

(19)



(11)

EP 2 537 561 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.12.2012 Patentblatt 2012/52

(51) Int Cl.:
A62C 2/06 (2006.01) A62C 3/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12004439.1**

(22) Anmeldetag: **13.06.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **22.06.2011 DE 102011105304**

(71) Anmelder: **Diehl BGT Defence GmbH & Co. KG**
88662 Überlingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Hahma, Arno, Dr.**
91239 Henfenfeld (DE)
• **Pham, Oliver**
91207 Lauf (DE)

(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung**
c/o Diehl Stiftung & Co. KG
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)

(54) **Sperrelement zum Verschließen eines Durchgangs**

(57) Die Erfindung betrifft ein Sperrelement (10) zum Verschließen eines Durchgangs umfassend einen beim Abbrand Wärme freisetzenden pyrotechnischen Satz (12) und einen thermisch expandierbaren Feststoff (14), wobei der pyrotechnische Satz (12) und der Feststoff (14)

so zueinander und zum Durchgang angeordnet sind und der Feststoff (14) und der pyrotechnische Satz (12) so gewählt sind, dass der Feststoff (14) beim Abbrand des pyrotechnischen Satzes (12) expandiert und dadurch den Durchgang verschließt.

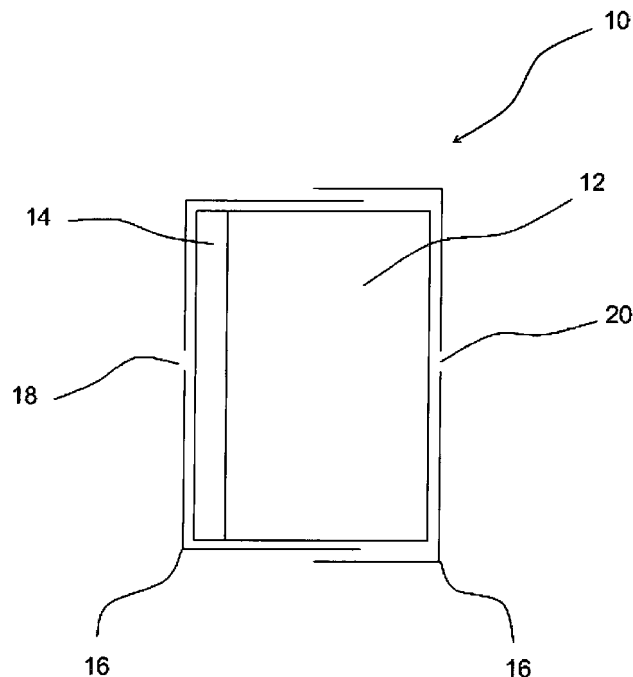


Fig. 1

EP 2 537 561 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Sperrelement zum Verschließen eines Durchgangs. Ein derartiges Sperrerelement ist bereits bekannt und findet beispielsweise in Kabelkanälen Anwendung. Diese Kabelkanäle bestehen aus einem unbrennbaren Material und sind innen, d. h. im Durchgang, mit einem thermisch expandierbaren Feststoff ausgestattet, welcher im Brandfall durch die beim Brand entwickelte Wärme expandiert und den Kabelkanal dadurch verschließt und so eine Brandweiterleitung im Kabelkanal verhindert.

[0002] Nachteilig ist dabei, dass ein Brand im Kabelkanal bereits weiter fortgeschritten sein kann bis es zum Verschluss des Kabelkanals kommt. Dieses Problem tritt insbesondere bei Bränden auf, die, beispielsweise wegen eines Mangels an Sauerstoff, verhältnismäßig wenig Wärme entwickeln.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Mittel anzugeben, mit dem ein Durchgang schnell und zuverlässig verschlossen werden kann.

[0004] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen ergeben sich aus den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 11.

