



(10) **AT 517229 B1 2016-12-15**

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 408/2015
(22) Anmeldetag: 26.06.2015
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2016

(51) Int. Cl.: **F42B 3/13** (2006.01)
H01L 23/60 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 3834313 A
US 5309841 A

(73) Patentinhaber:
Fachhochschule Technikum Wien
1200 Wien (AT)

(72) Erfinder:
Edelmoser Karl Dipl.Ing. Dr.
1237 Wien (AT)
Himmelstoss Felix Dipl.Ing. Dr.
2351 Wr. Neudorf (AT)

(74) Vertreter:
Himmelstoss Felix Dipl.Ing. Dr.
1200 Wien (AT)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur kontrollierten exothermen Energieabgabe**

(57) Die Aufgabe ein Verfahren zur Aktivierung eines Sprengstoffes zu realisieren, wobei die Umsetzung durch eine kontrollierte Zerstörung eines p-n-Übergangs oder mehrerer p-n-Übergänge initiiert wird, wird verfahrensgemäß dadurch realisiert, dass die Ansteuerschaltung und die p-n Übergänge im selben Chip integriert sind. Die Aufgabe eine Zündvorrichtung zu realisieren wird erfindungsgemäß dadurch erzielt, dass die Zündung durch die Zerstörung einer oder mehrerer Dioden oder Transistoren durch gezielte Überlastung herbeigeführt wird, wobei sich die eine oder die mehreren Dioden oder Transistoren und deren Ansteuerung am selben Chip befinden. Dabei kann ein zu zerstörender Transistor gleichzeitig zur Ansteuerung dienen. Dabei kann es sinnvoll sein, die zur Zerstörung einer oder mehrerer Dioden oder Transistoren notwendige Energie durch einen leistungselektronischen Konverter umzuformen.

AT 517229 B1 2016-12-15

Beschreibung

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KONTROLLIERTEN EXOTHERMEN ENERGIEABGABE

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aktivierung eines Sprengstoffes, wobei die Umsetzung durch eine kontrollierte Zerstörung eines p-n-Übergangs oder mehrerer p-n-Übergänge initiiert wird und auf diesem Verfahren aufbauend eine Zündvorrichtung.

[0002] Um einen Sprengstoff sicher zu zünden oder einen Gasgenerator zu starten, ist eine relativ hohe Energie erforderlich. Dies geschieht aus Gründen der Handhabungssicherheit. Daher wird mittels einer Zündvorrichtung eine Sprengkapselladung (Primärladung) elektrisch gezündet und dies führt erst zur Detonation der Sekundärladung (dem Sprengstoff für die eigentliche Sprengung).

[0003] Die hier vorgestellte Erfindung eignet sich sowohl für den Einsatz in elektrischen wie in elektronischen Zündern.

[0004] Bei elektrischen Zündern wird die erforderliche Zündenergie zur Umsetzung des Primärsprengstoffes von einer Zündmaschine abgegeben, die Zeitverzögerung erfolgt durch einen im Zünder zwischengeschalteten pyrotechnischen Verzögerungssatz unterschiedlicher Länge und daher Verzögerungszeit. Erst nach Abbrand des Verzögerungssatzes kommt es zum Zünden der eigentlichen Initialladung.

[0005] Beim elektronischen Zünder wird die Zeitverzögerung durch eine elektronische Zeitschaltung mittels Zählerschaltung oder Mikrocontroller erzielt. Dazu wird vor der Sprengung die gewünschte Verzögerungszeit dem Zünder übermittelt (z.B. mittels eines einfachen Bussystems über die Versorgungsleitungen). Durch die Elektronik kann die Sicherheit erhöht werden, da z.B. zur Benutzung, zur Vermeidung von missbräuchlicher Verwendung, ein Freischaltcode verwendet werden muss. Die elektrische Energie wird vor der Benutzung dem Zünder zugeführt und dort in einer Kapazität gespeichert. Die komplette, zum Zünden und zur Versorgung der Elektronik erforderliche Energie ab dem Zeitpunkt des Abschaltens der Versorgung, muss im Zünder gespeichert werden. Jeder Zünder arbeitet ab dem Start der Zündung autark, denn mit der Explosion der ersten Ladung können schon die Verbindungsleitungen zerstört werden. (Bei einem elektrischen Zündsystem werden auch alle Zünder gleichzeitig gezündet, über die pyrotechnische Verzögerung explodieren die einzelnen Sprengladungen entsprechend verzögert; die Zerstörung der Verbindungsleitungen hat auch hier keine Bedeutung).

