



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
04.04.2018 Bulletin 2018/14

(51) Int Cl.:
H05B 33/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17193974.7**

(22) Date de dépôt: **29.09.2017**

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

(72) Inventeurs:
• **GRAS, David**
38130 Echirolles (FR)
• **PEYSSON, Thomas**
38500 La Buisse (FR)

(74) Mandataire: **Thibon, Laurent**
Cabinet Beaumont
1, rue Champollion
38000 Grenoble (FR)

(30) Priorité: **30.09.2016 FR 1659452**

(71) Demandeur: **EASII IC**
38000 Grenoble (FR)

(54) **CIRCUIT OPTOÉLECTRONIQUE COMPRENANT DES DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES**

(57) L'invention concerne un circuit optoélectronique (20) destiné à recevoir une tension variable (V_{ALIM}) contenant une alternance de phases croissantes et décroissantes. Le circuit optoélectronique comprend des ensembles de diodes électroluminescentes (D_i) montés en série, un noeud (A_3) relié à chaque ensemble (D_i) par un circuit de conduction (SW_i) dont la conductance électrique varie en fonction d'un signal de commande (S_i) et un circuit de commande (28) relié à chaque circuit de

conduction et adapté à fournir chaque signal de commande à partir de la comparaison d'une première tension (V_{SOURCE}) audit noeud à au moins une deuxième tension (V_{REF}). Le circuit de commande comprend un amplificateur de différence (30) et autant d'étages de sortie que de circuits de conduction, le circuit de commande étant adapté à asservir la première tension à la deuxième tension décalée d'une troisième tension, différente pour chaque étage de sortie.

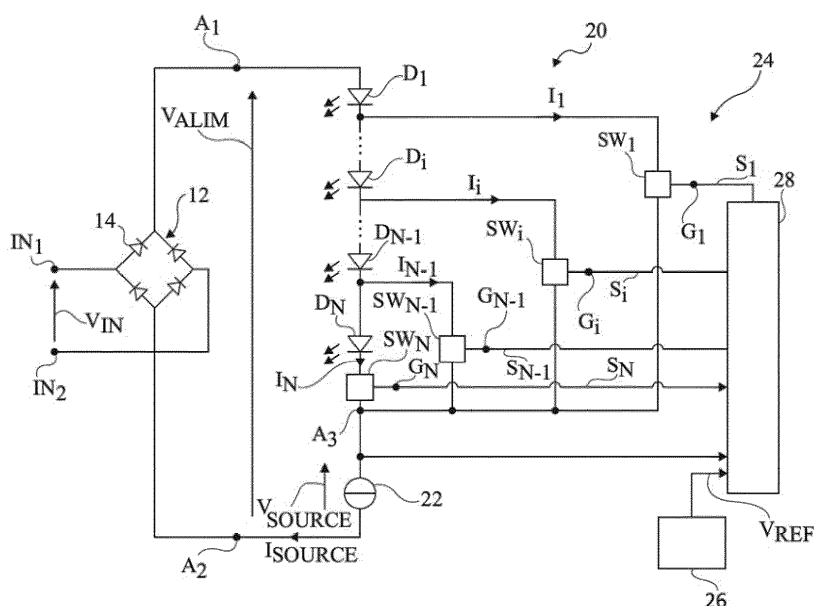


Fig 3

Description

Domaine

[0001] La présente description concerne un circuit optoélectronique, notamment un circuit optoélectronique comprenant des diodes électroluminescentes.

Exposé de l'art antérieur

[0002] Il est souhaitable de pouvoir alimenter un circuit optoélectronique comprenant des diodes électroluminescentes avec une tension alternative, notamment une tension sinusoïdale, par exemple la tension du secteur.

[0003] La figure 1 représente un exemple de circuit optoélectronique 10 comprenant des bornes d'entrée IN_1 et IN_2 entre lesquelles est appliquée une tension alternative V_{IN} . Le circuit optoélectronique 10 comprend, en outre, un circuit redresseur 12 comportant un pont de diodes 14, recevant la tension V_{IN} et fournissant une tension V_{ALIM} redressée qui alimente des diodes électroluminescentes 16, par exemple montées en série avec une résistance 15. On appelle I_{ALIM} le courant traversant les diodes électroluminescentes 16.

[0004] La figure 2 est un chronogramme de la tension d'alimentation V_{ALIM} et du courant d'alimentation I_{ALIM} pour un exemple dans lequel la tension alternative V_{IN} correspond à une tension sinusoïdale. Lorsque la tension V_{ALIM} est supérieure à la somme des tensions de seuil des diodes électroluminescentes 16, les diodes électroluminescentes 16 deviennent passantes. Le courant d'alimentation I_{ALIM} suit alors la tension d'alimentation V_{ALIM} . Il y a donc une alternance de phases OFF d'absence d'émission de lumière et de phases ON d'émission de lumière.

[0005] Un inconvénient est que tant que la tension V_{ALIM} est inférieure à la somme des tensions de seuil des diodes électroluminescentes 16, aucune lumière n'est émise par le circuit optoélectronique 10. Un observateur peut percevoir cette absence d'émission de lumière lorsque la durée de chaque phase OFF d'absence d'émission de lumière entre deux phases ON d'émission de lumière est trop importante. Une possibilité pour augmenter la durée de chaque phase ON est de diminuer le nombre de diodes électroluminescentes 16. Un inconvénient est alors que la part de la puissance électrique perdue dans la résistance est importante.

[0006] La publication US 2014/0252968 décrit un circuit optoélectronique dans lequel le nombre de diodes électroluminescentes recevant la tension d'alimentation V_{ALIM} augmente progressivement lors d'une phase de croissance de la tension d'alimentation et diminue progressivement lors d'une phase de décroissance de la tension d'alimentation. Ceci est réalisé par un dispositif de commutation adapté à court-circuiter un nombre plus ou moins important de groupes de diodes électroluminescentes en fonction de l'évolution de la tension V_{ALIM} . Ceci permet de réduire la durée de chaque phase d'ab-

sence d'émission de lumière.

[0007] Un inconvénient du circuit optoélectronique décrit dans la publication US 2014/0252968 est qu'il requiert l'utilisation d'un amplificateur de différence pour chaque groupe de diodes électroluminescentes. Le coût de fabrication du circuit optoélectronique peut donc être élevé. Un autre inconvénient est que la consommation électrique du circuit optoélectronique peut être importante. Un autre inconvénient est la complexité du circuit optoélectronique qui peut entraîner des problèmes de fiabilité.

[0008] La publication US-A-2013/0200802 décrit un circuit optoélectronique comportant plusieurs diodes montées en série et un dispositif de commutation adapté à court-circuiter un nombre plus ou moins important de diodes électroluminescentes en fonction de l'évolution de la tension d'alimentation. Le circuit de commutation comporte un amplificateur différentiel.

Résumé

[0009] Un objet d'un mode de réalisation est de pallier tout ou partie des inconvénients des circuits optoélectroniques décrits précédemment.

[0010] Un autre objet d'un mode de réalisation est de réduire la durée des phases d'absence d'émission de lumière du circuit optoélectronique.

[0011] Un autre objet d'un mode de réalisation est que le courant alimentant les diodes électroluminescentes varie de façon sensiblement continue.

[0012] Un autre objet d'un mode de réalisation est que le nombre de composants du dispositif de commutation du circuit optoélectronique est réduit.

[0013] Ainsi, un mode de réalisation prévoit un circuit optoélectronique destiné à recevoir une tension variable contenant une alternance de phases croissantes et décroissantes, le circuit optoélectronique comprenant :

des ensembles de diodes électroluminescentes montés en série ;

un noeud relié à chaque ensemble par un circuit de conduction dont la conductance électrique varie en fonction d'un signal de commande ; et

un circuit de commande relié à chaque circuit de conduction, comprenant un amplificateur de différence et autant d'étages de sortie que de circuits de conduction, et étant adapté à fournir chaque signal de commande à partir de la comparaison d'une première tension audit noeud à au moins une deuxième tension identique pour tous les circuits de conduction, le circuit de commande étant adapté à asservir la première tension à la deuxième tension décalée d'une troisième tension, différente pour chaque étage de sortie.

