



(11) **EP 2 477 754 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
10.01.2018 Bulletin 2018/02

(51) Int Cl.:
B05D 3/00 (2006.01) **B05D 3/06** (2006.01)
B05D 7/24 (2006.01) **C23C 16/00** (2006.01)
C23C 16/452 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10763819.9**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2010/051849

(22) Date de dépôt: **06.09.2010**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2011/033208 (24.03.2011 Gazette 2011/12)

(54) **PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE DÉPÔT CHIMIQUE EN PHASE GAZEUSE D'UN FILM POLYMÈRE SUR UN SUBSTRAT**

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR CHEMISCHEN GASPHASENABSCHEIDUNG VON
POLYMERFILMEN AUF EIN SUBSTRAT

METHOD AND DEVICE FOR CHEMICAL VAPOR DEPOSITION OF POLYMER FILM ONTO A
SUBSTRATE

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **17.09.2009 FR 0956386**

(43) Date de publication de la demande:
25.07.2012 Bulletin 2012/30

(73) Titulaires:
• **Essilor International**
94220 Charenton-le-Pont (FR)
• **Centre National de la Recherche Scientifique**
(C.N.R.S.)
75016 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **BIVER, Claudine**
F-94220 Charenton-le-Pont (FR)

• **MAURY, Francis**
F-31432 Toulouse Cedex 04 (FR)
• **SANTUCCI, Virginie**
F-94220 Charenton-le-Pont (FR)
• **SENOQ, François**
F-31432 Toulouse Cedex 04 (FR)
• **VINSONNEAU, Sylvie**
F-94220 Charenton-le-Pont (FR)

(74) Mandataire: **Santarelli**
49, avenue des Champs-Élysées
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 1 672 394 JP-A- 6 302 525
JP-A- 60 253 212 US-A- 4 735 822
US-A- 4 919 077 US-B1- 6 281 511

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 477 754 B1

Description

[0001] L'invention concerne un procédé de dépôt chimique en phase gazeuse, appelé aussi dépôt chimique en phase vapeur (« *chemical vapor deposition* » ou CVD), par lequel le dépôt d'un film de polymère (ou film polymère) s'effectue par activation photonique d'une phase gazeuse réactive.

[0002] Le dépôt CVD de films polymères, généralement en couche mince (par exemple de 50 nanomètres à 100 ou 200 micromètres) sur différents substrats, intéresse tout particulièrement les industries électroniques, de techniques médicales, de défense, d'horlogerie, pharmaceutiques, de micro- et de nanotechnologies.

[0003] Ainsi, le revêtement de parylène®, ou poly-p-xylylène, déposé par CVD, possède de nombreuses caractéristiques très intéressantes pour ces industries. Le dépôt est effectué en évaporation sous vide à température ambiante, en l'absence de solvant, et donne lieu à la production d'un film transparent semi-cristallin. Le procédé de dépôt est connu comme le procédé Gorham (Gorham W.F., « A new general synthetic method for the preparation of linear poly-p-xylenes », J. Polym. Sci. A-1, 4 (1996) 3027) et est généralement mis en oeuvre par la société COMELEC, selon l'enseignement du brevet EP 1 672 394 B1 dont elle est co-titulaire.

[0004] D'autres techniques de dépôt chimique en phase gazeuse ont aussi été étudiées sans l'utilisation de solvants. Ainsi, l'article de K. Chan et K. Gleason, "Photoinitiated chemical vapor deposition of polymeric thin films using a volatile photo initiator", Langmuir 2005, 21, pages 11773-11779, décrit le dépôt de films fins de polymères, à partir de monomères, par mécanisme à radicaux libres. Le procédé de dépôt, ou photo-CVD, est effectué en phase sèche, en une seule étape, et utilise la photolyse d'un photo-initiateur gazeux en présence d'un monomère gazeux. Dans ce procédé, la phase gazeuse, le dépôt en formation et le substrat sont simultanément irradiés par les photons.

[0005] Dans cet article, un exemple de réalisation décrit un procédé CVD opéré en présence d'un monomère gazeux, le glycidyl méthacrylate (GMA), et d'un photo-initiateur gazeux, le 2,2'-azobis (2-méthylpropane) (ABMP). Un film de poly(glycidyl méthacrylate) (PGMA) est ainsi déposé sur un substrat de silice. La photo-initiation est effectuée dans une chambre sous vide qui contient le substrat, équipée d'une source externe de lumière UV, à une intensité de 350 à 400 nanomètres.

[0006] Tous les procédés décrits ci-dessus présentent cependant l'inconvénient d'être réalisés à une très basse pression de travail. Dans le cas où le film polymère est destiné à encapsuler un liquide, cette basse pression de travail limite la nature des liquides à encapsuler à ceux qui ont une tension de vapeur très basse à la température de dépôt. La température de dépôt est généralement la température régnant au voisinage du substrat.

[0007] En outre, un des inconvénients de ces procédés de l'art antérieur est que la pression de travail n'est gé-

néralement pas contrôlée. En effet, cette pression de travail varie au cours de la croissance du film polymère. Un autre de ces inconvénients est que la vitesse de dépôt n'est pas constante. C'est pourquoi l'épaisseur des dépôts est généralement difficile à contrôler. Ainsi, un inconvénient majeur des procédés de l'art antérieur est l'absence de reproductibilité du dépôt de film polymère.

[0008] La présente demande de brevet vise à remédier aux inconvénients de l'art antérieur.

[0009] A cet effet, l'invention concerne un procédé de dépôt chimique en phase gazeuse d'un film polymère sur un substrat, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comporte les deux étapes successives distinctes suivantes :

- une étape d'activation photonique de la phase gazeuse, dans laquelle une énergie d'activation photonique est fournie à au moins un précurseur de polymère gazeux présent dans une composition principalement gazeuse, et
- une étape de dépôt en phase gazeuse, dans laquelle on dépose le précurseur de polymère gazeux activé, issu de l'étape d'activation photonique, sur un substrat, de façon à former un film polymère sur le substrat, la pression totale de la phase gazeuse étant comprise dans une fourchette de 10^2 à 10^5 Pa,

le procédé étant tel que le film polymère déposé recouvre au moins partiellement du liquide déposé sur le substrat et de préférence au moins en partie du substrat attendant audit liquide, ledit liquide possédant un caractère inerte par rapport au substrat, par rapport au film polymère, et par rapport aux conditions de mise en oeuvre du procédé de l'invention.

[0010] Par suite, l'activation photonique selon l'invention n'est pas réalisée au voisinage du substrat. Le substrat et le film en croissance sur le substrat sont avantageusement protégés d'une éventuelle dégradation par l'activation photonique.

