

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

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) : *THOMASSIER, Sébastien et
OUATTARA-BRIGAUDET, Mathilde.*

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 (capteurs de tension, de température, de courant, etc.) pour établir des algorithmes de détection d'emballement thermique. L'inconvénient 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 sur-instrumenter 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 leur complexité de mise en œuvre et leur coût. Ce type de capteur nécessite par exemple 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 un système sensible à la chaleur 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 au moins un interrupteur thermosensible, cet interrupteur étant configuré pour être :
 - [0012] - fermé lorsqu'il est soumis à une température inférieure à une valeur seuil prédéterminée, et pour être ouvert lorsqu'il est soumis à une température supérieure ou égale à cette valeur seuil, ou alternativement
 - [0013] - ouvert lorsqu'il est soumis à une température inférieure à une valeur seuil prédéterminée, et fermé lorsqu'il est soumis à une température supérieure ou égale à cette valeur seuil.
- [0014] En cas de dysfonctionnement, heureusement peu fréquent, une batterie peut générer de la chaleur. La batterie selon l'invention comporte un boîtier qui est équipé d'un évent pour évacuer les gaz chauds 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 depuis l'intérieur vers l'extérieur du boîtier.
- [0015] Selon l'invention, la batterie comporte un système sensible à la chaleur, qui est situé à côté de l'évent, par exemple, et qui est destiné à réagir sous l'effet d'une augmentation anormale de chaleur. Ce système est du type à interrupteur et fonctionne en tout ou rien. Il comprend un interrupteur thermosensible qui est fermé (ou ouvert) par défaut et lorsqu'il est soumis à une température inférieure à une valeur seuil prédéterminée, et s'ouvre (ou se ferme) lorsqu'il est soumis à une température supérieure à cette valeur seuil. Cette valeur seuil est déterminée pour révéler un cas d'emballlement thermique de la batterie.
- [0016] 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 :
 - [0017] - l'interrupteur thermosensible est non réversible et est configuré pour rester ouvert après son ouverture, ou alternativement fermé après sa fermeture, même si la température redescend en dessous de la valeur seuil,
 - [0018] - l'interrupteur thermosensible est un thermofusible,
 - [0019] - l'interrupteur thermosensible est réversible et est configuré pour se refermer, après

son ouverture, ou alternativement se rouvrir après sa fermeture, lorsque la température redescend en dessous de la valeur seuil,

- [0020] - l'interrupteur thermosensible est un interrupteur thermique,
- [0021] - ledit système est situé au niveau ou à côté dudit événement,
- [0022] - la valeur seuil est comprise entre 100 et 200°C,
- [0023] - la batterie comprend un unique interrupteur thermosensible,
- [0024] - la batterie comprend en outre un dispositif de surveillance, ce dispositif comportant un premier module d'alimentation électrique dudit circuit, un deuxième module de détection d'une ouverture dudit circuit, et un troisième module d'émission d'un signal lorsque le circuit est ouvert.
- [0025] - le dispositif de surveillance est intégré dans le boîtier,
- [0026] - le dispositif de surveillance est déporté par rapport au boîtier,
- [0027] - le dispositif de surveillance fait partie d'un dispositif de gestion de la batterie.
- [0028] La présente invention concerne également un ensemble de batteries, comportant plusieurs batteries telles que décrites ci-dessus, dans lequel les circuits des batteries sont reliés indépendamment les uns aux autres audit dispositif de gestion en vue de l'alimentation électrique de ces circuits, ce dispositif de gestion étant configuré pour détecter un emballement thermique de l'une de ces batteries et pour l'isoler électriquement des autres batteries en coupant l'alimentation électrique du circuit de cette batterie par l'intermédiaire dudit premier module.
- [0029] La présente invention concerne encore un ensemble de batteries, comportant plusieurs batteries telles que décrites ci-dessus, dans lequel les circuits des batteries sont reliés en série audit dispositif de gestion en vue de l'alimentation électrique de ces circuits, ce dispositif de gestion étant configuré pour détecter un emballement thermique de l'une de ces batteries et pour isoler électriquement toutes les batteries en coupant l'alimentation électrique du circuit de chacune de ces batteries par l'intermédiaire dudit premier module.
- [0030] La présente invention concerne également un aéronef comportant au moins une batterie telle que décrite ci-dessus.

