

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①① N° de publication :

3 127 577

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

21 10314

⑤① Int Cl⁸ : G 01 N 27/12 (2020.12), A 61 F 13/00, 13/42

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 30.09.21.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 31.03.23 Bulletin 23/13.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : URGO RECHERCHE INNOVATION
ET DEVELOPPEMENT Société par actions simplifiée
(Société à associé unique) — FR.

⑦② Inventeur(s) : FLORIOT Valentin, VASSAL Simon,
MOUSQUE Valérie, PRUNIER Sébastien et GERMAIN
François.

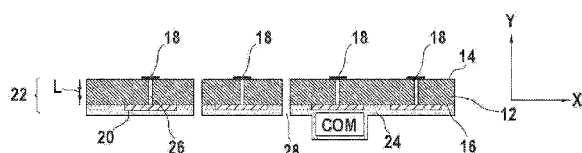
⑦③ Titulaire(s) : URGO RECHERCHE INNOVATION ET
DEVELOPPEMENT Société par actions simplifiée
(Société à associé unique).

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

⑤④ Coupon pour dispositif médical avec capteur d'humidité, dispositif médical, système, et procédé correspondants.

⑤⑦ La présente invention se rapporte à un coupon pour dispositif médical comportant un module de communication et un capteur d'humidité (10) comprenant un substrat de support (12) ayant une première face (14) et une deuxième face (16), géométriquement opposée à la première face (14), et dans lequel : la première face (14) est pourvue d'une pluralité de couples d'électrodes (30) configurés pour être en contact avec un liquide, et la deuxième face (16) comprend une pluralité de moyens de détection (20) connectés entre eux en parallèle, et chaque moyen de détection (20) comprend un transistor (T) associé à un couple d'électrodes (30), et le capteur d'humidité (10) est sensible à une résistance équivalente (Réq) de la pluralité des moyens de détection (20).

Figure pour l'abrégé : Fig. 1



FR 3 127 577 - A1



Description

Titre de l'invention : Coupon pour dispositif médical avec capteur d'humidité, dispositif médical, système, et procédé correspondants

- [0001] La présente invention se rapporte à un coupon pour dispositif médical équipé d'un capteur d'humidité, ce capteur d'humidité étant destiné notamment à détecter la présence et la position d'un liquide sur une surface. L'invention concerne également les dispositifs médicaux et en particuliers les pansements.
- [0002] Par coupon (« tag » en anglais), on entend un dispositif électronique comportant au moins un capteur et un module de communication avec un dispositif tiers.
- [0003] Dans des dispositifs médicaux tels que des pansements, il peut être intéressant de suivre la quantité de liquide présente. Par exemple, pour des pansements de plaie, une application du suivi de la quantité de liquide est le suivi de la quantité d'exsudat. Les plaies suintent un liquide, appelé exsudat, qui contient – entre autres - de l'eau et des électrolytes. Ce liquide mouille progressivement le pansement. Lorsque le pansement atteint un certain niveau de remplissage, il faut changer le pansement. Le pansement peut être changé à intervalle régulier. Toutefois, lorsque le niveau de remplissage n'est pas atteint, le changement de pansement occasionne des frais (liés au coût du personnel soignant et du pansement) et une mise à l'air de la plaie, qu'il serait avantageux d'éviter. Le suivi du remplissage est tout particulièrement pertinent pour des pansements pour plaies chroniques, dont la cicatrisation peut prendre jusqu'à 12 mois, voire 18 mois.
- [0004] On peut noter que l'exsudat d'une plaie est une substance qui a une composition très particulière et qui peut être variable. Elle est ionique car elle contient de nombreux sels, notamment du chlorure de calcium, mais aussi plus ou moins visqueuse car elle contient aussi des substances organiques en quantité variables. Enfin, en cours de cicatrisation ou en cas d'infection le débit d'exsudat peut varier considérablement.
- [0005] Un capteur d'humidité pour notamment les exsudats doit donc s'adapter à tous ces paramètres et toutes ces variations.
- [0006] Par ailleurs, d'autres dispositifs médicaux peuvent également nécessiter de suivre une quantité de liquide présente au niveau de la peau.
- [0007] Il existe donc un besoin pour des capteurs d'humidité et des coupons comprenant ces capteurs, qui seront utilisables dans des dispositifs médicaux.
- [0008] Typiquement, ces capteurs devront suivre un liquide issu d'un point d'origine, et être capable de mesurer l'étendue de l'écoulement dans un plan.
- [0009] Grâce à un système d'électrodes et de composants électronique choisis spécifiquement, il est possible de détecter la localisation d'un liquide sur une surface

donnée.

- [0010] De l'état de la technique antérieure, il est connu d'équiper les pansements de systèmes de détection d'humidité afin de déduire l'état de remplissage du pansement. Il est notamment connu de WO 2013/114273, d'évaluer le remplissage d'un pansement de plaie en mesurant la variation de la conductivité électrique entre deux électrodes successives d'un système de détection d'humidité du pansement. Un tel système de détection d'humidité du pansement est donc dépendant de la conductivité électrique du liquide. Ce système s'adapte mal aux différences de conductivité électriques des différents liquides pouvant être exsudés (sang, pus, etc..) qui dépendent de la pathologie, de la plaie et des données physiologiques du patient.
- [0011] On peut également citer à titre d'exemple les demandes de brevets EP 3 034 054, WO2018/165109 ou WO2019/238180.
- [0012] Les capteurs connus peuvent être disposés dans diverses zones dans le pansement. Mais le plus souvent ils sont intégrés dans la couche absorbante, sur la surface extérieure de la couche absorbante, sur la face interne (celle qui fait face à la plaie) de la couche de protection extérieure du pansement, qui est située au-dessus de la couche absorbante, ou sur un support indépendant entre la couche absorbante et cette couche extérieure de protection. De telles positions sont par exemple illustrées dans les figures des demandes de brevet citées ci-dessus.
- [0013] Comme expliqué ci-avant, l'exsudat d'une plaie est un liquide particulier et variable. Cela rend la mise au point d'un coupon équipé d'un capteur d'humidité complexe, car elle doit répondre à de nombreuses exigences.
- [0014] Bien que l'on connaisse de nombreux capteurs à base de cellules galvaniques basées sur des réactions électrochimiques ou de couples d'électrodes qui mesurent une propriété électrique au contact de l'exsudat, telle que résistance, capacitance ou inductance, ces derniers nécessitent encore des améliorations.
- [0015] L'objet de la présente invention est de proposer un coupon pour dispositif médical équipé d'un capteur d'humidité amélioré par rapport à ceux connus de l'état de la technique.
- [0016] L'objet de la présente invention est atteint au moyen d'un coupon pour dispositif médical comportant un module de communication et un capteur d'humidité, le module de communication étant configuré pour transmettre une information relative à l'humidité détectée à un dispositif tiers, le capteur d'humidité comprenant un substrat de support ayant une première face et une deuxième face, géométriquement opposée à la première face. La première face est pourvue d'une pluralité de couples d'électrodes configurés pour être en contact avec un liquide. La deuxième face comprend une pluralité de premiers moyens de détection connectés entre eux en parallèle, et chaque premier moyen de détection comprend un transistor associé à un couple d'électrodes.

Ledit transistor de chaque premier moyen de détection est configuré pour commuter d'un premier état vers un second état lors du passage d'un courant électrique entre des électrodes du couple d'électrodes associé au transistor. Une électrode du couple d'électrodes est électriquement connectée en série à une électrode de contrôle du transistor et l'autre électrode du couple d'électrodes est électriquement connectée à un potentiel fixe, en particulier à un potentiel à la masse, une autre électrode du transistor étant électriquement connectée en série avec une première résistance, de sorte que le capteur d'humidité est sensible à la résistance équivalente desdites premières résistances de la pluralité des premiers moyens de détection.

- [0017] Ainsi, dans ce coupon, la détection d'humidité n'est pas directement réalisée à partir de la mesure de la résistance, l'impédance ou de la conductivité électrique du liquide en contact avec les électrodes.
- [0018] Dans la présente invention, il n'est pas nécessaire de mesurer la variation de la résistance aux bornes des électrodes de chaque couple d'électrodes, le courant électrique circulant à travers le couple d'électrodes étant utilisé pour faire commuter, ou non, les transistors. En fait, les transistors peuvent être configurés pour opérer en zone de saturation dans lequel ils auront un fonctionnement à commutation (et non linéaire), c'est-à-dire un fonctionnement de type « tout ou rien ».
- [0019] Le courant électrique est induit par la présence de liquide conducteur aux bornes des électrodes, indépendamment des propriétés spécifiques du liquide. La détection d'humidité est alors basée sur un nombre de transistors commutés, lesdits transistors étant commutables entre deux états.
- [0020] De la résistance équivalente peut être déduit le nombre de premières résistances associées à chaque transistor qui a été commuté par la présence de liquide entre les électrodes d'un couple d'électrodes. Il est ainsi possible d'en déduire le nombre de couples d'électrodes connectées par la présence de liquide entre les électrodes du couple d'électrodes. Le nombre de couples d'électrodes connectées est relatif à la surface mouillée. La résistance équivalente selon la présente invention est donc corrélée à la présence de liquide entre les électrodes de la première face.
- [0021] De ce fait, la présente invention permet avantageusement de s'affranchir de la mesure de la résistance (ou de l'impédance ou de la conductivité électrique) du liquide qui dépend de la composition et des propriétés propres à chaque liquide, en particulier à chaque exsudat dans le cas d'une application du coupon à capteur d'humidité dans un pansement.
- [0022] En outre, il convient de noter que la connexion d'une des électrodes à un potentiel fixe permet de faciliter la détermination du nombre de transistor commutés dans un desdits états par rapport à ceux commutés dans l'autre état (notamment car ils fonctionnent en régime de saturation).

- [0023] En particulier, la connexion d'une électrode à un potentiel fixe et la connexion de l'autre électrode en série à l'électrode de contrôle du transistor permettent d'obtenir une variation de la tension par palier, facilitant la détection d'humidité.
- [0024] On notera que le coupon comporte un module de communication avec un dispositif tiers (c'est-à-dire externe et distinct du coupon), et que cette communication peut être par exemple filaire ou sans-fil.
- [0025] Le module de communication pourra comporter un circuit intégré, par exemple un processeur, et un élément tel qu'une antenne ou un port de connexion filaire. L'information relative à l'humidité détectée par le capteur peut être une valeur d'humidité (selon un indice donné), une valeur relative à la surface de la première face recouverte par du liquide (par exemple un nombre d'électrode), ou encore un pourcentage relatif à l'humidité.
- [0026] Le capteur d'humidité selon la présente invention peut être davantage amélioré grâce aux modes de réalisation suivants.
- [0027] Selon un mode de réalisation de l'invention, le transistor peut être un transistor bipolaire, en particulier un transistor bipolaire de type positif-négatif-positif (PNP), configuré pour commuter d'un état dit passant, correspondant au premier état, vers un état dit bloqué, correspondant au second état,
- [0028] dans lequel l'électrode de contrôle du transistor est la base du transistor et l'autre électrode du transistor est le collecteur du transistor.
- [0029] Selon un mode de réalisation de l'invention, le transistor est un transistor à effet de champ à grille isolée (par exemple un transistor FET ou MOSFET),
dans lequel l'électrode de contrôle du transistor est la grille du transistor et l'autre électrode du transistor est le drain ou la source du transistor.
- [0030] Selon un mode de réalisation de l'invention, le capteur d'humidité peut comprendre des premières résistances de valeurs différentes.
- [0031] Il est possible d'améliorer la sensibilité et la qualité de la détection d'humidité en utilisant des premières résistances de valeurs différentes.
- [0032] Selon un mode de réalisation de l'invention, la pluralité de couples d'électrodes peut être répartie par zones prédéfinies de la première face, et la valeur de chaque première résistance peut être relative à une zone prédéfinie de la première face.
- [0033] Il est ainsi possible de déterminer non seulement la présence, mais aussi la répartition de liquide sur les différentes zones prédéfinies du capteur d'humidité.
- [0034] Par exemple, une valeur de première résistance associée aux couples d'électrodes disposés de manière centrale sur la première face peut être différente d'une valeur de première résistance associée à un couple d'électrodes disposé de manière périphérique sur la première face. Cela permet de déterminer si le centre de la première face est davantage mouillé ou pas que sa périphérie.

