

⑤④ BATTERIE ELECTRIQUE POUR AERONEF.

②② Date de dépôt : 23.12.21.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN ELECTRICAL & POWER
SAS — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 30.06.23 Bulletin 23/26.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 29.03.24 Bulletin 24/13.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : *SCHMITTER, Romain et
THOMASSIER, Sébastien.*

⑦③ Titulaire(s) : *SAFRAN ELECTRICAL & POWER
SAS.*

⑦④ Mandataire(s) : *GEVERS & ORES.*



Description

Titre de l'invention : BATTERIE ELECTRIQUE POUR AERONEF

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne une batterie électrique pour aéronef ainsi qu'un aéronef comportant cette batterie.

Arrière-plan technique

[0002] Dans un souci de réduction de l'empreinte carbone du trafic aérien, plusieurs technologies existent pour électrifier le plus possible un aéronef en remplaçant par exemple un équipement non électrique par un équipement électrique. Ceci est rendu possible en équipant l'aéronef de batteries électriques qui permettent de stocker de l'énergie électrique et de la distribuer en fonction des besoins aux équipements électriques de l'aéronef.

[0003] Une batterie électrique peut subir un emballement thermique pour différentes raisons qu'il n'est pas forcément possible de prévenir par une surveillance électronique de la batterie (comme dans le cas d'un défaut de production d'une cellule de batterie par exemple). Cet emballement thermique peut se traduire par la génération de gaz divers, certains toxiques, de flammes, de fumées, et de violentes explosions, et poser des problèmes de sécurité.

[0004] Il est donc très important de détecter cet emballement thermique, de manière fiable et rapide, de façon à pouvoir isoler la batterie ou la partie de la batterie concernée, et d'avertir le dispositif de gestion de la batterie ou le pilote de l'aéronef, afin que cet aéronef interrompe son vol et se pose rapidement de manière sécurisée.

[0005] Pour réaliser cette surveillance de l'emballement thermique, les solutions existantes reposent sur l'utilisation de capteurs présents dans la batterie ou dans un environnement proche (capteurs de tension, de température, de courant, etc.) et des algorithmes de détection d'emballement thermique. La difficulté de ce type de solution est de s'assurer que l'emballement thermique a effectivement lieu. Pour éviter les faux positifs, il convient de bien connaître et caractériser l'emballement thermique. De plus, il existe une infinité de scénarii d'emballement thermique, ce qui peut conduire à surinstrumenter la batterie pour garantir cette détection.

[0006] Il existe également des solutions utilisant des capteurs de pression, de gaz, de son, etc. L'inconvénient de ces solutions est l'ajout de masse (du fait de la masse additionnelle du capteur) et de volume (du fait de l'encombrement du capteur), qui se traduisent par un surdimensionnement de la batterie, et un surcoût lié à l'utilisation de ces capteurs. De plus, ce type de capteur nécessite une carte électronique pour analyser

le signal renvoyé par les capteurs.

- [0007] La présente invention propose ainsi un perfectionnement aux technologies existantes qui permet de détecter l'emballlement thermique d'une batterie électrique pour aéronef.

Résumé de l'invention

- [0008] L'invention concerne une batterie électrique pour aéronef, cette batterie comportant :
- [0009] - un boîtier comportant un logement interne et un évent d'évacuation de gaz, et
- [0010] - des cellules de batterie électrique situées dans le logement du boîtier,
- [0011] caractérisée en ce qu'elle comprend en outre, au niveau dudit évent, un système optique sensible à une fumée susceptible d'être générée par les cellules dans le logement en cas de dysfonctionnement de ces cellules, ce système comportant un circuit électrique comportant des bornes d'alimentation électrique qui sont reliées à deux branches parallèles, dont une première branche comporte un émetteur de lumière et une seconde branche comporte un récepteur de lumière, le récepteur et l'émetteur de lumière étant séparés par un espace libre qui peut être traversé par de la fumée, et le récepteur de lumière étant configuré pour avoir un ratio de transfert de courant qui est fonction de la quantité de lumière reçue et qui est maximal en l'absence de fumée dans ledit espace.
- [0012] En cas de dysfonctionnement, heureusement peu fréquent, une batterie peut générer de la fumée. La batterie selon l'invention comporte un boîtier qui est équipé d'un évent pour évacuer la fumée et éviter par exemple une surpression à l'intérieur du boîtier. Dans la présente demande, on entend par « évent », un port ou un orifice destiné à laisser passer des gaz et de la fumée, depuis l'intérieur vers l'extérieur du boîtier.
- [0013] Selon l'invention, la batterie comporte un système sensible à la fumée, qui est situé à côté de l'évent et qui est destiné à réagir sous l'effet de la fumée qui passe au niveau du système et à travers l'évent. Ce système est du type optique et comprend un émetteur et un récepteur de lumière, par exemple UV ou IR. L'émetteur de lumière ou photoémetteur est configuré pour émettre de la lumière en continu et le récepteur de lumière ou photodétecteur est configuré pour capter cette lumière également en continu. Le récepteur de lumière a un ratio de transfert de courant qui dépend de la quantité de lumière reçue et donc de la concentration de fumée entre l'émetteur et le récepteur. En l'absence de fumée, le ratio de transfert est maximal, par exemple 100%, et le récepteur est donc dit « passant », c'est-à-dire que la seconde branche du circuit est fermée. En présence de beaucoup de fumée ou de fumée épaisse, le récepteur a un ratio de transfert faible voire nul, et la seconde branche peut être considérée comme ouverte ou résistive (le courant y circulant étant donc diminué significativement par rapport à l'état « passant »). Le récepteur fonctionne donc comme un interrupteur sensible à la lumière émise par l'émetteur et donc à la fumée présente entre l'émetteur

