



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Numéro de publication: **0 195 889 B1**

⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet:
04.01.89

⑤① Int. Cl.*: **F 41 F 1/02**

②① Numéro de dépôt: **86100709.4**

②② Date de dépôt: **21.01.86**

⑤④ **Projectile sans contact pour canon électromécanique à rails.**

③① Priorité: **23.01.85 FR 8500929**

④③ Date de publication de la demande:
01.10.86 Bulletin 96/40

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:
04.01.89 Bulletin 89/1

⑧④ Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑤⑥ Documents cité:
US-A-4 467 696

⑦③ Titulaire: **CGEE ALSTHOM Société anonyme dite:, 13, rue Antonin Raynaud, F-92309 Levallois- Perret (FR)**

⑦② Inventeur: **Pouillange, Jean, 7 allée des Sylphides, F-77410 Gressy en France (FR)**
Inventeur: **Rioux, Christian, 10, rue Emile Morel, F-92330 Sceaux (FR)**

⑦④ Mandataire: **Weinmiller, Jürgen, Lennéstrasse 9 Postfach 24, D-8133 Feldafing (DE)**

EP 0 195 889 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention est relative à un projectile sans contact pour canon électromagnétique à rails.

La conception d'un canon électromagnétique semble à priori une gageure puisque l'électrotechnique est généralement considérée comme la technique des basses pressions (typiquement 1 bar). On sait aussi que la vitesse d'un projectile à la bouche du canon est limitée à quelques kilomètres/sec. par la vitesse de détente des gaz d'explosifs.

On connaît enfin le fonctionnement non répétitif d'une fusée et son mauvais rendement initial.

C'est donc pour pallier les inconvénients précités du canon et de la fusée que l'on est tenté de multiplier considérablement mais durant des laps de temps très brefs, la pression au sein d'un canon électromagnétique étant donné la célérité du champ électromagnétique. Alors à priori un tel canon fait appel à une source électrique impulsionnelle qui alimente le "tube" proprement dit où s'effectue l'accélération du projectile.

Le "système canon" peut à priori se rattacher à deux catégories très distinctes.

CANON A RAILS: deux rails conducteurs guident le projectile et conduisent le courant de la source; le courant se ferme en traversant les rails au niveau du projectile. La force de Laplace subie par ce courant transversal mobile, transmise au projectile, accélère ce dernier (US-A-4 467 696).

CANON A ONDES PROGRESSIVES: le tube est constitué d'une succession de bobinages progressivement alimentés. Le projectile est entraîné à la vitesse de l'onde progressive ainsi engendrée (propulsion synchrone) ou à une vitesse légèrement inférieure par induction de courant (propulsion asynchrone).

Le canon à ondes progressives est très satisfaisant pour l'esprit le comportement du projectile dans le tube semble tout à fait rassurant, mais la génération de l'onde progressive suppose la commutation fréquente de courants énormes au cours de temps minuscules elle ne semble pas encore technologiquement possible de façon répétitive.

Force est donc de se rabattre sur le canon à rail. On compte sur lui pour accélérer des projectiles dont la masse peut varier de quelques grammes à plusieurs tonnes.

Il est alimenté par une source impulsionnelle technologiquement réalisable.

Les procédés employés pour obtenir le passage du courant d'un rail à l'autre sont divers:

- traversée par deux contacts glissants, un au niveau de chaque rail (classique expérience des classes secondaires transposées de façon cyclopéenne),
- culot de projectile isolant et entretien d'un plasma contre ce culot et d'un rail à l'autre (le

procédé est élégant, mais on peut redouter de grosses difficultés pour entretenir et confiner ce plasma).

