

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 2 mai 1984.

③③ Priorité :

④③ Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 45 du 8 novembre 1985.

⑥③ Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦① Demandeur(s) : *Société dite : Société de Verrerie et de
Thermométrie. — FR.*

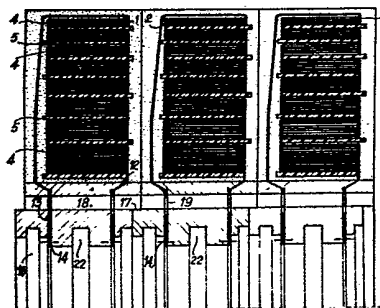
⑦② Inventeur(s) : Jean-Claude Adolphe Brion, Claude Bru-
naud, Robert Paul Henri Jean et René Henri Machet.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : Cabinet Lavoix.

⑤④ Dispositif de stockage à haute tension et à haute énergie et générateur d'impulsions en comportant application.

⑤⑦ Dispositif de stockage d'énergie à haute tension et à
haute énergie, caractérisé en ce qu'il comporte des éléments
de stockage 4 disposés en couronnes concentriques sur des
éléments de séparation isolants 5, les éléments de stockage
d'une couronne étant connectés par une de leurs extrémités
aux éléments de stockage de la couronne précédente et par
leur autre extrémité aux éléments de stockage de la couronne
suivante, l'ensemble étant monté sur un noyau de matière
isolante dure pourvu d'un alésage central et étant noyé dans
un enrobage de matière semi-souple.



La présente invention est relative au stockage de l'énergie électrique à haute tension dans un volume restreint. Elle concerne principalement les générateurs d'impulsions compacts ayant une densité
5 d'énergie stockée par unité de volume élevée, ces générateurs étant réalisés sur le principe du générateur de Marx à décharge de ligne ou à décharge capacitive.

Les générateurs de Marx utilisent des composants (résistances, condensateurs, lignes à constantes localisées ou réparties, éclateurs) assemblés
10 entre eux mécaniquement et électriquement.

De par leurs formes géométriques, les éléments assurant le stockage de l'énergie, bien que présentant généralement une densité d'énergie intéressante,
15 ne permettent pas de consacrer tout l'espace utile interne du générateur au stockage de l'énergie.

Dans ces dispositifs connus, les éclateurs sont indépendants et pressurisés et les électrodes
20 sont maintenues dans une carcasse isolante et étanche. L'emploi d'éclateurs pressurisés étanches augmente les difficultés de réalisation du générateur ainsi que son coût. Le fait que les éclateurs soient indépendants nécessite de déclencher les premiers éclateurs du gé-
25 nérateur.

La rigidité diélectrique nécessaire au bon fonctionnement des générateurs est assurée par un gaz isolant ou une huile à haute tension. La présence
30 d'huile à haute tension se traduit par une augmentation du poids, du volume (réservoir de stockage) et du prix du générateur (système de filtrage, stockage, pompage, prix de l'huile). Par ailleurs, les opérations de maintenance sont longues et peu commodes.

Par conséquent, les générateurs d'impulsions

à haute tension connus présentent les inconvénients suivants :

- faible densité de stockage de l'énergie par unité de poids et de volume;

5 - difficultés de réalisation et coûts élevés des éclateurs;

- nécessité d'en déclencher plusieurs;

- opérations de maintenance longues, délicates et onéreuses.

10 L'invention vise donc à remédier aux inconvénients des générateurs d'impulsions à haute tension en créant un générateur qui, en raison d'une intégration poussée de ses composants, présente une forte densité d'énergie par unité de poids et de volume.

15 L'invention a pour objet un dispositif de stockage d'énergie à haute tension et à haute énergie, caractérisé en ce qu'il comporte des éléments de stockage disposés en couronnes concentriques sur des éléments de séparation isolants, les éléments de
20 stockage d'une couronne étant connectés par une de leurs extrémités aux éléments de stockage de la couronne précédente et par leur autre extrémité aux éléments de stockage de la couronne suivante, l'ensemble étant monté sur un noyau de matière isolante
25 dure pourvu d'un alésage central et étant noyé dans un enrobage de matière isolante semi-souple.

 L'invention a également pour objet un générateur d'impulsions à haute tension et à haute énergie, caractérisé en ce qu'il comporte des dispositifs
30 de stockage d'énergie du type défini ci-dessus et des résistances associées auxdits dispositifs de stockage noyées dans le matériau d'enrobage de ceux-ci.

 L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à

titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Fig.1 est une vue en élévation en demi-coupe d'un ensemble de condensateurs à haute tension et à haute densité d'énergie suivant l'invention;

- la Fig.2 est une coupe transversale d'un autre mode de réalisation du condensateur suivant l'invention;

- la Fig.3 est une vue en bout d'une variante de faible valeur et à très haute tension du condensateur suivant l'invention;

- les Fig.4 et 5 sont respectivement des vues en demi-coupe suivant les lignes 4-4 et 5-5 de la Fig.3;

- la Fig.6 est un schéma électrique montrant la construction d'un générateur de Marx;

- la Fig.7 est une vue partielle en demi-coupe d'un générateur d'impulsions réalisé avec un ensemble de condensateurs suivant l'invention et selon le schéma de la Fig.6;

- la Fig.8 est une coupe transversale à plus petite échelle d'un étage du générateur de la Fig.7;

- la Fig.9 est une coupe transversale à encore plus grande échelle de la partie centrale du générateur de la Fig.8;

- la Fig.10 est une coupe suivant la ligne 10-10 de la Fig.9.

Sur les Fig.1 et 2, on a représenté un ensemble de condensateurs suivant l'invention entrant dans la construction d'un générateur d'impulsions à haute tension tel qu'un générateur de Marx.