[0005] Erfindungsgemäß ist ein Sperrelement zum Verschließen eines Durchgangs umfassend einen beim Abbrand Wärme freisetzenden pyrotechnischen Satz und einen thermisch expandierbaren Feststoff vorgesehen. Dabei sind der pyrotechnische Satz und der Feststoff so zueinander und zum Durchgang angeordnet und der Feststoff und der pyrotechnische Satz sind so gewählt, dass der Feststoff beim Abbrand des pyrotechnischen Satzes expandiert und dadurch den Durchgang verschließt. Der Feststoff und der pyrotechnische Satz sind dabei so zu wählen, dass die beim Abbrand des pyrotechnischen Satzes freigesetzte Wärme ausreicht, um den Feststoff zu expandieren. Weiterhin sind der Feststoff und der pyrotechnische Satz so zueinander anzuordnen, dass beim Abbrand des pyrotechnischen Satzes eine für die Expansion des Feststoffs ausreichende Wärmeübertragung auf den Feststoff erfolgt. Weiterhin sind der pyrotechnische Satz und der Feststoff so anzuordnen, dass der beim Abbrand des pyrotechnischen Satzes expandierende Feststoff durch den Durchgang hindurchtritt und ihn dadurch verschließt oder einen Mechanismus betätigt, welcher den Durchgang verschließt. Bei dem Mechanismus kann es sich beispielsweise um einen Schieber oder eine Klappe handeln, welcher/welche den Durchgang verschließt. Ein derartiges Sperrelement kann zum Verschließen beliebiger Durchgänge angewandt werden.

[0006] Gegenüber dem bekannten Sperrelement weist das erfindungsgemäße Sperrelement den Vorteil auf, dass es den Durchgang sehr viel schneller und zuverlässiger versperren kann und dazu weniger Wärme erforderlich ist. Beim Durchgang eines Kabelkanals hat das erfindungsgemäße Sperrelement den großen Vorteil, dass auch ein kleiner Brand, welcher verhältnismä-

ßig wenig Wärme erzeugt, den pyrotechnischen Satz schnell und zuverlässig zünden kann. Dadurch kann ein sofortiger und vollständiger Verschluss des Kabelkanals und dadurch eine zuverlässige Verhinderung der Brandweiterleitung erreicht werden. Bei dem Durchgang kann es sich auch nur um eine Öffnung handeln. Bei einer Ausgestaltung umfasst das Sperrelement weiterhin ein die Öffnung aufweisendes Behältnis, wobei der pyrotechnische Satz und der Feststoff in dem Behältnis angeordnet sind. Das Behältnis kann mindestens eine weitere, insbesondere nicht zu verschließende, Öffnung aufweisen.

[0007] Das Sperrelement kann Bestandteil eines pyrotechnischen Zündmittels, insbesondere zur Zündung einer Wirkmasse, insbesondere einer Wirkmasse eines pyrotechnischen Scheinziels, sein.

[0008] Zur Zündung von Wirkmassen in aus einer Treibladung und einer Wirkmasse bestehenden pyrotechnischen Scheinzielen werden meist sogenannte Zündpillen verwendet. Eine Zündpille wird dazu üblicherweise in ein Sicherungselement mit einer Schiebesicherung eingebaut und zwischen der Treibladung und der Wirkmasse angeordnet. Die abbrennende Treibladung bewirkt ein Zünden der Zündpille durch eine erste Öffnung. Gegenüber der ersten Öffnung ist eine zweite Öffnung in der Zündpille angeordnet, die mit einer Öffnung in dem Sicherungselement fluchtet. Ein Schieber verschließt die Öffnung in dem Sicherungselement und verhindert dadurch, dass eine durch die zweite Öffnung der abbrennenden Zündpille hindurchtretende Flamme die Wirkmasse vorzeitig zündet. Der Schieber gibt die Öffnung in dem Sicherungselement erst frei, wenn die abbrennende Treibladung das verbleibende Scheinziel aus seiner Hülse ausgestoßen hat. Dadurch wird zuverlässig verhindert, dass die Wirkmasse vorzeitig in Brand gesetzt wird und beispielsweise noch im das Scheinziel abschießenden Flugzeug reagiert. Nach dem Ausstoß aus der Hülse zündet die Flamme der abbrennenden Zündpille die Wirkmasse durch die zweite Öffnung und die dann vom Schieber freigegebene Öffnung im Sicherungselement.

[0009] Nachteilig ist dabei, dass dieses Zünden bei einem sich mit hoher Geschwindigkeit bewegenden Scheinziel nicht zuverlässig und schnell erfolgt, weil in Flugrichtung hinter dem Sicherungselement ein Unterdruck entsteht, der die Flamme durch die erste Öffnung aus der Zündpille nach hinten zieht. Dadurch ist die auf der Seite der Wirkmasse durch die zweite Öffnung und die Öffnung im Sicherungselement tretende Flamme sehr schwach und es kann zu einer Anzündverzögerung von bis zu einigen Sekunden kommen. Die Anzündverzögerung sollte jedoch höchstens 100 Millisekunden betragen.

