



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2011/05/19
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2011/11/24
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2017/06/27
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2012/11/14
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: EP 2011/058160
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2011/144701
(30) Priorité/Priority: 2010/05/20 (FR1053934)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *A24D 1/02* (2006.01)

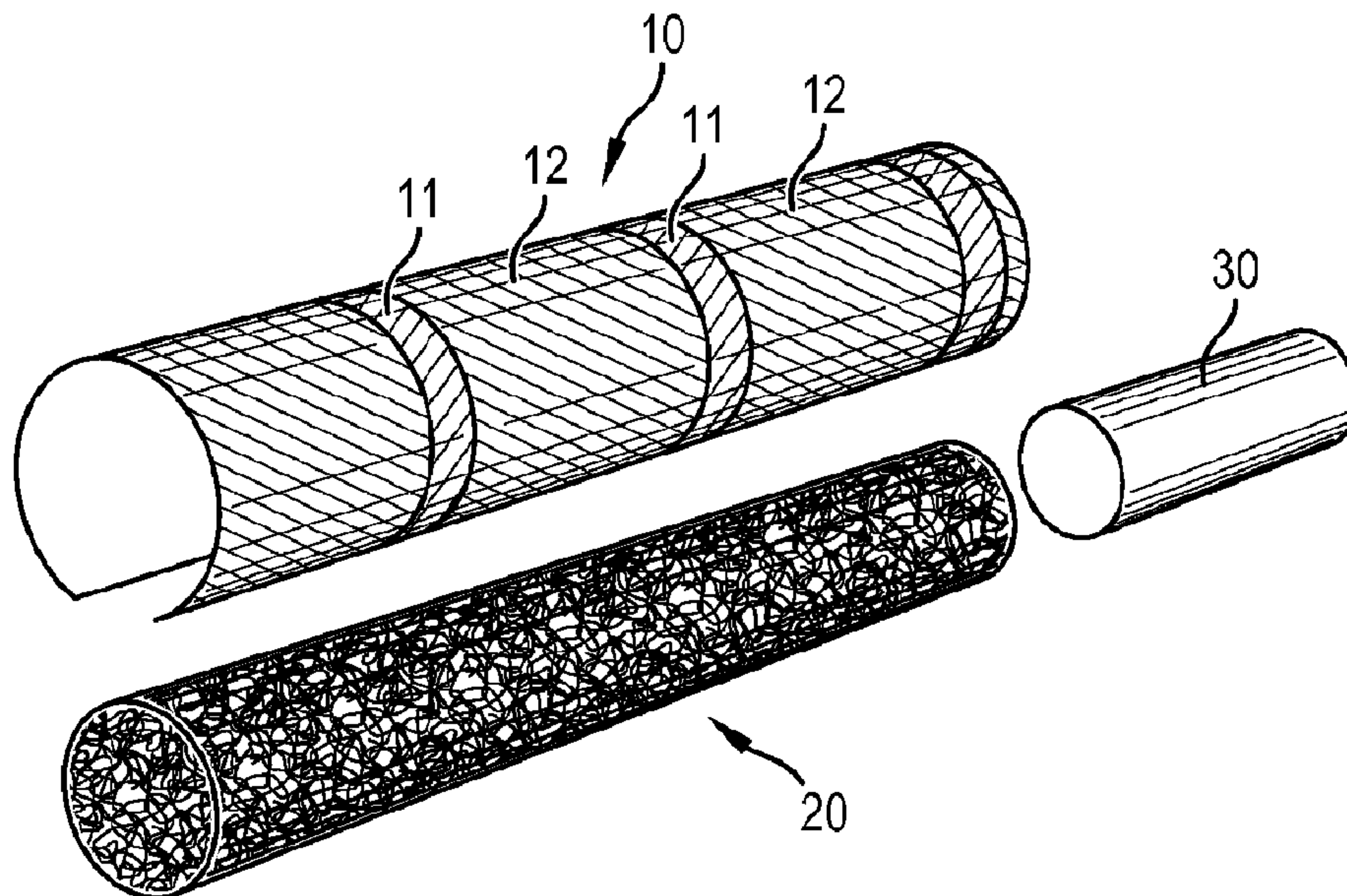
(72) Inventeurs/Inventors:
DUMAS, JOCELYNE, FR;
MALACHIE, JOEL, FR;
RUFFIN, ARNAUD, FR;
JEANROT, JULIE, FR

(73) Propriétaire/Owner:
PAPETERIES DU LEMAN, FR

(74) Agent: SMART & BIGGAR

(54) Titre : PAPIER POUR UN ARTICLE A FUMER PRESENTANT DES PROPRIETES DE REDUCTION DU POTENTIEL
INCENDIAIRE

(54) Title: PAPER FOR AN ARTICLE TO BE SMOKED HAVING INCENDIARY POTENTIAL-REDUCING PROPERTIES



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un papier (10) pour un article à fumer (1), notamment pour une cigarette, comprenant des zones traitées (11) avec une formulation d'enduction (13) adaptée pour réduire le potentiel incendiaire de ladite zone traitée, dans lequel la formulation (13) comprend des nanoparticules de cellulose présentant une dimension médiane (d50) inférieure ou égale à cinq micromètres.



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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
24 novembre 2011 (24.11.2011)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/144701 A1

(51) Classification internationale des brevets :
A24D 1/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2011/058160

(22) Date de dépôt international :
19 mai 2011 (19.05.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1053934 20 mai 2010 (20.05.2010) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **PVL HOLDINGS** [FR/FR]; 1080 rue des Vignes Rouges Amphion, F-74500 Publier (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **DUMAS, Jocelyne** [FR/FR]; 663A Le Grand Clos, F-74200 Allinges (FR). **MALACHIE, Joël** [FR/FR]; 9 Chemin du Maure, F-74500 Evian Les Bains (FR). **RUFFIN, Arnaud** [FR/FR]; Le Parc des Cèdres 1 rue des Tilleuls, F-74500 Amphion-Les-Bains (FR). **JEANROT, Julie** [FR/FR]; 45 rue des Châtaigniers, F-74500 Publier (FR).

(74) Mandataire : **TEXIER, Christian**; Cabinet Regimbeau, 20, rue de Chazelles, F-75847 Paris Cedex 17 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