- [0035] Selon un mode de réalisation de l'invention, la pluralité de premiers moyens de détection peut être enrobée dans une résine d'encapsulation.
- [0036] La résine d'encapsulation permet d'assurer l'étanchéité et d'éviter ainsi des courts circuits.
- [0037] Selon un mode de réalisation de l'invention, le substrat de support peut comprendre au moins un orifice traversant permettant un écoulement d'un fluide entre la première face et la deuxième face.
- [0038] La présence d'au moins un orifice traversant permet au liquide de traverser le substrat de support, qui ainsi n'est pas rendu imperméable. L'orifice traversant permet la diffusion « verticale » du liquide à travers le substrat de support selon une direction s'étendant de la première face vers la deuxième face.
- [0039] Selon un mode de réalisation de l'invention, les électrodes de la pluralité de couples d'électrodes peuvent être disposées sur la première face selon au moins deux directions contenues dans un plan de la première face, en particulier en croix, en particulier en croix à au moins six branches.
- [0040] La disposition des électrodes en croix, ou en étoile, permet de faciliter la diffusion « horizontale » du liquide dans le plan de la première face. En effet, les électrodes, selon leur agencement, pourraient bloquer la propagation du liquide dans le plan de la première face.
- [0041] Selon un mode de réalisation de l'invention, pour chaque couple d'électrodes, chacune des électrodes du couple d'électrodes peut être électriquement connectée par un trou métallisé formé entre la première face et la deuxième face à un premier moyen de détection correspondant qui est disposé sur ladite deuxième face.
- [0042] Selon un mode de réalisation de l'invention, le substrat de support peut être une couche flexible apte à être courbée, en particulier de moins de 300 micromètres d'épaisseur, plus particulièrement de moins de 150 micromètres d'épaisseur.
- [0043] Selon un mode de réalisation de l'invention, le module de communication comprend une antenne radioélectrique supportée par la première face.
- [0044] Ainsi, les données issues du système de détection d'humidité peuvent être communiquées à un dispositif tiers par radiofréquence.
- [0045] Le fait que l'antenne radioélectrique soit disposée sur la première face, c'est-à-dire sur la face pourvue avec les électrodes, permet non seulement un gain de place mais aussi de faciliter le montage et les connexions électriques dans le substrat de support.
- [0046] Cette antenne peut être connectée électriquement à un circuit intégré du module de communication (qui peut être placé sur la deuxième face, par exemple).
- [0047] Selon un mode de réalisation de l'invention, l'antenne radioélectrique peut être disposée autour de pluralité des couples d'électrodes.
- [0048] Ainsi, il est possible de facilement fabriquer des capteurs d'humidités de différentes

formes, sans se soucier de la distance inter-électrodes par exemple.

- [0049] Selon un mode de réalisation de l'invention, le substrat de support peut en outre comprendre au moins un autre couple d'électrodes de détection et au moins un deuxième moyen de détection d'une autre grandeur que l'humidité, et ledit couple d'électrodes de détection étant électriquement connecté au deuxième moyen de détection de sorte que le capteur d'humidité est en outre configuré pour mesurer une autre grandeur que l'humidité, en particulier la température, la pression, le pH ou la présence d'une espèce chimique.
- [0050] Le capteur d'humidité peut ainsi avantageusement permettre la détection de grandeurs physiques, chimiques, voire électrochimiques, en addition à la détection d'humidité. L'utilisation de différents capteurs distincts peut ainsi être évitée en regroupant plusieurs moyens de détections dans le capteur d'humidité.
- [0051] Le ou les deuxièmes moyen(s) de détection peut/peuvent être enrobé(e) dans la résine d'encapsulation.
- [0052] Selon un mode de réalisation de l'invention, le coupon comprend au moins un autre capteur de mesure d'une grandeur différente de l'humidité.
- [0053] A titre indicatif, le coupon peut en outre comporter un capteur de pression, de température, de pH, d'hygrométrie, ou encore un capteur électrochimique.
- [0054] En particulier, pour certaines mesures, le capteur peut ne pas comporter de couple d'électrodes (par exemple un capteur comprenant une résistance qui varie en fonction de la valeur de la grandeur mesurée).
- [0055] L'invention concerne également un dispositif médical comprenant le coupon tel que défini ci-avant, le dispositif médical étant destiné à être placé contre la peau d'un utilisateur.
- [0056] En d'autres termes, le coupon se présente ici intégré à un dispositif médical. Ici, on placera le coupon du côté du dispositif destiné à être en contact avec la peau de l'utilisateur.
- [0057] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif médical est un pansement de plaie ou une bande de soin ou une bande adhésive ou un dispositif médical à enfiler (couramment désigné sous l'expression anglo-saxonne « wrap ») ou un plâtre.
- [0058] Par exemple, dans un pansement de plaie, le coupon sera intégré de sorte que la pluralité de couples d'électrodes du capteur d'humidité est agencée dans le pansement pour être en contact avec un liquide provenant d'une plaie.
- [0059] L'utilisation du capteur d'humidité dans un pansement permet avantageusement de s'affranchir de la mesure de la résistance (ou de l'impédance ou de la conductivité électrique) du sang, exsudat, pu, etc. qui dépend particulièrement de chaque plaie et patient.
- [0060] L'invention propose également un système comprenant un dispositif médical tel que

défini ci-avant, et comprenant en outre un dispositif de communication (distinct du coupon) fixable de manière amovible sur une surface du dispositif médical opposée à la peau de l'utilisateur,

le module de communication du coupon étant configuré pour transmettre une information relative à l'humidité détectée par le capteur d'humidité au dispositif de communication.

- [0061] Par fixable de manière amovible, on entend qu'il peut être fixé à un dispositif médical, et détaché sans être dégradé, pour être fixé ultérieurement à un autre dispositif médical. La fixation pourra utiliser un adhésif, un système textile à crochets et boucles, une poche, etc. Le dispositif de communication peut être considéré comme un patch amovible.
- [0062] Pour un pansement, le dispositif de communication pourra être fixé au-dessus d'une couche de protection ou de support.
- [0063] L'utilisation d'un dispositif de communication est avantageuse car elle permet d'utiliser un coupon peu complexe, et de déporter des fonctions (mémoire, batterie d'alimentation en énergie électrique). Puisque le dispositif de communication est fixé de manière amovible, on peut réutiliser ce dispositif de communication avec différents dispositifs médicaux qui peuvent eux être jetables. L'utilisation d'un dispositif réutilisable et d'un dispositif jetable est peu coûteuse, limite les déchets électroniques, et est donc particulièrement intéressante.
- [0064] Selon un mode de réalisation, le dispositif de communication et module de communication communiquent selon l'une des normes suivantes ISO 14443 ou ISO 15963.
- [0065] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif de communication comporte une batterie d'alimentation électrique, et alimente le coupon en énergie électrique par induction magnétique.
- [0066] Ce mode de réalisation particulier est particulièrement avantageux pour une configuration où le dispositif de communication est réutilisable tandis que le dispositif médical est jetable (après une unique utilisation).
- [0067] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif de communication est fixé de manière amovible au dispositif médical.
- [0068] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif de communication est en outre configuré pour communiquer avec un terminal utilisateur.
- [0069] Ce terminal utilisateur peut être un téléphone de type « smartphone » (ou ordiphone en français), un ordinateur, une tablette, etc.
- [0070] Ce mode de réalisation est également intéressant en ce que cette fonction de communication (par exemple selon la norme Bluetooth (Low Energy)) est intégrée au dispositif réutilisable et non au dispositif médical jetable.
- [0071] L'objet de la présente invention est aussi atteint au moyen d'un procédé de détection

d'humidité au moyen d'un coupon selon l'un des modes de réalisation mentionnés ci-dessus, comprenant les étapes de a) mesurer la résistance équivalente des premières résistances de la pluralité des premiers moyens de détection du capteur d'humidité qui est dépendante du nombre de transistors commutés dans un des premiers ou second états, b) déduire de la valeur de la résistance équivalente mesurée la présence de liquide sur la première face pourvue des électrodes, c) communiquer, par le module de communication du coupon, une information relative à l'humidité détectée par le capteur d'humidité à un dispositif tiers.

- [0072] Le procédé de détection d'humidité selon la présente invention permet avantageusement de s'affranchir de la mesure de la résistance (ou de l'impédance ou de la conductivité électrique) du liquide qui dépend de la composition et des propriétés propres à chaque liquide, en particulier à chaque exsudat dans le cas d'une application du coupon à capteur d'humidité dans un pansement.
- [0073] Selon un mode de mise en œuvre, le coupon est compris dans un système tel que défini ci-avant comportant un dispositif de communication, et l'étape c) est une communication avec le dispositif de communication du système.
- [0074] Selon un mode de mise en œuvre, le procédé comprend une étape préalable d'authentification du coupon par le dispositif de communication.
- [0075] Cette étape pourra utiliser un mécanisme utilisant des clés mémorisées respectivement dans une mémoire du coupon et dans une mémoire du dispositif de communication. Ce mode de mise en œuvre est avantageux pour des raisons de sécurité : on peut limiter l'utilisation du dispositif de communication qu'avec des dispositifs autorisés.
- [0076] Selon un mode de mise en œuvre, le procédé comprend un calcul d'une vitesse de variation d'humidité par le dispositif de communication.
- [0077] Le dispositif de communication peut comporter des moyens de calcul qui peuvent déterminer cette vitesse, par exemple sur la base d'une variation dans le temps du nombre de paires d'électrodes recouvertes.
- [0078] Selon un mode de mise en œuvre, le procédé comprend en outre une communication, par le dispositif de communication, d'une information élaborée à partir de l'information relative à l'humidité détectée par le capteur d'humidité à un terminal utilisateur.
- [0079] Les modes de réalisation peuvent être combinés pour former davantage de variantes de mode de réalisation avantageux de la présente invention.
- [0080] L'invention et ses avantages seront expliqués plus en détail dans la suite au moyen de modes de réalisation préférés et en s'appuyant notamment sur les figures d'accompagnement suivantes, dans lesquelles :
- [0081] [Fig.1] est une vue schématique en coupe d'un capteur d'humidité selon un mode de

