

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 070 022

②① N° d'enregistrement national : **17 57624**

⑤① Int Cl⁸ : **B 25 J 19/02 (2018.01), G 01 R 27/02, G 01 V 3/24**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ **ELEMENT D'HABILLEMENT CAPACITIF POUR ROBOT, ROBOT MUNI D'UN TEL ELEMENT D'HABILLEMENT.**

②② **Date de dépôt** : 10.08.17.

③③ **Priorité** :

④③ **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 15.02.19 Bulletin 19/07.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention** : 06.11.20 Bulletin 20/45.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche** :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦① **Demandeur(s)** : FOGALE NANOTECH Société par actions simplifiée — FR.

⑦② **Inventeur(s)** : NEEL CHRISTIAN, CHAKOUR YACINE et ROZIERE DIDIER.

⑦③ **Titulaire(s)** : FOGALE NANOTECH Société par actions simplifiée.

⑦④ **Mandataire(s)** : IPAZ.

FR 3 070 022 - B1



« Elément d'habillage capacitif pour robot, robot muni d'un tel élément d'habillage »

Domaine technique

5 La présente invention concerne un élément d'habillage capacitif pour un robot. Elle concerne également un robot muni de tel(s) élément(s) d'habillage capacitif(s).

10 Le domaine de l'invention est, de manière non limitative, celui du domaine de la robotique, en particulier le domaine de la robotique industrielle ou des robots de service, par exemple médical ou domestique, ou encore des robots collaboratifs, également appelés « cobots ».

Etat de la technique

15 Les robots industriels ou domestiques, en particulier les cobots, comprennent généralement un corps sur lequel est fixée une tête fonctionnelle, se présentant sous la forme d'un outil ou d'un porte-outil, leur permettant d'accomplir une ou plusieurs tâches dans un environnement.

20 Pour pouvoir utiliser ou faire évoluer un robot ou co-bot, tel que par exemple un bras robotisé, dans un environnement comprenant des humains et/ou des objets, ou en coopération avec des humains, il est nécessaire de le doter d'une capacité de détection de ces humains et objets se trouvant dans son environnement pour éviter tout risque d'accident. Une solution récente
25 pour apporter cette capacité de détection consiste à équiper un robot de capteurs capacitifs sensibles à l'approche ou au contact.

Cependant, il existe de nombreux anciens robots, toujours en activité, qui n'ont pas été équipés de capacité de détection au moment de leur conception/fabrication. Il est donc nécessaire de trouver une solution
30 permettant d'équiper, a posteriori, ces robots avec une fonctionnalité de détection, de manière simple, peu coûteuse, et peu chronophage.

De plus, les robots sont des outils à grande durée de vie. De ce fait, pour des robots qui sont dotés d'une fonctionnalité de détection, il existe aussi un besoin de remplacement d'éléments d'habillage, tout en conservant cette
35 fonctionnalité de détection.

Un but de la présente invention est de répondre à au moins un de ces besoins.

5 Un autre but de la présente invention est de proposer un élément d'habillage capacitif pouvant être utilisé pour équiper, à posteriori, un robot existant d'une fonctionnalité de détection capacitive, de manière simple, rapide et peu coûteuse.

10 Un autre but de la présente invention est de proposer un élément d'habillage capacitif pouvant être utilisé pour remplacer, de manière simple, rapide et peu coûteuse, un élément d'habillage d'un robot équipé d'une fonctionnalité de détection capacitive tout en conservant ladite fonctionnalité.

15 **Exposé de l'invention**

Au moins un de ces buts est atteint avec un élément d'habillage pour robot, en particulier prévu pour être positionné sur un segment ou une articulation d'un robot à la place ou en plus d'un élément d'habillage dudit robot, ledit élément d'habillage comprenant :

- 20 - au moins une électrode capacitive, dite de mesure, prévue pour être polarisée à un premier potentiel électrique alternatif différent d'un potentiel de masse à une fréquence de travail,
- au moins une électrode, dite de garde, disposée sous ladite au moins une électrode de mesure, et prévue pour être polarisée à un potentiel électrique alternatif, dit de garde, identique ou sensiblement
- 25 identique audit premier potentiel à ladite fréquence de travail, et
- au moins une couche, dite centrale, diélectrique, disposée entre ladite au moins une électrode de mesure et ladite au moins une électrode de garde.

30 Ainsi, la présente invention propose un élément d'habillage comprenant une fonctionnalité de détection capacitive intégrée. L'élément d'habillage selon l'invention permet d'apporter de manière simple, rapide et peu coûteuse une fonctionnalité de détection capacitive à un robot, qui, initialement n'est pas doté d'une telle fonctionnalité. De plus, les électrodes de détection et de garde

faisant partie de l'élément d'habillage, il n'est pas nécessaire de modifier l'architecture du robot.

En outre, l'élément d'habillage selon l'invention peut être utilisé pour remplacer un élément d'habillage d'un robot disposant déjà d'une
5 fonctionnalité de détection, sans perturber cette fonctionnalité de détection. L'entretien et la maintenance des éléments d'habillage d'un robot déjà doté d'une fonctionnalité de détection capacitive devient simple, rapide et évite une immobilisation longue et coûteuse du robot.

10 Dans la présente demande, deux potentiels alternatifs sont identiques à une fréquence donnée lorsqu'ils comportent chacun une composante alternative identique ou similaire à cette fréquence. Ainsi, l'un au moins des deux potentiels identiques à ladite fréquence peut comporter en outre une
15 composante continue, et/ou une composante alternative de fréquence différente de ladite fréquence donnée.

De manière similaire, deux potentiels alternatifs sont différents à la fréquence de travail lorsqu'ils ne comportent pas de composante alternative identique ou similaire à cette fréquence de travail.

Dans la présente demande, le terme « potentiel de masse » ou
20 « potentiel de masse générale » désigne un potentiel de référence de l'électronique, du robot ou de son environnement, qui peut être par exemple une masse électrique ou un potentiel de masse. Ce potentiel de masse peut correspondre à un potentiel de terre, ou à un autre potentiel relié ou non au potentiel de terre.

25 On rappelle par ailleurs que de manière générale, les objets qui ne sont pas en contact électrique direct avec un potentiel électrique particulier (objets électriquement flottants) tendent à se polariser par couplage capacitif au potentiel électrique d'autres objets présents dans leur environnement, tel que
30 par exemple la terre ou des électrodes, si les surfaces de recouvrement entre ces objets et ceux de l'environnement (ou les électrodes) sont suffisamment importantes.

Dans la présente demande, « objet » désigne tout objet ou personne pouvant se trouver dans l'environnement du robot.

Par « robot », on entend tout système robotisé, et en particulier un bras
35 robotisé, un véhicule sur roues tel qu'un chariot muni d'un bras ou d'un

système manipulateur, ou un robot de type humanoïde ou pourvu d'organes de déplacement tels que des membres.

