



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 025 218 B3** 2009.11.12

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 025 218.2**
 (22) Anmeldetag: **27.05.2008**
 (43) Offenlegungstag: –
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **12.11.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F42C 19/08** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Bayern-Chemie Gesellschaft für flugchemische
 Antriebe mbH, 84544 Aschau, DE**

(74) Vertreter:
**Haft, von Puttkamer, Berngruber, Karakatsanis,
 81669 München**

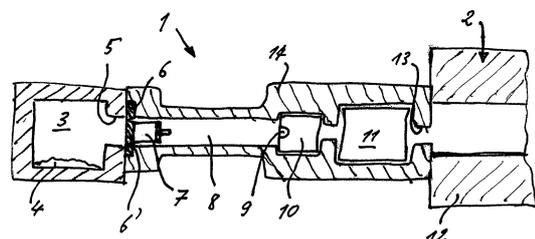
(72) Erfinder:
Naumann, Karl Wieland, Dr., 84453 Mühldorf, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE	198 05 976	C1
DE	197 09 584	A1
DE	30 44 952	A1
DE	27 56 727	C3
DE	12 94 704	A
EP	06 85 370	A1

(54) Bezeichnung: **Initiator**

(57) Zusammenfassung: Ein Initiator (1), der bei Erreichen einer Schwelltemperatur ausgelöst wird, um die Wirkung der Entzündung eines Festtreibstoffes (12) eines Feststoffraketenmotors über der Schwelltemperatur herabzusetzen, weist eine Druckkammer (3) oder dergleichen Druckeinrichtung auf, deren Druck bei Erreichen der Schwelltemperatur in Bewegungsenergie zur Auslösung des Initiators (1) umgewandelt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Initiator, insbesondere für Feststoffraketenmotore und Gefechtsköpfe, der bei Erreichen einer Schwelltemperatur ausgelöst wird, um die Wirkung der Entzündung des Treib- bzw. Explosivstoffs des Feststoffraketenmotors oder Gefechtskopfes oberhalb der Schwelltemperatur herabzusetzen.

[0002] Der Feststofftreibsatz eines Raketenmotors ist so ausgelegt, dass er annähernd kontinuierlich abbrennt, wenn sich die Masse des Treibsatzes auf einer verhältnismäßig niedrigen Temperatur befindet. Wenn ein Feststoffraketenmotor dagegen beispielsweise durch einen Brand auf eine Schwelltemperatur von beispielsweise 160° und mehr erwärmt wird, kann eine Deflagration ggf. auch Explosion auftreten, die z. B. auf einem Schiff verheerende Folgen haben kann.

[0003] Um eine Selbstentzündung des Treibsatzes bei hohen Temperaturen, beispielsweise einem Brand, und damit eine Explosion zu verhindern, ist es bei Airbags bekannt, den Treibsatz des Gasgenerators mit einem Frühzünd-Pulver mit niedriger Selbstentzündungstemperatur zu zünden, wodurch der Treibsatz kontrolliert abbrennen kann, bevor er die eine Explosion auslösende Schwelltemperatur erreicht.

[0004] Die DE 198 05 976 C1 zeigt solch ein Frühzündpulver für eine thermische Sicherung eines Gasgenerators.

[0005] Bei einem Feststoffraketenmotor liegt die Schwelltemperatur jedoch deutlich niedriger als bei einem Airbag-Treibsatz. Ein Anzündpulver mit einer niedrigen Schwelltemperatur für Feststoffraketenmotore steht jedoch nicht zur Verfügung. Gleiches gilt für Gefechtsköpfe.

[0006] Die DE 1 294 704 A zeigt eine Anordnung zur temperaturabhängigen Auslösung von Vorgängen.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Initiator bereitzustellen, der bei Erreichen einer Schwelltemperatur ausgelöst wird, um die Wirkung einer unkontrollierten Entzündung des Treib- bzw. Explosivstoffs insbesondere eines Feststoffraketenmotors oder Gefechtskopfes über, also jenseits, der Schwelltemperatur herabzusetzen.