[0014] Selon un mode de réalisation, l'amplificateur de différence reçoit en entrée une tension différentielle correspondant à la différence entre la première tension et

la deuxième tension.

[0015] Selon un mode de réalisation, l'amplificateur de différence est adapté à fournir un premier courant et un deuxième courant, le circuit de commande comprenant un premier miroir de courant à plusieurs sorties adapté à recopier, pour chaque circuit de conduction, le premier courant ou un troisième courant multiplié par un premier facteur de recopie, et un deuxième miroir de courant à plusieurs sorties adapté à recopier, pour chaque circuit de conduction, le deuxième courant ou le troisième courant multiplié par un deuxième facteur de recopie, le rapport entre le premier facteur de recopie et le deuxième facteur de recopie étant différent pour chaque circuit de conduction.

[0016] Selon un mode de réalisation, les ensembles de diodes électroluminescentes sont classés par rangs croissants d'un premier ensemble à une première extrémité de la série à un dernier ensemble à une deuxième extrémité de la série et, pour chaque circuit de conduction, le circuit de commande est adapté à asservir la première tension à la deuxième tension diminuée d'une troisième tension qui est décroissante avec le rang de l'ensemble auquel est relié le circuit de conduction.

[0017] Selon un mode de réalisation, l'amplificateur de différence comprend une paire différentielle comprenant un premier transistor recevant la première tension et un deuxième transistor recevant la deuxième tension.

[0018] Selon un mode de réalisation, le premier transistor est un transistor MOS dont la grille reçoit la première tension et le deuxième transistor est un transistor MOS dont la grille reçoit la deuxième tension.

[0019] Selon un mode de réalisation, le circuit optoélectronique comprend, pour chaque circuit de conduction, un condensateur relié au circuit de conduction ou intégré au circuit de conduction, le premier miroir de courant comprenant un circuit de charge du condensateur et le deuxième miroir de courant comprenant un circuit de décharge du condensateur.

[0020] Selon un mode de réalisation, chaque circuit de conduction comprend un transistor MOS.

[0021] Selon un mode de réalisation, le premier miroir de courant comprend, pour chaque circuit de conduction, un premier bloc de recopie relié à la grille du transistor MOS du circuit de conduction et adapté à fournir le premier courant multiplié par le premier facteur de recopie et le deuxième miroir de courant comprend, pour chaque circuit de conduction, un deuxième bloc de recopie relié à la grille du transistor MOS du circuit de conduction et adapté à fournir le deuxième courant multiplié par le deuxième facteur de recopie.

[0022] Selon un mode de réalisation, le circuit optoélectronique comprend une source de courant reliée audit noeud.

[0023] Selon un mode de réalisation, la source de courant comprend au moins une résistance.

[0024] Selon un mode de réalisation, la source de courant est adaptée à fournir un courant qui augmente avec le rang de l'ensemble auquel est relié le circuit de con-

duction.

[0025] Selon un mode de réalisation, la troisième tension varie en fonction de la température.

5 Brève description des dessins

[0026] Ces caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres, seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1, décrite précédemment, est un schéma électrique d'un exemple d'un circuit optoélectronique comprenant des diodes électroluminescentes ; la figure 2, décrite précédemment, est un chronogramme de la tension et du courant d'alimentation des diodes électroluminescentes du circuit optoélectronique de la figure 1 ;

la figure 3 représente un schéma électrique d'un mode de réalisation d'un circuit optoélectronique comprenant des diodes électroluminescentes ;

la figure 4 représente un schéma électrique plus détaillé d'un mode de réalisation du circuit de commande du circuit optoélectronique représenté en figure 3 ;

la figure 5 représente un schéma électrique simplifié illustrant le fonctionnement du circuit de commande représenté en figure 4 ; et

la figure 6 représente des chronogrammes de tensions et de courants au cours du fonctionnement d'un mode de réalisation du circuit optoélectronique de la figure 3.

35 Description détaillée

[0027] Par souci de clarté, de mêmes éléments ont été désignés par de mêmes références aux différentes figures et, de plus, les diverses figures ne sont pas tracées à l'échelle. Sauf précision contraire, les expressions "approximativement", "sensiblement", et "de l'ordre de" signifient à 10 % près, de préférence à 5 % près. De plus, on appelle "signal binaire" un signal qui alterne entre un premier état constant, par exemple un état bas, noté "0", et un deuxième état constant, par exemple un état haut, noté "1". Les états haut et bas de signaux binaires différents d'un même circuit électronique peuvent être différents. En pratique, les signaux binaires peuvent correspondre à des tensions ou à des courants qui peuvent ne pas être parfaitement constants à l'état haut ou bas. Par ailleurs, dans la présente description, on utilise le terme "connecté" pour désigner une liaison électrique directe, sans composant électronique intermédiaire, par exemple au moyen d'une piste conductrice, et le terme "couplé" ou le terme "relié", pour désigner soit une liaison électrique directe (signifiant alors "connecté") soit une liaison via un ou plusieurs composants intermédiaires (résistance, condensateur, etc.). Dans la suite de la description,

on appelle "facteur de puissance" d'un circuit électronique le rapport entre la puissance active consommée par le circuit électronique et le produit des valeurs efficaces du courant et de la tension alimentant le circuit électronique.

[0028] La figure 3 représente un schéma électrique d'un mode de réalisation d'un circuit optoélectronique 20 comprenant un dispositif de commutation de diodes électroluminescentes et illustrant le principe de fonctionnement général du circuit optoélectronique. Les éléments du circuit optoélectronique 20 communs avec le circuit optoélectronique 10 sont désignés par les mêmes références. En particulier, le circuit optoélectronique 20 comprend le circuit redresseur 12 recevant la tension d'alimentation V_{IN} entre les bornes IN_1 et IN_2 et fournissant la tension V_{ALIM} redressée entre des noeuds A_1 et A_2 . A titre de variante, le circuit 20 peut recevoir directement une tension redressée, le circuit redresseur pouvant alors ne pas être présent. Le potentiel au noeud A_2 peut correspondre à un potentiel de référence bas V_{off} , par exemple 0 V, par rapport auquel sont référencées les tensions du circuit optoélectronique 20. Sauf indication contraire, les potentiels sont référencés dans la suite de la description par rapport au potentiel de référence bas V_{off} . Un potentiel de référence haut, appelé V_{on} , peut être fourni à partir de la tension d'alimentation V_{ALIM} .

[0029] Le circuit optoélectronique 20 comprend N ensembles en série de diodes électroluminescentes élémentaires, appelés diodes électroluminescentes globales D_i dans la suite de la description, où i est un nombre entier variant de 1 à N et où N est un nombre entier compris entre 2 et 200. Chaque diode électroluminescente globale D_1 à D_N comprend au moins une diode électroluminescente élémentaire. De préférence, chaque diode électroluminescente globale est composée de la mise en série et/ou en parallèle d'au moins deux diodes électroluminescentes élémentaires. Dans le présent exemple, les N diodes électroluminescentes globales D_i sont connectées en série, la cathode de la diode électroluminescente globale D_i étant reliée à l'anode de la diode électroluminescente globale D_{i+1} , pour i variant de 1 à N-1. L'anode de la diode électroluminescente globale D_1 est reliée, de préférence connectée, au noeud A_1 . Les diodes électroluminescentes globales D_i , i variant de 1 à N, peuvent comprendre le même nombre de diodes électroluminescentes élémentaires ou des nombres différents de diodes électroluminescentes élémentaires.

