



CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 660 373 A5

⑤① Int. Cl.⁴: C 09 D 3/48
B 29 D 7/01

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

// (C 09 D 3/48, 3:64, 3:70, 3:733, 3:80)

⑫ FASCICULE DU BREVET A5

②① Numéro de la demande: 2058/84

⑦③ Titulaire(s):
L'OREAL, Paris 8e (FR)

②② Date de dépôt: 26.04.1984

③③ Priorité(s): 26.04.1983 FR 83 06841

⑦② Inventeur(s):
Blondeel, Gilles, Le Raincy (FR)
Boiteau, Claude, Verneuil (FR)

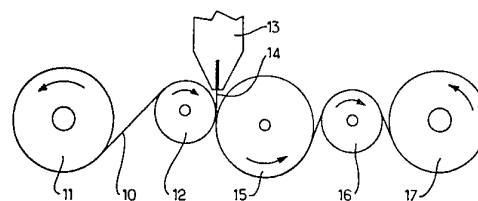
②④ Brevet délivré le: 15.04.1987

④⑤ Fascicule du brevet
publié le: 15.04.1987

⑦④ Mandataire:
Kirker & Cie SA, Genève

⑤④ Matériau protecteur de surfaces adhésives et son procédé de fabrication.

⑤⑦ On décrit un matériau protecteur de surfaces adhésives qui consiste en une pellicule obtenue à partir d'un mélange de 50 à 85 parties en poids d'un polymère et de 15 à 50 parties en poids d'un savon métallique. A ces deux constituants, on peut adjoindre un agent tensio-actif non ionique. La pellicule peut être formée en tant que couche de revêtement sur un matériau support. Pour fabriquer ce matériau protecteur, on chauffe le mélange précité pour obtenir une pâte homogène qui est extrudée soit pour donner une pellicule soit pour former une couche de revêtement déposée en continu sur un matériau-support. Il est utilisable pour la fabrication des serviettes périodiques comportant au moins une bande adhésive.



REVENDECATIONS

1. Matériau protecteur de surfaces adhésives, caractérisé par le fait qu'il comprend une pellicule comprenant de 50 à 85% en poids d'au moins un polymère choisi dans le groupe formé par le polyéthylène basse densité, le polyéthylène haute densité, le polypropylène, les polyamides, l'acétate de polyvinyle, l'alcool polyvinylique et du complément à 100% d'au moins un savon métallique.

2. Matériau protecteur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le polymère du mélange est un polyéthylène basse densité.

3. Matériau protecteur selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que le savon métallique du mélange est un alkyl-carboxylate métallique contenant de 12 à 24 atomes de carbone dans la chaîne alkyle.

4. Matériau protecteur selon la revendication 3, caractérisé par le fait que l'alkyl-carboxylate est choisi dans le groupe formé par le laurate, le palmitate, le stéarate, le béhénate et les cirates.

5. Matériau protecteur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que le métal entrant dans la formule du savon métallique est choisi dans le groupe formé par l'aluminium, le calcium, le magnésium et le zinc.

6. Matériau protecteur selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que le savon métallique est le stéarate d'aluminium.

7. Matériau protecteur selon les revendications 2 et 6 prises simultanément, caractérisé par le fait que la pellicule comprend environ 75% en poids de polyéthylène basse densité et d'environ 25% en poids de stéarate d'aluminium.

8. Matériau protecteur selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que le mélange constitutif de la pellicule comporte, en outre, au moins un agent tensio-actif non ionique, à raison de 2 à 15% en poids par rapport au poids total du (ou des) polymère(s) et du (ou des) savon(s) métallique(s).

9. Matériau protecteur selon la revendication 8, caractérisé par le fait que l'agent tensio-actif non ionique est choisi dans le groupe formé par les alcools gras polyoxyéthylénés, les alcools gras polyglycérolés, les esters de sorbitol et les esters de sorbitol polyoxyéthylénés comportant de 3 à 40 moles d'oxyde d'éthylène.

10. Matériau protecteur selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait que la pellicule (14) constitue une couche de revêtement déposée sur un support (10).

