

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
6. September 2013 (06.09.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/127788 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01T 15/00 (2006.01) *H01T 2/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/053814
- (22) Internationales Anmeldedatum:
26. Februar 2013 (26.02.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2012 101 558.9
27. Februar 2012 (27.02.2012) DE
- (71) Anmelder: EPCOS AG [DE/DE]; St.-Martin-Straße 53,
81669 München (DE).
- (72) Erfinder: BOBERT, Peter; Kantstrasse 57, 14612
Falkensee (DE).
- (74) Anwalt: EPPING, W.; Epping Hermann Fischer
Patentanwalts-gesellschaft MbH, Ridlerstr. 55, 80339
München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

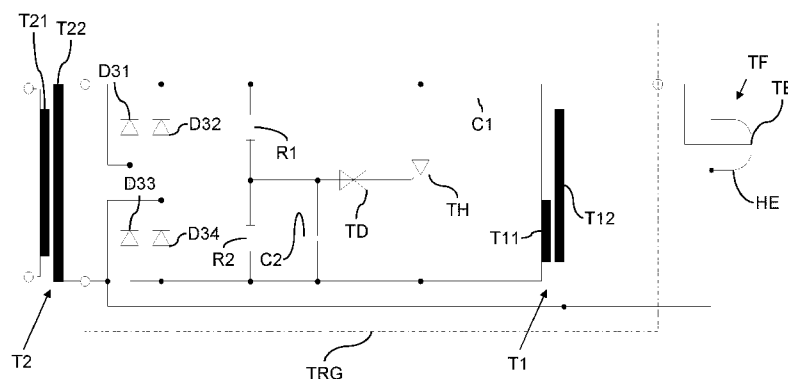
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: SPARK GAP ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung : FUNKENSTRECKENANORDNUNG

FIG 2



(57) Abstract: A spark gap arrangement comprises a triggerable spark gap (TF) and a trigger circuit (TRG), which comprises a first and a second charge storage device (C1, C2), a first resistor (R1), a triggerable discharge element (SF, SF3, TD, TH) and a transformer (T1). The trigger circuit is designed to temporarily store the energy of an input pulse supplied on the input side to the trigger circuit (TRG), storage being carried out at least by the first energy storage device (C1). One part of the stored energy is transferred to the second charge storage device (C2) via the first resistor (R1). The triggerable discharge element (SF, TD, TH) is designed to become conductive, in accordance with a voltage, through the second charge storage device (C2) and to discharge the first charge storage device (C1) via a primary side (T11) of the transformer (T1). A secondary side (T12) of the transformer (T1) is connected to a main electrode (HE) of the triggerable spark gap (TF) and to a trigger electrode (TE) of the triggerable spark gap (TF).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/127788 A1



Eine Funkenstreckenordnung umfasst eine triggerbare Funkenstrecke (TF) und eine Triggerschaltung (TRG), die einen ersten und einen zweiten Ladungsspeicher (C1, C2), einen ersten Widerstand (R1), ein triggerbares Ableitelement (SF, SF3, TD, TH) und einen Transformator (T1) umfasst. Die Triggerschaltung ist eingerichtet, die Energie eines der Triggerschaltung (TRG) eingangsseitig zugeführten Eingangsimpulses zwischenspeichern, wobei eine Speicherung wenigstens durch den ersten Ladungsspeicher (C1) erfolgt. Ein Teil der gespeicherten Energie wird über den ersten Widerstand (R1) auf den zweiten Ladungsspeicher (C2) umgeladen. Das triggerbare Ableitelement (SF, TD, TH) ist eingerichtet, in Abhängigkeit einer Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher (C2) durchzuschalten und den ersten Ladungsspeicher (C1) über eine Primärseite (T11) des Transformators (T1) zu entladen. Eine Sekundärseite (T12) des Transformators (T1) ist dabei mit einer Hauptelektrode (HE) der triggerbaren Funkenstrecke (TF) und einer Triggerelektrode (TE) der triggerbaren Funkenstrecke (TF) verbunden.

Beschreibung

Funkenstreckenordnung

- 5 Die Erfindung betrifft eine Funkenstreckenordnung mit einer triggerbaren Funkenstrecke.

Herkömmliche triggerbare Funkenstrecken weisen üblicherweise wenigstens zwei Hauptelektroden und eine Triggerelektrode
10 auf. Beispielsweise sind die Elektroden in einem gasgefüllten Raum angeordnet, wobei durch Anlegen einer entsprechenden Triggerspannung an die Triggerelektrode eine Funkenstrecke zwischen der Triggerelektrode und einer der Hauptelektroden gezündet wird. Beispielsweise entsteht dabei in dem gasge-
15 füllten Raum eine ionisierte Strecke, über die ein Strom zwischen der Triggerelektrode und der einen Hauptelektrode fließt. Durch die Zündung mittels der Triggerelektrode wird dann erreicht, dass sich ein weiterer leitender Kanal zwischen den beiden Hauptelektroden ausbildet, sodass ein Strom-
20 fluss zwischen den Hauptelektroden möglich wird.

Solche triggerbaren Funkenstrecken können beispielsweise als Überspannungsableiter verwendet werden. Eine andere Anwendungsmöglichkeit besteht beispielsweise in der gezielten
25 Durchschaltung von Hochspannungen.

Bei herkömmlichen triggerbaren Funkenstrecken wird das Durchschalten zwischen den Hauptelektroden unmittelbar mit dem Anlegen des Triggerimpulses an die Triggerelektrode ausgelöst.
30

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, eine Funkenstreckenordnung mit einer triggerbaren Funkenstrecke anzugeben, bei der ein Auslösen der triggerbaren Funkenstrecke mit einer

vorgegebenen Verzögerung, insbesondere einer manipulationssicheren Verzögerung, erfolgt.

5 Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand des unabhängigen Patentanspruchs erfüllt. Weiterbildungen und Ausgestaltungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Beispielsweise wird hierfür in der Funkenstreckenordnung eine Triggerschaltung vorgesehen, welche einen eingangsseitig anliegenden Impuls in verzögerter Form zur Ansteuerung der triggerbaren Funkenstrecke verwendet. Dazu wird beispielsweise eine Energie des eingangsseitig anliegenden Impulses in wenigstens einem Speicher zwischengespeichert. Die zwischengespeicherte Energie wird mit einer vorgegebenen Zeitkonstante auf einen weiteren Speicher umgeladen. Wenn durch den Umladevorgang mit der Zeitkonstante auf den weiteren Speicher ein bestimmter Ladezustand erreicht wird, wird durch diesen Ladezustand ein Durchschalten beziehungsweise Entladen des wenigstens einen Speichers ausgelöst, wobei diese Entladung pulsförmig erfolgt. Dieser Entladungspuls wird beispielsweise mittels eines Transformators auf die Triggerelektrode der triggerbaren Funkenstrecke geführt, um diese entsprechend zeitverzögert zum Auslösen zu bringen. Beispielsweise ist die Triggerschaltung in ein Gehäuse der triggerbaren Funkenstrecke integriert. Zudem ist beispielsweise der Triggeranschluss der triggerbaren Funkenstrecke nicht von außen kontaktierbar, sodass eine Triggerung nur über die Triggerschaltung verzögert möglich ist.

