

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 16.04.03.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 22.10.04 Bulletin 04/43.

56 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

71 Demandeur(s) : SNPE MATERIAUX ENERGETI-  
QUES Société anonyme — FR et BIOMERIEUX — FR.

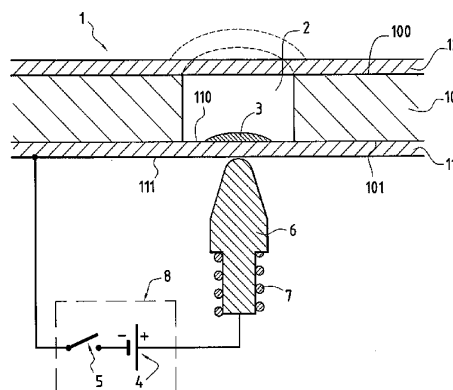
72 Inventeur(s) : ROLLER DENIS, BROYER PATRICK  
et COLIN BRUNO.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : SNPE.

54 DISPOSITIF D'INITIATION ELECTRIQUE D'UNE MICRO-CHARGE PYROTECHNIQUE ET MICROSYSTEME  
UTILISANT UN TEL DISPOSITIF.

57 L'invention concerne un dispositif d'initiation électri-  
que d'au moins une micro-charge (3) pyrotechnique, ce dis-  
positif étant caractérisé en ce qu'il comprend un élément  
support comportant au moins un doigt (6) conducteur relié à  
une première borne d'une centrale (8) de commande, une  
seconde borne de ladite centrale (8) de commande étant  
destinée à être reliée électriquement à un support de la mi-  
cro-charge (3) pyrotechnique, conducteur de l'électricité.  
L'invention concerne également un microactionneur  
(1,1a,...,1h) et un microsystème (1') utilisant un tel dispositif  
d'initiation.



Le domaine technique de l'invention est celui des microactionneurs destinés à remplir des fonctions mécaniques, chimiques, électriques, thermiques ou fluidiques dans des microsystèmes, pour des applications microélectroniques comme les puces, ou biomédicales comme les cartes d'analyse intégrant la microfluidique ou de synthèse chimique comme les microréacteurs.

Le domaine technique de l'invention est plus particulièrement celui des dispositifs d'initiation de microactionneurs inclus dans un microsystème.

Les microactionneurs sont des objets miniaturisés, réalisés dans des supports solides pouvant être semi-conducteurs ou isolants, dans le but de former des microsystèmes comme, par exemple, des microvannes ou des micropompes dans des microcircuits de fluide, ou des microinterrupteurs dans des microcircuits électroniques.

Des microactionneurs utilisant des effets électrostatique, piézoélectrique, électromagnétique et bimétallique existent depuis quelque temps déjà. Une nouvelle génération de microactionneurs commence à faire son apparition : ceux utilisant l'effet pyrotechnique. Les matériaux pyrotechniques ont une densité énergétique élevée, leur utilisation dans des microactionneurs permet donc de réduire considérablement la dimension des microsystèmes intégrant de tels microactionneurs. De tels microactionneurs pyrotechniques sont par exemple décrits dans la demande de brevet WO 02/088551.

De manière connue, le fonctionnement d'un microactionneur pyrotechnique est obtenu en provoquant la combustion d'une micro-charge pyrotechnique, généralement en élevant localement sa température jusqu'à un seuil de décomposition, au moyen d'un dispositif d'initiation. Le nombre de microactionneurs intégrés dans un même microsystème peut être élevé, il peut par exemple atteindre plusieurs centaines. Dès lors

que chaque microactionneur possède son propre dispositif d'initiation, se pose la question de l'adressage individualisé de chacun des microactionneurs. Le système d'initiation individualisée de chacun des microactionneurs peut être intégré entièrement dans le microsystème. Toutefois, le microsystème devient ainsi beaucoup plus complexe. De plus, il convient de rappeler qu'un microactionneur pyrotechnique fonctionne en monocoup, la combustion d'une micro-charge pyrotechnique étant irréversible. L'application de tels microactionneurs pyrotechniques sera donc réalisée en règle générale dans des produits consommables à utilisation unique. Ces produits à utilisation uniques, pour être commercialement viables, devront donc être d'un coût de fabrication relativement réduit. L'utilisation d'un dispositif d'initiation intégré dans le microsystème rendra donc non seulement le produit final complexe mais augmentera également considérablement son coût de fabrication.

Le but de l'invention est donc d'obtenir un dispositif d'initiation individualisée de chacune des micro-charges pyrotechniques parmi une pluralité de charges pyrotechniques, qui soit simple, standard, indépendant et facilement adaptable sur un support des micro-charges pyrotechniques.

Ce but est atteint par un dispositif d'initiation électrique d'au moins une micro-charge pyrotechnique, ce dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend un élément support comportant au moins une partie conductrice de l'électricité reliée à une première borne d'une centrale de commande, une seconde borne de ladite centrale de commande étant destinée à être reliée électriquement à un support conducteur de l'électricité, la micro-charge étant située à une distance suffisante du support conducteur pour pouvoir être initiée en

combustion par un échauffement localisé du support, cet échauffement étant réalisé par l'intermédiaire de la partie conductrice placée en contact avec le support conducteur, juste au-dessous de la micro-charge pyrotechnique.

Selon un premier mode de réalisation, la micro-charge pyrotechnique est déposée sur le support conducteur.

Selon un second mode de réalisation, la micro-charge pyrotechnique est séparée du support par au moins une couche conductrice de la chaleur.

Une micro-charge pyrotechnique aura par exemple la forme d'un film discoïdal d'une épaisseur comprise entre  $1\mu\text{m}$  et  $100\mu\text{m}$ . La masse d'une micro-charge pyrotechnique sera par exemple de  $0,5\ \mu\text{g}$ . La partie conductrice de l'élément support, utilisée pour l'initiation de la micro-charge, devra être d'une taille similaire à celle de la micro-charge.

Selon une particularité, la partie conductrice est réalisée au moins au sommet d'un doigt, ledit doigt étant positionné en appui par son sommet contre le support conducteur, juste sous la micro-charge pyrotechnique.

