

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

①1 N° de publication : **3 097 872**

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

②1 N° d'enregistrement national : **19 07147**

⑤1 Int Cl⁸ : **C 10 M 137/04** (2019.01), C 10 M 137/02, C 10 M 137/
12, C 10 M 169/04, C 10 N 30/12, C 10 N 40/16

①2

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 Utilisation d'un composé phosphoré à titre d'additif anti-usure et extrême-pression non-corrosif dans un lubrifiant pour système de propulsion de véhicule électrique ou hybride.

②2 Date de dépôt : 28.06.19.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 01.01.21 Bulletin 20/53.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 14.01.22 Bulletin 22/02.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *TOTAL MARKETING SERVICES SA*
— FR.

⑦2 Inventeur(s) : *ZHANG Shimin, EL-BAHI Hakim et*
GUERIN Julien.

⑦3 Titulaire(s) : *TOTAL MARKETING SERVICES SA.*

⑦4 Mandataire(s) : *CABINET NONY.*

FR 3 097 872 - B1



Description

Titre de l'invention : Utilisation d'un composé phosphoré à titre d'additif anti-usure et extrême-pression non-corrosif dans un lubrifiant pour système de propulsion de véhicule électrique ou hybride.

Domaine technique

- [0001] La présente invention concerne le domaine des compositions lubrifiantes, plus particulièrement le domaine des compositions lubrifiantes pour un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride. Elle concerne plus particulièrement l'utilisation, dans ces lubrifiants, de composés phosphorés exempts de soufre et de fonction amine, à titre d'additifs anti-usure et extrême-pression avantageusement « non-corrosifs ».
- [0002] L'évolution des normes internationales pour la réduction des émissions de CO₂, mais également pour la diminution de la consommation d'énergie, pousse les constructeurs automobiles à proposer des solutions alternatives aux moteurs à combustion.
- [0003] L'une des solutions identifiées par les constructeurs automobiles consiste à remplacer les moteurs à combustion par des moteurs électriques. Les recherches pour la réduction des émissions de CO₂ ont donc mené au développement des véhicules électriques par un certain nombre de compagnies automobiles.
- [0004] Par « véhicule électrique » au sens de la présente invention, on entend désigner un véhicule comprenant un moteur électrique comme unique moyen de propulsion alors qu'un véhicule hybride comprend un moteur à combustion et un moteur électrique comme moyens de propulsion combinés.
- [0005] Par « système de propulsion » au sens de la présente invention, on entend désigner un système comprenant les pièces mécaniques nécessaires à la propulsion d'un véhicule. Le système de propulsion d'un véhicule électrique englobe ainsi plus particulièrement un moteur électrique comprenant l'ensemble rotor-stator de l'électronique de puissance (dédié à la régulation de la vitesse), une transmission et une batterie.
- [0006] D'une manière générale, il est nécessaire de mettre en œuvre, dans les véhicules, des compositions lubrifiantes, dites encore « les lubrifiants », à des fins principales de réduction des forces de frottement entre les différentes pièces du système de propulsion du véhicule, notamment entre les pièces métalliques en mouvement dans les moteurs. Ces compositions lubrifiantes sont en outre efficaces pour prévenir une usure prématurée voire un endommagement de ces pièces, et en particulier de leur surface.
- [0007] Pour ce faire, une composition lubrifiante est classiquement composée d'une ou plusieurs huile(s) de base auxquelles sont généralement associés plusieurs additifs dédiés à stimuler les performances lubrifiantes de l'huile de base, mais aussi à lui

procurer des performances supplémentaires.

[0008] En particulier, des additifs dits « anti-usure » sont considérés afin de réduire l'usure des pièces du système de propulsion, notamment des pièces mécaniques du moteur, et ainsi prévenir une dégradation de la durabilité du moteur.

[0009] Il existe une grande variété d'additifs anti-usure, parmi lesquels on peut citer par exemple les dimercaptothiadiazoles, les polysulfures, notamment les oléfines soufrées, les phosphates d'amine, ou encore des additifs phospho-soufrés, comme les alkylthiophosphates métalliques, en particulier les alkylthiophosphates de zinc, et plus spécifiquement les dialkyldithiophosphates de zinc ou ZnDTP.

[0010] Malheureusement, les additifs anti-usure, couramment mis en œuvre dans des lubrifiants pour moteurs de véhicules, tels que les dimercaptothiadiazoles, le dithiophosphate de zinc ou encore les polysulfures, présentent l'inconvénient d'être corrosifs. En outre, les additifs ioniques, tels que les dialkyldithiophosphates métalliques réduisent le pouvoir isolant électrique du fluide.

[0011] Le problème de corrosion peut s'avérer particulièrement critique dans le cadre des systèmes de propulsion des véhicules électriques ou hybrides. En particulier, une corrosion peut entraîner un risque de détérioration au niveau du bobinage du couple stator et rotor, des capteurs dans le système de propulsion, des électrovannes dans le système hydraulique, mais aussi des roulements situés entre le rotor et le stator d'un moteur électrique, généralement à base de cuivre, et donc particulièrement sensibles à la corrosion, ou encore des joints ou vernis présents dans le système de propulsion. Il est donc crucial, dans le cadre de la mise en œuvre de lubrifiants pour les systèmes de motorisation dans les véhicules électriques ou hybrides, de prévenir les risques de corrosion.

[0012] En outre, pour pouvoir refroidir les systèmes de propulsion de véhicules électriques ou hybrides, il est impératif que le lubrifiant soit un bon isolant électrique afin d'éviter toute défaillance au niveau des composants électriques en présence. En particulier, un lubrifiant conducteur peut entraîner un risque de fuite de courant électrique au niveau du bobinage du stator et rotor, ce qui réduit ainsi l'efficacité des systèmes de propulsion, et crée une éventuelle surchauffe au niveau des composants électriques, allant même jusqu'à détériorer le système. Il est donc crucial, dans le cadre de la mise en œuvre de lubrifiants pour systèmes de motorisation de véhicules électriques ou hybrides, que les lubrifiants présentent de bonnes propriétés en termes d'isolation électrique, en plus de leurs propriétés non corrosives.

Résumé de l'invention

[0013] La présente invention vise précisément à proposer un moyen pour améliorer les propriétés anti-usure d'un lubrifiant destiné à un système de propulsion d'un véhicule

électrique ou hybride, tout en s'affranchissant des problèmes de corrosion rencontrés dans le cadre des anti-usures classiquement utilisés.

- [0014] Plus précisément, les inventeurs ont découvert qu'il est possible d'accéder à une composition lubrifiante pour système de propulsion de véhicules électriques ou hybrides, présentant des propriétés anti-usure améliorées, sans induire pour autant d'effet corrosif, en mettant en œuvre, à titre d'additifs anti-usure et extrême-pression, des composés phosphorés exempts de soufre et de fonction amine.
- [0015] Ainsi, la présente invention concerne, selon un premier de ses aspects, l'utilisation d'au moins un composé phosphoré, exempt de soufre et de fonction amine, à titre d'additif anti-usure et extrême-pression dans une composition lubrifiante destinée à un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride.
- [0016] Par « additif anti-usure et extrême-pression », on entend désigner un composé qui, mis en œuvre dans une composition lubrifiante, notamment dans une composition lubrifiante pour système de motorisation d'un véhicule électrique ou hybride, permet d'améliorer les propriétés anti-usure de la composition, même dans des conditions sévères de pressions et/ou de températures.
- [0017] Les propriétés anti-usure d'une composition peuvent être plus particulièrement évaluées selon la norme ASTM D2670.
- [0018] L'invention concerne encore, selon un autre de ses aspects, l'utilisation d'une composition lubrifiante comprenant au moins un composé phosphoré, exempt de soufre et de fonction amine, à titre d'additif anti-usure et extrême-pression, pour lubrifier et éventuellement refroidir un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, en particulier pour la lubrification et le refroidissement du moteur électrique et de l'électronique de puissance d'un véhicule électrique ou hybride.
- [0019] Comme illustré dans les exemples qui suivent, les inventeurs ont constaté que de tels additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés, exempts de soufre et de fonction amine, en particulier de type ester de triaryle phosphate, n'induisent pas de corrosion, lors de leur mise en contact avec des surfaces métalliques, en particulier celles d'un système de propulsion dans un véhicule électrique ou hybride, à la différence d'additifs anti-usure phosphorés aminés et/ou soufrés.
- [0020] Le pouvoir corrosif (ou corrodant) d'un composé peut être évalué selon un test mettant en œuvre l'étude de la variation de la valeur de la résistance électrique d'un fil de cuivre d'un diamètre préétabli, en fonction de la durée d'immersion de ce fil au sein d'une composition comprenant, dans un milieu non corrosif, par exemple dans une ou plusieurs huiles de base, ledit composé à tester. On corrèle la variation de la valeur de cette résistance électrique directement avec la variation du diamètre du fil testé. Ainsi, dans le cadre de la présente invention, un composé est qualifié de « non-corrosif » lorsque la perte de diamètre du fil de cuivre étudié est inférieure ou égale à 0,5 μm

après immersion pendant 80 heures, en particulier inférieure ou égale à 0,2 μm après immersion pendant 20 heures dans la composition comprenant ledit composé.