30 In einer Ausführungsform umfasst die Triggerschaltung einen ersten und einen zweiten Ladungsspeicher, einen ersten Widerstand, ein triggerbares Ableitelement und einen Transformator. Die Triggerschaltung ist dabei eingerichtet, die Energie

eines der Triggerschaltung eingangsseitig zugeführten Eingangsimpulses zwischenzuspeichern, wobei eine Speicherung wenigstens durch den ersten Ladungsspeicher erfolgt. Zudem ist die Triggerschaltung eingerichtet, einen Teil der gespeicherten Energie über den ersten Widerstand auf den zweiten Ladungsspeicher umzuladen. Das triggerbare Ableitelement ist eingerichtet, in Abhängigkeit einer Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher durchzuschalten und den ersten Ladungsspeicher über eine Primärseite des Transformators zu entladen. Eine Sekundärseite des Transformators ist mit einer Hauptelektrode der triggerbaren Funkenstrecke und einer Triggerelektrode der triggerbaren Funkenstrecke verbunden.

Das triggerbare Ableitelement, das beispielsweise durch eine Schaltfunkenstrecke, einen Dreielektrodenableiter oder einen Thyristor mit Triggerdiode gebildet ist, weist beispielsweise eine entsprechende Durchschaltspannung auf, und schaltet durch, wenn die Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher diese Durchschaltspannung erreicht. Der eingangsseitig anliegende Impuls wird dementsprechend zur Aufladung des ersten Ladungsspeichers verwendet, wobei die Aufladung direkt beziehungsweise unmittelbar oder aber indirekt, durch Zwischenspeicherung auf einem weiteren Ladungsspeicher erfolgt. Die Energie des Impulses ist somit in der Triggerschaltung nach Abklingen des Eingangsimpulses zwischengespeichert und wird verwendet, um den zweiten Ladungsspeicher aufzuladen, wobei durch die Entladung des Zwischenspeichers über den Widerstand eine Zeitkonstante resultiert. Die Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher steigt mit der entsprechenden Zeitkonstante an, bis die Durchschaltspannung erreicht ist. Beim Durchschalten des triggerbaren Ableitelements wird der erste Ladungsspeicher niederohmig überbrückt, wobei der erste Ladungsspeicher beispielsweise in Serie mit einer Primärwick-

lung des Transformators geschaltet ist. Dementsprechend wird im Transformator durch die Entladung des ersten Ladungsspeichers ein Impuls induziert, welcher letztendlich das Auslösen der triggerbaren Funkenstrecke bewirkt.

5

In verschiedenen Ausführungsformen ist ein weiterer Widerstand parallel zum zweiten Ladungsspeicher geschaltet. Dadurch kann der zweite Ladungsspeicher im Betrieb der Anordnung regelmäßig entladen werden, sodass bei Auftreten eines Eingangsimpulses keine Vorladung auf dem zweiten Ladungsspeicher vorhanden ist. Dadurch wird zusätzlich verhindert, dass eine Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher schneller die Durchschaltspannung des triggerbaren Ableitelements erreicht als aufgrund der Dimensionierung insbesondere des ersten Widerstands und des zweiten Ladungsspeichers vorgesehen beziehungsweise beabsichtigt ist. Der weitere Widerstand ist vorzugsweise derart dimensioniert, dass beim Umladen der Energie auf den zweiten Ladungsspeicher nur geringe Ströme über dem weiteren Widerstand auftreten und die als Ladung zwischengespeicherte Energie auf den zweiten Ladungsspeicher umgeladen werden kann.

In verschiedenen weiteren Ausführungsformen weist die Triggerschaltung eine Gleichrichterschaltung auf, die eingerichtet ist, die Speicherung der Energie des Eingangsimpulses auf der Basis einer positiven Halbwelle und/oder einer negativen Halbwelle des Eingangsimpulses zu ermöglichen. Dementsprechend kann der Gleichrichter sowohl als Einweggleichrichter, der nur eine Halbwelle des Eingangsimpulses durchlässt und die andere Halbwelle kurzschließt, aber auch als Zweiweggleichrichter ausgeführt sein, der sowohl die positive als auch die negative Halbwelle eines Eingangsimpulses zur Speicherung der Energie zur Verfügung stellt.

In verschiedenen Ausführungsformen ist der Transformator als Hochspannungstransformator ausgeführt. Beispielsweise werden die Ladungsspeicher aufgrund des Eingangsimpulses auf ein höheres Spannungsniveau, beispielsweise im Bereich von 400 V aufgeladen, welches durch den Hochspannungstransformator auf eine Zündspannung im Bereich von 10 kV für die triggerbare Funkenstrecke hochtransformiert wird.

10 In weiteren Ausführungsformen umfasst die Funkenstreckenordnung ferner einen weiteren Transformator, der eingerichtet ist, den Eingangsimpuls aus einem primärseitig am weiteren Transformator anliegenden Impuls zu erzeugen. Beispielsweise ist dazu die Triggerschaltung an die Sekundärseite des weiteren Transformators angeschlossen. An die Primärseite des weiteren Transformators kann in dieser Ausführungsform ein Impuls angelegt werden, welcher über den weiteren Transformator zum Eingangsimpuls umtransformiert wird.

20 In verschiedenen Ausführungsformen ist die triggerbare Funkenstrecke eine Gasentladungsfunkenstrecke oder ein gasgefüllter elektrischer Überspannungsableiter.

Wie zuvor erläutert, kann durch die Dimensionierung der Bauteile der Triggerschaltung ein zeitliches Verhalten der Triggerschaltung vorgegeben werden, insbesondere durch die spezielle Gestaltung der Zeitkonstanten. Beispielsweise ist dementsprechend die Triggerschaltung derart dimensioniert, dass eine Zeitspanne zwischen einem Auftreten des Eingangsimpulses und dem Durchschalten der Schaltfunkenstrecke immer größer als ein vorgegebener Wert, insbesondere größer als 15 μ s ist. Dementsprechend kann eine manipulationssichere Funkenstreckenordnung zur Verfügung gestellt werden.

In einer besonderen Ausführungsform der Funkenstreckenordnung erfolgt die Speicherung der Energie des Eingangsimpulses ausschließlich durch den ersten Ladungsspeicher. Dabei ist
5 die Triggerschaltung eingerichtet, den ersten Ladungsspeicher über den ersten Widerstand teilweise zu entladen, um den zweiten Ladungsspeicher aufzuladen. Insbesondere wird hierbei der erste Ladungsspeicher unmittelbar durch den Eingangsimpuls aufgeladen, das heißt, der vom Eingangsimpuls erzeugte
10 Strom beziehungsweise die entsprechende Spannung wird direkt zur Aufladung des ersten Ladungsspeichers verwendet.

Nach Abklingen des Eingangsimpulses liegt somit eine Spannung über dem ersten Ladungsspeicher an. Ein Teil der gespeicherten
15 Energie aus dem ersten Ladungsspeicher wird über den ersten Widerstand auf den zweiten Ladungsspeicher umgeladen, so dass die Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher entsprechend der resultierenden Zeitkonstante ansteigt. Der erste und der zweite Ladungsspeicher sind dabei vorzugsweise derart
20 aufeinander abgestimmt dimensioniert, dass durch die Umladung von Energie vom ersten Ladungsspeicher auf den zweiten Ladungsspeicher die Spannung über dem ersten Ladungsspeicher nur geringfügig abfällt, sodass eine ausreichende Spannung beim Durchschalten des Ableitelements vorhanden ist, welche
25 eine Zündung der triggerbaren Funkenstrecke ermöglicht. Beispielsweise weist der erste Ladungsspeicher eine 50- bis 100-mal größere Kapazität als der zweite Ladungsspeicher auf.

Beispielsweise weist das triggerbare Ableitelement in dieser
30 Ausführungsform eine Triggerdiode und einen Thyristor auf, wobei die Triggerdiode eingerichtet ist, den Thyristor in Abhängigkeit der Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher leitend zu schalten. Wenn also die Spannung über dem zweiten La-

5 dungsspeicher die Durchschaltspannung erreicht, wird die
Triggerdiode in einen leitenden Zustand überführt, sodass ein
Steuerstrom auf die Steuerelektrode des Thyristors geführt
wird, um diesen zu zünden beziehungsweise leitend zu schal-
ten. Der Thyristor ist dabei mit dem ersten Ladungsspeicher
so verschaltet, dass eine Entladung über die Primärseite des
Transformators erfolgt.