Selon un mode de réalisation, le doigt est monté sur un ressort. Ainsi le doigt est maintenu en contact avec le support conducteur de l'électricité.

Selon une particularité, le doigt est une électrode en carbone ou en titane.

Selon un autre mode de réalisation, le doigt est constitué d'une bosse en matériau souple formée sur l'élément support.

Selon une particularité, l'élément support est constitué d'une plaque en matériau souple, thermoformée, à partir de laquelle est formée ladite bosse, la bosse formant ainsi un doigt destiné à être en appui par son sommet contre le support conducteur.

Selon un mode de réalisation préféré du dispositif d'initiation selon l'invention, lorsque l'élément support comporte une pluralité de doigts par exemple identiques, les parties conductrices de l'électricité sont reliées en parallèle à la première borne de la centrale de commande. Selon l'invention, il s'agit de créer un "hérisson" de doigts dans l'élément support. Chacun des doigts est en appui contre le support conducteur et destiné à être placé au-dessous d'une micro-charge pyrotechnique déposée directement ou non sur le support conducteur suivant l'une des configurations décrites ci-dessus, pour pouvoir l'initier en combustion sur ordre de la centrale de commande. Il est ainsi possible d'initier une pluralité de micro-charges pyrotechniques à partir d'un seul dispositif d'initiation. Préférentiellement, la centrale de commande pourra disposer de moyens de sélection afin de pouvoir sélectionner les micro-charges à initier en faisant passer le courant par la partie conductrice de certains doigts seulement.

Selon une particularité, lorsque l'élément support comporte une pluralité de doigts, la position des doigts sur l'élément support est réglable. De cette façon, il sera possible d'adapter la position des doigts à la position des micro-charges pyrotechniques sur le support. Un même élément support pourra donc être utilisé quelle que soit la position des micro-charges à initier sur le support.

L'invention concerne également un microactionneur comportant un élément d'actionnement pouvant être actionné par les gaz issus de la combustion d'une micro-charge pyrotechnique, ce microactionneur étant caractérisé en ce que ladite micro-charge est située à une distance suffisante d'une couche conductrice pour

pouvoir être initiée en combustion par échauffement localisé à l'aide d'un dispositif d'initiation conforme à celui décrit ci-dessus, dans lequel une partie conductrice de l'électricité est placée au niveau de  
5 ladite micro-charge pyrotechnique, en appui contre la couche conductrice, juste au-dessous de ladite micro-charge pyrotechnique.

Selon une particularité de ce microactionneur, la micro-charge pyrotechnique est déposée sur une face de  
10 la couche conductrice et la partie conductrice du dispositif d'initiation est en contact avec la face de la couche conductrice opposée à celle sur laquelle est déposée la micro-charge pyrotechnique.

Selon une autre particularité, la couche  
15 conductrice est constituée d'un film métallique, par exemple en aluminium.

Selon une autre particularité, le film en aluminium a une épaisseur comprise entre 20 et 150  $\mu\text{m}$ . L'épaisseur de la couche conductrice varie en fonction de  
20 l'intensité du courant à travers la couche conductrice et du temps de passage de ce courant à travers ladite couche.

Selon une autre particularité, le film d'aluminium a une épaisseur de 70  $\mu\text{m}$ .

25 Selon une autre particularité, le microactionneur est réalisé par assemblage de couches superposées.

Selon une autre particularité, le microactionneur comprend une cavité ou chambre formée par l'assemblage des couches, dans laquelle est placée au moins une  
30 micro-charge pyrotechnique, ladite cavité étant fermée par une couche constituant une membrane déformable.

Préférentiellement, la cavité est circulaire et présente un diamètre de 1 mm.

L'invention concerne également un microsystème. Ce microsystème se caractérise en ce qu'il comprend un support d'une pluralité de microactionneurs adjacents conformes à celui décrit ci-dessus, les micro-charges des microactionneurs étant situées à une distance  
5 suffisante d'une couche conductrice pour pouvoir être initiées en combustion, chacune indépendamment, par échauffement à l'aide du dispositif d'initiation décrit ci-dessus dont l'élément support est adapté sur le  
10 support des microactionneurs, ledit dispositif d'initiation comportant une pluralité de parties conductrices reliées en parallèle à la première borne de la centrale de commande, une partie conductrice étant placée au niveau de chacune des micro-charges  
15 pyrotechniques, en contact avec la couche conductrice, juste au-dessous de chacune des micro-charges pyrotechniques.

Selon un mode de réalisation préféré, le microsystème est constitué d'un assemblage de couches  
20 superposées. Les microactionneurs sont tous formés par l'assemblage de ces mêmes couches. Une couche centrale comporte une pluralité de trous et est recouverte sur chacune de ses faces par une couche de sorte que chacun des trous forme ainsi une cavité fermée. Dans chacune  
25 des cavités est placée au moins une micro-charge pyrotechnique. L'une des couches de recouvrement est par exemple constituée d'une membrane déformable constituant un élément d'actionnement commun à tous les microactionneurs. Cette membrane se déforme donc aux  
30 endroits où des microactionneurs sont mis en fonctionnement.

Ainsi, selon l'invention, cela permet de simplifier considérablement le microsystème en le rendant indépendant de son dispositif d'initiation. Selon  
35 l'invention, après une initiation des micro-charges

pyrotechniques des microactionneurs à l'aide du dispositif d'initiation selon l'invention, ce dernier peut être réutilisé en étant adapté sur un nouveau microsystème. Selon l'invention, après une utilisation  
5 du produit, seul le microsystème doit être remplacé. Le dispositif d'initiation pourra être réutilisé en étant adapté sur un nouveau microsystème.