- [0021] Les propriétés diélectriques d'un lubrifiant sont représentées notamment par la résistivité électrique et la perte diélectrique ($\tan \delta$), pouvant être mesurées selon la norme IEC 60247
- [0022] La résistivité électrique représente la capacité du matériau à s'opposer à la circulation du courant électrique. Elle s'exprime en ohm-mètre ($\Omega.m$). Plus la résistivité électrique est importante et plus la conduction électrique du lubrifiant est faible.
- [0023] L'angle de perte δ est l'angle complémentaire du déphasage entre la tension appliquée et le courant alternatif. Ce facteur traduit les pertes d'énergie par effet Joule. Les échauffements sont donc directement liés à la valeur de δ .
- [0024] Un lubrifiant destiné à une mise en œuvre dans une transmission de véhicule présente communément une valeur de $\tan \delta$ de l'ordre de l'unité à température ambiante. Plus la valeur de $\tan \delta$ est faible et plus l'isolation électrique du lubrifiant est importante.
- [0025] De manière avantageuse, le ou lesdits composés phosphorés, mis en œuvre à titre d'additifs anti-usure et extrême-pression selon l'invention, sont choisis parmi les esters de phosphate ou les esters de phosphite, en particulier les esters de triarylphosphate ou de triarylphosphite, de préférence les esters de tri(alkyl-aryle) phosphate ou de tri(alkyl-aryle) phosphite, et avantageusement les esters de triphényle phosphate ou les esters de triphényle phosphite.
- [0026] L'introduction, dans une composition lubrifiante pour système de propulsion de véhicules électriques ou hybrides, d'un ou plusieurs composés phosphorés exempts de soufre et de fonction amine selon l'invention permet avantageusement d'améliorer les propriétés anti-usure et extrême-pression de la composition, sans entraîner d'effet de corrosion qui pourrait être particulièrement néfaste pour le fonctionnement du véhicule électrique ou hybride.
- [0027] Une composition selon l'invention présente ainsi à la fois de bonnes propriétés anti-usure et extrême-pression, tout en étant non corrosive. Elle s'avère ainsi particulièrement avantageuse pour l'application, considérée selon l'invention, dans un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, où il est crucial de prévenir les risques de corrosion tout en possédant de bonnes propriétés diélectriques.
- [0028] Une composition selon l'invention présente également l'avantage d'être aisée à formuler. En particulier, la mise en œuvre à titre d'additif anti-usure et extrême-pression, d'un ou plusieurs composés phosphorés selon l'invention, non-corrosifs, permet de s'affranchir de la mise en œuvre, dans ces lubrifiants, d'additifs supplémentaires, dits « anti-corrosion », visant à inhiber les effets de corrosion, engendrés notamment par la mise en œuvre d'additifs corrosifs.
- [0029] La présente invention a également pour objet un procédé de lubrification d'un

système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, comprenant au moins une étape de mise en contact d'au moins une pièce mécanique dudit système avec une composition lubrifiante comprenant, à titre d'additif anti-usure et extrême-pression, au moins un composé phosphoré, exempt de soufre et de fonction amine.

[0030] Avantageusement, une composition lubrifiante selon l'invention est mise en œuvre pour lubrifier le moteur électrique lui-même, en particulier les roulements situés entre le rotor et le stator d'un moteur électrique, et/ou la transmission, en particulier le réducteur, dans un véhicule électrique ou hybride.

[0031] D'autres caractéristiques, variantes et avantages de la mise en œuvre d'un composé phosphoré, exempt de soufre et de fonction amine, selon l'invention ressortiront mieux à la lecture de la description et des exemples qui suivent, donnés à titre illustratif et non limitatif de l'invention.

[0032] Dans la suite du texte, les expressions « compris entre ... et ... », « allant de ... à ... » et « variant de ... à ... » sont équivalentes et entendent signifier que les bornes sont incluses, sauf mention contraire.

Brève description des dessins

[0033] [fig.1] représente schématiquement un système de propulsion de véhicule électrique ou hybride.

Description détaillée

[0034] **ADDITIFS ANTI-USURE ET EXTREME-PRESSION PHOSPHORES SELON L'INVENTION**

[0035] Comme précisé précédemment, l'invention repose sur la mise en œuvre, dans un lubrifiant pour système de motorisation d'un véhicule électrique ou hybride, à titre d'additif anti-usure et extrême-pression, d'un ou plusieurs composés phosphorés exempts de soufre et de fonction amine.

[0036] Dans la suite du texte, et sauf indication contraire, on désignera sous l'appellation « additif (ou composé) phosphoré selon l'invention », le ou lesdits composés phosphorés, exempts de soufre et de fonction amine, mis en œuvre selon l'invention à titre d'additif anti-usure et extrême-pression.

[0037] Par « exempt de soufre » au sens de la présente invention, on entend caractériser le fait que l'additif anti-usure et extrême-pression considéré selon l'invention ne comprend pas d'atome de soufre.

[0038] Par « exempt de fonction amine » au sens de l'invention, on entend caractériser le fait que l'additif anti-usure et extrême-pression considéré selon l'invention ne comprend pas de fonction amine, autrement dit ne comprend aucun groupement amine primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire.

[0039] De préférence, l'additif anti-usure et extrême-pression considéré selon l'invention ne

comprend pas d'atome d'azote.

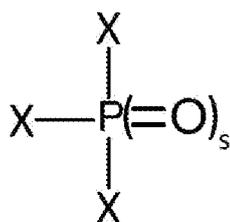
[0040] Les composés phosphorés selon l'invention, exempts de soufre et de fonction amine, permettent de conférer à la composition des propriétés anti-usure et extrême-pression.

[0041] De manière avantageuse, les additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés selon l'invention ne sont pas corrosifs, autrement dit n'induisent pas d'effet de corrosion lors de leur mise en contact avec des surfaces métalliques, en particulier celles des pièces d'un système de propulsion dans un véhicule électrique ou hybride.

[0042] Les additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés mis en œuvre selon l'invention peuvent être plus particulièrement choisis parmi des dérivés d'acide phosphorique, et plus particulièrement parmi les esters de phosphate, les esters de phosphite, les esters de phosphonate, les esters de phosphinate et les oxydes de phosphine.

[0043] Plus particulièrement, les additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés selon l'invention peuvent être de formule (I) suivante :

[0044] [Chem.1]



(I)

[0045] dans laquelle s vaut 0 ou 1 ; et

les radicaux X représentent, indépendamment les uns des autres, des groupes -OR' ou R', où R' représentent des groupes hydrocarbonés ayant de préférence de 1 à 24 atomes de carbone,

sous réserve que, lorsque s vaut 0, les trois radicaux X représentent des groupes -OR' et que, lorsque s vaut 1, au moins deux des trois radicaux X représentent des groupes -OR'.

[0046] Selon un mode de réalisation particulier, l'additif anti-usure et extrême-pression phosphoré selon l'invention est choisi parmi les esters de phosphite, et répond plus particulièrement à la formule (I) précitée, dans laquelle s vaut 0.

[0047] Selon un autre mode de réalisation particulier, l'additif anti-usure et extrême-pression phosphoré selon l'invention est choisi parmi les esters de phosphonate, et répond plus particulièrement à la formule (I) précitée, dans laquelle s vaut 1 et deux des trois radicaux X représentent des groupes -OR'.

