

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDES DE FORMATION D'UNE STRUCTURE DE DISPOSITIF MICRO-ELECTRONIQUE, ET STRUCTURES DE DISPOSITIF MICRO-ELECTRONIQUE ET DE DISPOSITIFS MICRO-ELECTRONIQUES APPARENTES.

⑫② Date de dépôt : 14.09.16.

③⑦ Priorité : 18.09.15 US 14859026.

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : QUARTZDYNE, INC. — US.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 24.03.17 Bulletin 17/12.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 23.12.22 Bulletin 22/51.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : HAHN MARK.

⑦③ Titulaire(s) : QUARTZDYNE, INC..

⑦④ Mandataire(s) : IP TRUST.



PROCEDES DE FORMATION D'UNE STRUCTURE DE
DISPOSITIF MICRO-ÉLECTRONIQUE,

ET STRUCTURES DE DISPOSITIF MICRO-ÉLECTRONIQUE ET
DE DISPOSITIFS MICRO-ÉLECTRONIQUES APPARENTES

5 DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] La description, dans différents modes de
réalisation concerne, d'une manière générale, le
domaine de la fabrication de dispositifs micro-
électroniques. Plus particulièrement, les modes de
10 réalisation de la description concernent les procédés
de formation d'une structure micro-électronique
incluant un câble électrique soudé sur une autre
structure, et les structures de dispositif micro-
électronique et les dispositifs micro-électroniques.

15 ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

[0002] Les dispositifs micro-électroniques
comprennent typiquement une micro-plaquette (par
exemple, une puce) de circuit intégré (CI) logée à
l'intérieur d'un boîtier CI qui est monté sur une carte
20 à circuit imprimé (CCI). Le boîtier CI comprend, de
manière générale, des structures conductrices (par
exemple, des broches, des colonnes, des billes, etc...)
brasées sur la CCI et couplées à des plots de connexion
sur la micro-plaquette CI par l'intermédiaire de câbles
25 électriques de connexion, également connus sous le nom
de raccords par câble électrique.
Traditionnellement, les câbles électriques de connexion

sont fixés sur les structures conductrices du boîtier CI et sur les plots de connexion de la micro-plaquette CI par un ou plusieurs joint(s) à brasure tendre, joints de soudo-brasage, et joints de soudure. Les
5 plots de connexion et les câbles électriques de connexion connectent électriquement les circuits de la micro-plaquette CI aux structures conductrices du boîtier CI de telle sorte que les circuits peuvent être utilisés dans le dispositif micro-électronique.

10 [0003] Malheureusement, les configurations classiques (par exemple, les formes, les tailles, les compositions de matériau, les agencements, etc...) des câbles électriques de connexion, les structures conductrices, et/ou les joints (par exemple, joints à
15 brasure tendre, joints de soudo-brasage, et joints de soudure, etc.) entre les câbles électriques de connexion et les structures conductrices peuvent s'avérer insuffisantes pour employer durablement des dispositifs micro-électroniques utilisant ces
20 configurations classiques dans des environnements hostiles, tels que température élevée, haute pression, environnements corrosifs et/ou abrasifs fréquemment associés à des applications de fond (par exemple, applications de forage, applications de
25 conditionnement, applications d'extraction, applications de mesures, applications de surveillance, applications d'exploration, etc...). Par exemple, à des températures supérieures à 200 °C, le cuivre des câbles électriques de connexion classiques en cuivre plaqué

d'argent peut migrer à travers le placage d'argent et réagir avec l'étain des joints de brasure classiques pour former des cristaux de bronze qui affaiblissent et réduisent la durée de vie du joint de brasure. De plus, les configurations et les procédés de formation de joints de soudure classiques (par exemple, des joints bout à bout classiques, des joints à recouvrement classiques, etc...) entre des câbles électriques de connexion et d'autres structures (par exemple, des structures conductrices, etc...) peuvent entraîner la création de points faibles (par exemple, une région rétrécie) et/ou peuvent faciliter une tension complète entre les joints de soudure classiques et les autres structures, qui peuvent causer un détachement indésirable des câbles électriques de connexion pendant l'utilisation et le fonctionnement.

[0004] Il serait, par conséquent, souhaitable de disposer de nouveaux procédés et de nouvelles structures qui faciliteraient la connexion des composants (par exemple, des structures conductrices, etc...) d'un dispositif micro-électronique tout en atténuant un ou plusieurs des problèmes traditionnellement associés à ces connexions.

BREF EXPOSE DE L'INVENTION

[0005] Les modes de réalisation décrits ici incluent les procédés de formation d'une structure de dispositif micro-électronique, de structures de dispositifs micro-électroniques apparentés, et de

dispositifs micro-électroniques. Par exemple, selon un mode de réalisation décrit dans le présent document, un procédé de formation d'une structure de dispositif micro-électronique comprend l'enroulement d'une portion
5 d'un câble électrique autour d'au moins une paroi latérale d'une structure qui fait saillie depuis une autre structure. Au moins une interface entre une région supérieure de la structure et une région supérieure de la portion enroulée du câble électrique
10 est soudée pour former une région de fusion entre la structure et le câble électrique.

[0006] Dans des modes de réalisation supplémentaires, une structure de dispositif micro-électronique comprend une structure qui fait saillie à
15 partir d'une surface d'une autre structure et comprenant une région proximale adjacente à une interface entre la structure et la surface d'une autre structure et une région distale opposée à la région proximale, un câble électrique enroulé autour d'au
20 moins une paroi latérale de la structure, et une région de fusion intégrale et continue avec la région distale de la structure et une extrémité terminale du câble électrique.

[0007] Dans encore d'autres modes de
25 réalisation, un dispositif micro-électronique comprend une structure de dispositif micro-électronique comprenant au moins une structure qui fait saillie longitudinalement à partir d'une surface d'une autre structure, et au moins un câble électrique couplé à la

au moins une structure. Une portion du au moins un
câble électrique est enroulée autour de la au moins une
structure et est fixée à la au moins une structure par
l'intermédiaire d'au moins une région de fusion
5 intégrale et continue avec la au moins une structure et
le au moins un câble électrique.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0008] Les figures 1 et 2 sont des vues
latérales partielles en élévation illustrant un procédé
10 de formation d'une structure de dispositif micro-
électronique, selon un mode de réalisation de la
description.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

[0009] Les procédés de formation d'une structure
15 de dispositif micro-électronique sont décrits, comme le
sont les structures de dispositif micro-électronique,
et les dispositifs micro-électroniques. Dans certains
modes de réalisation, un procédé de formation d'une
structure de dispositif micro-électronique comprend
20 l'enroulement d'un câble électrique autour d'une
structure qui fait saillie depuis un substrat, puis la
soumission des régions supérieures de la structure et
de la portion enroulée du câble électrique à au moins
un processus de soudure afin de fusionner le câble
25 électrique et la structure. Les configurations (par
exemple, les formes, les tailles, les compositions de
matériau et les agencements, etc...) du câble

électrique et de la structure peuvent être choisies les
unes par rapport aux autres pour former une connexion
solide (par exemple, un joint) entre le câble
électrique et la structure ayant une ou plusieurs
5 propriétés améliorées (par exemple, intégrité
structurelle, stabilité thermique, résistance à la
corrosion, etc.) par rapport à de nombreuses connexions
classiques entre câbles électriques et structures. La
structure de dispositif micro-électronique peut être
10 incluse dans un dispositif micro-électronique destiné à
être utilisé dans une application donnée (par exemple,
une application de fond, une application aérospatiale,
une application de manipulation de liquide purifié et
de gaz, une application médicale, une application
15 pétrochimique, une application industrielle, etc...).
Les procédés, les structures de dispositif micro-
électronique, et les dispositifs micro-électroniques de
la description peuvent assurer une réduction des coûts
et une amélioration de l'efficacité, de la fiabilité,
20 et de la durabilité par rapport aux procédés, aux
structures de dispositif micro-électronique, et aux
dispositifs micro-électroniques classiques.

[0010] La description suivante donne des détails
spécifiques, comme les types de matériau et les
25 conditions de traitement afin de fournir une
description complète des modes de réalisation de la
description. Cependant, un spécialiste de la
technique comprendra que les modes de réalisation de la
description peuvent être mis en pratique sans se

référer à ces détails spécifiques. En fait, les modes de réalisation de la description peuvent être mis en pratique conjointement avec les techniques de fabrication traditionnelles employées dans l'industrie.

5 De plus, la description fournie dans ce document ne constitue pas un schéma de procédé complet pour former une structure de dispositif micro-électronique ou un dispositif micro-électronique. Seuls les actes et structures de procédé requis pour la compréhension des

10 modes de réalisation de la description sont décrits en détail ci-dessous. Des actes complémentaires pour former la structure complète de dispositif micro-électronique et/ou le dispositif micro-électronique peuvent être réalisés grâce aux techniques de

15 fabrication traditionnelles. Il convient également de noter que tous les dessins joints à la présente application ne sont donnés qu'à des fins d'illustrations, et ne sont donc pas à l'échelle. De plus, les éléments communs entre les figures peuvent

20 avoir la même référence numérique.