[0010] Zur Lösung dieses Problems kann ein sehr schnell brennender pyrotechnischer Satz zur Herstellung der Zündpille verwendet werden. Dies hat jedoch den Nachteil, dass die bei noch geschlossenem Schieber gezündete Zündpille aufgrund des schnellen Abbrands und

des damit einhergehenden schnellen Druckanstiegs leicht in Richtung der Treibladung ausgestoßen wird und dann die Wirkmasse nicht mehr zünden kann.

[0011] Alternativ kann in der Zündpille eine Zwischenwand mit einer kleinen Öffnung angeordnet werden. Nach Zündung auf der Treibladungsseite erfolgt die Zündung auf der Wirkmassenseite der Zündpille durch die kleine Öffnung hindurch. Dadurch, dass die Öffnung klein ist, wird trotz eines Vakuums auf der Treibladungsseite etwas Druck auf der Wirkmassenseite aufgebaut, so dass die Flammen verstärkt in Richtung der Wirkmasse blasen und dadurch die Wirkmasse zünden kann. Die Fertigung einer solchen Zündpille ist jedoch aufwändig und teuer. Die Zündpille muss von zwei Seiten gepresst werden und die kleine Öffnung muss mittels eines dünnen Drahts manuell gefertigt werden. Wünschenswert wäre eine alternative mit geringem Aufwand und zu geringen Kosten herzustellende Zündpille, mit der die Wirkmasse eines Scheinziels zuverlässig gezündet werden kann.

[0012] Mittels des erfindungsgemäßen Sperrelements kann eine solche Zündpille bereitgestellt werden. Bei einer solchen Ausgestaltung umfasst das die Öffnung aufweisende Behältnis mit dem darin angeordneten pyrotechnischen Satz und Feststoff mindestens eine weitere Öffnung. Der pyrotechnische Satz kann dann durch die Öffnung hindurch gezündet werden. Beim Abbrand des pyrotechnischen Satzes in einem solchen Behältnis bewirkt das Verschließen der Öffnung durch den Feststoff, dass die beim Abbrand entstehende Flamme durch den dabei weiterhin entstehenden Druck im Behältnis durch die weitere Öffnung hindurch nach außen geblasen wird. Dies ist auch dann der Fall, wenn auf Seiten der Öffnung außerhalb des Behältnisses ein Unterdruck herrscht. Dadurch kann die Flamme zuverlässig beispielsweise eine Wirkmasse zünden. Das genannte Behältnis kann als Zündpille verwendet werden.

[0013] Das erfindungsgemäße Sperrelement hat den Vorteil, dass es sehr zuverlässig und gleichzeitig einfach herzustellen ist. Insbesondere muss darin nicht wie bei einer Ausgestaltung einer bekannten Zündpille eine Zwischenwand mit darin herzustellender Öffnung vorgesehen werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Öffnung wegen des später erfolgenden Verschließens verhältnismäßig groß sein kann. Durch eine solche Öffnung ist eine zuverlässigere und schnellere Zündung des pyrotechnischen Satzes, beispielsweise durch eine Treibladung, möglich als durch die Öffnungen bekannter Zündpillen die man wegen der beschriebenen Unterdruckproblematik so klein wie möglich hält.

[0014] Darüber hinaus kann das erfindungsgemäße Sperrelement in ein herkömmliches Sicherungselement mit Schiebesicherung eingesetzt werden, so dass damit ohne Umstellung der Produktion eine Nachrüstung möglich ist.

[0015] Ein insbesondere bei Scheinzielen wesentlicher Vorteil besteht darin, dass durch den Verschluss der Öffnung durch den expandierbaren Feststoff nur we-

nig oder gar nichts von der beim Abbrand des pyrotechnischen Satzes entstehenden Flamme von außen zu sehen ist. Dies ist insbesondere bei spektralen Scheinzielen wichtig, weil das Spektrum des abbrennenden pyrotechnischen Satzes deutlich vom Spektrum der Wirkmasse des Scheinziels abweicht und dadurch Detektionssystemen verraten kann, dass es sich hier nur um ein Scheinziel und nicht um ein Flugzeug handelt. Die Vermeidung oder Verringerung einer von außen detektierbaren aus dem Abbrand des pyrotechnischen Satzes einer Zündpille resultierenden Strahlung ist ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Sperrelements und bei keiner bisher bekannten Zündpille gewährleistet.