[0048] Selon un autre mode de réalisation particulier, l'additif anti-usure et extrême-pression phosphoré selon l'invention est choisi parmi les esters de phosphate, et répond plus particulièrement à la formule (I) précitée, dans laquelle s vaut 1 et les trois radicaux X

représentent des groupes -OR'.

[0049] De préférence, les groupes hydrocarbonés R' dans la formule (I) précitée sont choisis, indépendamment les uns des autres, parmi :

- des groupements alkyles, linéaires ou ramifiés, de préférence en C₁ à C₂₄ ;
- des groupement alcényles, linéaires ou ramifiés, de préférence en C₂ à C₁₈ ;
- des groupements alcoxy-alkyles, de préférence en C₁ à C₂₄ ;
- des groupements cycloalkyles, de préférence en C₃ à C₈ ;
- des groupements aryles, de préférence en C₆ à C₁₀ ;

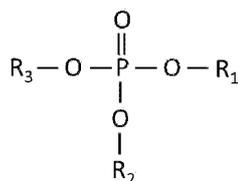
lesdits groupements pouvant être eux-mêmes éventuellement substitués par un ou plusieurs groupes hydrocarbonés, en particulier par un ou plusieurs groupements alkyles, alcényles, alcoxyalkyles, cycloalkyles et/ou aryles.

[0050] Dans le cadre de l'invention, on entend par :

- « alkyle », un groupe aliphatique saturé, linéaire ou ramifié ; par exemple, un alkyle en C_x à C_z représente une chaîne carbonée saturée de x à z atomes de carbone, linéaire ou ramifiée ;
- « alcényle », un groupe aliphatique insaturé, linéaire ou ramifié ; par exemple, un groupe alcényle en C_x à C_z représente une chaîne carbonée insaturée de x à z atomes de carbone, linéaire ou ramifiée ;
- « alcoxy-alkyle », un groupe alkyle porteur d'au moins un groupement alcoxy. Un groupement alcoxy est un groupement -OR où R représente un groupe alkyle ;
- « cycloalkyle », un groupe alkyle cyclique, par exemple un cycloalkyle en C_x à C_z représente un groupe carboné cyclique de x à z atomes de carbone, par exemple un cyclopropyle, cyclobutyle, cyclopentyle, cyclohexyle, cycloheptyle ;
- « aryle », un groupe aromatique mono- ou polycyclique, en particulier comprenant entre 6 et 10 atomes de carbones. A titre d'exemple de groupe aryle, on peut citer les groupes phényle ou naphthyle.

[0051] Selon un mode de réalisation préféré, les additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés selon l'invention sont choisis parmi les esters de phosphate de formule (I') suivante :

[0052] [Chem.2]



(I')

[0053] dans laquelle R₁, R₂ et R₃ représentent, indépendamment l'un de l'autre, des groupes hydrocarbonés, ayant de préférence de 1 à 24 atomes de carbone, en particulier tels que

définis précédemment.

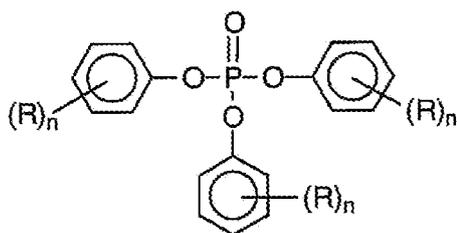
[0054] De préférence, R_1 , R_2 et R_3 sont choisis, indépendamment l'un de l'autre, parmi des groupements alkyles, linéaires ou ramifiés, de préférence en C_2 à C_{18} ; des groupements cycloalkyles, de préférence en C_3 à C_8 ; et des groupements aryles, de préférence en C_6 à C_{10} ; lesdits groupements cycloalkyles et aryles pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupements alkyles, linéaires ou ramifiés.

[0055] Selon un mode de réalisation particulier, un additif anti-usure et extrême-pression phosphoré selon l'invention est de formule (I') précitée, dans laquelle R_1 , R_2 et R_3 sont identiques, de préférence tels que définis précédemment.

[0056] Selon ce mode de réalisation, les additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés selon l'invention peuvent être avantageusement choisis parmi les esters de triaryle phosphate, et notamment les esters de tri(alkyl-aryle) phosphate, de préférence parmi les esters de triphényle phosphate.

[0057] De préférence, un additif anti-usure et extrême-pression phosphoré selon l'invention est de formule (II) suivante :

[0058] [Chem.3]



(II)

[0059] dans laquelle les groupements R représentent, indépendamment les uns des autres, des groupements alkyles, linéaires ou ramifiés en C_1 à C_{10} , en particulier en C_3 à C_8 , et n représentent, indépendamment les uns des autres, 0, 1 ou 2.

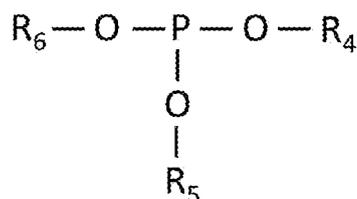
[0060] De préférence, $n=1$ et R représentent des groupements en position para, de préférence des groupements alkyles, de préférence ramifiés, en C_3 à C_6 , tel qu'un groupement isopropyle.

[0061] De préférence, un additif anti-usure phosphoré selon l'invention est de formule (II) dans laquelle les groupements $-(R)_n$ sont identiques.

[0062] Selon un autre mode de réalisation préféré, les additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés selon l'invention sont choisis parmi les esters de phosphite de formule (I'') suivante :

[0063]

[Chem.4]



(I'')

[0064] dans laquelle R_4 , R_5 et R_6 représentent, indépendamment l'un de l'autre, des groupes hydrocarbonés, ayant de préférence de 1 à 24 atomes de carbone, en particulier tels que définis précédemment.

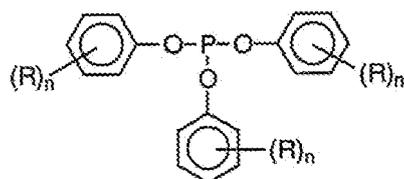
[0065] De préférence, R_4 , R_5 et R_6 sont choisis, indépendamment l'un de l'autre, parmi des groupement alkyles, linéaires ou ramifiés, de préférence en C_2 à C_{18} ; des groupements cycloalkyles, de préférence en C_3 à C_8 ; et des groupements aryles, de préférence en C_6 à C_{10} ; lesdits groupements cycloalkyles et aryles pouvant être éventuellement substitués par un ou plusieurs groupements alkyles, linéaires ou ramifiés.

[0066] Selon un mode de réalisation particulier, un additif anti-usure et extrême-pression phosphoré selon l'invention est de formule (I'') précitée, dans laquelle R_4 , R_5 et R_6 sont identiques, de préférence tels que définis précédemment.

[0067] Selon ce mode de réalisation, les additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés selon l'invention peuvent être avantageusement choisis parmi les esters de triaryle phosphite, et notamment les esters de tri(alkyl-aryle) phosphite, de préférence parmi les esters de triphényle phosphite.

[0068] De préférence, un additif anti-usure et extrême-pression phosphoré selon l'invention est de formule (II') suivante :

[0069] [Chem.5]



(II')

[0070] dans laquelle les groupements R représentent, indépendamment les uns des autres, des groupements alkyles, linéaires ou ramifiés en C_1 à C_{10} , en particulier en C_3 à C_8 , et n représentent, indépendamment les uns des autres, 0, 1 ou 2.

[0071] De préférence, $n=1$ et R représentent des groupements en position para, de préférence des groupements alkyles, de préférence ramifiés, en C_3 à C_6 , tel qu'un groupement isopropyle.

[0072] De préférence, un additif anti-usure phosphoré selon l'invention est de formule (II') dans laquelle les groupements $-(R)_n$ sont identiques.

