

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

①1 N° de publication : **3 127 115**

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

②1 N° d'enregistrement national : **21 10046**

⑤1 Int Cl⁸ : **A 61 F 13/00** (2022.01), A 61 Q 17/00, A 61 Q 19/00,
A 61 K 8/00, G 01 N 23/20, G 01 N 23/200, G 01 N 21/01,
B 01 L 3/00

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 DISPOSITIF DE TEST SIMULANT LA PEAU.

②2 Date de dépôt : 23.09.21.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 24.03.23 Bulletin 23/12.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 06.10.23 Bulletin 23/40.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *MICROFACTORY Société par
actions simplifiée (SAS) — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : *MONTI Fabrice, FOUCHE Florent,
COLIN Maxime et ROLFE Marilyn.*

⑦3 Titulaire(s) : *MICROFACTORY Société par actions
simplifiée (SAS).*

⑦4 Mandataire(s) : *REGIMBEAU.*

FR 3 127 115 - B1



Description

Titre de l'invention : DISPOSITIF DE TEST SIMULANT LA PEAU

DOMAINE DE L'INVENTION

- [0001] L'invention concerne un dispositif de test permettant de simuler la peau, en particulier la peau humaine.
- [0002] L'invention concerne également un procédé de test d'une composition cosmétique ou dermatologique à l'aide du dispositif de test, et un appareil de test destiné à être utilisé en combinaison avec le dispositif de test.

ETAT DE LA TECHNIQUE

- [0003] Afin d'évaluer l'efficacité d'une composition cosmétique ou dermatologique, telle qu'un déodorant, une crème hydratante, une crème solaire ou du maquillage par exemple, il est généralement nécessaire d'appliquer cette composition sur la peau d'un individu et d'observer l'état de la composition après une période de temps prédéterminée.
- [0004] Cependant, ces tests sont coûteux, car ils nécessitent de recruter un grand nombre d'individus et de mobiliser ces individus pendant plusieurs heures.
- [0005] De plus, les individus ayant des peaux différentes, l'évolution de l'état de la composition à tester peut différer d'un individu à l'autre. En outre, il est difficile de procéder à plusieurs tests successifs dans des conditions strictement identiques. Ainsi, ces tests ne permettent généralement pas de comparer plusieurs compositions cosmétiques ou dermatologiques entre elles avec une grande précision.
- [0006] Il existe des dispositifs permettant de reproduire la peau de manière artificielle.
- [0007] Le document FR 3 091 821 A1 décrit par exemple un substitut de tissu corporel, tel que de la peau artificielle, permettant de mimer la production de sueur et/ou de sébum. Le substitut de tissu corporel comprend un substrat présentant une surface extérieure, une couche cellulaire comprenant une ou plusieurs monocouche(s) de cellules de peau ou de muqueuse recouvrant une surface extérieure du substrat, et un pore s'étendant à travers la couche cellulaire. Chaque pore est relié à un système d'injection de liquide permettant de contrôler avec précision le débit de liquide s'écoulant à travers le pore.
- [0008] Un tel substitut de tissu corporel peut être utilisé pour mesurer l'efficacité d'un produit déodorant. A cet effet, une couche de produit déodorant est déposée sur la couche cellulaire de manière à recouvrir le ou les pore(s) du substitut de tissu corporel. De la sueur naturelle ou artificielle est injectée à travers chaque pore. Un capteur permet de mesurer un paramètre physico-chimique ou un paramètre biologique caractéristique d'une réaction entre le produit déodorant et la sueur, de manière à évaluer

l'efficacité du produit déodorant.

[0009] Un tel substitut de tissu corporel permet de réaliser un grand nombre de tests, dans des conditions contrôlées, les plus proches possibles de celles de tests réalisés sur des individus humains.

[0010] Toutefois, la fabrication d'un tel substitut de peau nécessite de pouvoir cultiver des cellules de peau ou de muqueuse.

[0011] De plus, il a été constaté que dans le cas où le substitut de peau comporte plusieurs pores, il peut être difficile d'obtenir un débit de liquide identique à travers chacun des pores, à moins de relier chaque pore à un système d'injection de liquide indépendant.

[0012] Lorsque plusieurs pores sont reliés à un unique système d'injection de liquide, au moment où l'un des pores est complètement rempli de liquide, il présente une résistance fluïdique plus faible que les autres pores. Cela a pour conséquence que la totalité du liquide injecté a tendance à s'écouler par ce pore, et ne s'écoule pas à travers les autres pores.

Résumé de l'invention

[0013] Un but de l'invention est de permettre de tester une composition cosmétique ou dermatologique dans des conditions prédéfinies et reproductibles.

[0014] Ce but est atteint dans le cadre de la présente invention grâce à dispositif de test comprenant :

- un support présentant un renforcement comprenant un fond et une paroi latérale, et une surface qui entoure le renforcement, et

- une membrane poreuse fixée sur la surface de manière à délimiter une cavité propre à contenir un liquide entre le fond et la membrane poreuse, de sorte qu'en appliquant une pression sur le liquide contenu dans la cavité, le liquide s'échappe de la cavité à travers la membrane poreuse,

dans lequel le support comprend des plots s'étendant en saillie à partir du fond, chaque plot comprenant une première extrémité reliée au fond et une deuxième extrémité, opposée à la première extrémité, propre à entrer en contact avec la membrane poreuse pour limiter une déformation de la membrane poreuse.

[0015] Un tel dispositif de test permet de mimer la peau humaine. Il est ainsi possible de déposer sur la surface externe de la membrane poreuse une composition cosmétique ou dermatologique afin d'en évaluer son efficacité.

[0016] Les plots s'étendant en saillie à partir du fond permettent de remplir la cavité de liquide par capillarité de manière rapide, et en évitant l'apparition de bulles de gaz. De cette manière, les plots favorisent un remplissage uniforme de la cavité, et par conséquent, un débit de liquide identique à travers chacun des pores de la membrane poreuse.

- [0017] De plus, lors de l'application de la composition cosmétique ou dermatologique sur la surface externe de la membrane poreuse, la surface interne de la membrane poreuse vient en appui sur l'extrémité des plots, ce qui limite la déformation de la membrane poreuse vers le fond du renforcement. Cela permet d'appliquer la composition cosmétique ou dermatologique de manière contrôlée et reproductible.
- [0018] Le dispositif de test peut être placé dans un appareil de test afin d'évaluer la composition cosmétique ou dermatologique. Une fois cette évaluation accomplie, le dispositif de test peut être facilement remplacé par un nouveau dispositif de test identique afin de réaliser une nouvelle évaluation.
- [0019] Le dispositif de test peut en outre présenter les caractéristiques suivantes :
- [0020] - chaque plot présente une forme générale cylindrique ;
- [0021] - chaque plot présente un diamètre compris entre 50 et 500 μm ;
- [0022] - chaque plot présente une hauteur comprise entre 50 et 500 μm ;
- [0023] - les plots sont espacés les uns des autres, avec un espacement entre deux plots consécutifs compris entre 25 et 1 000 μm ;
- [0024] - chaque plot présente une première hauteur, mesurée à partir du fond, et la paroi latérale présente une deuxième hauteur, mesurée à partir du fond, la première hauteur étant supérieure à la deuxième hauteur ;
- [0025] - la membrane poreuse comprend au moins une couche présentant des pores et une couche d'adhésif s'étendant entre la couche présentant des pores et la surface du support sur laquelle est fixée la membrane poreuse, et la couche d'adhésif présente une épaisseur égale à une différence entre la première hauteur et la deuxième hauteur ;
- [0026] - la membrane poreuse comprend une première couche présentant une pluralité de premiers pores et une deuxième couche présentant une pluralité de deuxièmes pores, la première couche s'étendant entre la cavité et la deuxième couche, les premiers pores présentant un premier diamètre moyen et la première couche présentant une première densité de pores, et les deuxièmes pores présentant un deuxième diamètre moyen, supérieur au premier diamètre moyen, et la deuxième couche présentant une deuxième densité de pores, inférieure à la première densité de pores, de sorte qu'en appliquant une pression sur le liquide contenu dans la cavité, le liquide s'échappe de la cavité à travers la membrane poreuse en passant successivement par les premiers pores puis par les deuxièmes pores ;
- [0027] - les premiers pores présentent un premier diamètre moyen compris entre 1 et 3 micromètres et une première densité comprise entre 2 et 6 pores par millimètre carré ;
- [0028] - les deuxièmes pores présentent un deuxième diamètre moyen compris entre 20 et 200 micromètres et une deuxième densité de pores comprise entre $4 \cdot 10^6$ et $1 \cdot 10^3$ pores par millimètre carré ;
- [0029] - les deuxièmes pores sont agencés selon un motif triangulaire, de sorte qu'un

- deuxième pore est situé à égale distance de six autres deuxièmes pores voisins ;
- [0030] - la deuxième couche présente une première surface tournée vers la première couche, et une deuxième surface, opposée à la première surface, la deuxième surface présentant une rugosité Ra comprise entre 5 et 150 micromètres ;
- [0031] - la deuxième couche présente une première surface tournée vers la deuxième couche, et une deuxième surface, opposée à la première surface, la deuxième surface présentant un angle de contact θ_a avec une goutte de solution saline compris entre 80° et 120° ;
- [0032] - la deuxième couche est en polyuréthane ;
- [0033] - la première couche est en polycarbonate ;
- [0034] - la deuxième couche présente une première surface tournée vers la deuxième couche, et une deuxième surface, opposée à la première surface, la deuxième surface étant recouverte d'une encre colorée conférant à la deuxième surface des coordonnées définies dans l'espace CIELab, L^* étant compris dans une gamme allant de 0 à 100, a^* étant compris dans une gamme allant de 0 à + 50 et b^* étant compris dans une gamme allant de 0 à + 50 ;
- [0035] - la membrane poreuse comprend une troisième couche entre la première couche et la deuxième couche, la troisième couche étant une couche d'adhésif et présentant des troisièmes pores disposés en registre avec les deuxièmes pores de la deuxième couche.
- [0036] L'invention concerne également un procédé de test d'une composition cosmétique ou dermatologique à l'aide d'un dispositif de test tel que défini précédemment, comprenant des étapes de :
- enduire une surface de la membrane poreuse du dispositif de test avec la composition cosmétique ou dermatologique,
 - appliquer une pression sur du liquide contenu dans la cavité du dispositif de test de sorte que du liquide s'échappe progressivement de la cavité à travers la membrane poreuse,
 - éclairer la surface enduite de la membrane poreuse avec un rayonnement lumineux incident, et
 - détecter un rayonnement lumineux réfléchi par la surface enduite de la membrane poreuse.
- [0037] Le procédé de test peut présenter les caractéristiques suivantes :
- [0038] - la pression appliquée sur le liquide est contrôlée de sorte qu'un débit du liquide s'écoulant à travers la membrane poreuse est compris entre 0,25 et 250 nanolitres par minute par centimètre carré ;
- [0039] - le procédé comprend une étape de :
- éclairer la surface enduite de la membrane poreuse avec un rayonnement lumineux incident ayant un angle d'incidence de -45° par rapport à une direction normale à la