[0030] Le circuit optoélectronique 20 comprend une source de courant 22 dont une borne est reliée au noeud A_2 et dont l'autre borne est reliée à un noeud A_3 . La source de courant 22 peut avoir une structure quelconque et peut notamment correspondre à une impédance, par exemple une résistance. La cathode de la diode électroluminescente globale D_N est reliée, de préférence connectée, au noeud A_3 . On appelle V_{SOURCE} la tension aux bornes de la source de courant 22 et I_{SOURCE} le courant circulant par la source de courant 22. Le circuit optoélectronique 20 peut comprendre un circuit, non représen-

té, qui fournit une tension de référence pour l'alimentation de la source de courant, éventuellement obtenue à partir de la tension V_{ALIM} . La source de courant 22 peut être commandée de manière continue par un circuit externe au circuit optoélectronique 20.

[0031] Le circuit 20 comprend un dispositif 24 de commutation des diodes électroluminescentes globales D_i , i variant de 1 à N. Selon un mode de réalisation, le dispositif 24 comprend :

un circuit 26 de fourniture d'une tension de référence V_{REF} ;

un circuit de commande 28 adapté à recevoir les tensions V_{SOURCE} et V_{REF} ; et

N circuits de conduction SW_1 à SW_N , chaque circuit de conduction SW_i , i variant de 1 à N, étant monté entre le noeud A_3 et la cathode de la diode électroluminescente globale D_i et étant commandé par un signal S_i fourni par le circuit de commande 28.

[0032] Le circuit de conduction SW_i est un circuit dont la résistance électrique équivalente varie entre une valeur maximale et une valeur minimale en fonction du signal S_i . Selon un mode de réalisation, lorsque la résistance électrique équivalente du circuit de conduction SW_i est à la valeur maximale, le circuit de conduction SW_i est sensiblement équivalent à un interrupteur ouvert. A titre de variante, du courant peut circuler au travers du circuit SW_i même lorsque la résistance électrique équivalente du circuit de conduction SW_i est la plus élevée. Pour i variant de 1 à N, on appelle I_i le courant circulant dans le circuit de conduction SW_i . Dans la suite de la description, on appelle G_i un noeud relié au circuit de conduction et recevant le signal S_i . A titre de variante, le circuit de conduction SW_N , qui protège la source de courant 22 des surtensions, peut ne pas être commandé par le module de commande 28 et être toujours passant ou peut ne pas être présent et la cathode de la diode électroluminescente globale D_N peut être connectée au noeud A_3 . Le circuit optoélectronique 20 peut, en outre, comprendre un circuit, non représenté, qui fournit une tension de référence pour l'alimentation du dispositif de commutation 24, éventuellement obtenue à partir de la tension V_{ALIM} .

[0033] Dans le présent mode de réalisation, le signal de commande S_i de chaque circuit de conduction SW_i est un signal qui peut varier de façon continue entre une première valeur et une deuxième valeur, la résistance électrique équivalente du circuit de conduction SW_i diminuant lorsque le signal S_i varie de la première valeur à la deuxième valeur. Les premières et deuxièmes valeurs des signaux S_i , i variant de 1 à N, peuvent ne pas être les mêmes pour tous les circuits de conduction SW_i . De préférence, le circuit de conduction SW_i n'est sensiblement pas passant lorsque le signal S_i est à la première valeur.

[0034] Selon un mode de réalisation, chaque circuit de conduction SW_i est, par exemple, à base d'au moins un

transistor, notamment un transistor à effet de champ à grille métal-oxyde ou transistor MOS, à enrichissement ou à appauvrissement. Le signal S_i est alors le potentiel à la grille du transistor SW_i . Selon un mode de réalisation, chaque circuit de conduction SW_i comprend un transistor MOS à enrichissement à canal N dont le drain est connecté à la cathode de la diode électroluminescente globale D_i , dont la source est reliée au noeud A_3 et dont la grille est reliée au noeud G_i . Selon un autre mode de réalisation, le circuit de conduction SW_i comprend deux transistors MOS, par exemple à canal N, entre la cathode de la diode électroluminescente globale D_i et le noeud A_3 , le transistor connecté à la diode électroluminescente globale D_i étant un transistor haute tension monté en cascode et le transistor connecté au noeud A_3 étant un transistor basse tension commandé par le signal S_i . Ceci permet avantageusement d'augmenter la vitesse de commutation du circuit de conduction SW_i . A titre de variante, chaque circuit de conduction peut correspondre à un transistor autre qu'un transistor MOS, à un relai, à un microsystème électromécanique et de façon générale à tout élément dont la conductivité électrique peut être commandée en tension ou en courant de manière monotone.

[0035] Selon un mode de réalisation, le circuit 26 de fourniture de la tension de référence V_{REF} est interne au circuit optoélectronique 20. A titre de variante, la tension de référence V_{REF} est fournie au circuit optoélectronique 20 par un circuit externe au circuit optoélectronique 20 ou est obtenue à partir d'un signal de modulation fourni au circuit optoélectronique 20 par un circuit externe au circuit optoélectronique 20. A titre d'exemple, le circuit optoélectronique 20 peut comprendre une borne dédiée à la réception de la tension de référence V_{REF} ou du signal de modulation à partir duquel la tension de référence V_{REF} est obtenue. Selon un mode de réalisation, la tension de référence V_{REF} ou le signal de modulation peut être fourni par un variateur, notamment un variateur pouvant être actionné par un utilisateur ou un capteur de luminosité.

[0036] La figure 4 représente un schéma électrique d'un mode de réalisation du circuit de commande 28. Le circuit de commande 28 comprend un amplificateur opérationnel à transconductance comprenant une paire différentielle 30 et des miroirs de courant 32, 34 et 36. Dans le présent mode de réalisation, le signal S_i correspond au potentiel au noeud G_i .

[0037] La paire différentielle 30 comprend un transistor T_1 , par exemple un transistor MOS à canal P, dont la source est reliée à la borne d'une source de courant I_{diff} et dont la grille est commandée par la tension V_{SOURCE} . L'autre borne de la source de courant I_{diff} peut être reliée à la source du potentiel de référence haut V_{on} . La paire différentielle 30 comprend en outre un transistor T_2 , par exemple un transistor MOS à canal P, dont la source est reliée à la source de courant I_{diff} et dont la grille est commandée par la tension V_{REF} . On appelle I_1 le courant au drain du transistor T_1 et I_2 le courant au drain du transistor

T_2 . Selon un mode de réalisation, les transistors T_1 et T_2 ont les mêmes caractéristiques. En particulier, le facteur de forme (W/L) du canal du transistor T_1 est égal au facteur de forme du canal du transistor T_2 . On appelle facteur de forme du canal d'un transistor le rapport entre la largeur et la longueur du canal. Dans la suite de la description, on prend le facteur de forme du canal du transistor T_3 comme facteur de forme de référence.

[0038] Le miroir de courant 32 comprend un transistor T_3 , par exemple un transistor MOS à canal N, dont le drain est relié, de préférence connecté, au drain du transistor T_1 , dont la source est reliée, de préférence connectée, à la source du potentiel de référence bas V_{off} , par exemple le noeud A_2 , et dont la grille est reliée au drain. Le miroir de courant 32 comprend un transistor T_4 , par exemple un transistor MOS à canal N, dont la source est reliée, de préférence connectée, à la source du potentiel de référence bas V_{off} et dont la grille est reliée à la grille du transistor T_3 . Selon un mode de réalisation, les transistors T_3 et T_4 ont les mêmes caractéristiques. En particulier, le facteur de forme du canal du transistor T_3 est égal au facteur de forme du canal du transistor T_4 . Le courant circulant dans le transistor T_4 est donc égal à I_1 circulant dans T_3 .