[0008] Dies wird erfindungsgemäß mit dem im Anspruch 1 gekennzeichneten Initiator erreicht. In den Unteransprüchen 2 bis 13 sind bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Initiators wiedergegeben. Die Ansprüche 14 bis 17 betreffen bevorzugte Verwendungen des erfindungsgemäßen Initiators.

[0009] Nach der Erfindung ist eine Druckeinrichtung vorgesehen, deren Druck bei Erreichen der Schwelltemperatur freigesetzt wird, um durch Umwandlung des Drucks in Bewegungsenergie den Initiator auszulösen. Damit entzündet der Initiator den Treibsatz bzw. Explosivstoff, bevor dieser die Schwelltemperatur erreicht und damit durch heftige Reaktion (Deflagration oder Detonation) große Schäden in der Umgebung hervorruft. Das Überschreiten der Schwelltemperatur wird somit erfindungsgemäß verhindert.

[0010] Als Schwelltemperatur wird die Temperatur bezeichnet, bei der bei einem Festtreibstoff anstelle eines kontrollierten Abbrands eine Deflagration oder Explosion erfolgt bzw. ein Explosivstoff deflagriert oder explodiert. Diese Temperatur kann je nach Treibstoff bzw. Explosivstoff z. B. zwischen 120 bis 200°C, insbesondere zwischen 140 und 180°C liegen. Die Auslösetemperatur, also die Temperatur, bei der der erfindungsgemäße Initiator ausgelöst wird, soll möglichst nahe der Schwelltemperatur liegen. Vorzugsweise wird jedoch eine Sicherheitsmarge eingehalten, die z. B. maximal 50°C, insbesondere maximal 30°C unterhalb der Schwelltemperatur liegt.

[0011] Die Druckeinrichtung kann durch eine Druckkammer gebildet werden, die mit einem Verschluss verschlossen ist und einen Stoff enthält, der bei Erreichen der Schwelltemperatur einen Druck erzeugt, der ausreicht, um den Verschluss zu öffnen. Der freigesetzte Druck wird dann in Bewegungsenergie umgewandelt, die zur Auslösung des Initiators führt.

[0012] Der Stoff in der Druckkammer kann Wasser oder ein anderer Stoff sein, der bei der Schwelltemperatur einen so hohen Dampfdruck aufweist, dass der Verschluss der Druckkammer geöffnet wird. Der Stoff der Druckkammer kann jedoch auch ein Stoff sein, der sich bis zur Schwelltemperatur unter Gasbildung zersetzt und dadurch einen Druck aufbaut, der zum Öffnen des Verschlusses der Druckkammer führt.

[0013] Der Verschluss der Druckkammer kann beliebig ausgebildet sein, beispielsweise ein Stopfen. Vorzugsweise wird er jedoch durch eine Berstscheibe gebildet.

[0014] Der Initiator kann ein elektrisch ansteuerbarer Initiator sein, z. B. ein Initiator, bei welchem eine Zündladung durch einen elektrisch erhitzten Draht gezündet wird ("Semi-conductor bridge initiators, SCB"). Ggf. kann die Zündladung auch durch einen elektrisch zur Explosion gebrachten Draht gezündet werden („Exploding bridgewire initiators, EBW“).

[0015] Dabei kann zur Stromerzeugung ein Generator vorgesehen sein, der mit dem freigesetzten Druck angetrieben wird. Mit dem vom Generator erzeugten Strom wird dann der Initiator angesteuert. Dabei kann

z. B. zum Antrieb des Generators eine Turbine vorgesehen sein, die von dem freigesetzten Druck angetrieben wird.

[0016] Der Generator, der den Strom zur Ansteuerung des Initiators erzeugt, kann auch einen Permanentmagnet aufweisen, der in einer Spule bewegbar geführt ist. Der Permanentmagnet wird durch den freigesetzten Druck in Bewegung gesetzt, um in der Spule einen Stromimpuls zur Ansteuerung des Initiators zu erzeugen.

[0017] Stattdessen kann der Initiator auch einen Schlagbolzen aufweisen, der eine schlagempfindliche Zündladung, beispielsweise ein Zündhütchen beim Aufschlag zur Entzündung bringt.