[0011] Ainsi, de manière particulièrement avantageuse selon l'invention, l'activation photonique permet d'apporter sélectivement de l'énergie de façon à décomposer les précurseurs de polymères, sans pour autant perturber le substrat et la phase gazeuse au voisinage du substrat.

[0012] Un autre des avantages de l'invention est que le procédé est particulièrement fiable et industrialisable.

[0013] D'autre part, il est possible de déposer, selon le procédé de l'invention, une très grande variété de films polymères sur des substrats.

[0014] Les rayonnements d'activation photonique sont généralement des rayonnements UV (ou Ultra Violet), le plus souvent à une longueur d'onde de 200 à 400 nm.

[0015] Le substrat est généralement solide et en silice, en verre, en quartz, en polymère, ou en métal. Le substrat peut même être photosensible puisque, dans le procédé de l'invention, le substrat n'est pas irradié par les rayonnements d'activation photonique.

[0016] Le substrat peut aussi comporter au moins une cavité dans laquelle le liquide est déposé, qui est généralement une microcuve. Une telle microcuve comprend au moins une paroi le plus souvent en polymère (organique, inorganique ou hybride, i.e. mélange inorganique - organique), silice, verre ou quartz, de préférence en polymère. Ce polymère est aussi appelé résine.

[0017] De la sorte, le film polymère est déposé sur un substrat comportant au moins une microcuve dans laquelle au moins un liquide est déposé.

[0018] Ainsi, le procédé selon l'invention permet d'encapsuler un liquide qui est initialement présent sur le substrat, c'est-à-dire d'envelopper totalement ledit liquide par un film polymère et par une partie du substrat. Le plus souvent, le liquide est enfermé dans une enveloppe constituée d'une partie du film polymère et d'une partie du substrat. Cette enveloppe peut être étanche ou non.

[0019] En particulier, le substrat peut être formé d'une pluralité de microcuves, chaque microcuve ayant au moins une paroi commune avec une autre microcuve, et le film déposé selon l'invention peut être étanche et venir sceller l'ensemble des microcuves dans lequel repose au moins un liquide, ou seulement au moins deux microcuves. Il est aussi possible que le film déposé selon l'invention ne soit pas étanche, les liquides des différentes microcuves pouvant se mélanger entre eux.

[0020] Avantageusement, le procédé selon l'invention, dans lequel on ne procède pas à une activation photonique au voisinage du substrat, permet d'effectuer un dépôt de film polymère sur un liquide ayant une faible pression de vapeur saturante de liquide à la température de dépôt.

[0021] De préférence, selon l'invention, ledit liquide présente une pression de vapeur saturante inférieure à 100 Pa, de préférence inférieure à 10 Pa, à la température de dépôt.

[0022] En outre, cette pression de vapeur saturante est généralement inférieure à la pression totale de la phase gazeuse d'un certain rapport, par exemple de 10 à 100.

[0023] Or, le brevet EP 1 672 394 B1 mentionne une pression totale dans la chambre de dépôt de 7 Pa à la température de dépôt, et indique que la pression de vapeur saturante du liquide à encapsuler doit être inférieure à cette pression, et idéalement inférieure à 0,7 Pa à la température de dépôt. Selon l'invention, la pression de travail peut donc être notablement et avantageusement supérieure à la pression de travail du procédé de dépôt de parylène selon l'art antérieur.

[0024] Ainsi, le procédé selon l'invention peut avantageusement être mis en oeuvre à une pression de dépôt proche de la pression atmosphérique et/ou à une température proche de la température ambiante (environ 20°C).

[0025] En particulier, le procédé selon l'invention est tel que la température de la phase gazeuse est comprise dans une fourchette de 20 à 100°C, de préférence de 50 à 70°C, dans l'étape d'activation photonique. En outre,

indépendamment ou non, le procédé selon l'invention est tel que, dans l'étape de dépôt en phase gazeuse, la pression totale de la phase gazeuse est comprise de préférence dans une fourchette de 10^2 à 4.10^3 Pa, et la température du substrat est comprise dans une fourchette de -10 à 50°C, de préférence de 20 à 30°C.

[0026] Le précurseur de polymère est généralement un monomère photo-polymérisable à la longueur d'onde de l'activation UV, et il peut généralement être utilisé avec ou sans photo-initiateur de polymérisation. Selon l'invention, le précurseur est de préférence choisi dans le groupe formé par les monomères : dérivés acryliques (tels que des époxy acrylates, des uréthanes acrylates, des polyesters acrylates), dérivés méthacryliques, dérivés parylènes, dérivés du styrène, dérivés itaconiques, dérivés fumariques, halogénures de vinyle, esters vinyliques, éthers vinyliques, et vinyles hétéroaromatiques ; et de façon encore plus préférée choisi dans le groupe formé par le poly(éthylène glycol) diacrylate (PEGDA), le poly(éthylène glycol) méthacrylate (PEGMA), le 2-hydroxy éthyl méthacrylate (HEMA), l'acide acrylique (AA), l'éthyl acrylate (EA), le méthyl méthacrylate (MMA) et le di-chloro-di-p-xylylène (dichloro [2,2]paracyclophane). Mais ce peut aussi être un mélange, par exemple de thiol et de polyène, ou un monomère multifonctionnel tel qu'un di ou tri acrylate comme le 1,6 hexanediol diacrylate (HDDA) ou le pentaerythritol triacrylate (PETA), ou diénique comme le divinyl benzène ou le butadiène ou l'isoprène.

[0027] Bien entendu, tout autre précurseur de polymère que pourrait envisager l'homme du métier est aussi compris dans le cadre de l'invention.

[0028] Selon l'invention, le précurseur de polymère peut être sous forme gazeuse, auquel cas il alimente directement, seul ou en mélange gazeux, l'étape d'activation photonique.

[0029] Mais ledit précurseur de polymère peut aussi être sous forme liquide ou solide, auquel cas le procédé de l'invention comporte au moins une étape supplémentaire, destinée à fournir le précurseur de polymère, seul ou en mélange, sous forme gazeuse pour l'étape d'activation photonique.

[0030] Ainsi, le procédé selon l'invention peut comporter en outre au moins une étape de vaporisation, de bullage ou de sublimation, qui permet l'alimentation en précurseur de polymère gazeux.

[0031] Le précurseur de polymère peut être sous forme liquide quand il est soit sous forme liquide, soit solubilisé dans un solvant lui-même liquide.