Du fait de la relative petite taille des micro-charges pyrotechniques, les doigts devront être  
10 positionnés de manière précise sous chacune des micro-charges et disposer d'une partie conductrice d'une taille proportionnée par rapport à celle des micro-charges de manière à obtenir un échauffement localisé sous chacune des micro-charges pyrotechniques. Selon  
15 l'invention, il s'agit en effet d'éviter d'échauffer une zone de la couche conductrice trop étendue et ainsi d'éviter que chaque partie conductrice d'un doigt puisse initier une micro-charge pyrotechnique d'un microactionneur adjacent alors que cette initiation n'a  
20 pas été commandée.

L'invention, avec ses caractéristiques et avantages, ressortira plus clairement à la lecture de la description faite en référence aux dessins annexés dans  
25 lesquels :

La figure 1 représente schématiquement en coupe transversale un dispositif d'initiation d'un microactionneur pyrotechnique.

La figure 2 représente schématiquement, en coupe  
30 transversale, un microsystème composé d'une pluralité de microactionneurs sur lequel vient s'adapter un dispositif d'initiation selon un premier mode de réalisation.

La figure 3 représente schématiquement, en coupe  
35 transversale, un microsystème composé d'une pluralité de

microactionneurs sur lequel vient s'adapter un dispositif d'initiation selon un second mode de réalisation.

La figure 4 représente schématiquement un doigt  
5 conducteur utilisé dans le dispositif d'initiation visible en figure 3.

Des microactionneurs et des microsystèmes sont décrits dans la demande de brevet n°WO 02/088 551 déposée par la requérante.

10 Dans toute la description, les termes micro-charges pyrotechniques, microactionneurs et microsystèmes sont utilisés pour désigner des objets de très petite taille, de l'ordre du millimètre ou du micromètre, induisant de ce fait, notamment, des contraintes au niveau de leur  
15 fabrication et du fonctionnement du dispositif dans lequel ils sont employés.

De manière connue, un microactionneur 1 pyrotechnique comprend une chambre 2 par exemple de forme cylindrique réalisée dans un support en  
20 polycarbonate. Ledit support résulte par exemple comme représenté en figure 1 d'un empilement de feuilles ou couches assemblées les unes sur les autres, par exemple par collage, par soudage par laser ou par thermocompression, par laminage à chaud ou par tout  
25 autre moyen approprié. Un microactionneur 1 pyrotechnique simple tel que celui représenté en figure 1 comporte trois couches 10, 11, 12 superposées. La couche centrale 10 est percée transversalement d'un trou qui est recouvert par la couche dite supérieure 12 fixée  
30 sur une première face de la couche centrale et dite face supérieure 100 et par la couche dite couche inférieure 11 fixée sur la face opposée à la face supérieure 100 de la couche centrale 10, dite face inférieure 101. Les parois latérales de ce trou délimitent donc, avec la  
35 couche supérieure 12 et la couche inférieure 11, la

chambre 2 dite de combustion. Le diamètre de la chambre 2 de combustion ainsi formée est par exemple de 1 mm. Dans cette chambre 2 de combustion est placée une micro-charge 3 pyrotechnique. Préférentiellement, la chambre 2  
5 définit un espace hermétique.

La couche supérieure 12 est constituée d'une membrane déformable assemblée sur la face supérieure 100 de la couche centrale 10. Cette membrane sera par exemple en matériau plastique et/ou élastique, par  
10 exemple en PTFE (ou Téflon, marque déposée), en caoutchouc ou en élastomère.

Selon l'invention, la couche inférieure 11 est une couche conductrice de l'électricité, constituée par exemple par une feuille métallique, par exemple en  
15 aluminium, pouvant être par exemple autocollante pour être collée sur la couche centrale 10.

Selon l'invention, la micro-charge 3 pyrotechnique est déposée dans la chambre 2 de combustion sur la face de la couche inférieure 11 conductrice qui est en  
20 contact avec la couche centrale 10. Cette face de la couche 11 conductrice est dite face supérieure 110. La micro-charge 3 pyrotechnique peut être déposée par exemple sous la forme d'un film par exemple discoïde ayant une épaisseur inférieure à 200  $\mu\text{m}$ , par exemple  
25 comprise entre 1  $\mu\text{m}$  et 100  $\mu\text{m}$ .

Selon l'invention, l'initiation de la micro-charge 3 pyrotechnique comprise dans la chambre 2 de combustion est réalisée électriquement. L'initiation de la micro-charge 3 est obtenue à l'aide d'une centrale 8 de  
30 commande comportant un générateur 4 de courant électrique et un interrupteur 5. Une première borne du générateur 4 est reliée à un doigt 6 conducteur de l'électricité. Ce doigt 6 conducteur est monté sur un ressort 7 et fixé par exemple sur un support (non  
35 représenté sur la figure 1). Le doigt 6 conducteur est

constitué par exemple d'une électrode en carbone ou en titane. Une seconde borne du générateur 4 est reliée électriquement à la couche 11 conductrice du microactionneur 1, sur laquelle est déposée la micro-charge 3 pyrotechnique. Selon l'invention, l'extrémité libre, ou autrement dit le sommet, du doigt 6 conducteur vient en appui contre la face 111 de la couche 11 conductrice qui est opposée à celle sur laquelle est déposée la micro-charge 3 pyrotechnique, c'est-à-dire opposée à sa face supérieure 110. De plus, le doigt 6 conducteur est positionné de manière à venir en contact avec la couche 11 conductrice juste au-dessous de l'endroit où est déposée la micro-charge 3 pyrotechnique. Le contact du doigt 6 conducteur contre la couche 11 conductrice est assuré et maintenu grâce au ressort 7 sur lequel le doigt 6 est monté. Selon l'invention, la centrale 8 de commande ainsi que le doigt 6 conducteur et la couche 11 conductrice forment donc, lorsque l'interrupteur 5 est fermé, un circuit électrique fermé.