surface de la membrane poreuse, et

- détecter un rayonnement réfléchi par la surface enduite de la membrane poreuse avec un angle de réflexion de $+ 45^\circ$ par rapport à la direction normale à la surface de la membrane poreuse ;
- [0040] - le rayonnement lumineux incident est polarisé selon une direction de polarisation et le rayonnement réfléchi détecté est polarisé selon une direction de polarisation identique à la direction de polarisation du rayonnement lumineux incident ;
- [0041] - le rayonnement lumineux incident est polarisé selon une direction de polarisation et le rayonnement réfléchi détecté est polarisé selon une direction de polarisation orthogonale à la direction de polarisation du rayonnement lumineux incident ;
- [0042] - le procédé comprend des étapes de :
- détecter un premier rayonnement réfléchi par la surface enduite de la membrane poreuse avant que du liquide s'échappe de la cavité à travers la membrane poreuse,
 - détecter un deuxième rayonnement réfléchi par la surface, après que du liquide se soit échappé de la cavité à travers la membrane poreuse, et
 - comparer le deuxième rayonnement réfléchi avec le premier rayonnement réfléchi afin d'en déduire un paramètre d'efficacité de la composition cosmétique ou dermatologique.
- [0043] - le paramètre d'efficacité est choisi parmi une variation de brillance, une variation de couleur, une variation de tenue mécanique, une variation d'humidité ou une combinaison de plusieurs de ces paramètres ;
- [0044] - la composition cosmétique ou dermatologique est une composition déodorante, une composition hydratante, une composition contenant un filtre solaire ou une composition de maquillage ;
- [0045] - le liquide contenu dans la cavité du dispositif est de la sueur naturelle ou artificielle, ou du sébum, ou une combinaison de ces liquides.
- [0046] L'invention concerne également un appareil de test comprenant :
- une plateforme propre à recevoir un dispositif de test,
 - une source lumineuse propre à émettre un rayonnement lumineux incident en direction d'une surface de la membrane poreuse du dispositif de test, lorsque le dispositif de test est reçu par la plateforme,
 - un détecteur propre à détecter un rayonnement réfléchi par la surface de la membrane poreuse du dispositif de test, et
 - un contrôleur de débit propre à appliquer une pression sur du liquide contenu dans la cavité du dispositif de test de sorte que du liquide s'échappe progressivement de la cavité à travers la membrane poreuse jusqu'à atteindre la surface de la membrane poreuse.
- [0047] L'appareil de test peut en outre présenter les caractéristiques suivantes :

- [0048] - le contrôleur de débit est configuré pour générer un écoulement de liquide sensiblement constant à travers la membrane poreuse ;
- [0049] - le débit de liquide est compris entre 0,25 et 250 nanolitres par minute par centimètre carré ;
- [0050] - la plateforme comprend des surfaces de butée permettant de positionner le dispositif de test par rapport à la plateforme selon une position prédéfinie par rapport à la source lumineuse et/ou au détecteur ;
- [0051] - l'appareil comprend un premier polariseur propre à filtrer le rayonnement lumineux émis par la source lumineuse en direction de la surface de la membrane poreuse de manière à obtenir un rayonnement lumineux incident polarisé selon une première direction de polarisation prédéfinie et/ou un deuxième polariseur propre à filtrer le rayonnement lumineux réfléchi par la surface de la membrane poreuse vers le détecteur de manière à détecter un rayonnement lumineux réfléchi polarisé selon une deuxième direction de polarisation prédéfinie ;
- [0052] - la deuxième direction de polarisation est parallèles à la première direction de polarisation ;
- [0053] - la deuxième direction de polarisation est orthogonale à la première direction de polarisation ;
- [0054] - la source lumineuse est positionnée par rapport à la plateforme de sorte que le rayonnement lumineux incident est orienté avec un angle d'incidence de -45° par rapport à une direction normale à la surface de la membrane poreuse lorsque le dispositif de test est reçu par la plateforme ;
- [0055] - le détecteur est positionnée par rapport à la plateforme de sorte que le rayonnement lumineux réfléchi détecté par le détecteur a un angle de réflexion de $+45^\circ$ par rapport à une direction normale à la surface de la membrane poreuse lorsque le dispositif de test est reçu par la plateforme ;
- [0056] - le détecteur comprend une caméra propre à acquérir au moins deux images, les images ayant été acquises au cours du temps avec un intervalle de temps prédéfini entre deux images successives, et l'appareil comprend une mémoire propre à stoker les images acquises ;
- [0057] - l'appareil comprend un module de traitement configuré pour estimer, à partir des images acquises, un paramètre d'efficacité d'une composition cosmétique ou dermatologique déposée sur la surface de la membrane poreuse du dispositif de test ;
- [0058] - le paramètre d'efficacité est choisi parmi une variation de brillance, une variation de couleur, une variation de tenue mécanique, une variation d'humidité ou une combinaison de plusieurs de ces paramètres.

présentation des dessins

- [0059] D'autres caractéristiques et avantages ressortiront encore de la description qui suit, laquelle est purement illustrative, et non limitative, et doit être lue en regard des figures annexées, parmi lesquelles :
- [0060] - la [Fig.1] représente, de manière schématique, un dispositif de test conforme à un mode de réalisation possible de l'invention,
- [0061] - la [Fig.2] représente, de manière schématique, en vue en coupe, le dispositif de test de la [Fig.1],
- [0062] - la [Fig.3] est une vue de détail de la [Fig.2],
- [0063] - la [Fig.4] représente, de manière schématique, en vue de dessus, un support du dispositif de test de la [Fig.1],
- [0064] - la [Fig.5] représente, de manière schématique, en vue en coupe, une membrane poreuse du dispositif de test de la [Fig.1],
- [0065] - la [Fig.6] représente, de manière schématique, une disposition des pores de la membrane poreuse de la [Fig.5],
- [0066] - la [Fig.7] représente, de manière schématique, un appareil de test propre à être utilisé en combinaison avec le dispositif de test de la [Fig.1],
- [0067] - la [Fig.8] est une vue agrandie d'une partie de l'appareil de test de la [Fig.7],
- [0068] - la [Fig.9] représente, de manière schématique, une plateforme faisant partie de l'appareil de test de la [Fig.7], et propre à recevoir le dispositif de test,
- [0069] - la [Fig.10] représente, de manière schématique, des étapes d'un procédé de test pouvant être mis en œuvre au moyen de l'appareil de test et du dispositif de test.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

- [0070] Sur les figures 1 et 2, le dispositif de test 1 comprend un support 2 et une membrane poreuse 3 fixée sur le support 2.
- [0071] Dans l'exemple illustré sur les figures 1 et 2, le support 2 est formé en une seule pièce unique de matériau. Le matériau peut être une matière plastique, telle que du polydiméthylsiloxane (PDMS). Le support 2 peut par exemple être obtenu par moulage de la matière plastique.
- [0072] Dans l'exemple illustré sur les figures 1 et 2, le support 2 est sous la forme d'une plaquette de faible épaisseur, présentant une forme générale rectangulaire. Plus précisément, le support 2 présente une forme générale carrée.
- [0073] A titre d'exemple, le support 2 peut présenter une longueur comprise entre 1 et 5 centimètres, par exemple 3 centimètres, une largeur comprise entre 1 et 5 centimètres, par exemple 3 centimètres, et une épaisseur comprise entre 4 et 7 millimètres, par exemple 5 millimètres.
- [0074] Le support 2 présente une face supérieure 21 et une face inférieure 22, opposée à la face supérieure 21. La face supérieure 21 présente une surface supérieure 20 plane. La face inférieure 22 présente une surface inférieure plane.

- [0075] De plus, le support 2 présente un renforcement 23 formé dans sa face supérieure 21.
- [0076] Dans l'exemple illustré sur les figures 1 et 2, le renforcement 23 présente une forme générale cylindrique de révolution. A titre d'exemple, le renforcement 23 peut présenter un diamètre compris entre 5 et 20 millimètres, par exemple 12 millimètres, et une profondeur comprise entre 100 et 500 micromètres, par exemple 250 micromètres.
- [0077] Le renforcement 23 comprend un fond 24 et une paroi latérale 25, délimitant le renforcement 23.
- [0078] La membrane poreuse 3 est fixée sur la surface supérieure 20 qui entoure le renforcement 23, de manière à définir, entre le fond 24 du renforcement et la membrane poreuse 3, une cavité 4 propre à contenir un liquide.
- [0079] Le support 2 comprend également un microcanal 26 permettant d'injecter du liquide dans la cavité 4.
- [0080] Dans l'exemple illustré sur la [Fig.2], le microcanal 26 s'étend entre la face inférieure 22 et le fond 24 du renforcement 23. Le microcanal 26 peut avoir été formé par perçage à l'aide d'une aiguille ou d'un emporte-pièce à travers la pièce de matériau formant le support 2. Le microcanal 26 débouche dans la cavité 4 via une ouverture d'entrée 27 formée dans le fond 24 du renforcement 23.
- [0081] Par ailleurs, comme illustré sur les figures 2 à 4, le support 2 comprend une pluralité de plots 28 s'étendant en saillie à partir du fond 24 du renforcement 23. Les plots 28 forment un réseau.
- [0082] Chaque plot 28 comprend une première extrémité reliée au fond 24 du renforcement 23, et une deuxième extrémité, opposée à la première extrémité.
- [0083] Dans l'exemple illustré sur la [Fig.3], chaque plot 28 présente une première hauteur h_1 , mesurée à partir du fond 24 du renforcement 23, tandis que la surface supérieure 20 du support 2 sur laquelle est fixée la membrane poreuse 3 présente une deuxième hauteur h_2 mesurée à partir du fond 24 du renforcement 23. La première hauteur h_1 est supérieure à la deuxième hauteur h_2 .
- [0084] La première hauteur h_1 peut être comprise entre 100 et 500 micromètres. A titre d'exemple, la première hauteur h_1 est égale à environ 250 micromètres.
- [0085] La deuxième hauteur h_2 peut être comprise entre 100 et 500 micromètres. A titre d'exemple, la deuxième hauteur h_2 est égale à environ 238 micromètres. Ainsi, la différence entre la deuxième hauteur h_2 et la première hauteur h_1 est comprise entre 10 et 250 micromètres, par exemple égale à environ 12 micromètres.
- [0086] Dans l'exemple illustré sur la [Fig.4], chaque plot 28 présente une forme cylindrique. Plus particulièrement, chaque plot 28 présente une forme cylindrique de révolution. Les plots 28 présentent des diamètres identiques. Chaque plot 28 peut présenter un diamètre d_1 compris entre 50 et 500 micromètres. A titre d'exemple, le diamètre de chaque plot est d'environ 200 micromètres.

