

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑮④ CIRCUIT INTEGRE POUR DETECTION D'UN DEFAUT D'ISOLATION AVEC UNE ARMA-
TURE CONDUCTRICE.

⑫② Date de dépôt : 28.12.15.

⑫③ Priorité :

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑫⑦ Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES
Etablissement public — FR.

⑫④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 30.06.17 Bulletin 17/26.

⑫④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 15.06.18 Bulletin 18/24.

⑫⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑫⑦② Inventeur(s) : CHAMBION BERTRAND.

⑫⑦③ Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES
Etablissement public.

⑫⑦④ Mandataire(s) : INNOVATION COMPETENCE
GROUP.

FR 3 046 247 - B1



CIRCUIT INTEGRE POUR DETECTION D'UN DEFAUT D'ISOLATION AVEC UNE ARMATURE CONDUCTRICE

L'invention concerne les circuits électroniques comportant des armatures
5 conductrices et, en particulier, les circuits électroniques permettant la détection
d'un dysfonctionnement par un défaut d'isolation électrique entre un composant
électronique du circuit électronique et une armature conductrice entourant ce
composant.

Des circuits électroniques comportant des matrices de diodes
10 électroluminescentes ou LEDs sont connus. Les diodes électroluminescentes
connaissent un développement important, notamment du fait d'une
consommation électrique réduite, d'une durée de vie réputée élevée, et d'une
aptitude à l'intégration intéressante pour des circuits électroniques. L'aptitude à
l'intégration de telles LEDs a pour revers d'empêcher le remplacement d'une
15 cellule LED dans la matrice. Par ailleurs, une défaillance complète d'une cellule
LED peut affecter le fonctionnement de toutes les autres cellules LED avec
lesquelles elle peut être connectée en série.

Différents modes de dysfonctionnement sont connus pour des cellules
LED, ces dysfonctionnements étant parfois spécifiques à la technologie de
20 fabrication de ces cellules LED. Des dégradations progressives interviennent
notamment avec l'augmentation des courants de fuite aux jonctions des diodes
ou à travers des couches d'isolant. Ainsi, même si une cellule LED reste
fonctionnelle, le flux lumineux qu'elle émet diminue progressivement pour un
niveau de tension donné appliqué à ses bornes.

25 Pour répondre à ces problématiques, en particulier pour le respect de
normes de sécurité, il existe un besoin pour une solution de surveillance préalable
du fonctionnement des cellules LEDs. Par ailleurs, l'analyse du mode de
dysfonctionnement est parfois assez incomplète.

L'invention vise à résoudre un ou plusieurs de ces inconvénients.
30 L'invention porte ainsi sur un circuit électronique, comprenant :
-un composant électronique ;
-une armature conductrice entourant le composant électronique ;
-un isolant électrique entre le composant électronique et l'armature conductrice;
-un dispositif configuré pour mesurer le courant traversant l'armature ou la
35 tension sur cette armature ou sur le composant électronique ;
-un dispositif de détermination d'un défaut, configuré pour déterminer un défaut
de l'isolant électrique en fonction du courant ou de la tension mesurée.

L'invention porte également sur les variantes suivantes. L'homme du métier comprendra que chacune des caractéristiques des variantes suivantes peut être combinée indépendamment aux caractéristiques ci-dessus, sans pour autant constituer une généralisation intermédiaire.

- 5 Selon une variante, ladite armature inclut majoritairement du polysilicium présentant une concentration de dopants au moins égale à 10^{19}cm^{-3} .

 Selon une autre variante, ledit composant électronique est une diode électroluminescente.

 Selon encore une variante, ladite armature est à un potentiel flottant.

- 10 Selon une autre variante, ladite armature conductrice entoure plusieurs composants électroniques, ledit isolant électrique isolant chacun desdits composants électroniques de l'armature conductrice et isolant lesdits composants électroniques entre eux.

- Selon encore une autre variante, lesdits composants électroniques sont
15 connectés électriquement en série.

 Selon une variante, lesdits composants électroniques sont connectés électriquement en parallèle.

- Selon une autre variante, le circuit électronique comprend un dispositif d'alimentation configuré pour alimenter séquentiellement lesdits composants
20 électroniques avec une même différence de potentiel.

 Selon encore une variante, ledit dispositif de détermination d'un défaut est configuré pour localiser l'emplacement d'un défaut en fonction de l'amplitude de la tension ou du courant mesuré.

- L'invention porte également sur un procédé de détermination d'un défaut
25 d'un isolant électrique, le procédé comprenant les étapes de :

- fournir un circuit électronique incluant un isolant électrique, un composant électronique et une armature conductrice entourant le composant électronique, l'isolant électrique étant disposé entre l'armature conductrice et le composant électronique,
- 30 -mesure du courant traversant l'armature ou de la tension sur cette armature ou sur le composant électronique ;
- détermination d'un défaut de l'isolant électrique en fonction du courant ou de la tension mesurée.

- Selon une variante, ladite armature du circuit électrique est à un potentiel
35 flottant en l'absence de défaut de l'isolant électrique.

 Selon encore une variante, le procédé comprend en outre une étape de localisation de l'emplacement d'un défaut en fonction de l'amplitude de la tension ou du courant mesuré.

Selon une autre variante, lesdits composants électroniques fournis sont connectés électriquement en série, et la localisation du défaut est réalisée en mesurant la tension sur ladite armature et en comparant la tension mesurée aux tensions d'alimentation des composants électroniques connectés en série.

5 Selon encore une autre variante, ledit circuit fourni comprend un dispositif d'alimentation configuré pour alimenter séquentiellement lesdits composants électroniques avec une même différence de potentiel, et la localisation du défaut est réalisée en mesurant la tension sur ladite armature et en déterminant pour
10 quel composant électronique alimenté la tension mesurée correspond à une tension d'alimentation du composant électronique.

