

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

①① N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**3 101 478**

②① N° d'enregistrement national : **20 09839**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **H 01 H 39/00 (2020.12)**

⑫

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ MECANISMES DE DECLENCHEMENT PAR LEVITATION DE CONTACTS A UTILISER AVEC DES DISPOSITIFS DE COMMUTATION INCORPORANT DES ELEMENTS PYROTECHNIQUES.

②② Date de dépôt : 28.09.20.

③⑦ Priorité : 27.09.19 US 62/907453.

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 02.04.21 Bulletin 21/13.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 01.12.23 Bulletin 23/48.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : GIGAVAC, LLC LLC — US.

⑦② Inventeur(s) : BUSH Bernard, SULLIVAN Daniel, MC TIGUE Murray et HATCH David.

⑦③ Titulaire(s) : GIGAVAC, LLC LLC.

⑦④ Mandataire(s) : JACOBACCI CORALIS HARLE.

**FR 3 101 478 - B1**



## **Description**

### **Titre de l'invention : MECANISMES DE DECLENCHEMENT PAR LEVITATION DE CONTACTS A UTILISER AVEC DES DISPOSITIFS DE COMMUTATION INCORPORANT DES ELEMENTS PYROTECHNIQUES**

#### **Domaine technique auquel se rapporte l'invention**

[0001] La présente invention décrit des dispositifs relatifs aux mécanismes et configurations de déclenchement à utiliser avec des dispositifs de commutation électrique, tels que des dispositifs contacteurs et des dispositifs fusibles électriques.

#### **Arrière-plan technologique**

[0002] Les circuits électriques de connexion et de déconnexion sont aussi vieux que les circuits électriques eux-mêmes et sont souvent utilisés comme méthode de commutation de l'alimentation d'un dispositif électrique connecté entre des états "marche" et "arrêt". Un exemple de dispositif couramment utilisé pour connecter et déconnecter des circuits est un contacteur, qui est électriquement connecté à un ou plusieurs dispositifs ou sources d'alimentation. Un contacteur est configuré de façon à pouvoir ouvrir ou fermer un circuit pour commander l'alimentation électrique à destination ou en provenance d'un dispositif. Un type de contacteur conventionnel est un contacteur hermétiquement scellé.

[0003] En plus de contacteurs, qui servent à connecter et déconnecter des circuits électriques lors d'un fonctionnement normal d'un dispositif, différents dispositifs additionnels peuvent être utilisés pour fournir une protection contre les surtensions. Ces dispositifs peuvent empêcher les courts-circuits, les surcharges et les dommages permanents à un système électrique ou un dispositif électrique connecté. Ces dispositifs incluent les dispositifs sectionneurs capables de couper rapidement le circuit d'une manière permanente de telle sorte que le circuit reste coupé jusqu'à ce que le dispositif sectionneur soit réparé, remplacé ou réinitialisé. Un dispositif sectionneur de ce type est un fusible. Un fusible conventionnel est un type de conducteur à faible résistance qui agit à la manière d'un dispositif sacrificiel. Des fusibles typiques sont constitués d'un fil ou d'une bande métallique qui fond quand une trop grande quantité de courant circule à travers lui ou elle, ouvrant ainsi le circuit qu'il connecte.

[0004] Avec les progrès de la société, de plus en plus d'innovations sont apportées aux systèmes électriques et aux systèmes électroniques. On peut citer à titre d'exemples de telles innovations les récents progrès concernant les véhicules électriques, qui pourront un jour devenir les normes d'efficacité énergétique et remplacer les véhicules à énergie fossile traditionnels. Dans ce type de dispositifs électriques onéreux et couramment

utilisés, une protection contre les surtensions est particulièrement préconisée pour éviter un dysfonctionnement du dispositif et éviter des dommages permanents aux dispositifs. En outre, une protection contre les surtensions permet d'éviter les risques pour la sécurité, tels que les feux électriques. Ces améliorations modernes apportées aux systèmes et dispositifs électriques requièrent des solutions modernes pour augmenter la praticité et l'efficacité des mécanismes de déclenchement de dispositifs fusibles.

### **Objet de l'invention**

- [0005] Nous allons décrire des caractéristiques et configurations de déclenchement passives pour l'activation d'éléments pyrotechniques destinés à agir en tant que mécanisme de fusible dans des dispositifs de commutation, tels que des contacteurs ou des dispositifs fusibles. Ces configurations de déclenchement passives peuvent être configurées pour se déclencher en réponse à un niveau seuil de courant circulant à travers le dispositif de commutation, correspondant à une surtension dangereuse. Les différentes formes de réalisation de la présente invention sont conçues pour activer le mécanisme de fusible pyrotechnique lors d'une lévitation de contacts et d'une génération d'arc correspondante.
- [0006] Une forme de réalisation d'un dispositif de commutation électrique selon la présente invention comprend un boîtier dans lequel est intégré un composant interne. Les composants internes comprennent des contacts configurés pour opérer un changement d'état du dispositif de commutation d'un état fermé autorisant la circulation du courant à travers le dispositif de commutation à un état ouvert qui interrompt la circulation du courant à travers le dispositif de commutation. Il est inclus un élément pyrotechnique qui est configuré pour interagir avec les composants internes pour faire passer le dispositif de commutation de l'état fermé à l'état ouvert lorsque l'élément pyrotechnique est activé. L'élément pyrotechnique est configuré pour se déclencher en réponse à une lévitation entre les contacts à un signal de courant élevé circulant à travers le dispositif de commutation.
- [0007] Des formes de réalisation selon la présente invention peuvent être agencées avec un initiateur pyrotechnique couplé directement aux bornes à haute tension du dispositif de commutation. Lorsqu'il se produit une lévitation à courant élevé entre les contacts fixes et mobiles, la résistance entre les contacts fixes et mobiles augmente rapidement. Il en résulte que le courant au niveau des bornes se dirige vers le chemin de moindre résistance, à savoir vers l'initiateur pyrotechnique.
- [0008] Ces caractéristiques et avantages de l'invention, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à l'homme du métier à la lecture de la description détaillée, considérée conjointement avec les dessins joints, dans lesquels des numéros identiques désignent des éléments correspondants d'une figure à l'autre.

## Description des figures

- [0009] L'invention sera mieux comprise, grâce à la description ci-après, qui se rapporte à des modes de réalisations préférés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, et expliqués avec référence aux dessins schématiques annexés, dans lesquels :
- [0010] [Fig.1] est une vue de face en coupe d'une forme de réalisation d'un contacteur pouvant incorporer des caractéristiques de la présente invention, représenté dans l'orientation "fermée" qui autorise la circulation d'électricité à travers le dispositif ;
- [0011] [Fig.2] est une vue de face en coupe de la forme de réalisation du dispositif contacteur de la [Fig.1], représenté dans une orientation "ouverte" ou "sectionnée", qui empêche la circulation d'électricité à travers le dispositif ;
- [0012] [Fig.3] est une vue de face en coupe de la forme de réalisation du dispositif contacteur de la [Fig.1], représenté dans une orientation différente, dans laquelle les éléments sectionneurs ont été "déclenchés" ;
- [0013] [Fig.4] est une vue de face en coupe d'un dispositif fusible pouvant incorporer des caractéristiques de la présente invention, représenté dans l'état de repos "non-déclenché" ;
- [0014] [Fig.5] est une vue de face en coupe d'un dispositif fusible pouvant incorporer des caractéristiques de la présente invention, représenté dans l'état activé "déclenché" ;
- [0015] [Fig.6] est une vue en perspective de face et de dessus d'une configuration de déclenchement pyrotechnique incorporant des caractéristiques de la présente invention ;
- [0016] [Fig.7] est une vue de dos et de dessus de la configuration de déclenchement pyrotechnique de la [Fig.6] ;
- [0017] [Fig.8] est une vue en perspective de face et de dessus d'une autre configuration de déclenchement pyrotechnique incorporant des caractéristiques de la présente invention ;
- [0018] [Fig.9] est une vue de dos et de dessus de la configuration de déclenchement pyrotechnique de la [Fig.8] ;
- [0019] [Fig.10] est une vue en perspective de face et de dessus d'encore une autre configuration de déclenchement pyrotechnique incorporant des caractéristiques de la présente invention ;
- [0020] [Fig.11] est une vue de face en coupe d'une partie de la configuration de déclenchement pyrotechnique de la [Fig.10] ;
- [0021] [Fig.12] est une vue schématique d'une forme de réalisation d'un circuit de commutation d'alimentation pyrotechnique selon la présente invention ;
- [0022] [Fig.13] est une vue schématique d'une autre forme de réalisation d'un circuit de commutation d'alimentation pyrotechnique selon la présente invention ;
- [0023] [Fig.14] présente des vues schématiques d'un dispositif de commutation selon la présente invention ;

- [0024] [Fig.15] est une vue de dessus schématique des contacts fixes et mobiles pour le dispositif de commutation selon la présente invention ;
- [0025] [Fig.16] est une vue de dessus de l'interface entre les contacts fixes et mobiles représentés sur la [Fig.15] ;
- [0026] [Fig.17] est une vue schématique d'une autre forme de réalisation d'un circuit de commutation pyrotechnique selon la présente invention ;
- [0027] [Fig.18] est une vue schématique d'encore une autre forme de réalisation d'un circuit de commutation pyrotechnique selon la présente invention ;
- [0028] [Fig.19] est une vue en perspective d'une autre forme de réalisation d'un dispositif de commutation selon la présente invention ;
- [0029] [Fig.20] est une vue en perspective en coupe du dispositif de commutation présenté sur la [Fig.19] ;
- [0030] [Fig.21] est une autre vue en perspective en coupe du dispositif de commutation présenté sur la [Fig.19] ;
- [0031] [Fig.22] est une vue en coupe d'un composant initiateur multiple selon la présente invention ; et
- [0032] [Fig.23] est une vue en perspective en coupe du composant présenté sur la [Fig.22].

### **Description détaillée de l'invention**

- [0033] Nous allons maintenant décrire en détail différentes formes de réalisation de la présente invention. Ces formes de réalisation présentent des caractéristiques et configurations de commutation passives à utiliser avec des dispositifs de commutation, tels que des contacteurs ou des dispositifs fusibles, intégrant des éléments coupe-circuit pyrotechniques. Ces dispositifs de commutation peuvent être connectés électriquement à un dispositif ou système électrique pour commuter l'alimentation du dispositif ou système connecté sur "marche" ou "arrêt". Bien que les dispositifs représentatifs décrits ici utilisent des configurations de déclenchement actives en plus, ou à la place, des caractéristiques passives décrites, les caractéristiques passives offrent l'avantage d'un déclenchement automatique d'un coupe-circuit pyrotechnique en réponse à un niveau de courant seuil.
- [0034] Dans certaines formes de réalisation, les dispositifs de commutation selon la présente invention comprennent une charge pyrotechnique interne couplée à un mécanisme d'activation ou de déclenchement pyrotechnique. Le mécanisme de déclenchement pyrotechnique peut être couplé directement aux contacts (fixes) à haute tension du dispositif de commutation par l'intermédiaire de mécanismes de couplage électriques connus. La charge pyrotechnique est configurée pour agir à la manière d'un fusible, coupant le circuit de manière permanente à travers le contacteur ou le dispositif fusible, par exemple, en déplaçant des contacts mobiles hors de contact de contacts fixes.

- [0035] Comme on le décrira en détail ci-après, la force de fermeture entre les contacts fixes et mobiles du contacteur peut être dépassée par une force de lévitation répulsive. Cette force de lévitation est générée par le courant circulant à travers les contacts et peut provoquer la séparation des contacts fixes et mobiles lorsqu'un courant élevé circule. Lorsque cette séparation commence, un arc est susceptible de se produire entre les contacts fixes et mobiles. Cet arc provoque alors une rapide augmentation de la résistance entre les contacts fixes et mobiles. Le courant élevé au niveau des bornes prend ensuite un chemin de moindre résistance jusqu'au dispositif de déclenchement pyrotechnique, ce qui provoque l'activation de la charge pyrotechnique. Celle-ci peut alors provoquer la séparation permanente des contacts fixes et mobiles.
- [0036] On comprendra que l'actionneur pyrotechnique activé par un arc de lévitation peut être utilisé conjointement avec d'autres circuits d'activation pyrotechniques passifs et actifs. Dans ces formes de réalisation, les dispositifs de commutation peut être pourvus d'un unique mécanisme d'activation ou de déclenchement pyrotechnique, qui peut être activé par différentes sources ou différents circuits qui activent une unique charge pyrotechnique. D'une autre manière, plusieurs mécanismes de déclenchement pyrotechniques peuvent être inclus, activant chacun sa propre charge pyrotechnique.
- [0037] Dans l'ensemble de la présente description, la forme de réalisation préférée et les exemples illustrés devront être considérés comme étant représentatifs, plutôt que limitatifs de la présente invention. Tels qu'utilisés ici, les termes "invention", "dispositif", "présente invention" ou "présent dispositif" font référence à l'une quelconque des formes de réalisation de l'invention décrites ici, et à tout équivalent. En outre, une référence à une ou plusieurs caractéristiques différentes de "l'invention", du "dispositif", de la "présente invention" ou du "présent dispositif" dans l'ensemble de ce document ne signifie pas que toutes les formes de réalisation et tous les procédés revendiqués doivent inclure la ou les caractéristique(s) référencées.
- [0038] On comprendra que, lorsqu'un élément ou une caractéristique est dit être "sur" ou "adjacent à" un autre élément ou une autre caractéristique, il peut être directement sur ou adjacent à l'autre élément ou caractéristique, ou bien des éléments ou caractéristiques intermédiaires peuvent également être présents. On comprendra également que, lorsqu'un élément est dit être "attaché", "raccordé" ou "couplé" à un autre élément, il peut être attaché, raccordé ou couplé directement à l'autre élément, ou bien des éléments intermédiaires peuvent être présents. Au contraire, lorsqu'un élément est dit être "directement attaché", "directement raccordé" ou "directement couplé" à un autre élément, il n'y a aucun élément intermédiaire présent.
- [0039] Des termes relatifs, tels que "extérieur", "au-dessus", "inférieur", "en dessous", "horizontal", "vertical" et des termes similaires, peuvent être utilisés ici pour décrire une relation entre une caractéristique et une autre. On comprendra que ces termes sont

destinés à englober différentes orientations en plus de l'orientation décrite sur les figures.

- [0040] Bien que les termes premier, deuxième, etc., puissent être utilisés ici pour décrire différents éléments ou composants, ces éléments ou composants ne doivent pas être limités par ces termes. Ces termes sont utilisés ici uniquement pour faire la distinction entre un élément ou composant et un autre élément ou composant. Par conséquent, un premier élément ou composant décrit ci-après pourrait être appelé second élément ou composant sans s'écarter des enseignements de la présente invention.
- [0041] La terminologie utilisée ici est uniquement destinée à décrire des formes de réalisation particulières et non à limiter l'invention. Telles qu'utilisées ici, les formes au singulier "un", "une", "le" et "la" sont destinées à inclure également les formes au pluriel, sauf si le contexte indique clairement autre chose. On comprendra en outre que les termes "comprend", "comprenant", lorsqu'ils sont utilisés ici, spécifient la présence de caractéristiques, entités, étapes, opérations, éléments et/ou composants, mais n'excluent pas la présence ou l'ajout d'un ou une ou plusieurs autres caractéristiques, entités, étapes, opérations, éléments, composants, et/ou groupes de ceux-ci.
- [0042] Des formes de réalisation de l'invention sont décrites ici par référence à différentes vues et illustrations qui sont des illustrations schématiques de formes de réalisation idéalisées de l'invention. De ce fait, on s'attend à des variations par rapport aux formes des illustrations en fonction, par exemple, des techniques et/ou des tolérances de fabrication. Des formes de réalisation de l'invention ne doivent pas être considérées comme étant limitées aux formes de réalisation préférées des régions illustrées ici, mais sont destinées à inclure les écarts de forme qui résultent, par exemple, de la fabrication.
- [0043] On comprendra que, lorsqu'un premier élément est dit être "entre", "pris en sandwich" ou "pris en sandwich entre", deux autres éléments ou plus, le premier élément peut être directement entre les deux autres éléments ou plus, ou bien des éléments intermédiaires peuvent également être présents entre les deux autres éléments ou plus. Par exemple, si un premier élément est "entre" ou "pris en sandwich entre" un deuxième et un troisième élément, le premier élément peut être directement entre les deuxième et troisième éléments sans élément intermédiaire, ou bien le premier élément peut être adjacent à un ou plusieurs éléments additionnels avec le premier élément et ces éléments additionnels tous situés entre les deuxième et troisième éléments.
- [0044] Avant de décrire en détail des configurations de déclenchement pyrotechniques spécifiques incorporant des caractéristiques de la présente invention, nous allons tout d'abord décrire des exemples de dispositifs de commutation incorporant des caractéristiques pyrotechniques et fournissant des exemples d'environnement pour des configurations de déclenchement passives selon la présente description. Ces dispositifs de

commutation peuvent inclure de quelconques dispositifs de commutation incorporant des éléments pyrotechniques, par exemple, des contacteurs configurés pour permettre la commutation d'un dispositif entre un état "marche" et un état "arrêt".

[0045] Dans certains dispositifs contacteurs, les éléments pyrotechniques agissent à la manière d'un élément fusible incorporé dans le dispositif contacteur. Des exemples de tels dispositifs contacteurs sont présentés dans la demande US No. 16/101,143, intitulée *Contacteur Device Integrating Pyrotechnic Disconnect Features*, attribuée à Gigavac, Inc., le cessionnaire de la présente demande, et qui est incorporée à titre de référence dans la présente demande. En plus de contacteurs configurés pour commuter librement entre les états "marche" et "arrêt", des configurations de déclenchement pyrotechniques selon la présente description peuvent également être utilisées avec des dispositifs fusibles sacrificiels qui sont configurés pour autoriser la circulation d'un courant à travers un dispositif ou système électrique lorsqu'il n'est pas déclenché, et empêcher la circulation d'un courant à travers le dispositif ou système électrique lorsqu'il est déclenché. Des exemples de tels dispositifs fusibles sont présentés dans la demande US No. 15/889,516, intitulée *MECHANICAL FUSE DEVICE*, attribuée à Gigavac, Inc., le cessionnaire de la présente demande, et qui est incorporée à titre de référence dans la présente demande.

[0046] En référence à un exemple de dispositif contacteur incorporant des éléments pyrotechniques, la [Fig.1] présente une vue en coupe d'une forme de réalisation représentative d'un dispositif contacteur 100, qui comprend un composant sectionneur pyrotechnique intégré qui peut agir à la manière d'un sectionneur sacrificiel en cas de surtension. La [Fig.1] présente le dispositif contacteur 100 dans une position de circuit "fermée", dans laquelle un flux d'électricité est autorisé à circuler à travers le dispositif contacteur. La [Fig.1] présente en outre la partie de sectionnement pyrotechnique du dispositif contacteur 100 dans son orientation mécanique non-déclenchée ou "enclenchée", permettant au dispositif contacteur de fonctionner normalement pour être actionné entre ses positions "fermée" et "ouverte". La partie de sectionnement du dispositif contacteur 100 a également une orientation "déclenchée", dans laquelle le circuit est coupé et le flux d'électricité à travers le dispositif contacteur est désactivé de manière permanente jusqu'à ce que le dispositif soit remplacé ou réparé et réinitialisé. Nous allons décrire les modes "fermé" et "ouvert" du contacteur ainsi que les modes de sectionnement "enclenché" et "déclenché" plus en détail ci-après.

[0047] Le dispositif contacteur 100 de la [Fig.1] comprend un corps 102 (également appelé boîtier 102), et deux structures de contact fixes ou plus 104, 106 (dont deux sont représentées), qui sont configurées pour connecter électriquement les composants internes du dispositif contacteur à des circuits externes, par exemple, à un système ou dispositif électrique. Le corps 102 peut comprendre un quelconque matériau approprié

qui peut supporter la structure et la fonction du dispositif contacteur 100 tel que décrit ici, un matériau préféré étant un matériau robuste capable de fournir un support structurel au dispositif contacteur 100 sans interférer avec le flux d'électricité circulant à travers les contacts fixes 104, 106 et les composants internes du dispositif. Dans certaines formes de réalisation, le corps 102 comprend un plastique ou un polymère durable. Le corps 102 entoure au moins partiellement les différents composants internes du dispositif contacteur 100, qui sont décrits plus en détail ci-après.

[0048] Le corps 102 peut avoir toute forme appropriée pour loger les différents composants internes, incluant tout polygone régulier ou irrégulier. Le corps 102 peut être une structure continue ou peut comprendre plusieurs pièces constitutives réunies entre elles comprenant, par exemple, une "coupelle" formant corps de base, et une partie supérieure formant "tête", scellées au moyen d'un matériau époxy. Certains exemples de configurations de corps incluent celles qui sont présentées dans les brevets US Nos. 7,321,281, 7,944,333, 8,446,240 et 9,013,254, qui sont tous attribués à Gigavac, Inc., le cessionnaire de la présente demande, et qui sont tous incorporés ici à titre de référence.