Brève description des figures

- [0031] 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 :
- [0032] [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,
- [0033] [Fig.2] la [Fig.2] est une vue schématique d'un ensemble de batteries dont les circuits sont reliés ensemble et à un dispositif commun de gestion des batteries ;

[0034] [Fig.3] la [Fig.3] est une vue schématique d'un ensemble de batteries dont les circuits sont reliés indépendamment à un dispositif commun de gestion des batteries ; et

[0035] [Fig.4] la [Fig.4] est un organigramme illustrant plusieurs étapes d'un procédé de détection d'un emballement thermique d'une batterie selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

[0036] La [Fig.1] est une vue très schématique d'une batterie électrique 10 pour un aéronef, selon un mode de réalisation de l'invention.

[0037] De façon classique, cette batterie 10 comprend :

[0038] - un boîtier 12 comportant un logement interne 14, et

[0039] - des cellules 16 de batterie électrique situées dans le logement 14 du boîtier 12.

[0040] 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.

[0041] Une des particularités de la batterie 10 est que son boîtier 12 comprend un évent 18 apte à laisser passer de la fumée susceptible d'être générée par les cellules 16 en cas de dysfonctionnement de ces dernières. Cet évent 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.

[0042] Selon l'invention, la batterie 10 comprend en outre, de préférence au niveau de l'évent 18, un système 20 sensible à la chaleur générée par les cellules 16 dans le logement 14 en cas de dysfonctionnement de ces cellules.

[0043] Ce système 20 comporte un circuit électrique 22 dont des modes de réalisation sont illustrés aux figures 2 et 3.

[0044] Ce circuit 22 comporte des bornes 24 d'alimentation électrique qui sont reliées à au moins un interrupteur thermosensible 26. Cet interrupteur 26 est configuré pour être fermé (ou alternativement ouvert) lorsqu'il est soumis à une température inférieure à une valeur seuil prédéterminée, et pour être ouvert (ou alternativement fermé) lorsqu'il est soumis à une température supérieure ou égale à cette valeur seuil.

[0045] Cette valeur seuil est destinée à caractériser un emballement thermique de la batterie 10 et doit donc être suffisamment importante pour ne pas être atteint lors d'un fonctionnement normal de la batterie 10. Dans le cas par exemple où la batterie 10 a une température classique de fonctionnement comprise entre 40 et 80°C, la valeur seuil est par exemple comprise entre 100 et 200°C.

[0046] Selon l'invention, deux types d'interrupteur 26 peuvent être utilisés. Selon un premier type, l'interrupteur 26 est non réversible et est configuré pour rester ouvert (ou

alternativement fermé) après son ouverture (ou sa fermeture), même si la température redescend en dessous de la valeur seuil. Cet interrupteur 26 est par exemple un thermofusible. Ce thermofusible est par exemple du type à cire. Une fois la cire fondue à la température de la valeur seuil, cette cire ne peut pas se reconstituer et le thermofusible ne peut plus être réarmé.

