(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
01 février 2024 (01.02.2024)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2024/023397 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01L 29/06 (2006.01) *H01L 29/76* (2006.01)
H01L 29/423 (2006.01) *B82Y 10/00* (2011.01)
H01L 29/66 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2022/051636

(22) Date de dépôt international :
31 août 2022 (31.08.2022)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
20220100602 26 juillet 2022 (26.07.2022) GR

(71) Déposants : **STMICROELECTRONICS SA** [FR/FR] ; 29 Boulevard Romain Rolland, 92120 MONTROUGE (FR). **INSTITUT POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE** [FR/FR] ; 46 Avenue Felix Viallet, 38000 GRENOBLE (FR). **UNIVERSITE GRENOBLE ALPES** [FR/FR] ; 621 Avenue Centrale, 38400 SAINT MARTIN D'HERES (FR). **CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE** [FR/FR] ; 3 Rue Michel Ange, 75016 PARIS (FR).

(72) Inventeurs : **KRIEKOUKI, Ioanna** ; 11 Rue de la Liberte, 38000 GRENOBLE (FR). **GALY, Philippe** ; 131 Rue du Martel, 38660 LE TOUVET (FR). **PIORO-LADRIERE, Michel** ; 3050 Rue André Cailloux, SHERBROOKE, Québec J1N OG5 (CA).

(74) Mandataire : **CABINET BEAUMONT** ; 4 Place Robert Schuman, B.P. 1529, 38025 GRENOBLE Cedex 1 (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,

(54) **Title:** QUANTUM ELECTRONIC DEVICE

(54) **Titre :** DISPOSITIF ELECTRONIQUE QUANTIQUE

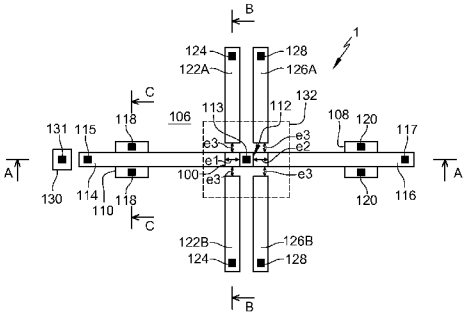


Fig. 1

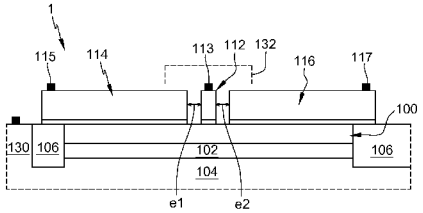


Fig. 2

(57) **Abstract:** The present invention relates to an electronic device (1) comprising a silicon-on-insulator strip (100) laterally defined by insulating trenches (106); a first gate (112) supported by the strip; a second gate (114), or a third gate (116), parallel to the strip (100), supported by the strip and being separated from the first gate (112) a first gap (e1) or a second gap (e2); two first semiconductor regions (110), or two second semiconductor regions (108), doped and arranged along and on either side of the second gate (114) or the third gate (116); at least one fourth gate (122A, 122B), or at least one fifth gate (126A, 126B), arranged facing the first gap (e1) or the second gap (e2); and a region (130) for biasing a substrate under the strip.

(57) **Abrégé :** Dispositif électronique La présente description concerne un dispositif électronique (1) comprenant une bande de silicium (100) sur isolant délimitée latéralement par des tranchées isolantes (106); une première grille (112) reposant sur la bande; une deuxième grille (114), respectivement une troisième grille (116), parallèle à ladite bande (100), reposant sur la bande et étant séparée de la première grille (112) par un premier espace (el), respectivement un deuxième espace (e2); deux premières régions semiconductrices (110), respectivement deux deuxièmes régions semiconductrices (108), dopées et disposées le long et de part et d'autre de la deuxième grille (114), respectivement de la troisième grille (116); au moins une quatrième grille (122A, 122B), respectivement au moins une cinquième grille (126A, 126B), disposée en face du premier espace (el), respectivement du deuxième espace (e2); et une région (130) de polarisation d'un substrat sous la bande.

[Suite sur la page suivante]

WO 2024/023397 A1

RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

DESCRIPTION

DISPOSITIF ELECTRONIQUE QUANTIQUE

[0001] La présente demande revendique la priorité de la demande de brevet grec 20220100602 déposée le 26 juillet 2022 et ayant pour titre “Dispositif électronique”, qui est considérée comme faisant partie intégrante de la présente description dans les limites prévues par la loi.

Domaine technique

[0002] La présente description concerne de façon générale les dispositifs électroniques, et, plus particulièrement, les dispositifs intégrés mis en œuvre sur silicium sur isolant (SOI de l'anglais "Silicon On Insulator").

Technique antérieure

[0003] De nombreux dispositif électroniques intégrés sur silicium ont été proposés, qui permettent de créer, dans le silicium, une ou plusieurs boîtes quantiques ("quantum dots" en anglais), en vue d'une utilisation comme dispositif de stockage d'un ou plusieurs bits quantiques (Qubit de l'anglais "quantum bit").

Résumé

[0004] Il existe un besoin de pallier tout ou partie des inconvénients des dispositifs électroniques connus mentionnés ci-dessus.

[0005] Un mode de réalisation pallie tout ou partie des inconvénients des dispositifs électroniques connus mentionnés ci-dessus.

[0006] Un mode de réalisation prévoit un dispositif électronique comprenant :

une bande de silicium dopée intrinsèquement de type P, la bande reposant sur une couche isolante reposant elle-même sur un substrat semiconducteur ;

des tranchées isolantes délimitant latéralement ladite bande ;

au moins une première grille reposant sur une région centrale de ladite bande ;

une deuxième grille s'étendant longitudinalement dans une première direction parallèle à longueur de ladite bande, la deuxième grille reposant sur ladite bande et étant séparée de ladite au moins une première grille par un premier espace ;

une troisième grille s'étendant longitudinalement dans la première direction, la troisième grille reposant sur ladite bande et étant séparée de ladite au moins une première grille par un deuxième espace ;

deux premières régions semiconductrices dopées d'un premier type de conductivité, disposées le long et de part et d'autre d'une portion de la deuxième grille reposant sur une portion correspondante de la bande ;

deux deuxièmes régions semiconductrices dopées du premier type de conductivité, disposées le long et de part et d'autre d'une portion de la troisième grille reposant sur une portion correspondante de la bande ;

au moins une quatrième grille disposée en face et au-delà du premier espace dans une deuxième direction orthogonale à la première direction, chaque quatrième grille ayant au moins une portion disposée du côté du premier espace qui repose entièrement sur les tranchées isolantes ;

au moins une cinquième grille disposée en face et au-delà du deuxième espace dans la deuxième direction, chaque cinquième grille ayant au moins une portion disposée du côté du deuxième espace qui repose entièrement sur les tranchées isolantes ; et

une région en silicium en contact avec le substrat pour polariser le substrat sous ladite bande.

[0007] Selon un mode de réalisation, ladite au moins une première grille comprend exactement une première grille, les deuxième et troisième grilles étant disposées de part et

d'autre de ladite première grille dans la première direction, et les première, deuxième et troisième grilles étant alignées dans la première direction.

[0008] Selon un mode de réalisation, chaque quatrième grille et chaque cinquième grille repose entièrement sur les tranchées isolantes.

[0009] Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend un circuit de commande configuré pour appliquer une tension de commande à la région en contact avec le substrat, au moins une tension de commande à ladite première grille, une tension de commande à la deuxième grille, une tension de commande à la troisième grille, au moins une tension de commande à ladite au moins une quatrième grille et une tension de commande à ladite au moins une cinquième grille.

[0010] Selon un mode de réalisation, ladite au moins une première grille comprend au moins deux premières grilles alignées dans la première direction et séparées deux à deux par un troisième espace.

[0011] Selon un mode de réalisation, chaque quatrième grille et chaque cinquième grille repose entièrement sur les tranchées isolantes

[0012] Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend, pour chaque troisième espace, au moins une sixième grille disposée en face et au-delà du troisième espace, chaque sixième grille ayant au moins une portion disposée du côté du troisième espace correspondant qui repose entièrement sur les tranchées isolantes.

[0013] Selon un mode de réalisation, chaque sixième grille repose entièrement sur les tranchées isolantes.

[0014] Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend un circuit de commande configuré pour appliquer une tension de commande à la région en contact avec le substrat, au moins

une tension de commande à ladite au moins une première grille, une tension de commande à la deuxième grille, une tension de commande à la troisième grille, au moins une tension de commande à ladite au moins une quatrième grille, une tension de commande à ladite au moins une cinquième grille et au moins une tension de commande à ladite au moins une sixième grille.

[0015] Selon un mode de réalisation, pour chaque troisième espace, ladite au moins une sixième grille comprend exactement deux sixièmes grilles disposées de part et d'autre dudit troisième espace dans la deuxième direction, lesdites exactement deux grilles étant alignées dans la deuxième direction.

[0016] Selon un mode de réalisation, ladite au moins une quatrième grille comprend exactement une quatrième grille et/ou ladite au moins une cinquième grille comprend exactement une cinquième grille.

[0017] Selon un mode de réalisation, ladite au moins une quatrième grille comprend exactement deux quatrièmes grilles disposées de part et d'autre du premier espace dans la deuxième direction et ladite au moins une cinquième grille comprend deux cinquièmes grilles disposées de part et d'autre du deuxième espace dans la deuxième direction.

[0018] Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend une zone dépourvue de siliciuration, ladite zone comprenant au moins ladite au moins une première grille, une extrémité de la deuxième grille disposée du côté de ladite au moins une première grille, une extrémité de la troisième grille disposée du côté de ladite au moins une première grille, au moins une portion disposée du côté du premier espace de ladite au moins une quatrième grille et au moins une portion disposée du côté du deuxième espace de ladite au moins une cinquième grille.

[0019] Selon un mode de réalisation, le dispositif est adapté à mettre en œuvre au moins une boîte quantique et/ou un Qubit.

Brève description des dessins

[0020] Ces caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres, seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

[0021] la figure 1 représente, en vue de dessus, un mode de réalisation d'un dispositif électronique ;

[0022] la figure 2 représente une vue coupe du dispositif de la figure 1 selon un plan de coupe AA de la figure 1 ;

[0023] la figure 3 représente une vue coupe du dispositif de la figure 1 selon un plan de coupe BB de la figure 1 ;

[0024] la figure 4 représente une vue coupe du dispositif de la figure 1 selon un plan de coupe CC de la figure 1 ;

[0025] la figure 5 représente, en vue de dessus, une variante de réalisation du dispositif de la figure 1 ;

[0026] la figure 6 illustre par des courbes le fonctionnement du dispositif de la figure 1 ;

[0027] la figure 7 illustre par d'autres courbes le fonctionnement du dispositif de la figure 1 ; et

[0028] la figure 8 illustre par encore d'autres courbes le fonctionnement du dispositif de la figure 1.

Description des modes de réalisation

[0029] De mêmes éléments ont été désignés par de mêmes références dans les différentes figures. En particulier, les éléments structurels et/ou fonctionnels communs aux différents modes de réalisation peuvent présenter les mêmes références et peuvent disposer de propriétés structurelles, dimensionnelles et matérielles identiques.