Suivant une caractéristique particulièrement avantageuse, l'élément
5 d'habillage selon l'invention peut en outre comprendre au moins une couche, dite externe, diélectrique, disposée sur la ou les électrodes de mesure.

Une telle couche externe permet de protéger les électrodes de mesure contre les agressions mécaniques, les salissures et les liquides, et augmente ainsi la durée de vie des électrodes de mesure.

10 Une telle couche externe peut être une couche fixée aux électrodes de mesure, sans présence d'air ou d'espace vide entre les électrodes de mesure et ladite couche externe : ainsi les électrodes de mesure, et par conséquent la détection capacitive, ne sont pas perturbées par des capacités dues au couplage parasite entre la couche externe diélectrique et la masse (surtout si
15 cette couche externe a une permittivité diélectrique élevée).

Par exemple, une telle couche externe peut être une couche de plastique, une couche de vernis, une couche de colle, ou tout autre matériau ou revêtement diélectrique.

20 Alternativement, une telle couche externe peut être indépendante et démontée/retirée à souhait.

Il peut s'agir par exemple d'une coque rigide.

Suivant une autre caractéristique particulièrement avantageuse,
25 l'élément d'habillage peut comprendre une couche, dite d'appui, agencée sous la ou les électrodes de garde, et prévue pour venir au contact d'une surface du robot.

Une telle couche d'appui permet de protéger l'au moins une électrode de garde, mais aussi de l'isoler électriquement d'une surface sur laquelle
30 l'élément d'habillage vient se positionner.

La couche d'appui peut être une couche continue, ou formée par ensemble discret d'éléments d'appui, tels que des plots ou picots.

La couche d'appui peut être diélectrique, en particulier lorsque la surface du robot sur laquelle elle vient en contact est électriquement
35 conductrice.

La couche d'appui peut être collée à la couche centrale ou à l'au moins une électrode de garde, avec ou sans espace vide.

Avantageusement, la couche d'appui peut être réalisée en un matériau
5 localement déformable, souple et/ou élastique, tel qu'une mousse.

Une telle couche d'appui souple permet d'une part l'amortissement des chocs externes et d'autre part d'absorber les différences/discontinuités surfaciques présentes sur une surface du robot sur laquelle l'élément d'habillage est positionné. Cette caractéristique est particulièrement
10 intéressante lorsque l'élément d'habillage se présente sous la forme d'une pièce additionnelle, ou pièce de garniture, prévue pour venir se positionner sur une pièce d'habillage originelle du robot.

La couche d'appui peut comprendre des ouvertures, ou des évidements,
15 prévus en regard de composants électriques/électroniques de l'élément d'habillage, telle que par exemple une électronique de détection, des liaisons filaires, etc. de sorte à ne pas appliquer de contrainte sur lesdits composants.

Avantageusement, l'élément d'habillage peut être constitué de couches
20 (notamment la couche externe, la couche centrale et la couche d'appui) agencées de sorte à optimiser la conductance thermique. Cela peut être obtenu notamment en utilisant des matériaux à conductivité thermique élevée, et/ou en les assemblant de sorte à optimiser le contact thermique (par exemple en évitant les espaces d'air entre matériaux). L'optimisation de la
25 conductance thermique est importante pour ne pas dégrader excessivement l'évacuation de la chaleur générée par les organes du robot.

Avantageusement, l'élément d'habillage selon l'invention peut
comprendre un moyen de positionnement, ou un repère, permettant de
30 monter ledit élément d'habillage dans une position et une orientation déterminées ou déterminables, sur une partie du robot.

Un tel moyen de positionnement peut être tout élément pouvant
constituer un repère de positionnement et d'orientation pour positionner
l'élément d'habillage sur une partie du robot, telle qu'un segment ou une
35 articulation du robot.

Un tel moyen de positionnement peut être également tout élément avec une fonction de guidage qui impose une mise en place dans une position particulière et déterminée de l'élément d'habillage sur le robot.

Par exemple, un tel moyen de positionnement peut être une forme
5 spécifique de l'élément d'habillage, en particulier une forme spécifique de la section dudit élément d'habillage.

Alternativement ou en plus, un tel moyen de positionnement peut être :

- un repère visuel, tel qu'un marquage de positionnement et d'orientation ; et/ou
- 10 - un repère mécanique, tel qu'un picot, un détrompeur, une languette ou encore une ouverture de positionnement et d'orientation ; et/ou
- un moyen de fixation de type vis, ou clips, etc. ; et/ou
- une interface mécanique complémentaire ou adaptée à une interface mécanique du robot.

15

Le moyen de positionnement est un élément important de l'invention, car il permet de positionner l'élément d'habillage dans une position déterminée sur le robot, et qu'ainsi la position des électrodes de mesures est connue dans le référentiel du robot. Or la connaissance de la position des électrodes est
20 essentielle pour exploiter leurs mesures efficacement.

25

L'élément d'habillage peut préférentiellement comprendre plusieurs électrodes de mesure, en particulier disposées selon une configuration matricielle.

30

De plus, l'élément d'habillage selon l'invention peut comprendre une électrode de garde individuelle pour chaque électrode de mesure.

Alternativement, l'élément d'habillage selon l'invention peut comprendre une électrode de garde commune à plusieurs électrodes de mesure, en
30 particulier à toutes les électrodes de mesure. Une telle électrode de garde commune peut former un plan de garde commun à plusieurs, en particulier à toutes, les électrodes de mesure.

Un tel plan de garde peut également être utilisé comme couche de blindage pour les organes électriques/électroniques se trouvant dans le robot, de sorte à assurer la compatibilité électromagnétique entre le robot et son environnement.

5

Suivant un mode de réalisation, l'élément d'habillage, ou au moins la couche centrale peut être modelé pour obtenir la forme souhaitée. Le modelage peut être réalisé par exemple par thermoformage, par moulage, etc.

Alternativement, l'élément d'habillage ou au moins la couche centrale
10 peut être imprimé par impression 3D.

Au moins une électrode de mesure, respectivement au moins une électrode de garde, peut être déposée sur la couche centrale par projection de particules métalliques, avec utilisation d'un masque, ou par sérigraphie ou
15 encore par jet d'encre.

Lorsque, l'élément d'habillage comprend une seule électrode de garde, formant un plan de garde, ladite électrode de garde peut être obtenue par dépôt d'une couche conductrice, par exemple par badigeonnage.

Chacune de ces étapes de dépôt peut être antérieure ou postérieure à
20 une étape de façonnage/modelage de la couche centrale, le cas échéant.

Suivant un mode de réalisation, la couche centrale diélectrique peut se présenter sous la forme d'un circuit imprimé double face.

