

(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
30 décembre 2009 (30.12.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/156700 A2

(51) Classification internationale des brevets :
F16D 69/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2009/051234

(22) Date de dépôt international :
26 juin 2009 (26.06.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0854332 27 juin 2008 (27.06.2008) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
VALEO MATERIAUX DE FRICTION [FR/FR]; Z. I.
Nord, Rue Thimonier, F-87020 Limoges (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : ALIX,
Isabelle [FR/FR]; La Bussière Etable, F-87290
Chateauponsac (FR). PINEDA, Philippe [FR/FR]; 26
avenue Ledru Rollin, F-19100 Brive La Gaillarde (FR).
SANCHEZ, Laurent [FR/FR]; 27 rue de la Fraternité,
F-87000 Limoges (FR). COURAUD, Dominique
[FR/FR]; Le Mas Brunet, F-87800 La Roche L'abeille
(FR).

(74) Mandataire : VALEO TRANSMISSIONS; Service
Propriété Industrielle, 34 rue Saint André, F-93012
Bobigny (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, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), européen (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, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))

(54) Title : DRY CLUTCH LINING AND ASSOCIATED MANUFACTURING PROCESS

(54) Titre : GARNITURE D'EMBRAYAGE A SEC PROCEDE DE FABRICATION ASSOCIE

(57) Abstract : Dry clutch lining comprising a layer of friction material based on fibres mixed with at least one organic component and at least one constituent capable of being electrostatically charged, and of which at least one face is covered with a coating constituted of the following components, expressed in percentages by weight: polymer obtained by radical, especially photo-initiated, polymerization of prepolymers comprising reactive functions constituted of unsaturated polyesters: from 90 to 100%; - abrasive fillers: less than or equal to 1%; - lamellar fillers: less than or equal to 10%; - inert fillers: less than or equal to 10%.

(57) Abrégé : Garniture d'embrayage à sec comprenant une couche de matériau de friction à base de fibres mélangées à au moins un composant organique et au moins un constituant susceptible d'être chargé électrostatiquement, et dont au moins une face est recouverte d'un revêtement constitué des composants suivants, exprimés en pourcentage massique : polymère obtenu par polymérisation radicalaire, notamment photo-amorcée, de pré-polymères comprenant des fonctions réactives constituées de polyesters insaturés : de 90 à 100%; - charges abrasives : inférieur ou égal à 1%; - charges lamellaires : inférieur ou égal à 10%; - charges inertes : inférieur ou égal à 10%.



WO 2009/156700 A2

GARNITURE D'EMBRAYAGE A SEC
PROCEDE DE FABRICATION ASSOCIE

La présente invention a pour objet une garniture
5 d'embrayage à sec et un procédé de fabrication associé.

On entend par « embrayage à sec », un organe de couplage de transmission dans une chaîne cinématique, par exemple pour équiper un véhicule automobile, fonctionnant dans l'air.

10 De manière usuelle un embrayage à sec comprend au moins un plateau de réaction et au moins un plateau de pression, où chacun de ces plateaux est relié en rotation directement ou indirectement avec un arbre d'un moteur, par exemple par le biais d'un volant moteur.

15 On dispose de manière connue entre ces plateaux un disque, dénommé disque d'embrayage relié en rotation avec un arbre d'une boîte de vitesse sur au moins une face duquel est fixée une garniture d'embrayage à sec. Cette garniture est destinée à frotter sur au moins l'un des
20 plateaux ci-dessus mentionnés afin d'assurer une continuité de la chaîne cinématique et de permettre la transmission du couple du moteur vers la boîte de vitesse quand l'accouplement entre ces organes est désiré.

De manière connue en soi, les garnitures d'embrayage à
25 sec usuelles comprennent une couche de matériau de friction à base de fibres mélangées à au moins un composant organique. Elles se présentent en général sous la forme d'un anneau. Elles peuvent être revêtues par des couches d'autres constituants, par exemple par des couches
30 anticorrosion, des couches anti-poussière, des couches de renfort sur une face opposée à la face destinée à contacter un plateau de réaction ou de pression.

Le transfert cinématique entre deux pièces en frottement est en relation directe avec le coefficient de frottement, μ , entre ces pièces. Celui-ci dépend fortement de l'état de surface de chacune de ces pièces. On souhaite
5 en général obtenir un coefficient de frottement de préférence élevé et le plus stable possible au cours du temps, afin de contrôler précisément la chaîne cinématique.

On note cependant que les garnitures d'embrayage à sec usuelles conduisent à des coefficients de frottement dont
10 la valeur désirée n'est atteinte qu'après une première usure de la surface de la face destinée à contacter le plateau de pression ou de réaction, c'est-à-dire après qu'un nombre significatif d'engagements de l'embrayage aient eu lieu. A titre d'exemple, on peut citer des
15 garnitures usuelles où l'on constate que le coefficient de frottement croît légèrement à chaque engagement et atteint une valeur stable après plus de 100 engagements de l'embrayage. On atteint seulement alors un niveau de frottement satisfaisant pour la transmission du couple.

20 Parmi les problèmes rencontrés avec des embrayages équipés de garnitures traditionnelles, on peut noter des risques de patinage avec le matériau de friction, par exemple quand l'embrayage est protégé par un film gras pour limiter la corrosion des plateaux en fonte ; on note
25 également qu'il existe des risques de détérioration des couches déposées sur les garnitures d'embrayage montées sur un véhicule neuf car ceux-ci sont en général soumis à des démarrages sévères, notamment quand ils sont disposés sur des véhicules transporteurs à plusieurs étages et on
30 constate même dans certain cas des brûlures de la garniture.

Afin de remédier à ces inconvénients, il a été proposé de disposer un revêtement sur la face de la couche du

matériau de friction, destinée à contacter un plateau de réaction ou de pression.

A titre d'exemple, le document DE 100 02 261 A1 propose un revêtement à base d'acrylate comprenant des charges abrasives, telles que quartz, gel de silice, silicates, céramiques sous forme d'oxydes.

On constate qu'un tel revêtement permet d'augmenter très rapidement le coefficient de frottement et qu'une valeur supérieure à une valeur obtenue avec un même matériau sans revêtement est atteinte après environ 10 à 50 engagements.

Ce revêtement, bien qu'avantageux du point de vue de la stabilité et de la valeur du coefficient de frottement, présente néanmoins des inconvénients.