- [0087] De plus, les plots 28 sont agencés de sorte que la distance entre deux plots 28 consécutifs est comprise entre $1/2 \times d_1$ et $2 \times d_1$, soit entre 25 et 1000 micromètres. A titre d'exemple, la distance maximale entre deux plots 28 consécutifs est égale à environ 300 micromètres.
- [0088] Ainsi, les plots 28 délimitent entre eux une pluralité de passages pour le liquide injecté dans la cavité 4. Lorsqu'un liquide est injecté dans la cavité 4 via l'ouverture d'entrée 27, les plots 28 créent un phénomène de capillarité qui accélère le remplissage de la cavité 4 par le liquide et empêchent la formation de bulles de gaz à l'intérieur de la cavité 4 qui pourraient gêner l'écoulement du liquide à l'intérieur de la cavité 4.
- [0089] Comme illustré sur la [Fig.5], la membrane poreuse 3 comprend au moins quatre couches, à savoir : une première couche d'adhésif 31, une première couche poreuse 32, une deuxième couche d'adhésif 33 et une deuxième couche poreuse 34.
- [0090] La première couche poreuse 32 peut être formée en polycarbonate. La première couche poreuse 32 présente une pluralité de premiers pores 35. Les premiers pores 35 présentent un premier diamètre moyen. Le premier diamètre moyen peut être compris entre 0,5 et 5 micromètres. A titre d'exemple, le premier diamètre moyen peut être égal à environ 3 micromètres.
- [0091] De plus, la première couche poreuse 32 présente une première densité de pores. La première densité de pore peut être comprise entre $4 \cdot 10^6$ et $1 \cdot 10^3$ pores par millimètre carré. A titre d'exemple, la première densité de pores est égale à $2 \cdot 10^4$ pores par millimètre carré.
- [0092] Par ailleurs, le matériau de la première couche poreuse 32 peut être rendu hydrophile, dans le cas où la cavité 4 du dispositif de test 1 est destinée à contenir un liquide aqueux, tel que de la sueur. Dans le cas où la première couche poreuse 32 est formée en polycarbonate, la surface interne de la première couche poreuse 32 peut être enduite avec un revêtement hydrophile, tel qu'un revêtement en polyvinylpyrrolidone (PVP). Le polyvinylpyrrolidone (PVP) présente un angle de contact avec une solution saline d'environ 30 degrés.
- [0093] A l'inverse, le matériau de la première couche poreuse 32 peut être hydrophobe, dans le cas où la cavité 4 du dispositif de test 1 est destinée à contenir un liquide gras, tel que du sébum. Dans le cas où la première couche poreuse 32 est formée en polycarbonate, le matériau de la première couche poreuse 32 est hydrophobe. Le polycarbonate présente un angle de contact avec une solution saline compris entre 105 et 115 degrés.
- [0094] La deuxième couche poreuse 34 peut être formée en polyuréthane. La deuxième couche poreuse 34 présente une pluralité de deuxièmes pores 36. Les deuxièmes pores 36 présentent un deuxième diamètre moyen, supérieur au premier diamètre moyen. Le deuxième diamètre moyen peut être compris entre 20 et 200 micromètres. A titre

d'exemple, le deuxième diamètre moyen peut être égal à environ 60 micromètres.

- [0095] De plus, la deuxième couche poreuse 34 présente une deuxième densité de pores, inférieure à la première densité de pores. La deuxième densité de pores peut être comprise entre 2 et 6 pores par millimètre carré. A titre d'exemple, la deuxième densité de pores est égale à 4 pores par millimètre carré.
- [0096] La première couche d'adhésif 31 s'étend entre la face supérieure 21 du support 2 et la première couche poreuse 32. La première couche d'adhésif 31 permet de fixer la membrane poreuse 3 sur le support 2. A titre d'exemple, l'adhésif formant la première couche d'adhésif 31 peut être du polyester.
- [0097] La première couche d'adhésif 31 présente une ouverture centrale, de sorte que la première couche d'adhésif 31 est en contact uniquement avec la surface supérieure 20 du support 2 qui entoure le renforcement 23. La première couche d'adhésif 31 ne s'étend pas entre les plots 28 et la première couche poreuse 32.
- [0098] La première couche d'adhésif 31 peut présenter une épaisseur comprise entre 10 et 30 micromètres. A titre d'exemple, la première couche d'adhésif 31 présente une épaisseur égale à environ 12 micromètres. Plus précisément, la première couche d'adhésif 31 présente une épaisseur égale à une différence entre la première hauteur h_1 (c'est-à-dire la hauteur d'un plot 28) et la deuxième hauteur h_2 (c'est-à-dire la hauteur de la surface supérieure 20 du support 2 sur laquelle est fixée la membrane poreuse 3).
- [0099] De cette manière, la première couche poreuse 32 de la membrane poreuse 3 est en contact avec les deuxièmes extrémités des plots 38.
- [0100] La deuxième couche d'adhésif 33 s'étend entre la première couche poreuse 32 et la deuxième couche poreuse 34. La deuxième couche d'adhésif 33 lie la première couche poreuse 32 et la deuxième couche poreuse 34 entre elles.
- [0101] La deuxième couche d'adhésif 33 présente une pluralité de troisièmes pores 37.
- [0102] Comme cela est visible sur la [Fig.5], les troisièmes pores 37 sont disposés en registre avec les deuxièmes pores 36. C'est-à-dire que chaque troisième pore 37 est aligné avec un deuxième pore 36 respectif. De plus, chaque troisième pore 37 présente un diamètre identique au diamètre du deuxième pore 36 avec lequel le troisième pore 37 est aligné. Cette disposition en registre des deuxièmes pores 36 et des troisièmes pores 37 peut être obtenue en laminant les deux couches 33 et 34 dépourvues de pores entre elles, puis en micro-usinant les pores 36, 37 au moyen d'un Laser simultanément à travers les deux couches 33 et 34.
- [0103] Chaque deuxième pore 36 se trouve en moyenne en communication avec entre 5 000 et 10 000 premiers pores, à titre d'exemple chaque deuxième pore 36 se trouve en moyenne en communication avec environ 7 200 premiers pores 35.
- [0104] Comme illustré sur la [Fig.6], les deuxièmes pores 36 sont de préférence agencés selon un motif triangulaire, de sorte qu'un deuxième pore 36 est situé à égale distance

de six autres deuxièmes pores 36 voisins.

- [0105] Par ailleurs, la membrane poreuse 3 présente une surface interne 38 qui délimite la cavité 4, et une surface externe 39 (ou surface de test), opposée à la surface interne 38. La surface externe 39 est formée par une surface de la deuxième couche poreuse 34, située du côté opposé à la première couche poreuse 32.
- [0106] La surface externe 39 (ou surface de test) de la membrane poreuse 3 présente une rugosité Ra comprise entre 5 et 150 micromètres. Cette rugosité Ra peut être obtenue en fabriquant la deuxième couche poreuse 34 par moulage dans un moule, le moule ayant été préalablement obtenu par moulage sur la peau d'un individu humain. Autrement dit, les reliefs de la surface externe 39 de la membrane poreuse 3 reproduisent les reliefs réels d'une surface de la peau de l'individu humain. Ainsi, la rugosité Ra est similaire à la rugosité de la surface d'une peau réelle.
- [0107] De plus, la surface externe 39 (ou surface de test) présente un angle de contact θ_a avec une goutte de solution saline compris entre 80° et 120° . A titre d'exemple, l'angle de contact θ_a avec une goutte de solution saline est égal à environ 108° .
- [0108] Par ailleurs, la surface externe 39 (ou surface de test) peut être recouverte d'une encre colorée conférant à la surface externe 39 une couleur proche de celle de la peau d'un individu humain. En particulier, l'encre colorée peut conférer à la surface externe des coordonnées définies dans l'espace CIELab, L^* étant compris dans une gamme allant de 0 à 100, a^* étant compris dans une gamme allant de 0 à + 50 et b^* étant compris dans une gamme allant de 0 à + 50.
- [0109] Lorsqu'un liquide est injecté dans la cavité 4 via le microcanal 26, le liquide pénètre rapidement dans la totalité de la cavité 4, grâce à la présence des plots 28. De plus, lorsqu'une pression est appliquée sur le liquide contenu dans la cavité 4, le liquide s'échappe de la cavité 4 à travers la membrane poreuse 3. Plus précisément, le liquide s'échappe de la cavité 4 en passant successivement par les premiers pores 35 puis par les deuxièmes pores 36. Du fait de leur diamètre plus petit, les premiers pores 35 génèrent une résistance au passage du liquide, supérieure à la résistance qui est générée par les deuxièmes pores 36. De cette manière, la première couche poreuse 32 crée une chute de pression à travers la première couche poreuse 32, ce qui permet d'uniformiser le débit de liquide à travers l'ensemble des deuxièmes pores 36.
- [0110] La [Fig.7] représente de manière schématique un appareil de test 100 destiné à être utilisé en combinaison avec le dispositif de test 1 de la [Fig.1].
- [0111] Dans l'exemple illustré sur la [Fig.7], l'appareil de test 100 comprend une plateforme 110 propre à recevoir le dispositif de test 1 dans une position prédéfinie, une source lumineuse 120, un premier polariseur 121, un deuxième polariseur 122 et un détecteur 130.
- [0112] Par ailleurs, l'appareil de test 100 comprend un réservoir 140, un contrôleur de débit

150.