Dans ce cas, suivant une configuration avantageuse, la ou les électrodes
25 de mesure peuvent être disposées sur une des faces dudit circuit imprimé, et la ou les électrodes de garde peuvent être disposées sur la face opposée dudit circuit imprimé. Ainsi, le diélectrique formant le circuit imprimé forme une couche de support pour les électrodes de mesure et de garde.

La ou les électrodes de mesure et de garde peuvent alors être réalisées
30 par des techniques classiques de réalisation de circuits imprimés, telles que la photolithographie et la gravure.

Le circuit imprimé peut être collé à la couche externe de sorte qu'il n'y a aucun espace vide entre le circuit imprimé et la couche externe.

Le collage peut être un collage thermique ou un collage par utilisation d'un produit adhésif.

Le circuit imprimé peut comporter une multitude de picots faisant sailli
de la face comportant l'au moins une électrode de garde, et formant la couche
5 d'appui.

Bien entendu, ces modes de réalisation peuvent être combinés. Il est
par exemple possible d'avoir des électrodes de mesure réalisées avec un
circuit imprimé et une ou des électrodes de garde réalisées par une technique
10 de dépôt sur une face de la couche centrale.

L'élément d'habillage selon l'invention peut en outre comprendre au
moins une électronique de détection configurée pour mesurer un signal relatif
à une capacité de couplage, dite capacité électrode-objet, entre au moins une
15 électrode de mesure et un objet environnant.

Une telle électronique de détection est bien connue de l'état de la
technique pour la détection capacitive.

Suivant un exemple de réalisation, au moins une électronique de
détection peut comprendre un amplificateur de charge configuré pour fournir
20 une tension de sortie représentative de la capacité entre une électrode de
mesure et un objet environnant.

L'élément d'habillage selon l'invention peut comprendre une
électronique de détection dédiée à chaque électrode de mesure.

25 Alternativement, ou en plus, l'élément d'habillage selon l'invention peut
comprendre une électronique de détection commune à plusieurs, ou à toutes
les, électrodes de mesure. Dans ce cas, ladite électronique de détection peut
en outre comprendre un moyen de scrutation pour interroger lesdites
électrodes de mesure de manière individuelle ou par groupe.

30 Un tel moyen de scrutation peut par exemple comprendre un switch
reliant l'amplificateur de charge à chacune des électrodes de mesure à tour de
rôle.

Suivant une configuration particulièrement avantageuse, l'élément
35 d'habillage selon l'invention peut comprendre plusieurs groupes

d'électronique(s) de détection, distribués sur ledit élément d'habillage, et distants les uns des autres.

Cette configuration permet de mieux gérer des cas d'endommagement partiel de l'élément d'habillage selon l'invention. En effet, dans cette configuration, lorsqu'une partie de l'élément d'habillage est endommagée, les autres parties de l'élément continuent de fonctionner et de fournir la fonctionnalité de détection capacitive.

Chaque groupe d'électronique(s) de détection peut comprendre une ou plusieurs électroniques de détection. Chaque électronique de détection peut être dédiée à une électrode de mesure ou à un groupe de plusieurs électrodes de mesure.

Au moins une électronique de détection peut être disposée sur une carte électronique distincte. Cette carte électronique distincte peut être une carte indépendante, et reliée à l'élément d'habillage par une interface de connexion, en particulier filaire. Elle peut être également réalisée par une partie d'un circuit imprimé supportant des électrodes de mesure et/ou de garde, en périphérie de ces électrodes.

Alternativement, ou en plus, au moins une électronique de détection peut être disposée sur la couche centrale.

En particulier, lorsque la couche centrale est formée par un circuit imprimé, au moins une électronique de détection peut être prévue sur une face dudit circuit imprimé.

Alternativement ou en plus, au moins une électronique de détection peut comprendre au moins un élément disposé sur la couche centrale (tel qu'un amplificateur de charge), et au moins un élément disposé sur une carte électronique distincte (tel que des éléments de démodulation, de filtrage, de numérisation ...).

Suivant un exemple de réalisation, au moins une électronique de détection peut être disposée du même côté que l'au moins une électrode de garde, par rapport à la couche centrale.

Cet exemple de réalisation permet une bonne protection de l'électronique de détection, en particulier des chocs externes.

5 Alternativement, ou en plus, au moins une électronique de détection peut être disposée du même côté que l'au moins une électrode de mesure, par rapport à la couche centrale. Cet exemple de réalisation permet de garder ladite électronique de détection au potentiel de garde par l'au moins une électrode de garde, et ainsi d'éviter les capacités de fuite ou les perturbations, pouvant dégrader la fonctionnalité de détection capacitive.

10

Suivant une caractéristique particulièrement avantageuse, au moins une, en particulier chaque, électronique de détection peut être gardée au potentiel de garde par une paroi, ou un capot, ou encore un volume, de garde polarisé(e) au potentiel de garde.

15

Ainsi, l'électronique de détection est protégée des capacités de fuite, et plus généralement des perturbations électromagnétique, qui viennent dégrader la fonctionnalité de détection. Ce mode de réalisation est particulièrement intéressant lorsque l'électronique de détection est positionnée du côté de la garde par rapport à la couche centrale, ou indépendamment de

20

Lorsque l'électronique de détection est disposée du côté des électrodes de mesure, il n'est pas nécessaire d'utiliser une paroi (ou un capot ou volume) de garde car ladite électronique de mesure est déjà gardée par l'au moins une électrode de garde.

25

L'élément d'habillage selon l'invention peut en outre comprendre au moins une interface de connexion filaire, et/ou sans fil.

Cette interface de connexion peut par exemple être agencée pour recevoir au moins un potentiel électrique alternatif. Ce potentiel électrique alternatif peut :

30

- correspondre au premier potentiel alternatif, au potentiel de garde, ou aux deux ;
- être utilisé pour obtenir le premier potentiel alternatif, le potentiel de garde, ou les deux.

Ce potentiel électrique alternatif peut être par exemple issu d'un oscillateur maître et transmis à tous les éléments d'habillage d'un robot, pour qu'ils apparaissent tous au même potentiel de garde les uns par rapport aux autres.

5 Cette interface de connexion peut également être agencée pour transmettre un signal de mesure ou de détection vers un autre dispositif, ou appareil, tel que par exemple un calculateur de robot.

10 Suivant une caractéristique avantageuse, l'au moins une électrode de mesure peut être séparée de l'au moins une électrode de garde par une couche élastiquement compressible localement, de sorte qu'un appui exercé sur ledit élément d'habillage modifie localement la distance entre les électrodes de mesure et de garde.

15 Une telle couche compressible peut être la couche centrale, ou une couche additionnelle en plus de la couche centrale.

Une telle couche compressible permet modifier localement, et de manière élastique, la distance entre au moins une électrode de mesure et l'au moins une électrode de garde lorsqu'une pression, ou un appui, est exercé(e) par un objet sur l'élément d'habillage.