[0030] Par souci de clarté, seuls les étapes et éléments utiles à la compréhension des modes de réalisation décrits ont été représentés et sont détaillés. En particulier, les circuits usuels et les applications usuelles dans lesquels peuvent être mis en œuvre un ou plusieurs dispositifs électroniques permettant de former des boîtes quantiques, par exemple pour stocker des Qubits, n'ont pas été détaillés, les modes de réalisation et variantes décrits étant compatibles avec ces circuits usuels et ces applications usuelles.

[0031] Sauf précision contraire, lorsque l'on fait référence à deux éléments connectés entre eux, cela signifie directement connectés sans éléments intermédiaires autres que des conducteurs, et lorsque l'on fait référence à deux éléments reliés (en anglais "coupled") entre eux, cela signifie que ces deux éléments peuvent être connectés ou être reliés par l'intermédiaire d'un ou plusieurs autres éléments.

[0032] Dans la description qui suit, lorsque l'on fait référence à des qualificatifs de position absolue, tels que les termes "avant", "arrière", "haut", "bas", "gauche", "droite", etc., ou relative, tels que les termes "dessus", "dessous", "supérieur", "inférieur", etc., ou à des qualificatifs d'orientation, tels que les termes "horizontal", "vertical", etc., il est fait référence sauf précision contraire à l'orientation des figures.

[0033] Sauf précision contraire, les expressions "environ", "approximativement", "sensiblement", et "de l'ordre de" signifient à 10 % près, de préférence à 5 % près.

[0034] La figure 1, la figure 2, la figure 3 et la figure 4 représentent par des vues de dessus et en coupe un mode de réalisation d'un dispositif électronique intégré 1, par exemple un dispositif électronique intégré 1 adapté à la formation d'au moins une boîte quantique. A titre d'exemple,

lorsqu'exactement une boîte quantique est formée, le dispositif 1 peut permettre de réaliser un Qubit.

[0035] Plus particulièrement, la figure 1 représente une vue de dessus du dispositif 1, la figure 2 représente une vue en coupe du dispositif 1 selon le plan AA de la figure 1, la figure 3 représente une vue en coupe du dispositif 1 selon le plan BB de la figure 1 et la figure 4 représente une vue en coupe du dispositif 1 selon le plan CC de la figure 1.

[0036] Le dispositif 1 comprend une bande 100 de silicium. Le silicium de la bande 100 est de type P intrinsèque. Dit autrement, le silicium de la bande 100 possède un dopage intrinsèque de type P. A titre d'exemple, la concentration en atomes dopants de type P dans la bande 100 est comprise entre $5*10^{13}$ et 10^{15} at.cm^{-3}, par exemple égale à 10^{14} at.cm^{-3}. La bande 100 de silicium repose sur et en contact avec une couche isolante 102, par exemple en oxyde de silicium. La couche 102 repose sur et en contact avec un substrat semiconducteur 104, par exemple en silicium. L'empilement vertical de la bande 100, de la couche 102 et du substrat 104 forme une structure de type silicium sur isolant (SOI de l'anglais "Silicon On Insulator").

[0037] La bande 100 est délimitée latéralement par des tranchées isolantes 106, c'est-à-dire des tranchées remplies d'un matériau isolant tel que de l'oxyde de silicium. Dit autrement les tranchées 106 forment un mur isolant délimitant latéralement la bande 100. A titre d'exemple, les tranchées 106 sont des tranchées de type STI (de l'anglais "Shallow Trench Insulation"). Les tranchées 106 pénètrent verticalement dans le dispositif 1 depuis une face supérieure du dispositif 1 au moins jusqu'à la couche isolante 104, la face supérieure du dispositif étant coplanaire de la face supérieure de la bande 100.

[0038] La bande 100 est délimitée latéralement par les tranchées 106 signifie que la bande 100 est délimitée par les tranchées dans une première direction parallèle à la longueur de la bande 100 et dans une deuxième direction parallèle à la largeur de la bande 100. Les première et deuxième directions sont orthogonales entre elles et à la direction verticale de l'empilement.

[0039] A titre d'exemple, la bande 100 correspond à une portion d'une couche de silicium sur isolant, c'est-à-dire que la bande 100 est définie dans cette couche de silicium sur isolant par les tranchées 106.

[0040] Le dispositif 1 comprend en outre au moins une grille 112 reposant sur une partie centrale de la bande 100. Plus particulièrement, dans le mode de réalisation des figures 1 à 4, le dispositif 1 comprend exactement une grille 112. De préférence, en vue de dessus, la grille 112 a une forme sensiblement carrée, bien que, dans d'autres exemples, la grille 112 puisse avoir une forme sensiblement circulaire et/ou être étirée dans la direction longitudinale de la bande 100 (première direction). Un contact électrique 113 avec la grille 112 peut être prévu, de sorte à permettre l'application d'une tension à la grille 112, et, plus exactement à l'électrode de grille de la grille 112.

[0041] Dans la suite de la description une "grille" désigne un empilement vertical d'une électrode de grille et d'un isolant de grille, et "une grille repose sur un élément" signifie que l'isolant de cette grille repose sur et en contact avec ledit élément. La définition de "grille" et la signification de l'expression "une grille repose sur un élément" données ci-dessus ne s'appliquent pas à la notion de "grille arrière".

[0042] Le dispositif 1 comprend en outre une grille 114 et une grille 116. Chacune des grilles 114 et 116 s'étend en

longueur dans la première direction, et en largeur dans la deuxième direction. Les grilles 114 et 116 sont alignées l'une avec l'autre dans la première direction. Les grilles 114 et 116 sont disposées de part et d'autre de la grille 112 dans la première direction.

[0043] La grille 114 repose sur la bande 100, et peut également comprendre une extrémité reposant sur les tranchées 106 comme cela est représenté en figure 2.

[0044] La grille 114 est séparée de la grille 112 par un espace e1. Dit de manière plus précise, l'extrémité longitudinale de la grille 114 qui est la plus proche de la grille 112 est séparée de la grille 112 par un espace e1. Par exemple, dans la première direction, l'espace e1 sépare les grilles 114 et 112 l'une de l'autre. Un ou plusieurs contacts électrique 115 avec la grille 114 peuvent être prévus, de sorte à permettre l'application d'une tension à la grille 114. De préférence, ces contacts 115 sont disposés du côté de l'extrémité de la grille 114 qui est la plus éloignée de la grille 112, bien que cela ne soit pas indispensable.

[0045] Le dispositif 1 comprend en outre deux régions semiconductrices 110, par exemple en silicium, les régions étant dopées d'un premier type de conductivité, par exemple le type N. Les régions 110 reposent sur la couche isolante 102. A titre d'exemple, les régions 110 correspondent à des portions d'une couche de silicium sur isolant, par exemple la couche de silicium sur isolant dans laquelle est définie la bande 100. Comme illustré par la figure 4, les deux régions 110 sont disposées de part et d'autre de la grille 114 dans la deuxième direction. Plus particulièrement, les deux régions 110 bordent une portion de la grille 114, une première des deux régions 110 étant disposée le long d'un premier bord de cette portion de la grille 114, ce premier bord étant parallèle à la première direction, et une deuxième des deux

régions 110 étant disposée le long d'un deuxième bord de cette portion de la grille 114, ce deuxième bord étant parallèle à la première direction et les deux régions 110 étant en face l'une de l'autre dans la deuxième direction. En particulier, chacune des régions 110 borde une portion de la bande 100 qui est disposée sous la portion de la grille 114 bordée par cette région 110. Les deux régions 110 sont disposées du côté d'une des extrémités longitudinales de la bande 100, à savoir l'extrémité longitudinale de la bande 100 qui est du côté de la grille 114 (à gauche en figure 1). La région 110 est dite "disposée du côté d'une extrémité longitudinale de la bande" par exemple lorsque la région 110 est plus proche de cette extrémité longitudinale que du centre de la bande 100 prise dans le sens de sa longueur.

[0046] Ainsi, les régions 110 sont exposées et un ou plusieurs contacts électriques 118 avec chacune des régions 110 peuvent être prévus. Ces contacts 118 permettent d'appliquer une tension à chaque région 110.

[0047] A titre d'exemple, la grille 114 est configurée pour permettre la circulation de charges entre l'espace e1 et la région 110, dans la portion de la bande 100 disposée sous la grille 114.

[0048] De manière similaire, la grille 116 repose sur la bande 100, et peut également comprendre une extrémité reposant sur les tranchées 106 comme cela est représenté en figure 2.

[0049] La grille 116 est séparée de la grille 112 par un espace e2. Dit de manière plus précise, l'extrémité longitudinale de la grille 116 qui est la plus proche de la grille 112 est séparée de la grille 112 par un espace e2. Par exemple, dans la première direction, l'espace e2 sépare les grilles 116 et 112 l'une de l'autre. Un ou plusieurs contacts électrique 117 avec la grille 116 peuvent être prévus, de sorte à permettre l'application d'une tension à la grille 116.

De préférence, ces contacts 117 sont disposés du côté de l'extrémité de la grille 116 qui est la plus éloignée de la grille 112, bien que cela ne soit pas indispensable.

[0050] Le dispositif 1 comprend en outre deux régions semiconductrices 108, par exemple en silicium, les régions étant dopées du premier type de conductivité, par exemple le type N, comme les régions 110. Les régions 108 reposent sur la couche isolante 102. A titre d'exemple, les régions 108 correspondent à des portions d'une couche de silicium sur isolant, par exemple la couche de silicium sur isolant dans laquelle est définie la bande 100. Bien que cela ne soit pas illustré par une figure, de manière similaire aux régions 110 et à la grille 110, les deux régions 108 bordent une portion de la grille 116, une première des deux régions 108 étant disposée le long d'un premier bord de cette portion de la grille 116, ce premier bord étant parallèle à la première direction, et une deuxième des deux régions 108 étant disposée le long d'un deuxième bord de cette portion de la grille 116, ce deuxième bord étant parallèle à la première direction et les deux régions 108 étant en face l'une de l'autre dans la deuxième direction. En particulier, chacune des régions 108 borde une portion de la bande 100 qui est disposée sous la portion de la grille 114 bordée par cette région 110. Les deux régions 108 sont disposées du côté d'une des extrémités longitudinales de la bande 100, à savoir l'extrémité longitudinale de la bande 100 qui est du côté de la grille 116 (à droite en figure 1). La région 108 est dite "disposée du côté d'une extrémité longitudinale de la bande" par exemple lorsque la région 108 est plus proche de cette extrémité longitudinale que du centre de la bande 100 prise dans le sens de sa longueur.

[0051] Ainsi, les régions 108 sont exposées et un ou plusieurs contacts électriques 120 avec chacune des régions

108 peuvent être prévus. Ces contacts 120 permettent d'appliquer une tension à chaque région 108.

[0052] A titre d'exemple, la grille 116 est configurée pour permettre la circulation de charges entre l'espace e2 et la région 108, dans la portion de la bande 100 disposée sous la grille 116.

[0053] A titre d'exemple, les espaces e1 et e2 sont sensiblement égaux, de préférence égaux.

[0054] Dans l'exemple des figures 1 à 4, la largeur de la bande 100 (mesurée dans la deuxième direction) est égale à la largeur de chacune des grilles 114, 112 et 116. Les grilles 112, 114 et 116 sont alors alignées avec la bande 100. Ainsi, les tranchées 106 et les régions 110 et 108 entourent entièrement la bande 100 dans les première et deuxième directions. Dit autrement, la bande 100 est bordée sur toute sa périphérie latérale par les tranchées 106 et les régions 110 et 108. Dit encore autrement, la bande 100 est entièrement délimitée latéralement par les tranchées les régions 108 et 110.