Le circuit ainsi formé permet de faire passer un courant électrique dans le doigt 6 conducteur, le retour de ce courant vers la centrale 8 de commande étant effectué par l'intermédiaire de la couche 11 conductrice. Lors du passage du courant dans la zone de contact entre le doigt 6 conducteur et la couche 11 conductrice, il se produit un échauffement local de la couche 11 conductrice qui communiqué au dépôt pyrotechnique se trouvant sur la face 110 opposée provoque son initiation en combustion. De manière connue, la combustion de la micro-charge 3 pyrotechnique produit des gaz se répandant dans la chambre 2. La surpression créée dans la chambre 2 provoque la déformation de la membrane 12. La membrane 12 sera amenée à exercer une certaine fonction selon le

microsystème dans lequel un tel microactionneur est utilisé. Il s'agira par exemple pour la membrane 12 de se déformer pour venir obturer un microcircuit de fluide. Si la chambre 2 est parfaitement hermétique, les  
5 gaz issus de la combustion de la micro-charge 3 pyrotechnique restent dans la chambre et la membrane 12 est ainsi maintenue sous l'action de ces gaz dans sa position déformée.

Un microsystème est un dispositif multifonctionnel  
10 miniaturisé dont les dimensions maximales n'excèdent pas quelques millimètres. Dans le cadre d'un microcircuit de fluide, un microsystème peut, par exemple, être une microvanne ou une micropompe, et dans le cadre d'un microcircuit électronique, un microinterrupteur ou un  
15 microcommutateur. Les microactionneurs sont réalisés dans des supports semi-conducteurs, comme ceux en silicium par exemple, lorsqu'il s'agit d'une application microélectronique. Ils peuvent être conçus dans d'autres matériaux, comme du polycarbonate, pour d'autres  
20 applications et notamment dans le domaine biomédical.

En référence à la figure 2, selon l'invention, un microsystème 1' comporte par exemple une pluralité de microactionneurs (1a,...,1h) adjacents identiques à celui décrit ci-dessus en référence à la figure 1. Ces  
25 microactionneurs (1a,...,1h) sont tous formés dans un même support par l'empilement des trois couches 10, 11, 12 définies ci-dessus, c'est-à-dire par la couche centrale 10 prise entre la membrane formant la couche supérieure 12 et la couche inférieure 11 conductrice de  
30 l'électricité. La chambre (2a,...,2h) de combustion de chacun des microactionneurs (1a,...,1h) est donc délimitée par les parois latérales d'un trou formé à travers la couche 10 centrale et par la couche supérieure 12 formant la membrane déformable située au-  
35 dessus et la couche inférieure 11 conductrice de

l'électricité située au-dessous. Dans chaque chambre (2a,...,2h), une micro-charge (3a,...,3h) pyrotechnique telle que décrite ci-dessus est déposée sur la face 110 supérieure de la couche inférieure 11 conductrice. Les  
5 microactionneurs (1a,...,1h) sont par exemple espacés entre eux d'une longueur de 2 mm.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention représenté en figure 2, un dispositif d'initiation est constitué de plusieurs doigts (6a,...,6h) conducteurs  
10 identiques à celui décrit ci-dessus en référence à la figure 1, se dressant, parallèlement entre eux, perpendiculairement à un plan défini sur un élément 9 support. Chacun de ces doigts (6a,...,6h) est monté sur un ressort (7a,...,7h) et relié électriquement à une  
15 centrale 8' de commande. Les axes des ressorts (7a,...,7h) sont parallèles entre eux et perpendiculaires au plan défini sur l'élément 9 support. Les doigts (6a,...,6h) sont reliés électriquement en parallèle à une borne d'une source 4' de courant de la  
20 centrale 8' de commande. La centrale 8' commande une pluralité d'interrupteurs (5a,...,5h), chaque doigt (6a,...,6h) conducteur étant associé à l'un de ces interrupteurs (5a,...,5h). Ainsi la centrale 8' de commande peut, en fermant certains interrupteurs  
25 (5a,...,5h), sélectionner les microactionneurs (1a,...,1h) à activer. La centrale 8' de commande comporte donc des moyens de sélection lui permettant de sélectionner les interrupteurs à fermer en fonction des microactionneurs (1a,...,1h) qu'il est nécessaire  
30 d'activer. Selon l'invention, l'élément 9 support vient s'adapter sur le microsystème 1' de sorte qu'un doigt (6a,...,6h) conducteur soit associé à chaque microactionneur (1a,...,1h) du microsystème 1'. Lorsque l'élément 9 support est adapté sur le microsystème 1',  
35 les doigts (6a,...,6h) conducteurs sont maintenus en

contact avec la couche inférieure 11 conductrice du microsystème 1', chacun à l'aide de leur ressort (7a,...,7h) comme expliqué ci-dessus en référence à la figure 1. Les doigts (6a,...,6h) conducteurs sont placés  
5 sur l'élément 9 support de manière à venir chacun au contact de la face inférieure 111 de la couche inférieure 11, juste au-dessous de la micro-charge (3a,...,3h) pyrotechnique, déposée sur la face 110 opposée, du microactionneur (1a,...,1h) auquel ils sont  
10 associés. L'élément 9 support comporte par exemple une couronne 90 périphérique lui permettant de venir s'adapter sur le microsystème 1'. L'assemblage entre les deux éléments est effectué par exemple suivant les flèches représentées sur la figure 2 et la liaison entre  
15 le microsystème 1' et l'élément 9 support pourra être réalisée par exemple par clipsage.

Selon l'invention, la centrale 8' de commande pourra être intégrée à l'élément 9 support de manière à constituer un dispositif d'initiation complet adaptable  
20 sur le microsystème 1'.

Selon l'invention, chaque doigt (6a,...,6h) conducteur, en contact avec la couche inférieure 11 conductrice, lorsqu'il est sélectionné par la centrale 8' de commande, permet de créer un échauffement localisé  
25 de la couche inférieure 11 conductrice juste sous la micro-charge (3a,...,3h) auquel il est associé, pour provoquer l'initiation de ladite microcharge (3a,...,3h) et obtenir ainsi, sous l'action des gaz de combustion, la déformation ponctuelle, au niveau du microactionneur  
30 sélectionné, de la couche supérieure 12 formant la membrane.