- [0073] Avantageusement, l'additif anti-usure phosphoré selon l'invention est choisi parmi soit le tri(isopropylphényle) phosphate (CAS 68937-41-7) et le tris(2,4-ditert-butylphenyl)phosphite (CAS 31570-04-4).
- [0074] Il est entendu, dans le cadre de la présente invention, que l'additif anti-usure et extrême-pression phosphoré considéré selon l'invention peut être sous forme d'un mélange d'au moins deux composés phosphorés, en particulier tels que définis ci-dessus.
- [0075] Les composés phosphorés mis en œuvre selon l'invention peuvent être disponibles dans le commerce, ou encore préparés selon des méthodes de synthèse connues de l'homme du métier.
- [0076] Le ou les additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés considérés selon l'invention, en particulier tels que définis précédemment, peuvent être mis en œuvre dans une composition lubrifiante pour système de propulsion de véhicule électrique ou hybride, à raison de 0,01 % et 10 % massique, de préférence entre 0,1 % et 5 % massique, plus préférentiellement entre 0,5 % et 3 % massique, par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante.
- [0077] Selon un mode de réalisation particulièrement préféré, le ou les additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés mis en œuvre selon l'invention sont des esters de triaryle, phosphate, en particulier de formule (II) telle que définie précédemment, et de préférence sont mis en œuvre à raison de 0,01 % et 10 % massique, de préférence entre 0,1 % et 5 % massique, plus préférentiellement entre 0,5 % et 3 % massique, par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante.
- [0078] Selon autre un mode de réalisation particulièrement préféré, le ou les additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés mis en œuvre selon l'invention sont des esters de triaryle phosphite, en particulier de formule (II') telle que définie précédemment, et de préférence sont mis en œuvre à raison de 0,01 % et 10 % massique, de préférence entre 0,1 % et 5 % massique, plus préférentiellement entre 0,5 % et 3 % massique, par rapport à la masse totale de la composition lubrifiante.
- [0079] De préférence, une composition lubrifiante considérée selon l'invention comprend moins de 10 % massique, en particulier moins de 5 % massique, voire est exempte, d'additif(s) anti-usure(s) aminé(s) et/ou soufré(s), en particulier d'additif(s) phosphoré(s) aminé(s) et/ou soufré(s).
- [0080] De manière avantageuse, une composition lubrifiante considérée selon l'invention comprend moins de 7,5 % massique, en particulier moins de 3 % massique, voire est exempte, d'additif(s) anti-usure(s) distincts des additifs phosphorés exempts de soufre et de fonction amine considérés selon l'invention.

COMPOSITION LUBRIFIANTE

- [0081] Une composition mise en œuvre selon l'invention peut comprendre, outre un ou

plusieurs additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés selon l'invention, en particulier tels que définis précédemment, une ou plusieurs huiles de base, ainsi que d'autres additifs, classiquement considérés dans les compositions lubrifiantes.

Huile de base

[0082] Une composition lubrifiante convenant à l'invention peut ainsi comprendre une ou plusieurs huiles de base.

[0083] Ces huiles de base peuvent être choisies parmi les huiles de base conventionnellement utilisées dans le domaine des huiles lubrifiantes, telles que les huiles minérales, synthétiques ou naturelles, animales ou végétales ou leurs mélanges.

[0084] Il peut s'agir d'un mélange de plusieurs huiles de base, par exemple un mélange de deux, trois, ou quatre huiles de base.

[0085] Les huiles de base des compositions lubrifiantes considérées selon l'invention peuvent être en particulier des huiles d'origines minérales ou synthétiques appartenant aux groupes I à V selon les classes définies dans la classification API (ou leurs équivalents selon la classification ATIEL) et présentées dans le tableau 1 ci-dessous ou leurs mélanges.

[0086] [Tableaux1]

	Teneur en saturés	Teneur en soufre	Indice de viscosité (VI)
Groupement I Huiles minérales	< 90 %	> 0,03 %	$80 \leq VI < 120$
Groupement II Huiles hydrocraquées	≥ 90 %	$\leq 0,03$ %	$80 \leq VI < 120$
Groupement III Huiles hydrocraquées ou hydro-isomérisées	≥ 90 %	$\leq 0,03$ %	≥ 120
Groupement IV	Polyalphaoléfines (PAO)		
Groupement V	Esters et autres bases non incluses dans les groupes I à IV		

[0087] Les huiles de base minérales incluent tous types d'huiles de base obtenues par distillation atmosphérique et sous vide du pétrole brut, suivies d'opérations de raffinage telles qu'extraction au solvant, désalphaltage, déparaffinage au solvant, hydrotraitement, hydrocraquage, hydroisomérisation et hydrofinition.

[0088] Des mélanges d'huiles synthétiques et minérales, pouvant être biosourcées, peuvent également être employés.

[0089] Il n'existe généralement aucune limitation quant à l'emploi d'huiles de base différentes pour réaliser les compositions mises en œuvre selon l'invention, si ce n'est

qu'elles doivent avoir des propriétés, notamment en termes de viscosité, d'indice de viscosité, ou de résistance à l'oxydation, adaptées à une utilisation pour des systèmes de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride.

- [0090] Les huiles de bases des compositions mises en œuvre selon l'invention peuvent également être choisies parmi les huiles synthétiques, telles certains esters d'acides carboxyliques et d'alcools, les polyalphaoléfinés (PAO), et les polyalkylène glycol (PAG) obtenus par polymérisation ou copolymérisation d'oxydes d'alkylène comprenant de 2 à 8 atomes de carbone, en particulier de 2 à 4 atomes de carbone.
- [0091] Les PAO utilisées comme huiles de base sont par exemple obtenues à partir de monomères comprenant de 4 à 32 atomes de carbone, par exemple à partir d'octène ou de décène. La masse moléculaire moyenne en poids de la PAO peut varier assez largement. De manière préférée, la masse moléculaire moyenne en poids de la PAO est inférieure à 600 Da. La masse moléculaire moyenne en poids de la PAO peut également aller de 100 à 600 Da, de 150 à 600 Da, ou encore de 200 à 600 Da.
- [0092] Avantageusement, l'huile ou les huiles de base de la composition mise en œuvre selon l'invention sont choisies parmi les polyalphaoléfinés (PAO), les polyalkylène glycol (PAG), les esters d'acides carboxyliques et d'alcools, et leurs mélanges.
- [0093] De préférence la ou les huile(s) de base de la composition mise en œuvre selon l'invention est choisi parmi les huiles de groupe III, IV ou V, et leurs mélanges, de préférence est une huile de base de groupe III.
- [0094] Selon un mode de réalisation alternatif, l'huile ou les huiles de base de la composition mise en œuvre selon l'invention peuvent être choisies parmi les huiles de base du groupe II.
- [0095] Il appartient à l'homme du métier d'ajuster la teneur en huile de base à mettre en œuvre dans une composition convenant à l'invention.
- [0096] Une composition lubrifiante considérée selon l'invention peut comprendre au moins 50 % en masse d'huile(s) de base par rapport à sa masse totale, en particulier de 60 à 99 % en masse d'huile(s) de base, et plus particulièrement entre 70 et 98 % massique, de préférence entre 80 et 97 % massique.

Additifs additionnels

- [0097] Une composition lubrifiante convenant à l'invention peut également comprendre en outre tous types d'additifs, distincts des additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés considérés selon l'invention, adaptés à une utilisation dans un lubrifiant pour système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride.
- [0098] Il est entendu que la nature et la quantité d'additifs mis en œuvre sont choisies de manière à ne pas affecter les propriétés de la composition lubrifiante, en particulier les propriétés conférées par le ou lesdits additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés selon l'invention.