[0006] Im Folgenden ein Überblick über die Patentliteratur. Zuerst ein Blick auf die Sicherheit.

[0007] DE 552415 (Lignoza Spolka Akcyjna Kattowitz, 13.6.1932, angemeldet 19.6.1928) beschreibt einen mit einem Widerstand versehenen, streustromsicheren elektrischen Zünder. Das war notwendig, da sich Unfälle im Bergbau, seit der Einführung des elektrischen Zugbetriebs in Gruben durch vagabundierende oder Schleichströme (verursacht durch Fehler in der Erdungsanlage), durch unerwünschtes Zünden mehrten. Die Zeichnungen stellen verschiedene Ausformungen dar. Hier wird im Gegensatz zu einem älteren Patent, bei dem ein Widerstand in Serie zur Zündpille geschaltet ist, ein solcher parallel dazu geschaltet. Der Zünder tritt so erst ab einer bestimmten Stromstärke in Funktion.

[0008] DE 4429175 A1 (EMS-RATVAG AG, 2.3.1995, angemeldet 17.8.1994) zeigt eine Maßnahme zur Ableitung von eventuellen Überspannungen bei einem Zünder für Gasgeneratoren für Airbags oder Gurtenstraffer. Dies geschieht hier durch einen gasgefüllten Überspannungsableiter.

[0009] DE 4221168 C1 (BERGWERKSVERBAND GMBH ESSEN, 18.11.1993, angemeldet 27.6.92) beschreibt ein Verfahren von mehreren in Serie geschalteten Zündern mit einer Schaltung zur Vermeidung von Nebenschlussversagern. Dazu wird die Ladespannung des Zündkondensators auf die Spannung begrenzt die zum Zünden notwendig ist. Falls ein zu großer Strom nach dem Auslösen fließt, wird eine Schnellabschaltung durch Zünden eines Thyristors durchgeführt.

[0010] US 4145970 (HEDBERG et. al., 27.3.1979, filed 28.3.1977) zeigt einige Sicherheitsmaßnahmen, die mittels eines elektronischen Zünders erzielt werden können. Der Ladeschalter zum Aufladen des Zündkondensators als auch der Schalter zum Entladen des Zündkondensators kann nur durch Angabe eines richtigen Codes ausgelöst werden. Es müssen also sowohl die Art des Protokolls wie auch die Codewerte selbst bekannt sein um den Zünder zu betätigen.

[0011] Nun zu den Zündern selbst.

[0012] US 2331007 (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED, 5.10.1943, filed 28.2.1940) beschreibt den grundsätzlichen Aufbau eines Initialzünders auch mittels übersichtlicher Abbildungen.

[0013] US 3109372 (R. H. F. STRESAU, 5.11.1963, filed 22.5.1959) zeigt einen brückenlosen Zünder. Dabei wird in einem Metallgefäß, in dem sich eine kegelstumpfförmige, mit halbkugelförmigem Abschluss versehene Bohrung befindet, eine Kugel aus explosivem Material untergebracht. Diese wird zusätzlich mit einer Spitzenelektrode kontaktiert. Der weitere Hohlraum ist dann mit dem Initialsprengstoff gefüllt, der durch Druck und Hitze bei Explosion der Kugel umgesetzt.

[0014] DE 69307250 T2 (GIAT INDUSTRIES, 15.5.1997, angemeldet 4.10.1993) zeigt einen elektrischen Zünder mit leitender Zusammensetzung. Hier wird speziell ein mechanischer Aufbau beschrieben.

[0015] DE 4427295 A1 (DYNAMIT NOBEL, 8.2.1996, angemeldet, 2.8.1994) beschreibt einen elektronischen Zeitzünder. Durch Zündung der primären Zündpille wird eine Batterie aktiviert, welche die Verzögerungsschaltung und die Endstufe zur Zündung der sekundären Zündpille versorgt. Die Verzögerungszeit kann in der Verzögerungsschaltung eingestellt werden.

