

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 89100116.6

51 Int. Cl.4: **F42B 3/16**

22 Anmeldetag: 05.01.89

30 Priorität: 09.01.88 DE 3800455

71 Anmelder: **Dynamit Nobel Aktiengesellschaft**
Postfach 12 61
D-5210 Troisdorf(DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 19.07.89 Patentblatt 89/29

72 Erfinder: **Grommes, Peter-Josef**
Rheindorfer Strasse 26
D-5210 Troisdorf(DE)

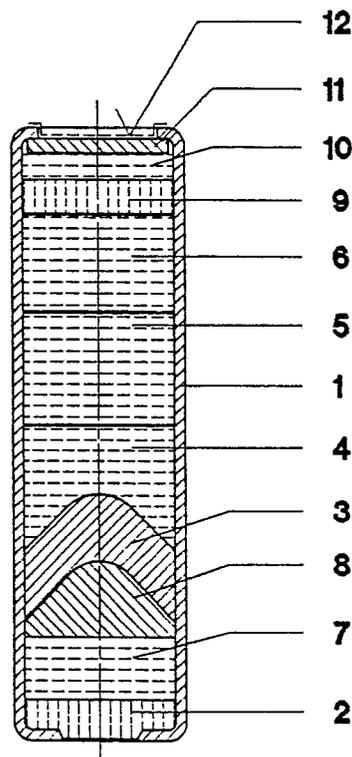
84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI NL SE

Erfinder: **Faber, Günther**
im Donnerschlag 32A
D-5200 Siegburg(DE)
 Erfinder: **Florin, Hans, Dr. Dipl.-Phys.**
Robert-Koch-Strasse 2
D-5210 Troisdorf(DE)
 Erfinder: **Röh, Peter, Dipl.-Phys.**
Augustinusstrasse 2
D-5210 Troisdorf(DE)

54 **Zünderelement, vorzugsweise mit langer Verzögerungszeit.**

57 Bei schichtweise aufgebauten Zünderelementen mit großen Verzögerungszeiten treten vor allem dann Versager auf, wenn erschwerende Nebenbedingungen (wie beispielsweise hohe Geschosßrotation und/oder Temperatur- und Schockbeanspruchungen) dazukommen. Das sichere Fortschreiten der Reaktion wird begünstigt, wenn in Fortpflanzungsrichtung der Reaktion gesehen, der Mittenbereich des den Verzögerungssatz (3) anzündenden Satzes (8) in den Mittenbereich des Verzögerungssatzes (3) hineinragt. Eine weitere Verbesserung ist erreichbar, wenn statt eines Anzündsatzes (2) ein oder mehrere Übertragungssätze (7, 8) dazwischengeschaltet werden und die Auswahl der Satzkomponenten so getroffen wird, daß die Sprünge der Eigenschaftswerte (insbesondere bei der Reaktionsgeschwindigkeit) gleichmäßiger und damit kleiner werden, oder ein Anzündsatz Verwendung findet, der eine besonders niedrige Reaktionsgeschwindigkeit hat.

EP 0 324 371 A2



Zünderelement, vorzugsweise mit langer Verzögerungszeit

Die Erfindung richtet sich auf ein Zünderelement, enthaltend in zylindersymmetrischer Anordnung, schichtweise nacheinander angeordnet, einen Anzündsatz, eine Verzögerungsstrecke, aufgebaut aus einem oder mehreren Verzögerungsladungen, und einem detonativen oder flammgebenden Ausgang.

Ein Zünderelement mit einer Verzögerungsstrecke hat die Aufgabe, die bei der Auslösung eines Zündmittels entstehende pyrotechnische Reaktion so zu verstärken, daß sie nach einer Verzögerungszeit zur sicheren Zündung oder Anzündung einer Hauptladung führt.

Ein Zünderelement ist aus mehreren, hintereinander angeordneten pyrotechnischen Sätzen aufgebaut: das hochempfindliche aber schwache Auslösen eines Anzündsatzes soll nach einer vorgegebenen Zeit zum sicheren Anzünden einer relativ trägen Hauptladung benutzt werden. Die Schwachstellen eines Zünderelementes, an denen das Durchlaufen der Reaktionszone gestört oder unterbrochen werden kann, sind die Flächen, wo pyrotechnische Sätze mit unterschiedlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften aneinanderstoßen. An solchen Trennflächen reißt der Reaktionsprozeß vor allem dann ab, wenn das Fortschreiten der Reaktion noch durch weitere Bedingungen erschwert ist, wie beispielsweise durch eine sehr hohe Rotation des Zünderelements, durch tiefe Temperaturen, durch Vibrationen, Stöße, Schocks u.dgl.