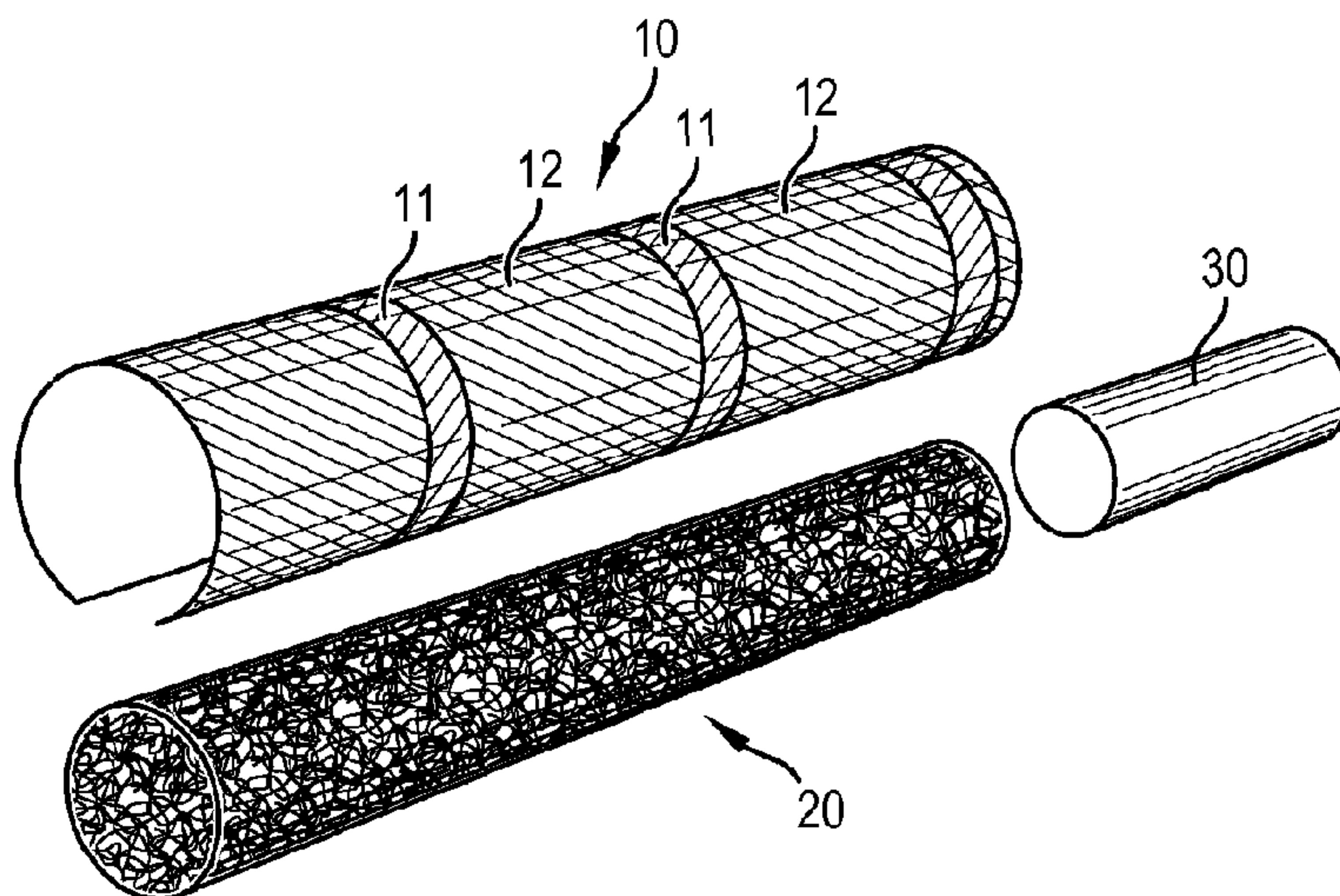
Publiée :

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

(54) Title : PAPER FOR AN ARTICLE TO BE SMOKED HAVING INCENDIARY POTENTIAL-REDUCING PROPERTIES

(54) Titre : PAPIER POUR UN ARTICLE À FUMER PRÉSENTANT DES PROPRIÉTÉS DE RÉDUCTION DU POTENTIEL INCENDIAIRE

FIG. 2



(57) Abstract : The invention relates to a paper (10) for an article to be smoked (1), in particular for a cigarette, comprising zones treated (11) with a coating formulation (13) suitable for reducing the incendiary potential of said treated zone, in which the formulation (13) comprises cellulose nanoparticles having a median size (d50) less than or equal to five micrometres.

(57) Abrégé : L'invention concerne un papier (10) pour un article à fumer (1), notamment pour une cigarette, comprenant des zones traitées (11) avec une formulation d'enduction (13) adaptée pour réduire le potentiel incendiaire de ladite zone traitée, dans lequel la formulation (13) comprend des nanoparticules de cellulose présentant une dimension médiane (d50) inférieure ou égale à cinq micromètres.

PAPIER POUR UN ARTICLE A FUMER PRESENTANT DES PROPRIETES DE REDUCTION DU POTENTIEL INCENDIAIRE

L'invention concerne un papier pour un article à fumer présentant des
5 propriétés de réduction du potentiel incendiaire.

Conventionnellement, les papiers à cigarettes destinés à la
constitution de cigarettes industrielles sont élaborés à partir de fibres
cellulosiques (fibres provenant de bois ou /et de fibres végétales textiles,
avec ajout dans la suspension fibreuse de carbonate de calcium comme
10 pigment conventionnel).

Des sels retardateurs ou accélérateurs de combustion sont
conventionnellement appliqués sur toute la surface lors de sa fabrication, afin
de maîtriser certains paramètres de combustion de la cigarette constituée. Il
s'agit généralement de sels de sodium, de sels de potassium, de sels de
15 magnésium, etc. Ils confèrent en outre à la cigarette une meilleure
combustibilité.

Les normes actuelles imposent aux fabricants de cigarettes de
respecter des taux de goudron, de nicotine et de monoxyde de carbone (CO)
par cigarette inférieurs à des seuils donnés. Par exemple, la réglementation
20 européenne impose des seuils de 10 mg par cigarette pour le goudron, 1 mg
par cigarette pour la nicotine et 10 mg par cigarette pour le monoxyde de
carbone.

Il a été constaté que la réduction des condensats de la phase
particulaire (goudrons et nicotine) et du monoxyde de carbone de la fumée
25 de la cigarette était proportionnelle à l'augmentation de la porosité naturelle
du papier. Par exemple, la mise en œuvre d'un papier à perméabilité initiale
élevée entre 10 et 200 Coresta (CU, ou mL/min/cm²) permet d'atteindre une
réduction de 28 % de goudron, de 20 % environ de nicotine et de 45 % de
monoxyde de carbone.

30 La majeure partie du gain est acquise dès le niveau 70 Coresta, avec
une réduction supplémentaire dans l'intervalle 100 – 200 CU.

Les fabricants de papier ont par ailleurs été amenés à proposer des papiers ayant un potentiel d'inflammation réduit afin de limiter les risques d'auto-combustion de la cigarette. L'objectif de ces papiers est d'éteindre la cigarette si la combustion n'est pas entretenue par un apport d'oxygène, c'est-à-dire si le fumeur ne « tire » pas sur la cigarette. Ces papiers sont aujourd'hui connus sous le nom de papier « LIP », pour Low Inflammation Proclivity (faible potentiel incendiaire en français), et comprennent des bandes traitées LIP avec une formulation filmogène adaptée pour boucher les pores du papier et réduire ainsi la perméabilité du papier en ces zones.

10 L'alternance des zones traitées avec la formulation filmogène avec des zones non traitées permet de réduire le potentiel d'inflammation du papier en privant partiellement d'oxygène le cône de combustion de la cigarette lorsque celui-ci atteint les zones de faible perméabilité (fermée).

Les zones LIP ont cependant un effet néfaste sur les taux de goudron, de nicotine et de monoxyde de carbone par cigarette, puisqu'elles réduisent la porosité naturelle du papier. Il a donc été proposé d'augmenter de manière significative sa porosité initiale en appliquant sur le papier des sels de combustion avant traitement des zones par la formulation filmogène.

15

On a également proposé d'enduire tout ou partie du papier avec des sels retardateurs de combustion qui provoquent des réactions endothermiques lors de la combustion du papier. Leur combustion génère en revanche du dioxyde de carbone (CO₂), du diazote (N₂) et de l'eau.

20

Les zones traitées sont généralement des anneaux transverses réalisés sur tout ou partie de la cigarette. Néanmoins, le traitement discret de la feuille de papier en bandes successives et séparées par des zones non traitées par la formulation filmogène crée des tensions dans la feuille de papier qui engendrent souvent des problèmes lors de la transformation du papier, en particulier lors de la mise en bobinette du papier traité. Le papier a en effet tendance à se bomber au niveau de zones localisées.

25

Ici, la propension des cigarettes à causer des feux a été évaluée selon la méthode d'essai ASTM E 2187-04. Cette méthode d'essai mesure la

30

probabilité qu'une cigarette placée sur un substrat produise suffisamment de chaleur pour maintenir la combustion du cylindre de tabac quelle que soit la composition du tabac utilisé. Chaque détermination consiste à placer une cigarette allumée sur une surface horizontale se composant d'un nombre
5 donné de couches de papier filtre (dix épaisseurs).

On détermine alors si la cigarette continue à se consumer jusqu'au début du papier d'embout.

Quarante déterminations (constituant un essai) sont effectuées pour obtenir la probabilité relative que la cigarette continuera de se consumer en
10 dépit de l'absorption de chaleur du substrat.

En plus du test d'évaluation du potentiel incendiaire selon la méthode d'essai ASTM E 2187-04, il est également possible d'évaluer le pourcentage de cigarettes qui s'éteignent en combustion libre (FASE, pour Free Air Self Extinguishment). La combustion libre est caractérisée ici par la capacité du
15 cône de feu de la cigarette à parcourir la totalité de la cigarette malgré la présence des zones traitées, la cigarette n'étant sollicitée par aucune aspiration.