[0011] Tels qu'utilisés dans le présent document, les termes "comprenant," "incluant," "contenant," "caractérisé par," et leurs équivalents grammaticaux sont des termes inclusifs ou ouverts qui

25 n'excluent pas les éléments ou les étapes de procédé supplémentaires non cités, mais incluent également les termes plus restrictifs "consistant en" et "consistant essentiellement en" et leurs équivalents grammaticaux. Tel qu'utilisé dans le présent document, le terme

“peut” par rapport à un matériau, une structure, une caractéristique ou un acte de procédé indique que l’utilisation de celui-ci/celle-ci est envisagée dans la mise en œuvre d’un mode de réalisation de la description et ce terme est utilisé de préférence au terme plus restrictif “ est” de façon à éviter toute implication que d’autres matériaux, structures, caractéristiques et procédés compatibles pouvant être utilisés en combinaison avec ceux-ci devraient ou doivent être exclus.

[0013] Tel qu’utilisé dans le présent document, le terme “et/ou” inclut toutes les combinaisons possibles de l’un ou de plusieurs des items de la liste associée.

[0015] Tel qu’utilisé dans le présent document, le terme “sensiblement” en référence à un paramètre, une propriété, ou une condition donnés signifie et inclut, jusqu’à un certain point, qu’un spécialiste de la technique comprendrait que ces paramètre, propriété, ou condition sont respectés avec un écart variable, comme dans les limites de tolérances de fabrication acceptables. A titre d’exemple, selon le paramètre, la propriété, ou la condition particuliers sensiblement respectés, le paramètre, la propriété, ou la condition peuvent être respectés à au moins 90,0 %, au moins 95,0 %, au moins 99,0 %, ou même au moins 99,9 %.

[0017] Tel qu’utilisé dans les présentes, chacun des termes “configuré” et “configuration” fait

référence à une taille, une forme, une composition de matériau et un agencement de l'un ou de plusieurs d'au moins une structure et au moins un appareil facilitant le fonctionnement de l'un ou de plusieurs de la structure et de l'appareil, d'une manière prédéterminée.

[0018] Les figures 1 et 2 sont des vues latérales en élévation partielles illustrant les modes de réalisation d'un procédé de formation d'une structure de dispositif micro-électronique incluant au moins un câble électrique (par exemple, au moins un câble électrique de raccordement) couplé à au moins une autre structure (par exemple, au moins une broche, telle qu'au moins une broche I/O). Avec la description telle qu'elle est fournie ci-dessous, il apparaîtra évident pour un spécialiste de la technique que le processus décrit dans les présentes peut être utilisé dans différentes applications. En d'autres termes, le procédé peut être utilisé chaque fois qu'on le désire pour fixer un câble électrique à une autre structure.

[0019] En référence à la Figure 1, une structure de dispositif micro-électronique 100 peut inclure un substrat 102, au moins une structure 104 qui fait saillie (par exemple, qui fait saillie, qui s'étend, etc...) à partir du substrat 102, et au moins un câble électrique 106 entourant au moins partiellement la structure 104. Tel qu'utilisé ici, le terme "substrat" signifie et inclut un matériau ou une construction de

base sur lequel/laquelle des matériaux supplémentaires sont formés. Le substrat 102 peut être un boîtier CI, une carte de circuit renforcée en céramique ou en fibre de verre (par exemple FR-4), un matériau polymère (par exemple, un matériau polyimide), un substrat semi-conducteur, une électrode métallique, ou un substrat semi-conducteur ayant un ou plusieurs matériaux, structures, ou régions formés ou situés d'une autre manière sur ceux-ci. De précédents actes de procédé peuvent avoir été conduits pour former des matériaux, régions, ou jonctions dans la structure ou fondation semi-conductrice de base. A titre d'exemple non limitatif, le substrat 102 peut comprendre un ou plusieurs parmi le silicium, le dioxyde de silicium, le silicium avec un oxyde natif, le nitrure de silicium, le verre, un matériau polymère, un matériau semi-conducteur, un métal, un alliage métallique, un matériau céramique, un oxyde métallique, un nitrure de titane, le tantale, un nitrure de tantale, le niobium, un nitrure de niobium, un nitrure de molybdène, le molybdène, le tungstène, un nitrure de tungstène, le cuivre, le cobalt, le nickel, le fer, l'aluminium, et un métal noble. Dans certains modes de réalisation, le substrat 102 comprend un matériau formulé pour maintenir la stabilité structurelle à des températures élevées (par exemple, températures supérieures ou égales à environ 150 °C), comme un matériau polyimide. Des matériaux appropriés sont disponibles dans le commerce auprès de nombreuses sources, tel la société Dupont (Wilmington, DE), sous la marque KAPTON®.

[0020] Comme le montre la Figure 1, la structure 104 (par exemple, la broche) peut s'étendre longitudinalement à partir d'une surface supérieure 116 du substrat 102. Tel qu'utilisé ici, chacun des termes "longitudinal" et "vertical" signifie et inclut l'extension dans une direction sensiblement perpendiculaire au substrat 102, quelle que soit l'orientation du substrat 102. En conséquence, tel qu'utilisé ici, chacun des termes "latéral" et "horizontal" signifie et inclut l'extension dans une direction sensiblement parallèle au substrat 102, quelle que soit l'orientation du substrat 102. Dans certains modes de réalisation, la structure 104 est intégrale et continue avec le substrat 102. Par exemple, la structure 104 et une structure conductrice telles une piste de contact ou de câblage sur le substrat 102 peuvent former un corps unique, sensiblement monolithique. Dans d'autres modes de réalisation, la structure 104 et le substrat 102 sont distincts mais connectés l'un à l'autre. Par exemple, la structure 104 peut être fixée à la surface supérieure 116 du substrat 102. Dans certains modes de réalisation, la structure 104 s'étend dans, et est en contact avec les surfaces à l'intérieur d'une ouverture (par exemple, un via, tel un via aveugle ou un via traversant) dans la surface supérieure 116 du substrat 102, tel une couche de câblage interne d'une carte de circuit.

[0021] La structure 104 peut inclure au moins une paroi latérale 108 (représentée en pointillés), et au moins une surface supérieure 110 distale de la surface supérieure 116 du substrat 102. La structure

5 104 peut prendre toute forme souhaitée et toute taille souhaitée facilitant la fixation du câble électrique 106 à celle-ci, tel que décrit plus en détail ci-dessous. La forme et la taille de la structure 104 peuvent faciliter le contact physique direct entre la

10 structure 104 et au moins une portion du câble électrique 106. La forme et la taille de la structure 104 peuvent être choisies pour optimiser la surface du câble électrique 106 qui est en contact physique direct avec la surface de la structure 104. Par exemple, la

15 forme et la taille de la structure 104 peuvent être choisies pour permettre à une portion du câble électrique 106 d'être enroulée (par exemple, en spirale) autour de la structure 104 avec sensiblement aucun espace (par exemple, séparation) entre chaque

20 paroi latérale 108 de la structure 104 et une surface de la portion enroulée du câble électrique 106 sur toute la longueur de la portion enroulée du câble électrique 106. Dans certains modes de réalisation, la structure 104 comprend une colonne cylindrique (par

25 exemple, une broche) ayant une hauteur $H1$ et une largeur $W1$ (par exemple, le diamètre). Dans d'autres modes de réalisation, la structure 104 peut avoir une forme différente (par exemple, une forme de dôme, une forme de cône, une forme frusto-conique, une forme de

30 tube, une forme de colonne rectangulaire, une forme

d'aile, une forme de pilier, une forme d'étrier, une forme de pyramide, une forme frusto-pyramidale, une forme irrégulière, etc...) et/ou une taille différente (par exemple, une hauteur différente, une largeur
 5 différente, etc...). En conséquence, la structure 104 peut avoir toute forme à section latérale souhaitée (par exemple, une forme circulaire, une forme ovulaire, une forme carrée, une forme rectangulaire, une forme de trapèze, une forme trapézoïdale, une forme de
 10 parallélogramme, une forme annulaire, une forme triangulaire, une forme semi-circulaire, une forme elliptique, etc...) et toute section latérale souhaitée. Dans certains modes de réalisation, la structure 104 a une forme à section latérale sensiblement circulaire.