[0018] Die für den Aufschlag des Schlagbolzens erforderliche Energie zum Zünden der Zündladung kann durch den Druck in der Druckkammer eingebracht werden, die freigesetzt wird, wenn der Verschluss der Druckkammer sich öffnet, also beispielsweise durch Bersten der Berstscheibe.

[0019] Auch kann der Schlagbolzen beispielsweise einen Schalter betätigen, um den Initiator elektrisch anzusteuern.

[0020] Die Druckeinrichtung kann jedoch auch durch eine vorgespannte Feder gebildet werden, die bei Erreichen der Schwelltemperatur freigegeben wird.

[0021] So kann beispielsweise der Schlagbolzen, aber auch z. B. der erwähnte in einer Spule geführte Permanentmagnet zur Erzeugung elektrischer Energie durch eine vorgespannte Druckfeder in Bewegung gesetzt werden.

[0022] Zur Freigabe der vorgespannten Feder bei Erreichen der Schwelltemperatur kann beispielsweise ein Bimetallelement vorgesehen sein, das die vorgespannte Feder übergreift und damit im vorgespannten Zustand hält und bei Erreichen der Schwelltemperatur die vorgespannte Feder beispielsweise durch Verbiegen loslässt.

[0023] Auch kann die vorgespannte Feder in anderer Weise arretiert werden, beispielsweise durch einen Halter aus einem Metall oder einem anderen Material, das bei Erreichen der Schwelltemperatur schmilzt.

[0024] Wenn die durch die Druckeinrichtung hervorbrachte Bewegungsenergie gering ist, können die Kräfte auch durch Hebel oder in anderer Weise verstärkt werden. Beispielsweise ist es möglich mit der Druckeinrichtung eine Verriegelung für einen vorgespannten Schlagbolzen zu lösen.

[0025] Der erfindungsgemäße Initiator wird also automatisch betätigt, wenn die Schwelltemperatur erreicht wird, um eine Deflagration bzw. Detonation zu verhindern. Neben dem erfindungsgemäßen passiven Initiator ist jedoch im allgemeinen ein herkömmlich aufgebauter Hauptinitiator vorgesehen, um die Feststoffrakete zu starten bzw. den Gefechtskopf abzufeuern.

[0026] Es ist jedoch auch möglich, die Druckeinrichtung z. B. mit einer Heizung zu versehen, um mit dem erfindungsgemäßen Initiator die Treibladung bzw. den Explosivstoff bei Umgebungstemperatur, also unterhalb der Schwelltemperatur zu zünden. D. h. der erfindungsgemäße Initiator kann zugleich die Funktion des Hauptinitiators übernehmen, indem er durch Aufheizung der Druckeinrichtung auf die Schwelltemperatur ausgelöst wird.

[0027] Der erfindungsgemäße Initiator wird also – in seiner passiven Funktion – bei Erreichen der Schwelltemperatur ohne jedwede Ansteuerung von außen ausgelöst. Er zeichnet sich durch ein hohes Maß an Unempfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Wellen, Strahlen, Pulsen, mechanischen Stößen und Schwingungen aus. Da er auch in geschlossener Bauweise ausführbar ist, ist generell ein hohes Maß an Unempfindlichkeit gegenüber Umwelteinflüssen gegeben.

[0028] Angesichts der Unempfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Einflüssen kann der erfindungsgemäße Initiator ohne mechanische Unterbrechung der pyrotechnischen Funktionskette eingesetzt werden, die normalerweise notwendig ist, um ein unbeabsichtigtes Zünden aufgrund von Störeinflüssen zu verhindern.

[0029] Der erfindungsgemäße Initiator kann auf vielfältige Art und Weise eingesetzt werden, so als temperaturabhängig auslösender Initiator eines Anzünders von Feststoffraketenmotoren, insbesondere im Fall von unbeabsichtigter schneller („fast cook off, FCO“) und langsamer („slow cook off, SCO“) Aufheizung.

