

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 157/2008

(22) Anmeldetag: 01.02.2008

(45) Veröffentlicht am: 15.05.2011

(51) Int. Cl. : **F02P 3/08**

(2006.01)

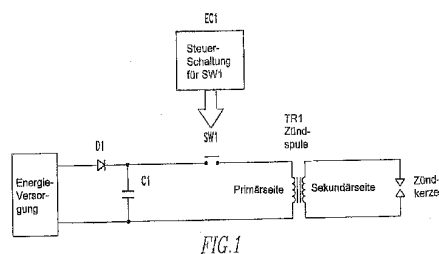
(30) Priorität:
02.02.2007 US 702003 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
JP 01104967A JP 63057871A
JP 2005320892A WO 9010154A1

(73) Patentinhaber:
ALTRONIC, LLC
44420 GIRARD (US)

(54) KAPAZITIVES HOCHSPANNUNGS-ENTLADUNGSZÜNDUNGSSYSTEM MIT VERSTÄRKENDEN AUSLÖSEIMPULS

(57) Kapazitives Entladungszündungssystem, in welchem ein steuerbarer Schalter zwischen einem Ladekondensator und den Primärwindungen eines Zündtransformators angeordnet ist. Der Schalter wird zeitlich derart gesteuert, dass er Impulsfolgen hinführend zu den Primärwindungen erzeugt, um die Schwingungswirkung des Zündtransformators zu verstärken.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein kapazitives Entladungszündungssystem, wobei ein Ladekondensator derart geschaltet ist, dass Energie an die Primärseite einer Zündspule (Transformator) in Synchronisation mit der Umdrehung einer Motorkurbelwelle abgegeben wird.

[0002] Das U.S. Patent 4,004,561, betitelt als "Zündungssystem", umfasst ein kapazitives Entladungszündungssystem, bei welchem mehrere Kondensatoren durch mehrere Schalter derart geschaltet werden, dass an die Primärseite einer Hochspannungsspule aneinander gereihte, aufeinander folgende Impulse geliefert werden. Das U.S. Patent 5,429,103, betitelt als "Hochleistungs-Zündsystem", offenbart Lade- und Entladeimpulse eines Kondensators an die Primärseite einer Hochspannungsspule. Die Impulse werden derart aufgeteilt, dass die gedämpften Schwingungen der Spule vor dem nächsten Impuls beträchtlich gedämpft werden. Das U.S. Patent 5,754,011, mit dem Titel "Verfahren und Anordnung zur steuerbaren Erzeugung von Funken in einem Zündungssystem oder ähnlichem", offenbart das Entladen einer Mehrzahl von Kondensatoren unterschiedlicher Größe an einer Zündspule durch überlappende, teilweise überlappende oder nicht überlappende Impulse, um eine gewünschte Wellenform in der Primärseite zu erzeugen.

[0003] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist es, ein kapazitives Entladungszündungssystem bereitzustellen, welches in der Lage ist, eine Funkenentladung zwischen den Zündkerzenelektroden zu erzeugen, die ein höheres Durchschlagsspannungsvermögen, einen höheren Sekundärstrom und eine Funkendauer aufweist, die viel länger ist, als die typischer bekannter Zündspulenarten.

[0004] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist es weiterhin in der Lage zu sein, die höhere Spannungsfähigkeit, den grösseren Sekundärstrom und die verlängerte Funkendauer einstellbar und selektiv zu gestalten bzw. zu verhindern, um eine bestmögliche Zündkerzenlebensdauer zu erhalten.

[0005] Die Erfindung löst diese Aufgaben durch die Merkmale des Anspruches 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung finden sich in den Untersprüchen wieder.

[0006] Wenn die Motorarbeitsbedingungen ein höheres Spannungsvermögen, größeren Sekundärstrom oder Funkendauer erfordern, die bislang von kapazitiven Entladungszündungen bereitgestellt werden können, kann der erfindungsgemäß modifizierte Funke hierzu imstande sein. Dies erlaubt die Verwendung eines kapazitiven Funkenzündsystems für ein weites Feld möglicher Zündungserfordernisse.

