de comparaison d'une tension représentative de la tension régulée par rapport à cette tension de référence, intégrés dans le coeur de la puce, et un étage de mesure de la tension régulée, intégré dans la couronne de la puce.

[0022] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le circuit comporte un unique étage de puissance, dédié à l'étage de commande et fournissant à celui-ci sa tension d'alimentation propre.

[0023] Selon un mode de réalisation de la présente invention, chaque étage de puissance comporte un transistor MOS dont une première borne de puissance est connectée à un plot du circuit intégré, dont une deuxième borne de puissance est connectée à une borne d'alimentation du coeur de la puce, la grille du transistor de puissance étant connectée à une sortie de l'étage de commande.

[0024] Selon un mode de réalisation de la présente invention, un moyen de filtrage est associé à chaque étage de puissance.

[0025] L'invention prévoit également un procédé d'intégration d'un régulateur linéaire dans une puce de circuit intégré, consistant à intégrer une partie commande dans le coeur de la puce et au moins deux étages de puissance dans la couronne d'entrée/sortie de cette puce.

[0026] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le nombre d'étages de puissance dépend de la consommation du coeur de la puce.

[0027] Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réa-

lisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1 qui a été décrite précédemment représente un exemple classique de circuit intégrant un régulateur de tension ;

la figure 2 représente un régulateur de tension continu/continu selon un mode de réalisation de la présente invention ;

la figure 3 illustre, de façon très schématique, un mode de mise en oeuvre du procédé d'intégration de l'invention d'un régulateur de tension dans un circuit intégré ;

la figure 4 représente le schéma électrique d'un mode de réalisation préféré d'une cellule formant un étage de puissance d'un régulateur selon la présente invention ; et

la figure 5 représente un mode de réalisation préféré d'une cellule formant étage de puissance et de mesure d'un régulateur selon l'invention.

[0028] Les mêmes éléments ont été désignés par les mêmes références aux différentes figures. Pour des raisons de clarté, seuls les éléments du régulateur et du circuit intégré qui sont nécessaires à la compréhension de l'invention ont été représentés aux figures et seront décrits par la suite. En particulier, les constituants internes de l'étage de commande d'un régulateur de l'invention n'ont pas été détaillés pour être parfaitement connus.

[0029] Une caractéristique de la présente invention est de séparer les parties de commande et de puissance du régulateur linéaire. En d'autres termes, l'invention prévoit de dissocier les intégrations respectives de l'étage de commande du régulateur linéaire et de son étage de puissance.

[0030] Une autre caractéristique de la présente invention est de prévoir plusieurs étages de puissance. Plus précisément, dans un circuit intégré en technologie MOS, on prévoit plusieurs transistors MOS distincts les uns des autres, chacun d'entre eux étant connecté par l'une de ses électrodes de puissance à une borne d'application d'une tension d'alimentation externe au circuit intégré et par l'autre de ses électrodes de puissance au niveau métallique de distribution de la tension interne d'alimentation. Selon l'invention, tous ces transistors MOS sont commandés par un unique étage de commande.

[0031] Par rapport au recours à plusieurs régulateurs de tension complets disposés en parallèles les uns avec les autres, cela présente, entre autres, l'avantage d'équilibrer la tension d'alimentation de sortie.

[0032] Selon l'invention, le nombre d'éléments ou étages de puissance dépend de la consommation prévue par le circuit (essentiellement de la taille et de la fréquence de fonctionnement de la puce) ainsi que de l'encombrement de ces étages de puissance.

[0033] La figure 2 représente le schéma électrique

d'un mode de réalisation préféré d'un régulateur de tension selon l'invention, destiné à être intégré avec les composants qu'il doit alimenter.