10 In einer weiteren besonderen Ausführungsform umfasst die
Triggerschaltung ferner einen dritten Ladungsspeicher. Dabei
erfolgt die Speicherung der Energie des Eingangsimpulses
durch den ersten Ladungsspeicher und den dritten Ladungsspei-
cher. Vorzugsweise ist die Triggerschaltung dabei eingerich-
tet, den ersten Ladungsspeicher und den dritten Ladungsspei-
15 cher direkt durch den Eingangsimpuls aufzuladen, also den
Strom beziehungsweise die Spannung, die aus dem Eingangsim-
puls resultiert, zur Ladung des ersten und des dritten La-
dungsspeichers zu verwenden. Die Triggerschaltung ist in die-
ser Ausführungsform eingerichtet, den dritten Ladungsspeicher
20 über den ersten Widerstand zu entladen, um den zweiten La-
dungsspeicher aufzuladen.

Die Energie des Eingangsimpulses wird somit im ersten und
dritten Ladungsspeicher gespeichert, wobei die in dem ersten
25 Ladungsspeicher gespeicherte Energie für die Entladung über
das Ableitelement verwendet wird, während die Energie auf dem
dritten Ladungsspeicher verwendet wird, um mit der entspre-
chenden Zeitkonstante den zweiten Ladungsspeicher aufzuladen
und somit die Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher an-
30 steigen zu lassen.

Beispielsweise ist diese Ausführungsform der Triggerschaltung
eingerichtet, eine Aufladung des ersten und des dritten La-

5 dungsspeichers über eine jeweils zu dem ersten und dem dritten Ladungsspeicher in Serie geschaltete Diode durchzuführen. Vorzugsweise ist dabei eine Kathode der jeweiligen Diode mit dem Ladungsspeicher verbunden. Dadurch wird ein Umladen zwischen dem ersten und dem dritten Ladungsspeicher verhindert. Beispielsweise sind der erste und der dritte Ladungsspeicher so dimensioniert, dass der erste Ladungsspeicher einen deutlich größeren Kapazitätswert aufweist als der dritte Ladungsspeicher, beispielsweise um einen Faktor 100 bis 500 Mal größer.
10 ßer.

Das triggerbare Ableitelement umfasst bei dieser Ausführungsform beispielsweise einen Dreielektrodenableiter, bei dem eine Mittelelektrode zum Durchschalten des Dreielektrodenableiters in Abhängigkeit der Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher eingerichtet ist. Die Durchschaltspannung des Ableitelements bestimmt sich demnach über die vorgegebene Schaltspannung des Dreielektrodenableiters zwischen der Außen-
15 benelektrode, die mit dem zweiten Ladungsspeicher verbunden ist, und der Mittelelektrode. Der erste Ladungsspeicher ist beispielsweise an die weitere Außenlektrode angeschlossen, sodass bei einem Durchzünden der Strecke zwischen dem zweiten Ladungsspeicher und der Mittelelektrode der gesamte Dreielektrodenableiter leitfähig wird und ein Strompfad für den
20 ersten Ladungsspeicher über die Mittelelektrode und die Primärseite des Transformators gebildet wird.
25

In einer weiteren besonderen Ausführungsform weist die Triggerschaltung ferner einen dritten und einen vierten Ladungsspeicher sowie einen zweiten Widerstand auf, wobei die Speicherung der Energie des Eingangsimpulses direkt durch den
30 dritten und den vierten Ladungsspeicher erfolgt. Die Triggerschaltung ist eingerichtet, den dritten Ladungsspeicher über

den ersten Widerstand zu entladen, um den zweiten Ladungsspeicher aufzuladen, und den vierten Ladungsspeicher über den zweiten Widerstand zu entladen, um den ersten Ladungsspeicher aufzuladen. Dementsprechend erfolgt auch bei dieser Ausführungsform eine Speicherung der Energie des Eingangsimpulses durch den ersten Ladungsspeicher und den dritten Ladungsspeicher.

Der eingangsseitig anliegende Impuls wird aber bei dieser Ausführungsform zur unmittelbaren Aufladung des dritten und des vierten Ladungsspeichers verwendet, sodass nach Abklingen des Eingangsimpulses eine bestimmte Spannung über dem dritten beziehungsweise vierten Ladungsspeicher anliegt. Diese Spannungen entladen sich über den ersten beziehungsweise zweiten Widerstand auf den ersten beziehungsweise zweiten Ladungsspeicher, wobei durch die Entladung über die Widerstände jeweilige Zeitkonstanten resultieren, ähnlich wie zuvor beschrieben. Der erste Ladungsspeicher wird hierbei vorzugsweise auf eine Maximalspannung aufgeladen, welche unterhalb der Durchschaltspannung des triggerbaren Ableitelements liegt. Das triggerbare Ableitelement ist in dieser Ausführungsform beispielsweise als Schaltfunkenstrecke ausgeführt, die zum Durchschalten in Abhängigkeit der Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher eingerichtet ist. Diese Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher steigt mit der entsprechenden Zeitkonstante an, bis die Durchschaltspannung erreicht ist. Beim Durchschalten des Ableitelements werden der erste und der zweite Ladungsspeicher niederohmig überbrückt. Dementsprechend wird im Transformator durch die Entladung des ersten Ladungsspeichers ein Impuls induziert, welcher letztendlich das Auslösen der triggerbaren Funkenstrecke bewirkt.

Beispielsweise weist der vierte Ladungsspeicher eine größere Kapazität als der dritte Ladungsspeicher auf. Zudem weist der erste Ladungsspeicher beispielsweise eine größere Kapazität als der zweite Ladungsspeicher auf. Damit lassen sich auf dem vierten beziehungsweise ersten Ladungsspeicher größere Ladungsmengen als auf dem zweiten beziehungsweise dritten Ladungsspeicher speichern. Die kleineren Ladungsspeicher dienen beispielsweise zur Realisierung der Zeitverzögerung, während die größeren Ladungsspeicher zur Erzeugung des Impulses dienen, welcher zur Auslösung der triggerbaren Funkenstrecke führt. Beispielsweise ist die Kapazität des vierten Ladungsspeichers um einen Faktor zwischen 5 und 20, insbesondere um 10 herum, größer als die des dritten Ladungsspeichers. In ähnlicher Weise ist beispielsweise die Kapazität des ersten Ladungsspeichers um einen Faktor zwischen 30 und 70, insbesondere um 50 herum, größer als die des zweiten Ladungsspeichers. Auch die Widerstandswerte des ersten Widerstands und des zweiten Widerstands können sich unterscheiden. Beispielsweise ist ein Widerstandswert des ersten Widerstands größer als ein Widerstandswert des zweiten Widerstands, insbesondere um einen Faktor zwischen 30 und 70, beispielsweise um 50 herum.

Die Erfindung wird nachfolgend an mehreren Ausführungsbeispielen anhand von Figuren näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen kennzeichnen hierbei Elemente oder Bauteile gleicher Funktion. Soweit sich Elemente oder Bauteile in ihrer Funktion entsprechen, wird deren Beschreibung nicht in jeder der folgenden Figuren wiederholt.

30

Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltdbild einer Ausführungsform einer Funkenstreckenordnung mit einer triggerbaren Funkenstrecke und einer Triggerschaltung,

5 Figur 2 ein Blockschaltdbild einer weiteren Ausführungsform einer Funkenstreckenordnung mit einer triggerbaren Funkenstrecke und einer Triggerschaltung, und

10 Figur 3 ein Blockschaltdbild einer weiteren Ausführungsform einer Funkenstreckenordnung mit einer triggerbaren Funkenstrecke und einer Triggerschaltung.

