

DESCRIPTION**Commande cyclique de cellules d'un circuit intégré**Domaine technique

[0001] La présente description concerne de façon générale les circuits électroniques et, plus particulièrement, les circuits contenant des fonctions matérielles activables sélectivement.

[0002] La présente description s'applique en particulier à des fonctions (blocs, cellules, circuits, portions de circuits, etc.) activables cycliquement.

Technique antérieure

[0003] Pour des raisons de consommation, certains circuits électroniques comportent des fonctions matérielles activables sélectivement afin de couper leur alimentation lorsqu'elles ne sont pas utilisées. Certaines de ces fonctions sont activées cycliquement (périodiquement) afin de simplifier la commande et d'en réduire la consommation ou parce que c'est imposé par l'application.

[0004] Il peut s'agir de fonctions de test, de calculs périodiques, etc.

[0005] Le document JP2003-188693 décrit un circuit oscillant utilisé pour une commande PWM. Le circuit utilise un comparateur à deux seuils, associé à un condensateur, pour générer une rampe et contrôler le rapport cyclique du signal de commande PWM.

[0006] Le document US2016/036327 décrit un convertisseur abaisseur utilisant une impulsion variable, comprenant une unité de commutation pour convertir une tension d'alimentation fournie par un dispositif externe en une tension interne, et un contrôleur d'impulsion configuré pour contrôler de façon variable un temps de pilotage de l'unité

de commutation en fonction d'un résultat obtenu en détectant une différence entre la tension d'alimentation et une tension de sortie qui est la tension interne.

[0007] Le document CN102097934 décrit un convertisseur abaisseur DC/DC à hystérésis.

Résumé de l'invention

[0008] Un mode de réalisation pallie tout ou partie des inconvénients des circuits connus d'activation périodique de fonctions électroniques.

[0009] Un mode de réalisation prévoit un circuit d'activation cyclique d'une fonction électronique comportant un comparateur à hystérésis de commande de la charge d'un élément capacitif d'alimentation de ladite fonction.

[0010] Selon un mode de réalisation, ladite fonction est une fonction au moins partiellement numérique.

[0011] Selon un mode de réalisation, ladite fonction est une fonction au moins partiellement analogique.

[0012] Selon un mode de réalisation, l'élément capacitif constitue un réservoir d'énergie destiné à l'alimentation de ladite fonction.

[0013] Selon un mode de réalisation, ledit comparateur régule la consommation de ladite fonction.

[0014] Selon un mode de réalisation, ladite fonction est activée en fonction du résultat de la comparaison fournie par le comparateur.

[0015] Selon un mode de réalisation, le circuit comporte une source de courant constant de charge du condensateur.

[0016] Selon un mode de réalisation, un interrupteur est intercalé entre la source de courant et l'élément capacitif.

[0017] Selon un mode de réalisation, le comparateur est alimenté par une tension distincte de la tension de l'élément capacitif.

[0018] Un mode de réalisation prévoit un procédé d'activation cyclique d'une fonction électronique comportant les étapes suivantes :

- générer une rampe de tension ; et
- activer, respectivement désactiver, la fonction à chaque changement de sens de la rampe, ladite fonction étant alimentée par un élément capacitif.

[0019] Selon un mode de réalisation, la rampe est générée par la charge et la décharge de l'élément capacitif.

[0020] Un mode de réalisation prévoit un circuit comportant :

- au moins une fonction électronique ; et
- au moins un circuit d'activation.

Brève description des dessins

[0021] 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 :

[0022] la figure 1 représente, de façon très schématique et sous forme de blocs, un mode de réalisation d'un circuit d'activation cyclique ; et

[0023] la figure 2 illustre, sous forme de chronogrammes, le fonctionnement du circuit de la figure 1.

Description des modes de réalisation

[0024] De mêmes éléments ont été désignés par de mêmes références dans les différentes figures. En particulier, les éléments structurels et/ou fonctionnels communs aux différents modes de réalisation peuvent présenter les mêmes

références et peuvent disposer de propriétés structurelles, dimensionnelles et matérielles identiques.