[0039] Le miroir de courant 34 comprend un transistor T_5 , par exemple un transistor MOS à canal P, dont le drain est relié, de préférence connecté, au drain du transistor T_4 , dont la source est reliée, de préférence connectée, à la source du potentiel de référence haut V_{on} , et dont la grille est reliée au drain. Le miroir de courant 34 comprend en outre pour chaque circuit de conduction SW_i , i variant de 1 à N, un transistor T_{sup-i} , par exemple un transistor MOS à canal P, dont la source est reliée, de préférence connectée, à la source du potentiel de référence haut V_{on} , dont la grille est reliée à la grille du transistor T_5 et dont le drain est relié, de préférence connecté au noeud G_i . Selon un mode de réalisation, les transistors T_{sup-i} peuvent ne pas avoir les mêmes caractéristiques les uns par rapport aux autres et par rapport au transistor T_5 . On appelle R_{sup-i} le rapport entre le facteur de forme de canal du transistor T_{sup-i} et le facteur de forme de canal du transistor T_5 . En particulier, R_{sup-i} peut être différent de R_{sup-j} , avec i différent de j . On appelle I_{G_i} le courant au drain du transistor T_{sup-i} .

[0040] Le miroir de courant 36 comprend un transistor T_6 , par exemple un transistor MOS à canal N, dont le drain est relié, de préférence connecté, au drain du transistor T_2 , dont la source est reliée, de préférence connectée, à la source du potentiel de référence bas V_{off} , et dont la grille est reliée au drain. Le miroir de courant 36 comprend en outre pour chaque circuit de conduction SW_i , i variant de 1 à N, un transistor MOS T_{inf-i} , par exemple à canal N, dont la source est reliée, de préférence connectée, à la source du potentiel de référence bas V_{off} , dont la grille est reliée à la grille du transistor T_6 et dont le drain est relié, de préférence connecté au noeud G_i . Selon un mode de réalisation, les transistors T_{inf-i} peuvent ne pas avoir les mêmes caractéristiques les uns par

rapport aux autres et par rapport au transistor T_6 . On appelle R_{inf-i} le rapport entre le facteur de forme du canal du transistor T_{inf-i} et le facteur de forme du canal du transistor T_6 . En particulier, R_{inf-i} peut être différente de R_{inf-j} , avec i différent de j . On appelle IG'_i le courant au drain du transistor T_{inf-i} .

[0041] Pour i variant de 1 à N , on appelle $RatioPN_i$ le rapport entre le facteur de forme du canal du transistor T_{sup-i} et le facteur de forme du canal du transistor T_{inf-i} , c'est-à-dire le rapport entre R_{sup-i} et R_{inf-i} . Selon un mode de réalisation, le rapport $RatioPN_i$ est strictement supérieur au rapport $RatioPN_j$ pour i strictement supérieur à j . Selon un mode de réalisation, pour i variant de 1 à N , le rapport $RatioPN_i$ peut varier entre $1/N$ et N . Selon un mode de réalisation, l'écart entre les rapports $RatioPN_i$ et $RatioPN_{i+1}$ est supérieur strictement à $1/(N-1)-1/N$.

[0042] Afin d'expliquer le fonctionnement du circuit optoélectronique 20, il va être considéré dans un premier temps un circuit de commande ayant une structure simplifiée.

[0043] La figure 5 représente un schéma électrique d'un circuit de commande 40 comprenant l'ensemble des éléments du circuit de commande 28 représenté en figure 4 à la différence qu'un seul circuit de conduction SW_i est présent et que les diodes électroluminescentes ne sont pas présentes.

[0044] Considérons dans un premier temps que les rapports R_{sup-i} et R_{inf-i} sont égaux à 1. Dans ce cas, le courant IG_i est égal au courant I_1 et le courant IG'_i est égal au courant I_2 . A l'équilibre, la tension V_{SOURCE} est égale à la tension V_{REF} , les courants I_1 , I_2 , IG_i et IG'_i sont égaux à $I_{diff}/2$ et le potentiel au noeud G_i est égal à la somme de la tension V_{SOURCE} et de la tension grille-source du transistor SW_i . Lorsque la tension V_{SOURCE} devient supérieure à la tension V_{REF} , le transistor T_1 conduit moins que le transistor T_2 , de sorte que le courant I_1 devient inférieur au courant I_2 . Le courant IG_i diminue par rapport au courant IG'_i . En raison de la capacité du noeud G_i , ceci entraîne une diminution de la tension à la grille du transistor SW_i . Le transistor SW_i devient donc moins passant et la tension V_{SOURCE} diminue jusqu'à ce qu'elle soit de nouveau égale à V_{REF} . Lorsque la tension V_{SOURCE} devient inférieure à la tension V_{REF} , le transistor T_1 conduit davantage que le transistor T_2 , de sorte que le courant I_1 devient supérieur au courant I_2 . Le courant IG_i augmente par rapport au courant IG'_i . En raison de la capacité du noeud G_i , ceci entraîne une augmentation de la tension à la grille du transistor SW_i . Le transistor SW_i devient donc davantage passant et la tension V_{SOURCE} s'élève jusqu'à ce qu'elle soit de nouveau égale à V_{REF} . Le circuit de commande 40 asservit donc la tension V_{SOURCE} à la tension V_{REF} .

[0045] Considérons maintenant que le rapport entre R_{sup-i} et R_{inf-i} n'est pas égal à 1. Le raisonnement précédent reste valable à la différence que, à l'équilibre, le courant I_1 est égal à $R_{inf-i} * I_{diff} / (R_{inf-i} + R_{sup-i})$, le courant I_2 est égal à $R_{sup-i} * I_{diff} / (R_{inf-i} + R_{sup-i})$, les courants IG_i et IG'_i sont égaux à $R_{inf-i} * R_{sup-i} * I_{diff} / (R_{inf-i} + R_{sup-i})$ et il y a

une tension de décalage $OFFSET_i$ entre la tension V_{SOURCE} et la tension V_{REF} . La tension de décalage $OFFSET_i$ est proportionnelle à la différence entre les courants I_1 et I_2 et inversement proportionnelle à la conductance de la paire différentielle. La tension de décalage $OFFSET_i$ dépend donc du rapport $RatioPN_i$. Pour les mêmes raisons que celles décrites précédemment, une variation de la tension V_{SOURCE} par rapport à sa valeur à l'équilibre entraîne une variation de la tension à la grille du transistor SW_i qui tend à ramener la tension V_{SOURCE} à sa valeur à l'équilibre. Le circuit de commande 40 asservit donc la tension V_{SOURCE} à la tension V_{REF} diminuée de la tension de décalage $OFFSET_i$.

[0046] Considérons maintenant à nouveau le circuit optoélectronique 20 représenté en figure 4. Le circuit de commande 28 fournit les signaux S_1 à S_N à des valeurs adaptées pour modifier la conduction des circuits de conduction SW_1 à SW_N pour que la tension V_{SOURCE} soit asservi à la tension de référence V_{REF} à une tension de décalage $OFFSET$ près qui peut varier selon le point de fonctionnement du circuit optoélectronique. Un avantage du dispositif de commutation 24 est qu'il a une consommation de courant réduite. Selon un mode de réalisation, dans le cas où chaque circuit de conduction SW_i comprend un transistor MOS dont la grille reçoit le signal S_i , le circuit de commande 28 asservit la tension V_{SOURCE} à la tension de référence V_{REF} à une tension de décalage $OFFSET$ près en commandant les grilles des transistors SW_i . En d'autres termes, la paire différentielle 30 reçoit en entrée la différence entre la tension V_{SOURCE} et la tension de référence V_{REF} . La tension de référence est identique pour tous les étages de sortie, mais la tension de décalage est différente pour chaque étage de sortie.