[0049] Les contacts fixes 104, 106 sont configurés de telle sorte que les différents composants internes du dispositif contacteur 100 qui sont logés dans le corps 102 puissent communiquer électriquement avec un système ou un dispositif électrique externe, de telle sorte que le dispositif contacteur 100 puisse agir à la manière d'un commutateur pour ouvrir ou fermer un circuit électrique, tel que décrit ici. Les contacts fixes 104, 106 peuvent comprendre un quelconque matériau conducteur approprié pour fournir un contact électrique aux composants internes du dispositif contacteur, par exemple, différents métaux et matériaux métalliques ou un(e) quelconque matériau ou structure de contact électrique qui est connu(e) dans la technique. Les contacts fixes 104, 106 peuvent comprendre des structures de contact continues uniques (telles que représentées) ou bien de multiples structures connectées électriquement. Par exemple, dans certaines formes de réalisation, les contacts fixes 104, 106 peuvent comprendre deux portions, une première portion s'étendant à partir du corps 102, qui est électriquement connectée à une seconde portion interne au corps 102, qui est configurée pour interagir avec d'autres composants internes au corps, tel que décrit ici.

[0050] Le corps 102 peut être configuré de telle sorte que l'espace interne du corps 102, qui loge les différents composants internes du dispositif contacteur 100, soit hermétiquement scellé. Lorsqu'elle est couplée à l'utilisation d'un gaz électronégatif, cette configuration hermétiquement scellée peut aider à atténuer ou empêcher un arc électrique entre des éléments conducteurs adjacents et, dans certaines formes de réalisation, aider à fournir une isolation électrique entre des contacts spatialement espacés. Dans certaines formes de réalisation, le corps 102 peut être dans des conditions de

vide. Le corps 102 peut être hermétiquement scellé à l'aide de tous moyens connus de génération de dispositifs électriques hermétiquement scellés. Certains exemples de dispositifs hermétiquement scellés sont présentés dans les brevets US Nos. 7,321,281, 7,944,333, 8,446,240 et 9,013,254, qui sont tous attribués à Gigavac, Inc., le cessionnaire de la présente demande, et qui sont tous incorporés dans leur intégralité dans la présente demande à titre de référence.

- [0051] Dans certaines formes de réalisation, le corps 102 peut être au moins partiellement rempli d'un gaz électronégatif, par exemple, de l'hexafluorure de soufre ou un mélange d'azote et d'hexafluorure de soufre. Dans certaines forme de réalisations, le corps 102 comprend un matériau ayant une perméabilité faible ou pratiquement nulle à un gaz injecté dans le boîtier. Dans certaines formes de réalisation, le corps peut comprendre différents gaz, liquides ou solides configurés pour augmenter les performances du dispositif.
- [0052] Avant de décrire les composants sectionneurs pyrotechniques du dispositif contacteur 100 utilisé pour une protection contre les surtensions, nous allons décrire les composants contacteurs utilisés pendant une utilisation de commutation ordinaire du dispositif contacteur 100. Lorsqu'il n'y a d'interaction avec aucun des autres composants internes au corps 102, les contacts fixes 104, 106 sont par ailleurs électriquement isolés l'un de l'autre de sorte que l'électricité ne peut pas circuler librement entre eux. Les contacts fixes 104, 106 peuvent être électriquement isolés l'un de l'autre par toute structure ou tout procédé connu d'isolation électrique.
- [0053] Lorsque le dispositif contacteur 100 est dans sa position "fermée", telle que représentée sur la [Fig.1], un contact mobile 108 est en contact avec les deux contacts fixes 104, 106, par ailleurs isolées électriquement. Le contact mobile 108 agit à la manière d'un pont permettant la circulation d'un signal électrique à travers le dispositif, par exemple, du premier contact fixe 104, vers le contact mobile 108, vers le deuxième contact 106, ou vice versa. Par conséquent, le dispositif contacteur 100 peut être connecté à un circuit, système ou dispositif électrique, et ferme un circuit lorsque le contact mobile est en contact électrique avec les contacts fixes.
- [0054] Le contact mobile 108 peut comprendre tout matériau conducteur approprié incluant l'un quelconque des matériaux décrits ici concernant les contacts fixes 104, 106. Comme avec les contacts fixes 104, 106, le contact mobile 108 peut comprendre une unique structure continue (telle que représentée), ou peut comprendre de multiples pièces constitutives connectées électriquement entre elles de façon à servir de pont de contact entre les contacts fixe 104, 106, par ailleurs électriquement isolés, afin que l'électricité puisse circuler à travers le dispositif contacteur 100.
- [0055] Le contact mobile 108 peut être configuré de façon à pouvoir établir et rompre un contact électrique avec les contacts fixes 104, 106. Il en résulte que le circuit sera

"fermé" ou complété lorsque le contact mobile sera en contact électrique avec les contacts fixes 104, 106, et sera "ouvert" ou coupé lorsque le contact mobile 108 ne sera pas en contact électrique avec les contacts fixes 104, 106. Les contacts fixes 104, 106 sont par ailleurs électriquement isolés l'un de l'autre lorsqu'ils ne sont pas en contact avec le contact mobile 108. Dans certaines formes de réalisation, incluant la forme de réalisation présentée sur la [Fig.1], le contact mobile 108 est physiquement raccordé à une structure d'arbre 110, qui est configurée pour se déplacer sur une distance prédéterminée dans le dispositif contacteur 100. L'arbre 110 peut comprendre tout matériau ou forme approprié pour sa fonction en tant que composant mobile interne qui est physiquement raccordé au contact mobile 108, de telle sorte que le contact mobile 108 puisse se déplacer avec l'arbre 110.

[0056] Le déplacement de l'arbre 110 commande le déplacement du contact mobile 108, ce qui commande la position du contact mobile 108 par rapport aux contacts fixes 104, 106, ce qui commande le flux d'électricité à travers le dispositif de contacteur 100, tel que décrit ci-dessus. Le déplacement de l'arbre peut être commandé par l'intermédiaire de différentes configurations, incluant, mais sans y être limitées, des configurations électriques et électroniques, magnétiques et solénoïdes, et manuelles. Des exemples de configurations manuelles pour commander un arbre raccordé à un contact mobile sont présentés dans le brevet US No. 9,013,254, au nom de Gigavac, Inc., le cessionnaire de la présente demande, et qui est incorporé dans son intégralité dans la présente demande à titre de référence. Certains de ces exemples de configurations de caractéristiques de commande manuelles incluent des configurations magnétiques, des configurations à diaphragme et des configurations à soufflets.

[0057] Dans la forme de réalisation présentée sur la [Fig.1], le déplacement de l'arbre 110 est commandé grâce à l'utilisation d'une configuration à solénoïde. Une structure de plongeur 111 est raccordée à une partie de l'arbre 110, ou l'entoure au moins partiellement. Le corps 102 loge également un solénoïde 112. De nombreux solénoïdes différents peuvent être utilisés, un exemple de solénoïde approprié étant un solénoïde fonctionnant à basse tension et avec une force relativement élevée. Un exemple de solénoïde approprié est un solénoïde disponible dans le commerce, Modèle No. SD1564 N1200, de chez Bicron Inc., bien que de nombreux autres solénoïdes puissent être utilisés. Dans la forme de réalisation présentée, la structure de plongeur 111 peut comprendre un matériau métallique qui peut être déplacé et commandé par le solénoïde 112. Le déplacement de la structure de plongeur 111 commande le déplacement de l'arbre 110 raccordé, qui commande quant à lui le déplacement du contact mobile 108 raccordé.

[0058] La distance de course de l'arbre 110 peut être commandée à l'aide de différents éléments, par exemple des ressorts pour commander la distance de course / surcourse,

ou différentes parties du corps 102 susceptibles de bloquer ou limiter la distance de course de l'arbre 110. Dans la forme de réalisation présentée sur la [Fig.1], la distance de course de l'arbre 110 est partiellement commandée par une butée rigide 113, qui est configurée pour buter contre une partie à ailettes 114 de l'arbre 110, pour limiter la distance de l'arbre 110 lorsque l'arbre 110 s'est déplacé d'une distance suffisante par rapport aux contacts fixes 104, 106. La butée rigide 113 peut comprendre tout matériau ou forme approprié pour fournir une surface d'interaction avec l'arbre 110 afin de limiter la distance de déplacement ou de course de l'arbre 110. Dans la forme de réalisation présentée sur la [Fig.1], la butée rigide 113 comprend un matériau plastique. Dans certaines formes de réalisation, la butée rigide 113 est configurée pour se casser ou se cisailer lorsque les éléments sectionneurs pyrotechniques sont déclenchés, comme on le décrira plus en détail ci-après.

[0059] Maintenant que les éléments de commutation de base du dispositif contacteur 110 ont été présentés, nous allons décrire les éléments sectionneurs pyrotechniques. Le dispositif contacteur 100 peut comprendre plusieurs éléments pouvant agir à la manière d'une protection contre les surtensions, incluant une charge pyrotechnique 202 et une structure de piston 204. La structure de piston 204 peut être positionnée à proximité ou au moins partiellement autour d'un ou plusieurs des composants internes, par exemple, l'arbre 110 tel que représenté. Le déplacement du piston à partir d'une position de repos peut changer la configuration des composants internes pour interrompre le flux d'électricité à travers le dispositif, par exemple en poussant contre l'arbre 100 ou en le déplaçant autrement, tel que décrit ici. La charge pyrotechnique 202 peut être configurée de façon à être activée lorsque le courant excède un niveau seuil prédéterminé, afin d'éviter des dommages permanents à un dispositif électrique connecté ou un risque pour la sécurité tel qu'un feu électrique.

[0060] Le dispositif contacteur 100 peut comprendre différents éléments capteurs capables de détecter lorsque le courant circulant à travers le dispositif a atteint un niveau dangereux et déclencher la charge pyrotechnique lorsque ce niveau seuil a été détecté. Dans certaines formes de réalisation, le dispositif contacteur 100 peut comprendre un capteur de courant dédié configuré pour détecter le niveau de courant circulant à travers le dispositif. Le capteur de courant peut être configuré pour activer directement ou indirectement la charge pyrotechnique lorsque le courant a atteint un niveau seuil. Dans certaines formes de réalisation, les capteurs de courant peuvent transmettre un signal proportionnel au courant détecté pour activer la charge pyrotechnique lorsqu'un niveau de courant seuil est détecté. Dans certaines formes de réalisation, les capteurs de courant peuvent comprendre un capteur à effet Hall, un transformateur ou une pince ampèremétrique, une résistance, un capteur de courant à fibres optiques, ou un interféromètre.

- [0061] Dans certaines formes de réalisation, la charge pyrométrique 202 est configurée pour être activée par une impulsion électrique et est commandée par un système d'airbag configuré pour détecter plusieurs facteurs, comme ceux qui sont utilisés dans les véhicules modernes. Dans certaines formes de réalisation, le dispositif contacteur 100 peut comprendre un ou plusieurs pions pyrotechniques 203, qui peuvent être configurés pour déclencher la charge pyrotechnique 202 lorsque les pions pyrotechniques 203 reçoivent un signal d'activation. Dans certaines formes de réalisation, la charge pyrotechnique peut être connectée à un autre élément qui surveille déjà le courant qui circule. Cet autre élément, par exemple, un composant de gestion de batterie, peut alors être configuré pour envoyer un signal pour activer la charge pyrotechnique lorsqu'un niveau de courant seuil est détecté.
- [0062] La charge pyrotechnique 202 peut être une unique structure de charge ou une structure de charge multiple. Dans certaines formes de réalisation, la charge pyrotechnique 202 comprend une structure de charge double comprenant tout d'abord une charge initiatrice, puis une charge secondaire génératrice de gaz. De nombreux types différents de charges pyrotechniques peuvent être utilisés du moment que la charge pyrotechnique utilisée est suffisante pour fournir une force suffisante pour déplacer la structure de piston 204 afin de couper de manière permanente le circuit du dispositif contacteur 100 tel que décrit ici. Dans certaines formes de réalisation, la charge pyrotechnique 202 comprend du zirconium / perchlorate de potassium, qui a l'avantage d'être approprié pour être utilisé en tant que charge initiatrice et charge génératrice de gaz. Dans certaines formes de réalisation, la charge initiatrice comprend un matériau à combustion rapide tels que du zirconium / perchlorate de potassium, du zirconium / tungstène / perchlorate de potassium, du titane / perchlorate de potassium, du zirconium / perchlorate de potassium hybride, ou du titane / perchlorate de potassium hybride. Dans certaines formes de réalisation, la charge génératrice de gaz comprend un matériau à combustion lente tel que du bore / nitrate de potassium, ou de la poudre noire.
- [0063] Lorsque la charge pyrotechnique 202 est activée, la force résultante entraîne la structure de piston 204 à distance de sa position de repos à proximité ou autour de la charge pyrotechnique 202, ce qui amène la structure de piston 204 à pousser contre l'arbre 110 et à éloigner l'arbre des contacts fixes 104, 106. La force résultante est également suffisante pour casser ou cisailer la butée rigide 113, ce qui force l'arbre 110 à s'éloigner encore plus des contacts fixes 104, 106, en étant poussé par exemple dans un compartiment interne séparé 206 du corps 102. La structure de piston 204 peut avoir des dimensions suffisantes (par exemple, forme, taille, orientation spatiale ou autre configuration) pour que la structure de piston 204 puisse maintenir les composants internes dans une position ou une configuration dans laquelle l'électricité

ne peut pas circuler à travers le dispositif contacteur. Ce maintien est effectué, par exemple, par maintien de l'arbre 110 en place à une position plus éloignée par rapport aux contacts fixes 104, 106, par exemple en maintenant l'arbre 110 de telle sorte qu'il se trouve essentiellement dans le compartiment interne séparé 206 du corps 102. Cela amène le contact mobile 108, qui est raccordé à l'arbre 110, à s'éloigner d'une distance spatiale encore plus grande par rapport aux contacts fixes 104, 106, ce qui amène le dispositif dans la configuration "déclenchée" ou "ouverte" de manière permanente, dans laquelle l'électricité ne peut pas circuler à travers le dispositif. Dans certaines formes de réalisation, la structure de piston 204 a des dimensions suffisantes pour que, une fois déplacée par activation des éléments pyrotechniques 202, la structure de piston 204 soit forcée dans une position dans laquelle elle interagit avec une partie du corps 102, de façon à ne pas pouvoir être aisément déplacée.

[0064] En plus de créer rapidement une grande distance spatiale entre les contacts fixes 104, 106 et le contact mobile 108, il est possible d'utiliser des structures additionnelles. Par exemple dans certaines formes de réalisation, un ou plusieurs aimants de soufflage d'arc 208 (dont deux sont représentés) peuvent être utilisés pour commander davantage la formation d'un arc électrique. Bien que le procédé principal pour interrompre le flux de courant consiste à ouvrir rapidement les contacts avec un entrefer beaucoup plus grand, tel que décrit ici, il est possible d'obtenir de meilleures performances à l'aide d'une explosion de gaz secondaire dirigée au niveau de l'arc, par exemple grâce à l'utilisation d'une charge génératrice de gaz.

[0065] Dans certaines formes de réalisation, incluant la forme de réalisation représentée sur la [Fig.1], d'autres caractéristiques de conception optionnelles peuvent être incluses, ce qui peut aider à éviter des risques provoqués par l'accumulation rapide de gaz résultant de l'activation de la charge pyrotechnique 202. Dans ces formes de réalisation, le corps 102 peut être configuré de telle sorte que, lorsque la charge pyrotechnique 202 est activée, la structure de piston 204 entraîne l'arbre 110 avec une force suffisante pour poinçonner une partie du corps 102. Cela permettra à l'accumulation rapide de gaz de s'évacuer. Ceci est obtenu, dans certaines formes de réalisation, par une partie du corps 102 comprenant une membrane qui peut être poinçonnée pendant le cycle de sectionnement pyrotechnique, par exemple, par une partie pointue 210 de l'arbre 110, permettant au gaz de s'échapper par une partie raccordée formant évent 212 du corps 102, qui peut être une membrane formant filtre à haute température. Le gaz à haute température peut alors sortir du corps 102. Le relâchement de pression peut refroidir l'arc électrique et améliorer les performances et aussi empêcher la rupture du boîtier de contacteur.

[0066] Les différences entre coupure du circuit du flux électrique par l'intermédiaire du dispositif contacteur 100 pendant une opération de commutation normale et coupure

permanente du circuit du flux électrique par l'intermédiaire du dispositif contacteur 100 lorsque le dispositif est dans son état "déclenché" sont mieux illustrées sur les Figures 2 et 3. Les Figures 2 et 3 montrent le dispositif contacteur 100 de la [Fig.1], mais selon des orientations différentes. Le dispositif contacteur 100 comprend un corps 102, des contacts fixes 104, 106, un contact mobile 108, un arbre 110, une structure de plongeur 111, un solénoïde 112, une butée rigide 113, une partie à ailettes 114 de l'arbre 110, une charge pyrotechnique 202, des pions pyrotechniques 203, une structure de piston 204, un compartiment séparé 206 du corps 102, des aimants de soufflage d'arc 208, une partie pointue 210 de l'arbre 110, et une partie formant évent 212 du corps 102.

[0067] Le dispositif contacteur 100 est représenté dans son état "ouvert" sur la [Fig.2], qui montre l'arbre 110 déplacé de telle sorte que le contact mobile 108 raccordé soit séparé des contacts fixes 104, 106 d'une distance spatiale de sectionnement 302. Le dispositif contacteur 100, tel que représenté sur la [Fig.2], est encore à la position "enclenchée", sans que les éléments pyrotechniques soient activés. La distance spatiale de sectionnement 302 amène le contact mobile 108 à être suffisamment espacé des contacts fixes 104, 106, qui sont par ailleurs électriquement isolés l'un de l'autre, pour interrompre le flux d'électricité à travers le dispositif. En revanche, la [Fig.3] montre le dispositif contacteur 100 dans son état déclenché, lorsque la charge pyrotechnique 202 a été activée, amenant la structure de piston 204 à forcer l'arbre 110 et le contact mobile 108 dans une direction s'éloignant davantage des contacts fixes 104, 106. Cela crée rapidement un plus large entrefer de sectionnement de circuit 350 entre les contacts fixes 104, 106 et le contact mobile 108.

[0068] La force résultant de l'activation de la charge pyrotechnique 202, et le mouvement brusque résultant de la structure de piston 204 et l'arbre 110, sont suffisants pour casser ou cisailer la butée rigide 113, qui est représentée sur la [Fig.3] comme étant déplacée de sa position originale raccordée au corps 113. La butée rigide 113 peut comprendre un matériau robuste qui est raccordé ou intégré au corps 102, de façon à agir à la manière d'une butée pour l'arbre 110 pendant un fonctionnement normal du dispositif entre les états de circuit "fermé" et "ouvert". Cependant, pendant le fonctionnement des éléments sectionneurs pyrotechniques, la butée rigide 113 peut être intentionnellement conçue pour "échouer" en tant que structure de butée et se casser ou se cisailer pour permettre à l'arbre 110 de continuer dans le compartiment séparé 206 du corps.

[0069] Dans certaines formes de réalisation, la structure de piston 204 peut être configurée de façon à pouvoir interagir avec une partie formant butée de piston 352 du corps 102 après que la charge pyrotechnique 202 a été activée. Cela peut être effectué, par exemple, par interaction avec une position de la structure de piston 204, par exemple, une portion de la partie formant butée de piston 352 configurée pour interagir ou s'accoupler avec une autre portion de la structure de piston 204.

- [0070] Dans certaines formes de réalisation, la structure de piston 204 ne sera pas dans une position de contact avec la partie formant butée de piston 352 jusqu'à ce que la structure de piston 204 ait été déplacée par activation de la charge pyrotechnique 202. Il en résulte que la structure de piston 204 est maintenue entre la partie formant butée de piston 352 et le contact mobile 108, lorsque la charge pyrotechnique 202 a été activée et que la structure de piston 204 a été forcée à sortir de sa position de repos. Tel que représenté sur la [Fig.3], cette configuration place la structure de piston 204 dans une position qui maintient ou verrouille la structure de piston 204 contre le contact mobile 108. La structure de piston 204 maintient le contact mobile 108 en place et aide à maintenir la distance spatiale coupe-circuit 350 de telle sorte que les contacts fixes 104, 106 et le contact mobile 108 ne puissent pas revenir en contact entre eux, rendant le dispositif contacteur 100 non-opérationnel.
- [0071] Dans certaines formes de réalisation, au lieu ou en plus de la partie formant butée de piston 352 du corps 102, le compartiment séparé 206 du corps 102, peut avoir des dimensions suffisantes incluant, par exemple, la taille et la forme, de telle sorte que le compartiment séparé 206 puisse interagir avec une portion de l'arbre 110 qui s'est déplacée dans le compartiment séparé 206 en raison de l'activation de la charge pyrotechnique 202.
- [0072] Dans certaines formes de réalisation, le compartiment séparé peut être configuré pour interagir avec la butée rigide cisailée 113 ou une autre structure raccordée à l'arbre 110 qui s'est déplacée dans le compartiment séparé 206 en raison de l'activation de la charge pyrotechnique 202. Ces portions de l'arbre 110, ou des structures raccordées, ne se trouvaient pas précédemment dans le compartiment séparé 206 pendant un fonctionnement ordinaire du dispositif, mais sont forcées à pénétrer dans le compartiment séparé 206 pendant le cycle pyrotechnique lors d'une opération de protection contre les surtensions. Le compartiment séparé 206 a une taille suffisante, une forme ou des éléments additionnels, par exemple des éléments configurés pour interagir ou s'accoupler avec des éléments correspondants sur l'arbre 110 ou une structure raccordée, pour maintenir l'arbre 110 en place de telle sorte que le contact mobile 108 raccordé à l'arbre 110 ne puisse pas revenir en contact avec les contacts fixes 104, 106.
- [0073] En plus des éléments précédents, le dispositif contacteur 100 des Figures 1 à 3 peut en outre comprendre une carte PCB 400. Comme on le décrira plus en détail ci-après, la PCB permet une connexion efficace et pratique des composants internes du dispositif contacteur 100 à des configurations de déclenchement pyrotechniques incorporant des caractéristiques de la présente invention. La PCB 400 peut être une PCB conçue pour recevoir des configurations de déclenchement pyrotechniques incorporant des caractéristiques de la présente invention. Dans la forme de réalisation représentée sur les Figures 1 à 3, la PCB 400 est représentée située à proximité de la portion su-

périeure du dispositif contacteur 100; on comprendra cependant que la PCB 400 peut être située dans ou sur toute portion du dispositif contacteur 100 et peut être interne au dispositif contacteur 100 ou externe au dispositif contacteur 100.