Un tel ensemble est constitué de plusieurs étages 1,2,3.

Le nombre et la constitution des condens-

teurs sont choisis afin d'optimiser la densité d'énergie en fonction des caractéristiques d'utilisation telles que la tension de service, la tension inverse, le courant de crête, la durée de la décharge, la durée de vie.

Chaque condensateur est réalisé sous la forme de couronnes concentriques individuelles 4 formées par bobinage de rubans constitués, comme connu en soi, de bandes conductrices et de pellicules en matière diélectrique, enroulés sur un mandrin isolant 5 constitué par enroulement filamentaire.

Les mandrins 5 sont disposés de façon qu'un mandrin sur deux fasse saillie par rapport à une face opposée du condensateur élémentaire.

Grâce à une telle disposition, il est possible de connecter l'armature d'une couronne 4 à l'armature de la couronne suivante et de réaliser ainsi de proche en proche la connexion en série de toutes les couronnes 4 pour former le condensateur élémentaire.

Afin d'assurer cette mise en série, les faces des couronnes 4 sont schoopées et une couronne de cuivre de faible épaisseur est appliquée sur les faces schoopées de deux couronnes 4 consécutives séparées par un mandrin 5 dont l'extrémité affleure les couronnes.

Un tel mode de connexion est représenté à la Fig.2 qui représente un condensateur d'une conception légèrement différente de celle du condensateur de la Fig.1.

On voit sur cette figure qu'au lieu d'être enroulées concentriquement sur les mandrins 5, les armatures du condensateur sont réalisées par des enroulements 6 bobinés d'abord sous forme cylindrique puis aplatis pour constituer des segments de cylin-

dres placés côte à côte autour des mandrins isolants.

Après schoopage des faces des enroulements, des couronnes en cuivre telles que la couronne 7 sont disposées sur des rangées consécutives d'enroulements.

5 Chaque couronne 7 comprend une âme annulaire 8 disposée contre l'extrémité du mandrin séparateur correspondant. A partir de l'âme 8 et de part et d'autre de celle-ci s'étendent des languettes 9 disposées à intervalles réguliers.

10 Les encoches 10 ménagées entre les languettes 9 sont remplies de soudure lors de la fixation de la couronne de connexion sur les enroulements 6.

Bien entendu des couronnes de connexion analogues sont utilisées dans le condensateur de la Fig.1.

15 En se reportant à nouveau à la Fig.1, on voit que les connexions terminales 11,12 de l'ensemble sont réalisées toutes deux d'une manière similaire.

20 Les connexions 11 et 12 sont ensuite soudées sur des couronnes plus épaisses en laiton 13 servant à la connexion des circuits de puissance extérieurs au condensateur.

25 Les couronnes de laiton 13 qui sont pourvues de trous taraudés 14 sont montées dans un noyau 15 en résine dure pourvu d'un alésage central 16 destiné à recevoir certains composants du générateur d'impulsions dont le condensateur doit faire partie.

30 Par ailleurs, les noyaux 15 sont pourvus de rebords épaulés de centrage 17 et sont traversés par des trous axiaux 18 destinés à recevoir des tiges filetées d'assemblage en matière isolante, par exemple en résine chargée de fibres de verre, destinées à assurer la solidarisation des divers condensateurs

entre eux.

Les couronnes en laiton 13 sont également pourvues de trous 19 destinés à être traversés par lesdites tiges d'assemblage.

5 Chaque condensateur est obtenu par des opérations de surmoulage sous vide, le condensateur pouvant être imprégné au préalable.

10 Les mandrins 5 et les enroulements 4 sont noyés dans un enrobage 20 de résine semi-souple destinée à absorber les chocs électromécaniques survenant lors du fonctionnement des condensateurs.

15 La résine dure du noyau 15 et la résine semi-souple de l'enrobage 20 sont avantageusement constituées respectivement par une résine polyuréthane Damival 13-517 et par une résine polyuréthane Damival 13-521 fabriquées et vendues par la société Alsthom.

Chaque condensateur est ensuite usiné pour assurer la finition des épaulements de centrage 17.

20 Dans l'alésage 16 de chaque noyau 15 sont formées des encoches 22 destinées à assurer l'allongement des lignes de champ électrique.

25 Les résines dure et semi-souple du noyau 15 et de l'enrobage 20 sont choisies en fonction de leurs qualités diélectriques et de leur compatibilité (adhérence mutuelle).

30 Les condensateurs décrits en référence aux Fig.1 et 2 sont respectivement réalisés à partir d'éléments en couronne concentriques (Fig.1) et d'éléments plats agencés sous forme concentrique (Fig.2).

Dans l'exemple de la Fig.2, les couches successives d'éléments ont des plans de joint radiaux. Elles peuvent également avoir des plans de joint déca-

lés.

Les mandrins isolants 5 peuvent être remplacés par des éléments de séparation constitués par exemple de feuilles épaisses de résine semi-souple.

5 On peut également réaliser selon une disposition analogue à celle de la Fig.2, des condensateurs à très haute tension et de faible valeur appelés condensateurs de crête.

10 Un tel condensateur dont le nombre d'éléments dépend de la tension d'utilisation va maintenant être décrit en référence aux Fig.3 à 5.

Le condensateur représenté à la Fig.3 est réalisé d'une manière analogue à celle du condensateur de la Fig.2.

15 Il comporte des mandrins isolants 25 sur lesquels sont disposés des enroulements aplatis 26 placés en couronnes concentriques. Les mandrins 25 sont décalés de la même façon que ceux du condensateur de la Fig.1.