réalisation de la présente invention,

- [0082] [Fig.2] est une vue schématique en coupe d'un pansement dans lequel est intégré le capteur d'humidité selon un mode de réalisation illustré à la [Fig.1],
- [0083] [Fig.3] est une vue schématique d'une première face d'un capteur d'humidité selon un mode de réalisation de la présente invention,
- [0084] [Fig.4] est une vue schématique du capteur d'humidité de la [Fig.3] comprenant une antenne radiofréquence selon une variante de l'invention,
- [0085] [Fig.5] représente schématiquement un moyen de détection selon un mode de réalisation de la présente invention,
- [0086] [Fig.6] représente schématiquement l'association de premières résistances en parallèle du système de détection d'humidité selon la présente invention,
- [0087] [Fig.7] représente l'évolution de la tension en fonction du nombre de couples d'électrodes connectées,
- [0088] [Fig.8] est une représentation schématique d'un système avec un dispositif médical et un dispositif de communication,
- [0089] [Fig.9] montre la lecture des informations par un smartphone,
- [0090] [Fig.10] est une représentation schématique d'un dispositif de communication,
- [0091] [Fig.11] est un ordinogramme des étapes d'un procédé selon l'invention, et
- [0092] [Fig.12] est également un ordinogramme des étapes d'un procédé selon l'invention.
- [0093] L'invention va maintenant être décrite plus en détail en utilisant des modes de réalisation avantageux d'une manière exemplaire et en référence aux dessins. Les modes de réalisation décrits sont simplement des configurations possibles et il faut garder à l'esprit que les caractéristiques individuelles telles que décrites ci-dessus peuvent être fournies indépendamment les unes des autres ou peuvent être omises tout à fait lors de la mise en œuvre de la présente invention.
- [0094] La [Fig.1] est une vue schématique en coupe d'un coupon comprenant un capteur d'humidité 10 et un module de communication COM selon un mode de réalisation de la présente invention.
- [0095] Le capteur d'humidité 10 est destiné à détecter la présence et la position d'un liquide sur une surface.
- [0096] Le capteur d'humidité 10 comprend un substrat de support 12.
- [0097] Le substrat de support 12 est une couche flexible apte à être courbée, en particulier afin de pouvoir se conformer à la courbure d'un élément.
- [0098] Par exemple, dans le cas où le capteur d'humidité 10 est intégré dans un pansement, le substrat de support flexible 12 est adapté pour être courbé de manière à épouser la forme d'une partie d'un corps humain sur laquelle est prévue d'être appliquée ledit pansement. L'invention n'est néanmoins pas limitée à une utilisation dans un pansement et trouve application dans les dispositifs médicaux destinés à être placés

contre la peau d'un utilisateur.

- [0099] Le substrat de support 12 peut être réalisé en verre époxy, en polyimide, en polyéthylène téréphtalate (PET), polyéthylène naphtalène (PEN) ou autre.
- [0100] Le substrat de support 12 a une épaisseur L de moins de 300 micromètres d'épaisseur, en particulier de moins de 150 micromètres d'épaisseur. Il est noté que l'épaisseur L correspond à l'épaisseur du substrat de support 12 seul, sans prendre en considération l'épaisseur d'une quelconque autre couche que le substrat 12 lui-même, comme un encapsulant.
- [0101] Le substrat de support 12 comprend une première face 14 et une deuxième face 16, géométrique opposée à la première face 14 selon un axe Y du repère de coordonnées Cartésien.
- [0102] La première face 14 est pourvue d'une pluralité d'électrodes 18 configurés pour être en contact avec un liquide.
- [0103] Les électrodes 18 sont préférentiellement en alliage de cuivre plaqué or ou nickel-or, en aluminium, en bronze, en or, plaqué or ou autre.
- [0104] La deuxième face 16 est pourvue d'une pluralité de moyens de détection 20. Tel que décrit ci-après les moyens de détection 20 sont connectés entre eux en parallèle. Les moyens de détection 20 peuvent aussi être désignés dans ce qui suit comme « premiers moyens de détection 20 ». Les premiers moyens de détection 20 sont configurés pour détecter l'humidité. Tel qu'il sera expliqué ci-après, dans une variante, le substrat de support 12 peut en outre comprendre un ou des deuxième(s) moyen(s) de détection (non représenté) configuré(s) pour détecter une autre grandeur que l'humidité, notamment pour mesurer la température, la pression, le pH ou la présence d'une certaine espèce chimique.
- [0105] L'ensemble du substrat de support 12, des électrodes 18 et des moyens de détection 20 sont constituées par un circuit imprimé électrique 22.
- [0106] Le circuit imprimé électrique 22 peut être fabriqué à partir de procédés connus de fabrication de circuits imprimés souples, c'est-à-dire flexibles, aussi connus sous la dénomination de « flex PCB » ou « circuit flex », notamment dans le domaine des cartes à puce. En particulier, le circuit imprimé électrique 22 peut être fabriqué à partir du procédé de fabrication divulgué dans la demande de brevet française FR 3013504 A1.
- [0107] Selon un tel procédé de fabrication, un matériau formé de la couche de substrat de support 12 et d'au moins une feuille de matériau électriquement conducteur est fournie sur sa première face 14. Le matériau conducteur est par exemple du cuivre, de l'aluminium ou un alliage de cuivre ou d'aluminium. La deuxième face 16 du substrat de support 12 est enduite avec un matériau adhésif (non représenté). Le substrat de support 12 revêtu de l'adhésif et du matériau conducteur est perforé, par exemple par poinçonnage mécanique ou par laser, pour former des trous 26 et éventuellement des

ouvertures (perforations) latérales utilisées pour le guidage d'une bande dans un procédé de bobine à bobine. Une deuxième feuille de matériau électriquement conducteur est ensuite laminée sur la deuxième face 16 du substrat de support 12. Cette feuille recouvre ainsi l'adhésif et les trous 26. Les trous 26 sont alors des trous dit « borgnes » car fermés d'un côté par le feuillet métallique.

- [0108] Alternativement, on fournit un matériau formé du substrat de support 12 et de deux couches de matériaux conducteur. Ce matériau est perforé, par exemple par poinçonnage mécanique ou par laser, pour former des trous 26, qui sont alors des trous dit « traversants ».
- [0109] Que les trous 26 soient formés de manière à être traversants ou non, une ou plusieurs couches de matériau électriquement conducteur sont alors électro-déposées dans les trous 26. Des motifs sont ensuite réalisés par photolithographie sur les deux feuilles de matériau électriquement conducteur par dépôt, insolation et révélation d'une résine photosensible.
- [0110] Une étape de gravure de motifs par voie chimique permet de réaliser notamment les électrodes 18 sur la face 14 et le circuit électrique 22 permettant de connecter les moyens de détection 20 sur la face 16.
- [0111] La résine protégeant les motifs pendant la gravure est retirée chimiquement et des couches de finition (Nickel et Or par exemple) sont éventuellement déposées par voie électrochimique ou chimique sur les motifs gravés et dans les trous métallisés 26.
- [0112] Les composants électroniques utilisés dans les moyens de détection 20 sont ensuite assemblés sur le circuit électrique 22.
- [0113] Afin d'isoler électriquement le circuit électrique 22 et les moyens de détection 20 d'un liquide, le circuit électrique 22 et les moyens de détection 20 sont enrobés dans une résine d'encapsulation 24 au niveau de la deuxième face 16. La résine 24 d'encapsulation permet d'assurer l'étanchéité au niveau de la deuxième face 16 et d'éviter des courts circuits.
- [0114] La résine d'encapsulation 24 peut être une résine silicone, polyamide, époxy ou autre.
- [0115] Tel qu'illustré à la [Fig.1], chacune des électrodes 18 est reliée électriquement à un moyen de détection 20 correspondant par un trou métallisé 26 traversant le substrat de support 12 de la première face 12 à la deuxième face 16.
- [0116] Autrement dit, chacun des trous métallisés 26 permet de connecter électriquement une électrode 18 à un moyen de détection 20.
- [0117] Tel qu'expliqué ci-dessus au regard du procédé de fabrication, les trous 26 sont métallisés par un dépôt de cuivre, de nickel et/ou d'or.
- [0118] Tel qu'illustré à la [Fig.1], le circuit électrique 22 est pourvu d'au moins un orifice traversant 28 permettant un écoulement d'un fluide entre la première face 14 et la

deuxième face 16. Chaque orifice traversant 28 s'étend ainsi de la première face 14 à la deuxième face 16 à travers le circuit électrique 22 et la résine d'encapsulation 24.

- [0119] Chaque orifice traversant 28 peut être réalisé par poinçonnage ou perçage à travers la résine d'encapsulation et le circuit électrique 22.
- [0120] Enfin, pour communiquer avec des dispositifs tiers, le coupon comporte le module de communication COM. Ce module est ici encapsulé dans la résine 24 pour qu'il soit protégé. Alternativement, le module peut être partiellement encapsulé.
- [0121] Aussi, ce module COM peut comporter un circuit intégré, par exemple un processeur, et une antenne. L'antenne et le circuit intégré peuvent être connectés électriquement. Sur la [Fig.1], le module COM est représenté schématiquement par un bloc, sans que ce circuit intégré ou l'antenne ne soient visibles, et sans que cette représentation ne soit limitative. En fait, le module COM peut être agencé de sorte que tous ses éléments sont sur une seule face (la première ou la deuxième), ou répartis sur les deux faces.
- [0122] Le module COM peut notamment être un module de communication en champ proche (« NFC : Near Field Communication » en anglais), et il peut permettre une communication avec un dispositif de communication qui sera décrit ultérieurement.
- [0123] Une configuration possible du module COM peut comprendre une encapsulation du circuit intégré dans la résine, monté sur la deuxième face 16, et une installation de l'antenne sur la première face (éventuellement sans encapsulation), comme cela sera décrit ultérieurement en référence aux figures 3 et 4. Une connexion traversante entre l'antenne et le circuit intégré pourra être utilisée.
- [0124] La [Fig.2] représente schématiquement l'intégration d'un capteur d'humidité 10 selon le mode de réalisation illustré à la [Fig.1] dans un pansement 100. Le pansement 100 comprend le capteur d'humidité 10 et un module de communication COM.
- [0125] Les éléments avec les mêmes références numériques déjà utilisées pour la description de la [Fig.1] ne seront pas décrits à nouveau en détail, et référence est faite à leurs descriptions ci-dessus.
- [0126] Le pansement 100 comprend une pluralité de couches. Certaines couches ont été volontairement omises dans la représentation schématique de la [Fig.2] par souci de clarté et de simplification du dessin.
- [0127] Une couche absorbante 102 est fournie sur première face 14 du substrat de support 12 du capteur d'humidité 10. La couche absorbante 102 peut elle-même être constituée d'une pluralité de couches (non-représentée). La couche absorbante 102 comprend une face d'application 104 configurée pour être appliquée sur une plaie. La couche absorbante 102 est ainsi configurée pour absorber un liquide, en particulier un exsudat, provenant d'une plaie sur laquelle le pansement 100 est destiné à être appliqué. L'exsudat est un liquide qui suinte d'une plaie. L'exsudat contient entre autres de l'eau

et des électrolytes. Les électrodes 18 étant disposées sur la première face 14, les électrodes 18 sont configurées pour être en contact avec un liquide absorbé par la couche absorbante 102.