[0032] Selon l'invention, lorsque le précurseur de polymère est sous forme liquide, le procédé comporte en outre, de préférence, au moins une étape de vaporisation, ladite étape de vaporisation étant réalisée préalablement à l'étape d'activation photonique, et permettant l'alimentation en précurseur de polymère gazeux.

[0033] Ladite étape de vaporisation peut éventuellement être précédée d'une étape d'injection liquide, qui permet l'injection du précurseur de polymère liquide.

[0034] Ainsi, selon un mode de réalisation de l'invention, lorsque le précurseur de polymère est sous forme liquide, le procédé peut comporter en outre, de préférence, au moins une étape d'injection liquide suivie d'une étape de vaporisation, lesdites étapes d'injection liquide et de vaporisation étant réalisées préalablement à l'étape d'activation photonique, et ladite étape de vaporisation permettant l'alimentation en précurseur de polymère gazeux.

[0035] L'étape d'injection liquide peut être une étape d'injection liquide puisée.

[0036] Selon un mode de réalisation de l'invention, lorsque le précurseur de polymère est sous forme liquide, le procédé peut comporter en outre, au moins une étape de bullage, ladite étape de bullage étant réalisée par passage d'au moins un gaz vecteur dans du précurseur de polymère liquide préalablement à l'étape d'activation photonique, et ladite étape de bullage permettant l'alimentation en précurseur de polymère gazeux.

[0037] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, lorsque le précurseur de polymère est sous forme solide, le procédé comporte en outre au moins une étape de sublimation, qui permet l'alimentation en précurseur de polymère gazeux. Ladite étape de sublimation est réalisée préalablement à l'étape d'activation photonique.

[0038] Le procédé selon l'invention permet donc, avantageusement, l'alimentation en précurseur de polymère gazeux à partir d'un composé gazeux, liquide ou solide. Le précurseur de polymère prêt à subir une activation photonique se trouve généralement sous forme gazeuse.

[0039] Dans tous les cas, la composition principalement gazeuse, de préférence totalement gazeuse, peut comporter un autre composé en plus du précurseur de polymère. Cet autre composé, qui est par exemple un photo initiateur, peut être fourni en même temps et dans la même phase que le précurseur de polymère alimentant l'étape d'activation photonique.

[0040] Cet autre composé est le plus souvent choisi dans le groupe formé par des solvants du précurseur de polymère, des photo initiateurs et des gaz vecteurs.

[0041] Ainsi, l'invention concerne aussi le cas où la composition gazeuse comporte, outre le précurseur de polymère, au moins un élément choisi dans le groupe formé par des solvants du précurseur de polymère, des photo initiateurs et des gaz vecteurs.

[0042] Parmi les gaz vecteurs, inertes ou non, on peut citer l'azote.

[0043] Le photo-initiateur est généralement un composé qui peut être activé par les UV à la longueur d'onde choisie, et former des radicaux réactifs afin d'amorcer la réaction de polymérisation. Le photo initiateur peut être choisi, par exemple, dans la famille des cétales benzyl-iques, des benzoines, des cétones α -amino aromatiques, des oxydes d'acylphosphines, des α -hydroxycétones, et des phénylglyoxylates. Le photoinitiateur est de façon particulièrement préférée choisi parmi les composés suivants: le 1-hydroxy-cyclohexyl-phényl-cétone (IRGACU-

RE® 184 commercialisé par la société CIBA) et le 2-hydroxy-2-méthyl-1-phényl-1-propanone (DAROCUR® 1173 commercialisé par la société CIBA).

[0044] Dans une variante préférée de l'invention, l'étape de dépôt en phase gazeuse s'effectue de telle façon que le précurseur de polymère gazeux, seul ou en mélange, arrive sur le substrat en un flux de phase gazeuse perpendiculaire à la surface du substrat.

[0045] Avantageusement, cela permet de mieux contrôler l'épaisseur du film polymère ainsi que la reproductibilité d'un tel dépôt.

[0046] De façon particulièrement préférée, le substrat effectue en outre un mouvement dans une direction perpendiculaire audit flux de phase gazeuse, ce qui permet de déposer en continu une grande surface de film polymère, et ce qui permet un meilleur contrôle du dépôt.

[0047] De même, de façon particulièrement préférée, le substrat effectue en outre un mouvement de rotation dans un plan perpendiculaire audit flux de phase gazeuse, ce qui permet de déposer en continu une grande surface de film polymère, et ce qui permet un meilleur contrôle du dépôt.

[0048] Le liquide partiellement recouvert par le film polymère déposé selon le procédé de l'invention est par exemple choisi dans le groupe formé par des huiles, des solvants organiques, à haut ou bas point d'ébullition, des liquides contenant au moins un colorant sensible à la température et aux UV, de préférence un colorant sensible aux UV, par exemple un colorant photochromique.

[0049] L'invention concerne aussi un dispositif tout particulièrement utile pour la mise en oeuvre du procédé tel que décrit précédemment.

[0050] Selon l'invention, un tel dispositif est un dispositif de dépôt chimique en phase gazeuse comportant au moins une chambre d'activation photonique, au moins une chambre de dépôt en phase gazeuse pour recevoir un substrat, au moins un moyen d'alimentation de réactif de la chambre d'activation photonique, le dispositif étant tel que les deux chambres sont distinctes de façon à ce que l'activation photonique ne soit pas réalisée au voisinage du substrat, et qu'il comporte au moins un moyen de circulation de gaz depuis la chambre d'activation photonique jusqu'à la chambre de dépôt en phase gazeuse, ledit dispositif étant caractérisé en ce que le moyen d'alimentation de réactif est un mode d'injection liquide associé à un moyen de vaporisation.

[0051] Le moyen de circulation de gaz depuis la chambre d'activation photonique jusqu'à la chambre de dépôt en phase gazeuse peut être un conduit. Ce conduit peut être apte à être chauffé, c'est-à-dire associé à au moins un moyen de chauffage.

[0052] La chambre d'activation photonique est apte à être chauffée. Cela peut permettre de contrôler la température des composés présents dans cette chambre.

[0053] La chambre de dépôt en phase gazeuse est apte à être chauffée ou refroidie. Cela peut permettre de contrôler la température des composés présents dans ces chambres.

[0054] De préférence, ledit dispositif comporte en outre une chambre de mélange située en amont de la chambre d'activation, dans le sens de circulation de gaz, ladite chambre de mélange étant reliée à au moins un moyen d'alimentation de réactif de la chambre de mélange et au moins un moyen d'alimentation de gaz vecteur, ladite chambre de mélange étant en outre apte à mélanger au moins un gaz et au moins un réactif. La présence d'au moins deux moyens distincts d'alimentation permet avantageusement l'ajustement des proportions et débit total des espèces présentes dans la chambre de mélange.