Selon une variante, ladite armature fournie inclut majoritairement du polysilicium présentant une concentration de dopants au moins égale à 10^{19}cm^{-3} .

15 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

-la figure 1 est une vue en coupe transversale d'un circuit intégré selon un exemple de mode de réalisation de l'invention ;

20 -la figure 2 est une vue en coupe de dessus du circuit intégré de la figure 1 ;

-la figure 3 est un diagramme courant/tension illustrant le vieillissement d'une LED multi-puces connectées en série, en partie lié à une dégradation de l'isolant ;

25 -les figure 4a et 4b sont des schémas électriques équivalents pour l'association de LEDs connectées en série et d'une armature, dans le cas d'un fonctionnement normal, et dans le cas d'un court-circuit vers l'armature;

-la figure 5 est un schéma électrique équivalent pour l'association de LEDs connectées en parallèle et d'une armature ;

30 -la figure 6 illustre des composants d'une matrice, testés séquentiellement ;

-la figure 7 est un diagramme illustrant différents cas de résistance de fuite ;

-la figure 8 est une vue en coupe transversale d'un circuit intégré selon un autre exemple de mode de réalisation de l'invention.

35

Les figures 1 et 2 sont des vues en coupe d'un exemple de circuit intégré 1 selon un exemple de mode de réalisation de l'invention. Le circuit intégré 1 comprend plusieurs composants électroniques 11 à 16, en l'occurrence des diodes électroluminescentes ou LEDs à nanofils. Chacune des LEDs 11 à 16

forme un pixel émissif. Les LEDs 11 à 16 sont ici formées sur un substrat semi-conducteur 91.

Le circuit intégré 1 comprend en outre une armature conductrice 4 entourant les LEDs 11 à 16. Le circuit intégré 1 comprend en outre un isolant électrique 5. L'isolant électrique 5 forme d'une part une isolation électrique entre l'armature 4 et les LEDs 11 à 16. Une face latérale 51 de l'isolant électrique 5 forme notamment une séparation entre la LED 11 et l'armature 4. Une face latérale 52 de l'isolant électrique 5 forme une séparation entre la LED 12 et l'armature 4. L'isolant électrique 5 forme d'autre part une isolation électrique entre les différentes LEDs 11 à 16.

Les LEDs 11 à 16 peuvent présenter une structure connue en soi. Les LEDs 11 à 16 comportent ici des électrodes respectives, positionnées sous le substrat 91. Les LEDs 11 à 13 comportent respectivement des électrodes inférieures 21 à 23 disposées sous le substrat 91, et typiquement réalisées en métal. Le substrat 91 est en matériau semi-conducteur. Le substrat 91 est par exemple suffisamment dopé pour être conducteur. Le matériau du substrat 91 peut être sélectionné de façon à favoriser la croissance de nanofils de LEDs de façon organisée. Le substrat 91 est surmonté d'une couche isolante 92. Cette couche isolante 92 est par exemple réalisée en oxyde de Silicium ou en nitrure de Silicium. Cette couche 92 peut typiquement comprendre une épaisseur comprise entre 25 nm et 25 µm.

Chacune des LEDs 11 à 16 comporte plusieurs plots 111 traversant l'épaisseur de la couche isolante 92. Les plots 111 sont destinés à conduire les polarisations respectives des électrodes inférieures vers les fils des différentes LED 11 à 16. Les plots 111 sont par exemple réalisés dans un alliage III-N, par exemple du GaN. Les plots 111 peuvent par exemple être réalisés en GaN non intentionnellement dopé ou en GaN à dopage de type N.

Un fil respectif est formé à l'aplomb de chacun des plots 111. La structure des fils sera décrite en référence à la LED 11, les LEDs 12 à 16 pouvant présenter une structure similaire. Un fil comprend un montant 112 en contact avec un plot 111 au niveau de sa partie inférieure. Le montant 112 peut être réalisé de façon connue en soi dans un alliage III-N, par exemple du GaN à dopage de type N ou de type non intentionnellement dopé. Le montant 112 est recouvert de façon connue en soi par une structure à puits quantique 113. La structure 113 comporte ici une alternance de couches (par exemple une alternance de couches de GaN non dopé et de couches de InGaN). L'essentiel du rayonnement lumineux de la LED est généré dans la structure à puits quantique 113. La structure à puits quantique 113 est recouverte de façon connue en soi par une couche 114, par

exemple en GaN à dopage de type P, de façon à former une jonction P-N ou P-I-N avec le montant 112 ou le puits quantique 113.

Les fils de la LED 11 sont recouverts par une couche conductrice 31 formant une électrode supérieure. La couche 31 est conductrice afin de pouvoir
5 polariser électriquement chaque jonction P-N. La couche conductrice 31 est transparente pour la longueur d'onde d'émission de la LED 11. La couche 31 peut être réalisée de façon connue en soi en oxyde d'indium étain (usuellement désigné par l'acronyme ITO) ou en oxyde de zinc dopé aluminium.

Un circuit d'alimentation (non représenté) permet d'appliquer sélectivement
10 une différence de potentiel d'une amplitude appropriée entre l'électrode inférieure 21 et la couche 31 de l'électrode commune supérieure, afin d'obtenir une émission lumineuse par la LED 11.

Le circuit électronique 1 selon l'invention comporte un dispositif 7 configuré pour mesurer le courant traversant l'armature 4, la tension sur cette armature 4
15 ou sur chacune des LEDs 11 à 16. Le dispositif 7 est par exemple mis en œuvre sous la forme d'un microcontrôleur.

Le circuit électronique 1 comporte en outre un dispositif 8, connecté au dispositif 7. Le dispositif 8 est configuré pour déterminer un défaut de l'isolant électrique 5 en fonction de la tension ou du courant mesuré par le dispositif 7.
20 Comme détaillé plus précisément dans des exemples pratiques par la suite, le dispositif 8 peut ainsi anticiper ou constater un dysfonctionnement du circuit électronique 1. Le dispositif 8 est par exemple mis en œuvre sous la forme d'un microcontrôleur.