Selon un second mode de réalisation de l'invention représenté en figure 3, un dispositif d'initiation adaptable sur un microsystème 1' identique à celui  
35 décrit en référence à la figure 2, comporte un élément

9' support constitué d'une plaque en matériau souple, comme par exemple l'élastomère, thermoformée, formant ainsi une pluralité de bosses (6',6'a,...,6'i) adjacentes. Ce type de plaque est par exemple du type de  
5 celle utilisé dans les claviers souples d'appareils. Au sommet de chaque bosse (6',6'a,...,6'i) est réalisé un dépôt 60' (figure 4), par exemple par pulvérisation, sérigraphie ou tampographie d'un matériau conducteur de l'électricité comme par exemple du carbone. Comme dans  
10 le premier mode de réalisation décrit en référence à la figure 2, les dépôts 60' conducteurs de l'électricité de chaque bosse (6',6'a,...,6'i) sont reliées en parallèle à la centrale de commande (non représentée sur la figure 3). Chacune des bosses (6',6'a,...,6'i) forme ainsi un  
15 doigt dont le sommet est destiné à venir en appui contre la couche inférieure 11 conductrice du microsystème 1', juste sous une micro-charge (3a,...,3h) pyrotechnique. Comme dans le mode de réalisation précédent, la couche inférieure 11 conductrice est reliée à une borne de la  
20 centrale de commande. La souplesse du matériau utilisé pour la fabrication de l'élément 9' support et des bosses (6',6'a,...,6'i) permet aux bosses (6',6'a,...,6'i) d'épouser la surface de la face inférieure 111 de la couche inférieure 11 conductrice  
25 sur laquelle sont déposés les micro-charges (3a,...,3h) pyrotechniques. Comme représenté en figure 3, le microsystème 1' peut par exemple être inséré par coulissement dans le sens de la flèche par rapport au dispositif d'initiation selon l'invention. L'insertion  
30 du microsystème 1' par rapport au dispositif d'initiation est réalisée de manière à écraser les bosses (6',6'a,...,6'i) en élastomère de l'élément 9' support. Le fonctionnement d'un tel dispositif d'initiation est identique à celui décrit en référence à  
35 la figure 2.

Selon l'invention, il s'agit donc de créer selon ces différents modes de réalisation un dispositif d'initiation indépendant du microactionneur 1 ou du microsystème 1' auquel il est associé. Ainsi selon  
5 l'invention, le dispositif d'initiation est réutilisable une fois que le microactionneur 1 ou le microsystème 1' a été utilisé pour la fonction à laquelle il est destiné.

Selon l'invention, la couche inférieure 11  
10 conductrice pourra être constituée par exemple d'une feuille d'aluminium d'une épaisseur comprise par exemple entre 20  $\mu\text{m}$  et 150  $\mu\text{m}$ . Cette épaisseur de la feuille d'aluminium dépend notamment de l'intensité du courant passant à travers ainsi que de la nature et de la  
15 quantité de charge pyrotechnique à initier. En effet, on constate que l'intensité du courant et son temps de passage à travers la couche conductrice doivent être contrôlés de manière à éviter le percement de la couche 11 conductrice. Par exemple, dans le cas du dispositif  
20 représenté en figure 1, il est possible d'utiliser comme couche 11 conductrice une feuille d'aluminium d'épaisseur égale à 70  $\mu\text{m}$  à travers laquelle on fait passer, pour allumer la micro-charge 3 pyrotechnique, un courant d'intensité égale à 4,5 ampères pendant une  
25 durée de 0,2 secondes.

Selon une variante de réalisation, la ou les micro-charges (3,3a,...,3h) peuvent ne pas être déposées directement sur la couche 11 conductrice mais être situées à une distance suffisante de celle-ci pour  
30 pouvoir être initiées en combustion chacune indépendamment à l'aide du doigt (6,6a,...,6h, et 6',6'a,...,6'i) qui leur est associé, par conduction thermique entre elles et la couche 11 conductrice. La conduction thermique pourra être assurée par exemple par  
35 l'intermédiaire d'au moins une couche conductrice de la

chaleur déposée sur la couche 11 conductrice de l'électricité et sur laquelle sont déposées les microcharges (3,3a,...,3h) pyrotechniques.

Selon un mode de réalisation (non représenté) du microsysteme 1' selon l'invention, la chambre (2a,...,2h) de certains ou de chacun des microactionneurs (1a,...,1h) peut par exemple être percée d'un orifice et communiquer avec l'extérieur ou avec une chambre annexe. Cet orifice est réalisé à travers la couche inférieure 11 conductrice et est obturé par un dépôt pyrotechnique placé dans la chambre (2a,...,2h) et dont le bord externe est en contact avec la couche inférieure 11 conductrice. Selon l'invention, la combustion de ce dépôt pyrotechnique est obtenue par échauffement localisé de la couche 11 conductrice à l'aide d'un doigt d'un dispositif d'initiation tel que décrit ci-dessus. Ainsi, la combustion de ce dépôt pyrotechnique, alors que la chambre est sous pression et la membrane déformée, permet de libérer l'orifice et ainsi d'évacuer les gaz hors de la chambre de combustion. La chambre n'étant alors plus sous-pression, la membrane, si elle est élastique, se dégonfle. Selon l'invention, on obtient ainsi des microactionneurs à double effet permettant d'effectuer une action puis de revenir en position initiale.

Il doit être évident pour les personnes versées dans l'art que la présente invention permet des modes de réalisation sous de nombreuses autres formes spécifiques sans l'éloigner du domaine d'application de l'invention comme revendiqué. Par conséquent, les présents modes de réalisation doivent être considérés à titre d'illustration, mais peuvent être modifiés dans le domaine défini par la portée des revendications jointes, et l'invention ne doit pas être limitée aux détails donnés ci-dessus.

