(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 629 577 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
03.11.2010 Bulletin 2010/44

(21) Numéro de dépôt: **04742741.4**

(22) Date de dépôt: **14.05.2004**

(51) Int Cl.:
H01T 2/02 *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2004/001192

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2004/109874 (16.12.2004 Gazette 2004/51)

(54) ECLATEUR, ET NOTAMMENT ECLATEUR A HAUTE TENSION

FUNKENSTRECKE, INSBESONDERE HOCHSPANNUNGSFUNKENSTRECKE

SPARK-GAP DEVICE, PARTICULARLY HIGH-VOLTAGE SPARK-GAP DEVICE

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB

(30) Priorité: **02.06.2003 FR 0306629**

(43) Date de publication de la demande:
01.03.2006 Bulletin 2006/09

(73) Titulaire: **ITHPP**
46500 Thegra (FR)

(72) Inventeurs:
- **FRESCALINE, Laurent**
  F-46120 Aynac (FR)
- **AVRILLAUD, Gilles**
  F-46120 Rueyres (FR)

(74) Mandataire: **Cabinet BARRE LAFORGUE & associés**
95, rue des Amidonniers
31000 Toulouse (FR)

(56) Documents cités:
GB-A- 620 475
US-A- 3 230 410
US-A- 3 450 922

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 1 629 577 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] L'invention concerne, un éclateur et est particulièrement avantageuse dans le cas d'un éclateur à haute tension permettant de transférer une importante quantité de charges électriques.

[0002] Un éclateur est un dispositif du type commutateur à fermeture comprenant deux électrodes distantes, dites électrodes de déchargement, séparées par un diélectrique (gaz, vapeur, vide ...), entre lesquelles se forme un arc électrique lorsque la différence de potentiel entre les électrodes est supérieure à une valeur seuil. Dans un éclateur à haute tension, cette valeur seuil est supérieure à quelques kV, et la tension de fonctionnement de l'éclateur (tension appliquée à l'éclateur, c'est-à-dire la différence de potentiel entre ses électrodes) peut aller jusqu'à 1 MV. Un tel éclateur permet de transférer une quantité de charges électriques allant de quelques centaines de milli-Coulomb à plusieurs centaines de Coulomb, correspondant à un courant électrique traversant l'éclateur d'intensité comprise entre 1 kA et 1 MA.

[0003] Associé à un générateur de courant, et notamment à un condensateur apte à accumuler les quantités de charges électriques susmentionnées, un tel éclateur à haute tension est notamment utilisé pour alimenter de façon séquentielle un banc de test de matériaux sous haute pression ou tout autre dispositif, dit charge. Chaque opération de déchargement du condensateur et de transfert à la charge, par l'éclateur, des charges électriques initialement accumulées dans le condensateur, est appelée un tir.

[0004] Parmi les éclateurs connus, l'un des plus performants est un éclateur à gaz qui comprend deux électrodes de déchargement cylindriques creuses, symétriques de révolution, qui présentent chacune un rayon interne de l'ordre de 8 cm, un rayon externe de l'ordre de 10 cm et une longueur de l'ordre de 20 cm. Les deux électrodes cylindriques sont alignées "bout à bout", c'est-à-dire agencées de sorte que leurs axes de symétrie coïncident et qu'elles présentent des extrémités axiales, dites extrémités de fermeture, distantes de 8 mm environ et en regard selon la direction axiale (direction des axes de symétrie). C'est entre ces extrémités axiales de fermeture, dont les faces extrêmes annulaires en regard sont sensiblement planes (dans des plans transversaux), que se forme l'arc électrique. Les extrémités axiales opposées des électrodes, dites extrémités de connexion, sont reliées chacune à un connecteur en vue de l'intégration de l'éclateur dans un circuit électrique. En particulier, l'un des connecteurs peut servir au branchement d'un générateur de courant (condensateur) et l'autre au branchement d'une charge.

[0005] Un tir est déclenché par une troisième électrode, dite électrode de déclenchement, qui permet d'initier la formation d'un arc électrique entre les deux électrodes de déchargement. Lors d'un tir, les charges électriques, que transmet le générateur de courant à l'électrode de déchargement auquel il est relié, se propagent depuis l'extrémité de connexion de l'électrode vers son extrémité de fermeture selon la direction axiale, puis sont déviées, au moyen de fentes inclinées ménagées dans l'extrémité de fermeture de l'électrode, de façon à se déplacer dans une direction comprenant une composante tangentielle (suivant le pourtour circulaire de l'électrode dans un plan transversal). Les charges électriques traversent ensuite l'espace entre les électrodes selon la direction axiale, formant un arc électrique axial, puis sont de nouveau déviées tangentiellement dans l'extrémité de fermeture de l'autre électrode de déchargement, au moyen de fentes inclinées (en sens contraire), pour retrouver ensuite une propagation sensiblement axiale vers l'extrémité de connexion de l'électrode.

[0006] Ce déplacement tangentiel des charges électriques dans les extrémités de fermeture des électrodes de déchargement induit un champ magnétique radial, qui déplace l'arc électrique de façon circulaire le long des faces annulaires desdites extrémités de fermeture. Selon la quantité de charges transférée, l'arc électrique peut effectuer plusieurs tours (usuellement deux tours). On constate que la vitesse de l'arc au deuxième tour est supérieure à sa vitesse au premier tour en dépit d'une intensité de courant plus faible.

[0007] Malgré ce déplacement, pour une quantité de charges conduites supérieure à 140 C, l'arc électrique génère une usure importante et rapide des extrémités de fermeture des électrodes par érosion, obligeant à prévoir des extrémités de fermeture en un alliage spécial de cuivre et de tungstène. Cet alliage, particulièrement onéreux, grève le coût de revient de l'éclateur. Ce n'est qu'à ce prix que l'éclateur connu sus-cité peut aujourd'hui prétendre à une durée de vie de 18000 tirs.

[0008] On connaît également du document US 3,450,922 un éclateur sous vide, comportant deux électrodes parallèles en forme de plateaux cylindriques, montées fixes et distantes l'une de l'autre, chaque électrode étant reliée par sa tige de connexion respective à un circuit électrique. Une troisième électrode de déclenchement gainée de céramique isolante traverse l'un des plateaux et affleure la surface de celui-ci en un point écarté de l'axe du plateau. Lors d'un tir, l'arc électrique déclenché au droit de la troisième électrode en est écarté sous l'effet d'un champ magnétique généré par le courant d'arc. Cependant, un tel éclateur est complexe à réaliser du fait de l'alignement et de l'étanchéité nécessaires de la troisième électrode au travers de l'enveloppe et du plateau de l'électrode de déchargement. En outre il exige des matériaux particuliers et couteux, ne dégageant pas de gaz lors des sollicitations de tir, afin de ne pas réduire la durée de vie du vide intérieur.

[0009] L'invention vise à pallier ces inconvénients en proposant un éclateur simple et peu coûteux, ayant des performances similaires ou supérieures aux éclateurs connus.

[0010] En particulier, l'invention vise à fournir un éclateur à haute tension, pouvant fonctionner à des tensions similaires ou supérieures aux tensions usuelles de fonc-

tionnement de l'éclateur connu sus-cité, pouvant commuter des courants d'intensité similaire ou supérieure aux courants commutés par l'éclateur connu sus-cité, ayant une durée de vie similaire ou supérieure à celle de l'éclateur connu sus-cité, pour un taux d'échec et de déclenchement indésirable négligeable, et un coût de revient inférieur aux éclateurs connus (et notamment à l'éclateur connu sus-cité).

[0011] L'invention concerne un éclateur comprenant :

- deux électrodes de déchargement rigides, montées fixes et distantes l'une de l'autre, et
- au moins deux connecteurs, chaque électrode étant reliée à l'un des connecteurs en vue de la connexion desdites électrodes à un circuit électrique comprenant un générateur de courant,

dans lequel :

- chaque électrode de déchargement présente une portion conductrice allongée, dite portion active, présentant une extrémité longitudinale, dite extrémité longitudinale de connexion, reliée au connecteur, et une extrémité longitudinale opposée dite extrémité aval,
- des moyens de déclenchement sont adaptés pour initier la formation d'un arc électrique entre les portions actives des électrodes, dans une zone, dite zone de déclenchement d'arc électrique,
- les portions actives des électrodes de déchargement sont agencées pour pouvoir canaliser un courant électrique et pour pouvoir former une portée allongée de déplacement de l'arc électrique sous l'effet d'un champ magnétique induit par ledit courant,
- au moins une électrode de déchargement présente au moins une autre portion conductrice, dite portion passive, électriquement reliée au connecteur et/ou à la portion active, ladite portion passive présentant une surface, dite surface utile, définie comme la partie de surface de la portion passive qui s'étend en vis-à-vis de l'autre électrode, ayant un rayon de courbure minimal qui est supérieur à un rayon seuil en dessous duquel l'intensité du champ électrique entre les électrodes de déchargement est supérieure à une valeur minimale d'auto-amorçage dans des conditions normales d'utilisation de l'éclateur, ladite portion passive étant adaptée pour empêcher toute formation spontanée intempestive d'un arc électrique (dite auto-amorçage) dans lesdites conditions normales d'utilisation de l'éclateur.

[0012] A noter que le terme "allongée", employé pour qualifier la portion active des électrodes de déchargement selon l'invention, signifie que ladite portion active s'étend principalement selon une ligne, dite ligne directrice. En d'autres termes, elle présente une dimension selon cette ligne directrice, dite longueur, bien supérieure à ses autres dimensions. Ladite ligne directrice peut être droite ou courbe. Par ailleurs, les termes "direction transversale" de la portion active en un point désignent une direction orthogonale, en ce point, à la ligne directrice (c'est-à-dire orthogonale à une direction tangente à ladite ligne) de la portion active ; et on entend par "plan transversal" en un point, un plan orthogonal en ce point à la ligne directrice de la portion active. De même, la section transversale de la portion active en un point est la section de ladite portion dans le plan transversal passant par ce point.

[0013] Selon l'invention, chaque électrode de déchargement de l'éclateur comprend donc une portion active allongée. De par leur forme et leur agencement relatif, les portions actives des deux électrodes sont adaptées pour, lorsqu'un courant est établi, canaliser le courant et induire entre elles un champ magnétique qui déplace l'arc électrique le long desdites portions. Les portions actives réalisent une portée allongée de déplacement de l'arc, qui est avantageusement exempte de fentes.