[0055] Dans un autre exemple non illustré, la bande 100 a une largeur (mesurée dans la deuxième direction) qui est supérieure à celles des grilles 112, 114 et 116. Ainsi, des portions de la bande 100 sont disposées de part et d'autre des grilles 112, 114 et 116 dans la deuxième direction. Dans cet autre exemple, les régions 110 et 108 sont par exemple entièrement entourées par le silicium de la bande 100, ou, dit autrement, s'étendent à travers la bande 100 dans une direction orthogonale aux première et deuxième direction. Dans cet autre exemple, de préférence, les tranchées 106 entourent entièrement la bande 100 dans les première et deuxième directions, ou, dit autrement, la bande 100 est bordée sur toute sa périphérie latérale par les tranchées 106. Dit encore autrement, la bande 100 est alors par exemple

entièrement délimitée latéralement par les tranchées 106.Le dispositif 1 comprend en outre au moins une grille 122. Dans le mode de réalisation des figures 1 à 4, le dispositif 1 comprend plus particulièrement deux grilles 122, référencées respectivement 122A et 122B en figures 1 à 4.

[0056] Chaque grille 122A, 122B repose sur la face supérieure du dispositif 1. Chaque grille 122A, 112B est disposée en face de l'espace e1 dans la deuxième direction, et est dépourvue de portion reposant sur la bande 100. Dit autrement, au moins la portion des chacune des grilles 122A et 122b qui est disposée du côté de l'espace e1 repose entièrement sur les tranchées 106, et, de préférence, chacune des grilles 122A et 122B repose entièrement sur les tranchées 106.

[0057] Dans cet exemple à deux grilles 122, les grilles 122A et 122B sont donc disposées de part et d'autre de l'espace e1 dans la deuxième direction. De préférence, les grilles 122A et 122B sont alignées l'une avec l'autre dans la deuxième direction. De préférence, les grilles 122A et 122B sont en face l'une de l'autre dans la deuxième direction. Dans l'exemple de la figure 1, la grille 122A est disposée en haut, la grille 122B étant disposée en bas sur la figure 1.

[0058] Les grilles 122A, 122B sont, par exemple, configurées pour permettre le contrôle du potentiel électrostatique dans la portion de la bande 100 disposée dans l'espace e1 entre la grille 112 et la grille 114. Par exemple, lorsqu'une barrière tunnel est présente dans l'espace e1 entre la grille 112 et la grille 114, les grilles 122A et 112B permettent le contrôle de cette barrière tunnel, une barrière tunnel étant, par exemple, une barrière de potentiel électrostatique qui peut être traversée par effet tunnel.

[0059] Un ou plusieurs contacts électriques 124 avec chaque grille 122A, 122B peuvent être prévus, de sorte à permettre l'application d'une tension à chaque grille 122A, 122B. La

tension appliquée à la grille 122A peut être différente de celle appliquée à la grille 122B.

[0060] Dans l'exemple des figures 1 à 4, les grilles 122A et 122B ont chacune, en vue de dessus (figure 1) une forme sensiblement rectangulaire. Dans ce cas, chaque grille 122A, 122B s'étend en longueur dans la deuxième direction et a une extrémité en vis-à-vis de l'espace e1. De préférence, pour chaque grille 122A, 122B, le ou les contacts 124 avec la grille sont alors disposés du côté de l'extrémité de la grille qui est la plus éloignée de l'espace e1.

[0061] Dans un autre exemple non illustré, chaque grille 122A, 122B a, en vue de dessus, une forme sensiblement carrée.

[0062] A titre d'exemple, chaque grille 122A, 122B a un bord parallèle à la deuxième direction qui est aligné avec l'extrémité de la grille 114 disposée du côté de l'espace e1, et un autre bord parallèle à la deuxième direction qui est aligné avec le bord de la grille 112 disposé du côté de l'espace e1. Dans ce cas, la largeur de chaque grille 122A, 122B est égale à la dimension de l'espace e1 pris dans la première direction. Toutefois, dans des exemples alternatifs, la largeur de chaque grille 122A, 122B peut être supérieure ou inférieure à la dimension de l'espace e1 pris dans la première direction.

[0063] A titre d'exemple, un espace e3 sépare la portion de la bande 100 qui est disposée dans l'espace e1 de chaque grille 122A, 112B, c'est à dire du bord de chaque grille 122A, 122B qui est du côté de l'espace e1 et parallèle à la première direction. Dans le dispositif 1, aucune grille ne repose sur la portion de la bande 100 disposée entre la grille 112 et la grille 114, ou, dit autrement, aucune grille ne repose sur la portion de la bande 100 correspondant à l'espace e1.

[0064] Dans un exemple non illustré où la largeur de la bande 100 est supérieure à celles des grilles 112, 114 et 116, les tranchées 106 peuvent comprendre des prolongements dans la deuxième direction formant une encoche ou un décrochement dans bande 100, en face de l'espace e1 dans la deuxième direction, de sorte que chaque grille 122A, 122B soit dépourvue de portion reposant sur la bande 100, ou, dit autrement, de sorte que les grilles 122A, 122B reposent entièrement sur les tranchées isolantes 106.

[0065] De manière similaire, le dispositif 1 comprend en outre au moins une grille 126. Dans le mode de réalisation de des figures 1 à 4, le dispositif 1 comprend plus particulièrement deux grilles 126, référencées respectivement 126A et 126B en figure 1. En particulier, la vue en coupe du dispositif 1 dans un plan BB parallèle à la deuxième direction et passant par les grilles 126A, 126B serait similaire à la vue en coupe illustrée en figure 3.

[0066] Chaque grille 126A, 126B repose sur la face supérieure du dispositif 1. Chaque grille 126A, 126B est disposée en face de l'espace e2 dans la deuxième direction, et est dépourvue de portion reposant sur la bande 100. Dit autrement, au moins la portion de chacune des grilles 126A et 126B qui est disposée du côté de l'espace e2 repose entièrement sur les tranchées 106, et, de préférence, chacune des grilles 126A et 126B repose entièrement sur les tranchées 106.

[0067] Dans cet exemple à deux grille 126, les grilles 126A et 126B sont disposées de part et d'autre de l'espace e2 dans la deuxième direction. De préférence, les grilles 126A et 126B sont alignées l'une avec l'autre dans la deuxième direction. De préférence, les grilles 126A et 126B sont en face l'une de l'autre dans la deuxième direction.

[0068] Dans l'exemple de la figure 1, la grille 126A est disposée en haut, la grille 126B étant disposée en bas.

[0069] Les grilles 126A, 126B sont, par exemple, configurées pour permettre le contrôle du potentiel électrostatique dans la portion de la bande 100 disposée dans l'espace e2 entre la grille 112 et la grille 116. Par exemple, lorsqu'une barrière tunnel est présente dans l'espace e2 entre la grille 112 et la grille 116, les grilles 126A et 126B permettent le contrôle de cette barrière tunnel.

[0070] Un ou plusieurs contacts électriques 128 avec chaque grille 126A, 126B peuvent être prévus, de sorte à permettre l'application d'une tension à chaque grille 126A, 126B. La tension appliquée à la grille 126A peut être différente de celle appliquée à la grille 126B.

[0071] Dans l'exemple des figures 1 à 4, chaque grille 126A,126B a, en vue de dessus (figure 1), une forme sensiblement rectangulaire. Dans ce cas, chaque grille 126A, 126B s'étend en longueur dans la deuxième direction et a une extrémité en vis-à-vis de l'espace e2. De préférence, pour chaque grille 126A, 126B, le ou les contacts 128 avec la grille sont alors disposés du côté de l'extrémité de la grille qui est la plus éloignée de l'espace e2.

[0072] Dans un autre exemple non illustré, chaque grille 126A, 126B a, en vue de dessus, une forme sensiblement carrée.

[0073] A titre d'exemple, chaque grille 126A, 126B a un bord parallèle à la deuxième direction qui est aligné avec l'extrémité de la grille 116 disposée du côté de l'espace e2, et un autre bord parallèle à la deuxième direction qui est aligné avec le bord de la grille 112 disposé du côté de l'espace e2. Dans ce cas, la largeur de chaque grille 126A, 126B est égale à la dimension de l'espace e2 pris dans la première direction. Toutefois, dans des exemples alternatifs, la largeur de chaque grille 126A, 126B peut être supérieure ou inférieure à la dimension de l'espace e2 pris dans la première direction.

[0074] A titre d'exemple, l'espace e3 sépare la portion de la bande 100 qui est disposée dans l'espace e2 de chaque grille 126A, 126B, c'est à dire du bord de chaque grille 126A, 126B qui est du côté de l'espace e2 et parallèle à la première direction. Dans le dispositif 1, aucune grille ne repose sur la portion de la bande 100 disposée entre la grille 112 et la grille 116, ou, dit autrement, aucune grille ne repose sur la portion de la bande 100 correspondant à l'espace e2.

[0075] Dans un exemple non illustré où la largeur de la bande 100 est supérieure à celles des grilles 112, 114 et 116, les tranchées 106 peuvent comprendre des prolongements dans la deuxième direction formant une encoche ou un décrochement dans bande 100, en face de l'espace e2 dans la deuxième direction, de sorte que chaque grille 126A, 126B soit dépourvue de portion reposant sur la bande 100.

[0076] A titre d'exemple, la dimension de l'espace e3 prise dans la deuxième direction est suffisamment faible pour que les grilles 122A et 122B, respectivement 126A et 126B, puisse permettre de modifier le potentiel électrostatique de la portion de bande 100 correspondant à l'espace e1, respectivement e2, par exemple pour que les grilles 122A, 122B, respectivement 126A, 126B, permettent de modifier une barrière tunnel formée dans l'espace e1, respectivement e2.

[0077] Le dispositif 1 comprend en outre une région 130 en silicium. La région 130 est en contact avec le substrat 104, de sorte à permettre l'application d'une tension au substrat 104 sous la bande 100, c'est-à-dire de sorte à permettre l'application d'une tension à la portion du substrat 104 qui est sous la bande 100 et séparée et isolée de cette bande 100 par la couche 102.

[0078] Le substrat 104 et la couche isolante 102 forment donc une grille arrière pour la bande de silicium 100, par exemple respectivement une électrode de cette grille arrière et un

isolant de grille de cette grille arrière, la grille arrière s'étendant sous toute la bande 100. La région 130 permet donc l'application d'une tension à la grille arrière disposée sous et en contact avec la bande 100, ou, dit autrement, la région 130 est une région de reprise de contact de grille arrière. La région 130 est isolée électriquement de la bande 100 par les tranchées 106 et la couche 102. Par exemple, l'application de cette tension est mise en œuvre via un ou plusieurs contacts électriques 131 avec la région 130, et, plus particulièrement, avec la face de la région 130 qui fait partie de la face supérieure du dispositif 1.

[0079] A titre d'exemple, la région 130 s'étend à travers les tranchées 106 et, par exemple la couche 102, depuis la face supérieure du dispositif 1 jusqu'au substrat 104.

[0080] Dans l'exemple des figures 1 à 4, la région 130 est disposée dans l'alignement des grilles 114, 112 et 116, bien que cette région 130 puisse être disposée à d'autres emplacements dans le dispositif 1. Par exemple, bien que cela ne soit pas représenté ici, la région 130 pourrait être une région sensiblement rectangulaire en vue de dessus, s'étendant longitudinalement dans la première direction de manière parallèle aux grilles 112, 114 et 116, et étant disposée au-delà des grilles 122B, 126B (en bas en figure 1). Une telle région 130 comprendrait alors, de préférence, plusieurs contacts 131.