**Revendications**

1. Dispositif d'initiation électrique d'au moins une micro-charge (3,3a,...,3h) pyrotechnique, caractérisé en  
5 ce qu'il comprend un élément (9, 9') support comportant au moins une partie conductrice de l'électricité reliée à une première borne d'une centrale (8, 8') de commande, une seconde borne de ladite centrale (8, 8') de commande étant destinée à être reliée électriquement à un support  
10 conducteur de l'électricité, la micro-charge (3,3a,...,3h) étant située à une distance suffisante dudit support conducteur pour pouvoir être initiée en combustion par un échauffement localisé du support, cet échauffement étant réalisé par l'intermédiaire de la  
15 partie conductrice placée en contact avec le support conducteur, juste au-dessous de la micro-charge (3,3a,...,3h) pyrotechnique.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en  
20 ce que la micro-charge (3,3a,...,3h) pyrotechnique est déposée sur le support conducteur.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la micro-charge (3,3a,...,3h) pyrotechnique est  
25 séparée du support par au moins une couche conductrice de la chaleur.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la partie conductrice est réalisée  
30 au moins au sommet d'un doigt (6,6a,...,6h et 6,6'a,...,6'i), ledit doigt (6,6a,...,6h et 6,6'a,...,6'i) étant positionné en appui par son sommet contre le support conducteur.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le doigt (6,6a,...,6h) est monté sur un ressort (7,7a,...,7h).
- 5 6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que le doigt (6,6a,...,6h) est une électrode en carbone ou en titane.
7. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en  
10 ce que le doigt (6',6'a,...,6'h) est constitué d'une bosse en matériau souple formée sur l'élément (9') support.
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en  
15 ce que l'élément (9') support est constitué d'une plaque en matériau souple, thermoformée, dans laquelle est formée ladite bosse (6',6'a,...,6'i), la bosse formant un doigt destiné à être en appui par son sommet contre le support conducteur.
- 20 9. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que lorsque l'élément (9, 9') support comporte une pluralité de doigts (6a,...,6h 6',6'a,...,6'i), les parties conductrices de  
25 l'électricité sont reliées en parallèle à la première borne de la centrale (8') de commande.
10. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 9, caractérisé en ce que lorsque l'élément support (9)  
30 comporte une pluralité de doigts (6a,...,6h), la position des doigts (6a,...,6h) est réglable.
11. Microactionneur (1,1a,...,1h) comportant un élément d'actionnement pouvant être actionné par les gaz issus  
35 de la combustion d'au moins une micro-charge

(3,3a,...,3h) pyrotechnique, caractérisé en ce que ladite micro-charge (3,3a,...,3h) est située à une distance suffisante d'une couche (11) conductrice pour pouvoir être initiée en combustion par échauffement localisé à l'aide d'un dispositif d'initiation conforme à celui des revendications 1 à 10, dans lequel une partie conductrice de l'électricité est placée au niveau de ladite micro-charge (3,3a,...,3h) pyrotechnique, en contact avec la couche (11) conductrice, juste au-dessous de ladite micro-charge (3,3a,...,3h) pyrotechnique.

12. Microactionneur (1,1a,...,1h) selon la revendication 11, caractérisé en ce que la micro-charge (3, 3a,...,3h) pyrotechnique est déposée sur une face (110) de la couche conductrice et en ce que la partie conductrice est en contact avec la face (111) de la couche (11) conductrice opposée à celle sur laquelle est déposée la micro-charge (3,3a,...,3h) pyrotechnique.

20

13. Microactionneur (1,1a,...,1h) selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que la couche (11) conductrice est constituée d'un film métallique.

14. Microactionneur (1,1a,...,1h) selon la revendication 13, caractérisé en ce que le film est en aluminium.

15. Microactionneur (1,1a,...,1h) selon la revendication 14, caractérisé en ce que le film d'aluminium a une épaisseur comprise entre 20 et 150  $\mu\text{m}$ .

30

16. Microactionneur (1,1a,...,1h) selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que le film d'aluminium a une épaisseur de 70  $\mu\text{m}$ .

35

17. Microactionneur (1,1a,...,1h) selon l'une des revendications 11 à 16, caractérisé en ce qu'il est réalisé par assemblage de couches (10, 11, 12) superposées.

5

18. Microactionneur (1,1a,...,1h) selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comprend une cavité (2a,...,2h) formée par l'assemblage des couches, dans laquelle est placée au moins une micro-charge (3a,...,3h) pyrotechnique, ladite cavité (2a,...,2h) étant fermée par une couche (12) constituant une membrane déformable.

10

19 Microsystème (1'), caractérisé en ce qu'il comprend un support d'une pluralité de microactionneurs (1a,...,1h) adjacents conformes à celui des revendications 11 à 18, les micro-charges (3a,...,3h) pyrotechniques des microactionneurs (1a,...,1h) étant situées à une distance suffisante de la couche conductrice (11) pour pouvoir être initiées en combustion, chacune indépendamment, par échauffement à l'aide du dispositif d'initiation dont l'élément (9, 9') support est adapté sur le support des microactionneurs (1a,...,1h), ledit dispositif d'initiation comportant une pluralité de parties conductrices reliées en parallèle à la première borne de la centrale (8') de commande, une partie conductrice étant placée au niveau de chacune des micro-charges (3a,...,3h) pyrotechniques, en contact avec la couche (11) conductrice, juste au-dessous de chacune des micro-charges (3a,...,3h) pyrotechniques.

20

25

30

20. Microsystème (1') selon la revendication 19, caractérisé en ce que les microactionneurs (1a,...,1h) sont tous formés à partir d'un assemblage des mêmes couches (10, 11, 12).