- solution mixte le culot présente une partie conductrice sans contact avec les rails, le courant passe du premier rail au culot sous la forme d'un arc, traverse le culot et rejoint le second rail au moyen d'un arc symétrique. On se pose la même question que précédemment. Le premier procédé à contacts glissants a déjà été essayé en Australie et aux U.S.A. Les publications mentionnent de belles performances mais, bien entendu, elles n'apportent que des informations qualitatives sur l'usure des rails soumis à des contacts glissants qui accumulent les contraintes suivantes:
 - très forte pression de contact
 - densité de courant instantanée considérable (10^4 A/mm² typiquement).

Un but de l'invention est de réaliser un projectile sans contact, pour canon électromagnétique à rails, alimenté par une source impulsionnelle, qui permet d'apporter les avantages du tube à onde progressive, c'est-à-dire guidage sans frottement contre les rails, entraînant un fonctionnement sûr et répétitif.

Un autre but de l'invention est de réaliser un projectile de mise en oeuvre simple et peu onéreuse, ne nécessitant ni dispositif générateur de plasma, ni organes de confinement du plasma.

L'invention a pour objet un projectile sans contact pour canon électrique à rails correspondant à la revendication 1, dont le préambule se brase sur le document US-A-4 467 696.

L'invention sera bien comprise par la description ci-après faite en référence au dessin annexé dans lequel:

- la figure 1 est une vue schématique de dessus d'un canon à rails mis en oeuvre par des contacts glissants,
- la figure 2 est une vue schématique en plan d'un canon à rails mis en oeuvre par un arc électrique,
- la figure 3 est une vue schématique en coupe transversale d'un canon à rail et d'un projectile selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 4 est une vue schématique en coupe transversale d'un canon à rails et d'un projectile selon un second mode de réalisation de l'invention,
- la figure 5 est une vue schématique en coupe montrant le sens des courants des éléments de la figure 4,
- la figure 6 est une vue schématique de dessus d'un canon à rails et d'un projectile selon le mode de réalisation de la figure 4,
- la figure 7 est une vue schématique de dessus d'un canon à rails et d'un projectile selon une variante.

Avant de décrire l'objet de l'invention, il est bon de rappeler quelques principes élémentaires de fonctionnement d'un canon à rails.

La figure 1 représente schématiquement, vu de dessus, un canon à rails comprenant deux rails métalliques parallèles 1 et 2, une source de courant électrique continue S, et une traverse métallique 3 munie de contacts glissant 3A et 3B.

Le projectile, non représenté, est dotée d'une boucle 4, supposée parcourue par un courant continu et mécaniquement solidaire du projectile. Les sens des courants dans les rails, la traverse et la boucle sont indiqués par des flèches.

La traverse à contacts et le projectile ne sont pas liés mécaniquement; la boucle crée un champ opposé à celui engendré par le circuit source-rails-traverse. La loi de l'action et de la réaction intervient entre la boucle et la traverse; la première est poussée vers l'avant par la traverse glissante qui est repoussée vers l'arrière par la boucle; ceci n'est vrai que si les deux circuits se chevauchent; si le courant de boucle est suffisant, la liaison électromagnétique boucle-traverse est si raide que le projectile est entraîné par la traverse jusqu'à l'extrémité des rails.

Bien entendu cette disposition ne présente qu'un intérêt didactique; supposons maintenant, voir figure 2, que la traverse 3 à contacts glissants soit remplacée par un arc unique entre les rails. Dans ce cas, la boucle de courant 4 établit liaison électromagnétique entre l'arc et le projectile et, par réaction, confine l'arc vers l'arrière. La suppression des contacts glissants est un facteur de longévité pour les rails.

Ces principes étant rappelés, la description est maintenant faite du projectile selon les divers modes de réalisation de l'invention.

Dans le premier mode décrit dans la figure 3, le projectile est muni de deux boucles fermées 41 et 42, associées à des moyens non représentés, mais décrits plus loin, pour leur injecter un courant continu. Les boucles sont disposées symétriquement par rapport au plan des rails 1 et 2 et par rapport au plan médian des rails. L'angle α joignant un rail aux deux boucles est choisi inférieur à 90 degrés, pour assurer la stabilité du projectile. Le projectile est en sustentation magnétique.