Enfin, on a également mis en œuvre un test de diffusivité, permettant prédire plus rapidement et plus facilement le caractère LIP d'un papier. Ce
20 test est réalisé sur les zones traitées LIP en mesurant la capacité du papier à diffuser le dioxyde de carbone. La prédiction donne de bons résultats lorsque la diffusivité du dioxyde de carbone est inférieure à 0.3 cm/s, et plus préférentiellement inférieures à 0.2 cm/s.

L'appareil ayant servi à la mesure de diffusivité est l'appareil de la
25 société SODIM – mesureur de diffusion D-95.

Les formulations à base de composés filmogènes sont généralement appliquées par impression, typiquement par héliographie, sérigraphie, ou encore flexographie et doivent donc présenter des caractéristiques d'extrait sec et de viscosité particulières.

30 On a cependant remarqué que la mise en œuvre des papiers LIP affectait les aspects fonctionnels de la cigarette, en particulier son goût,

l'intégrité de ses cendres, le taux effectif de monoxyde de carbone, etc. Par ailleurs, il a été constaté que lorsqu'un fumeur rallume sa cigarette au niveau des zones traitées LIP, le goût et le taux de monoxyde de carbone sont modifiés.

5 Un objectif de la demande est de proposer un nouveau papier LIP capable de préserver les aspects fonctionnels de la cigarette sans pour autant générer d'effet secondaire aggravant sur le taux de monoxyde de carbone, de nicotine et de goudrons, même après rallumage de la cigarette. Par exemple, on cherche à obtenir un papier présentant un niveau de FASE
10 inférieur ou égal à 50 % pour le confort des fumeurs, ainsi qu'un pourcentage de cigarettes consommées selon le test ASTM inférieur ou égal à 25 %.

De manière secondaire, un autre objectif de la demande est de proposer un papier LIP qui soit plus facile à transformer.

Pour cela, l'invention propose un papier pour un article à fumer,
15 notamment pour une cigarette, comprenant des zones traitées avec une formulation d'enduction adaptée pour réduire le potentiel incendiaire de ladite zone traitée, dans lequel la formulation comprend des nanoparticules de cellulose présentant une dimension médiane (d50) inférieure ou égale à cinq micromètres.

20 La cellulose est en fait constituée d'un homopolysaccharide linéaire composé de β D-glucopyranoses liés ensembles en β 1-4. La structure chimique de la cellulose est donc composée de motifs de cellobiose qui se répètent, chaque monomère portant trois groupements hydroxyles. La capacité à former des liaisons par pont hydrogène joue donc un rôle direct
25 sur les propriétés physiques de la cellulose.

De manière générale, la longueur de la chaîne de polymères varie selon la source de cellulose et la partie de la plante concernée. Par exemple, la cellulose native du bois a un degré de polymérisation (DP) d'approximativement 10000 groupements glycopyranoses, tandis que la
30 cellulose native du coton a un DP d'environ 15000.

La micro-fibrille de cellulose est la base structurelle de la cellulose, formée pendant la biosynthèse. Elle comprend de l'hémicellulose, de la cellulose para-crystalline et de la cellulose

La nano-fibre de cellulose est élaborée à partir de cellulose native
5 ayant subis des traitements spécifiques traditionnels afin de la débarrasser de la lignine. Elle est ensuite blanchie.

On peut distinguer globalement deux familles de particules de cellulose à l'échelle nanométrique, la première comprenant des nano-cristaux de cellulose (NC - également connus sous le nom anglais de
10 « whiskers »), la seconde étant constituée de cellulose micro-fibrillée (NFC).

Les termes de cellulose micro-fibrillée, micro-cristallite et microcristal sont également utilisés en dépit de leurs dimensions à l'échelle nanométrique (micro-fibrilles de cellulose et nano-fibrilles de cellulose)

Les nano-cristaux de cellulose peuvent être préparés à partir de
15 diverses sources de cellulose (lin, chanvre, plantes annuelles, paille de riz, coton, feuillus, résineux, sisal, etc.) par hydrolyse acide suite à des traitements traditionnels de cuisson et de blanchiment.

L'analyse par microscopie à balayage permet de caractériser la forme des nano-fibres dont les dimensions et formes de nano-cristaux dépendent
20 de la nature de la source cellulosique, ainsi que des conditions d'hydrolyse, de température, de temps et de la pureté du matériau de base (pourcentage de cellulose et d'hémicellulose dans la composition ligno-cellulosique de la fibre).

Les dimensions typiques des nano-cristaux de cellulose varient de 5 à
25 10 nm en diamètre et de 100 à 500 nm en longueur. Leur forme s'apparente à des nanotubes (nano-bâtonnets).

La cellulose nano-fibrillée quant à elle est extraite d'un procédé de désintégration mécanique de la fibre de bois, suite aux traitements chimiques traditionnels de cuisson et de blanchiment.

30 La cellulose nano-fibrillée peut être vue comme un composé cellulosique modérément dégradé avec une haute surface spécifique. Elle

est composée de nano-fibres individualisées présentant des dimensions latérales de l'ordre de 10 à 100 nm et d'une longueur pouvant aller jusqu'au micron, et consiste en une alternance de zones cristallines et amorphes.

De telles nanoparticules de cellulose (NC et NFC) peuvent être
5 utilisées comme un pigment et augmenter les propriétés barrières des bio-composites.

Certains aspects préférés mais non limitatifs sont les suivants :

- les nanoparticules comprennent des nano-fibres, des nanotubes, des nano-filaments et/ou des nano-bâtonnets ;
- 10 - les nanoparticules ont au moins une dimension inférieure ou égale à 100 nm lorsqu'elles sont prises individuellement ;
- les nanoparticules sont de la cellulose nano-dispersée (NDC) ;
- les zones sont en outre traitées avec une formulation comprenant un composé filmogène, tel que l'amidon, la carboxyméthylcellulose, et/ou la
15 méthylcellulose ;
- la formulation comprend en outre un composé filmogène, tel que l'amidon, la carboxyméthylcellulose, et/ou la méthylcellulose ;
- les zones traitées sont séparées entre elles par des zones non traitées par la formulation d'enduction, et en ce que lesdites zones non
20 traitées par la formulation d'enduction sont traitées avec des sels accélérateurs de combustion ;
- les sels accélérateurs de combustion sont exclusivement appliqués dans les zones non traitées ;
- les zones traitées sont des bandes s'étendant transversalement, ayant
25 une largeur comprise entre quatre et huit millimètres, et espacées deux à deux d'une distance comprise entre quinze et vingt millimètres ; et
- la formulation comprend en outre des pigments, notamment de l'hydroxyde d'aluminium.

Selon un deuxième aspect, l'invention concerne un article à fumer
30 comprenant un papier conforme à l'invention.

Selon un dernier aspect, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un papier conforme à l'invention et comprenant les étapes suivantes :

- fournir un papier pour article à fumer, et
- 5 - appliquer dans des zones discrètes du papier au moins une couche d'une formulation d'enduction adaptée pour réduire le potentiel incendiaire desdites zones discrètes, ladite formulation comprenant des nanoparticules de cellulose.

Certains aspects préférés mais non limitatifs du procédé de fabrications selon l'invention sont les suivants :

- le procédé comprend en outre une étape d'application d'au moins une couche de sels accélérateurs de combustion dans des zones non traitées avec la formulation d'enduction ;
- le procédé comprend en outre une étape d'application d'une couche
15 d'amidon dans les zones traitées ;
- la formulation comprenant des nanoparticules de cellulose comprend en outre de l'amidon, et le procédé est caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape au cours de laquelle on mélange la formulation à base de nanoparticules de cellulose avec de l'amidon préalablement à l'application de
20 ladite formulation sur le papier ;
- les nanoparticules sont appliquées sous forme hydratée dans une solution aqueuse comprenant entre 5 et 15% d'extrait sec de nanoparticules ; et
- les couches sont appliquées par héliographie, sérigraphie ou
25 flexographie.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui va suivre, et en regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur
30 lesquels :

La figure 1 est un exemple d'article à fumer ;

La figure 2 est une vue éclatée d'un article à fumer du type de la figure 1 ; et

La figure 3 est une vue en coupe d'une forme de réalisation d'un papier conforme à l'invention (non à l'échelle).