[0047] Dans une phase ascendante de la tension d'alimentation V_{ALIM} , alors que les diodes électroluminescentes D_1 à D_{i-1} sont passantes, que les diodes électroluminescentes D_i à D_N sont bloquées, que les signaux S_1 à S_{i-2} sont à V_{off} , que les signaux S_i à S_N sont à V_{on} et que le signal S_{i-1} est à une tension égale à $V_{REF} - OFFSET_{i-1} + V_{GSi-1}$ permettant au seul switch SW_{i-1} d'imposer le courant I_{SOURCE} dans les diodes électroluminescentes, lorsque la tension aux bornes de la diode électroluminescente globale D_i devient supérieure à la tension de seuil de la diode électroluminescente globale D_i , celle-ci devient passante et un courant commence à circuler dans la diode électroluminescente globale D_i et le switch SW_i . Ceci se traduit par une diminution temporaire de l'impédance totale équivalente entre les noeuds A_1 et A_3 , et donc une augmentation temporaire de la tension V_{SOURCE} . Comme cela a été décrit précédemment, l'augmentation de la tension V_{SOURCE} entraîne une diminution du courant I_1 traversant le transistor T_1 de la paire différentielle 30. De ce fait, le courant reproduit par chaque transistor T_{sup-i} diminue pour i variant de 1 à N . Etant donné qu'il existe une capacité équivalente à chaque noeud G_i , 1 variant de 1 à N , pouvant correspondre à un condensateur distinct ou à une capacité parasite d'un autre composant électronique, et que le rapport $RatioP-$

N_{i-1} associé aux transistors $T_{\text{sup-}i-1}$ et $T_{\text{inf-}i-1}$ reliés au noeud G_{i-1} est inférieur aux rapports RatioPN_i à RatioPN_N , la tension au noeud G_{i-1} diminue jusqu'à atteindre sensiblement le potentiel V_{off} tandis que la tension au noeud G_i diminue également jusqu'à son point d'équilibre, permettant au switch SW_i d'imposer seul la tension V_{SOURCE} à $V_{\text{REF}} - \text{OFFSET}_i$. L'interrupteur SW_{i-1} s'ouvre donc et simultanément l'interrupteur SW_i devient de moins en moins passant. Tout le courant circule alors dans l'interrupteur SW_i . Le module de commande 28 asservit alors la tension V_{SOURCE} à la tension V_{REF} diminuée de OFFSET_i par le circuit de conduction SW_i , la tension de décalage OFFSET_i entre la tension V_{SOURCE} et la tension V_{REF} étant plus faible que la tension de décalage OFFSET_{i-1} . Dans le cas où chaque circuit de conduction SW_i comprend un transistor MOS dont la grille reçoit le signal S_i , ceci signifie que la tension à la grille du transistor SW_{i-1} diminue et le transistor SW_{i-1} devient de moins en moins passant jusqu'à atteindre son état non passant. A l'équilibre, le potentiel au noeud G_i est égal à la somme de la tension V_{SOURCE} et de la tension grille-source du transistor SW_i .

[0048] Dans une phase descendante de la tension d'alimentation V_{ALIM} , alors que les diodes électroluminescentes D_1 à D_i sont passantes, que les diodes électroluminescentes D_{i+1} à D_N sont bloquées, que les signaux S_1 à S_{i-1} sont à V_{off} , que les signaux S_{i+1} à S_N sont à V_{on} et que le signal S_i est à une tension égale à $V_{\text{REF}} - \text{OFFSET}_i + V_{\text{GS}_i}$ permettant au seul switch SW_i d'imposer le courant I_{SOURCE} dans les diodes électroluminescentes lorsque la tension aux bornes de la diode électroluminescente globale D_i diminue et devient inférieure à la tension de seuil de la diode électroluminescente globale D_i , celle-ci commence à se bloquer. Ceci se traduit par une augmentation temporaire de l'impédance totale équivalente entre les noeuds A_1 et A_3 , et donc une diminution temporaire de la tension V_{SOURCE} . Comme cela a été décrit précédemment, la diminution de la tension V_{SOURCE} entraîne une augmentation du courant I_1 traversant le transistor T_1 de la paire différentielle 30. De ce fait, le courant reproduit par chaque transistor $T_{\text{sup-}i}$ augmente. Etant donné qu'il existe une capacité équivalente à chaque noeud G_i , et que le rapport RatioPN_i de la branche i est supérieur au rapport RatioPN_1 à RatioPN_{i-1} , la tension au noeud G_i augmente jusqu'à atteindre sensiblement le potentiel V_{on} tandis que la tension au noeud G_{i-1} augmente également jusqu'à son point d'équilibre permettant au switch SW_{i-1} d'imposer seul la tension V_{SOURCE} à $V_{\text{REF}} - \text{OFFSET}_{i-1}$. L'interrupteur SW_i se ferme donc totalement et l'interrupteur SW_{i-1} devient de plus en plus passant. Tout le courant circule alors dans l'interrupteur SW_{i-1} . Le module de commande 28 asservit alors la tension V_{SOURCE} à la tension V_{REF} diminuée de OFFSET_{i-1} par le circuit de conduction SW_{i-1} , la tension de décalage OFFSET_{i-1} étant plus élevée que la tension de décalage OFFSET_i . Dans le cas où chaque circuit de conduction SW_i comprend un transistor MOS dont la grille reçoit le signal S_i , ceci signifie

que la tension à la grille du transistor SW_{i-1} augmente et que le transistor SW_{i-1} devient de plus en plus passant et le transistor SW_i atteint son état complètement passant.

5 **[0049]** Un avantage du présent mode de réalisation est que le circuit de commande 28 ne comprend pas de machines à nombre fini d'états et que l'ordre de commande des circuits de conduction SW_i est imposé par les différences entre les rapports RatioPN_i .

10 **[0050]** De façon avantageuse, le mode de réalisation du procédé de commande des interrupteurs SW_i décrit précédemment ne dépend pas du nombre de diodes électroluminescentes élémentaires qui composent chaque diode électroluminescente globale D_i et donc ne dépend pas de la tension de seuil de chaque diode électroluminescente globale.

15 **[0051]** En considérant que les diodes D_1 à D_i sont passantes et que les diodes électroluminescentes globales D_{i+1} à D_N sont bloquées, la tension de décalage OFFSET_i diminuant avec l'indice i , la tension à laquelle se stabilise à la tension V_{SOURCE} augmente avec l'indice i . De ce fait, le courant I_{SOURCE} circulant dans les diodes électroluminescentes globales D_1 à D_i augmente avec l'indice i . On obtient ainsi une augmentation par paliers du courant I_{SOURCE} avec la tension V_{ALIM} . De façon avantageuse, le facteur de puissance du circuit optoélectronique est ainsi augmenté.

25 **[0052]** Selon un autre mode de réalisation, le circuit 26 de fourniture de la tension de référence V_{REF} est adapté à modifier la valeur de la tension de référence V_{REF} parmi plusieurs valeurs en fonction d'un signal de commande fourni par le module de commande 28. Selon un mode de réalisation, en considérant que les diodes D_1 à D_i sont passantes et que les diodes électroluminescentes globales D_{i+1} à D_N sont bloquées, le circuit 26 est commandé pour augmenter la valeur de la tension de référence V_{REF} avec l'indice i . La tension à laquelle se stabilise à la tension V_{SOURCE} augmente alors avec l'indice i , indépendamment de l'augmentation décrite précédemment due à la variation de la tension de décalage OFFSET_i . De ce fait, le courant I_{SOURCE} circulant dans les diodes électroluminescentes globales D_1 à D_i augmente avec l'indice i . On obtient ainsi une augmentation par paliers du courant I_{SOURCE} avec la tension V_{ALIM} . De façon avantageuse, le facteur de puissance du circuit optoélectronique est ainsi augmenté.

30 **[0053]** Selon un autre mode de réalisation, la source de courant 22 est adaptée à fournir un courant I_{SOURCE} dont l'intensité peut prendre plusieurs valeurs en fonction d'un signal de commande fourni par le module de commande 28. Selon un mode de réalisation, en considérant que les diodes D_1 à D_i sont passantes et que les diodes électroluminescentes globales D_{i+1} à D_N sont bloquées, la source de courant 22 est commandée pour augmenter l'intensité du courant I_{SOURCE} avec l'indice i . De façon avantageuse, le facteur de puissance du circuit optoélectronique est ainsi augmenté.