[0081] Bien qu'il soit usuel de prévoir une siliciuration au niveau du contact entre un contact électrique et le silicium ou une électrode de grille, de préférence, le dispositif 1 comprend une zone 132 (délimités en pointillés en figure 1 et représentée par des pointillés en figures 2 et 3) dépourvue de siliciuration. En pratique, la zone 132 correspond à un emplacement où, pendant la fabrication du dispositif 1, un masque a été formé pour empêcher toute siliciuration du

silicium recouvert par ce masque. De préférence, la zone 132 correspond également à une zone du dispositif où aucune implantation d'atomes dopants n'a été mis en œuvre, par exemple du fait que le masque utilisé pendant la fabrication pour empêcher les siliciuration dans la zone 132 permet également d'empêcher des atomes dopants d'atteindre la zone 132 du dispositif.

[0082] La grille 112 est alors disposée dans la zone 132, de préférence dans une partie centrale de la zone 132. Ainsi, la grille 112 est dépourvue de siliciuration.

[0083] De préférence, les extrémités des grilles 114 et 116 qui sont du côté de la grille 112 font également partie de la zone 132, les autres extrémités des grilles 114 et 116 pouvant être siliciurées, par exemple au moins aux emplacements des contacts 115 et 117.

[0084] De préférence, chaque grille 122A, 122B a au moins son extrémité du côté de l'espace e1 qui fait partie de la zone 132, le reste de chaque grille 122A, 122B pouvant ou non être siliciurée, par exemple être siliciurée au moins aux emplacements des contacts 124.

[0085] De préférence, chaque grille 126A, 126B a au moins son extrémité du côté de l'espace e2 qui fait partie de la zone 132, le reste de chaque grille 126A, 126B pouvant ou non être siliciurée, par exemple être siliciurée au moins aux emplacements des contacts 128.

[0086] A titre d'exemple, les régions 108 et 110 sont disposées à l'extérieur de la zone 132, et peuvent être siliciurées, par exemple au moins aux emplacements des contacts 118 et 120.

[0087] Dans l'exemple de mode de réalisation illustré par les figures 1 à 4, le dispositif 1 comprend deux grilles 122, à savoir les grilles 122A et 122B. Dans des variantes de

réalisation, l'une ou l'autre des grilles 122A et 122B peut être omise. De manière similaire, dans des variantes de réalisation, l'une ou l'autre des grilles 126A et 126B peut être omise.

[0088] Bien que cela ne soit pas illustré en figures 1 à 4, le dispositif 1 comprend, de préférence, un circuit de commande configuré pour appliquer des tensions de commande à chacune des grilles 122A, 122B, 112, 126A, 126B, 114, 116, 130 du dispositif 1. Les différents modes de fonctionnement que permet le dispositif 1 en fonction des tensions de commande qu'il reçoit sur ses grilles seront décrits en relation avec les figures 6, 7 et 8.

[0089] Dans le mode de réalisation des figures 1 à 4, le dispositif 1 comprend une unique grille 112. Dans des variantes de réalisation, le dispositif 1 comprend au moins deux grilles 112.

[0090] La figure 5 représente illustre un exemple d'une telle variante de réalisation du dispositif 1. Plus particulièrement, la figure 5 est une vue de dessus du dispositif 1 selon cette variante de réalisation, cette vue de dessus étant similaire à celle de la figure 1, et les vues en coupes dans les plans BB et CC de la figure 5 seraient similaires à celles des figures respectives 3 et 4. Plus généralement, le dispositif 1 de la figure 5 comprend de nombreuses similitudes avec celui des figures 1 à 4, et seules les différences entre ces deux dispositifs 1 sont ici mises en exergue.

[0091] Dans l'exemple de la figure 5, le dispositif 1 comprend trois grilles 112, référencées respectivement 112A, 112B et 112C (de droite à gauche en figure 5). Toutefois, la personne du métier sera en mesure d'adapter la description faite ci-dessous pour un dispositif 1 comprenant trois grilles

112 à un dispositif 1 comprenant un nombre quelconque de grilles 112 supérieur ou égal à deux.

[0092] Les grilles 112 (112A, 112B et 112C en figure 5) sont alignées avec les grilles 114 et 116 dans la première direction (direction longitudinale de la bande 100). De manière similaire au dispositif 1 des figures 1 à 4, dans le dispositif 1 de la figure 5, les grilles 114 et 116 sont disposées de part et d'autre des grilles 112 (112A, 112B et 112C en figure 5) dans la première direction. Plus particulièrement, comme dans le dispositif 1 des figure 1 à 5, dans le dispositif 1 de la figure 5, la grille 114 est séparée des grilles 112 par l'espace e1, et la grille 116 est séparée des grilles 112 par l'espace e2. Par exemple, l'espace e1 sépare la grille 114 de celle des grilles 112 dont elle est la plus proche, à savoir la grille 112C dans l'exemple de la figure 5, et l'espace e2 sépare la grille 116 de celle des grilles 112 dont elle est la plus proche, à savoir la grille 112A dans l'exemple de la figure 5.

[0093] Le dispositif 1 comprend, comme en figures 1 à 4, au moins une grille 122, par exemple les deux grilles 122A et 122B dans l'exemple représenté en figure 5, bien que l'une ou l'autre de ces grilles 122A et 122B puisse être omise. Les grilles 122A et 122B sont disposées de manière similaire à ce qui a été décrit en relation avec les figures 1 à 4 par rapport à l'espace e1, à la grille 114 et aux grilles 112. Ainsi, les grilles 122A, 122B sont alignées l'une avec l'autre et sont disposées de part et d'autre de l'espace e1 dans la deuxième direction, chacune des grilles 122A, 122B faisant face à l'espace e1 dans la deuxième direction. De manière similaire, le dispositif 1 comprend, comme en figures 1 à 4, au moins une grille 126, par exemple les deux grilles 126A et 126B dans l'exemple représenté en figure 5, bien que l'une ou l'autre de ces grilles 126A et 126B puisse être omise. Les

grilles 126A et 126B sont disposées de manière similaire à ce qui a été décrit en relation avec les figures 1 à 4 par rapport à l'espace e2, à la grille 116 et aux grilles 112. Ainsi, les grilles 126A, 126B sont alignées l'une avec l'autre dans la deuxième direction et sont disposées de part et d'autre de l'espace e2 dans la deuxième direction, chacune des grilles 126A et 126B faisant face à l'espace e2 dans la deuxième direction.

[0094] Les grilles 112 sont séparées les unes des autres, deux à deux, par un espace e4 correspondant. A titre d'exemple, l'espace e4 est sensiblement égal aux espaces e1 et e2, voire égal à ces espaces e1 et e2. Ainsi, dans l'exemple de la figure 5, dans la première direction, l'espace e1 sépare la grille 114 de la grille 112C, un espace e4 sépare la grille 112C de la grille 112B, un autre espace e4 sépare la grille 112B de la grille 112A et l'espace e2 sépare la grille 112A de la grille 116. Bien que l'espace entre chaque deux grilles 112 adjacentes ait été désigné par une même référence e4 et soit de préférence identique entre chaque deux grilles 112 adjacentes, dans des exemples alternatifs, l'espace e4 entre deux grilles 112 adjacentes (par exemple les grilles 112C et 112B dans l'exemple de la figure 5) peut être différent de l'espace e4 entre deux autres grilles 112 adjacentes (par exemple les grilles 112B et 112A dans l'exemple de la figure 5), c'est-à-dire que ces deux espaces e4 peuvent avoir des dimensions différentes prises dans la première direction.

[0095] Chaque grille 122 permet de contrôler le potentiel électrostatique dans la portion de la bande 100 correspondant à l'espace e1 et chaque grille 126 permet de contrôler le potentiel électrostatique dans la portion de la bande 100 correspondant à l'espace e2. Par exemple, chaque grille 122 permet de contrôler une barrière tunnel formée dans la portion de la bande 100 correspondant à l'espace e1 et chaque grille

126 permet de contrôler une barrière tunnel formée dans la portion de la bande 100 correspondant à l'espace e2.

[0096] De manière similaire, selon un mode de réalisation, le dispositif 1 comprend, pour chaque espace e4, au moins une grille 500 disposée en face de l'espace e4 dans la deuxième direction et dépourvue de portion reposant sur la bande 100. Dit autrement, au moins la portion de chaque grille 500 qui est disposée du côté de l'espace e4 correspondant à cette grille, repose entièrement sur les tranchées 106, et, de préférence, chaque grille 500 repose entièrement sur les tranchées 106.

[0097] Dans cet exemple où les dispositif 1 comprend deux grilles 500 pour chaque espace e4, les deux grilles 500 sont disposées de part et d'autre de l'espace e4 dans la deuxième direction. De préférence, pour chaque espace e4, les deux grilles 500 faisant face à cet espace e4 dans la deuxième direction sont alignées l'une avec l'autre dans cette deuxième direction.

[0098] Pour chaque espace e4, la ou les grille 500 ayant leurs extrémités disposées en face de cet espace e4 sont configurées pour permettre le contrôle du potentiel électrostatique dans la portion de la bande 100 disposée dans l'espace e4 considéré, par exemple pour permettre le contrôle d'une barrière tunnel formée dans cet espace e4.

[0099] Un ou plusieurs contacts électriques 502 avec chaque grille 500 peuvent être prévus, de sorte à permettre l'application d'une tension à chaque grille 500. La tension appliquée à une grille 500 peut être différente de celle appliquée à une autre grille 500, même lorsque les deux grilles 500 sont disposées de part et d'autre d'un même espace e4.

[0100] Dans l'exemple de la figure 5, les grilles 500 ont chacune, en vue de dessus, une forme sensiblement rectangulaire. Dans ce cas, chaque grille 500 s'étend en longueur dans la deuxième direction et a une extrémité en vis-à-vis de l'espace e4 correspondant. De préférence, pour chaque grille 500, le ou les contacts 124 avec la grille sont alors disposés du côté de l'extrémité de la grille qui est la plus éloignée de l'espace e4 correspondant à cette grille.

[0101] Dans un autre exemple non illustré, les grilles 500 ont chacune, en vue de dessus, une forme sensiblement carrée.

[0102] A titre d'exemple, pour chaque espace e4, chaque grille 500 qui a une extrémité en vis-à-vis de cet espace e4 a en outre un premier bord parallèle à la deuxième direction qui est aligné avec un bord d'une première grille 112 adjacente à cet espace e4, ce bord de la première grille 112 étant adjacent à l'espace e4, et un deuxième bord parallèle à la deuxième direction qui est aligné avec un bord d'une deuxième grille 112 adjacente à cet espace e4, ce bord de la deuxième grille 112 étant adjacent à l'espace e4. Dans ce cas, chaque grille 500 en vis-à-vis d'un espace e4 correspondant a une dimension prise dans la première direction qui est égale à la dimension de cet espace e4 pris dans la première direction. Toutefois, dans des exemples alternatifs, la dimension de chaque grille 500 prise dans la première direction peut être supérieure ou inférieure à la dimension de l'espace e4 face auquel elle est disposée.