- [0047] En variante, l'interrupteur 26 est réversible et est configuré pour se refermer (ou alternativement se rouvrir), après son ouverture (alternativement sa fermeture), lorsque la température redescend en dessous de la valeur seuil. L'interrupteur 26 est par exemple un interrupteur thermique. Il s'agit par exemple d'un interrupteur comportant une lame métallique sensible à la chaleur et déformable sous l'effet de la chaleur entre une première position où elle conduit l'électricité à travers l'interrupteur, jusqu'à une seconde position où elle ne conduit plus l'électricité. Ce déplacement est réversible dans la mesure où la lame conserve la première position lorsque la température est inférieure à la valeur seuil, et adopte la seconde position lorsque la température atteint ou dépasse la valeur seuil. L'interrupteur est alors du type réarmable de manière automatique.
- [0048] La batterie 10 selon l'invention peut comprendre un unique interrupteur 26 qui est situé au niveau de l'évent 18.
- [0049] Avantageusement, la batterie 10 comprend en outre un dispositif de surveillance 46. Ce dispositif 46 est avantageusement intégré à la batterie 10. En variante, il pourrait toutefois être déporté de la batterie 10.
- [0050] Le dispositif 46 comporte un premier module 48 d'alimentation électrique du circuit 22, un deuxième module 50 de détection d'une ouverture (ou fermeture) du circuit 22 et donc de l'interrupteur 26, et un troisième module 52 d'émission d'un signal lorsque le circuit 22 est ouvert (ou fermé).
- [0051] Le deuxième module 50 est par exemple configuré pour mesurer la tension aux bornes du circuit 22 et pour en déduire sa résistance par la loi d'Ohm. Le courant est apporté dans le circuit par le premier module 48 et sa valeur est connue. L'emballement thermique correspond au cas où le circuit 22 est ouvert (ou fermé) et sa résistance est infinie. Lorsque la résistance mesurée par le deuxième module 50 devient trop importante, et est supérieure à un seuil prédéterminé, le deuxième module 50 peut détecter l'ouverture (ou la fermeture) du circuit 22.
- [0052] Ce signal peut être émis à destination d'une cabine de pilotage de l'aéronef pour lui signaler l'emballement thermique de la batterie 10. 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.
- [0053] La [Fig.2] illustre une première configuration dans laquelle les interrupteurs 26 et les

circuits 22 qui équipent différentes batteries, au nombre de 4 dans l'exemple représenté, sont reliés en série au système de gestion 54. On comprend alors que ce système 54 est configuré pour détecter un emballement thermique de l'une de ces batteries, par la détection de l'ouverture (ou de la fermeture) de l'un des interrupteurs 26 ou circuits 22, et pour isoler électriquement toutes les batteries 11 sans distinction de celle qui a effectivement subi un emballement thermique des autres batteries.

[0054] La [Fig.3] illustre une autre configuration dans laquelle les circuits 22 et les interrupteurs 26 des batteries 10 sont reliés en parallèle au système de gestion 54 qui est configuré pour détecter un emballement thermique de l'une de ces batteries et pour l'isoler électriquement des autres batteries qui peuvent continuer à fonctionner.

[0055] La [Fig.4] illustre un procédé de détection d'un emballement thermique d'une batterie 10 selon l'invention, ce procédé comprenant les étapes suivantes :

[0056] a) génération de gaz chauds par une ou plusieurs des cellules de la batterie 10,

[0057] b) passage des gaz chauds à travers l'évent 18 et augmentation de la température de l'interrupteur 26 de la batterie 10,

[0058] c) la température à laquelle l'interrupteur 26 est soumis atteint ou dépasse la valeur seuil,

[0059] d) ouverture (ou alternativement) de l'interrupteur 26 et du circuit 22,

[0060] e) détection de l'ouverture (ou alternativement de la fermeture) du circuit 22 par le dispositif de surveillance 46 ou le système de gestion 54,