5

On a représenté sur la figure 1 un exemple d'article à fumer pour lequel l'invention peut être appliquée. Il s'agit ici d'une cigarette comprenant un boudin de tabac 20 renfermé dans un papier 10 et un filtre 30.

Les figures 2 et 3 représentent des papiers pour article à fumer 1 conformes à la présente invention.

Le papier 10 utilisé ici a une perméabilité naturelle initiale (c'est-à-dire avant tout traitement) comprise entre 10 Coresta et environ 200 Coresta, de préférence de l'ordre de 10 à 80 Coresta, de préférence encore de 60 à 80 Coresta. Il peut s'agir de tout papier pour article à fumer du commerce.

15 Afin de rendre ce papier 10 LIP, celui-ci est traité afin de former une série de zones 11 ayant des propriétés ayant un faible potentiel incendiaire (zones LIP).

Pour cela, au cours d'une première étape, on applique sur le papier une formulation d'enduction 13 adaptée pour en réduire la porosité en bouchant au moins partiellement tout ou partie des pores. Ici, la formulation 13 est appliquée de préférence de manière discrète. Par exemple, on forme des bandes 11 traitées s'étendant transversalement sur le papier, d'une largeur comprise entre environ cinq millimètres et huit millimètres et séparées les unes des autres d'une distance comprise entre quinze et vingt millimètres environ.

Selon l'invention, la formulation d'enduction 13 comprend notamment des nanoparticules de cellulose 13a.

Par nanoparticules de cellulose 13, on comprendra ici de la cellulose dont les particules ont une dimension médiane d50 inférieure ou égale à cinq micromètres, et/ou dont les fibres prises individuellement ont au moins une dimension inférieure à 100 nm.

30

Cette dimension médiane d50 est une dimension moyenne des nanoparticules qui tendent à s'assembler sous forme d'agrégats (ou amas) et représente la répartition granulométrique en cumul en diamètre équivalent des particules prises au point 50%. Par exemple, une nano-fibre de cellulose
5 primaire convenant dans la mise en œuvre de l'invention peut avoir une épaisseur de l'ordre de vingt nanomètres pour une longueur d'une centaine de nanomètres, tandis que 50% des amas formés par les nano-fibres auront un diamètre équivalent inférieur au d50 de la nano-fibre, typiquement environ trois à quatre micromètres.

10 La mise en œuvre de telles particules présente un double avantage : d'une part, le matériau de base de la formulation, c'est-à-dire la cellulose, présente une grande compatibilité avec le matériau utilisé dans la fabrication du papier 20, qui est également réalisé à partir de cellulose. D'autre part, l'enduction du papier avec des nanoparticules de cellulose permet de réduire
15 la porosité naturelle du papier. En effet, les nanoparticules remplissent partiellement les pores naturels du papier et créent un sous-réseau de pores artificiels au sein des pores naturels initiaux (augmentation du nombre de pores du papier et réduction de leur dimension respective).

Les zones traitées 11 du papier ont donc une perméabilité plus faible
20 que les zones non traitées 12 par la formulation, et permettent d'obtenir des taux de goudron, nicotine et monoxyde de carbone sensiblement similaires au taux du papier non traité de même perméabilité naturelle que les zones traitées 11, tout en conférant au papier 10 un caractère LIP. On peut donc conserver naturellement l'aspect faiblement toxique du papier 10 pour article
25 à fumer 1 tout en réduisant sa perméabilité dans des zones discrètes 11.

Il a par ailleurs été remarqué que les papiers 10 comprenant la formulation 13 contenant des nanoparticules de cellulose dans les zones discrètes 11 présentaient une diffusivité similaire voire identique à la diffusivité des papiers ayant naturellement la même porosité initiale.

30 Par conséquent, la mise en œuvre de nanoparticules de cellulose permet de réduire artificiellement la perméabilité du papier en des zones

délimitées de manière à obtenir un papier ayant un faible potentiel incendiaire tout en préservant sa diffusivité, ce qui confirme que le papier ainsi obtenu permet de réaliser des articles à fumer présentant une toxicité (taux de nicotine, goudron et monoxyde de carbone) sensiblement similaire à celle d'un papier non traité « LIP ». En effet, la micro-capillarité ou la micro-tortuosité obtenues grâce aux particules de nano-cellulose permet un meilleur échange de gaz en comparaison avec les formulations filmogènes conventionnelles, qui se contentent de boucher les pores par occultation (afin de réduire la porosité naturelle du papier) et forment un obstacle à la diffusion des gaz à travers le papier.

La formulation d'enduction 13 comprend également des éléments tels que des liants, des additifs, des pigments (par exemple de l'hydroxyde d'aluminium) etc. dans des proportions conformes aux formulations LIP conventionnelles.

La cellulose est de préférence d'origine végétale. Il s'agit par exemple de nanocristaux de cellulose (NC) ou de cellulose micro-fibrillée (NFC).

Par ailleurs, les nanoparticules peuvent être des nano-fibres, des nanotubes, des nano-filaments ou encore des nano-bâtonnets.

De préférence, les nanoparticules sont des nano-fibres, qui peuvent être fibrillées ou non fibrillées.

Dans les exemples qui vont suivre, nous décrirons par exemple la mise en œuvre de particules de cellulose nano-dispersée (ou NDC), seule ou en mélange avec d'autres composés de taille équivalente ou à l'échelle micrométrique. La cellulose nano-dispersée est une nano-fibre insoluble dans l'eau présentant de fortes capacités de rétention d'eau, même à hautes températures et sous d'importantes forces de cisaillement. Typiquement, une solution aqueuse comprenant 10% de cellulose nano-dispersée en extrait sec se présente sous forme de gel, tandis qu'avec un extrait sec de 40% en cellulose nano-dispersée, la solution se comporte comme une poudre sèche tout en étant totalement végétale.

Ici, les nanoparticules sont appliquées sous forme hydratée dans une solution aqueuse comprenant entre 5 et 15% d'extrait sec de nanoparticules, de préférence environ 10%. Il peut s'agir par exemple de la cellulose nanodispersée Arbocel MF 40-100 Ultrafine commercialisée par la société
5 JRS PHARMA.

Selon une forme de réalisation préférée, la dimension médiane d50 des nano-fibres de cellulose nano-dispersée est inférieure à un micromètre.

Par ailleurs, la cellulose nano-dispersée est appliquée de préférence sous forme de gel, afin qu'elle présente une meilleure rétention d'eau. De la
10 sorte, la cellulose nano-dispersée ne pénètre que dans les pores en surface du papier (sur une épaisseur d'environ 4 à 6 micromètres pour une épaisseur totale de papier d'une trentaine de micromètres par exemple) en recréant des liaisons hydrogène de manière à boucher partiellement les pores en surface et créer une structure de pores plus dense à l'échelle nanométrique.

15 La couche de cellulose nano-dispersée 13 est donc appliquée en des zones discrètes sur le papier 10, de préférence hors machine à papier. En particulier, elle peut être appliquée sur une machine à impression, typiquement par flexographie, héliographie, ou encore sérigraphie.

Pour cela, il est possible par exemple d'appliquer un masque adapté
20 aux dimensions des zones non traitées 12 sur le papier de manière à imprimer les bandes LIP 11 avec précision. Une telle technique d'impression locale de zones discrètes sur du papier étant connue de l'homme du métier spécialisé dans l'impression, elle ne sera pas détaillée davantage dans cette description.

25 La mise en œuvre de machines à impression est en effet plus souple que celle d'une machine à papier et permet d'intégrer plus facilement les différentes contraintes mécaniques qui peuvent varier d'un article à fumer à l'autre (formulation d'enduction utilisée variable en fonction de la qualité du tabac utilisé pour l'article à fumer, pression appliquée sur le papier, viscosité
30 de la formulation, etc.).