Dans l'exemple particulier illustré, l'armature conductrice 4 est
25 avantageusement réalisée en polysilicium dopé. Le polysilicium peut par exemple être dopé avec une concentration au moins égale à 10^{19}cm^{-3} , de préférence au moins égale à $5 \cdot 10^{19}\text{cm}^{-3}$, en vue de former une armature 4 avec peu de contraintes thermomécaniques résiduelles après fabrication. Un tel polysilicium dopé forme ainsi un matériau de remplissage peu coûteux pour l'armature 4. Le
30 polysilicium dopé présente des propriétés mécaniques similaires à celles du substrat 91 en silicium dopé (ayant par exemple une concentration en dopant du même ordre de grandeur que l'armature 4), lors d'une montée en température. Dans une telle configuration, on réduit les contraintes mécaniques dans l'armature 4 lors d'une montée en température liée par exemple à la formation de
35 couches d'oxyde de silicium par oxydation thermique ou lors d'un recuit d'une couche des LEDs, ou lors de toute autre étape d'un procédé de fabrication pouvant impliquer un chauffage important, et potentiellement des contraintes mécaniques entre l'armature 4 et le substrat 91.

La figure 3 est un diagramme représentatif d'un exemple de vieillissement d'une LED multi-puces connectées en série. Le diagramme illustre en ordonnée le courant traversant la LED, et en abscisse la différence de potentiel appliquée aux bornes de la LED. La tension V_m correspond à la tension minimale permettant de stimuler l'émission spontanée dans la jonction (émission de lumière) de la LED. La courbe en trait plein correspond à une LED neuve, la courbe en trait discontinu correspond à une LED après 5000 heures de fonctionnement.

La différence de potentiel V_m correspond à la tension minimale pour obtenir un allumage de la diode électroluminescente. On constate de façon générale que le courant traversant pour une polarisation inférieure à V_m augmente en fonction du temps. On constate que le courant de fuite traversant la LED, alimentée par une différence de potentiel inférieure à V_m , est très supérieur pour la LED ayant subi une certaine durée d'utilisation. Un défaut d'isolation avec une armature conductrice 4 entourant la LED peut-être un facteur important d'un tel courant de fuite.

La structure illustrée aux figures 1 et 2 peut être utilisée par exemple pour connecter les LEDs 11 à 16 en série, en parallèle, ou selon une matrice multiplexée temporellement, en fonction des interconnexions réalisées entre les différentes électrodes de ces LEDs 11 à 16.

Les figures 4a et 4b sont des schémas électriques équivalents de plusieurs LEDs 11 à 14 connectées en série. L'armature 4 est assimilable à une première plaque conductrice de plusieurs capacités 45. L'isolant 5 de l'armature 4 peut être modélisé comme l'isolant de ces capacités 45. Chaque nœud de connexion entre les LEDs est assimilable à une deuxième plaque conductrice des capacités 45.

Comme illustré à la figure 4a, en fonctionnement normal, l'armature 4 (et donc les premières plaques conductrices des capacités 45) est placée à un potentiel flottant. Les premières plaques conductrices des capacités 45 sont ainsi isolées des deuxièmes plaques conductrices par l'intermédiaire de l'isolant 5.

La figure 4b illustre un exemple de dysfonctionnement, matérialisé par un court-circuit entre l'armature 4 et le nœud de connexion des LEDs 12 et 13. L'armature 4 est alors portée au potentiel de ce nœud de connexion.

L'armature 4 doit ainsi présenter un potentiel flottant en fonctionnement normal. Ce potentiel flottant doit prendre une valeur correspondant à la moyenne des potentiels appliqués aux bornes des LEDs. En cas de court-circuit franc à travers l'isolant 5, entre l'armature 4 et une LED (plus précisément son substrat

ou une de ses électrodes), l'armature 4 prend alors le potentiel de cette LED. Le dispositif 7 est connecté à l'armature 4 et mesure le potentiel de l'armature 4. Le dispositif 7 fournit le potentiel mesuré au dispositif 8. En fonction de la valeur du potentiel mesuré par le dispositif 7, le dispositif 8 peut :

- 5 -déterminer une déviation anormale du potentiel flottant, représentative d'une défaillance de l'isolant 5 ;
- localiser avec quelle LED l'isolant 5 présente une défaillance induisant une connexion à l'armature 4.

10 La localisation de la LED pour laquelle l'isolant 5 présente un défaut peut être réalisée comme suit : soit p le nombre de LED connectées en série, et soit V_f la différence de potentiel d'allumage appliquée sur chaque LED, on en déduit que la différence de potentiel appliquée sur l'ensemble de la chaîne de LEDs en série est $V_{in}=p \cdot V_f$. En fonctionnement normal, l'armature 4 est à un potentiel

15 flottant $V_4 \approx V_{in}/2$.

Si le potentiel mesuré V_m prend cette valeur V_4 , le dispositif 8 détermine que l'armature 4 est à son potentiel normal et donc que l'isolant 5 ne présente a priori pas de défaut.

Si le potentiel mesuré V_m diffère significativement de V_4 , le dispositif 8

20 détermine une défaillance de l'isolant 5. La position de la LED défaillante dans la chaîne de LEDs connectées en série sera identifiée par un indice k , cette position d'indice k étant déterminée en partant du potentiel de masse jusqu'au potentiel V_{in} . L'indice k est défini par $k = V_m/V_f$, en arrondissant la valeur de k trouvé à l'entier le plus proche.

25 Avec le potentiel V_m mesuré pour l'application de la tension V_{in} sur la chaîne de LEDs en série, on peut réaliser la détermination d'un défaut pendant l'utilisation des LEDs. Un tel test peut également être réalisé en sortie de chaîne de fabrication, par application de la tension V_{in} , en vue d'éviter d'avoir à réaliser un contrôle optique du circuit intégré 1.