[0014] Par ailleurs, au moins une électrode de déchargement selon l'invention comprend également au moins une portion passive, spécifiquement prévue pour éviter toute fermeture de l'éclateur par claquage spontané et intempestif dans des conditions normales d'utilisation de l'éclateur, et dont la forme et l'agencement sont adaptés pour remplir cette fonction. Chaque portion passive est notamment conçue et agencée de façon à réduire l'intensité du champ électrique entre les deux électrodes de déchargement.

[0015] La présence de la (des) portion(s) passive(s) selon l'invention permet de choisir et d'ajuster la forme des portions actives de façon à augmenter les performances de l'éclateur. En particulier, elle permet de choisir et d'ajuster la forme des portions actives de façon à limiter les risques d'érosion desdites portions par l'arc. Cette forme est notamment choisie de façon à obtenir (lorsqu'un arc est formé) une densité de courant élevée le long desdites portions actives, qui induit un champ magnétique plus fort conférant à l'arc une vitesse de déplacement plus importante. Un déplacement rapide de l'arc limite en effet les risques d'érosion des portions actives.

[0016] A noter que les termes "conditions d'utilisation de l'éclateur" employés ci-dessus désignent l'ensemble des paramètres extérieurs d'utilisation ayant une influence sur le bon fonctionnement de l'éclateur. Parmi ces paramètres d'utilisation, on peut citer la tension appliquée à l'éclateur et la pression du gaz (ou vapeur) contenu dans l'éclateur, lequel gaz isole électriquement les électrodes l'une de l'autre en l'absence d'arc électrique. Ces conditions sont dites "normales" lorsque les valeurs prises par ces paramètres entrent dans des plages usuelles prédéfinies d'utilisation de l'éclateur, pour lesquelles l'éclateur à été spécifiquement conçu. En particulier, dans des conditions normales d'utilisation, la tension appliquée à l'éclateur doit être comprise dans une plage de fonctionnement donnée, et doit notamment être inférieure à une valeur maximale de fonctionnement, qui peut

être de 1 kV à 1 MV selon l'éclateur et selon son utilisation. En dehors de ces conditions normales d'utilisation, et notamment si une tension supérieure à une tension maximale de fonctionnement prévue est appliquée à l'éclateur, un claquage de l'éclateur n'est pas exclu en dépit de la présence de la (des) portion(s) passive(s) selon l'invention. A noter que, si un tel claquage survient, l'arc électrique formé apparaîtra également entre les portions actives des électrodes.

[0017] Selon les conditions normales d'utilisation de l'éclateur, les deux électrodes de déchargement ou l'une seulement de celles-ci possède(nt) une portion passive.

[0018] Dans toute la suite, les termes "amont" et "aval" sont utilisés, pour chacune des électrodes de déchargement, en référence à la ligne directrice de la portion active de l'électrode et au sens de déplacement de l'arc électrique le long de cette portion active.

[0019] Avantageusement et selon l'invention, les portions active et passive d'au moins une des électrodes de déchargement sont séparées au moins sur une fraction de la longueur de la portion active en aval de la zone de déclenchement d'arc électrique. Cette caractéristique facilite la canalisation des charges électriques dans la portion active lorsqu'un courant est établi. Dans une première version de l'invention, les portions active et passive sont distantes sur cette fraction de longueur et uniquement séparées par le gaz présent à l'intérieur de l'éclateur. Dans une deuxième version, un élément solide isolant (en matière synthétique par exemple) s'étend entre lesdites portions active et passive sur cette fraction de longueur.

[0020] Avantageusement et selon l'invention, l'éclateur comprend un dispositif de déclenchement, tel qu'une électrode de déclenchement, apte à initier la formation d'un arc électrique dans la zone de déclenchement d'arc électrique.

[0021] En variante, la formation volontaire d'un arc électrique est déclenchée soit en appliquant à l'éclateur une tension supérieure à une tension minimale d'auto-amorçage, soit en modifiant la pression du gaz contenu dans l'éclateur, en vue de provoquer un auto-amorçage de l'éclateur. Dans cette variante, la forme et l'agencement des portions actives des électrodes de déchargement sont -adaptés pour que l'arc électrique formé par auto-amorçage se forme dans la zone de déclenchement d'arc électrique.

[0022] Avantageusement et selon l'invention, la portion active d'au moins une des électrodes de déchargement présente une ligne directrice, dite direction longitudinale, sensiblement droite au moins en aval de la zone de déclenchement d'arc électrique. En variante ou en combinaison, la portion active d'au moins une des électrodes de déchargement présente une ligne directrice courbe.

[0023] Dans une version préférée de l'invention, les portions actives des électrodes de déchargement s'étendent sensiblement en regard l'une de l'autre, au moins en aval de la zone de déclenchement d'arc électrique, étant précisé que l'on entend par là que tout plan transversal (en aval de la zone de déclenchement) de la portion active d'au moins une des électrodes coupe la portion active de l'autre électrode. La direction transversale selon laquelle les portions actives sont en regard est dite direction de déchargement, compte tenu de ce que l'arc électrique qui se forme entre les portions actives s'étend sensiblement selon cette direction.

[0024] Avantageusement et selon l'invention, les portions actives des électrodes de déchargement présentent des extrémités longitudinales de connexion situées d'un même côté de l'éclateur, et de préférence agencées sensiblement en regard l'une de l'autre.

[0025] Avantageusement et selon l'invention, les portions actives des électrodes de déchargement présentent des formes globales similaires. En particulier, les portions actives des électrodes de déchargement présentent toutes deux des formes allongées sensiblement droites et des lignes directrices sensiblement droites (directions longitudinales). En variante, elles présentent toutes deux des lignes directrices courbes suivant sensiblement la(les) même(s) courbure(s). En particulier, les portions actives peuvent présenter des lignes directrices sensiblement circulaires et des formes de couronnes ouvertes.

[0026] Qu'elles soient droites ou courbes, les lignes directrices des portions actives sont de préférence sensiblement parallèles, au moins en aval de la zone de déclenchement d'arc électrique. Les portions actives sont alors en regard l'une de l'autre au moins en aval de la zone de déclenchement, et l'écartement desdites portions est sensiblement constant sur toute la longueur des portions actives. L'arc électrique en déplacement le long de ces portions actives présente donc également une longueur sensiblement constante. Cette version préférée de l'invention n'exclut pas la possibilité de prévoir des électrodes de déchargement dont les portions actives présentent des lignes directrices formant entre elles, en un point ou en tout point, un angle non nul et/ou des portions actives dont l'écartement n'est pas constant. En particulier, l'écartement des portions actives peut augmenter vers l'aval (dans le sens de déplacement de l'arc).

[0027] Avantageusement et selon l'invention, la portion active de chaque électrode de déchargement présente une forme adaptée pour que le champ magnétique induit déplace l'arc électrique à une vitesse suffisante pour éviter une érosion desdites portions actives par fusion et/ou vaporisation locale(s) (au point d'impact de l'arc électrique). Une telle vitesse permet de s'affranchir de l'utilisation d'alliages coûteux (exemple : alliages de cuivre et de tungstène) pour la réalisation de ces électrodes. Ainsi, avantageusement et selon l'invention, les portions actives - ainsi que la(les) portion(s) passive(s)- des électrodes de déchargement sont en un matériau conducteur basique choisi parmi les aciers, les aciers inoxydables, les laitons, l'aluminium, le cuivre, certains alliages à base de cuivre... (cette liste n'étant pas limitative).

[0028] En particulier, chaque portion active présente une surface, dite surface utile, de dimensions adaptées pour que le champ magnétique induit déplace l'arc électrique à une vitesse suffisante pour éviter une érosion des portions actives par fusion et/ou vaporisation locale (s), la surface utile de la portion active étant définie (géométriquement) comme la partie de surface de la portion active qui s'étend en vis-à-vis de l'autre électrode en aval de la zone de déclenchement d'arc électrique.

[0029] Cette surface utile de la portion active peut présenter, pour au moins une des électrodes de déchargement, une largeur sensiblement constante, le terme "largeur" désignant une dimension selon une direction transversale orthogonale à la direction transversale de déchargement.

[0030] En variante ou en combinaison, la portion active d'au moins une électrode de déchargement présente une surface utile de largeur croissante vers l'aval (dans le sens de déplacement de l'arc, vers l'extrémité aval de la portion active). Cette caractéristique est avantageuse pour les raisons suivantes. Le déclenchement d'un arc électrique établit un courant électrique à travers l'éclateur, dont l'intensité est croissante dans une phase initiale, avant d'atteindre une valeur maximale et de redécroître vers zéro (régime apériodique) ou d'osciller en s'amortissant (régime oscillant) jusqu'à ce que l'énergie initialement stockée dans le(s) condensateur(s) soit intégralement dissipée. Cette phase initiale est critique compte tenu de la faible intensité du courant et de la faible énergie cinétique de l'arc électrique. Durant cette phase initiale, l'arc est déplacé le long d'une fraction amont de la portion active de l'électrode, depuis son point de formation dans la zone de déclenchement d'arc électrique. Sur cette fraction amont, pour déplacer l'arc à une vitesse élevée, il est donc nécessaire de disposer d'un champ magnétique fort entre les électrodes, notamment susceptible de compenser la faible intensité du courant dans l'arc. L'utilisation, pour chaque électrode, d'une portion active présentant une surface utile de faible largeur sur une telle fraction amont, permet d'augmenter la densité du courant circulant dans cette fraction et de disposer d'un champ magnétique fort en regard de celle-ci. En revanche, la largeur de la surface utile peut être supérieure sur une fraction aval de la portion active le long de laquelle l'arc électrique déplacé possède une intensité de courant élevée et/ou une certaine énergie cinétique. Dans cette fraction aval, le champ magnétique induit est en effet suffisant pour déplacer l'arc aux vitesses souhaitées sans qu'il ne soit nécessaire de l'augmenter en utilisant une portion active de faible largeur.

[0031] Il est donc possible de prévoir une portion active dont la surface utile s'élargit vers l'aval. A noter que cet élargissement peut être progressif le long de la portion active ou brutal ponctuellement (la surface utile ayant une largeur constante sur des fractions de longueur de la portion active). Cet élargissement permet, de surcroît, de limiter la présence d'une éventuelle portion passive à une fraction amont de la portion active, si toutefois la surface utile de la portion active est conçue de façon à présenter, dans sa fraction aval élargie, un rayon de courbure minimal suffisamment élevé pour que tout risque d'auto-amorçage dans cette zone soit écarté.