[0025] Par souci de clarté, seuls les étapes et éléments utiles à la compréhension des modes de réalisation décrits ont été représentés et sont détaillés. En particulier, la fonction activable, remplie par un élément, bloc, cellule ou circuit matériel, n'a pas été détaillée, les modes de réalisation décrits étant compatibles avec toute fonction usuelle activable cycliquement.

[0026] Sauf précision contraire, lorsque l'on fait référence à deux éléments connectés entre eux, cela signifie directement connectés sans éléments intermédiaires autres que des conducteurs, et lorsque l'on fait référence à deux éléments reliés ou couplés entre eux, cela signifie que ces deux éléments peuvent être connectés ou être reliés ou couplés par l'intermédiaire d'un ou plusieurs autres éléments.

[0027] Sauf précision contraire, les expressions "environ", "approximativement", "sensiblement", et "de l'ordre de" signifient à 10 % près, de préférence à 5 % près.

[0028] Généralement, un circuit à activer cycliquement reçoit un signal d'activation provenant d'une machine d'états associée à une horloge. Le rôle de la machine d'états (par exemple un compteur) est de compter un nombre déterminé de cycles d'horloge afin d'activer périodiquement et avec un rapport cyclique donné le circuit commandé. Toutefois, le circuit générant la fréquence d'horloge et la machine d'états doivent être alimentés en permanence pour jouer leur rôle. La consommation alors engendrée peut ne pas être négligeable. De plus, la fonction activée cycliquement est généralement en permanence alimentée par la même tension d'alimentation que celle de la machine d'états qui l'active.

[0029] Selon les modes de réalisation décrits, on prévoit d'alimenter la fonction activable sélectivement à partir d'un signal d'alimentation périodique. De plus, on prévoit de générer le signal d'activation périodique à partir de ce signal d'alimentation périodique. Ainsi, on prévoit de préférence de modifier non seulement la façon dont est généré le signal d'activation de la fonction mais également de modifier la façon dont la fonction est alimentée.

[0030] Ainsi, à la différence de circuits contrôlant le le rapport cyclique d'une fonction telle qu'un oscillateur, on prévoit de modifier le rapport cyclique d'alimentation de la fonction elle-même.

[0031] Dans les applications visées par la présente description, une fonction d'un circuit électronique activable cycliquement est une portion de ce circuit, désignée par bloc, cellule ou fonction, susceptible d'être alimentée sélectivement par rapport à d'autres parties du circuit électronique. Une telle portion de circuit est, de préférence, une fonction numérique et/ou analogique de plusieurs composants actifs, par exemple des portes logiques, par opposition à des composants passifs, de type résistance, condensateur, inductance. De préférence, la fonction ne se limite pas à un simple interrupteur mais est une fonction plus complexe qu'un simple interrupteur.

[0032] La figure 1 représente, de façon très schématique et sous forme de blocs, un mode de réalisation d'un circuit 1 d'activation cyclique d'une fonction électronique matérielle 2.

[0033] La fonction matérielle 2 est symbolisée par un bloc ou cellule 2 (CELL) et peut être n'importe quelle fonction compatible avec une activation cyclique. La cellule 2 comporte deux bornes 21 et 23 d'alimentation et une borne 25 d'activation. La cellule 2 comporte d'autres bornes,

notamment d'entrée/sortie, non représentées qui dépendent de l'application.

[0034] Le circuit d'activation 1 est basé sur la génération d'une rampe de tension, rendue périodique par l'alternance de cycles de charge et décharge d'un élément capacitif C, par exemple un condensateur. Le condensateur C est relié, par un interrupteur K, commandable en tout ou rien, à une source 12 de courant I, de préférence constant. Ainsi, la source 12, l'interrupteur K et le condensateur C sont en série entre des bornes 15 et 17 d'application d'une tension d'alimentation Valim, la borne 17 définissant un potentiel de référence, typiquement la masse. La tension Valim est une tension d'alimentation extraite de l'alimentation du circuit électronique intégrant la fonction 2 et son circuit d'activation 1, ou la tension d'alimentation de ce circuit.