In den Blockschaltdbildern der Figuren 1 bis 3 ist jeweils eine Triggerschaltung TRG dargestellt, bei der auf der linken
15 Eingangsseite ein Transformator T2 mit einer Primärwicklung T21 und einer Sekundärwicklung T22 angeschlossen ist, wobei die Eingangsanschlüsse der Triggerschaltung TRG mit der Sekundärwicklung T22 verbunden sind. Ausgangsseitig ist an die Triggerschaltung TRG eine triggerbare Funkenstrecke TF, be-
20 spielsweise eine Gasentladungsfunkenstrecke oder ein gasgefüllter elektrischer Überspannungsableiter, mit einer Hauptelektrode HE und einer Triggererelektrode TE angeschlossen. Eine weitere Hauptelektrode der triggerbaren Funkenstrecke TF ist aus Übersichtsgründen nicht dargestellt. Die Funkenstrecke TF ist an die Sekundärseite T12 eines Hochspannungstrans-
25 formators T1 angeschlossen, der von der Triggerschaltung TRG umfasst ist. Eine Primärwicklung T11 des Hochspannungstransformators T1 ist kleiner dargestellt als die entsprechende Sekundärwicklung T12, um auszudrücken, dass durch den Hochspannungstransformator T1 vorzugsweise eine Hochtransformati-
30 on zwischen Primärseite T11 und Sekundärseite T12 des Transformators T1 durchgeführt wird.

Bezug nehmend auf Figur 1 ist in der Triggerschaltung TRG zwischen die Eingangsanschlüsse der Triggerschaltung TRG eine Serienschaltung aus einer ersten Diode D1 und eines Ladungsspeichers C3 geschaltet. In ähnlicher Weise ist zwischen die
5 Eingangsanschlüsse eine Serienschaltung einer zweiten Diode D2 und eines Ladungsspeichers C4 geschaltet. Jeweils ein Knotenpunkt zwischen dem Ladungsspeicher C3, C4 und der Diode D1, D2 ist durch die Kathode der jeweiligen Diode gebildet. Antiparallel zu diesen beiden Serienschaltungen ist eine
10 dritte Diode D3 zwischen die Eingangsanschlüsse geschaltet, sodass die Kathode der Diode D3 mit dem positiven, oberen Eingangsanschluss und die Anode mit dem unteren, negativen Eingangsanschluss verbunden ist. An den Knotenpunkt zwischen der ersten beziehungsweise zweiten Diode D1, D2 und dem je-
15 weiligen Ladungsspeicher C3, C4 sind ein erster beziehungsweise zweiter Widerstand R1, R3 angeschlossen, die den jeweiligen Knoten mit jeweils einer Anode einer vierten und einer fünften Diode D4, D5 verbinden. Die Dioden D4, D5 sind kathodenseitig miteinander verbunden und führen auf einen An-
20 schluss einer Schaltfunkenstrecke SF, deren anderer Anschluss mit dem negativen Eingangsanschluss verbunden ist. Zwischen dem Knotenpunkt zwischen dem ersten Widerstand R1 und der vierten Diode D4 und dem negativen Eingangsanschluss sind parallel zueinander ein dritter Widerstand R2 und ein Ladungsspeicher C2 angeschlossen. In ähnlicher Weise ist ein La-
25 dungsspeicher C1 zwischen dem Knotenpunkt zwischen der Diode D5 und dem Widerstand R3 über die Primärwicklung T11 des Transformators T1 an den negativen Eingangsanschluss angeschlossen.

30

Im Betrieb der Funkenstreckenordnung wird beispielsweise auf der Primärseite T21 des Transformators T2 ein Impuls angelegt, der auf der Sekundärseite T22 einen Eingangsimpuls

induziert. Dieser weist beispielsweise lediglich eine einzelne Schwingungsperiode mit einer positiven und einer negativen Halbwelle auf. Die negative Halbwelle wird über die Diode D3 kurzgeschlossen, während die positive Halbwelle über die Diode D1, D2 zur unmittelbaren Aufladung der beispielsweise als Kondensatoren ausgeführten Ladungsspeicher C3, C4 führt. Nach Ende des Eingangsimpulses entladen sich die Ladungsspeicher C3, C4 über die Widerstände R1, R3 auf die weiteren Ladungsspeicher C1, C2. Wenn die Ladespannung über dem Ladungsspeicher C2 eine Schaltspannungsschwelle der Schaltfunkenstrecke SF überschreitet, wird diese über die Diode D4 gezündet und stellt im gezündeten Zustand eine niederohmige Verbindung dar. Dementsprechend ist der Ladungsspeicher C1 kurzgeschlossen beziehungsweise niederohmig überbrückt, sodass in der Primärwicklung T11 des Hochspannungstransformators T1 ein Spannungspuls generiert wird, welcher auf der Sekundärseite T12 hochtransformiert zu einem Hochspannungspuls an der triggerbaren Funkenstrecke TF führt, insbesondere zwischen der Triggerelektrode TE und der dargestellten Hauptelektrode HE.

Dieser Spannungsimpuls führt dann zu einem Triggern, beziehungsweise Zünden der Funkenstrecke TF. Das Zünden der Funkenstrecke TF durch die Triggerelektrode TE bewirkt schließlich das Ausbilden eines leitenden Kanals zwischen der dargestellten Hauptelektrode HE und einer weiteren, nicht dargestellten Hauptelektrode der Funkenstrecke TF. Durch die Zeitkonstante, die aus einem Widerstandswert des Widerstands R1 und einer Kapazität des Ladungsspeichers C2 resultiert, und durch die vorgegebene Durchschaltspannung der Schaltfunkenstrecke SF ergibt sich eine vorgegebene Zeitspanne zwischen dem Auftreten eines Eingangsimpulses und dem daraus resultierenden Zünden der Funkenstrecke TF. Dementsprechend kann die dargestellte Funkenstreckenordnung für Anwendungen

vorgesehen werden, bei denen eine bestimmte Verzögerung zwischen Eingangsimpuls und Durchschalten der Funkenstrecke TF erforderlich beziehungsweise gewünscht ist.

- 5 Das zunächst allgemein beschriebene Funktionsprinzip der Funkenstreckenordnung soll nun an einer Ausführungsform mit beispielhaft gewählten Bauteilwerten erläutert werden.

Beispielsweise ist der Transformator T2 derart dimensioniert,
10 dass ein Eingangsimpuls mit einer Impulsspitze von größer 2 kV erzeugt werden kann. Die Dioden D1, D2, D3 sind beispielsweise mit einer Festigkeit von etwa 10 kV ausgelegt. Der Ladungsspeicher C3 ist beispielsweise als Kondensator mit einer Kapazität von 1 nF, der Ladungsspeicher C4 als Kondensator mit einer Kapazität von 10 nF ausgelegt. Der erste Wi-
15 derstand R1 weist einen Wert von 47 k Ω auf, während der zweite Widerstand R3 einen Widerstandswert von 1 k Ω aufweist. Der Widerstand R2 ist beispielsweise mit 470 k Ω dimensioniert. Der Ladungsspeicher C2 ist durch einen Kondensator mit 1 nF
20 Kapazität ausgeführt, während der Ladungsspeicher C1 als Kondensator mit 47 nF Kapazität ausgelegt ist.