Pour obtenir cependant une plus grande raideur de guidage dans les trois dimensions, on choisira de préférence une configuration comme celle représentée dans les figures 4 à 7.

Dans le mode de réalisation illustré dans les figures 4 et 5 chacune des boucles référencées respectivement 410 et 420, comprend deux spires.

En se référant aux figures 4 et 6 on voit que la boucle 410 comprend une spire 411 disposée comme la spire 41 de la figure 3, c'est-à-dire avec une largeur supérieure à l'écartement des rails, et assurant la stabilité horizontale du projectile.

La boucle 410 comporte une seconde spire 42, dont la largeur est un peu inférieure (en variante, égale) à l'écartement des rails pour assurer la stabilité verticale du projectile.

La figure 5 indique le sens du courant dans les boucles et les rails, un point représentant un courant allant de l'arrière vers l'avant du plan du dessin et une croix représentant une direction opposée.

Les sens des courants sont indiqués également dans la figure 6.

Dans les deux modes de réalisation des figures 6 et 7, le projectile est muni d'une pièce conductrice 6 dont deux extrémités 6A et 6B sont proches des rails de manière qu'un arc puisse s'établir respectivement entre le rail 1 et l'extrémité 6A (arc 30) et entre le rail 2 et à l'extrémité 6B (arc 31). La pièce conductrice 6 associée aux arcs 30 et 31 est équivalente à l'arc 3' de la figure 2. La liaison courant-projectile est donc bien assurée et l'avantage immédiat de cette solution est de privilégier le lieu d'existence des arcs par des trajets qui peuvent être extrêmement brefs. La boucle 420, comprenant deux spires 421 et 422, est symétrique de la boucle 410 par rapport au plan des rails et coopère avec la même pièce métallique 6.

L'alimentation en courant des boucles est effectuée juste avant le départ du projectile, par exemple par une source de flux à montée lente (bobine) couplée aux boucles. L'alimentation de cette bobine étant brusquement interrompue, les boucles en court-circuit maintiennent le flux en elles par un courant propre. Les boucles sont isolées.

L'alimentation autonome des boucles apporte évidemment un degré de liberté dans le choix du courant de boucle, mais on peut aussi alimenter les boucles par le courant principal selon la variante représentée schématiquement dans la figure 7.

Le projectile comprend deux parties conductrices distinctes 7 et 8, isolées l'une de l'autre; chacune d'elle possède une partie (respectivement 7A et 8A) proche du rail pour permettre la naissance d'un arc.

Un arc 30' fait passer le courant du premier rail 1 à la première partie conductrice 7 voisine.

Cette première partie conductrice 7 est reliée à une extrémité d'une boucle 410' (du type de celle décrite et référencée 410 dans la figure 4) dont l'autre extrémité est reliée à la seconde partie conductrice 8 après avoir effectué deux spires 411' et 412'. Un arc 31' s'établit entre le rail et la partie conductrice 8.

La même liaison est prévue pour une seconde boucle 420' à deux spires 421' et 422', analogue à la boucle 420 de la figure 4.

Les boucles 410' et 420' (figure 6) sont connectées en parallèles par les pièces 7 et 8.

Les boucles ainsi agencées ont le même effet que les boucles en court-circuit précédentes. Elles sont peut être mieux adaptées aux petits projectiles (militaires). Elles favorisent la naissance des arcs, confèrent au circuit électrique du projectile une auto-inductance de valeur inférieure à celle qu'il aurait lorsque la pièce est unique.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Revendications

1. Projectile sans contact pour canon électrique à rails, ledit canon comprenant deux rails métalliques parallèles reliés par une source de courant continu, comprenant un moyen (6) pour établir une liaison galvanique sans contact entre les deux rails au niveau du projectile, caractérisé en ce qu'il comprend deux circuits électriques (410, 420) symétriques par rapport au plan des rails (1, 2), parcourus par un courant et créant un champ magnétique opposé à celui créé par le courant traversant les rails, chacun des circuits (410, 420) comprenant deux spires, l'une (411, 421) ayant une largeur supérieure à l'écartement des rails et l'autre (412, 422) une largeur au plus égale à celle des rails, ledit moyen étant une pièce métallique (6) présentant deux extrémités (6A, 6B) respectivement proches des rails (1, 2).