20 La distance, et en particulier la variation de distance, entre les électrodes de mesure et de garde permet de caractériser, en particulier mesurer, la pression exercée par l'appui, en fonction de la compressibilité de la couche compressible.

25 Un signal qui peut être mesuré au niveau de la position de l'appui pour caractériser la pression exercée, peut être un signal relatif à, ou représentatif, de la résistance, dite inter-électrode, entre les électrodes de mesure et de garde. Dans ce cas, il est nécessaire de polariser les électrodes de mesure et de garde avec une différence de potentiel. De plus, il est nécessaire que la
30 couche compressible soit électriquement conductrice, avec une conductance variable en fonction de la pression, par exemple par effet piézorésistif.

Alternativement, ou en plus, un signal qui peut être mesuré au niveau de la position de l'appui pour caractériser la pression exercée, peut être un

signal relatif à, ou représentatif, de la capacité, dite inter-électrode, entre les électrodes de mesure et de garde.

Dans ce cas, il est nécessaire de polariser les électrodes de mesure et de garde avec une différence de potentiel alternative, à la fréquence de mesure. De plus, il est nécessaire que la couche compressible soit diélectrique.

L'élément d'habillage selon l'invention peut comprendre au moins une électronique de détection d'un signal relatif à la capacité inter-électrodes, ou à la résistance inter-électrodes, entre les électrodes de mesure et de garde, au niveau dudit appui.

Lorsque le signal mesuré est relatif à la capacité inter-électrodes, cette électronique de détection peut être partiellement, totalement, commune à l'électronique de détection de la capacité électrode-objet.

L'élément d'habillage selon l'invention peut se présenter sous la forme :
- d'une coque rigide ou flexible ;
- d'un revêtement souple prévu pour être fixé sur un élément d'habillage dudit robot.

L'élément d'habillage selon l'invention peut se présenter sous la forme :
- d'une coque additionnelle, ou d'un revêtement, prévu(e) pour être monté(e) sur une coque existante d'un robot ; ou
- d'une coque de remplacement, prévue pour être montée à la place d'une coque existante.

Selon un mode de réalisation avantageux, l'élément d'habillage peut comprendre deux parties, prévues pour être positionnées de part et d'autre d'un segment ou d'une articulation du robot, et venant se fixer l'une avec l'autre.

Les deux parties peuvent être indépendantes l'une de l'autre avant leur positionnement sur le robot.

Alternativement, les deux parties peuvent être fixées l'une à l'autre autour d'un axe rotatif, par l'intermédiaire d'une charnière, et mobiles l'une par rapport à l'autre de sorte qu'elles peuvent être :

- ouvertes pour positionner l'élément d'habillage autour d'un segment, ou d'une articulation, du robot, puis
- être refermées.

5 Dans tous les cas, l'élément d'habillage est préférentiellement monté de manière fixe au robot.

La fixation de l'élément d'habillage peut être réalisée :

- par collage, vissage ou clipsage sur une surface du robot ;
- par au moins un moyen de fixation de type ventouse ; et/ou
- 10 - par au moins un moyen de fixation magnétique/aimantée.

Alternativement, ou en plus, l'élément d'habillage peut comprendre au moins un moyen de fixation par serrage autour d'une portion du robot.

15

Suivant un autre aspect de l'invention, il est proposé un robot muni d'au moins un élément d'habillage selon l'invention.

20 Dans le robot selon l'invention, l'au moins un élément d'habillage selon l'invention peut être utilisé en remplacement ou en plus d'un élément d'habillage déjà existant.

Le robot selon l'invention peut être un robot qui initialement est dotée, ou non, d'une fonctionnalité de détection capacitive.

25

Description des figures et modes de réalisation

D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à l'examen de la description détaillée d'exemples nullement limitatifs, et des dessins annexés sur lesquels :

- 30 - les FIGURES 1, 2, 3a et 3b sont des représentations schématiques, en coupe, de trois exemples de réalisation d'un élément d'habillage selon l'invention ;
- les FIGURES 4a-4c sont des représentations schématiques d'un robot équipé de deux éléments d'habillage selon l'invention ; et

- les FIGURES 5a et 5b sont des représentations schématiques de deux exemples de réalisation d'une électronique de détection pouvant être mise en œuvre avec un élément d'habillage selon l'invention.

5 Il est bien entendu que les modes de réalisation qui seront décrits dans la suite ne sont nullement limitatifs. On pourra notamment imaginer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites par la suite isolées des autres caractéristiques décrites, si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieur. Cette sélection comprend au moins une caractéristique de préférence fonctionnelle sans détails structurels, ou avec seulement une partie des détails structurels si cette partie uniquement est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieur.

10 En particulier toutes les variantes et tous les modes de réalisation décrits sont combinables entre eux si rien ne s'oppose à cette combinaison sur le plan technique.

15 Sur les figures, les éléments communs à plusieurs figures conservent la même référence.

La FIGURE 1 est une représentation schématique, en coupe, d'un premier exemple de réalisation d'un élément d'habillage selon l'invention.

25 L'élément d'habillage 100, représenté sur la FIGURE 1, est une coque rigide qui peut être utilisée soit à la place d'une coque existante sur un robot, soit en plus d'une coque existante. Dans ce dernier cas, l'élément d'habillage 100 vient se positionner sur la coque existante.

L'élément d'habillage 100 peut être utilisé pour équiper un segment d'un robot ou une articulation d'un robot.

30 L'élément d'habillage 100 comprend plusieurs électrodes capacitives 102, dite de mesure, et une électrode capacitive 104, dite de garde, commune à l'ensemble des électrodes de mesure. L'électrode de garde 104 forme un plan de garde couvrant sensiblement toute les électrodes de mesure 102.

L'élément d'habillage 100 comprend en outre une couche 106, dite couche centrale, diélectrique, positionnée entre les électrodes de mesure 102 et l'électrode de garde 104.

La couche centrale 106 peut être réalisée par un circuit imprimé, rigide ou souple, sur laquelle sont déposées, ou gravées, les électrodes de mesure 102 et l'électrode de garde 104.

Alternativement, la couche centrale 106 peut être réalisée en plastique par impression 3D, ou par moulage, ou encore par thermoformage d'une plaque de plastique sensiblement plane.

Les électrodes de mesure 102 peuvent alors être déposée sur la couche centrale 106 par :

- projection de particules métalliques sur ladite couche centrale 106 après avoir positionnée sur ladite couche centrale un masque ;
- impression de type jet d'encre, ou
- sérigraphie.

L'électrode de garde 104 peut aussi être déposée sur la couche centrale 106 en badigeonnant ladite couche centrale 106 d'une couche de matériau conductrice.