35

1/3

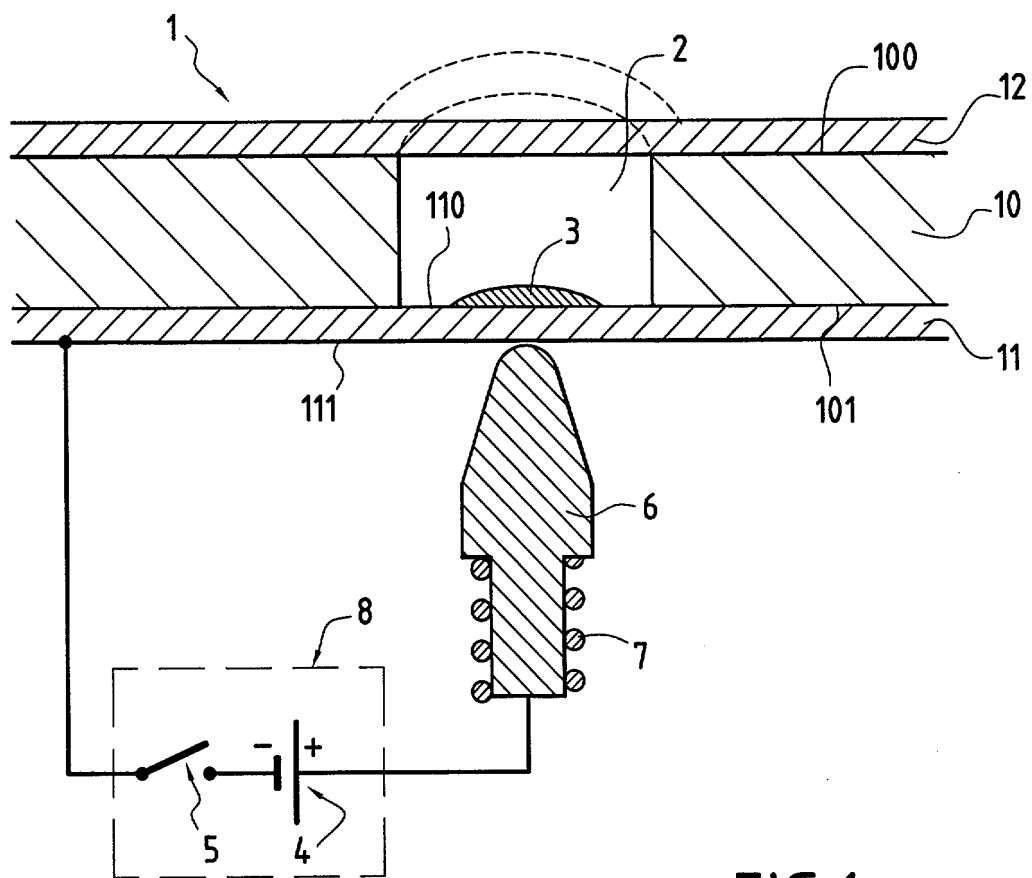


FIG.1

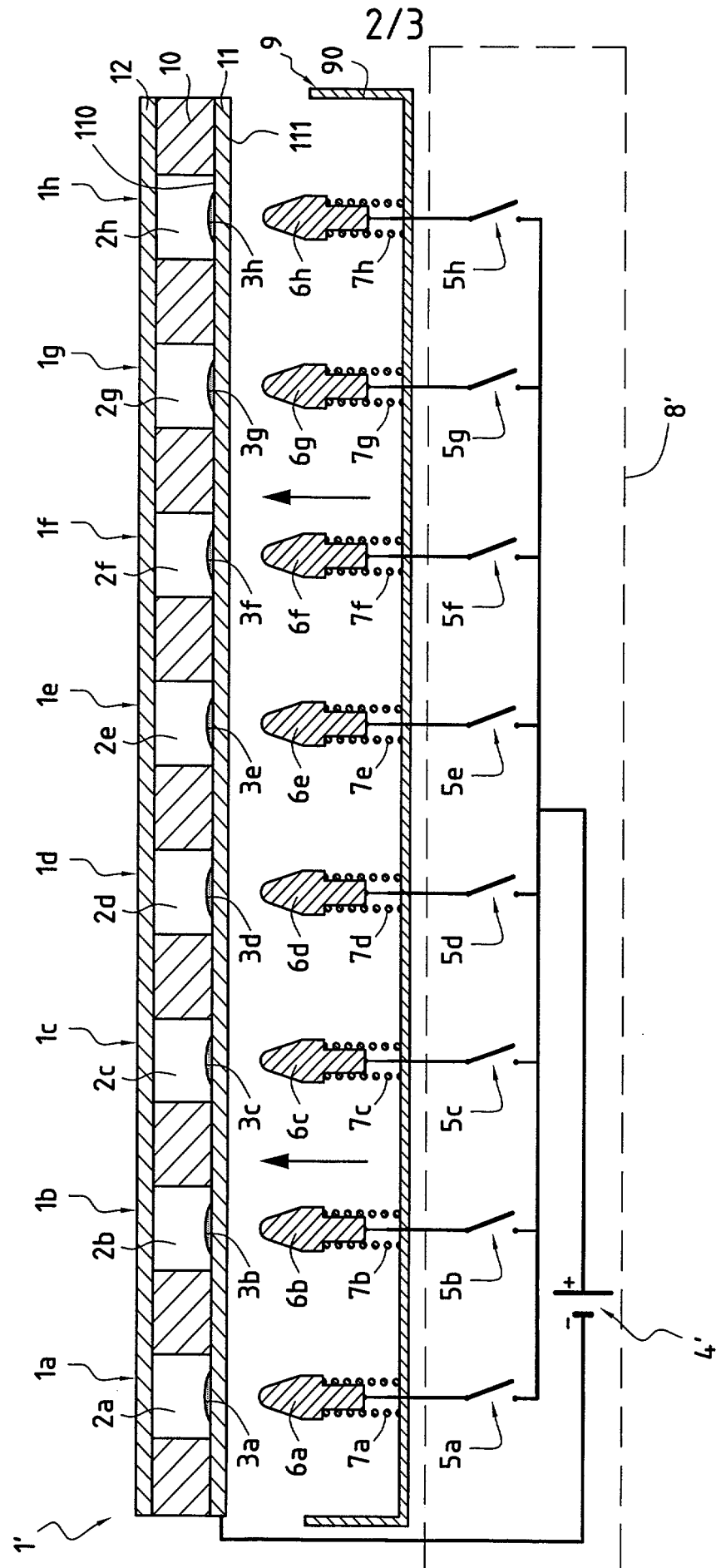


FIG. 2

3/3

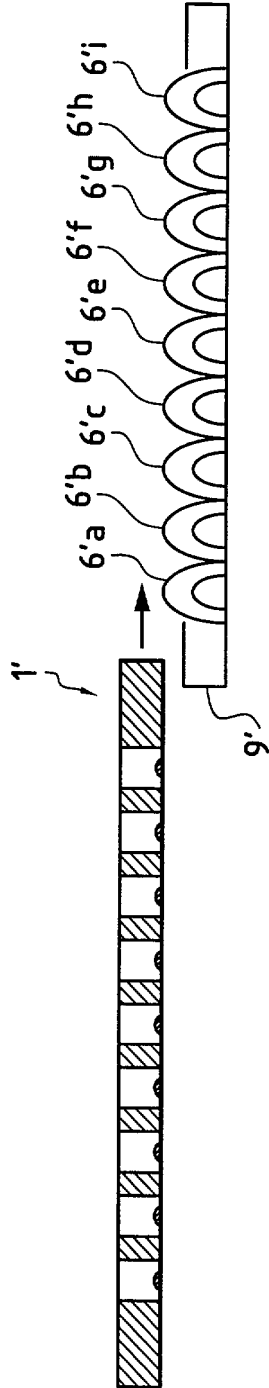


FIG. 3

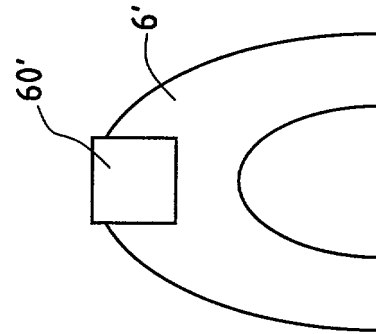


FIG. 4



# RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 637508  
FR 0304764

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                          | Revendication(s)<br>concernée(s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                           | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                 |
| X                                                                                                                                                                                                                                   | GB 1 252 984 A (USM CORPORATION)<br>10 novembre 1971 (1971-11-10)<br>* page 1, ligne 92 - page 3, ligne 30;<br>figures * | 1,2,11,<br>19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | F42B3/10<br>F42C19/12<br>B81B3/00               |
| X                                                                                                                                                                                                                                   | GB 951 620 A (DOW CHEMICAL CO)<br>11 mars 1964 (1964-03-11)<br>* page 1, ligne 10 - ligne 41; figures *                  | 1,2,11,<br>19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | US 3 820 461 A (SILVIA D)<br>28 juin 1974 (1974-06-28)<br>* le document en entier *                                      | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | GB 273 338 A (RHEINISCHE METALLW & MASCHF)<br>1 décembre 1927 (1927-12-01)<br>* le document en entier *                  | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (Int.CL.7)    |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | F42B<br>F42C                                    |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                          | Examineur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |
| 30 avril 2004                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                          | Herrera, M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                 |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                 |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                          | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                 |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE****RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0304764 FA 637508**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **30-04-2004**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |   | Date de<br>publication |    | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|---|------------------------|----|-----------------------------------------|------------------------|
| GB 1252984                                      | A | 10-11-1971             | CH | 487709 A                                | 31-03-1970             |
|                                                 |   |                        | DE | 1906573 A1                              | 02-10-1969             |
|                                                 |   |                        | ES | 365136 A1                               | 16-01-1971             |
|                                                 |   |                        | FR | 2003626 A5                              | 14-11-1969             |
|                                                 |   |                        | US | 3518943 A                               | 07-07-1970             |
| -----                                           |   |                        |    |                                         |                        |
| GB 951620                                       | A | 11-03-1964             | FR | 78813 E                                 | 14-09-1962             |
|                                                 |   |                        | CH | 388837 A                                | 28-02-1965             |
|                                                 |   |                        | DE | 1446869 A1                              | 19-11-1970             |
|                                                 |   |                        | DE | 1446870 A1                              | 13-02-1969             |