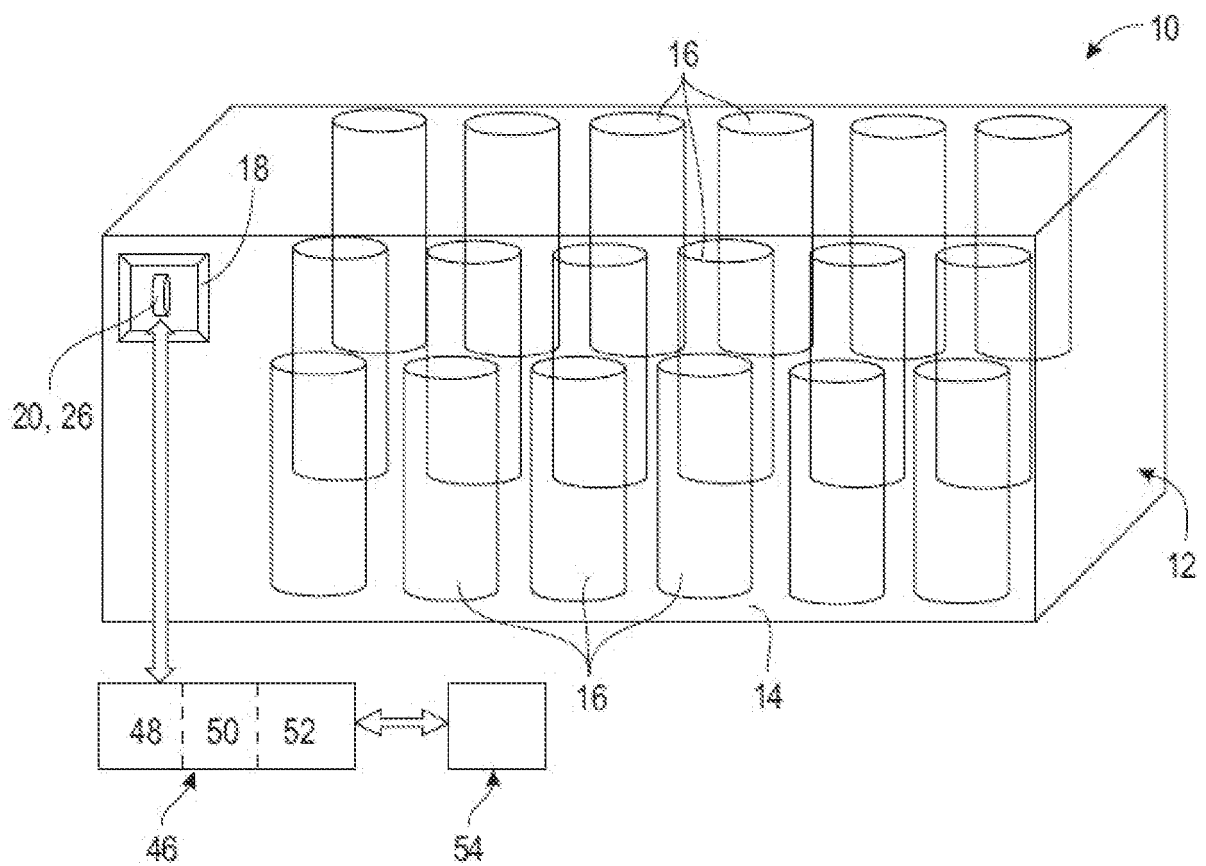
[0061] f) communication d'un signal d'alerte à l'attention d'une ou plusieurs cibles choisies parmi un autre système (de commutation de la batterie, de protection de la batterie, etc.), une cabine de pilotage, etc.

