

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 195/2019
(22) Anmeldetag: 23.05.2019
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2020

(51) Int. Cl.: **H01T 15/00** (2006.01)
F02P 15/10 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 2547397 A1
DE 102008042830 A1
DE 10121993 A1

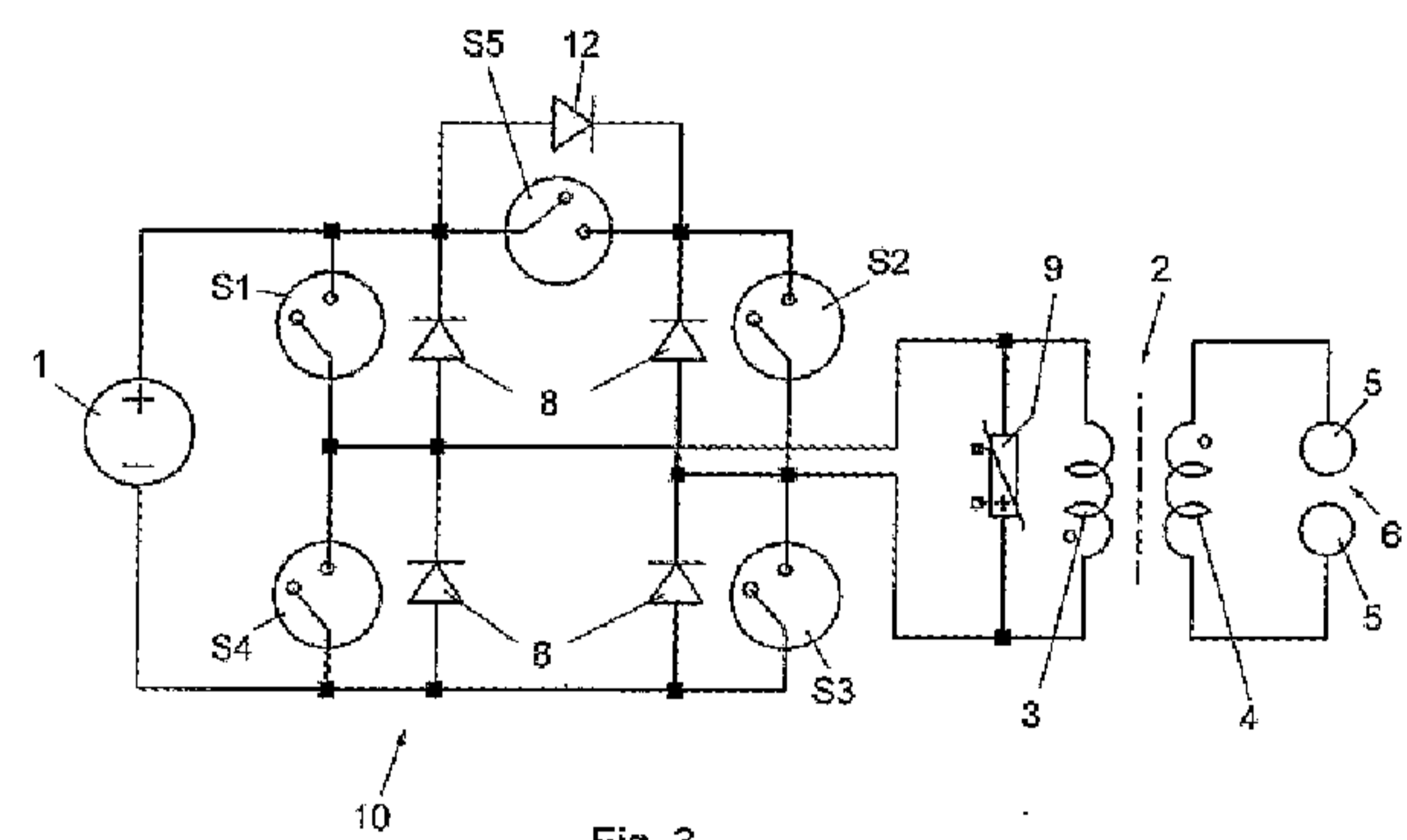
(71) Patentanmelder:
Grabner Instruments Messtechnik GmbH
1220 Wien (AT)

(72) Erfinder:
Wiesböck Johannes
3712 Maissau (AT)
Lutz Josef
2471 Rohrau (AT)

(74) Vertreter:
Haffner und Keschmann Patentanwälte GmbH
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren zur Ausbildung eines Funkens über eine Funkenstrecke und Funkengenerator**

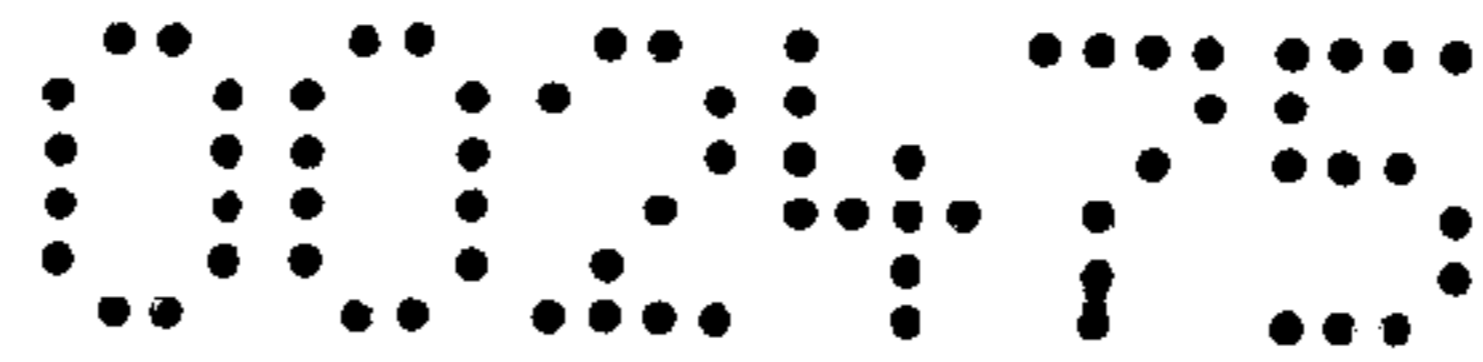
(57) Bei einem Verfahren zur Ausbildung eines Funkens über eine Funkenstrecke, insbesondere für die Entflammung einer brennbaren Flüssigkeit zur Messung von deren Flammpunkt, mit Hilfe eines einen Zündtransformator (2) aufweisenden Funkengenerators, der auf der Primärseite des Zündtransformators (2) wenigstens eine Gleichspannungsquelle (1) und auf der Sekundärseite des Zündtransformators (2) zwei die auszubildende Funkenstrecke (6) begrenzende Elektroden (5) umfasst, wobei der Zündtransformator (2) primärseitig mit Spannungspulsen aus der Gleichspannungsquelle (1) beaufschlagt wird, die sekundärseitig Zündspannungspulse erzeugen, wird der Zündtransformator in einer ersten Phase nach dem Sperrwandlerprinzip und in einer darauffolgenden zweiten Phase nach dem Flusswandlerprinzip betrieben.



Zusammenfassung:

Bei einem Verfahren zur Ausbildung eines Funkens über eine Funkenstrecke, insbesondere für die Entflammung einer brennbaren Flüssigkeit zur Messung von deren Flammpunkt, mit Hilfe eines einen Zündtransformator (2) aufweisenden Funkengenerators, der auf der Primärseite des Zündtransformators (2) wenigstens eine Gleichspannungsquelle (1) und auf der Sekundärseite des Zündtransformators (2) zwei die auszubildende Funkenstrecke (6) begrenzende Elektroden (5) umfasst, wobei der Zündtransformator (2) primärseitig mit Spannungspulsen aus der Gleichspannungsquelle (1) beaufschlagt wird, die sekundärseitig Zündspannungspulse erzeugen, wird der Zündtransformator in einer ersten Phase nach dem Sperrwandlerprinzip und in einer darauffolgenden zweiten Phase nach dem Flusswandlerprinzip betrieben.

Fig. 3



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ausbildung eines Funkens über eine Funkenstrecke, insbesondere für die Entflammung einer brennbaren Flüssigkeit zur Messung von deren Flammpunkt, mit Hilfe eines einen Zündtransformator aufweisenden Funkengenerators, der auf der Primärseite des Zündtransformators wenigstens eine Gleichspannungsquelle und auf der Sekundärseite des Zündtransformators zwei die auszubildende Funkenstrecke begrenzende Elektroden umfasst, wobei der Zündtransformator primärseitig mit Spannungspulsen aus der Gleichspannungsquelle beaufschlagt wird, die sekundärseitig Zündspannungspulse erzeugen.

Die Erfindung betrifft weiters eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens, umfassend einen Zündtransformator mit einer Primärspule und einer Sekundärspule, wenigstens eine primärseitig angeordnete Gleichspannungsquelle, die über eine Schalteranordnung mit der Primärspule verbunden ist, und mit der Sekundärspule verbundene, die auszubildende Funkenstrecke begrenzende Elektroden, wobei weiters eine Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalter der Schalteranordnung derart vorgesehen ist, dass der Zündtransformator primärseitig mit Spannungspulsen aus der Gleichspannungsquelle beaufschlagbar ist, die sekundärseitig Zündspannungspulse erzeugen.

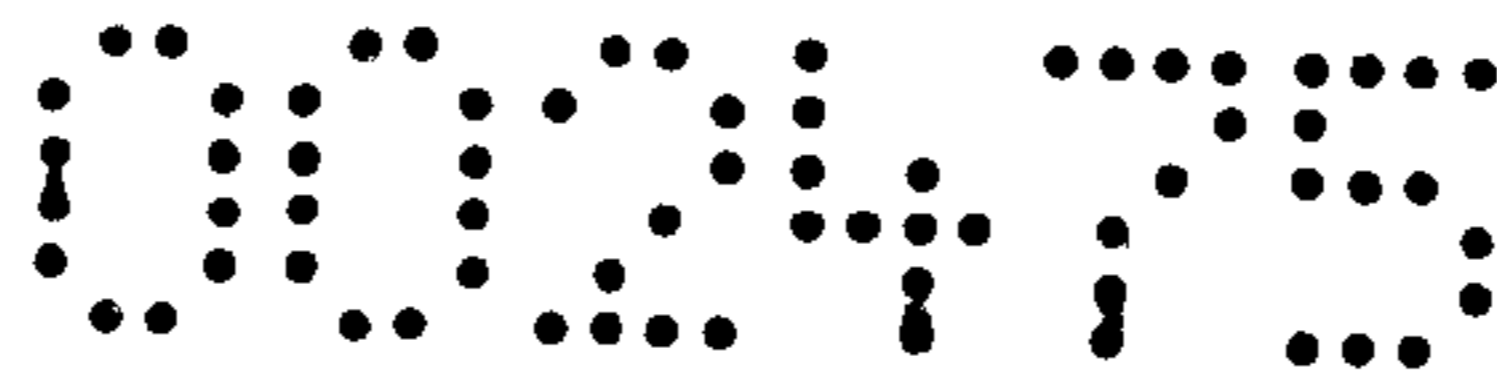
Funkengeneratoren werden verwendet, um mittels Hochspannungspulsen in einer Strecke zwischen zwei elektrisch leitenden Materialien (Elektroden) einen Ionenkanal auszubilden. Der erzeugte Funke und der dabei fließende Strom führen zu einer sehr starken Erhitzung im Bereich des Ionenkanals. Diese Energie kann dazu verwendet werden, um brennbare, insbesondere gasförmige Stoffe in der



Nähe des Funkens zu entzünden. Ein Anwendungsbeispiel hierfür ist die aktive Zündung bei einem Verbrennungsmotor für Benzin.

Der Flammpunkt von brennbaren Flüssigkeiten wird mit einem sehr ähnlichen Prinzip gemessen (siehe die Normen ASTM D6450, ASTM D7094 etc.). Im Gegensatz zu Zündungen im Verbrennungsmotor, wo ausschließlich eine sichere Zündung gefordert wird, sind für Zündversuche bei Flammpunktmessungen bestimmte Parameter genau festzulegen und entsprechend den eingestellten und in den Normen festgehaltenen Werten konstant zu halten. Zu diesen Parametern gehören die Zündspannung, die übertragene Zündleistung während des Funkenbrennens, die Funkendauer und die gesamte übertragene Zündenergie.

