



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 670 884 A5

⑤① Int. Cl.⁴: F 42 D 3/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 72/85

㉔ Anmeldungsdatum: 09.01.1985

㉓ Priorität(en): 13.01.1984 BR 8400206

㉒ Patent erteilt: 14.07.1989

㉑ Patentschrift
veröffentlicht: 14.07.1989

㉒ Inhaber:
Britanite Industrias Quimicas Ltda.,
Curitiba/Parana (BR)

㉒ Erfinder:
Dos Santos, Danilo Abrantes Dias,
Curitiba/Parana (BR)

㉒ Vertreter:
IPTO S.A., Muralto, Adresse postale: Genève 17

⑤④ **Nichtelektrische Zündeinrichtung zur Zündung von Sprengstoffen.**

⑤⑦ Die Zündeinrichtung besitzt ein Rohr mit einem Innendurchmesser von z.B. 1,5 mm, welches auf seiner Innenfläche eine Schicht aus einer pyrotechnischen Mischung aus z.B. Aluminium, Kaliumbichromat und Zucker enthält. Diese Schicht ist mit einer Belegungsdichte von z.B. $2,1 \times 10^{-4}$ g/cm² aufgebracht. Bei Zündung kann eine Stoss- bzw. Schlagwelle mit einer Zündgeschwindigkeit von z.B. 1200 m/s am Austrittsende des Rohres auftreten. Mit der Zündeinrichtung kann für die Zündung von Sprengstoffen eine Stoss- oder Schlagwelle erzeugt werden, die sich im Rohr ausbreiten und in demselben erhalten werden kann.

PATENTANSPRÜCHE

1. Nichtelektrische Zündeinrichtung zur Zündung von Sprengstoffen, welche ein röhrenförmiges Stoss- bzw. Schlagwellenleitgerät enthält, dadurch gekennzeichnet, dass ein Rohr mit einem Innendurchmesser von 0,5 – 10 mm vorliegt und auf seiner Innenfläche eine Schicht aus einer pyrotechnischen Mischung besitzt, welche mindestens drei der Komponenten Kaliumbichromat, Vanadiumpentoxid, Kaliumpermanganat, Zucker, Bleioxid, Aluminium, Silizium oder amorphes Bor enthält, und eine Belegungsdichte von 1×10^{-2} g/cm² bis 4×10^{-5} g/cm² und das Rohrinne entlang eine Brenngeschwindigkeit von 500 bis 1200 m/s aufweist, wobei am Austrittsende des Rohres eine Schlag- oder Stosswelle austreten kann.

2. Zündeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die pyrotechnische Mischung eine Aluminiumlegierung enthält.

3. Zündeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die pyrotechnische Mischung gaserzeugende Substanzen enthält.

4. Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die pyrotechnische Mischung mittels einer hohen Temperatur in einer kurzen Zeitspanne zündbar ist.

5. Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass unabhängig von der pyrotechnischen Mischung eine Unempfindlichkeit für statische Elektrizität, Fremdströme, direkte Flammeinwirkung oder Schläge vorliegt.

6. Zündeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das pyrotechnische Material Eisenammoniumsulfat enthält.

7. Verwendung der nichtelektrischen Zündeinrichtung nach Patentanspruch 1 zur Erzeugung einer heftigen Oxydationsreaktion, die eine hohe Temperatur erzeugt.

8. Verwendung der nichtelektrischen Zündeinrichtung nach Patentanspruch 1 für eine unter hoher Temperatur zündbare Verbrennung.

9. Verwendung der nichtelektrischen Zündeinrichtung nach Patentanspruch 1 mit mindestens einer weiteren Stoss- oder Schlagwellenleitereinrichtung, die pyrotechnische Mischungen mit gegenüber der Schicht der pyrotechnischen Mischung des Rohres langsameren Zündgeschwindigkeiten als Reaktionsverzögergeräte enthält.

BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine nichtelektrische Zündeinrichtung zur Zündung von Sprengstoffen, welche ein röhrenförmiges Stoss- oder Schlagwellenleitergerät enthält.

Das brasilianische Patent Nr. 8 104 552 beschreibt Leiterröhren für niederenergetische Stoss- oder Schlagwellen und die grossen Vorteile industrieller Sprengexplosionen unter Verwendung von nichtelektrischen Vorrichtungen.