[0034] Ce régulateur 10 comporte un unique étage de commande 11 et plusieurs étages ou éléments de puissance 12. Les étages de puissance 12 sont, de préférence, tous identiques, mais peuvent bien entendu en variante être dimensionnés pour fournir des courants différents. Chaque étage de puissance 12 comporte un transistor MOS M1 dont une première borne de puissance (par exemple, le drain 13) est connectée à une borne du circuit intégré recevant la tension HVDD. L'autre borne de puissance de chaque transistor M1 est individuellement reliée au niveau métallique de distribution de la tension VDD d'alimentation du coeur du circuit intégré (non représenté en figure 2). Les grilles respectives des transistors M1 sont reliées ensemble à une borne 14 de sortie de l'étage de commande 11 du régulateur. Une caractéristique importante de l'invention est que la connexion de chaque étage de puissance à la tension d'alimentation HVDD, externe au circuit intégré, s'effectue par un plot séparé pour chacun de ces étages. Le circuit intégré comporte donc autant de bornes d'application de la tension HVDD prélevée sur la carte que son régulateur comporte d'étages de puissance.

[0035] L'étage de commande 11 comporte essentiellement un comparateur 15 recevant, sur une première entrée 16, une tension de référence VREF fournie par un circuit approprié 17 (par exemple, un circuit de génération d'une tension de référence de type BAND-GAP). Une deuxième entrée 18 du comparateur 15 reçoit une tension représentative de la tension de sortie VDD fournie par le régulateur.

[0036] Dans les régulateurs du type auquel s'applique la présente invention, la régulation de la tension de sortie s'effectue sans tenir compte de la consommation instantanée du circuit intégré. Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, on utilise un étage de mesure 24 dédié. Cet étage comporte essentiellement un transistor MOS M2. Une première électrode de puissance (par exemple, le drain 19) du transistor M2 est connecté à la tension HVDD par une borne dédiée du circuit intégré. L'autre électrode 20 de puissance du transistor M2 est connectée à la masse 21 par l'intermédiaire d'un pont diviseur résistif (R1-R2). La grille du transistor M2 est reliée à la sortie 14 du comparateur 15. Le point milieu 22 de l'association en série des résistances R1 et R2 est relié à la borne 18 du comparateur 15.

[0037] L'utilisation d'un étage de mesure dédié pour la mesure de la tension régulée est préférée à une extraction de cette tension depuis l'une des bornes des étages de puissance 12. En effet, cela rend la tension représentative de la tension régulée (mesurée par le transistor M2) indépendante de la consommation du régulateur. Par conséquent, dans ce mode de réalisation préféré de l'invention, le nombre d'étages de puissance 12 est choisi en fonction de la consommation maximale attendue pour le circuit intégré et on ne risque donc pas

de voir le régulateur de ne pas être capable de fournir le courant souhaité. Le recours à un transistor M2 dédié pour la régulation permet en outre d'éviter de devoir tenir compte du coeur du circuit (variable d'une application à une autre) dans le réglage de la stabilité de la contre-réaction du comparateur.

[0038] Le comparateur 15 et le circuit de référence 17 de l'étage de commande 11 peuvent être alimentés par la tension VDD prélevée alors sur le niveau métallique de distribution du circuit intégré. Toutefois, dans un mode de réalisation préféré tel qu'illustré par la figure 2, ces constituants de l'étage de commande reçoivent une tension d'alimentation VA fournie par un étage d'alimentation 23 dédié. Cet étage d'alimentation est constitué, comme les étages 12, d'un transistor MOS, ici M3, dont une première électrode de puissance est connectée à la tension HVDD et dont une deuxième électrode de puissance fournit la tension VA, la grille de ce transistor étant connectée à la borne 14. Le recours à un transistor M3 dédié pour l'alimentation du comparateur 15 et du circuit 17 rend l'alimentation du circuit de référence de tension indépendante de la consommation du circuit intégré.

[0039] De préférence, la grille de chaque transistor M1, M2 ou M3 est associée à un condensateur, respectivement C12, C24 ou C23 remplissant la fonction d'un élément de filtrage pour lisser la régulation. On utilise de préférence un condensateur par transistor, plutôt qu'un condensateur commun en sortie du comparateur 15. Cela améliore la versatilité du régulateur de l'invention. En effet, comme chaque condensateur de filtrage dépend de la taille du transistor de puissance associé, recourir à un condensateur partagé par plusieurs étages de puissance conduirait à devoir dimensionner ce condensateur en fonction du nombre de ces étages.