Par ailleurs, la formulation 13 peut être appliquée en un ou plusieurs passages, comprendre des charges différentes (pourcentage d'extrait sec, pigments, etc.) et/ou être composée de matériaux différents à chaque passage.

5 Par exemple, afin d'augmenter encore l'effet LIP des zones traitées 11, il est possible d'appliquer deux formulations d'enduction différentes 13a 13b (comme illustré sur la figure 3) en au moins deux passages consécutifs, le premier passage comprenant une formulation d'enduction 13a à base de cellulose nano-dispersée, le deuxième passage comprenant une formulation
10 d'enduction 13b à base d'un composé filmogène conventionnel tel que de l'amidon, de l'alcool polyvinylique, de la méthylcellulose, de l'hydroxyméthylcellulose, etc. La Demanderesse s'est en effet aperçu que la cellulose nanodispersée 13a permettait aux liants et additifs (et notamment au composé filmogène 13b) présents dans la formulation 13 d'être mieux
15 maintenus en surface, améliorant ainsi leurs performances respectives.

En variante, la formulation d'enduction 13 comprend à la fois de la cellulose nano-dispersée et le composé filmogène, par exemple de l'amidon, de sorte que la cellulose nano-dispersée et l'amidon sont appliqués simultanément sur le papier.

20 Que la cellulose nano-dispersée et l'amidon soient appliqués séparément ou simultanément sur le papier, on observe que l'effet LIP obtenu (c'est-à-dire la réduction potentiel incendiaire) est le résultat d'une synergie entre la cellulose nano-dispersée et l'amidon. En effet, non seulement on obtient un papier 10 présentant un faible potentiel incendiaire,
25 mais en plus ce potentiel est plus faible que celui que l'on aurait obtenu en appliquant uniquement de la cellulose nano-dispersée ou de l'amidon dans des proportions similaires.

Par ailleurs, la diffusivité du papier 10 dans les zones traitées 11 est importante, de sorte que la toxicité (taux de nicotine, goudrons et monoxyde
30 de carbone par cigarette) du papier 10 obtenu reste conforme aux normes généralement imposées (10 mg par cigarette pour le goudron, 1 mg par

cigarette pour la nicotine et 10 mg par cigarette pour le monoxyde de carbone).

Enfin, le pourcentage FASE est également meilleur que dans le cas de l'utilisation seule de l'amidon.

5 Le tableau ci-dessous reprend des exemples de formulations comprenant à la fois de la cellulose nano-dispersée et de l'amidon appliquées en des zones discrètes sur un papier pour article à fumer.

Dans tous les cas, qu'il s'agisse d'enductions réalisées en un poste d'enduction ou en plusieurs, pour ce plan d'essais, seule une fraction de la
10 surface du papier a été enduite en bandes transversales 11 de 7 mm de largeur espacées tous les 18 à 20 mm.

Industriellement, ce type de plan d'essai est accessible sur machine d'impression par héliographie, flexographie ou sérigraphie, et plus particulièrement sur une machine de flexographie comportant de 1 à 8
15 postes d'impression.

Les tests ASTM et FASE ont été réalisés sur des cigarettes 1 confectionnées industriellement à partir des papiers obtenus conformément au traitement indiqué. Les papiers 10 ayant servi ont été traités uniformément avec des sels accélérateurs de combustion (citrate de
20 potassium).

Dans l'essai n°1, la formulation d'enduction 13 comprend un volume de $69 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ de cellulose nano-dispersée ayant un extrait sec de 10% (correspondant à une dépose théorique de $6.9 \text{ g}/\text{m}^2$).

Dans l'essai n°2, la formulation d'enduction 13 comprend un volume
25 de $55 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ d'amidon (Perfectafilm 150 - amidon de maïs modifié) ayant un extrait sec de 10% (correspondant à une dépose théorique de $5.1 \text{ g}/\text{m}^2$).

Dans l'essai n°3, la formulation d'enduction 13 comprend un mélange égale (50/50) d'amidon et de cellulose nano-dispersée dans une solution présentant un extrait sec de 10%, avec un volume de $55 \text{ cm}^3/\text{m}^2$
30 (correspondant à une dépose théorique de $5.5 \text{ g}/\text{m}^2$).

Dans les essais n°4, 5 et 6, deux formulations différentes 13a, 13b ont été appliquées successivement sur le papier. La première formulation 13a est à base de cellulose nano-dispersée, tandis que la deuxième formulation 13b est à base d'amidon.

- 5 Les volumes des cylindres de transferts sont choisis afin de pouvoir véhiculer en théorie 2.1 g/m² sec de cellulose nano-dispersée, quantité constante pour les trois essais, et des reports théoriques différents en amidon, à savoir 1.0 g/m² d'amidon pour E4, 2.0 g/m² d'amidon pour E5, 2.6 g/m² d'amidon pour E6.

10

	NDC	Amidon	Mélange NDC+Amidon	NDC + AMIDON (en dépose individuelle)		
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
Dépose théorique (g/m ²)	1,5	5,1	5,5	NDC: 2,1 Amidon: 1,0	NDC: 2,1 Amidon: 2,0	NDC: 2,1 Amidon: 2,6
Dépose évaluée après couchage (g/m ²)	1,3	3,5	4	2,7	3,3	3,2
Transfert moyen (%)	87	69	73	87	73	68
Perméabilité du support de base citraté (CU)	40	40	40	40	40	40
Perméabilité des zones LIP (CU) (moyenne sur 40 mesures)	14,7	5,4	6,0	5,4	6,0	5,0
Effet LIP : Test ASTM E2187-04 (% de cigarettes entièrement consommées) LIP si <25%	100	50	21	50	22	17
% cigarettes éteintes en combustion libre FASE	0	70	30	55	45	60
Diffusivité zone LIP -Appareil Sodim (cm/s)	0,83 8	0,075	0,187	0,143	0,108	0,087

On obtient donc un meilleur compromis entre la porosité du papier 10, l'effet LIP obtenu et la diffusivité du papier (toxicité de l'article).

Le procédé peut en outre comprendre une étape au cours de laquelle
5 on enduit tout ou partie de la surface du papier 10 avec des sels accélérateurs de combustion 14, afin de réduire les taux de nicotine, goudron et monoxyde de carbone par cigarette.

Selon une forme de réalisation préférée, l'enduction 14 est réalisée dans des zones discrètes, et de préférence encore dans tout ou partie des
10 zones non traitées 12 par la formulation d'enduction 13. De préférence, les sels sont appliqués sur l'ensemble des zones 12 du papier n'ayant pas reçu de traitement LIP.

En effet, la Demanderesse s'est aperçue du fait que l'enduction des zones LIP avec les sels accélérateurs, conformément aux techniques de l'art
15 antérieur, présentait de nombreux inconvénients.

Tout d'abord, les sels accélérateurs 14 ont pour objectif d'accélérer la combustion de la cigarette, tandis que la formulation d'enduction 13 a pour objectif de limiter l'apport en dioxygène pour réduire la combustion de la cigarette. Les effets respectifs des sels accélérateurs 14 et de la formulation
20 13 sont donc opposés, et l'enduction totale du papier 10 avec les sels accélérateurs implique la mise en œuvre d'une formulation réduisant encore davantage la perméabilité du papier afin de contrecarrer l'effet des sels.

Par ailleurs, l'enduction de la totalité du papier 10 crée des zones présentant un traitement de surface moins important, à savoir les bandes
25 non traitées 12 par la formulation, qui engendrent des tensions de surface à l'origine de beaucoup de problèmes lors de la transformation du papier 10. En n'appliquant les sels accélérateurs 14 qu'au niveau des zones non traitées 12 par la formulation, on peut ainsi rééquilibrer les tensions en surface du papier 10. Le papier 10 est donc plus aisément transformable, ce
30 qui réduit en outre la gâche.

Enfin, l'enduction locale de sels réducteurs 14 permet de réduire la quantité totale de sels appliqués sur le papier 10, et permet donc de faire de substantielles économies en matière de quantité de produit utilisé. Néanmoins, cette étape implique également des difficultés supplémentaires
5 dans sa mise en œuvre par rapport à l'enduction totale du papier, dans la mesure où les sels 14 doivent être appliqués sélectivement sur le papier 10. Ceci est cependant facilité par l'enduction du papier 20 avec les sels 14 sur des machines d'impression.