15 [0022] La structure 104 peut être formée et inclure au moins un matériau qui est résistant à une ou plusieurs des dégradation thermique, dégradation chimique (par exemple, la corrosion), et dégradation physique (par exemple, abrasion, érosion, etc...). La
 20 structure 104 peut, par exemple, être constituée de, et inclure au moins un matériau adapté à une utilisation sous haute température, haute pression, environnements corrosif, et/ou abrasif, tels que les environnements extrêmement agressifs de différentes applications de
 25 fond (par exemple, applications de forage, applications de conditionnement, applications d'extraction, applications de mesures, applications de surveillance, applications d'exploration, etc...). A titre d'exemple non restrictif, la structure 104 peut être constituée

de, et inclure un matériau conducteur à point de fusion élevé résistant à la corrosion, tel qu'un métal (par exemple, le tungstène, le titane, le molybdène, le niobium, le vanadium, le hafnium, le tantale, le chrome, le zirconium, le fer, le ruthénium, l'osmium, le cobalt, le rhodium, l'iridium, le nickel, le palladium, le platine, le cuivre, l'argent, l'or, l'aluminium, etc...), un alliage métallique (par exemple, un alliage à base de cobalt, un alliage à base de fer, un alliage à base de nickel, un alliage à base de fer et de nickel, un alliage à base de cobalt et de nickel, un alliage à base de fer et de cobalt, un alliage à base de cobalt et de nickel et de fer, un alliage à base d'aluminium, un alliage à base de cuivre, un alliage à base de magnésium, un alliage à base de titane, un acier, un acier à faible teneur en carbone, un acier inoxydable, etc...), un matériau conducteur contenant un métal (par exemple, un nitrure de métal conducteur, un siliciure de métal conducteur, un carbure de métal conducteur, un oxyde de métal conducteur), un matériau semi-conducteur dopé aux conducteurs (par exemple, un silicium dopé aux conducteurs, un germanium dopé aux conducteurs, un germanium silicium dopé aux conducteurs), un matériau céramique conducteur (par exemple, les carbures, les nitrures, les oxydes, et/ou les borures, tels que les carbures et borures d'au moins l'un parmi le tungstène, le titane, le molybdène, le niobium, le vanadium, le hafnium, le tantale, le chrome, le zirconium, l'aluminium, et le silicium), un matériau composite

conducteur céramique-métal, ou des combinaisons de ceux-ci. Dans certains modes de réalisation, la structure 104 est formée et inclut un alliage métallique incluant des éléments de l'un ou plusieurs des Groupes VIII et IB du Tableau Périodique des Éléments (par exemple, deux ou plus parmi le fer, le ruthénium, l'osmium, le cobalt, le rhodium, l'iridium, le nickel, le palladium, le platine, le cuivre, l'argent, et l'or), tel qu'un alliage ferreux nickel-cobalt. Des matériaux adaptés à la structure 104 sont disponibles dans le commerce auprès de nombreuses sources, comme CRS Holdings, Inc. of Wilmington, Delaware, sous la marque KOVAR®. Dans certains modes de réalisation, la structure 104 est formée et inclut un alliage de KOVAR®.

[0023] Alors que différents modes de réalisation ici sont décrits et illustrés dans le contexte de la structure de dispositif micro-électronique 100 ne comprenant qu'une seule structure 104 (c'est-à-dire, une structure unique 104), la structure de dispositif micro-électronique 100 peut, selon une autre solution, inclure plus d'une seule structure 104 (c'est-à-dire, des structures multiples 104). Dans ces modes de réalisation, chacune des structures multiples 104 peut être sensiblement la même (par exemple, avoir sensiblement les mêmes forme, taille, et matériau de composition) qu'une autre, ou au moins l'une des structures multiples 104 peut être différente (par exemple, avoir au moins l'un de forme, taille, et

matériau de composition différents) d'une autre des structures multiples 104.

[0024] Le câble électrique 106 comprend une structure au moins partiellement conductrice entourant
5 au moins partiellement la structure 104. Comme le montre la Figure 1, le câble électrique 106 peut inclure une région gainée 112 et une région non gainée 114. La région gainée 112 peut inclure un matériau isolant entourant (par exemple, enveloppant,
10 encastrant, etc...) un matériau conducteur, et la région non gainée 114 peut être sensiblement exempte de matériau isolant (par exemple, le matériau isolant peut être absent de la région non gainée 114 de telle sorte qu'un matériau conducteur est exposé). Chacune de la
15 région gainée 112 et de la région non gainée 114 du câble électrique 106 peut être en contact physique avec, et au moins partiellement entourer la structure 104. Par exemple, et tel que décrit en détail ci-dessous, la région gainée 112 peut être en contact
20 physique avec, et au moins entourer partiellement une région inférieure (par exemple, une région proche de la surface supérieure 116 du substrat 102) de la structure 104, et la région non gainée 114 peut être en contact physique avec, et au moins partiellement entourer une
25 région supérieure (par exemple, une région proche de la surface supérieure 110 de la structure 104, une région distale par rapport à la surface supérieure 116 du substrat 102 à partir de laquelle s'étend la structure 104). Dans d'autres modes de réalisation, la région

gainée 112 peut ne pas être en contact physique avec et au moins partiellement entourer la structure 104. Par exemple, la région gainée 112 peut être suffisamment en retrait par rapport à une extrémité terminale du câble électrique 106 pour que seule la région non gainée 114 soit en contact physique avec, et entoure au moins partiellement la structure 104, ou la région gainée 112 peut être complètement omise du câble électrique 106 de telle sorte que le câble électrique 106 comprend une structure non gainée conductrice.

[0025] Le câble électrique 106 peut être formé dans une composition de matériau quelconque et inclure tout matériau compatible avec la composition de la structure 104, et qui est résistant à l'une ou plusieurs des dégradation thermique, dégradation chimique (par exemple, la corrosion), et dégradation physique (par exemple, abrasion, érosion, etc...). Tel qu'utilisé ici, le terme "compatible" signifie et inclut un matériau qui ne réagit pas avec, décompose, ou absorbe un autre matériau de manière indésirable, et qui n'affecte pas non plus les propriétés chimiques et/ou mécaniques de l'autre matériau de manière indésirable. A titre d'exemple non restrictif, le câble électrique 106 peut être constitué de, et inclure un matériau conducteur qui peut être soudé (par exemple, soudure au laser, soudure à l'arc à impulsion, etc...) à la structure 104 pour former une région de fusion (par exemple, joint fixe) une région de fusion qui maintient une intégrité structurelle dans les

conditions (par exemple, températures élevées, hautes pressions, matériaux corrosifs, matériaux abrasifs, etc...) présentes dans un environnement de fond. Le matériau conducteur du câble électrique 106 peut, par exemple, être choisi par rapport au matériau conducteur de la structure 104 pour former une région de fusion qui maintient une intégrité structurelle à des températures à l'intérieur d'une fourchette comprise entre environ -40 °C et environ 350 °C ou plus, tel des températures supérieures ou égales à environ 150 °C, supérieures ou égales à environ 200 °C, supérieures ou égales à environ 250 °C, supérieures ou égales à environ 300 °C, ou supérieures ou égales à environ 350 °C. Dans certains modes de réalisation, le câble électrique 106 est constitué de, et inclut un matériau conducteur qui peut être soudé à la structure 104 pour former une région de fusion qui maintient une intégrité structurelle à des températures supérieures ou égales à environ 200 °C.

[0026] A titre d'exemple non restrictif, en fonction d'au moins la composition du matériau de la structure 104, le matériau conducteur du câble électrique 106 peut être constitué de et inclure un métal (par exemple, le tungstène, le titane, le molybdène, le niobium, le vanadium, le hafnium, le tantale, le chrome, le zirconium, le fer, le ruthénium, l'osmium, le cobalt, le rhodium, l'iridium, le nickel, le palladium, le platine, le cuivre, l'argent, l'or, l'aluminium, etc...), un alliage métallique (par exemple,

un alliage à base de cobalt, un alliage à base de fer,
 un alliage à base de nickel, un alliage à base de fer
 et de nickel, un alliage à base de cobalt et de nickel,
 un alliage à base de fer et de cobalt, un alliage à
 5 base de cobalt et de nickel et de fer, un alliage à
 base d'aluminium, un alliage à base de cuivre, un
 alliage à base de magnésium, un alliage à base de
 titane, un acier, un acier à faible teneur en carbone,
 un acier inoxydable, etc...), un matériau conducteur
 10 contenant un métal (par exemple, un nitrure de métal
 conducteur, un siliciure de métal conducteur, un
 carbure de métal conducteur, un oxyde de métal
 conducteur), un matériau semi-conducteur dopé aux
 conducteurs (par exemple, un silicium dopé aux
 15 conducteurs, un germanium dopé aux conducteurs, un
 germanium silicium dopé aux conducteurs), un matériau
 céramique conducteur (par exemple, les carbures, les
 nitrures, les oxydes, et/ou les borures, tels que les
 carbures et borures d'au moins l'un parmi le tungstène,
 20 le titane, le molybdène, le niobium, le vanadium, le
 hafnium, le tantale, le chrome, le zirconium,
 l'aluminium, et le silicium), un matériau composite
 conducteur céramique-métal, ou des combinaisons de
 ceux-ci. Dans certains modes de réalisation, le
 25 matériau conducteur du câble électrique 106 est
 constitué de, et inclut un métal choisi parmi l'un des
 Groupes VIII et IB du Tableau Périodique des Éléments
 (par exemple, le fer, le ruthénium, l'osmium, le
 cobalt, le rhodium, l'iridium, le nickel, le palladium,
 30 le platine, le cuivre, l'argent et l'or), tel que le

nickel (Ni). Par exemple, dans certains modes de réalisation, comme dans certains modes de réalisation dans lequel la structure 104 est constituée de, et inclut un alliage de KOVAR®, le matériau conducteur du
5 câble électrique 106 est constitué de, et inclut du Ni sensiblement pur (par exemple, élémentaire), tel Ni200. Dans d'autres modes de réalisation, le matériau conducteur du câble électrique 106 est constitué de, et inclut du cuivre sensiblement pur (Cu). Le matériau
10 conducteur du câble électrique 106 peut être sensiblement homogène (par exemple, non plaqué, comme une structure métallique sensiblement exempte d'une autre structure métallique au-dessus d'elle), ou peut être hétérogène (par exemple, plaqué, comme une
15 structure métallique ayant une autre structure métallique au-dessus d'elle). Dans certains modes de réalisation, le matériau conducteur du câble électrique 106 est sensiblement homogène.