11. Matériau protecteur selon la revendication 10, caractérisé par le fait que le support (10) est constitué par du papier ou par de la ouate de cellulose.

12. Matériau protecteur selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait que la pellicule est autoporteuse et constitue à elle seule le matériau protecteur.

13. Procédé de fabrication du matériau protecteur de surfaces adhésives selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé par le fait qu'on mélange intimement au moins un polymère en poudre, et au moins un savon métallique, que l'on chauffe le mélange ainsi obtenu pour obtenir une pâte homogène, qu'on réalise l'extrusion de ladite pâte de manière à former une pellicule et qu'on refroidit ladite pellicule pour assurer sa solidification.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé par le fait que le mélange comprend aussi au moins un agent tensio-actif.

15. Procédé selon l'une des revendications 13 ou 14 destiné à la fabrication d'un matériau protecteur de surfaces adhésives tel que défini à l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé par le fait que l'on applique à chaud le mélange extrudé sur une face d'un matériau support (10) pour former une pellicule (14) constituant une couche de revêtement.

16. Procédé selon l'une des revendications 13 à 15, dans lequel la pellicule est formée à partir d'un mélange d'environ 75% en poids de polyéthylène basse densité et d'environ 25% en poids de stéarate d'aluminium, caractérisé par le fait qu'on porte ledit mélange à une température de l'ordre de 200°C pour obtenir une pâte homogène.

17. Procédé selon l'une des revendications 15 ou 16, caractérisé par le fait que le mélange fondu formant une pâte homogène est extrudé de manière à obtenir une pellicule (14), laquelle est, dès sa sortie de l'extrudeuse (13), déposée sur une bande de matériau-support (10) défilant en continu.

18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé par le fait que l'on déroule en continu une bande (10) de matériau support stocké sous la forme d'un rouleau (11), qu'on la fait passer entre un cylindre de pression (12) et un cylindre refroidi (15), une extrudeuse (13) débitant le mélange chaud, destiné à former la couche de revêtement, au droit de la zone de calandrage située entre les deux cylindres précités, que l'on entraîne la bande de matériau-support (10) ayant ainsi reçu une fine couche du mélange chaud en la maintenant au contact du cylindre refroidi (15) sur un secteur angulaire suffisant de celui-ci pour solidifier ladite couche sur le matériau-support, et que l'on réalise ensuite le bobinage de la bande de matériau-support ainsi revêtue.

19. Procédé selon l'une des revendications 13 à 18, caractérisé par le fait qu'après la solidification de la pellicule (14) et avant le bobinage de la bande obtenue, on découpe ladite bande en la faisant passer sur un cylindre (16) au-dessus duquel se trouvent des lames coupantes (16a) disposées côte à côte.

La présente invention se rapporte à un matériau protecteur de surfaces adhésives destiné à remplacer avantageusement les papiers revêtus par des résines au silicone.

Il existe de nombreux articles d'usage courant qui comportent des surfaces adhésives par lesquelles ils sont appliqués sur un support en vue de leur utilisation. On citera, à titre d'exemples, les produits d'hygiène comme les protections qui servent à absorber les fluides physiologiques, en particulier les garnitures périodiques et les pansements; les changes complets pour bébés dont la fermeture est assurée par deux bandes adhésives; les alèzes qui comportent souvent au moins une bande adhésive leur permettant de rester à plat sur la literie. On peut également citer des exemples dans le domaine ménager: les boîtiers désodorisants d'atmosphère et les crochets de suspension sont notamment dotés de pastilles collantes par lesquelles on les appose sur les murs des locaux d'habitation.

Tous les articles énumérés ci-dessus et d'autres encore comportent donc au moins une surface adhésive, dont la géométrie et les dimensions varient d'un article à un autre suivant la destination de ceux-ci. Ces surfaces adhésives sont protégées, avant l'utilisation des articles, par des matériaux, généralement des papiers, découpés aux dimensions desdites surfaces adhésives et revêtus, sur leur face destinée à venir en contact avec les surfaces adhésives, par une résine au silicone.