[0040] Une autre caractéristique de la présente invention est de prévoir une disposition spécifique des étages de puissance et de l'étage de commande du régulateur dans le circuit intégré. Ainsi, selon la présente invention, les étages de puissance sont répartis dans la couronne du circuit intégré, c'est-à-dire dans la partie de celui-ci destinée aux entrées-sorties. On tire profit du fait que la tension d'alimentation HVDD est généralement présente dans cette région du circuit intégré de même que la tension VDD d'alimentation interne. Par conséquent, tous les niveaux de tension nécessaires au fonctionnement des étages de puissance 12 y sont présents. L'étage de commande 11, plus particulièrement, les constituants de cet étage de commande à l'exception de l'étage de mesure 24 sont intégrés dans le coeur du circuit intégré. Cela est parfaitement compatible avec le fait que ces différents éléments n'utilisent qu'une tension d'alimentation compatible avec la technologie du circuit intégré.

[0041] La figure 3 illustre, par une vue schématique de dessus d'une puce 30 de circuit intégré, un mode de mise en oeuvre de cette caractéristique du procédé de l'invention. Les différentes parties intégrées dans la pu-

ce 30 y sont représentées par des blocs. Le coeur 31 de la puce, réalisant les fonctions pour lesquelles cette puce est prévue, intègre l'étage de commande 11 du régulateur. La sortie 14 du comparateur de ce régulateur est reliée à plusieurs étages 12 de puissance répartis dans la couronne 36 de la puce 30, c'est-à-dire en périphérie du coeur 31. Chaque étage 12 est individuellement relié à une borne 32 destinée à être raccordée à une piste de fourniture de la tension HVDD de la carte de circuit imprimé (non représentée) sur laquelle est montée le circuit intégré. Chaque étage de puissance 12 est, côté coeur 31, relié à la grille de répartition de la tension d'alimentation VDD (non représentée de façon détaillée).

[0042] De préférence, à proximité de l'étage de commande 11 dans le coeur 31, on prévoit un élément ou étage de puissance spécifique 33 intégrant, de préférence, l'étage de mesure 24 et l'étage d'alimentation 23 dédiés au comparateur 15 et au circuit de référence 18. Cet étage de puissance particulier 33 est également connecté à l'extérieur du boîtier à la tension HVDD. Côté coeur 31, l'étage 33 comporte une liaison à la sortie 14 du comparateur, une liaison à l'entrée 18 du comparateur, une liaison de fourniture de la tension VA et, le cas échéant, une liaison supplémentaire à la tension VDD. Dans ce dernier cas, l'étage 33 comporte en outre un élément de puissance similaire à l'élément 12 des autres étages.

[0043] Cette disposition des trois transistors dans un même élément 33 permet un bon appariement des transistors entre eux, favorisant une mesure précise de la tension régulée.

[0044] De façon classique, d'autres éléments d'entrée/sortie 35 sont répartis dans la couronne 36 en périphérie du coeur 31 de la puce 30.

[0045] La figure 4 représente le schéma électrique équivalent d'un mode de réalisation préféré d'une cellule intégrant un étage de puissance 12. Cette figure est à rapprocher de la représentation de la figure 2 et définit un élément individuel d'une bibliothèque d'assistance à la conception de circuits intégrés. Un tel élément ou cellule est constitué exclusivement du transistor M1 et d'un condensateur C12. Cet élément comprend quatre bornes de liaison, respectivement à la tension HVDD, à la tension VDD, à la masse et à la borne 14 du comparateur de l'étage de commande du régulateur.

[0046] La figure 5 représente un mode de réalisation préféré d'une cellule dédiée à l'étage de commande d'un régulateur selon l'invention. Cette cellule 33 comprend trois transistors M1, M2 et M3 individuellement associés à des condensateurs respectifs C12, C23 et C24. Les montages des transistors M1, M2 et M3 définissent, respectivement, des étages de puissance 12, de mesure 24 et d'alimentation 23 tels que décrits en relation avec la figure 2. Par conséquent, une cellule 33 telle qu'illustrée par la figure 5 comporte cinq bornes d'accès, respectivement, à la tension HVDD, à la tension VDD, à la tension VA d'alimentation de l'étage de commande du

régulateur, et aux bornes 14 et 18 de cet étage de commande.

