

①2 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 13 juin 1986.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 51 du 18 décembre 1987.

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

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : THOMSON-CSF (société
anonyme). — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Alain Staron et François Micheron.

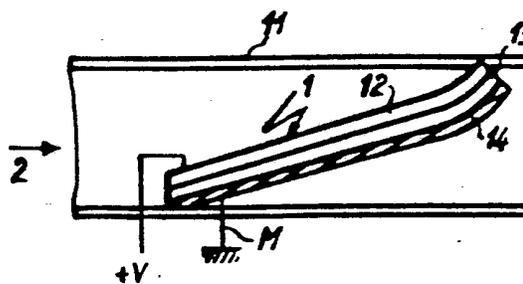
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : G. Lincot, Thomson-CSF.

⑤4 Dispositif modulateur de faisceau de rayons X et son utilisation en imagerie médicale pour la réalisation de filtres spatiaux.

⑤7 Dispositif modulateur de faisceau de rayons X 2 par variation de l'épaisseur d'un écran absorbant, caractérisé en ce que l'écran est constitué par au moins un volet 1 ayant la forme d'une plaque absorbante mince déformable dans l'ouverture d'une fenêtre 11 interposée dans le faisceau, le volet 1 pouvant occuper une position ouverte, d'inclinaison nulle, en plaçant le plan de la plaque parallèle à la direction de propagation du faisceau et une position fermée pour obstruer totalement l'ouverture et obliger tous les rayons du faisceau à la traverser et en ce qu'il est couplé à des moments de commande pour placer le volet en position ouverte ou fermée et faire varier l'atténuation des rayons du faisceau par déformation de la plaque lorsque le volet est en position fermée.

Application : imagerie médicale.



Dispositif modulateur de faisceau de rayons X et son utilisation
en imagerie médicale pour la réalisation de filtres spatiaux

La présente invention concerne un dispositif modulateur de faisceau de rayons X.

Elle s'applique notamment dans le domaine de l'imagerie médicale à la réalisation de filtres spatiaux où pour obtenir des modulations locales du faisceau de radiations on fait varier l'atténuation de chaque pixel du filtre, cette atténuation dépendant directement de la quantité de matériau absorbant traversée.

Cette atténuation est obtenue dans les dispositifs modulateurs connus en faisant circuler un flux de matière absorbante entre un réservoir et les pixels du filtre. Le remplissage des pixels s'effectue soit en conservant le filtre à demeure dans sa position normale de fonctionnement devant le faisceau, soit encore, après avoir déplacé le filtre de sa position normale de fonctionnement dans une position à l'écart du faisceau.

Les circuits abritant les déplacements de matière de la première disposition créent des défauts sur l'image, et la deuxième disposition qui nécessite une remise en place du filtre devant le faisceau une fois qu'il est composé, nécessite des mécanismes de positionnement précis et des circuits d'admission de matériau déconnectables.

Le but de l'invention est de pallier les inconvénients précités.

A cet effet, l'invention a pour objet, un dispositif modulateur de faisceau de rayons X par variation de l'épaisseur d'un écran absorbant, caractérisé en ce que l'écran est constitué par au moins un volet ayant la forme d'une plaque absorbante mince déformable dans l'ouverture d'une fenêtre interposée dans le faisceau, le volet pouvant occuper une position ouverte, d'inclinaison nulle, en plaçant le plan de la plaque parallèle à la direction de propagation du faisceau, et une position fermée pour obstruer totalement l'ouverture et obliger tous les rayons du faisceau à la traverser et en ce qu'il est couplé à des moyens de commande pour placer le volet en position ouverte ou fermée et faire varier l'atténuation des rayons du faisceau par déformation de la plaque lorsque le volet est en position fermée.

L'invention a principalement pour avantage qu'elle permet d'effectuer aussi bien des modulations globales sur l'ensemble des rayons d'un faisceau que des modulations locales sur des portions élémentaires de celui-ci. Notamment dans ce dernier cas, le dispositif selon l'invention
5 peut être avantageusement utilisé pour réaliser des filtres spatiaux de rayons X à plusieurs volets commandables individuellement. Elle présente également les avantages qu'elle permet, dans le domaine de l'imagerie médicale, la réalisation de filtres spatiaux de rayons X pouvant rester
10 continûment, sans risque de détérioration notable, dans le faisceau en cours de composition du filtre, et qu'elle permet des modifications de la composition du filtre en des temps très courts comparés aux temps exigés par les dispositifs antérieurs pour effectuer ces modifications.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui va suivre faite en regard des dessins annexés
15 qui représentent :

- La figure 1, le principe mis en oeuvre par l'invention pour réaliser un dispositif modulateur de faisceau.

- La figure 2 une application du principe de modulation représenté à la figure 1 à la réalisation d'un modulateur permettant une modulation
20 globale de l'ensemble des rayons d'un faisceau.

- Les figures 3A et 3B des volets du dispositif selon l'invention en position ouverte et fermée à l'intérieur d'une ouverture.

- Les figures 4A, 4B et 4C des modes de réalisation à un ou plusieurs volets permettant d'obtenir des modulations à niveaux d'atténua-
25 tion différents.

- La figure 5 un mode d'adressage d'une organisation matricielle de volets selon l'invention.

- La figure 6 un principe d'organisation d'un dispositif selon l'invention comportant plusieurs plans de matrice.

- La figure 7 le principe d'adressage de 6 volets alignés permettant l'obtention de 2^6 niveaux d'atténuation.
30

- Les figures 8A à 8D une configuration de volets permettant l'obtention d'un effet mémoire.

- La figure 9 une surface de volet gravée en forme de peigne
35 permettant de limiter les déformations lorsque le volet est polarisé.