[0016] Bei einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Sperrelements ist der Durchgang eine Öffnung und das Sperrelement umfasst weiterhin ein die Öffnung aufweisendes Behältnis, wobei der pyrotechnische Satz und der Feststoff in dem Behältnis angeordnet sind und das Behältnis mindestens eine weitere Öffnung aufweist. Das Sperrelement ist Bestandteil eines pyrotechnischen Zündmittels, insbesondere zur Zündung einer Wirkmasse, insbesondere einer Wirkmasse eines pyrotechnischen Scheinziels. Das Zündmittel weist weiterhin ein Sicherungselement mit einer mit der weiteren Öffnung fluchtenden zusätzlichen Öffnung und mit einem mechanischen Verschlussmittel zum Verschließen der zusätzlichen Öffnung auf. Bei dem Verschlussmittel kann es sich um eine Schiebesicherung mit einem die zusätzliche Öffnung verschließenden Schieber handeln.

[0017] Das Freigeben der zusätzlichen Öffnung durch das Verschlussmittel kann nicht durch den Abbrand des pyrotechnischen Satzes sondern nur mechanisch bewirkt werden. Dadurch kann eine unfreiwillige Zündung einer Wirkmasse zuverlässig verhindert werden. Dabei hat sich gezeigt, dass das erfindungsgemäße Sperrelement dann besonders vorteilhaft ist, wenn der expandierte Feststoff, wie z. B. Blähgrfit oder ein Silikat, in der Öffnung zwar einem vorgegebenen Druck standhält, bei Übersteigen des vorgegebenen Drucks jedoch nachgibt und durch die Öffnung gestoßen wird. Solange innerhalb des Behältnisses noch expandierbarer Feststoff vorhanden ist, führt dies dazu, dass sich innerhalb des Behältnisses kein allzu großer Überdruck aufbaut, die Öffnung aber sofort verschlossen wird, sobald das Verschlussmittel die mit der weiteren Öffnung fluchtende zusätzliche Öffnung freigibt. Dadurch ist die mechanische Belastung des Behältnisses beim Abbrand des pyrotechnischen Satzes verhältnismäßig gering. Das Behältnis kann daher aus verhältnismäßig günstigem Material, beispielsweise einem Kunststoff, insbesondere Polyamid, hergestellt werden. Das Herstellen kann kostengünstig in einem Spritzgussverfahren erfolgen.

[0018] Das Verschlussmittel kann, insbesondere in Form einer Schiebesicherung, so ausgebildet sein, dass es die zusätzliche Öffnung am Beginn des Abbrands des pyrotechnischen Satzes verschlossen hält und vor dem Ende des Abbrands des pyrotechnischen Satzes und vor einem vollständigen Expandieren des expandierbaren

Feststoffs öffnet.

[0019] Vorzugsweise sind der pyrotechnische Satz und der Feststoff in einem Komprimat miteinander verpresst. Das Verpressen kann so erfolgen, dass der pyrotechnische Satz und der Feststoff räumlich getrennt voneinander angeordnet sind. Dabei stehen der Feststoff und das Komprimat nur über eine Fläche miteinander in Kontakt. Alternativ ist es auch möglich, dass der Feststoff in dem pyrotechnischen Satz verteilt ist. Dies hat den Vorteil, dass das Sperrelement in einem einzigen Pressvorgang erzeugt werden kann. Auf der anderen Seite geht damit der Nachteil einher, dass die im pyrotechnischen Satz erzeugte Flamme eine niedrigere Temperatur aufweist, weil der Feststoff nicht zur Verbrennung beiträgt und der Flamme Energie entzieht. Dadurch kann sich die Zündung einer Wirkmasse etwas verzögern, d. h. die Anzündzeit ist bei einem solchen Sperrelement verlängert. Eine räumliche Trennung kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass zunächst eine dünne Schicht des Feststoffs gepresst wird und darauf eine etwas dickere Schicht des pyrotechnischen Satzes gepresst wird. Beides kann in das Behältnis so eingebracht werden, dass die vom Feststoff gebildete Schicht in Richtung der Öffnung und die vom pyrotechnischen Satz gebildete Schicht in Richtung der weiteren Öffnung angeordnet ist. Dadurch werden nach Zündung ein schneller Verschluss der Öffnung und ein intensiver Flammenausstoß durch die weitere Öffnung gewährleistet.