L'élément d'habillage 100 comprend en outre une couche 108, dite couche externe, diélectrique, positionnée sur les électrodes de mesure 102. Cette couche externe 108 a pour rôle de protéger les électrodes de mesure d'agressions externes tel que des chocs, l'humidité ou les liquides. Cette couche externe 108 peut être collée sur les électrodes de mesure 102 ou peut être réalisée en déposant un revêtement sur lesdites électrodes de mesure 102, tel que par exemple un revêtement en plastique, du vernis, etc. Dans tous les cas, la couche externe 108 est en contact avec les électrodes de mesure 102 de sorte qu'il n'existe pas d'espace libre entre ladite couche externe 108 et les électrodes de mesure 102.

L'élément d'habillage 100 comprend en outre une couche 110, dite couche d'appui, diélectrique, positionnée sous l'électrode de garde 104. Cette couche d'appui 110 a pour rôle de :

- protéger l'électrode de garde 104,
- isoler l'électrode de garde 104 d'une surface conductrice sur laquelle l'élément d'habillage 100 est positionné,

- absorber les discontinuités surfaciques lorsque l'élément d'habillage 100 est positionné sur une surface d'un robot, et
- absorber les chocs qui peuvent s'exercer sur l'élément d'habillage au cours de son utilisation.

5 La couche 110 peut être réalisée en un matériau souple, telle que du plastique souple ou de la mousse par exemple.

Dans l'exemple représenté sur la FIGURE 1, la couche d'appui 108 est réalisée par un ensemble discret d'éléments d'appui 112 tels que des picots ou des pattes d'appui.

10 L'élément d'habillage 100 comprend en outre des modules électroniques 114, agencé entre les éléments d'appui 112, sous le niveau des éléments d'appui, et en particulier sur la couche centrale 106, et sur la même face que l'électrode de garde 104. Dans le mode de réalisation présenté, les éléments d'appui 112 de la couche d'appui 108 servent également à protéger
15 mécaniquement les modules électroniques 114. Les modules électroniques 114 sont distants les uns des autres. Chaque module électronique 114 comprend au moins une électronique de détection utilisée pour :

- polariser les électrodes de mesure 102 avec un premier potentiel électrique alternatif différent d'un potentiel de masse du robot, à la
20 fréquence de travail, et
- polariser l'électrode de garde 104 avec un électrique alternatif V_G , dite de garde, identique au premier potentiel, à la fréquence de travail.

Chaque électronique de détection comprend au moins un composant
25 électronique configuré pour fournir un signal de sortie représentatif de la capacité entre une électrode de mesure 102 et un objet environnant.

Des exemples d'électronique de détection sont donnés plus en détail dans la suite en référence aux FIGURES 5a et 5b.

Pour protéger chaque module électronique 114 des capacités de fuites
30 éventuelles, l'élément d'habillage 100 comprend un capot 116, dit de garde, polarisé au potentiel de garde V_G et recouvrant chaque module électronique 114. La polarisation au potentiel de garde de chaque capot 116 peut être réalisée en connectant électriquement chaque capot 116 à l'électrode de garde 104, elle-même polarisée au potentiel de garde V_G .

La FIGURE 2 est une représentation schématique, en coupe, d'un deuxième exemple de réalisation d'un élément d'habillage selon l'invention.

5 L'élément d'habillage 200, de la FIGURE 2, comprend tous les éléments de l'élément d'habillage 100 de la FIGURE 1, sauf les capots de garde 116.

De plus, à la différence de l'élément d'habillage 100 de la FIGURE 1, dans l'élément d'habillage 200 les modules électroniques sont positionnés sur la couche centrale 106 du côté des électrodes de mesure 102, en particulier
10 sur la face de la couche centrale 106 comportant les électrodes de mesure 102. Dans ces il n'est pas nécessaire d'utiliser des capots de garde car les modules électroniques 114 sont gardés au potentiel de garde par l'électrode de garde 104, polarisée au potentiel de garde V_G .

15

Les FIGURES 3a et 3b sont des représentations schématiques, en coupe, d'un troisième exemple de réalisation non limitatif d'un élément d'habillage selon l'invention.

L'élément d'habillage 300, représenté sur les FIGURES 3a et 3b,
20 comprend tous les éléments de l'élément d'habillage 200 de la FIGURE 2.

L'élément d'habillage 300 comprend en outre une couche 302 localement compressible de manière élastique, disposée entre la couche centrale 106 et les électrodes de mesure 102. Cette couche est par exemple réalisée en plastique très souple ou en mousse. Cette couche compressible
25 302 permet de faire varier, localement, la distance entre les électrodes de mesure 102 et l'électrode de garde 104, lorsqu'un appui est exercé sur l'élément d'habillage 300.

La FIGURE 3a représente l'élément d'habillage 300 au repos et la FIGURE 3b représente l'élément d'habillage 300 lorsqu'une pression, matérialisée par la flèche 304, y est appliquée.
30

Ainsi, en mesurant la capacité entre les électrodes de mesure 102 et l'électrode de garde 104 il est possible de caractériser la pression exercée. Pour ce faire, il est nécessaire de porter les électrodes de mesure 102 et de garde 104 à des potentiels alternatifs différents, à la fréquence de travail, au
35 moins au niveau de la position de l'appui. Pour ce faire, une des électrodes de

mesure 102 et de garde 104 peut être mise à la masse. Alternativement, ou en plus, un potentiel électrique alternatif non nul à la fréquence de travail peut être introduit entre l'électrode garde 104 et l'électrode mesure 102.

5 Alternativement à ce qui vient d'être décrit sur les FIGURES 1, 2, 3a et 3b, l'élément d'habillage peut comprendre une électrode de garde individuelle pour chaque électrode de mesure, à la place d'une unique électrode de garde formant un plan de garde.

De plus, l'électronique de détection peut ne pas être disposée dans
10 l'élément d'habillage mais indépendamment, par exemple sur une carte électronique indépendante de l'élément d'habillage.

La FIGURE 4a est une représentation schématique d'un robot équipé
15 d'éléments d'habillage selon l'invention.

Le robot 400 est un bras robotisé comprenant plusieurs segments reliés entre eux par des articulations rotatives.

Le robot 400 comporte trois éléments d'habillage 402, 403 et 404 selon l'invention équipant chacun un segment ou une articulation du robot, soit à la
20 place d'un élément d'habillage originel du robot, soit en plus d'un élément d'habillage originel.

L'élément d'habillage 403 est un capot qui se fixe sur une articulation du robot 400, en remplacement d'un capot existant. Il se fixe donc dans les
25 interfaces de fixation (par exemple des filetages ou des vis) du capot d'origine.

La FIGURE 4b est une représentation schématique de l'élément d'habillage 402 équipant un segment du robot 400.

L'élément d'habillage 402 se présente en deux parties 402₁ et 402₂
30 identiques, de section en forme de demi-cylindre. Chaque partie 402₁ et 402₂ est prévue pour être fixée au segment du robot 400 par collage. Alternativement, chaque partie peut être fixée au segment du robot par vissage, par clipsage ou par des moyens de type ventouse, prévus sur l'élément d'habillage ou sur le segment du robot.