- Les figures 10A à 10D une structure de volet permettant son adressage en ligne et en colonne dans une matrice.
- La figure 11 une variante de réalisation d'un volet matriciel.
- Les figures 12A à 12C une structure de volet bimorphe parallèle
5 permettant un adressage matriciel sur deux faces.
- Les figures 13A et 13B une structure de volet bimorphe série permettant un adressage matriciel sur deux faces.
- Les figures 14A et 14B des volets découpés dans des bandes de matériau piézoélectrique recouverts d'électrodes.
- 10 - La figure 15 un mode d'assemblage des bandes des figures 14A et 14B pour réaliser un plan de matrice.
- Les figures 16A et 16B un autre exemple de réalisation de volets découpés dans des bandes.
- La figure 17 un mode d'assemblage des bandes des figures 16A et
15 16B.
- Les figures 18A et 18B un mode de réalisation d'un volet articulé sur deux bords.
- Les figures 19A et 19B des volets du type de celui représenté aux figures 18A et 18B découpés dans des bandes.
- 20 - La figure 20 une vue en coupe d'un mode de réalisation d'un volet articulé sur ces deux bords.
- La figure 21 un mode de réalisation d'une matrice de volets articulés sur deux bords utilisant une bande continue dans laquelle sont découpés les volets.
- 25 - La figure 22 un mode de réalisation vue en coupe d'un double volet.

Le modulateur de faisceau qui est représenté suivant le schéma de principe de la figure 1 se compose d'une plaque ou volet 1 plongée dans un faisceau de radiations 2 et inclinée d'un angle θ variable relativement à la direction L de propagation de celui-ci. La plaque 1 possède une première
30 face 3 qui est exposée aux rayons du faisceau de radiations incident 2 et une deuxième face 4 parallèle à la première face 3 par laquelle ressort en 5 le faisceau de radiations atténué suivant la relation $I = I_0 \exp \frac{-\mu e}{\sin \theta}$ (1)

où μ désigne le coefficient d'atténuation du matériau constituant
35 la plaque 1, e est l'épaisseur de la plaque, et I_0 est l'intensité du faisceau 2.

Suivant ce principe, une plaque d'or de 7μ d'épaisseur plongée dans un faisceau de rayons X, procure une atténuation $\frac{I}{I_0} \simeq 95\%$ pour $\theta = 1$ degré et une atténuation $\frac{I}{I_0} \simeq 5\%$ lorsque $\theta = 72,8$ degrés.

Lorsque la section efficace du faisceau de rayons X est importante, le dispositif qui vient d'être décrit peut encore être utilisé bien qu'il implique aux incidences rasantes une grande longueur de volet. Toutefois, dans ce cas il sera toujours possible de fragmenter le volet en le repliant plusieurs fois sur lui-même pour former plusieurs volets élémentaires $6_1 \dots 6_n$, de dimensions à peu près rectangulaires de la façon représentée à la figure 2. Le volet est alors libre de se déformer dans la direction des plis, par exemple, le long de deux glissières 7 et 8 devant le faisceau de radiations 9 émis par une source 10. En comprimant les plis $6_1 \dots 6_n$ du volet 1 le long des glissières 7 et 8, ceux-ci se rapprochent les uns des autres ce qui augmente l'épaisseur de matière traversée par le faisceau de radiation 9, alors qu'en étirant les extrémités du volet 1 dans un mouvement inverse, les plis s'écartent ce qui diminue l'épaisseur de matière traversée par les radiations. Dans ce mouvement, une modulation est obtenue par le déplacement en va et vient des volets élémentaires 6_1 à 6_n le long des glissières 7 et 8.

Un mode de réalisation d'un volet fonctionnant suivant le principe de la plaque de la figure 1 est illustré aux figures 3A et 3B qui représentent un volet 1 en positions respectivement ouverte (fig. 3A) et fermée (fig. 3B) à l'intérieur d'un conduit ou fenêtre 11 à l'intérieur duquel passe le faisceau de radiation 2. Le volet 1 est constitué à la manière d'un bimorphe piézoélectrique par deux couches 12 et 13 de PVF_2 polarisées à 180° et collées ensemble sur une lame d'or absorbante 14, PVF_2 désignant un polyfluorure de vinylidène de formule $(CH_2 - CF_2)_n$. Les couches 12 et 13 sont collées de telle sorte que sous l'action d'un champ électrique, la couche 12 se restreint et la couche 13 se dilate. Lorsqu'une différence de potentiel électrique +V suffisante est appliquée entre les faces extérieures des deux couches 12 et 13, celle-ci provoque le déplacement du volet 1 jusqu'à la fermeture du conduit 11. Cette disposition est mise à profit par l'invention pour réaliser la modulation de chaque pixel d'un filtre spatial de rayons X, car elle constitue un excellent moteur qui est à la fois peu encombrant et transparent aux radiations.

Cependant, pour l'application au filtrage spatial visée par l'invention, il est souhaitable que le volet représenté aux figures 3A et 3B ne puisse pas prendre d'inclinaisons intermédiaires entre la position ouverte, où il ne présente que son épaisseur, et la position fermée où il est présent sur toute la surface du pixel. Dans le cas contraire, du fait de l'absence de diffusion et de diffraction des rayons X, une structure lamellaire, semblable à celle de l'ombre d'un store, serait visible sur l'image, pour toutes les positions intermédiaires. En d'autres termes, le dispositif qui vient d'être décrit ne peut être efficacement utilisé pour moduler la transmission d'un pixel en modulant la taille de sa surface transparente. Lorsque plusieurs niveaux de gris sont nécessaires on devra soit moduler la durée de la position fermée du volet sur toute la surface du pixel, soit donner au volet une inclinaison variable en position fermée de la manière représentée aux figures 4A et 4B, soit encore mettre en cascade plusieurs volets $l_1 \dots l_3$ fonctionnant par tout ou rien de la manière représentée à la figure 4C, avec des modulations nominales différentes du fait de leur épaisseur ou de leur inclinaison.

Moyennant un tracé adapté des électrodes de polarisation des bimorphes piézoélectriques, les structures de volets qui viennent d'être décrites ont l'avantage de bien se prêter à des réalisations de type matricielles où les volets sont situés aux croisements par exemple, de N_1 lignes et N_2 colonnes de la façon représentée à la figure 5, les N_1 lignes et les N_2 colonnes qui forment sur la figure 5 une matrice référencée 15 étant adressées par des décodeurs d'adresse 16 et 17. En empilant plusieurs plans matriciels on peut alors obtenir un absorbeur de rayons du type qui est représenté à la figure 6, comprenant par exemple un ensemble de m plans matriciels de N_1 lignes et N_2 colonnes. Selon cette dernière organisation les m volets situés dans chacun des plans au croisement d'une même ligne et d'une même colonne sont placés les uns derrière les autres par rapport au faisceau de rayons X incident et leur commande peut être obtenue de la manière représentée à la figure 7 à l'aide d'un convertisseur analogique-numérique fournissant à partir d'une tension V_c un gradient de tension $U_i = \alpha_i V_c$ à chaque volet, i étant sur la figure 7 un entier compris entre 1 et 7.