[0020] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Feststoff mit einem Bindemittel, insbesondere Polychloropren, gebunden. Der Feststoff kann Blähgrafit oder ein Silikat, insbesondere Natriumsilikat, umfassen.

[0021] Der pyrotechnische Satz umfasst üblicherweise einen Brennstoff, insbesondere Bor, und ein Oxidationsmittel, insbesondere Bismuttrioxid oder Bariumnitrat.

[0022] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0023] Die Figur zeigt schematisch einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes pyrotechnisches Sperrelement 10 mit einem pyrotechnischen Satz 12 und einem damit verpressten thermisch expandierbaren Feststoff 14. Der pyrotechnische Satz 12 und der thermisch expandierbare Feststoff 14 sind in dem aus zwei Teilen verpressten Behältnis 16 angeordnet. Auf der Seite des thermisch expandierbaren Feststoffs 14 des Behältnisses 16 befindet sich die Öffnung 18 und auf der gegenüberliegenden Seite des Behältnisses 16 die weitere Öffnung 20. Ein solches Sperrelement 10 kann zwischen einem auf der Seite der Öffnung 18 angeordneten Treibsatz und einer auf der Seite der weiteren Öffnung 20 angeordneten Scheinzielwirkmasse innerhalb eines Sicherungselements mit einer Schiebesicherung angeordnet sein.

[0024] Das Komprimat aus dem expandierenden Feststoff und dem pyrotechnischen Satz weist vorzugsweise ein durchgehendes Loch auf. Dadurch kann eine schnelle und zuverlässige Zündung des pyrotechnischen Satzes 12 von Öffnung 18 aus gewährleistet werden.

[0025] Beim Abbrand des Treibsatzes entzündet die-

ser durch die Öffnung 18 hindurch den pyrotechnischen Satz 12, der daraufhin durch die bei dessen Abbrand freigesetzte Wärme den thermisch expandierbaren Feststoff 14 zu Expansion bringt. Der Feststoff tritt durch die Öffnung 18 und verschließt diese dadurch. Das bewirkt einen Druckanstieg innerhalb des Behältnisses 16 und ein auf der Seite der Öffnung 18 gegebenenfalls wirkender Sog hat keinen Einfluss auf den Druck innerhalb des Behältnisses 16. Dadurch wird die vom pyrotechnischen Satz 12 gebildete Flamme aus der weiteren Öffnung 20 herausgeblasen und nicht wie bei einer herkömmlichen Zündpille ohne den thermisch expandierbaren Feststoff 14 aus der Öffnung 18 herausgezogen, wenn auf der Seite der Öffnung 18 ein Unterdruck herrscht. Die aus der weiteren Öffnung 20 herausgeblasene Flamme zündet zuverlässiger und schneller als eine herkömmliche Zündpille eine auf der Seite der weiteren Öffnung 20 angeordnete Scheinzielwirkmasse.

Beispiel 1

[0026] In ein als Zündpillennapf ausgebildetes Behältnis aus Polyamid werden 100 mg eines auf ca. 50 ml/g expandierenden Blähgrafits mit 12 % Polychloropren als Bindemittel eingepresst. Dadurch entsteht eine 1 mm dicke Schicht. Darauf werden ca. 500 mg eines pyrotechnischen Satzes gepresst. Der Durchmesser der Öffnung und der weiteren Öffnung in dem Behältnis beträgt 2 mm. Das Behältnis wird in ein Sicherungselement mit einer Schiebesicherung montiert. Jeweils eines der so hergestellten Zündmittel wird bei geschlossenem Schieber und eines bei offenem Schieber mittels einer Zündschnur gezündet. Die Reaktion wurde mittels einer Videokamera bei 30 Hz Bildfrequenz gefilmt. Dabei zeigte sich, dass die Flamme bei geschlossenem Schieber ausschließlich durch die Öffnung bläst. Der Blähgrafit gibt also bei zu hohem Druck in dem Behältnis nach und wird nach außen gestoßen. Bei geöffnetem Schieber trat die Flamme jedoch nur durch die weitere Öffnung aus. Als pyrotechnischer Satz diente ein Gemisch aus Bor als Brennstoff und Bismuttrioxid als Oxidationsmittel. Alternativ wurde zur Bereitstellung eines langsamer abbrennenden und beim Abbrand weniger Gas aber eine höhere Temperatur erzeugenden pyrotechnischen Satzes Bariumnitrat als Oxidationsmittel eingesetzt.