En effet, il a été constaté qu'un embrayage comprenant une garniture d'embrayage, dont la face destinée à contacter le plateau de réaction ou de pression est ainsi revêtue, conduit à un « broutement » indésirable. On entend par « broutement », la génération d'à-coups qui sont ressentis comme très inconfortables par le conducteur. On attribue en général le broutement à un collage entre la garniture et un plateau. Ce type de défaut subsiste en général jusqu'à la fin de la période de rodage de la garniture, qui peut être relativement longue et correspondre à entre 5 000 et 10 000 engagements de l'embrayage.

Le but de la présente invention est d'offrir une garniture d'embrayage à sec qui ne présente pas les inconvénients précités et permette d'obtenir tout à la fois un coefficient de frottement rapidement élevé et d'éviter le broutement.

Ce but est atteint grâce à une garniture d'embrayage à

sec, destinée à être fixée sur un disque support d'un embrayage à sec et à frotter avec un plateau de réaction ou un plateau de pression dudit embrayage, où ladite garniture comprend une couche de matériau de friction à base de fibres
5 mélangées à au moins un composant organique et d'au moins un constituant susceptible d'être chargé électro-statiquement, et dont la face destinée à contacter le plateau de réaction ou le plateau de pression est recouverte d'un revêtement constitué des composants suivants, exprimés en pourcentage
10 massique :

- polymère obtenu par polymérisation radicalaire, notamment photo-amorcée, de pré-polymères comprenant des fonctions réactives constituées de polyesters insaturés : de 90 à 100% ;
- 15 - charges abrasives : inférieur ou égal à 1% ;
- charges lamellaires : inférieur ou égal à 10% ;
- charges inertes : inférieur ou égal à 10%.

Les inventeurs ont pu en effet constater qu'une telle garniture conduisait à un coefficient de frottement
20 rapidement élevé et qu'un embrayage ainsi équipé ne présentait pas de broutement. En outre, la valeur du coefficient de frottement obtenue est supérieure à celle obtenue avec une garniture dépourvue d'un tel revêtement.

Dans le cadre de la présente invention, on entend
25 par :

- « constituant susceptible d'être chargé électro-statiquement » tout composant conducteur ou susceptible de retenir des charges électriques. A titre d'exemple, on cite les composants métalliques, par exemple sous forme de
30 fibres ou de poudres, les charges de carbone, certains polymères ayant des dipôles.

- « polyesters insaturés », des polyesters comprenant des liaisons insaturées, par exemple sous la forme de doubles liaisons C, ou par exemple de liaisons éthyléniques.

5 - « charges abrasives », des charges susceptibles d'abraser la surface de contact d'un plateau ; il s'agit de charges de matériaux durs qui conduisent à une augmentation du coefficient de frottement en comparaison à un revêtement de même composition qui en serait dépourvu.

10 - « charges lamellaires », des charges dont la structure des composants est constituée de plans où la force des liaisons chimiques est très inférieure entre plans comparée à la force des liaisons dans ces plans ; de telles charges sont susceptibles de favoriser le glissement
15 et ont un effet modéré sur le coefficient de frottement, voire très peu d'effet si leur quantité volumique dans le matériau est inférieure à 3 %. Selon un mode de réalisation de la présente invention, la quantité de charges lamellaires, exprimée en pourcentage massique du revêtement,
20 est inférieure ou égale à 5 %, voire inférieure ou égale à 2 %.

- « charges inertes », des charges différentes des précédentes, qui sont sans effet sur le coefficient de frottement et n'ont pas de rôle sur le glissement. Selon un
25 mode de réalisation de la présente invention, la quantité de charges inertes, exprimée en pourcentage massique du revêtement, est inférieure ou égale à 5 %, voire inférieure ou égale à 2 %.

Selon l'invention, les « charges » sont des matériaux
30 sous forme de poudres, dont la dimension moyenne est par exemple comprise entre 1 et 50 μm , par exemple supérieure à 5 μm et/ou inférieure à 30 μm .

La sélection des composants du revêtement selon l'invention permet d'obtenir les propriétés recherchées et on remarque que ce revêtement comprend très peu, voire pas, de charges abrasives, à la différence du revêtement selon
5 DE 100 02 261 A1.

Il peut comprendre une quantité modérée de charges lamellaires et/ou une quantité relativement faible de charges inertes.

Les « pré-polymères comprenant des fonctions réactives
10 constituées de polyesters insaturés » sont des résines polyesters non réticulées, généralement linéaires, comportant à la fois des doubles liaisons C=C et des fonctions ester. Ils sont généralement obtenus par polycondensation d'au moins un diacide ou anhydride
15 insaturé, par exemple l'anhydride maléique, d'un deuxième diacide ou anhydride (isophtalique, orthophtalique, téréphtalique, tétrachlorophtalique) et d'au moins un diol et/ou diépoxyde. La polycondensation de ces monomères est réalisée dans des conditions permettant de préserver les
20 doubles liaisons C=C introduites par l'acide ou l'anhydride insaturé. Ces doubles liaisons peuvent ensuite participer à une réaction de polymérisation radicalaire, éventuellement en présence d'un ou plusieurs monomères co-polymérisables. On peut citer à titre d'exemples de tels monomères co-
25 polymérisables les monomères vinyliques tels que le styrène, le vinyltoluène ou l'acétate de vinyle, les monomères acryliques tels que le méthacrylate de méthyle, ou encore les monomères polyinsaturés tels que le phtalate de diallyle ou le cyanurate de triallyle. Cette réaction de
30 polymérisation radicalaire aboutit à l'établissement de liaisons entre les chaînes de polyester insaturé, c'est-à-dire à une structure réticulée.

Le polymère obtenu par polymérisation radicalaire des

pré-polymères décrits ci-dessus est par conséquent une résine polyester réticulée.