[0074] A part les dispositifs contacteurs, qui peuvent fonctionner de façon à limiter ou à permettre un flux électrique à travers le dispositif pendant un fonctionnement ordinaire, on peut citer, à titre d'autre type de dispositif de commutation pouvant servir d'environnement représentatif à utiliser avec les configurations de déclenchement pyrotechniques passives, les dispositifs fusibles. Les dispositifs fusibles ne permettent le flux électrique à travers le dispositif que pendant un fonctionnement ordinaire et agissent à la manière d'un coupe-circuit sacrificiel lorsqu'un niveau de courant seuil traverse le dispositif. Les Figures 4 et 5 montrent un tel exemple de dispositif fusible 430, qui comprend des éléments similaires, et qui fonctionne de manière similaire au dispositif contacteur 100 des Figures 1 à 3, en ne comprenant cependant pas certains des éléments, tels qu'un solénoïde ou un autre mécanisme pour ouvrir et fermer les contacts fixes et mobile. Pendant un fonctionnement ordinaire, le dispositif fusible 430 est constamment dans un état "fermé", permettant un flux de courant à travers le dispositif, jusqu'à ce que les éléments pyrotechniques soient activés, ce qui entraîne le basculement du dispositif vers un état "ouvert", empêchant le flux de courant à travers le dispositif. Les Figures 4 et 5 montrent un corps 432 (similaire au corps 102 des Figures 1 à 3 ci-dessus), des contacts fixes 434, 436 (similaires aux contacts fixes 104, 106 des Figures 1 à 3 ci-dessus). Cependant, dans cette forme de réalisation, les contacts fixes 434, 436 sont formés séparément des bornes d'alimentation 438, 440, qui sont connectées électriquement aux contacts fixes 434, 436 pour la connexion à un circuit externe, les bornes d'alimentation et les contacts fixes étant un seul et même élément dans la forme de réalisation des Figures 1 à 3. Les Figures 4 et 5 montrent en outre des contacts mobiles 442 (similaires au contact mobile 108 des Figures 1 à 3 ci-dessus), une structure d'arbre 444 (similaire à la structure d'arbre 110 des Figures 1 à 3 ci-dessus, sauf que la forme est différente).

[0075] La structure d'arbre 444 est raccordée au contact mobile 442 et à la structure de piston 446 (qui est similaire à la structure de piston 204 des Figures 1 à 3 ci-dessus). La structure de piston 446 peut entourer au moins partiellement une charge pyrotechnique 448, de telle sorte que, lorsque la charge pyrotechnique 448 est activée, le contact mobile 442 et la structure de piston 446 soient forcés à s'éloigner des contacts fixes 434, 436, ce qui coupe les circuits. Dans certaines formes de réalisation, le dispositif fusible 430 peut comprendre une structure de support 450 configurée pour aider à maintenir les contacts fixes 434, 436 et les contacts mobiles 442 en place. Dans certaines formes de réalisation, le déclenchement de la charge pyrotechnique 448 provoque le déplacement de la structure de piston 446 en éloignement de la charge py-

rotechnique avec une force propre à casser ou déplacer la structure de support 450. Dans certaines formes de réalisation, le dispositif fusible 430 peut être déclenché par des signaux actifs. Dans certaines formes de réalisation, le dispositif fusible 430 peut être déclenché par des configurations de déclenchement passives, telles que celles qui sont décrites ici. La [Fig.4] montre le dispositif fusible 430 dans son état "fermé", dans lequel les contacts fixes 434, 436 et les contacts mobiles 442 sont rassemblés et le flux électrique est autorisé à travers le dispositif 430. En revanche, la [Fig.5] montre le dispositif fusible 430 dans son état "ouvert" après le déclenchement de la charge pyrotechnique 448, dans lequel les contacts fixes 434, 436 et les contacts mobiles 444 sont séparés les uns des autres et un flux électrique est empêché de circuler à travers le dispositif 430.

[0076] Deux types de dispositifs de commutation, des contacteurs et des dispositifs fusibles, ayant été décrits en tant qu'exemples d'environnements pouvant utiliser des mécanismes de déclenchement pyrotechniques selon la présente description, nous allons maintenant décrire en détail des formes de réalisation de mécanismes de déclenchement pyrotechniques. Dans les formes de réalisation décrites ci-après en lien avec les Figures 6 à 11, les configurations de déclenchement pyrotechniques seront décrites en lien avec une application au dispositif contacteur des Figures 1 à 3. On comprendra cependant que les configurations de déclenchement pyrotechniques décrites en lien avec les Figures 6 à 11 peuvent être appliquées en tant que dispositifs de déclenchement dans tout mécanisme de commutation incorporant des éléments pyrotechniques incluant, par exemple, le dispositif fusible décrit en lien avec les Figures 4 et 5.

[0077] La [Fig.6] présente une configuration de déclenchement pyrotechnique 500 comprenant une PCB 502 (traces non représentées), similaire à la PCB 400 des Figures 1 à 3, des bornes d'alimentation électrique 504, similaires aux structures de contact fixes 104, 106 des Figures 1 à 3, et un commutateur déclencheur passif 506. La [Fig.6] présente également la configuration de déclenchement pyrotechnique 500 à laquelle est intégrée un dispositif électrique 503, comprenant un corps 508, qui peut être similaire au corps 102, contenant des composants internes. La configuration de déclenchement pyrotechnique 500 de la [Fig.6] est représentée sans partie supérieure formant "capot" du corps, de sorte que la PCB 502 soit visible et exposée. On comprendra cependant qu'en fonctionnement normal du dispositif des éléments tels qu'un corps fermé incluant un capot et un matériau époxy peuvent être inclus. La [Fig.6] montre également des pions pyrotechniques 510 qui sont similaires aux pions pyrotechniques 203 des Figures 1 à 3. Des pions de bobines 512 sont inclus, qui permettent une connexion électrique à une bobine interne ou un solénoïde, par exemple similaire au solénoïde 112 des Figures 1 à 3. Une structure de tubulure 514 est également incluse, permettant de

faciliter la formation d'un joint hermétique interne ou la gestion de gaz électro-négatifs dans le dispositif électrique 503.

[0078] En fonctionnement de la configuration de déclenchement pyrotechnique 500 de la [Fig.6], lorsqu'un niveau de courant prédéterminé passe à travers le dispositif 503, par exemple un niveau de courant désignant un niveau de courant dangereux susceptible de provoquer des dommages permanents à un dispositif ou de créer un risque tel qu'un incendie, le commutateur déclencheur passif 506 s'active. Cette action complète alors un circuit afin de transmettre un signal aux pions pyrotechniques 510, ce qui active un élément pyrotechnique interne, comme par exemple une charge pyrotechnique 202 sur les Figures 1 à 3. Dans ces formes de réalisation, la PCB 502 peut être configurée de façon à diriger un signal de déclenchement vers les pions pyrotechniques 510, qui sont en communication électrique avec des éléments pyrotechniques internes au dispositif 503. Le chemin électrique pour ce signal de déclenchement peut être dépendant de la fermeture ou l'activation du commutateur déclencheur passif 506, de telle sorte que, lorsque le commutateur déclencheur passif 506 est ouvert ou non-déclenché (dans un état de repos), le chemin électrique pour le signal de déclenchement vers les pions pyrotechniques 501 soit obstrué. De manière analogue, lorsque le commutateur déclencheur passif 506 est fermé ou activé, le signal de déclenchement peut être dirigé vers les pions pyrotechniques 510 et déclencher l'élément pyrotechnique interne.

[0079] Le commutateur déclencheur passif 506 peut être raccordé à un capteur qui est configuré pour détecter lorsqu'un niveau de courant prédéterminé passe à travers le dispositif 503, le capteur signalant au commutateur déclencheur passif 506 qu'il doit se déclencher. Dans certaines formes de réalisation, c'est le commutateur déclencheur passif 506 lui-même qui est configuré pour détecter ou répondre passivement et se déclencher lorsque le courant circulant à travers le dispositif 503 atteint un niveau prédéterminé. Par exemple, dans certaines formes de réalisation, le commutateur déclencheur passif 506 comprend un commutateur configuré pour réagir à un champ magnétique généré par un courant circulant à travers les bornes d'alimentation électrique 504 du dispositif 503 ou par le flux de courant à travers une région du dispositif 503.

[0080] Dans certaines formes de réalisation, le commutateur déclencheur passif 506 est un commutateur à lames souples ou un autre mécanisme de commutation configuré pour s'activer en réponse à la génération d'un champ magnétique d'intensité suffisante. Différentes configurations peuvent être utilisées avec un commutateur à lames souples. Par exemple, le commutateur à lames souples peut être configuré de telle sorte que les contacts soient ouverts en position de repos, en se fermant lorsqu'un champ magnétique suffisant est présent, ou fermés en position de repos, en s'ouvrant lorsqu'un champ magnétique suffisant est présent. En outre, dans certaines formes de réalisation, le commutateur à lames souples peut être organisé en un relais à lames souples et être

actionné par une bobine magnétique. Dans la plupart des formes de réalisation incorporant ici un commutateur à lames souples, le commutateur à lames souples est configuré de telle sorte que les contacts soient ouverts en position de repos, en empêchant un signal électrique de se déplacer jusqu'aux pions pyrotechniques 510 et en activant les éléments pyrotechniques jusqu'à ce qu'un champ magnétique suffisant correspondant à un niveau de courant dangereux ferme le commutateur à lames souples.

- [0081] Dans certaines des formes de réalisation, la PCB 502 comprend une pluralité d'éléments de montage du commutateur déclencheur passif 516, qui permet l'ajustement de la configuration de déclenchement pyrotechnique 500 en fonction du courant de déclenchement souhaité. Par exemple, la [Fig.7] montre la configuration de déclenchement pyrotechnique 500, la PCB 502, le dispositif électrique 503, les bornes d'alimentation électrique 504, le commutateur déclencheur passif 506, le corps 508, les pions pyrotechniques 510, les pions de bobine 512, la structure de tubulure 514, et les éléments de montage du commutateur déclencheur 516. Tel que représenté sur la [Fig.7], le courant de déclenchement souhaité peut être ajusté par montage du commutateur déclencheur passif 506 sur l'un différent des éléments de montage du commutateur de déclenchement 516, ce qui ajuste la distance de déclenchement 518 entre le commutateur déclencheur passif 506 et une ou plusieurs des bornes d'alimentation électrique 504.
- [0082] L'ajustement de la distance de déclenchement 518 entre le commutateur déclencheur passif 506 et une ou plusieurs des bornes d'alimentation électrique 504 permet d'ajuster la quantité de courant circulant à travers le dispositif 503 qui est requise pour activer le commutateur déclencheur passif 506, et donc déclencher les éléments pyrotechniques internes du dispositif. Par exemple, le commutateur déclencheur passif 506 peut comprendre un commutateur à lames souples qui est configuré pour s'activer lorsqu'un champ magnétique prédéterminé est généré en raison d'un niveau prédéterminé de courant circulant à travers les bornes d'alimentation 504. L'intensité du champ magnétique nécessaire pour déclencher le commutateur déclencheur passif 506, et donc le niveau de courant correspondant circulant à travers le dispositif qui est requis pour déclencher le commutateur déclencheur passif 506, peut être ajustée par le simple fait de changer la distance de déclenchement 518 entre le commutateur déclencheur passif 506 et les bornes d'alimentation 504. Dans la forme de réalisation représentée, cela peut être réalisé par montage du commutateur déclencheur passif 506 sur un élément de montage du commutateur déclencheur passif 516 différent.
- [0083] Lorsque le commutateur déclencheur passif 506 est éloigné de la borne d'alimentation 504, un champ magnétique plus intense, et donc un courant plus intense, est requis pour déclencher le commutateur déclencheur passif 506 et ainsi déclencher

les éléments pyrotechniques du dispositif 503. Cet agencement peut fournir un dispositif de commutation préconçu avec une PCB préconçue de telle sorte que le dispositif puisse être fabriqué en série, tout en autorisant différents courants de déclenchement par positionnement du commutateur déclencheur passif 506 à tel ou tel élément de montage du commutateur déclencheur passif 516. Par exemple, les éléments de montage du commutateur déclencheur passif 516 peuvent se trouver à des emplacements de la PCB 502 correspondant à différents niveaux d'intensité de champ magnétique, qui peuvent quant à eux correspondre à différents niveaux de courants de déclenchement souhaités. Une compagnie peut fabriquer une configuration PCB et placer le commutateur déclencheur passif 506 au niveau de différents éléments de montage du commutateur de déclenchement passif 516 pour créer des dispositifs qui se déclencheront à différents courants. Dans des formes de réalisation utilisant une bobine ou un solénoïde, comme par exemple avec des contacteurs, le commutateur déclencheur passif 506 peut être configuré pour couper l'alimentation de la bobine. Dans ces formes de réalisation, cette configuration peut réduire le temps que prennent les éléments pyrotechniques pour ouvrir les contacts du fait qu'ils ne rencontreront pas la résistance de la bobine.

[0084] Dans d'autres formes de réalisations, des éléments additionnels peuvent être inclus à la place, ou en plus, des éléments de montage du commutateur de déclenchement 516 afin d'interagir davantage avec le commutateur déclencheur passif 506. Par exemple, la [Fig.8] montre un dispositif 602 ayant une configuration de déclenchement pyrotechnique 600 similaire à la configuration de déclenchement pyrotechnique 500 des Figures 6 et 7. Le dispositif 603 inclut une PCB 602 (similaire à la PCB 502 sur la [Fig.7]), un dispositif électrique 603 (similaire au dispositif électrique 503 de la [Fig.7]), et des bornes d'alimentation électrique 604 (similaires aux bornes d'alimentation électrique 504 de la [Fig.7]). Le dispositif 603 comprend en outre un commutateur déclencheur passif 606 (similaire au commutateur déclencheur passif 506 de la [Fig.7]), un corps 608 (similaire au corps 508 sur la [Fig.7]), des pions pyrotechniques 610 (similaires aux pions pyrotechniques 510 de la [Fig.7]), des pions de bobine 612 (similaires aux pions de bobine 512 de la [Fig.7]), et une structure de tubulure 614 (similaire à la structure de tubulure 514 de la [Fig.7]). Bien que des formes de réalisation similaires puissent inclure des éléments de montage du commutateur de déclenchement, la forme de réalisation représentée sur la [Fig.8] n'inclut pas d'éléments de montage du commutateur de déclenchement. Au lieu de cela, la configuration de déclenchement pyrotechnique 600 comprend une structure d'âme 630 qui contribue à déterminer le courant de déclenchement cible de la configuration de déclenchement pyrotechnique 600.

[0085] La structure d'âme 630 peut comprendre tout matériau connu pouvant canaliser,

diriger ou contrôler un champ magnétique généré par un courant circulant à travers le dispositif 603. Par exemple, dans certaines formes de réalisation, la structure d'âme 630 comprend du métal. Dans certaines formes de réalisation, la structure d'âme 630 comprend du fer, un alliage ferreux ou un autre matériau ferreux. Dans certaines formes de réalisation, la structure de cœur 630 est magnétique. La structure d'âme 630 peut avoir toute forme ou configuration appropriée qui produit les caractéristiques de champ magnétique souhaitées, incluant tout polygone régulier ou irrégulier ou une forme personnalisée. Dans la forme de réalisation représentée sur la [Fig.8], la structure d'âme 630 a une forme de bande incurvée. La structure d'âme 630 peut être configurée selon toute position spatiale en relation avec le dispositif 603 et la PCB 602 pour faciliter une interaction entre un champ magnétique généré et le commutateur déclencheur passif 606. Dans la forme de réalisation représentée sur la [Fig.8], la structure d'âme 630 entoure au moins partiellement l'une des bornes d'alimentation électrique 604 et est contiguë au commutateur déclencheur passif 606.

[0086] Le champ magnétique généré par la structure d'âme 630 peut être plus important que celui de la borne d'alimentation elle-même, et le courant de déclenchement souhaité peut être commandé par ajustement de la distance entre une partie de la structure d'âme 630 et le commutateur déclencheur passif 606, plutôt qu'entre la borne d'alimentation 604 et le commutateur déclencheur passif 606 comme dans la forme de réalisation des Figures 6 et 7. Par exemple, la [Fig.9] présente la configuration de déclenchement pyrotechnique 600, la PCB 602, le dispositif électrique 603, les bornes d'alimentation électrique 604, le commutateur déclencheur passif 606, le corps 608, les pions pyrotechniques 610, les pions de bobine 612, la structure de tubulure 614, et la structure d'âme 630. La [Fig.9] montre en outre la distance de déclenchement 636 entre le commutateur déclencheur passif 606 et la structure d'âme 630. Comme avec la forme de réalisation des Figures 7 et 8, le commutateur déclencheur passif 606 peut comprendre un commutateur à lames souples, ou un autre mécanisme passif, qui est configuré pour s'activer lorsqu'un champ magnétique prédéterminé est généré en raison d'un niveau de courant prédéterminé circulant à travers la borne d'alimentation 604 et/ou la structure d'âme 630.

[0087] L'intensité du champ magnétique requise pour déclencher le commutateur déclencheur passif 606, et donc le niveau de courant correspondant circulant à travers le dispositif qui est requis pour déclencher le commutateur déclencheur passif 606, peut être ajusté par le simple fait de changer la distance de déclenchement 636 entre le commutateur déclencheur passif 606 et une partie de la structure d'âme 630. Lorsque le commutateur déclencheur passif 606 est éloigné de la structure d'âme 630, un champ magnétique plus intense, et donc un courant plus intense, est requis pour déclencher le commutateur déclencheur passif 606 et ainsi déclencher les éléments pyrotechniques

du dispositif 603.

[0088] Dans certaines formes de réalisation, un mécanisme de déclenchement externe peut être utilisé à la place ou en plus d'éléments de montage du commutateur de déclenchement 606 ou d'une structure d'âme 630. Dans certaines formes de réalisation, ce mécanisme de déclenchement externe peut remplacer le besoin d'une PCB, bien que, dans d'autres formes de réalisation, le mécanisme de déclenchement externe puisse être utilisé en plus d'une PCB. Une forme de réalisation représentative, dans laquelle un mécanisme de déclenchement externe remplace le besoin d'une PCB, est représentée sur la [Fig.10]. La [Fig.10] présente une configuration de déclenchement pyrotechnique 700 (similaire à la configuration de déclenchement pyrotechnique 600 sur la [Fig.8]). La configuration 700 comprend un dispositif électrique 703 (similaire au dispositif électrique 603 sur la [Fig.8]), des bornes d'alimentation électrique 704 (similaires aux bornes d'alimentation électrique 604 de la [Fig.8]), un commutateur déclencheur passif 706 (similaire au commutateur déclencheur passif 606 de la [Fig.8]), un corps 708 (similaire au corps 608 sur la [Fig.8]), des pions pyrotechniques 710 (similaires au pions pyrotechniques 610 de la [Fig.8]), des points d'accès 712, qui peuvent fournir un accès filaire à un solénoïde ou une bobine interne, et une structure de tubulure 714 (similaire à la structure de tubulure 614 de la [Fig.8]). La [Fig.10] montre également le corps 708 comprenant une partie de dessus ou formant capot 716, à travers laquelle font saillie les bornes d'alimentation 704.

[0089] On comprendra qu'une partie de dessus or formant capot similaire à la partie formant capot 716 du corps 708 représentée sur la [Fig.10] peut être appliquée à toutes les autres formes de réalisation incorporant des caractéristiques de la présente invention. Par exemple, on comprendra que les formes de réalisation de dispositif des [Fig.6] et 8 sont représentées sans partie formant capot afin de mieux illustrer les configurations de PCB sous-jacentes. Cependant, pendant un assemblage final, les formes de réalisation des Figures 6 et 8 peuvent avoir tous les composants internes complètement enfermés dans le corps et comprendre une partie du corps formant capot.