- [0099] De tels additifs, connus de l'homme du métier dans le domaine de la lubrification et/ou du refroidissement des systèmes de propulsion de véhicules électriques ou hybrides, peuvent être choisis parmi les modificateurs de frottements, les modificateurs d'indice de viscosité, les additifs extrême-pression autres que les additifs anti-usure et extrême-pression phosphorés selon l'invention, les détergents, les dispersants, les antioxydants, les abaisseurs du point d'écoulement, les agents anti-mousse et leurs mélanges.
- [0100] Avantagement, une composition convenant à l'invention comprend au moins un additif additionnel choisi parmi les antioxydants, les détergents, les dispersants, les additifs abaisseurs du point d'écoulement, les agents anti-mousse, et leurs mélanges.
- [0101] Ces additifs peuvent être introduits isolément et/ou sous la forme d'un mélange à l'image de ceux déjà disponibles à la vente pour les formulations de lubrifiants commerciaux pour moteurs de véhicules, de niveau de performance tels que définis par l'ACEA (Association des Constructeurs Européens d'Automobiles) et/ou l'API (American Petroleum Institute), bien connus de l'homme du métier.
- [0102] Une composition lubrifiante convenant à l'invention peut comprendre au moins un additif modificateur de frottement. L'additif modificateur de frottement peut être choisi parmi un composé apportant des éléments métalliques et un composé exempt de cendres. Parmi les composés apportant des éléments métalliques, on peut citer les complexes de métaux de transition tels que Mo, Sb, Sn, Fe, Cu, Zn dont les ligands peuvent être des composés hydrocarbonés comprenant des atomes d'oxygène, d'azote, de soufre ou de phosphore. Les additifs modificateurs de frottement exempt de cendres sont généralement d'origine organique et peuvent être choisis parmi les monoesters d'acides gras et de polyols, les amines alcoylées, les amines grasses alcoylées, les époxydes gras, les époxydes gras de borate ; les amines grasses ou les esters de glycérol d'acide gras. Selon l'invention, les composés gras comprennent au moins un groupement hydrocarboné comprenant de 10 à 24 atomes de carbone.
- [0103] Une composition lubrifiante convenant à l'invention peut comprendre de 0,01 à 2 % en poids ou de 0,01 à 5 % en poids, préférentiellement de 0,1 à 1,5 % en poids ou de 0,1 à 2 % en poids d'additif modificateur de frottement, par rapport au poids total de la composition.
- [0104] Une composition lubrifiante mise en œuvre selon l'invention peut comprendre au moins un additif antioxydant.
- [0105] L'additif antioxydant permet généralement de retarder la dégradation de la composition en service. Cette dégradation peut notamment se traduire par la formation de dépôts, par la présence de boues ou par une augmentation de la viscosité de la composition.
- [0106] Les additifs antioxydants agissent notamment comme inhibiteurs radicalaires ou destructeurs d'hydroperoxydes. Parmi les additifs antioxydants couramment employés, on

peut citer les additifs antioxydants de type phénolique, les additifs antioxydants de type aminé, les additifs antioxydants phosphosoufrés. Certains de ces additifs antioxydants, par exemple les additifs antioxydants phosphosoufrés, peuvent être générateurs de cendres. Les additifs antioxydants phénoliques peuvent être exempt de cendres ou bien être sous forme de sels métalliques neutres ou basiques. Les additifs antioxydants peuvent notamment être choisis parmi les phénols stériquement encombrés, les esters de phénol stériquement encombrés et les phénols stériquement encombrés comprenant un pont thioéther, les diphénylamines, les diphénylamines substituées par au moins un groupement alkyle en C1-C12, les N,N'-dialkyle-aryle-diamines et leurs mélanges.

[0107] De préférence selon l'invention, les phénols stériquement encombrés sont choisis parmi les composés comprenant un groupement phénol dont au moins un carbone vicinal du carbone portant la fonction alcool est substitué par au moins un groupement alkyle en C₁-C₁₀, de préférence un groupement alkyle en C₁-C₆, de préférence un groupement alkyle en C₄, de préférence par le groupement tert-butyle.

[0108] Les composés aminés sont une autre classe d'additifs antioxydants pouvant être utilisés, éventuellement en combinaison avec les additifs antioxydants phénoliques. Des exemples de composés aminés sont les amines aromatiques, par exemple les amines aromatiques de formule NR⁴R⁵R⁶ dans laquelle R⁴ représente un groupement aliphatique ou un groupement aromatique, éventuellement substitué, R⁵ représente un groupement aromatique, éventuellement substitué, R⁶ représente un atome d'hydrogène, un groupement alkyle, un groupement aryle ou un groupement de formule R⁷S(O)_zR⁸ dans laquelle R⁷ représente un groupement alkylène ou un groupement alkenylène, R⁸ représente un groupement alkyle, un groupement alcényle ou un groupement aryle et z représente 0, 1 ou 2.

[0109] Des alkyl phénols sulfurisés ou leurs sels de métaux alcalins et alcalino-terreux peuvent également être utilisés comme additifs antioxydants.

[0110] Une autre classe d'additifs antioxydants est celle des composés cuivrés, par exemples les thio- ou dithio-phosphates de cuivre, les sels de cuivre et d'acides carboxyliques, les dithiocarbamates, les sulphonates, les phénates, les acétylacétonates de cuivre. Les sels de cuivre I et II, les sels d'acide ou d'anhydride succiniques peuvent également être utilisés.

[0111] Une composition lubrifiante mise en œuvre selon l'invention peut contenir tous types d'additifs antioxydants connus de l'homme du métier.

[0112] De manière avantageuse, une composition lubrifiante mise en œuvre selon l'invention comprend au moins un additif antioxydant exempt de cendres.

[0113] Une composition lubrifiante mise en œuvre selon l'invention peut comprendre de 0,5 à 2 % en poids d'au moins un additif antioxydant, par rapport au poids total de la composition.

- [0114] Une composition lubrifiante convenant à l'invention peut également comprendre au moins un additif détergent.
- [0115] Les additifs détergents permettent généralement de réduire la formation de dépôts à la surface des pièces métalliques par dissolution des produits secondaires d'oxydation et de combustion.
- [0116] Les additifs détergents utilisables dans une composition lubrifiante mise en œuvre selon l'invention sont généralement connus de l'homme de métier. Les additifs détergents peuvent être des composés anioniques comprenant une longue chaîne hydrocarbonée lipophile et une tête hydrophile. Le cation associé peut être un cation métallique d'un métal alcalin ou alcalino-terreux.
- [0117] Les additifs détergents sont préférentiellement choisis parmi les sels de métaux alcalins ou de métaux alcalino-terreux d'acides carboxyliques, les sulfonates, les salicylates, les naphtésates, ainsi que les sels de phénates. Les métaux alcalins et alcalino-terreux sont préférentiellement le calcium, le magnésium, le sodium ou le baryum.
- [0118] Ces sels métalliques comprennent généralement le métal en quantité stœchiométrique ou bien en excès, donc en quantité supérieure à la quantité stœchiométrique. Il s'agit alors d'additifs détergents surbasés ; le métal en excès apportant le caractère surbasé à l'additif détergent est alors généralement sous la forme d'un sel métallique insoluble dans l'huile, par exemple un carbonate, un hydroxyde, un oxalate, un acétate, un glutamate, préférentiellement un carbonate.
- [0119] Une composition lubrifiante convenant à l'invention peut par exemple comprendre de 2 à 4 % en poids d'additif détergent, par rapport au poids total de la composition.
- [0120] Également, une composition lubrifiante mise en œuvre selon l'invention peut comprendre au moins un agent dispersant.
- [0121] L'agent dispersant peut être choisi parmi les bases de Mannich, les succinimides et leurs dérivés.
- [0122] Une composition lubrifiante mise en œuvre selon l'invention peut par exemple comprendre de 0,2 à 10 % en poids d'agent dispersant, par rapport au poids total de la composition.
- [0123] Une composition lubrifiante convenant à l'invention peut comprendre en outre au moins un agent antimousse.
- [0124] L'agent antimousse peut être choisi parmi les silicones.
- [0125] Une composition lubrifiante convenant à l'invention peut comprendre de 0,01 à 5 % massique, préférentiellement de 0,1 à 2 % massique d'agent antimousse, par rapport au poids total de la composition.
- [0126] Une composition lubrifiante convenant à l'invention peut également comprendre au moins un additif abaisseur du point d'écoulement, (dits encore agents « PPD » pour

« Pour Point Depressant » en langue anglaise).