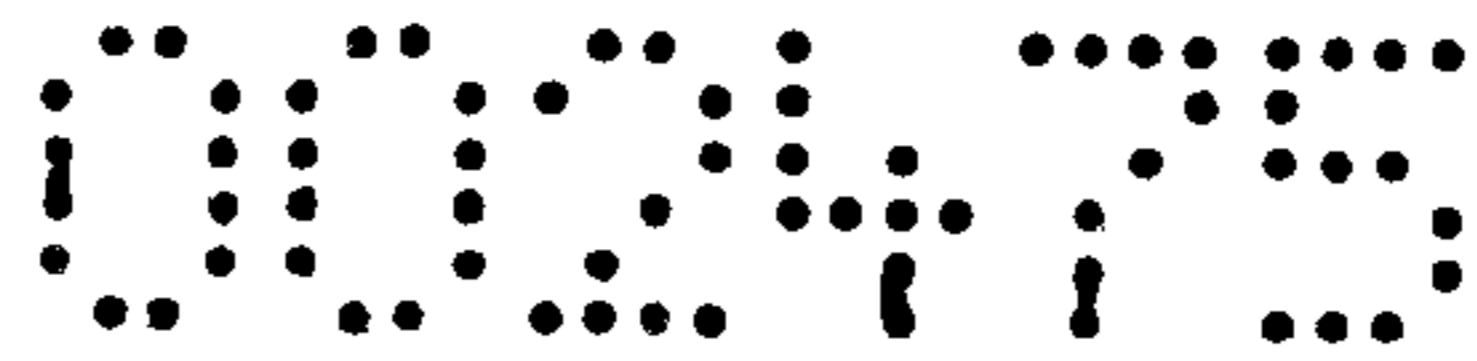
Im Stand der Technik sind Funkengeneratoren bekannt, bei denen ein Zündfunke mittels eines Zündtransformators mit Hilfe des Sperrwandlerprinzips generiert wird. Fig. 1 zeigt eine entsprechende Schaltung mit einer Gleichspannungsquelle 1 und einem Zündtransformator 2, der eine Primärspule 3 und eine Sekundärspule 4 umfasst. Die Sekundärspule 4 weist ein Vielfaches der Wicklungen der Primärspule 3 auf, um sekundärseitig eine Zündspannung im kV-Bereich zu erzeugen. Die Sekundärspule ist mit Elektroden 5 verbunden, zwischen denen eine Funkenstrecke 6 auszubilden ist. Die Primärspule 3 wird durch Ein- und Ausschalten des Schalters 7 mit Spannungspulsen aus der Gleichspannungsquelle 1 beaufschlagt, wobei antiparallel zum Schalter 7 eine Freilaufdiode 8 geschaltet ist. Parallel zur Primärspule 3 ist weiters ein spannungsbegrenzendes Element 9, im vorliegenden Fall ein Varistor, angeordnet.



Die für die Zündung notwendige Hochspannung wird folgendermaßen erzeugt. Zuerst wird der Schalter 7 eingeschaltet und es beginnt sich ein Strom in der Primärspule 3 des Zündtransformators 2 aufzubauen. Der Anstieg des Stromes ist proportional zur Versorgungsspannung der Gleichspannungsquelle 1 und der Induktivität der Primärspule 3. Wird der Stromfluss durch Öffnen des Schalters 7 unterbrochen, baut sich an der Primärspule 3 eine sehr hohe Spannung auf, die durch den Varistor 9 begrenzt wird. Diese Spannungsspitze wird durch das Übersetzungsverhältnis des Zündtransformators 2 noch erhöht auf die Funkenelektroden 5 übertragen. Dadurch entsteht ein Funkenüberschlag zwischen den Elektroden 5, der einen Ionenkanal aufbaut und das anschließende Funkenbrennen ermöglicht.

Der Funkengenerator gemäß Fig. 1 arbeitet nach dem Sperrwandlerprinzip, weil die Energieübertragung von der Primär- auf die Sekundärseite hauptsächlich in der Sperrphase erfolgt, in welcher der Schalter 7 geöffnet ist. Während der Leitphase, in welcher der Schalter 7 geschlossen ist, baut sich im Luftspalt des Zündtransformators 2 ein Magnetfeld auf. Der Luftspalt unterstützt die Energiespeicherung und begrenzt den Stromanstieg. Öffnet sich der Schalter 7, entsteht eine Spannungsspitze und es wird in der Sekundärspule 4 unter Abbau des gespeicherten Magnetfelds eine Spannung induziert.

Der Vorteil der Schaltung gemäß Fig. 1 liegt in der Einfachheit und in der geringen Anzahl an Komponenten. Allerdings ist es sehr schwierig, die für eine genaue



Funkendefinition erforderlichen Parameter, wie z.B. die Zündspannung und die übertragene Leistung, unabhängig voneinander festzulegen und gegebenenfalls zu variieren, weil das eine entsprechende Anpassung der elektrischen Komponenten, nämlich des Zündtransformators 2 und/oder des Varistors 9 zur Folge hätte. Zusätzlich wird vor allem nach einer erfolgreichen Zündung nur mehr ein Bruchteil der in der Primärspule gespeicherten Energie auf die Sekundärseite übertragen. Der größere Teil der Energie wird im Varistor als Wärmeenergie vernichtet. Damit liegt der Anteil der Energie, die auf die Funkenstrecke übertragen wird, in vielen Fällen nur mehr in der Größenordnung von 10 % der gesamten aufgewendeten Energie, die aus der Spannungsquelle bezogen werden muss. Dementsprechend groß muss der Varistor ausgelegt bzw. es müssen die maximale Energie und die Pulsfolge für die Zündung limitiert werden.

Eine deutlich effizientere Methode, Energie auf höhere Spannungen zu transformieren, ermöglicht ein nach dem Flusswandlerprinzip arbeitender Transformator. In diesem Falle wird eine Schalteranordnung, wie z.B. eine Schalterbrücke, so angesteuert, dass eine (meist symmetrische) Wechselspannung an der Primärspule des Transformators entsteht. Eine entsprechende Schaltung ist in Fig. 2 gezeigt. Hierbei sind gleiche Teile mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet wie in Fig. 1. Im Unterschied zu Fig. 1 ist die Gleichspannungsquelle 1 über eine Schalteranordnung 10 an die Primärspule 3 angeschlossen. Die Schalteranordnung 10 ist als Vollbrücke umfassend die Schalter S1, S2, S3 und S4 ausgebildet, wobei sich die Primärwicklung 3 des Transformators 2 zwischen zwei Halbbrücken der Schalterbrücke befindet und daher in beiden Richtungen an die Gleichspannungsquelle 1 geschaltet



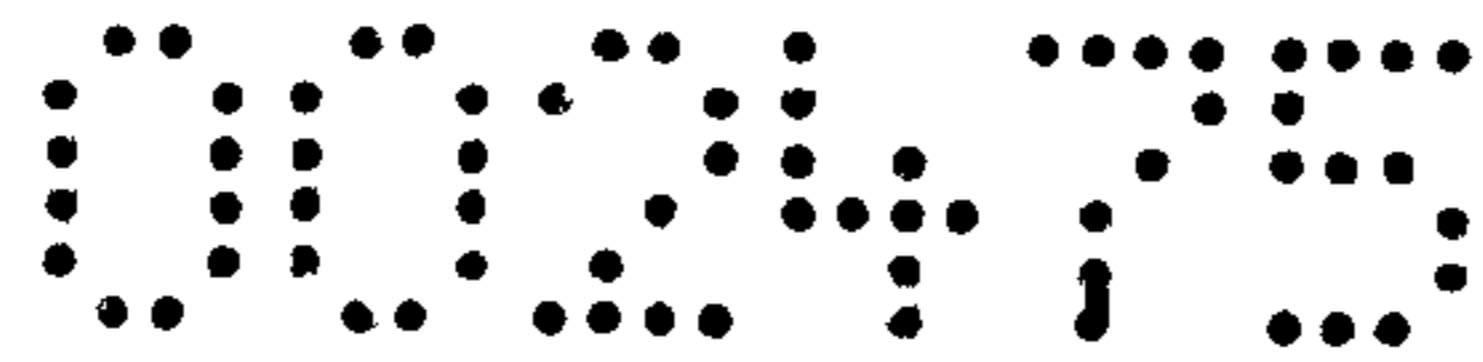
werden kann. Dafür werden die Schalter S1 und S3 oder S2 und S4 gleichzeitig eingeschaltet (Leitphase). Durch zyklisches Wechseln dieser beiden Schaltzustände wird der Transformator 2 mit einer Wechseldurchflutung betrieben, wobei zwischen den jeweiligen Leitphasen Phasen vorgesehen sind, in denen alle Schalter offen sind. In diesen Phasen fließt der Strom durch die Induktivität des Transformators über die Dioden durch die Gleichspannungsquelle. Über das zeitliche Verhältnis von Leitphasen und Phasen mit offenen Schaltern kann die übertragene Leistung variiert werden.

Die in Fig. 2 dargestellte Ausbildung wird als Gegentaktflusswandler bezeichnet. Der Nachteil des Flusswandlerprinzips liegt darin, dass die für die Zündung notwendige hohe Spannung ein extrem hohes Übersetzungsverhältnis erfordert. Das bedingt eine komplexe und teure Auslegung und einen niedrigeren Wirkungsgrad des Zündtransformators sowie eine kritische Steuerung der Funkenleistung, sobald die Funkenstrecke gezündet wurde.

Die wesentliche Herausforderung bei einer Funkengeneration mit gut definierten Leistungsparametern besteht im Widerspruch der Anforderungen für:

- a) eine hohe Zündspannung zur Bildung eines Ionenkanals zwischen den Elektroden und
- b) eine genaue und effiziente Leistungsübertragung nach der Ionenkanalbildung bei vergleichsweise geringer Brennspannung.

Dadurch wird die Auslegung der elektrischen Schaltung sowie des Zündtransformators komplex und die Ergebnisse betreffend Leistung im Zündfunken hängen stark von den Produktionsparametern der Komponenten ab, wenn man eine der

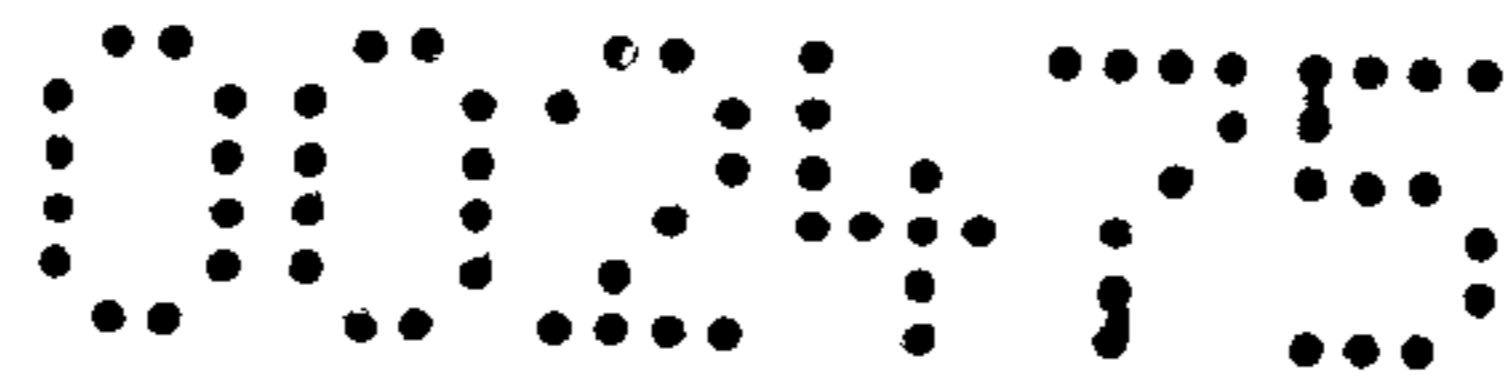


oben beschriebenen Methoden verwendet. Die Ergebnisse hängen zudem stark von den Fertigungstoleranzen, vor allem für den Zündtransformator, ab.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Funkengenerator bereitzustellen, der die oben genannten Anforderungen erfüllt ohne auf extrem enge und teure Fertigungstoleranzen für den Zündtransformator und andere Komponenten angewiesen zu sein.

Zur Lösung dieser Aufgabe besteht die Erfindung bei einem Verfahren der eingangs genannten Art im Wesentlichen darin, dass der Zündtransformator in einer ersten Phase nach dem Sperrwandlerprinzip und in einer darauffolgenden zweiten Phase nach dem Flusswandlerprinzip betrieben wird. Die wesentliche Idee der Erfindung besteht daher darin, die beiden oben genannten Varianten der Ansteuerung in einer einzigen Schaltung zu realisieren. Hierbei wird in einer ersten Phase eine Anzahl von Impulsen mit hoher Spannung erzeugt, die zur Generation eines Überschlages und damit einer Ionenstrecke zwischen den Elektroden dienen. In der ersten Phase wird somit der Vorteil des Sperrwandlerprinzips ausgenutzt, der in der effizienten Erzeugung hoher Spannungsspitzen liegt, wobei sich die fehlende Möglichkeit der genauen Kontrolle der Leistungsübertragung nicht störend auswirkt, da diese Phase sehr kurz gegenüber der gesamten Länge des Funkens ist.