[0090] La forme de réalisation de la [Fig.10] comprend en outre un mécanisme de déclenchement externe 730, qui comprend le commutateur déclencheur passif 706, une barre de bus conductrice 732, et une partie formant entretoise 734. Tel que représenté sur la [Fig.10], la barre de bus conductrice 732 peut comprendre de multiples parties de connexion, la barre de bus conductrice 732 de la forme de réalisation représentée comprenant un premier point de connexion 736, qui est configuré pour connecter le dispositif 708 à l'une des bornes d'alimentation 704, et un deuxième point de connexion 738 configuré pour la connexion à une source d'alimentation externe.

[0091] La barre de bus conductrice 732 peut comprendre tout matériau conducteur, par exemple, un matériau métallique. Dans certaines formes de réalisation, la barre de bus

conductrice 732 comprend du cuivre. La partie formant entretoise 734 peut comprendre un matériau non-magnétique. La barre de bus conductrice 732 peut être configurée pour permettre au courant de circuler jusqu'aux pions pyrotechnique 710 et donc de déclencher les éléments pyrotechnique internes du dispositif 703. Le commutateur déclencheur passif 706, similaire aux commutateurs déclencheurs passifs des formes de réalisation des Figures 6 et 8, est configuré dans un état ouvert, qui n'autorise pas le passage d'un courant électrique à travers la barre de bus conductrice 732 et permet donc le déclenchement des éléments pyrotechniques.

[0092] Lorsque le courant provenant du dispositif 703 atteint un niveau seuil, un champ magnétique suffisant est généré pour déclencher le commutateur déclencheur passif 706. Cela permet au courant provenant de la source d'alimentation externe connectée au deuxième point de connexion 738 de la barre de bus conductrice 732 de circuler à travers la barre de bus conductrice 732 jusqu'aux pions pyrotechniques 710 et donc de déclencher les éléments pyrotechniques du dispositif.

[0093] Le champ magnétique seuil requis pour activer le commutateur déclencheur passif 706, et donc le niveau de courant nécessaire défini comme étant suffisamment dangereux pour justifier l'activation des éléments coupe-circuit pyrotechniques, peut être ajusté par ajustement de la distance entre le commutateur déclencheur passif 706 et la barre de bus conductrice 732. Cela peut être obtenu, par exemple, par ajustement de l'épaisseur de la partie formant entretoise non-magnétique 734. Par exemple, la [Fig.11] présente une vue en coupe rapprochée du mécanisme de déclenchement externe 730 de la [Fig.10], incluant le commutateur déclencheur passif 706, la barre de bus conductrice 732, et la partie formant entretoise 734, le premier point de connexion 736 et le deuxième point de connexion 738. La [Fig.11] montre également la distance de déclenchement 750, qui correspond à l'épaisseur de la partie formant entretoise non-magnétique 734.

[0094] Comme avec les formes de réalisation décrites ci-dessus, le commutateur déclencheur passif 706 peut comprendre un commutateur à lames souples, ou un autre mécanisme passif. Le commutateur peut être configuré pour s'activer lorsqu'un champ magnétique prédéterminé est généré en raison d'un niveau de courant prédéterminé circulant à travers la borne d'alimentation 604, dans ce cas, la borne d'alimentation 604 qui est connectée électriquement au mécanisme de déclenchement externe 730. L'intensité du champ magnétique requise pour déclencher le commutateur déclencheur passif 706, et donc le niveau de courant correspondant circulant à travers le dispositif 703 requis pour déclencher le commutateur déclencheur passif 706, peut être ajusté par le simple fait de changer la distance de déclenchement 750 entre le commutateur déclencheur passif 706 et la barre de bus conductrice 732. Lorsque l'épaisseur de la partie formant entretoise non-magnétique 734 est augmentée, et donc le commutateur dé-

clencheur passif 706 éloigné de la barre de bus conductrice 732, un champ magnétique plus intense, et donc un courant plus intense, est requis pour déclencher le commutateur déclencheur passif 706 et ainsi déclencher les éléments pyrotechniques du dispositif 703. De manière analogue, lorsque le commutateur déclencheur passif 706 est rapproché de la barre de bus conductrice 732, un champ magnétique moins intense, et donc un courant moins intense, est requis pour déclencher le commutateur déclencheur passif 706 et ainsi déclencher les éléments pyrotechniques du dispositif 703.

[0095] On comprendra que les différents circuits de commutation passifs pyrotechniques peuvent être agencés de nombreuses manières différentes selon la présente invention. La [Fig.12] est une représentation schématique simplifiée d'une forme de réalisation d'un circuit de commutation passif pyrotechnique 800 selon la présente invention. Le circuit 800 comprend généralement un circuit d'alimentation de fonctionnement 802 qui comprend la source d'alimentation de fonctionnement standard 804 couplée à une charge de fonctionnement 806 qui est excitée et alimentée par la source d'alimentation 802. Un contacteur ou fusible 808 est disposé dans le circuit 800 pour couper la connexion électrique entre la source d'alimentation 804 et la charge lorsqu'un courant dangereux circule dans le circuit 802. On comprendra que le fusible 808 peut également être pourvu d'éléments lui permettant d'agir à la manière d'un contacteur pour déconnecter la source d'alimentation 804 de la charge pendant des conditions de fonctionnement normales. On comprendra également qu'un fusible 808 peut comprendre un contacteur lorsque le circuit de commutation passif 800 agit de manière à changer la condition du contacteur pour couper le trajet du circuit tel que décrit ci-dessus.

[0096] Un circuit d'activation pyrotechnique 810 peut être inclus, qui est conçu pour travailler avec le circuit d'alimentation de fonctionnement 802 pour le protéger contre des conditions de surtension. Le circuit 810 comprend un actionneur / activateur pyrotechnique 812 tel que décrit ci-dessus, qui est conçu pour changer la condition du fusible 808 lorsqu'il est activé. Le circuit inclut également un déclencheur fusible pyrotechnique actionné par surtension 814 qui est disposé à côté du circuit 802, dans une position qui lui permet de détecter une condition de surtension dans le circuit 802. Dans la forme de réalisation représentée, le déclencheur 814 peut comprendre un commutateur à lames souples, mais on comprendra que de nombreux autres dispositifs différents peuvent être utilisés. Le déclencheur 814 peut être placé dans de nombreuses positions différentes par rapport au circuit 802, comme par exemple à côté d'une borne d'alimentation tel que décrit ci-dessus, ou à côté d'autres conducteurs dans le circuit transportant le courant de fonctionnement. Le circuit 810 peut également comprendre une source d'alimentation secondaire 816 qui peut être couplée à l'actionneur pyrotechnique 812 lorsque le déclencheur fusible est fermé en réponse à des niveaux de

courant élevés.

- [0097] Pendant le fonctionnement, le fusible 808 est fermé, ce qui permet à la source d'alimentation de fonctionnement 804 d'alimenter la charge 806. Lorsque des niveaux de courant normaux circulent à travers le circuit 802, le déclencheur 814 reste ouvert et la source d'alimentation secondaire 816 est déconnectée de l'actionneur pyrotechnique 812. Lorsque des courants supérieurs à un certain niveau (niveau dangereusement élevé) circulent à travers le circuit 802, le déclencheur 814 se ferme en réponse au champ magnétique élevé. Cette fermeture connecte la source d'alimentation secondaire à l'actionneur pyrotechnique 812, ce qui l'amène à s'actionner et à sectionner le fusible 808. Cette action déconnecte quant à elle la source d'alimentation de fonctionnement 804 de la charge 806, ce qui coupe le chemin conducteur du courant élevé dans le circuit 802.
- [0098] On comprendra que d'autres circuits selon la présente invention peuvent être conçus de nombreuses manières différentes avec de nombreux dispositifs et éléments différents. De nombreuses sources d'alimentation secondaires différentes peuvent être utilisées, avec certaines formes de réalisation utilisant une batterie intégrée ou un circuit condensateur stockant une charge suffisante pour amorcer l'actionneur pyrotechnique 812. Dans d'autres formes de réalisation, la source d'alimentation secondaire peut avoir une puissance à faible tension embarquée qui est encore suffisante pour amorcer l'actionneur pyrotechnique 812.
- [0099] La [Fig.13] présente une autre forme de réalisation d'un circuit de commutation passif pyrotechnique 900 selon la présente invention, qui contient beaucoup d'éléments identiques à ceux du circuit de commutation 800 représenté sur la [Fig.12]. Le circuit 900 comprend un circuit d'alimentation de fonctionnement 902 qui comprend la source d'alimentation de fonctionnement standard 904 couplée à une charge de fonctionnement 906. Un contacteur ou fusible 908 est placé dans le circuit 900 pour couper la connexion électrique entre la source d'alimentation 904 et la charge 906 lorsqu'un courant dangereux circule dans le circuit 902.
- [0100] Le circuit 900 inclut un actionneur / activateur pyrotechnique 912 et un déclencheur fusible pyrotechnique actionné par surtension 914 similaires à ceux qui ont été décrits ci-dessus. Cependant, dans le circuit 900, ces éléments ne sont pas disposés dans un circuit d'activation pyrotechnique séparé travaillant avec une source d'alimentation secondaire pour amorcer l'actionneur pyrotechnique 912. Au lieu de cela, ces éléments contiennent un circuit d'alimentation de fonctionnement 902 avec le déclencheur 914 agencé de façon à détecter des courants élevés dans le circuit 902 et également couplé au circuit 902 au niveau d'un conducteur transportant le courant élevé. Dans la forme de réalisation représentée, le déclencheur 914 est couplé aux conducteurs de circuit en parallèle au fusible 908, mais on comprendra qu'il peut être agencé d'autres manières.

- [0101] Pendant un fonctionnement normal, le déclencheur 914 est ouvert et la puissance provenant de la source d'alimentation 904 est conduite jusqu'à la charge 906, par l'intermédiaire du fusible 908. Lorsque le déclencheur 914 détecte un courant élevé, il se ferme et le courant élevé passe à travers le déclencheur 914 jusqu'à l'actionneur pyrotechnique 912, amorçant l'actionneur et sectionnant le fusible 908. Il en résulte une coupure du chemin de conduction normal entre la source d'alimentation 904 et la charge 908.
- [0102] Le déclencheur 914 est également conçu de telle sorte que le courant élevé provenant de la source d'alimentation 904 casse ou autrement détruit rapidement le déclencheur 914, ce qui coupe le chemin de courant à travers le déclencheur 914. Le déclencheur 914 transporte le courant suffisamment longtemps pour activer l'actionneur, mais est détruit rapidement après. Il en résulte que la source d'alimentation 904 est électriquement isolée de la charge 906 et que tout chemin de courant élevé est coupé. On comprendra que le déclencheur 914 et l'actionneur 912 peuvent avoir des éléments qui les contiennent pendant la rupture ou l'amorçage, comme par exemple un matériau de boîtier tel que de l'époxy.
- [0103] On comprendra également que les éléments des circuits selon la présente invention peuvent être couplés entre eux à l'aide de nombreux conducteurs électriques différents. Ceux-ci peuvent inclure des chemins conducteurs sur une carte à circuit imprimés, ou des fils. On comprendra également que les circuits décrits ci-dessus peuvent être disposés sur ou être solidaires du contacteur ou fusible, pour produire un dispositif compact, facile à utiliser. Le circuit 900 peut offrir certains avantages, comme le fait de ne pas nécessiter de source d'alimentation secondaire séparée pour activer l'actionneur pyrotechnique 912. Il peut en résulter un dispositif simplifié et peu onéreux.
- [0104] Différentes formes de réalisation de la présente invention peuvent amorcer la charge pyrotechnique en utilisant de nombreux circuits et éléments actifs et passifs différents. Certains agencements alternatifs selon la présente invention peuvent être basés sur une lévitation de contacts et une formation d'arc associée déclencher passivement la charge pyrotechnique. Une lévitation de contacts peut se produire lorsque le contact mobile se sépare des contacts fixes sous l'effet des forces électromagnétiques générées lorsqu'un courant élevé circule à travers les contacts pendant le fonctionnement.
- [0105] Bien que les inventeurs ne souhaitent pas être limités à une quelconque théorie de fonctionnement, on comprendra qu'il peut y avoir au moins trois facteurs qui résultent en une lévitation entre les contacts. Le premier est une constriction de courant, le second est dû à des conducteurs parallèles avec des courants circulant dans des directions opposées, et le troisième est un flux de courant perpendiculaire au champ des aimants de suppression d'arc. On comprendra que des charges mobiles créent leurs

propres champs magnétiques, avec des conducteurs de transport de courant capables d'exercer des forces les uns sur les autres. Des courants parallèles dans des conducteurs peuvent créer des champs magnétiques qui résultent en une attraction entre les conducteurs. Des courants antiparallèles peuvent créer des champs magnétiques qui provoquent une répulsion entre les conducteurs. Une lévitation se produit en conséquence du champ magnétique généré par un courant dans les contacts internes du dispositif de commutation.

- [0106] Les Figures 14 à 16 sont des représentations schématiques d'éléments d'un dispositif de commutation 950 montrant ces trois facteurs de lévitation. Le dispositif de commutation 950 comprend un contact fixe 952 et un contact mobile 954, le fonctionnement du dispositif de commutation résultant d'un mouvement du contact mobile 954 pour entrer en contact avec le contact fixe 952, et son déplacement (par exemple, vers le bas) pour se déconnecter d'avec le contact fixe 952. Le contact mobile 954 a une force de maintien 956 lorsqu'il est en contact avec le contact fixe 952.
- [0107] Les premier et deuxième facteurs (constriction de courant et conducteurs parallèles) peuvent être influencés par la géométrie des contacts fixe et mobile 952, 954. Dans la forme de réalisation représentée, certaines des caractéristiques géométriques pertinentes comprennent la longueur de portée en flexion du contact A, l'épaisseur du contact B, l'espacement en flexion des contacts C, et la largeur du contact D.
- [0108] La constriction de courant concerne les forces de répulsion qui peuvent être générées entre les contacts par des courants conduisant moins entre les deux contacts qu'au niveau de la surface de contact totale. La [Fig.15] est une représentation schématique de la zone de contact entre le contact fixe 952 et le contact mobile 954, avec une interface 970 entre les deux. La [Fig.16] montre également l'interface 970 en vue de dessus. Lorsqu'il conduit l'électricité entre les contacts fixe et mobile 952, 954, le courant ne conduit pas d'une manière égale à la surface de contact au niveau de l'interface 970 entre les deux. Au lieu de cela, le courant est typiquement restreint à de petites régions 972 (constriction de courant) au niveau de l'interface de contact 970. Il en résulte que le courant circulant à travers les contacts change de direction vers la région 972. Cela crée ainsi un premier et un deuxième vecteurs de courant 974 et 976 dans les contacts opposés, qui ont une composante essentiellement parallèle à l'interface 970. Les composantes parallèles ont des directions opposées, ce qui crée des champs magnétiques opposés entre eux. Cela crée une force de répulsion entre les contacts 952, 954.
- [0109] Lorsque le courant circulant à travers les contacts augmente, cette force de répulsion peut également augmenter, et la répulsion agit sur les contacts dans une direction allant à l'encontre de la force de maintien du contact 956. Cette force de répulsion peut être importante à des courants plus élevés, et une lévitation entre les contacts peut se

produire lorsque cette force de répulsion excède la force 956 entre les contacts. Cette force de lévitation peut à son tour provoquer la séparation du contact mobile 954 depuis le contact fixe 952, à l'encontre de la force de maintien du contact 956.

[0110] Par référence de nouveau à la [Fig.14], le courant circulant à travers les contacts 952, 954 peut de manière similaire provoquer une force de répulsion entre les deux. Le flux de courant 958 pendant le fonctionnement conduit à travers le contact fixe 952 et le contact mobile 954. La portée en flexion du contact fixe 966 a une longueur A le long de laquelle le courant circule dans la direction opposée au courant 958 circulant dans le contact mobile 954. Cela crée également des champs magnétiques opposés qui créent une force de répulsion entre les contacts 952, 954. Cette force de répulsion peut également augmenter lorsque le courant 958 augmente.

[0111] Le positionnement des aimants de suppression d'arc peut également contribuer à une lévitation. Certaines formes de réalisation d'un dispositif de commutation peuvent comprendre des aimants d'arc qui peuvent être positionnés de telle sorte que les arcs entre les contacts fixe et mobile soient poussés vers l'extérieur. Cette configuration d'aimant peut résulter en une performance de coupure unidirectionnelle avec les contacts. L'orientation des aimants peut également résulter dans le fait que le contact mobile soit forcé vers le bas, en opposition à la force de fermeture entre les contacts. Les électrons se déplaçant à travers un champ magnétique peuvent se déplacer dans une direction particulière. Tel que représenté sur la [Fig.14], une force de répulsion ad-  
ditionnelle 964 entre les contacts 952, 954 peut être créée par l'interaction du champ magnétique perpendiculaire des aimants d'arc et les électrons dans le courant 958.

[0112] Une formation d'arc peut se produire entre les contacts fixe et mobile lorsque la lévitation provoque la séparation entre les contacts fixe et mobile. Certaines des variables utilisées pour déterminer le courant auquel la force de lévitation commence à ouvrir (ou séparer) les contacts sont la force de fermeture des contacts, la géométrie parallèle et contiguë du contact fixe et du contact mobile, et les aimants d'arc.

[0113] Dans les formes de réalisation décrites ci-dessus, des systèmes et procédés différents pour le déclenchement ou l'amorçage de l'actionneur pyrotechnique sont décrits, qui se fondent sur un déclenchement commandé de l'extérieur ou un déclenchement intégré de l'actionneur pyrotechnique et une charge. Dans certaines de ces formes de réalisation, des dispositifs tels que des commutateurs à lames souples sont utilisés, qui peuvent se fermer en réponse à un courant de contact élevé, ce qui peut alors fermer l'une de différentes sources d'alimentation de l'actionneur pyrotechnique. Dans ces formes de réalisation, le commutateur à lames souples (ou dispositif de commutation) peut être étalonné de façon à se fermer en cas de dépassement du seuil de courant de déclenchement prédéterminé. Dans les présentes formes de réalisation, l'arc de lévitation peut être utilisé pour amorcer l'actionneur pyrotechnique ou la charge, sans né-

cessiter d'éléments additionnels tels qu'un commutateur à lames souples.

- [0114] La [Fig.17] présente une autre forme de réalisation d'un circuit de commutation passif pyrotechnique 1100 selon la présente invention qui se fonde sur la création d'un arc de lévitation pour déclencher l'actionneur pyrotechnique. Tout comme les circuits ci-dessus, le circuit 1100 comprend un circuit d'alimentation de fonctionnement 1102 qui comprend la source d'alimentation de fonctionnement standard 1104 couplée à une charge de fonctionnement 1106. Un fusible à activation pyrotechnique 1108 est placé dans le circuit 1100 et utilise une charge pyrotechnique pour couper la connexion électrique 1100 entre la source d'alimentation 1104 et la charge 1106 lorsqu'un courant dangereusement élevé circule dans le circuit 1102. Cette coupure est réalisée de la manière décrite ci-dessus par la charge pyrotechnique séparant les contacts dans le contacteur.
- [0115] A la différence des formes de réalisation ci-dessus, le circuit 1100 ne possède pas de déclencheur fusible pyrotechnique actionné par surtension, tel qu'un commutateur à lames souples. Au lieu de cela, les pions d'initiateur pour le fusible (ou dispositif) pyrotechnique sont connectés directement aux bornes à haute tension du contacteur. Au fur et à mesure que les niveaux de courant à travers les contacts fixes du contacteur (à savoir, à travers les bornes à haute tension) augmentent au-dessus d'un seuil ou "courant de déclenchement", une force de lévitation surpasse la force de contact entre les contacts fixe et mobile. Il en résulte une séparation entre les contacts fixe et mobile, et il se produit un arc de lévitation entre les deux. Pendant un arc, la résistance augmente rapidement entre les bornes à haute tension et les contacts mobiles. Il en résulte que le courant passe le long du chemin d'initiateur 1112, du fait qu'il devient le chemin de moindre résistance. La charge pyrotechnique du fusible à activation pyrotechnique 1108 s'allume, en produisant rapidement chaleur et pression. Cela force la plongeur interne du contact à travers le fût et sur le contact mobile, tel que décrit dans les formes de réalisation ci-dessus. Le contact mobile se sépare rapidement du contact fixe, et des aimants d'arc peuvent être inclus pour étirer et refroidir l'arc, tel que décrit ci-dessus.
- [0116] On comprendra que, bien que le fusible / dispositif pyrotechnique soit décrit ci-dessus comme étant connecté directement aux bornes à haute tension, dans d'autres forme de réalisations, des dispositifs et éléments intermédiaires peuvent être inclus. Cela peut inclure, par exemple, différents éléments électroniques ou de détection pouvant être agencés de différentes manières dans ou sur les dispositifs de commutation selon la présente invention. Cela peut également inclure certaines formes de réalisation qui peuvent être disposées sur une carte à circuits imprimés.
- [0117] On comprendra également que différentes formes de réalisation de contacteurs peuvent avoir de multiples mécanismes de déclenchement pyrotechniques. Par

exemple, dans certaines formes de réalisation, il peut être souhaitable d'avoir des éléments de déclenchement actifs ainsi que passifs pour un contacteur. Ils peuvent être agencés soit avec deux circuits de déclenchement sur le même initiateur pyrotechnique et une charge, soit avec deux initiateurs et charges différents. Dans des formes de réalisation multi-initiateurs, le premier initiateur peut être raccordé aux bornes haute tension, tel que décrit ci-dessus, pour une activation par un arc de lévitation. Le deuxième initiateur peut être raccordé aux broches de sortie du contacteur pour le couplage au circuit de déclenchement actif souhaité. Les deux initiateurs et leurs circuits de déclenchement peuvent être électriquement isolés l'un de l'autre.