Beispiel 2

[0027] Statt dem verhältnismäßig schwach expandierenden Blähgrafit, der in Beispiel 1 eingesetzt wurde, wurde ein auf etwa 500 ml/g expandierender Blähgrafit eingesetzt. Beim Abbrand zeigten sich dieselben Ergebnisse wie bei Beispiel 1.

Beispiel 3

[0028] Statt Blähgrafit wurde trockenes Natriumsilikat ohne Bindemittel als expandierbarer Feststoff in den

Zündpillennapf eingepresst. Dabei zeigte sich, dass das Natriumsilikat beim Abbrand des pyrotechnischen Satzes langsamer als der Blähgrafit expandiert. Dadurch dauert das Verschließen der Öffnung etwas länger und auch bei offenem Schieber bläst für ca. 30 ms eine schwache Flamme durch die Öffnung. Danach bläst die Flamme nur noch durch die weitere Öffnung.

Beispiel 4

[0029] In einen pyrotechnischen Satz wurden 15 % reiner Blähgrafit als grobe, ca. 0,5 mm große, Flocken gemischt. Davon wurden jeweils 600 mg in Zündpillennäpfe gepresst. Beim Abbrand zeigten sich nahezu dieselben Ergebnisse wie bei Beispiel 1.

Bezugszeichenliste

[0030]

- 10 Sperrelement
- 12 pyrotechnischer Satz
- 14 thermisch expandierbarer Feststoff
- 16 Behälter
- 18 Öffnung
- 20 weitere Öffnung

Patentansprüche

1. Sperrelement (10) zum Verschließen eines Durchgangs umfassend einen beim Abbrand Wärme freisetzen pyrotechnischen Satz (12) und einen thermisch expandierbaren Feststoff (14), wobei der pyrotechnische Satz (12) und der Feststoff (14) so zueinander und zum Durchgang angeordnet sind und der Feststoff (14) und der pyrotechnische Satz (12) so gewählt sind, dass der Feststoff (14) beim Abbrand des pyrotechnischen Satzes (12) expandiert und dadurch den Durchgang verschließt.
2. Sperrelement (10) nach Anspruch 1, wobei der Durchgang eine Öffnung (18) ist.
3. Sperrelement (10) nach Anspruch 2, wobei das Sperrelement (10) weiterhin ein die Öffnung (18) aufweisendes Behälter (16) umfasst, wobei der pyrotechnische Satz (12) und der Feststoff (14) in dem Behälter (16) angeordnet sind.
4. Sperrelement (10) nach Anspruch 3, wobei das Behälter (16) mindestens eine weitere Öffnung (20) aufweist.

5. Sperrelement (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei das Sperrelement (10) Bestandteil eines pyrotechnischen Zündmittels, insbesondere zur Zündung einer Wirkmasse, insbesondere einer Wirkmasse eines pyrotechnischen Scheinziels, ist.
6. Sperrelement (10) nach Anspruch 1, wobei der Durchgang eine Öffnung (18) ist, wobei das Sperrelement (10) weiterhin ein die Öffnung (18) aufweisendes Behälter (16) umfasst, wobei der pyrotechnische Satz (12) und der Feststoff (14) in dem Behälter (16) angeordnet sind, wobei das Behälter (16) mindestens eine weitere Öffnung (20) aufweist, wobei das Sperrelement (10) Bestandteil eines pyrotechnischen Zündmittels, insbesondere zur Zündung einer Wirkmasse, insbesondere einer Wirkmasse eines pyrotechnischen Scheinziels, ist, wobei das Zündmittel ein Sicherungselement mit einer mit der weiteren Öffnung (20) fluchtenden zusätzlichen Öffnung und mit einem mechanischen Verschlussmittel zum Verschließen der zusätzlichen Öffnung aufweist.
7. Sperrelement (10) nach Anspruch 6, wobei das Verschlussmittel, insbesondere in Form einer Schiebesicherung, so ausgebildet ist, dass es die zusätzliche Öffnung am Beginn des Abbrands des pyrotechnischen Satzes (12) verschlossen hält und vor dem Ende des Abbrands des pyrotechnischen Satzes (12) und vor einem vollständigen Expandieren des expandierbaren Feststoffs (14) öffnet.
8. Sperrelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der pyrotechnische Satz (12) und der Feststoff (14) in einem Komprimat, insbesondere räumlich getrennt voneinander, miteinander verpresst sind.
9. Sperrelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Feststoff (14) mit einem Bindemittel, insbesondere Polychloropren, gebunden ist.
10. Sperrelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Feststoff (14) Blähgrafit oder ein Silikat, insbesondere Natriumsilikat, umfasst.
11. Sperrelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der pyrotechnische Satz (12) einen Brennstoff, insbesondere Bor, und ein Oxidationsmittel, insbesondere Bismuttrioxid oder Bariumnitrat, umfasst.