- [0127] En ralentissant la formation de cristaux de paraffine, les additifs abaisseurs de point d'écoulement améliorent généralement le comportement à froid de la composition. Comme exemple d'additifs abaisseurs de point d'écoulement, on peut citer les polyméthacrylates d'alkyle, les polyacrylates, les polyarylamides, les polyalkylphénols, les polyalkylnaphtalènes, les polystyrènes alkylés.
- [0128] En termes de formulation d'une telle composition lubrifiante, le ou lesdits additif(s) anti-usure phosphoré(s) selon l'invention peuvent être additionnés à une huile ou mélange d'huiles de base, puis les autres additifs complémentaires, ajoutés.
- [0129] Alternativement, le ou lesdits additif(s) anti-usure phosphoré(s) et extrême-pression selon l'invention peuvent être additionnés à une formulation lubrifiante conventionnelle préexistante, comprenant notamment une ou plusieurs huiles de base, et éventuellement des additifs additionnels.
- [0130] Alternativement, le ou lesdits additif(s) anti-usure phosphoré(s) et extrême-pression selon l'invention peuvent être combinés avec un ou plusieurs additifs additionnels, et le « paquet » d'additifs ainsi formé additionné à une huile ou mélange d'huiles de base.
- [0131] Avantageusement, une composition lubrifiante mise en œuvre selon l'invention présente une viscosité cinématique, mesurée à 100°C selon la norme ASTM D445, allant de 1 à 15 mm²/s, en particulier allant de 3 à 10 mm²/s.
- [0132] Avantageusement, une composition lubrifiante mise en œuvre selon l'invention présente une viscosité cinématique, mesurée à 40°C selon la norme ASTM D445, allant de 3 à 80 mm²/s, en particulier de 15 à 70 mm²/s.
- [0133] Avantageusement, une composition lubrifiante mise en œuvre selon l'invention peut être de grade selon la classification SAEJ300 défini par la formule (X)W(Y), dans laquelle X représente 0 ou 5 ; et Y représente un nombre entier allant de 4 à 20, en particulier allant de 4 à 16 ou de 4 à 12.
- [0134] Avantageusement, une composition lubrifiante mise en œuvre selon l'invention présente une résistivité électrique mesurées à 90°C comprise entre 5 et 10000 Mohm.m, de préférence encore entre 6 et 5000 Mohm.m.
- [0135] Avantageusement encore une composition lubrifiante mise en œuvre selon l'invention présente une perte diélectrique mesurées à 90°C comprise entre 0,01 et 30, de préférence encore entre 0,02 et 25, plus préférentiellement entre 0,02 et 10.
- [0136] Selon un mode de réalisation préféré, une composition lubrifiante formulée selon l'invention comprend, voire est constituée de :
- une huile de base, ou mélange d'huiles de base, de préférence choisie parmi les huiles de base du groupe III, les huiles de base du groupe IV ou V;
 - un ou plusieurs composés phosphorés exempts de soufre et de fonction amine, en particulier tels que définis précédemment, de préférence de type ester de triaryle

phosphate, en particulier répondant à la formule (II) telle que définie précédemment ;
 - éventuellement un ou plusieurs additifs additionnels, choisis parmi les antioxydants, les détergents, les dispersants, les additifs abaisseurs du point d'écoulement, les agents anti-mousse, et leurs mélanges.

[0137] De préférence, une composition lubrifiante formulée selon l'invention comprend, voire est constituée de :

- de 0,1 % à 5 % massique, en particulier de 0,5 à 3 % massique, d'un ou plusieurs composés phosphorés exempts de soufre et de fonction amine, de préférence choisis parmi les esters de triaryle phosphate, en particulier répondant à la formule (II) telle que définie précédemment, et les esters de triaryle phosphite, en particulier répondant à la formule (II') telle que définie précédemment, plus préférentiellement choisis parmi le tri(isopropylphényle) phosphate et le Tris(2,4 ditert-butylphényl) phosphite ;

- de 50 % à 99,5 % massique, en particulier de 60 à 99 % massique, d'une ou plusieurs huiles de base, de préférence choisies parmi les huiles de base du groupe III, les huiles de base du groupe IV ou V et leurs mélanges ; et

- éventuellement de 0,1 à 5 % massique d'un ou plusieurs additifs choisis parmi les antioxydants, les détergents, les dispersants, les additifs abaisseurs du point d'écoulement, les agents anti-mousse, et leurs mélanges ;

les teneurs étant exprimées par rapport à la masse totale de ladite composition lubrifiante.

APPLICATION

[0138] Comme mentionné précédemment, une composition formulée selon l'invention, telle que décrite précédemment, est mise en œuvre comme lubrifiant pour un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, et plus particulièrement du moteur et de l'électrique de puissance dans un véhicule électrique ou hybride.

[0139] Ainsi, la présente invention concerne l'utilisation d'une composition telle que définie précédemment, mettant en œuvre à titre d'additif anti-usure et extrême-pression, de préférence à titre d'unique additif anti-usure et extrême-pression, un ou plusieurs composés phosphorés exempts de soufre et de fonction amine, en particulier tels que définis ci-dessus, de préférence de type ester de triaryle phosphate, en particulier répondant à la formule (II) telle que définie précédemment, pour lubrifier un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, en particulier pour la lubrification du moteur électrique et de l'électrique de puissance d'un véhicule électrique ou hybride.

[0140] La présente invention concerne ainsi l'utilisation, à titre d'additif dans une composition lubrifiante, d'un ou plusieurs composés phosphorés exempts de soufre et de fonction amine, en particulier tels que définis ci-dessus, pour simultanément réduire l'usure et ne pas causer de corrosion au niveau des pièces d'un système de propulsion

d'un véhicule électrique ou hybride, en particulier au niveau du bobinage du stator et rotor, des capteurs dans le système de propulsion, des électrovannes dans le système hydraulique mais aussi au niveau des roulements situés entre le rotor et le stator d'un moteur électrique et/ou de la transmission, en particulier du réducteur, dans un véhicule électrique ou hybride.

- [0141] Comme représenté schématiquement en Figure 1, le système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, comprend notamment la partie moteur électrique (1), une batterie électrique (2) et une transmission, en particulier un réducteur de vitesse (3).
- [0142] Le moteur électrique comprend typiquement une électronique de puissance (11) reliée à un stator (13) et un rotor (14). Le stator comprend des bobines, en particulier des bobines de cuivre, qui sont alimentées alternativement par un courant électrique. Ceci permet de générer un champ magnétique tournant. Le rotor comprend lui-même des bobines, des aimants permanents ou d'autres matériaux magnétiques, et est mis en rotation par le champ magnétique tournant.
- [0143] Un roulement (12) est généralement intégré entre le stator (13) et le rotor (14). Une transmission, et en particulier un réducteur de vitesse (3), permet de réduire la vitesse de rotation en sortie du moteur électrique et d'adapter la vitesse transmise aux roues, permettant dans le même temps de contrôler la vitesse du véhicule.
- [0144] Le roulement (12) est notamment soumis à de fortes contraintes mécaniques et pose des problèmes d'usure par fatigue. Il est donc nécessaire de lubrifier le roulement afin d'augmenter sa durée de vie. Également, le réducteur est soumis à de fortes contraintes en friction et nécessite donc d'être lubrifié de manière appropriée afin d'éviter qu'il ne soit endommagé trop rapidement.
- [0145] Ainsi, l'invention concerne en particulier l'utilisation d'une composition telle que décrite précédemment pour lubrifier un moteur électrique d'un véhicule électrique ou hybride, en particulier pour lubrifier les roulements situés entre le rotor et le stator d'un moteur électrique.
- [0146] Elle concerne encore la mise en œuvre d'une composition telle que décrite précédemment pour lubrifier la transmission, en particulier le réducteur, dans un véhicule électrique ou hybride.
- [0147] Avantagusement, une composition selon l'invention peut ainsi être utilisée pour lubrifier les différentes pièces d'un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, en particulier des roulements situés entre le rotor et le stator d'un moteur électrique et/ou la transmission, en particulier le réducteur, dans un véhicule électrique ou hybride.
- [0148] De manière avantageuse, comme évoqué précédemment, une composition lubrifiante selon l'invention présente d'excellentes performances anti-usure et extrême pression

tout en étant non corrosive.