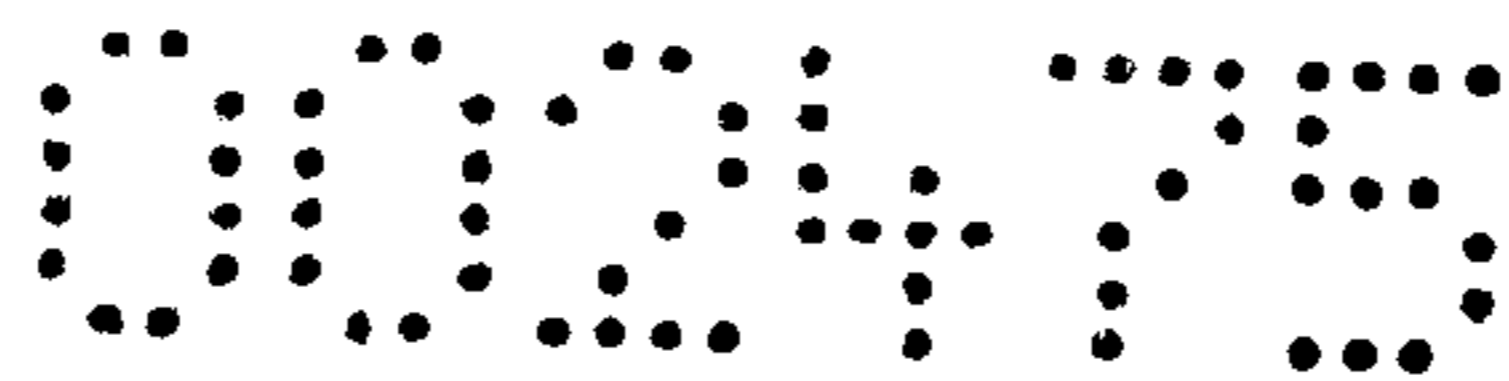
Nach den Startpulsen wird für die zweite Phase in den Flusswandlermodus umgeschaltet, sodass die Vorteile des Flusswandlerprinzips ausgenutzt werden können, die in einer genauen Kontrolle der Leistungsübertragung liegen, wobei der Nachteil der weniger hohen Spannungsspitzen nicht mehr



zum Tragen kommt, weil die Ionenstrecke bereits in der ersten Phase erzeugt worden ist. Auf Grund der Erfindung kann die Dimensionierung des Zündtransformators kleiner erfolgen und es wird die Möglichkeit geschaffen, die durch potentielle Fertigungstoleranzen des Zündtransformators verursachten Abweichungen der Leistungsübertragung durch geeignete Ansteuerung der Primärspule in der zweiten Phase mit Blick auf die Einhaltung der durch Normen vorgegebenen Parameter der Leistungsübertragung auszugleichen.

Gemäß einer bevorzugten Verfahrensweise ist vorgesehen, dass die sich in der ersten Phase an einer Primärspule des Zündtransformators in einer jeweils zwischen zwei Spannungspulsen liegenden Sperrphase des Zündtransformators aufbauende Spannung durch ein spannungsbegrenzendes Element begrenzt wird. Um hierbei in der ersten Phase, in der im Sperrwandlermodus gearbeitet wird, besonders hohe Spannungsspitzen zu erreichen, kann die durch das spannungsbegrenzende Element erzielte Begrenzung bei einer relativ hohen Spannung festgelegt sein. Beispielsweise kann ein Varistor mit relativ hoher Schwellenspannung eingesetzt werden. Als spannungsbegrenzendes Element kann auch wenigstens eine Z-Diode verwendet werden, wobei bevorzugt zwei in entgegengesetzter Richtung gepolte, in Reihe geschaltete Z-Dioden vorgesehen sein können.

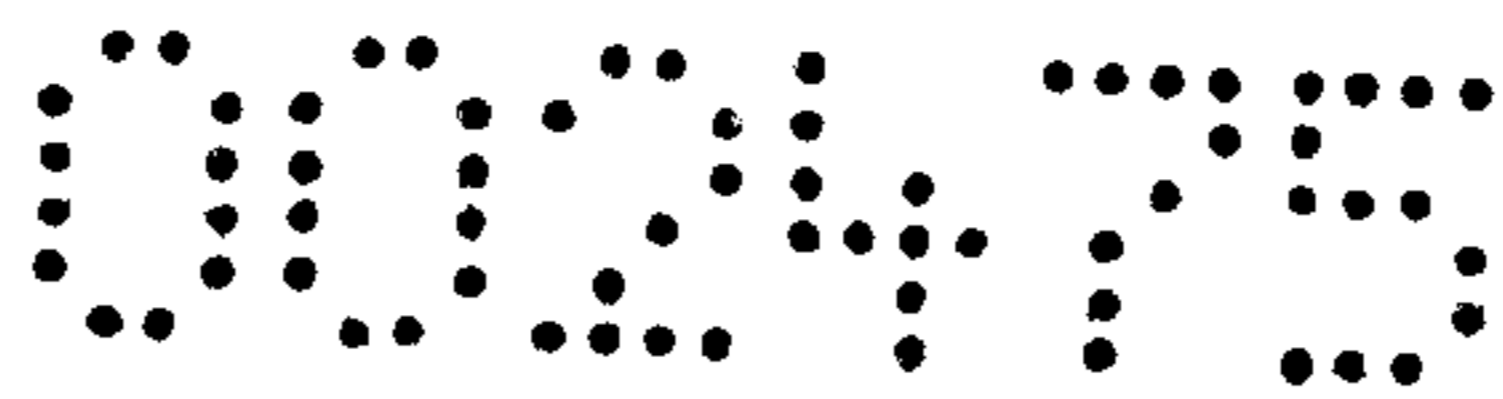
Weiters ist es notwendig, die im Rahmen des Betriebs als Sperrwandler in der Sperrphase auftretenden Hochspannungen gegenüber der Gleichspannungsquelle und anderen Kleinspannungspotentialen der Schaltung zu isolieren. Zu diesem Zweck ist vorgesehen, dass ergänzend zu den für die Erzeugung der Spannungspulse vorgesehenen Schaltern der Schalteranordnung ein weiterer Schalter vorgesehen ist, der



die Primärspule in der ersten Phase zwischen zwei Spannungspulsen von der Gleichspannungsquelle trennt. Ergänzend kann vorgesehen sein, dass den für die Erzeugung der Spannungspulse vorgesehenen Schaltern der Schalteranordnung jeweils eine Freilaufdiode parallel zugeordnet ist.

Gemäß einer bevorzugten Verfahrensweise wird der Zündtransformator in der ersten Phase mit aufeinanderfolgenden Spannungspulsen gleicher Polarität beaufschlagt. Es wäre aber auch möglich den Zündtransformator in der ersten Phase mit aufeinanderfolgenden Spannungspulsen wechselnder Polarität zu beaufschlagen, was jedoch eine größere Anzahl an Komponenten, insbesondere teuren Hochspannungskomponenten erfordern würde. Der Zündtransformator wird in der zweiten Phase bevorzugt mit aufeinanderfolgenden Spannungspulsen wechselnder Polarität beaufschlagt. Insbesondere ist der Zündgenerator zur Erzeugung der primärseitigen Spannungspulse wechselnder Polarität als Gegentaktflusswandler ausgebildet.

Die Umpolung des Zündtransformators kann hierbei je nach Schaltungsvariante durch zyklisches Umpolen der Primärwicklung des Zündtransformators erfolgen oder durch Umschalten zwischen zwei entgegengesetzt gepolten Primärwicklungen. In jedem Fall erfährt der Zündtransformator eine wechselnde magnetische Durchflutung, wodurch der magnetische Kreis des Zündtransformators, im Gegensatz zum Eintaktflusswandler, in beide Richtungen, d.h. durch eine positive und eine negative Durchflutung, zur Energieübertragung genutzt wird. Dementsprechend kann auf eine Entmagnetisierungswicklung verzichtet werden, da



diese Aufgabe durch das jeweilige Umpolen der Durchflutung übernommen wird.

Was die Erzeugung der Spannungspulse betrifft, kann gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung vorgesehen sein, dass die Frequenz der primärseitig aufgebrachten Spannungspulse in der ersten Phase geringer gewählt wird als in der zweiten Phase.

Insbesondere kann die Frequenz der in der zweiten Phase aufgebrachten Spannungspulse zur Einhaltung einer vorgegebenen übertragenen Zündleistung gewählt sein, wohingegen die Frequenz der in der ersten Phase aufgebrachten Spannungspulse mit dem Ziel der sicheren Erzeugung einer Ionenstrecke gewählt werden kann.

Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass die Frequenz der in der ersten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse höchstens $3/2$, bevorzugt höchstens die Hälfte der Frequenz der in der zweiten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse beträgt.

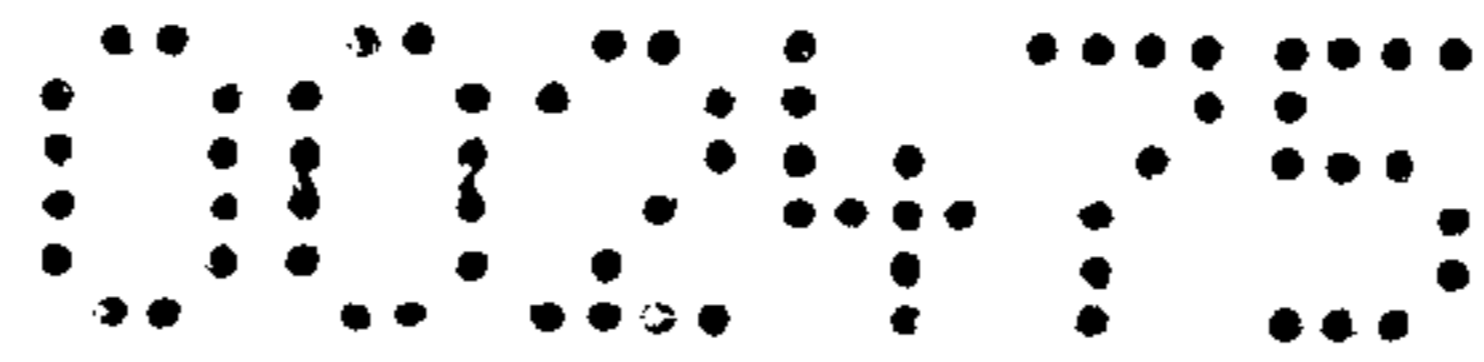
Auch die Pulsdauer der Spannungspulse kann angepasst werden, um den in der jeweiligen Phase zu erzielenden Effekt zu optimieren. Hierbei sieht eine bevorzugte Ausführungsform vor, dass die Pulsdauer der primärseitig aufgebrachten Spannungspulse in der ersten Phase größer gewählt wird als in der zweiten Phase.

Insbesondere kann die Pulsdauer der in der ersten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse wenigstens dem 1,5-fachen, bevorzugt wenigstens dem 2-fachen der Pulsdauer der in der zweiten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse entsprechen.

Insgesamt erlaubt es der Betrieb des Zündtransformators nach dem Flusswandlerprinzip die Parameter des Zündvorganges in der zweiten Phase genau zu regeln, wobei wenigstens ein Parameter ausgewählt aus Zündspannung, übertragene Zündleistung während des Funkenbrennens, Funkendauer und gesamte übertragene Zündenergie gemessen und eine Abweichung von einem entsprechenden Sollwert festgestellt wird und wobei die Abweichung durch Änderung der Pulsfrequenz und/oder des Tastverhältnisses der primärseitigen Spannungspulse reduziert oder eliminiert wird.

Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung einen Funkengenerator, der einen Zündtransformator mit einer Primärspule und einer Sekundärspule, wenigstens eine primärseitig angeordnete Gleichspannungsquelle, die über eine Schalteranordnung mit der Primärspule verbunden ist, und mit der Sekundärspule verbundene, die auszubildende Funkenstrecke begrenzende Elektroden umfasst, wobei weiters eine Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalter der Schalteranordnung derart vorgesehen ist, dass der Zündtransformator primärseitig mit Spannungspulsen aus der Gleichspannungsquelle beaufschlagbar ist, die sekundärseitig Zündspannungspulse erzeugen. Erfindungsgemäß ist die Steuereinrichtung ausgebildet, um die Spannungspulse derart zu erzeugen, dass der Zündtransformator in einer ersten Phase nach dem Sperrwandlerprinzip und in einer darauffolgenden zweiten Phase nach dem Flusswandlerprinzip betreibbar ist.

Bevorzugt ist die Schalteranordnung ausgebildet, um den Zündtransformator in der ersten Phase mit



aufeinanderfolgenden Spannungspulsen gleicher Polarität und in der zweiten Phase mit aufeinanderfolgenden Spannungspulsen wechselnder Polarität zu beaufschlagen. Alternativ können in der ersten Phase auch aufeinanderfolgende Spannungspulse wechselnder Polarität erzeugt werden, was jedoch weniger wirtschaftlich ist.