[0118] La [Fig.18] présente une autre forme de réalisation d'un circuit de commutation pyrotechnique 1200 selon la présente invention, incluant des circuits de déclenchement actifs ainsi que passifs. Comme les circuits ci-dessus, le circuit 1200 comprend un circuit d'alimentation de fonctionnement 1202 qui comprend la source d'alimentation de fonctionnement standard 1204 couplée à une charge de fonctionnement 1206. Des premier et deuxième initiateurs pyrotechniques 1208, 1214 sont disposés dans le circuit 1200 pour couper la connexion électrique entre la source d'alimentation 1204 et la charge 1206 lorsqu'un courant dangereux circule dans le circuit d'alimentation 1202. Dans cette forme de réalisation, l'un des initiateurs 1208 est passif (actionné automatiquement à un courant élevé), tandis que l'autre 1210 peut être actionné manuellement par un signal émanant de l'utilisateur ou du système. Dans d'autres formes de réalisation, deux initiateurs ou plus peuvent être prévus pour avoir des mécanismes redondants pour l'interruption de courants dangereux.

[0119] Un circuit d'activation pyrotechnique externe 1212 peut comprendre des éléments permettant de détecter lorsqu'un courant élevé circule dans le circuit d'alimentation. Dans la forme de réalisation représentée, le circuit 1212 comprend un actionneur / activateur pyrotechnique 1214 tel que décrit ci-dessus, qui est conçu pour changer la condition du fusible 1208 lorsqu'il est activé. Le circuit comprend également un déclencheur fusible pyrotechnique actionné par surtension 1216 qui est disposé à côté du circuit 1202 dans une position qui lui permet de détecter une condition de surtension dans le circuit 1202. Dans la forme de réalisation représentée, le déclencheur 1216 peut comprendre un commutateur à lames souples, mais on comprendra que de nombreux dispositifs alternatifs différents peuvent être utilisés. Le circuit 1212 peut également comprendre une source d'alimentation secondaire 1218 qui peut être couplée à l'actionneur pyrotechnique 1214 lorsque le déclencheur fusible est fermé en réponse à des niveaux de courant élevés.

[0120] Un circuit d'activation passif interne peut être inclus, comprenant l'agencement d'activation d'arc de lévitation des contacts décrits ci-dessus. Tel que décrit ci-dessus, les pions d'initiateur pour le fusible pyrotechnique 1208 sont connectés directement

aux bornes à haute tension du contacteur. Lorsque des courants élevés atteignent le niveau de déclenchement souhaité à travers les contacts, il se produit un arc de lévitation. Cela force le courant à travers le chemin d'initiateur 1220 (par exemple, le chemin de moindre résistance). Le fusible à activation pyrotechnique 1210 s'allume et sépare rapidement le contact mobile des contacts fixes, tel que décrit ci-dessus.

- [0121] De manière similaire aux formes de réalisation décrites ci-dessus, pendant le fonctionnement, les fusibles 1208, 1210 sont fermés, ce qui permet à la source d'alimentation de fonctionnement 1202 d'alimenter la charge 1206. Lorsque des niveaux de courant normaux circulent à travers le circuit 1204, le déclencheur 1216 reste ouvert et la source d'alimentation secondaire 1218 est déconnectée de l'actionneur pyrotechnique 1210. Lorsque des courants supérieurs à un certain niveau (niveaux dangereusement élevés) circulent à travers le circuit 1202, le déclencheur 1216 se ferme en réponse au champ magnétique élevé, ce qui active l'actionneur pyrotechnique 1210, ce qui déconnecte la source d'alimentation de fonctionnement 1204 de la charge 1206.
- [0122] On comprendra qu'il n'y a qu'une seule forme de réalisation d'un agencement d'activation pyrotechnique multiple selon la présente invention. On comprendra que d'autres formes de réalisation peuvent inclure différents types de systèmes d'activation multiples, et d'autres formes de réalisation peuvent inclure plus de deux système d'activation.
- [0123] On comprendra également que les multiples actionneurs pyrotechniques peuvent être disposés de nombreuses manières différentes, dans de nombreux types de contacteurs et fusibles différents. Les Figures 19 à 21 présentent une forme de réalisation d'un fusible 1300 et les Figures 22 et 23 montrent son mécanisme multi-initiateurs 1301 selon la présente invention. Le mécanisme 1301 comprend un premier et un deuxième initiateurs pyrotechniques 1302, 1304, qui ont chacun leur propre charge pyrotechnique. Dans la forme de réalisation représentée, les initiateurs pyrotechniques 1302, 1304 sont disposés sur le dessus du fusible 1300, tous deux sur le dessus d'un fût collecteur 1306. Les initiateurs pyrotechniques 1302, 1304 peuvent être hermétiquement scellés et positionné au centre du fût collecteur 1306. Les forces d'activation (à savoir, chaleur et pression) des charges pyrotechniques dans chacun des initiateurs 1302, 1304 sont dirigées par le fût collecteur afin de forcer un unique plongeur commun 1308 vers le bas. Le mouvement vers le bas du plongeur 1308 provoque la séparation des contacts fixe et mobile dans le fusible 1300 tel que décrit dans les formes de réalisation ci-dessus.
- [0124] Les initiateurs 1302, 1304 peuvent être activés de différentes manières, tel que décrit ci-dessus et dans la forme de réalisation représentée, et sont électriquement isolés les uns des autres. Le premier initiateur 1302 peut être couplé directement aux bornes à haute tension du contacteur et peut être activé par un arc de lévitation des contacts tel

que décrit ci-dessus. Le deuxième initiateur 1304 peut être couplé aux pions de sortie de fusibles 1310, qui peuvent être couplés à un circuit d'activation externe ou d'autres moyens d'activation externes, tel que décrit ci-dessus. Ces connexions électriques peuvent être constituées de nombreux conducteurs différents agencés de nombreuses manières différentes. Dans la forme de réalisation représentée, les connexions peuvent être constituées au moins partiellement le long de traces conductrices sur une carte à circuits imprimés (PCB) 1312.

[0125] Bien que la présente invention ait été décrite en détail en référence à certaines configurations préférées de celle-ci, d'autres versions sont possibles. Des formes de réalisation de la présente invention peuvent comprendre toute combinaison d'éléments compatibles représentés sur les différentes figures, et ces formes de réalisation ne doivent pas être limitées à celles qui sont expressément illustrées et décrites. Par conséquent, l'esprit et le cadre de l'invention ne doivent pas être limités aux versions décrites ci-dessus.

## Revendications

[Revendication 1]

Dispositif de commutation électrique, comprenant :

- un boîtier ;
- des composants internes contenus dans ledit boîtier, lesdits composants internes comprenant un premier contact fixe, un second contact fixe et un contact mobile configurés pour opérer un changement d'état dudit dispositif de commutation d'un état fermé autorisant la circulation du courant à travers ledit dispositif de commutation à un état ouvert qui interrompt la circulation du courant à travers ledit dispositif de commutation,

caractérisé en ce que,

le premier contact fixe et/ou le second contact fixe comprend une première portion et une seconde portion inclinée vis-à-vis de la première portion, et en ce que lorsque le dispositif de commutation électrique est dans un état fermé, la première portion touche le contact mobile et la seconde portion s'étend parallèlement au contact mobile, à une distance suffisante du contact mobile, de sorte que la circulation du courant à travers la seconde portion est parallèle et de direction opposée à la circulation de courant à travers le contact mobile, pour générer une force électromagnétique entre la seconde portion et le contact mobile,

- un élément pyrotechnique configuré pour interagir avec lesdits composants internes pour faire passer ledit dispositif de commutation dudit état fermé audit état ouvert lorsque l'élément pyrotechnique est activé, ledit élément pyrotechnique étant configuré pour se déclencher en réponse à une lévitation entre lesdits contacts à un signal de courant élevé circulant à travers ledit dispositif de commutation.

[Revendication 2]

Dispositif de commutation selon la revendication 1, caractérisé en ce que la lévitation résulte au moins en partie d'une première force électromagnétique résultant d'un courant circulant au niveau d'un contact entre la première partie et le contact mobile et de la force électromagnétique résultant du courant circulant dans la seconde partie et le contact mobile.

[Revendication 3]

Dispositif de commutation selon la revendication 1, caractérisé en ce

que le contact mobile est sensiblement linéaire, selon un axe entre une première extrémité et une seconde extrémité, la seconde partie est inclinée par rapport à la première partie d'environ 90 degrés, et en ce qu'avec le dispositif de commutation à l'état fermé, la première partie entre en contact avec le contact mobile à proximité de la première extrémité ou de la seconde extrémité, la seconde partie s'étendant parallèlement à l'axe.

- [Revendication 4] Dispositif de commutation selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit élément pyrotechnique est raccordé au premier contact fixe et au second contact fixe.
- [Revendication 5] Dispositif de commutation selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit élément pyrotechnique est conçu pour interagir avec le premier contact fixe et le second contact fixe pour passer dudit état fermé audit état ouvert.
- [Revendication 6] Dispositif de commutation selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit élément pyrotechnique est conçu pour interagir avec ledit contact mobile pour passer dudit état fermé audit état ouvert.
- [Revendication 7] Dispositif de commutation selon la revendication 2, caractérisé en ce que le premier contact fixe, le second contact fixe et le contact mobile sont conçus de telle sorte qu'une lévitation provoque la formation d'un arc entre au moins le premier contact fixe et le contact mobile ou le second contact fixe et le contact mobile, ce qui augmente la résistance entre au moins le premier contact fixe et le contact mobile ou le second contact fixe et le contact mobile.
- [Revendication 8] Dispositif de commutation selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite résistance déclenche l'activation de l'élément pyrotechnique.
- [Revendication 9] Dispositif de commutation selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'activation dudit élément pyrotechnique amène ledit dispositif de commutation à passer dudit état fermé audit état ouvert.
- [Revendication 10] Dispositif de commutation électrique comprenant :
- un boîtier ;
  - des composants internes contenus dans ledit boîtier, lesdits composants internes comprenant un premier contact fixe, un second contact fixe et un contact mobile configurés pour opérer un changement d'état dudit dispositif de commutation d'un état fermé autorisant la circulation du courant à travers ledit dispositif de commutation à un état ouvert qui interrompt

la circulation du courant à travers ledit dispositif de commutation;

caractérisé en ce que,

le premier contact fixe et/ou le second contact fixe comprend une première portion et une seconde portion inclinée vis-à-vis de la première portion, et en ce que lorsque le dispositif de commutation électrique est dans un état fermé, la première portion touche le contact mobile et la seconde portion s'étend parallèlement au contact mobile, à une distance suffisante du contact mobile, de sorte que la circulation du courant à travers la seconde portion est parallèle et de direction opposée à la circulation de courant à travers le contact mobile, pour générer une force électromagnétique entre la seconde portion et le contact mobile;

- au moins un dispositif d'activation pyrotechnique configuré pour interagir avec lesdits composants internes pour faire passer ledit dispositif de commutation dudit état fermé audit état ouvert lorsque ledit dispositif pyrotechnique est activé ; et
- des éléments de commutation interne et externe configurés pour activer ledit au moins un dispositif pyrotechnique, ledit élément de commutation interne comprenant une structure de commutateur déclencheur passif configurée pour activer l'un desdits au moins un dispositifs pyrotechniques en réponse à une lévitation entre le contact mobile et au moins le premier contact fixe ou le second contact fixe, et en ce que lesdits éléments de commutation externes activant ledit un desdits au moins un éléments pyrotechniques à partir d'un signal généré à l'extérieur dudit boîtier.

- [Revendication 11] Dispositif de commutation selon la revendication 10, caractérisé en ce que dans lequel ledit élément de commutation interne est interne audit boîtier.
- [Revendication 12] Dispositif de commutation selon la revendication 10, caractérisé en ce que ledit au moins un dispositif pyrotechnique comprend un premier et un deuxième dispositifs pyrotechniques.
- [Revendication 13] Dispositif de commutation selon la revendication 12, caractérisé en ce que ledit premier dispositif pyrotechnique est activé par ladite lévitation

- des contacts, et en ce que ledit deuxième dispositif pyrotechnique est activé par ledit signal généré en externe audit boîtier.
- [Revendication 14] Dispositif de commutation selon la revendication 12, caractérisé en ce que lesdits premier et deuxième dispositifs pyrotechniques agissent sur un seul plongeur.
- [Revendication 15] Dispositif de commutation selon la revendication 10, caractérisé en ce que la lévitation résulte au moins en partie d'une première force électromagnétique résultant d'un courant circulant au niveau d'un contact entre la première partie et le contact mobile et d'une seconde force électromagnétique résultant du courant circulant dans la seconde partie et le contact mobile.
- [Revendication 16] Dispositif de commutation selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'au moins un dispositif pyrotechnique est connecté à un premier contact fixe et à un second contact fixe.
- [Revendication 17] Dispositif de commutation selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'au moins un dispositif pyrotechnique est/sont conçus pour interagir avec au moins un contact mobile, le premier contact fixe ou le second contact fixe pour passer de l'état fermé à l'état ouvert.
- [Revendication 18] Dispositif de commutation selon la revendication 17, caractérisé en ce que ledit au moins un dispositif pyrotechnique est/sont conçus pour interagir avec ledit contact mobile pour passer dudit état fermé audit état ouvert.
- [Revendication 19] Dispositif de commutation électrique, comprenant :
- un boîtier ;
  - un premier contact fixe, un second contact fixe et un contact mobile configurés pour opérer un changement d'état dudit dispositif de commutation d'un état fermé à un état ouvert ;

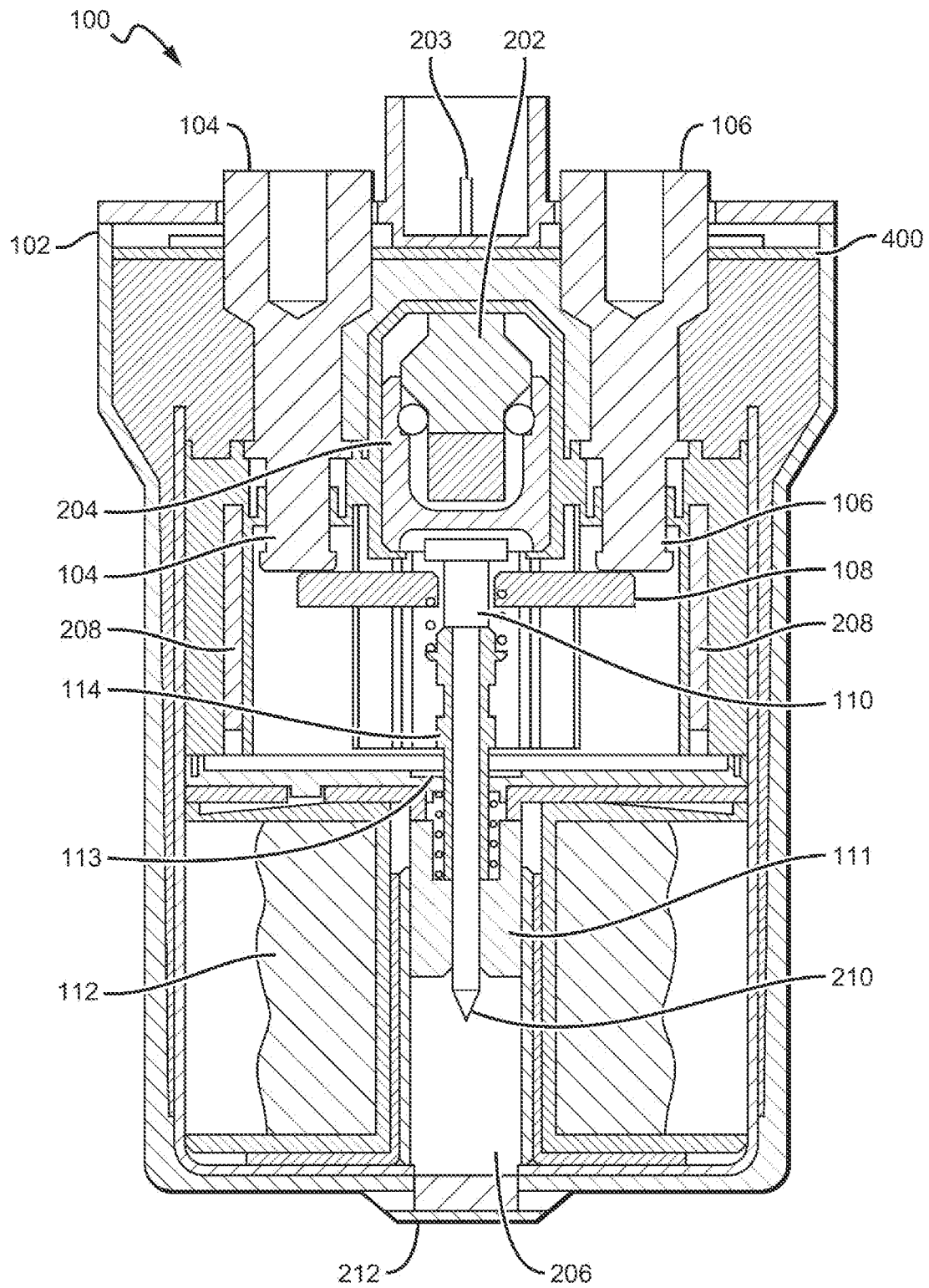
caractérisé en ce que,

le premier contact fixe et/ou le second contact fixe comprend une première portion et une seconde portion inclinée vis-à-vis de la première portion, et en ce que lorsque le dispositif de commutation électrique est dans un état fermé, la première portion touche le contact mobile et la seconde portion s'étend parallèlement au contact mobile, à une distance suffisante du contact mobile, de sorte que la circulation du courant à travers la seconde portion est parallèle et de direction opposée à la circulation de courant à travers le contact mobile, pour générer une force

électromagnétique entre la seconde portion et le contact mobile,

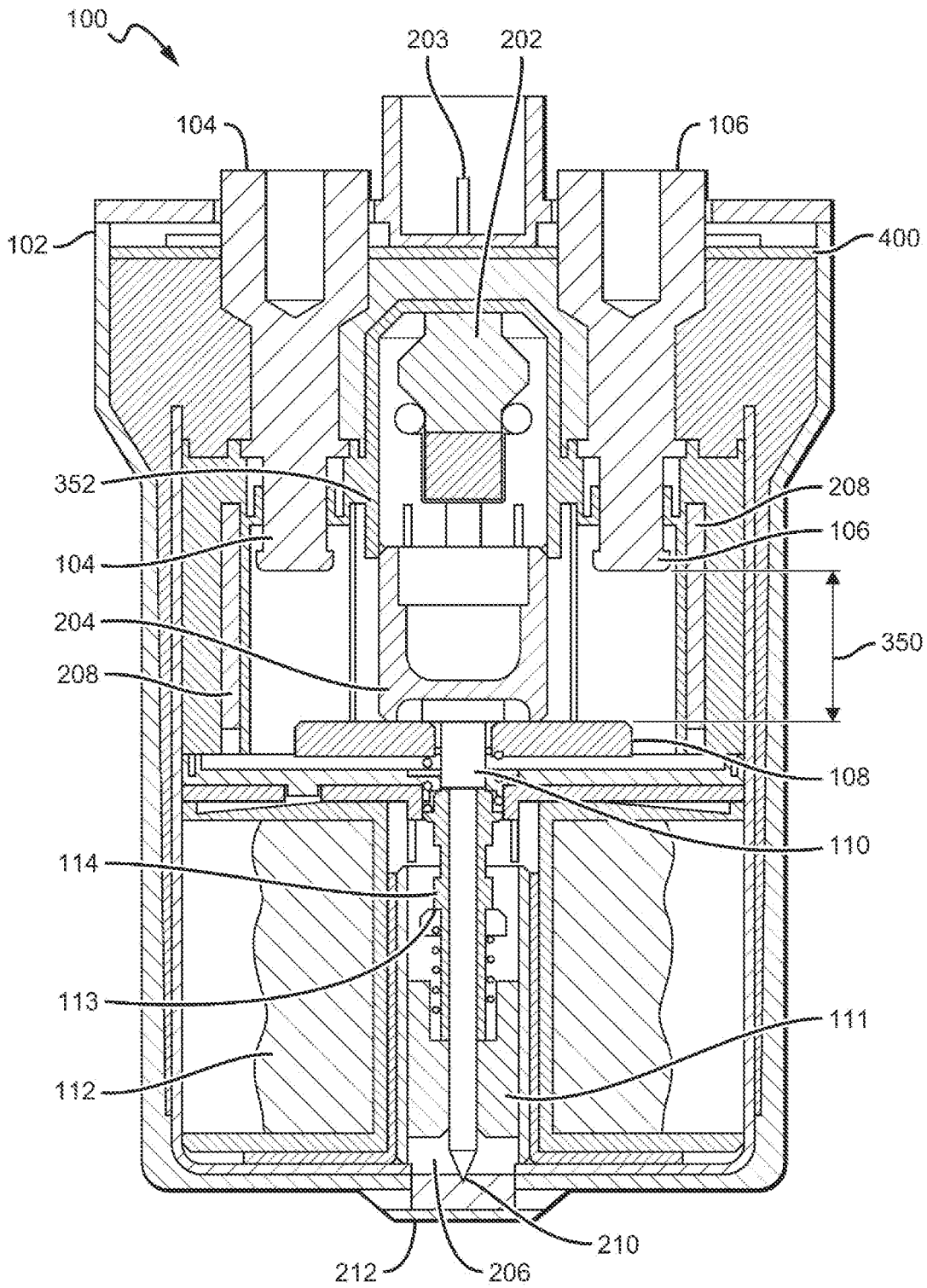
- un élément pyrotechnique raccordé à au moins un premier contact fixe et le second contact fixe et configuré pour interagir avec ledit contact mobile pour faire passer ledit dispositif de commutation dudit état fermé audit état ouvert lorsque ledit élément pyrotechnique est activé, ledit élément pyrotechnique étant configuré pour se déclencher en réponse à une lévitation entre lesdits contacts fixes et mobiles.