[0035] L'interrupteur K est commandé par un signal CT fourni par un comparateur 14 à hystérésis de la tension Vc aux bornes du condensateur C par rapport à une tension de référence Vref. Ainsi, le noeud 16 entre l'interrupteur K et le condensateur C est relié, de préférence connecté, à une entrée du comparateur 14, l'autre entrée du comparateur 14 recevant la tension Vref. L'hystérésis du comparateur 14 est définie par deux seuils THH et THL, respectivement supérieur et inférieur à la tension Vref et conditionnant le basculement de la sortie 141 du comparateur 14. Dans l'exemple représenté, on suppose que la tension Vref est appliquée sur l'entrée positive (+) du comparateur 14 tandis que la tension Vc est appliquée sur son entrée négative (-). Dans ce cas, la sortie du comparateur 14 bascule vers un état bas dès que la tension Vc croissante atteint le seuil THH et bascule vers un état haut dès que la tension Vc décroissante atteint le seuil THL.

[0036] La sortie 141 est reliée, de préférence connectée, à une borne de commande de cet interrupteur K (par exemple, la

grille d'un transistor MOS constituant l'interrupteur K). La borne 141 est par ailleurs reliée, dans l'exemple représenté, à la borne 25 d'activation de la cellule 2 par l'intermédiaire d'un inverseur 18. L'inverseur 18 fournit un signal EN d'activation de la cellule, supposé arbitrairement actif à l'état haut. L'inverse est possible selon la constitution de la cellule 2. Par exemple, pour une activation à l'état bas de la cellule 2, l'inverseur 18 est omis.

[0037] Le comparateur 14 (et l'inverseur 18 s'il est présent) sont alimentés par la tension Valim.

[0038] Afin de combiner alimentation et activation de la cellule 2, la cellule 2 est alimentée par la tension Vc aux bornes du condensateur C. Ainsi, sa borne 21 est reliée, de préférence connectée, au noeud 16 et sa borne 23 est reliée, de préférence connectée, à la borne 17.

[0039] La figure 2 illustre, par des chronogrammes (a), (b), (c) et (d), le fonctionnement du circuit de la figure 1.

[0040] Les chronogrammes (a), (b), (c) et (d) illustrent respectivement des exemples d'allures de la tension Vc présente sur le noeud 16, du signal de commande CT en fermeture de l'interrupteur K, du signal EN d'activation de la cellule 2 et des états actif (ON) et inactif (OFF) de la cellule 2.

[0041] Grâce au comparateur à hystérésis 14 et à l'alimentation de la cellule 2 par le condensateur C, le fonctionnement est cyclique. En d'autres termes, la tension Vc alterne des rampes croissantes lorsque l'interrupteur K est fermé (la source de courant 12 chargeant alors le condensateur C) et des rampes décroissantes lorsque l'interrupteur K est ouvert (le condensateur C se déchargeant pour alimenter la fonction 2). En d'autres termes, on modifie le rapport cyclique d'alimentation de la fonction activée.

Plus la fonction ou cellule consomme, plus le condensateur C se décharge rapidement et moins la cellule est active longtemps. La consommation moyenne est constante mais le rapport cyclique est modifié de façon à activer la cellule plus ou moins longtemps.

[0042] Comme cela ressort de la figure 1, le comparateur à hystérésis effectue de préférence deux actions. Il commande l'activation de la fonction numérique (signal EN) et il commande la charge du condensateur C d'alimentation de cette fonction (signal CT).

[0043] L'inversion du signal de sortie du comparateur 14 pour activer la fonction 2 permet d'éviter que la fonction ne consomme en permanence. Il peut subsister des courants de fuite mais ils sont inférieurs à ceux qui existeraient si la fonction 2 était en permanence alimentée (par la tension Valim).

[0044] La durée des périodes d'allumage ou d'extinction de la fonction 2 dépend de l'hystérésis du comparateur et de la capacité du condensateur C.