Bei einem Eingangsimpuls mit einer Impulsspitze von größer 2 kV erfolgt über die Dioden D1, D2 eine unmittelbare Aufla-
25 dung der Ladungsspeicher C3, C4 auf eine Ladespannung von etwa 2 kV. Durch die größere Kapazität des Ladungsspeichers C4 ist auf diesem eine größere Ladungsmenge gespeichert. Nach Ende des Eingangsimpulses erfolgt eine Umladung der auf den Ladungsspeichern C3, C4 gespeicherten Ladungen auf die La-
30 dungsspeicher C1, C2. Durch den Widerstand R3, der kleiner als der Widerstand R1 ist, erfolgt eine Aufladung beziehungsweise Umladung des Ladungsspeichers C1 auf eine Ladespannung

von etwa 400 V. Diese Ladespannung liegt insbesondere unterhalb einer Durchschaltspannung der Schaltfunkenstrecke SF.

Der Ladungsspeicher C3 wird über den ersten Widerstand R1 auf
5 den Ladungsspeicher C2 umgeladen, wobei der Ladevorgang des
Ladungsspeichers C2 langsamer vonstatten geht als der Lade-
vorgang des Ladungsspeichers C1. Wegen des geringeren Kapazi-
tätswerts des Ladungsspeichers C2 kann dieser jedoch auf eine
10 höhere Ladespannung aufgeladen werden, die insbesondere höher
liegt als die Durchschaltspannung der Schaltfunkenstrecke SF,
zumindest theoretisch. Wenn nämlich die momentane Ladespan-
nung des Ladungsspeichers C2 diese Durchschaltspannung der
Schaltfunkenstrecke SF erreicht, zündet diese und bildet eine
niederohmige Strecke, welche die Serienschaltung aus der Pri-
15 märwicklung T11, dem Ladungsspeicher C1 und der Diode D5
kurzschließt beziehungsweise niederohmig verbindet. Durch
diese niederohmige Verbindung wird in der Primärwicklung T11
eine der Ladespannung des Ladungsspeichers C1 entsprechend
große Spannung pulsförmig induziert, welche auf der Sekundär-
20 seite T12 zu einem Spannungspuls mit einer Pulsspitze von et-
wa 10 kV führt. Diese Pulsspitze triggert schließlich die
Funkenstrecke TF.

Durch den Widerstand R2 wird der Ladungsspeicher C2 entladen,
25 was sich insbesondere auswirkt, wenn kein Eingangsimpuls vor-
liegt. Bei einem Umladevorgang vom ersten Ladungsspeicher C3
ist der Entladestrom über den Widerstand R2 vernachlässigbar,
insbesondere aufgrund des deutlich höheren Widerstandswerts
des Widerstands R2. Durch die Entlademöglichkeit des Ladungs-
30 speichers C2 wird verhindert, dass eventuelle Restladungen
auf dem Ladungsspeicher C2 erhalten werden könnten, um so ei-
ne Zeit bis zum Auslösen der Schaltfunkenstrecke SF zu ver-
kürzen. Dementsprechend wird durch den Widerstand R2 gewähr-

leistet, dass eine definierte Zeitspanne zwischen Auftreten eines Eingangsimpulses und dem Abgeben eines Zündimpulses für die Funkenstrecke TF eingehalten wird. Diese Zeitspanne von beispielsweise 15 μ s kann unter anderem durch die Höhe der
5 Schaltspannung der Schaltfunkenstrecke SF und die Bauteilwerte der Elemente R1, C2 bestimmt sein.

Figur 2 zeigt eine alternative Ausgestaltungsform der Funkenstreckenordnung, bei der sich insbesondere die Ausführung
10 der Triggerschaltung TRG von der in Figur 1 beschriebenen Ausführungsform unterscheidet. Die Triggerschaltung TRG der Figur 2 umfasst eingangsseitig einen Zweigegegleichrichter mit Gleichrichterdiode D31, D32, D33, D34, die als Brückengleichrichter verschaltet sind. Am positiven Ausgang des Brückengleichrichters ist ein erster Ladungsspeicher C1 ange-
15 schlossen, dessen zweiter Anschluss mit der Primärwicklung T11 des Transformators T1 verbunden ist. Ferner ist an dem positiven Anschluss des Gleichrichters ein erster Widerstand R1 angeschlossen, der in Serie mit dem Widerstand R2 ebenfalls mit dem negativen Anschluss des Gleichrichters verbun-
20 den ist. Zwischen dem Widerstand R1 und dem negativen Anschluss des Gleichrichters ist ferner der zweite Ladungsspeicher C2 angeschlossen. Die Triggerschaltung TRG umfasst ferner einen Thyristor TH, der den positiven und den negativen
25 Gleichrichteranschluss beziehungsweise den ersten Ladungsspeicher C1 mit dem unteren Anschluss der Primärwicklung T11 verbindet. Ein Triggeranschluss des Thyristors TH ist über eine Triggerdiode TD mit dem zweiten Ladungsspeicher C2 verbunden. Der untere Anschluss der Sekundärwicklung T12 des
30 Transformators T1 ist zur Schaffung eines gemeinsamen Bezugspotentials mit dem unteren Anschluss der Sekundärwicklung T22 des Transformators T2 verbunden.

Im Betrieb der Funkenstreckenordnung wird beispielsweise auf der Primärseite T21 des Transformators T12 ein Impuls angelegt, der auf der Sekundärseite T22 einen Eingangsimpuls induziert. Dieser weist beispielsweise wiederum lediglich eine Schwingungsperiode mit einer positiven und einer negativen Halbwelle auf, welche durch die Gleichrichtung mit den Gleichrichterdiode D31, D32, D33, D34 zur unmittelbaren Aufladung des beispielsweise als Kondensator ausgeführten Ladungsspeichers C1 führt. Dementsprechend wird die Energie des Eingangsimpulses zumindest teilweise auf dem ersten Ladungsspeicher C1 zwischengespeichert. Nach Ende des Eingangsimpulses entlädt sich der Ladungsspeicher C1 teilweise über den Widerstand R1 auf den Ladungsspeicher C2. Wenn die Ladespannung über dem zweiten Ladungsspeicher C2 eine Schaltspannungsschwelle der Triggerdiode TD überschreitet, schaltet diese durch und führt somit die Ladespannung des zweiten Ladungsspeichers C2 an den Steueranschluss des Thyristors TH.

Der Thyristor TH wird dementsprechend durch die Ladespannung des zweiten Ladungsspeichers C2 gezündet, sodass eine niederohmige Verbindung zwischen dem ersten Ladungsspeicher C1 und dem unteren Anschluss der Primärwicklung T11 entsteht. Anders ausgedrückt ist der erste Ladungsspeicher C1 über den Thyristor TH und die Primärwicklung T11 kurzgeschlossen. Infolgedessen wird in der Primärwicklung T11 des Hochspannungstransformators T1 ein Spannungspuls generiert, welcher auf der Sekundärseite T12 hochtransformiert zu einem Hochspannungspuls an der triggerbaren Funkenstrecke TF führt, wie zuvor auch bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 beschrieben. Dieser Spannungsimpuls führt dann wiederum zu einem Triggern beziehungsweise Zünden der Funkenstrecke TF.