[0007] Zusammenfassend soll mit der vorliegenden Erfindung ein kapazitives Entladungs-(CD)-Zündungssystem für eine Verbrennungskraftmaschine angegeben werden. Das Zündsystem umfasst einen Ladekondensator mit in Reihe zu diesen angeordneten Dioden und eine Energieversorgung, die in Reihe mit dem Ladekondensator und den Dioden verschaltet ist. Ein Zündtransformator besitzt Primär- und Sekundärwindungen. Die Primärwindungen des Zündtransformators und der Ladekondensator sind in Reihe über einen steuerbaren Schalter verbunden. Eine Zündkerze ist in Reihe mit der Sekundärwindung des Zündtransformators verbunden. Die Erfindung umfasst eine Schaltungsanordnung, die den steuerbaren Schalter derart synchron zum Motor steuert, dass, wenn der Schalter entladend wirkt, ein erster Impuls vom Ladekondensator an die Primärseite der Zündspule bereitgestellt wird. Der Schalter wird zu einem bestimmten Zeitpunkt, während die gedämpfte sinusförmige Spannungswellenform, die durch den ersten Impuls zur Vermeidung einer Gegenspannung ausgelöst wurde, wieder geöffnet und dann zur Entladung eines Nachfolgeimpulses wieder geschlossen, um die gedämpfte Schwingung im Sekundärkreis der Zündungsschaltung zu verstärken. Der Nachfolgeimpuls wird zu einem bestimmten Zeitpunkt oder zu einer bestimmten Phase der Sekundärspannungswellenform durch den steuerbaren Schalter und den Kondensator zugeführt, um die Spannung zu verstärken, die vom vorausgegangenen "Ein"-Zustand des Schalters herrührt, der den ersten Impuls lieferte. Die Anzahl der Zeiten, zu denen der zweite Schalter wieder geöffnet und geschlossen wird und die EIN-Zeitspannen, an denen der Schalter geschlossen bleibt, können

gesteuert werden, um das Durchschlagsspannungsvermögen der Spule und/oder die Dauer und Amplitude des verlängerten Zündstroms zu steuern.

[0008] Vorteilhafterweise öffnen und schließt die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter den Schalter für eine variable Anzahl an Zeiten während jedes Zündereignisses, bis ein Funkenabriss erfasst wird. Vorteilhafterweise veranlasst die Steuerschaltung den Schalter bis zu einer Maximalzahl während jedes Zündereignisses für eine variable Anzahl von Zeiten geöffnet und geschlossen zu sein, um die höchste erreichbare Durchschlagsspannung für die Spule zu begrenzen.

[0009] Nach einer Ausführungsform veranlasst die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter den Schalter für eine variable Anzahl von Zeiten geöffnet oder geschlossen zu sein, bis ein Funkendurchschlag gemessen wird, und die vom Motor benötigte sekundäre Durchbruchspannung durch Zählung der Anzahl der verstärkenden Primäripulse bestimmt wird, die vor der Messung des Durchschlagsereignisses gesendet wurden. Vorteilhafterweise steuert die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter den Schalter derart in einer einstellbaren Weise, um die Auflösung der Sekundärspannungserfassungsfunktion zu verbessern.

[0010] Nach einer Ausführungsform steuert die steuerbare Schaltung den Schalter an, um die Zeitperiode festzulegen, für die der Schalter geschlossen bleibt, indem die Amplitude des verlängerten Lichtbogenstroms des Funkens überwacht wird. Vorteilhafterweise veranlasst die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter die Impulsfolge fortgesetzt zusätzliche Impulse auszusenden, um den Sekundärstrom bis zum Erreichen eines gewünschten Sekundärstromniveaus zu erhöhen.