20 Ainsi qu'on peut le voir notamment aux Fig.4 et 5, l'une des armatures du condensateur n'est plus ramenée dans le noyau 27. La connexion est effectuée sur le diamètre extérieur de la couronne.

25 Les connexions terminales sont munies de lamelles de contact 28 disposées à la périphérie d'une bague 29 intérieure du noyau 27 et à celle d'une bague 30 extérieure de l'ensemble réalisées en laiton ou en aluminium.

30 L'enrobage en matière semi-souple de ces condensateurs présente des faces d'extrémité pourvues d'ondulations 27b destinées à allonger les lignes de champ.

L'emploi de condensateurs élémentaires plats permet de diminuer la self inductance du condensateur

en employant des connexions alternées sur les condensateurs élémentaires jointifs d'une même couche ainsi qu'on peut clairement le voir aux Fig.4 et 5.

Le schéma de la Fig.6 montre un étage de générateur de Marx symétrique représenté en trait plus épais que le reste du circuit.

Cet étage comprend une résistance de charge R_{C2} alimentée par une tension négative $-V_C$ connectée en série avec une armature d'une capacité C reliée à une électrode d'un éclateur E_1 , l'autre armature de cette capacité étant reliée à une résistance R_{m1} . Une autre résistance R_{C1} alimentée par une tension positive $+V_C$ est connectée en série avec une armature d'une autre capacité C reliée à une électrode d'un autre éclateur E_2 , l'autre armature de cette capacité étant connectée à la résistance R_{m1} précitée.

Les étages du générateur de Marx sont tous réalisés de la même façon.

Sur les Fig.7 à 10, on a représenté un exemple de générateur de Marx réalisé à l'aide de condensateurs du type décrit plus haut et conformément au schéma de la Fig.6.

Ce générateur qui est du type symétrique comprend un ensemble formé de condensateurs 31,32,33, analogues à ceux décrits en référence aux Fig.1 ou 2, disposés dans des enveloppes extérieures 34,35,36 en résine dure.

Le générateur de Marx comporte des résistances de charge 37,38 qui dans le mode de réalisation représenté aux Fig.7,8 et 9 sont au nombre de six. Ces résistances 37 sont connectées en série ainsi que les résistances 38.

La forme de la connexion en couronne 39 reliant une armature de chaque condensateur à une co-

ronne de laiton 13 correspondante (Fig.7) a été adaptée pour permettre le logement des résistances R_{C1} 37 et R_{C2} 38. La résistance R_{M1} matérialisée par les résistances 41, est disposée dans la partie centrale du dispositif entre le premier mandrin 5 et le noyau en résine dure 15. Deux évidements 42 et 43 pratiqués dans la couronne de liaison assurent le passage des connexions entre les résistances R_{M1} 41 et R_{C1} 37 d'une part et l'étage précédent d'autre part.

10 Les liaisons entre les étages 34,35,36 sont réalisées au moyen d'inserts en laiton 44 recevant des fiches à deux rangées de lamelles de contact 45.

Des électrodes d'éclateurs 46 (Fig.10) sont fixées sur les couronnes 13 par l'intermédiaire de vis engagés dans des trous taraudés 47 ou de tout autre système. La disposition des couronnes 13 permet la disposition en ligne des éclateurs ce qui offre l'avantage de favoriser leur déclenchement en cascade au moyen d'un faisceau laser axial 48 ou du rayonnement ultraviolet émis lors de l'amorçage des éclateurs des étages précédents.

25 Le volume disponible dans le noyau de chaque étage, permet en outre la mise en place d'éventuelles électrodes auxiliaires de déclenchement ainsi que des rampes de résistances correspondantes.

Les enveloppes 34,35,36 des étages du générateur sont avantageusement réalisées en résine dure en vue d'obtenir un bon dimensionnement géométrique facilitant le positionnement de chaque étage à l'intérieur du générateur.

30 Enfin, on voit sur la Fig.10 que la liaison mécanique entre les étages successifs est obtenue par des tiges filetées 49 en résine chargée de fibres de verre logées dans les trous 18.

Le générateur d'impulsions décrit en référence aux Fig.7 à 10 est un générateur dans lequel les dispositifs de stockage d'énergie sont des condensateurs. On peut également réaliser un générateur d'impulsions à haute tension et haute énergie dans lequel les dispositifs de stockage d'énergie sont constitués par des lignes de transmission agencées d'une manière analogue à celle décrite pour les condensateurs à l'exception de leurs connexions qui sont réalisées aux extrémités de chaque élément de stockage formant le dispositif de stockage d'énergie.

L'agencement qui vient d'être décrit permet d'obtenir des générateurs d'impulsion présentant les avantages suivants.

- 15 - Augmentation de la densité d'énergie;
- Eclateurs en lignes pouvant être déclenchés par rayonnement lumineux;
- Absence de carcasse étanche;
- Possibilité d'utiliser simplement des
- 20 électrodes auxiliaires de déclenchement avec leur rampe de résistances;
- Maintenance aisée et rapide;

Enfin, les générateurs suivant l'invention sont d'un encombrement réduit, ce qui les rend aisément transportables et embarquables.

25

REVENDICATIONS

1. Dispositif de stockage d'énergie à haute tension et à haute énergie, caractérisé en ce qu'il comporte des éléments de stockage (4;6;26) disposés en couronnes concentriques sur des éléments de séparation isolants (5;25), les éléments de stockage d'une couronne étant connectés par une de leurs extrémités aux éléments de stockage de la couronne précédente et par leur autre extrémité aux éléments de stockage de la couronne suivante, l'ensemble étant monté sur un noyau (15;27) de matière isolante dure pourvu d'un alésage central et étant noyé dans un enrobage (20;27a) de matière semi-souple.