[Fig. 1]

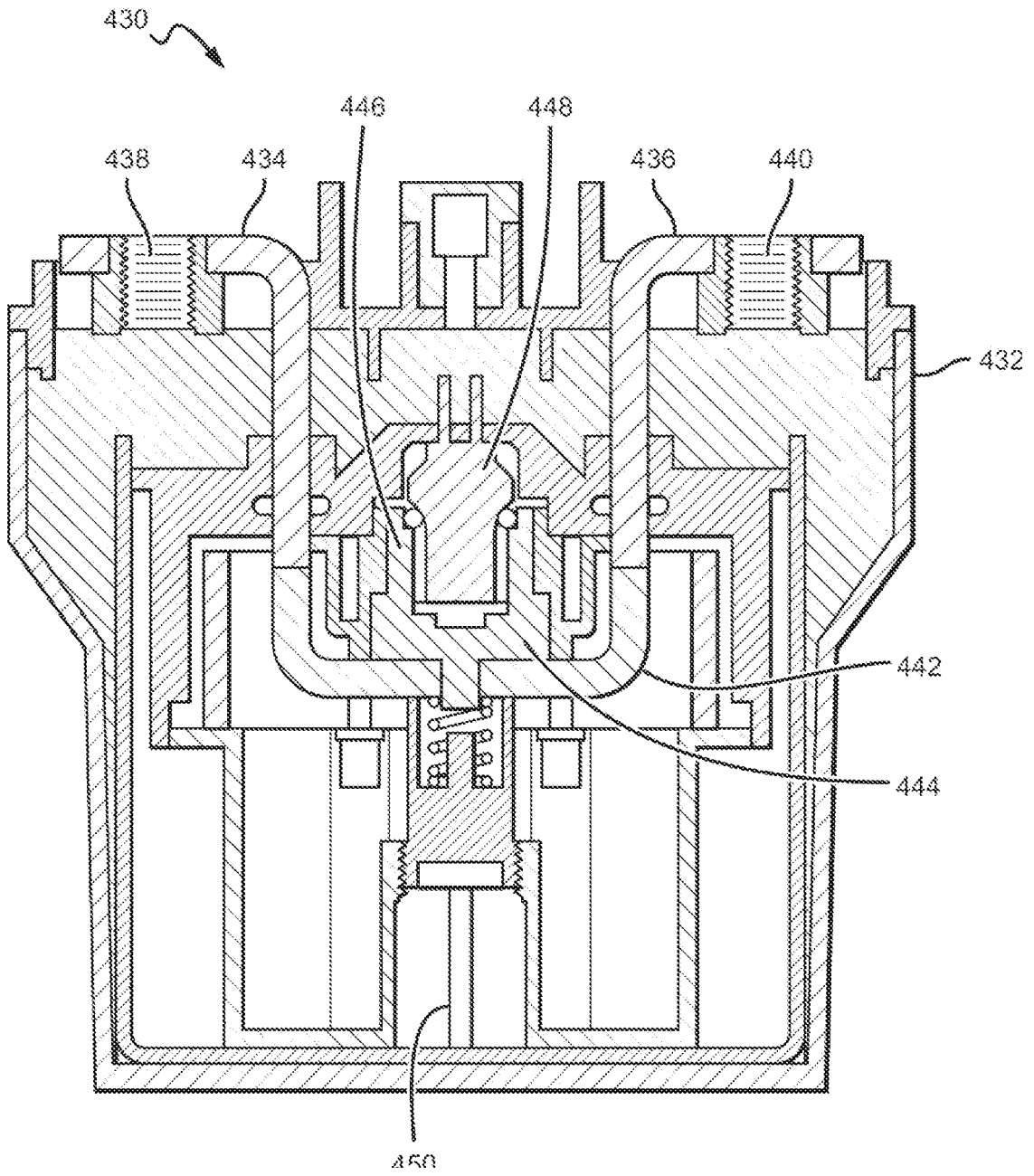




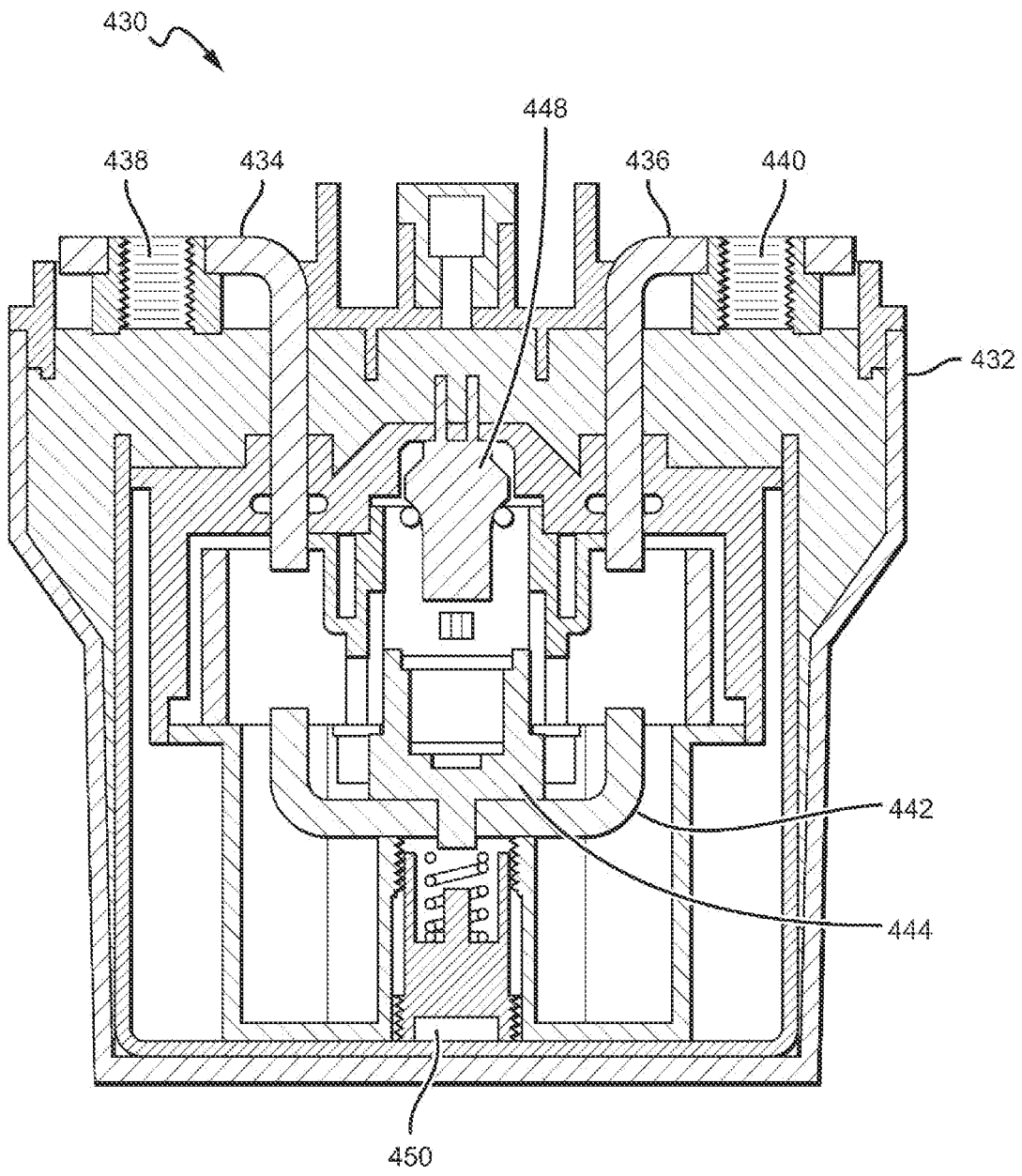
[Fig. 3]



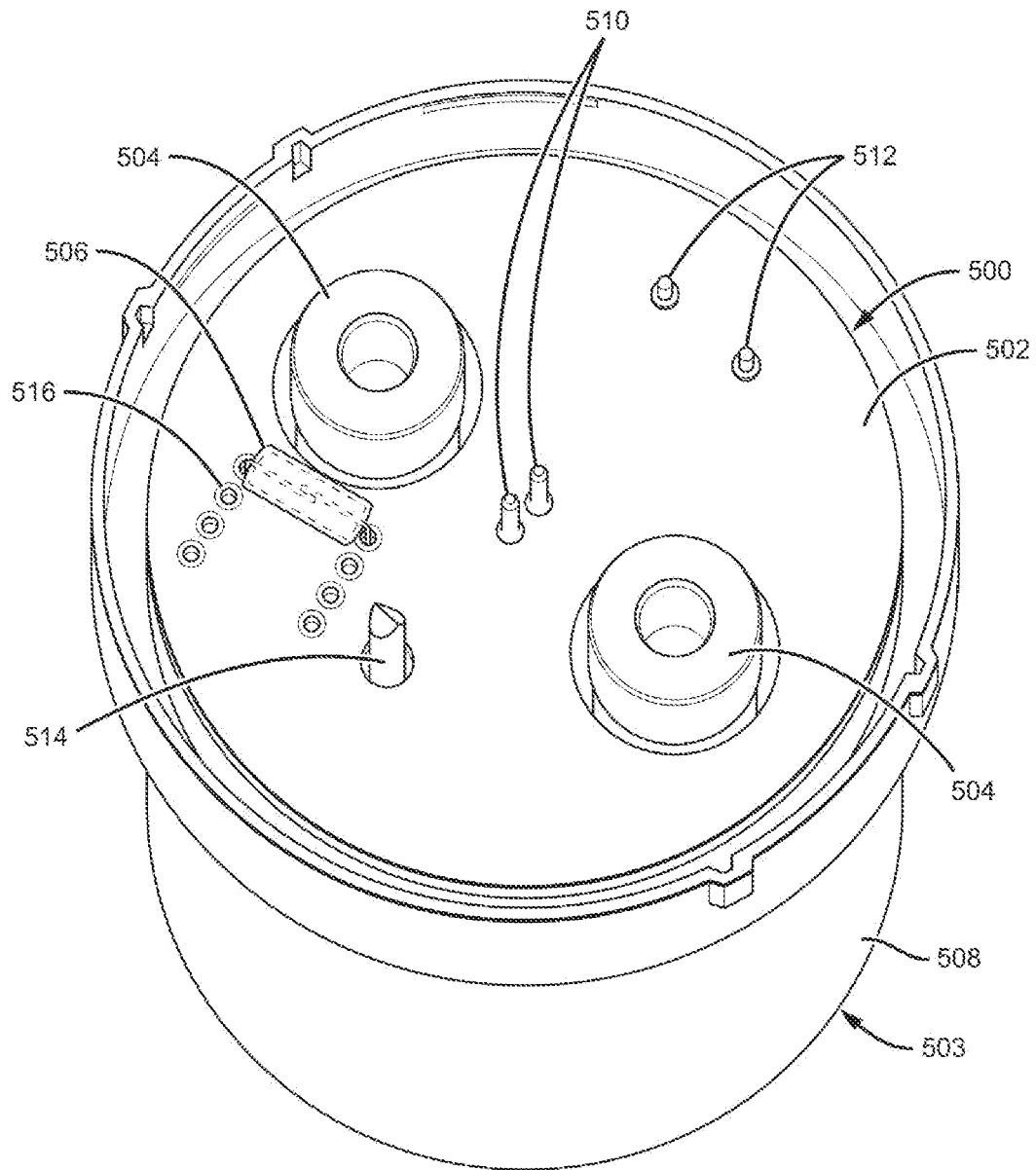
[Fig. 4]



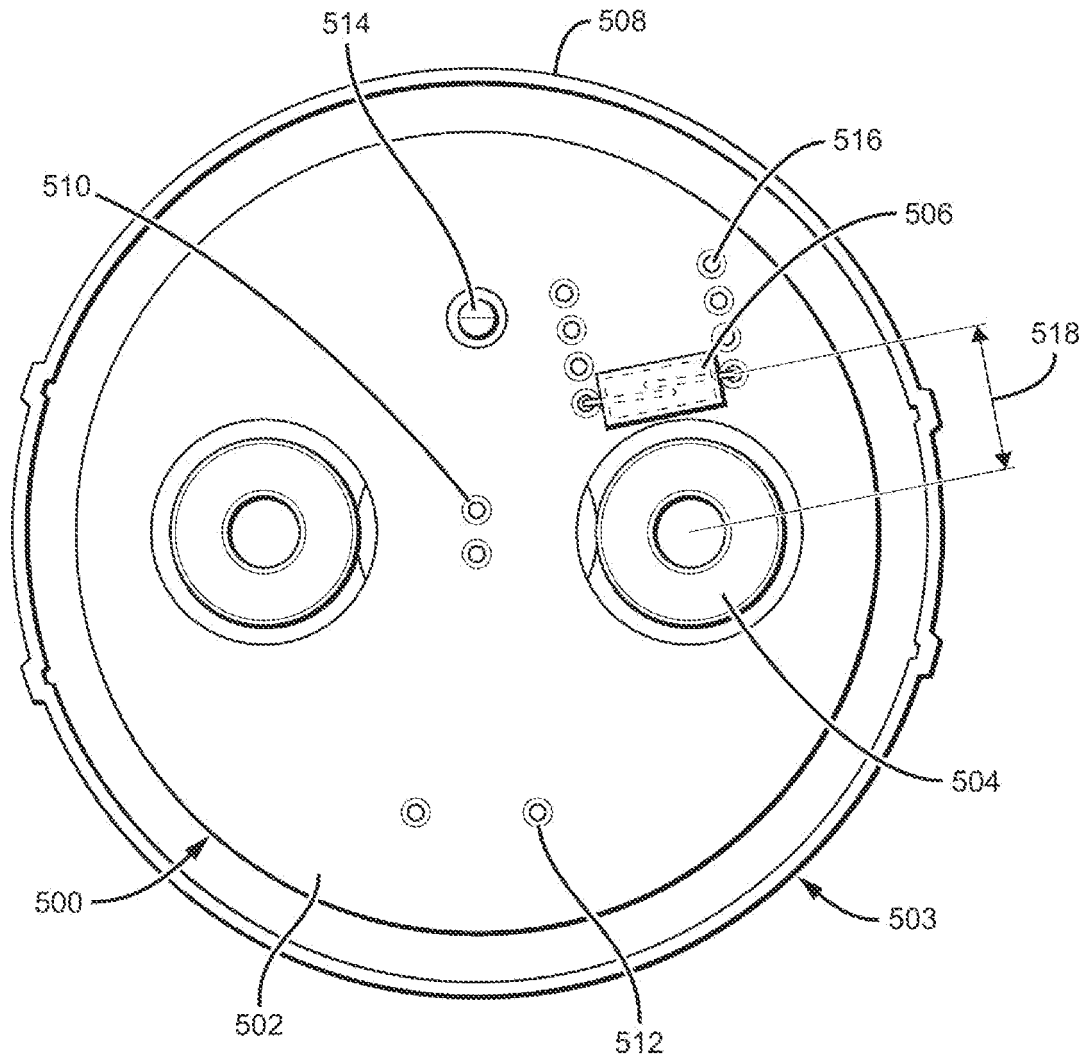
[Fig. 5]



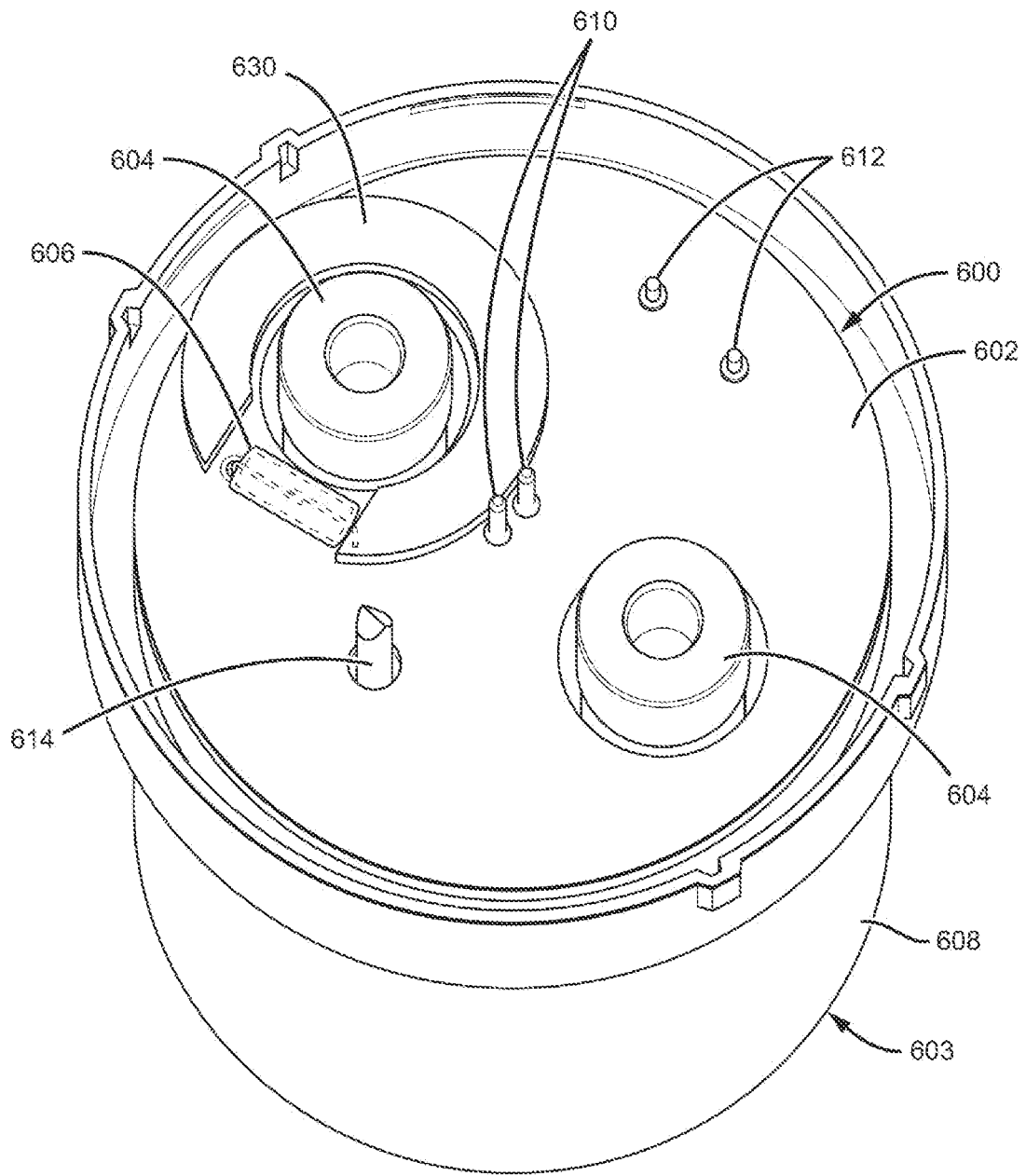
[Fig. 6]