[0045] La durée des périodes d'extinction de la fonction 2 dépend de l'intensité du courant I et de la capacité du condensateur C.

[0046] A titre d'exemple particulier de réalisation, on pourra réaliser une source de courant 12 du type en VBG/R dans une technologie MOS, c'est-à-dire fonction de la tension de bandgap (hauteur de bande interdite) ou en Vbe/R dans une technologie bipolaire. La tension Vref est par exemple, en technologie MOS, la tension de bandgap. Plus généralement, on cherche à disposer d'une tension stable en température et toute tension de ce type convient.

[0047] Un avantage des modes de réalisation décrits est que l'on réduit considérablement la consommation en dehors des

périodes d'activation. La source de courant 12, le comparateur 14 et l'inverseur 18 représentent les seuls éléments ayant besoin d'être alimentés en permanence par la tension Valim. Pour le reste, le condensateur C accumule de l'énergie qui est restituée et qui n'est donc pas perdue.

[0048] Un autre avantage est que la solution proposée est moins encombrante à l'intérieur du circuit. Le comparateur 12 et l'inverseur optionnel 18 représentent les deux seuls éléments ayant besoin d'être internes au circuit 1 et sont nettement moins encombrants qu'une machine d'états. Selon l'application, le condensateur C est ou non intégré au circuit. Il peut donc être à l'extérieur du circuit électronique intégrant la cellule 2 et le circuit d'activation 1, ce qui permet de réduire encore la taille du circuit intégré portant la fonction activable cycliquement.

[0049] Divers modes de réalisation et variantes ont été décrits. L'homme de l'art comprendra que certaines caractéristiques de ces divers modes de réalisation et variantes pourraient être combinées, et d'autres variantes apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, le choix des valeurs à donner aux différents composants et tensions dépend de l'application.

[0050] Enfin, la mise en oeuvre pratique des modes de réalisation et variantes décrits est à la portée de l'homme du métier à partir des indications fonctionnelles données ci-dessus, en particulier pour ce qui est de la réalisation de la source de courant 12 et des différents éléments en fonction des composants disponibles dans l'application.

REVENDICATIONS

1. Circuit (1) d'activation cyclique d'une fonction électronique (2) comportant un comparateur à hystérésis (14) de commande de la charge d'un élément capacitif (C) d'alimentation de ladite fonction.
2. Circuit selon la revendication 1, dans lequel ladite fonction (2) est une fonction au moins partiellement numérique.
3. Circuit selon la revendication 1 ou 2, dans lequel ladite fonction (2) est une fonction au moins partiellement analogique.
4. Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'élément capacitif (C) constitue un réservoir d'énergie destiné à l'alimentation de ladite fonction (1).
5. Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel ledit comparateur (14) régule la consommation de ladite fonction (2).
6. Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel ladite fonction (2) est activée en fonction du résultat de la comparaison fournie par le comparateur (14).
7. Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comportant une source (12) de courant constant de charge du condensateur.
8. Circuit selon la revendication 7, dans lequel un interrupteur (K) est intercalé entre la source de courant (12) et l'élément capacitif (C).
9. Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le comparateur (14) est alimenté par une

tension (Valim) distincte de la tension de l'élément capacitif (C).

10. Procédé d'activation cyclique d'une fonction électronique (2) comportant les étapes suivantes :

- générer une rampe de tension ; et
- activer, respectivement désactiver, la fonction à chaque changement de sens de la rampe, ladite fonction étant alimentée par un élément capacitif (C).

11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel la rampe est générée par la charge et la décharge de l'élément capacitif (C).