35 **[0054]** La tension de décalage OFFSET_i pour i donné

peut être constante ou varier en fonction de la température, soit en augmentant lorsque la température augmente, soit en diminuant lorsque la température augmente. Dans le cas où la source de courant 22 est une résistance et que la tension de décalage $OFFSET_i$ diminue lorsque la température augmente, une augmentation de la température se traduit par une diminution du courant I_{SOURCE} et donc une diminution de la puissance thermique fournie par le circuit optoélectronique 20. On obtient ainsi une protection du circuit optoélectronique 20 contre un emballement thermique.

[0055] La figure 6 représente des chronogrammes, obtenus par simulation, de la tension V_{ALIM} , du courant I_{SOURCE} , des tensions V_{SOURCE} et V_{REF} , des tensions S_1 , S_2 , S_3 et S_4 et des courants I_1 , I_2 , I_3 et I_4 dans le cas où la tension V_{ALIM} est obtenue à partir d'une tension V_{IN} sinusoïdale et dans le cas où N est égal à 4. Pour l'obtention des courbes représentées en figure 6, le rapport $RatioPN_1$ était égal à $1/4$, le rapport $RatioPN_2$ était égal à $1/3$, le rapport $RatioPN_3$ était égal à $1/2$ et le rapport $RatioPN_4$ était égal à 1 et l'intensité du courant fourni par la source de courant I_{diff} était égale à $20 \mu A$.

[0056] Des modes de réalisation particuliers ont été décrits. Diverses variantes et modifications apparaîtront à l'homme de l'art. Bien que des modes de réalisation détaillés aient été décrits dans lesquels l'état de conduction le moins conducteur électriquement de chaque circuit de conduction SW_i correspond à un état non passant, il est clair que ces modes de réalisation peuvent également être mis en oeuvre avec un circuit de conduction SW_i pour lequel l'état le moins conducteur électriquement correspond néanmoins à un état dans lequel du courant circule au travers du circuit SW_i , par exemple un courant dont l'intensité est inférieure ou égale à la limite théorique qui est l'intensité maximale induisant une puissance dans le circuit de conduction SW_i pouvant être dissipée sans causer de dysfonctionnement de celui-ci.

[0057] En outre, dans les modes de réalisation décrits précédemment, chaque transistor T_{sup-i} est adapté à recopier le courant I_1 multiplié par le facteur de recopie R_{sup_i} et chaque transistor T_{inf-i} est adapté à recopier le courant I_2 multiplié par le facteur de recopie R_{inf_i} . A titre de variante, chaque transistor T_{inf-i} peut être adapté à recopier un courant de référence, par exemple un courant constant, et chaque transistor T_{sup-i} est adapté à recopier le courant I_1 multiplié par le facteur de recopie R_{sup_i} . A titre de variante, chaque transistor T_{sup-i} peut être adapté à recopier un courant de référence, par exemple un courant constant, et chaque transistor T_{inf-i} est adapté à recopier le courant I_2 multiplié par le facteur de recopie R_{inf_i} . Il peut ainsi également être obtenu des rapports $RatioPN_i$ différents pour chaque circuit de conduction SW_i et des tensions de décalage $OFFSET_i$ différentes pour les circuit de conduction SW_i .

Revendications

1. Circuit optoélectronique (20) destiné à recevoir une tension variable (V_{ALIM}) contenant une alternance de phases croissantes et décroissantes, le circuit optoélectronique comprenant :

des ensembles de diodes électroluminescentes (D_i) montés en série ;
un noeud (A_3) relié à chaque ensemble (D_i) par un circuit de conduction (SW_i) dont la conductance électrique varie en fonction d'un signal de commande (S_i) ; et
un circuit de commande (28) relié à chaque circuit de conduction, comprenant un amplificateur de différence (30) et autant d'étages de sortie que de circuits de conduction, et étant adapté à fournir chaque signal de commande à partir de la comparaison d'une première tension (V_{SOURCE}) audit noeud à au moins une deuxième tension (V_{REF}) identique pour tous les circuits de conduction, le circuit de commande étant adapté à asservir la première tension à la deuxième tension décalée d'une troisième tension, différente pour chaque étage de sortie.

2. Circuit optoélectronique selon la revendication 1, dans lequel l'amplificateur de différence reçoit en entrée une tension différentielle correspondant à la différence entre la première tension (V_{SOURCE}) et la deuxième tension (V_{REF}).

3. Circuit optoélectronique selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'amplificateur de différence (30) est adapté à fournir un premier courant (I_1) et un deuxième courant (I_2), le circuit de commande (28) comprenant un premier miroir de courant à plusieurs sorties (32, 34) adapté à recopier, pour chaque circuit de conduction, le premier courant ou un troisième courant multiplié par un premier facteur de recopie, et un deuxième miroir de courant à plusieurs sorties (36) adapté à recopier, pour chaque circuit de conduction, le deuxième courant ou le troisième courant multiplié par un deuxième facteur de recopie, le rapport entre le premier facteur de recopie et le deuxième facteur de recopie étant différent pour chaque circuit de conduction.

4. Circuit optoélectronique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les ensembles de diodes électroluminescentes (D_i) sont classés par rangs croissants d'un premier ensemble à une première extrémité de la série à un dernier ensemble à une deuxième extrémité de la série et dans lequel, pour chaque circuit de conduction (SW_i), le circuit de commande est adapté à asservir la première tension à la deuxième tension diminuée d'une troisième

tension qui est décroissante avec le rang de l'ensemble (D_i) auquel est relié le circuit de conduction (SW_i).

5. Circuit optoélectronique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'amplificateur de différence (30) comprend une paire différentielle comprenant un premier transistor (T_1) recevant la première tension (V_{SOURCE}) et un deuxième transistor (T_2) recevant la deuxième tension (V_{REF}). 5
10
6. Circuit optoélectronique selon la revendication 5, dans lequel le premier transistor (T_1) est un transistor MOS dont la grille reçoit la première tension (V_{SOURCE}) et dans lequel le deuxième transistor (T_2) est un transistor MOS dont la grille reçoit la deuxième tension (V_{REF}). 15
7. Circuit optoélectronique selon la revendication 3, comprenant, pour chaque circuit de conduction (SW_i), un condensateur relié au circuit de conduction ou intégré au circuit de conduction, le premier miroir de courant (34) comprenant un circuit (T_{sup-i}) de charge du condensateur et le deuxième miroir de courant (36) comprenant un circuit de décharge (T_{inf-i}) du condensateur. 20
25
8. Circuit optoélectronique selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel chaque circuit de conduction (SW_i) comprend un transistor MOS. 30
9. Circuit optoélectronique selon la revendication 8 dans son rattachement à la revendication 7, dans lequel le premier miroir de courant (34) comprend, pour chaque circuit de conduction (SW_i), un premier bloc de recopie (T_{sup-i}) relié à la grille du transistor MOS du circuit de conduction et adapté à fournir le premier courant multiplié par le premier facteur de recopie et dans lequel le deuxième miroir de courant (34) comprend, pour chaque circuit de conduction (SW_i), un deuxième bloc de recopie (T_{sup-i}) relié à la grille du transistor MOS du circuit de conduction et adapté à fournir le deuxième courant multiplié par le deuxième facteur de recopie. 35
40
45
10. Circuit optoélectronique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comprenant une source de courant (22) reliée audit noeud (A_3). 45
11. Circuit optoélectronique selon la revendication 10, dans lequel la source de courant (22) comprend au moins une résistance. 50
12. Circuit optoélectronique selon la revendication 10 ou 11 dans son rattachement à la revendication 4, dans lequel la source de courant (22) est adaptée à fournir un courant qui augmente avec le rang de l'ensemble (D_i) auquel est relié le circuit de conduction (SW_i). 55

13. Circuit optoélectronique selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel la troisième tension varie en fonction de la température.