- [0128] Tel qu'expliqué en référence à la [Fig.1], la résine d'encapsulation 24 permet d'assurer l'étanchéité au niveau de la deuxième face 16 et d'éviter des courts circuits. Toutefois l'étanchéité au niveau de la deuxième face 16 a pour effet de rendre le substrat de support 12 non-perméable. Or, il est nécessaire que le liquide provenant de la plaie puisse se diffuser à travers le pansement 100, notamment de manière verticale c'est-à-dire dans une direction de profondeur du pansement 100 le long de l'axe Y représenté sur la [Fig.2]. À cet effet, les orifices traversant 28 permettent une communication fluide entre la première face 14 et la deuxième face 16. La répartition des orifices traversant 28 peut être régulière ou varier entre une zone centrale du pansement 100 et une partie périphérique du pansement 100.
- [0129] Enfin, la [Fig.2] montre que la face d'application 104 est protégée par film de protection 106 détachable. Le pansement 100 est prévu pour être conditionné de manière stérile jusqu'à son utilisation.
- [0130] La [Fig.2] représente ainsi un pansement 100 de plaie comprenant le substrat de support 12 dont la première face 14 est configurée pour être appliquée, directement ou indirectement, sur une plaie. La première face 14 est pourvue de la pluralité d'électrodes 18 configurées pour être en contact avec un liquide provenant de la plaie. La deuxième face 16, qui est géométriquement opposée à la première face (14), comprend la pluralité de moyens de détection 20 connectés en parallèle. Chaque moyen de détection 20 comprend un moyen de commutation (non visible sur la [Fig.2]), tel qu'un transistor, associé à deux électrodes 18 formant un couple d'électrode (indiqué aux Figures 3 et 4 par la référence 30). Chaque moyen de commutation est configuré pour commuter d'un premier état vers un second état lors du passage d'un courant électrique entre le couple d'électrodes associé audit moyen de commutation. L'humidité du pansement 100, en particulier de la couche absorbante 102 peut être déterminée à partir du nombre de moyens de commutation commutés dans un desdits états par rapport à ceux commutés dans l'autre état.
- [0131] La détermination de l'humidité selon la présente invention est davantage détaillée en référence aux Figures 3 à 7.
- [0132] Il convient de noter que le pansement 100 peut en outre comprendre au moins un autre capteur de mesure d'une grandeur différente de l'humidité. Dans ce cas, le substrat de support 12 du capteur d'humidité 10 comprend au moins un autre couple d'électrodes de détection, en particulier distinct de la pluralité des couples d'électrodes 30 décrits ci-dessus, et au moins un deuxième moyen de détection (non représenté) d'une autre grandeur que l'humidité, ledit couple d'électrodes de détection étant élec-

triquement connecté au deuxième moyen de détection. Ainsi, le capteur d'humidité 10 dans le pansement 100 est en outre configuré pour mesurer une autre grandeur que l'humidité, en particulier la température, la pression, le pH ou la présence d'une espèce chimique.

[0133] On notera que le capteur peut comporter d'autres capteurs sans couples d'électrodes.

[0134] La [Fig.3] illustre une vue schématique de la première face 14 du capteur d'humidité 10 selon un mode de réalisation de la présente invention.

[0135] Les éléments avec les mêmes références numériques déjà utilisées pour la description de la [Fig.1] ne seront pas décrits à nouveau en détail, et référence est faite à leurs descriptions ci-dessus.

[0136] La première face 14 du capteur d'humidité 10 comprend la pluralité d'électrodes 18. Il est noté que la première face 14 ne comprend pas de composants électroniques, ceux-ci sont disposés sur la deuxième face 16 et enrobés dans la résine d'encapsulation 24.

[0137] Selon le mode de réalisation illustré à la [Fig.3], les électrodes 18 sont de forme circulaire. Dans une variante, la forme des électrodes 18 peut être différente, par exemple de forme carrée, rectangulaire, ovale, triangulaire, en spirale, en croix ou en étoile.

[0138] Préférentiellement, les électrodes 18, 18A, 18B ont une surface de contact comprise entre 0,5 mm² et 8 mm².

[0139] Les électrodes 18 sont agencées par couple d'électrodes 30.

[0140] Un couple d'électrodes 30 est formée par deux électrodes 18A, 18B agencées à proximité l'une de l'autre sans se toucher. Les électrodes 18A, 18B constituant un couple d'électrodes 30 sont espacées l'une de l'autre par une distance inter-électrodes d1. La distance d1 peut être variée selon le mode de réalisation. En particulier, la distance d1 est comprise entre 100 micromètres et 2 millimètres. La distance inter-électrodes d1 dans un couple d'électrodes 30 peut varier entre les différents couples d'électrodes 30 du capteur d'humidité 10.

[0141] Tel qu'il sera expliqué plus en détail en référence à la [Fig.4], un couple d'électrodes 30 est associé à chaque moyen de détection 20.

[0142] Dans l'exemple illustré à la [Fig.3], la pluralité des électrodes 18 est disposée sur la première face 14 en croix, de manière à former une croix à six branches. Dans une variante (non représenté), la pluralité des électrodes 18 est disposée selon une configuration de croix à huit branches. Le nombre de branches n'est pas limitatif.

[0143] La configuration en croix permet de faciliter la diffusion et la propagation du liquide (indiquées par les flèches E en pointillé sur la [Fig.3]) provenant du centre dans le plan (XZ) de la première face 14, notamment d'une zone centrale C de la première face 14 vers des zones périphériques P1, P2, P3, P4 de la première face 14.

- [0144] D'autres dispositions des électrodes 18 pour détecter la diffusion du liquide dans toutes les directions du plan sont possibles (en ronds, concentriques etc.).
- [0145] Tel qu'illustré à la [Fig.3], la première face 14 supporte en outre une antenne radio-électrique 32 comprise dans le module de communication COM (par exemple connectée à un circuit intégré du module COM). Le fait que l'antenne radioélectrique 32 soit disposée sur la première face 14, c'est-à-dire sur la face 14 qui est aussi pourvue avec les électrodes 18, permet non seulement un gain de place dans le capteur d'humidité 10 mais aussi de faciliter le montage et les connexions électriques du substrat de support 12.
- [0146] L'antenne radioélectrique 32 est électriquement reliée au circuit imprimé 22 de la deuxième face 16 par au moins un trou métallisé (non visible sur la [Fig.3]). En particulier, l'antenne peut être connectée électriquement à un circuit intégré du module de communication COM.
- [0147] Dans l'exemple de la [Fig.3], l'antenne radioélectrique 32 a une forme de spirale dont les bras passent entre les électrodes 18.
- [0148] Dans une variante, illustrée à la [Fig.4], le capteur d'humidité 10 peut être pourvu d'une l'antenne radioélectrique 34 qui est disposée autour de la pluralité des couples d'électrodes 30. L'antenne radioélectrique 34 est électriquement reliée au circuit imprimé 22 de la deuxième face 16 par au moins un trou métallisé (non visible sur la [Fig.4]). La disposition selon l'exemple de la [Fig.4] permet de s'affranchir plus facilement du facteur de forme à prendre en considération lors de la fabrication de capteur d'humidité 10 de différentes dimensions dans le plan (XZ).
- [0149] Les antennes 32, 34 permettent une connexion sans fil avec un dispositif tiers (non représenté) du capteur d'humidité 10, notamment au moyen d'un circuit intégré du module COM qui sera connecté aux antennes.
- [0150] Il est noté que seule l'antenne diffère entre les représentations du capteur d'humidité 10 représenté aux Figures 3 et 4.
- [0151] Le capteur d'humidité 10 est sensible à l'étendue de la première face 14 mouillée par un liquide. Au fur et à mesure que le liquide s'écoule, il se répand sur la première face 14, par exemple depuis la zone centrale C. Ainsi, du liquide 36 peut être présent entre deux électrodes 18A, 18B d'un couple d'électrodes 30. La présence de liquide 36 entre deux électrodes 18A, 18B d'un couple d'électrodes 30 connecte électriquement les électrodes 18A, 18B entre elles. Le passage d'un courant électrique entre les électrodes 18A, 18B génère un court-circuit entre lesdites électrodes 18A, 18B du couple d'électrodes 30. La mise en court-circuit des électrodes 18A, 18B est utilisée par les moyens de détection 20 pour déterminer la présence et la répartition de liquide sur la première face 14, tel que décrit davantage ci-après en référence aux figures suivantes.
- [0152] La [Fig.5] représente schématiquement un moyen de détection 20 selon un mode de

réalisation de la présente invention.

- [0153] Les éléments avec les mêmes références numériques déjà utilisées pour la description de la Figures 1 à 4 ne seront pas décrits à nouveau en détail, et référence est faite à leurs descriptions ci-dessus.
- [0154] Chaque moyen de détection 20 selon la présente invention comprend un transistor T associé à un couple d'électrodes 30 formé par deux électrodes 18A, 18B de la pluralité d'électrodes 18.
- [0155] En particulier, le transistor T est un transistor bipolaire de type positif-négatif-positif (PNP).
- [0156] Dans une variante, le transistor T est un transistor à effet de champ à grille isolée (« metal-oxide-semiconductor field-effect transistor » ou MOSFET en anglais), et l'on pourra adapter le circuit décrit ci-après en conséquence (en particulier, la base, le collecteur, et l'émetteur du transistor bipolaire correspondent respectivement à la grille, à la source, et au drain du transistor MOSFET).
- [0157] Le transistor T est configuré pour commuter d'un état premier, dans lequel le transistor T est passant vers un second état, dans lequel le transistor T est non-passant (ou bloqué). En fait, le transistor T opère dans la zone de saturation.
- [0158] L'émetteur e du transistor T est relié à la tension d'alimentation Vcc.
- [0159] Le collecteur c du transistor T est connecté en série à une première résistance R1, par exemple une résistance R1 de 1,2 M Ohm. Les premières résistances R1 de chaque moyen de détection 20 sont connectées en parallèle entre elles dans le circuit électrique 22.
- [0160] Dans une variante, les premières résistances R1 du capteur d'humidité 10 ont des valeurs différentes. Par exemple, la valeur des premières résistances R1 disposées au niveau de la zone centrale C (voir Figures 3 et 4) de la première face 14 est différente de la valeur des premières résistances R1 disposées vers les zones périphériques P1, P2, P3, P4 (voir Figures 3 et 4) de la première face 14.
- [0161] La base b du transistor T est reliée à une deuxième résistance R2, par exemple une résistance R2 de 20K Ohm. La résistance R2 sert à faire changer l'état du transistor T lorsque le liquide contacte les électrodes 18A, 18B.
- [0162] La deuxième résistance R2 est connectée en série à une électrode 18A du couple d'électrodes 30.
- [0163] L'autre électrode 18B du couple d'électrodes 30 est mise à la masse, c'est-à-dire à un potentiel de référence, généralement à 0 Volt.
- [0164] Une troisième électrode R3, par exemple une résistance R3 de 200K Ohm, est reliée à la tension d'alimentation Vcc et la base du transistor T, tel que représenté sur la [Fig.5].
- [0165] Il est noté que le moyen de détection 20 selon la présente invention n'est pas

strictement limité au schéma du circuit électrique du mode de réalisation illustré par la [Fig.5].