2. Dispositif de stockage suivant la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits éléments de stockage sont réalisés sous forme d'enroulements concentriques (4) de rubans formés de bandes conductrices revêtues de pellicules de matière diélectrique, disposés sur lesdits éléments de séparation isolants (5).

3. Dispositif de stockage suivant la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits éléments de stockage (6;26) sont constitués par des enroulements de rubans formés de bandes conductrices revêtues de pellicule de matière diélectrique, aplatis en forme de secteurs de cylindre et disposés côte à côte autour desdits éléments de séparation isolants (5;25).

4. Dispositif de stockage suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les éléments de séparation sont constitués par des mandrins isolants (5;25) réalisés en enroulement filamentaire.

5. Dispositif de stockage suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les élé-

ments de séparation isolants (5;25) sont disposés de manière qu'un élément de séparation sur deux fasse saillie par rapport aux faces opposées du dispositif, un élément de stockage (4;6;26) étant connecté à l'élément de stockage (4;6;26) précédent par une face du dispositif et à l'élément de stockage (4;6; 26) suivant par la face opposée dudit dispositif.

6. Dispositif de stockage d'énergie suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il est constitué par un condensateur, les armatures des éléments de condensateurs élémentaires (4;6;26) qui le constituent étant schoopées, les connexions entre armatures étant assurées par des couronnes (7) en cuivre pourvues de languettes radiales (9) s'étendant de part et d'autre d'une âme annulaire (8) et entre lesquelles sont ménagées des encoches (10) destinées à recevoir le métal d'assemblage.

7. Dispositif de stockage d'énergie, caractérisé en ce qu'il est constitué de plusieurs dispositifs de stockage suivant l'une des revendications 1 à 6, dont les noyaux (15) sont pourvus de moyens de centrage et de positionnement (17), lesdits dispositifs étant assemblés par des tiges filetées (49) en matière isolante traversant des orifices axiaux (18) ménagés dans lesdits noyaux.

8. Dispositif de stockage suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ses bornes sont ramenées sur des couronnes conductrices (13) prévues dans le noyau (15) en matière isolante dure.

9. Dispositif de stockage suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ses bornes sont ramenées l'une sur une bague conductrice (29) intérieure du noyau (27) et l'autre sur une bague (30) conductrice extérieure à l'ensemble, lesdites bagues

étant munies de lamelles de contact (28).

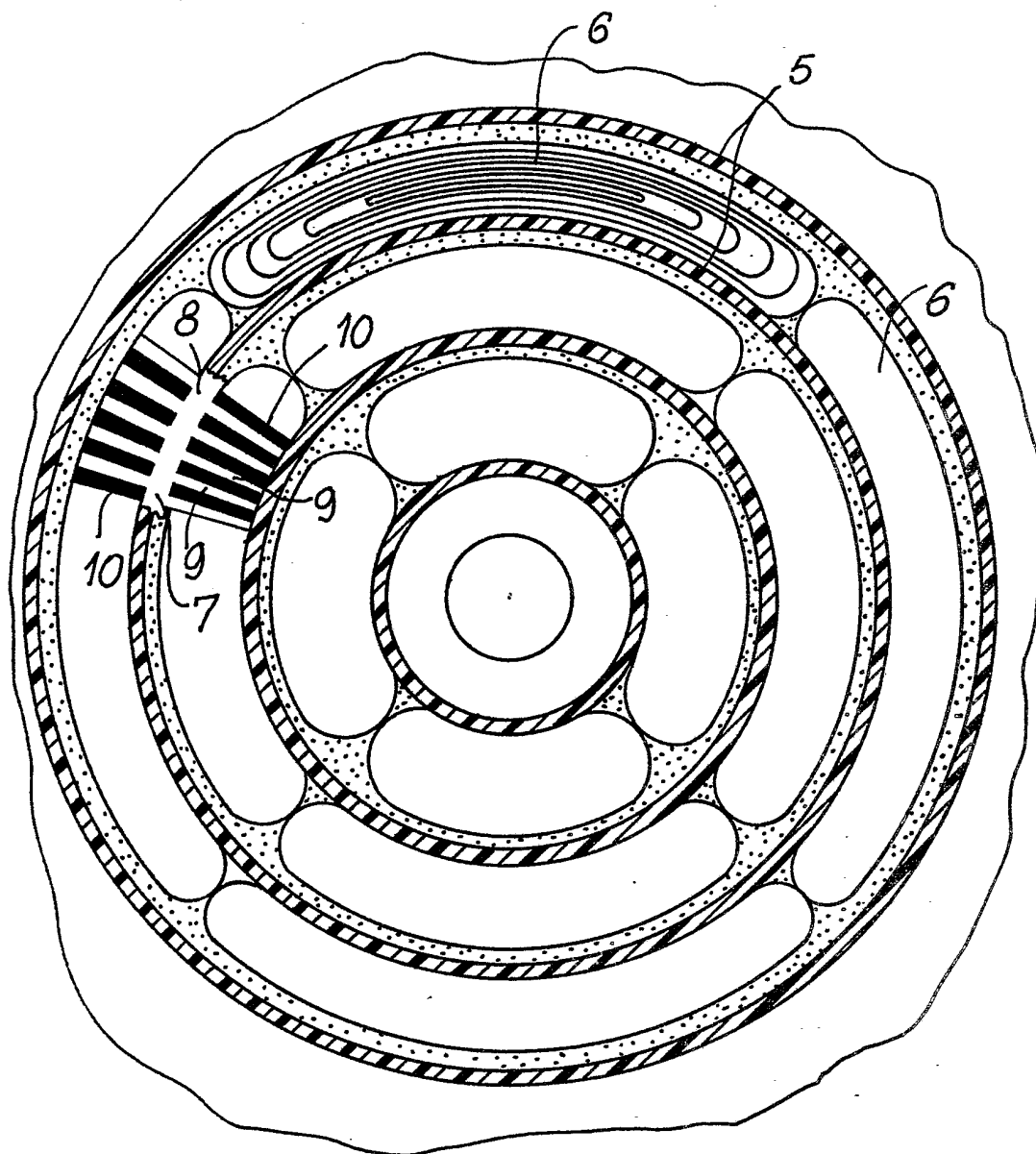
5 10. Dispositif de stockage d'énergie suivant les revendications 3 et 9 prises ensemble, constitué par un condensateur, caractérisé en ce que les bornes des condensateurs élémentaires successifs d'une même
couche sont connectés aux éléments correspondants d'une couche précédente et suivante de manière alternée.