[0032] A titre d'exemple, dans le cas d'un éclateur haute tension apte à transmettre un courant électrique d'intensité comprise entre 1 kA et 1 MA, et à transférer une quantité de charges comprise entre 0,1 et 200 C, la surface utile de la portion active de chaque électrode de déchargement présente de préférence une longueur comprise entre 5 et 200 cm, et une largeur inférieure à 50 cm sur cette longueur et inférieure à 7 cm au moins sur une fraction amont de cette longueur. La largeur de la surface utile peut avantageusement être inférieure à 2 cm au moins sur une fraction amont de cette longueur si l'éclateur est destiné à transférer des quantités de charges inférieures à 20 C. Dans tous les cas, la vitesse de déplacement d'arc obtenue autorise l'utilisation d'électrodes en un matériau basique et peu coûteux tel que le cuivre ou un acier inoxydable.

[0033] Avantageusement et selon l'invention, l'éclateur présente également l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- au moins une des électrodes de déchargement présente une portion active ayant une forme de tige cylindrique (une telle tige possède une ligne directrice droite), au moins entre la zone de déclenchement d'arc électrique et son extrémité aval,
- au moins une des électrodes de déchargement présente une portion active ayant une forme de tige (de ligne directrice droite ou courbe) de section transversale circulaire, au moins entre la zone de déclenchement d'arc électrique et son extrémité aval. A noter que la largeur de la surface utile d'une telle portion active correspond au diamètre de la tige. Ladite tige présente une section transversale de diamètre sensiblement constant, de préférence inférieur à 2 cm si les quantités de charges à transférer sont inférieures à 20 C. En variante, ladite tige présente une section transversale de diamètre croissant (de façon progressive ou non) vers l'aval, ledit diamètre étant inférieur à 2 cm dans la zone de déclenchement d'arc électrique si les quantités de charges à transférer sont inférieures à 20 C,
- la portion active d'au moins une électrode de déchargement présente une extrémité longitudinale aval électriquement isolée.

[0034] Par ailleurs, selon l'invention, au moins une électrode de déchargement possède une portion passive. Chaque portion passive s'étend de préférence sensiblement en regard de la portion active de l'électrode selon la direction transversale de déchargement. Avantageusement et selon l'invention, chaque portion passive s'étend le long au moins d'une fraction amont de la portion active de l'électrode ; ladite portion passive s'étend en saillie d'un bord longitudinal de la portion active et de

façon à ne pas traverser un espace intercalaire s'étendant entre les portions actives des deux électrodes.

[0035] La portion passive doit notamment s'étendre le long d'au moins une fraction amont de la portion active dans laquelle la forme de ladite portion active (faible largeur et/ou faible rayon de courbure de la surface de portion active qui est orientée vers l'autre électrode...), ainsi choisie pour induire dans cette zone un champ magnétique élevé, génère également un renforcement du champ électrique susceptible de déclencher la formation inopinée d'un arc électrique (auto-amorçage) dans des conditions normales d'utilisation de l'éclateur. Selon la forme choisie pour la portion active, la portion passive peut également s'étendre sur toute la longueur de la portion active.

[0036] Avantageusement et selon l'invention, chaque portion passive présente une surface, dite surface utile, ayant un rayon de courbure minimal qui est supérieur à un rayon seuil en dessous duquel, dans les conditions normales d'utilisation de l'éclateur, l'intensité du champ électrique entre les électrodes de déchargement est supérieure à une valeur minimale d'auto-amorçage de l'éclateur (définie comme étant l'intensité de champ électrique minimale provoquant la formation spontanée d'un arc électrique). La surface utile de la portion passive est définie comme la partie de surface de la portion passive qui s'étend en vis-à-vis de l'autre électrode. A noter que selon cette définition, la surface utile de la portion passive peut éventuellement s'étendre en amont de la zone de déclenchement d'arc électrique (contrairement à la surface utile de la portion active telle que définie précédemment).

[0037] Avantageusement et selon l'invention, la portion passive d'au moins une électrode de déchargement présente une surface utile plane (c'est-à-dire de rayon de courbure infini).

[0038] Dans une version de l'invention, au moins une des électrodes de déchargement comprend :

- une portion active qui présente, au moins en aval de la zone de déclenchement d'arc électrique, la forme d'une tige cylindrique de section circulaire, dite tige active,
- une portion passive présentant la forme d'un tube cylindrique creux, dit tube passif, de section supérieure à celle de la tige active, ledit tube présentant une fente longitudinale en regard de laquelle s'étend la tige active, ledit tube passif et ladite tige active étant agencés de sorte que la tige s'étende entre le tube et l'autre électrode de déchargement. L'extrémité longitudinale aval de la tige active est avantageusement portée par une extrémité longitudinale aval du tube, à laquelle elle est reliée par des moyens de fixation de préférence électriquement isolants.

[0039] En variante ou en combinaison, au moins une des électrodes de déchargement comprend, d'une part, une portion active présentant, au moins en aval de la zone de déclenchement d'arc électrique, la forme d'une tige cylindrique et, d'autre part, une portion passive en forme de plaque plane, lesdites plaque et tige étant distantes l'une de l'autre et agencées de sorte que la tige s'étende entre la plaque et l'autre électrode de déchargement, parallèlement à ladite plaque et à proximité de celle-ci.

[0040] Avantageusement et selon l'invention, l'éclateur comprend un boîtier à l'intérieur duquel sont placées les électrodes de déchargement. Ledit boîtier peut comprendre au moins une paroi conductrice faisant office de portion passive (en forme de plaque plane) d'une électrode de déchargement.

[0041] En variante ou en combinaison, au moins une des électrodes de déchargement comprend une plaque plane allongée, dont une extrémité longitudinale de connexion est reliée au connecteur. La portion active de l'électrode est constituée d'une fraction aval de ladite plaque et d'au moins une barre ou tige de longueur et de largeur inférieures respectivement à celles de la plaque, fixée sur une fraction amont de ladite plaque. La portion passive de l'électrode est essentiellement constituée par la fraction amont de la plaque. La tige s'étend de préférence à distance de la portion passive au moins en aval de la zone de déclenchement d'arc électrique, de sorte que, lorsqu'un arc électrique est déclenché et qu'un courant électrique est établi, les charges électriques circulant dans l'électrode sont canalisées et concentrées dans la tige -au moins tant que l'arc électrique s'étend entre la tige et l'autre électrode- en vue d'induire un champ magnétique élevé.

[0042] Avantageusement et selon l'invention, l'éclateur comprend plusieurs paires d'électrodes de déchargement, lesdites paires étant agencées en parallèle. Ainsi, la quantité de charges conduite peut être multipliée par le nombre de paires d'électrodes fonctionnant en parallèle. Dans une première version de l'invention, au moins une des électrodes de déchargement de chaque paire est reliée à un connecteur de l'éclateur qui lui est propre. En d'autres termes, l'éclateur comprend au moins, d'une part, un connecteur par paire d'électrodes de déchargement, et d'autre part, un unique connecteur ou un connecteur par paire d'électrodes. Des moyens de découplage électrique (inductif, résistif, temporel...) sont, dans ce cas, agencés entre le générateur de courant et une série de connecteurs (un par paire d'électrodes). Dans une deuxième version de l'invention où l'éclateur ne comprend que deux connecteurs, celui-ci intègre des moyens de découplage électrique (inductif, résistif, temporel...) entre l'un des deux connecteurs et l'une des électrodes de chaque paire. Une troisième version, qui correspond à une combinaison des deux précédentes et dans laquelle l'éclateur intègre des moyens de découplage internes et est utilisé en association avec des moyens de découplage externes, est également conforme à l'invention.

[0043] L'invention concerne également un éclateur caractérisé en combinaison par tout ou partie des caracté-

ristiques mentionnées ci-dessus et ci-après.

[0044] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante qui se réfère aux figures annexées représentant des modes de réalisation préférentiels de l'invention donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs, et dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe selon un plan longitudinal d'un premier éclateur selon l'invention,
- la figure 2 est une vue schématique en coupe selon un plan transversal du premier éclateur selon l'invention,
- la figure 3 est une vue schématique en coupe selon un premier plan longitudinal d'un deuxième éclateur selon l'invention,
- la figure 4 est une vue schématique en coupe selon un deuxième plan longitudinal AA -orthogonal au premier plan longitudinal- du deuxième éclateur selon l'invention.

[0045] Le premier éclateur selon l'invention illustré aux figures 1 et 2 comprend un boîtier 1 parallélépipédique conducteur en acier inoxydable, une première électrode de déchargement 2, une seconde électrode de déchargement 3 et une électrode de déclenchement d'arc électrique 4.

[0046] Chaque électrode de déchargement 2, 3 présente une forme générale allongée et droite, définissant une direction longitudinale de l'électrode. Elle comprend une portion active allongée droite, décrite plus loin, dont la direction longitudinale (ligne directrice) coïncide avec celle de l'électrode. Les électrodes s'étendent en regard l'une de l'autre selon une direction transversale Z, dite direction de déchargement, de sorte que leurs directions longitudinales sont parallèles et définissent une direction longitudinale X commune.

[0047] L'électrode de déclenchement 4 s'étend entre les électrodes de déchargement, selon une direction transversale Y, orthogonale à la direction longitudinale X et à la direction_de déchargement Z. Elle s'étend plus précisément entre les portions actives (décrites ci-dessous) des électrodes de déchargement, à proximité des extrémités de connexion desdites portions actives. Elle définit une zone 21 de déclenchement d'arc électrique.

[0048] L'électrode de déchargement 2 comprend d'une part une portion passive comprenant un tube creux cylindrique 9, dit tube passif, qui présente un rayon interne de l'ordre de 55 mm, un rayon externe de l'ordre de 75 mm et une fente longitudinale 22 sur la quasi-totalité de sa longueur. Ladite portion passive présente une extrémité longitudinale aval réalisée par un embout 16, électriquement isolée (à la fois du boîtier 1 et de la portion active de l'électrode). La portion passive est par ailleurs reliée à un connecteur 11 par l'intermédiaire d'un embout 17 et d'une portion de tube 50 (de faible longueur) prolongeant le tube passif 9 vers l'amont, lesdits embout et portion de tube formant une partie de la portion active (décrite plus loin). Le connecteur 11 traverse le boîtier 1 en vue du branchement de l'électrode 2 à un circuit électrique, et notamment à un ou plusieurs condensateur(s) haute tension. Le connecteur 11 comprend une tige conductrice 12, dont une extrémité longitudinale est soudée dans l'embout 17, et un manchon 13 en matériau électriquement isolant pour l'encastrement du connecteur dans le boîtier 1.