- [0166] Dans le mode de réalisation illustré à la [Fig.5], le transistor T est à l'état passant lorsque les électrodes 18A, 18B sont sèches, c'est-à-dire lorsque qu'un courant électrique ne peut pas circuler à travers le couple d'électrode 30, en l'absence de conducteur entre les électrodes 18A, 18B.
- [0167] Le transistor T commute à l'état non-passant lorsque du liquide connecte les électrodes 18A, 18B, mettant ainsi la base b du transistor T à la masse. En effet, la présence de liquide entre les électrodes 18A, 18B de chaque couple d'électrodes 30 modifie la tension jusqu'à ce que la tension atteigne un seuil de tension auquel le transistor T est configuré pour commuter automatiquement d'un premier état vers un deuxième état, en particulier d'un état passant vers un état non-passant. Le transistor T fonctionne ainsi en commutation, c'est-à-dire un type de fonctionnement « tout ou rien » (ou d'interrupteur). La tension aux bornes de la première résistance R1 en série avec le collecteur du transistor T varie ainsi d'un palier à un autre, selon l'état du transistor T, en opposition à une évolution progressive de la tension.
- [0168] La tension aux bornes de la première résistance R1 de chaque moyen de détection 20 est donc représentative de l'état du transistor T correspondant. L'état (passant ou non-passant/bloqué) du transistor T est quant à lui représentatif de la présence de liquide (ou non) entre le couple d'électrodes 30 de chaque moyen de détection 20. Les premières résistances R1 sont montées en parallèle dans le circuit électrique 22.
- [0169] La [Fig.6] représente schématiquement l'association en parallèle des premières résistances R1 du capteur d'humidité 10 qui comprend dans l'exemple illustré aux Figures 3 et 4, douze résistances R1 (R_{11} à R_{112}) en parallèle et vingt-quatre électrodes 18 formant douze couples d'électrodes 30. Le nombre d'électrodes, et donc de résistances R1, n'est pas limitatif.
- [0170] Afin de déterminer la présence et la répartition de liquide sur la face 14, le capteur d'humidité 10 est configuré pour mesurer la résistance équivalente R_{eq} des premières résistances R1 en parallèle. La résistance équivalente R_{eq} des premières résistances R1 en parallèle peut être mesurée à intervalle de temps prédéfini. De la résistance équivalente R_{eq} peut être déduit le nombre de première résistance R1 associée à un transistor T qui a été commuté par la présence de liquide entre les électrodes 18A, 18B d'un couple d'électrodes 30. Il est ainsi possible d'en déduire le nombre de couples d'électrodes 30 connectées par la présence de liquide 34 entre les électrodes 18A, 18B du couple d'électrodes 30. Le nombre de couples d'électrodes 30 connectées est relatif à la surface mouillée par le liquide 36.
- [0171] La [Fig.7] montre une représentation graphique de l'évolution de la tension en fonction du nombre de couples d'électrodes 30 connectées par la présence de liquide

36 entre les électrodes 18A, 18B du couple d'électrodes 30. Il peut être constaté que la tension augmente par palier à chaque couple d'électrodes connectées (indiqué en abscisse). L'évolution de la tension par palier est notamment dépendante de la valeur des résistances R2 et R3.

- [0172] Le capteur d'humidité 10 est ainsi sensible au nombre de transistor T commutés dans un état passant (respectivement dans un état bloqué) par rapport à ceux commutés dans un état bloqué (respectivement dans un état passant). Le capteur d'humidité 10 selon la présente invention fonctionne indépendamment de la valeur de la conductivité électrique du liquide entre les électrodes 18A, 18B de chaque couple d'électrodes 30.
- [0173] Ainsi, une méthode de mesure d'humidité au moyen capteur d'humidité 10 selon la présente invention consiste à mesurer la résistance équivalente R_{eq} des premières résistances R1 qui est dépendante du nombre de transistors T commutés, et de déduire de la valeur de la résistance équivalente mesurée la présence de liquide sur la première face 14 pourvue des électrodes 18.
- [0174] Il est noté que les transistors T sont compatibles avec un circuit intégré ou une puce électronique, notamment pour mesurer la résistance équivalente R_{eq} et traiter les données mesurées. Le circuit intégré peut être celui du module de communication.
- [0175] Aussi, le module de communication peut être configuré pour transmettre des données à un dispositif tiers par une communication radiofréquence ou une communication en champ proche (« Near Field Communication » ou NFC en anglais), notamment au moyen de l'antennes 32 ou 34. Ainsi, le capteur d'humidité 10 est adapté pour pouvoir traiter les données recueillies par les moyens de détections et les communiquer par radiofréquence.
- [0176] Ces données seront ici au moins une information relative à l'humidité détectée par le capteur d'humidité, par exemple une valeur d'humidité, une valeur relative à la surface de la première face recouverte par du liquide (par exemple un nombre d'électrode), ou encore un pourcentage relatif à l'humidité.
- [0177] Dans le cas où le capteur d'humidité 10 est intégré dans un pansement 100, tel qu'illustré à la [Fig.2], le capteur d'humidité 10 permet avantageusement de détecter la présence et l'étendue de l'exsudat dans la couche absorbante 102 du pansement 100 selon le principe décrit en référence aux Figures 5 à 7.
- [0178] On va maintenant décrire un système qui comporte un dispositif médical et un autre dispositif appelé dispositif de communication tel qu'illustré sur la [Fig.8].
- [0179] Sur ce dispositif, on a représenté le pansement 100 décrit en référence à la [Fig.2], avec en outre sa couche de protection 101. Cette couche de protection peut être également désignée par la personne du métier comme la couche de support. C'est cette couche qui dans un pansement est imperméable tout en laissant passer la vapeur, d'une manière connue pour une personne du métier.

- [0180] Sur la couche 101, on a fixé de manière amovible un dispositif de communication DCOM, par exemple au moyen d'un adhésif, d'un système textile à crochets et boucles, ou d'une poche. Ainsi, le dispositif de communication DCOM peut être détaché pour être réutilisé, tandis que le pansement sera jeté après avoir été utilisé.
- [0181] Le dispositif de communication DCOM peut entrer en communication avec le module de communication COM par communication en champ proche, par exemple pour récupérer les informations relatives à l'humidité et les mémoriser dans une mémoire du dispositif de communication DCOM.
- [0182] Ce dispositif de communication, étant amovible, agit comme un patch qui sera fixé uniquement lorsque le dispositif médical est sur un utilisateur, puis conservé pour un autre dispositif médical lorsque celui-ci est changé. Cela limite la quantité de déchets électroniques.
- [0183] Comme illustré sur la [Fig.9], le dispositif de communication peut par ailleurs être capable de communiquer avec un terminal utilisateur (par exemple par une communication selon la norme Bluetooth (Low Energy)), de sorte qu'une information élaborée à partir de l'invention relative à l'humidité détectée par le capteur d'humidité peut être reçue et affichée sur le terminal utilisateur.
- [0184] A titre indicatif, le dispositif de communication peut transmettre un signal d'alerte qui sera affiché sur le terminal, par exemple pour indiquer qu'une vitesse de variation d'humidité dépasse un seuil donné.
- [0185] Sur la [Fig.10], on a représenté de manière schématique mais plus détaillée le dispositif de communication DCOM.
- [0186] Dans le dispositif DCOM, on a agencé une antenne 1001 capable de communiquer avec le module de communication COM du dispositif médical décrit ci-avant.
- [0187] Cette antenne est contrôlée par un circuit intégré 1002 de type lecteur de communication en champ proche (« NFC reader » en anglais), capable de lire les informations délivrées par le capteur de détection d'humidité. Ce circuit intégré 1002 est lui-même contrôlé par un circuit intégré 1003 ayant des fonctions de communication avec le terminal utilisateur, il s'agit en fait d'un module selon la norme Bluetooth Low Energy (BLE). Dans le circuit intégré 1003, on a également une mémoire non-volatile 1004 dans laquelle les informations reçues du capteur d'humidité sont stockées.
- [0188] En particulier, les informations de plusieurs capteurs d'humidité utilisés successivement avec le dispositif DCOM peuvent être stockées dans cette mémoire 1004.
- [0189] Le circuit intégré 1003 peut comprendre des moyens de calcul pour déterminer une vitesse de variation de l'humidité, par exemple.
- [0190] Les circuits intégrés 1003 et 1002 sont alimentés en énergie électrique par une batterie 1005. Cette batterie fournira l'énergie qui alimente, par induction magnétique, le coupon.

- [0191] Sur la [Fig.11], on a représenté les étapes d'un procédé de détection d'humidité selon un exemple.
- [0192] Ce procédé est mis en œuvre par le coupon, le dispositif de communication, et le terminal utilisateur. Les communications entre le dispositif de communication et le coupon sont mises en œuvre par communication en champ proche, et les communications entre le dispositif de communication et le terminal utilisateur sont mises en œuvre selon la norme Bluetooth (Low Energy).
- [0193] Dans une première étape DEM_MES, le dispositif de communication interroge le coupon. Cette étape comporte un apport d'énergie électrique au coupon. Le coupon met alors en œuvre l'étape MES de détermination d'une information relative à l'humidité détectée par le capteur d'humidité. L'étape MES peut comporter, par le coupon :
- [0194] a) mesurer la résistance équivalente (R_{eq}) des premières résistances (R_1) de la pluralité des premiers moyens de détection (22) du capteur d'humidité qui est dépendance du nombre de transistors (T) commutés dans un des premiers ou second états,
 - b) déduire de la valeur de la résistance équivalente mesurée la présence de liquide sur la première face (14) pourvue des électrodes (18).
- [0195] Ensuite, dans l'étape TX_MES, le coupon transmet cette information au dispositif de communication. L'étape TX_MES comporte une communication, par le module de communication du coupon, de l'information relative à l'humidité détectée par le capteur d'humidité au dispositif de communication. Cette information est reçue à l'étape RX_MES, au cours de laquelle on mémorise l'information dans une mémoire du dispositif de communication.
- [0196] Les étapes DEM_MES, MES, TX_MES, et RX_MES peuvent être mises en œuvre régulièrement, par exemple toutes les heures, ou encore toutes les deux heures. Une répétition est représentée sur la [Fig.11].
- [0197] Ultérieurement, un utilisateur peut utiliser son smartphone pour consulter le contenu de la mémoire du dispositif de communication. Ainsi, dans l'étape DEM_DATA, le terminal utilisateur demande, au dispositif de communication, une information élaborée à partir de l'information relative à l'humidité détectée par le capteur d'humidité à un terminal utilisateur.
- [0198] Un traitement peut alors être mis en œuvre par le dispositif de communication, par exemple pour élaborer cette information (étape PROC_DATA). Cette information élaborée est transmise au terminal utilisateur dans l'étape TX_DATA, qui la reçoit à l'étape RX_DATA. Ensuite, le terminal utilisateur peut afficher cette information (étape DISP).
- [0199] Le procédé dont les étapes sont représentées sur la [Fig.12] diffère de celui de la

[Fig.11] en ce qu'il comporte une étape préalable d'authentification AUTH_1 entre le coupon et le dispositif de communication, par exemple par un mécanisme utilisant des clés.