Es sind auch andere Patente und/oder Anwendungen derartiger Geräte auf dem Gebiet der Sprengexplosionen bekannt, die jedoch eine Anzahl von Nachteilen aufweisen, wie es nachfolgend noch beschrieben wird. Eine der sichersten nichtelektrischen Einrichtungen beruht allgemein auf aluminothermischen Reaktionen, um die Hochgeschwindigkeitsstoss- oder schlagwellen aufrechtzuerhalten und zu leiten. Dieses ist nur durch Vermeidung von Gaserzeugung im Innern des Rohres oder Kanals möglich, was jedoch zweifellos wegen des grossen Bereiches an chemischen Substanzen sehr schwierig ist.

Ein anderer Nachteil ist, dass sehr begrenzte Mengen an aluminothermischem Material im Rohrinne abgelagert werden. Auch wird die Einrichtung zur Erhaltung und Leitung der Stoss- oder Schlagwelle mit Kanälen hergestellt, deren Wandstärken logischerweise weniger als einen Millimeter betragen.

Mit der vorliegenden Erfindung soll daher eine nichtelektrische Zündeinrichtung der eingangs genannten Art ohne die vorstehend aufgezeigten Nachteile geschaffen werden. Hierzu besitzt die nichtelektrische Zündeinrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäss die Merkmale des Patentanspruches 1.

In vorteilhafter Weise überwindet die Zündeinrichtung nach der Erfindung die vorerwähnten Nachteile, weil für das in dem Rohr bzw. Kanal abzulagernde Material ein Träger verwendet wird, welcher die Adhäsion der eingesetzten Substanzen ermöglicht, wobei z. B. weder das Verhältnis zwischen dem inneren und dem äusseren Durchmesser, noch eine Beschränkung der verwendeten Substanzen berücksichtigt werden muss. Dennoch werden aus Sicherheitsgründen vorzugsweise nur pyrotechnische Mischungen verwendet, da diese eine weitaus grössere Zuverlässigkeit in der Handhabung und bei den Mischprozessen aufweisen, durch welche vollkommene Homogenität des Produktes ohne Verlust von kohäsiven Eigenschaften erhalten wird. Bei der Zündeinrichtung nach der Erfindung werden vorzugsweise chemische Substanzen verwendet, die ganz allgemein in pyrotechnischen Mischungen verwendet werden, und auch andere nicht allgemein gebräuchliche Substanzen zur Unterstützung im Misch- und/oder Reaktionsprozess, damit die endgültige Mischung für die vorgesehenen Einsatzzwecke erhalten, und ein weiter Bereich von anwendbaren Substanzen geschaffen wird. Bei der Zündeinrichtung nach der Erfindung dient das Rohr als Träger für das pyrotechnische Material.

Mit der Zündeinrichtung nach der Erfindung wird auf dem Gebiet des Sprengens unter Verwendung pyrotechnischer Mischungen und Kombinationen derselben ein neuer technischer Durchbruch geschaffen, durch welchen diese Einrichtungen verbilligt werden, ihr Anwendungsbereich erweitert wird und innerhalb eines weiten Bereiches brauchbare Zündgeschwindigkeiten und Stoss- oder Schlagwellenleitung erreicht werden können, was bisher nicht durchführbar war.

Alle charakteristischen pyrotechnischen Mischungen erzeugen bei ihrer Verbrennungsreaktion grosse Wärmemengen, welche bei der Zündeinrichtung nach der vorliegenden Erfindung dazu verwendet wird, dass sich eine Stoss- oder Schlagwelle im Kanal ausbreitet und erhalten wird. Gaserzeugende Substanzen können zur Verstärkung der im Kanal sich fortpflanzenden bzw. sich ausbreitenden Stoss- oder Schlagwelle verwendet werden. Mit der Zündeinrichtung nach der Erfindung können in einer kurzen Zeitspanne grosse Wärmemengen erzeugt werden.

Mit der Zündeinrichtung nach der Erfindung kann in überraschender Weise die Brenn- oder Zündgeschwindigkeit mittels der pyrotechnischen Reaktionen gesteuert werden. Durch Verwendung der pyrotechnischen Mischungen können die Stoss- oder Schlagwellen im Innern der aus beliebigem Material hergestellten Röhren oder Kanäle ausgebreitet werden bzw. sich fortpflanzen. Gleichzeitig erlaubt die Verwendung der pyrotechnischen Mischung eine breite Variation von Brenn- bzw. Zündgeschwindigkeiten des Stoss- oder Schlagwellenleitergerätes.

Vorteilhafte Ausführungsformen des Gerätes bzw. der Einrichtung nach der Erfindung können mit den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 9 erreicht werden.

Die für die pyrotechnischen Mischungen ausgewählten Komponenten müssen z. B. einem geeigneten Mischprozess

unterworfen werden, welcher vorzugsweise in Abhängigkeit von den verwendeten Komponenten in einer Flüssigkeit, einem Feststoff oder einem pastösen Medium für die endgültig zu erzielenden Mischungen ohne Verlust ihrer kohäsiven Eigenschaften stattfindet, wie sie für die gewünschten Zwecke gemäss der Erfindung erforderlich sind.