12. Circuit comportant :

- au moins une fonction électronique (2) ; et
- au moins un circuit d'activation (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

1/1

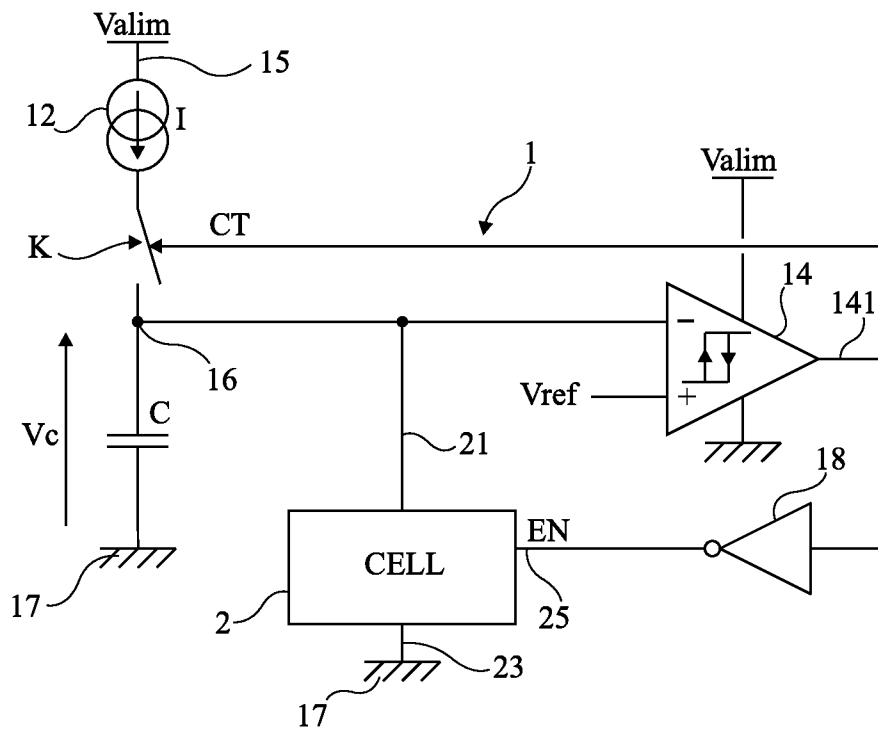


Fig 1

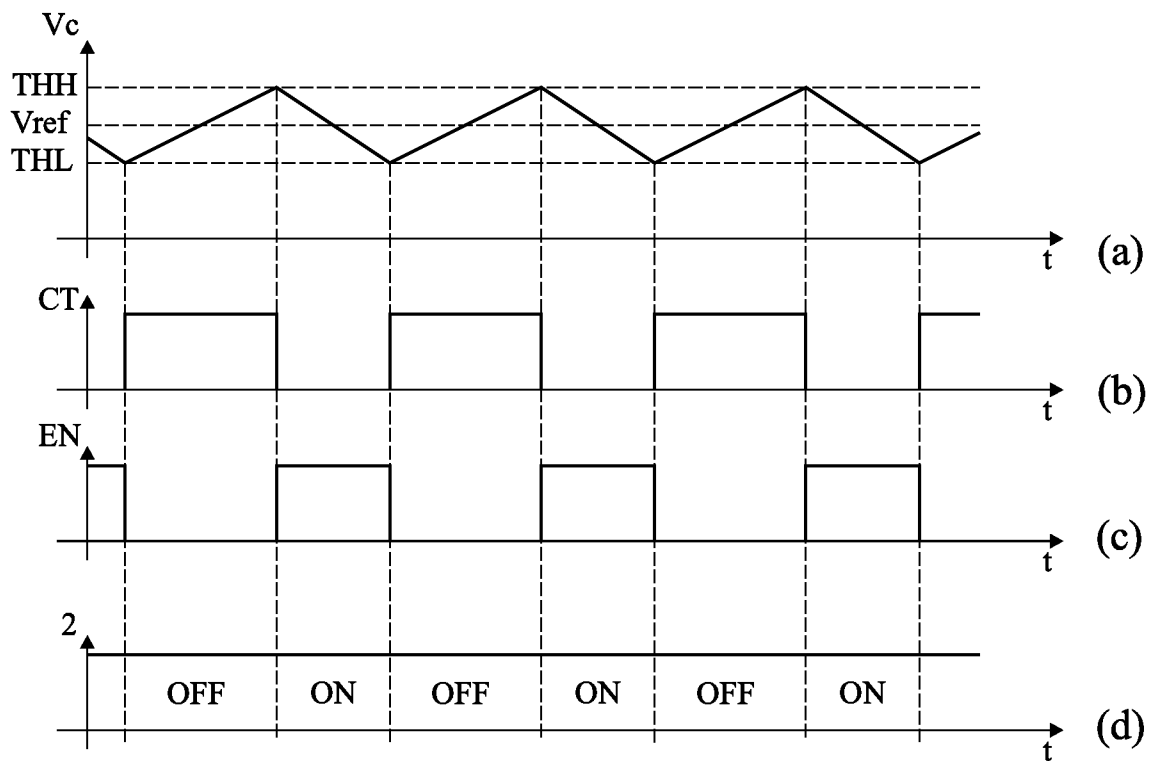


Fig 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2019/051553**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G06F 1/26**(2006.01)i; **G06F 1/3287**(2019.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02M; G06F; H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003188693 A (KANSAI NIPPON ELECTRIC) 04 July 2003 (2003-07-04) abstract; figures 1-6	1-12
X	US 2016036327 A1 (NAM HYUN-SEOK [KR] ET AL) 04 February 2016 (2016-02-04) paragraphs [0049] - [0165]; figures 1-8C	1-12
X	US 9935618 B1 (TOWER SEMICONDUCTOR LTD [IL]) 03 April 2018 (2018-04-03) column 8, line 27 - column 21, line 67; figure 11	1-12
X	JP H05157626 A (NIPPON MINING CO) 25 June 1993 (1993-06-25) abstract; figures 1-3	1-12
X	CN 102097934 A (UNIV ZHEJIANG) 15 June 2011 (2011-06-15) abstract; figures 1-6	1,6,8-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 September 2019

Date of mailing of the international search report

09 October 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Vertua, Arturo

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2019/051553

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2003188693	A	04 July 2003	JP	3914047	B2	16 May 2007
				JP	2003188693	A	04 July 2003
US	2016036327	A1	04 February 2016	KR	20160016190	A	15 February 2016
				US	2016036327	A1	04 February 2016
US	9935618	B1	03 April 2018	NONE			