- [0149] L'invention concerne encore, selon un autre de ses aspects, un procédé de lubrification d'au moins une pièce d'un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, en particulier des roulements situés entre le rotor et le stator d'un moteur électrique ; et/ou de la transmission, notamment du réducteur, comprenant au moins une étape de mise en contact d'au moins ladite pièce, avec une composition telle que décrite précédemment.
- [0150] La présente invention propose ainsi un procédé pour simultanément diminuer l'usure et ne pas causer de corrosion au niveau d'au moins une pièce d'un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, en particulier des roulements situés entre le rotor et le stator d'un moteur électrique ; et/ou de la transmission, notamment du réducteur, ledit procédé comprenant au moins une étape de mise en contact d'au moins ladite pièce, avec une composition telle que décrite précédemment.
- [0151] L'ensemble des caractéristiques et préférences décrites pour la composition utilisée selon l'invention ainsi que pour ses utilisations s'applique également à ce procédé.
- [0152] Il peut également s'avérer avantageux d'assurer une isolation électrique des différentes pièces du système de propulsion.
- [0153] Ainsi, selon un mode de réalisation particulier, une composition selon l'invention peut présenter, outre des propriétés de lubrification, de bonnes propriétés d'isolation électrique.
- [0154] Selon ce mode de réalisation, une composition selon l'invention peut simultanément être utilisée pour lubrifier une ou plusieurs pièces d'un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, en particulier pour la lubrification des capteurs et des électrovannes du moteur, des roulements, mais aussi du bobinage situé au niveau du rotor et du stator d'un moteur électrique, ou encore la lubrification au niveau de la transmission, en particulier les engrenages, les capteurs, les électrovannes, ou bien le réducteur que l'on retrouve dans un véhicule électrique ou hybride, et pour isoler électriquement au moins une pièce dudit système de propulsion, notamment de la batterie, du moteur ou encore de l'électronique de puissance.
- [0155] Dans le cadre d'une telle variante de mise en œuvre, une composition lubrifiante considérée selon l'invention présente avantageusement une viscosité cinématique, mesurée à 100°C selon la norme ASTM D445, comprise entre 2 et 8 mm²/s, de préférence entre 3 et 7 mm²/s.
- [0156] Il est entendu que les utilisations décrites ci-dessus peuvent être combinées, une composition telle que décrite précédemment pouvant être utilisée à la fois à titre de lubrifiant, d'isolant électrique et mais aussi en tant que fluide de refroidissement pour le moteur, la batterie et la transmission d'un véhicule électrique ou hybride.
- [0157] Selon l'invention, les caractéristiques particulières, avantageuses ou préférées de la

composition selon l'invention, permettent de définir des utilisations selon l'invention qui sont également particulières, avantageuses ou préférées.

[0158] L'invention va maintenant être décrite au moyen des exemples suivants, donnés bien entendu à titre illustratif et non limitatif de l'invention.

Exemples

[0159] Différentes compositions ont été évaluées :

[0160] - une composition C1 comprenant un composé phosphoré A, conforme à l'invention : le tri(isopropylphényle) phosphate ;

[0161] - une composition C2 comprenant un composé phosphoré B conforme à l'invention : le tris(2,4-ditert-butylphényl) phosphite ;

[0162] - une composition C3 comprenant un composé phospho-soufré C connu comme anti-usure et extrême-pression, non conforme à l'invention : le tri-phényl phosphorothionate ; et

[0163] - une composition C4 comprenant un mélange de composés phosphates d'amine D connus comme anti-usure, non conformes à l'invention, commercialisé sous la référence Irgalube 349 ;

[0164] - une composition C5 comprenant un mélange de composés dimercaptothiadiazole E connus comme anti-usure, non conformes à l'invention ;

[0165] - une composition C6 comprenant un mélange de composés dialkyldithiophosphate de zinc F connus comme anti-usure, non conformes à l'invention.

[0166] Les compositions C1 à C6 comprennent, outre chacun des composés précités, une huile de base de groupe III.

[0167] Les compositions et les quantités (exprimées en pourcentage massique) sont indiquées dans le tableau 2 suivant.

[0168] [Tableaux2]

Composition	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Huile de base	98%	98%	98%	98%	98%	98%
Composé phosphoré A	2%	-	-	-	-	-
Composé phosphoré B	-	2%	-	-	-	-
Composé phospho-soufré C	-	-	2%	-	-	-
Mélange de phosphates d'amine D	-	-	-	2%	-	-
Mélange de dimercaptothiadiazoles E	-	-	-	-	2%	-
Mélange de dialkyldithiophosphates de zinc F	-	-	-	-	-	2%

Evaluation du pouvoir corrodant

[0169] *Méthode d'évaluation*

[0170] Le pouvoir corrosif (ou corrodant) d'une composition peut être évalué selon un test mettant en œuvre l'étude de la variation de la valeur de la résistance électrique d'un fil de cuivre ayant un diamètre préétabli, en fonction de la durée d'immersion de ce fil au sein de la composition. On corrèle la variation de la valeur de cette résistance électrique directement avec la variation du diamètre du fil testé. Dans le cadre de la présente invention, le diamètre du fil choisi est de 70µm.

[0171] Dans le présent cas, un fil de cuivre est immergé dans un tube à essai contenant un volume de 20 mL d'une composition à tester (les compositions C1 et C2 étant des compositions selon l'invention et les compositions C3 à C6 étant des compositions servant de comparaison).

[0172] La résistance du fil est mesurée à l'aide d'un ohmmètre.

[0173] Le courant de mesure est de 1 mA.

[0174] La température de la composition à tester est portée à 150°C.

[0175] La résistance du fil de cuivre est calculée par cette équation (1) :

[0176] [Math.1]

$$R = \rho \times \frac{L}{S}$$

[0177] où R est la résistance, ρ est la résistivité du cuivre, L est la longueur du fil, et S est la surface de section.

Dans cette équation (1), ρ et L sont constants. Ainsi, la résistance R est inversement proportionnelle avec la surface de section du fil immergé.

[0178] Le diamètre du fil est calculé à partir de la surface de section (2) :

[0179] [Math.2]

$$S = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

[0180] où D est le diamètre du fil.

[0181] On injecte l'équation (2) dans (1) pour avoir la relation entre la résistance et le diamètre (3) :

[0182] [Math.3]

$$R = \rho \times \frac{L}{\frac{\pi}{4} \times D^2}$$

[0183] C'est ainsi que, lorsque le fil se trouve corrodé par les compositions à tester, le diamètre du fil diminue, provoquant donc une augmentation de la valeur de la résistance.

[0184] En surveillant la résistance, on arrive à suivre le changement du diamètre du fil, qui est une image de la situation de la corrosion subie par le fil immergé.

[0185] La perte de diamètre du fil est donc calculée directement partir de la résistance

mesurée.

[0186] Quand la résistance mesurée est infinie, il s'agit d'un circuit ouvert. Cela signifie donc que le fil s'est cassé, ce qui définit une corrosion très sévère.

[0187] *Résultats*

[0188] Les résultats sont récapitulés dans le tableau 3 suivant, et sont exprimés en μm (perte de diamètre). Plus la valeur obtenue est faible, meilleures sont les propriétés anti-corrosion de la composition évaluée.

[0189] On estime qu'une composition est « non-corrosive » lorsque la perte de diamètre du fil de cuivre étudié, est inférieure ou égale à $0,5 \mu\text{m}$ après immersion pendant 80 heures, en particulier inférieure ou égale à $0,1 \mu\text{m}$ après immersion pendant 20 heures dans la composition.

[0190] [Tableaux3]

Composition	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Perte de diamètre (en μm) à 20 heures	0	0.14	0,75	0,23	0,29	Fil cassé
Perte de diamètre (en μm) à 40 heures	0,10	0.21	1,80	0,58	Fil cassé	Fil cassé
Perte de diamètre (en μm) à 60 heures	0,23	0.26	2,00	0,99	Fil cassé	Fil cassé
Perte de diamètre (μm) à 80 heures	0,31	0.48	2,18	1,51	Fil cassé	Fil cassé

[0191] Il ressort de ces résultats que l'ajout d'un additif phosphoré exempt de soufre et de fonction amine selon l'invention ne s'accompagne pas d'effet corrosif, à la différence d'additifs anti-usure phosphorés soufrés ou aminés.