[0027] Le matériau conducteur du câble
20 électrique 106 peut comprendre un matériau conducteur recuit (par exemple, traité à chaud) (par exemple, un métal recuit, comme Ni recuit ou Cu recuit ; un alliage métallique recuit ; etc...). Les propriétés du matériau (par exemple, l'indice de souplesse, la ductilité,
25 etc...) du matériau conducteur recuit peuvent faciliter le placement relativement simple et efficace du câble électrique 106 autour de la structure 104 par rapport à une version non recuite du matériau conducteur. Dans certains modes de réalisation, le matériau conducteur

du câble électrique 106 est constitué de, et inclut Ni sensiblement pur recuit (par exemple, Ni200 recuit). Dans d'autres modes de réalisation, le matériau conducteur du câble électrique 106 est constitué de, et
5 inclut Cu sensiblement pur recuit. Dans encore d'autres modes de réalisation, le matériau conducteur du câble électrique 106 comprend un matériau conducteur non recuit. Dans ces modes de réalisation, les propriétés de matériau du matériau conducteur non
10 recuit peuvent être suffisantes pour faciliter le placement simple et efficace du câble électrique 106 autour de la structure 104.

[0028] Le matériau conducteur du câble électrique 106 peut prendre la forme d'une structure
15 unique, pleine (par exemple, monolithique, unitaire, etc...). Par exemple, le câble électrique 106 peut comprendre une structure conductrice unique, pleine (par exemple, une structure unique, pleine, de Ni sensiblement pur recuit ; une structure unique, pleine,
20 de Cu sensiblement pur recuit ; etc.), contrairement aux, par exemple, structures conductrices multiples pleines (par exemple, comme dans une configuration de câble électrique toronné). Dans certains modes de réalisation, le câble électrique 106 comprend une
25 structure unique pleine de Ni200 recuit. La structure unique pleine du matériau conducteur peut faciliter le placement simple et efficace du câble électrique 106 autour de la structure 104, et peut également faciliter la formation simple et efficace d'une région de fusion

relativement robuste (par exemple, résistante, non fragile, etc...) et durable entre le câble électrique 106 et la structure 104 grâce à un traitement ultérieur (par exemple, par rapport à une région de fusion formée entre la structure 104 et un câble électrique toronné comprenant des structures conductrices multiples pleines), comme décrit en détail ci-dessous. Dans d'autres modes de réalisation, le matériau conducteur du câble électrique 106 peut prendre la forme de structures conductrices multiples pleines (par exemple, comme dans une configuration de câble électrique toronné).

[0029] Le câble électrique 106 peut prendre toute forme souhaitée et toute taille souhaitée facilitant la fixation du câble électrique 106 à la structure 104. La forme et la taille du câble électrique 106 peuvent faciliter le contact physique direct entre la structure 104 et au moins une portion du câble électrique 106. La forme et la taille du câble électrique 106 peuvent être choisies pour optimiser la surface du câble électrique 106 qui est en contact physique direct avec la surface de la structure 104. Par exemple, la forme et la taille de la structure 104 peuvent être choisies pour permettre à une portion du câble électrique 106 d'être enroulée (par exemple, en spirale) autour de la structure 104 avec sensiblement aucun espace (par exemple, séparation) entre chaque paroi latérale 108 de la structure 104 et une surface de la portion enroulée du

câble électrique 106 sur toute la longueur de la portion enroulée du câble électrique 106. Dans certains modes de réalisation, le câble électrique 106 comprend une structure généralement cylindrique ayant une largeur maximum W2 (par exemple, un diamètre maximum) inférieur à la largeur W1 de la structure 104, et une longueur suffisante pour fixer le câble électrique 106 à la structure 104 et au moins une structure supplémentaire. Dans d'autres modes de réalisation, le câble électrique 106 peut avoir une forme différente (par exemple, une forme généralement cylindrique, une forme généralement rectangulaire, une forme de ruban, une forme irrégulière, etc...) et/ou une taille différente (par exemple, une largeur différente, une longueur différente, etc.). En conséquence, le câble électrique 106 peut avoir toute forme de section latérale souhaitée (par exemple, une forme circulaire, une forme ovulaire, une forme carrée, une forme rectangulaire, une forme de trapèze, une forme trapézoïdale, une forme de parallélogramme, une forme annulaire, une forme triangulaire, une forme semi-circulaire, une forme elliptique, etc...) et toute section latérale souhaitée. Dans certains modes de réalisation, le câble électrique 106 comprend 26 câbles électriques jauges en Ni200 recuit.

[0030] En référence à la Figure 1, le câble électrique 106 peut être partiellement enroulé autour de la structure 104. Par exemple, en commençant dans

une région inférieure (par exemple, une base) de la structure 104 (par exemple, une région de la structure 104 proche de la surface supérieure 116 du substrat 102), le câble électrique 106 peut progressivement

5 s'embobiner (par exemple, en spirale, ou envelopper, etc.) autour de la paroi latérale 108 de la structure 104. Dans certains modes de réalisation, la région gainée 112 du câble électrique 106 est enroulée autour de la périphérie de la région inférieure de la

10 structure 104, et la région non gainée 114 du câble électrique 106 est enroulée autour de la périphérie d'une région supérieure de la structure 104 (par exemple, une région de la structure 104 plus proche de la surface supérieure 110 de la structure 104, une

15 région de la structure 104 plus distale de la surface supérieure 116 du substrat 102). Dans d'autres modes de réalisation, la région non gainée 114 du câble électrique 106 est enroulée autour de la périphérie de la région inférieure de la structure 104 et autour de

20 la périphérie de la région supérieure de la structure 104. Enrouler le câble électrique 106 autour de la structure 104 peut réduire les contraintes entre le câble électrique 106 et une région de fusion formée ultérieurement (par exemple, joint fixe) entre le câble

25 électrique 106 et la structure 104 par rapport aux moyens de fixation classiques d'un câble électrique à une autre structure (par exemple, une broche). Réduire les contraintes entre le câble électrique 106 et la région de fusion formée ultérieurement peut

30 significativement réduire le risque que le câble

électrique 106 se sépare (par exemple, se détache, soit
déconnecté de, etc...) de la structure 104, améliorer la
durabilité et la fiabilité de la structure du
dispositif micro-électronique 100 par rapport aux
5 structures de dispositif micro-électronique classiques
qui n'incluent pas de configuration enroulée d'un câble
électrique par rapport à une autre structure.

[0031] Le câble électrique 106 peut être enroulé
autour de la au moins une paroi latérale 108 de la
10 structure 104 plus de ou environ une fois (1x). Le
nombre de fois où le câble électrique 106 est enroulé
autour de la paroi latérale 108 peut au moins
partiellement dépendre des configurations (par exemple,
tailles, formes, compositions de matériau, etc...) de la
15 structure 104 et du câble électrique 106, et de
l'amplitude souhaitée de la détente des contraintes
entre le câble électrique 106 et une région de fusion
formée ultérieurement (par exemple, joint fixe) entre
le câble électrique 106 et la structure 104 (par
20 exemple, qui peut au moins partiellement dépendre de
l'application particulière de la structure de
dispositif micro-électronique 100). Dans certains
modes de réalisation, la région gainée 112 du câble
électrique 106 et la région non gainée 114 du câble
25 électrique 106 sont, chacune, enroulées indépendamment
autour de la paroi latérale 108 de la structure 104
plus de, ou environ une fois (par exemple, plus de, ou
environ une et une fois et demie (1,5x), entre environ
une et une fois et demie (1,5x) et environ deux fois

(2x), plus de, ou environ deux fois (2x), etc...). Dans d'autres modes de réalisation, seule la région non gainée 114 du câble électrique 106 est enroulée autour de la paroi latérale 108 de la structure 104 plus de,
 5 ou environ une (1) fois (par exemple, plus de, ou environ une et une fois et demie (1,5x), entre environ une et une fois et demie (1,5x) et environ deux fois (2x), plus de, ou environ deux fois (2x), plus de, ou environ trois fois (3x), plus de, ou environ quatre
 10 fois (4x), etc.).