Des repères visuels 402₃, prévus sur les faces externes des parties 402₁ et 402₂, permettent de positionner et d'orienter correctement chaque partie 402₁ et 402₂ de l'élément d'habillage 402 lors de son assemblage sur le segment du robot.

5 L'élément d'habillage 402 comprend également un élément mécanique de positionnement 402₄ sous la forme d'un ergot ou d'un élément en relief destiné à s'insérer dans une gorge ou un renforcement usiné sur le robot 400.

10 La FIGURE 4c est une représentation schématique de l'élément d'habillage 404 équipant un autre segment du robot 400.

L'élément d'habillage 404 se présente en deux parties 404₁ et 404₂ identiques, de section en forme de demi-cylindre. Les parties 404₁ et 404₂ sont assemblées entre-elles par une charnière 404₃ autorisant la rotation desdites parties 404₁ et 404₂ entre-elles, de sorte que lesdites parties 404₁ et
15 404₂ peuvent être ouvertes pour positionner l'élément d'habillage autour du segment du robot 400, puis refermées.

La partie 404₁ comprend un ou plusieurs moyens d'assemblage 404₄, tel qu'un collier ou un clip, venant s'introduire dans (ou en butée contre) un moyen d'assemblage 404₅, tel qu'une ouverture ou une languette ou encore
20 une lèvre 404₅, prévue sur la partie 404₂, en vue de réaliser un assemblage par serrage de l'élément d'habillage 404 autour du segment du robot.

Des repères visuels (non représentés) prévus sur les faces externes de l'élément d'habillage 404 permettent de le positionner et de l'orienter correctement lors de son assemblage sur le segment du robot.

25 L'élément d'habillage 404 peut également comprendre un élément mécanique de positionnement similaire à l'élément 402₄ de l'élément d'habillage 402, sous la forme d'un ergot ou d'un élément en relief destiné à s'insérer dans une gorge ou un renforcement usiné sur le robot 400.

30

La FIGURE 5a est une représentation schématique d'un premier exemple de réalisation d'une électronique de détection pouvant être mise en œuvre dans un élément d'habillage selon l'invention.

L'électronique de détection 500, représenté sur la FIGURE 5a, peut être,
35 ou peut être intégrée dans, un module électronique 114 des FIGURES 1, 2, 3a

et 3b. L'électronique de détection 500 peut être réalisée sous une forme analogique ou numérique, ou une combinaison analogique/numérique

L'électronique de détection 500 reçoit une tension alternative d'excitation, notée V_G , de la part d'un oscillateur 502 référencé à un potentiel de masse 504. La tension V_G est utilisée comme potentiel de garde pour polariser la ou les électrodes de garde 104, et comme premier potentiel pour polariser la ou les électrodes de mesure 102.

L'électronique de détection 500 comprend un amplificateur de courant, ou de charge, représenté par un amplificateur opérationnel 506 et une capacité de contre-réaction 508. Dans le mode de réalisation présenté, cet amplificateur de charge fournit en sortie une tension proportionnelle à la capacité de couplage entre une électrode 102 et un objet à proximité.

L'électronique de détection 500 comprend en outre un conditionneur 510 permettant d'obtenir un signal représentatif de la capacité de couplage C_{eo} recherchée, et/ou de la présence ou de la proximité d'un objet d'un corps. Ce conditionneur 510 peut comprendre, par exemple, un démodulateur synchrone pour démoduler le signal par rapport à une porteuse, à une fréquence de travail. Le conditionneur 510 peut également comprendre un démodulateur asynchrone ou un détecteur d'amplitude. Ce conditionneur 510 peut, bien entendu, être réalisé sous une forme analogique et/ou numérique (microprocesseur) et comprendre tous moyens nécessaires de filtrage, de conversion, de traitement, etc.

L'électronique de détection 500 peut être dédiée à une électrode de mesure 102 de sorte que chaque électrode de mesure comporte sa propre électronique de détection.

Alternativement, et tel que représenté sur la FIGURE 5b, l'électronique de détection 500 peut être commune à plusieurs électrodes de mesure 102.

Dans ce cas, l'électronique de détection 500 comprend en outre un moyen de scrutation 512 reliant l'amplificateur de charge 506, à tour de rôle, à chaque électrode de mesure 102, de sorte à interroger individuellement chacune desdites électrodes de mesure 102.

Bien entendu, l'électronique de mesure 500 peut comprendre d'autres composants que ceux décrits.

L'électronique de détection 500, ou au moins sa partie sensible avec l'amplificateur de charge 506 peut être référencée (ou alimentée par des

alimentations électriques référencées) au potentiel de garde V_G , pour minimiser les capacités parasites.

L'électronique de détection 500 peut également être référencée, de manière plus classique, au potentiel de masse 504.

5

Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Elément d'habillage (100;200;300;402;403;404) pour robot (400), en particulier prévu pour être positionné sur un segment ou une articulation d'un robot (400) à la place ou en plus d'un élément d'habillage dudit robot (400),
- 5 ledit élément d'habillage (100;200;300;402;403;404) comprenant :
- au moins une électrode capacitive (102), dite de mesure, prévue pour être polarisée à un premier potentiel électrique alternatif différent d'un potentiel de masse (504), à une fréquence de travail,
 - 10 - au moins une électrode (104), dite de garde, disposée sous ladite au moins une électrode de mesure (102), et prévue pour être polarisée à un potentiel électrique alternatif (V_G), dit de garde, identique ou sensiblement identique audit premier potentiel à ladite fréquence de travail,
 - 15 - au moins une couche (106), dite centrale, diélectrique, disposée entre ladite au moins une électrode de mesure (102) et ladite au moins une électrode de garde (104), et
 - 20 - au moins une électronique de détection (114) configurée pour mesurer un signal relatif à une capacité de couplage, dite capacité électrode-objet, entre au moins une électrode de mesure (102) et un objet environnant ;
- caractérisé en ce qu'au moins une électronique de détection (114) est gardée au potentiel de garde (V_G) par une paroi ou un capot de garde (116), polarisé(e) au potentiel de garde (V_G).
- 25 2. Elément d'habillage (100;200;300;402;403;404) selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une couche (108), dite externe, diélectrique, disposée sur la ou les électrodes de mesure (102).
- 30 3. Elément d'habillage (100;200;300;402;403;404) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une couche (110), dite d'appui, agencée sous la ou les électrodes de garde (104), et prévue pour venir au contact d'une surface du robot (400).

4. Elément d'habillage (100;200;300;402;403;404) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen de positionnement, ou un repère (402₃;402₄), permettant de monter ledit élément d'habillage (100;200;300) dans une position et une orientation
5 déterminées ou déterminables, sur une partie du robot (400).