- [0113] Dans l'exemple illustré sur la [Fig.7], le réservoir 140 est une seringue comprenant un cylindre 141 et un piston 142. Le piston 142 est mobile axialement à l'intérieur du cylindre 141. Le réservoir 140 est propre à contenir un liquide 143, tel que de la sueur naturelle ou de la sueur artificielle, ou du sébum, ou une combinaison de ces liquides. A titre d'exemple, le réservoir 140 peut contenir jusqu'à 100 mL de liquide.
- [0114] On entend par « sueur naturelle » un liquide biologique sécrété par les glandes sudorales lors de la transpiration. La sueur naturelle est, par exemple, préalablement prélevée à partir d'un individu humain.
- [0115] On entend par « sueur artificielle » un liquide comprenant du chlorure de sodium (NaCl), de l'acide lactique, de l'urée, de la BSA (acronyme anglais de bovine serum albumin), de l'ammoniaque en quantité suffisante pour obtenir un pH sensiblement neutre et/ou de l'eau.
- [0116] On entend par « sébum naturel » un liquide biologique sécrété par les glandes sébacées. Le sébum naturel est, par exemple, préalablement prélevé à partir d'un individu humain.
- [0117] On entend par « sébum artificiel » un liquide comprenant de l'huile végétale de 10 à 30%, de triglycéride de 40 à 70% et des squalanes végétales en complément.
- [0118] L'appareil de test 100 comprend en outre une tubulure d'amenée de liquide 180 reliant le réservoir 140 au dispositif de test 1. Plus précisément, la tubulure d'amenée de liquide 180 présente une première extrémité 181 raccordée au réservoir 140 et une deuxième extrémité 182 propre à être raccordée au microcanal 26 du dispositif de test 1. Plus précisément, la première extrémité 181 de la tubulure d'amenée de liquide 180 est reliée à une ouverture de sortie de la seringue.
- [0119] Le contrôleur de débit 150 est propre à imposer un débit au liquide 143 qui circule depuis le réservoir 140 jusqu'au dispositif de test 1, via la tubulure d'amenée de liquide 180.
- [0120] Dans l'exemple illustré sur la [Fig.7], le contrôleur de débit 150 est un pousse-seringue comprenant un corps 151 et un chariot 152 monté mobile en translation par rapport au corps 151. Le chariot 152 est propre à être relié au piston 142 de la seringue afin de déplacer le piston 142 par rapport au cylindre 141. Le pousse-seringue est propre à imposer une vitesse de déplacement prédéfinie et constante au piston 142, de manière à obtenir un débit de liquide prédéfini avec une grande précision.
- [0121] En particulier, le contrôleur de débit 150 peut être réglé pour générer un débit prédéfini à travers la membrane poreuse 3. Ce débit prédéfini peut être compris entre 0,25 et 250 nanolitres par minute par centimètre carré de membrane. Ce débit peut être choisi en fonction de la nature du liquide 143 contenu dans le réservoir 140 (de la sueur ou du sébum) afin d'être sensiblement égal au débit s'écoulant réellement à

travers des pores de la peau d'un individu humain.

- [0122] A titre d'exemple, le débit de sébum s'écoulant à travers la peau d'un individu humain est de l'ordre de 1 500 nanolitres pendant 24 heures par centimètre carré (soit 1 nanolitre de sébum par minute par centimètre carré). Le débit de sueur s'écoulant à travers la peau d'un individu humain est de l'ordre de 150 000 nanolitres pendant 24 heures par centimètres carré (soit 100 nanolitres de sueur par minute par centimètre carré). Bien entendu, ces débits peuvent varier d'un individu à l'autre.
- [0123] Par ailleurs, l'appareil de test 100 comprend un module de traitement 131 et une mémoire 132.
- [0124] Le module de traitement 131 peut comprendre un processeur. Le module de traitement est programmé pour commander la source lumineuse 120 et le détecteur 130. Le module de traitement 131 est également programmé pour recevoir un signal de détection généré par le détecteur 131 et pour enregistrer des données relatives au signal de détection dans la mémoire 132.
- [0125] La [Fig.8] est une vue agrandie d'une partie de l'appareil de test 100 de la [Fig.7], montrant la source lumineuse 120, le premier polariseur 121, le deuxième polariseur 122 et le détecteur 130.
- [0126] Sur la [Fig.8], le dispositif de test est positionné sur la plateforme dans une position prédéfinie.
- [0127] Comme illustré sur la [Fig.8], la source lumineuse 120 est propre à émettre un rayonnement lumineux incident R_1 en direction de la surface de test 39 de la membrane poreuse 3.
- [0128] La source lumineuse R_1 est positionnée par rapport à la plateforme 110 de sorte que le rayonnement lumineux R_1 incident a un angle d'incidence α_1 de - 45 degrés par rapport à une direction normale Z à la surface de test 39 de la membrane poreuse 3.
- [0129] Le détecteur 130 est propre à détecter un rayonnement lumineux réfléchi R_2 par la surface de test 39 de la membrane poreuse 3.
- [0130] Le détecteur 130 est positionné par rapport à la plateforme 110 de sorte que le rayonnement lumineux réfléchi R_2 détecté a un angle de réflexion de + 45 degrés par rapport à la direction normale Z à la surface de test 39 de la membrane poreuse 3.
- [0131] A titre d'exemple, le détecteur 130 peut être une caméra propre à générer une image de la surface de test 39.
- [0132] L'appareil de test 100 peut être agencé selon plusieurs configurations.
- [0133] Dans une première configuration de l'appareil de test 100, le premier polariseur 121 est disposé entre la source lumineuse 120 et la surface de test 39 sur le chemin du rayonnement incident R_1 . Le premier polariseur 121 est orienté de manière à laisser passer uniquement une partie du rayonnement incident R_1 qui est polarisée selon une première direction de polarisation.

- [0134] Le deuxième polariseur 122 est disposé entre la surface de test 39 et le rayonnement réfléchi R_2 sur le chemin du rayonnement réfléchi R_2 . Le deuxième polariseur 122 est orienté de manière à laisser passer uniquement une partie du rayonnement réfléchi R_2 qui est polarisée selon la première direction de polarisation.
- [0135] Autrement dit, dans cette première configuration, le détecteur 130 détecte uniquement le rayonnement réfléchi R_2 dont la polarisation n'a pas été modifiée par la réflexion sur la surface de test 39.
- [0136] Dans une deuxième configuration de l'appareil de test 100, le premier polariseur 121 est disposé entre la source lumineuse 120 et la surface de test 39 sur le chemin du rayonnement incident R_1 . Le premier polariseur 121 est orienté de manière à laisser passer uniquement une partie du rayonnement incident R_1 qui est polarisée selon la première direction de polarisation.
- [0137] Le deuxième polariseur 122 est disposé entre la surface de test 39 et le détecteur 130 sur le chemin du rayonnement réfléchi R_2 . Le deuxième polariseur 122 est orienté de manière à laisser passer uniquement une partie du rayonnement réfléchi R_2 qui est polarisée selon une deuxième direction de polarisation, orthogonale à la première direction de polarisation.
- [0138] Autrement dit, dans cette deuxième configuration, le détecteur 130 détecte uniquement le rayonnement réfléchi R_2 dont la polarisation a subi une rotation de 90 degrés lors de la réflexion sur la surface de test 39.
- [0139] Dans une troisième configuration de l'appareil de test 100, aucun polariseur n'est positionné sur le chemin du rayonnement lumineux incident R_1 ni sur le chemin du rayonnement lumineux réfléchi R_2 .
- [0140] Autrement dit, dans cette troisième configuration, le rayonnement lumineux incident R_1 qui éclaire la surface de test 39 n'est pas polarisé. De même, le rayonnement lumineux réfléchi R_2 qui est détecté par le détecteur 130 n'est pas polarisé.
- [0141] La [Fig.9] représente de manière schématique, la plateforme 110 propre à recevoir le dispositif de test 1 dans la position prédéfinie.
- [0142] Comme illustré sur la [Fig.9], la plateforme 110 comprend une surface de référence 111 sur laquelle est posée le dispositif de test 1. La surface de référence 111 est plane. Lorsque le dispositif de test 1 est posé sur la surface de référence 111, la face inférieure 22 du support 2 repose sur la surface de référence 111. Autrement dit, la surface de référence 111 permet de fixer la position du dispositif de test selon l'axe Z.
- [0143] La plateforme 110 comprend en outre une première surface de butée 112 et une deuxième surface de butée 113.
- [0144] La première surface de butée 112 et la deuxième surface de butée 113 sont orientées par rapport à la surface de référence 111 de sorte que le support 2 du dispositif de test 1 puisse venir en butée simultanément contre la première surface de butée 112 et contre

la deuxième surface de butée 113, de manière à fixer la position du dispositif 1 selon les axes X et Y, orthogonaux à l'axe Z.

- [0145] Dans l'exemple illustré sur la [Fig.9], la première surface de butée 112 est orthogonale à la surface de référence 111. La deuxième surface de butée 113 est orthogonale à la surface de référence 112 et à la première surface de butée 111.
- [0146] Par ailleurs, afin de maintenir le dispositif de test 1 dans cette position, l'appareil de test 100 peut comprendre une ou plusieurs cales 114, 115.
- [0147] Dans l'exemple illustré sur la [Fig.9], la surface de référence 111 est une surface magnétique, et chaque cale 114, 115 comprend un aimant propre à être fixé de manière réversible sur la surface de référence 111.
- [0148] Ainsi, le dispositif de test 1 est positionné d'une part, entre la première surface de butée 112 et la première cale 114, et d'autre part, entre la deuxième surface de butée 113 et la deuxième cale 115.
- [0149] L'appareil de test 100 peut être utilisé pour mettre en œuvre un procédé de test pour tester une composition cosmétique ou dermatologique.
- [0150] La composition cosmétique ou dermatologique à tester peut-être par exemple une composition déodorante, une composition hydratante, une composition contenant un filtre solaire ou une composition de maquillage.
- [0151] Dans l'exemple illustré sur la [Fig.10], le procédé de test 200 comprend les étapes suivantes.
- [0152] Selon une première étape 201, le dispositif de test 1 est positionné sur la plateforme 110 de l'appareil de test 100, et la tubulure d'amenée de liquide 180 est raccordée au dispositif de test 1. Plus précisément, la deuxième extrémité 182 de la tubulure d'amenée de liquide 180 est raccordée de manière étanche au microcanal 26 du dispositif de test 1.
- [0153] Selon une deuxième étape 202, le contrôleur de débit 150 est activé de manière à déplacer le piston 142 par rapport au cylindre 141, ce qui provoque une circulation de liquide depuis le réservoir 140 vers la cavité 4 du dispositif de test 1. Cette deuxième étape 202 permet de remplir la cavité 4 du dispositif de test 1 avec du liquide.
- [0154] Selon une troisième étape 203, la composition cosmétique ou dermatologique à tester est déposée sur la surface de test 39 de la membrane poreuse 3 du dispositif de test 1. Plus précisément, la surface de test 39 est enduite d'une couche de la composition cosmétique ou dermatologique à tester.
- [0155] Lors de l'application de la composition cosmétique ou dermatologique sur la surface de test 39, la membrane poreuse 3 vient en appui sur les deuxièmes extrémités des plots 28 sous-jacents, ce qui limite la déformation de la membrane poreuse 3. De cette manière, la couche de composition cosmétique ou dermatologique peut être appliquée avec une épaisseur constante sur toute la surface de test 39, de manière contrôlée et re-

productible.