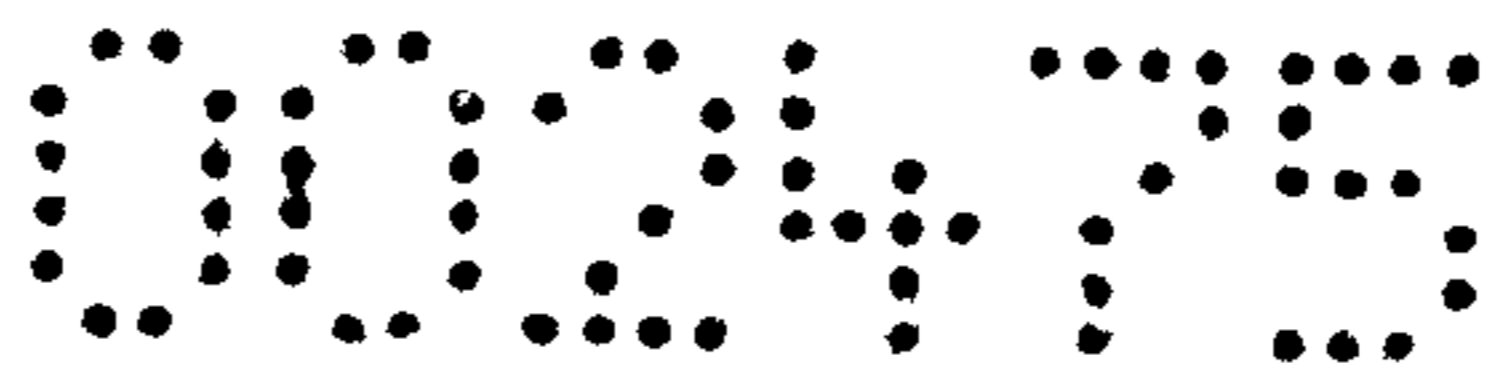
Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausbildung ist der Primärspule ein spannungsbegrenzendes Element zugeordnet, um die sich in der ersten Phase an der Primärspule in einer jeweils zwischen zwei Spannungspulsen liegenden Sperrphase des Zündtransformators aufbauende Spannung zu begrenzen. Das spannungsbegrenzende Element kann beispielsweise als Varistor ausgebildet sein, oder von wenigstens einer Z-Diode gebildet sein.

Insbesondere kann der Zündgenerator als Gegentaktflusswandler ausgebildet sein, besonders bevorzugt als Gegentaktflusswandler mit Vollbrückensteuerung.

Die Schalteranordnung umfasst zu diesem Zweck bevorzugt eine Schalterbrücke, deren Schaltern jeweils eine Freilaufdiode zugeordnet ist.

Es ist aber auch möglich eine Schalterbrücke zu vermeiden, dies erfordert jedoch das Vorsehen von zwei verschiedenen spannungsbegrenzenden Elementen.

Eine andere Möglichkeit zur Vermeidung einer Schaltervollbrücke liegt in der Anordnung von zwei Versorgungsspannungen statt einer einzigen Versorgungsspannung.



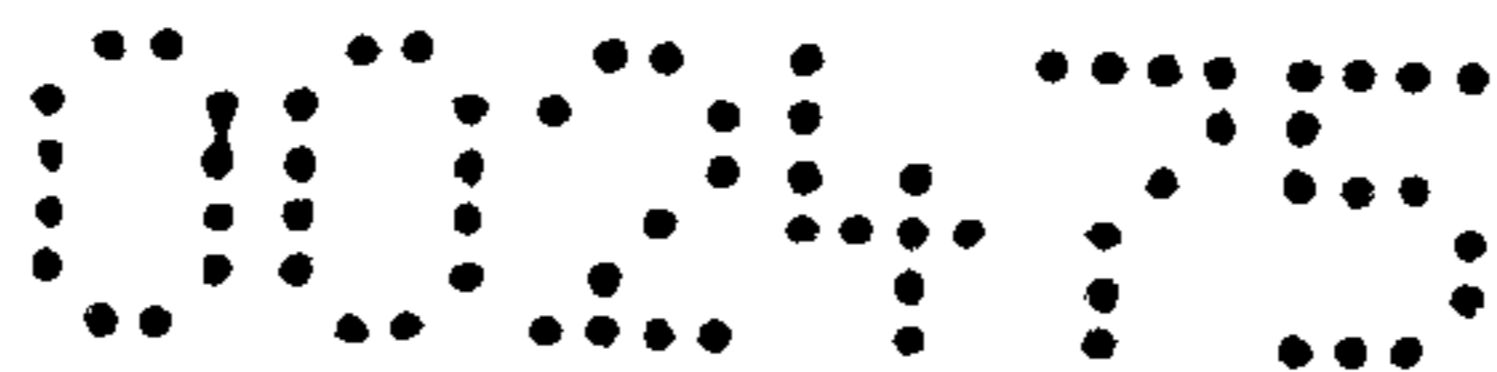
Was die Ansteuerung der Schalteranordnung zur Erzeugung von Spannungspulsen betrifft, bestehen - wie auch schon im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ausgeführt - verschiedene Möglichkeiten zur Beeinflussung der zündspezifischen Parameter.

Bevorzugt ist hierbei vorgesehen, dass die Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalteranordnung derart ausgebildet ist, dass die Frequenz der primärseitig aufgebrachten Spannungspulse in der ersten Phase geringer ist als in der zweiten Phase.

Weiters ist die Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalteranordnung bevorzugt derart ausgebildet, dass die Frequenz der in der ersten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse höchstens $3/2$, bevorzugt höchstens die Hälfte der Frequenz der in der zweiten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse beträgt.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist die Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalteranordnung derart ausgebildet, dass die Pulsdauer der primärseitig aufgebrachten Spannungspulse in der ersten Phase größer ist als in der zweiten Phase.

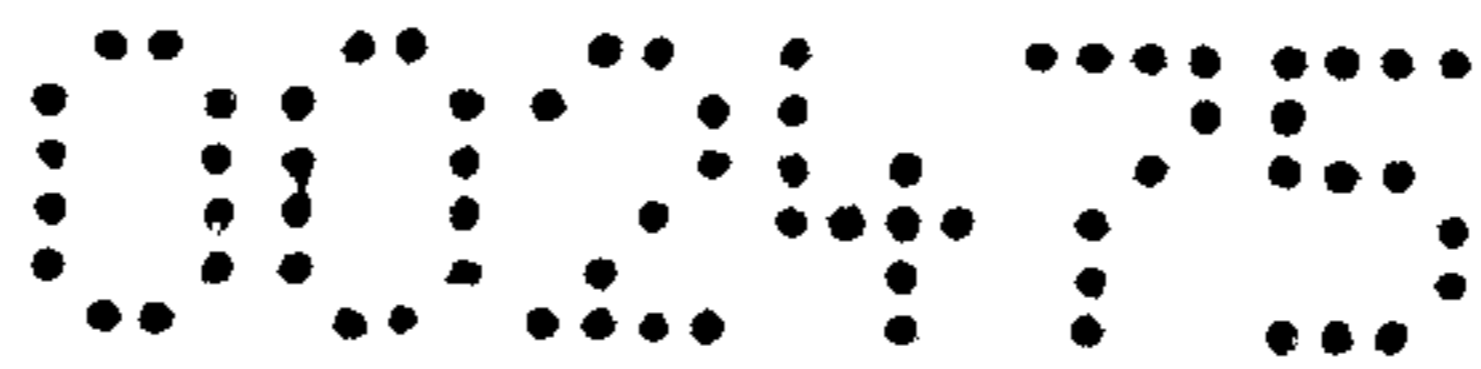
Insbesondere kann die Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalteranordnung derart ausgebildet sein, dass die Pulsdauer der in der ersten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse wenigstens dem 1,5-fachen, bevorzugt wenigstens dem 2-fachen der Pulsdauer der in der zweiten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse entspricht.



Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In dieser zeigen Fig. 1 und Fig. 2 Ausführungen nach dem Stand der Technik, Fig. 3 ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen Ausbildung eines Funkengenerators, Fig. 4 eine Darstellung der Abfolge von Schaltzuständen der Schalter der Schalteranordnung des Funkengenerators der Fig. 3, Fig. 5 einen Schaltplan einer abgewandelten Ausführung des Funkengenerators und Fig. 6 einen Schaltplan einer weiteren abgewandelten Ausführung des Funkengenerators.

Bezüglich der Erläuterung der Fig. 1 und 2 wird auf den einleitenden Abschnitt der Anmeldung verwiesen.

Fig. 3 zeigt eine Schaltung mit einer Gleichspannungsquelle 1 und einem Zündtransformator 2, der eine Primärspule 3 und eine Sekundärspule 4 umfasst. Die Sekundärspule 4 weist ein Vielfaches der Wicklungen der Primärspule 3 auf, um sekundärseitig eine Zündspannung im kV-Bereich zu erzeugen. Die Sekundärspule 4 ist mit Elektroden 5 verbunden, zwischen denen eine Funkenstrecke 6 auszubilden ist. Die Gleichspannungsquelle 1 ist über eine Schalteranordnung 10 an die Primärspule 3 angeschlossen. Die Primärspule 3 kann hierbei durch Ansteuern der Schalteranordnung 10 mit Spannungspulsen aus der Gleichspannungsquelle 1 beaufschlagt werden. Die Schalteranordnung 10 ist als Vollbrücke umfassend die Schalter S1, S2, S3 und S4 ausgebildet, wobei sich die Primärwicklung 3 des Zündtransformators 2 zwischen zwei Halbbrücken der Schalterbrücke befindet und daher in wechselnder Polarität an die Gleichspannungsquelle 1 geschaltet werden kann. Parallel zur Primärspule 3 ist weiters ein



spannungsbegrenzendes Element 9, im vorliegenden Fall ein Varistor, angeordnet. Zwischen den Schaltern S1 und S2 ist auf Seite des Pluspols der Gleichspannungsquelle 1 ein weiterer Schalter S5 mit einer zugeordneten Freilaufdiode 12 angeordnet.

Das Diagramm gemäß Fig. 4 zeigt den Ablauf der Schalterstellungen der Schalter S1, S2, S3, S4 und S5. Die erste Phase ist mit 13 bezeichnet und umfasst die beiden ersten Pulse, die bei geöffnetem Schalter S1 durch zweimaliges Öffnen und Schließen des Schalters S3 erzeugt werden. In dieser ersten Phase wird der Zündtransformator nach dem Sperrwandlerprinzip zur Erzeugung von Hochspannungsspitzen zwischen den Elektroden 5 betrieben. In der Primärinduktivität wird über die Schalter S1 und S3 ein Stromanstieg produziert. Durch das Ausschalten des Schalters S3 wird eine Spannungsspitze generiert, die durch den Varistor 9 limitiert und auf die Sekundärseite übertragen wird. Der Schalter S5 muss während der Generation der Hochspannungsspitzen für die Zündung ausgeschaltet sein und übernimmt daher so wie der Schalter S3 die Isolation der Hochspannung gegenüber den anderen Kleinspannungspotentialen. Die maximale Spannung an den Schaltern S1, S2 und S4 ist im Wesentlichen durch die Versorgungsspannung der Gleichspannungsquelle 1 gegeben.

Danach wird die Schalterbrücke in der zweiten Phase 14 als Flusswandler weiter betrieben, indem die Schalter S1 und S3 sowie S2 und S4 alternierend ein- und ausgeschaltet werden, während der Schalter S5 geschlossen ist, sodass abwechselnd Spannungspulse unterschiedlicher Polarität an die Primärspule 3 angelegt werden. Dabei sind die jeweiligen Einschaltzeiten bevorzugt gleich lange gewählt, da sich

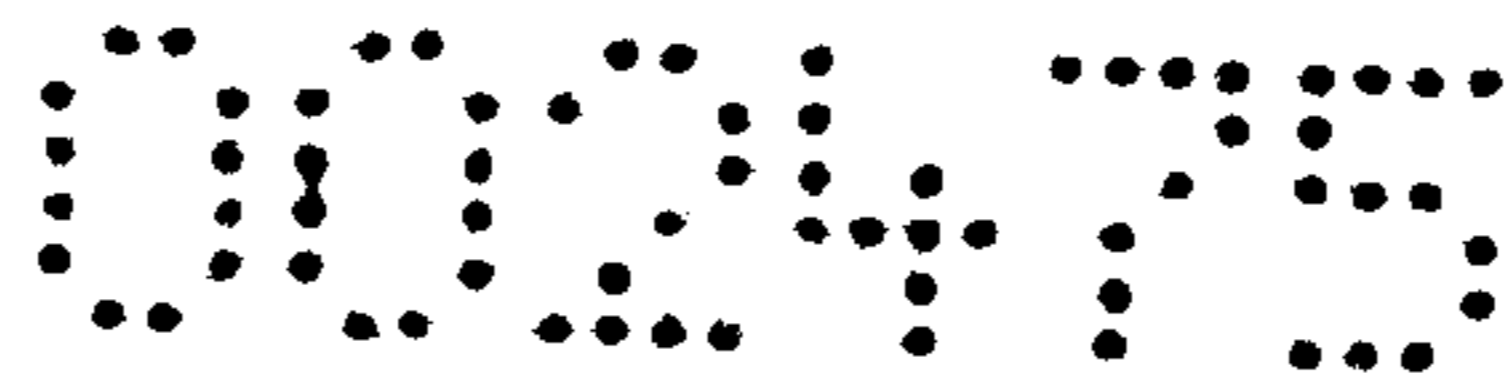
andernfalls im Zündtransformator ein Gleichfeld ausbildet, das den Transformator kern in die Sättigung führen kann. Weiter ist ein überlappendes Schalten der Schalter S1/S3 und S2/S4 zu vermeiden, da dies einen Kurzschluss verursachen würde.