Auch die Forderung langer Verzögerungszeiten geht normalerweise einher mit einer Abnahme der Zuverlässigkeit, weil die dafür geeigneten Verzögerungssätze eine solche chemische Zusammensetzung haben, daß nur bei einer optimalen Reaktions-einleitung in der Verzögerungsstrecke die gewünschte langsame Weiterleitung sicher erfolgt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Fortschreiten der Reaktionszone in einem Zünderelement noch sicherer, auch unter erschwerten äußeren Bedingungen zu gewährleisten.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der Mittenbereich des die Verzögerungsstrecke anzündenden Satzes in die (erste) Verzögerungsladung hineinragt.

Der Kern der Erfindung liegt in einer Verbesserung des Übergangs zwischen dem Anzündsatz und dem Verzögerungssatz. Die geometrische Ausbildung des die (erste) Verzögerungsladung anzündenden Satzes leistet den größten Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit. Dabei ist der die Verzögerungsstrecke anzündende Satz entweder von vornherein ein langsam brennender Anzündsatz oder es sind, besonders bevorzugt, zwischen dem Anzündsatz und der Verzögerungsstrecke ein oder mehrere Übertragungssätze vorhanden, wobei we-

nigstens der Mittenbereich des die Verzögerungsstrecke anzündenden Satzes in die (erste) Verzögerungsladung hineinragt.

Zwischen den schichtweise aufgebauten Sätzen in einem Zünderelement kommt es zu sprunghaften Änderungen der physikalischen Eigenschaften, insbesondere ändert sich die Reaktionsgeschwindigkeit sehr erheblich; in einem hochempfindlichen Anzündsatz kann sie in der Größenordnung 500 mm/s liegen; im Verzögerungssatz ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit im Bereich 0,7 bis 1 mm/s; in dazwischen geschalteten Übertragungssätzen liegt sie üblicherweise zwischen 30 und 200 mm/s. Es hat sich gezeigt, daß die Übertragung des Reaktionsprozesses vor allem an solchen Grenzflächen zu Schwierigkeiten führen kann, wo die Reaktionsgeschwindigkeit des Verzögerungssatzes nicht mehr so hoch ist, d.h. die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Reaktionswelle schon relativ klein ist, daß also insbesondere Störungen beim Übergang zum Verzögerungssatz auftreten. Wenn sich in die erste Verzögerungsladung der Mittenbereich des den Verzögerungssatz anzündenden Übertragungssatz hineinwölbt, ergibt sich am deutlichsten eine Erhöhung der Zuverlässigkeit.

Die mittige Aufwölbung des die Verzögerungsstrecke anzündenden Satzes ist bevorzugt kegelförmig; sie kann aber auch vorzugsweise einer Kugelabschnittsfläche entsprechen. Sie wird bestimmt durch das Werkzeug, mit dem der Anzündsatz in die zylindrische Hülse gepreßt wird. Dabei zeigt sich, daß es technisch besonders günstig sein kann, wenn der Mittenflächenbereich kugelig abgerundet und die Seitenbereiche kegelförmig sind.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Übergangs zwischen dem die Verzögerungsstrecke anzündenden Satzes und der ersten Verzögerungsladung ist nicht nur auf die oben beschriebene geometrische Form zurückzuführen, sondern hängt entscheidend davon ab, daß die gewölbte Grenzfläche über den gesamten Querschnitt reicht. In der FR 2 151 495 ist der Anzündsatz des Treibsatzes eines Raketenmotors beispielsweise auch u.a. kegelförmig, die Grenzfläche zwischen Anzündsatz und Treibsatz überdeckt jedoch nicht den gesamten Querschnitt der Treibladung. Bei dem erfindungsgemäßen Zünderelement würde eine derartige Geometrie der Grenzfläche nicht zum zuverlässigen Funktionieren - Übertragen der Reaktion des Übertragungssatzes auf den Verzögerungssatz - führen.