- [0156] Selon une quatrième étape 204, la source lumineuse 120 est commandée pour éclairer la surface de test 39 du dispositif de test 1 avec un rayonnement lumineux incident R_1 et le détecteur 130 est commandé pour détecter un premier rayonnement lumineux réfléchi R_2 . Dans le cas où le détecteur 130 est une caméra, le détecteur 130 est propre à générer une première image de la surface de test 39 enduite avec la composition cosmétique ou dermatologique.
- [0157] La quatrième étape peut être répétée, en agençant successivement l'appareil de test 100 dans chacune des trois configurations décrites précédemment.
- [0158] Dans ce cas, la caméra 130 génère trois premières images distinctes de la surface de test 39, chaque première image ayant été acquise dans une configuration associée respective, différente de celle des autres premières images.
- [0159] Selon une cinquième étape 205, le contrôleur de débit 150 est de nouveau activé de manière à déplacer le piston 142 par rapport au cylindre 141, ce qui provoque une circulation de liquide depuis le réservoir 140 vers la cavité 4 du dispositif de test 1.
- [0160] L'augmentation de la pression du liquide contenu dans la cavité 4 a pour effet que du liquide s'échappe progressivement de la cavité 4 à travers la membrane poreuse 3 du dispositif de test 1 avec un débit contrôlé.
- [0161] En s'échappant à travers la membrane poreuse 3, le liquide passe successivement à travers les premiers pores 35 puis à travers les deuxièmes pores 36 jusqu'à atteindre la surface de test 39 enduite avec la composition cosmétique ou dermatologique.
- [0162] Le débit du liquide qui est injecté dans la cavité 4 est contrôlé de sorte qu'un débit du liquide qui s'échappe à travers la membrane poreuse 3 est égal à une valeur de débit cible prédéfinie, comprise entre 0,25 et 250 nanolitres par minute par centimètre carré.
- [0163] Le liquide qui atteint la surface de test 39 interagit avec la composition cosmétique ou dermatologique.
- [0164] Selon une sixième étape 206, après un intervalle de temps prédéfini au cours duquel le liquide interagit avec la composition cosmétique ou dermatologique, la source lumineuse 120 est à nouveau commandée pour éclairer la surface de test 39 du dispositif de test 1 avec un rayonnement lumineux incident R_1 et le détecteur 130 est à nouveau commandé pour détecter un deuxième rayonnement lumineux réfléchi R_2 .
- [0165] Dans le cas où le détecteur 130 est une caméra, le détecteur 130 est propre à générer une deuxième image de la surface de test 39 enduite avec la composition cosmétique ou dermatologique qui a interagi avec le liquide.
- [0166] La sixième étape 206 peut être répétée, en agençant successivement l'appareil de test 100 dans chacune des trois configurations décrites précédemment.
- [0167] Dans ce cas, la caméra 130 génère trois deuxièmes images distinctes de la surface de test 39, chaque deuxième image ayant été acquise dans une configuration associée

respective, différente de celle des autres deuxièmes images.

- [0168] Selon une septième étape 207, le deuxième rayonnement réfléchi R_2 est comparé avec le premier rayonnement réfléchi R_1 afin d'en déduire un paramètre d'efficacité de la composition cosmétique ou dermatologique.
- [0169] Le paramètre d'efficacité est choisi parmi une variation de brillance, une variation de couleur, une variation de tenue mécanique, une variation d'humidité ou une combinaison de plusieurs de ces paramètres.
- [0170] Lorsque le détecteur 130 est une caméra, la septième étape 207 comprend une comparaison de la deuxième image acquise par la caméra avec la première image acquise par la caméra, dans une même configuration de l'appareil de test 100.
- [0171] Dans le cas où l'appareil de test 100 a été agencé dans plusieurs configurations lors de la quatrième étape 204 et de la sixième étape 206, la septième étape 207 peut comprendre une comparaison de chaque deuxième image acquise avec une première image respective, acquise dans une configuration identique.
- [0172] Alternativement, l'appareil de test 100 permet d'enregistrer une première image dans une première configuration (sans polariseur), selon l'étape 204. Puis une seconde image dans cette même configuration à l'étape 207. La comparaison entre la première et la deuxième image permet de mesurer la variation de couleur, la variation de tenue mécanique, la variation d'humidité ou une combinaison de plusieurs paramètres. De même, l'appareil de test 100, permet d'enregistrer une première image acquise par la caméra dans la première configuration de l'appareil de test 100 (avec les deux polariseurs dans la même orientation) selon l'étape 204 et d'une première image acquise par la caméra dans la deuxième configuration de l'appareil de test 100 (avec l'un des polariseurs orienté orthogonalement par rapport à l'autre polariseur) selon l'étape 207.
- [0173] Une comparaison de la première image avec la deuxième image permet de détecter une variation de brillance au cours du temps.
- [0174] La brillance d'un pixel peut être calculée de la manière suivante :
- $$\textit{Brillance} (i) = \frac{I_1(i) - I_2(i)}{I_1(i) + I_2(i)}$$
- où i désigne un pixel de l'image, I_1 désigne l'intensité du pixel de l'image acquise dans la première configuration de l'appareil, et I_2 désigne l'intensité du pixel de l'image acquise dans la deuxième configuration de l'appareil.
- [0175] Une comparaison de la deuxième image acquise par la caméra avec la première image acquise par la caméra, dans la première configuration de l'appareil de test 100 (sans les polariseurs), permet de détecter une variation de couleur au cours du temps.
- [0176] Par ailleurs, les étapes 204 à 207 peuvent être répétées au cours du temps, de manière à générer une série d'images permettant de détecter une évolution du paramètre d'efficacité au cours du temps.

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif de test (1), comprenant :
- un support (2) présentant un renforcement (23) comprenant un fond (24) et une paroi latérale (25), et une surface (20) qui entoure le renforcement (23), et
 - une membrane poreuse (3) fixée sur la surface (20) de manière à délimiter une cavité (4) propre à contenir un liquide entre le fond (24) et la membrane poreuse (3), de sorte qu'en appliquant une pression sur le liquide contenu dans la cavité (4), le liquide s'échappe de la cavité (4) à travers la membrane poreuse (3),
- dans lequel le support (1) comprend des plots (28) s'étendant en saillie à partir du fond (24), chaque plot (28) comprenant une première extrémité reliée au fond (24) et une deuxième extrémité, opposée à la première extrémité, propre à entrer en contact avec la membrane poreuse (3) pour limiter une déformation de la membrane poreuse (3).
- [Revendication 2] Dispositif de test selon la revendication 1, dans lequel chaque plot (28) présente une forme générale cylindrique.
- [Revendication 3] Dispositif de test selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel chaque plot (28) présente un diamètre compris entre 50 et 500 μm .
- [Revendication 4] Dispositif de test selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel chaque plot (28) présente une hauteur comprise entre 50 et 500 μm .
- [Revendication 5] Dispositif de test selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel les plots (28) sont espacés les uns des autres, avec un espacement entre deux plots (28) consécutifs compris entre 25 et 1 000 μm .
- [Revendication 6] Dispositif de test selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel chaque plot (28) présente une première hauteur (h_1), mesurée à partir du fond (24), et la paroi latérale (25) présente une deuxième hauteur (h_2), mesurée à partir du fond (24), la première hauteur étant supérieure à la deuxième hauteur.
- [Revendication 7] Dispositif selon la revendication 6, dans lequel la membrane poreuse (3) comprend au moins une couche (32, 34) présentant des pores (35, 36) et une couche d'adhésif (31) s'étendant entre la couche (32, 34) présentant des pores (35, 36) et la surface du support sur laquelle est fixée la membrane poreuse (3), et dans lequel la couche d'adhésif (31) présente une épaisseur égale à une différence entre la première hauteur (h_1) et la deuxième hauteur (h_2).
- [Revendication 8] Dispositif de test selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel la

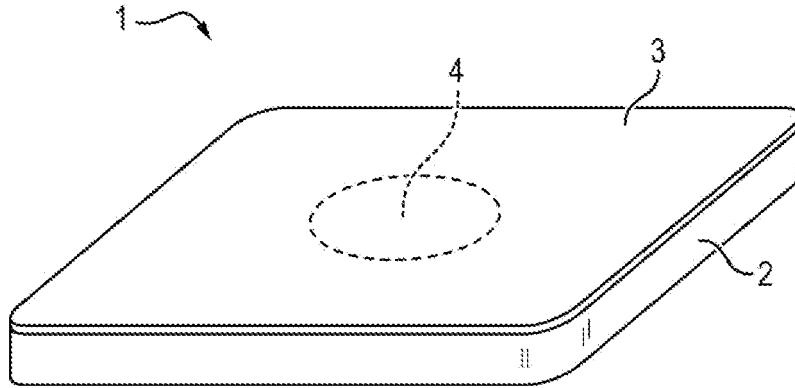
membrane poreuse (3) comprend une première couche (32) présentant une pluralité de premiers pores (35) et une deuxième couche (34) présentant une pluralité de deuxièmes pores (36), la première couche (32) s'étendant entre la cavité (4) et la deuxième couche (34), les premiers pores (35) présentant un premier diamètre moyen et la première couche (32) présentant une première densité de pores, et les deuxièmes pores (34) présentant un deuxième diamètre moyen, supérieur au premier diamètre moyen, et la deuxième couche (34) présentant une deuxième densité de pores, inférieure à la première densité de pores, de sorte qu'en appliquant une pression sur le liquide contenu dans la cavité (4), le liquide s'échappe de la cavité (4) à travers la membrane poreuse (3) en passant successivement par les premiers pores (35) puis par les deuxièmes pores (36).