[0030] Der Schlagbolzen oder das sonstige durch die Druckeinrichtung in Bewegung gesetzte Element kann auch andere Funktionen auslösen und z. B. einen Schalter für die Auslösung von aktiven wirkungsschwächenden Maßnahmen betätigen, beispielsweise in Art der folgenden Funktionskette: Das in Bewegung gesetzte Element aktiviert bei Erreichen einer gegebenen Schwelltemperatur eine Thermalbatterie. Mittels der nun zur Verfügung stehenden elektrischen Energie kann eine Steuerungslogik betrieben werden, die beispielsweise die Messergebnisse mehrerer am Raketenmotor angebrachter Temperaturfühler auswertet und den letztmöglichen Zündzeitpunkt festlegt, bei welchem entweder durch die Frühzün-

dung des Treibsatzes eine heftige Reaktion vermieden wird oder eine andere Vorrichtung, z. B. Initiation einer Schneidschnur zum Öffnen der Brennkammer, in Gang gesetzt wird.

[0031] In ähnlicher Weise kann eine wirkungsschwächende Maßnahme am Gefechtskopf initiiert werden. D. h. der Initiator kann so ausgelegt werden, dass bei Erreichen einer vorgegebenen Schwelltemperatur eine Schneidladung initiiert und damit z. B. die Hülle des Gefechtskopfes mittels einer Schneidladung öffnet und dadurch einen stillen Abbrand der Sprengladung auslöst.

[0032] Falls erfindungsgemäße Initiatoren verwendet werden, lösen diese auf alle Fälle dann aus, wenn die zulässige Schwelltemperatur erreicht wird. Es können auch Funktionen ausgelöst werden, die nicht direkt am Raketenmotor bzw. Gefechtskopf ausgeführt werden, beispielsweise das Auslösen von wirkungsschwächenden Maßnahmen bei der Lagerung oder dem Transport beispielsweise durch Freisetzung eines Löschmittels z. B. in einem an dem Lager- bzw. Transportbehälter angeordneten Löschmittelbehälter.

[0033] Nachstehend ist die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Darin zeigen jeweils schematisch

[0034] [Fig. 1](#) einen Längsschnitt durch einen passiven Initiator für einen Feststoffraketenmotor;

[0035] [Fig. 2](#) der in [Fig. 1](#) dargestellte linke Teil bei aktiver Ausbildung des Initiators;

[0036] [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) jeweils eine Ausführungsform zur Stromerzeugung für einen elektrisch ansteuerbaren Initiator; und

[0037] [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) einen Längsschnitt durch einen Teil einer anderen Ausführungsform des Initiators mit einer Feder als Druckeinrichtung in der vorgespannten arretierten Position bzw. Freigabeposition

[0038] Gemäß [Fig. 1](#) weist der Initiator **1**, der an der Brennkammer **2** eines Feststoffraketenmotors vorgesehen ist, eine Druckkammer **3** auf, in der sich ein Stoff oder Wirkmedium **4**, beispielsweise eine Flüssigkeit befindet. Die Druckkammer **3** weist eine Öffnung **5** auf, die durch eine Berstscheibe **6** verschlossen ist.

[0039] Die Berstscheibe **6** ist mit einem Schlagbolzen **7** versehen, der in einem Kanal **8** geführt ist. Auf der dem Druckraum **3** gegenüberliegenden, der Brennkammer **2** zugewandten Seite des Kanals **8** ist ein Zündhütchen **9** an einer Übertragungsladung **10** vorgesehen, welche mit einer Verstärkerladung **11**

kommuniziert, die den Treibsatz **12** des Raketenmotors zündet.

[0040] Der Kanal **8**, die Übertragungsladung **10** mit dem Zündhütchen **9** und die Verstärkerladung **11** werden von einem Gehäuse **14** umschlossen, das zur Verbindung der Verstärkerladung **11** mit der Brennkammer **2** mit einer Öffnung **13** versehen und am anderen Ende mit der Druckkammer **3** verbunden ist. Die Berstscheibe **6** wird am Umfang zwischen dem Gehäuse **14** und dem Druckkammergehäuse gehalten und mit einer kreisförmigen Kerbe **6'** geschwächt, deren Durchmesser dem Durchmesser des Kanals **8** entspricht.