Pour rendre réalisable ce type d'organisation, il est nécessaire de

conformer l'électrode supérieure du bilame piézoélectrique de chacun des volets pour l'alimenter indifféremment par une excitation ligne et une excitation colonne et obtenir un comportement du bilame tel que lorsque seule l'excitation ligne ou l'excitation colonne est présente le bilame se déforme très peu, c'est-à-dire de façon insuffisante pour prendre la position fermée et que lorsque les deux excitations sont présentes simultanément, le volet s'incline jusqu'à sa position fermée où il se met en contact avec un plot assurant le maintien en position fermée une fois que les excitations lignes et colonnes disparaissent.

Plusieurs réalisations de volets conformés suivant ces principes sont représentées aux figures 8A à 13B où les éléments similaires de ceux illustrés à la figure 1 sont représentés avec les mêmes références. La figure 8A représente un volet 1 en vue de profil et la figure 8B le même volet 1 en vue de dessus. Le volet 1 est fixé par une extrémité 1_a à la paroi du tube 11 et son extrémité opposée est libre de se déplacer entre un plot de maintien 18 et la paroi du tube 11 sur laquelle est fixée l'extrémité 1_a .

Deux électrodes conductrices 19 et 20 sont gravées sur la face extérieure de la couche piézoélectrique 12 non en contact avec la couche 13 suivant le tracé représenté à la figure 8B. L'électrode 19 en forme de U occupe par sa barre centrale l'extrémité libre du volet et ses deux barres latérales sont adjacentes aux bords latéraux du volet. L'électrode 20 est conformée à la manière d'un T, la tige du T étant disposée au milieu de la face extérieure de la couche 12 entre les deux barres latérales du U formé par l'électrode 19 et ses bras occupent l'extrémité non libre du volet. Pour être amené dans la position de la figure 8A, le volet est polarisé entre l'électrode 20 et la couche d'or 14 par une tension de commande V, dans ce mouvement l'électrode 19 vient en contact avec le plot 18 qui applique à l'électrode 19 une tension convenable pour maintenir le volet en position fermée lorsque la tension V est nulle.

Etant donné la localisation spatiale du champ électrique sur les électrodes 19 et 20, le volet 1 peut se déformer dans les plans de coupe aa' et bb' de la façon représentée aux figures 8C et 8D.

Ces déformations pourront être éventuellement limitées en conformant les électrodes 19 et 20 en forme de peigne et en les entrecroisant suivant par exemple la représentation de la figure 9.

Les structures de volets qui viennent d'être décrites, résolvent d'une façon simple et efficace le problème de l'effet mémoire, elles conduisent cependant à des réalisations quelque peu compliquées des circuits de commande des volets d'une matrice de volets qui ne peuvent
5 être commandés qu'individuellement, puisqu'il ne peut exister pour les configurations décrites qu'une seule tension de commande par volet.

Ce problème est résolu en configurant les volets suivant l'une des façons représentées aux figures 10A à 10D ; 11 ; 12A à 12C, et 13A, 13B.
10 Ces configurations permettent à la fois d'obtenir un effet mémoire et un déplacement de volet suffisant uniquement lorsque celui-ci est adressé suivant la ligne et la colonne auxquelles il appartient dans l'organisation matricielle.

Sur les figures 10A à 10D par exemple, la couche piézoélectrique 12 est recouverte par deux électrodes 19 et 20 séparées sur lesquelles sont
15 appliqués deux potentiels de polarisation conduisant en fonction des polarités de ceux-ci à des positions du volet 1 différentes du type de celles illustrées aux figures 10B à 10D, la position de "volet fermé" représentée à la figure 10D étant obtenue lorsque les deux électrodes 19 et 20 sont portées au même potentiel +V.

20 On note figure 11, qu'un résultat équivalent peut être obtenu en déposant sur la couche 12 deux électrodes 19 et 20 servant d'électrode de colonne et de maintien et une électrode ligne 21 intermédiaire entre les électrodes 19 et 20.

On peut noter aussi que l'adressage peut avoir également lieu en
25 polarisant les électrodes des volets sur leurs deux faces comme cela est représenté par exemple aux figures 12A à 12C, d'une part, et aux figures 13A, 13B, d'autre part. Sur la vue de profil et en coupe de la figure 12A, une électrode 22_a est interposée entre les couches 12 et 13 et une électrode 22_b est déposée en dessous du volet, sur la partie absorbante 14
30 pour permettre une excitation du volet sous deux tensions différentes V_1 et V_2 . La dissymétrie des électrodes de ligne, sur la vue de dessus du volet figure 12B, et des électrodes de colonne, sur la vue de dessous du volet figure 12C, diminue la déformée du volet fermé lorsque la tension vient de l'électrode mémoire 19.

35 Sur les figures 13A et 13B l'excitation colonne est appliquée

directement sur la couche absorbante 14 et l'excitation ligne est appliquée sur une électrode 20 en forme de T déposée sur la couche 12. Ces deux électrodes sont polarisées chacune en fonction de la position du volet recherchée par deux tensions $\pm \frac{V}{2}$.

5 Naturellement l'adoption d'un système de polarisation parmi ceux décrits précédemment est une question de choix qui ne peut être défini suivant les applications qu'en fonction de la topologie du dispositif modulateur retenu.