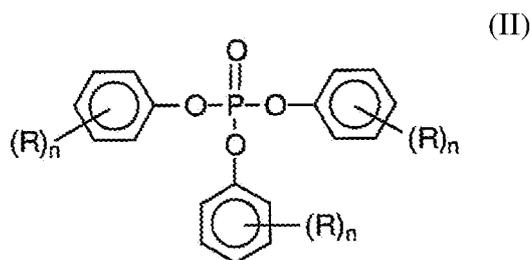
Revendications

[Revendication 1]

Utilisation d'au moins un composé phosphoré, exempt de soufre et de fonction amine, à titre d'additif anti-usure et extrême-pression dans une composition lubrifiante destinée à un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride,

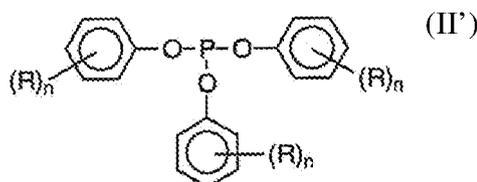
ledit composé phosphoré exempt de soufre et de fonction amine étant choisi parmi :

les esters de phosphate de formule (II) suivante :



dans laquelle les groupements R représentent, indépendamment les uns des autres, des groupements alkyles, linéaires ou ramifiés en C₁ à C₁₀, en particulier en C₃ à C₈, et n représentent, indépendamment les uns des autres, 0, 1 ou 2 ; de préférence n vaut 1 et R représentent des groupements en position para, de préférence des groupements alkyles, en particulier ramifiés, en C₃ à C₆ ; et

les esters de phosphite de formule (II') suivante :



dans laquelle les groupements R représentent, indépendamment les uns des autres, des groupements alkyles, linéaires ou ramifiés en C₁ à C₁₀, en particulier en C₃ à C₈, et n représentent, indépendamment les uns des autres, 0, 1 ou 2 ; de préférence n vaut 1 et R représentent des groupements en position para, de préférence des groupements alkyles, en particulier ramifiés, en C₃ à C₆;

ladite composition lubrifiante étant exempte d'additif anti-corrosion.

[Revendication 2]

Utilisation selon la revendication 1, dans laquelle ledit composé phosphoré exempt de soufre et de fonction amine est le tri(isopropylphényle) phosphate.

[Revendication 3]

Utilisation selon la revendication 1, dans laquelle ledit composé phosphoré exempt de soufre et de fonction amine est le

tris(2,4-ditert-butylphenyl)phosphite.

[Revendication 4]

Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le ou lesdits composés phosphorés exempts de soufre et de fonction amine sont présents en une teneur comprise entre 0,01 % et 10 % massique, de préférence entre 0,1 % et 5 % massique, plus préférentiellement comprise entre 0,5 % et 3 % massique, par rapport à la masse totale de la composition.

[Revendication 5]

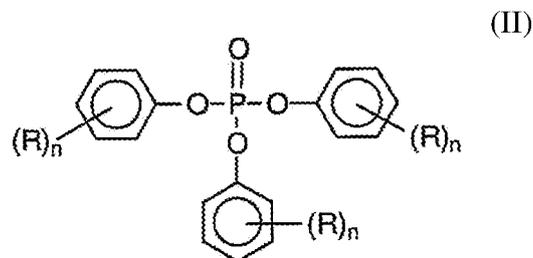
Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, ladite composition lubrifiante comprenant au moins une huile de base choisie parmi les polyalkylène glycols, les polyalphaoléfines, les ester d'acides carboxyliques et d'alcools, et leurs mélanges.

[Revendication 6]

Utilisation d'une composition lubrifiante comprenant au moins un composé phosphoré, exempt de soufre et de fonction amine, à titre d'additif anti-usure et extrême-pression, pour lubrifier et éventuellement refroidir un système de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride, en particulier pour la lubrification et le refroidissement du moteur électrique et de l'électronique de puissance d'un véhicule électrique ou hybride,

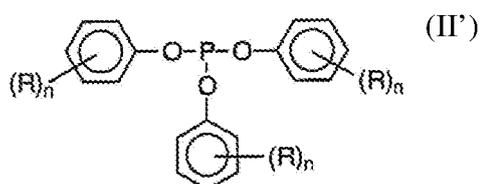
ledit composé phosphoré exempt de soufre et de fonction amine étant choisi parmi :

les esters de phosphate de formule (II) suivante :



dans laquelle les groupements R représentent, indépendamment les uns des autres, des groupements alkyles, linéaires ou ramifiés en C₁ à C₁₀, en particulier en C₃ à C₈, et n représentent, indépendamment les uns des autres, 0, 1 ou 2 ; de préférence n valent 1 et R représentent des groupements en position para, de préférence des groupements alkyles, en particulier ramifiés, en C₃ à C₆ ; et

les esters de phosphite de formule (II') suivante :



dans laquelle les groupements R représentent, indépendamment les uns des autres, des groupements alkyles, linéaires ou ramifiés en C₁ à C₁₀, en particulier en C₃ à C₈, et n représentent, indépendamment les uns des autres, 0, 1 ou 2 ; de préférence n valent 1 et R représentent des groupements en position para, de préférence des groupements alkyles, en particulier ramifiés, en C₃ à C₆;

ladite composition lubrifiante étant exempte d'additifs anti-corrosion.

[Revendication 7] Utilisation selon la revendication précédente, dans laquelle le composé phosphoré est tel que défini selon la revendication 2 ou 3.

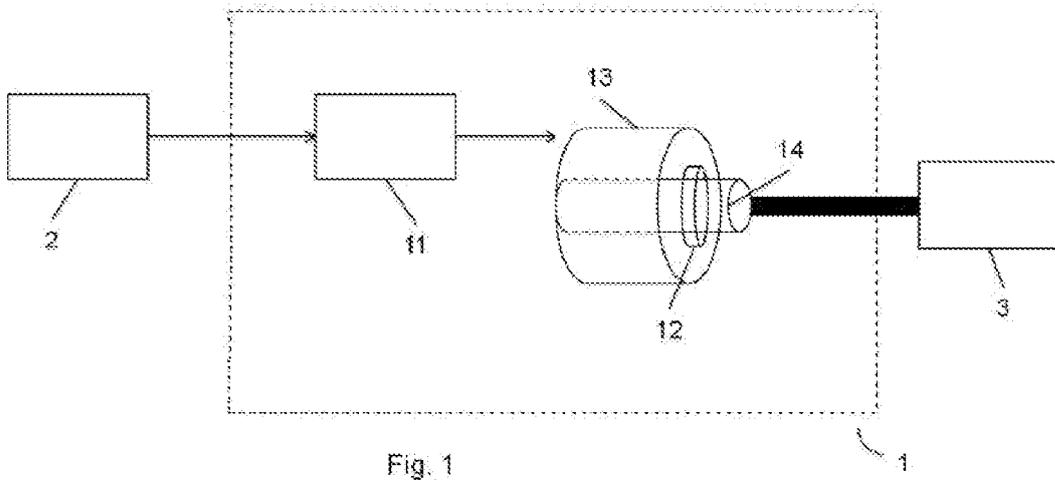
[Revendication 8] Utilisation selon la revendication 6 ou 7, pour lubrifier les roulements situés entre le rotor et le stator d'un moteur électrique, et/ou la transmission, en particulier le réducteur, d'un véhicule électrique ou hybride.

[Revendication 9] Utilisation selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans laquelle la composition lubrifiante comprend, voire est constituée de :

- de 0,1 % à 5 % massique, en particulier de 0,5 à 3 % massique, d'un ou plusieurs composés phosphorés exempts de soufre et de fonction amine, de préférence choisis parmi le tri(isopropylphényle) phosphate et le Tris(2,4 ditert-butylphényl) phosphite ;
- de 50 % à 99,5% massique, en particulier de 60 à 99 % massique, d'une ou plusieurs huiles de base, de préférence choisies parmi les huiles de base du groupe III, les huiles de base du groupe IV ou V et leurs mélanges ; et
- éventuellement de 0,1 à 5 % massique d'un ou plusieurs additifs choisis parmi les antioxydants, les détergents, les dispersants, les additifs abaisseurs du point d'écoulement, les agents anti-mousse, et leurs mélanges ;

les teneurs étant exprimées par rapport à la masse totale de ladite composition lubrifiante.

[Fig. 1]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

EP 1 405 897 A1 (NISSAN MOTOR [JP]; NIPPON OIL CORP [JP]) 7 avril 2004 (2004-04-07)

EP 2 692 841 A1 (JX NIPPON OIL & ENERGY CORP [JP]) 5 février 2014 (2014-02-05)

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

NEANT

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

NEANT