Il va de soi que d'autres liaisons que celles qui s'établissent entre les chaînes de polyester insaturé peuvent se former au cours de la réaction de polymérisation. Selon un mode de réalisation, des pré-polymères comprenant d'autres fonctions réactives que celles constituées de polyesters insaturés peuvent être mélangés avec des pré-polymères comprenant des fonctions réactives constituées de polyesters insaturés pour former le polymère obtenu par polymérisation radicalaire de pré-polymères comprenant des fonctions réactives constituées de polyesters insaturés. A titre d'exemple, des pré-polymères comprenant des fonctions réactives acryliques peuvent être mélangés avec les pré-polymères comprenant des fonctions réactives constituées de polyesters insaturés et une partie de la réaction de polymérisation peut s'effectuer entre ces deux types de pré-polymères. Il convient néanmoins de noter que la réaction de polymérisation est majoritairement issue des liaisons qui s'établissent entre les chaînes de polyester insaturé pour former le polymère obtenu par polymérisation radicalaire de pré-polymères comprenant des fonctions réactives constituées de polyesters insaturés selon l'invention.

Bien que l'amorçage de la polymérisation radicalaire des doubles liaisons contenues dans les polyesters insaturés puisse se faire à l'aide de n'importe quel amorceur radicalaire connu par l'homme du métier, on choisit de préférence cet amorceur parmi les amorceurs photo-activables, autrement dit la polymérisation radicalaire des pré-polymères insaturés est de préférence une polymérisation radicalaire photo-amorcée.

De telles résines polyester réticulées sont connues

pour un homme du métier. On peut citer à titre d'exemple les résines orthophtaliques (contenant des motifs dérivés d'acide ou d'anhydride orthophtalique), les résines isophtaliques (contenant des motifs dérivés d'acide ou d'anhydride orthophtalique), les résines téréphtaliques (contenant des motifs dérivés d'acide ou d'anhydride téréphtalique), les résines au méthacrylate de méthyle (réticulée en présence de méthacrylate de méthyle), les résines anhydride tétrachlorophtalique (résines contenant des motifs dérivés d'anhydride tétrachlorophtalique) et les résines de type diol chloré ou bromé (résines contenant des motifs dérivés de diols chlorés ou bromés).

Une garniture selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes, considérées individuellement ou selon toutes les combinaisons possibles :

- les pré-polymères comprenant des fonctions réactives constituées de polyesters insaturés sont choisis, seuls ou en combinaison, parmi la liste constituée des composants suivants : résines orthophtaliques ; résines isophtaliques ; résines au méthyle-méthacrylate ; résines téréphtaliques ; résines anhydride tétrachlorophtalique ; résines de type diol chloré ou bromé ;

- le polymère obtenu par polymérisation radicalaire photo-amorcée de pré-polymères comprenant des fonctions réactives constituées de polyester insaturé est combiné avec des pré-polymères dépourvus de fonctions réactives constituées de polyesters insaturés, par exemple choisis, seuls ou en combinaison, parmi la liste constituée des composants suivants : résines polyuréthanes, notamment avec des fonctions vinyl-éther et/ou avec des fonctions vinyl-ester ; résines polyesters, notamment polyester acrylates ;

résines époxy ; résines polyimides ;

- le revêtement a une température de transition vitreuse T_g , comprise entre 60°C et 100°C, par exemple supérieure ou égale à 70°C, voire par exemple supérieure ou
5 égale à 75°C et/ou par exemple inférieure ou égale à 85°C ;

- le revêtement présente des bandes d'absorption en Infra-Rouge dont les maxima d'absorption se situent d'une part entre 1700 et 1800 cm^{-1} et d'autre part entre 700 et 750 cm^{-1} ;

10 - les charges abrasives sont choisies, seules ou en combinaison, parmi la liste constituée des composés suivants : Al_2O_3 ; SiO_2 ; SiC ; BaSO_4 ; ZrSiO_4 ; CeO_2 ; oxydes de fer ; la présence de charges abrasives a pour effet de rendre le revêtement plus frottant ;

15 - les charges lamellaires sont choisies, seules ou en combinaison, parmi la liste constituée des composés suivants : graphite ; phyllosilicates (dont talc) ; MoS_2 ;

- les charges inertes sont choisies, seules ou en combinaison, parmi la liste constituée des composés
20 suivants : pigments organiques et/ou inorganiques, par exemple TiO_2 ; zéolithes ; charbon actif ;

- l'épaisseur du revêtement est comprise entre 10 μm et 100 μm , par exemple supérieure ou égale à 20 μm , et/ou par exemple inférieure ou égale à 60 μm .

25 L'invention vise également un embrayage à sec comprenant un plateau de réaction et un plateau de pression comprenant au moins une garniture d'embrayage à sec selon l'invention et spécifiée ci-dessus.

L'invention se rapporte également à un procédé de
30 fabrication d'une garniture d'embrayage à sec, destinée à être fixée sur un disque support d'un embrayage à sec et à

frotter avec un plateau de réaction ou un plateau de pression dudit embrayage, qui comprend les étapes suivantes :

1) approvisionnement d'une couche de matériau de friction à base de fibres mélangées à au moins un composant organique et d'au moins un constituant susceptible d'être chargé électro-statiquement, ladite couche de matériau de friction comprenant une face destinée à contacter le plateau de réaction ou le plateau de pression et étant par exemple sous la forme d'un anneau ;

2) revêtement d'au moins ladite face par un mélange des composants suivants, exprimés en pourcentage massique :

- polymère obtenu par polymérisation radicalaire, notamment photo-amorcée, de pré-polymères comprenant des fonctions réactives constituées de polyesters insaturés : de 90 à 100% ;
- charges abrasives : inférieur ou égal à 1% ;
- charges lamellaires : inférieur ou égal à 10% ;
- charges inertes : inférieur ou égal à 10%.

Il va de soi que les terminologies et les exemples utilisés dans le cadre de la garniture d'embrayage selon l'invention sont transposables à ceux relatifs au procédé ci-dessus.

Selon un mode de réalisation dudit procédé, l'étape 2) de revêtement par un mélange comprend les sous étapes suivantes :

2a) approvisionnement d'une poudre sèche comprenant les composants mentionnés,

2b) pulvérisation par poudrage électrostatique de ladite poudre sur au moins la face à revêtir,

2c) polymérisation radicalaire des pré-polymères, de préférence par polymérisation radicalaire photo-amorcée, notamment par Ultra-Violet.

De manière avantageuse, l'étape 2c) de polymérisation radicalaire peut être précédée d'une étape de fusion des pré-polymères, obtenue notamment par chauffage Infra-Rouge.

Selon un mode de réalisation du procédé selon l'invention, les poudres de l'étape 2a) ont un diamètre médian compris entre 20 et 50 μm .