et le récepteur. Le ratio de transfert du récepteur et donc la valeur de courant ou de tension qui le traverse est donc directement corrélé à la concentration de fumée dans le boîtier. Plus la concentration en fumée est importante et plus ce ratio diminue.

[0014] La batterie selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément les unes des autres, ou en combinaison les unes avec les autres :

- l'émetteur est une diode du type DEL ou une tête laser, et le récepteur de lumière est une photodiode ;
- la seconde branche comporte une DEL indépendante du récepteur de lumière et configurée pour générer une lumière dont l'intensité dépend du courant qui traverse la seconde branche et donc du ratio de transfert du récepteur de lumière ;
- la batterie comprend en outre un dispositif de surveillance, ce dispositif comportant un premier module de mesure d'une valeur d'au moins un paramètre électrique aux bornes du récepteur de lumière, un deuxième module de comparaison de la valeur mesurée à une valeur seuil, et un troisième module d'émission d'un signal lorsque la valeur mesurée est supérieure ou inférieure à la valeur seuil ;
- le paramètre électrique est le courant ou la tension ;
- ledit circuit est configuré pour être alimenté avec une tension de 12 volts, et ladite valeur seuil est comprise entre 3 et 5 volts ; en variante, le circuit pourrait être configuré pour être alimenté avec une autre valeur de tension, par exemple de 5 ou 28 volts ;
- le dispositif de surveillance est intégré dans le boîtier ou est déporté par rapport au boîtier ;
- le dispositif de surveillance fait partie d'un système de gestion de la batterie.

[0015] La présente invention concerne également un aéronef comportant au moins une batterie telle que décrite ci-dessus.

Brève description des figures

[0016] D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui suit d'un mode de réalisation non limitatif de l'invention en référence aux dessins annexés sur lesquels :

[0017] [Fig.1] la [Fig.1] est une vue très schématique en perspective d'une batterie électrique pour aéronef selon un mode de réalisation de l'invention,

[0018] [Fig.2] la [Fig.2] est une vue schématique d'un circuit électrique de système optique sensible à la fumée pour une batterie selon l'invention ; et

[0019] [Fig.3] la [Fig.3] est un graphe montrant l'évolution au cours du temps de plusieurs

paramètres au cours de l'emballage thermique d'une batterie électrique selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