[0041] Das Wirkmedium **4** baut bei Erhitzung auf eine Temperatur von z. B. 10°C unter der vorgegebenen Schwelltemperatur von beispielsweise 160° des Treibsatzes **12** in der Druckkammer **3** einen Druck auf, der zum Bersten der Berstscheibe **6** führt. Die Berstscheibe **6** kann dazu auch aus einem Material bestehen, dessen Festigkeit temperaturabhängig ist. Jedenfalls ist die Berstscheibe **6** derart ausgelegt, dass sie bei einem Druck birst, wenn eine vorgegebene Ablösetemperatur erreicht wird.

[0042] Nach dem Bruch der Berstscheibe **6** dehnt sich das Gas aus und beschleunigt in dem Kanal **8** den Schlagbolzen **7**, der auf das Zündhütchen **9** aufschlägt und damit über die Übertragungsladung **10** und die Verstärkerladung **11** zur Zündung des Treibsatzes **12** führt. Die Dimensionen der Druckkammer **3**, der Querschnitt des Kanals **8** und dessen Länge sowie die Masse des Schlagbolzens **7** ergeben sich aus der benötigten Energie zum Zünden des Zündhütchens **9**, der Schwelltemperatur und dem verwendeten Wirkmedium **4**.

[0043] Zum Start des Raketenmotors kann ein (nicht dargestellter) Hauptzünder vorgesehen sein, mit dem die Verstärkerladung **11** gezündet wird. Stattdessen kann der Initiator **1** nach [Fig. 1](#) jedoch auch als Hauptinitiator ausgebildet werden.

[0044] Dazu ist gemäß [Fig. 2](#) in der Druckkammer **3** eine elektrische Heizung mit einem Heizelement **16** mit einer Halterung und Durchführung **17** vorgesehen.

[0045] Die Ausführungsformen nach [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) sind für einen (nicht dargestellten) elektrisch ansteuerbaren Initiator vorgesehen.

[0046] Dabei weicht die Ausführungsform nach [Fig. 3](#) von der nach [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) im Wesentlichen dadurch ab, dass der Schlagbolzen **7** durch einen stabförmigen Permanentmagnet **18** ersetzt ist, der in einer Spule **19** geführt ist, um einen Stromimpuls zur Ansteuerung des Initiators **1** zu erzeugen.

[0047] Dem gegenüber ist nach [Fig. 4](#) der Kanal **8** mit einer Düse **19** versehen, die eine Turbine **20** antreibt. Die Turbine **20** treibt einen Generator **21** an, der den zur Ansteuerung des Initiators notwendigen Stromimpuls erzeugt.

[0048] Die Ausführungsform nach [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) unterscheidet sich von derjenigen nach [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) im Wesentlichen dadurch, dass anstelle der Druckkammer **3** an den Kanal **8**, in dem der Schlagbolzen **7'** geführt ist, eine Halterung **25** mit einer Druckfeder **26** angeschlossen ist, die den Schlagbolzen **7'** in der vorgespannten Position gemäß [Fig. 5](#) belastet.

[0049] An der Halterung **25** ist ein Bimetall-Element **27** befestigt, das in der in [Fig. 5](#) dargestellten Verriegelungsposition mit einem hakenförmigen Vorsprung **28** in eine Haltenut **29** an dem Schlagbolzen **7'** eingreift.

[0050] Bei Erwärmen auf Schwelltemperatur verbiegt sich das Bimetallelement **27** gemäß [Fig. 6](#), wodurch der hakenförmige Vorsprung **28** aus der Haltenut **29** gezogen und damit der federbelastete Schlagbolzen **7'** freigegeben wird.

Patentansprüche

1. Initiator (**1**), der bei Erreichen einer Schwelltemperatur ausgelöst wird, um die Wirkung der Entzündung eines Treib- oder Explosivstoffes (**12**) dadurch herabzusetzen, dass dieser bei Erreichen der Schwelltemperatur gezündet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Druckeinrichtung vorgesehen ist, deren Druck bei Erreichen der Schwelltemperatur zur Auslösung des Initiators (**1**) in Bewegungsenergie umwandelbar ist.