Les sels accélérateurs 14 sont conventionnels et peuvent par exemple
10 être choisis parmi le citrate de potassium ou le citrate de sodium.

Par ailleurs, les bandes 12 de sels accélérateurs et les bandes 11 traitées LIP ne sont pas nécessairement appliquées sur une même face du papier 10. Par exemple, il est possible d'appliquer les bandes LIP 11 sur une face du papier 10, et les bandes de sels accélérateurs 12 sur l'autre face du
15 papier 10, entre les bandes LIP 11. En variante, les bandes LIP 11 et les bandes 12 de sels accélérateurs sont appliquées à la fois sur les deux faces du papier.

La surface enduite par la formulation LIP 13 est de préférence comprise entre 10% et 45%, de préférence entre 15% et 35% et plus
20 préférentiellement entre 20% et 33% de la surface totale équivalent à une face.

Par ailleurs, la surface enduite de sels accélérateurs 14 est comprise entre 90% et 55%, de préférence entre 85% et 60% et plus
25 préférentiellement entre 80% et 67% de la surface totale équivalent à une face.

Conformément à ce mode de réalisation de l'invention, l'augmentation de grammage est donc réalisée sur l'ensemble de la surface, et n'est pas limitée à des bandes localisées correspondant aux bandes traitées LIP 11.

La variation de grammage ramenée au mètre carré de papier fini qui
30 est générée par le traitement accélérateur de combustion varie de 0.5 à 5 %

du grammage initial du papier à cigarette de base, de préférence de 1 % à 4 % et plus préférentiellement de 1.5 à 3.5 %.

La variation de grammage ramenée au mètre carré de papier fini qui est générée par le traitement LIP varie quant à lui de 1 à 10 % du grammage initial du papier à cigarette de base, de préférence de 3 % à 6 %, de telle sorte que la variation globale au mètre carré par rapport au papier non traité est comprise entre 1.5 et 15 %.

Nous allons à présent décrire quelques exemples de papiers 10 pour article à fumer conformes à l'invention, ainsi que des résultats de tests pratiqués sur ces papiers, notamment des tests de diffusivité, FASE, ASTM E2177-04, ou encore la mesure de la perméabilité des zones LIP, etc.

Ces exemples ont été réalisés en ligne grâce à un procédé d'impression par flexographie.

15 Au cours de ces essais, la « face toile », qui correspond conventionnellement à la face du papier qui est en contact avec la toile de formation et de drainage de la machine à papier à table plate dite de Foudrinier, a été traitée avec la formulation d'enduction. En effet, cette face du papier est plus macroporeuse que la « face anti-toile » ou face « feutre »
20 qui correspond à la face opposée, en raison de sa proximité avec les éléments de drainage sur la machine. Toutefois, le traitement de la face feutre est également envisageable.

Il est important de noter qu'il est possible d'appliquer la face traitée avec la formulation d'enduction LIP 13 en contact avec le boudin de tabac 20
25 ou de la disposer sur l'extérieur de l'article à fumer sans que cela n'affecte significativement statistiquement les résultats des tests ASTM et FASE. Dans les exemples qui suivent, la face traitée par la formulation d'enduction a été mise en contact avec le boudin de tabac.

Industriellement, ce type de plan d'essai est accessible sur machine
30 d'impression héliographique ou flexographique. Par exemple, une machine

d'impression flexographique comportant de un à huit postes d'impression convient à la mise en œuvre de l'invention.

Deux types de papiers de base ont été testés :

Le premier type de papier 10 présente un grammage initial de 25.5 g/m² et une perméabilité de 70 Coresta. Il comporte en outre 27 % de carbonate de calcium et est traité uniformément avec 1.3% de citrate tri potassique comme sel accélérateur de combustion (le niveau de traitement étant exprimé en pourcentage d'acide citrique anhydre par rapport au poids du papier).

Le deuxième type de papier 10 présente également un grammage initial de 25.5 g/m², une perméabilité de 70 Coresta, et 27 % de carbonate de calcium, mais n'est pas uniformément citraté.

Les deux types de papier 10 sont traités avec la formulation d'enduction LIP 13 conformément à une forme de réalisation de l'invention, par couchage sur des bandes 11 de sept millimètres espacées tous les vingt millimètres en utilisant quatre postes d'enduction successifs.

Le deuxième type de papier est enduit dans les zones non traitées LIP 12 avec du citrate tri potassique 14 comme sel accélérateur de combustion sur les autres postes disponibles de la machine d'impression. Les concentrations en extrait sec de sel citrique testées en E-10 et E-11 sont respectivement de 7% et 3%. Ces concentrations ont permis d'approcher le taux final visé de 1.3% en citrate tri-potassique exprimé en acide citrique anhydre dans le papier fini (obtenu par traitement sur les zones non LIP uniquement).

25

CONFIGURATION N DES ESSAIS (g/m ²)	Premier type de papier			Deuxième type de papier	
	E-7	E-8	E-9	E-10	E-11
	NDC: 1,1 Amidon: 2,6	NDC: 2,1 Amidon: 2,0	NDC: 3,0 Amidon: 2,0	NDC: 2,1 Amidon: 2,0	NDC: 2,1 Amidon: 2,0
Dépose LIP théorique sur les bandes (g/m ²)	3,7	4,1	5,0	3,7	4,1

Dépose LIP évaluée après couchage sur les bandes (g/m²)	2,8	3,1	3,6	2,8	3,3
Dépose théorique en citrate de tri- potassium / grammage support (g/m²)				0,54	0,56
Grammage papier final (g/m²)	26,3	26,4	26,5	26,3	26,9
acide citrique anhydre / papier fini (%)	1,3	1,3	1,3	1,25	1,31
Perméabilité du support de base citraté en CU	70	70	70	70	70
Perméabilité des zones LIP (moyenne sur 40 mesures) (CU)	19	11	9	17	10
Effet LIP Test ASTM E2187-04 (% de cigarettes consommées) LIP si <25%	90	57	22	62	10
% cigarettes éteintes en Combustion libre FASE	0	0	40	0	30
Diffusivité zone LIP -Appareil Sodim (cm/s)	0,216	0,198	0,120	0,215	0,177

Le plan d'expérience est réalisé avec une augmentation progressive de cellulose nano-dispersée 13 sur les premiers postes de flexographie afin de restructurer naturellement et significativement le support dont la perméabilité Sodim est de 70 Coresta.

Dans les essais n°7 à 11, deux formulations 13a, 13b différentes sont appliquées successivement sur les zones à traiter LIP du papier. La première formulation 13a est à base de cellulose nano-dispersée, tandis que la deuxième formulation 13b est à base d'amidon.

Les volumes des cylindres de transfert sont choisis afin de pouvoir véhiculer en théorie :

- pour les essais n°7 et 10 : 1.1 g/m² sec de cellulose nano-dispersée 13a (V = 11 cm³/m²) et 2.6g/m² d'amidon 13b (V = 26 cm³/m²) ;
- pour les essais n°8 et 11 : 2.1 g/m² sec de cellulose nano-dispersée 13a (V = 21 cm³/m²) et 2.0 g/m² d'amidon 13b (V = 20 cm³/m²) ; et
- 5 - pour l'essai n°9 : 3.0 g/m² sec de cellulose nano-dispersée 13a (V = 30 cm³/m²) et 2.0 g/m² d'amidon 13b (V = 20 cm³/m²).

Les essais n°7 et 8 concernent le premier type de papier 10, et les essais n°10 et 11 concernent le deuxième type de papier 10 et comprennent en plus du citrate tri potassium 14 appliqué discrètement sur le papier 10 à

10 raison d'une dépose théorique de 0.98 g/m² (V = 14 cm³/m² obtenu avec 2x 7 cm³/m² et 3% d'extrait sec) pour l'essai n°10 et 1.08 g/m² (V = 36 cm³/m² avec 3x V = 12 cm³/m² et 7% d'extrait sec) pour l'essai n°11.