- [0020] La [Fig.1] est une vue très schématique d'une batterie électrique 10 pour un aéronef, selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0021] De façon classique, cette batterie 10 comprend :
- [0022] - un boîtier 12 comportant un logement interne 14 (et formé d'une ou plusieurs pièces), et
- [0023] - des cellules 16 de batterie électrique situées dans le logement 14 du boîtier 12.
- [0024] Le boîtier 12 a n'importe quelle forme et par exemple une forme parallélépipédique. Les cellules de batterie 16 sont de n'importe quel type et par exemple des cellules Lithium-ion. La batterie 12 contient un nombre déterminé de cellules 16 dans son logement 14.
- [0025] Une des particularités de la batterie 10 est que son boîtier 12, bien qu'étanche, comprend un événement 18 apte à laisser passer de la fumée susceptible d'être générée par les cellules 16 en cas de dysfonctionnement de ces dernières. Cet événement 18 peut se présenter sous la forme d'un simple orifice qui peut être équipé d'une grille, une membrane ou d'un clapet (non représenté) pour limiter le risque d'introduction de corps étrangers dans le logement 14 du boîtier 12 par exemple.
- [0026] Selon l'invention, la batterie 10 comprend en outre, au niveau de l'événement 18, un système optique 20 sensible à la fumée précitée.
- [0027] Un mode de réalisation du système 20 est illustré à la [Fig.2] et comporte un circuit électrique 22 comportant des bornes d'alimentation électrique 24 qui sont reliées à deux branches 26, 28 parallèles.
- [0028] Une première branche 26 comporte un émetteur de lumière 32 et une seconde branche 28 comporte un récepteur de lumière 34.
- [0029] Le récepteur 34 et l'émetteur 32 sont séparés par un espace libre 36 qui peut être traversé par de la fumée 38, c'est-à-dire que la fumée 38 qui est susceptible d'être générée par les cellules 16 et de passer par l'événement 18 va passer entre le récepteur 34 et l'émetteur 32 et perturber la transmission de lumière 40 depuis l'émetteur 32 vers le récepteur 34.
- [0030] Le récepteur 34 est configuré pour avoir un ratio de transfert de courant qui est fonction de la quantité de lumière reçue et qui est maximal (par exemple 100%) en l'absence de fumée 38 dans l'espace 36.
- [0031] Dans le mode de réalisation de la [Fig.2], la première branche 26 comprend, en plus de l'émetteur 32, une résistance 42 en série. La seconde branche 28 comprend en série le récepteur 34, une DEL ou LED 44 et une résistance 46. Les deux branches 26, 28

sont reliées aux bornes 24 qui sont alimentées par exemple avec une tension continue de 12 volts.

- [0032] Naturellement, le récepteur 34 et l'émetteur 32 sont situés dans des positions et à une distance qui permettent au récepteur 34 de capter la lumière émise par l'émetteur 32 tout en permettant le passage de fumée entre eux, c'est-à-dire dans l'espace 36. L'espace 36 a par exemple une dimension ou largeur comprise entre 5 et 50mm par exemple.
- [0033] L'émetteur 32 est par exemple une diode du type DEL ou une tête laser.
- [0034] Le récepteur 34 est par exemple une photodiode.
- [0035] L'émetteur 32 et le récepteur 34 fonctionnent à la façon d'un opto-coupleur.
- [0036] On définit par U- et U+ des points de mesure d'un courant ou d'une tension (différence de potentiel) dans le circuit 22. Un premier point U- est situé à une extrémité du récepteur 34 reliée à la première branche 26, et un second point U+ est situé à l'autre extrémité du récepteur 34 reliée à la résistance 46 et à la DEL 44.
- [0037] En l'absence de fumée dans l'espace 36, le récepteur 34 a un ratio de transfert maximal et est passant. La valeur de la tension mesurée au point U- est égale à la valeur de la tension mesurée au point U+ et est égale à zéro. $U- = U+$.
- [0038] En présence de fumée dans l'espace 36, le ratio de transfert du récepteur 34 va baisser car il ne peut pas capter toute la lumière émise par l'émetteur 32. Cette lumière est filtrée ou arrêtée par la fumée. La valeur de la tension mesurée au point U+ est supérieure à zéro. Cette valeur devient différente de la valeur de U- et tend vers la valeur d'alimentation du circuit, à savoir 12 volts dans l'exemple précité, lorsque le ratio de transfert est au plus bas ou est nul, c'est-à-dire que la fumée présente dans l'espace 36 empêche la transmission de lumière vers le récepteur 34.
- [0039] La DEL 44 permet de visualiser directement l'état du récepteur (passant ou non) en fonction de l'intensité de son éclairage. La DEL 44 est en effet configurée pour générer une lumière dont l'intensité dépend du courant du récepteur 34. Elle est éclairée en l'absence de fumée et lorsque le récepteur 34 est passant, et est éteinte en présence de fumée épaisse et de récepteur 34 ouvert.
- [0040] Avantageusement, la batterie 10 comprend en outre un dispositif de surveillance 47 illustré à la [Fig.1]. Ce dispositif 47 est avantageusement intégré à la batterie 10. La DEL 44 est un exemple d'un tel dispositif.
- [0041] Le dispositif 47 comporte un premier module 48 de mesure d'une valeur d'au moins un paramètre électrique aux bornes du récepteur de lumière 34. Dans le cas précité, c'est ce module 48 qui est destiné à mesurer la valeur de la tension ou du courant aux points U- et U+
- [0042] Le dispositif 47 comporte un deuxième module 50 de comparaison de la valeur mesurée à une valeur seuil. Cette valeur seuil est de préférence stockée dans une

mémoire du circuit 22 ou du dispositif 47, et est par exemple comprise entre 2 et 5 volts dans le cas évoqué dans ce qui précède. En variante, la valeur seuil pourrait être obtenue par des résistances électriques dans le cadre d'un pont diviseur de tension. Le module 50 a donc pour fonction de mesurer la valeur de tension ou de courant au point U- ou U+ et de la comparer à cette valeur seuil. Dans le cas évoqué dans ce qui précède, en présence de fumée, c'est la valeur U+ qui augmente et qui est susceptible de dépasser la valeur seuil.