[0103] A titre d'exemple, pour chaque grille 500 en vis-à-vis d'un espace e4 correspondant, un espace e5 sépare la portion de la bande 100 qui est disposée dans cet espace e4 de chaque grille 500 faisant face à cet espace dans la deuxième direction. Dans le dispositif 1, aucune grille ne repose sur la portion de la bande 100 disposée entre chaque deux grilles 112 adjacentes, ou, dit autrement, aucune grille

ne repose sur la portion de la bande 100 correspondant à chaque espace e4.

[0104] Dans un exemple non illustré où la largeur de la bande 100 est supérieure à celles des grilles 112, 114 et 116, pour chaque grille 500, les tranchées 106 peuvent comprendre un prolongement dans la deuxième direction formant une encoche ou un décrochement dans la bande 100, en face de l'espace e4 correspondant à cette grille 500, de sorte que la grille 500 soit dépourvue de portion reposant sur la bande 500.

[0105] A titre d'exemple, pour chaque grille 500 en vis-à-vis d'un espace e4 correspondant dans la deuxième direction, la dimension de l'espace e5 prise dans la deuxième direction est suffisamment faible pour que la grille 500 puisse permettre de modifier le potentiel électrostatique de la portion de bande 100 correspondant à cet espace e4, par exemple de sorte à contrôler une barrière tunnel formée dans cet espace e4. A titre d'exemple, chaque espace e5 a, dans la deuxième direction, la même dimension que les espaces e3.

[0106] Comme en figure 1 à 4, de préférence le dispositif 1 de la figure 5 comprend la zone 132 dépourvue de zone siliciurée (délimitée par des pointillés en figure 5), la zone 132 comprenant les grilles 112 par exemple disposées dans une partie centrale de la zone 132. Dans l'exemple de la figure 5, la zone 132 comprend les grilles 112, de préférence l'extrémité de la grille 114 disposée du côté du l'espace e1, de préférence l'extrémité de la grille 116 disposée du côté de l'espace e2, et de préférence l'extrémité de chacune des grilles 122A et 122B, respectivement 126A et 126B, disposées du côté de l'espace e1, respectivement e2. En outre, de préférence, cette zone 132 comprend l'extrémité de chaque grille 500 qui est disposée du côté de, ou qui fait face à, un espace e4, l'autre extrémité de la grille 500 pouvant être

siliciurée, par exemple au moins aux emplacements du ou des contacts 502.

[0107] Bien que cela ne soit pas illustré en figure 5, le dispositif 1 comprend, de préférence, un circuit de commande configuré pour appliquer des tensions de commande à chacune des grilles 122A, 122B, 112, 126A, 126B, 114, 116, 130 et 500 du dispositif 1. Les différents modes de fonctionnement que permet le dispositif 1 de la figure 5 à plusieurs grille 122 en fonction des tensions de commande qu'il reçoit sur ses grilles peuvent être déduis par la personne du métier à partir de la description ci-dessous des modes de fonctionnement du dispositif 1 des figures 1 à 4, faite en relation avec les figures 6, 7 et 8.

[0108] Dans des variantes de réalisation non illustrées, pour au moins un espace e4, par exemple pour chaque espace e4, le dispositif 1 ne comprend qu'une seule grille 500 en vis-à-vis de cet espace e4 dans la deuxième direction ou est dépourvu de grille 500 faisant face à cet espace 500 dans la deuxième direction.

[0109] La figure 6 illustre par des courbes 600, 602 et 604 le fonctionnement du dispositif 1 de la figure 1. Plus particulièrement, les courbes 600, 602 et 604 illustrent la forme du potentiel électrostatique EC, en électron volt (eV), dans la bande 100 prise dans le plan AA, c'est-à-dire dans une portion de la bande 100 s'étendant sous les grilles 114, 112 et 116 et comprenant les espaces e1 et e2, en fonction de la tension VC appliquée à la grille 112. Les régions 110 et 108, les espaces e1 et e2 et la grille 112 ont été représentés sur l'axe des abscisses.

[0110] En figure 6, la grille arrière reçoit une tension constante et les autres grilles 122A, 122B, 126A, 126B reçoivent une tension nulle (c'est-à-dire la masse), bien qu'elles auraient pu être laissées flottantes. En outre, la

courbe 600 illustre le cas où VC est égale à -0,5 V, la courbe 602 illustrant le cas où VC est égale à 0 V et la courbe 604 illustrant le cas où VC est égale à 0,5 V.

[0111] La courbe 602 montre que le dispositif 1 peut fonctionner en transistor à électron unique (SET de l'anglais "Single Electron Transistor") ou en tant que Qubit. En effet, les barrières de potentiels dans les espaces e1 et e2 définissent une boîte quantique sous la grille 112. En particulier, en amenant le dispositif 1 à une température cryogénique, des électrons peuvent être accumulés sous les grilles 114 et 116 en appliquant des tensions appropriées sur les grilles du dispositif 1.

[0112] Il est ensuite possible de contrôler les barrières électrostatiques dans les espaces e1 et e2 grâce à la tension VC pour obtenir un transistor à électron unique. Par exemple, l'application d'une première tension VC positive à la grille 112, par exemple inférieure à la tension VC correspondant à la courbe 604, permet de placer la boîte quantique dans un état passant, de sorte que des électrons puissent traverser la boîte quantique en traversant les barrières de potentiels des espaces e1 et e2 par effet tunnel, alors que l'application d'une deuxième tension VC positive et supérieure à la première tension VC, par exemple la tension VC correspondant à la courbe 604, permet de mettre la boîte quantique dans un état bloquant. Plus généralement, la hauteur des barrières de potentiels dans les espaces e1 et e2 peut, par exemple, être réglée par la tension VC, de sorte que l'électron disposé dans le puits de potentiel défini par ces deux barrières de potentiel puisse sortir du puits uniquement par effet tunnel.

[0113] De plus, en appliquant un champ magnétique au dispositif 1, il est possible de séparer les états de spin d'un seul électron piégé dans la boîte quantique sous la grille 112, le dispositif 1 mettant alors en œuvre un Qubit.

[0114] La courbe 604 montre que le dispositif 1 peut fonctionner comme une mémoire. En effet, le puits de potentiel sous la grille 112 est plus profond pour la courbe 604 que pour la courbe 602, ce qui permet d'éviter qu'un électron stocké dans le puits de potentiel correspondant à la courbe 604 sorte du puits par un saut ("hopping" en anglais). En outre, les barrières de potentiel délimitant le puits de potentiel sous la grille 112 sont plus épaisses (larges) pour la courbe 604 que pour la courbe 602, ce qui permet d'éviter qu'un électron stocké dans le puits de potentiel correspondant à la courbe 604 sorte du puits en traversant l'une ou l'autre de ces barrières par effet tunnel. Cette courbe 604 montre également que le dispositif 1 peut fonctionner comme un capteur, par exemple un capteur basé sur l'effet de blocage de Coulomb. Dans un capteur basé sur l'effet de blocage de Coulomb, lorsqu'un électron est piégé dans la boîte quantique sous la grille 112, en réglant la profondeur de potentiel de confinement sous la grille 112 grâce, par exemple, à la tension VC, il est possible de détecter quand l'électron s'échappe de ce puits de potentiel lorsqu'il reçoit assez d'énergie, par exemple de l'énergie apportée par un photon atteignant l'électron. Dit autrement, le dispositif 1 peut fonctionner comme un capteur pour détecter lorsqu'au moins une certaine énergie a été apportée à l'électron piégé sous la grille 112.

[0115] La courbe 600 montre que la tension VC peut permettre de bloquer complètement la circulation de charges entre les zones 108 et 110, en générant une barrière de potentiel suffisamment haute sous la grille 112.

[0116] La figure 7 illustre par des courbes 700, 702 et 704 le fonctionnement du dispositif 1 de la figure 1. Plus particulièrement, les courbes 700, 702 et 704 illustrent la forme du potentiel électrostatique EC, en électron volt (eV),

dans la bande 100 prise dans le plan AA, c'est-à-dire dans une portion de la bande 100 s'étendant sous les grilles 114, 112 et 116 et comprenant les espaces e1 et e2, en fonction de la tension VB appliquée à la grille arrière du dispositif 1. Les régions 110 et 108, les espaces e1 et e2 et la grille 112 ont été représentés sur l'axe des abscisses.

[0117] En figure 7, la grille 112 reçoit une tension constante et les autres grilles 122A, 122B, 126A, 126B reçoivent une tension nulle (c'est-à-dire la masse), bien qu'elles auraient pu également être laissées flottantes. En outre, la courbe 700 illustre le cas où VB est égale à 3 V, la courbe 702 illustrant le cas où VB est égale à 4 V et la courbe 704 illustrant le cas où VB est égale à 5 V.

[0118] Ces courbes montrent que la grille arrière du dispositif 1 peut à elle seule modifier le potentiel électrostatique dans la bande 100 pour permettre ou empêcher la circulation d'un courant entre les régions 110 et 108. Dit autrement, la circulation d'un courant dans la bande 100 et la bande de conduction dans la bande 100 peuvent être commandées ou réglées grâce à la tension VB appliquée à la grille arrière.

[0119] En particulier, la courbe 700 montre que deux puits de potentiels ou boîtes quantiques peuvent être formées respectivement dans l'espace e1 et dans l'espace e2. Les courbes 702 et 704 montrent que les barrières autours de ces deux puits de potentiel peuvent être abaisser jusqu'à disparaître grâce à la tension VB, de sorte à permettre ensuite la circulation du courant.

[0120] La figure 8 illustre par des courbes 800, 802, 804, 806 et 808 le fonctionnement du dispositif 1 de la figure 1. Plus particulièrement, les courbes 800, 802, 804, 806 et 808 illustrent la forme du potentiel électrostatique EC, en électron volt (eV), dans la bande 100 prise dans le plan AA,

c'est-à-dire dans une portion de la bande 100 s'étendant sous les grilles 114, 112 et 116 et comprenant les espaces e1 et e2, en fonction de la tension Ve2CTRL appliquée aux grilles 126A et 126B. Les régions 110 et 108, les espaces e1 et e2 et la grille 112 ont été représentés sur l'axe des abscisses.

[0121] En figure 8, la grille 112 reçoit une tension constante, la grille arrière reçoit une tension constante et les autres grilles 122A et 122B reçoivent une tension nulle (c'est-à-dire la masse), bien qu'elles auraient également pu être laissées flottantes. En outre, les courbes 800, 802, 804, 806 et 808 illustrent les cas où Ve2CTRL est égale respectivement à 0 V, 2 V, 4 V, 6 V et 8 V.

[0122] Comme le montre les courbes 800 à 808, la tension Ve2CTRL appliquée aux grilles 216A et 126B permet de contrôler la hauteur de la barrière de potentiel dans l'espace e2. Il est ainsi possible de sélectionner, grâce à la tension Ve2CTRL, si un électron piégé dans le puits de potentiel sous la grille 112 peut passer la barrière dans l'espace e2 par effet tunnel ou par-dessus cette barrière ("hopping" en anglais), ou uniquement par effet tunnel.

[0123] Bien que ce qui est décrit en relation avec la figure 8 concerne un cas où le dispositif 1 comprend deux grilles 126, à savoir la grille 126A et la grille 126B, ce qui a été décrit ci-dessus reste valable lorsque le dispositif 1 ne comprend que la grille 126A ou que la grille 126B.

[0124] En outre, bien que la figure 8 illustre l'impact de la tension Ve2CTRL appliquée aux grilles 126 sur la barrière de potentiel dans l'espace e2, de la même façon la hauteur de la barrière de potentiel dans l'espace e1 peut être contrôler par une tension Ve1CTRL appliqué aux grille 122A et 122B, ou, dans le cas où le dispositif 1 ne comprend qu'une seule grille 122, à cette unique grille 122.