Durch die Zeitkonstante, die aus einem Widerstandswert des Widerstands R1 und einer Kapazität des Ladungsspeichers C2 resultiert, und durch die Schaltspannungsschwelle des Thyristors TH beziehungsweise der Triggerdiode TD ergibt sich
5 wiederum eine vorgegebene Zeitspanne zwischen dem Auftreten eines Eingangsimpulses am Transformator T2 und dem daraus resultierenden Zünden der Funkenstrecke TF. Folglich kann die dargestellte Funkenstreckenordnung wiederum für Anwendungen vorgesehen werden, bei denen eine bestimmte Verzögerung zwischen
10 Eingangsimpuls und Durchschalten der Funkenstrecke TF erforderlich beziehungsweise gewünscht ist. Ähnlich wie bei der zuvor beschriebenen Ausführungsform der Figur 1 dient auch hier der Widerstand R2 zum Entladen des Ladungsspeichers C2, was verhindert, dass eventuelle Restladungen auf dem
15 zweiten Ladungsspeicher C2 erhalten werden könnten, um so eine Zeit bis zum Kurzschließen des Ladungsspeichers C1 zu verkürzen. Dementsprechend wird durch den Widerstand R2 gewährleistet, dass eine definierte Zeitspanne zwischen Auftreten eines Eingangsimpulses und dem Abgeben eines Zündimpulses für
20 die Funkenstrecke TF eingehalten wird, welche beispielsweise bei 15 μ s liegt.

Beispielsweise weist der erste Ladungsspeicher C1 eine Kapazität von 470 nF auf, während der zweite Ladungsspeicher C2
25 eine Kapazität von 5 nF aufweist. Der erste Widerstand R1 ist beispielsweise mit 22 k Ω dimensioniert. Das Dimensionierungsverhältnis zwischen erstem und zweitem Ladungsspeicher C1, C2 beträgt vorliegend somit etwa den Faktor 100. Dadurch wird gewährleistet, dass bei einem Umladen von Energie vom ersten
30 Ladungsspeicher C1 auf den zweiten Ladungsspeicher C2 über den Widerstand R1 nur ein kleiner Teil der Energie, die vom Eingangsimpuls zwischengespeichert ist, auf den zweiten Ladungsspeicher C2 umgeladen wird. Diese Energie reicht jedoch

wegen der geringeren Kapazität des zweiten Ladungsspeichers C2 aus, um die für das Durchzünden des Thyristors TH notwendige Schaltspannung zu erreichen. Zudem verbleibt auf den ersten Ladungsspeicher C1 eine ausreichende Ladungsmenge beziehungsweise Spannung, um beim Kurzschluss über den Thyristor TH einen ausreichenden Spannungsimpuls im Hochspannungstransformator T1 zu erzeugen. Im Unterschied zu der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform dient der erste Ladungsspeicher C1 in der Ausführungsform der Figur 2 sowohl zum Speichern der Energie, die für das Durchführen der Zeitverzögerung infolge der Umladung benötigt wird, als auch zum Speichern der Zündenergie für den Hochspannungstransformator T1.

Figur 3 zeigt eine weitere alternative Ausführungsform einer Funkenstreckenordnung, welche eine Abwandlung der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform bildet. Wiederum ist am Eingang der Triggerschaltung TRG eine Gleichrichterbrücke mit Gleichrichterdiode D31, D32, D33, D34 vorgesehen. Neben dem ersten Ladungsspeicher C1, der über eine Diode D2 mit dem positiven Ausgang des Gleichrichters verbunden ist, ist ein weiterer Ladungsspeicher C3 vorgesehen, der über eine Diode D1 mit dem positiven Anschluss der Gleichrichterbrücke verbunden ist. An einen Verbindungsknoten der Diode D1 und des Ladungsspeichers C3 ist der Widerstand R1 angeschlossen, wobei ein zweiter Anschluss des Widerstands R1 über eine Parallelschaltung des Widerstands R2 und des zweiten Ladungsspeichers C2 mit dem negativen Anschluss des Gleichrichters verbunden ist.

Die Triggerschaltung TRG umfasst zudem einen Dreielektrodenableiter SF3, dessen erste Außenelektrode mit dem Verbindungsknoten der Widerstände R1, R2 beziehungsweise dem Ver-

bindungsknoten des Widerstands R1 mit dem zweiten Ladungsspeicher C2 verbunden ist, dessen zweite Außenelektrode mit dem Verbindungsknoten der Diode D2 und des ersten Ladungsspeichers C1 verbunden ist, und dessen Mittelelektrode mit dem negativen Anschluss des Gleichrichters beziehungsweise dem unteren Anschluss der Primärwicklung T11 des Hochspannungstransformators T1 verbunden ist.

Im Betrieb der Anordnung wird wiederum ein am Transformator T2 anliegender Eingangsimpuls gleichgerichtet und über die in Durchlassrichtung geschalteten Dioden D1, D2 zur unmittelbaren Aufladung der Ladungsspeicher C1, C3 verwendet. Ein Umladen zwischen den Ladungsspeichern C1, C3 wird durch die Polung der Dioden D1, D2 verhindert. Die Energie des Eingangsimpulses wird somit sowohl auf dem ersten Ladungsspeicher C1 als auch auf dem dritten Ladungsspeicher C3 zwischengespeichert. Nach Ende des Eingangsimpulses wird der dritte Ladungsspeicher C3 zumindest teilweise über den Widerstand R1 auf den zweiten Ladungsspeicher C2 umgeladen, sodass dessen Ladespannung entsprechend der aus dem Widerstands- beziehungsweise Kapazitätswert resultierenden Zeitkonstante ansteigt.

Beim Erreichen einer entsprechenden Schaltspannung des Dreielektrodenableiters SF3 zwischen der entsprechenden Außenelektrode und der Mittelelektrode wird der Dreielektrodenableiter SF3 zum Zünden gebracht, sodass auch die Strecke zwischen der Mittelelektrode und der anderen Außenelektrode, die mit dem Ladungsspeicher C1 verbunden ist, niederohmig wird. Folglich wird der Ladungsspeicher C1 über den Dreielektrodenableiter SF3 und die Primärwicklung T11 des Hochspannungstransformators T1 kurzgeschlossen und entladen, sodass wiederum auf der Sekundärseite T12 ein Hochspannungsimpuls indu-

ziert wird, der zum Zünden der triggerbaren Funkenstrecke TF führt. Die Funktion des Widerstands R2 entspricht den vorherigen Ausführungsbeispielen.

5 Der erste Ladungsspeicher C1 weist in dieser Ausführungsform beispielsweise eine Kapazität von 470 nF auf, während der zweite und der dritte Ladungsspeicher C2, C3 jeweils eine Kapazität von 1 nF aufweisen. Der erste Widerstand R1 ist beispielsweise mit 47 k Ω dimensioniert. Die Spannungsverhältnisse
10 se und insbesondere die Größenordnungen der Spannungen entsprechen denen des Ausführungsbeispiels der Figur 1.

Wie bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen wird durch die Zwischenspeicherung der Energie des Eingangsimpulses, hier auf dem Ladungsspeicher C3, und das Umladen auf den
15 zweiten Ladungsspeicher C2 über einen Widerstand R1 eine verzögerte Triggerung der Funkenstrecke TF erreicht.

In verschiedenen Ausführungsformen kann bei den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen der Figuren 1 bis 3 parallel zur Primärwicklung T11 des Hochspannungstransformators T1 eine Diode geschaltet werden. Insbesondere ist eine Anode dieser Diode mit dem oberen Anschluss der Primärwicklung T11 beziehungsweise dem ersten Ladungsspeicher C1 verbunden, während die Kathode mit dem unteren Anschluss der Primärwicklung
20 T11 verbunden ist. Dadurch wird beispielsweise verhindert, dass bei steilen Eingangsimpulsen am Transformator T2 durch die Aufladung des ersten Ladungsspeichers C1 ein Impuls im Hochspannungstransformator T1, in umgekehrter Polarität, induziert wird. Bei der beabsichtigten Entladung des ersten Ladungsspeichers C1 ist die zusätzliche Diode dann in Sperrrichtung, so dass sich das zuvor beschriebene Verhalten einstellt.
25
30

Die triggerbare Funkenstrecke der beschriebenen Ausführungsformen ist beispielsweise mit Elektroden in einem Keramikgehäuse ausgeführt, welches insbesondere zwischen den Hauptelektroden mit Gas gefüllt ist. Jedoch sind auch andere Ausführungsformen von herkömmlichen triggerbaren Funkenstrecken verwendbar. Vorzugsweise ist die Triggerschaltung in ein Gehäuse der triggerbaren Funkenstrecke integriert, sodass insbesondere ein Anschluss der Triggerelektrode TE nicht von außerhalb des Gehäuses unmittelbar kontaktierbar ist. Vielmehr sind beispielsweise lediglich die Eingangsanschlüsse der Triggerschaltung TRG oder des eingangsseitig vorgesehenen Transformators T2 sowie die Hauptelektroden von außerhalb des Gehäuses kontaktierbar.