30 Dans le cas où la tension V_m mesurée vaut V_4 , cette mesure peut soit correspondre à un potentiel flottant pour un fonctionnement normal, soit à un défaut d'isolation pour la LED d'indice $k=p/2$. Afin de discriminer ces deux cas de figure, on peut analyser dynamiquement l'évolution de la tension V_m lors de l'application d'un échelon de la tension V_{in} sur la chaîne de LEDs connectées en

35 série.

On peut également envisager de mesurer un courant traversant l'armature 4 jusqu'au dispositif de mesure 7. L'amplitude de ce courant peut être

représentative de l'impédance de fuite de l'isolant 5, et donc de l'amplitude du défaut de l'isolant 5.

La figure 5 est un schéma électrique équivalent de plusieurs LEDs connectées en parallèle dans une matrice, en l'absence de dysfonctionnement. L'armature 4, une électrode commune des LEDs 11 à 14 et l'isolant 5 peuvent être modélisés comme une capacité 45. L'armature 4 forme une plaque conductrice à un potentiel flottant en fonctionnement normal.

L'armature 4 doit présenter un potentiel flottant en fonctionnement normal. Ce potentiel flottant doit prendre une valeur $V_f/2$, correspondant à la moitié du potentiel V_f appliqué aux bornes des LEDs. En cas de court-circuit franc à travers l'isolant 5, entre l'armature 4 et une LED (plus précisément son substrat ou une de ses électrodes), l'armature 4 prend alors le potentiel V_f ou la masse. Le dispositif 7 est connecté à l'armature 4 et mesure le potentiel de l'armature 4. Le dispositif 7 fournit le potentiel mesuré au dispositif 8. En fonction de la valeur du potentiel mesuré par le dispositif 7, le dispositif 8 peut déterminer une déviation anormale du potentiel flottant, représentative d'une défaillance de l'isolant 5.

Dans le cas d'une matrice de LEDs en matrice, alimentées avec un multiplexage temporel, une capacité 45 est connectée séquentiellement en parallèle de chaque LED alimentée. Le mode de test qui va être décrit peut aussi être utilisé pour un circuit intégré 1 muni d'un ensemble de LEDs connectées en parallèle, si ce circuit intégré 1 est configuré pour alimenter séquentiellement chacune des LEDs.

La figure 6 illustre une configuration d'un circuit intégré 1 dans lequel chaque LED 10 est connectée à l'intersection entre une piste de ligne et une piste de colonnes. Ainsi, chaque LED 10 comporte une électrode connectée à une piste de ligne et une électrode connectée à une piste de colonnes. Un circuit de commande de lignes 61 est connecté à des lignes 1 à m. Le circuit de commande 61 applique sélectivement un premier potentiel d'alimentation (par exemple un potentiel de masse) sur une des lignes et maintient les autres lignes à un état flottant. Un circuit de commande de colonnes 62 est connecté à des colonnes 1 à n. Le circuit de commande 62 applique sélectivement un deuxième potentiel d'alimentation (le potentiel V_f) sur une des colonnes et maintient les autres colonnes à un état flottant.

Par une commande appropriée des circuits de commande 61 et 62, on peut tester séquentiellement l'isolation entre chacune des LEDs 10 et l'armature 4. Ainsi, pour chacune des LEDs 10 alimentée, on peut mesurer le potentiel V_m . En identifiant si le potentiel V_m vaut $V_f/2$ ou V_f pour chacune des LEDs 10, on peut

déterminer si son isolation par rapport à l'armature 4 est détériorée ou non. La position de la LED en cours d'alimentation étant connue, on connaît par conséquent la localisation d'un éventuel défaut de l'isolant 5.

- 5 On peut également réaliser une prédiction de dysfonctionnement, en mesurant par exemple un courant de fuite traversant l'armature 4. En fonction de l'amplitude du courant de fuite traversant l'armature 4, on peut anticiper une interruption de service d'une LED ou du circuit électronique 1. Ainsi, si l'amplitude du courant de fuite dépasse un seuil, on peut déterminer que la durée de vie
- 10 résiduelle d'une LED est réduite, et que le respect de normes de sécurité impose son remplacement ou des mesures préventives.

La figure 7 est un diagramme illustrant différents cas de résistances de fuite pouvant être déterminés. On peut envisager par exemple de déterminer la

15 résistance de fuite à travers l'armature 4. En considérant l'armature 4 à son potentiel flottant comme une source de tension, on peut la connecter à la masse successivement par l'intermédiaire de plusieurs résistances calibrées différentes, afin de calculer sa résistance interne. En mesurant les courants drainés de l'armature 4 pour ces deux valeurs de résistance et en mesurant le potentiel sur

20 l'armature 4, on peut extrapoler des diagrammes tels qu'illustrés, représentant le potentiel V_m en fonction du courant drainé. On peut déduire la résistance de fuite en fonction de la pente de ces caractéristiques. La courbe en trait plein correspond par exemple à une résistance de fuite quasi-nulle vers l'armature 4, c'est-à-dire un court-circuit franc entre une LED et l'armature 4. La courbe en trait

25 discontinu correspond à une résistance de fuite plus élevée vers l'armature 4.

Le mode de réalisation précédent a été illustré en référence à des LEDS à nanofils. La figure 8 est une vue en coupe transversale d'un circuit intégré 1 selon un autre mode de réalisation de l'invention. Le circuit intégré 1 comprend

30 plusieurs LEDs selon une autre conception. Chacune des LEDs 11 à 13 forme un pixel émissif.