[0049] La portion passive de l'électrode de déchargement 2 présente une surface utile 23 orientée vers l'électrode 3, formée par la partie de la surface externe du tube passif 9 située "en dessous" (sur les figures 1 et 2) d'un plan médian "horizontal" -orthogonal à la direction de déchargement- passant par un diamètre du tube.

[0050] L'électrode de déchargement 2 comprend d'autre part une portion active comprenant une tige cylindrique 10, dite tige active, de section circulaire ayant un diamètre sensiblement constant de l'ordre de 10 mm, et de longueur correspondant sensiblement à celle du tube passif 9. La portion active présente une extrémité longitudinale de connexion qui prolonge ladite tige active 10, et qui comprend l'embout 17, la portion de tube 50 et une patte 15 de fixation de la tige 10 à ladite portion de tube 50. La portion active présente par ailleurs une extrémité longitudinale aval 18, portée par l'extrémité longitudinale aval 6 de la portion passive à laquelle elle est reliée par une cheville 14 en matériau électriquement isolant. La tige active 10 s'étend en regard, selon la direction de déchargement Z, de la fente 22 du tube passif 9, de façon à faire légèrement saillie (selon ladite direction de déchargement Z) de la surface utile 23 de la portion passive et à s'étendre entre cette surface utile et l'électrode de déchargement 3.

[0051] La portion active de l'électrode de déchargement 2 présente une surface utile 24 formée par la partie de la surface externe de la tige 10 qui est orientée vers l'électrode 3 (cette partie est cylindrique de section semi-circulaire) et qui s'étend, selon la direction longitudinale, entre l'électrode de déclenchement 4 et l'extrémité aval 18 de la tige.

[0052] L'électrode de déchargement 3 comprend d'une part une portion passive formée par une plaque ou paroi 6 du boîtier 1, dite paroi passive. Ladite paroi 6 du boîtier est connectée, à une extrémité 27, à un connecteur 7 permettant de relier ladite paroi à la masse. Le connecteur 7 présente une tige conductrice traversant la paroi 6 (qui assure la connexion entre ledit connecteur et la paroi passive 6), et une mortaise de réception de l'extrémité de connexion de la portion active (décrite ci-dessous) de l'électrode 3. Les électrodes de déchargement 2 et 3, munies de leur connecteur 11, 7 respectif, sont agencées de sorte que lesdits connecteurs soient en regard selon la direction transversale de déchargement.

[0053] La portion passive de l'électrode de déchargement 3 présente une surface utile 25 plane, formée par la partie de la face interne (orientée vers l'électrode 2)

de la paroi 6 du boîtier qui s'étend, selon la direction longitudinale, entre l'embout 17 et l'embout 16 de l'électrode 2.

[0054] L'électrode de déchargement 3 comprend d'autre part une portion active monobloc constituée d'une tige cylindrique 5, dite tige active, de section circulaire ayant un diamètre sensiblement constant de l'ordre de 10 mm. La portion active présente, d'une part, une extrémité longitudinale de connexion formée par l'extrémité longitudinale 28 de la tige active, soudée dans la mortaise du connecteur 7, et d'autre part, une extrémité longitudinale aval formée par l'extrémité longitudinale opposée 20 de la tige active 5, portée par une paroi 29 du boîtier 1 dans laquelle elle est fixée par une cheville 8 en matériau électriquement isolant. L'extrémité aval de la portion active de l'électrode 3 est ainsi électriquement isolée. La tige active 5 de l'électrode 3 s'étend parallèlement à la paroi passive 6 et à proximité de cette dernière elle s'étend également parallèlement à la tige active 10 de l'électrode 2.

[0055] La portion active de l'électrode de déchargement 3 présente une surface utile 26 formée par la partie de la surface externe de la tige 5 qui est orientée vers l'électrode 2 (cette partie est cylindrique de section semi-circulaire) et qui s'étend, selon la direction longitudinale, entre l'électrode de déclenchement 4 et l'embout libre 16 de l'électrode 2.

[0056] Pour réaliser un tir, on branche le connecteur 11 à un ou plusieurs condensateurs, le connecteur 7 et le boîtier 1 étant connectés à la masse. Les électrodes de déchargement 2 et 3 sont ainsi portées à des potentiels distincts, dont la différence peut s'élever à 50 kV. Les charges électriques se répartissent sur les surfaces utiles des portions actives et passives des électrodes de déchargement, et un champ électrique apparaît entre les deux électrodes. De par leur forme et leur étendue, les surfaces utiles 23 et 25 des portions passives des électrodes agissent comme des réducteurs du champ électrique, limitant ainsi les risques d'auto-amorçage de l'éclateur dans des conditions normales d'utilisation de celui-ci.

[0057] On amorce ensuite la formation d'un arc entre les tiges actives 10 et 5 desdites électrodes, dans la zone 21 de déclenchement d'arc électrique, en portant l'électrode de déclenchement 4 à un potentiel donné adapté. La présence de l'électrode de déclenchement, lorsqu'elle est portée à ce potentiel, augmente localement le champ électrique et provoque un claquage dans la zone de déclenchement d'arc électrique.

[0058] Un courant est ainsi établi entre les tiges conductrices des connecteurs 11 et 7. Ce courant circule essentiellement dans les portions actives des électrodes : les charges électriques se propagent dans l'embout 17, la portion de tube 50, la patte de fixation 15 et la tige active 10 de l'électrode de déchargement 2 ; elles sont transférées à l'électrode de déchargement 3 par l'arc électrique formé entre les tiges actives 10 et 5, lequel arc s'étend sensiblement selon la direction transversale de déchargement ; puis elles se propagent dans la tige active 5 de l'électrode de déchargement 3 vers le connecteur 7. Le courant est canalisé dans les tiges actives 10 et 5.

[0059] A noter que l'électrode de déclenchement s'étend à proximité des extrémités de connexion des portions actives des deux électrodes de déchargement, légèrement en aval (et non en regard) desdites extrémités de connexion. Dès lors, lorsqu'un courant est établi, celui-ci circule dans la tige active de chaque électrode sur une longueur qui correspond, au moment de l'établissement du courant, à la distance -selon la direction longitudinale- entre l'extrémité de connexion de la portion active et la zone de déclenchement d'arc électrique. Dès son établissement, le courant présente donc une composante selon la direction longitudinale X, immédiatement à l'amont de l'arc électrique. Dans l'électrode de déchargement 2, le courant circule vers l'extrémité aval 18 de la tige 10, tandis qu'il circule dans le sens contraire dans l'électrode de déchargement 3, vers l'extrémité de connexion 28 de la tige 5. La circulation de courant dans chacune des tiges actives 10, 5 induit un champ magnétique aux lignes de champ sensiblement circulaires au voisinage des tiges. Entre lesdites tiges, dans le plan de l'arc (plan comprenant les deux tiges et dans lequel est formé et se déplace l'arc), le champ magnétique résultant (somme des champs induits par les deux électrodes) présente une direction sensiblement orthogonale aux directions longitudinale et transversale de déchargement, et un sens "rentrant" sur la figure 1. Le champ magnétique induit résultant déplace l'arc électrique selon la direction longitudinale vers les extrémités aval 18 et 20 des tiges actives 10 et 5, le long desdites tiges qui réalisent une portée droite de déplacement de l'arc. Les termes "amont" et "aval" sont définis en référence à ce sens de déplacement de l'arc électrique.

[0060] Les tiges actives 10 et 5 présentant de petits diamètres, leurs surfaces utiles 24 et 26 ont une faible largeur. La densité du courant circulant dans les tiges actives, le long de ces surfaces utiles 24 et 26, est donc particulièrement élevée, de sorte que le champ magnétique induit est fort et la force de Laplace résultante importante. La vitesse de déplacement de l'arc obtenue est suffisamment élevée pour réduire de façon considérable, voire éviter, les dommages dus à l'érosion des électrodes par l'arc électrique. Contrairement aux éclateurs connus, il n'est donc pas nécessaire d'utiliser un alliage spécial coûteux pour réaliser les électrodes (un matériau basique tel qu'un simple acier convient), ni de prévoir une géométrie permettant à l'arc de passer plusieurs fois au même endroit lors d'un même tir.

[0061] Le deuxième éclateur selon l'invention illustré aux figures 3 et 4 comprend : un boîtier 30 parallélépipédique, conducteur ou non, réalisé dans un acier ou dans une matière synthétique quelconque ; deux électrodes de déchargement 31 et 32 identiques ; et une électrode 42 de déclenchement d'arc électrique.

[0062] De façon similaire au premier éclateur, chaque

électrode de déchargement 31, 32 présente une forme générale allongée et droite, définissant une direction longitudinale de l'électrode. Chaque électrode comprend une portion active allongée droite, décrite plus loin, dont la direction longitudinale (ligne directrice) coïncide avec celle de l'électrode. Les électrodes sont agencées parallèlement l'une à l'autre et de façon symétrique ; elles s'étendent en regard l'une de l'autre selon la direction transversale Z de déchargement, et leurs lignes directrices parallèles définissent une direction longitudinale X commune.

[0063] L'électrode de déclenchement 42 s'étend également selon la direction longitudinale X, et présente, entre les électrodes de déchargement, une extrémité libre définissant à son voisinage une zone 41 de déclenchement d'arc électrique. L'électrode de déclenchement 42 est montée sur une paroi 48 du boîtier 30 au moyen d'un manchon en matériau isolant, qui permet à la fois de fixer l'électrode de déclenchement 42 sur le boîtier 30, d'isoler l'électrode du boîtier, et de protéger la fraction de l'électrode qui s'étend à l'extérieur du boîtier 30.

[0064] Chaque électrode de déchargement 31, 32 comprend une plaque plane allongée 33 et une tige 34, dont les directions longitudinales respectives coïncident avec la direction longitudinale X de l'électrode. La tige 34 est fixée à la plaque plane par une bride de fixation 46 et des moyens à vis ou boulons, de façon à s'étendre en regard d'une fraction amont de ladite plaque. La plaque plane présente une longueur de l'ordre de 700 mm et une largeur (dimension selon une direction transversale orthogonale à la direction longitudinale X et à la direction de déchargement Z) de l'ordre de 100 mm. La tige 34 présente une longueur de l'ordre de 200 mm et une largeur de l'ordre de 25 mm.