15

Eine Funkenstreckenordnung gemäß einem der beschriebenen Ausführungsbeispiele kann beispielsweise in medizinischen Geräten verwendet werden, welche das Durchschalten von hohen Spannungen erfordern. Beispielsweise ist eine solche Funkenstreckenordnung in einem Nierenzertrümmerungsgerät eingesetzt.

20

Patentansprüche

1. Funkenstreckenordnung mit einer triggerbaren Funkenstrecke (TF) und einer Triggerschaltung (TRG), die einen ersten und einen zweiten Ladungsspeicher (C1, C2), einen ersten Widerstand (R1), ein triggerbares Ableitelement (SF, SF3, TD, TH) und einen Transformator (T1) umfasst, die Triggerschaltung (TRG) eingerichtet
- 5 - die Energie eines der Triggerschaltung (TRG) eingangsseitig zugeführten Eingangsimpulses zwischenspeichern, wobei eine Speicherung wenigstens durch den ersten Ladungsspeicher (C1) erfolgt; und
- 10 - einen Teil der gespeicherten Energie über den ersten Widerstand (R1) auf den zweiten Ladungsspeicher (C2) umzuladen;
- 15 - wobei das triggerbare Ableitelement (SF, SF3, TD, TH) eingerichtet ist, in Abhängigkeit einer Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher (C2) durchzuschalten und den ersten Ladungsspeicher (C1) über eine Primärseite (T11) des
- 20 Transformators (T1) zu entladen; und
- wobei eine Sekundärseite (T12) des Transformators (T1) mit einer Hauptelektrode (HE) der triggerbaren Funkenstrecke (TF) und einer Trigger Elektrode (TE) der triggerbaren Funkenstrecke (TF) verbunden ist.
- 25
2. Funkenstreckenordnung nach Anspruch 1, bei der die Speicherung der Energie des Eingangsimpulses ausschließlich durch den ersten Ladungsspeicher (C1) erfolgt, wobei die Triggerschaltung (TRG) eingerichtet ist,
- 30 den ersten Ladungsspeicher (C1) über den ersten Widerstand (R1) teilweise zu entladen, um den zweiten Ladungsspeicher (C2) aufzuladen.

3. Funkenstreckenordnung nach Anspruch 2,
bei der das triggerbare Ableitelement (TD, TH) eine Triggerdiode (TD) und einen Thyristor (TH) umfasst, wobei die Triggerdiode (TD) eingerichtet ist, den Thyristor (TH) in
5 Abhängigkeit der Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher (C2) leitend zu schalten.
4. Funkenstreckenordnung nach Anspruch 1,
bei der die Triggerschaltung (TRG) ferner einen dritten
10 Ladungsspeicher (C3) umfasst, wobei die Speicherung der Energie des Eingangsimpulses durch den ersten Ladungsspeicher (C1) und den dritten Ladungsspeicher (C3) erfolgt, und wobei die Triggerschaltung (TRG) eingerichtet ist, den dritten Ladungsspeicher (C3) über den ersten Wi-
15 derstand (R1) zu entladen, um den zweiten Ladungsspeicher (C2) aufzuladen.
5. Funkenstreckenordnung nach Anspruch 4,
bei der die Triggerschaltung (TRG) eingerichtet ist, den
20 ersten Ladungsspeicher (C1) und den dritten Ladungsspeicher (C3) direkt durch den Eingangsimpuls aufzuladen.
6. Funkenstreckenordnung nach Anspruch 5,
bei der das triggerbare Ableitelement (SF3) einen Dreielektrodenableiter (SF3) umfasst, bei dem eine Mittel-
25 elektrode zum Durchschalten des Dreielektrodenableiters (SF3) in Abhängigkeit der Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher (C2) eingerichtet ist.
- 30 7. Funkenstreckenordnung nach Anspruch 4,
bei der die Triggerschaltung (TRG) ferner einen vierten Ladungsspeicher (C4) und einen zweiten Widerstand (R3) umfasst, wobei die Triggerschaltung (TRG) eingerichtet

ist, den dritten und den vierten Ladungsspeicher (C3, C4) direkt durch den Eingangsimpuls aufzuladen, und den vierten Ladungsspeicher (C4) über den zweiten Widerstand (R3) zu entladen, um den ersten Ladungsspeicher (C1) aufzuladen.

8. Funkenstreckenordnung nach Anspruch 7, bei der das triggerbare Ableitelement (SF) eine Schaltfunkenstrecke (SF) umfasst, die zum Durchschalten in Abhängigkeit der Spannung über dem zweiten Ladungsspeicher (C2) eingerichtet ist.

9. Funkenstreckenordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der die Triggerschaltung (TRG) eine Gleichrichterschaltung (D3, D31, D32, D33, D34) aufweist, die eingerichtet ist, die Speicherung der Energie des Eingangsimpulses auf der Basis einer positiven Halbwelle und/oder einer negativen Halbwelle des Eingangsimpulses zu ermöglichen.

10. Funkenstreckenordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der ein weiterer Widerstand (R2) parallel zum zweiten Ladungsspeicher (C2) geschaltet ist.

11. Funkenstreckenordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der die Triggerschaltung (TRG) in ein Gehäuse der triggerbaren Funkenstrecke (TF) integriert ist.

12. Funkenstreckenordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der der Transformator (T1) als Hochspannungstransformator ausgeführt ist.

13. Funkenstreckenordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, ferner umfassend einen weiteren Transformator (T2), der eingerichtet ist, den Eingangsimpuls aus einem primärseitig am weiteren Transformator (T2) anliegenden Impuls zu erzeugen.

5

14. Funkenstreckenordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei der die triggerbare Funkenstrecke (TF) eine Gasentladungsfunkenstrecke oder ein gasgefüllter elektrischer Überspannungsableiter ist.

10

15. Funkenstreckenordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei der die Triggerschaltung (TRG) derart dimensioniert ist, dass eine Zeitspanne zwischen einem Auftreten des Eingangsimpulses und dem Durchschalten des triggerbaren Ableitelements (SF, SF3, TD, TH) immer größer als ein vorgegebener Wert, insbesondere größer als 15 μ s ist.