2. Projectile selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque circuit électrique (410, 420) est en court-circuit, le courant qui le traverse y étant induit au moment du départ du projectile.

3. Projectile selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque circuit est un circuit ouvert (410') comprenant deux spires (411', 412'), les extrémités respectives dudit circuit étant électriquement reliées à une pièce conductrice (7, 8), lesdites pièces étant mécaniquement solidaires du projectile et possédant une partie (7A, 8A) proche d'un rail pour permettre la naissance d'un arc (30' 31').

4. Projectile selon la revendication 3, caractérisé en ce que les deux circuits sont connectés en parallèle par les pièces conductrices (7, 8).

Patentansprüche

1. Kontaktloses Projektil für eine schienengeführte elektrische Kanone, die zwei parallele, über eine Gleichstromquelle verbundene Metallschienen besitzt, wobei das Projektil ein Mittel (6) zur Herstellung einer galvanischen kontaktlosen Verbindung zwischen den beiden Schienen in Höhe des Projektils aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß das Projektil zwei in Bezug auf die Schienenebene (1, 2) symmetrische elektrische Stromkreise (410, 420) aufweist, welche von einem Strom durchflossen werden und ein magnetisches Feld erzeugen, das dem vom die Schienen durchfließenden Strom erzeugten Feld entgegengerichtet ist, wobei jeder der Stromkreise (410, 420) zwei Windungen aufweist, von denen die eine (411, 421) eine Breite größer als der Abstand der Schienen und die andere (412, 422) eine Breite besitzt, die höchstens gleich dem Abstand der Schienen ist, und wobei das genannte Mittel ein metallisches Bauteil (6) mit zwei Enden (6A, 6B) ist, die sich jeweils in der Nähe einer der Schienen (1, 2) befinden.

2. Projektil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder elektrische Strom-Kreis (410, 420) kurzgeschlossen ist, wobei der den Kreis durchfließende Strom im Augenblick des Startens des Projektils darin induziert wird.

3. Projektil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Schaltkreis ein offener Kreis (410') mit zwei Windungen (411', 412') ist, wobei die Enden des Kreises je elektrisch an ein leitendes Bauteil (7, 8) angeschlossen sind und diese Bauteile mechanisch fest mit dem Projektil verbunden sind und in der Nähe je einer Schiene einen Bereich (7A, 8A) besitzen, welcher die Bildung eines Lichtbogens (30', 31') ermöglicht.

4. Projektil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Strom-Kreise durch die leitenden Bauteile (7, 8) parallelgeschaltet sind.

Claims

1. A contactless projectile for an electrical railgun, said gun comprising two parallel metal rails connected by a source of direct current, said projectile including means (6) for establishing a contactless metallic connection between the two rails through the projectile, and being characterized in that it includes two electrical circuits (410, 420) disposed symmetrically about the plane of the rails (1, 2), having current flowing therearound, and establishing a magnetic field opposite to that established by the current passing through the rails, each of the circuits (410, 420) comprising two turns, the width of one of them (411, 421) being wider than the spacing of the rails, and the width of the other of them (412, 422) being no wider than that of the rails, said means being a metal part (6) having two ends (6A, 6B) close to respective ones of the rails (1, 2).

2. A projectile according to claim 1, characterized in that each electric circuit (410, 420) is a short circuit, with the current passing therethrough being induced therein at the moment of projectile departure.