On note que plusieurs faces, voire l'ensemble, d'une garniture selon l'invention peuvent être revêtues avec le revêtement mentionné. Il en résulte avantageusement un revêtement anti-poussière.

La présente invention est maintenant illustrée par des exemples non limitatifs.

Des mélanges de deux compositions de composants selon l'invention ont été approvisionnés sous la forme de poudres de diamètre médian compris entre 20 et 50 μm .

On appelle par la suite un mélange selon la première composition « COMPO 1 » et un mélange selon la seconde composition « COMPO 2 ».

La première composition « COMPO 1 » comprend des polyesters-acrylates et des polyuréthanes.

La seconde composition « COMPO 2 » comprend des polyesters-acrylates.

Ces poudres ont été projetées par poudrage électrostatique sur des garnitures d'embrayage dépourvues de revêtement, de référence commerciale Valeo Matériaux de Friction F820 DS, ainsi que de référence commerciale F830 DS.

On note que le poudrage électrostatique peut être

réalisé à l'aide de pistolets électrostatiques ou triboélectriques. Les particules de poudre sont transportées par voie pneumatique d'un réservoir vers le pistolet où elles acquièrent une charge électrostatique par friction sur
 5 un matériau adéquat ou au contact d'une électrode à décharge « corona » qui opère à un potentiel d'environ 10 à 100 kV.

Les particules ainsi projetées adhèrent au substrat par interactions électrostatiques.

La face revêtue desdites poudres est ensuite chauffée
 10 par Infra Rouge, de manière à faire fondre les poudres.

Ces derniers sont ensuite polymérisés grâce à un faisceau Ultra Violet.

Des échantillons correspondant à un exemple comparatif ont été réalisés selon l'enseignement de DE 100 02 261 A1
 15 avec une laque acrylique contenant des charges abrasives, dites « LACRY » déposée sur des garnitures d'embrayage dépourvue de revêtement, F820DS et F830DS.

Des garnitures d'embrayage F820DS et F830DS, dépourvues de revêtement, ont également été utilisées comme exemple
 20 comparatif.

Les exemples présentés par la suite, en relation avec les figures annexées, correspondent à des garnitures d'embrayages réalisées selon le tableau 1 ci-dessous.

Type de garniture	Revêtement				
	COMPO 1		COMPO 2	LACRY	aucun
	30 μ m	50 μ m	30 μ m		
F820 DS	EX 1	EX 2	EX 3		EC 1
F830 DS	EX 4			EC 2	EC 3

Tableau 1

Les exemples notés « EX » correspondent à des exemples selon l'invention.

Les exemples notés « EC » correspondent à des exemples comparatifs.

5 Les figures 1 à 8 jointes représentent la variation de différents paramètres mesurés avec des exemples selon l'invention et des exemples comparatifs. Les courbes représentées avec les mêmes références numériques correspondent à des courbes identiques.

10 Les figures 1 à 3 représentent des spectres Infra Rouge (IR) obtenus en mesurant des fragments de revêtements extraits de la surface des échantillons de garnitures fabriqués ci-dessus.

La figure 1 correspond à un spectre IR, 10, d'un échantillon selon l'invention, obtenu avec un revêtement de type « COMPO 1 ».

La figure 2 correspond à un spectre IR, 20, d'un échantillon selon l'invention, obtenu avec un revêtement de type « COMPO 2 ».

20 La figure 3 correspond à un spectre IR, 30, d'un échantillon d'un exemple comparatif obtenu avec un revêtement de type « LACRY ».

On note que les spectres 10 et 20 présentent de grandes similitudes et notamment comprennent chacun des bandes d'absorption IR dont les maxima d'absorption se situent 25 d'une part entre 1700 et 1800 cm^{-1} , notamment autour de 1710 à 1720 cm^{-1} , et d'autre part se situent entre 700 et 750 cm^{-1} , notamment autour de 725 cm^{-1} .

On note également la présence de bandes d'absorption IR 30 dont les maxima d'absorption se situent entre 820 et 880 cm^{-1} , ainsi qu'entre 1010 et 1050 cm^{-1} .

Le spectre IR, 30, est très significativement différent des deux précédents, et ne fait notamment pas apparaître de bande d'absorption IR dont le maxima se situe entre 700 et 750 cm^{-1} .

5 Sans vouloir être lié à une quelconque théorie scientifique, on peut penser que pour le revêtement selon l'invention, obtenu par polymérisation radicalaire photo-amorcée de pré-polymères comprenant des fonctions réactives constituées de polyesters insaturés, les bandes
10 caractéristiques sont les suivantes :

- entre 1700 et 1800 cm^{-1} : groupements carbonyles insaturés ;
- entre 700 et 750 cm^{-1} , notamment autour de 725 cm^{-1} : enchaînements - $(\text{CH}_2)_n$ - , avec $n \geq 4$.

15 On constate en outre que les spectres IR des poudres avant polymérisation est proche de celui des revêtements selon l'invention, obtenus avec ces poudres et après polymérisation radicalaire photo-amorcée.

Les revêtements des exemples selon l'invention ont une
20 température de transition vitreuse, T_g , comprise entre 60°C et 100°C.

La température de transition vitreuse est mesurée par analyse avec un calorimètre différentiel à balayage (« DSC » pour Differential Scanning Calorimetry) de
25 fragments de revêtement extraits de la surface des échantillons de garniture selon l'invention.

On a mesuré :

- pour un revêtement obtenu avec « COMPO 1 » :
 $T_g = 78^\circ\text{C}$
- 30 - pour un revêtement obtenu avec « COMPO 2 » :
 $T_g = 64^\circ\text{C}$

Des observations par microscope électronique à balayage (MEB) ont été effectuées pour caractériser le revêtement déposé sur le matériau de friction.

La surface libre du revêtement de l'échantillon obtenu
5 avec « LACRY » est lisse et l'interface entre le revêtement et le matériau de friction est sensiblement plate.

Les surfaces libres des revêtements selon l'invention des échantillons obtenus avec « COMPO 1 » et avec « COMPO 2 » sont rugueuses et l'interface entre ces
10 revêtements et le matériau de friction est irrégulière et on note que ces revêtements ont pénétré dans les porosités à la surface du matériau de friction.

Les figures 4 et 5 représentent l'évolution du coefficient de frottement avec des garnitures selon
15 l'invention et avec des exemples comparatifs.