[0047] Dans un circuit intégré de l'invention, on utilise une seule cellule 33, autant de cellules 12 qu'il est nécessaire en fonction de la puissance requise par le circuit intégré et un seul étage de commande 11 (comparateur 15 et référence 17).

[0048] Ainsi, en utilisant trois sous-ensembles élémentaires, on peut réaliser un régulateur de tension adaptable à n'importe quelle taille ou puissance de circuit intégré. Plus la taille du circuit intégré est importante, plus celui-ci nécessite généralement un courant d'alimentation important et plus il dispose de bornes disponibles pour une connexion à la tension d'alimentation du circuit imprimé sur lequel il est monté.

[0049] Bien que cela n'ait pas été représenté aux figures, on peut prévoir, en fonction de la tension d'alimentation de la technologie utilisée dans le coeur du circuit, de subdiviser les condensateurs C12, C23 et C24 en associant plusieurs condensateurs en série.

[0050] Un avantage de la présente invention est qu'elle permet de réaliser un régulateur, intégré à un circuit, qui soit parfaitement versatile et adaptable à différents types de circuit intégré.

[0051] Un autre avantage de la présente invention est qu'elle résout les problèmes liés au nombre de bornes de connexion à la tension d'alimentation externe au circuit. Ainsi, la mise en oeuvre de l'invention permet de minimiser les résistances d'accès aux tensions d'alimentation ainsi que les inductances parasites liées aux connexions du boîtier.

[0052] Un autre avantage de la présente invention est qu'elle répartit la dissipation de température dans la surface du circuit intégré.

[0053] Un autre avantage de l'invention est qu'elle tire pleinement profit de la répartition classique d'un circuit intégré entre un coeur applicatif et une couronne d'entrée/sortie.

[0054] Bien entendu, la présente invention est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, les dimensionnements respectifs des différents composants du régulateur sont à la portée de l'homme du métier en fonction de l'application et, notamment, des tensions d'alimentation, à partir des indications fonctionnelles données ci-dessus. De plus, l'invention s'applique plus particulièrement à une réalisation en technologie CMOS en ayant recours exclusivement à des transistors MOS et à un étage de commande classique. En outre, la constitution de l'étage de commande est à la portée de l'homme du métier. Par exemple, on pourra utiliser un étage de commande du type de celui décrit dans l'article cité précédemment. Enfin, l'invention s'applique indifféremment à un régulateur de tension positive ou négative. Le signe de la tension conditionne essentiellement le type de canal des transistors de puissance et l'électrode (source ou drain) qui est reliée à l'extérieur du circuit.

Revendications

1. Circuit intégré à régulateur continu-continu de tension interne, **caractérisé en ce qu'il** comprend
 - au moins deux étages de puissance (12) du régulateur dont des bornes de connexion respectives à une tension d'alimentation sont reliées à des plots distincts du circuit intégré ; et un unique étage de commande (11).
2. Circuit selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les étages de puissance (12) sont disposés dans une couronne (36) d'entrée/sortie d'une puce (30) de circuit intégré, externe à un coeur (31) de cette puce dans lequel est réalisé, entre autres et au moins en partie, l'étage de commande (11).
3. Circuit selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'étage de commande (11) comprend :
 - des moyens (17) de génération d'une tension de référence et un moyen (15) de comparaison d'une tension représentative de la tension régulée par rapport à cette tension de référence, intégrés dans le coeur (31) de la puce (30) ; et un étage de mesure (24) de la tension régulée, intégré dans la couronne (31) de la puce.
4. Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** comporte un unique étage de puissance (33), dédié à l'étage de commande (11) et fournissant à celui-ci sa tension d'alimentation propre.
5. Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** chaque étage de puissance (12) comporte un transistor MOS (M1) dont une première borne de puissance (13) est connectée à un plot (32) du circuit intégré, dont une deuxième borne de puissance est connectée à une borne d'alimentation du coeur (31) de la puce, la grille du transistor de puissance étant connectée à une sortie (14) de l'étage de commande (11).
6. Circuit selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'un** moyen de filtrage (C12) est associé à chaque étage de puissance (12).
7. Procédé d'intégration d'un régulateur linéaire dans une puce (30) de circuit intégré, **caractérisé en ce qu'il** consiste à intégrer une partie commande dans le coeur (31) de la puce et au moins deux étages de puissance (32) dans la couronne d'entrée/sortie de cette puce.
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le nombre d'étages de puissance dépend