10 Pour faciliter la fabrication, les volets appartenant à une même colonne d'une matrice peuvent être découpés dans une bande 23 de PVF_2 comportant des entailles 24 perpendiculaires à deux bords 25 et 26 opposés parallèles de la bande, de la façon représentée aux figures 14A et 14B. Chaque volet sur ces figures est délimité par l'espace compris entre deux entailles successives d'un même bord. Les bandes 23 sont métallisées
15 sur chacune de leur face pour conformer les électrodes de polarisation de chacun des volets. Par exemple, sur la figure 14A la face de la bande 23 représentée est recouverte dans sa partie médiane par deux lignes métallisées 27 et 28 parallèles à la direction des bords 25 et 26, auxquelles se ramifient des électrodes 20 perpendiculaires et sur la figure
20 14B qui représente la face opposée de la bande 23, des lignes métalliques 29 sont déposées dans le sens longitudinal des volets à peu près en leur moitié. Ce type de réalisation, où les lignes 27 et 28 peuvent être considérées comme formant les électrodes de colonne des volets et les lignes 29 comme formant les électrodes de ligne, apparaît plus particuliè-
25 rement adapté pour former les plans de matrice d'un modulateur de faisceau du type représenté à la figure 15 qui représente deux bandes 23 repliées en forme de U sur elles-mêmes, leurs électrodes de ligne 29 étant en contact respectivement avec une ligne conductrice 30 du plan de la matrice et leurs électrodes de colonne étant en contact respectivement
30 avec une colonne conductrice 31 du plan de la matrice. Des barres conductrices 32 de maintien, ayant la même fonction de maintien que les plots 18 décrits précédemment, sont disposées parallèlement aux colonnes 31 à une distance suffisante devant une branche du U formée par la bande 23 pour que chaque volet d'une branche, lorsqu'il est en position ouverte,
35 puisse appliquer son électrode 19 contre la barre de maintien 32 en vis à

vis. Les branches de chaque U formées dans une bande 23 enserrant une plaque séparatrice isolante 33. Dans ce montage, le plan de la matrice de volets ainsi formé est placé perpendiculairement aux rayons X incidents, ceux-ci peuvent ainsi être occultés par un quelconque volet lorsque celui-ci est commandé en position fermée par les tensions appliquées à la fois sur la ligne et la colonne conductrices avec lesquelles ses électrodes ligne 5 29 et colonne 20 sont en contact.

Un autre mode de réalisation d'une matrice de volets est décrit ci-après à l'aide des figures 16A, 16B et 17. Ce mode de réalisation utilise également des bandes 23 de PVF_2 dans lesquelles sont découpés les volets. Contrairement aux figures 14A et 14B, l'électrode absorbante en or 14 est déposée non pas sur la face sur laquelle reposent les électrodes de colonne mais sur l'autre face où sont gravées les électrodes de ligne et les électrodes de mémorisation ne sont plus gravées comme précédemment sur la face comportant les électrodes ligne mais à l'inverse sur la face 15 opposée comportant les électrodes de colonne. Cette disposition implique, comme le montre la figure 17 où les éléments homologues de la figure 15 sont repérés avec les mêmes références, un montage différent des bandes 23 qui ne sont plus repliées comme sur la figure 15 de part et d'autre d'une cloison séparatrice 33 entre deux barres de mémorisation 32. D'une façon 20 différente les branches du U reposent, lorsque les volets sont en position ouverte, contre des cloisons support 34 disposées perpendiculairement au plan des lignes 30 et chaque barre de mémorisation 32 est située à l'intérieur d'un U à peu près à mi-distance des deux branches opposées, pour qu'en position fermée, chacune des électrodes mémoire 19 d'un volet 25 d'une des deux branches puisse s'appliquer contre la barre de mémorisation 32 faisant face aux deux branches. Comme dans l'exemple de la figure 17, les électrodes absorbantes 14 font saillie sur la couche piézoélectrique 13, la cloison 34 comporte des rainures 35 dans lesquelles viennent s'engager 30 les électrodes absorbantes 14 des volets l en position ouverte.

Une alternative aux systèmes décrits précédemment consiste à faire travailler les volets des figures 3A et 3B par exemple, non plus en flexion simple à la manière d'une poutre maintenue encadrée à une de ses extrémités, mais en flambement. On obtient alors un volet qui a les 35 formes représentées aux figures 18A et 18B.

Selon les deux configurations représentées le volet peut se déformer sous l'action des tensions de polarisation appliquées sur ses électrodes avec une flèche suffisante pour appliquer son électrode mémoire 19 contre le plot mémoire 18.

5 Le fait que le volet soit articulé à ses deux extrémités permet d'envisager une fabrication sur une seule bande support des volets de la matrice. Sur les figures 19A et 19B les volets sont délimités par des fentes horizontales régulièrement espacées suivant des lignes horizontales du support 23 en formant plusieurs colonnes dans le sens vertical. La face
10 du support 23 montrée à la figure 19A supporte les électrodes absorbantes en or 14 de chaque volet espacées les unes des autres sur une même ligne par les électrodes de polarisation de ligne 29. La face opposée du support représentée à la figure 19B supporte les électrodes de polarisation colonne de chacun des volets.

15 En collant deux bandes 23, 23_a et 23_b par la face qui est représentée à la figure 19A de façon que les électrodes lignes soient en contact, on obtient la réalisation vue en coupe sur la figure 20 et lorsque les électrodes lignes sont du côté absorbant on intercale en 37 soit, un réseau de fils conducteurs soit, une plaque métallisée par bandes. Un
20 exemple de réalisation d'une matrice de volets correspondante est illustrée à la figure 21. Sur cette figure les bandes 23_a et 23_b collées l'une sur l'autre par leurs électrodes de ligne, sont conformées suivant un serpentín dont les boucles alternées oscillent de part et d'autre d'un plan passant par l'ensemble des volets. Dans cette configuration des barres de maintien 32
25 sont placées dans chaque boucle à une distance intermédiaire entre les deux colonnes de volet placées à l'intersection de la boucle et du plan passant par l'ensemble des volets. Pour tendre les deux bandes 23_a et 23_b un plot isolant comme représenté en 36 sur la figure 21 pourra être inséré dans l'arrondi de chaque boucle, la partie opposée à l'arrondi étant
30 recouverte d'une électrode métallique 37 jouant le rôle de la barre de maintien 32.