Les conditions de mesure du frottement correspondent à des simulations de démarrages pendant la phase de rodage de la garniture d'embrayage. On mesure le coefficient de frottement, μ , en fonction du nombre de cycles
20 d'engagement, N. La garniture est neuve pour N = 0. Les engagements se font à basse énergie, sensiblement à 15 kJ, et à basse température, sensiblement à 60°C. De la graisse est déposée sur la surface des contre-matériaux sur lesquels viennent frotter les garnitures. La présence de
25 graisse est utilisée couramment pour protéger les matériaux des plateaux, formant contre-matériaux, de la corrosion. Dans les exemples reportés, on a appliqué autour de 1 mg/cm² de graisse sur le contre matériau.

La présence de graisse conduit à un effet non désiré
30 que l'on qualifie de « patinage », où le coefficient de frottement est faible, typiquement moins de 0,2, ce qui ne permet pas une bonne transmission du couple.

On a représenté en figure 4, l'évolution du coefficient de frottement dans les conditions ci-dessus mentionnées, pour des échantillons selon l'invention, EX 1 en courbe 14 et EX 2 en courbe 15, et pour un échantillon comparatif EC 1 en courbe 44. On voit que l'échantillon sans revêtement EC1, 44 présente un faible coefficient de frottement pendant plus de 100 engagements alors que les échantillons selon l'invention, EX1, 14 et EX2, 15, permettent d'atteindre des coefficients de frottement supérieurs à 0,25 dès au plus 10 engagements. On constate qu'on atteint plus rapidement et avantageusement un coefficient de frottement supérieur ou égal à 0,30 avec un revêtement selon l'invention de 50 μm (EX2, 15) qu'avec un revêtement selon l'invention de 30 μm (EX1, 14). Grace à un revêtement selon l'invention, on obtient rapidement un coefficient de friction satisfaisant et relativement stable.

On a représenté en figure 5, l'évolution du coefficient de frottement dans les conditions ci-dessus mentionnées pour des échantillons selon l'invention de composition différente et de même épaisseur, EX1 en courbe 14 et EX3 en courbe 24 et pour l'échantillon comparatif EC1 en courbe 44.

On constate que des revêtements obtenus à partir de « COMPO 2 » permettent également de limiter le patinage et d'obtenir rapidement des coefficients de friction supérieurs à 0,20.

Les figures 6 à 8 se rapportent à des mesures de broutement sur véhicule. Un opérateur, formé pour caractériser le broutement d'un embrayage sur véhicule, attribue une « note de confort », s'échelonnant de 4 à 8, où 8 correspond à un ressenti de grand confort et 4 à un ressenti de confort mauvais. Pour une garniture donnée,

l'essai s'effectue à la fois sur une piste plane afin de simuler des démarrages courants et sur une piste inclinée de 12% pour simuler des conditions de démarrage sévères. Une pluralité d'engagements est réalisée à différents régimes moteurs, par exemple au ralenti, à 1000 tours / mn, 1200 tours /mn. Les engagements sont également effectués à couple variable, allant de faible à moyen et à un couple maximum proche de la limite de patinage des roues. Les engagements sont réalisés en première, seconde vitesse et en marche arrière. L'opérateur est ainsi susceptible d'attribuer une note de confort permettant de discerner l'aptitude au broutement d'un embrayage. On représente les mesures de broutement sous la forme d'une répartition des notes attribuées dans les différentes conditions d'essais, s'échelonnant de 0 à 100%.

La figure 6 représente une mesure de broutement pour une garniture selon l'invention, EX1, graphe 16, comparé à un exemple comparatif de garniture F820DS dépourvu de revêtement EC1, graphe 46. Pour cet essai, la rugosité du contre matériau est forte, avec Ra compris entre 4 et 6 μm . On constate que dans environ 10% des cas, le confort est jugé très mauvais (note de 4) avec EC1, moyen dans environ 10% des cas (note de 6) et bon ou très bon dans le reste des cas (notes de 7 ou 8). Avec une garniture selon l'invention, on ne constate plus de cas où le confort est noté très mauvais.

La figure 7 représente une mesure de broutement pour une garniture selon l'invention, EX1, graphe 17, comparé à un exemple comparatif de garniture F820DS dépourvu de revêtement EC1, graphe 47. Pour cet essai, la rugosité du contre matériau est faible, avec Ra inférieur à 1 μm . On constate également que le confort est amélioré avec une garniture selon l'invention, EX1 en comparaison d'avec

garniture F820DS dépourvu de revêtement EC1. Dans plus de 80% des cas, le confort est jugé bon ou très bon avec une garniture selon l'invention, EX1.

La figure 8 représente une mesure de broutement pour
5 une garniture selon l'invention EX4, graphe 18, une garniture avec un revêtement de type « LACRY », EC2, graphe 38 et une garniture dépourvue de revêtement EC3, graphe 48. Pour ces essais, le contre matériau est de rugosité faible, avec Ra inférieure à 1 μm . On constate
10 qu'une garniture F830 DS sans revêtement, EC3, 48, présente dans ces conditions un comportement au broutement moyen et que ce comportement est nettement amélioré avec une telle garniture revêtue selon l'invention EX4, 18. A l'opposé on constate que la présence d'un revêtement de type « LACRY »
15 dégrade très sensiblement le confort et que dans environ 10% des cas, le confort est perçu comme mauvais.

A la différence d'un revêtement à base de composants de type « LACRY », un revêtement selon l'invention permet tout à la fois d'obtenir rapidement des coefficients de
20 frottement qui évitent le patinage et sont stables, tout en évitant les phénomènes de broutement.

Une garniture d'embrayage comprenant le revêtement selon l'invention est donc particulièrement adaptée pour répondre aux exigences de conception d'un embrayage
25 efficace et confortable.

L'invention ne se limite pas aux exemples de réalisation et doit être interprétée de façon non limitative, et englobant tout mode de réalisation équivalent.

REVENDICATIONS

1. Garniture d'embrayage à sec, destinée à être fixée sur un disque support d'un embrayage à sec et à frotter avec un plateau de réaction ou un plateau de pression dudit embrayage, où ladite garniture comprend une couche de matériau de friction à base de fibres mélangées à au moins un composant organique et d'au moins un constituant susceptible d'être chargé électrostatiquement, et dont la face destinée à contacter le plateau de réaction ou le plateau de pression est recouverte d'un revêtement, caractérisé en ce que le revêtement est constitué des composants suivants, exprimés en pourcentage massique :

- polymère obtenu par polymérisation radicalaire de pré-polymères comprenant des fonctions réactives constituées de polyesters insaturés : de 90 à 100% ;
- charges abrasives : inférieur ou égal à 1% ;
- charges lamellaires : inférieur ou égal à 10% ;
- charges inertes : inférieur ou égal à 10%.