15

FIG 2

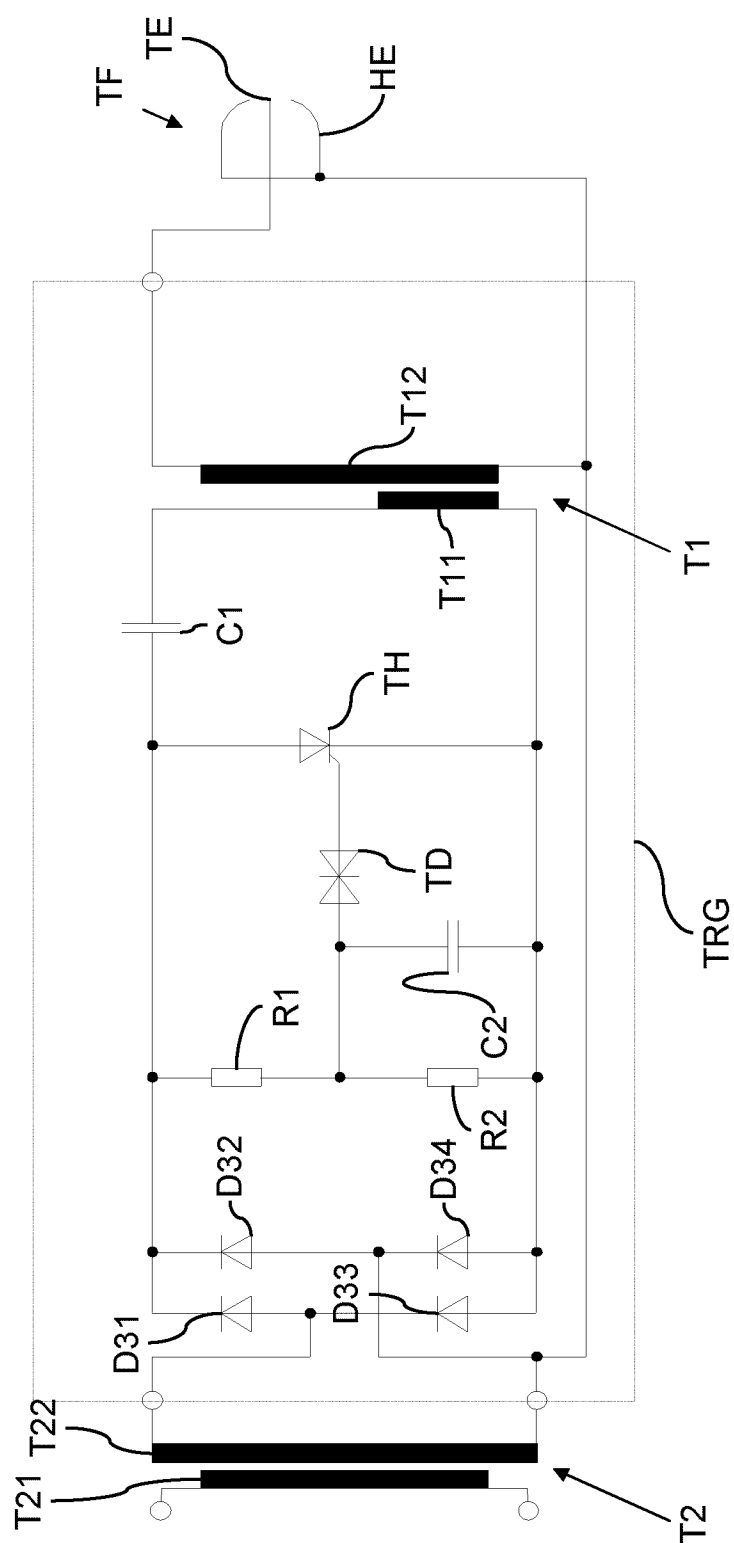
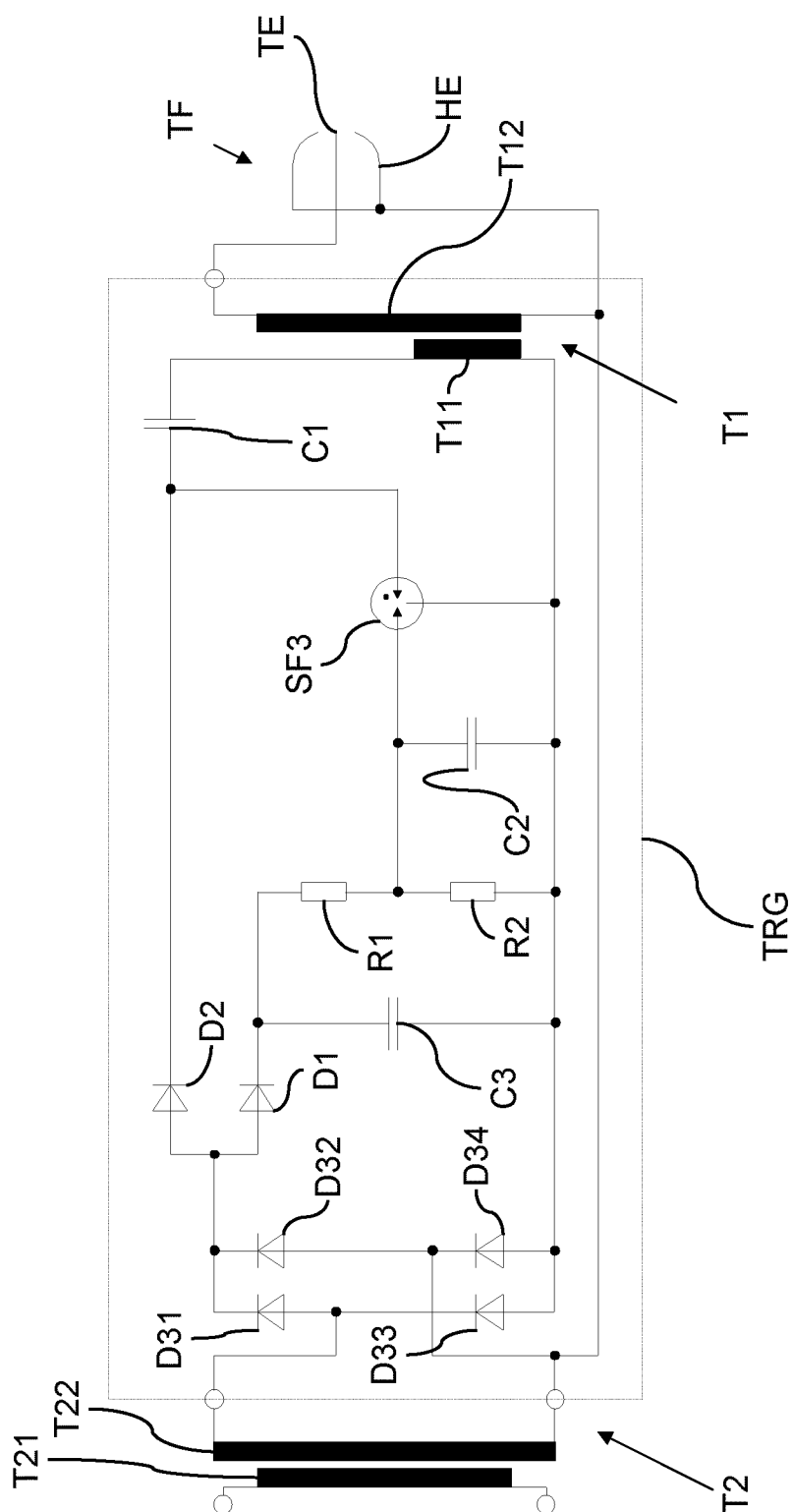


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/053814A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01T15/00 H01T2/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01T H03K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 317 804 A1 (SMITHS INDUSTRIES LTD [GB]) 4 February 1977 (1977-02-04) page 9, line 15 - page 10, line 15; figures 3,4 -----	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 April 2013

Date of mailing of the international search report

23/04/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marti Almeda, Rafael

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/053814

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
FR 2317804	A1	04-02-1977	DE 2628209 A1	20-01-1977
			FR 2317804 A1	04-02-1977
			JP S524379 A	13-01-1977

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01T15/00 H01T2/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01T H03K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 317 804 A1 (SMITHS INDUSTRIES LTD [GB]) 4. Februar 1977 (1977-02-04) Seite 9, Zeile 15 - Seite 10, Zeile 15; Abbildungen 3,4 -----	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. April 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/04/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Marti Almeda, Rafael

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/EP2013/053814

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (April 2005)