|                                                 |   |                        | FR | 1258004 A                               | 07-04-1961             |
|                                                 |   |                        | GB | 959836 A                                | 03-06-1964             |
|                                                 |   |                        | NL | 113433 C                                |                        |
|                                                 |   |                        | NL | 251997 A                                |                        |
| -----                                           |   |                        |    |                                         |                        |
| US 3820461                                      | A | 28-06-1974             | DE | 2107102 A1                              | 09-09-1971             |
|                                                 |   |                        | FR | 2078815 A5                              | 05-11-1971             |
|                                                 |   |                        | GB | 1352927 A                               | 15-05-1974             |
| -----                                           |   |                        |    |                                         |                        |
| GB 273338                                       | A | 01-12-1927             | DE | 486944 C                                | 28-11-1929             |
|                                                 |   |                        | DE | 476379 C                                | 16-05-1929             |
|                                                 |   |                        | US | 1858969 A                               | 17-05-1932             |
|                                                 |   |                        | BE | 343130 A                                |                        |
|                                                 |   |                        | BE | 350641 A                                |                        |
|                                                 |   |                        | BE | 350642 A                                |                        |
|                                                 |   |                        | CH | 127058 A                                | 16-08-1928             |
|                                                 |   |                        | CH | 132353 A                                | 15-04-1929             |
|                                                 |   |                        | DE | 486942 C                                | 28-11-1929             |
|                                                 |   |                        | DE | 491466 C                                | 20-02-1930             |
|                                                 |   |                        | DE | 502303 C                                | 11-07-1930             |
|                                                 |   |                        | FR | 35264 E                                 | 07-01-1930             |
|                                                 |   |                        | FR | 35409 E                                 | 08-03-1930             |
|                                                 |   |                        | FR | 638284 A                                | 21-05-1928             |
|                                                 |   |                        | GB | 289436 A                                | 29-11-1928             |
|                                                 |   |                        | GB | 289473 A                                | 06-06-1929             |
|                                                 |   |                        | NL | 27541 C                                 |                        |
|                                                 |   |                        | NL | 27722 C                                 |                        |
|                                                 |   |                        | US | 1755023 A                               | 15-04-1930             |
|                                                 |   |                        | US | 1791606 A                               | 10-02-1931             |
| -----                                           |   |                        |    |                                         |                        |