2. Garniture d'embrayage selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la polymérisation radicalaire des pré-polymères comprenant des fonctions réactives constituées de polyesters insaturés est une polymérisation radicalaire photo-amorcée.

3. Garniture d'embrayage selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que le polymère obtenu par polymérisation radicalaire de pré-polymères comprenant des fonctions réactives constituées de polyester insaturé est combiné avec des pré-polymères dépourvus de fonctions réactives constituées de polyesters insaturés, par exemple choisis, seuls ou en combinaison,

parmi la liste constituée des composants suivants : résines polyuréthanes, notamment avec des fonctions vinyl-éther et/ou avec des fonctions vinyl-ester ; résines polyesters, notamment polyester acrylates ; résines époxy ; résines
5 polyimides.

4. Garniture d'embrayage selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que le revêtement a une température de transition vitreuse T_g , comprise entre 60°C et 100°C, par exemple supérieure ou
10 égale à 70°C, voire par exemple supérieure ou égale à 75°C et/ou par exemple inférieure ou égale à 85°C.

5. Garniture d'embrayage selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que le revêtement présente des bandes d'absorption en Infra-Rouge dont les maxima d'absorption se situent d'une part entre
15 1700 et 1800 cm^{-1} et d'autre part entre 700 et 750 cm^{-1} .

6. Garniture d'embrayage selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que les charges abrasives sont choisies, seules ou en combinaison
20 parmi la liste constituée des composés suivants : Al_2O_3 ; SiO_2 ; SiC ; BaSO_4 ; ZrSiO_4 ; CeO_2 ; oxydes de fer.

7. Garniture d'embrayage selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que l'épaisseur du revêtement est comprise entre 10 μm et
25 100 μm , par exemple supérieure ou égale à 20 μm , et/ou par exemple inférieure ou égale à 60 μm .

8. Procédé de fabrication d'une garniture d'embrayage à sec, destinée à être fixée sur un disque support d'un embrayage à sec et à frotter avec un plateau de réaction ou
30 un plateau de pression dudit embrayage, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

1) approvisionnement d'une couche de matériau de

friction à base de fibres mélangées à au moins un composant organique et d'au moins un constituant susceptible d'être chargé électrostatiquement, ladite couche de matériau de friction comprenant une face destinée à contacter le plateau de réaction ou le plateau de pression et étant par exemple sous la forme d'un anneau ;

2) revêtement d'au moins ladite face par un mélange des composants suivants, exprimés en pourcentage massique :

- polymère obtenu par polymérisation radicalaire, notamment photo-amorcée, de pré-polymères comprenant des fonctions réactives constituées de polyesters insaturés : de 90 à 100% ;
- charges abrasives : inférieur ou égal à 1% ;
- charges lamellaires : inférieur ou égal à 10% ;
- charges inertes : inférieur ou égal à 10%.

9. Procédé de fabrication d'une garniture d'embrayage selon la revendication précédente caractérisé en ce que l'étape 2) de revêtement par un mélange comprend les sous étapes suivantes :

2a) approvisionnement d'une poudre sèche comprenant les composants mentionnés,

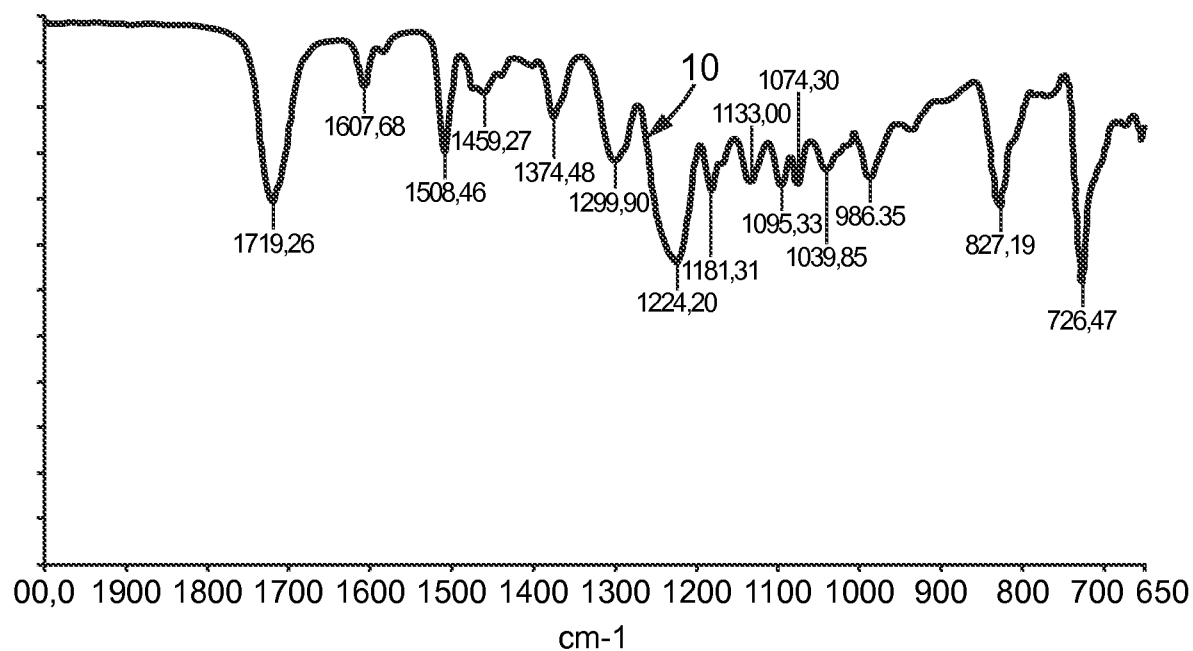
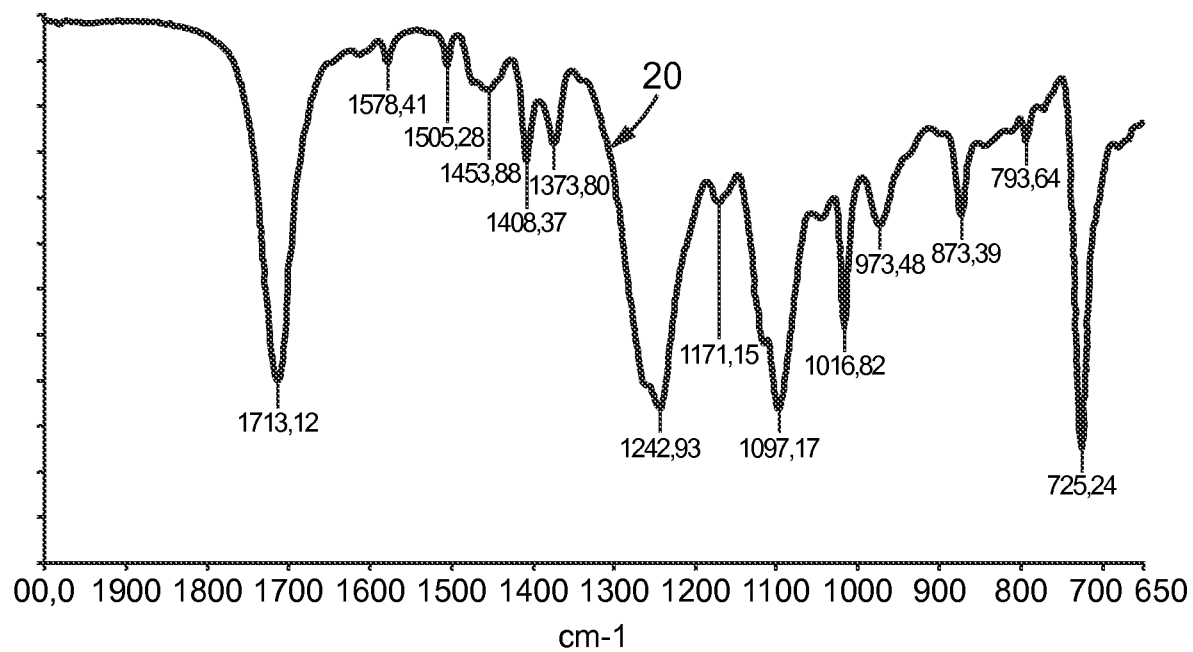
2b) pulvérisation par poudrage électrostatique de ladite poudre sur au moins la face à revêtir,