de la consommation du coeur de la puce.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

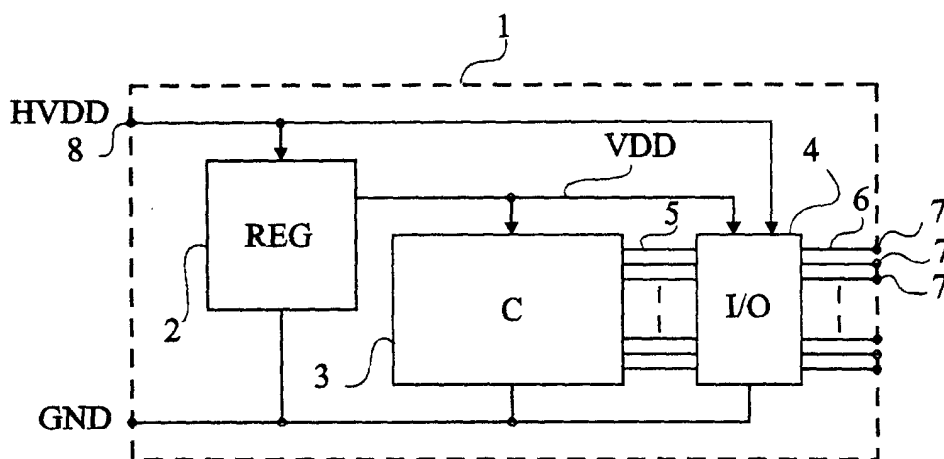


Fig 1

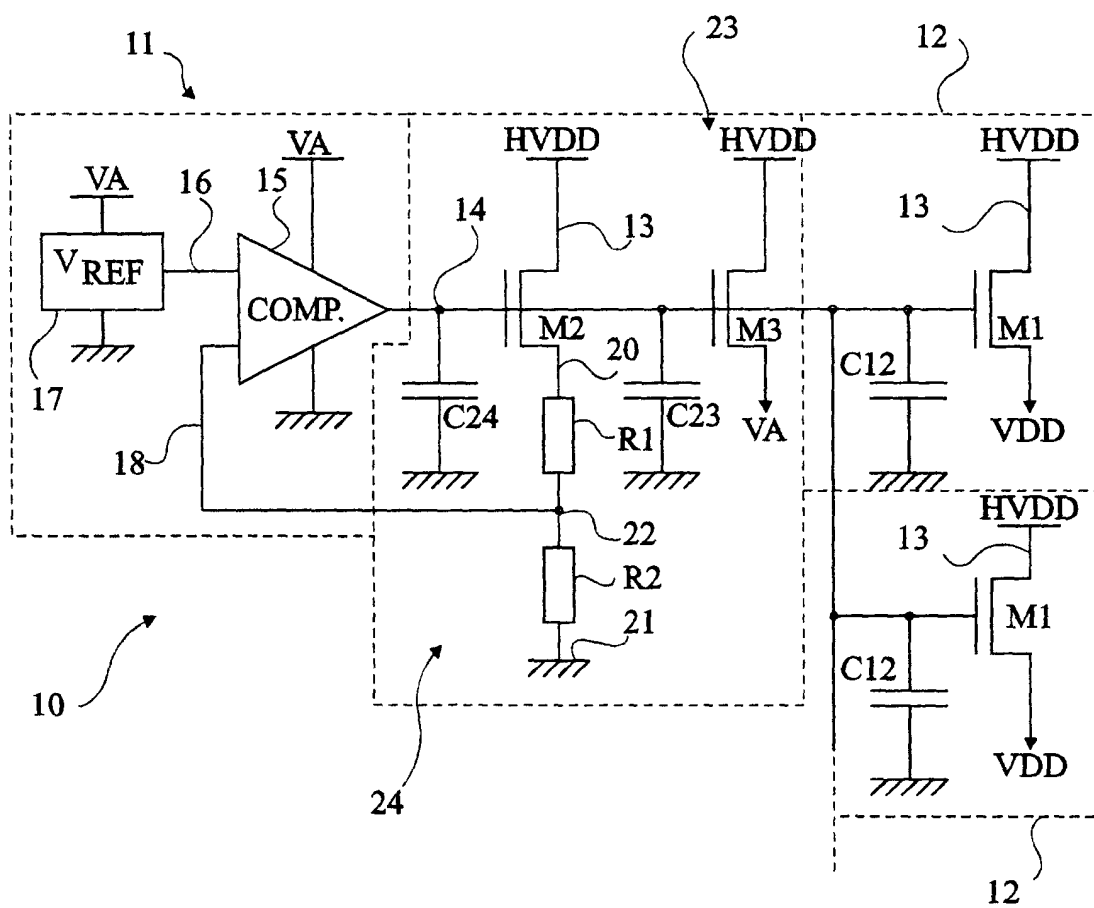


Fig 2

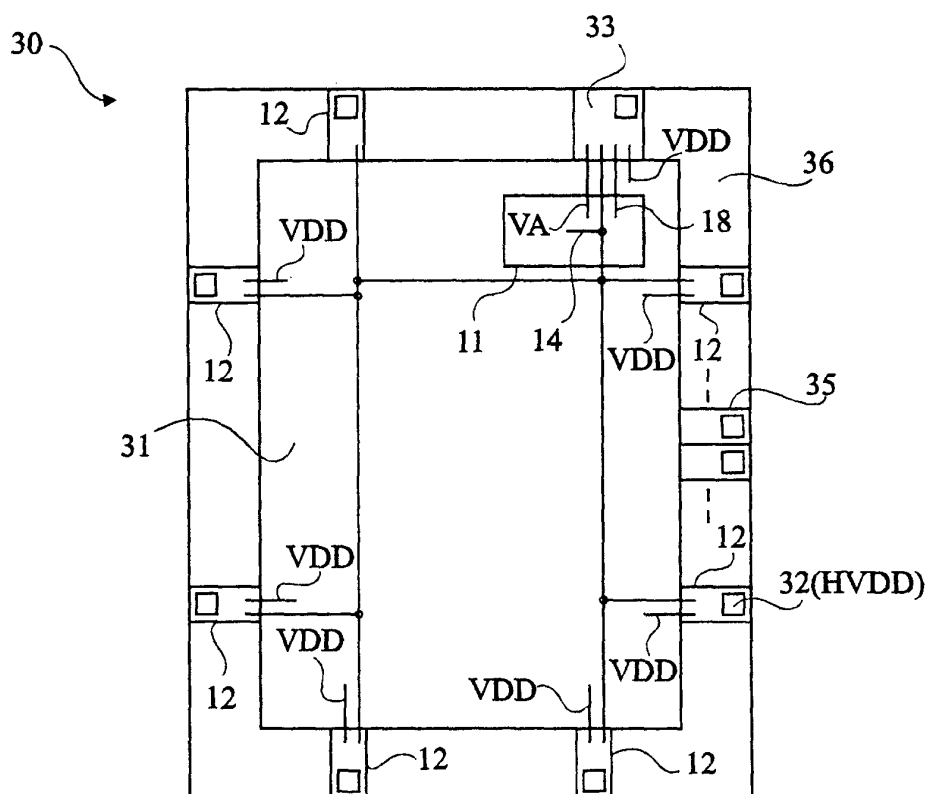


Fig 3

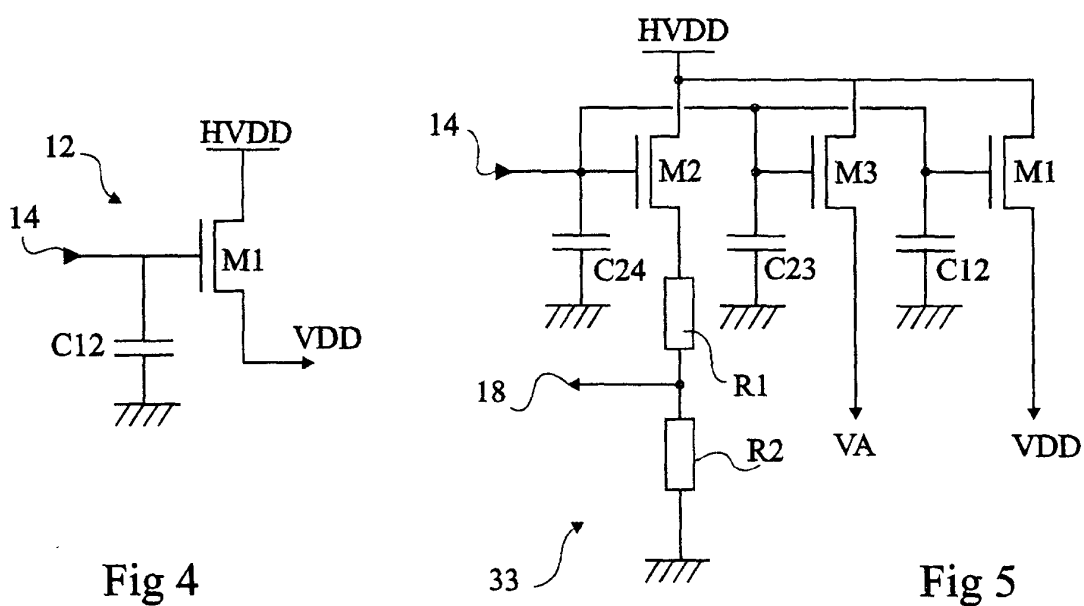


Fig 4

Fig 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 41 0077

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	OOISHI T ET AL: "A MIXED-MODE VOLTAGE DOWN CONVERTER WITH IMPEDANCE ADJUSTMENT CIRCUITRY FOR LOW-VOLTAGE HIGH-FREQUENCY MEMORIES" IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. 31, no. 4, 1 avril 1996 (1996-04-01), pages 575-584, XP000597230 ISSN: 0018-9200 * le document en entier * ---	1-8	G05F1/46