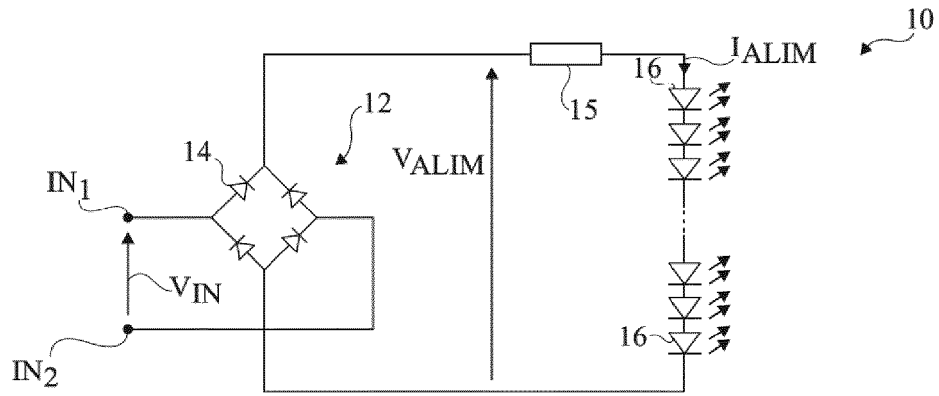


Fig 1

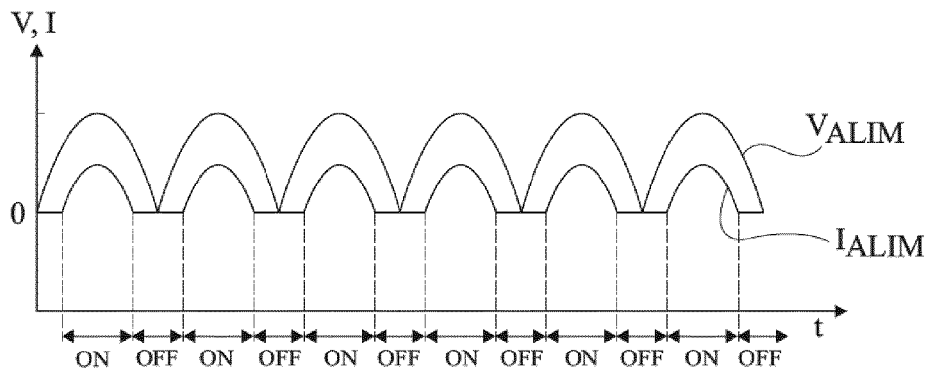


Fig 2

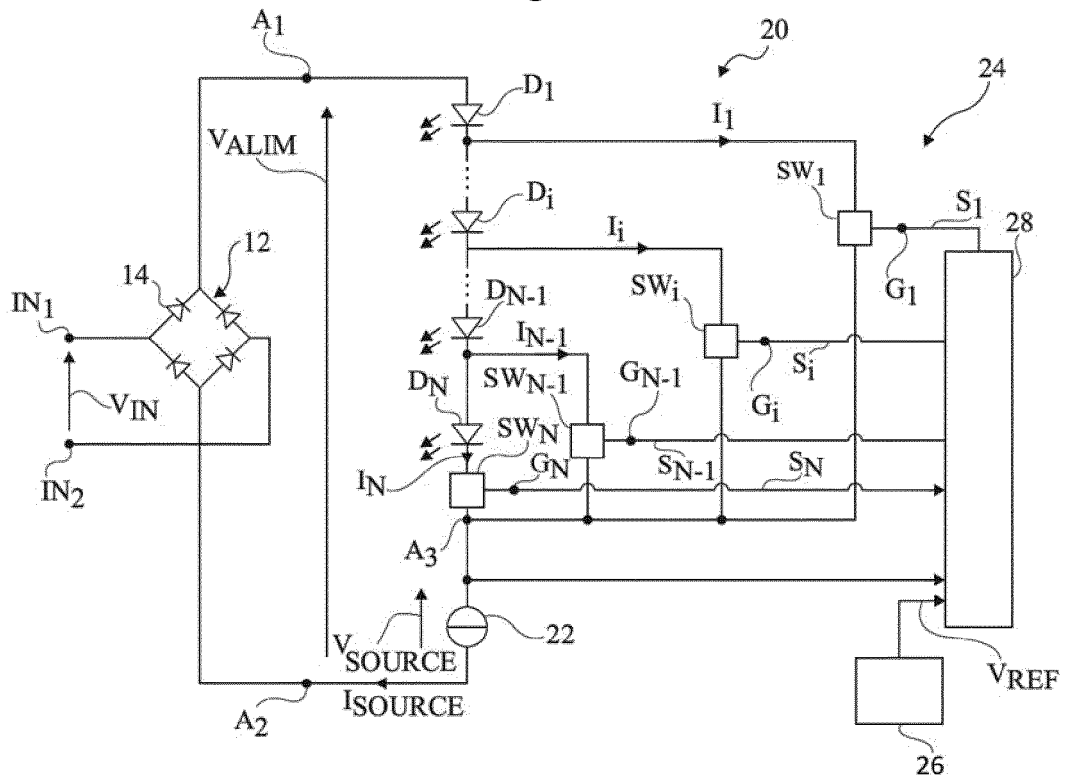


Fig 3

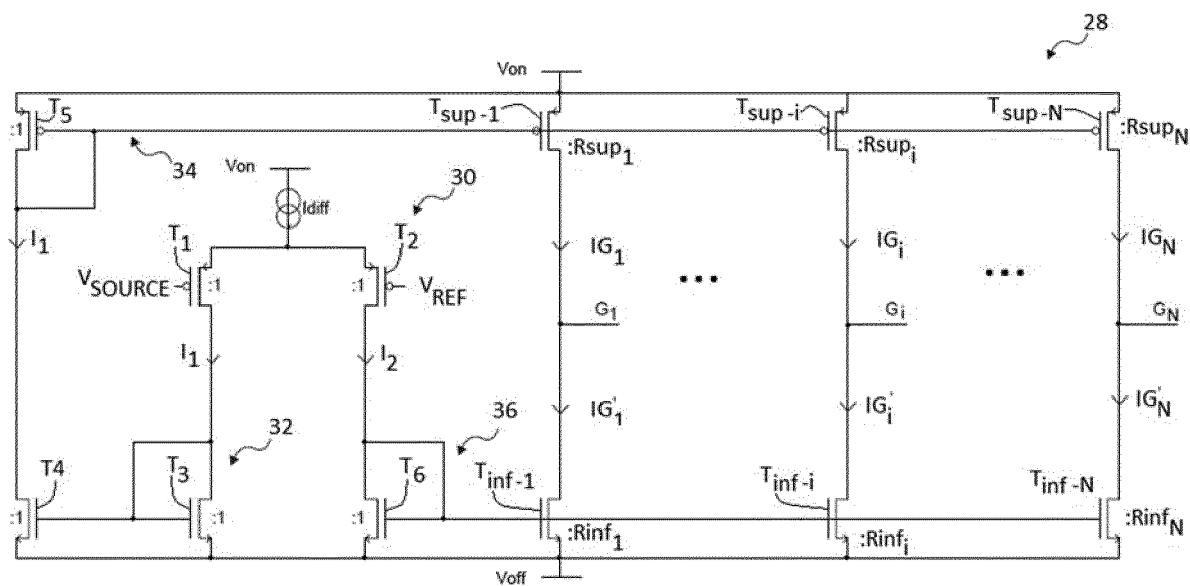


Fig 4

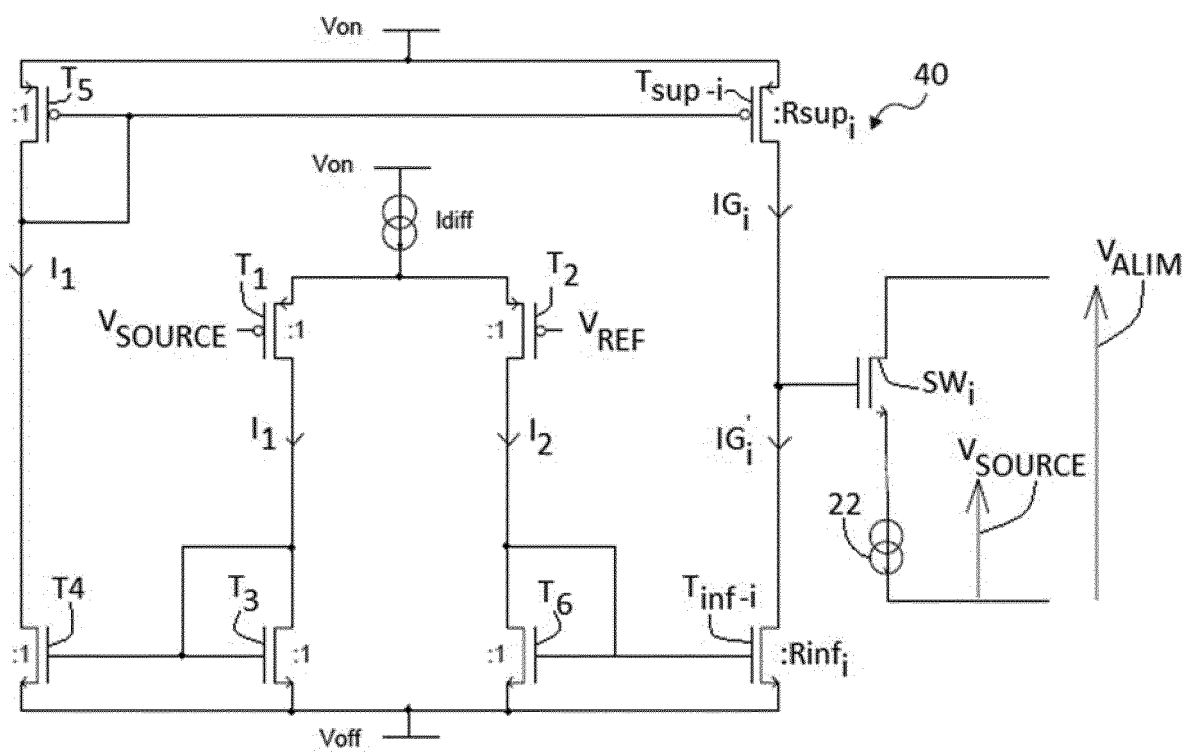


Fig 5

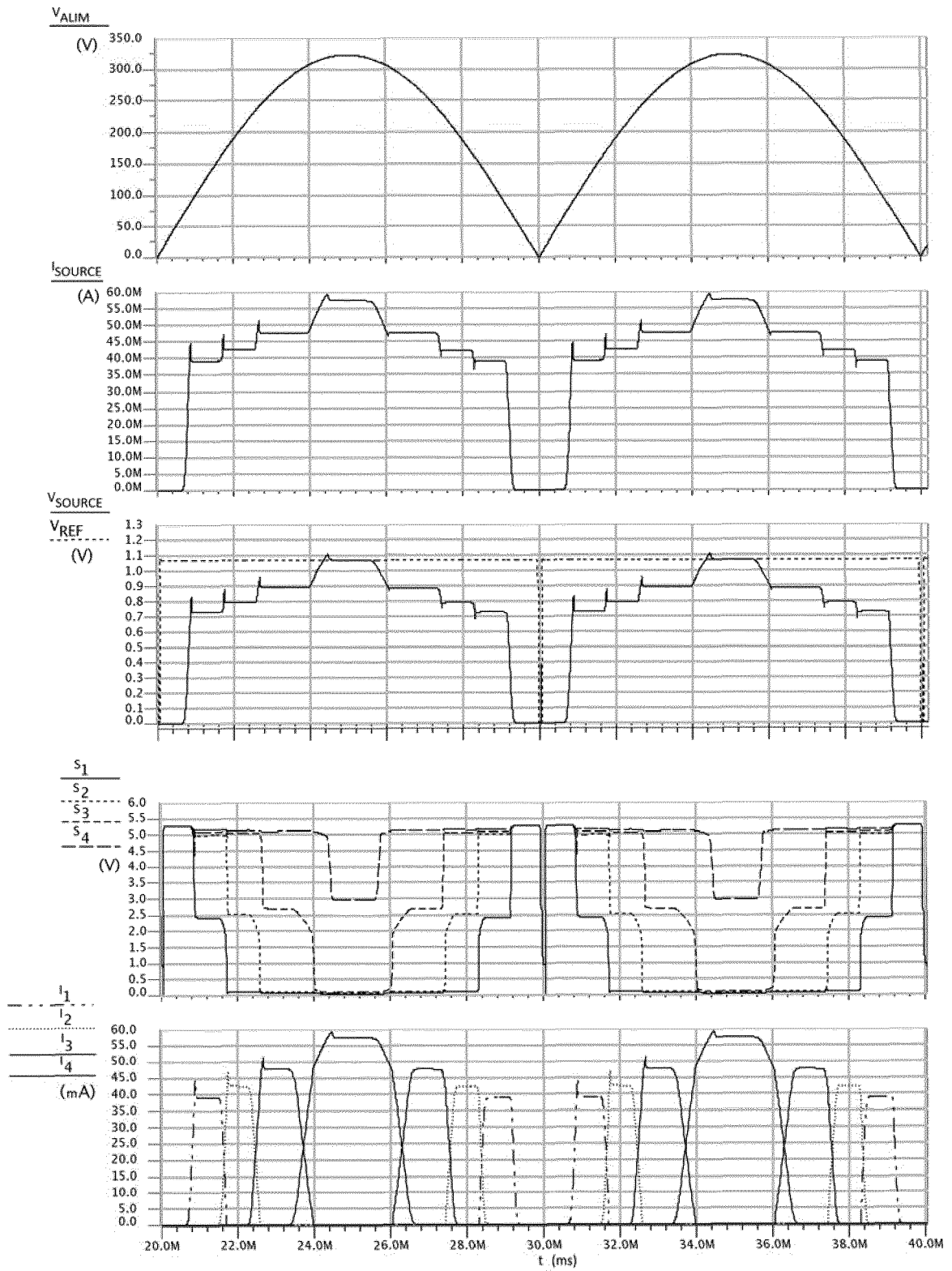


Fig 6



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 17 19 3974

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X A	US 2013/200802 A1 (SAKURAGI HARUMI [JP] ET AL) 8 août 2013 (2013-08-08) * alinéa [0064] - alinéa [0090]; figures 2, 15 *	1,2,4-6, 8,10-13 3,7,9	INV. H05B33/08
X A	US 2012/299484 A1 (SHIN BONG SUB [KR]) 29 novembre 2012 (2012-11-29) * alinéa [0010] - alinéa [0044]; figure 2 *	1,2,4-6, 8,10-13 3,7,9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H05B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 8 février 2018	Examineur Beaugrand, Francois
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)

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

EP 17 19 3974

5 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.

08-02-2018

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2013200802 A1	08-08-2013	CN 103249217 A	14-08-2013
		JP 6135155 B2	31-05-2017
		JP 2013179288 A	09-09-2013
		TW 201352065 A	16-12-2013
		US 2013200802 A1	08-08-2013

US 2012299484 A1	29-11-2012	CN 102742360 A	17-10-2012
		KR 100986815 B1	13-10-2010
		US 2012299484 A1	29-11-2012
		WO 2011096649 A2	11-08-2011

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- US 20140252968 A [0006] [0007]
- US 20130200802 A [0008]