[0055] Dans le cas où le moyen d'alimentation de réactif est en chambre de mélange, il n'est généralement pas présent en chambre d'activation photonique. Le moyen d'alimentation de réactif dans la chambre de mélange est alors le moyen d'alimentation de réactif de la chambre d'activation photonique.

[0056] La chambre de mélange est apte à être chauffée. Cela peut permettre de contrôler la température des composés présents dans cette chambre.

[0057] Le moyen d'alimentation de réactif, qu'il alimente la chambre de mélange ou la chambre d'activation photonique, est un moyen d'injection liquide, pulsée ou non, de préférence un moyen d'injection liquide puisée. En outre, indépendamment ou non, le moyen d'injection liquide est associé à un moyen de vaporisation. Mais le moyen d'alimentation de réactif peut aussi être un simple conduit d'alimentation, par exemple de liquide, associé audit moyen de vaporisation.

[0058] Le moyen d'alimentation de réactif peut aussi être un moyen d'alimentation gazeuse.

[0059] De préférence, le moyen d'alimentation gazeuse est alimenté par au moins un moyen de vaporisation, de bullage ou de sublimation. Par exemple un moyen de sublimation permet d'alimenter le moyen d'alimentation gazeuse, qui est un simple conduit, chauffé ou non, débouchant dans la chambre d'activation photonique ou la chambre de mélange.

[0060] Ainsi, selon l'invention, le dispositif peut comprendre en outre au moins un moyen parmi les moyens de vaporisation, les moyens de bullage et les moyens de sublimation, et de préférence le dispositif comprend en outre un moyen de vaporisation.

[0061] En particulier, selon l'invention, le dispositif comporte en outre au moins un moyen de régulation de la pression totale dans la chambre de dépôt.

[0062] Avantageusement, cela permet une homogénéité structurale et des propriétés du dépôt.

[0063] L'invention sera mieux comprise à la lecture des figures suivantes, parmi lesquelles :

- la figure 1 représente schématiquement un dispositif selon l'invention comportant une chambre R de mélange;
- la figure 2 représente schématiquement la chambre R, dans le cas où le précurseur de polymère est liquide et où la chambre R est une chambre R_L de

mélange et de vaporisation, ainsi que le dispositif d'alimentation en amont de cette chambre R_L ; et

- la figure 3 représente schématiquement la chambre R, ici R_G , dans le cas où le précurseur de polymère est gazeux, et le dispositif d'alimentation en amont de cette chambre R_G .

[0064] Deux variantes du dispositif selon l'invention sont représentées aux figures 1 à 3, selon que le précurseur de polymère est liquide (combinaison des figures 1 et 2, première variante) ou gazeux (combinaison des figures 1 et 3, seconde variante).

[0065] Le dispositif 1 comporte un conduit d'alimentation 10 en espèces, en particulier réactives, un conduit d'alimentation 11 en au moins un gaz vecteur, par exemple tel que de l'azote N_2 , ces deux conduites 10 et 11 alimentant une chambre R de mélange. Le gaz vecteur est un gaz inerte de transport, et permet avantageusement d'ajuster la dilution et le débit total de la phase gazeuse qui traverse la zone d'activation UV.

[0066] Un conduit 12 de sortie de la chambre R effectue l'alimentation d'une zone Z d'activation UV. La zone Z comprend quatre lampes, parmi lesquelles deux lampes UV 42 et 43 sont représentées sur la figure 1, destinées à activer tout composé réactif (aux UV à la longueur d'onde mise en oeuvre) qui traverse une chambre 4 située au sein de la zone Z. La chambre 4 est la chambre d'activation photonique selon l'invention. La chambre 4 est constituée d'un tube de quartz. Les quatre lampes de la zone Z travaillent en général à 250 nanomètres. Mais une autre quantité de lampes et une autre valeur de longueur d'onde peuvent aussi être choisies par l'homme du métier.

[0067] La chambre 4 est alimentée par les espèces, en particulier réactives, issues de la chambre R, par le conduit 12.

[0068] Du gaz circule par un moyen de circulation de gaz (non représenté), qui est par exemple un conduit, depuis la chambre 4 jusqu'à une chambre 5 de dépôt qui est la chambre de dépôt en phase gazeuse de l'invention.

[0069] Selon la représentation de la figure 1, la chambre 5 est située en aval et au-dessous, à la verticale, de la chambre 4.

[0070] Un substrat 6, généralement sous forme de plaque, est placé au sein de la chambre de dépôt 5, de façon à ce que le flux gazeux de matières, en particulier activées par les UV, qui provient de la chambre 4 arrive perpendiculairement au plan du substrat 6. Une flèche F indique une possibilité de déplacement en translation du substrat 6 de façon à ce que le film polymère soit déposé le plus régulièrement possible et sur une surface la plus étendue possible du substrat 6.

[0071] Une vanne de remise à l'air 7 est associée à la chambre de dépôt 5. Un conduit 8 permet d'alimenter une chambre de régulation de pression 9 à partir de la chambre 5. La chambre 9 est alimentée par un conduit de pompage 14 et est reliée en sortie à un conduit de régulation de pression 13, qui permet au surplus de gaz

d'être évacué.

[0072] L'ensemble (8, 9, 13, 14) constitue un moyen de régulation de la pression totale dans la chambre 5, sous la forme d'un système de pompage avec régulation automatique de la pression.

[0073] Avantageusement selon l'invention, le dispositif 1 permet de réaliser des films minces de polymères, en particulier à une pression proche de 1 Torr (soit 100 Pa), et avec un mode d'activation de la phase gazeuse et uniquement de la phase gazeuse.

[0074] La figure 2 représente schématiquement la chambre R_L de mélange et de vaporisation, dans le cas où le précurseur de polymère est liquide, ainsi que le dispositif d'alimentation en amont de cette chambre R_L , dans le cadre de la première variante du dispositif selon l'invention combinant les figures 1 et 2.

[0075] Par rapport à la chambre R, la chambre R_L comporte au moins un moyen de vaporisation (non représenté), constitué en général par au moins un moyen de chauffage.

[0076] Le conduit 10 débouche sur un système d'injection liquide pulsée 37.

[0077] Dans le cas représenté sur la figure 2, le liquide d'alimentation de la chambre R_L comprend soit un solvant de nettoyage soit un monomère (qui est le réactif). En effet, un réservoir de solvant pressurisé 15 et un réservoir de monomère liquide (ou en solution) pressurisé 16 peuvent alimenter, respectivement par un conduit 20 régulé par une vanne 17 et par un conduit 21 régulé par une vanne 18, un conduit 10. Le conduit 10 débouche sur l'injecteur 37 qui alimente la chambre de mélange et de vaporisation R_L . La chambre R_L fournit par le conduit 12 un flux gazeux alimentant la chambre 4. Ledit flux gazeux comprend le réactif à l'état gazeux.