2. Initiator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckeinrichtung durch eine Druckkammer (**3**) gebildet wird, die durch einen Verschluss (**6**) verschlossen ist und ein Wirkmedium (**4**) enthält, das bei Erreichen der Schwelltemperatur einen Druck erzeugt, durch den der Verschluss (**6**) unter Druckfreisetzung geöffnet wird.

3. Initiator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Wirkmedium (**4**) in der Druckkammer (**3**) ein Stoff ist, der bei Schwelltemperatur einen Dampfdruck zum Öffnen des Verschlusses (**6**) aufweist.

4. Initiator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Wirkmedium (**4**) in der Druckkammer (**3**) ein Stoff ist, der sich bei der Schwelltemperatur unter Bildung eines Drucks zum Öffnen des Verschlusses (**6**) zersetzt.

5. Initiator nach Anspruch 2, dadurch gekenn-

zeichnet, dass der Verschluss (**6**) durch eine Berstscheibe (**6**) gebildet wird.

6. Initiator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckeinrichtung durch eine vorgespannte Feder (**26**) gebildet wird.

7. Initiator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bimetallelement (**27**) vorgesehen ist, das die vorgespannte Feder (**26**) bei Erreichen der Schwelltemperatur freigibt.

8. Initiator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Generator (**21**) zur Stromerzeugung vorgesehen ist, der durch die Bewegungsenergie, die durch den freigesetzten Druck erzeugt wird, betätigt wird, um den Initiator (**1**) auszulösen.

9. Initiator nach Anspruch 8 dadurch gekennzeichnet, dass eine Turbine (**22**) vorgesehen ist, die durch den freigesetzten Druck angetrieben wird und den Generator (**21**) antreibt.

10. Initiator nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Generator (**21**) einen Permanentmagnet (**18**) aufweist, der zur Erzeugung des Stroms bei freigesetztem Druck in einer Spule (**19**) bewegbar geführt ist.

11. Initiator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schlagbolzen (**7, 7'**) vorgesehen ist, der durch den freigesetzten Druck betätigt wird und auf eine Zündladung (**9**) zum Auslösen des Initiators (**1**) auftrifft.

12. Initiator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Heizung (**16**) vorgesehen ist, um den Initiator (**1**) durch Aufheizen der Druckeinrichtung auf Schwelltemperatur auszulösen.

13. Initiator nach einem der vorstehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Initiator (**1**) zum Zünden des Festtreibstoffes (**12**) ausgebildet ist.

14. Verwendung des Initiators (**1**) nach einem der vorstehenden Ansprüche für einen Feststoffraketenmotor oder Gefechtskopf.

15. Verwendung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Initiator (**1**) den Festtreibstoff (**12**) des Feststoffraketenmotors zündet.

16. Verwendung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Initiator (**1**) eine Einrichtung zum Öffnen des Gehäuses des Feststoffraketenmotors bzw. Gefechtskopfes zündet.

17. Verwendung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Initiator (**1**) eine Einrichtung

zur Freisetzung eines Löschmittels oder dergleichen
Mittel zur Schwächung der Wirkung einer Entzündung des Festtreibstoffs (12) bzw. Explosivstoffs des Feststoffraketenmotors bzw. Gefechtskopfes zündet.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