Im Gegensatz zur FR 2 151 495 müssen bei dem erfindungsgemäßen Zünderelement zuerst der Anzündsatz und danach die Übertragungssätze ein-

geladen werden, wobei die Übertragungsladung und die Verzögerungsladung mit einem Preßstift konkaver Preßfläche verdichtet werden. Nur durch dieses an sich ungewöhnliche Fertigungsverfahren wird die zuverlässige Reaktionsübertragung vom Anzündsatz auf den Verzögerungssatz erzielt.

Eine gewisse Abhängigkeit wird auch von der Wanddicke und dem Durchmesser des Zündelements beobachtet. Es ist besonders günstig, wenn der Querschnitt der Sätze möglichst groß ist und/oder die Wanddicke des Zündelements möglichst dünn ist. Durch das Hineinragen des Mittensbereichs des die Verzögerungsstrecke anzündenden Satzes in die (erste) Verzögerungsladung wird diese Abhängigkeit gemildert.

Die erfindungsgemäße Umgestaltung des Übergangsbereichs zwischen dem die Verzögerungsstrecke anzündenden Satz und der (ersten) Verzögerungsladung, der "schwierigsten" Stelle innerhalb eines Zündelements, wo es vor allem dann zu einem Versagen kommt, wenn weitere erschwere Zusatzerfordernisse, wie z.B. ein hoher Drall, dazukommen, läßt sich noch durch weitere Maßnahmen unterstützen. Eine solche vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Zündelements ist beispielsweise die Aufteilung des Übertragungssatzes in zwei (oder mehr) Sätze, wodurch es möglich wird, die relativ großen Sprünge in der Reaktionsgeschwindigkeit im Anzünd- und Verzögerungssatz zu verkleinern. Die Auswahl der Stoffe für die aufgeteilten Übertragungssätze steht im wesentlichen unter dem Gesichtspunkt, daß die Sprünge in den physikalischen Eigenschaftswerten an den Grenzflächen kleiner werden. Eine solche Maßnahme steigert die Zuverlässigkeit des Zündelements. Die Aufteilung des Übertragungssatzes in zwei oder mehrere Sätze mit sich in kleineren Sprüngen ändernden Eigenschaften kann es darüber hinaus möglich machen, daß der Verzögerungssatz Eigenschaften haben kann, die an sich noch mehr erwünscht sind, wie beispielsweise eine noch kleinere Reaktionsgeschwindigkeit, ein solches Material für den Verzögerungssatz aber bisher deswegen nicht in Frage kam, weil sonst der Übergang vom Anzündsatz zum Verzögerungssatz noch problematischer (weil zu verschieden) geworden wäre.

Eine weitere Verbesserung wird erreicht, wenn die sonst bekannten planparallelen Übergangsbereiche zwischen den einzelnen Verzögerungsladungen auch gemäß dem Hauptanspruch verändert werden. Besonders bevorzugt ist dabei eine Änderung des Bereichs zwischen der ersten und zweiten Verzögerungsladung. Die einzelnen Verzögerungsladungen sind normalerweise chemisch und physikalisch gleichartig. Die Verzögerungsstrecke ist nur aus herstellungstechnischen Gründen in mehrere Ladungen unterteilt. Es bedeutet praktisch

kein Mehraufwand, wenn die in Detonationsrichtung vordere Seite der ersten Verzögerungsladung auch aufgewölbt ist, was mit dem gleichen Werkzeug erfolgen kann. Es wird mit dieser Maßnahme eine weitere Verbesserung der Zuverlässigkeit beobachtet.

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und weiter beispielhaft beschrieben.

Die Figur zeigt einen Schnitt durch ein Zündelement mit detonativem Ausgang.

Das Zündelement besteht aus einer zylindrischen Hülse 1 mit einem Außendurchmesser von 5 mm und einer Länge von 17 mm. In Richtung des Fortschritts der Detonationszone gesehen (in der Zeichnung von unten nach oben) besteht die erste Schicht 2 aus einem empfindlichen Friktionssatz hoher Reaktionsgeschwindigkeit, der mit einer Anstichnadel angezündet wird, und in dem die Reaktionszone mit einer Geschwindigkeit von ca. 500 mm/s fortschreitet.