Die Verwendung von pyrotechnischen Mischungen erlaubt z. B. eine grosse Variation in der Abbrenngeschwindigkeit im Stoss- oder Schlagwellenleitergerät, weil im wesentlichen die Abbrenngeschwindigkeit ausschliesslich von der verwendeten pyrotechnischen Mischung und deren Homogenität abhängt, wobei sie von der pro inneren Rohrfläche verwendeten Menge nahezu unabhängig ist. Dieser letztere Parameter ist im Grunde wichtig für die Aufrechterhaltung der Stoss- oder Schlagwelle im Rohr. Für das Trägerrohr kann irgendein Material verwendet werden, wie z. B. PVC, Latex, Glas oder dergleichen, in welchem keine Probleme in der Aufrechterhaltung der Stoss- oder Schlagwelle auftreten.

Die Erfindung ist nachfolgend in Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Beispiel 1

In geeigneter Weise wurde eine pyrotechnische Mischung hergestellt, die durch Mischen von gemahlenem Aluminium ($d = 2,7 \text{ g/cm}^3$), Kaliumbichromat ($d = 2,69 \text{ g/cm}^3$) und Eisenammonsulfat ($d = 1,86 \text{ g/cm}^3$) in Gegenwart von ausreichend Äthylalkohol erhalten wurde, wodurch zwei getrennte Fest-Flüssig-Phasen auftraten. Die Mischung wurde bei Zimmertemperatur hergestellt bis etwa zwei Prozent des Lösungsmittels verblieben. Die Mischung wurde durch Aufblasen auf das Innere von zwei PVC-Glas- bzw. Kristall-Kanälen oder -Rohren aufgebracht, wobei der eine Kanal mit einem Innendurchmesser von 3 mm und der andere Kanal mit einem 8 mm Innendurchmesser vorlag.

Jeder Kanal besass eine Oberflächendichte von etwa $2,3 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2$, was einer Belegungsdichte pro Meter Leiterkanal von 21,7 mg/m bzw. 57,8 mg/m entspricht. Beide Leitungskanäle wurden durch Sprengkapseln vom Typ Nr. 8 gezündet und die folgenden Brenn- bzw. Zündgeschwindigkeiten aufgezeichnet:

1000 m/s für den Kanal mit dem kleineren Durchmesser und 1020 m/s für den anderen Kanal mit dem grösseren Durchmesser.

Beispiel 2

Es wurde eine pyrotechnische Mischung aus gemahlenem Aluminium und Kaliumbichromat in der gleichen Weise wie im vorigen Beispiel hergestellt. Sie wurde im Inneren eines PVC-Rohres mit einem Innendurchmesser von 8 mm abgeschieden, sodass sie eine Ablagerungsdichte von 6 mg/m aufwies, welche lediglich $2,39 \times 10^{-5} \text{ g/cm}^2$ entspricht. Das Stoss- oder Schlagwellenleitergerät wurde gezündet, es besass jedoch nicht die Fähigkeit die Stoss- oder Schlagwelle auszubreiten.

Beispiel 3

Eine pyrotechnische Mischung aus Kaliumbichromat, Aluminium und Zucker wurde in Gegenwart von einer gerade ausreichenden Menge Azeton als eine gründlich gemischte Paste hergestellt, welche dann zum Austrocknen gebracht wurde.

Die pyrotechnische Mischung wurde an der Innenseite eines PVC-Rohres mit einem Innendurchmesser von 1,5 mm aufgebracht, sodass eine Rohroberflächenbeschickung von $2,1 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2$ vorlag, was 10 mg/m entspricht. Das so ausgebildete Stoss- oder Schlagwellenleitergerät wurde mit Hilfe einer Sprengkapsel vom Typ Nr. 8 gezündet und eine Zündgeschwindigkeit von 1200 m/s aufgezeichnet.

Beispiel 4

Die gleiche, zuvor hergestellte Mischung wurde an der Innenseite eines anderen Rohres mit gleichem Durchmesser aufgebracht, jedoch diesmal mit einer Beschickungs- bzw. Füll-dichte von $3,57 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2$, was 17 mg je Linearmeter des Rohres entspricht.

Das Stoss- oder Schlagwellenleitergerät wies eine ausgezeichnete Zündgeschwindigkeit von 1180 m/s auf.