[0125] Ainsi, il est possible de mettre en œuvre des fonctions booléenne entre les tensions appliquées à chaque grille 122A, 122B, 126A, et 126B.

[0126] Par exemple, un électron ne peut circuler de l'une à l'autre des régions 108 et 110 que si les barrières de potentiel dans les espaces e1 et e2 sont suffisamment basses, et ne peut pas circuler si l'une et/ou l'autre des barrières de potentiel dans ces espaces e1 et e2 sont trop hautes, le contrôle de ces deux barrières de potentiel pouvant être mis en œuvre avec une unique grille 122 ou deux grilles 122A et 122B et avec une unique grille 126 ou deux grilles 126A et 126B. Ainsi, il est possible de mettre en œuvre une fonction logique booléenne de type ET entre la commande la ou des grilles 122 d'une part, et la commande de la ou des grilles 126 d'autre part.

[0127] Selon un autre exemple dans lequel le dispositif 1 comprend deux grilles 126A et 126B, il est possible de mettre en œuvre une fonction logique booléenne de type OU entre une tension Ve2CTRLA appliquée à la grille 126A et une tension Ve2CTRLB appliquée à la grille 126B. En effet, en considérant qu'un électron est piégé sous la grille 112, cet électron peut atteindre la région 108 si l'une et/ou l'autre des tensions Ve2CTRLA et Ve2CTRLB permet d'abaisser suffisamment la barrière dans l'espace e2 pour que l'électron s'échappe du puits de potentiel sous la grille 112. De manière similaire, il est possible de mettre en œuvre une fonction logique booléenne OU entre une tension Ve1CTRLA appliquée à la grille 122A et une tension Ve1CTRLB appliquée à la grille 122B.

[0128] Bien que cela ne soit pas illustré par une figure, de manière similaire à la ou les grilles 122 pour la barrière de potentiel dans l'espace e1, et à la ou les grilles 126 pour la barrière de potentiel dans l'espace e2, pour chaque espace e4 lorsque le dispositif 1 comprend plusieurs grilles 112, la

barrière de potentiel dans cet espace e4 peut être contrôler par la ou les grilles 500 qui ont une extrémité faisant face à cet espace e4.

[0129] Plus généralement, et bien que cela ne soit pas illustré par des figures, lorsque le dispositif 1 comprend plusieurs grilles 112, de manière similaire à ce qui a été décrit en relation avec les figures 6, 7 et 8 pour une seule grille 112, la hauteur du potentiel (barrière tunnel) dans chacun des espaces e1, e2 et e4 et la hauteur du potentiel de confinement sous chaque grille 112 peuvent être commandées de sorte à former un ou plusieurs puits de potentiel chacun apte à stocker un électron, par exemple pour mettre en oeuvre une ou plusieurs boites quantiques, ou pour mettre en œuvre un Qubit.

[0130] A titre d'exemple de dimensions, dans les dispositifs 1 décrits ci-dessus :

- chaque grille 112 a, en vue de dessus, une forme carrée de côté compris entre 50 et 95 nm ;
- les grilles 114 et 116 ont une largeur comprise entre 50 et 60 nm ;
- la bande 100 a une largeur comprise entre 50 et 230 nm ;
- les espaces e1 et e2 ont chacun, dans la première direction, une dimension comprise entre 30 et 50 nm ;
- les espaces e4 ont chacun, dans la première direction, une dimension comprise entre 30 et 60 nm ; et
- les espaces e3 et e5 ont chacun, dans la deuxième direction, une dimensions comprise entre 45 et 90 nm.

[0131] Bien entendu les exemples de dimensions ci-dessus ne sont pas limitatifs et la personne du métier est en mesure de dimensionner le dispositif 1 différemment tout en conservant un fonctionnement similaire à ce qui a été décrit en relation avec les figures 6 à 8.

[0132] Divers modes de réalisation et variantes ont été décrits. La personne du métier comprendra que certaines caractéristiques de ces divers modes de réalisation et variantes pourraient être combinées, et d'autres variantes apparaîtront à la personne du métier. En particulier, bien que l'on ait décrit le cas où les régions 108 et 110 sont dopées de type N, la personne du métier est en mesure, à partir de la description faite ci-dessus de mettre en œuvre des dispositifs 1 dans lesquels les régions 108 et 110 sont dopées de type P. Dans ce dernier cas, de préférence le silicium de la bande 100 reste intrinsèquement dopé de type P, et les régions 110 et 108 sont dopées avec un niveau de dopage au moins 10 fois supérieur à celui du silicium de la bande 100, par exemple avec un niveau de dopage compris entre 10^{20} et 10^{21} at.cm-3.

[0133] Enfin, la mise en oeuvre pratique des modes de réalisation et variantes décrits est à la portée de la personne du métier à partir des indications fonctionnelles données ci-dessus.

REVENDICATIONS

1. Dispositif électronique (1) comprenant :
une bande de silicium (100) dopée intrinsèquement de type P, la bande reposant sur une couche isolante (102) reposant elle-même sur un substrat semiconducteur (104) ;
des tranchées isolantes (106) délimitant latéralement ladite bande (100) ;
au moins une première grille (112 ; 112A, 112B, 112C) reposant sur une région centrale de ladite bande (100) ;
une deuxième grille (114) s'étendant longitudinalement dans une première direction parallèle à longueur de ladite bande (100), la deuxième grille (114) reposant sur ladite bande et étant séparée de ladite au moins une première grille (112 ; 112A, 112B, 112C) par un premier espace (e1) ;
une troisième grille (116) s'étendant longitudinalement dans la première direction, la troisième grille reposant sur ladite bande et étant séparée de ladite au moins une première grille (112 ; 112A, 112B, 112C) par un deuxième espace (e2) ;
deux premières régions semiconductrices (110) dopées d'un premier type de conductivité, disposées le long et de part et d'autre d'une portion de la deuxième grille (114) reposant sur une portion correspondante de la bande (100) ;
deux deuxièmes régions semiconductrices (108) dopées du premier type de conductivité, disposées le long et de part et d'autre d'une portion de la troisième grille (116) reposant sur une portion correspondante de la bande (100) ;
au moins une quatrième grille (122A, 122B) disposée en face et au-delà du premier espace (e1) dans une deuxième direction orthogonale à la première direction, chaque quatrième grille (122A, 122B) ayant au moins une portion disposée du côté du premier espace (e1) qui repose entièrement sur les tranchées isolantes (106) ;
au moins une cinquième grille (126A, 126B) disposée en face

et au-delà du deuxième espace (e2) dans la deuxième direction, chaque cinquième grille (126A, 126B) ayant au moins une portion disposée du côté du deuxième espace (e2) qui repose entièrement sur les tranchées isolantes (106) ; et

une région en silicium (130) en contact avec le substrat (104) pour polariser le substrat sous ladite bande.

2. Dispositif électronique selon la revendication 1, dans lequel ladite au moins une première grille comprend exactement une première grille (112), les deuxième et troisième grilles (114, 116) étant disposées de part et d'autre de ladite première grille (112) dans la première direction, et les première, deuxième et troisième grilles étant alignées dans la première direction.

3. Dispositif électronique selon la revendication 2, dans lequel chaque quatrième grille et chaque cinquième grille repose entièrement sur les tranchées isolantes (106).

4. Dispositif électronique selon la revendication 2 ou 3, dans lequel le dispositif comprend un circuit de commande configuré pour appliquer une tension de commande à la région (130) en contact avec le substrat, au moins une tension de commande à ladite première grille (112), une tension de commande à la deuxième grille (114), une tension de commande à la troisième grille (116), au moins une tension de commande à ladite au moins une quatrième grille (122A, 122B) et une tension de commande à ladite au moins une cinquième grille (126A, 126B).

5. Dispositif électronique selon la revendication 1, dans lequel ladite au moins une première grille comprend au moins deux premières grilles (112A, 112B, 112C) alignées dans la première direction et séparées deux à deux par un troisième espace (e4).

6. Dispositif électronique selon la revendication 5, dans lequel chaque quatrième grille et chaque cinquième grille repose entièrement sur les tranchées isolantes (106)

7. Dispositif électronique selon la revendication 5 ou 6, dans lequel le dispositif comprend, pour chaque troisième espace (e4), au moins une sixième grille (500) disposée en face et au-delà du troisième espace (e4), chaque sixième grille (126A, 126B) ayant au moins une portion disposée du côté du troisième espace (e4) correspondant qui repose entièrement sur les tranchées isolantes (106).

8. Dispositif selon la revendication 7, dans lequel chaque sixième grille (500) repose entièrement sur les tranchées isolantes (106).

9. Dispositif électronique selon la revendication 7 ou 8, dans lequel le dispositif comprend un circuit de commande configuré pour appliquer une tension de commande à la région (130) en contact avec le substrat, au moins une tension de commande à ladite au moins une première grille (112A, 112B et 112C), une tension de commande à la deuxième grille (114), une tension de commande à la troisième grille (116), au moins une tension de commande à ladite au moins une quatrième grille (12A, 126B), une tension de commande à ladite au moins une cinquième grille (126A, 126B) et au moins une tension de commande à ladite au moins une sixième grille (500).

10. Dispositif électronique selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, dans lequel, pour chaque troisième espace (e4), ladite au moins une sixième grille (500) comprend exactement deux sixièmes grilles disposées de part et d'autre dudit troisième espace (e4) dans la deuxième direction, lesdites exactement deux grilles (500) étant alignées dans la deuxième direction.

11. Dispositif électronique selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel ladite au moins une quatrième grille comprend exactement une quatrième grille et/ou ladite au moins une cinquième grille comprend exactement une cinquième grille.

12. Dispositif électronique selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel ladite au moins une quatrième grille comprend exactement deux quatrièmes grilles (122A, 122B) disposées de part et d'autre du premier espace (e1) dans la deuxième direction et ladite au moins une cinquième grille comprend deux cinquièmes grilles (126A, 126B) disposées de part et d'autre du deuxième espace (e2) dans la deuxième direction.

13. Dispositif électronique selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel le dispositif comprend une zone (132) dépourvue de siliciuration, ladite zone comprenant au moins ladite au moins une première grille, une extrémité de la deuxième grille disposée du côté de ladite au moins une première grille, une extrémité de la troisième grille disposée du côté de ladite au moins une première grille, au moins une portion disposée du côté du premier espace (e1) de ladite au moins une quatrième grille et au moins une portion disposée du côté du deuxième espace (e2) de ladite au moins une cinquième grille.

14. Dispositif électronique selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel le dispositif est adapté à mettre en œuvre au moins une boîte quantique et/ou un Qubit.