10 11. Dispositif de stockage d'énergie suivant l'une des revendications 1 à 5 et 7 à 10, caractérisé en ce que lesdits éléments de stockage sont constitués par des lignes de transmission dont les connexions
sont effectuées aux extrémités de chaque ligne.

15 12. Générateur d'impulsions à haute tension et haute énergie comprenant un dispositif de stockage d'énergie à haute tension et haute énergie formé d'éléments de stockage (31,32,33) auxquels sont connectées des résistances de charge, des éclateurs étant
associés à deux éléments de stockage voisins, caractérisé en ce que le dispositif de stockage est formé
20 d'éléments de stockage suivant l'une des revendications 1 à 11, les résistances associées aux éléments de stockage étant noyées dans la matière isolante de l'enrobage (20) et les électrodes (46) des éclateurs
étant disposées dans l'espace formé par les alésages
25 centraux des noyaux (15) des dispositifs de stockage (31,32,33).

30 13. Générateur d'impulsions suivant la revendication 12, caractérisé en ce que les électrodes (46) des éclateurs sont montées de manière que tous les éclateurs soient alignés dans ledit espace défini à l'intérieur des noyaux (15) des dispositifs de
stockage et ainsi déclenchables par un rayonnement lumineux, lesdites électrodes (46) étant fixées sur des couronnes conductrices (13) des noyaux (15) formant bornes des dispositifs de stockage.

2/7

FIG. 2

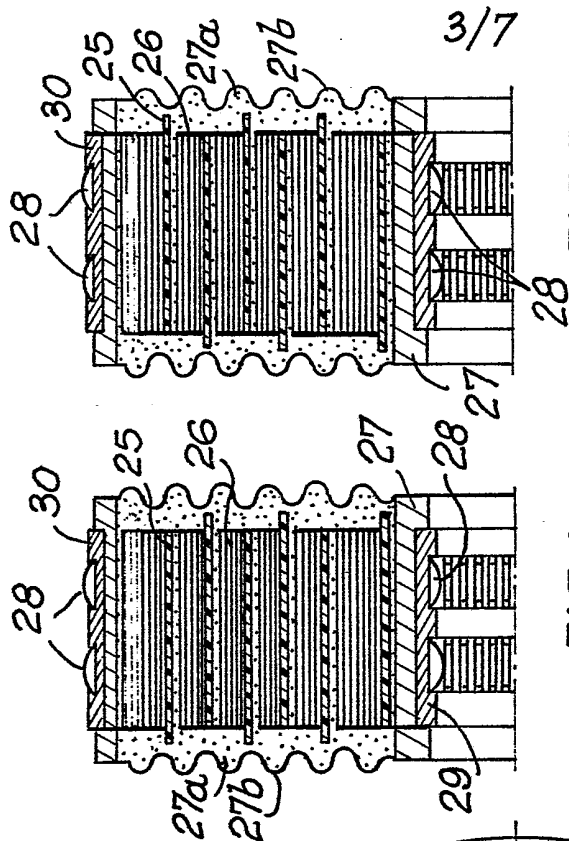
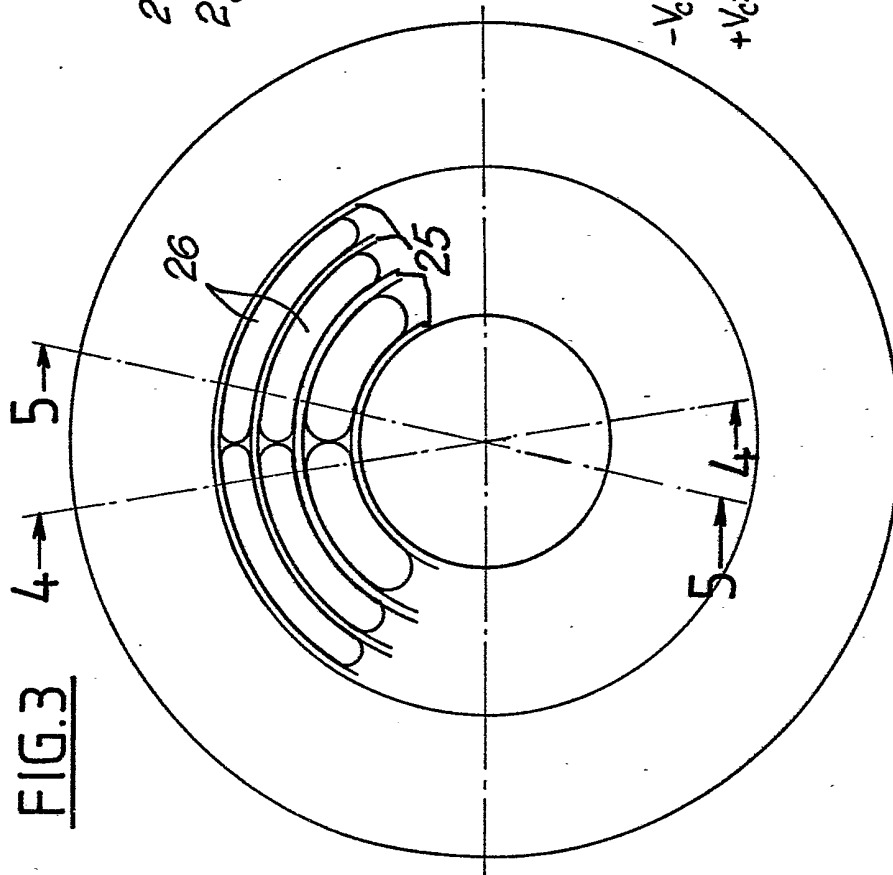