- [Revendication 9] Dispositif de test selon la revendication 8, dans lequel les premiers pores (35) présentent un premier diamètre moyen compris entre 1 et 3 micromètres et une première densité comprise entre 2 et 6 pores par millimètre carré.
- [Revendication 10] Dispositif de test selon l'une des revendications 8 et 9, dans lequel les deuxièmes pores (36) présentent un deuxième diamètre moyen compris entre 20 et 200 micromètres et une deuxième densité de pores comprise entre $4 \cdot 10^6$ et $1 \cdot 10^3$ pores par millimètre carré.
- [Revendication 11] Dispositif de test selon l'une des revendications 8 à 10, dans lequel les deuxièmes pores (36) sont agencés selon un motif triangulaire, de sorte qu'un deuxième pore (36) est situé à égale distance de six autres deuxièmes pores (36) voisins.
- [Revendication 12] Dispositif de test selon l'une des revendications 8 à 11, dans lequel la deuxième couche (34) présente une première surface tournée vers la première couche (32), et une deuxième surface (39), opposée à la première surface, la deuxième surface (39) présentant une rugosité Ra comprise entre 5 et 150 micromètres.
- [Revendication 13] Dispositif de test selon l'une des revendications 8 à 12, dans lequel la deuxième couche (34) présente une première surface tournée vers la deuxième couche (32), et une deuxième surface (39), opposée à la première surface, la deuxième surface (39) présentant un angle de contact θ_a avec une goutte de solution saline compris entre 80° et 120° .
- [Revendication 14] Dispositif selon l'une des revendications 8 à 13, dans lequel la deuxième couche (34) est en polyuréthane.
- [Revendication 15] Dispositif selon l'une des revendications 8 à 14, dans lequel la première

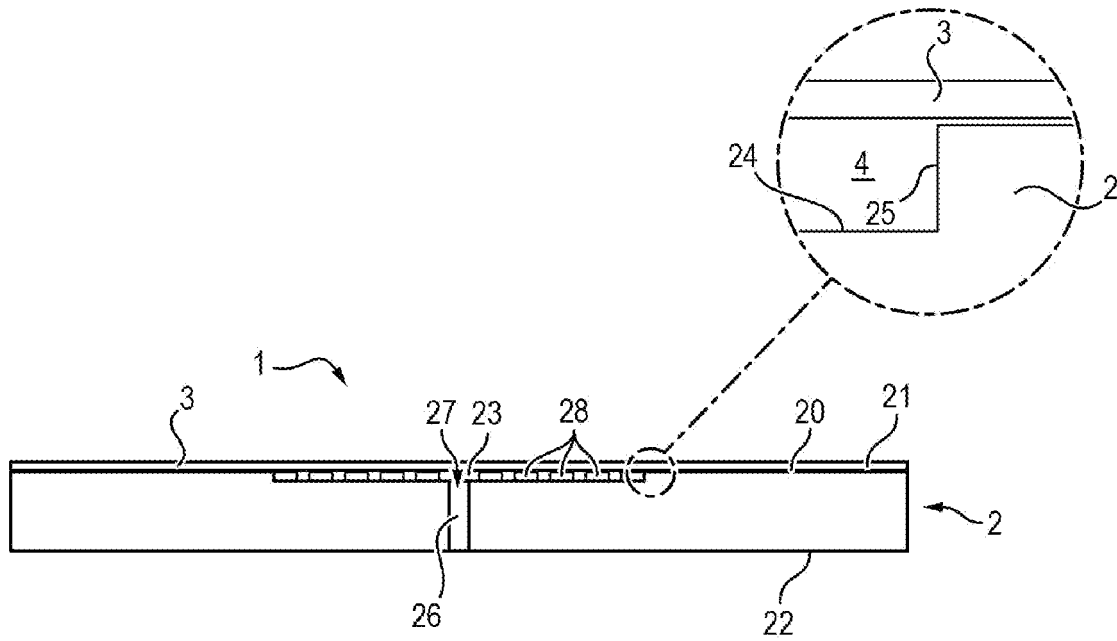
- couche (32) est en polycarbonate.
- [Revendication 16] Dispositif selon l'une des revendications 8 à 15, dans lequel la deuxième couche (34) présente une première surface tournée vers la deuxième couche (32), et une deuxième surface (39), opposée à la première surface, la deuxième surface (39) étant recouverte d'une encre colorée conférant à la deuxième surface (39) des coordonnées définies dans l'espace CIELab, L^* étant compris dans une gamme allant de 0 à 100, a^* étant compris dans une gamme allant de 0 à + 50 et b^* étant compris dans une gamme allant de 0 à + 50.
- [Revendication 17] Dispositif selon l'une des revendications 8 à 16, dans lequel la membrane poreuse (3) comprend une troisième couche (33) entre la première couche (32) et la deuxième couche (34), la troisième couche (33) étant une couche d'adhésif et présentant des troisièmes pores (37) disposés en registre avec les deuxièmes pores (36) de la deuxième couche (34).
- [Revendication 18] Procédé de test d'une composition cosmétique ou dermatologique (200) à l'aide d'un dispositif de test (1) conforme à l'une des revendications 1 à 17, comprenant des étapes de :
- enduire une surface (39) de la membrane poreuse (3) du dispositif de test (1) avec la composition cosmétique ou dermatologique,
 - appliquer une pression sur du liquide contenu dans la cavité (4) du dispositif de test (1) de sorte que du liquide s'échappe progressivement de la cavité (4) à travers la membrane poreuse (3),
 - éclairer la surface (39) enduite de la membrane poreuse (3) avec un rayonnement lumineux incident (R_1), et
 - détecter un rayonnement lumineux réfléchi (R_2) par la surface (39) enduite de la membrane poreuse (3).
- [Revendication 19] Procédé de test selon la revendication 18, dans lequel la pression appliquée sur le liquide est contrôlée de sorte qu'un débit du liquide s'écoulant à travers la membrane poreuse (3) est compris entre 0,25 et 250 nanolitres par minute par centimètre carré.
- [Revendication 20] Procédé de test selon l'une des revendications 18 et 19, comprenant une étape de :
- éclairer la surface (39) enduite de la membrane poreuse (3) avec un rayonnement lumineux incident (R_1) ayant un angle d'incidence de -45° par rapport à une direction normale (Z) à la surface (39) de la membrane poreuse (3), et
 - détecter un rayonnement réfléchi (R_2) par la surface (39) enduite de la

- membrane poreuse avec un angle de réflexion de $+ 45^\circ$ par rapport à la direction normale (Z) à la surface (39) de la membrane poreuse (3).
- [Revendication 21] Procédé selon la revendication 20, dans lequel le rayonnement lumineux incident (R_1) est polarisé selon une direction de polarisation et le rayonnement réfléchi (R_2) détecté est polarisé selon une direction de polarisation identique à la direction de polarisation du rayonnement lumineux incident.
- [Revendication 22] Procédé selon la revendication 20, dans lequel le rayonnement lumineux incident (R_1) est polarisé selon une direction de polarisation et le rayonnement réfléchi détecté (R_2) est polarisé selon une direction de polarisation orthogonale à la direction de polarisation du rayonnement lumineux incident.
- [Revendication 23] Procédé selon l'une des revendications 18 à 22, comprenant des étapes de :
- détecter un premier rayonnement réfléchi (R_2) par la surface (39) enduite de la membrane poreuse (3) avant que du liquide s'échappe de la cavité (4) à travers la membrane poreuse (3),
 - détecter un deuxième rayonnement réfléchi (R_2) par la surface (39) enduite de la membrane poreuse (3), après que du liquide se soit échappé de la cavité à travers la membrane poreuse (3), et
 - comparer le deuxième rayonnement réfléchi avec le premier rayonnement réfléchi afin d'en déduire un paramètre d'efficacité de la composition cosmétique ou dermatologique.
- [Revendication 24] Procédé selon la revendication 23, dans lequel le paramètre d'efficacité est choisi parmi une variation de brillance, une variation de couleur, une variation de tenue mécanique, une variation d'humidité ou une combinaison de plusieurs de ces paramètres.
- [Revendication 25] Procédé selon l'une des revendications 18 à 24, dans lequel la composition cosmétique ou dermatologique est une composition déodorante, une composition hydratante, une composition contenant un filtre solaire ou une composition de maquillage.
- [Revendication 26] Procédé selon l'une des revendications 18 à 25, dans lequel le liquide contenu dans la cavité (4) du dispositif (1) est de la sueur naturelle ou artificielle, ou du sébum, ou une combinaison de ces liquides.

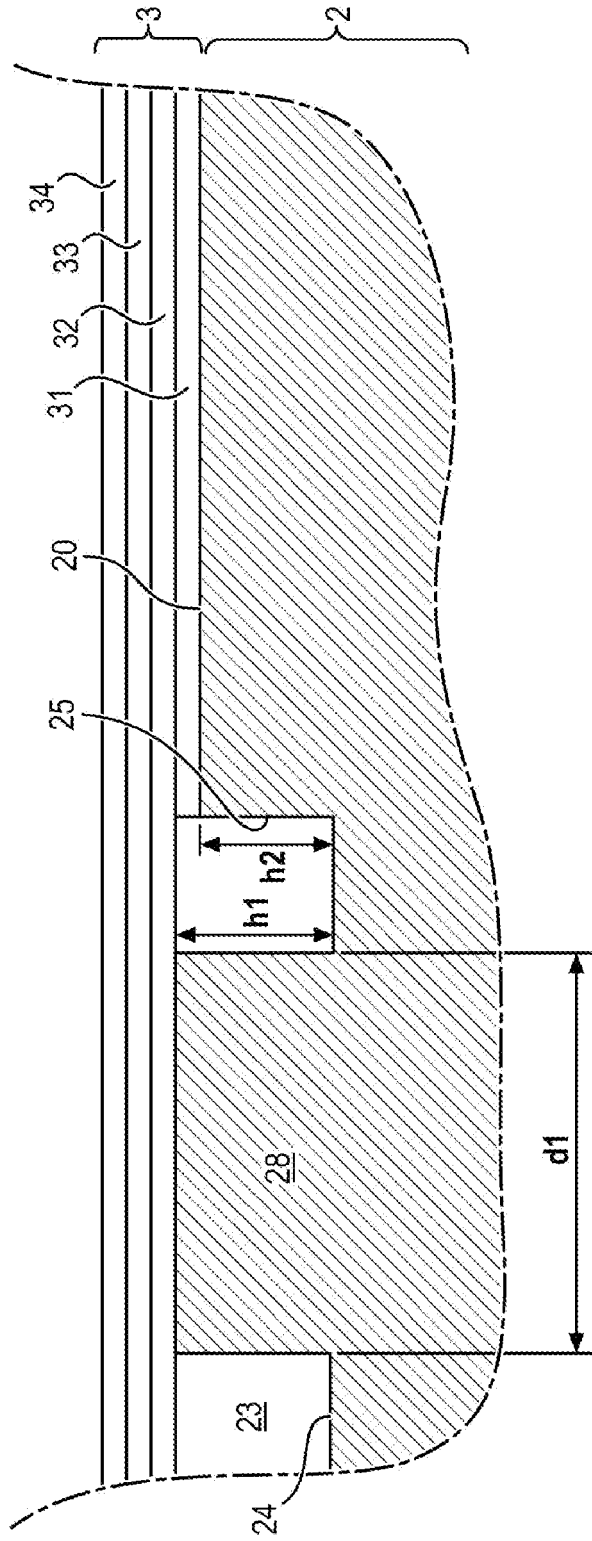
[Fig. 1]