- [0043] Le dispositif 47 comporte un troisième module 52 d'émission d'un signal lorsque la valeur mesurée dépasse la valeur seuil, c'est-à-dire est supérieure à cette valeur seuil. Lorsque cette valeur seuil est dépassée, cela signifie qu'un emballement thermique de la batterie 10 a lieu.
- [0044] Ce signal peut être émis à destination d'une cabine de pilotage de l'aéronef pour lui signaler l'emballement thermique de la batterie. En variante, le signal peut être émis à destination d'un système 54 de gestion de la batterie du type BMS (acronyme de l'anglais *Battery Management System*). Ce système 54 peut être intégré à la batterie 10 ou bien déporté par rapport à la batterie 10.
- [0045] La [Fig.3] est une représentation graphique de l'évolution de plusieurs paramètres au cours du temps et illustre l'emballement thermique de la batterie 10 décrite dans ce qui précède.
- [0046] Le premier axe X1 gradué représente l'échelle de temps.
- [0047] Le second axe X2 représente des données vidéo et plus particulièrement des images de la batterie 10 enregistrées au cours du temps par une caméra vidéo situé à proximité de la batterie 10. Aux instants T3 et T4 apparaissent des flammes et de la fumée respectivement. A l'instant T5 apparait une grosse fumée et à l'instant T6 apparaît une épaisse fumée.
- [0048] Le troisième axe X3 représente des données audio et plus particulièrement des sons enregistrés au cours du temps par des microphones situés à proximité de la batterie 10. A l'instant T0 est entendu un bruit et à l'instant T1 sont entendus plusieurs bruits.
- [0049] Le quatrième axe X4 représente des mesures du paramètre (ici la tension) au point U-. Dès l'apparition du premier bruit à l'instant T0, la tension U- atteint 3,3 volts contre 0v juste avant. A l'instant T3 correspondant à la première apparition de flamme et fumée, la tension monte à 3,6 volts. Elles montent ensuite respectivement à 4,6 volts, 7,7 volts, 8,8 volts, et 9,08 volts aux instants T4, T5, T6 et T7.
- [0050] Si on considère que l'emballement thermique est caractérisé avant l'apparition des premières flammes et fumées, la valeur seuil S1 doit être fixée à 3 volts. Si on considère que l'emballement thermique est caractérisé avant l'apparition de grosses fumées, la valeur seuil S2 peut être fixée à 5 volts.
- [0051] Bien que la batterie décrite dans ce qui précède soit équipée d'un seul système 20,

elle pourrait en comprendre plusieurs reliés à un même dispositif de surveillance 47 ou à des dispositifs de surveillance distincts et indépendantes dans leur fonctionnement.

Revendications

- [Revendication 1] Aéronef comportant une batterie électrique (10), cette batterie (10) comportant :
- un boîtier (12) comportant un logement interne (14) et un évent (18) d'évacuation de gaz, et
 - des cellules (16) de batterie électrique situées dans le logement (14) du boîtier (12),
- caractérisée en ce qu'elle comprend en outre, au niveau dudit évent (18), un système optique (20) sensible à une fumée (38) susceptible d'être générée par les cellules (16) dans le logement (14) en cas de dysfonctionnement de ces cellules, ce système (20) comportant un circuit électrique (22) comportant des bornes (24) d'alimentation électrique qui sont reliées à deux branches (26, 28) parallèles, dont une première branche (26) comporte un émetteur de lumière (32) et une seconde branche (28) comporte un récepteur de lumière (34), le récepteur (34) et l'émetteur (32) de lumière étant séparés par un espace (36) libre qui peut être traversé par de la fumée (38), et le récepteur de lumière (34) étant configuré pour avoir un ratio de transfert de courant qui est fonction de la quantité de lumière (40) reçue et qui est maximal en l'absence de fumée (38) dans ledit espace (36).
- [Revendication 2] Aéronef selon la revendication 1, dans lequel l'émetteur (32) est une diode du type DEL ou une tête laser, et le récepteur de lumière (34) est une photodiode.
- [Revendication 3] Aéronef selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la seconde branche (28) comporte une DEL (44) indépendante du récepteur de lumière (34) et configurée pour générer une lumière dont l'intensité dépend du courant qui traverse la seconde branche (28) et donc du ratio de transfert du récepteur de lumière (34).
- [Revendication 4] Aéronef selon l'une des revendications indépendantes, dans lequel la batterie comprend en outre un dispositif de surveillance (47), ce dispositif (47) comportant un premier module (48) de mesure d'une valeur d'au moins un paramètre électrique aux bornes du récepteur de lumière (34), un deuxième module (50) de comparaison de la valeur mesurée à une valeur seuil (S1, S2), et un troisième module (52) d'émission d'un signal lorsque la valeur mesurée est supérieure ou inférieure à la valeur seuil (S1, S2).
- [Revendication 5] Aéronef selon la revendication précédente, dans lequel le paramètre