[0078] Selon l'invention, l'injecteur 37 est de préférence nettoyé par un produit liquide approprié, tel que le solvant de nettoyage, après chaque essai.

[0079] La figure 3 représente schématiquement la chambre R_G de mélange, dans le cas où le précurseur de polymère est gazeux, et le dispositif d'alimentation en amont de cette chambre R_G , dans le cadre de la seconde variante du dispositif selon l'invention combinant les figures 1 et 3.

[0080] Le moyen d'alimentation de réactif est le conduit 10, qui est alimenté par un moyen de sublimation (23, 24, 25, 26, 27, 28). La composition gazeuse comprenant le réactif comporte généralement d'autres espèces telles que du ou des solvants, un ou plusieurs gaz vecteurs, un ou plusieurs photo initiateurs. Dans le cas représenté sur la figure 3, le flux gazeux d'alimentation comprend un photo initiateur, un gaz vecteur et un monomère.

[0081] Sur la figure 3, un réservoir 29 de photo initiateur solide 31, régulé par des vannes 26, 27, et 28, et un conduit 33 d'alimentation en gaz vecteur alimentent respectivement en gaz vecteur et en photo initiateur sublimé, par un conduit 35, régulé par une vanne 19, un conduit de mélange 10.

[0082] De la même façon, un réservoir 30 de mono-

mère solide 32, régulé par des vannes 23, 24, et 25, et un conduit 34 d'alimentation en gaz vecteur alimentent respectivement en gaz vecteur et en monomère sublimé, par un conduit 36, régulé par une vanne 22, le conduit de mélange 10.

[0083] Le conduit 10 débouche sur la chambre de mélange R_G . La composition gazeuse qui sort de ladite chambre R_G par le conduit 12 comprend le réactif monomère, le gaz vecteur et le photo initiateur à l'état gazeux.

[0084] De façon générale, l'homme du métier est à même d'adapter le dispositif selon l'invention, tel que représenté selon les deux variantes des figures 1 à 3, sans sortir du cadre de l'invention.

[0085] Les exemples qui suivent illustrent l'invention sans en limiter la portée.

Exemples

[0086] L'invention a été mise en oeuvre selon des exemples illustratifs, et non limitatifs, par la première variante du dispositif selon l'invention représentée sur les figures 1 et 2.

[0087] Dans le cadre de ces exemples, le ou les produits réactifs étaient liquides. Ils ont été placés initialement dans le réservoir 16. Une pression a été appliquée pour les amener par le conduit 10 vers l'injecteur pulsé 37. Cet injecteur 37 a permis de générer un spray, qui a ensuite été complètement vaporisé dans la chambre R_L de vaporisation et de mélange.

[0088] Les espèces réactives gazeuses arrivant dans la chambre R_L ont été brassées par l'arrivée de gaz vecteur N_2 par le conduit 11 et vaporisées grâce à un système de chauffage de ladite chambre R_L , à une température en général de 40 à 80°C.

[0089] Les vapeurs réactives ont ensuite été entraînées par le gaz vecteur dans le conduit 12 puis dans le tube 4 de quartz transparent aux rayonnements utilisés, où elles ont subi une activation photonique à 254 nm, par les quatre lampes (42, 43) disposées autour de la chambre 4.

[0090] Les vapeurs activées par les radiations ont ensuite été conduites dans la chambre 5 de dépôt où elles se sont condensées et ont polymérisé sur le substrat 6 placé au centre de la chambre 5. La chambre 5 de dépôt a été laissée à température ambiante (environ 20°C).

[0091] Le dispositif 1 était équipé d'un système de pompage et d'une régulation automatique de pression (8, 9, 13, 14). Les vapeurs réactives qui n'ont pas réagi ont été piégées dans un piège à azote liquide (non représenté sur la

[0092] Figure 1) situé en sortie de la chambre 5 de dépôt.

[0093] Selon ces exemples, le procédé de dépôt selon l'invention a été appliqué avec succès à quelques cas.

1. Le polymère déposé a été le poly (acide acrylique) (PAA). Il a été réalisé à partir du monomère liquide :

acide acrylique (tension de vapeur : 5,33 Torr soit 711 Pa à 20°C, viscosité 1,3 cp à 25°C) et sans ajout de photo-initiateur. Le substrat de silicium était à température ambiante et la pression de dépôt était de 20 Torr (2667 Pa), le débit de gaz vecteur (N₂) étant de 500 sccm (soit 0,845 Pa.m³.s⁻¹).

2. Le polymère déposé a été le poly (méthacrylate de méthyle) (PMMA). Il a été déposé à partir du monomère liquide : méthacrylate de méthyle (tension de vapeur : 38,7 Torr (5147 Pa) à 20°C, viscosité 0,7 cp à 25°C) et d'un photo-initiateur : l'IRGACURE®184, solubilisé dans le monomère (2% en masse). Les substrats de silicium et de verre étaient à température ambiante et la pression de dépôt était de 6 Torr (800 Pa). Le débit de gaz vecteur (N₂) était de 250 sccm (soit 0,422 Pa.m³.s⁻¹). Les deux films obtenus sur ces deux substrats étaient transparents pour une épaisseur moyenne de 400 nm.

3. L'hexadécane a été encapsulé avec le poly (hydroxyéthyl méthacrylate) (PHEMA). L'hexadécane ne solubilise pas le poly (hydroxyéthyl méthacrylate) ni son monomère. L'hexadécane a pu être encapsulé avec succès dans les conditions décrites dans l'exemple 2. de dépôt avec le PMMA.

[0094] L'hexadécane est un liquide trop volatil (pression de vapeur de 0,01 Torr, soit 1,33 Pa, à 40°C) pour être encapsulé par le procédé parylène de COMELEC (où la pression de fonctionnement est de 3,7 mTorr soit 0,5 Pa à 40°C).

[0095] Le dépôt CVD selon l'invention a donc permis de réaliser un film de PHEMA encapsulant de l'hexadécane, ce qui est nouveau. Il en découle un intérêt majeur envers le procédé et le dispositif selon l'invention.