Ces matériaux protecteurs, qui permettent à l'adhésif de ne pas remplir son rôle pendant le stockage avant utilisation, doivent répondre aux deux conditions essentielles suivantes:

— au moment de l'utilisation de l'article, le matériau protecteur doit pouvoir se «peler», c'est-à-dire s'enlever rapidement en étant détaché par une zone de sa bordure, et

— il ne doit pas amoindrir les qualités de l'adhésif avant usage de l'article.

Le papier siliconé est, jusqu'à aujourd'hui, le seul matériau protecteur d'adhésif qui satisfait à ces deux exigences; cependant, son application à l'échelle industrielle sur des bandes de papier défilant en continu est une opération très délicate et les résines au silicone sont elles-mêmes des substances relativement coûteuses, si bien que le papier siliconé représente une part importante du prix de revient des articles, en particulier des produits d'hygiène qui sont des produits de grande consommation; il en résulte que les fabricants de ces articles ont tendance à limiter l'étendue des surfaces adhésives desdits articles au détriment du maintien correct de ceux-ci lorsqu'ils sont en position d'utilisation.

La présente invention a pour but de proposer des matériaux de remplacement de ces papiers siliconés, moins onéreux que celles-ci et susceptibles d'être fabriqués par des procédés très simples, ces nouveaux matériaux protecteurs étant par ailleurs aussi facilement «pelables» que les papiers siliconés et, de la même façon que ceux-ci, ne diminuant pas non plus, au cours du stockage, le pouvoir collant de l'adhésif. Selon l'invention, le matériau protecteur consiste ou bien en une pellicule obtenue à partir d'un mélange extrudable polymère/savon métallique, ou bien en un support dont la face destinée à venir au contact de la surface adhésive est revêtue à chaud par le mélange précité. Celui-ci constitue donc, dans ce second cas, l'agent actif de remplacement des résines au silicone classiques destinées à rendre le matériau protecteur facilement «pelable».

La présente invention a donc d'abord pour objet le produit industriel nouveau que constitue un matériau protecteur de surfaces adhésives, caractérisé par le fait qu'il comprend une pellicule comprenant de 50 à 85% en poids d'au moins un polymère choisi dans le groupe formé par le polyéthylène basse densité, le polyéthylène haute densité, le polypropylène, les polyamides, l'acétate de polyvinyle, l'alcool polyvinylique et du complément à 100% d'au moins un savon métallique.

Le polymère préféré du mélange est un polyéthylène basse densité. On peut également utiliser un polyéthylène haute densité et le polypropylène. Ce dernier est satisfaisant de par sa nature polyoléfinique, mais il est plus difficile à mettre en œuvre que le polyéthylène en raison de son point de fusion plus élevé. On peut également citer l'acétate de polyvinyle, le polyamide 11 ainsi que l'alcool polyvinylique tel que celui vendu sous la marque MOWIOL 488.

Le savon métallique du mélange est, de préférence, un alkyl carboxylate, contenant 12 à 24 atomes de carbone dans la chaîne alkyle. A titre d'exemples d'alkyl carboxylates, on citera le laurate, la palmitate, le stéarate, le béhénate et les cirates. Le métal entrant dans la formule du savon métallique est avantageusement choisi dans le groupe formé par l'aluminium, le calcium, le magnésium et le zinc. Le savon métallique préféré est le stéarate d'aluminium.

Conformément à un mode de réalisation particulièrement préféré de la présente invention, la pellicule est obtenue à partir d'un mélange de 75% en poids environ de polyéthylène basse densité et de 25% en poids environ de stéarate d'aluminium. Les deux constituants de ce mélange particulier sont, en effet, d'une part, compatibles entre eux et, d'autre part, facilement disponibles sur le marché pour un prix d'achat relativement faible. Cette formulation s'est révélée très satisfaisante après un vieillissement de 6 mois à la température ambiante.

Par ailleurs, les pourcentages indiqués sont les pourcentages optimaux. L'expérience a montré que si l'on utilise une pellicule formée à partir d'un mélange de 50% en poids de polyéthylène basse densité et de 50% en poids de stéarate d'aluminium, on observe une perte importante d'adhésivité de la surface adhésive protégée par ce matériau protecteur. Par ailleurs, le prix de revient du matériau protecteur est plus élevé, le stéarate d'aluminium coûtant plus cher que le polyéthylène. La valeur de 50% en poids pour le stéarate d'aluminium constitue donc une limite supérieure à ne pas dépasser, la valeur de 25% étant la valeur optimale.