Le circuit intégré 1 comprend en outre une armature conductrice 4 entourant les LEDs 11 à 13. Le circuit intégré 1 comprend en outre un isolant électrique 5. L'isolant électrique 5 forme d'une part une isolation électrique entre

35 l'armature 4 et les LEDs 11 à 13. Une face latérale 51 de l'isolant électrique 5 forme notamment une séparation entre la LED 11 et l'armature 4. Une face latérale 52 de l'isolant électrique 5 forme une séparation entre la LED 12 et l'armature 4. L'isolant électrique 5 forme d'autre part une isolation électrique entre les différentes LEDs 11 à 13.

Les LEDs 11 à 13 peuvent présenter une structure connue en soi. Les LEDs 11 à 13 comportent ici des électrodes respectives. Les LEDs 11 à 13 comportent respectivement des électrodes inférieures 21 à 23 typiquement réalisées en métal réfléchissant. Les électrodes 21 à 23 sont chacune recouvertes d'une couche de semi-conducteur 116 à dopage de type P (par exemple du GaN à dopage de type P) avec laquelle elles sont en contact. La couche de semi-conducteur 116 est recouverte d'une couche de semi-conducteur 118 à dopage de type N (par exemple du GaN à dopage de type N). Une couche active 117 est formée à l'interface entre les couches 116 et 118. La couche active 117 peut notamment comprendre un ou plusieurs puits quantique. Les LEDs 11 à 13 comportent des électrodes supérieures respectives, 311 à 313, formées en contact sur la couche 118. Les LEDs 11 à 13 peuvent ainsi être polarisées par l'intermédiaire de leurs électrodes inférieure et supérieure respectives. Les électrodes 311 à 313 sont transparentes pour la longueur d'onde d'émission de leur LED respective. Les électrodes 311 à 313 sont par exemple réalisées en oxyde d'indium étain.

Le circuit électronique 1 selon ce mode de réalisation comporte également un dispositif 7 configuré pour mesurer le courant traversant l'armature 4, la tension sur cette armature 4 ou sur chacune des LEDs 11 à 13. Le dispositif 7 est par exemple mis en œuvre sous la forme d'un microcontrôleur.

Le circuit électronique 1 comporte en outre un dispositif 8, connecté au dispositif 7. Le dispositif 8 est configuré pour déterminer un défaut de l'isolant électrique 5 en fonction de la tension ou du courant mesuré par le dispositif 7. Comme détaillé plus précisément dans des exemples pratiques par la suite, le dispositif 8 peut ainsi anticiper ou constater un dysfonctionnement du circuit électronique 1. Le dispositif 8 est par exemple mis en œuvre sous la forme d'un microcontrôleur. Le mode d'identification et de localisation d'un dysfonctionnement peut être similaire à celui décrit en référence au premier mode de réalisation.

Afin d'anticiper un dysfonctionnement, on pourra également évaluer la dérive du potentiel flottant de l'armature 4 préalablement à un dysfonctionnement.

Dans les exemples détaillés précédemment, l'armature 4 est à un potentiel flottant. On peut également appliquer un potentiel sur l'armature 4 et déterminer le courant la traversant. On peut également appliquer un potentiel sur l'armature 4 et mesurer le potentiel sur l'électrode inférieure ou l'électrode supérieure de la LED pour identifier la présence d'un dysfonctionnement.

Dans le cadre de tests dans une ligne de fabrication, les mesures effectuées pourront aussi être croisées avec des mesures optiques en vue d'affiner le diagnostic du dysfonctionnement.

- Bien que l'invention ait été décrite pour une application particulière à des
- 5 composants électroniques de type LEDs, l'invention s'applique également à tout autre type de composant électronique segmenté ou pixellisé contenant une armature conductrice et isolée électriquement de la matrice de pixels.

REVENDEICATIONS

1. Circuit électronique (1), caractérisé en ce qu'il comprend :
 - un composant électronique (11);
 - 5 -une armature conductrice (4) entourant le composant électronique ;
 - un isolant électrique (5) entre le composant électronique (11) et l'armature conductrice (4) ;
 - un dispositif (7) configuré pour mesurer le courant traversant l'armature (4) ou la tension sur cette armature ou sur le composant électronique ;
 - 10 -un dispositif de détermination (8) d'un défaut, configuré pour déterminer un défaut de l'isolant électrique (5) en fonction du courant ou de la tension mesurée.
2. Circuit électronique (1) selon la revendication 1, dans lequel ladite armature (4) inclut majoritairement du polysilicium présentant une concentration de
15 dopants au moins égale à 10^{19}cm^{-3} .
3. Circuit électronique (1) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel ledit composant électronique (11) est une diode électroluminescente.
- 20 4. Circuit électronique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite armature (4) est à un potentiel flottant.
5. Circuit électronique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite armature conductrice (4) entoure plusieurs
25 composants électroniques (11-16), ledit isolant électrique (5) isolant chacun desdits composants électroniques de l'armature conductrice et isolant lesdits composants électroniques (11-16) entre eux.
6. Circuit électronique (1) selon la revendication 5, dans lequel lesdits
30 composants électroniques (11-16) sont connectés électriquement en série.
7. Circuit électronique (1) selon la revendication 5, dans lequel lesdits composants électroniques (11-16) sont connectés électriquement en parallèle.
- 35 8. Circuit électronique (1) selon la revendication 5, comprenant un dispositif d'alimentation configuré pour alimenter séquentiellement lesdits composants électroniques (11-16) avec une même différence de potentiel.
9. Procédé de détermination d'un défaut d'un isolant électrique (5), le procédé
40 comprenant les étapes de :
 - fournir un circuit électronique (1) incluant un isolant électrique (5), un composant électronique (11) et une armature conductrice (4) entourant le