[0065] La portion active de chaque électrode de déchargement 31, 32 est formée par la tige 34 et par une fraction aval 44 de la plaque qui s'étend dans le prolongement d'une extrémité longitudinale aval 47 de la tige 34 vers une extrémité libre 35 de la plaque. Cette portion active présente une extrémité longitudinale de connexion formée par une extrémité longitudinale amont 40 de la tige 34, et une extrémité aval formée par l'extrémité libre 35 de la plaque.

[0066] A noter que chaque tige 34 est légèrement courbée dans un plan contenant les deux tiges (plan de formation et de déplacement de l'arc électrique), de sorte que l'écartement entre les deux tiges est variable : il est minimal dans la zone 41 de déclenchement d'arc électrique, puis augmente vers l'aval, en direction des extrémités 47 des tiges 34. Lorsque les électrodes de déchargement sont portées à des potentiels distincts, le champ électrique induit entre les tiges 34 est donc maximal dans la zone de déclenchement d'arc électrique. Le déclenchement d'un arc électrique en est facilité.

[0067] La portion passive de chaque électrode 31, 32 est formée par une fraction amont 45 de la plaque 33, qui s'étend depuis une extrémité amont 36 de la plaque 33 jusqu'à l'extrémité aval 47 de la tige 34. Ladite portion passive est directement reliée à un connecteur par son extrémité amont 36.

[0068] Les extrémités de connexion 40 et 36 des portions active et passive de chaque électrode sont traversées par la tige conductrice 38 d'un connecteur 37. La liaison mécanique ainsi réalisée est électriquement conductrice ; elle permet de brancher l'électrode dans un circuit électrique. En particulier, on peut brancher l'un des connecteurs 37 à un ou plusieurs condensateurs et l'autre connecteur à une charge. La tige conductrice 38 du connecteur est entourée d'un manchon isolant 39, pour son encastrement dans une paroi du boîtier 30 et sa fixation à ladite paroi.

[0069] De façon similaire au premier éclateur, l'électrode de déclenchement 42, lorsqu'elle est portée à un potentiel donné, modifie localement le champ électrique dans la zone de déclenchement d'arc électrique et initie la formation d'un arc électrique entre les tiges 34. Le courant établi, canalisé dans les tiges 34, circule selon la direction longitudinale X, vers l'aval -c'est-à-dire vers l'extrémité libre 35- dans l'électrode connectée au générateur, et vers l'amont -c'est-à-dire vers l'extrémité de connexion 40- dans l'électrode connectée à la charge.

[0070] Le courant établi induit un champ magnétique entre les électrodes, dont la direction dans le plan de l'arc est orthogonale à la direction longitudinale et à la direction de déchargement. Le champ magnétique induit déplace l'arc vers les extrémités libres 35 des portions actives.

[0071] Le déchargement d'un condensateur comprend une période initiale durant laquelle le courant traversant l'éclateur présente une intensité croissante (initialement nulle). La portion active de chaque électrode au voisinage de la zone de déclenchement d'arc électrique est avantageusement formée par la tige 34, dont la surface utile présente une faible largeur en vue de concentrer les charges électriques, augmenter la densité de courant et générer ainsi un champ magnétique élevé dans cette zone en dépit de la faible intensité du courant au début de la décharge. Le champ induit est suffisant pour déplacer l'arc électrique à une vitesse apte à limiter l'érosion. Les tiges sont avantageusement dimensionnées de telle sorte que, tant que l'intensité du courant n'est pas suffisamment élevée, l'arc électrique en déplacement s'étende encore entre les tiges.

[0072] A noter que, pour chaque électrode de déchargement 31, 32, un élément 43 en matériau électriquement isolant est agencé entre la tige active 34 et la fraction amont passive 45 de la plaque, en aval de la zone de déclenchement d'arc électrique. Cet élément 43 permet de canaliser dans la tige 34 le courant établi, du moins tant que l'arc électrique en déplacement n'a pas atteint l'extrémité aval 47 de la tige. L'isolation électrique que l'élément 43 assure pourrait également être obtenue en laissant un espace entre la tige 34 et la fraction amont passive 45, c'est-à-dire en retirant l'élément 43, le gaz contenu dans le boîtier 30 réalisant un isolant.

[0073] Après que l'arc électrique a atteint l'extrémité

47 de la tige 34, son déplacement s'effectue le long de la fraction aval 44 de la plaque. Lesdites plaques présentant une largeur supérieure à celle des tiges 34, la densité de courant circulant sur la surface utile de ces plaques est inférieure à celle circulant sur la surface utile des tiges. Le champ induit entre les plaques 33 en regard dans cette zone est par conséquent moindre, mais est néanmoins suffisant pour déplacer l'arc à une vitesse importante, dans la mesure où l'intensité du courant dans l'arc électrique est désormais élevée (la phase initiale étant terminée).

[0074] Les vitesses obtenues de déplacement de l'arc électrique entre les tiges 34 et entre les fractions aval 44 des plaques, sont suffisamment élevées pour limiter l'érosion desdites tiges et fractions aval au point d'autoriser l'emploi d'un matériau basique (cuivre ou acier quelconque par exemple) pour leur fabrication, ou de permettre de transférer des quantités de charges et/ou des intensités de courant supérieures à celles usuellement transférées.

[0075] Il va de soi que l'invention peut faire l'objet de nombreuses variantes par rapport aux modes de réalisation précédemment décrits et représentés sur les figures.

[0076] En particulier et surtout, un éclateur comprenant une électrode de déchargement dépourvue de portion passive est conforme à l'invention, dès lors que l'autre électrode en possède une.

[0077] Par ailleurs, un éclateur comprenant deux électrodes de déchargement identiques, similaires soit à l'électrode 2 soit à l'électrode 3 représentées sur les figures, est conforme à l'invention. De même, un éclateur comprenant l'une des électrodes 2 ou 3 représentées, associée à une électrode telle que l'électrode 31, est conforme à l'invention.

[0078] En outre, l'éclateur illustré aux figures 1 et 2 pourrait être utilisé en connectant l'une des électrodes à un ou plusieurs condensateur(s) et l'autre électrode à une charge, moyennant une modification de l'électrode 3 (telle que l'adjonction d'un manchon isolant autour du connecteur 7) en vue d'isoler celle-ci du boîtier 1.

[0079] Par ailleurs, les moyens de déclenchement d'arc électrique ne sont pas limités aux électrodes de déclenchement représentées. En particulier, il est possible d'utiliser une électrode en forme d'aiguille qui traverse (selon la direction de déchargement) sans contact la portion active de l'une des électrodes de déchargement. Lorsqu'elle est portée à un potentiel donné adapté, une telle électrode crée un plasma à son voisinage, qui se propage de façon à former un arc électrique. En variante, l'éclateur est dépourvu d'électrode de déclenchement. Sa fermeture est réalisée soit en lui appliquant une tension supérieure à la tension minimale d'auto-amorçage, soit en créant temporairement, entre ses électrodes de déchargement, une surtension supérieure à ladite tension d'auto-amorçage. En variante, on diminue la pression du gaz à l'intérieur du boîtier de l'éclateur (par ouverture d'une vanne de réglage correspondante).

[0080] De façon plus générale, la forme et la structure des électrodes ne sont pas limitées à celles illustrées. En particulier, les portions actives des électrodes peuvent présenter une ligne directrice courbe, jusqu'à former, par exemple, une spire ou couronne circulaire ouverte (voire éventuellement fermée). Les portions passives des électrodes peuvent présenter des formes diverses, dès lors que ces formes sont adaptées (notamment de par l'étendue et l'agencement de leur surface utile) pour éviter tout auto-amorçage intempestif de l'éclateur.

Revendications

1. Éclateur comprenant deux électrodes de déchargement rigides, montées fixes et distantes l'une de l'autre, et au moins deux connecteurs, chaque électrode étant reliée à l'un des connecteurs en vue de la connexion desdites électrodes à un circuit électrique comprenant un générateur de courant, dans lequel :

- chaque électrode de déchargement (2 ; 3 ; 31) présente une portion conductrice allongée (10 ; 5 ; 34, 44), dite portion active, présentant une extrémité longitudinale (15, 50, 17 ; 28 ; 40), dite extrémité longitudinale de connexion, reliée au connecteur (11 ; 7 ; 37), et une extrémité longitudinale opposée (18 ; 20 ; 35) dite extrémité aval,
- des moyens de déclenchement (4 ; 42) sont adaptés pour initier la formation d'un arc électrique entre les portions actives des électrodes, dans une zone (21 ; 41), dite zone de déclenchement d'arc électrique,
- les portions actives des électrodes de déchargement sont agencées pour pouvoir canaliser un courant électrique et pour pouvoir former une portée allongée de déplacement de l'arc électrique sous l'effet d'un champ magnétique induit par ledit courant,
- au moins une électrode de déchargement (2 ; 3 ; 31) présente au moins une autre portion conductrice (9, 16 ; 6 ; 45), dite portion passive, électriquement reliée au connecteur et/ou à la portion active, ladite portion passive présentant une surface (23 ; 25), dite surface utile, définie comme la partie de surface de la portion passive qui s'étend en vis-à-vis de l'autre électrode, ayant un rayon de courbure minimal qui est supérieur à un rayon seuil en dessous duquel l'intensité du champ électrique entre les électrodes de déchargement est supérieure à une valeur minimale d'auto-amorçage dans des conditions normales d'utilisation de l'éclateur, ladite portion passive étant adaptée pour empêcher toute formation spontanée intempestive d'un arc électri-

que dans lesdites conditions normales d'utilisation de l'éclateur.

2. Eclateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** chaque électrode de déchargement présente une portion passive.

3. Eclateur selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les portions active et passive d'au moins une des électrodes de déchargement sont séparées au moins sur une fraction de la longueur de la portion active en aval de la zone de déclenchement d'arc électrique.

4. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**il comprend un dispositif (4 ; 42) de déclenchement, apte à initier la formation d'un arc électrique dans la zone (21 ; 41) de déclenchement d'arc électrique.

5. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les portions actives (10, 5) des électrodes de déchargement s'étendent sensiblement en regard l'une de l'autre, au moins en aval de la zone (21 ; 41) de déclenchement d'arc électrique.

6. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les portions actives des électrodes de déchargement présentent des extrémités longitudinales de connexion (17, 50, 15 ; 28 ; 40) agencées d'un même côté de l'éclateur.

7. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les portions actives (10, 5 ; 34, 44) des électrodes de déchargement présentent des lignes directrices sensiblement parallèles.

8. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la portion active (10 ; 5 ; 34, 44) d'au moins une des électrodes de déchargement présente une ligne directrice, dite direction longitudinale, sensiblement droite, au moins en aval de la zone de déclenchement d'arc électrique (21 ; 41).

9. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les portions actives (10 ; 5 ; 34, 44) des électrodes de déchargement présentent des formes globales similaires.

10. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la portion active de chaque électrode de déchargement présente une surface (24 ; 26), dite surface utile, de dimensions adaptées pour que le champ magnétique induit déplace l'arc électrique à une vitesse suffisante pour éviter une érosion des portions actives par fusion et/ou vaporisation locale(s), ladite surface utile de la portion active étant définie comme la partie de surface de la portion active qui s'étend en vis-à-vis de l'autre électrode en aval de la zone de déclenchement d'arc électrique.

11. Eclateur selon la revendication 10, apte à transmettre un courant électrique d'intensité comprise entre 1 kA et 1 MA, et à transférer une quantité de charges comprise entre 0,1 et 200 C, **caractérisé en ce que** la surface utile (24 ; 26) de la portion active de chaque électrode de déchargement présente une longueur comprise entre 5 et 200 cm, et une largeur inférieure à 50 cm sur cette longueur et inférieure à 7 cm au moins sur une fraction amont de cette longueur.

12. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** les portions actives (10 ; 5 ; 34, 44) des électrodes de déchargement sont en un matériau conducteur basique tel qu'un acier, un acier inoxydable, un laiton, l'aluminium, le cuivre, un alliage à base de cuivre.

13. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce qu'**au moins une (2 ; 3) des électrodes de déchargement présente une portion active (10 ; 5) ayant une forme de tige cylindrique, au moins entre la zone de déclenchement d'arc électrique et son extrémité aval.

14. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce qu'**au moins une (2 ; 3) des électrodes de déchargement présente une portion active ayant une forme de tige (10 ; 5) de section transversale circulaire, au moins entre la zone de déclenchement d'arc électrique et son extrémité aval.

15. Eclateur selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** ladite tige présente une section transversale de diamètre sensiblement constant.

16. Eclateur selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** ladite tige présente une section transversale ayant un diamètre croissant vers l'aval.

17. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 16, **caractérisé en ce que** la portion active d'au moins une des électrodes de déchargement présente une extrémité aval électriquement isolée.

18. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 17, **caractérisé en ce que** chaque portion passive (45) s'étend le long au moins d'une fraction amont (34) de la portion active de l'électrode de déchargement, en saillie d'un bord longitudinal de ladite portion active et de façon à ne pas traverser un espace intercalaire s'étendant entre les portions actives des deux électrodes.

19. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 18, **caractérisé en ce que** la portion passive d'au moins une (3) électrode de déchargement présente une surface utile (25) plane.

20. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 19, **caractérisé en ce qu'**au moins une (2) des électrodes de déchargement comprend une portion active présentant, au moins en aval de la zone de déclenchement d'arc électrique, une forme de tige (10) cylindrique de section circulaire, dite tige active, et une portion passive présentant la forme d'un tube (9) cylindrique creux de section supérieure à celle de la tige active, ledit tube présentant une fente longitudinale (22) en regard de laquelle s'étend la tige active (10), l'extrémité longitudinale aval (18) de la tige active étant portée par une extrémité longitudinale aval (16) du tube.

21. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 20, **caractérisé en ce qu'**au moins une (3) des électrodes de déchargement comprend une portion active (5) présentant, au moins en aval de la zone de déclenchement d'arc électrique, une forme de tige cylindrique, et une portion passive (6) en forme de plaque plane, lesdites plaque et tige étant distantes l'une de l'autre et agencées de sorte que la tige s'étendent entre la plaque et l'autre électrode, parallèlement à ladite plaque et à proximité de celle-ci.

22. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 21, **caractérisé en ce qu'**il comprend un boîtier (1 ; 30) à l'intérieur duquel sont placées les électrodes de déchargement.

23. Eclateur selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** le boîtier comprend au moins une paroi conductrice (6) faisant office de portion passive d'une électrode (3) de déchargement.

24. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 23, **caractérisé en ce qu'**au moins une (31, 32) des électrodes de déchargement comprend une plaque plane allongée (33), et **en ce que** la portion active de l'électrode est constituée d'une fraction aval (44) de ladite plaque et d'au moins une tige (34) de longueur et de largeur inférieures respectivement à celles de la plaque, ladite tige étant fixée sur une fraction amont (45) de ladite plaque, la portion passive de l'électrode étant constituée par la fraction amont (45) de la plaque.

25. Eclateur selon l'une des revendications 1 à 24, **caractérisé en ce qu'**il comprend plusieurs paires d'électrodes de déchargement, agencées en parallèle.

26. Eclateur selon la revendication 25, **caractérisé en ce qu'**il comprend des moyens de découplage électrique entre l'un de ses connecteurs et l'une des électrodes de chaque paire.

27. Eclateur selon l'une des revendications 25 ou 26, **caractérisé en ce qu'**au moins une des électrodes de déchargement de chaque paire est reliée à un connecteur de l'éclateur qui lui est propre.

Claims

1. spark-gap device comprising two rigid discharge electrodes which are mounted fixedly and distantly from each other, and at least two connectors, each electrode being connected to one of the connectors to connect said electrodes to an electrical circuit including a current generator, in which:

- each discharge electrode (2; 3; 31) has an extended conducting portion (10; 5; 34, 44), called the active portion, which has a longitudinal extremity (15, 50, 17; 28; 40), called the connection longitudinal extremity, which is connected to the connector (11; 7; 37), and an opposite longitudinal extremity (18; 20; 35), called the downstream extremity,
- initiating means (4; 42) are suitable for initiating the formation of an electrical arc between the active portions of the electrodes, in a region (21; 41) called the electrical arc initiation region,
- the active portions of the discharge electrodes are arranged to be able to channel an electric current, and to be able to form an extended range of movement of the electrical arc by the effect of a magnetic field induced by said current,
- at least one discharge electrode (2; 3; 31) has at least one other conducting portion (9, 16; 6; 45), called the passive portion, which is connected electrically to the connector and/or to the active portion, said passive portion having a surface (23, 25), called the useful surface, defined as that part of the surface of the passive portion which extends opposite the other electrode, having a minimum radius of curvature which is greater than a threshold radius below which the intensity of the electrical field between the discharge electrodes is greater than a minimum self-striking value in normal conditions of use of the spark-gap device, said passive portion being suitable for preventing any ill-timed spontaneous formation of an electrical arc in said normal conditions of use of the spark-gap device.

2. Spark-gap device according to Claim 1, **characterized in that** each discharge electrode has a passive portion.

3. Spark-gap device according to any one of Claims 1 or 2, **characterized in that** the active and passive portions of at least one of the discharge electrodes are separated at least by a fraction of the length of the active portion downstream from the electrical arc initiation region.

4. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 3, **characterized in that** it includes an initiating device (4; 42), which is suitable for initiating the formation of an electrical arc in the electrical arc initiation region (21; 41).

5. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the active portions (10, 5) of the discharge electrodes extend approximately facing each other, at least downstream of the electrical arc initiation region (21; 41).

6. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the active portions of the discharge electrodes have connection longitudinal extremities (17, 50, 15; 28; 40) which are arranged on one side of the spark-gap device.

7. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the active portions (10, 5; 34, 44) of the discharge electrodes have approximately parallel directrices.

8. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the active portion (10; 5; 34, 44) of at least one of the discharge electrodes has a directrix, called longitudinal direction, which is approximately straight, at least downstream of the electrical are initiation region (21; 41).

9. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the active portions (10, 5; 34, 44) of the discharge electrodes have similar overall shapes.

10. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the active portion of each electrode has a surface (24; 26), called the useful surface, of suitable dimensions so that the induced magnetic field moves the electrical arc at sufficient speed to avoid eroding the active portions by local melting and/or vaporisation, said useful surface of the active portion being defined as that part of the surface of the active portion which extends opposite the other electrode, downstream from the electrical arc initiation region.

11. Spark-gap device according to Claim 10, which is suitable for transmitting an electric current of intensity between 1 kA and 1 MA, and for transferring a quantity of charge between 0.1 and 200 C, **characterized in that** the useful surface (24; 26) of the active portion of each discharge electrode has a length between 5 and 200 cm, and a width less than 50 cm on this length, and less than 7 cm at least on an upstream fraction of this length.

12. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 11, **characterized in that** the active portions (10, 5; 34, 44) of the discharge electrodes are of a basic conducting material such as a steel, a stainless steel, a brass, aluminium, copper, a copper-based alloy.

13. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 12, **characterized in that** at least one (2; 3) of the discharge electrodes has an active portion (10; 5) having the shape of a cylindrical rod, at least between the electrical arc initiation region and its downstream extremity.

14. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 13, **characterized in that** at least one (2; 3) of the discharge electrodes has an active portion having the shape of a rod (10; 5) of circular transverse cross-section, at least between the electrical arc initiation region and its downstream extremity.

15. Spark-gap device according to Claim 14, **characterized in that** said rod has a transverse cross-section of approximately constant diameter.

16. Spark-gap device according to Claim 14, **characterized in that** said rod has a transverse cross-section having a diameter which increases in the downstream direction.

17. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 16, **characterized in that** the active portion of at least one of the discharge electrodes has an electrically insulated downstream extremity.

18. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 17, **characterized in that** each passive portion (45) extends along at least one upstream fraction (34) of the active portion of the discharge electrode, projecting from a longitudinal edge of said active portion and in such a way as not to cross a separating space which extends between the active portions of the two electrodes.

19. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 18, **characterized in that** the passive portion of at least one (3) discharge electrode has a plane useful surface (25).

20. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 19, **characterized in that** at least one (2) of the discharge electrodes includes an active portion which has, at least downstream from the electrical

arc initiation region, a shape of a cylindrical rod (10) of circular cross-section, called the active rod, and a passive portion which has the shape of a hollow cylindrical tube (9) of greater cross-section than that of the active rod, said tube having a longitudinal slot (22) facing which the active rod (10) extends, the downstream longitudinal extremity (18) of the active rod being carried by a downstream longitudinal extremity (16) of the tube.

21. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 20, **characterized in that** at least one (3) of the discharge electrodes includes an active portion (5) which has, at least downstream from the electrical arc initiation region, a shape of a cylindrical rod, and a passive portion (6) in the form of a plane plate, said plate and rod being distant from each other, and arranged in such a way that the rod extends between the plate and the other electrode, parallel and near to said plate.

22. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 21, **characterized in that** it includes a box (1; 30), inside which the discharge electrodes are placed.

23. Spark-gap device according to Claim 22, **characterized in that** the box includes at least one conducting wall (6), which acts as a passive portion of a discharge electrode (3).

24. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 23, **characterized in that** at least one (31, 32) of the discharge electrodes includes an extended plane plate (33), and **in that** the active portion of the electrode consists of a downstream fraction (44) of said plate and at least one rod (34) of length and width respectively less than those of the plate, said rod being fixed on an upstream fraction (45) of said plate, the passive portion of the electrode consisting of the upstream fraction (45) of the plate.

25. Spark-gap device according to any one of Claims 1 to 24, **characterized in that** it comprises multiple pairs of discharge electrodes, arranged in parallel.

26. Spark-gap device according to Claim 25, **characterized in that** it includes means for electrical decoupling between one cf its connectors and one of the electrodes of each pair.

27. Spark-gap device according to any one of Claims 25 or 26, **characterized in that** at least one of the discharge electrodes of each pair is connected to a connector of the spark-gap device which is specific to it.

Patentansprüche

1. Funkenstrecke mit zwei starren Entladungselektroden, die fest und im Abstand zueinander montiert sind, und mindestens zwei Verbindern, wobei jede Elektrode mit einem der Verbinder zwecks Anschluß der besagten Elektroden an einen Stromkreis verbunden ist, der einen Stromgenerator umfaßt, in dem:

- jede Entladungselektrode (2; 3; 31) einen länglichen Leitabschnitt (10; 5; 34; 44) aufweist, den sogenannten aktiven Abschnitt, der ein Längsende (15, 50, 17; 28; 40) aufweist, das sogenannte Anschlußlängsende, das mit dem Verbinder (11; 7; 37) verbunden ist, und ein entgegengesetztes Längsende (18; 20; 35), das sogenannte untere Ende,
- Auslösemittel (4; 42) für die Bildung eines Lichtbogens zwischen den aktiven Abschnitten der Elektroden in einer Zone (21; 41), der sogenannten Auslösezone von Lichtbogen, angepaßt sind,
- die aktiven Abschnitte der Entladungselektroden so gestaltet sind, daß sie einen elektrischen Strom leiten können, und daß sie eine längliche Tragweite der Verschiebung des Lichtbogens unter der Einwirkung eines vom besagten Strom induzierten Magnetfelds bilden können,
- mindestens eine Entladungselektrode (2; 3; 31) mindestens einen weiteren leitenden Abschnitt (9, 16; 6; 45), den sogenannten passiven Abschnitt, aufweist, der an den Verbinder und/oder den aktiven Abschnitt elektrisch angeschlossen ist, wobei der besagte passive Abschnitt eine Fläche (23; 25) aufweist, die sogenannte Nutzfläche, die als der Flächenteil des passiven Abschnitts definiert ist, der sich gegenüber der anderen Elektrode erstreckt und einen minimalen Krümmungsradius hat, der größer als ein Schwellenradius ist, unter dem die Stärke des elektrischen Felds zwischen den Entladungselektroden unter normalen Benutzungsbedingungen der Funkenstrecke über einem Mindestwert der Selbstzündung liegt, wobei der besagte passive Abschnitt geeignet ist, jegliche spontane plötzliche Bildung eines Lichtbogens unter den besagten normalen Benutzungsbedingungen der Funkenstrecke zu verhindern.

2. Funkenstrecke nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** jede Entladungselektrode einen passiven Abschnitt aufweist.

3. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der aktive und der passive Abschnitt von mindestens einer Entladungselektrode zumin-

dest auf einem Teil der Länge des aktiven Abschnitts vor der Auslösezone von Lichtbogen getrennt sind.

4. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie eine Auslösevorrichtung (4; 42) umfaßt, die für die Bildung eines Lichtbogens in der Auslösezone (21; 41) von Lichtbogen geeignet ist.

5. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die aktiven Abschnitte (10, 5) der Entladungselektroden deutlich einander gegenüber erstrecken, und dies zumindest nach der Auslösezone (21; 41) von Lichtbogen.

6. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die aktiven Abschnitte der Entladungselektroden Anschlußlängsenden (17, 50, 15; 28; 40) aufweisen, die auf der gleichen Seite der Funkenstrecke gestaltet sind.

7. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die aktiven Abschnitte (10, 5; 34, 44) der Entladungselektroden deutlich parallele Leitlinien aufweisen.

8. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der aktive Abschnitt (10, 5; 34, 44) mindestens einer Entladungselektroden eine Leitlinie, die sogenannte Längsrichtung aufweist, die deutlich gerade ist und zumindest nach der Auslösezone (21; 41) von Lichtbogen liegt.

9. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die aktiven Abschnitte (10, 5; 34, 44) der Entladungselektroden ähnliche globale Formen aufweisen.

10. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der aktive Abschnitt jeder Entladungselektrode eine Fläche (24; 26), die sogenannte Nutzfläche, mit Abmessungen aufweist, die geeignet sind, daß das induzierte Magnetfeld den Lichtbogen mit ausreichender Geschwindigkeit verschiebt, damit eine Erosion der aktiven Abschnitte durch örtliches Schmelzen und/oder Verdunstung vermieden wird, wobei die besagte Nutzfläche des aktiven Abschnitts als der Flächenteil des aktiven Abschnitts definiert wird, der sich gegenüber der anderen Elektrode nach der Auslösezone von Lichtbogen erstreckt.

11. Funkenstrecke nach Anspruch 10, der geeignet ist, einen elektrischen Strom mit Stromstärke zwischen 1 kA und 1 MA zu übermitteln und eine Menge von Ladungen zwischen 0,1 und 200 C zu übertragen, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Nutzfläche (24; 26) des aktiven Abschnitts jeder Entladungselektrode eine Länge zwischen 5 und 200 cm und eine Breite unter 50 cm auf dieser Länge und unter 7 cm zumindest auf einem vorherigen Anteil dieser Länge aufweist.

12. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die aktiven Abschnitte (10, 5; 34, 44) der Entladungselektroden aus einem leitfähigen Grundmaterial bestehen wie zum Beispiel ein Stahl, ein Edelstahl, ein Messing, Aluminium, Kupfer, eine Kupferlegierung.

13. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens eine Entladungselektrode (2; 3) einen aktiven Abschnitt (10; 5) aufweist, der die Form eines zylinderförmigen Stabs hat, und dies zumindest zwischen der Auslösezone von Lichtbogen und seinem unteren Ende.

14. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens eine Entladungselektrode (2; 3) einen aktiven Abschnitt (10; 5) aufweist, der die Form eines Stabs mit kreisförmigem Querschnitt hat, und dies zumindest zwischen der Auslösezone von Lichtbogen und seinem unteren Ende.

15. Funkenstrecke nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** der besagte Stab einen Querschnitt mit deutlich konstantem Durchmesser aufweist.

16. Funkenstrecke nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** der besagte Stab einen Querschnitt mit einem nach unten zunehmenden Durchmesser aufweist.

17. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** der aktive Abschnitt zumindest einer Entladungselektrode ein elektrisch isoliertes unteres Ende aufweist.

18. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich jeder passive Abschnitt (45) entlang zumindest einem oberen Anteil (34) des aktiven Abschnitts der Entladungselektrode erstreckt und zwar von einer Längskante des besagten aktiven Abschnitts vorspringend und so, daß er keinen Zwischenraum durchquert, der sich zwischen den akti-

ven Abschnitten der beiden Elektroden erstreckt.

19. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** der passive Abschnitt zumindest einer Entladungselektrode (3) eine ebene Nutzfläche (25) aufweist.

20. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest eine Entladungselektrode (2) einen aktiven Abschnitt umfaßt, der zumindest nach der Auslösezone von Lichtbogen eine zylindrische Stabform (10) mit kreisförmigem Querschnitt aufweist, den sogenannten aktiven Stab, und einen passiven Abschnitt, der die Form eines zylinderförmigen hohlen Rohrs (9) mit größerem Querschnitt als demjenigen des aktiven Stabs aufweist, wobei das besagte Rohr einen Längsschlitz (22) aufweist, dem gegenüber sich der aktive Stab (10) erstreckt, wobei das untere Längsende (18) des aktiven Stabs von einem unteren Längsende (16) des Rohrs getragen wird.

21. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest eine Entladungselektrode (3) einen aktiven Abschnitt (5) umfaßt, der zumindest nach der Auslösezone von Lichtbogen eine zylindrische Stabform aufweist, und einen passiven Abschnitt (6) in Form einer ebenen Platte, wobei die besagte Platte und der Stab voneinander entfernt und so gestaltet sind, daß sich der Stab zwischen der Platte und der anderen Elektrode parallel zur besagten Platte und in deren Nähe erstreckt.

22. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie ein Gehäuse (1; 30) umfaßt, in dessen Innern die Entladungselektroden plaziert sind.

23. Funkenstrecke nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gehäuse zumindest eine leitfähige Wand (6) umfaßt, die als passiver Abschnitt einer Entladungselektrode (3) dient.

24. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest eine Entladungselektrode (31, 32) eine längliche ebene Platte (33) umfaßt, und **dadurch**, daß der aktive Abschnitt der Elektrode aus einem unteren Anteil (44) der besagten Platte gebildet wird und zumindest aus einem Stab (34) geringerer Länge beziehungsweise Breite als diejenige der Platte, wobei der besagte Stab auf einem oberen Anteil (45) der besagten Platte befestigt ist und der passive Abschnitt der Elektrode von einem oberen Anteil (45) der Platte gebildet wird.

25. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie mehrere Paare von parallel angeordneten Entladungselektroden umfaßt.

26. Funkenstrecke nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie Mittel zum elektrischen Entkoppeln zwischen einem ihrer Verbinder und einer der Elektroden jedes Paares umfaßt.