Conformément à la présente invention, on peut également prévoir un troisième constituant pour le mélange constitutif de la pellicule, ce troisième constituant étant au moins un agent tensio-actif non ionique, utilisé notamment à raison de 2 à 15% en poids par rapport au poids total du (ou des) polymère(s) et du (ou des) savon(s) métallique(s).

A titre d'exemples d'agents tensio-actifs non ioniques utilisables conformément à la présente invention, on citera les alcools gras polyoxyéthylénés, les alcools gras polyglycérolés, les esters de sorbitol tels que les laurate, palmitate, stéarate de sorbitol, et les mêmes esters polyoxyéthylénés comportant de 3 à 40 moles d'oxyde d'éthylène.

Conformément à une première variante de réalisation de la présente invention, la pellicule constitue une couche de revêtement

déposée sur un support. Ce dernier est constitué notamment par du papier ou de la ouate de cellulose. De préférence, la pellicule formant la couche de revêtement du support est appliquée directement à chaud sur ce dernier.

Conformément à une seconde variante de réalisation de la présente invention, la pellicule est autoporteuse et constituée à elle seule le matériau protecteur.

La présente invention a également pour objet un procédé de fabrication du matériau protecteur de surfaces adhésives défini ci-dessus. Ce procédé est caractérisé par le fait qu'on mélange intimement au moins un polymère en poudre, au moins un savon métallique et éventuellement au moins un agent tensio-actif, les définitions et les proportions de ces constituants étant celles indiquées ci-dessus, qu'on chauffe le mélange ainsi obtenu pour obtenir une pâte homogène, qu'on réalise l'extrusion de ladite pâte de manière à former une pellicule, et qu'on refroidit ladite pellicule pour assurer sa solidification.

Dans le cas où le matériau selon l'invention se présente sous la forme d'un support revêtu sur l'une de ses faces d'une couche lui conférant les propriétés désirées de protection de surfaces adhésives, on applique à chaud le mélange extrudé sur une face d'un matériau-support pour former une pellicule constituant une couche de revêtement.

Dans le cas où le mélange est constitué par 75% en poids environ de polyéthylène basse densité et de 25% environ en poids de stéarate d'aluminium, pour obtenir une pâte homogène on porte ledit mélange à une température de l'ordre de 200 °C.

Conformément à une forme particulière d'exécution du procédé destiné à la fabrication d'un matériau protecteur se présentant sous la forme d'un support revêtu, le mélange fondu formant une pâte homogène est extrudé de manière à obtenir une pellicule, laquelle est, dès sa sortie de l'extrudeuse, déposée sur une bande de matériau-support défilant en continu. Dans un mode préféré de mise en œuvre, on déroule en continu une bande de matériau-support stockée sous la forme d'un rouleau, on la fait passer entre un cylindre de pression et un cylindre refroidi, une extrudeuse débitant le mélange chaud destiné à former la couche de revêtement, au droit de la zone de calandrage située entre les deux cylindres précités, on entraîne la bande de matériau-support ayant ainsi reçu une fine couche du mélange chaud en la maintenant au contact du cylindre refroidi sur un secteur angulaire suffisant de celui-ci pour solidifier ladite couche sur le matériau-support, et on réalise ensuite le bobinage de la bande de matériau-support ainsi revêtue.

Après la solidification de la pellicule et avant le bobinage de la bande obtenue, on peut procéder au découpage de ladite bande en la faisant passer sur un cylindre au-dessus duquel se trouvent des lames coupantes disposées côte à côte.

Pour mieux faire comprendre l'objet de la présente invention, on va décrire plus en détail ci-après les propriétés du matériau protecteur de surfaces adhésives selon la présente invention ainsi qu'un procédé de fabrication de ce matériau protecteur, en se référant au dessin annexé.