[0200] Une autre authentification AUTH_2 peut être mise en œuvre entre le terminal utilisateur et le dispositif de communication, de sorte que seul un terminal autorisé soit capable de récupérer les informations mémorisées dans le dispositif de communication.

[0201] Liste des références

[0202] 10 : capteur d'humidité

[0203] 12 : substrat de support

[0204] 14 : première face

[0205] 16 : deuxième face

[0206] 18 : électrodes

[0207] 20 : moyens de détection

[0208] 22 : circuit imprimé électrique

[0209] 24 : résine d'encapsulation

[0210] 26 : trou métallisé

[0211] 28 : orifice traversant

[0212] 30 : couple d'électrodes

[0213] 32 : antenne

[0214] 34 : antenne

[0215] 36 : liquide

[0216] 100 : pansement

[0217] 101 : couche de protection

[0218] 102 : couche absorbante

[0219] 104 : face d'application

[0220] 106 : film de protection détachable 200 : terminal utilisateur

[0221] b : base

[0222] c : collecteur

[0223] C : zone centrale

[0224] d1 : distance inter-électrodes

[0225] L : épaisseur

[0226] e : émetteur

[0227] E : direction écoulement

[0228] P1, P2, P3, P4 : zones périphériques

[0229] R1 : première résistance

[0230] R2, R3 : résistance

[0231] Réq : résistance équivalente

[0232] T : transistor

- [0233] Vcc : tension d'alimentation
- [0234] COM : module de communication
- [0235] DCOM : dispositif de communication
- [0236] 1001 : antenne
- [0237] 1002 circuit intégré pour communication en champ proche
- [0238] 1003 : circuit intégré pour communication avec un terminal utilisateur
- [0239] 1004 : mémoire
- [0240] 1005 : batterie.
- [0241] X, Y, Z : repère de coordonnées Cartésien

Revendications

- [Revendication 1] Coupon pour dispositif médical comportant un module de communication et un capteur d'humidité (10), le module de communication étant configuré pour transmettre une information relative à l'humidité détectée par le capteur d'humidité à un dispositif tiers, le capteur d'humidité comprenant un substrat de support (12) ayant une première face (14) et une deuxième face (16), géométriquement opposée à la première face (14), et dans lequel :
- la première face (14) est pourvue d'une pluralité de couples d'électrodes (30) configurés pour être en contact avec un liquide, et
- la deuxième face (16) comprend une pluralité de premiers moyens de détection (20) connectés entre eux en parallèle, et
- chaque premier moyen de détection (20) comprend un transistor (T) associé à un couple d'électrodes (30), et
- ledit transistor (T) de chaque premier moyen de détection (20) est configuré pour commuter d'un premier état vers un second état lors du passage d'un courant électrique entre des électrodes (18A, 18B) du couple d'électrodes (30) associé au transistor (T),
- une électrode (18A) du couple d'électrodes (30) étant électriquement connectée en série à une électrode de contrôle (b) du transistor (T) et l'autre électrode (18B) du couple d'électrodes (30) étant électriquement connectée à un potentiel fixe, en particulier à un potentiel à la masse,
- une autre électrode (c) du transistor (T) étant électriquement connectée en série avec une première résistance (R1),
- de sorte que le capteur d'humidité (10) est sensible à la résistance équivalente (R_{eq}) desdites premières résistances (R1) de la pluralité des premiers moyens de détection (20).
- [Revendication 2] Coupon selon la revendication 1, dont le transistor (T) est un transistor bipolaire , en particulier un transistor bipolaire de type positif-négatif-positif (PNP), configuré pour commuter d'un état dit passant, correspondant au premier état, vers un état dit bloqué, correspondant au second état,
- dans lequel l'électrode de contrôle du transistor est la base du transistor et l'autre électrode du transistor est le collecteur du transistor.
- [Revendication 3] Coupon selon la revendication 1, dont le transistor est un transistor à effet de champ à grille isolée,
- dans lequel l'électrode de contrôle du transistor est la grille du transistor

- et l'autre électrode du transistor est le drain du transistor.
- [Revendication 4] Coupon selon l'une des revendications 1 à 3, comprenant des premières résistances (R1) de valeurs différentes.
- [Revendication 5] Coupon selon la revendication 4, dont la pluralité de couples d'électrodes (30) est répartie par zones prédéfinies de la première face (14), et
la valeur de chaque première résistance (R1) est relative à une zone prédéfinie de la première face (14).
- [Revendication 6] Coupon selon l'une des revendications 1 à 5, dont la pluralité de premiers moyens de détection (20) est enrobée dans une résine d'encapsulation (24).
- [Revendication 7] Coupon selon l'une des 1 à 6, dont le substrat de support (12) comprend au moins un orifice traversant (28) permettant un écoulement d'un fluide entre la première face (14) et la deuxième face (16).
- [Revendication 8] Coupon selon l'une des revendications 1 à 7, dont les électrodes (18, 18A, 18B) de la pluralité de couples d'électrodes (30) sont disposées sur la première face (14) selon au moins deux directions contenues dans un plan de la première face (14), en particulier en croix, en particulier en croix à au moins six branches.
- [Revendication 9] Coupon selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel, pour chaque couple d'électrodes (30), chacune des électrodes (18, 18A, 18B) du couple d'électrodes (30) est électriquement connectée par un trou métallisé (26) formé entre la première face (14) et la deuxième face (16) à un premier moyen de détection (20) correspondant qui est disposé sur ladite deuxième face (16).
- [Revendication 10] Coupon selon l'une des revendications 1 à 9, dont le substrat de support (12) est une couche flexible apte à être courbée, en particulier de moins de 300 micromètres d'épaisseur, plus particulièrement de moins de 150 micromètres d'épaisseur.
- [Revendication 11] Coupon selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel le module de communication comprend une antenne radioélectrique (32, 34) supportée par la première face (14).
- [Revendication 12] Coupon selon la revendication 11, dont l'antenne radioélectrique (34) est disposée autour de la pluralité des couples d'électrodes (30).
- [Revendication 13] Coupon selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel le substrat de support comprend en outre au moins un autre couple d'électrodes de détection et au moins un deuxième moyen de détection d'une autre grandeur que l'humidité, et ledit couple d'électrodes de

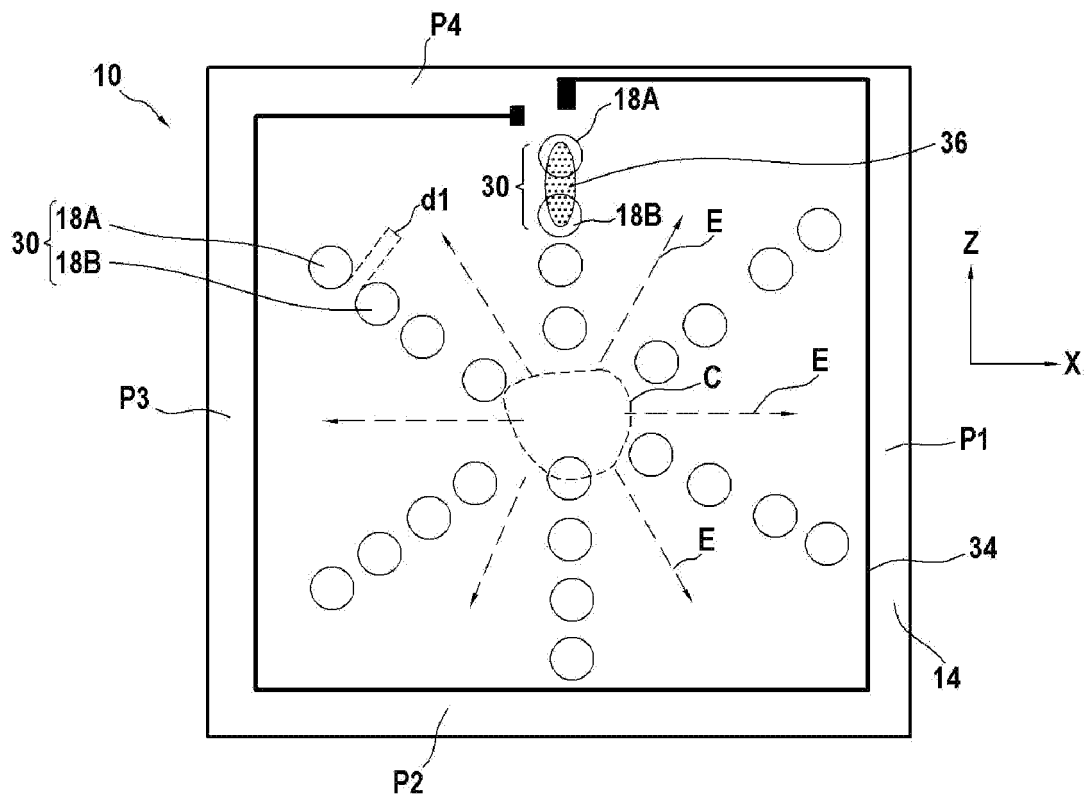
détection étant électriquement connecté au deuxième moyen de détection de sorte que le capteur d'humidité est en outre configuré pour mesurer une autre grandeur que l'humidité, en particulier la température, la pression, le pH ou la présence d'une espèce chimique.