[0032] Le câble électrique 106 peut être enroulé autour de la au moins une paroi latérale 108 de la structure 104 jusqu'à la hauteur 1 de la structure 104. Une hauteur maximum d'enroulement du câble électrique
 15 106 peut être inférieure à, sensiblement égale à, ou supérieure à la hauteur H1 (de la structure 104). Dans certains modes de réalisation, la hauteur maximum de la portion enroulée du câble électrique 106 est inférieure à la hauteur H1 de la structure 104. Dans certains
 20 modes de réalisation, la hauteur maximum de la portion enroulée du câble électrique 106 est pratiquement égale à la hauteur H1 de la structure 104. Dans certains modes de réalisation, la hauteur maximum de la portion enroulée du câble électrique 106 est supérieure à la
 25 hauteur H1 de la structure 104. En option, une extrémité terminale du câble électrique 106 peut être formée pour faciliter une transition relativement aisée entre l'extrémité terminale du câble électrique 106 et la surface supérieure 110 de la structure 104. Comme

exemple non restrictif, l'extrémité terminale du câble électrique 106 peut former un angle non perpendiculaire (par exemple, un angle oblique) par rapport à un axe central du câble électrique 106 de telle sorte que

5 l'extrémité terminale du câble électrique 106 est au moins plus près d'être coplanaire à la surface supérieure 110 de la structure 104 que si l'extrémité terminale du câble électrique 106 formait un angle de 90° avec l'axe central du câble électrique 106.

10 L'angle non perpendiculaire de l'extrémité terminale du câble électrique 106 par rapport à l'axe central du câble électrique 106 peut faire obstacle à ou empêcher la formation d'un trou (par exemple, un vide) à l'emplacement de l'extrémité terminale du câble

15 électrique 106 dans une région de fusion formée ultérieurement entre le câble électrique 106 et la structure 104. Dans d'autres modes de réalisation, l'extrémité terminale du câble électrique 106 peut former un angle de 90° avec un axe central du câble

20 électrique 106.

[0033] Le câble électrique 106 peut être enroulé serré autour de la au moins une paroi latérale 108 de la structure 104 de telle sorte qu'il n'existe sensiblement aucune séparation latérale (par exemple,

25 aucun espace latéral, aucun interstice latéral, etc...) entre la paroi latérale 108 de la structure 104 et une surface du câble électrique 106 le long de la portion enroulée du câble électrique 106. Le fait qu'il n'existe sensiblement aucune séparation latérale entre

la paroi latérale 108 de la structure 104 et la portion enroulée du câble électrique 106 peut au moins partiellement (par exemple, intégralement) éliminer le besoin d'un matériau de remplissage pendant le traitement ultérieur (par exemple, une soudure ultérieure) pour former une région de fusion entre la structure 104 et le câble électrique 106. De plus, le câble électrique 106 peut être enroulé de telle sorte qu'il n'existe sensiblement aucune séparation longitudinale (par exemple, aucun espace longitudinal, aucun interstice longitudinal, etc.) entre les spires immédiatement adjacentes longitudinalement de la portion enroulée du câble électrique 106, ou peut être enroulée de telle sorte qu'il existe une séparation longitudinale entre au moins une bobine de la portion enroulée du câble électrique 106 et au moins une autre spire de la portion enroulée du câble électrique 106 immédiatement adjacente longitudinalement à la au moins un spire. En outre, la paroi latérale 108 de la structure 104 peut être pratiquement complètement recouverte par la portion enroulée du câble électrique 106, ou bien une ou plusieurs portion(s) de la paroi latérale 108 de la structure 104 peut/peuvent demeurer non couverte(s) par la portion enroulée du câble électrique 106. Dans certains modes de réalisation, le câble électrique 106 est configuré de telle sorte qu'une ou plusieurs portion(s) d'une région supérieure de la paroi latérale 108 de la structure 104 et une portion d'une région inférieure de la paroi latérale

108 de la structure 104 demeurent non couvertes par la portion enroulée du câble électrique 106.

[0034] Alors que différents modes de réalisation ici sont décrits et illustrés dans le contexte de la structure de dispositif micro-électronique 100 ne comprenant qu'un seul câble électrique 106 (c'est-à-dire, un câble électrique unique 106), la structure de dispositif micro-électronique 100 peut, selon une autre solution, inclure plus d'un seul câble électrique 106 (c'est-à-dire, des câbles électriques multiples 106). Dans ces modes de réalisation, chacun des câbles électriques multiples 106 peut être sensiblement le même (par exemple, avoir sensiblement les mêmes forme, taille, et matériau de composition) qu'un autre, ou au moins l'un des câbles électriques multiples 106 peut être différent (par exemple, avoir au moins l'un des forme, taille, et matériau de composition différents) d'un autre des câbles électriques multiples 106.

[0035] Le câble électrique 106 peut être formé sur ou par-dessus la surface supérieure 116 du substrat 102 et autour de la paroi latérale 108 de la structure 104 en utilisant des procédés classiques (par exemple, des procédés de retrait de la gaine, des procédés d'enroulement du câble électrique, des procédés de coupe du câble électrique, etc...) et un équipement de traitement classique, qui ne sont pas décrits en détail ici. A titre d'exemple non restrictif, une longueur prédéterminée du matériau isolant (par exemple, la gaine isolante) du câble électrique 106 peut être

retirée en utilisant au moins un procédé de dénudage (par exemple, un dénudage thermique) pour former la région non gainée 114 du câble électrique 106 et la région gainée restante 112 du câble électrique 106.

5 Au moins une portion de la région non gainée 114 et, éventuellement, une portion de la région gainée 112, peut alors être progressivement enroulée autour de la paroi latérale 108 de la structure 104 à l'aide d'au moins d'un dispositif d'enroulement du câble électrique

10 (par exemple, un dispositif d'enveloppement de câble électrique, une pince d'étau, etc...). Lorsqu'une hauteur prédéterminée de la portion enroulée du câble électrique 106 a été atteinte (par exemple, inférieure ou égale à la hauteur H1 de la structure 104),

15 l'extrémité terminale du câble électrique 106 peut être coupée (par exemple, coupée en diagonale, coupée orthogonalement, etc...). L'extrémité terminale coupée du câble électrique 106 peut alors être enfoncée pour être en contact physique avec une spire sous-jacente du

20 câble électrique 106 et la paroi latérale 108 de la structure 104.

[0036] Dans encore d'autres modes de réalisation, le câble électrique 106 peut être positionné pour être adjacent à la structure 104 dans

25 une configuration sensiblement non enroulée. La configuration sensiblement non enroulée du câble électrique 106 peut, par exemple, faciliter la formation ultérieure d'un joint à recouvrement ou d'un joint plat entre la structure 104 et le câble

électrique 106. Comme exemple non restrictif, le câble électrique 106 peut être positionné pour être adjacent à la paroi latérale 108 de la structure 104 sans être enroulée autour de la paroi latérale 108.

5 Comme autre exemple non restrictif, le câble électrique 106 peut être positionné sur la surface supérieure 110 de la structure 104. De telles configurations non enroulées du câble électrique 106 par rapport à la structure 104 peuvent ne pas faciliter autant de

10 libération de contraintes entre le câble électrique 106 et une région de fusion formée ultérieurement (par exemple, joint à recouvrement ou joint plat, etc...), mais peuvent encore donner à la région de fusion formée ultérieurement des propriétés améliorées (par exemple,

15 une stabilité à la température, une résistance à la corrosion, etc...) par rapport à une région de fusion classique entre un câble électrique et une autre structure (par exemple, une broche). Dans ces modes de réalisation, une structure de manchon (par exemple,

20 une structure en collet) peut, éventuellement, être fournie sur ou par-dessus des régions de fusion formées ultérieurement, la structure 104, et le câble électrique 106 renforcer la rigidité au niveau de la région de fusion et atténuer tous les effets du

25 rétrécissement entre la région de fusion et au moins l'un du câble électrique 106 et de la structure 104.

[0037] Si l'on fait ensuite référence à la figure 2, la structure de dispositif micro-électronique 100 peut être soumise à au moins un processus de

soudure pour former au moins une région de fusion 118 (par exemple, un joint fixe) entre la structure 104 et le câble électrique 106. Le processus de soudure peut faire fondre une portion supérieure de la structure 104 et une portion supérieure du câble électrique 106 enroulée autour de la portion supérieure de la structure 104 pour former la région de fusion 118. La région de fusion 118 peut avoir certaines propriétés (par exemple, résistance mécanique, résistance thermique, résistance chimique, résistance à l'usure, etc...) favorables à l'utilisation de la structure du dispositif micro-électronique 100 dans des conditions environnementales hostiles (par exemple, températures élevées, hautes pressions, conditions corrosives, conditions abrasives, etc...), comme les conditions environnementales de différentes applications de fond.