Die maximale Spannungsspitze wird grundsätzlich von der Spannung am Varistor 9 und dem Übersetzungsverhältnis des Zündtransformators 2 bestimmt. In der Praxis spielen aber auch die Kapazitäten des Zündtransformators 2 und der Elektroden 5 eine entscheidende Rolle. Mit Hilfe der Pulsdauer der Spannungspulse können diese und andere Effekte weitgehend berücksichtigt bzw. ausgeglichen werden.

Die übertragene Leistung nach der Zündung kann über die Pulsfrequenz und das Tastverhältnis (Einschaltzeit/Periode) unabhängig von der Zündspannung eingestellt werden. Mit Hilfe der beiden Parameter können vor allem Toleranzen im Transformator betreffend das Übersetzungsverhältnis und die Streuinduktivitäten kompensiert werden.

Der Begriff „Schalter“ umfasst im Rahmen der vorliegenden Erfindung jegliche Ausbildungen von Schaltelementen, einschließlich elektronischer Schaltelemente, wie z.B. bipolare Transistoren, FETs, IGBTs, Thyristoren und dgl.

Vor allem an die Schalter S3 und S5 sind im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 die Anforderungen betreffend hoher Sperrspannungen und geringer Kapazitäten besonders hoch. Daher ist es in einigen Anwendungen bevorzugt, dass an anstatt eines einzelnen Schalters unterschiedliche Schalter in Serie bzw. bei hohen Strömen auch parallel geschaltet werden.



Als spannungsbegrenzendes Element kann jegliches Bauteil verwendet werden, welches eine spannungsbegrenzende Wirkung aufweist. Es kann ein Varistor oder alternativ wenigstens eine Z-Diode zum Einsatz gelangen. Insbesondere kann die Verwendung von entsprechenden Z-Dioden während des Ausschaltens des Schalters S3 zu wesentlich konstanteren Spannungen mit einer geringeren Neigung zu Überspannungen führen.

Was die Ausführung des Zündtransformators betrifft, können alle angeführte Schaltungs- und Ausführungsvarianten auch mit einem Autotransformer (Spartransformator) ausgestattet werden.

Die in Fig. 3 dargestellte Schaltung stellt lediglich eine von mehreren denkbaren Ausführungsformen dar. Insbesondere stellt das Schaltungsbeispiel gemäß Fig. 3 eine symmetrische Ansteuerung des Zündtransformators 2 mit einer einzigen Gleichspannungsquelle 1 für die Versorgung dar. Grundsätzlich kann die gleiche oder eine ähnliche Funktion auch mit asymmetrischen Anordnungen erreicht werden, indem z.B. das spannungsbegrenzende Element 9 auf einer Seite an das Massepotential bzw. an die Versorgungsspannung angeschlossen wird.

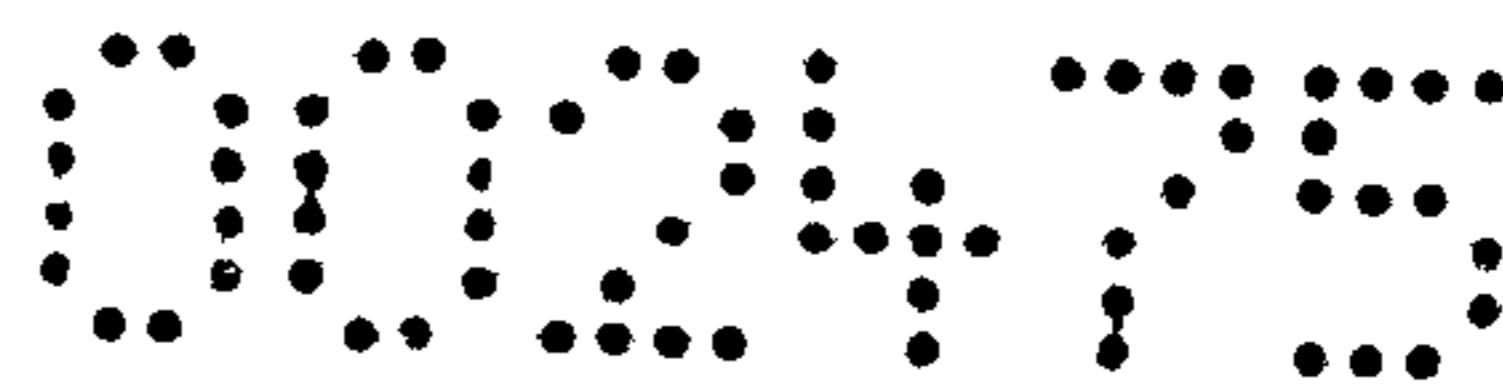
In einer weiteren alternativen Ausführungsform ist es grundsätzlich auch möglich, die Schalterbrücke zu umgehen, indem man zwei verschiedene spannungsbegrenzende Elemente einsetzt, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist. Dies führt zwar zu einer Reduktion der Komponenten, hat aber zur Folge, dass die Effizienz durch die Verluste (vor allem an D3) verringert wird. In diesem Ausführungsbeispiel sind als

000475

17

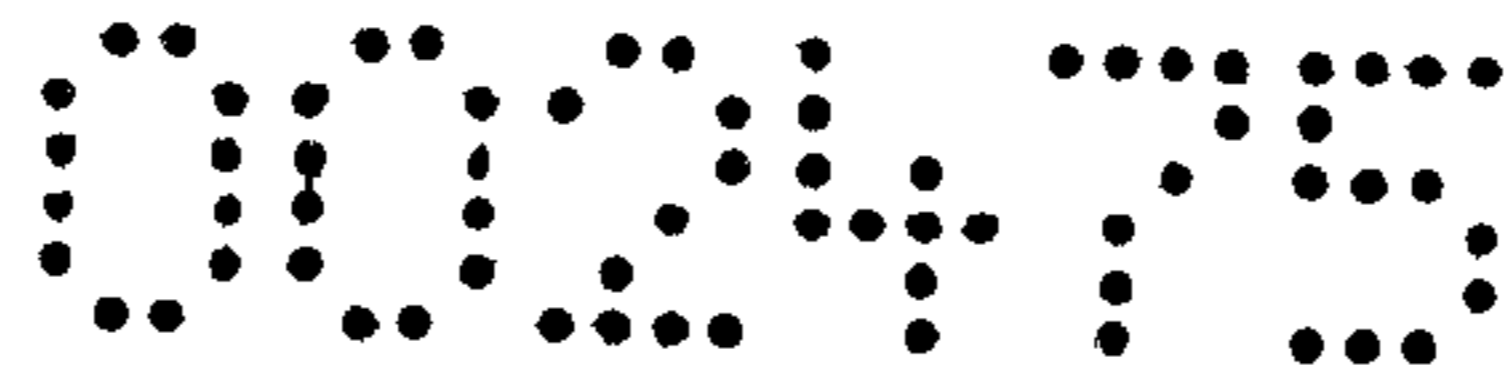
spannungsbegrenzende Elemente Z-Dioden D1, D2 und D3 eingesetzt.

In einer weiteren alternativen Ausführungsform kann die Vollbrücke der Schalter auch umgangen werden, indem man zwei Versorgungsspannungen 1 und $1'$ verwendet, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist. Damit kann die Anzahl der elektronischen Komponenten für die Schaltung reduziert werden, ohne die Effizienz der Leistungsübertragung zu reduzieren.

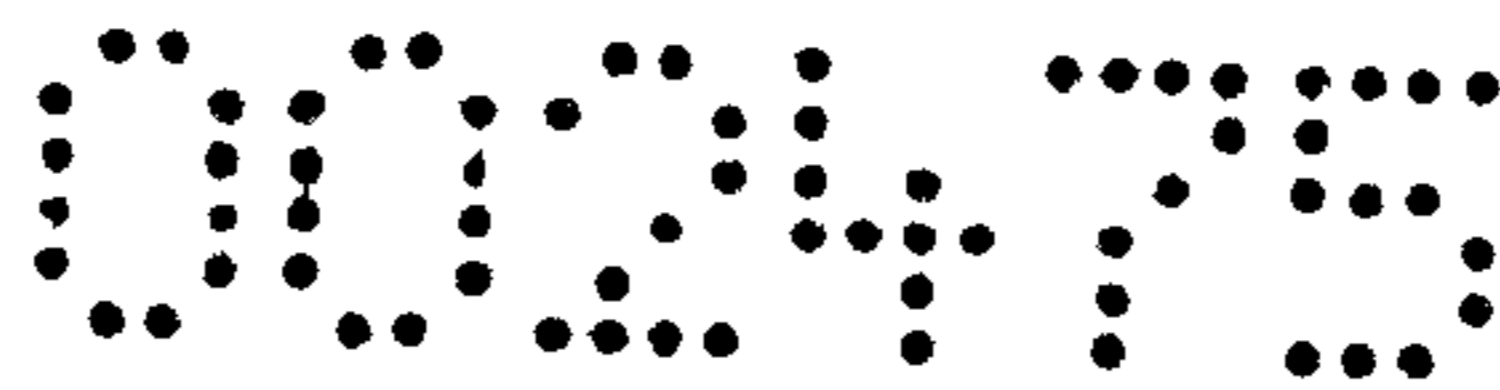


Patentansprüche:

1. Verfahren zur Ausbildung eines Funkens über eine Funkenstrecke, insbesondere für die Entflammung einer brennbaren Flüssigkeit zur Messung von deren Flammpunkt, mit Hilfe eines einen Zündtransformator (2) aufweisenden Funkengenerators, der auf der Primärseite des Zündtransformators (2) wenigstens eine Gleichspannungsquelle (1) und auf der Sekundärseite des Zündtransformators (2) zwei die auszubildende Funkenstrecke (6) begrenzende Elektroden (5) umfasst, wobei der Zündtransformator (2) primärseitig mit Spannungspulsen aus der Gleichspannungsquelle (1) beaufschlagt wird, die sekundärseitig Zündspannungspulse erzeugen, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündtransformator (2) in einer ersten Phase nach dem Sperrwandlerprinzip und in einer darauffolgenden zweiten Phase nach dem Flusswandlerprinzip betrieben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündtransformator (2) in der ersten Phase mit aufeinanderfolgenden Spannungspulsen gleicher Polarität beaufschlagt wird und dass der Zündtransformator (2) in der zweiten Phase mit aufeinanderfolgenden Spannungspulsen wechselnder Polarität beaufschlagt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die sich in der ersten Phase an einer Primärspule des Zündtransformators (2) in einer jeweils zwischen zwei Spannungspulsen liegenden Sperrphase des Zündtransformators (2) aufbauende Spannung durch ein spannungsbegrenzendes Element (9) begrenzt wird.



4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündgenerator (2) zur Erzeugung der primärseitigen Spannungspulse wechselnder Polarität als Gegentaktflusswandler ausgebildet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz der primärseitig aufgebrachten Spannungspulse in der ersten Phase unterschiedlich, bevorzugt geringer gewählt wird als in der zweiten Phase.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz der in der ersten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse höchstens $3/2$, bevorzugt höchstens die Hälfte der Frequenz der in der zweiten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse beträgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulsdauer der primärseitig aufgebrachten Spannungspulse in der ersten Phase größer gewählt wird als in der zweiten Phase.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulsdauer der in der ersten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse wenigstens dem 1,5-fachen, bevorzugt wenigstens dem 2-fachen der Pulsdauer der in der zweiten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse entspricht.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die in der zweiten Phase über die Funkenstrecke übertragene Leistung durch Variation der

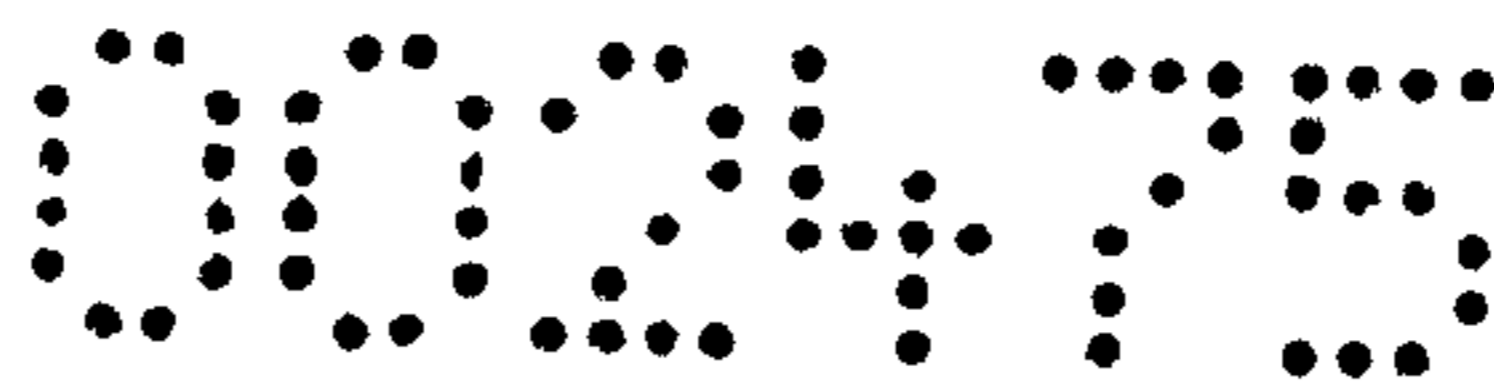


Pulsfrequenz und/oder des Tastverhältnisses der primärseitigen Spannungspulse eingestellt wird.

10. Funkengenerator zur Ausbildung eines Funkens über eine Funkenstrecke, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, umfassend einen Zündtransformator (2) mit einer Primärspule (3) und einer Sekundärspule (4), wenigstens eine primärseitig angeordnete Gleichspannungsquelle (1), die über eine Schalteranordnung (10) mit der Primärspule (3) verbunden ist, und mit der Sekundärspule (4) verbundene, die auszubildende Funkenstrecke (6) begrenzende Elektroden (5), wobei weiters eine Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalter (S1, S2, S3, S4, S5) der Schalteranordnung (10) derart vorgesehen ist, dass der Zündtransformator (2) primärseitig mit Spannungspulsen aus der Gleichspannungsquelle (1) beaufschlagbar ist, die sekundärseitig Zündspannungspulse erzeugen, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung ausgebildet ist, um die Spannungspulse derart zu erzeugen, dass der Zündtransformator (2) in einer ersten Phase nach dem Sperrwandlerprinzip und in einer darauffolgenden zweiten Phase nach dem Flusswandlerprinzip betreibbar ist.

11. Funkengenerator nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalteranordnung (10) ausgebildet ist, um den Zündtransformator (2) in der ersten Phase mit aufeinanderfolgenden Spannungspulsen gleicher Polarität in der zweiten Phase mit aufeinanderfolgenden Spannungspulsen wechselnder Polarität zu beaufschlagen.

12. Funkengenerator nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Primärspule (3) ein



spannungsbegrenzendes Element (9) zugeordnet ist, um die sich in der ersten Phase an der Primärspule (3) in einer jeweils zwischen zwei Spannungspulsen liegenden Sperrphase des Zündtransformators (2) aufbauende Spannung zu begrenzen.

13. Funkengenerator nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündgenerator als Gegentaktflusswandler ausgebildet ist.

14. Funkengenerator nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündgenerator als Gegentaktflusswandler mit Vollbrückensteuerung ausgebildet ist.

15. Funkengenerator nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalteranordnung (10) eine Schalterbrücke umfasst, deren Schaltern (S1, S2, S3, S4) jeweils eine Freilaufdiode (8) zugeordnet ist.

16. Funkengenerator nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass ergänzend zu den für die Erzeugung der Spannungspulse vorgesehenen Schaltern (S1, S2, S3, S4) der Schalteranordnung (10) ein weiterer Schalter (S5) vorgesehen ist, der die Primärspule (3) in der ersten Phase zwischen zwei Spannungsimpulsen von der Gleichspannungsquelle (1) trennt.

17. Funkengenerator nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalteranordnung (10) derart ausgebildet ist, dass die Frequenz der primärseitig aufgebrachten

Spannungspulse in der ersten Phase geringer ist als in der zweiten Phase.

18. Funkengenerator nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalteranordnung (10) derart ausgebildet ist, dass die Frequenz der in der ersten Phase primärseitig aufgeführten Spannungspulse höchstens $3/2$, bevorzugt höchstens die Hälfte der Frequenz der in der zweiten Phase primärseitig aufgeführten Spannungspulse beträgt.

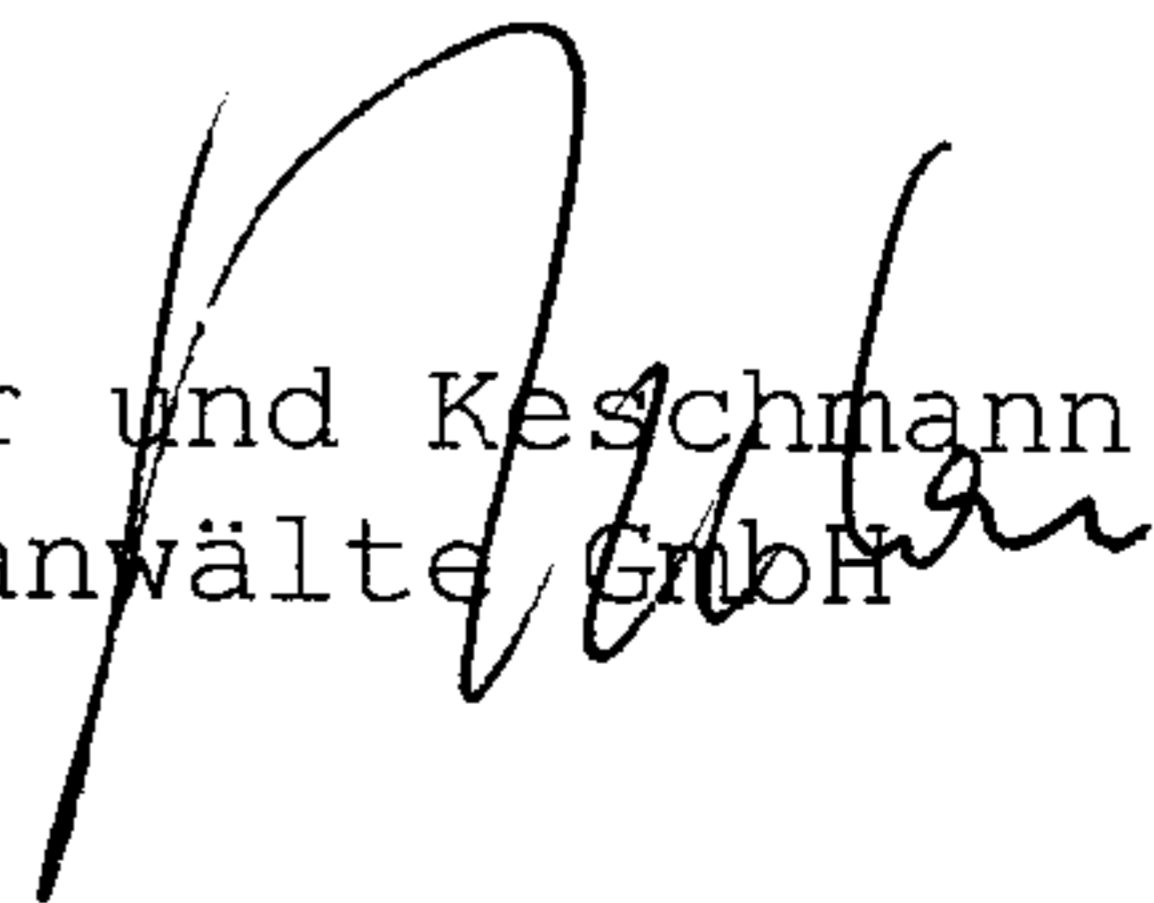
19. Funkengenerator nach einem der Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalteranordnung (10) derart ausgebildet ist, dass die Pulsdauer der primärseitig aufgeführten Spannungspulse in der ersten Phase größer ist als in der zweiten Phase.

20. Funkengenerator nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalteranordnung (10) derart ausgebildet ist, dass die Pulsdauer der in der ersten Phase primärseitig aufgeführten Spannungspulse wenigstens dem 1,5-fachen, bevorzugt wenigstens dem 2-fachen der Pulsdauer der in der zweiten Phase primärseitig aufgeführten Spannungspulse entspricht.

Wien, am 23. Mai 2019

Anmelder
durch:

Haffner und Keschmann
Patentanwälte GmbH



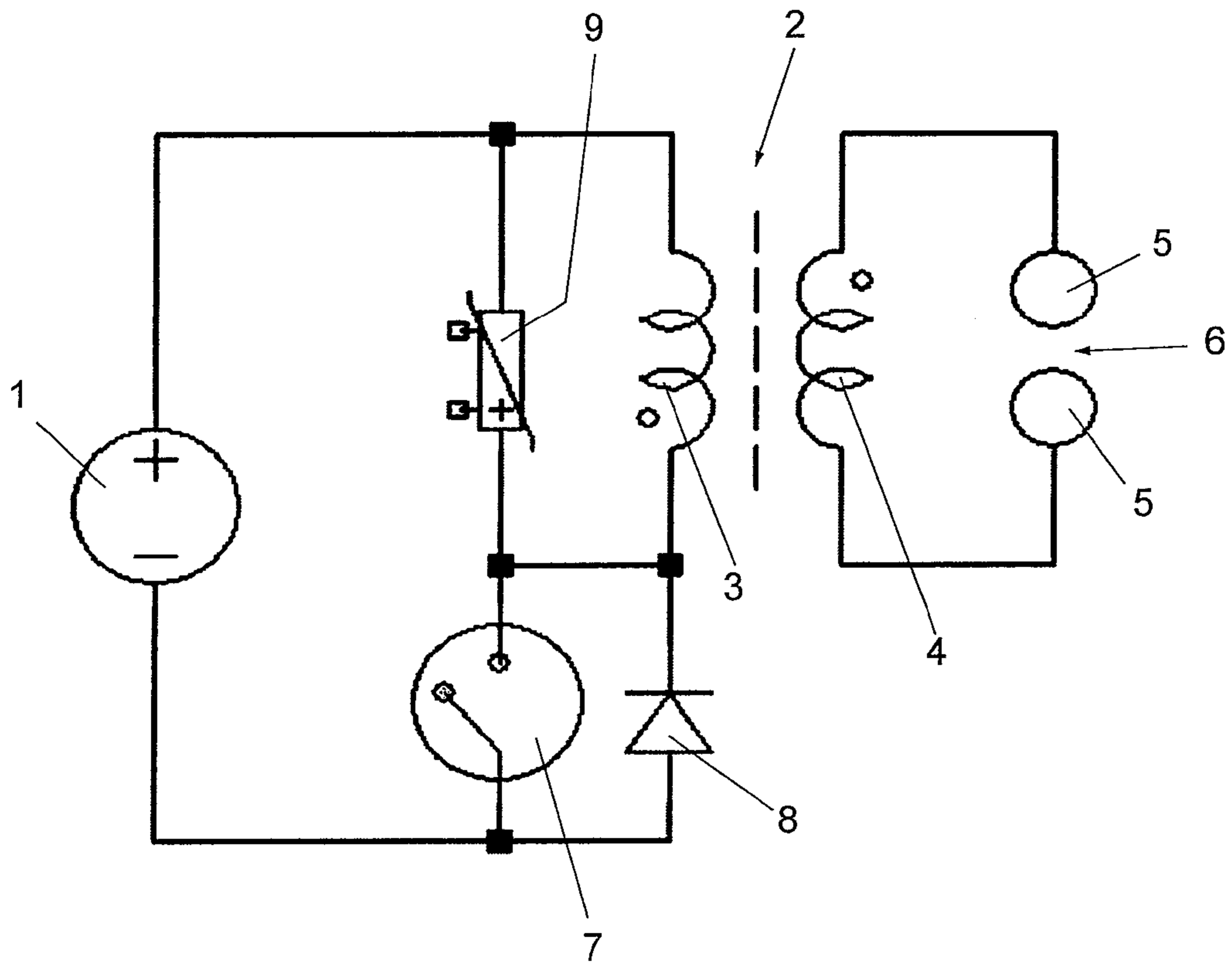


Fig. 1

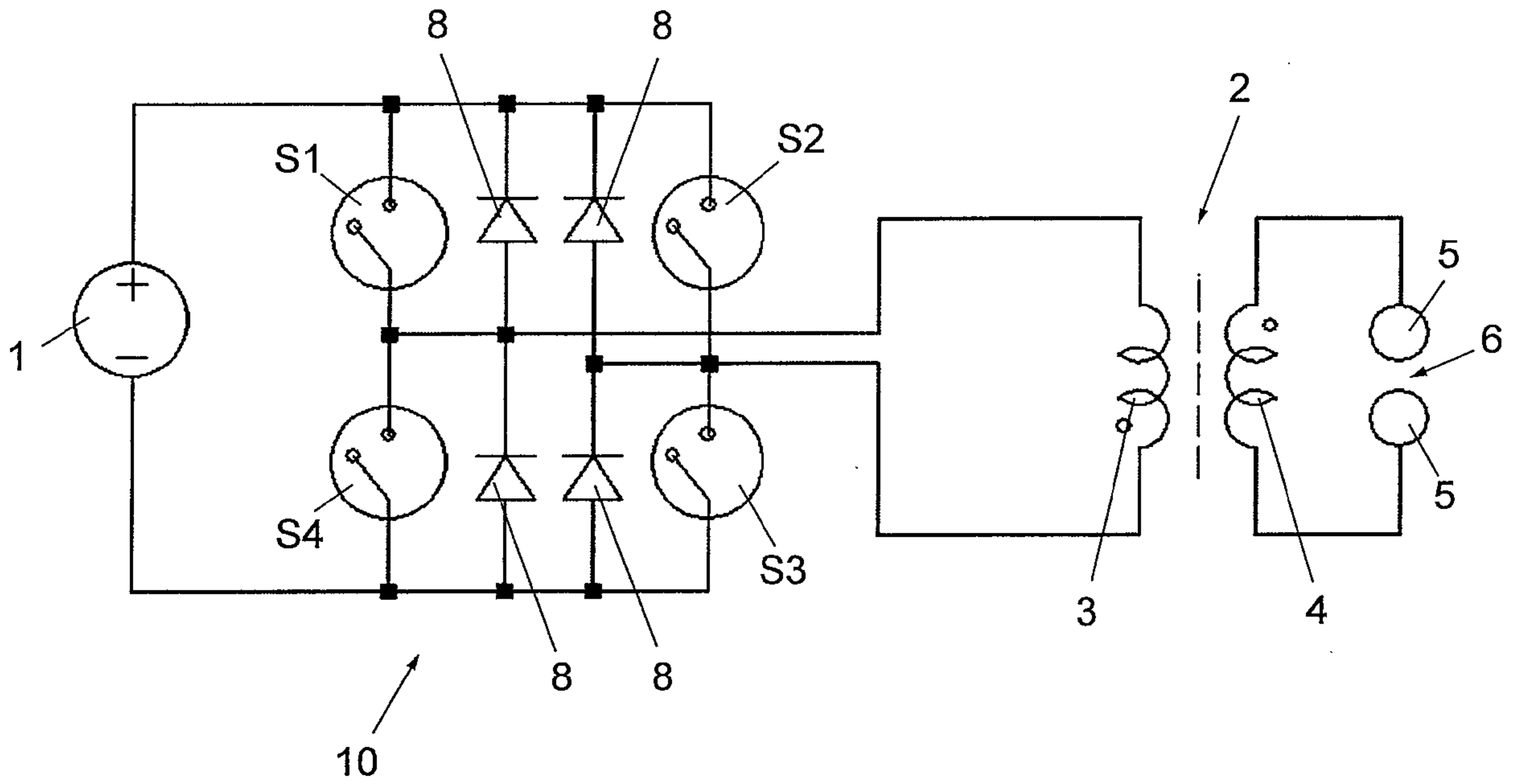


Fig. 2

00475

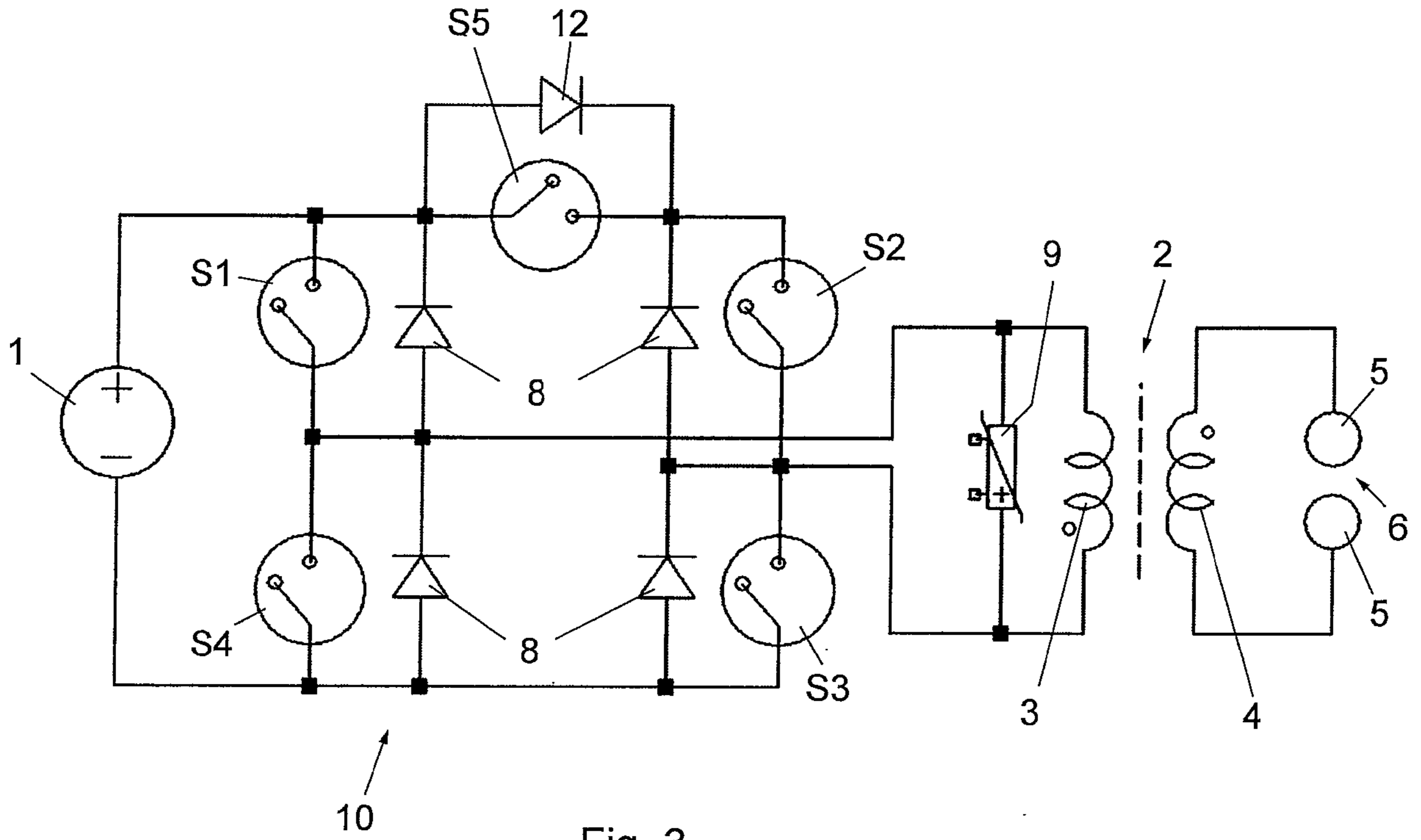


Fig. 3

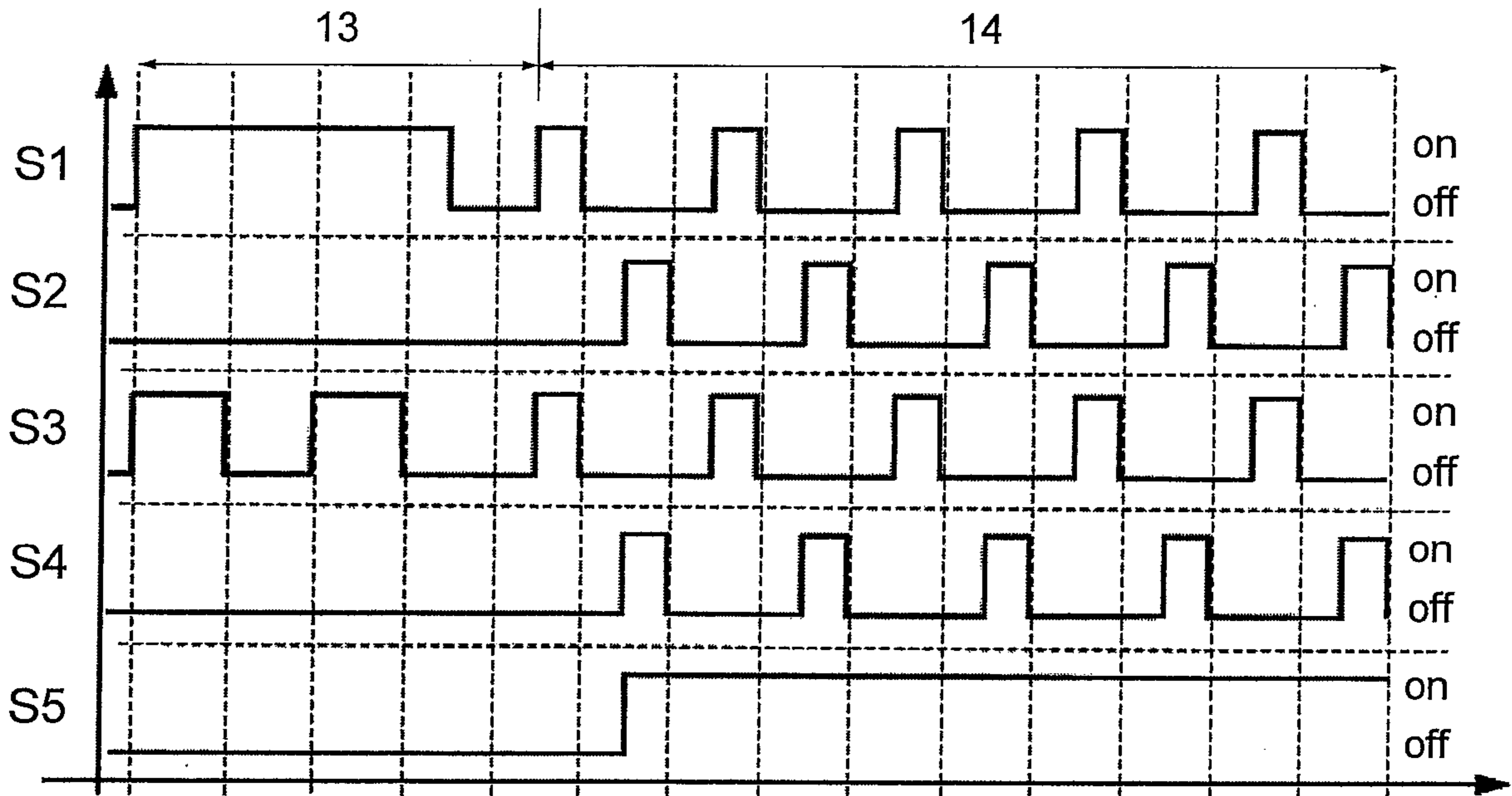


Fig. 4

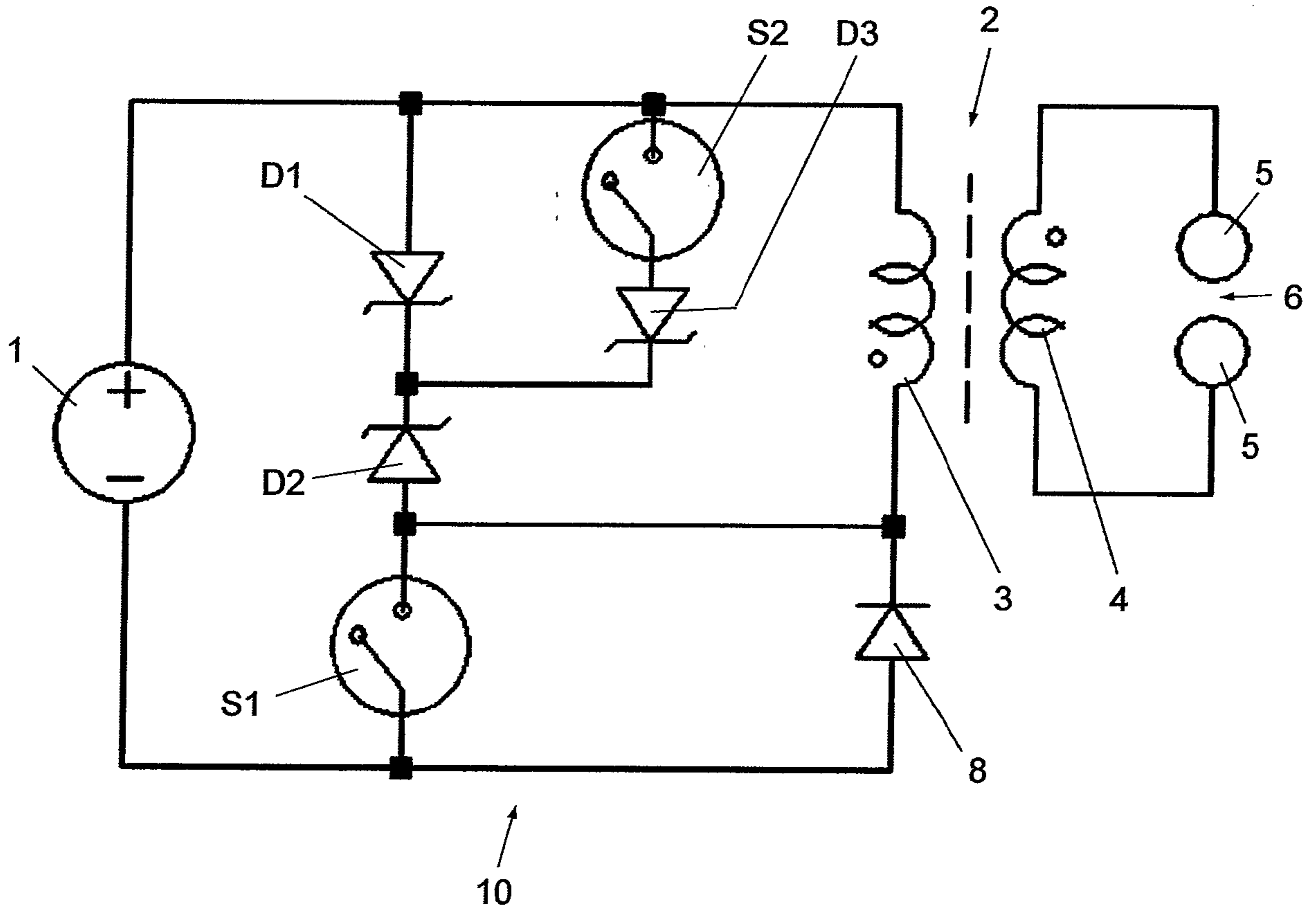


Fig. 5

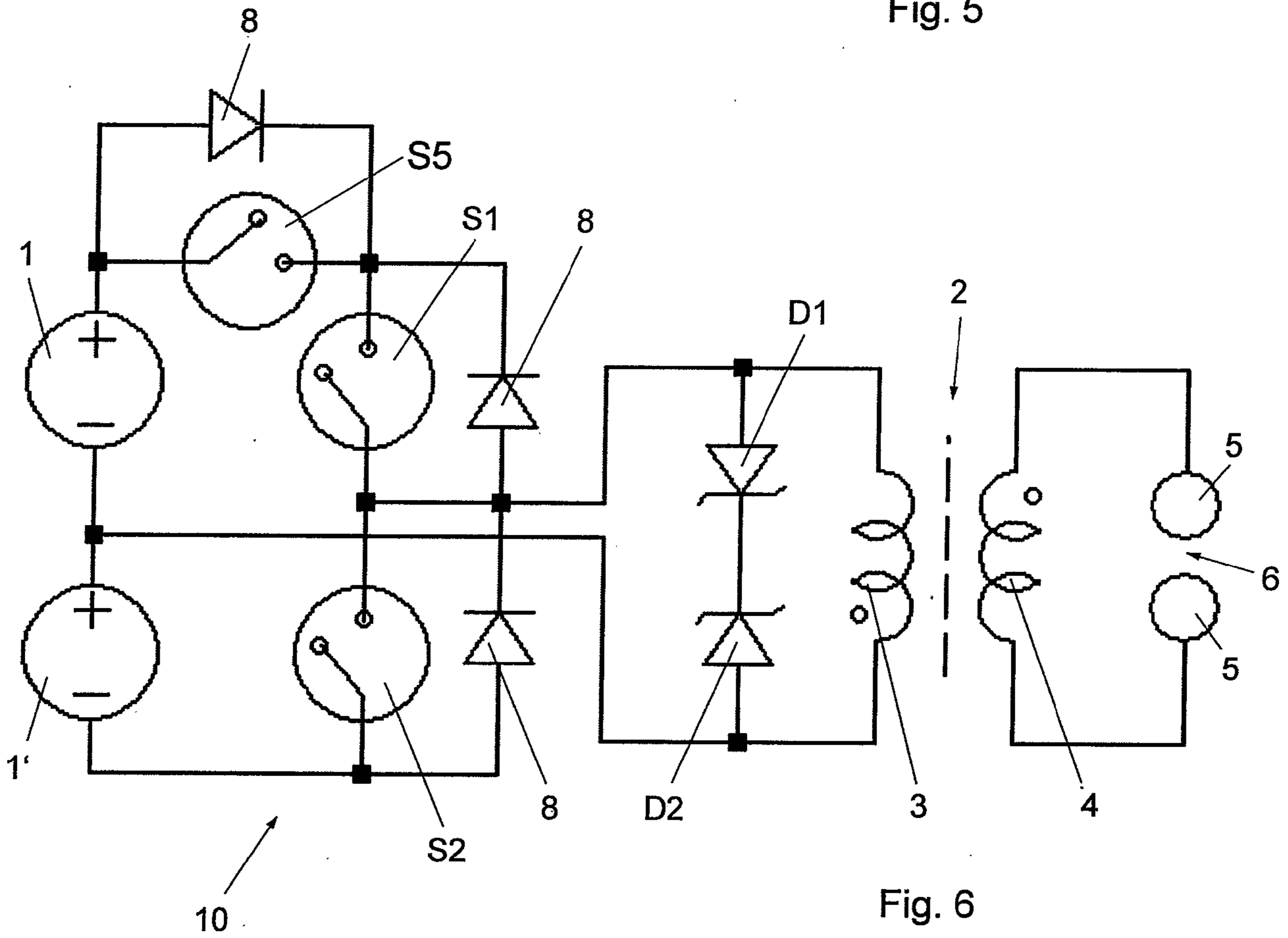


Fig. 6

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: H01T 15/00 (2006.01); F02P 15/10 (2006.01)				
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC: H01T 15/00 (2013.01); F02P 15/10 (2013.01)				
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H01T, F02P				
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC WPI TXT				
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 23.05.2019 eingereichten Ansprüchen 1-20 erstellt.				
Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch		
X	DE 2547397 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 05. Mai 1977 (05.05.1977) Fig. 4 und Beschreibung	1, 10		
Y	detto	2-9, 11-20		
X	DE 102008042830 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15. April 2010 (15.04.2010) Fig. 1 und Beschreibung	1, 10		
Y	DE 10121993 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 14. November 2002 (14.11.2002) Fig. 2 und Beschreibung	2-9, 11-20		
Datum der Beendigung der Recherche: 22.11.2019		Seite 1 von 1		
		Prüfer(in): SCHLECHTER Burkhard		
^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente: <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „älteres Recht“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist. </td> </tr> </table>			X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „ älteres Recht “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.
X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „ älteres Recht “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.			

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Ausbildung eines Funkens über eine Funkenstrecke, insbesondere für die Entflammung einer brennbaren Flüssigkeit zur Messung von deren Flammpunkt, mit Hilfe eines einen Zündtransformator (2) aufweisenden Funkengenerators, der auf der Primärseite des Zündtransformators (2) wenigstens eine Gleichspannungsquelle (1) und auf der Sekundärseite des Zündtransformators (2) zwei die auszubildende Funkenstrecke (6) begrenzende Elektroden (5) umfasst, wobei der Zündtransformator (2) primärseitig mit Spannungspulsen aus der Gleichspannungsquelle (1) beaufschlagt wird, die sekundärseitig Zündspannungspulse erzeugen, wobei der Zündtransformator (2) in einer ersten Phase nach dem Sperrwandlerprinzip und in einer darauffolgenden zweiten Phase nach dem Flusswandlerprinzip betrieben wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündtransformator (2) in der ersten Phase mit aufeinanderfolgenden Spannungspulsen gleicher Polarität beaufschlagt wird und dass der Zündtransformator (2) in der zweiten Phase mit aufeinanderfolgenden Spannungspulsen wechselnder Polarität beaufschlagt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die sich in der ersten Phase an einer Primärspule des Zündtransformators (2) in einer jeweils zwischen zwei Spannungspulsen liegenden Sperrphase des Zündtransformators (2) aufbauende Spannung durch ein spannungsbegrenzendes Element (9) begrenzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündgenerator (2) zur Erzeugung

der primärseitigen Spannungspulse wechselnder Polarität als Gegentaktflusswandler ausgebildet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz der primärseitig aufgebrauchten Spannungspulse in der ersten Phase unterschiedlich, bevorzugt geringer gewählt wird als in der zweiten Phase.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz der in der ersten Phase primärseitig aufgebrauchten Spannungspulse höchstens $3/2$, bevorzugt höchstens die Hälfte der Frequenz der in der zweiten Phase primärseitig aufgebrauchten Spannungspulse beträgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulsdauer der primärseitig aufgebrauchten Spannungspulse in der ersten Phase größer gewählt wird als in der zweiten Phase.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulsdauer der in der ersten Phase primärseitig aufgebrauchten Spannungspulse wenigstens dem 1,5-fachen, bevorzugt wenigstens dem 2-fachen der Pulsdauer der in der zweiten Phase primärseitig aufgebrauchten Spannungspulse entspricht.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die in der zweiten Phase über die Funkenstrecke übertragene Leistung durch Variation der Pulsfrequenz und/oder des Tastverhältnisses der primärseitigen Spannungspulse eingestellt wird.

9. Funkengenerator zur Ausbildung eines Funkens über eine Funkenstrecke, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend einen Zündtransformator (2) mit einer Primärspule (3) und einer Sekundärspule (4), wenigstens eine primärseitig angeordnete Gleichspannungsquelle (1), die über eine Schalteranordnung (10) mit der Primärspule (3) verbunden ist, und mit der Sekundärspule (4) verbundene, die auszubildende Funkenstrecke (6) begrenzende Elektroden (5), wobei weiters eine Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalter (S1, S2, S3, S4, S5) der Schalteranordnung (10) derart vorgesehen ist, dass der Zündtransformator (2) primärseitig mit Spannungspulsen aus der Gleichspannungsquelle (1) beaufschlagbar ist, die sekundärseitig Zündspannungspulse erzeugen, wobei die Steuereinrichtung ausgebildet ist, um die Spannungspulse derart zu erzeugen, dass der Zündtransformator (2) in einer ersten Phase nach dem Sperrwandlerprinzip und in einer darauffolgenden zweiten Phase nach dem Flusswandlerprinzip betreibbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalteranordnung (10) ausgebildet ist, um den Zündtransformator (2) in der ersten Phase mit aufeinanderfolgenden Spannungspulsen gleicher Polarität in der zweiten Phase mit aufeinanderfolgenden Spannungspulsen wechselnder Polarität zu beaufschlagen.

10. Funkengenerator nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Primärspule (3) ein spannungsbegrenzendes Element (9) zugeordnet ist, um die sich in der ersten Phase an der Primärspule (3) in einer jeweils zwischen zwei Spannungspulsen liegenden Sperrphase des Zündtransformators (2) aufbauende Spannung zu begrenzen.

11. Funkengenerator nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündgenerator als Gegentaktflusswandler ausgebildet ist.
12. Funkengenerator nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündgenerator als Gegentaktflusswandler mit Vollbrückensteuerung ausgebildet ist.
13. Funkengenerator nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalteranordnung (10) eine Schalterbrücke umfasst, deren Schaltern (S1, S2, S3, S4) jeweils eine Freilaufdiode (8) zugeordnet ist.
14. Funkengenerator nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass ergänzend zu den für die Erzeugung der Spannungspulse vorgesehenen Schaltern (S1, S2, S3, S4) der Schalteranordnung (10) ein weiterer Schalter (S5) vorgesehen ist, der die Primärspule (3) in der ersten Phase zwischen zwei Spannungsimpulsen von der Gleichspannungsquelle (1) trennt.
15. Funkengenerator nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalteranordnung (10) derart ausgebildet ist, dass die Frequenz der primärseitig aufgebrachten Spannungspulse in der ersten Phase geringer ist als in der zweiten Phase.
16. Funkengenerator nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalteranordnung (10) derart ausgebildet ist, dass die


Frequenz der in der ersten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse höchstens $3/2$, bevorzugt höchstens die Hälfte der Frequenz der in der zweiten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse beträgt.

17. Funkengenerator nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalteranordnung (10) derart ausgebildet ist, dass die Pulsdauer der primärseitig aufgebrachten Spannungspulse in der ersten Phase größer ist als in der zweiten Phase.

18. Funkengenerator nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Schalteranordnung (10) derart ausgebildet ist, dass die Pulsdauer der in der ersten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse wenigstens dem 1,5-fachen, bevorzugt wenigstens dem 2-fachen der Pulsdauer der in der zweiten Phase primärseitig aufgebrachten Spannungspulse entspricht.

Wien, am 2. April 2020

Anmelder
durch:



Hafner und Keschmann
Patentanwälte GmbH