On notera encore que selon une autre variante de réalisation, le modulateur décrit précédemment peut encore être modifié de la façon représentée à la figure 22, pour revenir à un fonctionnement des volets
35 des figures 3A et 3B où chaque volet travaille à la flexion et non plus en

compression. Cela peut être obtenu simplement en sectionnant chacun des volets à l'endroit où, sur les figures 18A et 18B, la flèche est maximale. Cette dernière disposition peut être intéressante car elle offre par rapport à la précédente la possibilité d'obtenir deux niveaux d'atténuation
5 supplémentaires.

REVENDICATIONS

1. Dispositif modulateur de faisceau de rayons X (2) par variation de l'épaisseur d'un écran absorbant, caractérisé en ce que l'écran est constitué par au moins un volet (1) ayant la forme d'une plaque absorbante mince déformable dans l'ouverture d'une fenêtre (11) interposée dans le faisceau, le volet (1) pouvant occuper une position ouverte, d'inclinaison nulle, en plaçant le plan de la plaque parallèle à la direction de propagation du faisceau et une position fermée pour obstruer totalement l'ouverture et obliger tous les rayons du faisceau à la traverser et en ce qu'il est couplé à des moyens de commande (16, 17) pour placer le volet en position ouverte ou fermée et faire varier l'atténuation des rayons du faisceau par déformation de la plaque lorsque le volet est en position fermée.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le volet (1) est fragmenté en plusieurs volets élémentaires ($6_1 \dots 6_n$), de dimensions à peu près rectangulaires, obtenus par pliages alternés successifs d'une feuille souple d'un matériau absorbant les rayons X, chaque rabat formant un volet élémentaire.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le volet est libre de se plier ou de se déplier sur des glissières (7, 8).

4. Dispositif selon les revendications 1, 2 et 3, caractérisé en ce que l'écran est constitué par une matrice de volets (15) disposés au croisement d'une ligne et d'une colonne.

5. Dispositif caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs plans (m) de matrice de volets selon la revendication 4 juxtaposés les uns aux autres.

6. Dispositif selon les revendications 1, 4 et 5, caractérisé en ce que chaque plaque absorbante est recouverte de deux lamelles juxtaposées (12, 13) d'un matériau piézoélectrique polarisables électriquement pour permettre la déformation de la plaque.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que le matériau piézoélectrique est du PVF_2 .

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que chaque plaque absorbante est en or.

9. Dispositif selon les revendications 4 à 9, caractérisé en ce que

chacun des volets est constitué par un matériau piézoélectrique bimorphe métallisé sur chacune de ses faces (20, 14) pour former deux électrodes, une électrode servant également d'absorbeur.

5 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de polarisation électrique des électrodes pour commander l'ouverture et la fermeture de chacun des volets.

10 11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'en position fermée une électrode (19) d'un volet est placée en contact avec un plot de polarisation (32) pour maintenir le volet en position fermée lorsque les moyens de polarisation cessent de polariser les électrodes.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que les électrodes ont la forme de peignes entrecroisés.

15 13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 12, caractérisé en ce que les volets ont sur une face deux parties métallisées (19, 20) pour permettre l'adressage en ligne et en colonne de chaque volet dans la matrice.

14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1, 4 à 13, caractérisé en ce que les volets ont une forme à peu près rectangulaire et sont inclinables autour d'un de leur côté (1_a).

20 15. Dispositif selon les revendications 4 à 12, caractérisé en ce que les volets sont polarisés sur chacune des électrodes (14, 19, 20) recouvrant leurs deux faces pour permettre l'adressage en ligne et en colonne de chacun des volets dans la matrice.

25 16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 15, caractérisé en ce que les volets appartenant à deux colonnes successives de la matrice sont formés dans une bande PVF_2 découpée sur ses deux bords parallèles (25, 26) opposés pour former des entailles (24) d'égales longueurs et perpendiculaires à la direction de ceux-ci, chaque volet étant délimité par l'espace compris entre deux entailles successives d'un même
30 bord.

17. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que les bandes sont métallisées sur leurs deux faces (19, 20, 14) pour appliquer les polarisations respectives nécessaires à la sélection de chacun des volets par ligne et colonne.

35 18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'une

matrice comprend des premiers conducteurs (30) disposés en ligne, et des deuxièmes conducteurs disposés en colonnes (31), les métallisations (29) des volets opposés et gravées sur les premières faces des bandes étant placées en contact respectivement avec un conducteur (30) d'une ligne et
5 les métallisations (20) des volets opposés et gravées sur les deuxièmes faces des bandes étant placées en contact respectivement avec un conducteur d'une colonne (31); chaque bande étant repliée en forme de U, l'espace intérieur du U délimité par la deuxième face d'une bande étant occupé par le conducteur (31) de la colonne correspondante de la matrice,
10 une barre de maintien (32) étant placée à côté de chaque conducteur d'une colonne à une distance suffisante pour pouvoir être mise en contact avec les extrémités (19) des volets (1) de deux colonnes (31) adjacentes en contact avec deux bandes adjacentes différentes lorsqu'ils sont en position fermée.

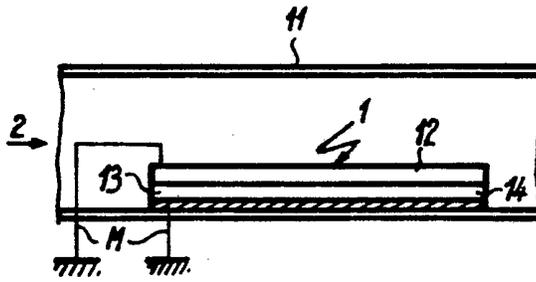
15 19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1, 4 à 13, caractérisé en ce que la plaque constituant un volet est articulée sur deux bords d'extrémité opposés.

20 20. Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce que les volets (1) d'une matrice sont formés par découpage de fentes disposées en ligne et en colonne sur au moins une même bande support (23a, 23b), la bande support étant conformée suivant un serpentín dont les boucles alternées oscillent de part et d'autre d'un plan passant par l'ensemble des volets pour former la matrice de volets.