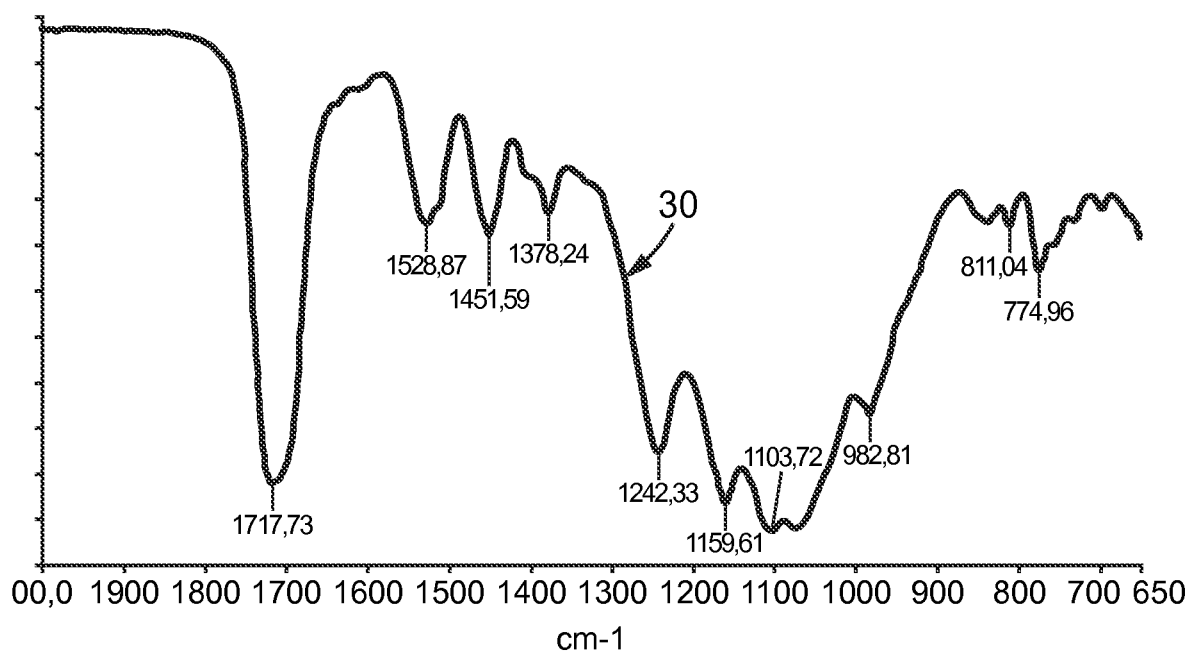
2c) polymérisation radicalaire, de préférence photo-amorcée, des pré-polymères, notamment par Ultra-Violet.

10. Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que l'étape 2c) de polymérisation radicalaire est précédée d'une étape de fusion des pré-polymères, obtenue notamment par chauffage Infra-Rouge.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9

ou 10 caractérisé en ce que les poudres de l'étape 2a) ont un diamètre médian compris entre 20 et 50 μm .