JP	H05157626	A	25 June 1993	JP	H0670587	B2	07 September 1994
				JP	H05157626	A	25 June 1993
CN	102097934	A	15 June 2011	NONE			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2019/051553

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G06F1/26 G06F1/3287 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H02M G06F H04N		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	JP 2003 188693 A (KANSAI NIPPON ELECTRIC) 4 juillet 2003 (2003-07-04) abrégé; figures 1-6 -----	1-12
X	US 2016/036327 A1 (NAM HYUN-SEOK [KR] ET AL) 4 février 2016 (2016-02-04) alinéas [0049] - [0165]; figures 1-8C -----	1-12
X	US 9 935 618 B1 (TOWER SEMICONDUCTOR LTD [IL]) 3 avril 2018 (2018-04-03) colonne 8, ligne 27 - colonne 21, ligne 67; figure 11 -----	1-12
X	JP H05 157626 A (NIPPON MINING CO) 25 juin 1993 (1993-06-25) abrégé; figures 1-3 ----- -/-	1-12
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 26 septembre 2019		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 09/10/2019
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Vertua, Arturo

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	CN 102 097 934 A (UNIV ZHEJIANG) 15 juin 2011 (2011-06-15) abrégé; figures 1-6 -----	1,6,8-12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2019/051553

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2003188693 A	04-07-2003	JP 3914047 B2 JP 2003188693 A	16-05-2007 04-07-2003
US 2016036327 A1	04-02-2016	KR 20160016190 A US 2016036327 A1	15-02-2016 04-02-2016
US 9935618 B1	03-04-2018	AUCUN	
JP H05157626 A	25-06-1993	JP H0670587 B2 JP H05157626 A	07-09-1994 25-06-1993
CN 102097934 A	15-06-2011	AUCUN	