25 21. Dispositif suivant la revendication 20, caractérisé en ce que des barres de maintien (32) sont placées dans chaque boucle à une distance intermédiaire entre les colonnes de volets situées à l'intersection de la boucle et du plan passant par l'ensemble des volets (1).

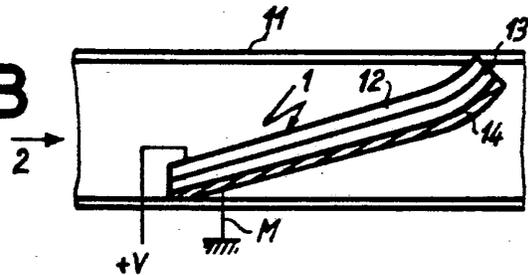
30 22. Utilisation du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 21 pour la réalisation en imagerie médicale de filtres spatiaux à plusieurs volets commandables individuellement.

2/9

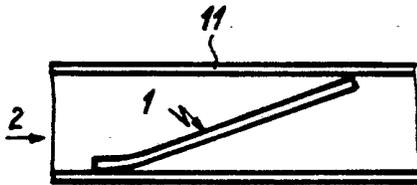


FIG_3-A

FIG_3-B



FIG_4-A



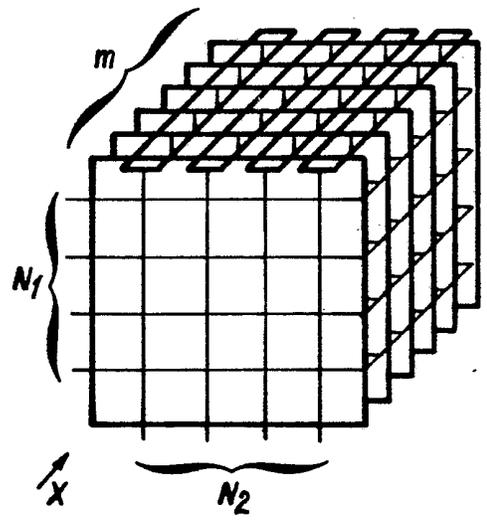
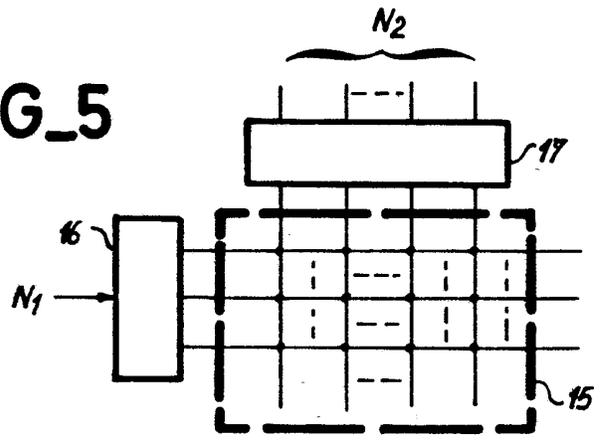
FIG_4-B