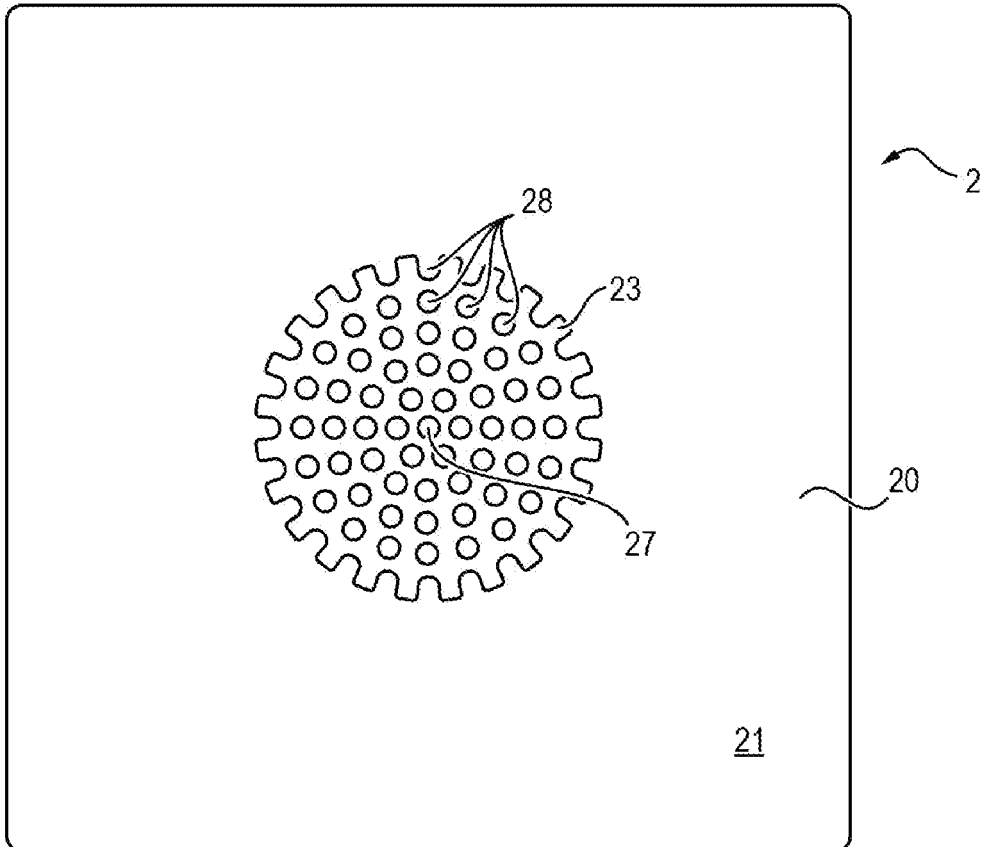
[Fig. 2]



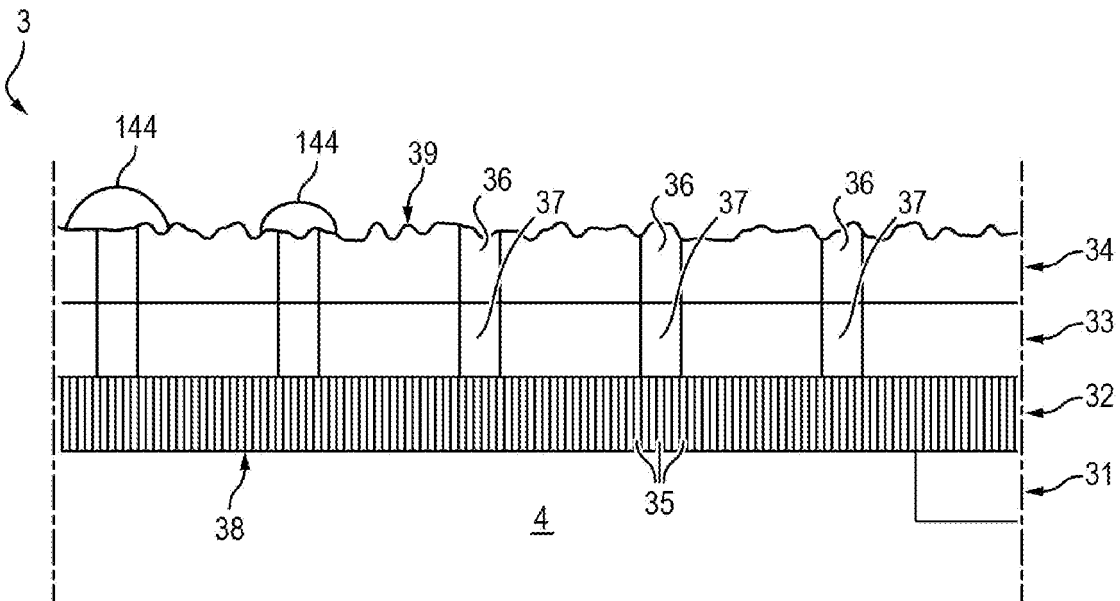
[Fig. 3]



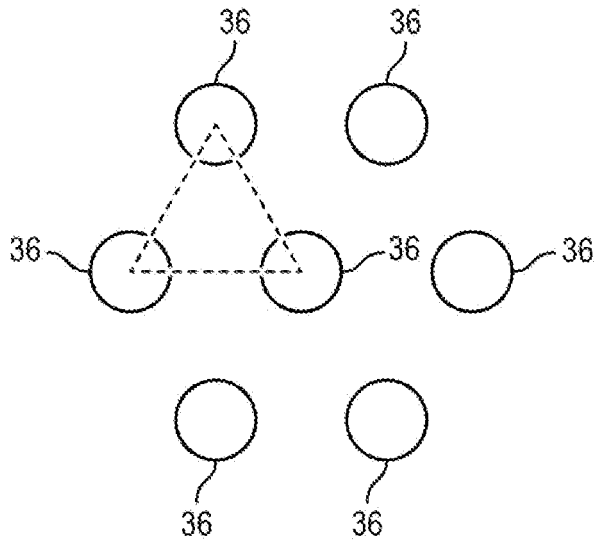
[Fig. 4]



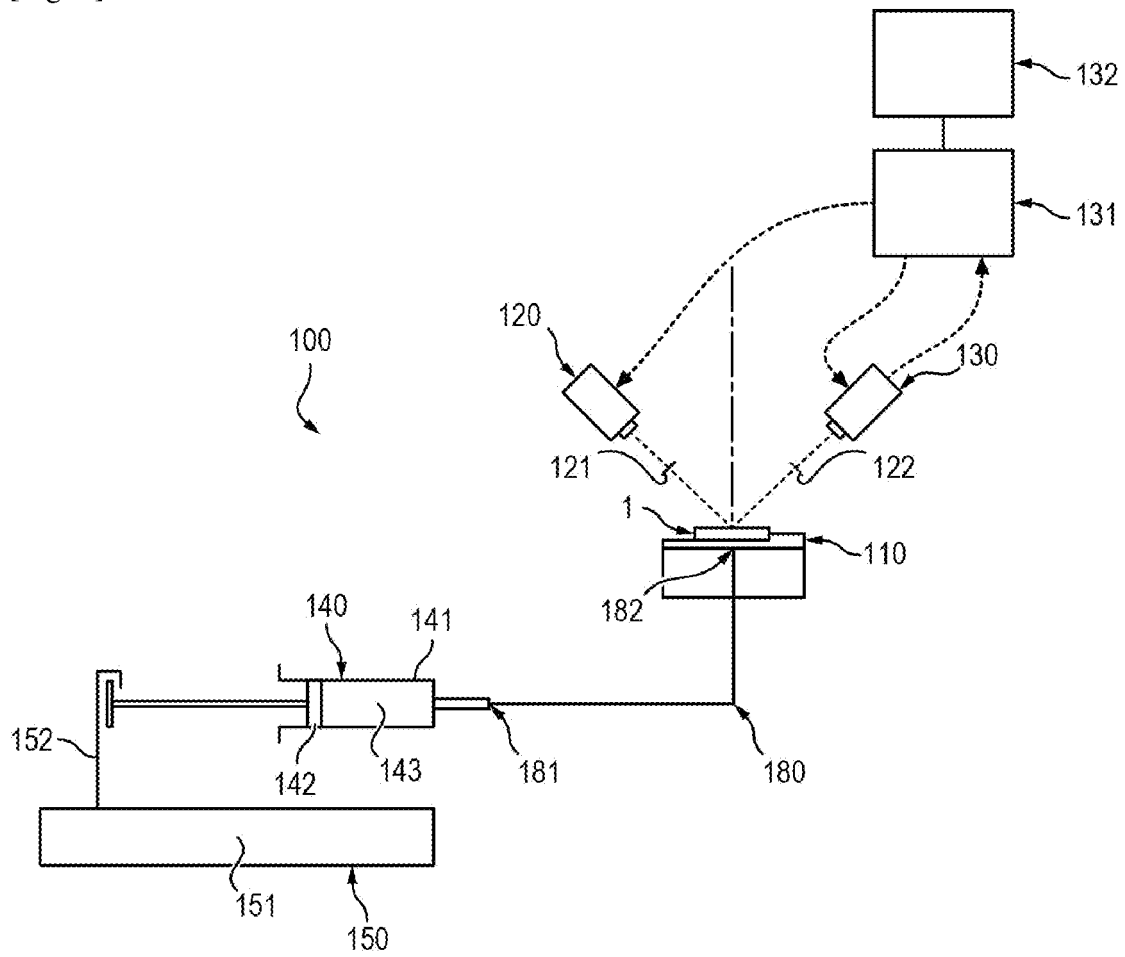
[Fig. 5]