[0038] Comme le montre la Figure 2, dans certains modes de réalisation, la région de fusion 118 a une structure généralement en forme de dôme. Par exemple, la région de fusion 118 peut inclure une surface supérieure arquée (par exemple, courbe, arrondie, etc...) 120. Dans d'autres modes de réalisation, la région de fusion 118 a une autre forme que celle d'une structure généralement en forme de dôme. Par exemple, la région de fusion 118 peut comprendre au moins deux joints (par exemple, au moins deux joints latéralement opposés, comme au moins deux joints de soudure latéralement opposés ; au moins trois joints répartis symétriquement, comme au moins trois

5 joints de soudure répartis symétriquement ; etc...) disposés entre la portion supérieure de la structure 104 et la portion supérieure du câble électrique 106 enroulée autour de la portion supérieure de la structure 104. La région de fusion 118 peut s'étendre vers l'extérieur au-delà des limites latérales de la au moins une paroi latérale 108 de la structure 104 (figure 1). La région de fusion 118 peut s'étendre sensiblement uniformément (par exemple, régulièrement) vers l'extérieur, au-delà des limites latérales de la paroi latérale 108, ou peut s'étendre de manière non uniforme (par exemple, irrégulièrement) vers l'extérieur au-delà des limites latérales de la paroi latérale 108. De plus, la région de fusion 118 peut être sensiblement confinée à l'intérieur des limites latérales d'une portion enroulée restante (par exemple, une portion enroulée restante de la région non gainée 114) du câble électrique 106, ou peut s'étendre vers l'extérieur au-delà des limites latérales d'une portion enroulée restante (par exemple, d'une portion enroulée restante de la région non gainée 114) du câble électrique 106 ci-dessous.

25 [0039] La composition du matériau de la région de fusion 118 dépend au moins partiellement des compositions de matériau de la structure 104 et du câble électrique 106. Dans certains modes de réalisation, comme dans les modes de réalisation dans lesquels la structure 104 est constituée de, et inclut un alliage ferreux nickel-cobalt (par exemple, un

alliage KOVAR®) et le câble électrique 106 est constitué de, et inclut Ni (par exemple, Ni200), la région de fusion 118 est constituée de, et inclut Ni, Co, et Fe. La région de fusion 118 peut être
5 sensiblement homogène (par exemple, présenter une répartition sensiblement uniforme de chaque matériau la composant), ou peut être hétérogène (par exemple, présenter une répartition non uniforme d'au moins un matériau la composant). Dans certains modes de
10 réalisation, la région de fusion 118 est sensiblement homogène. Si, par exemple, la structure 104 est constituée de, et inclut un alliage ferreux nickel-cobalt et le câble électrique 106 est constitué de, et inclut Ni, la région de fusion 118 peut présenter une
15 répartition sensiblement uniforme de chacun de Ni, Co, et Fe sur l'intégralité de son épaisseur et de sa largeur. Dans des modes de réalisation supplémentaires, la région de fusion 118 est hétérogène. Si, par exemple, la structure 104 est
20 constituée de, et inclut un alliage ferreux nickel-cobalt et le câble électrique 106 est constitué de, et inclut Ni, la région de fusion 118 peut présenter une répartition sensiblement non uniforme de l'un ou de plusieurs parmi Ni, Co, et Fe sur l'intégralité d'une
25 ou plusieurs de son épaisseur et de sa largeur.

[0040] Tout processus de soudure adapté pour former la région de fusion 118 entre la structure 104 et le câble électrique 106 peut être utilisé. A titre d'exemple non restrictif, au moins un processus de

micro-soudure peut être utilisé pour former la région de fusion 118. Des processus de micro-soudure appropriés incluent, mais ne se limitent pas à, des processus de soudure au laser ; des processus de soudure à l'arc par impulsion, comme les processus de micro-soudure au gaz à l'arc au tungstène (micro-GTAW) (également connu sous le nom de micro-soudure sous gaz inerte au tungstène (micro-TIG)), et les processus de micro-soudure à l'arc au plasma (micro-PAW); les processus de soudure à décharge par résistance; et les processus de soudure à décharge capacitive.

[0041] Dans certains modes de réalisation, la structure de dispositif de micro-électronique 100 est soumise à au moins un processus de soudure au laser pour former la région de fusion 118. Le processus de soudure au laser peut inclure l'exposition des surfaces de la structure 104 et du câble électrique 106 (par exemple, la surface supérieure 110 de la structure 104 et les surfaces de la portion enroulée du câble électrique 106 proche de la surface supérieure 110 de la structure 104) à au moins un faisceau laser afin de chauffer et de faire fondre des portions de la structure 104 et du câble électrique 106 et de former au moins une portion de la région de fusion 118 au moment du refroidissement. Les paramètres (par exemple, le type de laser, la puissance appliquée, la durée, etc...) du processus de soudure au laser peuvent être adaptés en fonction des compositions de matériau de la structure 104 et du câble électrique 106 afin de

réduire au minimum la réflexion du faisceau laser (et, ainsi, d'optimiser l'absorption de l'énergie incidente du laser) et d'éviter des dommages indésirables à la structure de dispositif micro-électronique 100. Des
5 exemples non restrictifs de lasers adaptés au processus de soudure au laser peuvent inclure des lasers au grenat d'yttrium et d'aluminium (Nd:YAG), des lasers à dioxyde de carbone (CO₂), des diodes lasers, et des lasers à fibres. Dans certains modes de réalisation,
10 le processus de soudure inclut la soumission des surfaces exposées de la structure 104 et du câble électrique 106 à au moins un laser Nd:YAG pour former la région de fusion 118. Le laser employé dans le processus de soudure au laser peut être mis en œuvre
15 soit en mode pulsé soit en mode continu. De plus, le processus de soudure au laser peut former la région de fusion 118 sans employer un matériau de remplissage, ou peut utiliser un matériau de remplissage pour former la région de fusion 118. Dans certains modes de
20 réalisation, le processus de soudure au laser forme la région de fusion 118 sans utilisation d'un matériau de remplissage.

[0042] Dans des modes de réalisation supplémentaires, la structure de dispositif micro-
25 électronique 100 est soumise à au moins un processus de soudure à l'arc par impulsion pour former la région de fusion 118. Le processus de soudure à l'arc par impulsion peut inclure la formation d'au moins un arc électrique afin de chauffer et de faire fondre des

portions de la structure 104 et du câble électrique 106 et de former au moins une portion de la région de fusion 118 au moment du refroidissement. Le processus de soudure à l'arc par impulsion peut comprendre un processus à arc transféré ou un processus à arc non transféré. Si un processus à arc transféré est utilisé, au moins un arc électrique peut être formé entre une électrode (par exemple, une électrode non consommable, comme une électrode au tungstène) et les surfaces de la structure 104 et du câble électrique 106 en présence d'un gaz (par exemple, un gaz de protection inerte ou semi-inerte pour un processus de micro-soudure TGAW, comme un processus de micro-soudure TIG ; un gaz plasma et un gaz de protection inerte ou semi-inerte pour un processus de micro-soudure PAW ; etc..) afin de chauffer et de faire fondre des portions de la structure 104 et du câble électrique 106 et de former au moins une portion de la région de fusion 118 au moment du refroidissement. Si un processus à arc non transféré est utilisé, au moins un arc électrique peut être formé entre une électrode (par exemple, une électrode non consommable, telle qu'une électrode au tungstène) et une buse en présence d'un gaz plasma, et un arc plasma qui sort de la buse peut être dirigé vers des surfaces de la structure 104 et du câble électrique 106 afin de chauffer et de faire fondre des portions de la structure 104 et du câble électrique 106 et de former au moins une portion de la région de fusion 118 au moment du refroidissement. Dans certains modes de réalisation, le processus de soudure inclut la

soumission des surfaces de la structure 104 et du câble électrique 106 (par exemple, la surface supérieure 110 de la structure 104 et les surfaces de la portion enroulée du câble électrique 106 proches de la surface supérieure 110 de la structure 104) à un processus de micro-soudure TIG pour former la région de fusion 118. Les paramètres (par exemple, électrode, gaz de protection, niveaux réels d'impulsion, puissance appliquées, durée, etc...) du processus de soudure à l'arc par impulsion peuvent être adaptés aux compositions de matériau de la structure 104 et du câble électrique 106 pour donner des propriétés de soudure souhaitées (par exemple, pénétration de la soudure, vitesse de la soudure, contrôle du métal de soudure liquide, qualité de la soudure, etc...) tout en évitant tout dommage indésirable (par exemple, distorsion, gauchissement, fissure, etc...) à l'un ou plusieurs des composants de la structure du dispositif micro-électronique 100. Le processus de soudure à l'arc par impulsion peut former la région de fusion 118 sans employer un matériau de remplissage, ou peut utiliser un matériau de remplissage pour former la région de fusion 118. Dans certains modes de réalisation, le processus de soudure à l'arc par impulsion forme la région de fusion 118 sans utilisation de matériau de remplissage.