[0011] Nach einer Ausführungsform veranlasst die Steuerschaltung des steuerbaren Schalters die Impulsfolge für die Steuerung des Schalters fortgesetzt zusätzliche Impulse auszusenden, um den Sekundärstrom solange zu erhöhen bis ein gewünschtes maximales Sekundärstromniveau erreicht ist, wonach das Senden der Impulse unterbrochen wird, bis der Strom auf einen Wert fällt, der unterhalb eines gewünschten minimalen Sekundärstromsniveaus liegt, an dem die Impulse dann wieder gesendet werden.

[0012] Nach einer anderen Ausführungsform veranlasst die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter die Impulsfolge zur Steuerung des Schalters fortgesetzt zusätzliche Impulse auszusenden, um den Sekundärstrom zu erhöhen, bis ein gewünschtes maximales Sekundärstromniveau erreicht ist, wonach das Senden der Impulse unterbrochen wird, bis der Strom auf einen Wert unterhalb eines gewünschten minimalen Sekundärstromsniveaus fällt, an dem die Impulse wieder gesendet werden, um eine gewünschte Gesamtzeit der Zünddauer festzusetzen.

[0013] Nach einer Ausführungsform arbeitet die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter durch Messen des Verlaufs der Stromkreisparameter, wie der Sekundärspannung, in einer geschlossenen Regelschleife um die exakte Wellenform der Impulsfolge festzulegen, die an den steuerbaren Schalter gesendet wird.

[0014] Nach einer alternativen Ausführungsform arbeitet die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter unter Verwendung einer in einem Speicher abgelegten Karte in einer offenen Regelschleife, um die exakte Wellenform der Impulsfolge festzulegen, die an den steuerbaren Schalter gesendet wird.

[0015] Nach einer alternativen Ausführungsform legt die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter die Dauer und die Amplitude des verlängerten Lichtbogenstromes des Funkens fest, der unabhängig vom anfänglichen Spannungsdurchbruch, der zur Erzeugung des Funkens benötigt wird, gesteuert wird.

[0016] Nach einer alternativen Ausführungsform legt die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter die Sekundärleistungswellenform über die Zeit fest, um einen Funken zu erzeugen, der eine gewünschte Energiehüllkurve besitzt.

[0017] Weitere Ausgestaltungen und andere Gegenstände und Vorteile werden erkennbar

anhand der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen, wobei:

- [0018]** Fig. 1: veranschaulicht die Grundsaltung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen kapazitiven Hochspannungs-Entladungszündungssystems mit einer Steuerschaltung zum Öffnen und Schließen des Schalters zwischen dem Ladekondensator und der Zündspule.
- [0019]** Fig. 2: stellt ein Oszillografenbild dar, welches die Ausgangsspannung des offenen Kreises einer Zündspule zeigt, die von einem ersten Impuls und einem verstärkenden Impuls gesteuert wird und sich auf eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bezieht;
- [0020]** Fig. 3, 4 und 5: stellen Oszillografenbilder dar, welche die Ausgangsspannung des offenen Kreises einer Zündspule zeigen, die nach dem Stand der Technik gesteuert wird;
- [0021]** Fig. 6, 7 und 8: stellen Oszillografenbilder dar, welche die Ausgangsspannung des offenen Kreises für eine Zündspule zeigen, die von einem ersten Impuls und mehrfachen verstärkenden Impulsen gesteuert wird um sich auf weitere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung bezieht;
- [0022]** Fig. 9: stellt ein Oszillografenbild dar, welches den Sekundärstrom, die Sekundärspannung und ein traditionelles Steuersignal für den steuerbaren Schalter zeigt; und
- [0023]** Fig. 10 und 11: stellen Oszillografenbilder dar, die den Sekundärstrom, die Sekundärspannung und die Steuersignale in Bezug auf eine alternative Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen.
- [0024]** In Bezugnahme auf nunmehr Fig. 1 ist eine grundlegende kapazitive Entladungsschaltung für eine Hochspannungszündung dargestellt, die einen Ladekondensator (C1), eine Diode (D1) und eine Energieversorgung umfasst, die in Reihe verbunden sind. Ein Zündtransformator (TR1) besitzt Primär- und Sekundärwicklungen. Die Primärwicklungen liegen in Reihe mit dem Ladekondensator und einem steuerbaren Schalter (S1). Eine Zündkerze ist in Reihe mit den Sekundärwicklungen des Zündtransformators verbunden. Eine elektronische Steuerschaltung (EC1) steuert den steuerbaren Schalter.
- [0025]** Bezug nehmen auf Fig. 2 arbeitet die elektronische Steuerschaltung, als eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, in Synchronisation mit dem Motor und steuert die öffnenden (leitend) und schließenden (nichtleitend) Zeitabschnitte des Schalters derart, dass der Schalter (S1) anfänglich geschlossen ist für eine Zeitperiode (T1), um Energie an die Primärseite der Zündspule zu transferieren; der Schalter (S1) wird dann geöffnet für eine zweite Zeitperiode (T2); der Schalter (S1) wird wieder geschlossen für eine Zeit (T3); und der Schalter (S1) wird für eine Zeitperiode (T4) geöffnet und so weiter, um eine Impulsfolge zu schaffen, die von der Steuerschaltung bestimmt wird. Der Schalter (S1) wird derart gesteuert, dass er eine aufeinanderfolgende Reihe von Steuerimpulsen liefert. Jede dieser individuellen Impulszeiten hat eine Dauer und Abstände, die von der Steuerschaltung bestimmt wird. Die Impulse werden zeitgenau ausgelöst immer dann zu erscheinen, wenn es möglich ist die von den vorausgegangenen Impulsen herrührenden Schwingungen der Spulensekundärspannung zu verstärken, um das Durchschlagsspannungsvermögen des Zündtransformators an der offenen Schaltung zu vergrößern.
- [0026]** Die elektronische Steuerschaltung kann einen programmierbaren Mikroprozessor umfassen, der über Eingänge verfügt zur Messung einer oder mehrerer Positionen in Bezug auf die Kurbelwellenumdrehung, wie dem oberen Totpunkt des ersten Zylinders, einen Eingang zur Messung des Stroms und/oder der Spannung im sekundärseitigen Stromkreis von zumindest einem Zündtransformator und Ausgängen zum Öffnen und Schließen eines oder mehrerer steuerbarer Schalter.

[0027] Vergleichsweise illustriert Fig. 3 ein Oszillografenbild, welches die typische Ausgangsspannung der offenen Schaltungsanordnung für eine Zündspule zeigt, die in herkömmlicher Weise gesteuert wird. Für einen Schalter S1 mit einer "EIN"-Zeit von etwa 40 Mikrosekunden, erzeugt die Spule einen Ausgang von -30.000 Volt an der Zündkerze. Die Ausgangsspannung der Spule wird von diesem Wert her nicht signifikant vergrößert unabhängig von der "EIN"-Zeitdauer für den Schalter S1, selbst wenn die Energie, welche an die Spule gesandt wird, sich im direkten Verhältnis zur "EIN"-Zeit von S1 vergrößert.

[0028] Wie in Fig. 2 dargestellt wird die Ausgangsspannung um annähernd 30% vergrößert im Verhältnis zu Spulen, die in herkömmlicher Weise gesteuert werden. Die vergrößerte Ausgangsspannung ist um etwa 10.000 Volt höher als die mit herkömmlichen Steuerungen erreicht werden kann bei keiner der getesteten Eingangsenergien. Die Primärseite wurde versorgt durch einen Kondensator, der in allen Fällen bis 185 Volt geladen wurde.