FIG_4-C

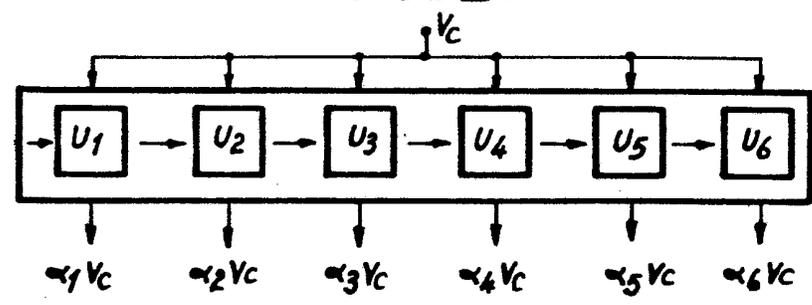


FIG_5



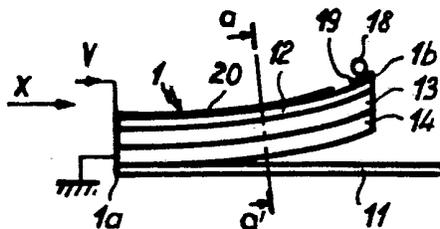
FIG_6

FIG_7

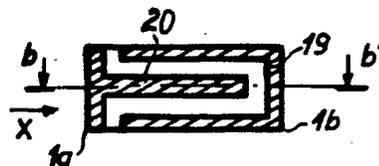


4/9

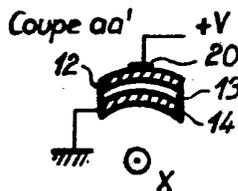
FIG_8-A



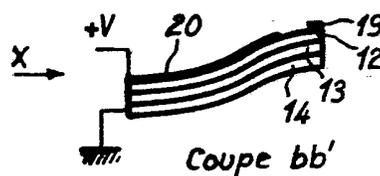
FIG_8-B



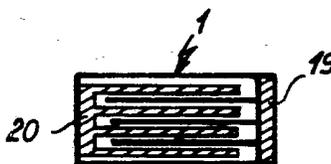
FIG_8-C



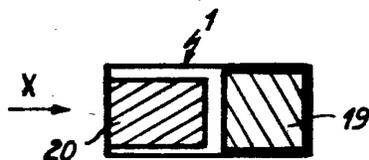
FIG_8-D



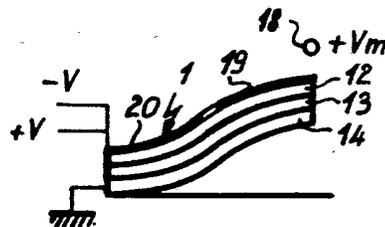
FIG_9



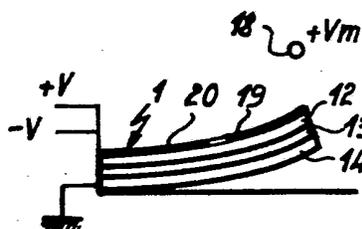
FIG_10-A



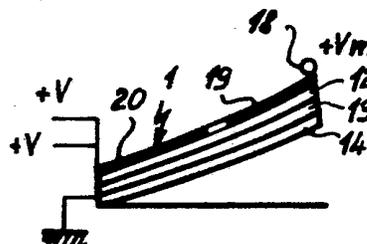
FIG_10-B



FIG_10-C

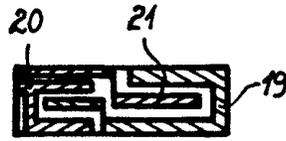


FIG_10-D

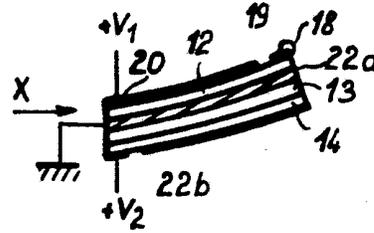


5/9

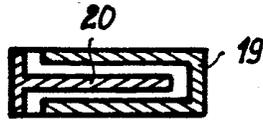
FIG_11



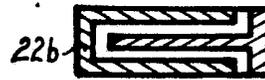