- [Revendication 14] Coupon selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, comprenant au moins un autre capteur de mesure d'une grandeur différente de l'humidité.
- [Revendication 15] Dispositif médical comprenant le coupon selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, le dispositif médical étant destiné à être placé contre la peau d'un utilisateur.
- [Revendication 16] Dispositif médical selon la revendication 15, étant un pansement de plaie ou une bande de soin ou une bande adhésive ou un dispositif médical à enfiler ou un plâtre.
- [Revendication 17] Système comprenant un dispositif médical selon la revendication 15 ou 16, et comprenant en outre un dispositif de communication fixable de manière amovible sur une surface du dispositif médical opposée à la peau de l'utilisateur,
le module de communication du coupon étant configuré pour transmettre une information relative à l'humidité détectée par le capteur d'humidité au dispositif de communication.
- [Revendication 18] Système selon la revendication 17, dans lequel le dispositif de communication et module de communication communiquent selon la norme ISO 14443 ou selon la norme ISO15963.
- [Revendication 19] Système selon la revendication 17 ou 18, dans lequel le dispositif de communication comporte une batterie d'alimentation électrique, et alimente le coupon en énergie électrique par induction magnétique.
- [Revendication 20] Système selon l'une quelconque des revendications 17 à 19, dans lequel le dispositif de communication est fixé de manière amovible au dispositif médical.
- [Revendication 21] Système selon l'une quelconque des revendications 17 à 20, dans lequel le dispositif de communication est en outre configuré pour communiquer avec un terminal utilisateur.
- [Revendication 22] Procédé de détection d'humidité au moyen au moyen d'un coupon selon l'une des revendications 1 à 14, comprenant les étapes de :
a) mesurer la résistance équivalente (R_{eq}) des premières résistances (R_1) de la pluralité des premiers moyens de détection (22) du capteur d'humidité qui est dépendante du nombre de transistors (T) commutés dans un des premiers ou second états,

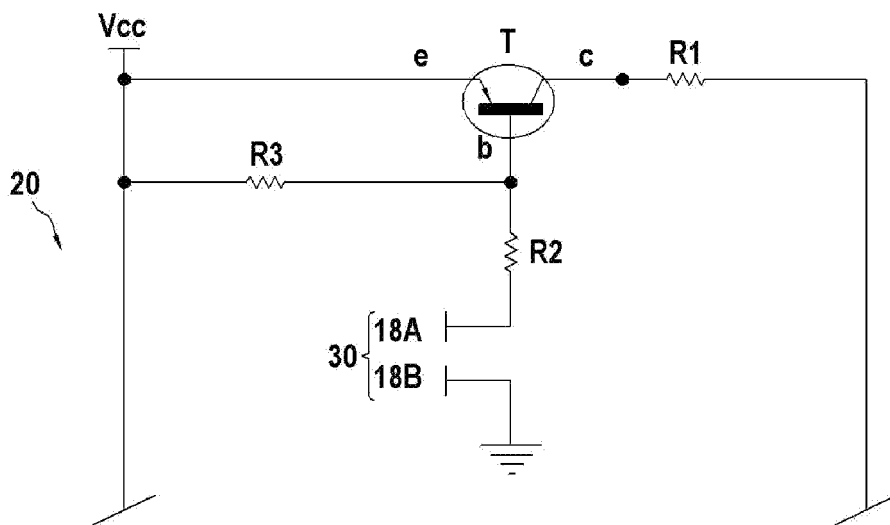
b) déduire de la valeur de la résistance équivalente mesurée la présence de liquide sur la première face (14) pourvue des électrodes (18),
 c) communiquer, par le module de communication du coupon, une information relative à l'humidité détectée par le capteur d'humidité à un dispositif tiers.

- [Revendication 23] Procédé selon la revendication 22, dans lequel le coupon est compris dans un système selon l'une quelconque des revendications 17 à 21, dans lequel l'étape c) est une communication avec le dispositif de communication du système.
- [Revendication 24] Procédé selon la revendication 23, comprenant une étape préalable d'authentification du coupon par le dispositif de communication.
- [Revendication 25] Procédé selon l'une quelconque des revendications 23 ou 24, comprenant un calcul d'une vitesse de variation d'humidité par le dispositif de communication.
- [Revendication 26] Procédé selon l'une quelconque des revendications 24 à 25, comprenant en outre une communication, par le dispositif de communication, d'une information élaborée à partir de l'information relative à l'humidité détectée par le capteur d'humidité à un terminal utilisateur.

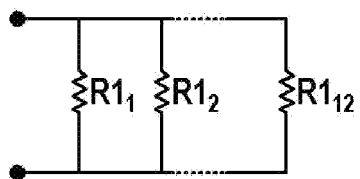
[Fig. 4]



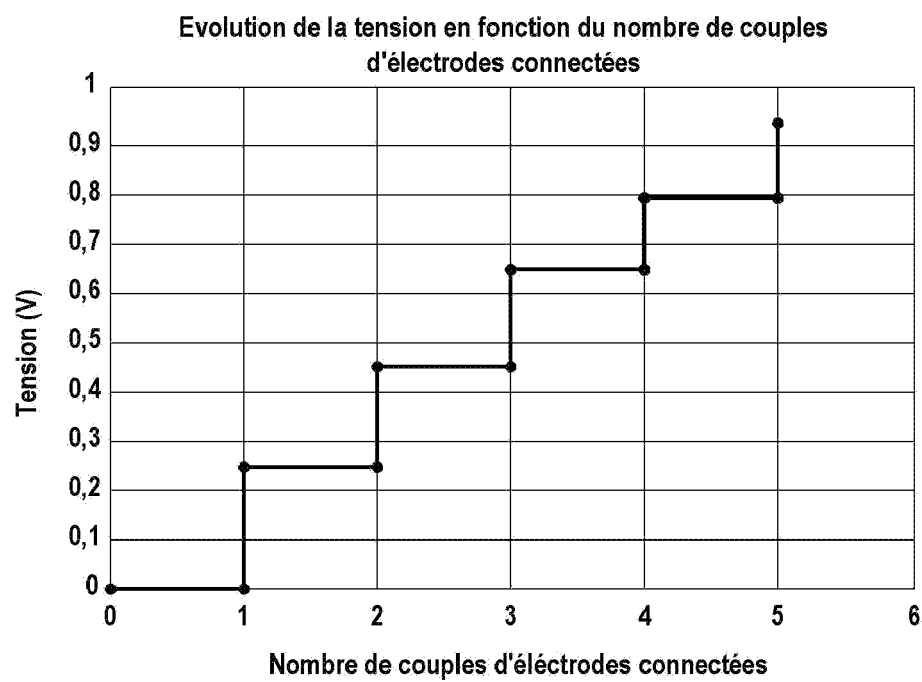
[Fig. 5]



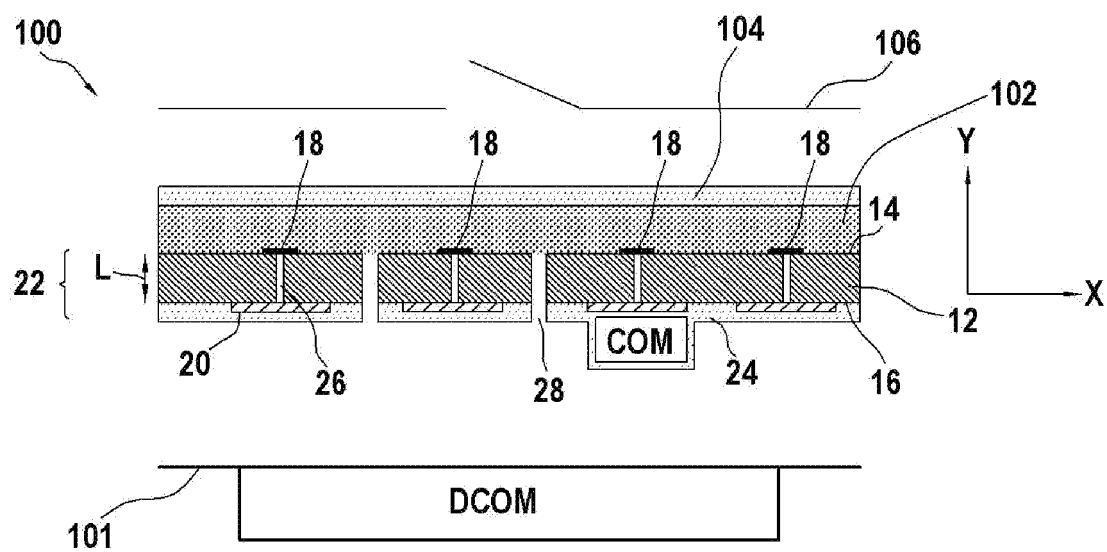
[Fig. 6]



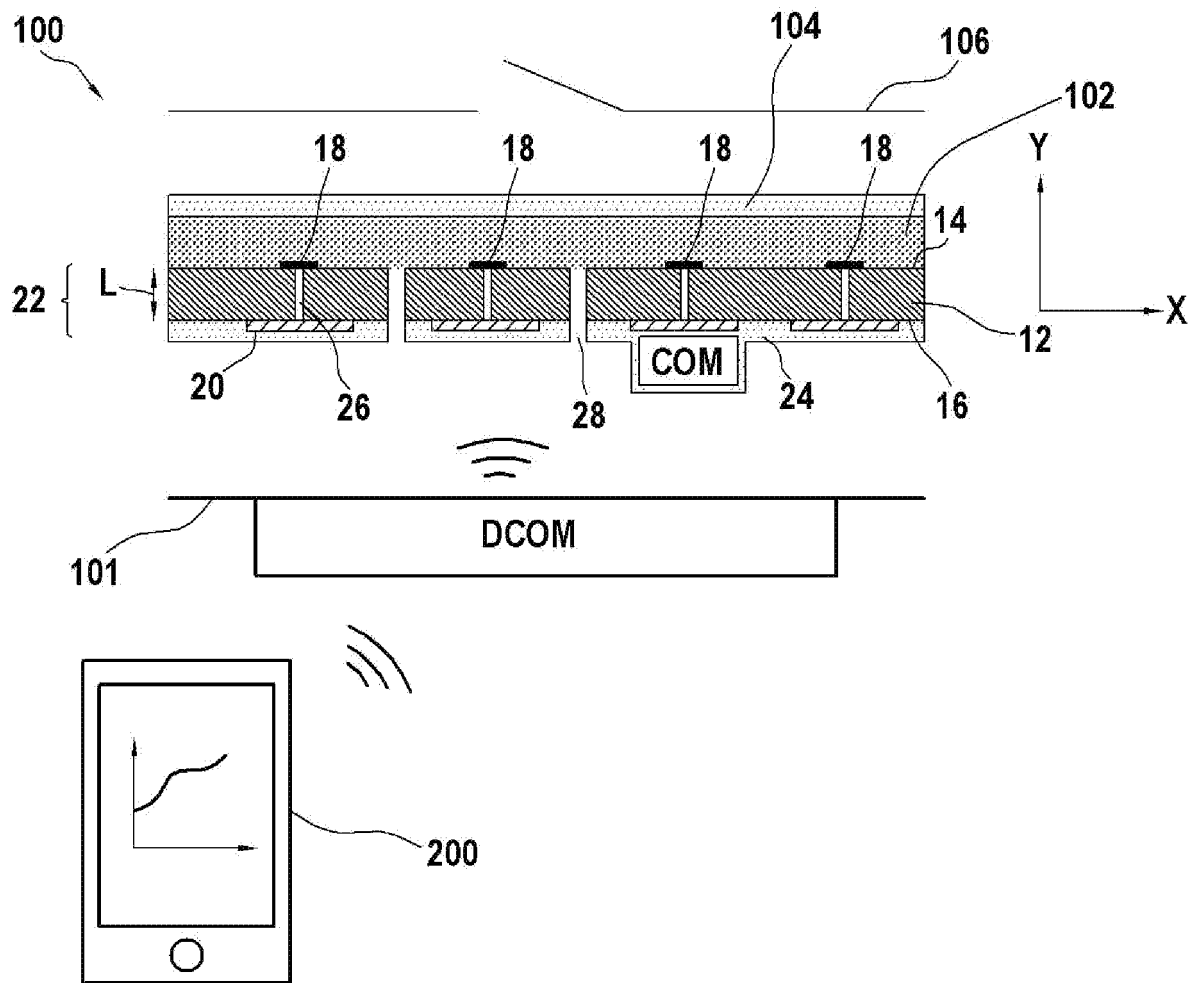
[Fig. 7]