[0029] Fig. 4 stellt weiterhin vergleichsweise ein Oszillografendisplay dar, welches die typische Ausgangsspannung der offenen Schaltungsanordnung einer Zündspule zeigt, die in herkömmlicher Weise gesteuert wird, mit einer "EIN"-Zeit für den Schalter S1, vergrößert bis etwa 80 Mikrosekunden, um die Eingangsenergie zu vergrößern, die von der Spule bereitgestellt wird. Es ist bemerkenswert, dass es keine signifikante Vergrößerung der Ausgangsspannung der Zündspule gibt; diese beträgt weiterhin etwa 30.000 Volt. Weiterhin ist ein "Buckel" in der sekundärseitigen Spannungswellenform bemerkenswert, worauf später nochmals Bezug genommen wird.

[0030] Weiterhin ist in Fig. 5 ein vergleichsweises Oszillografendisplay dargestellt, welches die typische Ausgangsspannung der offenen Schaltungsanordnung für eine Zündspule darstellt, die in herkömmlicher Weise gesteuert wird, mit der "EIN"-Zeit für den Schalter S1, die auf etwa 100 Mikrosekunden vergrößert wird (250 % Vergrößerung von Fig. 3) mit keiner signifikanten Vergrößerung in der Ausgangsspannung der Zündspule. Die maximale Ausgangsspannung der offenen Schaltungsanordnung beträgt etwa - 30.000 Volt. Ebenfalls bemerkenswert ist die Vergrößerung der Amplitude des zweiten "Buckels" in der sekundärseitigen Spannungswellenform. Die konventionelle Steuerung der Spule beruht bis zu gegenwärtig akzeptierten Technikergebnissen auf einer maximalen Spulenausgangsspannung bei einer gegebenen Versorgungsspannung, unabhängig vom Verbrauch der Eingangsleistung, wie vom Schalter S1 "EIN"-Zeit gesteuert.

[0031] Es ist allgemein anerkannt, dass die maximale Ausgangsspannung der Spule begrenzt wird durch die Primärspannung und dem Windungsverhältnis von Primär- und Sekundärwindungen. Es soll gezeigt werden, dass dies nicht der Fall ist.

[0032] Durch Änderung des Steuersignals für S1 hin zu einer Impulsfolge von zwei Impulsen zu einer spezifischen Zeit anstelle eines Impulses, wie in Fig. 2 dargestellt, wird die Ausgangsspannung der Spule auf eine höhere Spannung gesteuert, als in den Fig. 3, 4 oder 5 gezeigt (-40.000 Volt gegenüber - 30.000 Volt). Obgleich die kumulative "EIN"-Zeit des Schalters S1, wie in Fig. 3 gezeigt, nur geringfügig (etwa 50 Mikrosekunden) größer ist als in Fig. 2 und weit geringer als die "EIN"-Zeit für S1, wie in Fig. 4 gezeigt (etwa 80 Mikrosekunden), ist die Spulenausgangsspannung größer. Die Energie, die auf der Primärseite verbraucht wird, ist jedoch geringer im selben Verhältnis zur "EIN"-Zeit des Schalters S1.

[0033] Basierend auf der Beobachtung der Wellenform von Fig. 4 wird der nacheilende Teil der Steuerung, die vom Schalter S1 bereitgestellt wird, vergeudet, da keine Vergrößerung in der Spannung erkennbar ist während oder nach dem Hinzufügen. In der Tat wird die erste positive Welle der sekundärseitigen Wellenform eliminiert und die erste negative Welle in der Amplitude reduziert. Im Wesentlichen leistet der verlängerte Impuls nach dem ersten Übergang Gegenarbeit.

[0034] Bezugnehmend auf Fig. 6 führt ein Wechsel des Steuersignals für den Schalter S1 zu einer Impulsfolge von drei Impulsen - in Anlehnung an die vorliegende Erfindung - anstelle eines einzelnen Impulses dazu, dass die Ausgangsspannung der Spule auf 48.000 Volt gesteu-

ert wird, obgleich die kumulative "EIN"-Zeit des Schalters S1 nur etwa 70 Mikrosekunden beträgt. Die Eingangsenergie wird um etwa 75 % und die Ausgangsspannung um 60 % vergrößert im Vergleich zu den herkömmlichen Steuermethoden. Die vergrößerte Ausgangsspannung ist um etwa 18.000 Volt höher als dies mit herkömmlichen Steuerungen erlangbar ist, erreicht bei jeder Eingangsenergie mit der primärseitigen Versorgung von 185 Volt. Gleichfalls ist die verbrauchte Eingangsenergie noch geringer als die der Techniken, wie sie in Fig. 5 gezeigt sind.