Sur ce dessin:

— les figures 1 et 2 représentent chacune un dispositif permettant d'étudier, au laboratoire, le comportement du matériau protecteur selon l'invention;

— la figure 3 illustre, de façon schématique, un appareillage pour la mise en œuvre d'un procédé de fabrication, à l'échelle industrielle, du matériau protecteur selon l'invention;

— la figure 3a montre, en perspective et schématiquement, un élément de l'appareillage de la figure 3.

Les dispositifs représentés schématiquement sur les figures 1 et 2 sont destinés à réaliser des essais montrant l'aptitude du matériau protecteur selon l'invention, respectivement, à s'enlever par «pelage» de la surface adhésive sur laquelle il est disposé, et à conserver les qualités de l'adhésif qu'il protège. Dans les deux cas, on compare les résultats obtenus avec des matériaux protecteurs conformes à la présente invention et avec ceux obtenus avec un papier

protecteur siliconé du commerce. On sait en effet que celui-ci donne toute satisfaction en ce qui concerne les propriétés recherchées pour ce type de matériau.

Pour réaliser le premier essai, on utilise, d'une part, une bande 1 de papier ou similaire, sur une face de laquelle est déposée une couche adhésive 1a de 2 cm de large, et, d'autre part, une bande 2 de papier protecteur, dont une face est revêtue par une pellicule 2a de l'agent de revêtement que l'on étudie, la pellicule 2a ayant au moins la même largeur que la couche 1a. Les deux bandes 1 et 2 sont appliquées l'une sur l'autre par roulage d'un poids de 1 kg (5 allers retours), la face de la bande 1 portant la couche adhésive 1a étant en contact avec une extrémité repliée sur elle-même sur une longueur L_1 (5 cm) de la bande 2 portant la pellicule 2a de l'agent de revêtement étudié, de sorte que la pellicule 2a soit en contact avec la couche adhésive 1a. L'extrémité libre de la bande 1 est placée dans la pince 3 d'un dynamomètre, et l'extrémité libre de la bande 2 est placée dans l'autre pince 4 du dynamomètre. La force nécessaire au «pelage» de la bande 2 est enregistrée.

Cet essai a été effectué, à chaque fois dans les mêmes conditions, avec utilisation d'un papier protecteur siliconé du commerce qui constitue le produit de référence puis, successivement, avec des papiers revêtus de diverses pellicules (polymère/savon) selon l'invention et avec une pellicule de protection autoporteuse conforme à l'invention. Les résultats qui ont été obtenus sont indiqués dans le tableau I suivant:

TABLEAU I
Essai d'aptitude du matériau protecteur à s'enlever

Matériau protecteur utilisé	Force nécessaire au «pelage» (en cN)
Papier protecteur siliconé du commerce (50 g/m ²)	70 à 85
Papier de 20 à 50 g/m ² revêtu à raison de 5 à 50 g/m ² au moyen de la formulation: Polyéthylène basse densité 75% en poids Stéarate d'aluminium: 25% en poids ou Pellicule autoporteuse de 20 à 50 g/m ² obtenue par extrusion d'un mélange avant cette formulation	40 à 170
Papier de 20 à 50 g/m ² revêtu à raison de 5 à 50 g/m ² au moyen de la formulation: Alcool polyvinylique 65% en poids Stéarate d'aluminium 25% en poids Monolaurate de sorbitol polyoxyéthyléné à 20 moles d'oxyde d'éthylène 10% en poids	20 à 100

On constate donc qu'avec les formulations conformes à la présente invention, les forces nécessaires au «pelage» du papier protecteur se situent dans des gammes de valeurs tout à fait acceptables.