Beispiel 5

Es wurde eine pyrotechnische Mischung in geeigneter Weise aus Bleioxyd, Zirkon, Vanadiumpentoxyd, Silizium und amorphem Bor hergestellt. Diese Mischung wurde für den Zweck nach der Erfindung aufeinanderfolgenden Mischprozessen unterworfen, in welchen flüssige, pastöse und feste Medien eingesetzt wurden, um die gewünschte Kohäsion zu erhalten. Die so hergestellte pyrotechnische Mischung wurde sorgfältig an der Innenseite eines hochdichten Polyäthylenrohres mit einem Innendurchmesser von 2 mm aufgebracht, sodass eine Oberflächenbeladungsdichte von $2,3 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2$ gewährleistet wurde, was 14,4 mg/m entspricht. Unter Verwendung von Latexgummi wurde diese Stoss- oder Schlagwelleneinrichtung mit derjenigen nach Beispiel 3 verbunden, sodass eine neue kombinierte Stoss- oder Schlagwelleneinrichtung geschaffen wurde, die nunmehr aus zwei verschiedenen Arten von pyrotechnischen Mischungen bestand, und zwei unterschiedliche Innendurchmesser und zwei unterschiedliche Trägerrohre aufwies.

Die neue so zusammengesetzte Stoss- oder Schlagwelleneinrichtung ergab eine Zündgeschwindigkeit von 820 m/s in der aus dem hochdichten Polyäthylenträgerrohr hergestellten Teileinheit und 1210 m/s in der Stoss- oder Schlagwelleneinrichtung nach Beispiel 3.

Beispiel 6

Es wurde ein Stoss- oder Schlagwellenleitergerät hergestellt, bei dem als Trägerrohr ein Latexrohr mit angenähert 1,8 mm Innendurchmesser verwendet wurde. Als an der Innenseite abgeschiedene pyrotechnische Mischung wurde eine Zusammensetzung verwendet, die metallisches Aluminium, Kaliumpermanganat, Bleioxyd und Zucker enthielt, geeignet gemischt war und an der Innenseite des Rohres mit einer Oberflächenfülldichte von $2 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2$ abgeschieden wurde, was einer Füllung von 11,3 mg je Rohrmeter entspricht. An das eine Ende wurde ein Heizfaden aus einer Nickel-Chromlegierung mit einem niedrigen ohmschen Widerstand angeschlossen. An den Heizfaden wurde eine Spannung von 110 V angelegt, welche durch eine Energiequelle mit einer Kapazität von 30 A aufgebracht wurde. Bei Einschalten der Energiezufuhr breitete sich die Stoss- oder Schlagwelle im Innern des Latexrohres derart aus, dass ein Stück Papier von 80 g/m² zerriss, welches in geeigneter Weise an demjenigen Ende angebracht war, das demjenigen gegenüberlag, an welchem die Stoss- oder Schlagwelle gezündet wurde.

Beispiel 7

Eine Stoss- oder Schlagwelleneinrichtung wurde wie im vorigen Beispiel beschrieben hergestellt und in drei Abschnitte von angenähert 1 m Länge zerschnitten, an denen die nachfolgenden Untersuchungen durchgeführt wurden. An das eine Ende des ersten Abschnittes wurde eine Flamme eines Bunsenbrenners gebracht, die sich langsam über die gesamte Länge der Stoss- oder Schlagwelleneinrichtung ausbreitete, wobei sich kein Anzeichen einer Zündung der pyrotechnischen Zusammensetzung an der Innenseite des Rohres zeigte.

Die zweite Einrichtung bzw. der zweite Abschnitt wurde auf der Oberseite einer Stahlplatte angeordnet und aus einer Höhe von 4 Metern wurde ein Gewicht von 2 Kilogramm auf einen Teil der Stoss- oder Schlagwelleneinrichtung fallengelassen, ohne dass ausser einem Einbeulen und Brechen der Einheit an den Stellen des Gewichtsaufschlages irgendetwas anderes festgestellt wurde.

Die dritte und letzte Einheit wurde auf Zündfähigkeit dadurch geprüft, dass sie durch eine Sprengkapsel von weniger als 0,1 g wirksamer Ladung gezündet wurde.

Beispiel 8

Eine kleine Menge der nach Beispielen 4 und 5 verwendeten pyrotechnischen Mischung wurde auf ein kurzes Stück eines ringförmigen Platindrahtes aufgebracht, wie er üblicherweise in Laboratorien zur Erkennung von chemischen Elementen durch Flammenprüfung verwendet wird. Als die pyrotechnische Mischung langsam der Flamme eines Bunsenbrenners angenähert wurde, brannte sie mit einem Blitz und unter lautem Geräusch relativ heftig ab, wenn man die kleine für diese Untersuchung eingesetzte pyrotechnische Materialmenge berücksichtigt.