[0016] DE 19721839 A1 (DYNAMIT NOBEL, 22.10.1998, angemeldet 24.5.1997) zeigt den Aufbau eines elektronischen Zünders. Dieser benötigt eine entsprechende elektronische Zündmaschine. Der Schießkondensator befindet sich im Zünder. Der Taktgenerator dient zur Erzeugung der Taktfrequenz des Mikrocontrollers und legt die Taktfrequenz des Zählers fest. Sicherheitsrelevante Daten (Entsicherungscode, Zündadresse, Kundendaten) sind in einem ROM gespeichert.

[0017] DE 60104754 T2 (VISHAY S.A., 2005.01.05, angemeldet 9.3.2001) beschreibt ein Widerstandselement für einen pyrotechnischen Zünder, wobei die Wärme, die in der Widerstandsschicht durch den Stromdurchgang erzeugt wird, durch Wärmeleitung in die pyrotechnische Zusammensetzung geführt wird. Die Widerstandsschicht kann amorphes Silizium sein, die Verbindung des Widerstandselements mit den Anschlüssen zur Versorgung mit Strom kann durch Zwischenschaltung eines gedruckten Schaltkreises realisiert sein.

[0018] US 2012/0227608 A1 (GIVENS et al, 13.9.2012, filed 21.4.2011) beschreibt einen Zünder, der einen Hochspannungsschalter, einen Initiator und eine Initiatorugel enthält. Um den Hochspannungsschalter zu betätigen wird ein Triggerelement verdampft, sodass der Schalter eingeschaltet wird. Dadurch wird der Stromkreis geschlossen und der Initialsprengstoff gezündet.

[0019] US 7497164 B1 (LAIB, 3.3.2009, filed 31.10.2007) zeigt eine MEMS (micro electromechanical system) Struktur, in die eine kleine Menge Sprengmittel eingebracht wird. Dabei wird auf eine Substratschicht eine Metallschicht aufgebracht, und durch eine Reaktion dieser ein Primärsprengstoff erzeugt. Die Zündung erfolgt elektrisch oder mechanisch wobei weniger als ein mJ benötigt wird.

[0020] US 7597046 B1 (LAIB, 6.10.2009, filed 3.12.2003) zeigt eine Methode zur Erzeugung einer Dünnschichtsprengkapsel.

[0021] US 6327978 B1 (TURANO et al, 11.12.2001, filed 27.6.1997) beschreibt den Aufbau einer Dünnschichtbrücke für einen Zünder.

[0022] US 3834313 A (SATO) und US 5309841 A (HARTMAN ET AL) offenbaren jeweils eine Vorrichtung, bei der die Zündung durch die Zerstörung einer oder mehrerer Halbleiterbauelemente durch gezielte Überlastung herbeigeführt wird. In US 5309841 A (HARTMAN ET AL) wird auch der Überspannungsschutz durch eine Diode gezeigt.

[0023] In beiden letzten Patentanmeldungen werden jedoch nicht die Kombination Ansteuer-elektronik und die zu zerstörenden Halbleiter auf dem gleichen Chip gezeigt, weiter auch nicht die Möglichkeit, dass der zu zerstörende oder die zu zerstörenden Halbleiterbauelemente gleichzeitig zur Ansteuerung verwendet werden. Den Überspannungsschutz mit MOSFET Schaltung wird ebenfalls in keinem der angeführten Dokumente angeführt.