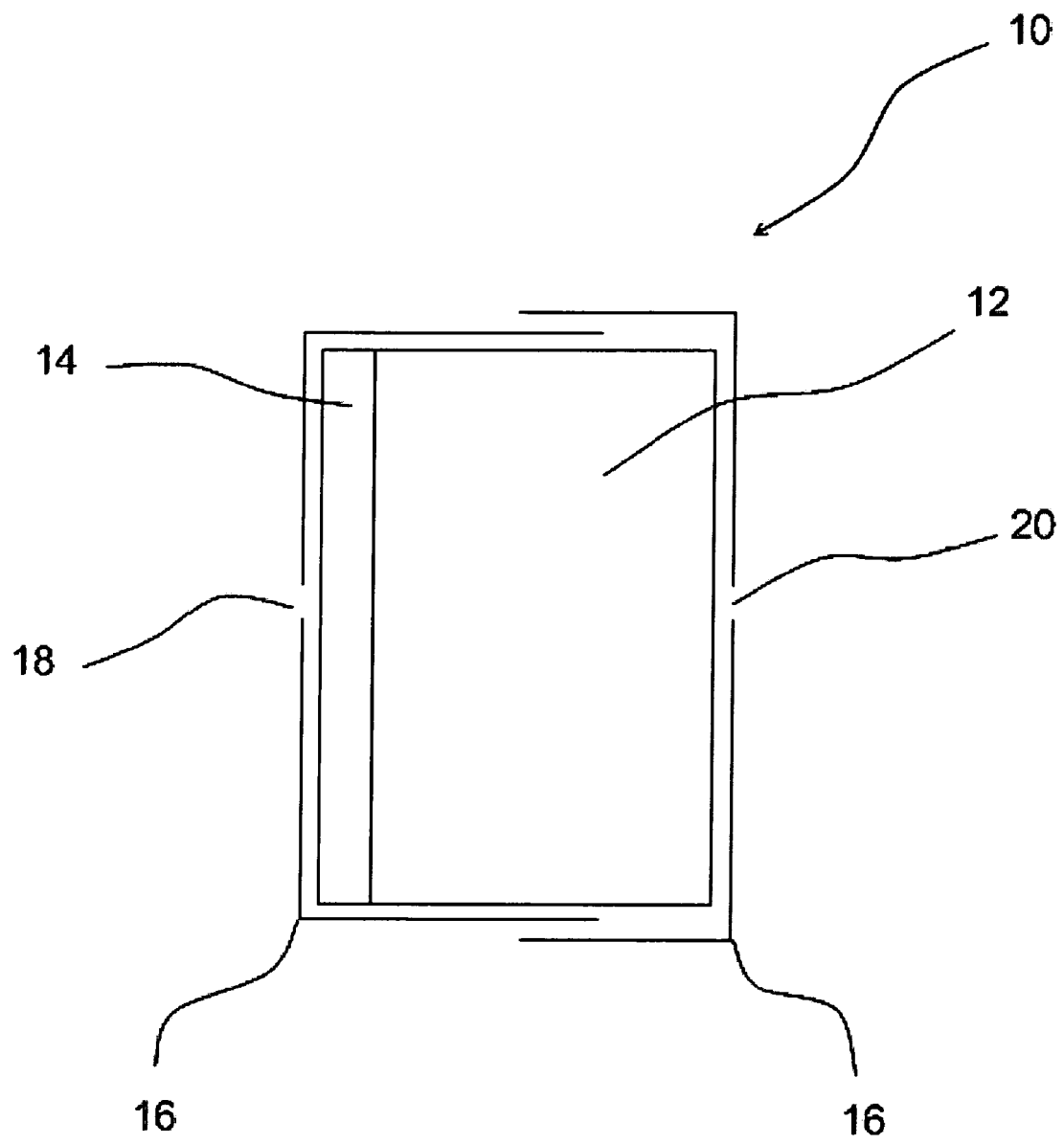


Fig. 1