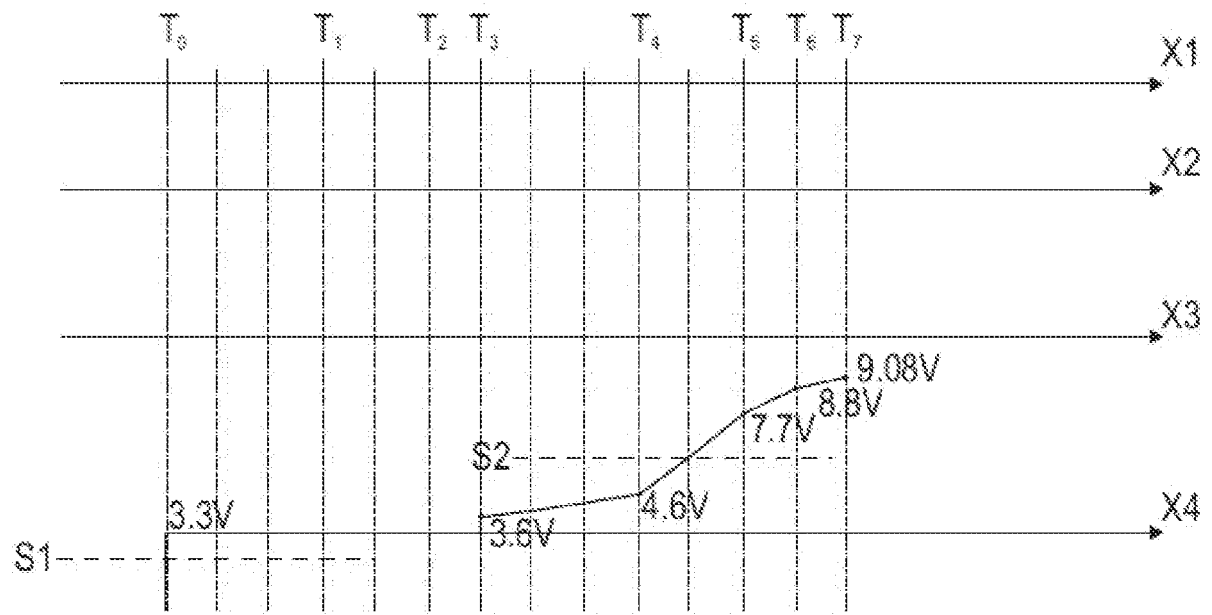
électrique est le courant ou la tension.

[Revendication 6] Aéronef selon la revendication 4 ou 5, dans laquelle ledit circuit (22) est configuré pour être alimenté avec une tension de 12 volts, et ladite valeur seuil est comprise entre 2 et 5 volts.

[Revendication 7] Aéronef selon l'une des revendications 4 à 6, dans lequel le dispositif de surveillance (47) est intégré dans le boîtier (12) ou est déporté par rapport au boîtier (12).

[Revendication 8] Aéronef selon l'une des revendications 4 à 6, dans lequel le dispositif de surveillance (47) fait partie d'un système (54) de gestion de la batterie.

[Fig. 3]



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**

NEANT

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

JP 2008 123717 A (TOYOTA MOTOR CORP)
29 mai 2008 (2008-05-29)

JP 2021 163633 A (SANYO ELECTRIC CO)
11 octobre 2021 (2021-10-11)

JP 2020 140832 A (MITSUBISHI MOTORS CORP)
3 septembre 2020 (2020-09-03)

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

NEANT