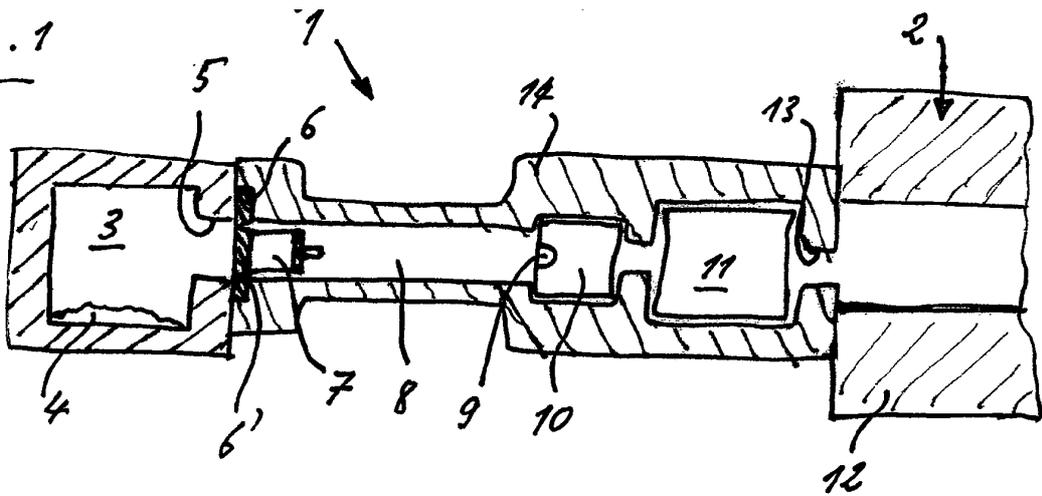


Fig. 2

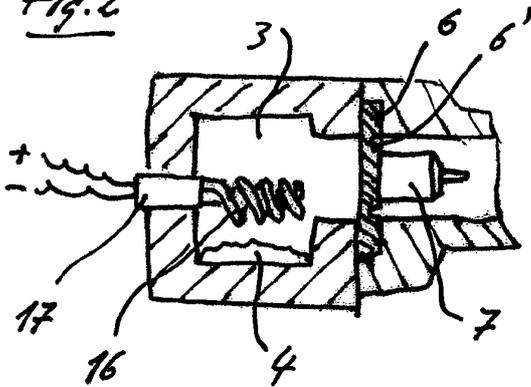


Fig. 5

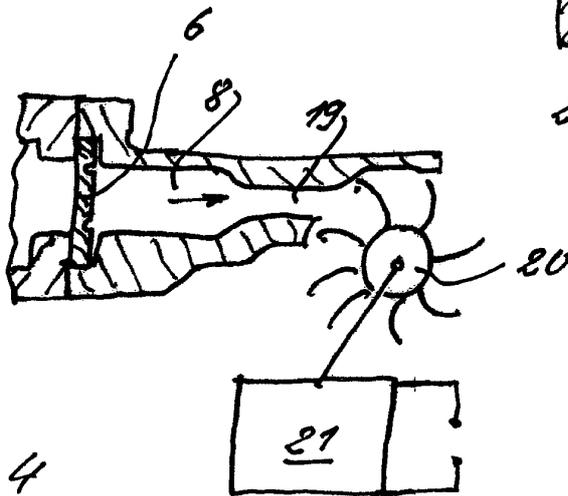
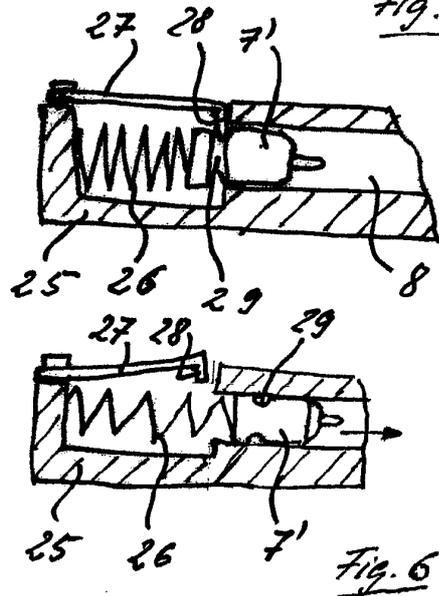


Fig. 4

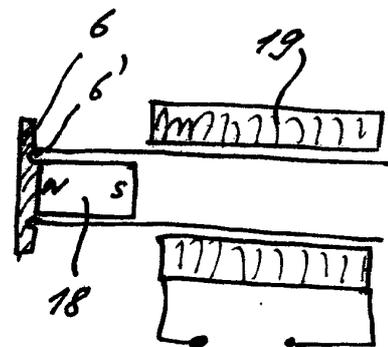


Fig. 3