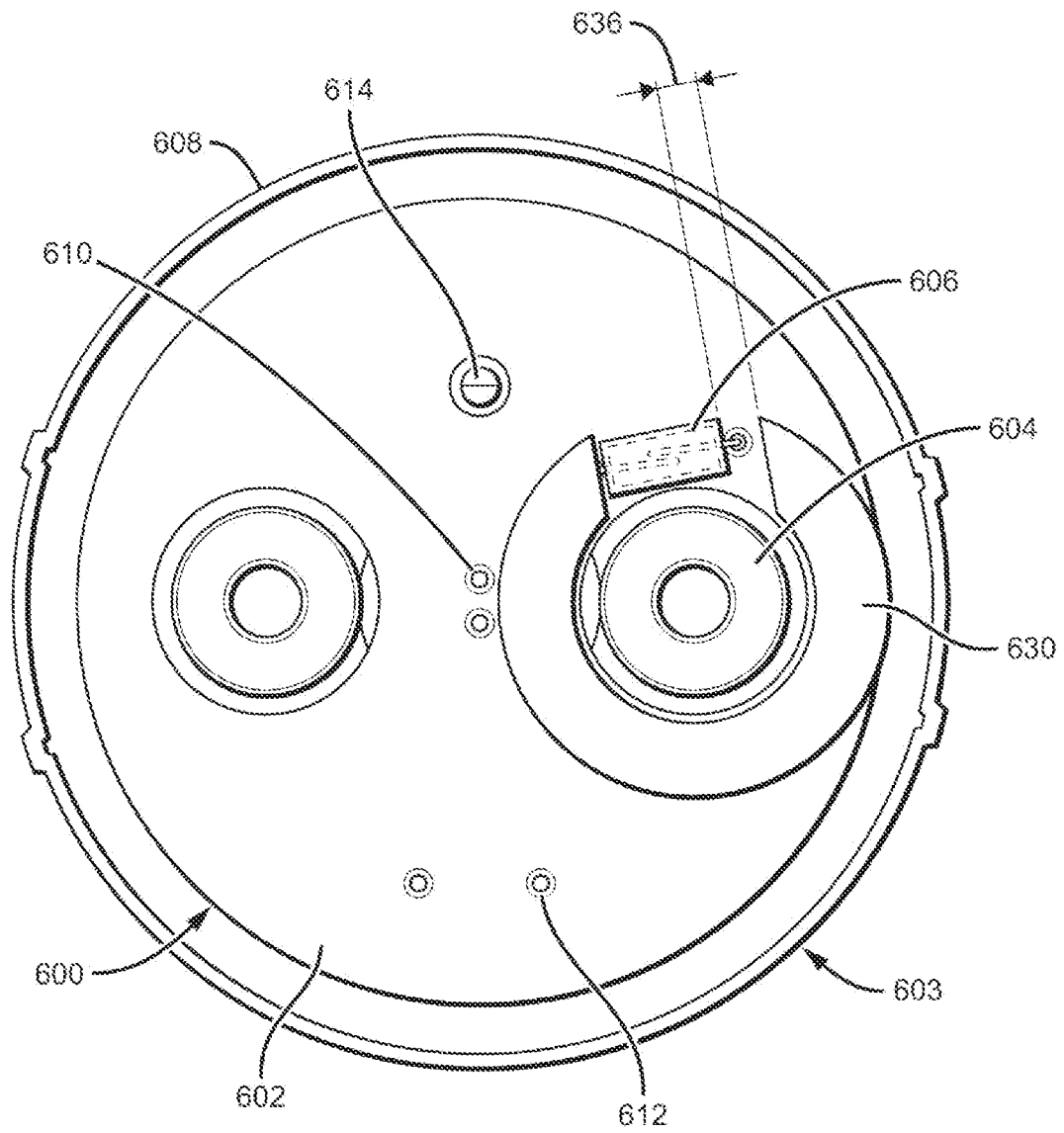
[Fig. 7]



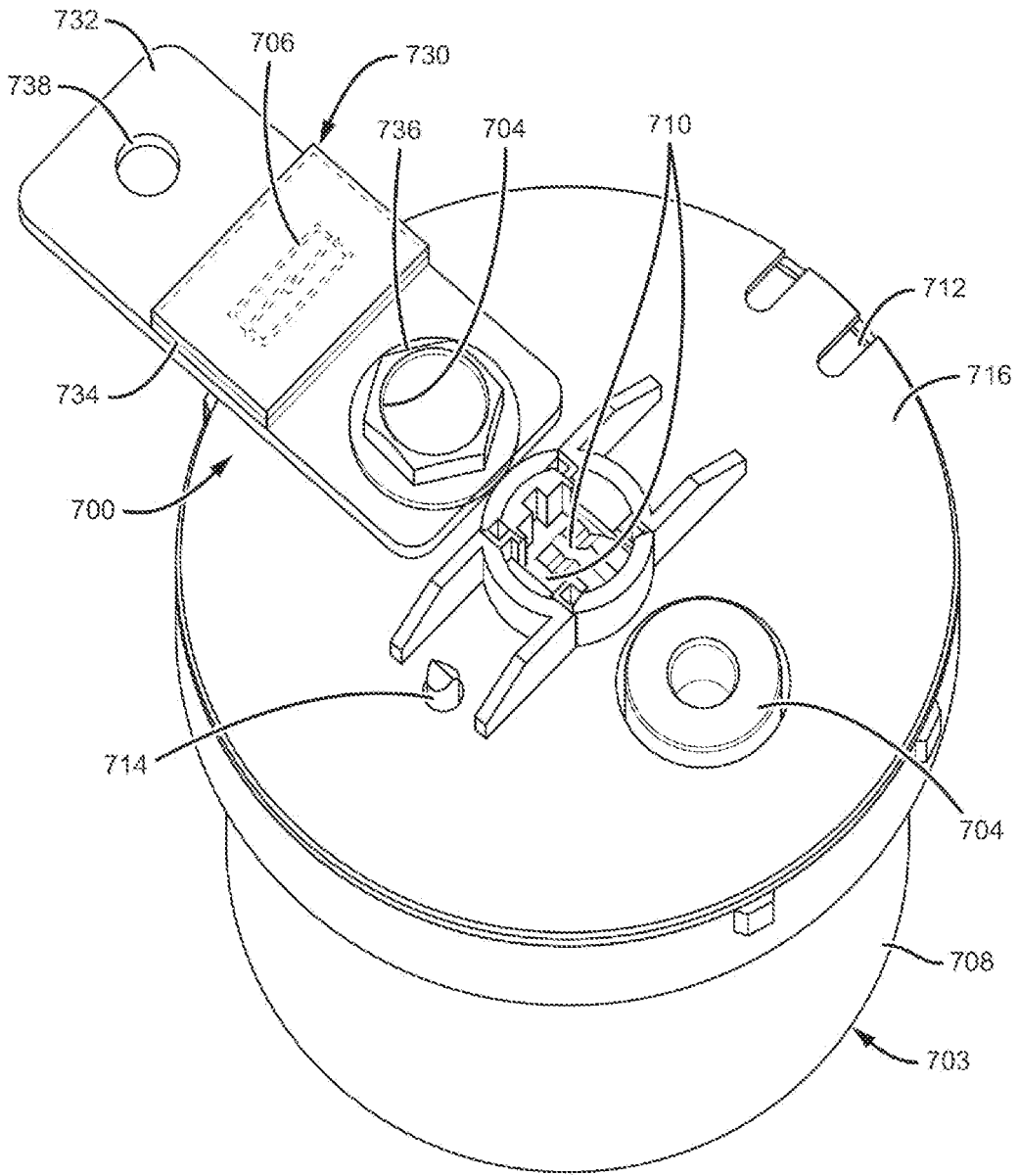
[Fig. 8]

**FIG. 8**

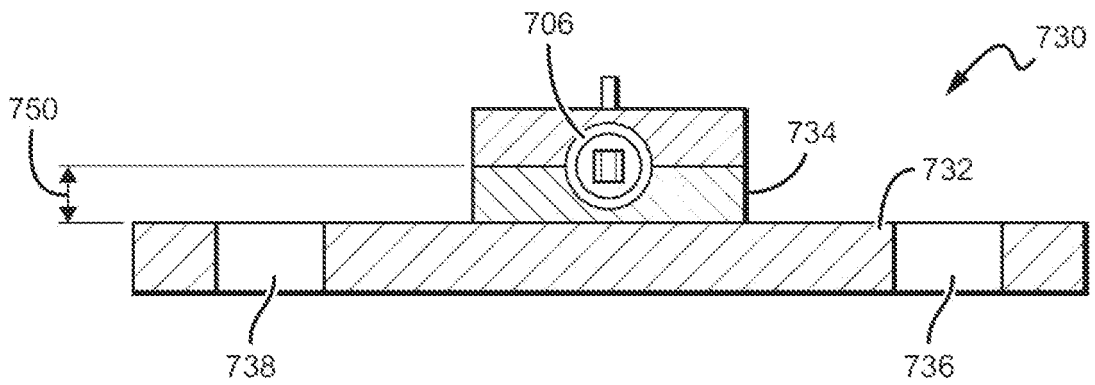
[Fig. 9]



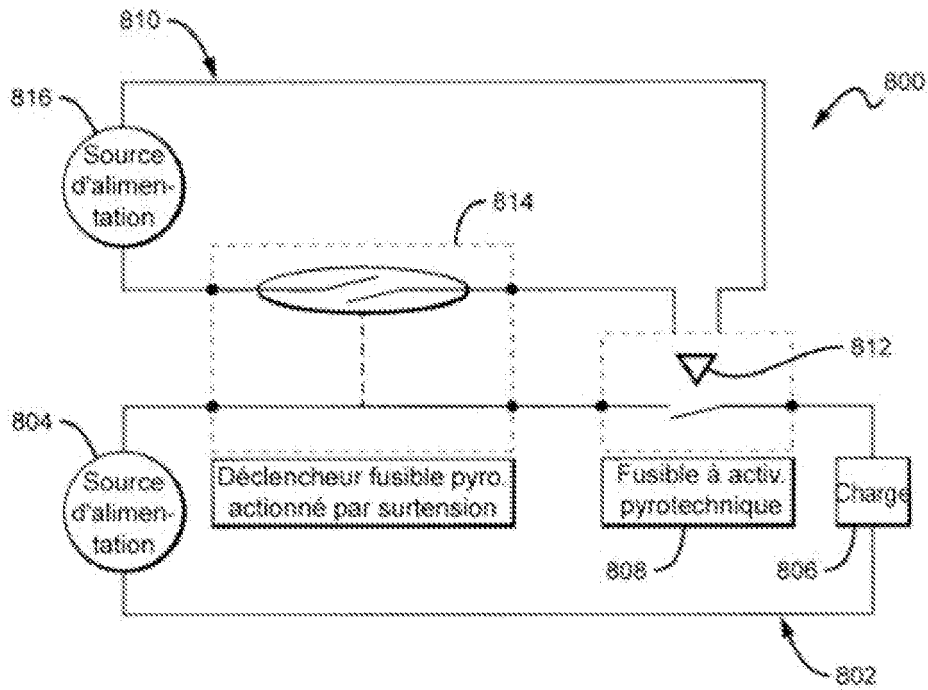
[Fig. 10]



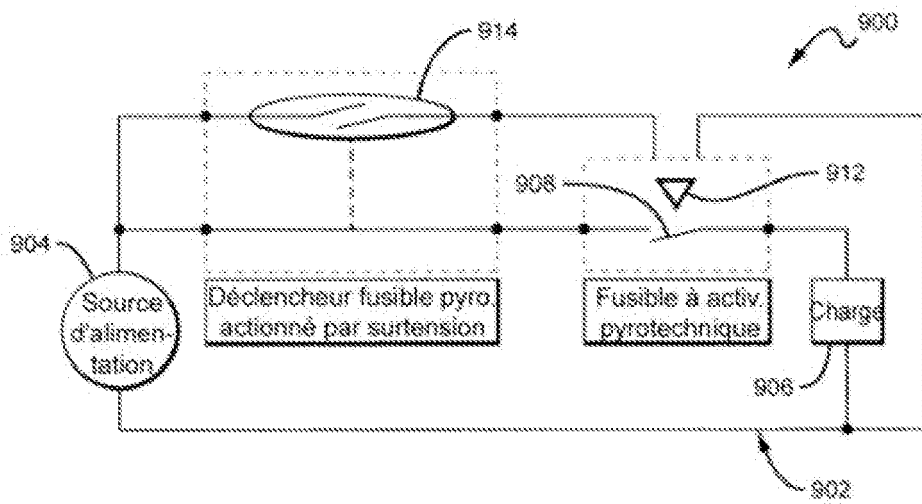
[Fig. 11]



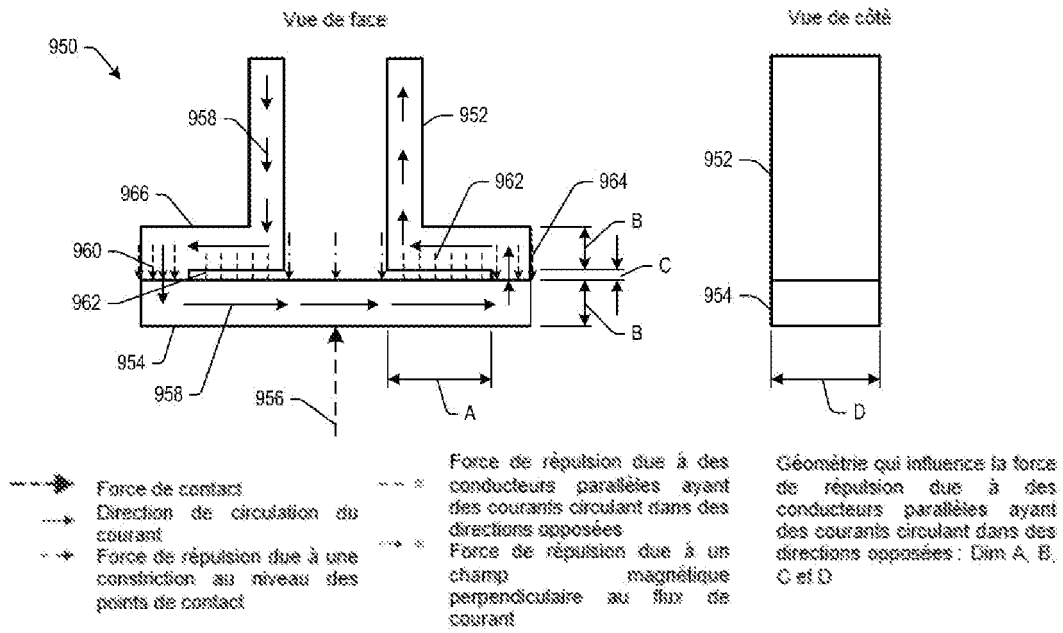
[Fig. 12]



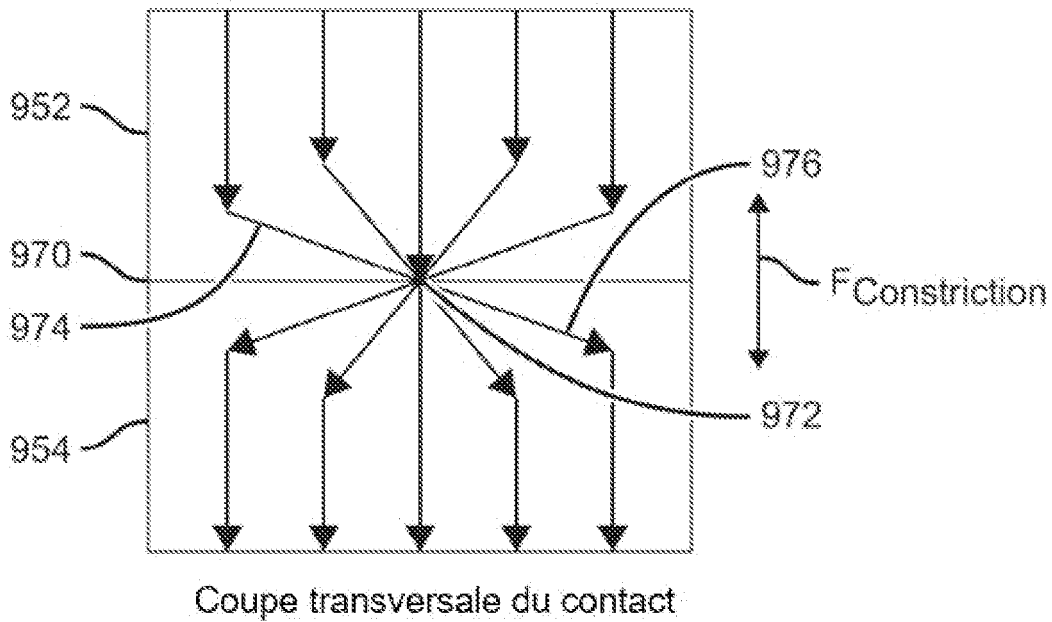
[Fig. 13]



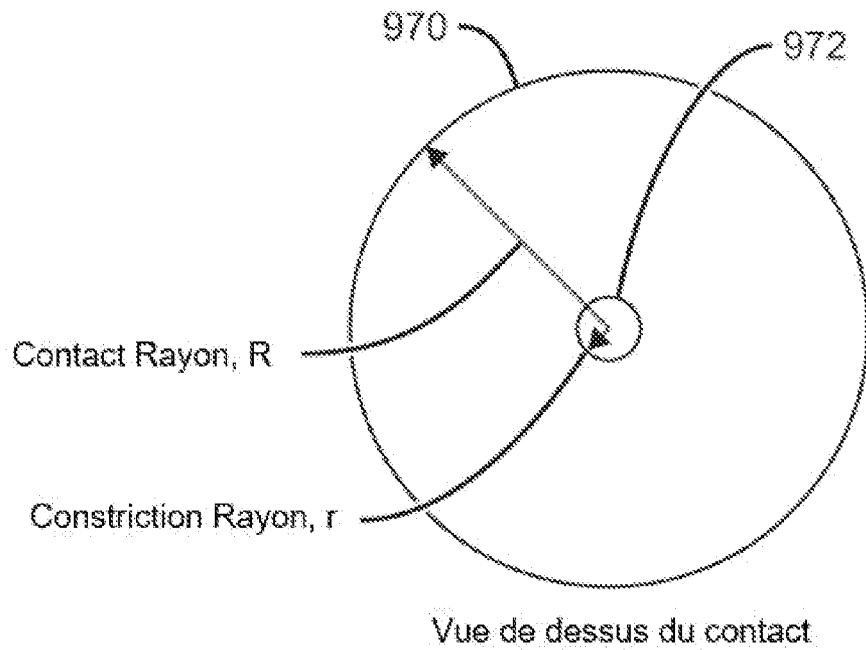
[Fig. 14]



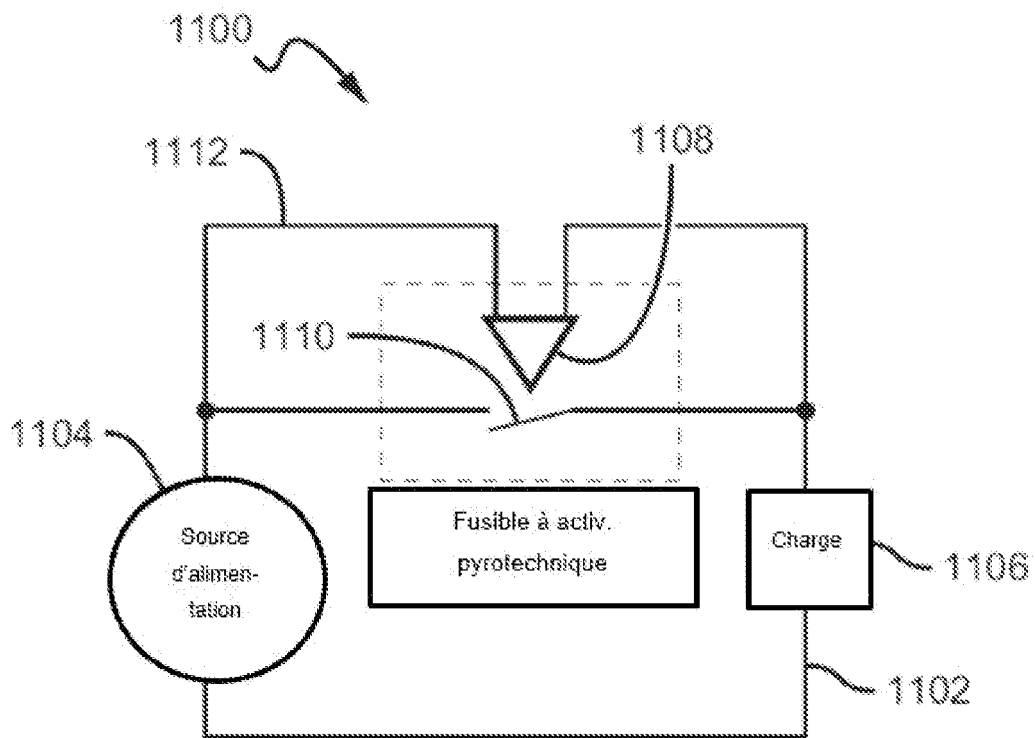
[Fig. 15]