[0024] Grundsätzlich wird die Primärladung meist durch eine Glühdrahtbrücke zur Umsetzung gebracht. Eine Möglichkeit die traditionelle Glühbrücke zu ersetzen, ist die Verwendung von Halbleiterbauelementen. Fließt ein kräftiger Stromimpuls durch eine Diode in Durchlassrichtung, so steigt die Spannung an dieser entsprechend der Diodenkennlinie an. Die dadurch entstehende Leistung führt zu starker Erhitzung und je nach Leistung und Baugröße zur Zerstörung, die auch in Form einer exothermen Reaktion stattfinden kann. Es kann auch ein Schmelzvorgang einsetzen. Es kann dabei je nach Bauweise und Bauteiltyp eine Unterbrechung oder eine Durchlegierung entstehen. Dieser zusätzliche exotherme Vorgang, der auf chemischen Prozessen beruht, kann nun den Zündvorgang der Primärladung deutlich erleichtern und auch für Direktzünder verwendet werden. Thermische und Plasma Effekte überlagern sich. Aus der Sicht der Fertigung hat ein solcher Zünder den Vorteil einer konventionellen Halbleiter- und einer normalen Leiterplattenproduktion, ohne dass dabei mit gefährlichen, explosiven Stoffen umgegangen werden muss. Der Primärsprengstoff wird erst im letzten Produktionsschritt mit dem Zünder in Kontakt gebracht.

[0025] Man kann die ganze Zündelektronik in einer kundenspezifischen Schaltung unterbringen auf dem direkt über den zum Abbrennen gebrachten pn-Übergängen der Primärsprengstoff aufgebracht ist.

[0026] Gerade im Bergbau, aber auch bei Sprengungen in der Nähe von Eisenbahnlinien, ist ein Schutz vor vagabundierenden oder Kriechströmen und ein Schutz gegen Überspannungen notwendig. Dies kann mit einer kleinen Schutzschaltung mit einem MOSFET erzielt werden. Im normalen Betrieb ist der parallelgeschaltete MOSFET gesperrt, wenn die Spannung aber über einen bestimmten Wert ansteigt, schaltet eine Zenerdiode und legt ausreichend Spannung an das Gate. Sauberer ist die Realisierung mit einem Komparator, der bei Auftreten der Überspannung den MOSFET einschaltet und bei Abklingen wieder ausschaltet.

[0027] Die Aufgabe ein Verfahren zur Aktivierung eines Sprengstoffes zu realisieren, wobei die Umsetzung durch eine kontrollierte Zerstörung eines p-n-Übergangs oder mehrerer p-n-Übergänge initiiert wird, wird verfahrensgemäß dadurch erzielt, dass die Ansteuerschaltung und die p-n Übergänge im selben Chip integriert sind.

[0028] Die Aufgabe eine Zündvorrichtung zu realisieren, wobei die Zündung durch die Zerstörung einer oder mehrerer Dioden oder Transistoren durch gezielte Überlastung herbeigeführt wird, wird erfindungsgemäß dadurch erzielt, dass sich die eine oder die mehreren Dioden oder Transistoren und deren Ansteuerung am selben Chip befinden.

[0029] Dabei kann ein zu zerstörender Transistor gleichzeitig zur Ansteuerung dienen. Dabei kann es sinnvoll sein, die zur Zerstörung einer oder mehrerer Dioden oder Transistoren notwendige Energie durch einen leistungselektronischen Konverter umzuformen.

[0030] Zur Sicherheit kann parallel zu den Eingangsklemmen der Zündvorrichtung eine Spannungsbegrenzerschaltung, realisiert mit einem MOSFET, geschaltet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aktivierung eines Sprengstoffes, wobei die Umsetzung durch eine kontrollierte Zerstörung eines p-n-Übergangs oder mehrerer p-n-Übergänge initiiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuerschaltung und die p-n Übergänge im selben Chip integriert sind.
2. Zündvorrichtung zur Aktivierung eines Sprengstoffes, wobei die Zündung durch die Zerstörung einer oder mehrerer Dioden oder Transistoren durch gezielte Überlastung herbeigeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die eine oder die mehreren Dioden oder Transistoren und deren Ansteuerung am selben Chip befinden.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zu zerstörender Transistor gleichzeitig zur Ansteuerung benutzt wird.
4. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 2 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zur Zerstörung einer oder mehrerer Dioden oder Transistoren notwendige Energie durch einen leistungselektronischen Konverter umgeformt wird.
5. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass parallel zu den Eingangsklemmen der Zündvorrichtung eine Spannungsbegrenzerschaltung realisiert mit einem MOSFET geschaltet ist.

Hierzu keine Zeichnungen