27. Funkenstrecke nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche 25 oder 26, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest eine Entladungselektrode jedes Paares mit einem ihm eigenen Verbinder der Funkenstrecke verbunden ist.

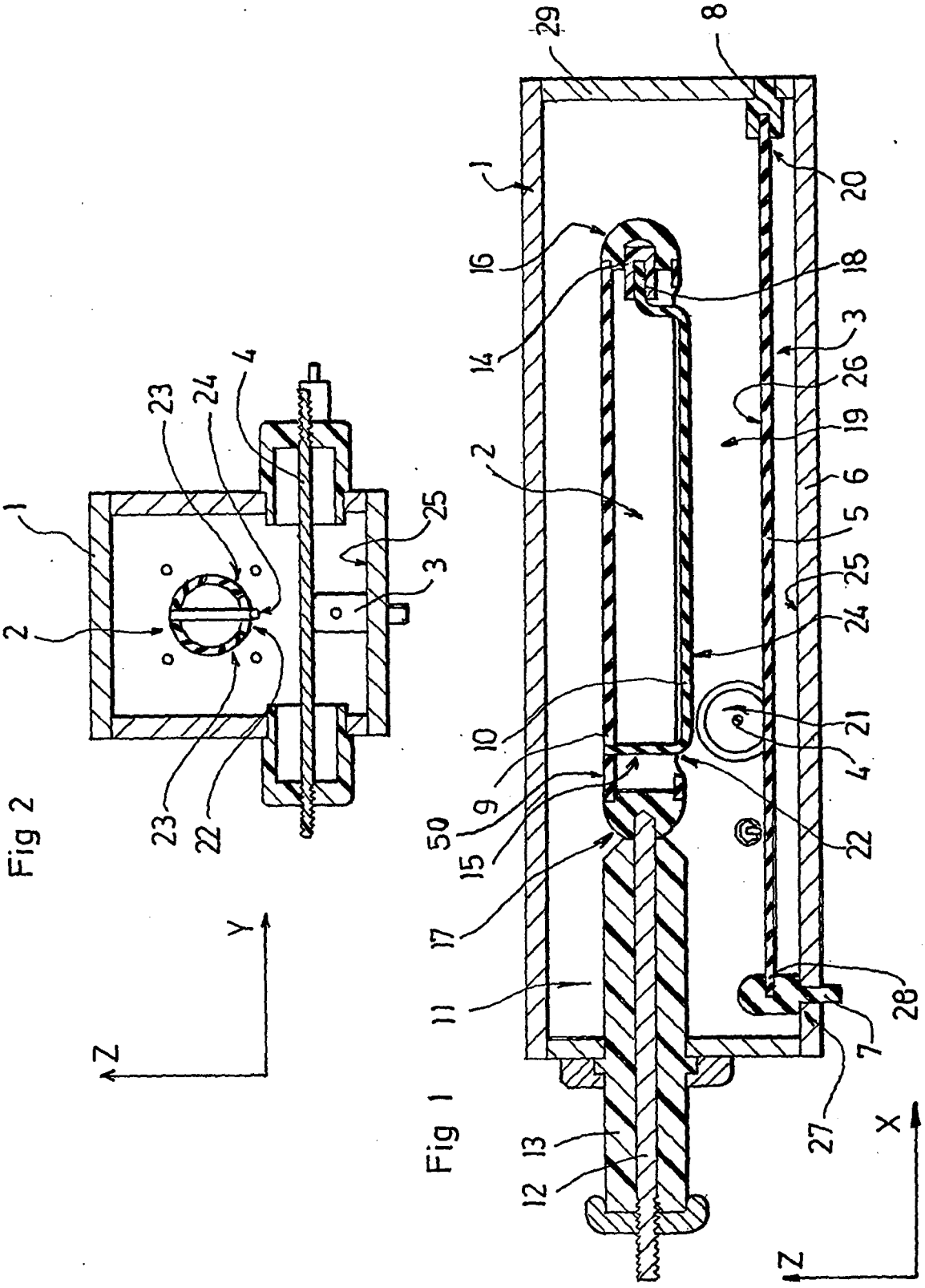

Fig 2
Fig 1
X
Y
Z

Fig 3

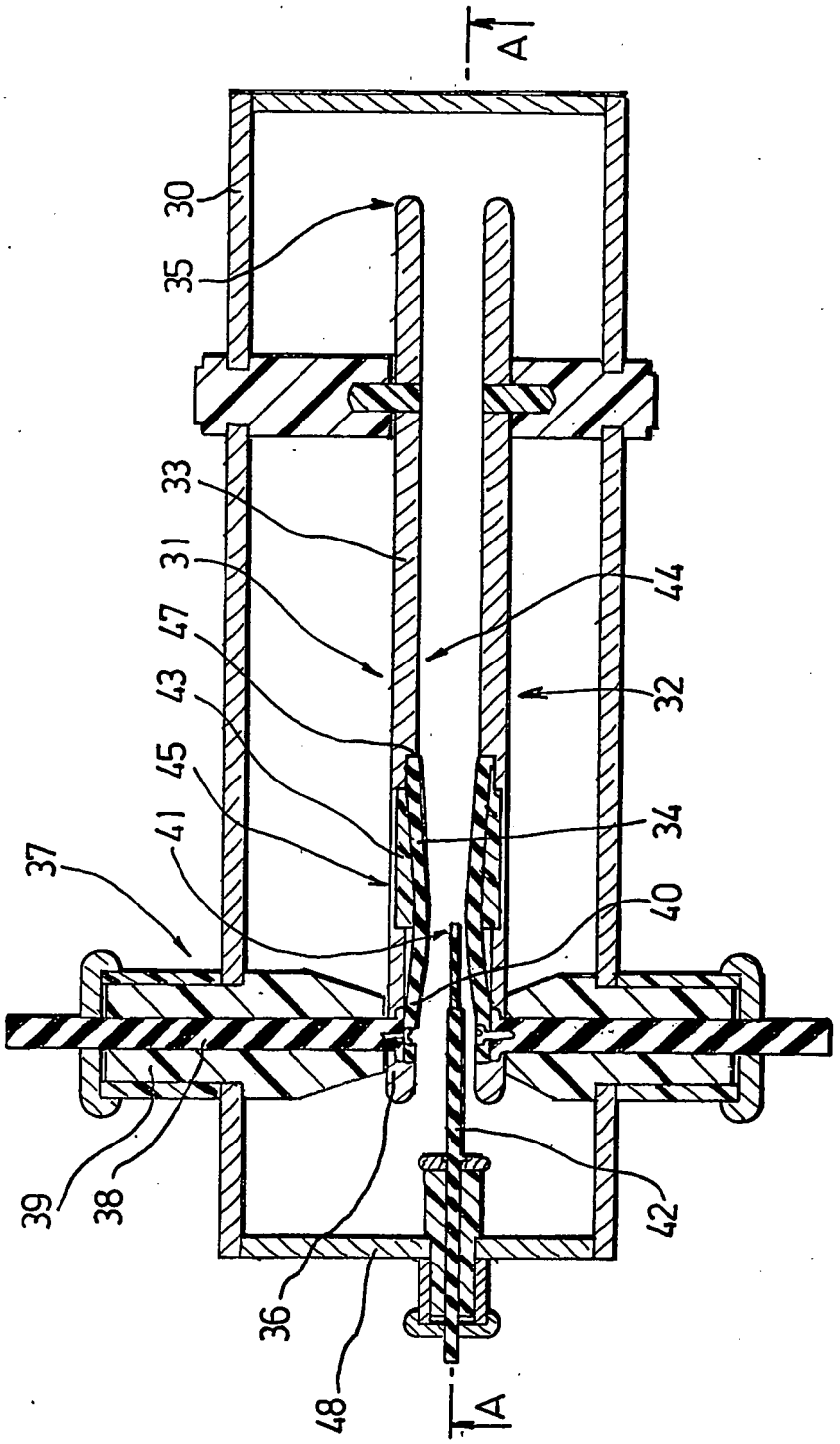
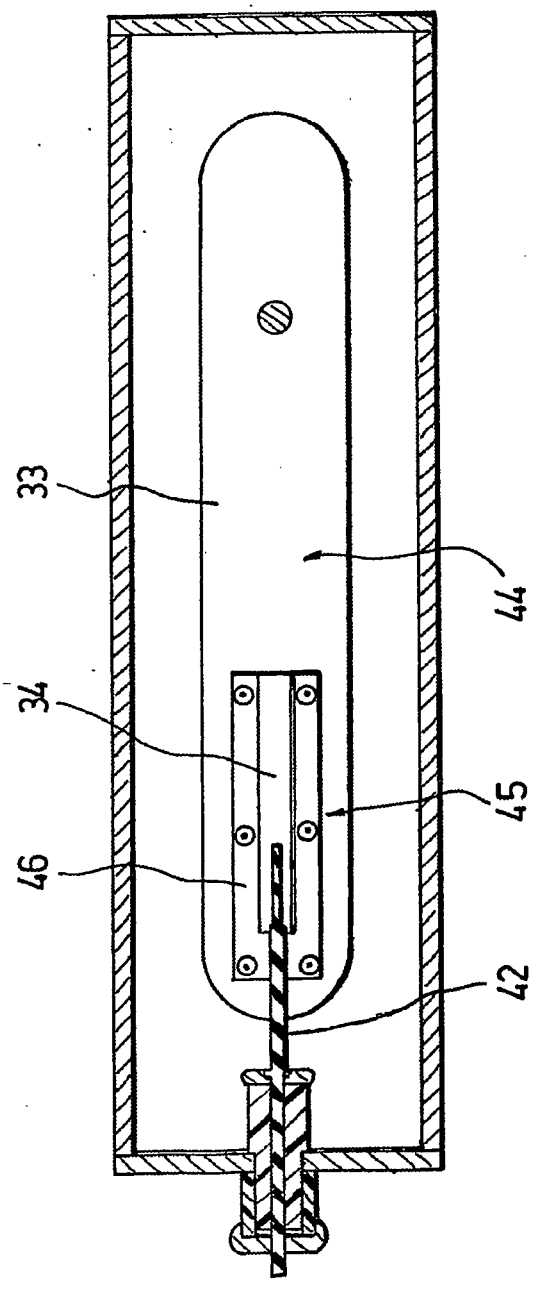


Fig 4



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 3450922 A **[0008]**