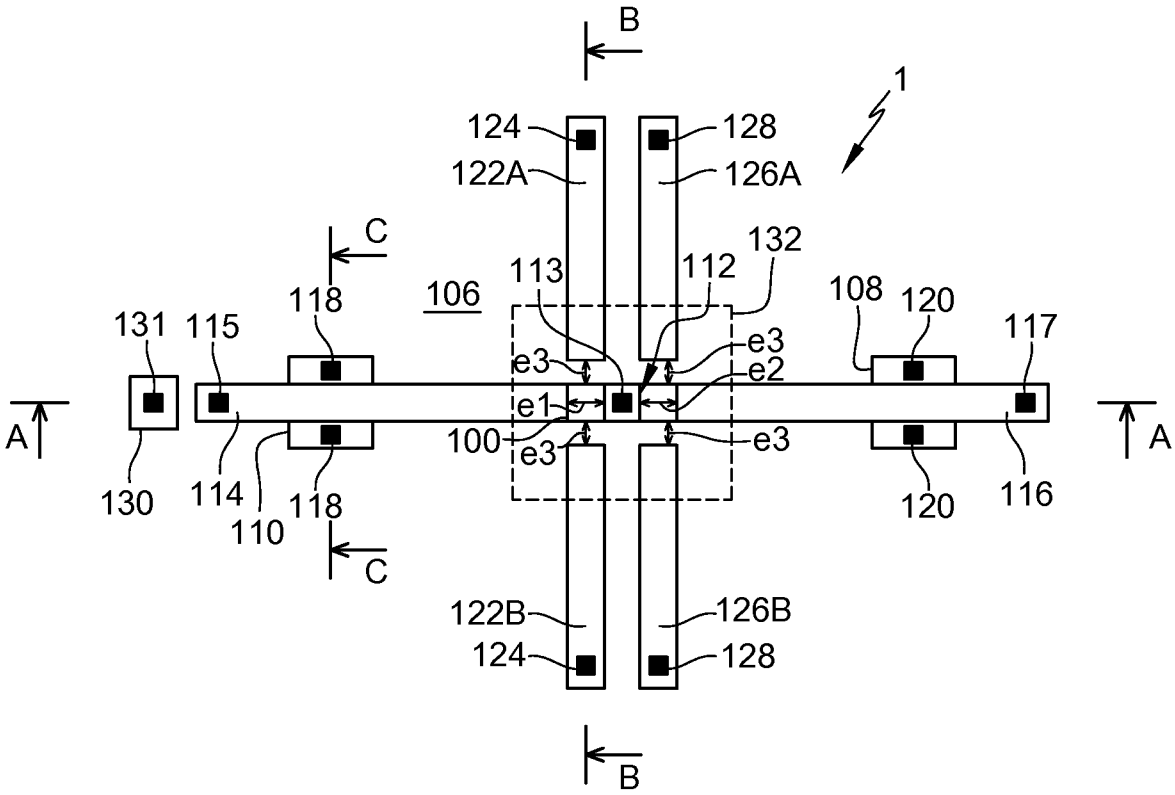

B
1
124
128
122A
126A
C
132
113
112
106
118
108
120
117
131
115
e3
e3
e2
e1
A
A
100
e3
e3
130
114
110
118
120
116
C
122B
126B
124
128
B

Fig. 1

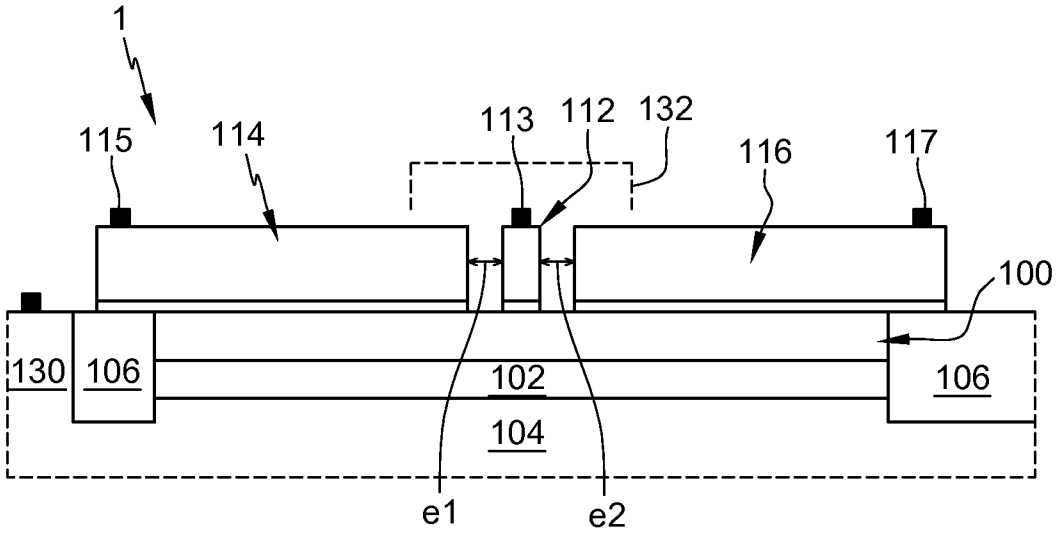

1
115
114
113
112
132
116
117
100
130
106
102
106
104
e1
e2

Fig. 2

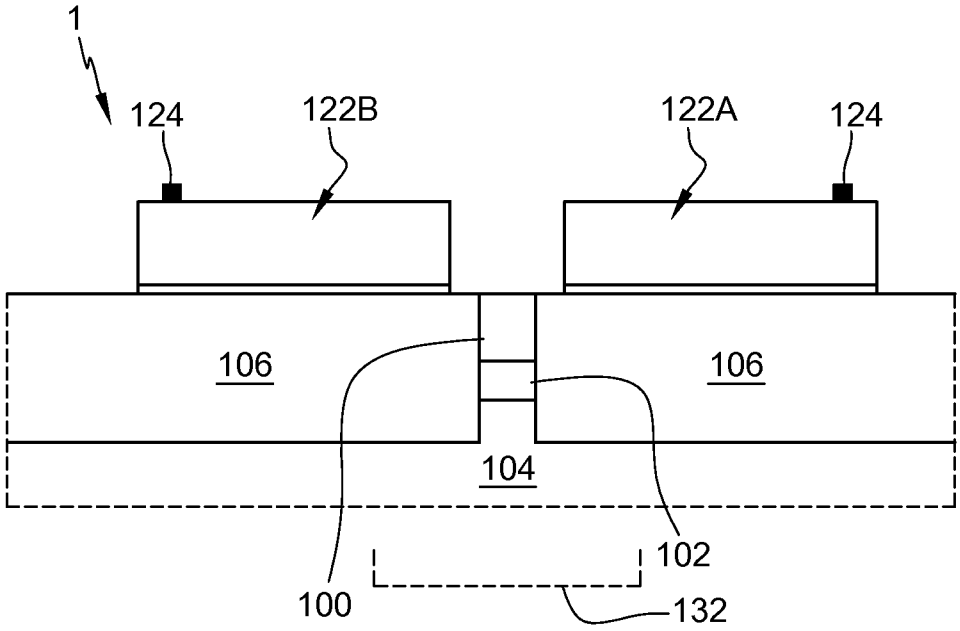

1
124
122B
122A
124
106
106
104
102
100
132

Fig. 3

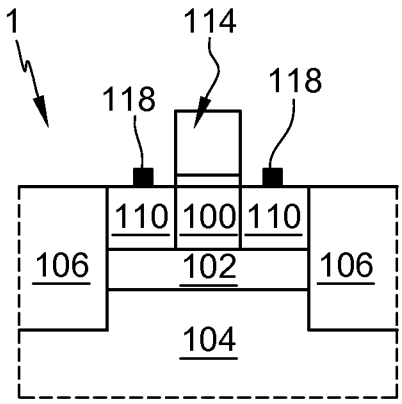

1
114
118
118
110
100
110
106
102
106
104

Fig. 4

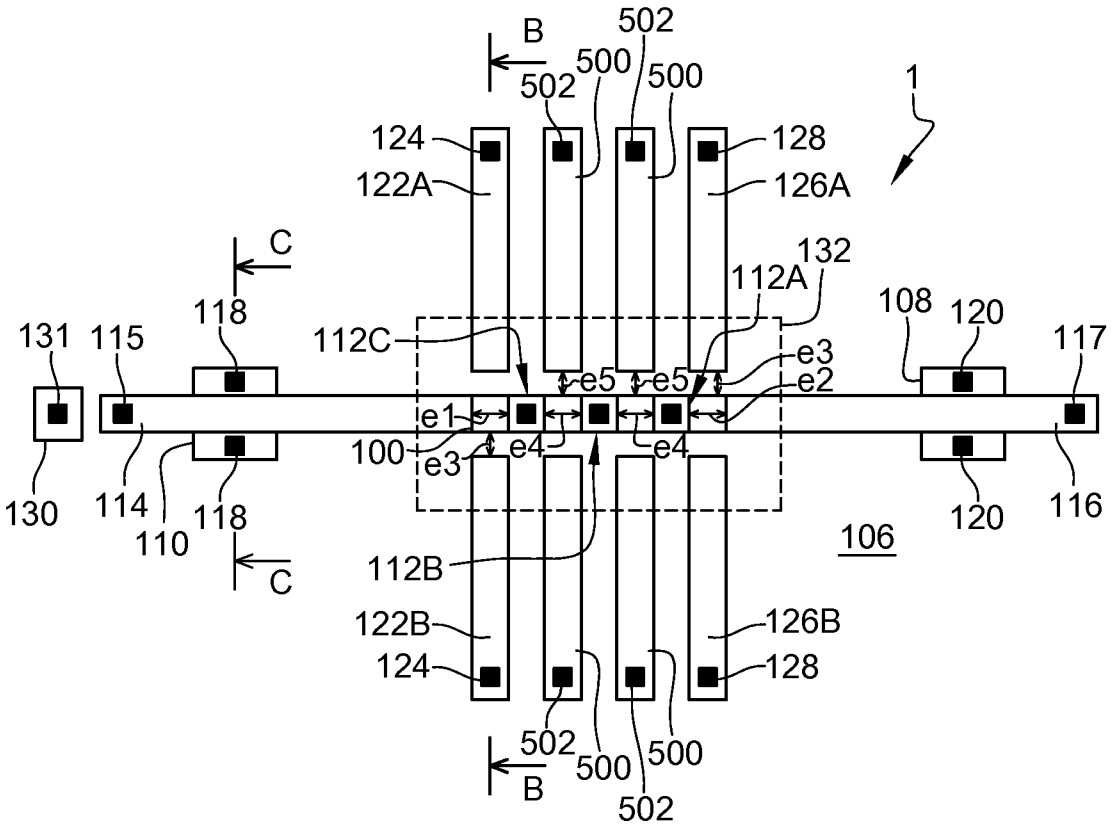

B
502
500
502
500
1
124
128
122A
126A
C
132
112A
118
108
120
131
115
112C
117
e3
e5
e5
e2
e1
100
e3
e4
e4
130
114
110
118
120
116
106
C
112B
122B
126B
124
128
502
500
500
B
502