Das Zündelement ist für relativ lange Verzögerungszeiten (größenordnungsmäßig 10 s) ausgelegt. In der Verzögerungsstrecke liegt die Reaktionsgeschwindigkeit unter 0,8 mm/s. Fertigungsbedingt besteht der Verzögerungssatz aus vier chemisch und physikalisch gleichartigen Ladungen 3, 4, 5, 6. Die Übertragungsstrecke besteht hier aus zwei Sätzen 7, 8, die sich in der chemischen Zusammensetzung unterscheiden und die so aufeinander abgestimmt sind, daß die Stufen der Eigenschaftswerte an den Grenzflächen möglichst klein sind.

In diesem Beispiel ist zweimal beim Übergang zwischen den Sätzen von der erfindungsgemäßen Gestaltung des Übergangsbereichs bzw. der Gestaltung der Bodenfläche der üblicherweise zylindrischen Sätze Gebrauch gemacht. Als wichtigster Übergangsbereich wird die Fläche zwischen dem Übertragungssatz 8 und der ersten Verzögerungsladung 3 angesehen. Darüber hinaus hat auch noch der Übergangsbereich von der ersten Verzögerungsladung 3 zur zweiten Verzögerungsladung 4 die gleiche Form. Dieser zweite gewölbte Übergang wäre aufgrund der gleichen Zusammensetzung der Sätze 3 und 4 nicht unbedingt erforderlich. Es kommt jedoch bei der Pressung der vorderen Elementflächen auch noch zu einer besseren Verbindung zwischen der Verzögerungsladung 3 und dem Übertragungssatz 8.

Der Ausgang des Detonators ist in bekannter Weise ausgeführt. An die letzte Verzögerungsladung 6 schließt sich eine Bleiazidladung 9 und an diese eine PETN-Ladung 10 an, die mit einem Aluminiumplättchen 11 abgedeckt ist. Die letzte Schicht 12 besteht aus einem Dichtungslack.

Bisher hat man bei einem Zündelement mit so langen Verzögerungszeiten, das in Munition eingebaut ist, die mit 12 000 U/min und mehr rotiert,

immer wieder ein Abreißen der Reaktion beobachtet. Mit Zündelementen, wie sie in der Figur dargestellt sind, wurden solche Versager selbst bei Rotationsgeschwindigkeiten von 17 000 U/min nicht mehr beobachtet. Auch die Anfälligkeit gegen Schocks und tiefe Temperaturen ist hier auffällig reduziert.

Ansprüche

1. Zündelement, enthaltend in zylindersymmetrischer Anordnung, schichtweise nacheinander angeordnet, einen Anzündsatz, eine Verzögerungsstrecke, aufgebaut aus einem oder mehreren Verzögerungsladungen, und einen detonativen oder flammgebenden Ausgang, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Mittenbereich des die Verzögerungsstrecke (3, 4, 5, 6) anzündenden Satzes (8) in die (erste) Verzögerungsladung (3) hineinragt.
2. Zündelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der die Verzögerungsstrecke anzündende Satz ein langsam brennender Anzündsatz ist.
3. Zündelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der die Verzögerungsstrecke (3, 4, 5, 6) anzündende Satz ein Übertragungssatz (7,8) ist.
4. Zündelement nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein weiterer Übertragungssatz (7) zwischen dem Anzündsatz (2) und der Verzögerungsstrecke (3, 4, 5, 6) vorhanden ist, und die Übertragungssätze (7, 8) aus solchen Komponenten aufgebaut sind, daß die Sprünge der Eigenschaftswerte (insbesondere bei Ausbreitungsgeschwindigkeit der Reaktion) an den Grenzflächen kleiner werden.
5. Zündelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Übergangsbereich zwischen dem die Verzögerungsstrecke anzündenden Satz (8) und der (ersten) Verzögerungsladung (3) näherungsweise kegelförmig ist.
6. Zündelement nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der vordere Bereich des Kegels näherungsweise kugelförmig abgerundet ist.
7. Zündelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Übergangsbereich zwischen dem die Verzögerungsstrecke anzündenden Satz (8) und der ersten Verzögerungsladung (3) kugelabschnittsförmig ist.
8. Zündelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einer Verzögerungsstrecke mit mehreren Verzögerungsladungen (3, 4, 5, 6) der Mittenbereich wenigstens der ersten Verzögerungsladung (3) in die zweite Verzögerungsladung (4) hineinragt.