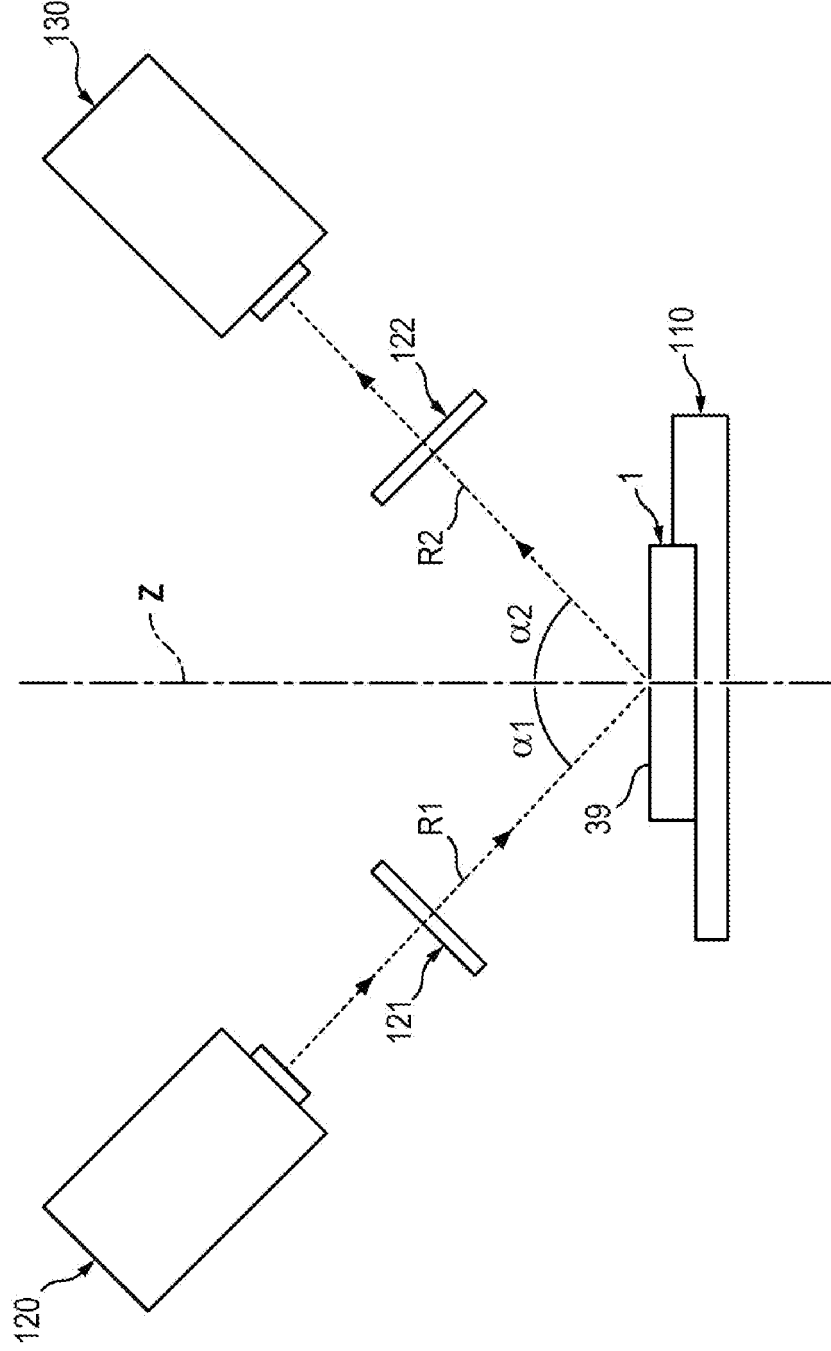
[Fig. 6]



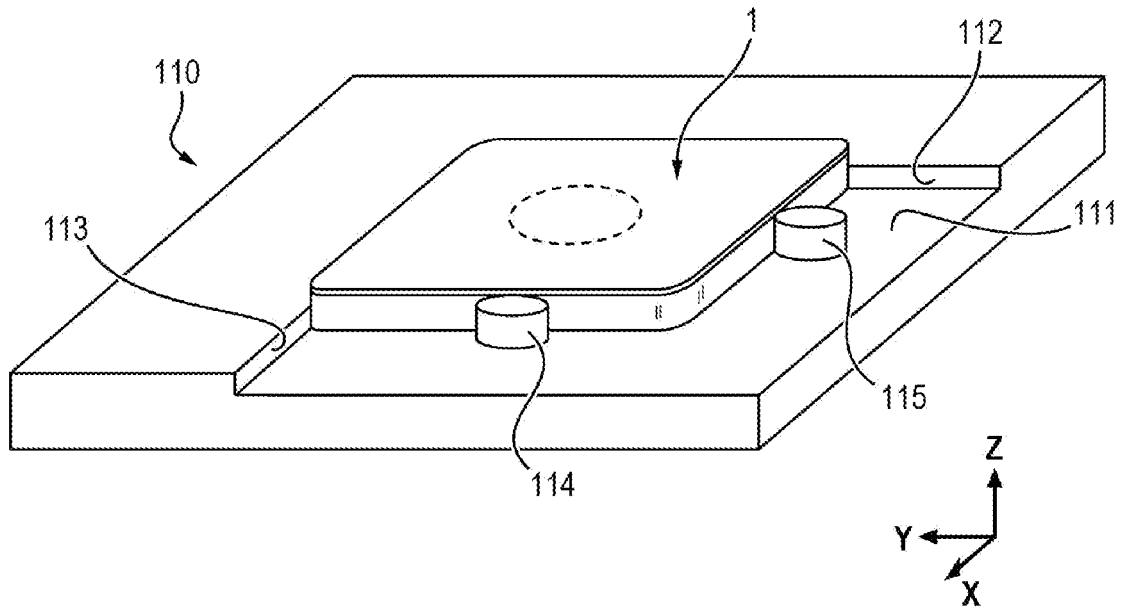
[Fig. 7]



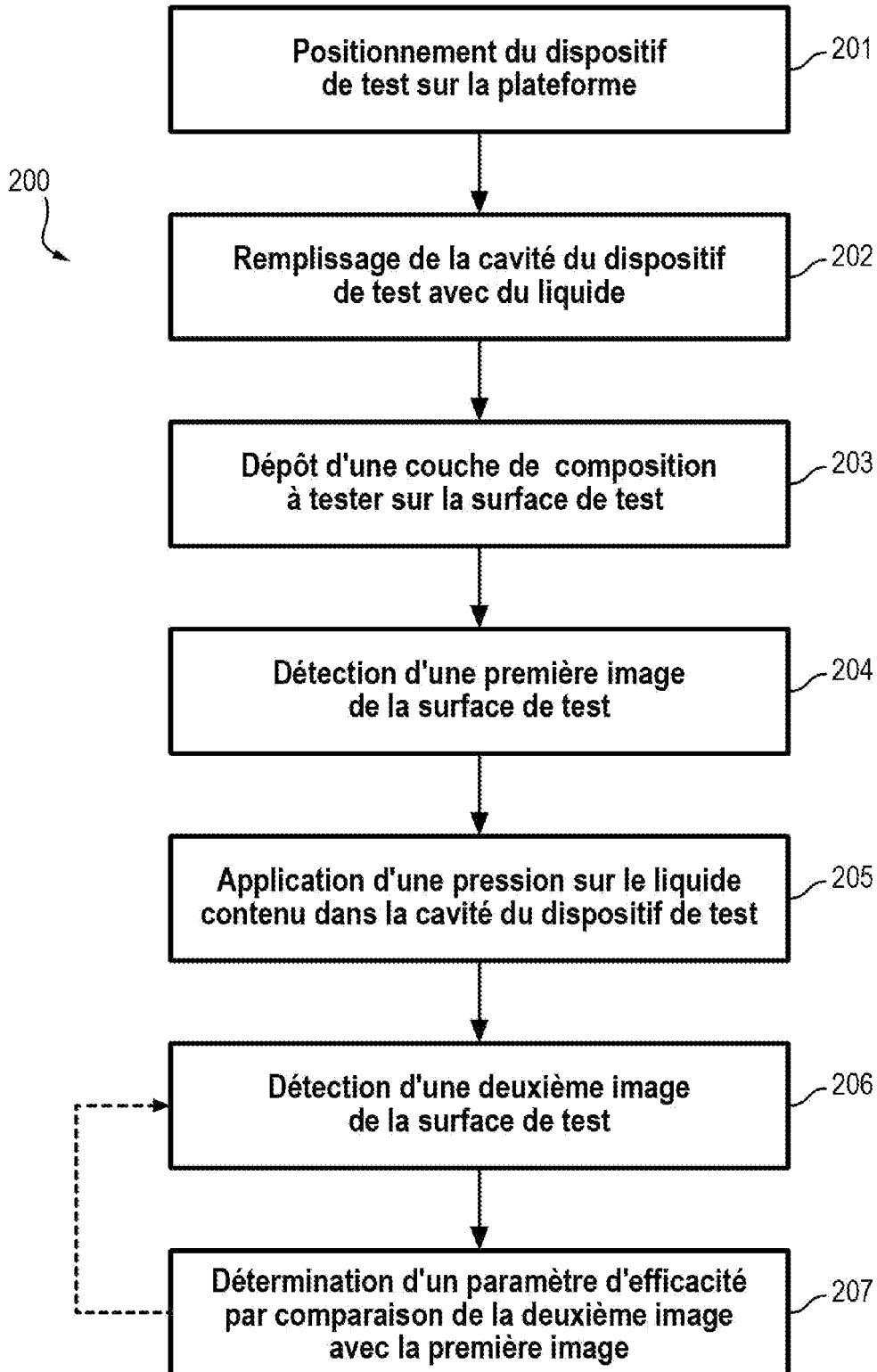
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



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

NEANT

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

EP 3 448 527 A1 (MICROFACTORY [FR])
6 mars 2019 (2019-03-06)

LINLIN HOU ET AL: "Artificial
microfluidic skin for in vitro
perspiration simulation and testing",
LAB ON A CHIP,
vol. 13, no. 10,
1 janvier 2013 (2013-01-01), page 1868,
XP055328483,
UK
ISSN: 1473-0197, DOI: 10.1039/c3lc41231h

MORI NOBUHITO ET AL: "Skin integrated
with perfusable vascular channels on a
chip",
BIOMATERIALS, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL,
vol. 116, 27 novembre 2016 (2016-11-27),
pages 48-56, XP029845502,
ISSN: 0142-9612, DOI:
10.1016/J.BIOMATERIALS.2016.11.031

FR 3 091 821 A1 (MICROFACTORY [FR])
24 juillet 2020 (2020-07-24)

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

NEANT