Dans l'essai n°10, environ 70 % de la solution 14 de sels réducteurs migre sur le papier, d'où un transfert théorique de 0.69 g/m² en sel par

15 zone(s) localisée(s), ce qui correspond, dans le cas d'une surface traitée 12 de 70 % par rapport à la surface initiale, à une augmentation du grammage global du papier fini 10 au mètre carré de 0.48 g/m² due aux sels.

En appliquant le même raisonnement pour les bandes LIP 11, mais cette fois-ci pour les 30 % de surface restante, nous obtenons une

20 augmentation théorique de grammage de 0.78 g/m².

L'augmentation de dépose réelle sur les bandes LIP 11 est de 2.8 g/m², soit une augmentation globale de grammage de 0.84 g/m². Le grammage final est de 26.8 g/m², soit un traitement en sel exprimé en acide citrique anhydre théorique 1.1 % théorique.

25 Dans l'essai n°11, on a réduit la concentration de sels accélérateurs dans la solution 14 et augmenté le volume de solution 14 enduite sur le papier 10 afin de « remouiller » davantage le papier 10 et de le détendre. En effet, l'enduction des zones traitées LIP 11 est réalisée par passages successifs avec séchage entre chaque passage, ce qui, comme on l'a vu,

30 crée des tensions en surface du papier 10 qui tendent à l'onduler. En faisant subir un traitement similaire en termes de reprise humide à l'intégralité du

papier 12, impliquant des mouillages et des séchages successifs des zones non traitée LIP 12 mais traitées par les sels accélérateurs 14, on peut encore mieux équilibrer les différences de tensions entre les zones qui reçoivent le traitement LIP 11 et les zones salines 12. Ici, on a réalisé trois traitements
5 salins successifs.

Si l'on applique le même raisonnement que ci-dessus, l'augmentation de grammage théorique papier fini liée au sel est de 0.53 g/m^2 , celle liée au traitement LIP est de 0.86 g/m^2 , soit un grammage final de 26.9 g/m^2 .

Le pourcentage théorique exprimé en acide citrique anhydre est
10 proche de 1.2 % par rapport au papier fini.

L'évolution entre les essais E-7 et E-9 montre à nouveau une meilleure efficacité de la cellulose nano-dispersée sur la capacité à réduire localement la porosité du papier 10 à cigarette.

Les tests ASTM, réalisés avec cigarettes confectionnées
15 industriellement à partir des papiers du premier type, intégralement citratés, montrent que le potentiel incendiaire du papier diminue puisque le nombre de cigarettes qui se consomment diminue entre E-7 et E-9. De même, le pourcentage FASE, qui est lié au plaisir du fumeur, démontre un comportement tout à fait acceptable, puisqu'il passe de 0 à 40 % pour le
20 papier le plus LIP.

La combinaison E14 est un très bon compromis entre le test LIP selon la norme ASTM et le test FASE pour les papiers intégralement citratés.

Enfin, les valeurs de la diffusivité diminuent avec le potentiel incendiaire des papiers testés, mais la toxicité des cigarettes obtenues reste
25 inférieure à celle des cigarettes LIP conventionnelles.

La comparaison des essais réalisés d'une part sur des papiers intégralement citratés (premier type de papier) avec les essais réalisés sur des papiers enduits discrètement avec la solution saline accélératrice de combustion (deuxième type de papier) montrent que ce type d'enduction 14
30 n'a que peu d'impact sur la perméabilité des bandes LIP 11 (voir notamment E-7 et E10, et E-8 et E-11). Par conséquent, l'ajout de sels accélérateurs en

des zones discrètes 12 sur le papier 10 permet d'obtenir de meilleurs résultats en termes de toxicité (plus grande diffusivité) tout en conservant les propriétés de réduction du potentiel d'inflammabilité (LIP) du papier 10.

Néanmoins, l'effet LIP selon la norme ASTM est supérieur dans le cas
5 des papiers enduits discrètement avec la solution saline 14.

Par conséquent, à perméabilité équivalente, l'application de sels accélérateurs 14 entre les bandes traitée LIP 11 uniquement permet d'augmenter significativement l'effet LIP du papier 10 selon la norme ASTM. Par ailleurs, cette voie est très prometteuse en termes d'impact sur les
10 aspects taux de monoxyde de carbone, de nicotine et goudrons, puisque la diffusivité et la perméabilité montrent que cette nouvelle piste de traitement a de faibles effets sur la toxicité du papier 10, alors que le gain en potentiel d'auto-extinction est significatif.

REVENDICATIONS

1. Papier (10) pour un article à fumer (1), notamment pour une cigarette, comprenant des zones traitées (11) avec une formulation d'enduction (13) adaptée pour réduire le potentiel incendiaire de ladite zone traitée,
5 caractérisé en ce que la formulation (13, 13a) comprend des nanoparticules de cellulose présentant une dimension médiane (d50) inférieure ou égale à cinq micromètres.
- 10 2. Papier (10) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les nanoparticules (13, 13a) comprennent des nano-fibres, des nanotubes, des nano-filaments et/ou des nano-bâtonnets.
- 15 3. Papier (10) selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les nanoparticules (13, 13a) ont au moins une dimension inférieure ou égale à 100 nm lorsqu'elles sont prises individuellement.
- 20 4. Papier (10) selon la revendication 3, caractérisé en ce que les nanoparticules (13) sont de la cellulose nano-dispersée (NDC).
- 25 5. Papier (10) selon la revendication 4, caractérisé en ce que les zones (11) sont en outre traitées avec une formulation comprenant un composé filmogène (13b) tel que l'amidon, la carboxyméthylcellulose, et/ou la méthylcellulose (13b).
6. Papier (10) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la formulation (13) comprend en outre un composé filmogène (13b) tel que l'amidon, la carboxyméthylcellulose, et/ou la méthylcellulose.

7. Papier (10) selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les zones traitées (11) sont séparées entre elles par des zones non traitées (12) par la formulation d'enduction (13), et en ce que lesdites zones non traitées (12) par la formulation d'enduction (13) sont traitées avec des sels accélérateurs de combustion (14).

8. Papier (10) selon la revendication 7, caractérisé en ce que les sels accélérateurs de combustion (14) sont exclusivement appliqués dans les zones non traitées (12).

9. Papier (10) selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les zones traitées (11) sont des bandes s'étendant transversalement, ayant une largeur comprise entre quatre et huit millimètres, et espacées deux à deux d'une distance comprise entre quinze et vingt millimètres.

10. Papier (10) selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la formulation (13) comprend en outre des pigments, notamment de l'hydroxyde d'aluminium.

11. Article à fumer (1), caractérisé en ce qu'il comprend un papier (10) selon l'une des revendications 1 à 10.

12. Procédé de fabrication d'un papier (10) selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- fournir un papier (10) pour article à fumer, et
- appliquer dans des zones discrètes (11) du papier (10) au moins une couche d'une formulation d'enduction (13) adaptée pour réduire le potentiel incendiaire desdites zones discrètes (11), ladite formulation (13) comprenant des nanoparticules de cellulose.

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape d'application d'au moins une couche de sels accélérateurs de combustion (14) dans des zones (12) non traitées avec la formulation d'enduction (13).

5

14. Procédé selon l'une des revendications 12 ou 13, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape d'application d'une couche d'un composé filmogène (13a) tel que de l'amidon, de la carboxyméthylcellulose, et/ou de la méthylcellulose, dans les zones traitées (11).