Pour réaliser le second essai, on utilise, d'une part, une bande 5 de papier ou similaire sur une face de laquelle est déposée une couche adhésive 5a, cette couche adhésive 5a ayant été protégée par le matériau protecteur dont on étudie le comportement et qui a été enlevé, et, d'autre part, une bande 6 d'un tissu de coton fixé à plat sur un support rigide 7. Les deux bandes 5 et 6 sont appliquées l'une sur l'autre par roulage d'un poids de 1 kg (5 allers retours), la face de la bande 5 portant la couche adhésive 5a étant en contact avec le tissu de coton 6, les deux bandes 5 et 6 étant pendant décalées

l'une de l'autre longitudinalement de sorte qu'elles ne se chevauchent que sur une longueur L_2 définie (5 cm). L'extrémité libre de la bande 5 est placée dans la pince 8 du dynamomètre, et l'extrémité libre de la bande 6, sur son support 7, est placée dans l'autre pince 9 du dynamomètre. La force nécessaire au décollement de la bande 6 est enregistrée. Cet essai a été effectué, à chaque fois dans les mêmes conditions, avec utilisation de bandes 5 ayant été protégées, soit par un papier protecteur siliconé du commerce, soit par un papier revêtu à l'aide d'une pellicule (polymère/savon) conforme à la présente invention, soit par une pellicule de protection autoporteuse conforme à l'invention, ces bandes ayant été conservées pendant 60 jours à 20° C et 50% d'humidité relative. Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau II suivant:

TABLEAU II
Essai d'aptitude du matériau protecteur à conserver les propriétés de l'adhésif

Matériau protecteur ayant protégé la couche adhésive	Force nécessaire pour que la bande 6 se décolle de la bande 5 (en cN)
Papier protecteur siliconé du commerce (50 g/m ²)	1500 à 2700
Papier de 20 à 50 g/m ² revêtu à raison de 5 à 50 g/m ² au moyen de la formulation: Polyéthylène basse densité 75% en poids Stéarate d'aluminium: 25% en poids ou Pellicule autoporteuse de 20 à 50 g/m ² obtenue par extrusion d'un mélange avant cette formulation	1900 à 2600
Papier de 20 à 50 g/m ² revêtu à raison de 5 à 50 g/m ² au moyen de la formulation: Alcool polyvinylique 65% en poids Stéarate d'aluminium 25% en poids Monolaurate de sorbitol polyoxyéthyléné à 20 moles d'oxyde d'éthylène 10% en poids	1500 à 2700

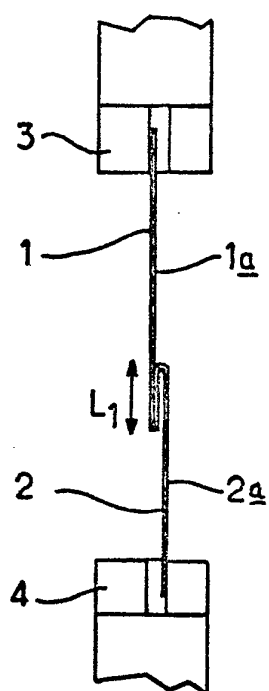
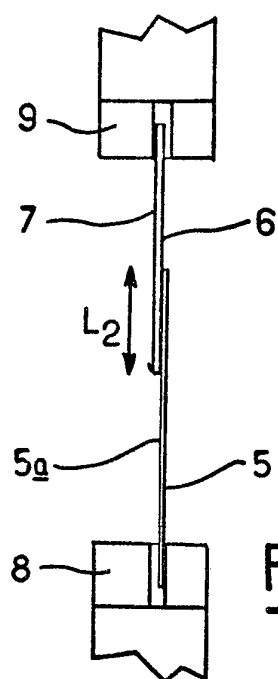
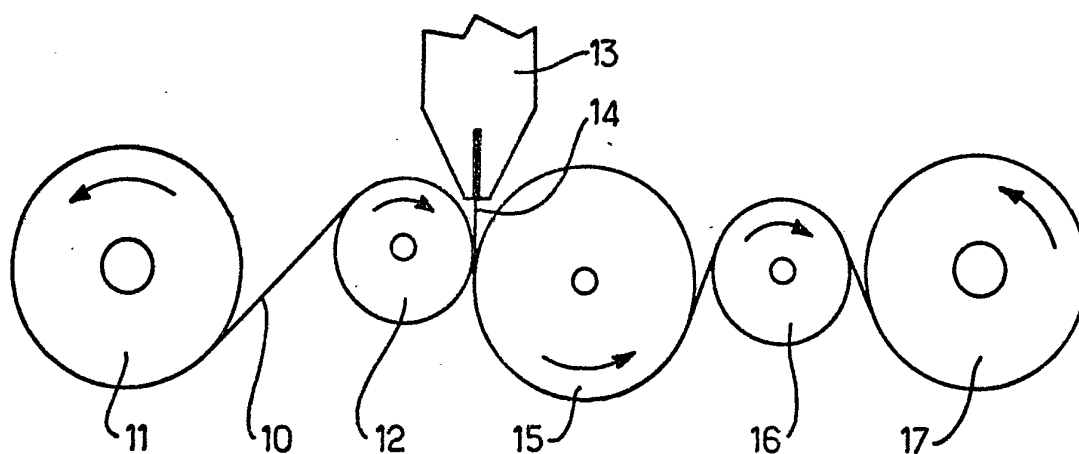
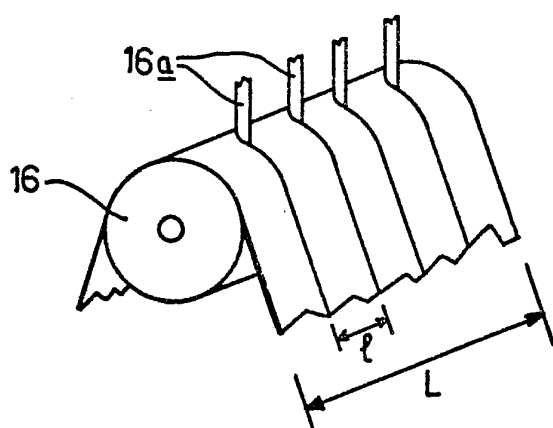
Les valeurs qui ont été trouvées pour la couche adhésive protégée par un papier revêtu des formulations selon l'invention sont équivalentes ou se situent à l'intérieur de la fourchette qui est donnée pour la couche adhésive protégée par un papier siliconé du commerce, dont on sait qu'il présente des caractéristiques acceptables.