FIG_12-A



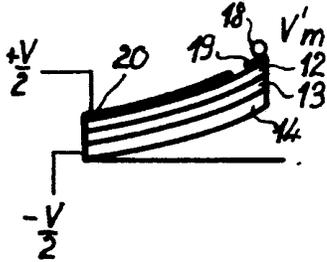
FIG_12-B



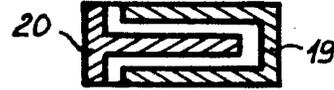
FIG_12-C



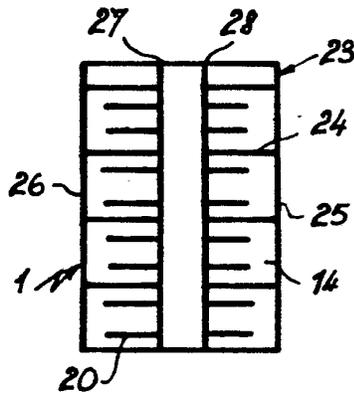
FIG_13-A



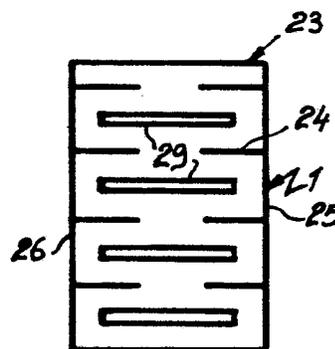
FIG_13-B



FIG_14-A

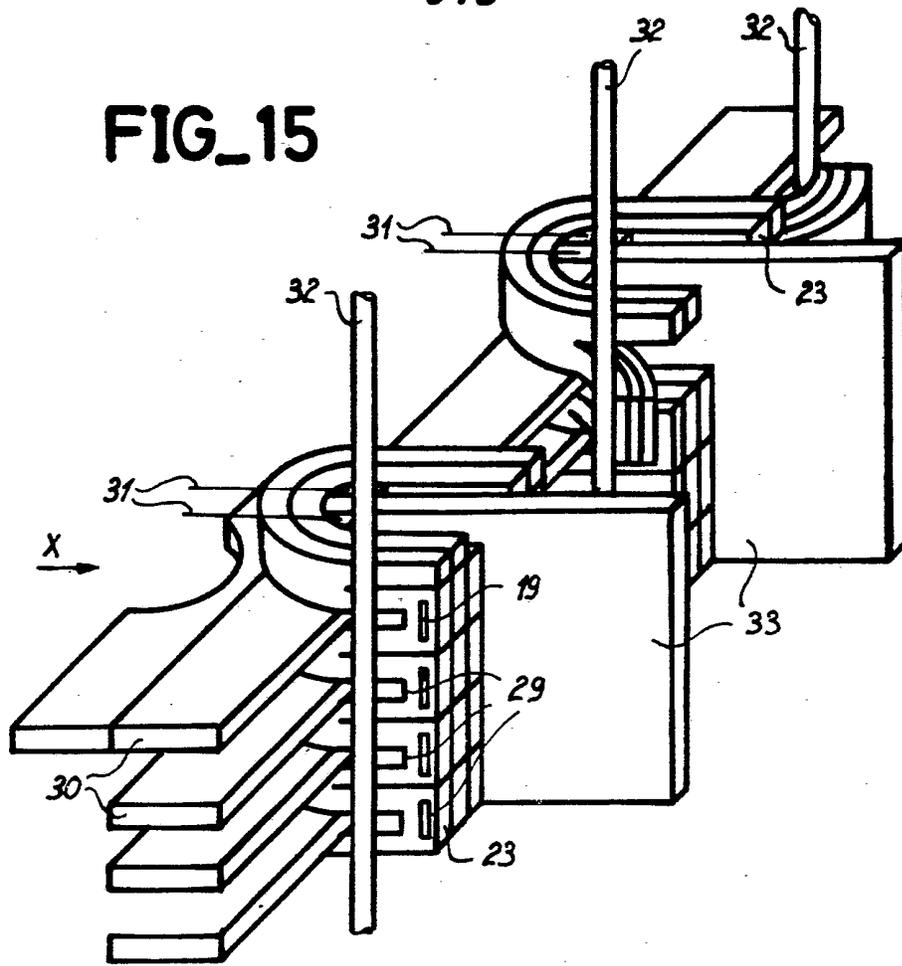


FIG_14-B

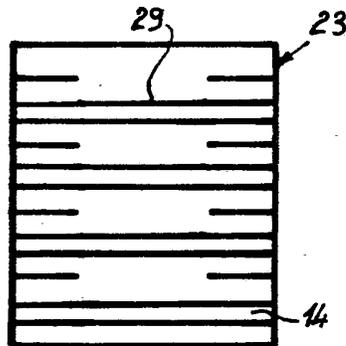


6/19

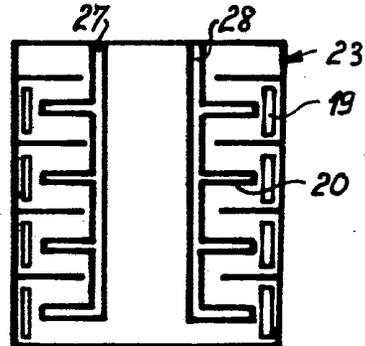
FIG_15



FIG_16-A

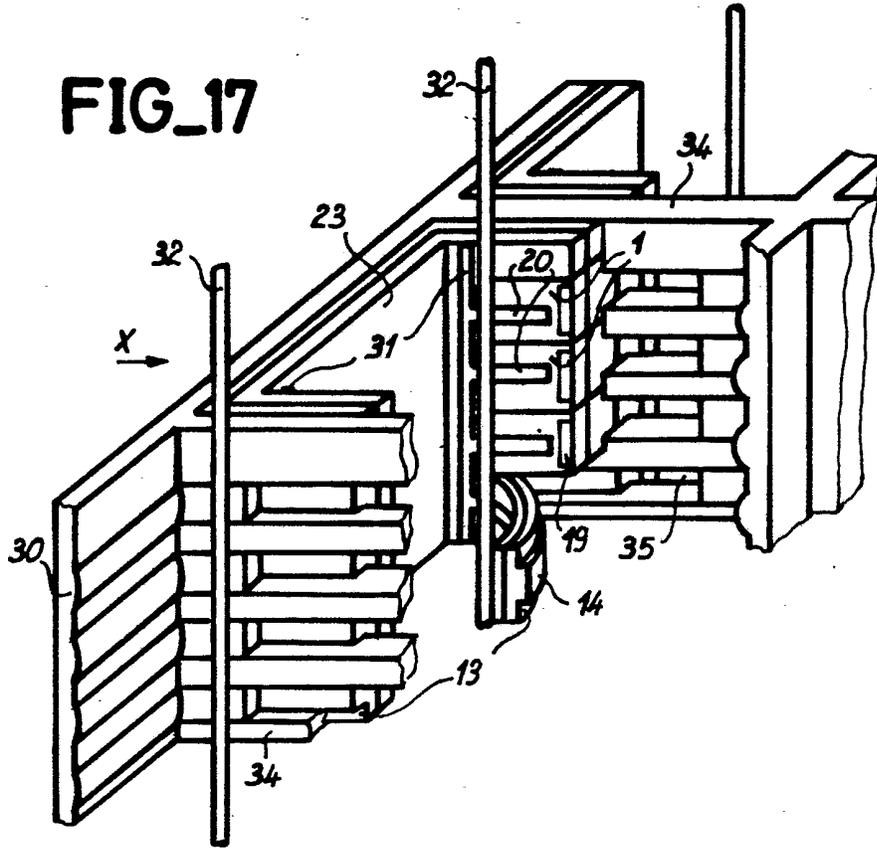


FIG_16-B

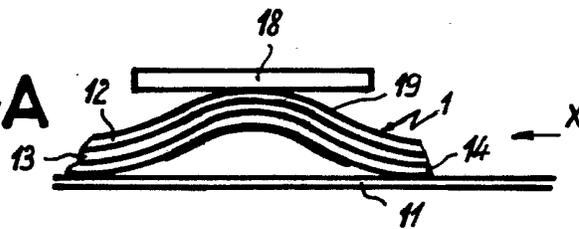


7/9

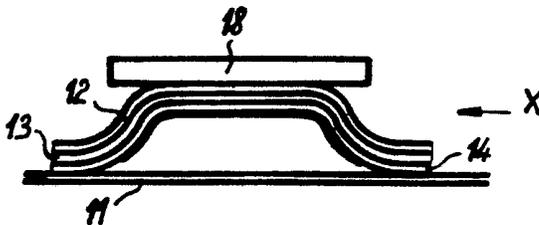
FIG_17



FIG_18-A

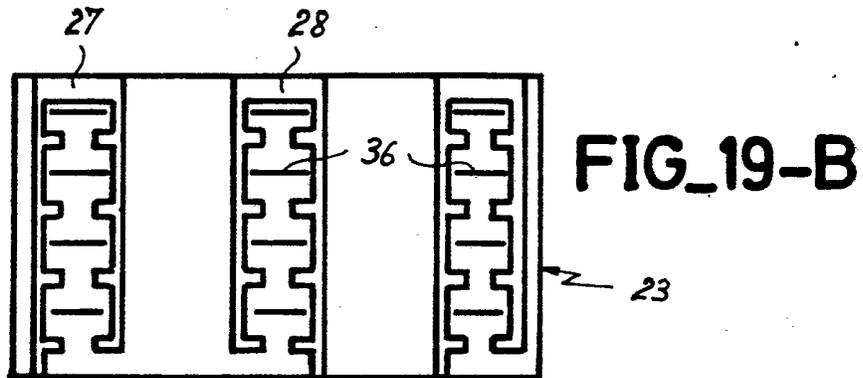
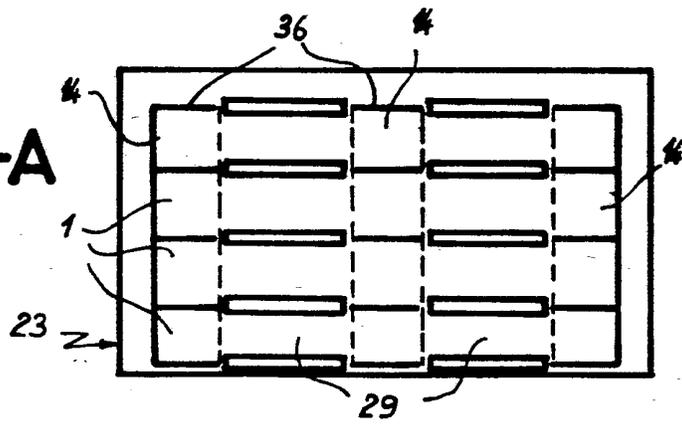


FIG_18-B

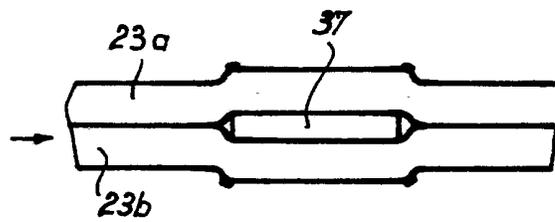


8/9

FIG_19-A



FIG_20



FIG_22