Revendications

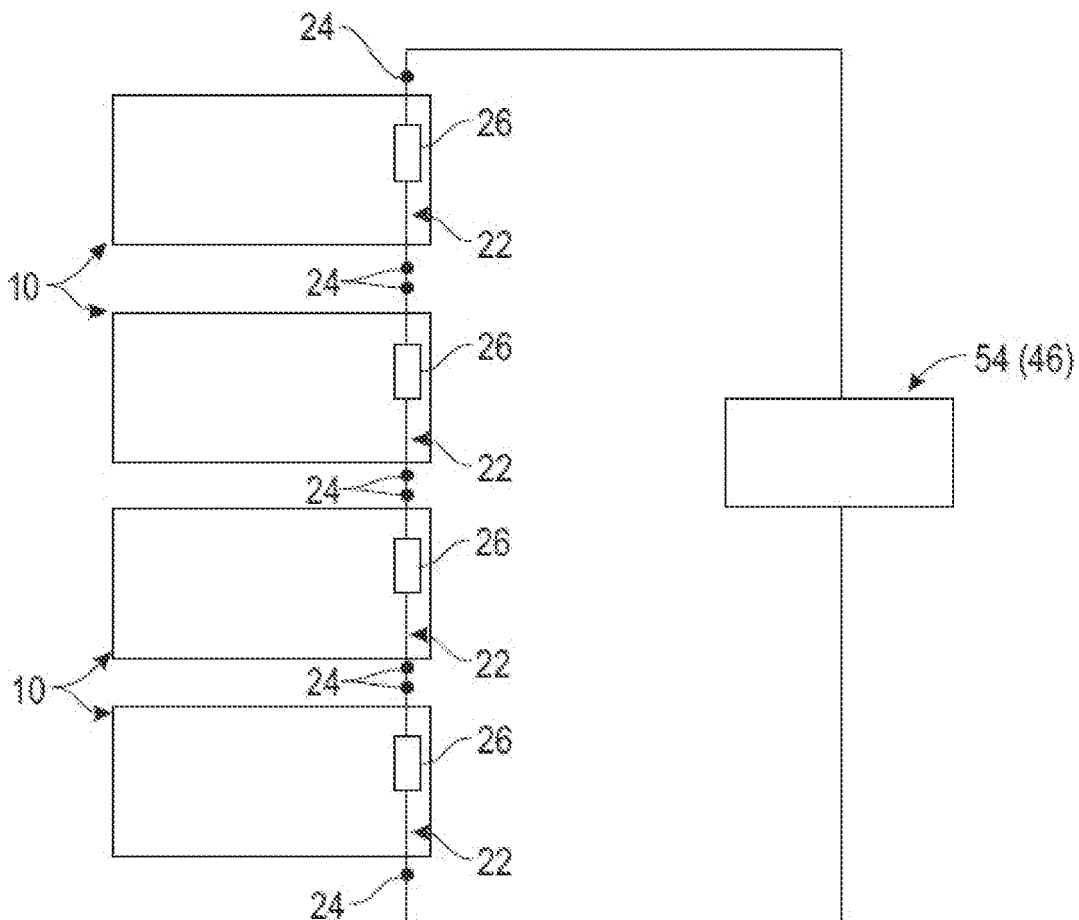
- [Revendication 1] Aéronef, cet aéronef comportant au moins une batterie électrique (10) qui comporte :
- un boîtier (12) comportant un logement interne (14) et un évent (18) d'évacuation de gaz, et
 - des cellules (16) de batterie électrique situées dans le logement (14) du boîtier (12),
- caractérisé en ce qu'elle comprend en outre un système (20) sensible à la chaleur (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 au moins un interrupteur thermosensible (26), cet interrupteur (26) étant configuré pour être :
- fermé lorsqu'il est soumis à une température inférieure à une valeur seuil prédéterminée, et ouvert lorsqu'il est soumis à une température supérieure ou égale à cette valeur seuil, ou alternativement
 - ouvert lorsqu'il est soumis à une température inférieure à une valeur seuil prédéterminée, et fermé lorsqu'il est soumis à une température supérieure ou égale à cette valeur seuil.
- [Revendication 2] Aéronef selon la revendication 1, dans lequel l'interrupteur thermosensible (26) est non réversible et est configuré pour rester ouvert après son ouverture, ou alternativement fermé après sa fermeture, même si la température redescend en dessous de la valeur seuil.
- [Revendication 3] Aéronef selon la revendication 2, dans lequel l'interrupteur thermosensible (26) est un thermofusible.
- [Revendication 4] Aéronef selon la revendication 1, dans lequel l'interrupteur thermosensible (26) est réversible et est configuré pour se refermer après son ouverture, ou alternativement se rouvrir après sa fermeture, lorsque la température redescend en dessous de la valeur seuil.
- [Revendication 5] Aéronef selon la revendication 4, dans lequel l'interrupteur thermosensible (26) est un interrupteur thermique.
- [Revendication 6] Aéronef selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit système (20) est situé au niveau ou à côté dudit évent (18).
- [Revendication 7] Aéronef selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la valeur seuil est comprise entre 100 et 200°C.
- [Revendication 8] Aéronef selon l'une des revendications précédentes, dans lequel elle comprend un unique interrupteur thermosensible (26).