3. A projectile according to claim 1, characterized in that each circuit is an open circuit (410') comprising two turns (411', 412'), with the ends of said circuit being electrically connected to respective conductive parts (7, 8), said parts being mechanically fixed to the projectile and each including a portion (7A, 8A) close to one of the rails for enabling an arc (30', 31') to be struck.

4. A projectile according to claim 3, characterized in that the two circuits are connected in parallel by the conducting parts (7, 8).

FIG.1

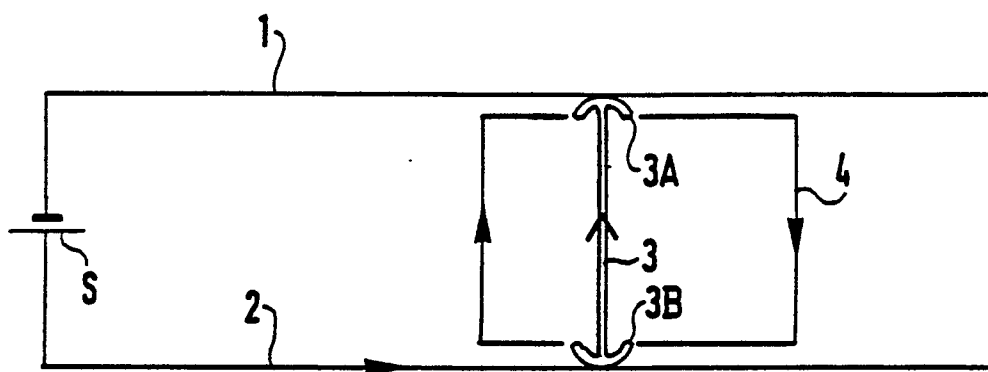


FIG.2

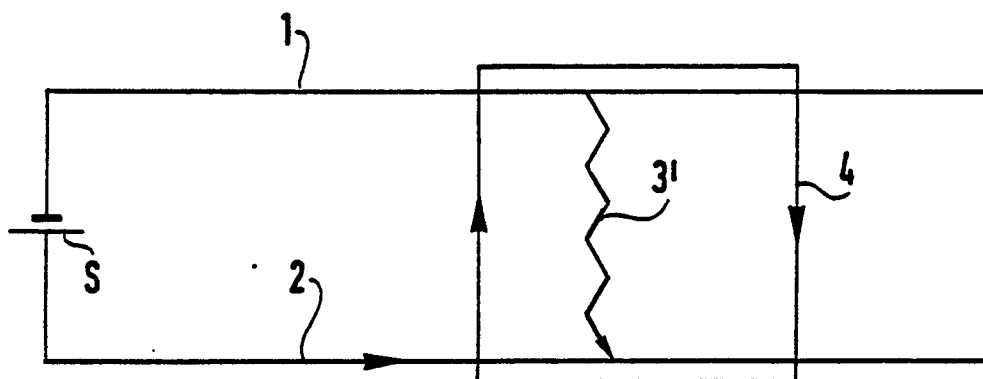


FIG.3

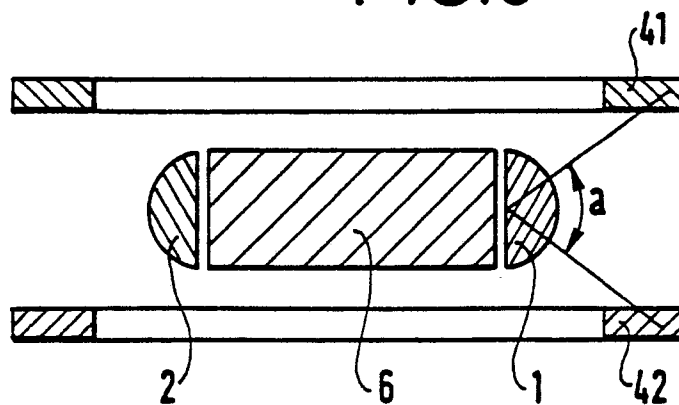


FIG.4

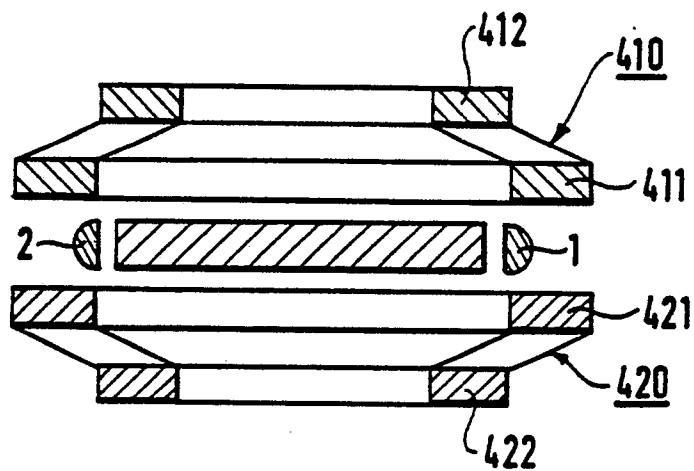


FIG.5

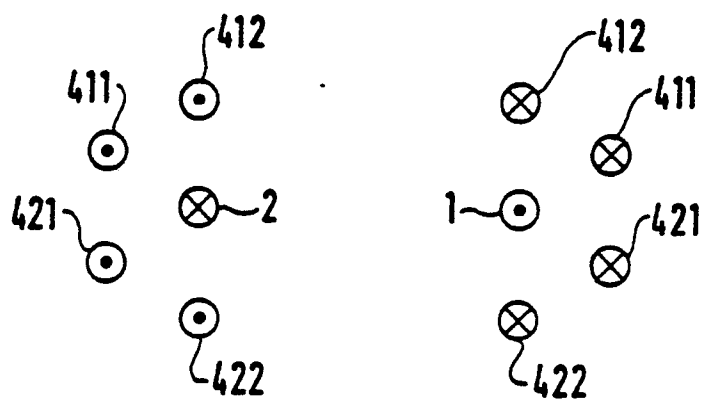


FIG. 6

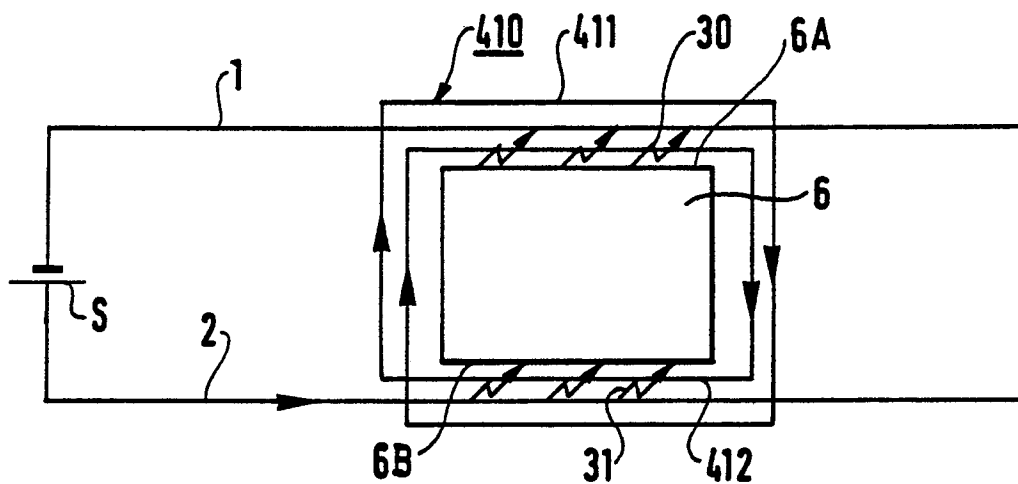


FIG. 7