- composant électronique, l'isolant électrique (5) étant disposé entre l'armature conductrice (4) et le composant électronique (11),
-mesure du courant traversant l'armature (4) ou de la tension sur cette armature ou sur le composant électronique ;
5 -détermination d'un défaut de l'isolant électrique (5) en fonction du courant ou de la tension mesurée.
- 10 10. Procédé de détermination selon la revendication 9, dans lequel ladite armature (4) du circuit électrique (1) est à un potentiel flottant en l'absence de défaut de l'isolant électrique (5).
- 15 11. Procédé de détermination selon la revendication 9 ou 10, comprenant en outre une étape de localisation de l'emplacement d'un défaut en fonction de l'amplitude de la tension ou du courant mesuré.
- 20 12. Procédé de détermination selon la revendication 11, dans lequel ledit circuit électronique fourni comprend plusieurs composants électroniques (11) connectés électriquement en série et entourés par l'armature conductrice (4), l'isolant électrique étant disposé entre l'armature conductrice (4) et lesdits composants électroniques (11), et dans lequel la localisation du défaut est réalisée en mesurant la tension sur ladite armature et en comparant la tension mesurée aux tensions d'alimentation des composants électroniques connectés en série.
- 25 30 13. Procédé de détermination selon la revendication 11, dans lequel ledit circuit (1) fourni comprend plusieurs composants électroniques (11) entourés par l'armature conductrice (4), l'isolant électrique étant disposé entre l'armature conductrice (4) et lesdits composants électroniques (11), ledit circuit fourni comprenant un dispositif d'alimentation configuré pour alimenter séquentiellement lesdits composants électroniques (11-13) avec une même différence de potentiel, et dans lequel la localisation du défaut est réalisée en mesurant la tension sur ladite armature (4) et en déterminant pour quel composant électronique alimenté la tension mesurée correspond à une tension d'alimentation du composant électronique.
- 35 40 14. Procédé de détermination selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, dans lequel ladite armature fournie (4) inclut majoritairement du polysilicium présentant une concentration de dopants au moins égale à 10^{19}cm^{-3} .

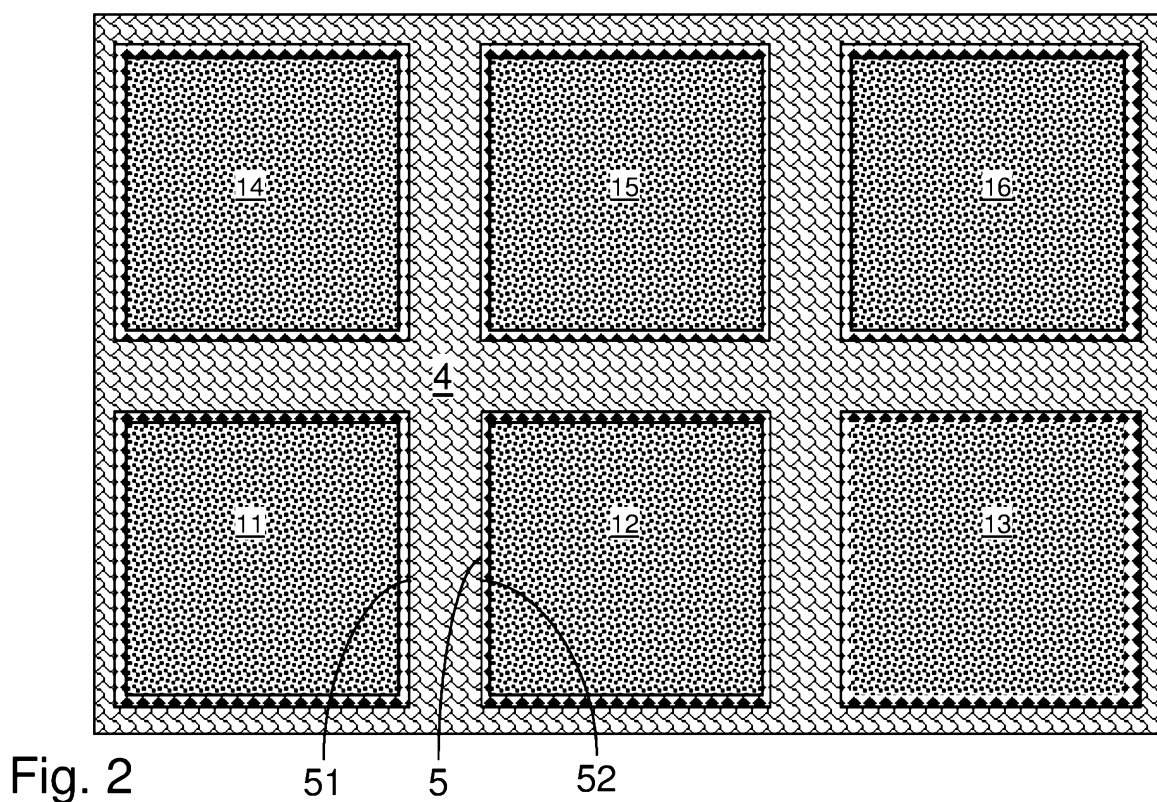
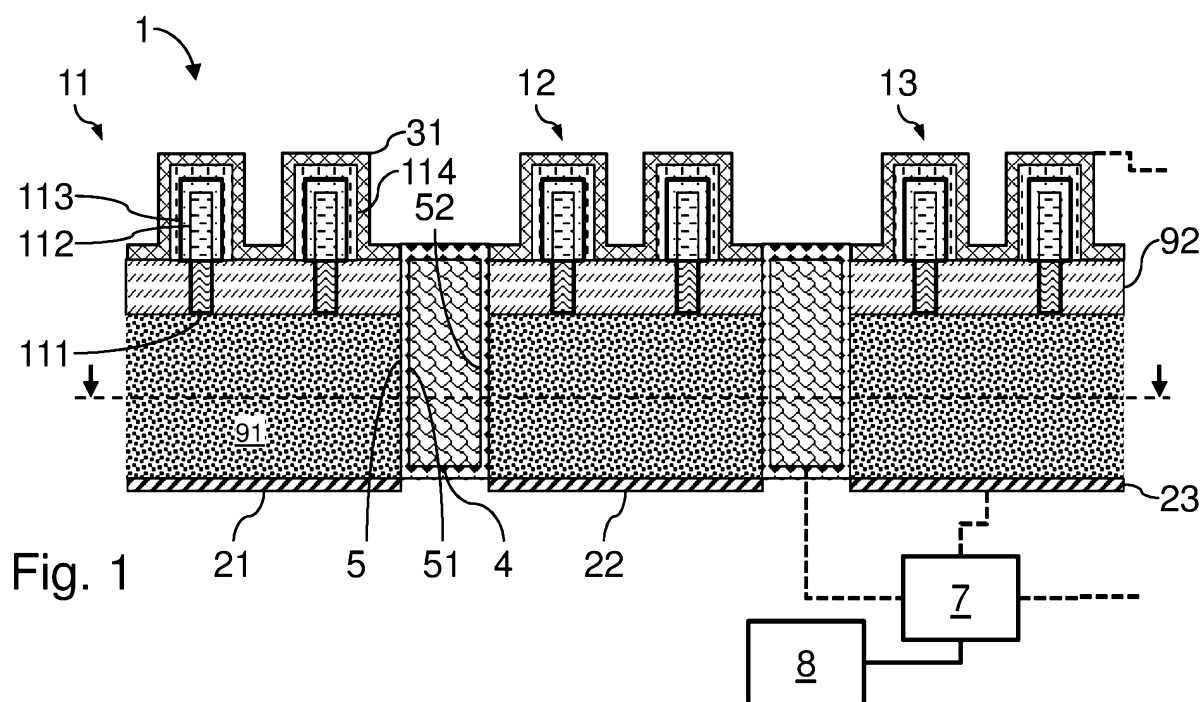