**FIG. 1****FIG. 2**

**FIG. 3**

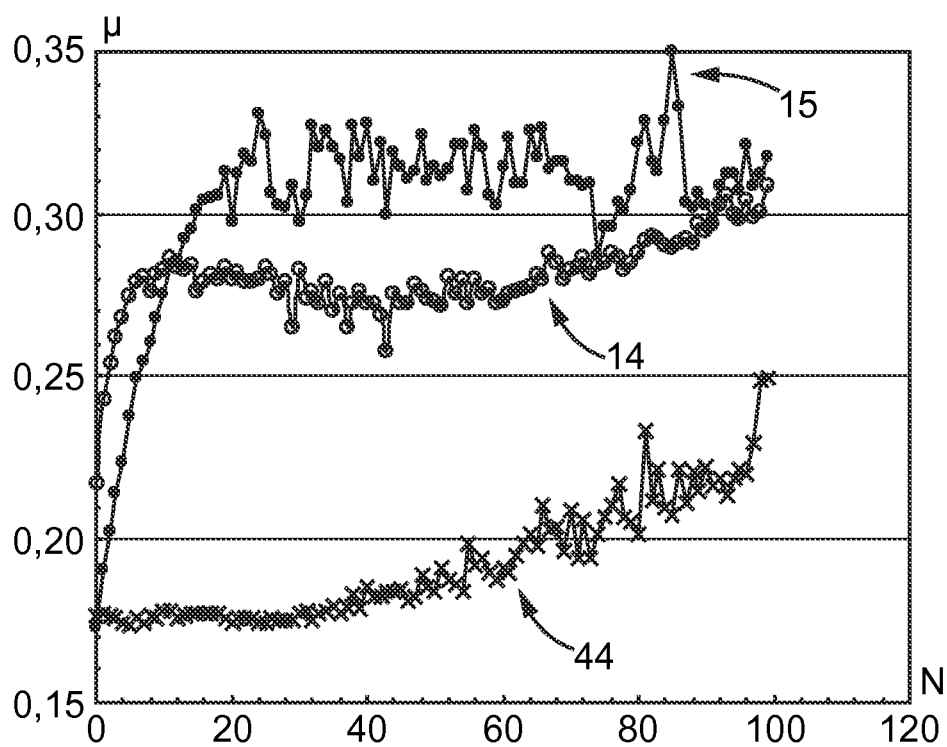
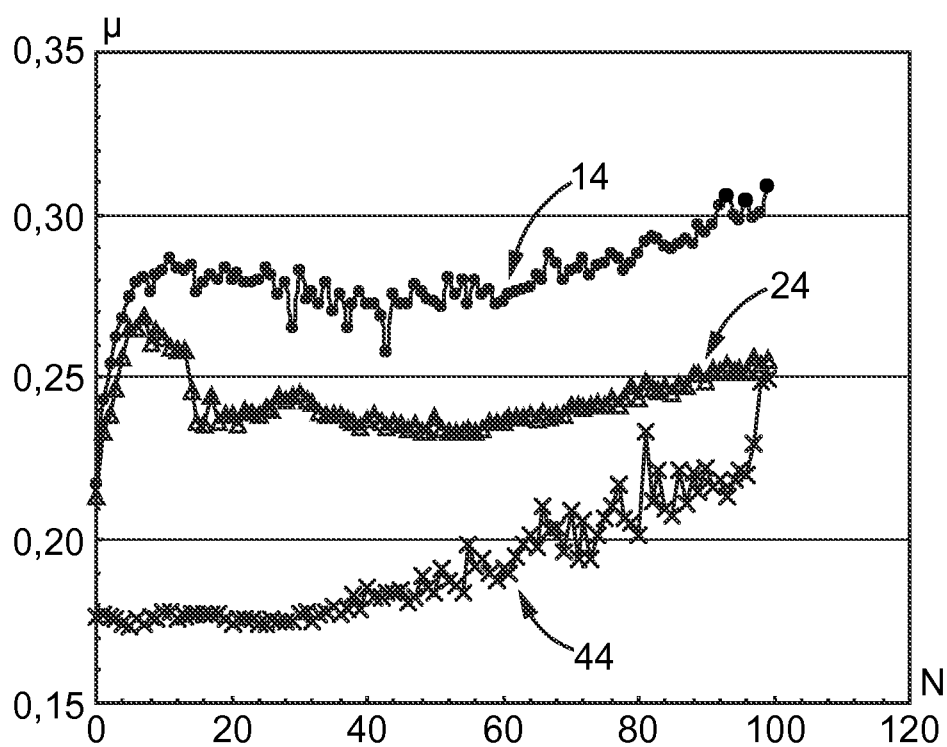
**FIG. 4****FIG. 5**

FIG. 6

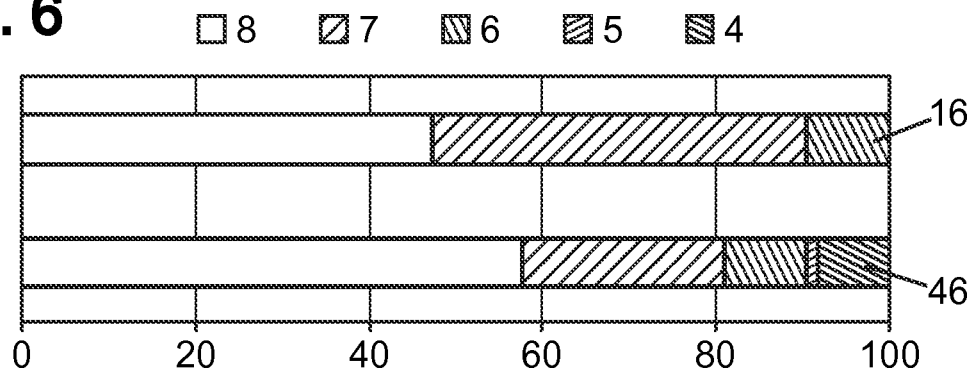


FIG. 7

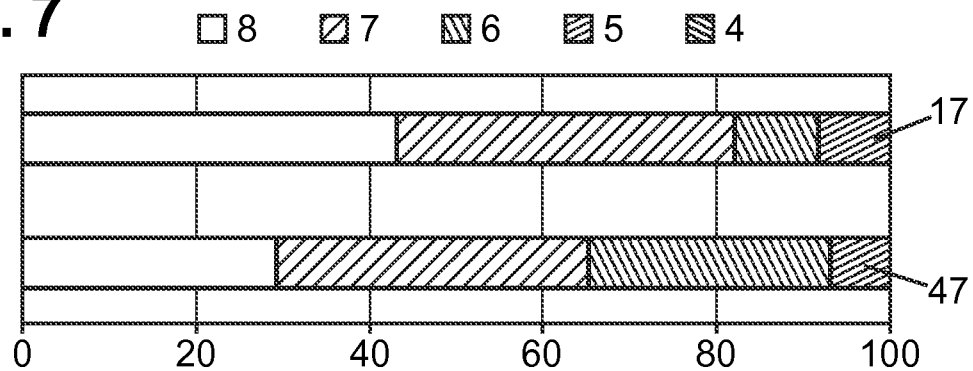


FIG. 8