5. Elément d'habillage (100;200;300;402;403;404) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche centrale (106) se présente sous la forme d'un circuit imprimé double face, la ou les
10 électrodes de mesure (102) étant disposées sur une des faces dudit circuit imprimé, et la ou les électrodes de garde (104) étant disposées sur la face opposée dudit circuit imprimé.

6. Elément d'habillage (100;200;300;402;403;404) selon l'une quelconque
15 des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs groupes d'électronique(s) de détection (114), distribués sur ledit élément d'habillage (100;200;300;402;404), distants les uns des autres.

7. Elément d'habillage (100;200;402;403;404) selon l'une quelconque des
20 revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une électronique de détection (114) est disposée sur la couche centrale (106).

8. Elément d'habillage (100;200;300;402;403;404) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend au moins
25 une interface de connexion filaire et /ou sans fil agencée pour :

- recevoir au moins un potentiel électrique alternatif correspondant au premier potentiel alternatif ou au potentiel de garde (V_G), ou aux deux ; et/ou

- transmettre un signal de mesure ou de détection.

30

9. Elément d'habillage (300;402;403;404) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'au moins une électrode de mesure (102) est séparée de l'au moins une électrode de garde (104) par une couche (302) élastiquement compressible localement, de sorte qu'un appui

exercé sur ledit élément d'habillage (300) modifie localement la distance entre les électrodes de mesure (102) et de garde (104).

5 10. Elément d'habillage (300;402;403;404) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une électronique de détection d'un signal relatif à la capacité et/ou à la résistance, dite inter-électrodes, entre les électrodes de mesure (102) et de garde (104), au niveau dudit appui.

10 11. Elément d'habillage (100;200;300;402;403;404) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il se présente sous la forme :

- d'une coque rigide ou flexible ;
- d'un revêtement souple prévu pour être fixé sur un élément d'habillage dudit robot (400).

15

12. Elément d'habillage (100;200;300;402;403;404) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il se présente sous la forme :

- 20
- d'une coque additionnelle, ou d'un revêtement, prévu(e) pour être monté(e) sur une coque existante d'un robot ; ou
 - d'une coque de remplacement, prévue pour être montée à la place d'une coque existante.

25 13. Elément d'habillage (100;200;300;402;403;404) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend deux parties (402₁,402₂ ;404₁,404₂), prévues pour être positionnées de part et d'autre d'un segment ou d'une articulation du robot, et venant se fixer l'une avec l'autre.

30 14. Robot (400) muni d'au moins un élément d'habillage (402,403;404) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