FIG. 5

FIG. 4

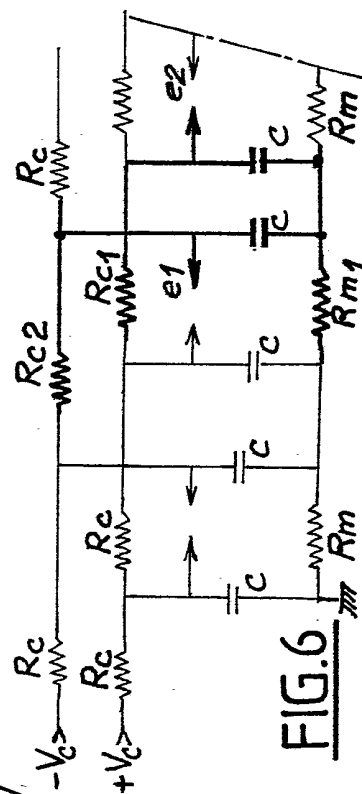
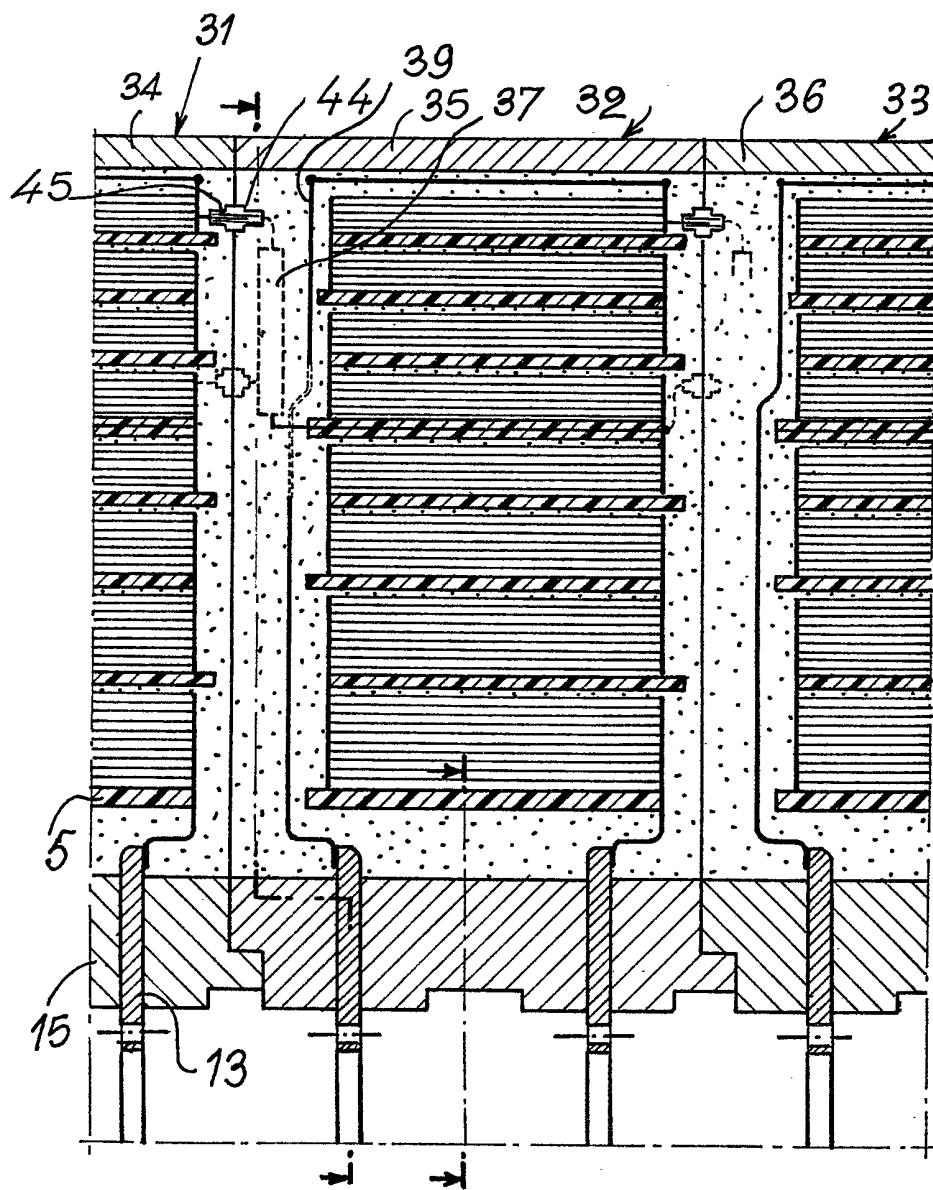
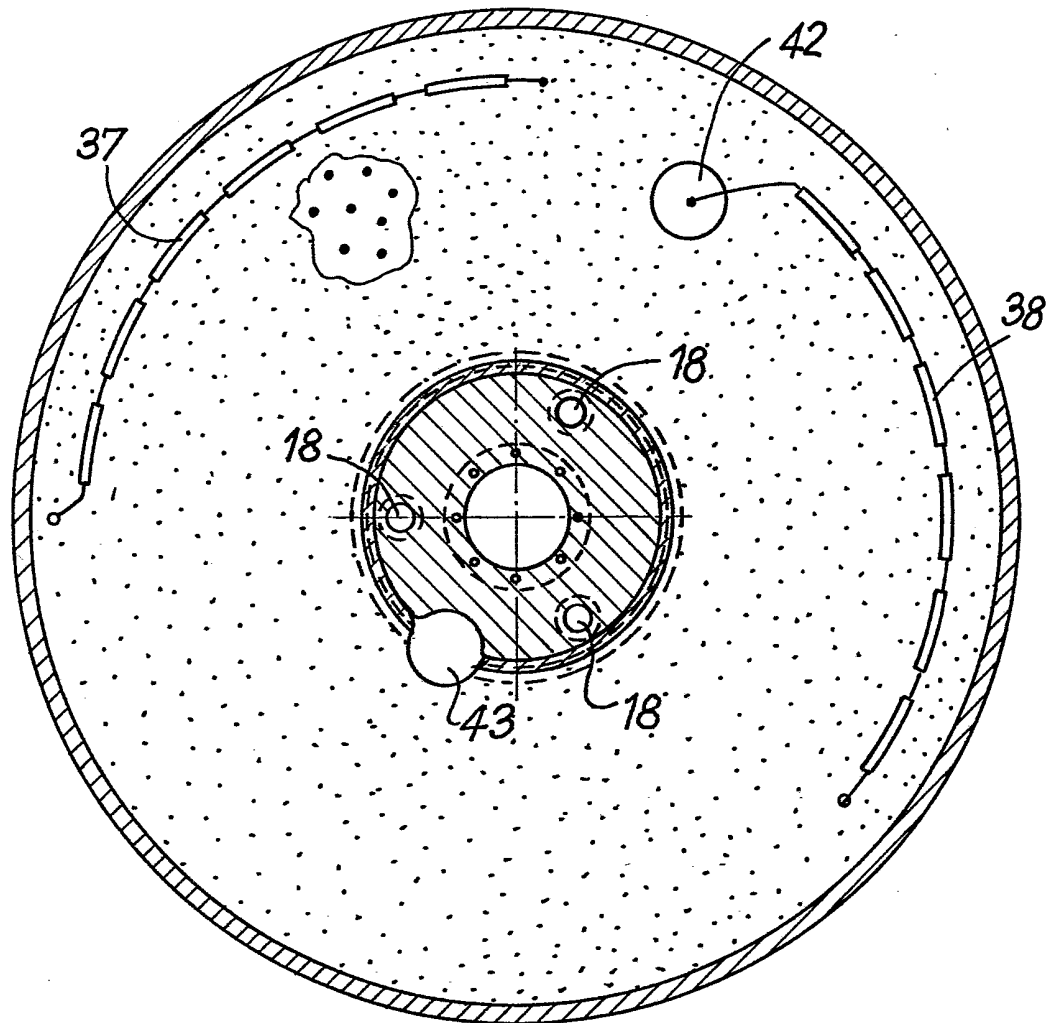