A	EP 0 843 247 A (NIPPON ELECTRIC CO) 20 mai 1998 (1998-05-20) * le document en entier * ---	1-8	
A	US 5 508 653 A (CHU EDWIN ET AL) 16 avril 1996 (1996-04-16) * le document en entier * ---	1-8	
A	US 5 408 172 A (TANIMOTO JUNICHI ET AL) 18 avril 1995 (1995-04-18) * abrégé * ---	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
A	US 5 936 388 A (CASPER STEPHEN L) 10 août 1999 (1999-08-10) * abrégé * ---	1-8	G05F
A	US 5 747 974 A (JEON JUN-YOUNG) 5 mai 1998 (1998-05-05) * abrégé * -----	1-8	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		18 octobre 2001	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 (P44002)

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

EP 01 41 0077

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

18-10-2001

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0843247	A	20-05-1998	JP 3080015 B2	21-08-2000
			JP 10150152 A	02-06-1998
			EP 0843247 A2	20-05-1998
			US 5994950 A	30-11-1999

US 5508653	A	16-04-1996	AUCUN	

US 5408172	A	18-04-1995	JP 6162772 A	10-06-1994
			KR 9603534 B1	14-03-1996

US 5936388	A	10-08-1999	US 5923156 A	13-07-1999
			US 6111394 A	29-08-2000

US 5747974	A	05-05-1998	KR 149577 B1	01-12-1998
			JP 9007370 A	10-01-1997

EPO FORM P0460

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