- [Revendication 9] Aéronef selon l'une des revendications indépendantes, dans lequel elle comprend en outre un dispositif de surveillance (46), ce dispositif (46) comportant un premier module (48) d'alimentation électrique dudit circuit (22), un deuxième module (50) de détection d'une ouverture dudit circuit (22), et un troisième module (52) d'émission d'un signal lorsque le circuit (22) est ouvert.
- [Revendication 10] Aéronef selon la revendication 9, dans lequel le dispositif de surveillance (46) est intégré dans le boîtier (12).
- [Revendication 11] Aéronef selon la revendication 9, dans lequel le dispositif de surveillance (46) est déporté par rapport au boîtier (12).
- [Revendication 12] Aéronef selon l'une des revendications 9 à 11, dans lequel le dispositif de surveillance (46) fait partie d'un dispositif (54) de gestion de la batterie.
- [Revendication 13] Aéronef selon la revendication 12, comportant plusieurs batteries (10), dans lequel les circuits (22) des batteries sont reliés indépendamment les uns aux autres audit dispositif de gestion (54) en vue de l'alimentation électrique de ces circuits (22), ce dispositif de gestion étant configuré pour détecter un emballement thermique de l'une de ces batteries et pour l'isoler électriquement des autres batteries en coupant l'alimentation électrique du circuit (22) de cette batterie par l'intermédiaire dudit premier module (48).
- [Revendication 14] Aéronef selon la revendication 12, comportant plusieurs batteries (10), dans lequel les circuits (22) des batteries sont reliés en série audit dispositif de gestion (54) en vue de l'alimentation électrique de ces circuits (22), ce dispositif de gestion étant configuré pour détecter un emballement thermique de l'une de ces batteries et pour isoler électriquement toutes les batteries en coupant l'alimentation électrique du circuit (22) de chacune de ces batteries par l'intermédiaire dudit premier module (48).

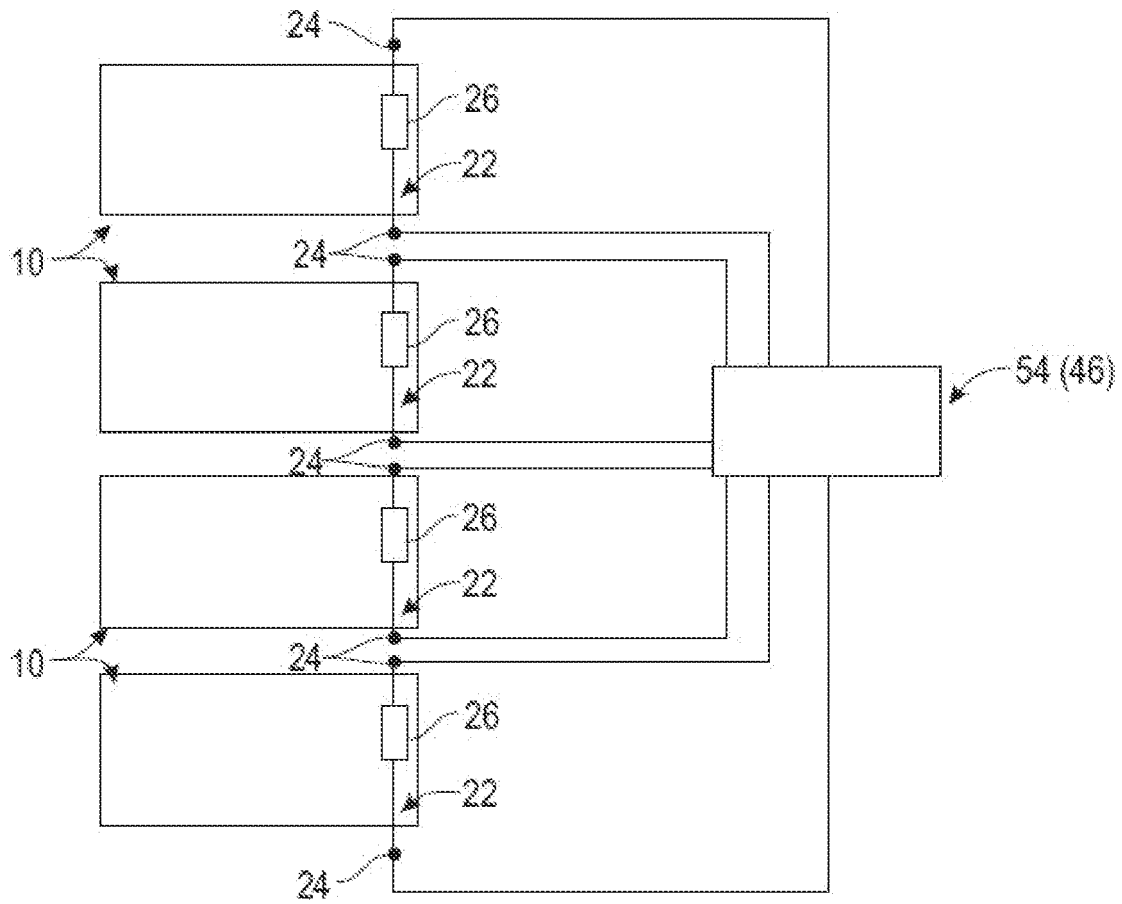
[Fig. 1]