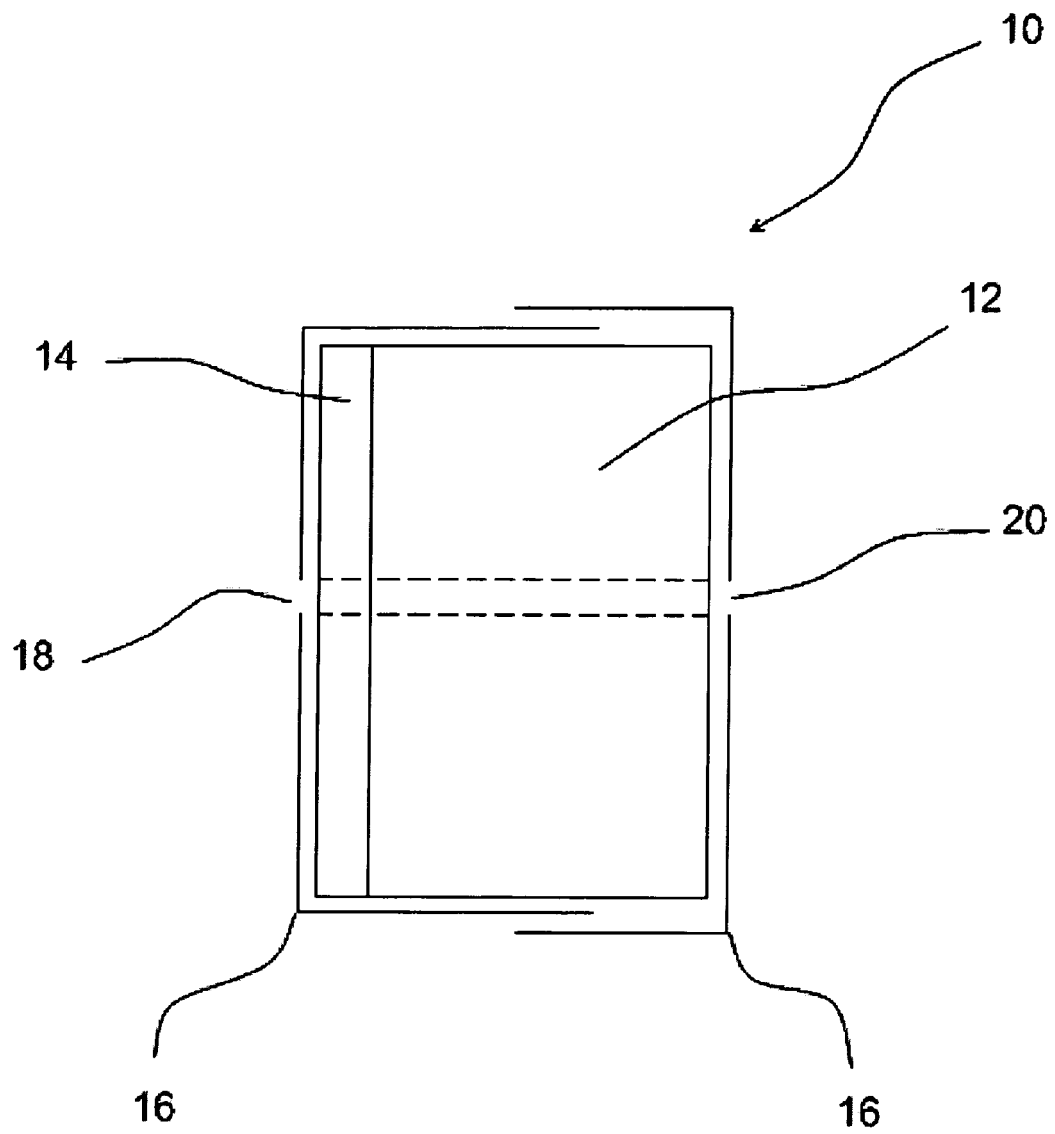


Fig. 2