Un mode particulier de réalisation du matériau protecteur d'adhésif selon l'invention est décrit en se référant aux figures 3 et 3a qui montrent, de façon schématique, un appareillage destiné à fabriquer des bandes de protection de couches adhésives mises en place sur des serviettes périodiques. On voit qu'une bande 10 d'un matériau support, constitué par du papier, est stockée sous la forme d'un rouleau 11 et déroulée en continu à partir de ce dernier. Cette bande 10 présente une largeur L multiple de la largeur l que doivent présenter les bandes de protection des serviettes périodiques. On fait passer la bande 10 de matériau support entre un cylindre de pression 12 et un cylindre refroidi 15; une extrudeuse 13 débite le mélange homogène particulier utilisé (polymère/savon, éventuellement agent tensio-actif), ce mélange sortant en continu sous la forme d'une fine

nappe ou pellicule 14; la nappe 14 est extrudée juste au droit de la zone de calandrage située entre les deux cylindres 12 et 15 et se trouve ainsi appliquée sur la bande support 10. La bande support 10 ainsi revêtue est entraînée par le cylindre 15 et elle est maintenue contre celui-ci sur un secteur angulaire compris entre 90° et 180°, de façon que la couche d'agent de revêtement se solidifie rapidement en se solidarissant avec la bande support. Ensuite, cette dernière, ayant reçu son agent de revêtement, passe sur un cylindre 16 au-dessus duquel sont disposées des lames coupantes 16a (figure 3), lesquelles ont pour but de réaliser la découpe longitudinale de la bande 10 afin

de constituer des bandes de la largeur 1 désirée. Celles-ci sont enroulées côte à côte sur un rouleau de bobinage 17.

Il est bien entendu que les exemples de composition et les modes de réalisation et de mise en œuvre de l'invention ci-dessus décrite ne sont aucunement limitatifs et pourront donner lieu à toutes modifications désirables, sans sortir pour cela du cadre de l'invention; le matériau protecteur selon l'invention peut notamment être constitué d'une pellicule autoporteuse non associée à un matériau-support et obtenue à partir d'un mélange (polymère/savon métallique avec éventuellement un agent tensio-actif), par exemple par extrusion.

FIG. 1FIG. 2FIG. 3FIG. 3a