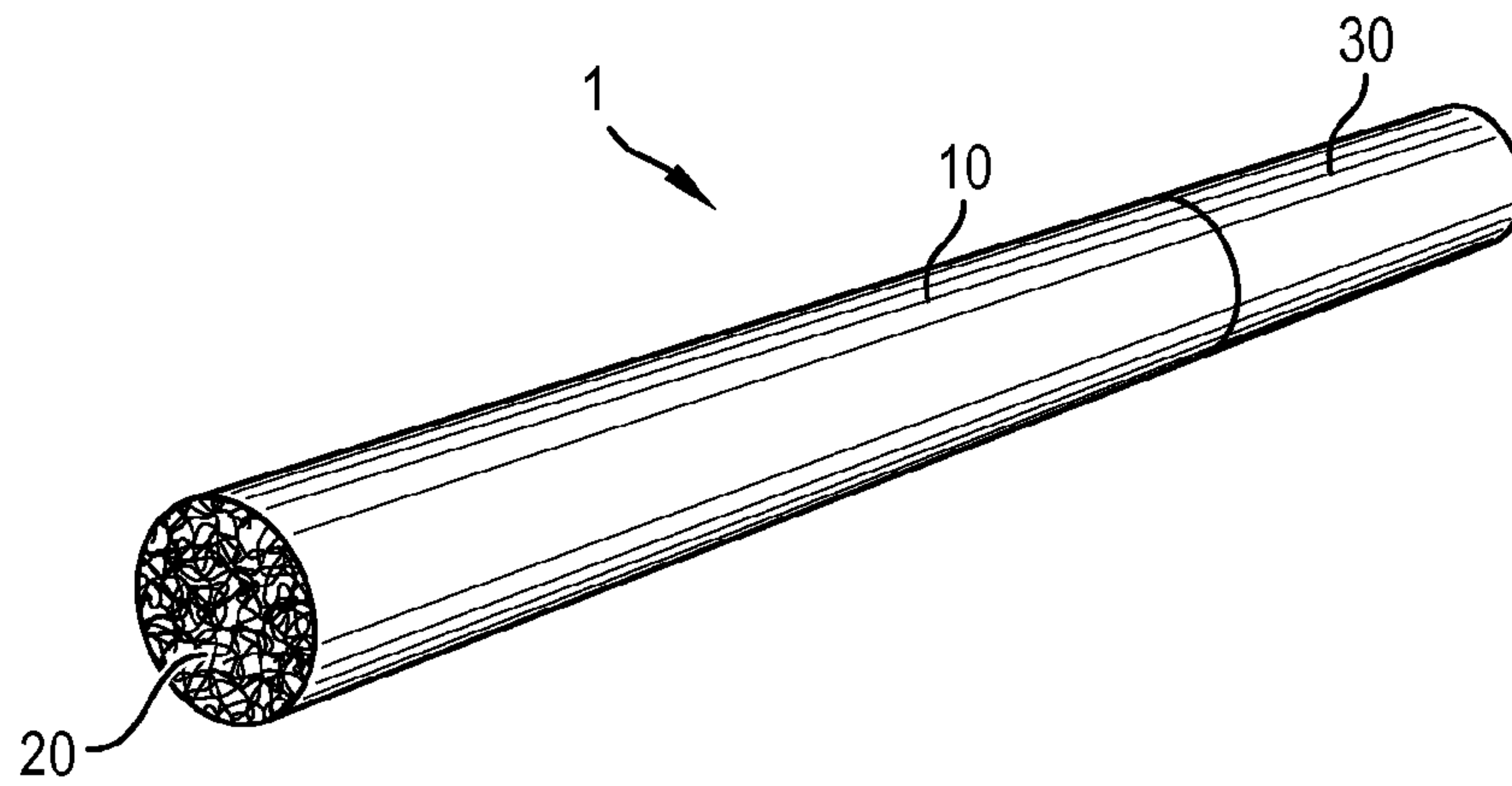
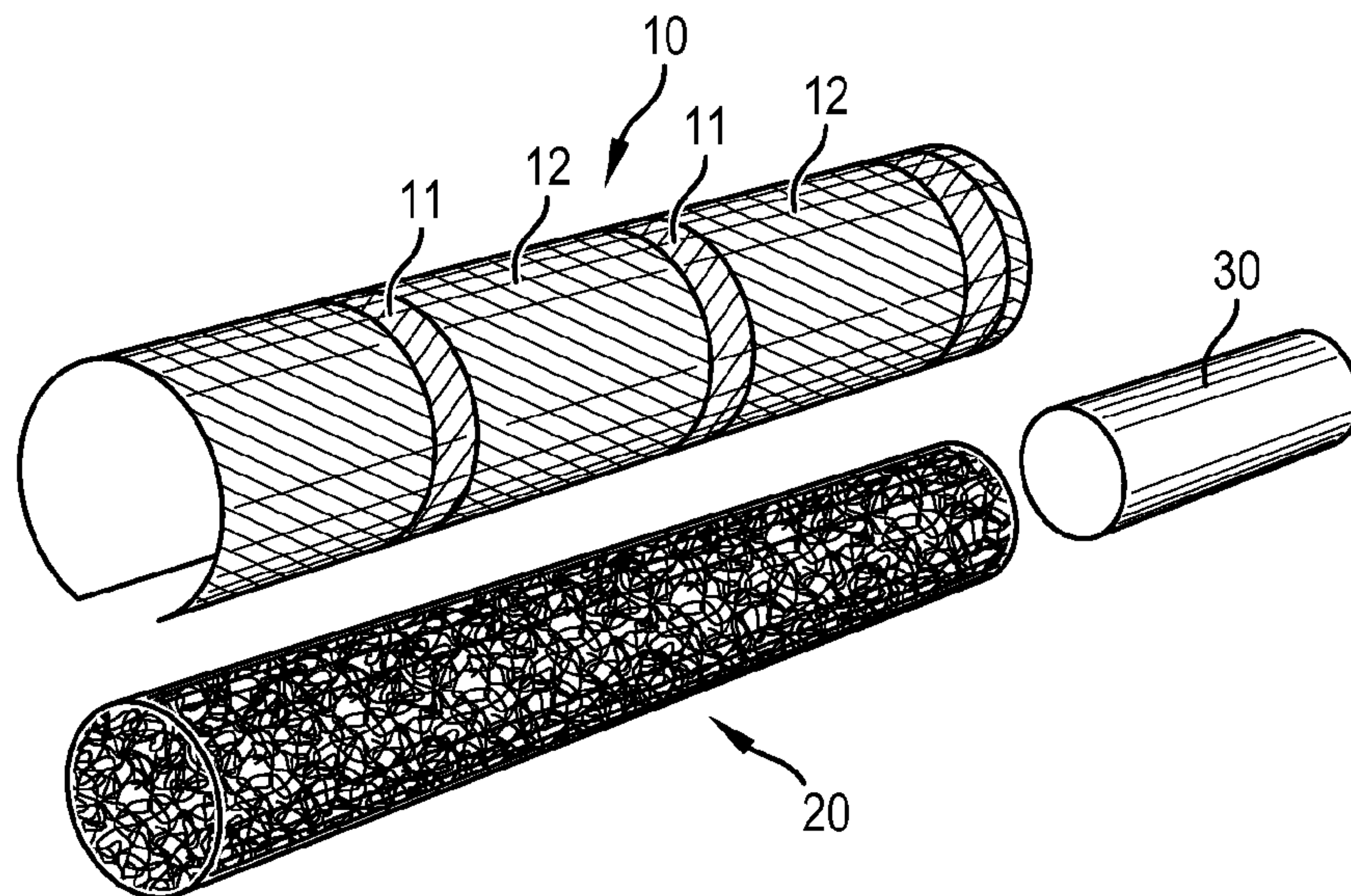
10

15. Procédé selon l'une des revendications 12 ou 13, dans lequel la formulation (13) comprenant des nanoparticules de cellulose comprend en outre un composé filmogène (13a) tel que l'amidon, la carboxyméthylcellulose, et/ou la méthylcellulose, et le procédé est caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape au cours de laquelle on mélange la formulation (13) à base de nanoparticules de cellulose avec le composé filmogène préalablement à l'application de ladite formulation (13) sur le papier (10).

15

20 16. Procédé selon l'une des revendications 12 à 15, caractérisé en ce que les nanoparticules sont appliquées sous forme hydratée dans une solution aqueuse comprenant entre 5 et 15% d'extrait sec de nanoparticules.

25 17. Procédé selon l'une des revendications 12 à 16, caractérisé en ce que les couches (13, 13a, 14) sont appliquées par héliographie, sérigraphie ou flexographie.

1/1**FIG. 1****FIG. 2****FIG. 3**