FIG. 6

4/7

FIG.7

5/7

FIG. 8

6/7

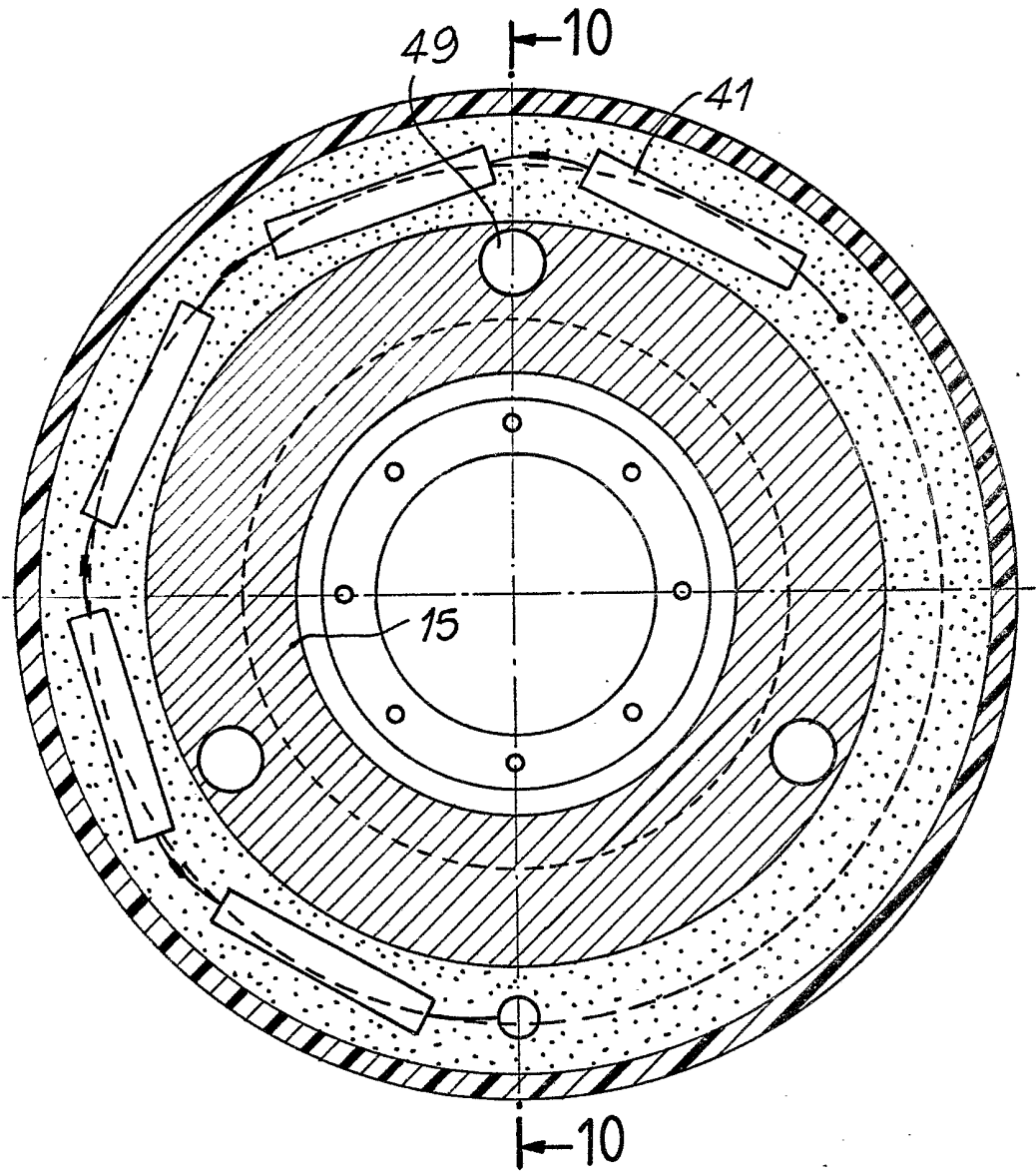
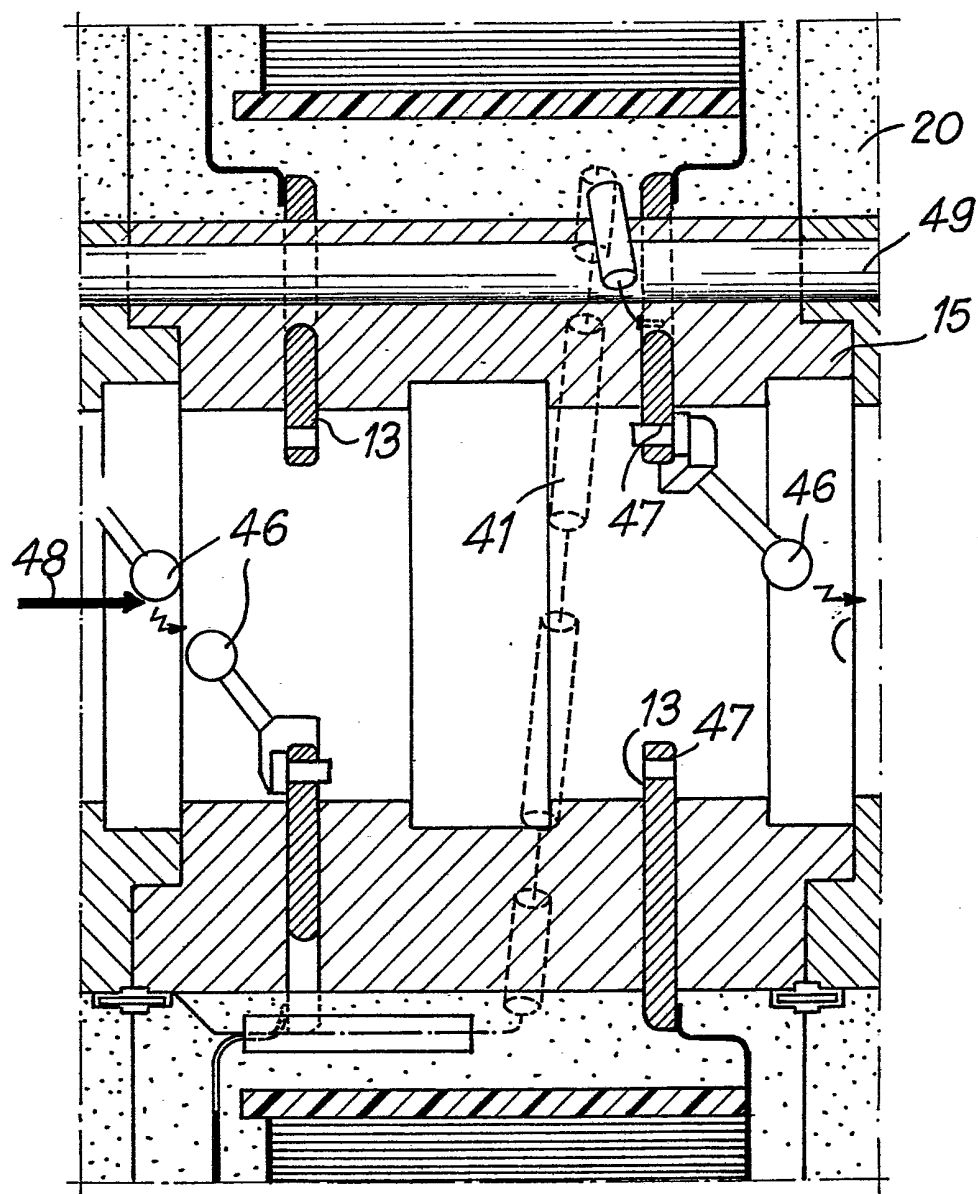


FIG. 9

7/7

FIG.10