Fig. 5

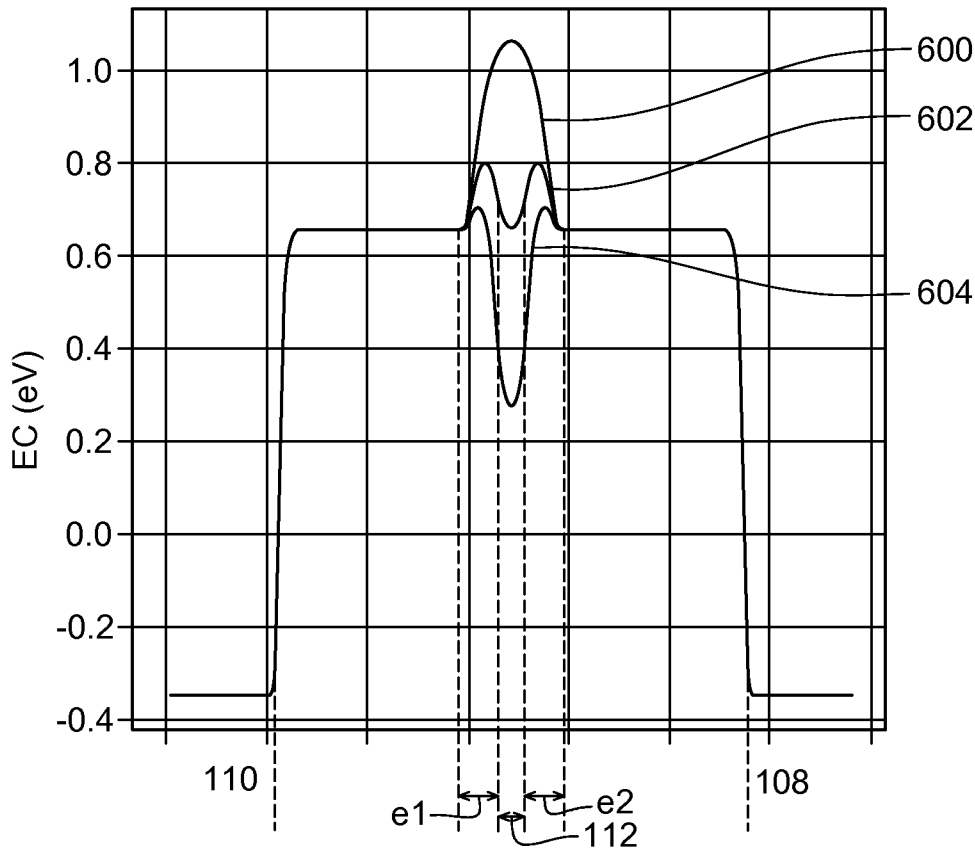

600
602
604
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-0.2
-0.4
EC (eV)
110
108
e1
e2
112

Fig. 6

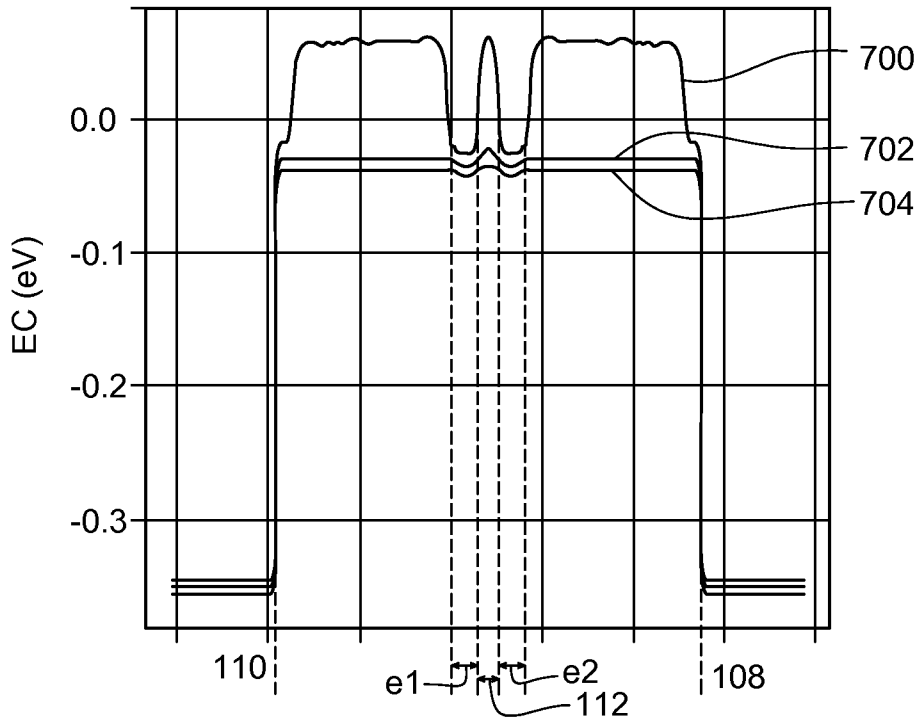

700
702
704
0.0
-0.1
-0.2
-0.3
EC (eV)
110
e1
e2
112
108

Fig. 7

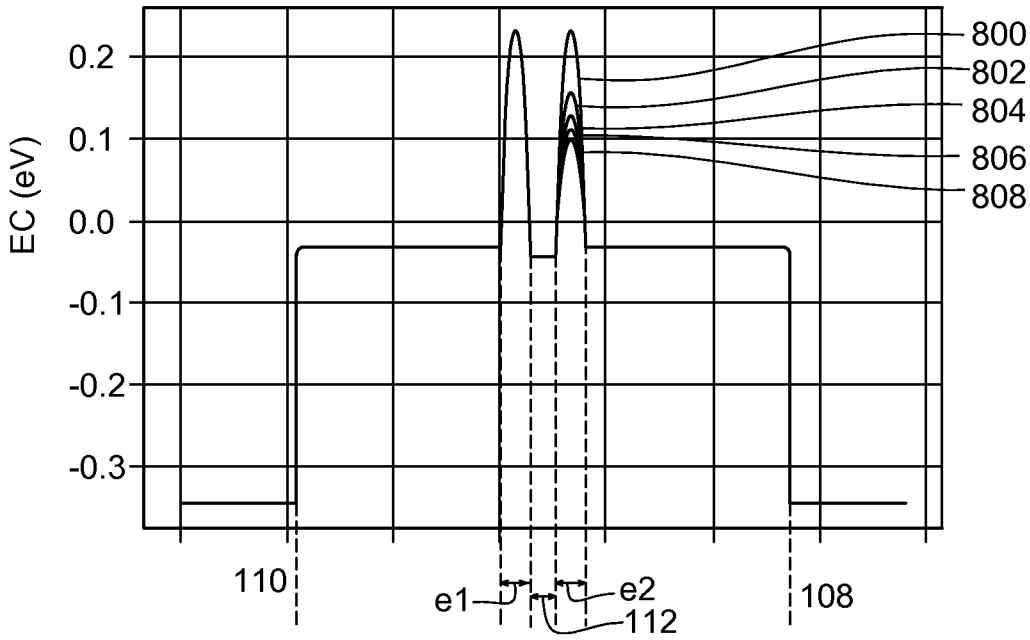

800
802
804
806
808
0.2
0.1
0.0
-0.1
-0.2
-0.3
EC (eV)
110
e1
e2
112
108

Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/FR2022/051636

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 29/06(2006.01)i; ***H01L 29/423***(2006.01)i; ***H01L 29/66***(2006.01)i; ***H01L 29/76***(2006.01)i; *B82Y 10/00*(2011.01)n

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B82Y; H01L

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2022029217 A1 (QUANTUM MOTION TECH LIMITED [GB]) 10 February 2022 (2022-02-10) Figures 1, 2, 5, 6 and corresponding text.	1-14
A	US 2022223779 A1 (FOGARTY MICHAEL [GB] ET AL) 14 July 2022 (2022-07-14) Figures 1-3 and corresponding text.	1-14
A	US 2020135254 A1 (WILLETT ROBERT L [US]) 30 April 2020 (2020-04-30) Figures 1-5 and corresponding text.	1-14
A	US 2002179897 A1 (ERIKSSON MARK A [US] ET AL) 05 December 2002 (2002-12-05) Figures 1, 2, 6, 9, 10 and corresponding text.	1-14
A	US 2017317203 A1 (PETTA JASON [US] ET AL) 02 November 2017 (2017-11-02) Figures 3-5 and corresponding text.	1-14
A	US 2022083890 A1 (SIMION GEORGE EDUARD [BE] ET AL) 17 March 2022 (2022-03-17) Figures 1, 2 and corresponding text.	1-14

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 April 2023	**18 April 2023**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **Dauw, Xavier** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/FR2022/051636

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2022029217	A1	10 February 2022	NONE			
US	2022223779	A1	14 July 2022	CN	113841255	A	24 December 2021
				EP	3970197	A1	23 March 2022
				JP	2022533613	A	25 July 2022
				KR	20220009419	A	24 January 2022
				TW	202103339	A	16 January 2021
				US	2022223779	A1	14 July 2022
				WO	2020229809	A1	19 November 2020
US	2020135254	A1	30 April 2020	NONE			
US	2002179897	A1	05 December 2002	AU	2002306692	A1	24 September 2002
				CA	2438871	A1	19 September 2002
				EP	1386283	A2	04 February 2004
				JP	2004533107	A	28 October 2004
				US	2002179897	A1	05 December 2002
				WO	02073527	A2	19 September 2002
US	2017317203	A1	02 November 2017	US	2017317203	A1	02 November 2017
				US	2020027972	A1	23 January 2020
				WO	2017190030	A1	02 November 2017
US	2022083890	A1	17 March 2022	CN	114186296	A	15 March 2022
				EP	3967650	A1	16 March 2022
				US	2022083890	A1	17 March 2022

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2022/051636

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. H01L29/06 H01L29/423 H01L29/66 H01L29/76
ADD. B82Y10/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
B82Y H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2022/029217 A1 (QUANTUM MOTION TECH LIMITED [GB]) 10 février 2022 (2022-02-10) Figures 1, 2, 5, 6 et texte correspondant.	1-14
A	US 2022/223779 A1 (FOGARTY MICHAEL [GB] ET AL) 14 juillet 2022 (2022-07-14) Figures 1-3 et texte correspondant.	1-14
A	US 2020/135254 A1 (WILLETT ROBERT L [US]) 30 avril 2020 (2020-04-30) Figures 1-5 et texte correspondant.	1-14
A	US 2002/179897 A1 (ERIKSSON MARK A [US] ET AL) 5 décembre 2002 (2002-12-05) Figures 1, 2, 6, 9, 10 et texte correspondant.	1-14

-/--

[x] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[x] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée
"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
"X" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
"Y" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
6 avril 2023	18/04/2023

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Dauw, Xavier

1

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (avril 2005)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2022/051636

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2017/317203 A1 (PETTA JASON [US] ET AL) 2 novembre 2017 (2017-11-02) Figures 3-5 et texte correspondant.	1-14
A	US 2022/083890 A1 (SIMION GEORGE EDUARD [BE] ET AL) 17 mars 2022 (2022-03-17) Figures 1, 2 et texte correspondant.	1-14

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2022/051636

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2022029217 A1	10-02-2022	AUCUN	
US 2022223779 A1	14-07-2022	CN 113841255 A	24-12-2021
		EP 3970197 A1	23-03-2022
		JP 2022533613 A	25-07-2022
		KR 20220009419 A	24-01-2022
		TW 202103339 A	16-01-2021
		US 2022223779 A1	14-07-2022
		WO 2020229809 A1	19-11-2020
US 2020135254 A1	30-04-2020	AUCUN	
US 2002179897 A1	05-12-2002	AU 2002306692 A1	24-09-2002
		CA 2438871 A1	19-09-2002
		EP 1386283 A2	04-02-2004
		JP 2004533107 A	28-10-2004
		US 2002179897 A1	05-12-2002
		WO 02073527 A2	19-09-2002
US 2017317203 A1	02-11-2017	US 2017317203 A1	02-11-2017
		US 2020027972 A1	23-01-2020
		WO 2017190030 A1	02-11-2017
US 2022083890 A1	17-03-2022	CN 114186296 A	15-03-2022
		EP 3967650 A1	16-03-2022
		US 2022083890 A1	17-03-2022