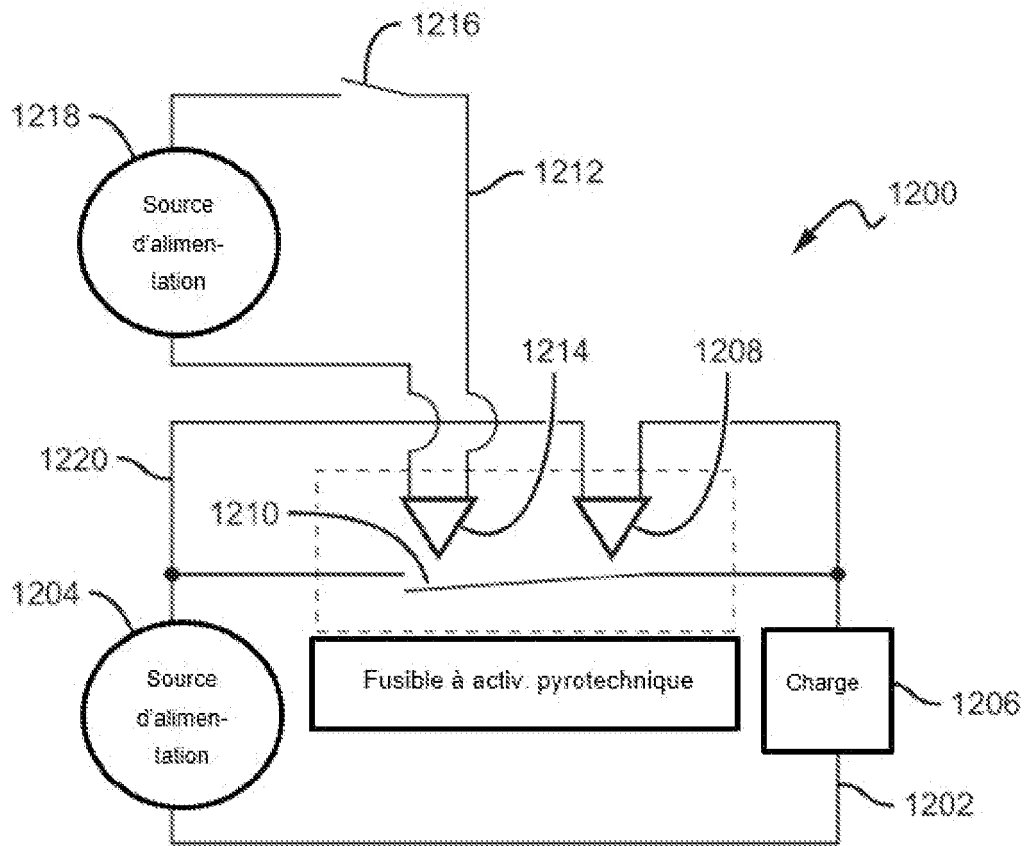
[Fig. 16]



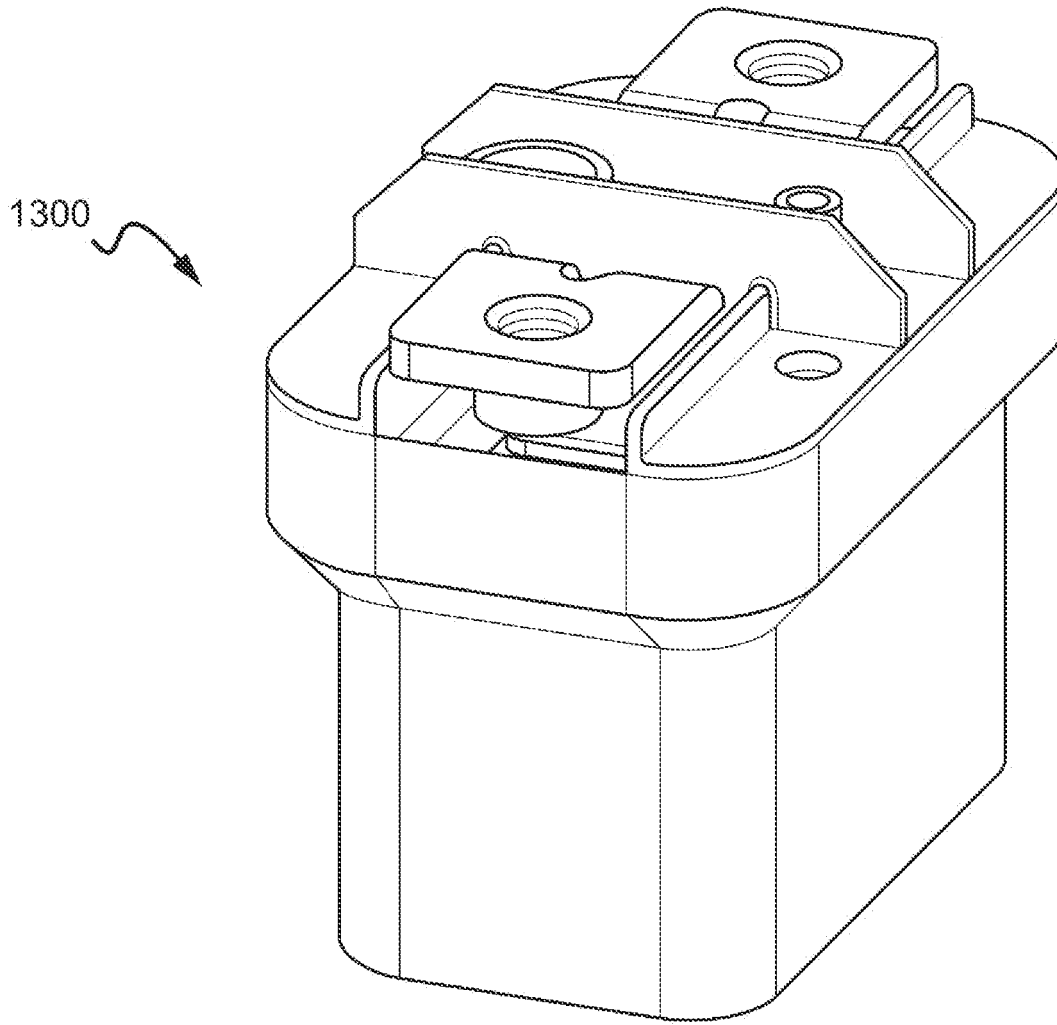
[Fig. 17]



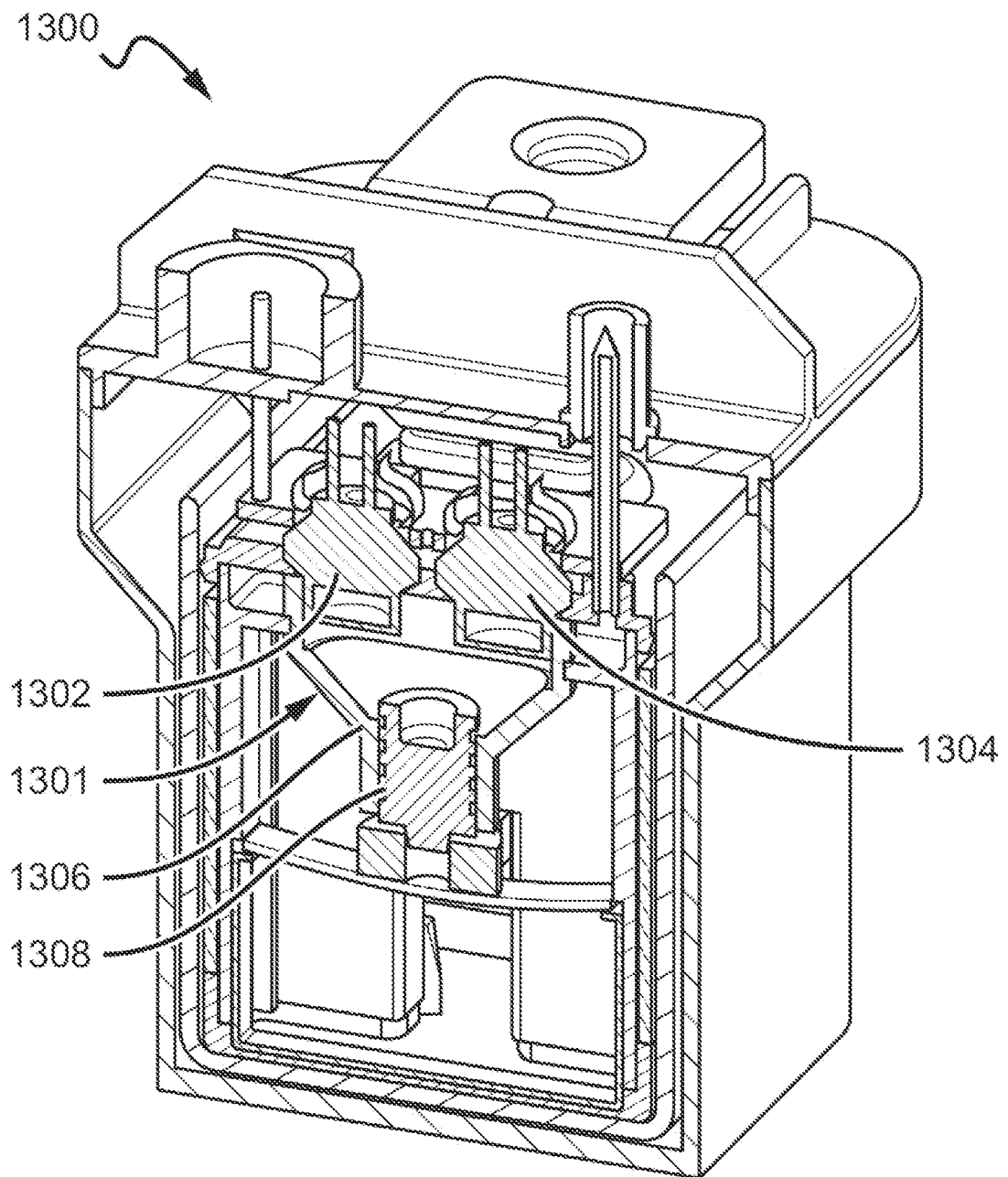
[Fig. 18]



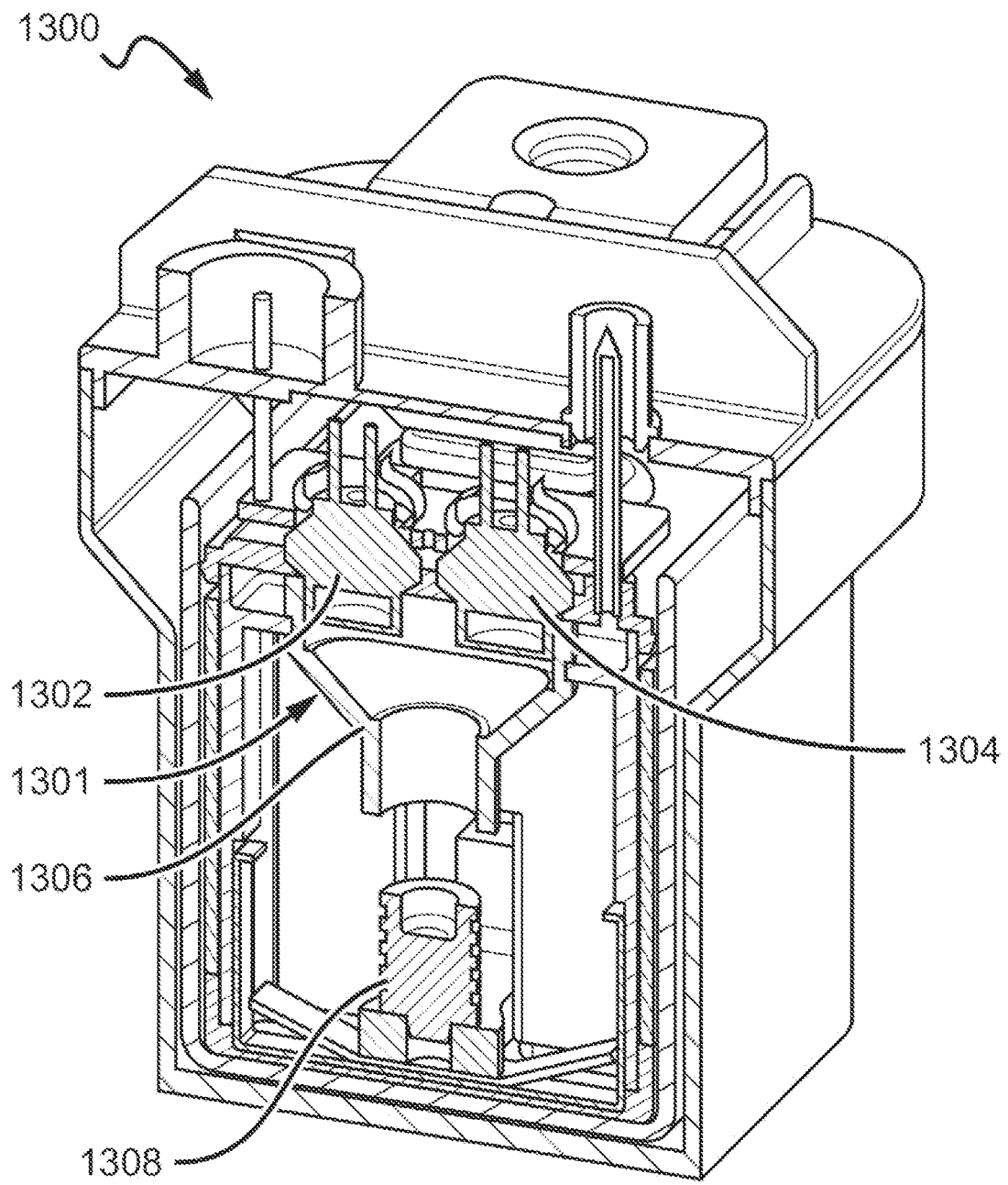
[Fig. 19]



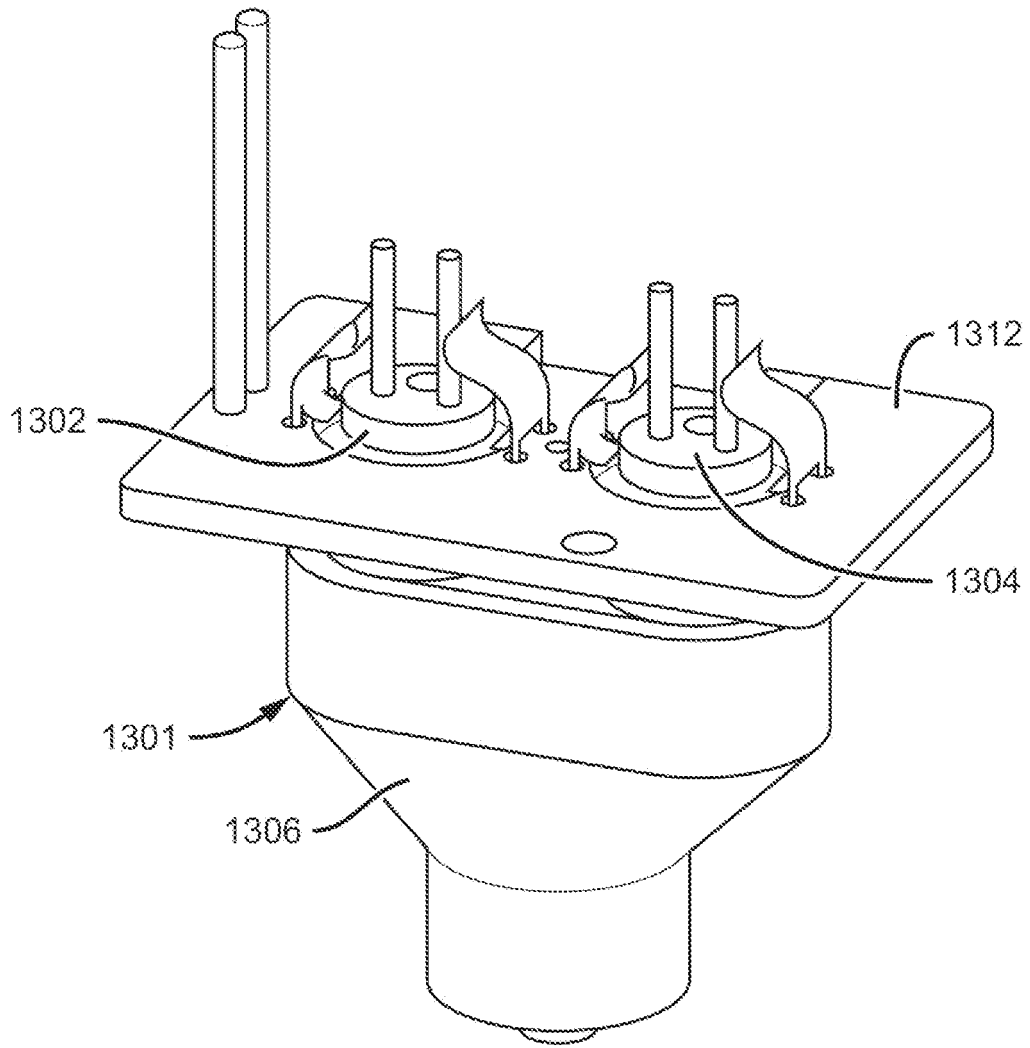
[Fig. 20]



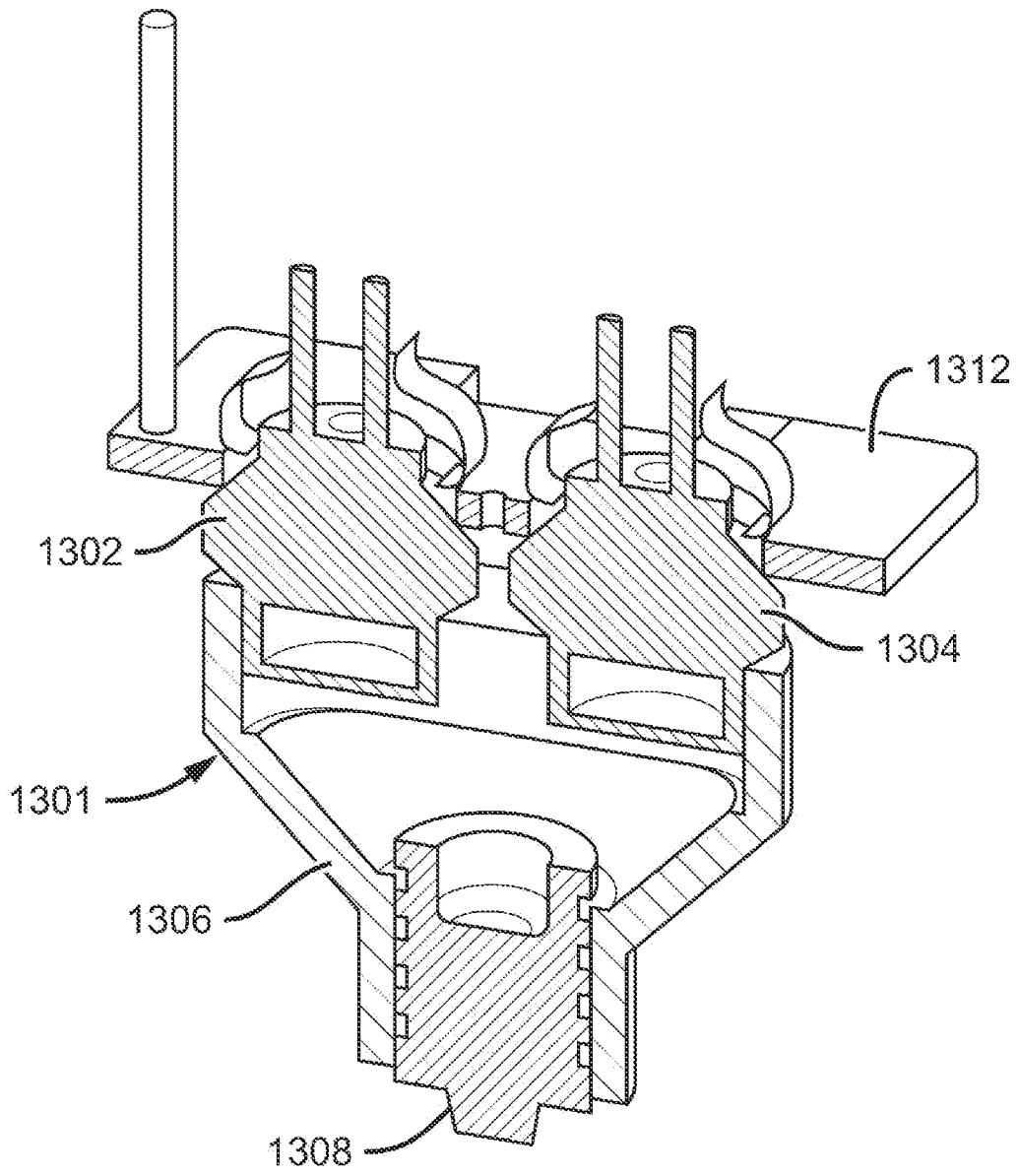
[Fig. 21]



[Fig. 22]



[Fig. 23]



# 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**

DE 10 2017 205833 A1 (CONTINENTAL  
AUTOMOTIVE GMBH [DE])  
11 octobre 2018 (2018-10-11)

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

DE 10 2018 206056 B3 (AUDI AG [DE])  
11 juillet 2019 (2019-07-11)

DE 20 2014 003287 U1 (ELLENBERGER &  
POENSGEN [DE]) 13 mai 2015 (2015-05-13)

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

NEANT