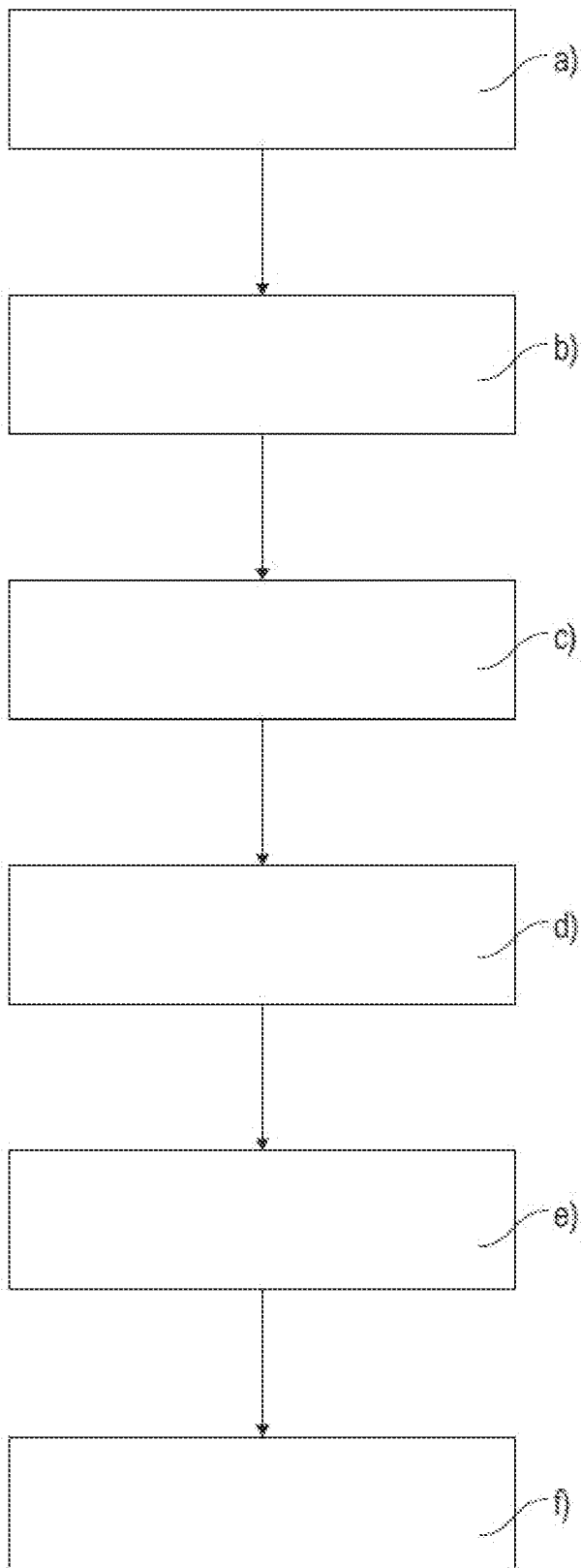
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



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**

WO 2020/003802 A1 (SANYO ELECTRIC CO [JP])
2 janvier 2020 (2020-01-02)

US 2017/179462 A1 (BOURNS GORDON LEE [US]
ET AL) 22 juin 2017 (2017-06-22)

US 2021/354564 A1 (LEE YOON JUN [KR] ET
AL) 18 novembre 2021 (2021-11-18)

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

NEANT