Revendications

1. Procédé de dépôt chimique en phase gazeuse d'un film polymère sur un substrat (6), ledit procédé étant **caractérisé en ce qu'il** comporte les deux étapes successives distinctes suivantes :

- une étape d'activation photonique de la phase gazeuse dans laquelle une énergie d'activation photonique (42, 43) est fournie à au moins un précurseur de polymère gazeux présent dans une composition principalement gazeuse, et
- une étape de dépôt en phase gazeuse dans laquelle on dépose le précurseur de polymère gazeux activé, issu de l'étape d'activation photonique, sur un substrat (6) de façon à former un film polymère sur le substrat, la pression totale de la phase gazeuse étant comprise dans une fourchette de 10² à 10⁵ Pa,

ledit procédé étant tel que le film polymère déposé recouvre au moins partiellement du liquide déposé

sur le substrat et de préférence au moins en partie du substrat attenant audit liquide, ledit liquide possédant un caractère inerte par rapport au substrat, par rapport au film polymère et par rapport aux conditions de mise en oeuvre du procédé.

2. Procédé selon la revendication précédente tel que la température de la phase gazeuse est comprise dans une fourchette de 20 à 100°C, de préférence de 50 à 70°C, dans l'étape d'activation photonique, et/ou que, dans l'étape de dépôt en phase gazeuse, la température du substrat est comprise dans une fourchette de -10 à 50°C, de préférence de 20 à 30°C.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes tel que la pression totale de la phase gazeuse est comprise dans une fourchette de 10² à 4.10³ Pa.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes tel que ledit liquide présente une pression de vapeur saturante inférieure à 100 Pa, de préférence inférieure à 10 Pa, à la température de dépôt.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes tel que le précurseur de polymère est choisi dans le groupe formé par les monomères : dérivés acryliques (tels que des époxy acrylates, des uréthanes acrylates, des polyesters acrylates), dérivés méthacryliques, dérivés parylènes, dérivés du styrène, dérivés itaconiques, dérivés fumariques, halogénures de vinyle, esters vinyliques, éthers vinyliques, et vinyliques hétéroaromatiques ; et de préférence choisi dans le groupe formé par le poly(éthylène glycol) diacrylate (PEGDA), le poly(éthylène glycol) méthacrylate (PEGMA), le 2-hydroxy éthyl méthacrylate (HEMA), l'acide acrylique (AA), l'éthyl acrylate (EA), le méthyl méthacrylate (MMA) et le dichloro-di-p-xylylène (dichloro [2,2]paracyclophane).
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes comportant en outre, lorsque le précurseur de polymère est sous forme liquide, au moins une étape de vaporisation, ladite étape de vaporisation étant réalisée préalablement à l'étape d'activation photonique, et permettant l'alimentation en précurseur de polymère gazeux, ladite étape de vaporisation étant éventuellement précédée d'une étape d'injection liquide, qui permet l'injection du précurseur de polymère liquide.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 comportant en outre au moins une étape de vaporisation, de bullage ou de sublimation (23, 24, 25, 26, 27, 28), qui permet l'alimentation en précurseur de polymère gazeux.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes tel que l'étape de dépôt en phase gazeuse s'effectue de telle façon que le précurseur de polymère gazeux, seul ou en mélange, arrive sur le substrat en un flux de phase gazeuse perpendiculaire à la surface du substrat.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes tel que la composition gazeuse comporte, outre le précurseur de polymère, au moins un élément choisi dans le groupe formé par des solvants du précurseur de polymère, des photo initiateurs et des gaz vecteurs.
10. Utilisation d'un dispositif (1) de dépôt chimique en phase gazeuse d'un film polymère pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 9, ledit dispositif (1) comportant au moins une chambre d'activation photonique (4), au moins une chambre de dépôt en phase gazeuse (5) pour recevoir un substrat, au moins un moyen d'alimentation de réactif (12) de la chambre d'activation photonique (4), le dispositif (1) étant tel que les deux chambres (4, 5) sont distinctes de façon à ce que l'activation photonique ne soit pas réalisée au voisinage du substrat, et qu'il comporte au moins un moyen de circulation de gaz depuis la chambre d'activation photonique (4) jusqu'à la chambre de dépôt en phase gazeuse (5), ledit dispositif (1) étant **caractérisé en ce que** le moyen d'alimentation de réactif est un moyen d'injection liquide associé à un moyen de vaporisation.
11. Utilisation d'un dispositif (1) selon la revendication précédente, ledit dispositif (1) comportant en outre une chambre de mélange (R , R_G , R_L) située en amont de la chambre d'activation (4), dans le sens de circulation de gaz, ladite chambre de mélange (R , R_G , R_L) étant reliée à au moins un moyen d'alimentation de réactif (10, 37 ; 10) de la chambre de mélange (R , R_G , R_L) et au moins un moyen d'alimentation (11) de gaz vecteur, ladite chambre de mélange (R , R_G , R_L) étant en outre apte à mélanger au moins un gaz et au moins un réactif.
12. Utilisation d'un dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, ledit dispositif (1) étant tel que le moyen d'alimentation de réactif est un moyen d'injection liquide pulsée (37).
13. Utilisation d'un dispositif (1) selon l'une des revendications 10 à 12, ledit dispositif (1) comportant en outre au moins un moyen de régulation (8, 9, 13, 14) de la pression totale dans la chambre (5) de dépôt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur chemischen Gasphasenabscheidung eines Polymerfilms auf ein Substrat (6), wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet ist, dass** es die folgenden beiden getrennten aufeinanderfolgenden Schritte umfasst:
 - einen Schritt der Photonenaktivierung der Gasphase, wobei eine Photonenaktivierungsenergie (42, 43) mindestens einer gasförmigen Polymervorstufe zugeführt wird, die in einer überwiegend gasförmigen Zusammensetzung vorhanden ist, und
 - einen Schritt der Abscheidung aus der Gasphase, wobei man die aus dem Photonenaktivierungsschritt herrührende, aktivierte gasförmige Polymervorstufe auf ein Substrat (6) derart abscheidet, dass ein Polymerfilm auf dem Substrat gebildet wird, wobei der Gesamtdruck der Gasphase in einem Bereich von 10^2 bis 10^5 Pa liegt,