[0043] La structure de dispositif micro-électronique 100 peut être exposée à un seul processus de soudure pour former la région de fusion 118, ou peut

être exposée à des processus multiples de soudure pour former la région de fusion 118. Si on utilise des processus multiples de soudure, un ou plusieurs processus initiaux de soudure peut/peuvent former une

5 région de fusion préliminaire, et un ou plusieurs processus de soudure secondaire(s) peut/peuvent modifier une ou plusieurs propriété(s) (par exemple, forme, taille, homogénéité, etc...) de la région de fusion préliminaire pour former la région de fusion

10 118. Par exemple, au moins un processus initial de soudure (par exemple, un processus initial de soudure au laser, un processus initial de soudure à l'arc par impulsion, etc...) peuvent être utilisés afin de souder en continu ou par points différentes portions d'une ou

15 plusieurs interface(s) entre la structure 104 et le câble électrique 106 et former une région de fusion préliminaire, et au moins un processus de soudure supplémentaire (par exemple, un processus de soudure au laser supplémentaire, un processus de soudure à l'arc par impulsion supplémentaire, etc...) peut être utilisé

20 pour lisser et améliorer l'homogénéité de la région de fusion préliminaire pour former la région de fusion 118. Tous les processus multiples de soudure peuvent être sensiblement les mêmes, ou au moins l'un des processus multiples de soudure peut être différent d'au

25 moins un autre des processus multiples de soudure. Dans certains modes de réalisation, un processus initial de soudure au laser Nd:YAG est réalisé pour former une pluralité (par exemple, de trois (3) à six

30 (6), comme de quatre (4) à cinq (5)) de soudures

initiales (par exemple, des soudures chevauchantes) le long des interfaces entre les surfaces (par exemple, la paroi latérale 108, la surface supérieure 110) d'une portion supérieure de la structure 104 et des surfaces adjacentes du câble électrique 106, et un processus de soudure au laser Nd:YAG supplémentaire est exécuté pour modifier (par exemple, faire fondre, lisser, etc...) les soudures initiales et former la région de fusion 118.

[0044] Les structures et les procédés de la description facilitent la formation moins compliquée et efficace des structures de dispositif micro-électronique (par exemple, la structure de dispositif micro-électronique 100) bénéficiant de propriétés améliorées (par exemple, stabilité thermique, résistance à la corrosion, résistance à l'érosion, etc...) dans différentes conditions environnementales (par exemple, températures élevées, hautes pressions, conditions corrosives, conditions abrasives, etc...) par rapport aux structures classiques de dispositif micro-électronique qui ont différentes configurations de l'un ou de plusieurs des composants. Par exemple, la configuration de la structure de dispositif micro-électronique 100 (par exemple, incluant les configurations de la structure 104, du câble électrique 106, et de la région de fusion 118 entre la structure 104 et le câble électrique 106) peut éviter un ou plusieurs problème(s) (par exemple, une migration indésirable du matériau ; points structurels faibles, comme les régions rétrécies ; détachements structurels

, comme les détachements dus aux contraintes du câble électrique ; etc...) associés aux configurations des structures classiques de dispositif micro-électronique. A leur tour, les dispositifs micro-électroniques
5 comprenant les structures de dispositif micro-électronique (par exemple, la structure du dispositif micro-électronique 100) de la description peuvent avoir des fiabilité, performances, et durabilité améliorées par rapport aux dispositifs micro-électroniques
10 classiques qui ont des configurations différentes d'un ou plusieurs composant(s).

[0045] Alors que les modes de réalisation de la description peuvent être l'objet de différentes modifications et de formes alternatives, des modes de
15 réalisation spécifiques ont été représentés à titre d'exemple sur les dessins et ont été décrits en détail ici. Il convient cependant de noter que la description n'est pas limitée aux formes particulières décrites. Au contraire, la description recouvre
20 toutes les modifications, variations, combinaisons, et alternatives qui respectent le cadre de la description tel que défini par les revendications jointes suivantes et leurs équivalents légaux.

REVENDICATIONS

1. Procédé de formation d'une structure de dispositif micro-électronique (100), comprenant :

5 l'enroulement d'une portion d'un câble électrique (106) autour d'au moins une paroi latérale (108) d'une structure (104) faisant saillie verticalement depuis une surface supérieure (116) d'un substrat (102), la structure (104) comprenant une région proximale adjacente à une interface entre la structure (104) et la surface supérieur (116) du substrat (102) et une
10 région distale opposée à la région proximale ; et

la soudure d'au moins une interface entre une région supérieure de la structure (104) et une région supérieure de la portion enroulée du câble électrique (106) pour former une région de fusion (118) entre la
15 structure (104) et le câble électrique (106).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'enroulement d'une portion d'un câble électrique (106) autour d'au moins une paroi latérale (108) d'une structure (104) comprend l'enroulement de
20 la portion du câble électrique (106) sensiblement complètement autour d'une périphérie latérale de la structure (104) au moins une fois.

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel
25 l'enroulement d'une portion d'un câble électrique (106) autour d'au moins une paroi latérale (108) d'une structure (104) comprend l'enroulement de chacune d'une

région gainée (112) du câble électrique (106) et d'une région non gainée (114) du câble électrique (106) autour de la au moins une paroi latérale (108) de la structure (104).

5 4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel l'enroulement de chacune d'une région gainée (112) du câble électrique (106) et d'une région non gainée (114) du câble électrique (106) autour de la au moins une paroi latérale (108) de la structure (104) comprend :

10 l'enveloppement de la région gainée (112) du câble électrique (106) autour d'une périphérie de la structure (104) au moins une fois ; et

 l'enveloppement de la région non gainée (114) du câble électrique (106) autour de la périphérie de la
15 structure (104) au moins une fois.

 5. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'enroulement d'une portion d'un câble électrique (106) autour d'au moins une paroi latérale (108) d'une structure (104) comprend la mise en contact direct
20 physique de la au moins une paroi latérale (108) de la structure (104) avec la portion du câble électrique (106) sur l'intégralité de la longueur de la portion du câble électrique (106).

 6. Procédé selon la revendication 1, comprenant
25 en outre la sélection du câble électrique (106) pour qu'il comprenne un métal sensiblement pur non plaqué.

7. Procédé selon la revendication 1, comprenant en outre la sélection du câble électrique (106) pour qu'il comprenne un alliage métallique non plaqué.

5 8. Procédé selon la revendication 1, comprenant en outre la sélection d'une intégralité d'un matériau conducteur du câble électrique (106) pour qu'elle consiste en une unique structure conductrice pleine.

10 9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la soudure d'au moins une interface entre une région supérieure de la structure (104) et une région supérieure de la portion enroulée du câble électrique (106) comprend la soumission de la région supérieure de la structure (104) et de la région supérieure de la portion enroulée du câble électrique (106) à au moins un processus de micro-soudure.

20 10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel la soumission de la région supérieure de la structure (104) et d'une région supérieure de la portion enroulée du câble électrique (106) à au moins un processus de micro-soudure comprend la soumission de la région supérieure de la structure (104) et d'une région supérieure de la portion enroulée du câble électrique (106) à un ou plusieurs d'au moins un processus de soudure laser et au moins un processus de soudure à l'arc par impulsion.

25 11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la soudure d'au moins une interface entre

une région supérieure de la structure (104) et une région supérieure de la portion enroulée du câble électrique (106) pour former une région de fusion (118) entre la structure (104) et le câble électrique (106)
5 comprend :

la soumission de la au moins une interface à au moins un processus de soudure initial pour former des soudures initiales chevauchantes le long de la au moins une interface ; et

10 la soumission des soudures initiales chevauchantes à au moins un processus de soudure secondaire pour former la région de fusion (118).

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la soudure d'au moins une interface entre
15 une région supérieure de la structure (104) et une région supérieure de la portion enroulée du câble électrique (106) pour former une région de fusion (118) entre la structure (104) et le câble électrique (106) comprend la formation de la région de fusion (118) pour
20 qu'elle soit sensiblement homogène.

13. Structure de dispositif micro-électronique, comprenant :

une structure (104) faisant saillie verticalement depuis une surface (116) d'une substrat (102), et
25 comprenant :

une région proximale adjacente à une interface entre la structure (104) et la surface (116) du substrat (102) ; et

5 une région distale opposée à la région proximale ;

un câble électrique (106) enroulé autour d'au moins une paroi latérale (108) de la structure (104) ; et

10 une région de fusion (118) intégrale et continue avec la région distale de la structure (104) et une extrémité terminale du câble électrique (106).

14. Structure de dispositif micro-électronique selon la revendication 13, dans lequel le câble électrique (106) comprend une structure unique, pleine,
15 en métal sensiblement homogène.

15. Structure de dispositif micro-électronique selon la revendication 14, dans lequel le câble électrique (106) comprend en outre une gaine isolante en contact physique avec, et entourant, une périphérie
20 de la structure unique, pleine, en métal sensiblement homogène.