1/4

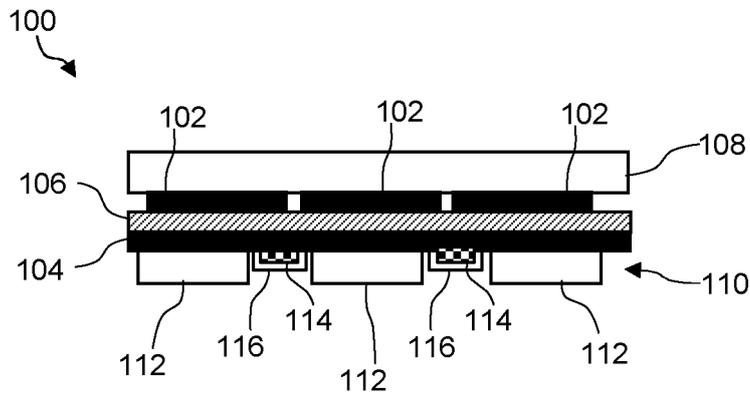


FIG. 1

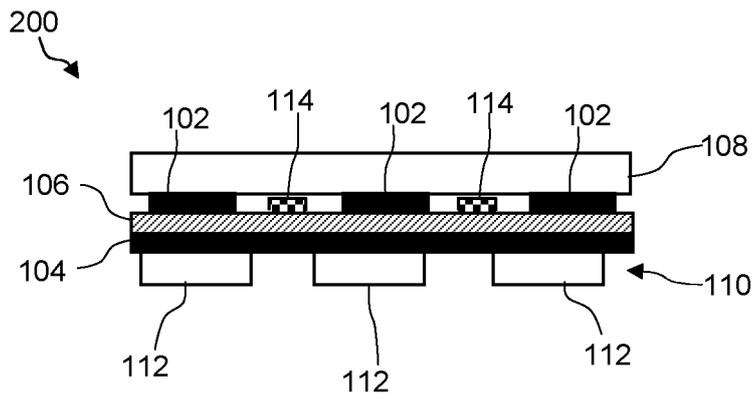


FIG. 2

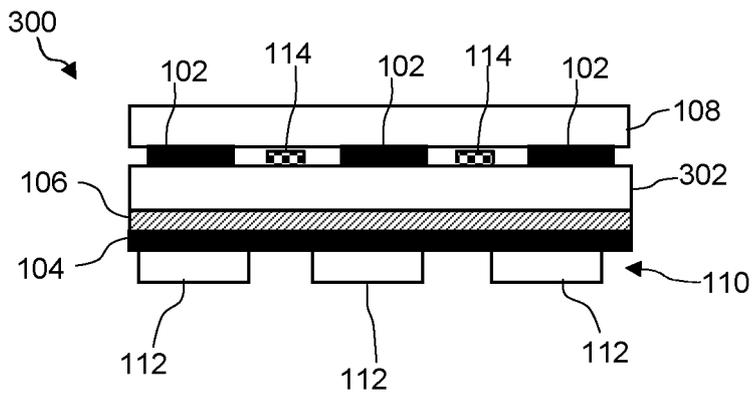


FIG. 3a

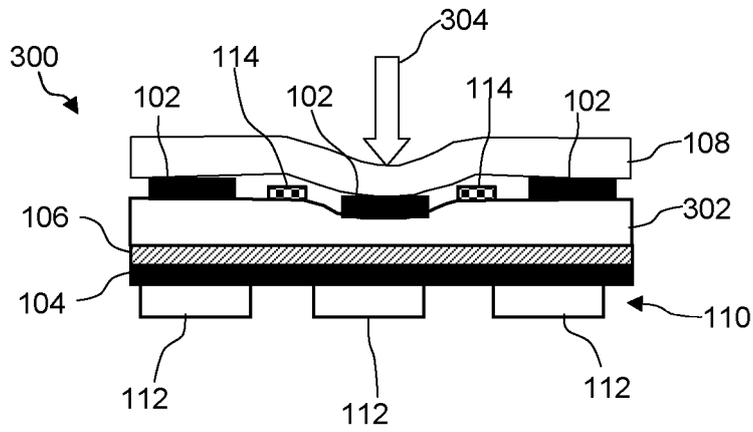


FIG. 3b

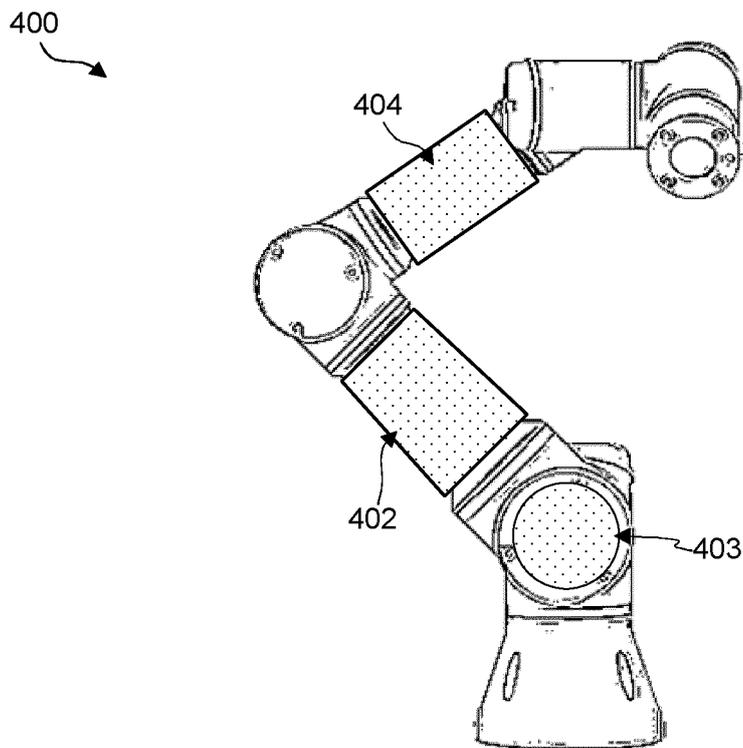


FIG. 4a

3/4

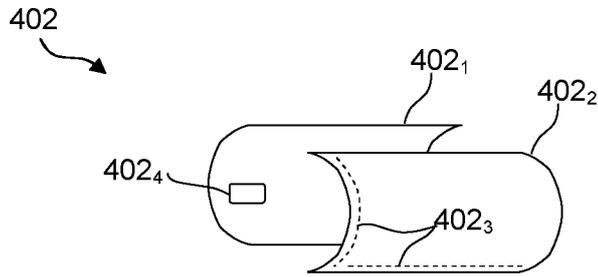


FIG. 4b

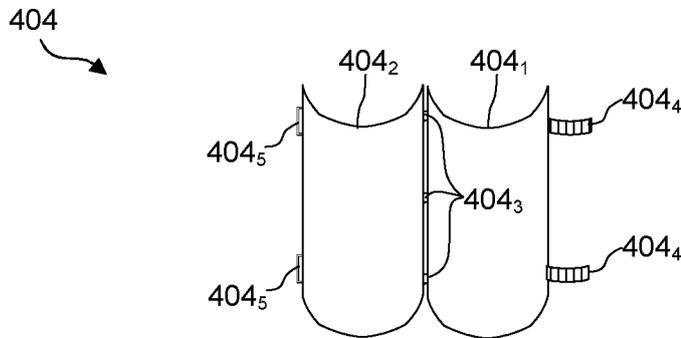


FIG. 4c

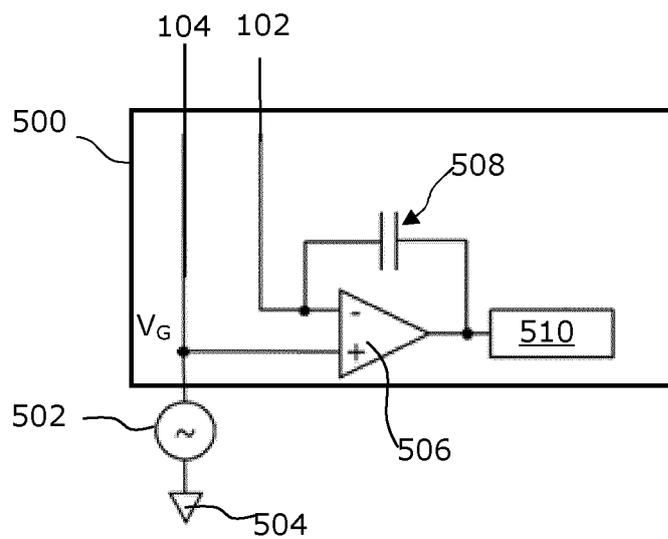


FIG. 5a

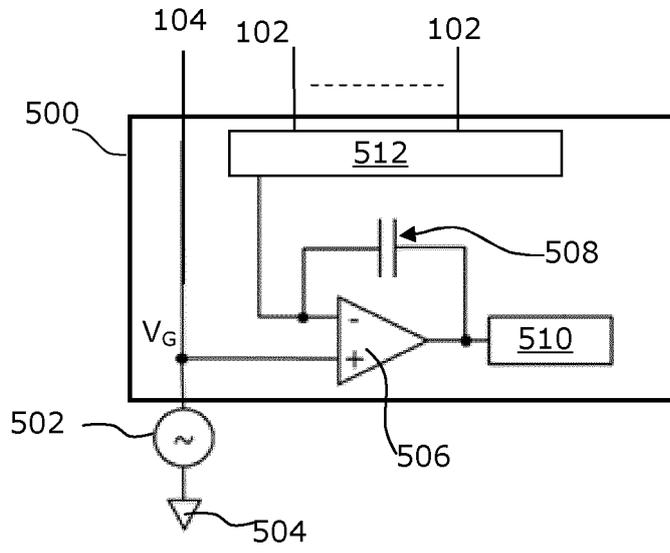


FIG. 5b

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

JP 2010 010116 A (FUJIKURA LTD) 14 janvier 2010 (2010-01-14)

WO 2009/060366 A2 (FOND ISTITUTO ITALIANO DI TECN [IT]; UNIV DEGLI STUDI GENOVA [IT]; SAN) 14 mai 2009 (2009-05-14)

US 2008/174321 A1 (KANG SUNGCHUL [KR] ET AL) 24 juillet 2008 (2008-07-24)

DE 10 2014 014050 A1 (GOMTEC GMBH [DE]) 31 mars 2016 (2016-03-31)

US 5 539 292 A (VRANISH JOHN M [US]) 23 juillet 1996 (1996-07-23)

DE 10 2014 218535 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 17 mars 2016 (2016-03-17)

Peter Heiligensetzer: "Betriebs- und Montageanleitung_KR_5_SI_2.x_V KR_C4", , 12 novembre 2013 (2013-11-12), XP055340430, Extrait de l'Internet: URL:MRK_User-Manual [extrait le 2017-01-30]

JP 2003 071778 A (NAT INST OF ADV IND & TECHNOL; NITTA KK) 12 mars 2003 (2003-03-12)

US 4 555 953 A (DARIO PAOLO [IT] ET AL) 3 décembre 1985 (1985-12-03)

EP 3 246 137 A1 (COMAU SPA [IT]) 22 novembre 2017 (2017-11-22)

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