wobei das Verfahren derart erfolgt, dass der abgeschiedene Polymerfilm zumindest zum Teil auf das Substrat aufgebrachte Flüssigkeit und vorzugsweise zumindest zum Teil an die Flüssigkeit angrenzendes Substrat bedeckt, wobei die Flüssigkeit in Bezug auf das Substrat, in Bezug auf den Polymerfilm und in Bezug auf die Durchführungsbedingungen des Verfahrens inert ist.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Temperatur der Gasphase im Photonenaktivierungsschritt in einem Bereich von 20 bis 100°C , vorzugsweise von 50 bis 70°C liegt und/oder wobei im Schritt der Gasphasenabscheidung die Temperatur des Substrats in einem Bereich von -10 bis 50°C , vorzugsweise von 20 bis 30°C liegt.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Gesamtdruck der Gasphase in einem Bereich von 10^2 bis $4 \cdot 10^3$ Pa liegt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Flüssigkeit einen Sättigungsdampfdruck von weniger als 100 Pa, vorzugsweise weniger als 10 Pa, bei der Abscheidungstemperatur aufweist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Polymervorstufe aus der Gruppe ausgewählt ist, die von den folgenden Monomeren gebildet wird: Acrylderivaten (wie Epoxyacrylate, Urethanacrylate, Polyesteracrylate), Methacrylderivaten, Parylenderivaten, Styrolderivaten, Itaconsäurederivaten, Fumarsäurederivaten, Vinylhalogeniden, Vinylestern, Vinylethern und heteroaromatischen Vi-

nylen; und vorzugsweise aus der Gruppe ausgewählt ist, die von Poly(ethylenglykol)diacrylat (PEG-DA), Poly(ethylenglykol)methacrylat (PEGMA), 2-Hydroxyethylmethacrylat (HEMA), Acrylsäure (AA), Ethylacrylat (EA), Methylmethacrylat (MMA) und Dichlordi-p-xylylen (Dichlor[2,2]paracyclophan) gebildet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das außerdem, wenn die Polymervorstufe in flüssiger Form vorliegt, mindestens einen Verdampfungsschritt umfasst, wobei der Verdampfungsschritt vor dem Schritt der Photonenaktivierung durchgeführt wird und die Beschickung mit gasförmiger Polymervorstufe ermöglicht, wobei dem Verdampfungsschritt gegebenenfalls ein Flüssigkeitseinspritzschritt vorausgeht, der die Einspritzung der flüssigen Polymervorstufe ermöglicht.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, das außerdem mindestens einen Verdampfungs-, Hindurchperl- oder Sublimierungsschritt (23, 24, 25, 26, 27, 28) umfasst, der eine Beschickung mit gasförmiger Polymervorstufe ermöglicht.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Gasphasenabscheidungsschritt derart durchgeführt wird, dass die gasförmige Polymervorstufe, allein oder im Gemisch, auf das Substrat in einer zur Oberfläche des Substrats senkrechten Gasphasenströmung gelangt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die gasförmige Zusammensetzung außer der Polymervorstufe mindestens einen Bestandteil enthält, der aus der von Lösungsmitteln der Polymervorstufe, Photoinitiatoren und Trägergasen gebildeten Gruppe ausgewählt ist.
10. Verwendung einer Vorrichtung (1) zur chemischen Gasphasenabscheidung eines Polymerfilms für die Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Vorrichtung (1) mindestens eine Photonenaktivierungskammer (4), mindestens eine Gasphasenabscheidungskammer (5) zum Aufnehmen eines Substrats, mindestens ein Mittel zur Beschickung mit Reagenz (12) der Photonenaktivierungskammer (4) enthält, wobei die Vorrichtung (1) derart ist, dass die beiden Kammern (4, 5) getrennt sind, so dass die Photonenaktivierung nicht in der Nachbarschaft zum Substrat durchgeführt wird, und derart, dass sie mindestens ein Mittel zur Umführung von Gas von der Photonenaktivierungskammer (4) zur Gasphasenabscheidungskammer (5) enthält, wobei die Vorrichtung (1) **dadurch gekennzeichnet ist, dass** das Mittel zur Beschickung mit Reagenz ein Flüssigkeitseinspritzmittel ist, das mit einem Verdampfungsmittel in Verbin-

dung steht.

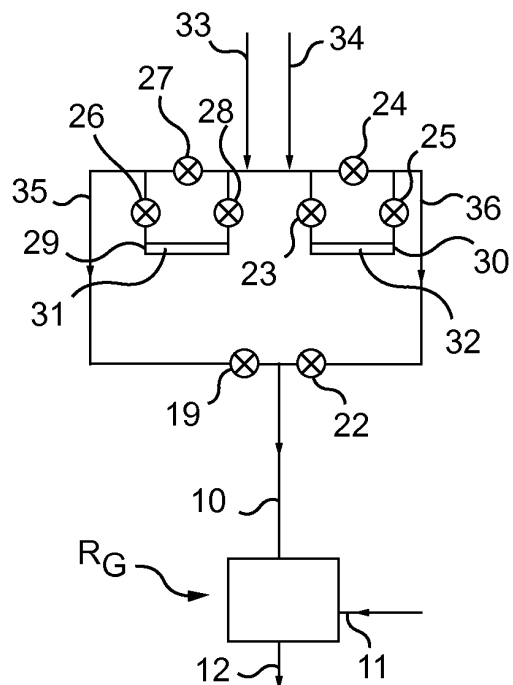
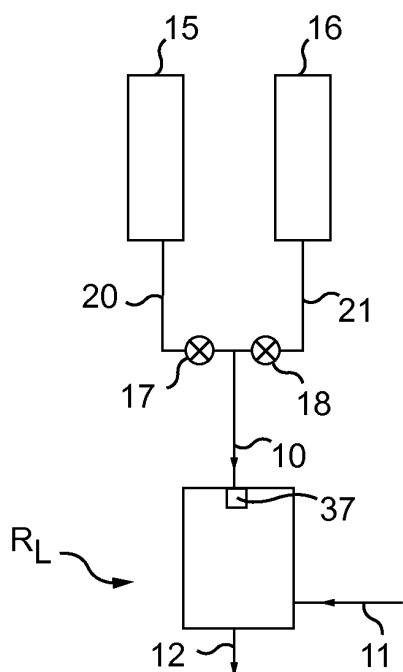
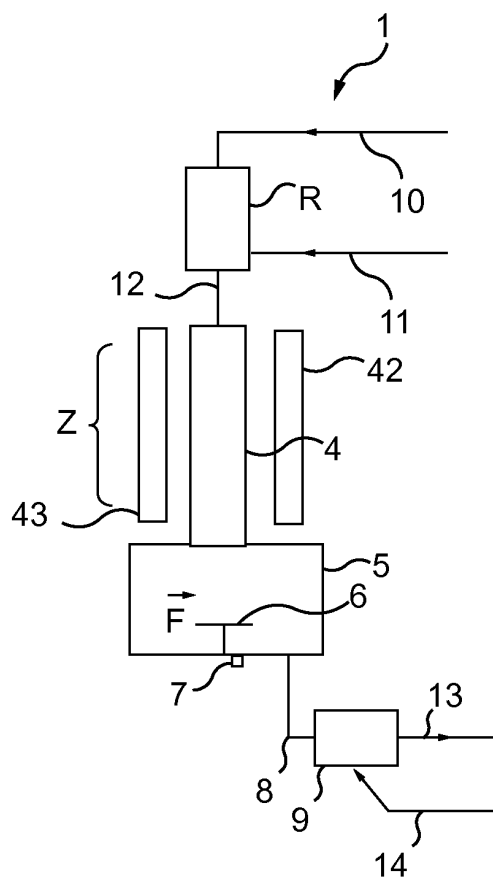
11. Verwendung einer Vorrichtung (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Vorrichtung (1) außerdem eine Mischkammer (R , R_G , R_L) enthält, die sich stromaufwärts von der Aktivierungskammer (4) in der Richtung der Gaszirkulation befindet, wobei die Mischkammer (R , R_G , R_L) mit mindestens einem Mittel zur Beschickung mit Reagenz (10, 37; 10) der Mischkammer (R , R_G , R_L) und mindestens einem Mittel zu Beschickung (11) mit Trägergas verbunden ist, wobei die Mischkammer (R , R_G , R_L) außerdem dafür ausgelegt ist, mindestens ein Gas und mindestens ein Reagenz zu mischen.
12. Verwendung einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 10 und 11, wobei die Vorrichtung (1) derart ist, dass das Mittel zu Beschickung mit Reagenz ein Mittel zur gepulsten Flüssigkeitseinspritzung (37) ist.
13. Verwendung einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Vorrichtung (1) außerdem mindestens einem Mittel zur Regulation (8, 9, 13, 14) des Gesamtdrucks in der Abscheidungskammer (5) umfasst.