16. Structure de dispositif micro-électronique selon l'une des revendications 13 et 14, dans lequel la structure (104) comprend un alliage ferreux nickel-cobalt,
25 le câble électrique (106) comprend du nickel

sensiblement pur, et la région de fusion (118) comprend du nickel, du cobalt, et du fer.

17. Structure de dispositif micro-électronique selon l'une des revendications 13 et 14, dans lequel la
5 région de fusion (118) est sensiblement homogène.

18. Structure de dispositif micro-électronique selon l'une des revendications 13 et 14, dans lequel la région de fusion (118) révèle une surface non-plane (118) et s'étend vers l'extérieur, au-delà des limites
10 latérales d'au moins une paroi latérale (108) de la structure (104).

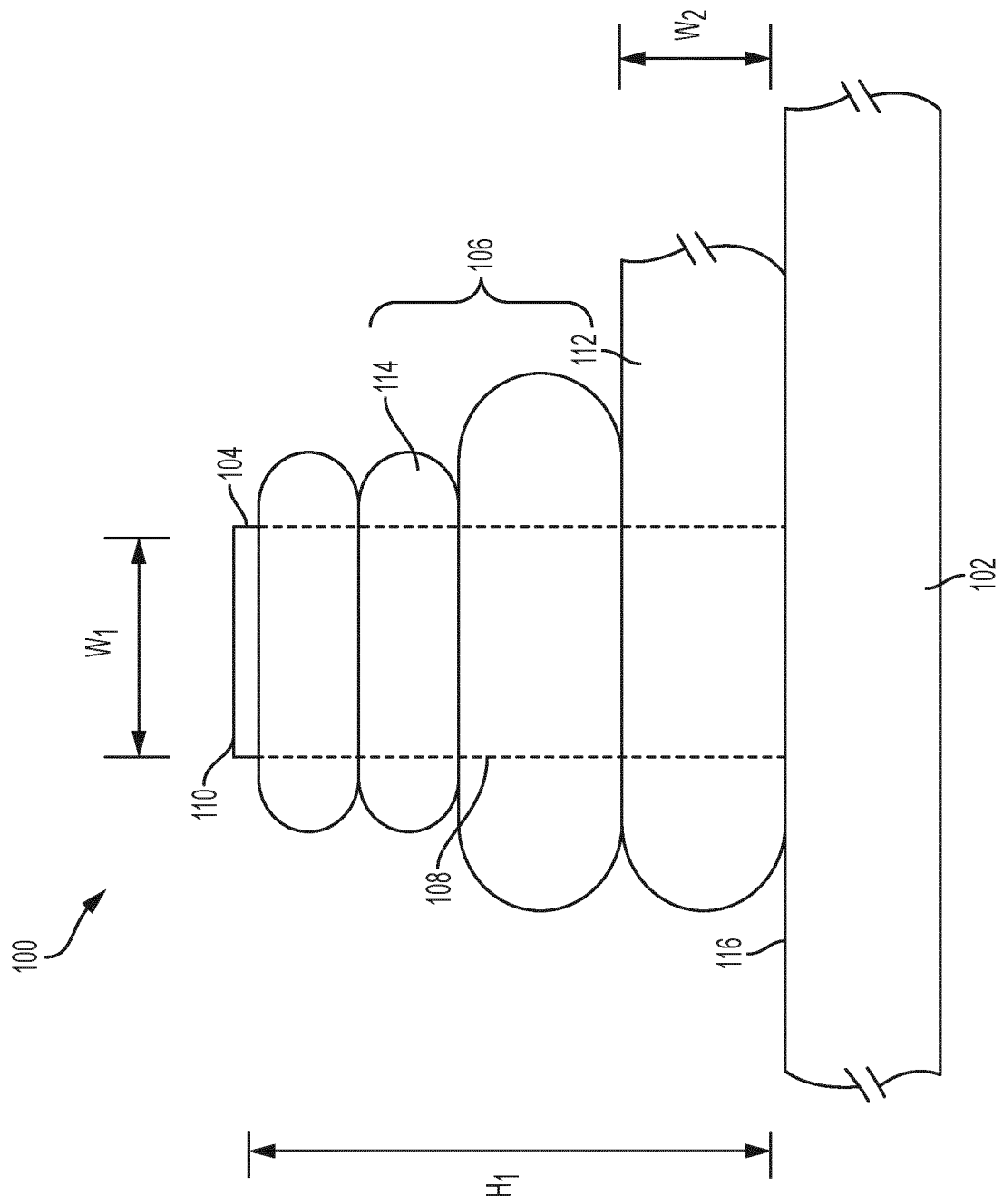


FIG. 1

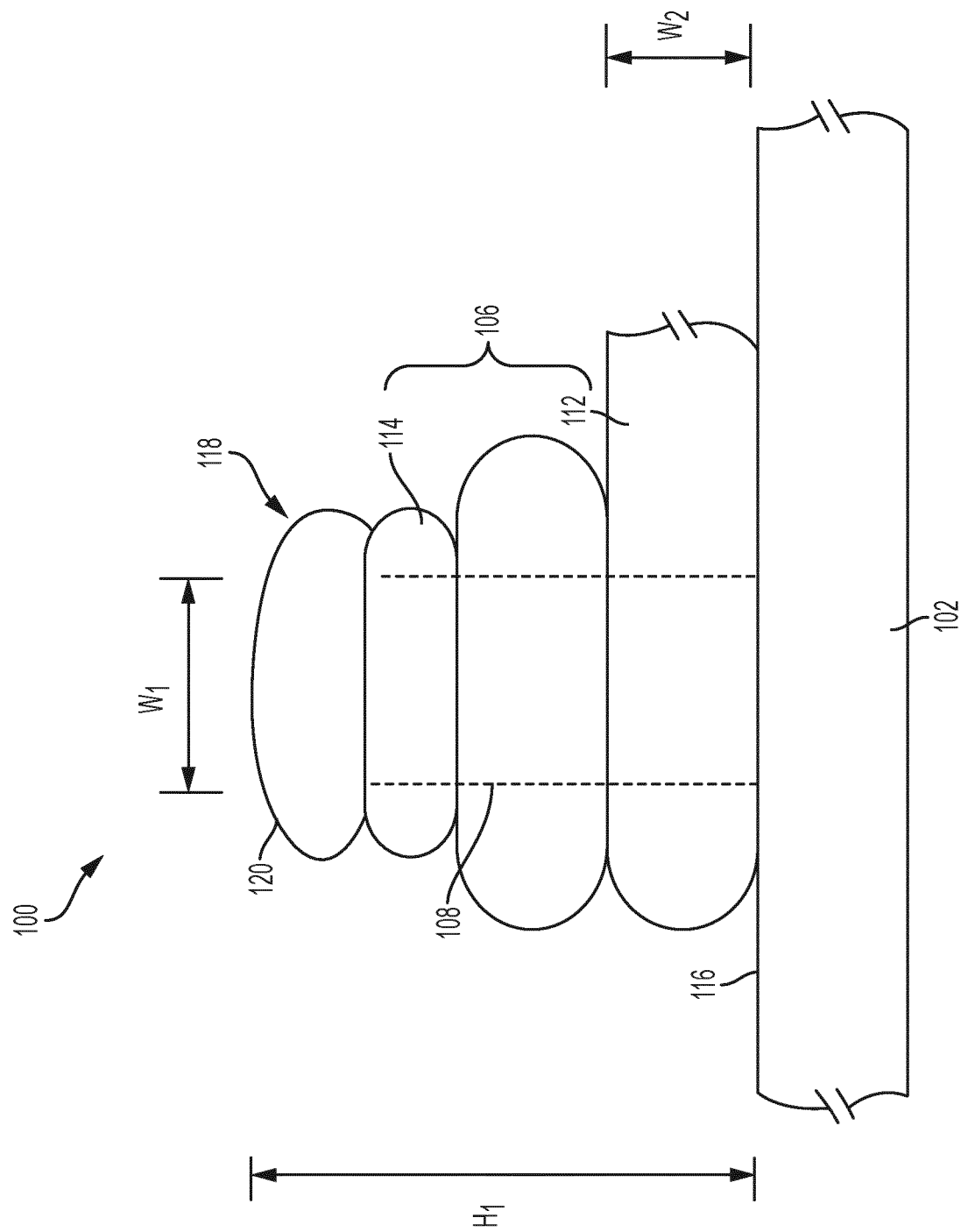


FIG. 2

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.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'ETABLISSEMENT DU PRESENT 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 CITES DANS LE PRESENT 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 2007046313 A1 (ELDRIDGE BENJAMIN N [US] ET AL.) 01 mars 2007 (2007-03-01)

EP 0875331 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 04 novembre 1998 (1998-11-04)

US 3625775 A (MACKENZIE DOUGLAS J ACCETTURA FRANK) 07 décembre 1971 (1971-12-07)

US 2004203262 A1 (LINDSEY SCOTT E [US] ET AL.) 14 octobre 2004 (2004-10-14)

**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