Fig. 3

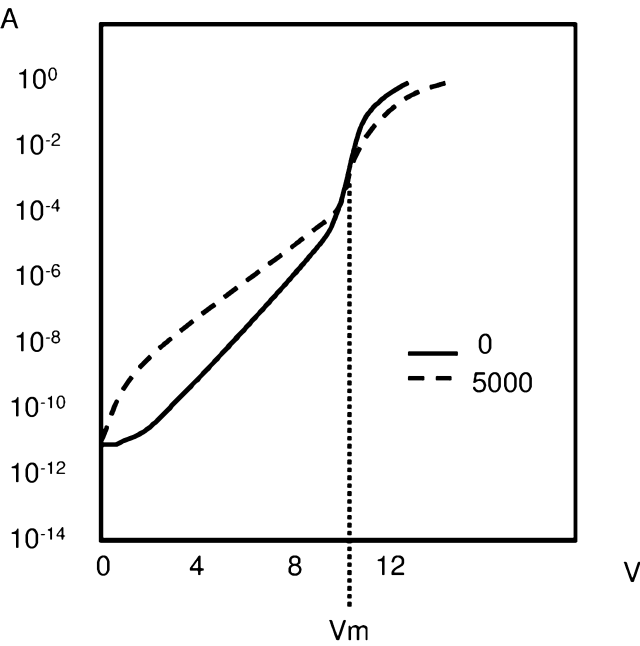


Fig. 4a

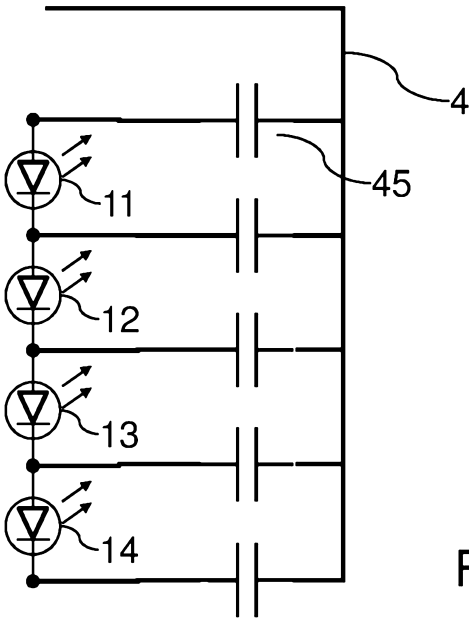


Fig. 4b

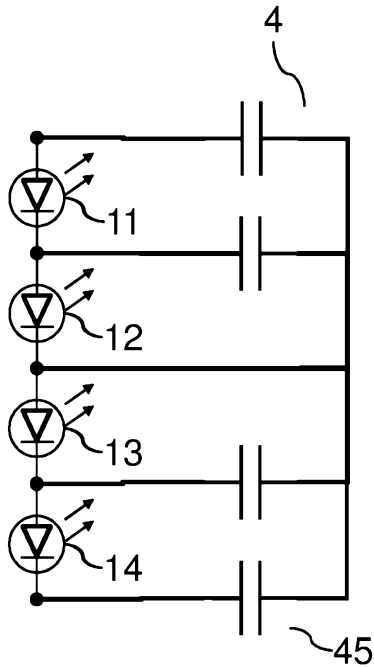


Fig. 5

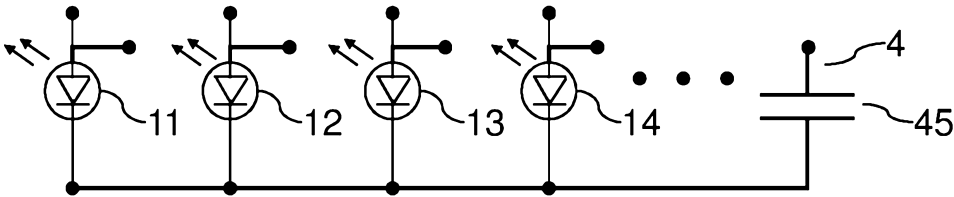


Fig. 6

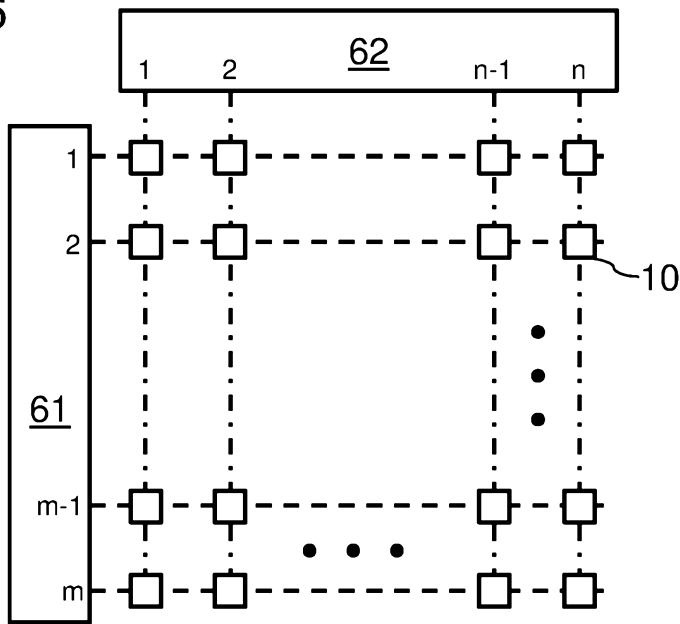
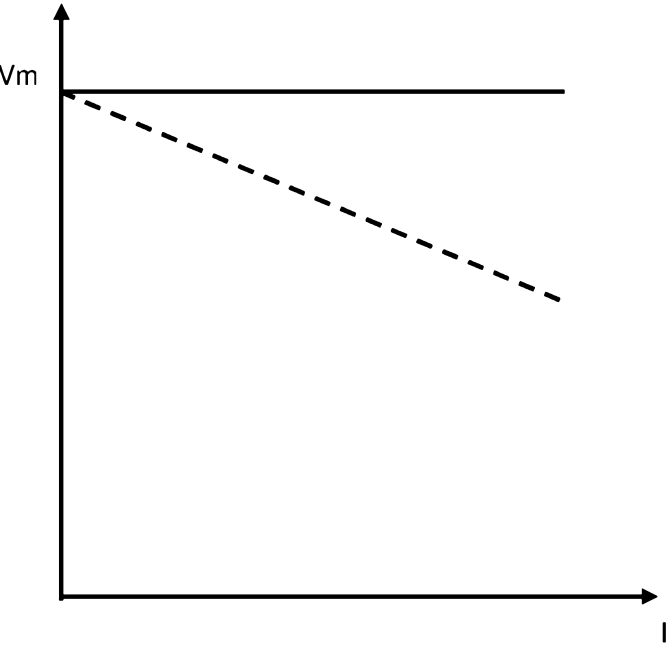
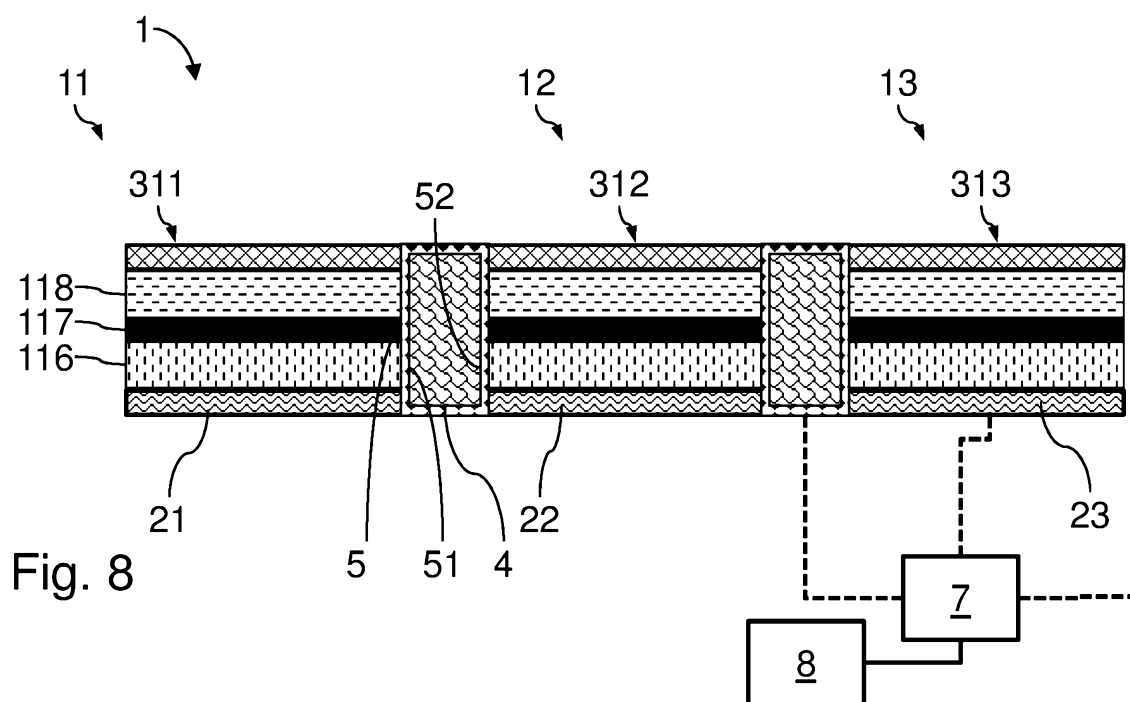


Fig. 7





RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- ☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- ☒ Le demandeur a maintenu les revendications.
- ☐ Le demandeur a modifié les revendications.
- ☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- ☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- ☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- ☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2015/021629 A1 (GERSHOWITZ MICHAEL NEAL [US] ET AL)
22 janvier 2015 (2015-01-22)

FR 3 009 474 A1 (RENAULT SA [FR])
6 février 2015 (2015-02-06)

US 2014/084941 A1 (YUN SOON-IL [KR] ET AL)
27 mars 2014 (2014-03-27)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT