

(19)

österreichisches
patentamt

(10)

AT 413 867 B 2006-06-15

(12)

Patentschrift

- (21) Anmeldenummer: A 750/2002 (51) Int. Cl.⁷: F02P 3/08
(22) Anmeldetag: 2002-05-16
(42) Beginn der Patentdauer: 2005-10-15
(45) Ausgabetag: 2006-06-15

(30) Priorität:
17.05.2001 US 291808 beansprucht.
(56) Entgegenhaltungen:
GB 2043166A US 4892080A

(73) Patentinhaber:
ALTRONIC, INC.
44420 GIRARD (US).

(54) KAPAZITIVES ENTLADUNGSZÜNDUNGSSYSTEM FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR

(57) Ein kapazitives Entladungszündungssystem für einen Verbrennungsmotor umfaßt einen mit einer Diode in Reihe geschalteten Speicherkondensator, einen aus Primär- und Sekundärwindungen bestehenden Umformtransformator, dessen Sekundärwindungen mit dem Ladekondensator und der Diode in Reihe geschaltet sind, einen an den Speicher- kondensator angeschlossenen Zündtransformator mit Primär- und Sekundärwindungen, einen ersten triggerbaren Schalter (S1) zwischen den Primärwindungen des Zündtransformators und dem Speicher- kondensator, eine mit den Sekundärwindungen des Zündtransformators in Reihe geschaltete Zündkerze und eine Einrichtung zur motorsynchronen Steue- rung des ersten und des zweiten triggerbaren Schal- ters, wobei die Einrichtung den zweiten Schalter bei geöffnetem ersten Schalter nach einem zeitlichen Schließintervall zum Laden des Ladekondensators öffnet und zur Verlängerung des Stromflusses durch die Sekundärwindungen des Zündtransformators nach einem die Primärseite des Zündtransformators mit dem Ladekondensator verbindenden Schließen des ersten Schalters wiederholt betätigt.

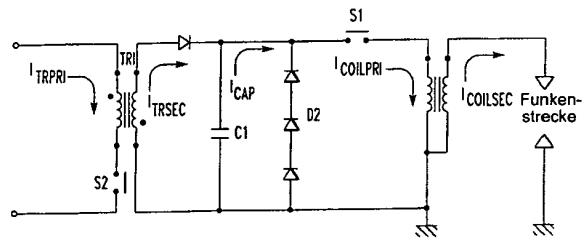


FIG.1

Die Erfindung betrifft ein Kapazitives Entladungszündungssystem für einen Verbrennungsmotor mit einem mit einer Diode in Reihe geschalteten Speicher kondensator, mit einem aus Primär- und Sekundärwindungen bestehenden Umformtransformator, dessen Sekundärwindungen mit dem Ladekondensator und der Diode in Reihe geschaltet sind, mit einem an den Speicher kondensator angeschlossenen Zündtransformator mit Primär- und Sekundärwindungen, mit einem ersten triggerbaren Schalter zwischen den Primärwindungen des Zündtransformators und dem Speicher kondensator, mit einer mit den Sekundärwindungen des Zündtransformators in Reihe geschaltete Zündkerze, mit einer an die Reihenschaltung der Primärseite des Umformtransformators und eines zweiten triggerbaren Schalters angeschlossenen Gleichstromquelle und mit einer Einrichtung zur motorsynchronen Steuerung des ersten und des zweiten triggerbaren Schalters.

Nachteilig ist bei einem derartigen, aus der GB 2 043 166 A bekannten Zündungssystem insbesondere, daß die Funkendauer und -größe konstruktionsbedingt begrenzt sind.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein kapazitives Entladungszündungssystem für einen Verbrennungsmotor zur Verfügung zu stellen, welches in der Lage ist, eine Lichtbogenentladung zwischen den Zündkerzen elektroden mit einer Dauer zu bewirken, welche drei- bis sechsmal länger ist als die typischer, in Verwendung befindlicher Arten von Zündspulen, wobei alle Bedingungen hinsichtlich der Funkendauer und -größe mit vergleichsweise einfachen Mitteln eingehalten werden sollen.

Außerdem soll mit Hilfe der Erfindung die Funkendauer eingestellt und selektiv modifiziert werden können, um eine bestmögliche Lebensdauer der Zündkerze zu erhalten.

Durch eine Verlängerung der Funkendauer soll darüber hinaus der Einsatz eines kapazitiven Funkentladungssystems auf Gebiete erstreckt werden, bei denen die Betriebsbedingungen des Motors eine Funkendauer erfordern, die mit herkömmlichen kapazitiven Zündentladungssystemen nicht verfügbar war.

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß die Einrichtung den zweiten Schalter bei geöffnetem ersten Schalter nach einem zeitlichen Schließintervall zum Laden des Ladekondensators öffnet und zur Verlängerung des Stromflusses durch die Sekundärwindungen des Zündtransformators nach einem die Primärseite des Zündtransformators mit dem Ladekondensator verbindenden Schließen des ersten Schalters wiederholt betätigt.

Eine Schaltungsanordnung ist vorgesehen, um den ersten und den zweiten triggerbaren Schalter synchron zum Motor derart zu steuern, daß während der erste Schalter geöffnet wird der zweite Schalter für eine Periode geschlossen wird, um Energie im Umformtransformator zu speichern und dann geöffnet wird, um die Energie auf den Speicher kondensator zu übertragen, gefolgt vom Wiederschließen des zweiten Schalters.

Der erste Schalter wird geschlossen, um den Speicher kondensator über die Primärseite des Zündtransformators zu entladen. Der zweite Schalter wird wieder geöffnet, um die gespeicherte Energie im Umformtransformator auf die Primärseite des Zündtransformators zu übertragen, um also den Stromfluß in der Sekundärseite des Zündtransformators zu verlängern. Die Anzahl der Perioden N, in denen der zweite Schalter geöffnet und geschlossen wird und die Zeitperiode T, in denen der zweite Schalter geschlossen bleibt, wird in Abhängigkeit der gewünschten Fließdauer und Amplitude des verlängerten Lichtbogenstroms gesteuert bzw. geregelt. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Einrichtung zur Steuerung der triggerbaren Schalter es gestattet, daß die Schaltfrequenz des zweiten Schalters zur Verlängerung des Stromflusses in den Sekundärwindungen des Zündtransformators über die Einrichtung zur Steuerung der triggerbaren Schalter einstellbar ist.

Außerdem kann die zeitliche Schließperiode des zweiten Schalters zur Einstellung der Amplitu-

de des Stromflusses in den Sekundärwindungen des Zündtransformators über die Einrichtung zur Steuerung der triggerbaren Schalter einstellbar sein.

Zur Anpassung der Lichtbogenentladung über den Zündzeitraum können die Schaltfrequenz und die Schließperiode des zweiten Schalters während der Schließperiode des ersten Schalters über die Einrichtung zur Steuerung der triggerbaren Schalter variiert werden.

Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn eine Einrichtung zur Steuerung der triggerbaren Schalter eine Betätigungsseinrichtung für den zweiten Schalter ansteuert, mit deren Hilfe das Verhältnis zwischen der Schließ- und der Öffnungsperiode des zweiten Schalters einstellbar ist.

Weitere Merkmale und andere Gegenstände und Vorteile werden erkennbar anhand der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen, wobei:

- 15 Fig. 1: eine schematische Schaltungsanordnung der vorliegenden Erfindung zeigt;
- Fig. 2: eine standardgemäße kapazitive Entladungsschaltungswellenform bei 4 kV Spannungsüberschlag, der einen 500 Mikrosekunden-Funken erzeugt, zeigt;
- Fig. 3: eine standardgemäße kapazitive Entladungsschaltungswellenform bei 19 kV Spannungsüberschlag, der einen 380 Mikrosekunden-Funken erzeugt, zeigt;
- 20 Fig. 4: eine verlängerte kapazitive Entladungsschaltungswellenform, betreffend die vorliegende Erfindung, bei 5 kV Spannungsüberschlag, der einen 1,920 Mikrosekunden-Funken erzeugt, zeigt;
- Fig. 5: eine verlängerte kapazitive Entladungsschaltungswellenform, betreffend die vorliegende Erfindung, bei 19 kV Spannungsüberschlag, der einen 1,920 Mikrosekunden-Funken erzeugt, zeigt;
- 25 Fig. 6: eine verlängerte kapazitive Entladungsschaltungswellenform, betreffend die vorliegende Erfindung, mit acht Verlängerungsimpulsen zeigt;
- Fig. 7: eine verlängerte kapazitive Entladungsschaltungswellenform, betreffend die vorliegende Erfindung, mit zwölf Verlängerungsimpulsen zeigt;
- 30 Fig. 8: eine verlängerte kapazitive Entladungsschaltungswellenform, betreffend die vorliegende Erfindung, mit kurzer Dauer der Verlängerungsimpulse und mit geringem Lichtbogenstrom zeigt und
- Fig. 9: eine verlängerte kapazitive Entladungsschaltungswellenform, betreffend die vorliegende Erfindung, mit längerer Dauer der Verlängerungsimpulse und mit größerem Lichtbogenstrom zeigt.

Gemäß Fig. 1 besteht ein Transformator TR1 aus Primärwindungen und Sekundärwindungen. Die Primärwindung des ersten Transformatoren TR1 ist über einen Schalter S2 mit einer Gleichspannungsquelle (DC) verbunden, z.B. einer Batterie. Ein Speicher kondensator C1 ist parallel zu den Sekundärwindungen des Transformatoren TR1 angeordnet. Eine Diode D1 ist zwischen der Sekundärwindung des Transformatoren TR1 und dem Speicher kondensator C1 positioniert. Die Diode D1 ist dabei derart gerichtet, dass sie das Laden des Kondensators C1 mit dem Ladestrom ($-I_{TRSEC}$) von den Sekundärwindungen blockiert, wenn der Schalter S2 geschlossen ist und der Primärstrom I_{TRPRI} von der Batterie durch die Primärwindungen des Transformatoren TR1 fließt. Eine Anzahl Dioden D2 ist in Reihe geschalten und parallel verbunden mit dem Speicher kondensator C1. Die Dioden D2 sind derart gerichtet, um bei einem Strom I_{CAP} vom Speicher kondensator C1 zu sperren und einen Durchfluss durch dieselben zu verhindern. Parallel geschalten zu den Dioden D2 ist die Primärseite der Zündspule. Die Verbindung zwischen der Primärseite der Zündspule und der Dioden D2 wird über einen Schalter S1 hergestellt. Die Zündspule besitzt eine Sekundärseite, die mit einer Funkenstrecke, vorzugsweise der Funkenstrecke einer Zündkerze, verbunden ist.

Wenn der Schalter S1 öffnet, das heißt vor einem Zündzeitpunkt, ist der Schalter S2 geschlossen und der primäre Strom I_{TRPRI} in der Lage durch die Primärwindungen des Transformatoren TR1 zu fließen. Die Phaseneinstellung der Windungen des Transformatoren ist derart ausge-

wählt, dass die Diode D1 den Sekundärstrom $-I_{TRSEC}$ vom Fluss durch die Sekundärwindungen des ersten Transformators TR1 sperrt. Wenn genügend Energie auf der Primärseite des ersten Transformators TR1 gespeichert ist, öffnet der Schalter S2 und die Energie des zusammenfallenden Magnetfeldes über den Sekundärwindungen des ersten Transformators TR1 verursacht,

5 dass ein Sekundärstrom I_{TRSEC} durch die Diode D1 fließt und den Speicherkondensator C1 lädt.

Wenn der Zeitpunkt zur Erzeugung eines Funken gekommen ist, wird der Schalter S1 geschlossen und die Spannung am Ladekondensator C1 wird an die Primärseite der Zündspule gelegt. Nach einer Verzögerung in Abhängigkeit von der Induktivität der Spule beginnt der Strom I_{CAP} durch die Primärseite der Zündspule zu fließen. Die Spannung, welche an Primärseite der Zündspule liegt, ist ursächlich dafür, dass auf der Sekundärseite der Zündspule eine Spannung erzeugt wird, die proportional dem Windungsverhältnis der Zündspule ist. Wenn sich die Sekundärspannung bis zu einem Wert vergrößert, welcher ausreichend ist einen Funken zu erzeugen, welcher sich über die Funkenstrecke entlädt, beginnt der Sekundärstrom $I_{COILSEC}$ zu fließen. Während der Sekundärstrom der Zündspule zu fließen beginnt, wird der Schalter S2 geschlossen und der Strom I_{TRPRI} fließt durch die Primärseite des ersten Transformators TR1. Der Sekundärstrom der Zündspule $I_{COILSEC}$ verringert sich mit abnehmenden Strom I_{CAP} des Ladekondensators C1.

20 Zu einem geeigneten Zeitpunkt, bevor sich der Sekundärstrom hinreichend vermindert hat, um den Funken, der sich über den Elektrodenabstand entlädt, zum Verlöschen zu bringen, wird der Schalter S2 geöffnet und der Sekundärstrom I_{TRSEC} des Transformators TR1 induziert, welcher durch die Primärseite der Zündspule fließt. In diesem Zeitpunkt besteht der Strom durch die Primärseite der Zündspule $I_{COILPRI}$ aus der Summe des Sekundärstromes I_{TRSEC} des Transformators TR1 und dem Strom I_{CAP} des Ladekondensators C1. Die Addition des Sekundärstromes I_{TRSEC} aus der Sekundärspule des Transformators TR1 zu einem geeigneten Zeitpunkt gestattet es, die Dauer der Funkenentladung über die Funkenstrecke zu verlängern. Darüber hinaus ist die Induktivität der Sekundärspule des Transformators TR1 mit der Induktivität der Primärspule der Zündspule in Reihe geschaltet. Folglich wird die Induktivität der Schaltungsanordnung,

25 welche den Strom $I_{COILPRI}$ auf der Primärseite der Zündspule erzeugt, um die Sekundärwindungen des ersten Transformators TR1 vergrößert und der Strom I_{TRSEC} zu dem Strom $I_{COILPRI}$ addiert. Die Vergrößerung der Induktivität vergrößert die Lichtbogendauer über die alleine vom Kondensatorstrom I_{CAP} oder vom Sekundärstrom I_{TRSEC} des Transformators TR1 bewirkte Funkenentladungsdauer hinaus.

35 Der Schalter S2 kann eine Anzahl von Zeiteinheiten N geöffnet und geschlossen werden, um den Funkenstrom zu verlängern, wie in Fig. 4 bis 9 dargestellt.

Fig. 2 illustriert die Funktionsweise der Schaltung gegenüber dem Stand der Technik. Ange-
nommen der Kondensator C1 wurde aufgeladen, die Schalter S1 und S2 sind beide geöffnet
(nicht leitend). Auf das Ansprechen eines Triggerimpulses wird der Schalter S1 geschlossen
(leitend). Dies führt im Ergebnis zu einem sich aufbauenden Strom vom Kondensator C1 zur
Primärseite des Zündtransformators. Die Spannungsspitze über der Primärseite von etwa
180 Volt ist durch die mittlere Aufzeichnung von Fig. 2 dargestellt. Das spiegelt sich in der
Spannungsspitze wider, die den Durchschlag über dem Elektrodenabstand verursacht, wie
dargestellt in der oberen Aufzeichnung von Fig. 2. Die Durchschlagsspannung in der Sekundär-
spule dieses Beispiels beträgt etwa 4 kV. Die Funkendauer beträgt etwa 500 Mikrosekunden.
Die untere Aufzeichnung illustriert das Steuersignal, welches den Schalter S2 steuert, um die-
sen zu schließen und es gestattet, den Kondensator C1 aufzuladen. Es gilt als vereinbart, dass
50 der Schalter S1 zuvor geöffnet wurde.

Fig. 3 ist ähnlich der Fig. 2, abgesehen von unterschiedlichen Bedingungen der Funkenstrecke,
wobei die Durchbruchsspannung über der Sekundärseite der Zündspule etwa 19 kV beträgt. Das
führt zu einem Funken, dessen Dauer auf 380 Mikrosekunden reduziert ist. Hinsichtlich des
55 Standes der Technik steht die Funkendauer in Verbindung mit der Durchbruchsspannung,

welche ein Kennzeichen für die Funkenstreckenbedingung ist.

Fig. 4 illustriert die Funktion einer Schaltung in Bezug auf die vorliegende Erfindung. Nach dem initiierten Schließen des Schalters S1 und dem folgenden Spannungsüberschlag zwischen den Elektroden, wird der Schalter S2 wiederholt geöffnet und geschlossen, wie dargestellt auf der unteren Aufzeichnung von Fig. 4. In diesem Beispiel wird der Schalter innerhalb einer Zeitspanne von 1.520 Mikrosekunden zwölftmal (12) geöffnet und geschlossen. Das führt dazu, dass die Primärseite der Zündspule viele Male angeregt und die Funkendauer auf 1.920 Mikrosekunden verlängert wird.

Fig. 5 illustriert die Funktionsweise einer Schaltung in Bezug auf die vorliegende Erfindung in etwa gleicher Weise wie in Fig. 4. Jedoch sind die Bedingungen der Funkenstrecke auf der Primärseite der Zündspule derart eingestellt, dass die Durchbruchspannung auf 19 kV vergrößert wird. Die Funkendauer verbleibt jedoch bei den selben 1.920 Mikrosekunden. Im Unterschied zu den Funktionsweisen der Schaltungsanordnungen des Standes der Technik, steht die Funkendauer nicht in Zusammenhang mit den Elektrodenabstandsbedingungen.

Fig. 6 zeigt, dass die Funkendauer über die Anzahl an Anregungsimpulsen gesteuert werden kann, die vom Kondensator C1 bereitgestellt werden. In diesem Fall wird der Schalter S2 innerhalb einer Zeitperiode von 1.040 Mikrosekunden achtmal (8) geschlossen und geöffnet und die Funkendauer bis zu 1.440 Mikrosekunden verlängert.

Fig. 7 zeigt die Spannung über dem Kondensator C1, wobei der Schalter S2 nach dem Spannungsüberschlag innerhalb von 1.440 Mikrosekunden zwölftmal (12) geschlossen und geöffnet wird. Es ist zu bemerken, dass die Spannung am Kondensator C1 annähernd 170 Volt beträgt, bevor der Schalter S1 zu schließen ist. Mit jedem Öffnen und Schließen wird der Kondensator wieder mit bis zu 30 Volt geladen.

Fig. 8 und 9 zeigen den Strom in der Sekundärseite der Zündspule (mittlere Aufzeichnung). Der Unterschied zwischen den Bedingungen, mit welchen Fig. 8 und 9 aufgezeichnet wurden, besteht in der Zeitdauer für die der Schalter S2 vor dem wieder öffnen während der Wiederaufladungsperiode geschlossen war. Die mittlere Aufzeichnung stellt den Strom auf der Sekundärseite der Zündspule dar. In Folge einer bedeutende Basisliniendrift erfordert die Aufzeichnung eine Interpretation. Theoretisch wird der Strom niemals negativ. In dem Test, wie er sich nach den Fig. 8 und 9 darstellt, werden zwölf Wiederanregungsimpulse im gleichen Abstand zur Verlängerung der Funkendauer verwendet. Die Impulse, die das Fließen eines Stromes auf der Primärseite des Umformertransformators erlauben, sind für den Test gemäß Fig. 9 breiter als gemäß Fig. 8. Die Stromspitzen mit den schmalen Anregungsimpulsen betragen etwa 8 Milliampera währenddessen die Stromspitzen bei den breiten Anregungsimpulsen etwa 40 Milliampera betragen.

Fig. 4 und 5 zeigen, dass die Funkendauer nach der erfindungsgemäßen Lösung nicht von den Bedingungen innerhalb der Funkenstrecke abhängt. Fig. 6 und 7 zeigen, dass die Funkendauer durch Steuerung der Anzahl der Wiederanregungsimpulse kontrollierbar ist. Fig. 8 und 9 illustrieren, dass der Strom während der verlängerten Funkendauer durch Steuerung der Breite der Wiederanregungsimpulse gesteuert werden kann.

Patentansprüche:

1. Kapazitives Entladungszündungssystem für einen Verbrennungsmotor mit einem mit einer Diode in Reihe geschalteten Speicherkondensator, mit einem aus Primär- und Sekundärwindungen bestehenden Umformtransformator, dessen Sekundärwindungen mit dem Ladekondensator und der Diode in Reihe geschaltet sind, mit einem an den Speicherkondensator angeschlossenen Zündtransformator mit Primär- und Sekundärwindungen, mit einem

ersten triggerbaren Schalter (S1) zwischen den Primärwindungen des Zündtransformators und dem Speicherkondensator, mit einer mit den Sekundärwindungen des Zündtransformators in Reihe geschaltete Zündkerze, mit einer an die Reihenschaltung der Primärseite des Umformtransformators und eines zweiten triggerbaren Schalters (S2) angeschlossenen Gleichstromquelle und mit einer Einrichtung zur motorsynchronen Steuerung des ersten und des zweiten triggerbaren Schalters, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Einrichtung den zweiten Schalter (S2) bei geöffnetem ersten Schalter (S1) nach einem zeitlichen Schließintervall zum Laden des Ladekondensators (C1) öffnet und zur Verlängerung des Stromflusses durch die Sekundärwindungen des Zündtransformators nach einem die Primärseite des Zündtransformators mit dem Ladekondensator (C1) verbindenden Schließen des ersten Schalters (S1) wiederholt betätigt.

2. Entladungszündungssystem nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Einrichtung zur Steuerung der triggerbaren Schalter es gestattet, daß die Schalfrequenz des zweiten Schalters zur Verlängerung des Stromflusses in den Sekundärwindungen des Zündtransformators über die Einrichtung zur Steuerung der triggerbaren Schalter einstellbar ist.
3. Entladungszündungssystem nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, daß die zeitliche Schließperiode des zweiten Schalters zur Einstellung der Amplitude des Stromflusses in den Sekundärwindungen des Zündtransformators über die Einrichtung zur Steuerung der triggerbaren Schalter einstellbar ist.
4. Entladungszündungssystem nach den Ansprüchen 1, 2 oder 3, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Schalfrequenz und die Schließperiode des zweiten Schalters während der Schließperiode des ersten Schalters über die Einrichtung zur Steuerung der triggerbaren Schalter variierbar sind.
5. Entladungszündungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Einrichtung zur Steuerung der triggerbaren Schalter eine Betätigungsseinrichtung für den zweiten Schalter ansteuert, mit deren Hilfe das Verhältnis zwischen der Schließ- und der Öffnungsperiode des zweiten Schalters einstellbar ist.

35 Hiezu 9 Blatt Zeichnungen

40

45

50

55

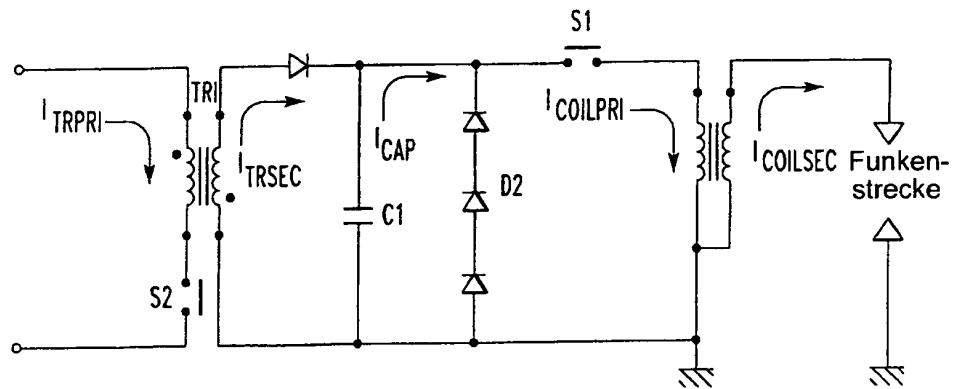


FIG.1



FIG. 2

Stand der
Technik

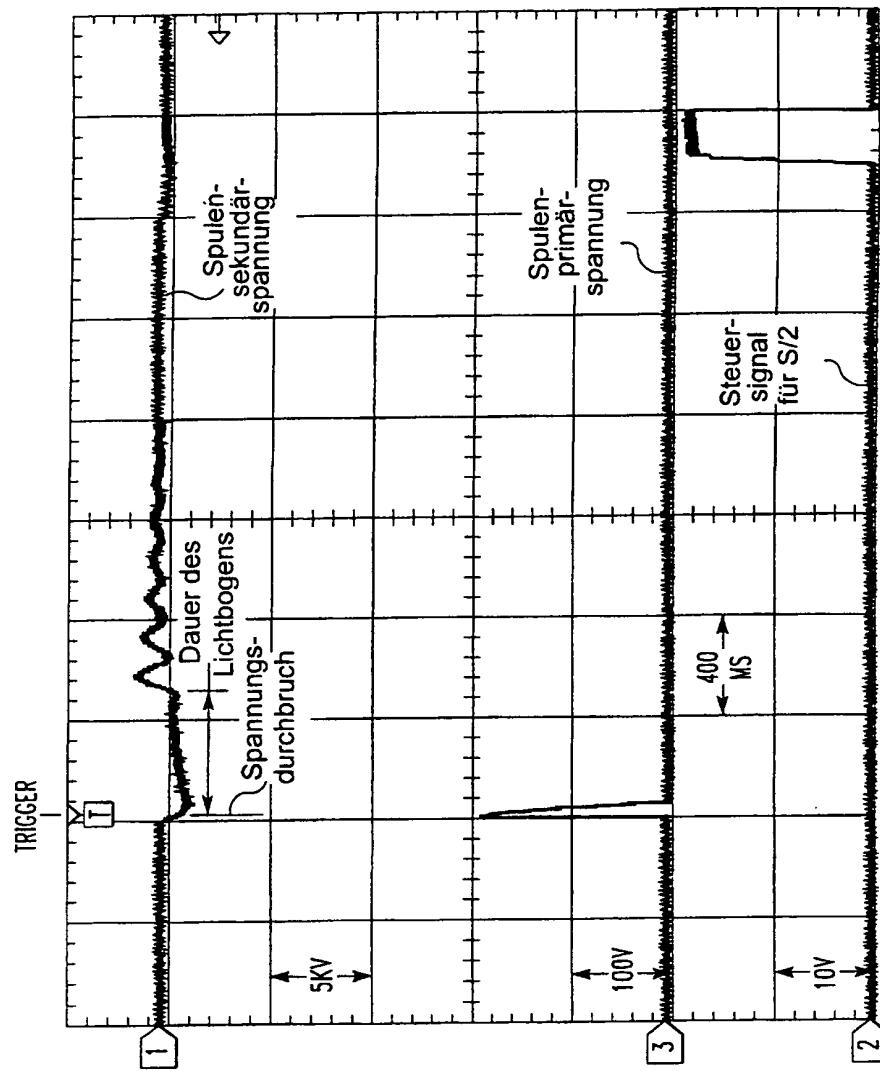




FIG. 3
Stand der
Technik

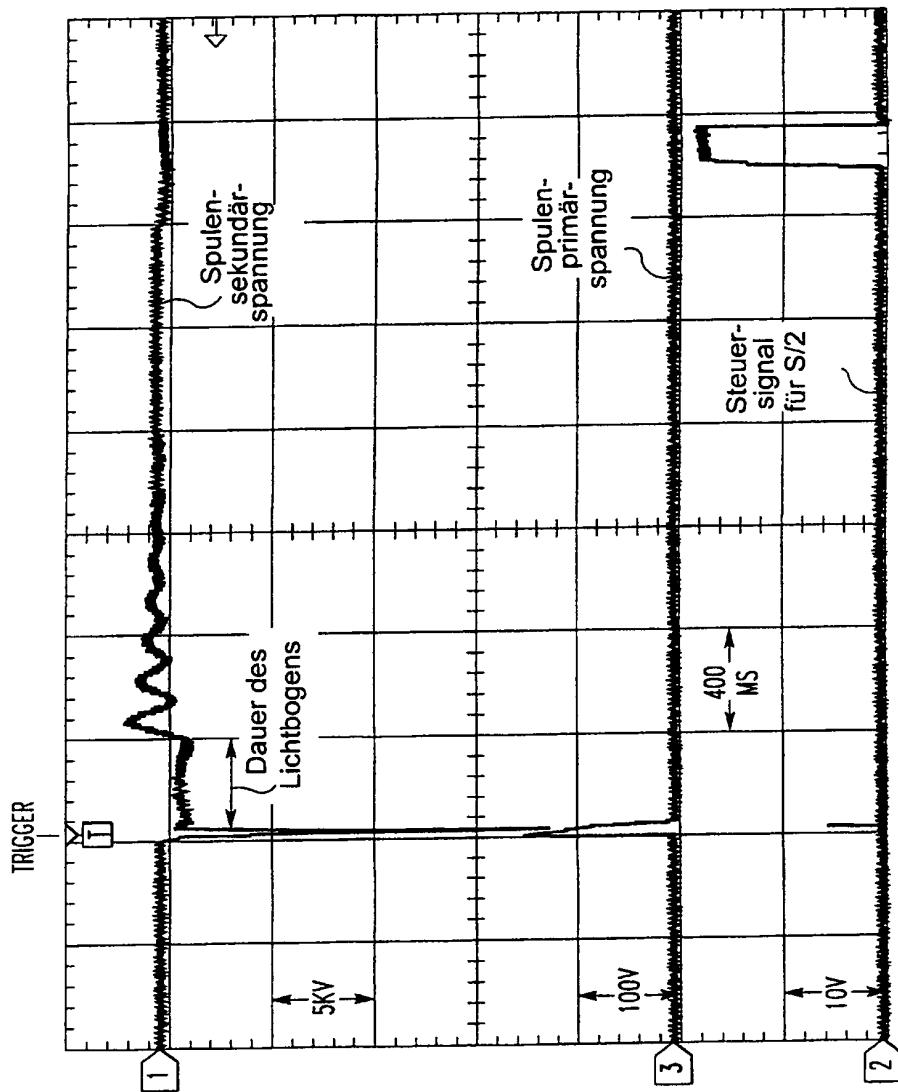




FIG. 4

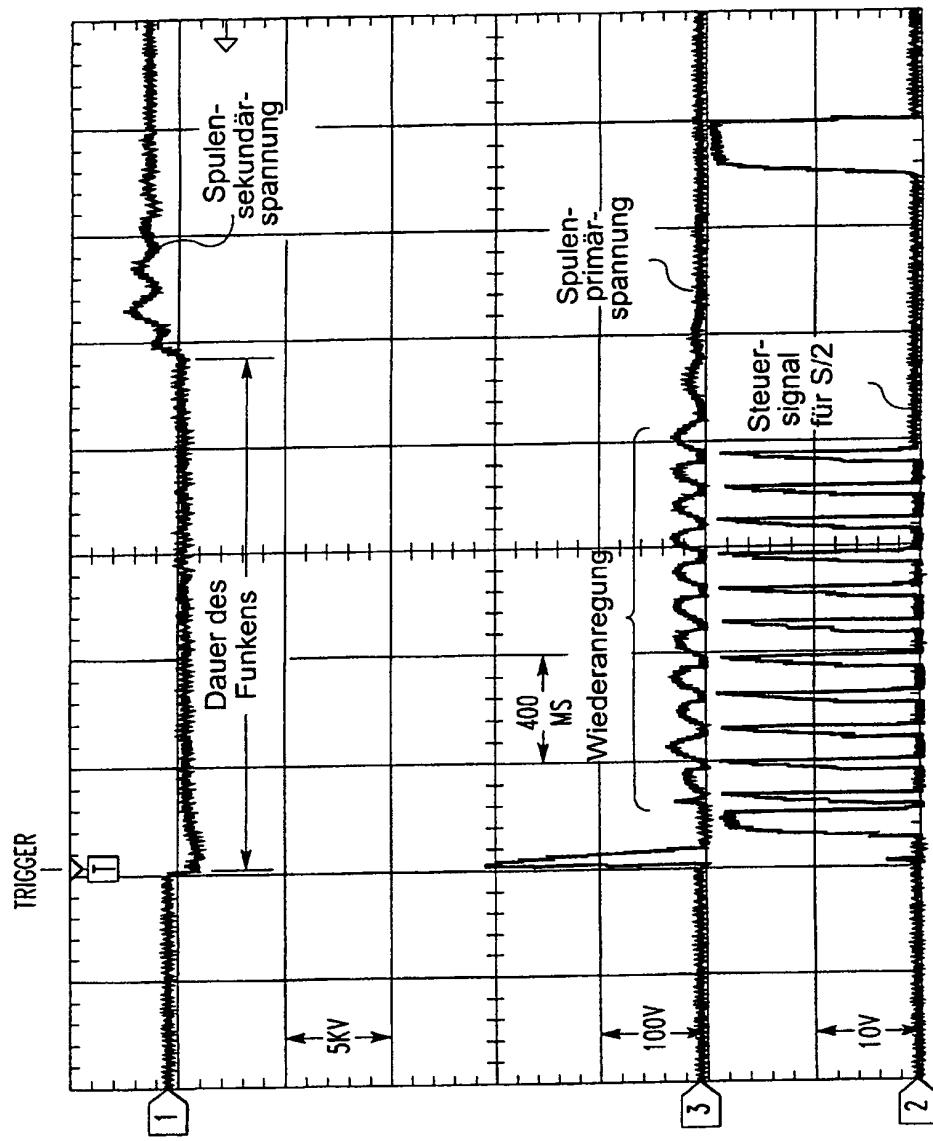




FIG. 5

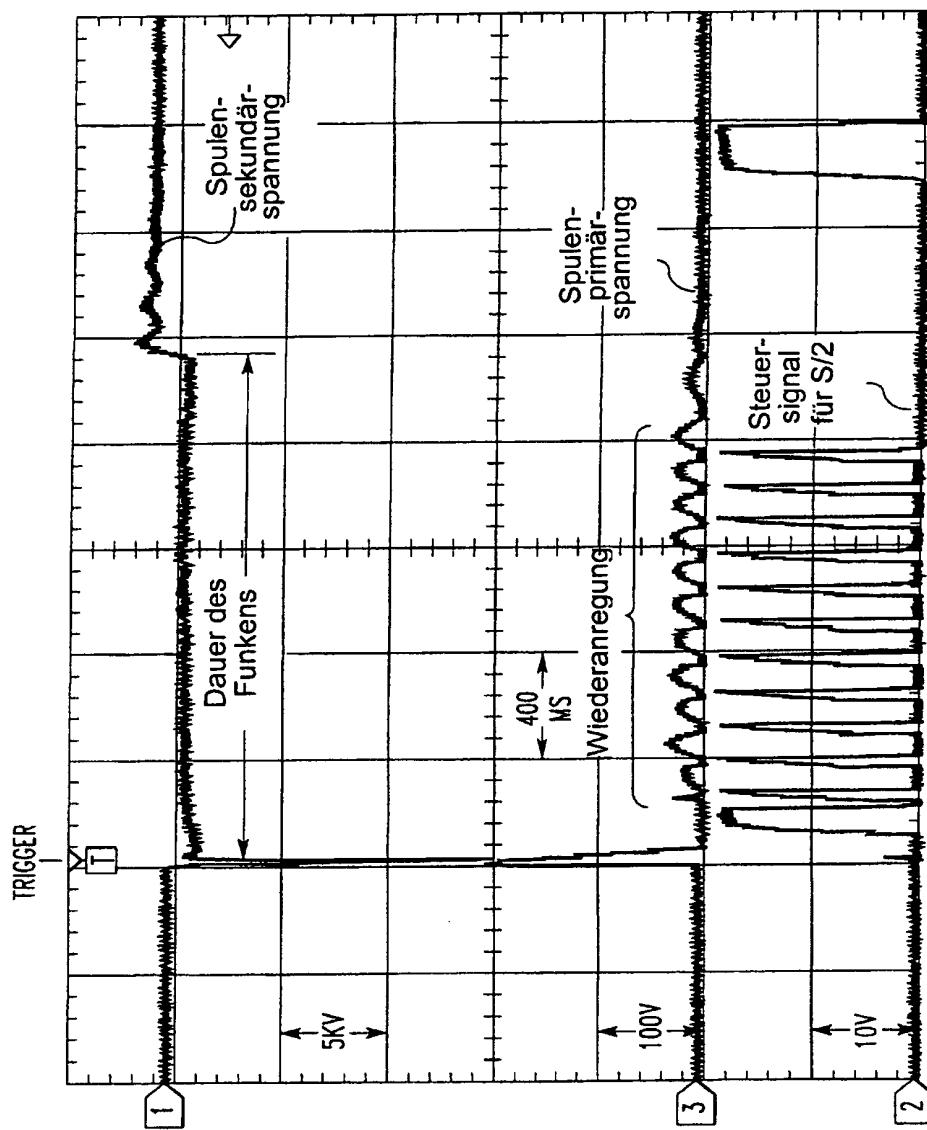




FIG. 6

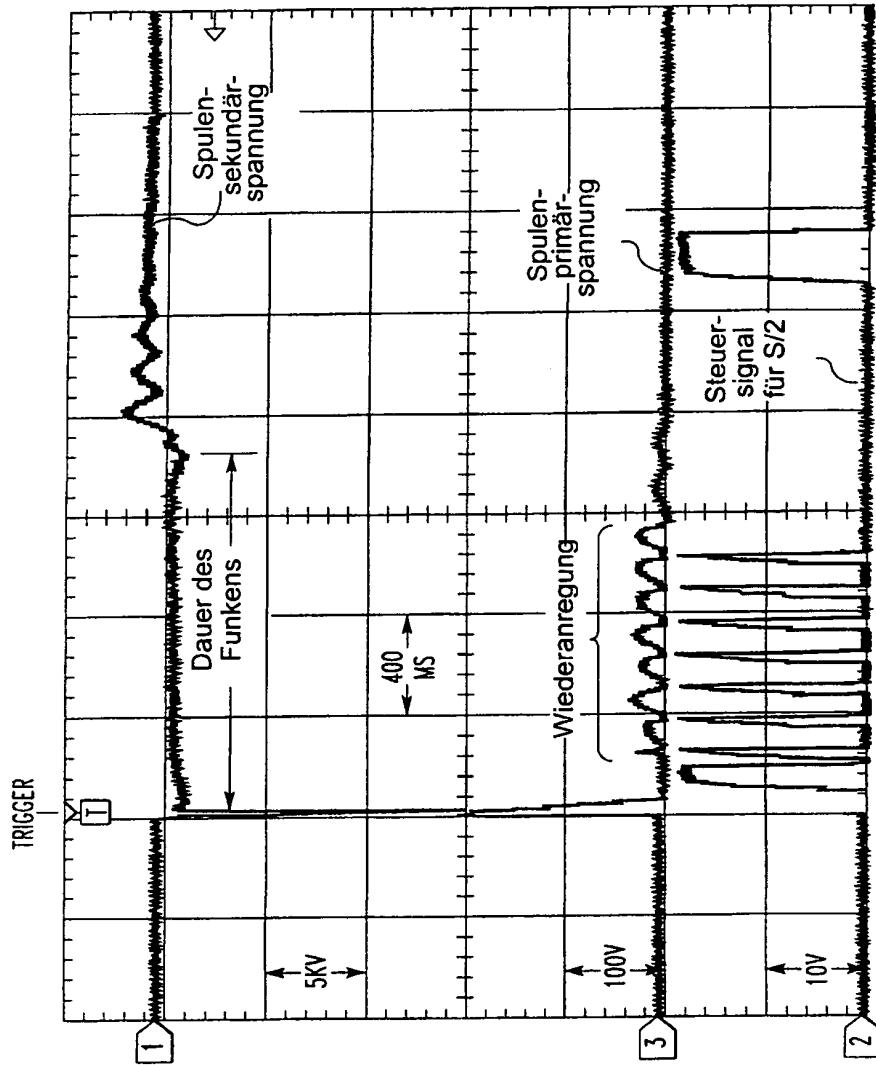




FIG. 7

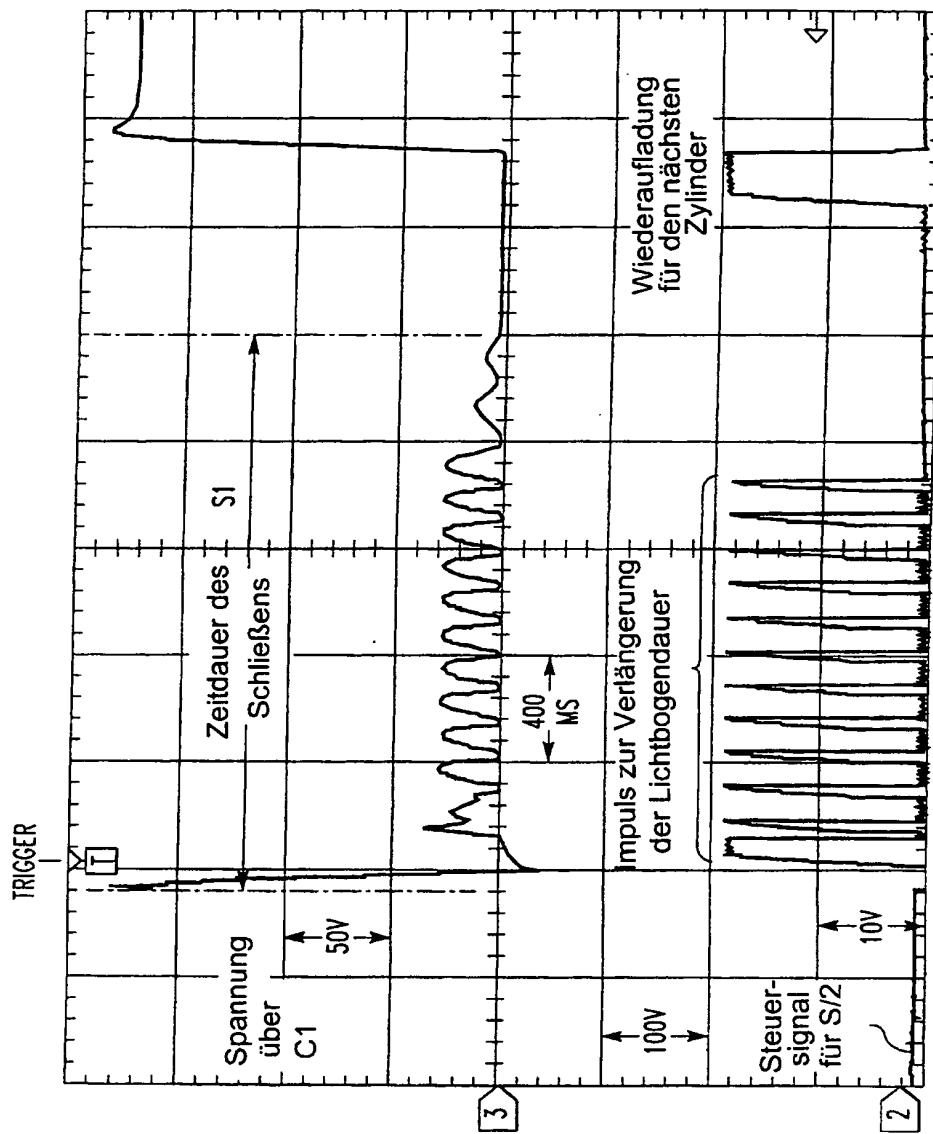
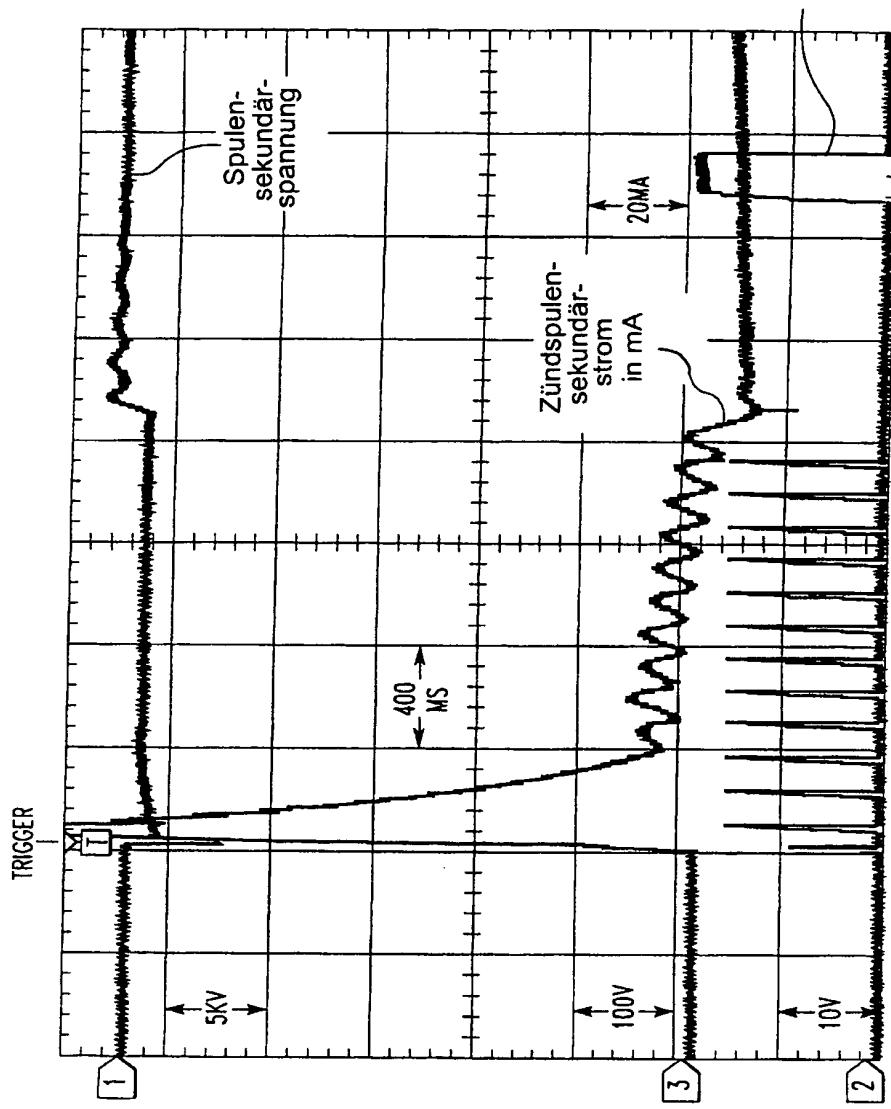




FIG. 8





österreichisches
patentamt

AT 413 867 B 2006-06-15

Blatt: 9

Int. Cl.⁷: F02P 3/08