[Fig. 8]

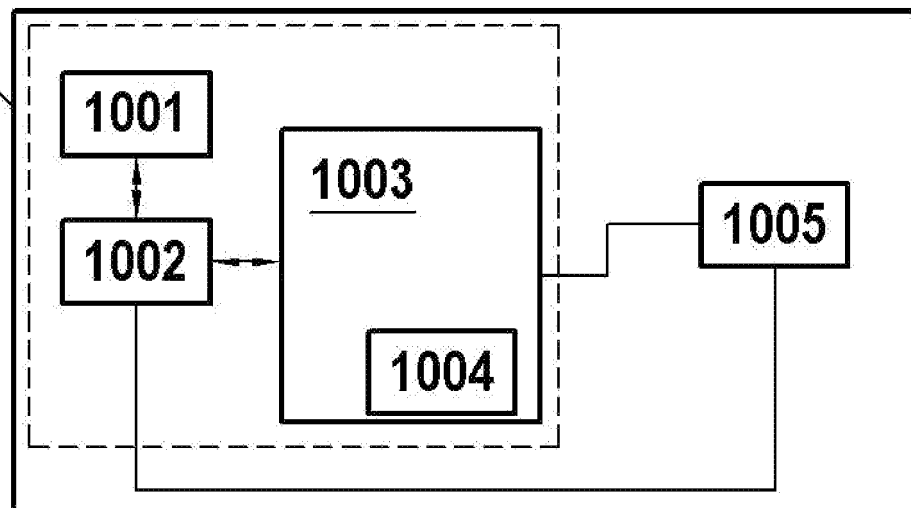


[Fig. 9]

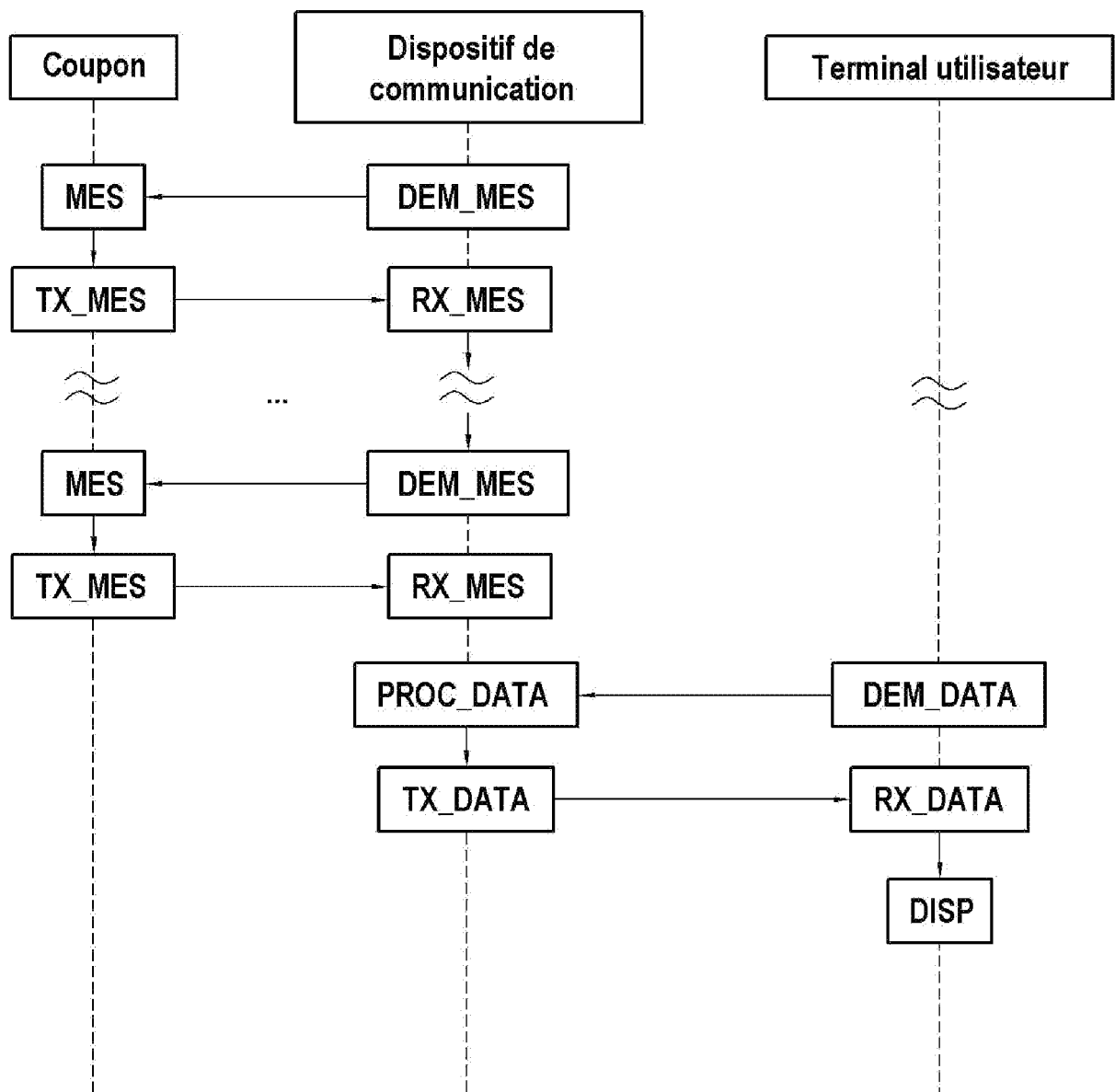


[Fig. 10]

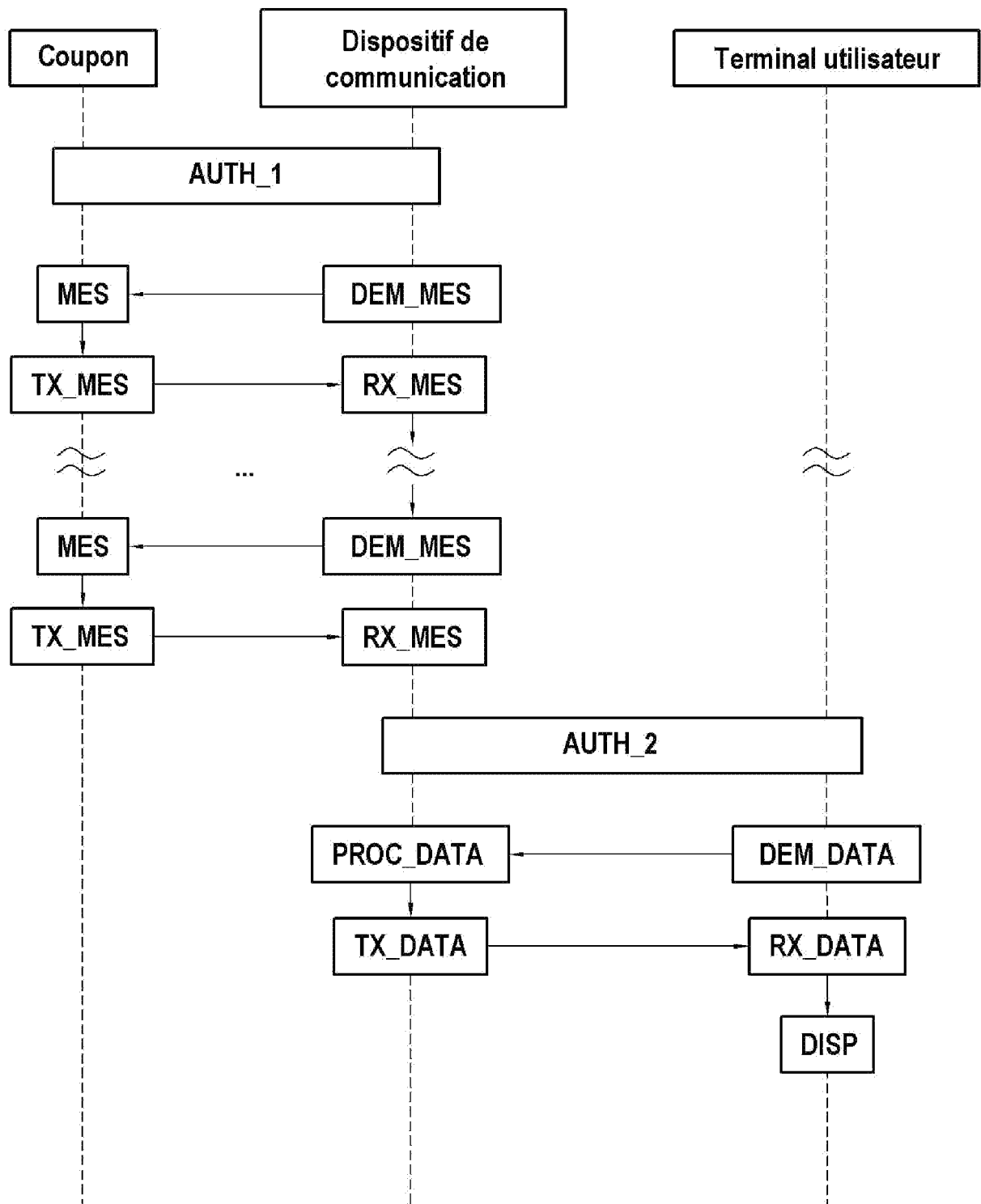
DCOM



[Fig. 11]



[Fig. 12]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 899257
FR 2110314

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A, D	WO 2013/114273 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 8 août 2013 (2013-08-08) * le document en entier * -----	1-26	G01N27/12 A61F13/00 A61F13/42
A	EP 2 014 267 A1 (INTENSIA NV [BE]) 14 janvier 2009 (2009-01-14) * abrégé * * figures * * alinéa [0034] * -----	1-26	
A	EP 2 944 299 A1 (NXP BV [NL]) 18 novembre 2015 (2015-11-18) * abrégé * * figures * * alinéas [0020] - [0022] * -----	1-26	
A	US 2020/405546 A1 (NAITO KOJIRO [JP] ET AL) 31 décembre 2020 (2020-12-31) * abrégé * * figures * * alinéas [0051] - [0053] * -----	1-26	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) A61F G01N
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
25 avril 2022		Ruchaud, Nicolas	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2110314 FA 899257**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **25-04-2022**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2013114273 A1		08-08-2013	EP 2809282 A1	10-12-2014
			FR 2986151 A1	02-08-2013
			US 2015018792 A1	15-01-2015
			WO 2013114273 A1	08-08-2013

EP 2014267 A1		14-01-2009	AUCUN	

EP 2944299 A1		18-11-2015	CN 105078659 A	25-11-2015
			EP 2944299 A1	18-11-2015
			US 2015320609 A1	12-11-2015

US 2020405546 A1		31-12-2020	CN 111492233 A	04-08-2020
			JP WO2019107165 A1	19-11-2020
			TW 201932832 A	16-08-2019
			US 2020405546 A1	31-12-2020
			WO 2019107165 A1	06-06-2019