Claims

1. Method of chemical vapor deposition of a polymer film onto a substrate (6), said method being **characterized in that** it comprises the following two separate successive steps:
 - a step of photon activation of the gas phase in which photon activation energy (42, 43) is supplied to at least one gaseous polymer precursor present in a mainly gaseous composition, and
 - a step of vapor deposition in which the activated gaseous polymer precursor, resulting from the photon activation step, is deposited on a substrate (6) so as to form a polymer film on the substrate, the total pressure of the gas phase being within a range from 10^2 to 10^5 Pa,said method being such that the polymer film deposited covers at least partially a liquid deposited on the substrate and preferably at least partly the substrate adjoining said liquid, said liquid having an inert character with respect to the substrate, with respect to the polymer film and with respect to the conditions for implementing the method.
2. Method according to the previous claim such that the temperature of the gas phase is in a range from 20 to 100°C, preferably from 50 to 70°C, in the photon activation step, and/or such that, in the vapor depo-

sition step, the temperature of the substrate is in a range from -10 to 50°C, preferably from 20 to 30°C.

3. Method according to either one of the previous claims such that the total pressure of the gas phase is in a range from 10^2 to $4 \cdot 10^3$ Pa. 5
4. Method according to any one of the previous claims such that said liquid has a saturated vapor pressure below 100 Pa, preferably below 10 Pa, at the deposition temperature. 10
5. Method according to any one of the previous claims such that the polymer precursor is selected from the group consisting of the monomers: acrylic derivatives (such as epoxy acrylates, urethane acrylates, polyester acrylates), methacrylic derivatives, parylene derivatives, styrene derivatives, itaconic derivatives, fumaric derivatives, vinyl halides, vinyl esters, vinyl ethers, and heteroaromatic vinyls; and is preferably selected from the group consisting of poly(ethylene glycol) diacrylate (PEGDA), poly(ethylene glycol) methacrylate (PEGMA), 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA), acrylic acid (AA), ethyl acrylate (EA), methyl methacrylate (MMA) and dichloro-di-p-xylylene (dichloro[2,2]paracyclophane). 20
6. Method according to any one of the previous claims further consisting of, when the polymer precursor is in liquid form, at least one vaporization step, said vaporization step being carried out prior to the photon activation step, and permitting feed with gaseous polymer precursor, said vaporization step being optionally preceded by a step of liquid injection, which permits injection of the liquid polymer precursor. 30
7. Method according to any one of claims 1 to 6 further consisting of at least one step of vaporization, of bubbling or of sublimation (23, 24, 25, 26, 27, 28), which provides feed with gaseous polymer precursor. 40
8. Method according to any one of the previous claims such that the step of vapor deposition is carried out in such a way that the gaseous polymer precursor, alone or in a mixture, arrives on the substrate in a flow of gas phase perpendicular to the surface of the substrate. 45
9. Method according to any one of the previous claims such that the gaseous composition comprises, besides the polymer precursor, at least one element selected from the group consisting of solvents of the polymer precursor, photoinitiators and carrier gases. 50
10. Use of a device (1) for chemical vapor deposition of a polymer film for implementing the method according to one of Claims 1 to 9, said device (1) consisting of at least one photon activation chamber (4), at least one vapor deposition chamber (5) for receiving a substrate, at least one means for reagent feed (12) of the photon activation chamber (4), said device (1) being such that the two chambers (4, 5) are separate so that photon activation is not carried out close to the substrate, and such that it comprises at least one means for circulation of gas from the photon activation chamber (4) to the vapor deposition chamber (5), said device (1) being **characterized in that** the means for reagent feed is a means for liquid injection associated with a vaporizing means. 55
11. Use of a device (1) according to the previous claim, said device (1) further consisting of a mixing chamber (R , R_G , R_L) located upstream of the activation chamber (4), in the direction of gas circulation, said mixing chamber (R , R_G , R_L) being connected to at least one means for reagent feed (10, 37; 10) of the mixing chamber (R , R_G , R_L) and at least one means for feed (11) of carrier gas, said mixing chamber (R , R_G , R_L) moreover being able to mix at least one gas and at least one reagent.
12. Use of a device (1) according to either one of claims 10 and 11, said device (1) being such that the means for reagent feed is a means for pulsed liquid injection (37).
13. Use of a device (1) according to one of claims 10 to 12, said device (1) further consisting of at least one means for regulation (8, 9, 13, 14) of the total pressure in the deposition chamber (5).



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 1672394 B1 [0003] [0023]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **GORHAM W.F.** A new général synthetic method for the preparation of linear poly-p-xylylenes. *J. Polym. Sci. A*, 1996, vol. 1 (4), 3027 [0003]
- **K. CHAN ; K. GLEASON.** Photoinitiated chemical vapor deposition of polymeric thin films using a volatile photo initiator. *Langmuir*, 2005, vol. 21, 11773-11779 [0004]