[0035] Unter Bezugnahme auf Fig. 7 vergrößert zusätzliche Energie, die der Spulenprimärseite zu einem bestimmten Zeitpunkt oder Phase der sekundärseitigen Wellenform hinzugefügt wird, die Ausgangsspannung der Spule. Wie in Fig. 5 gezeigt, vergrößert derselbe Wert der Energie (S1 "EIN"-Zeit 100 Mikrosekunden), der als Einzelimpuls ohne Bezug auf den Zeitpunkt oder die Phase der sekundärseitigen Wellenform hinzugefügt wird, überhaupt nicht die Spulenausgangsspannung. Die gesamte "EIN"-Zeit des Schalters S1 in Fig. 7 ist gleich der gesamten "EIN"-Zeit von S1 in Fig. 5, hingegen ist die maximale Ausgangsspannung der Spule signifikant höher (mindestens -51.000 Volt gegenüber -30.000 Volt). An diesem Punkt ist die verbrauchte Eingangsleistung gleich der im Fall von Fig. 5.

[0036] Nochmals Bezug nehmend auf Fig. 7 vergrößert die Steuerenergie, die der Spulenprimärseite zu einer Zeit oder einem Phasenwinkel der sekundärseitigen Wellenform wie oben gezeigt hinzugefügt wird, erheblich das Ausgangsspannungsvermögen der Spule. Diese vergrößerte Spannung ist ein Ergebnis der Steuerung der Spule mit einem gepulsten Signal, wobei jeder Impuls den sekundärseitigen Effekt des vorausgegangenen Impulses verstärkt. Dieses Verhalten ist gleich der einer RLC-Schaltung bei Resonanzbedingung, obgleich die aktuellen Anforderungen für eine wirkliche Resonanzschaltung auf der Spulensekundärseite nicht erfüllt sind.

[0037] Fig. 7 etabliert, dass es möglich ist eine gegebene Spule mit einer Folgen von zeitlichen Impulsen zu steuern, welche das Spannungsvermögen der offenen Schaltung in die Lage versetzt, sich zu vergrößern als Ergebnis jedes einzelnen Impulses. Das gestattet eine Spule, die von ihrer Bauart bedingten Grenzen und der physikalischen Konstruktion (Windungsverhältnis) her vorher nicht in der Lage war eine Spannung, welche für die sekundärseitige Durchbruchspannung des Funkens gefordert ist, zu erreichen und fortsetzend zu betreiben, selbst wenn jetzt vielleicht viel höhere Sekundärspannungen durch den Motor gefordert werden. Mögliche Fälle für die Forderung nach höherer Spannung für den Motor könnten in abgenutzten Zündkerzen, schlechter Kraftstoffqualität, verändertem Luft-/Kraftstoffverhältnis, höherer Motorlast und einem vergrößerten Zylinderdruck zum Zeitpunkt des Zündfunkens bestehen.

[0038] Eine Zündungsdiagnostik kann durch Messen des sekundärseitigen Stromes und Zählen der Anzahl der Steuerimpuls von S1 erfolgen. Da jeder Impuls die Ausgangsspannung vergrößert, kann die aktuell geforderte Durchbruchspannung zwangsläufig durch die Zählung der Steuerimpulse identifiziert werden, die notwendig sind, um einen sekundärseitigen Stromfluss zu ermöglichen. Zusätzlich kann ein sicherer Spielraum für die Arbeitsspannung und Energie leicht aufrechterhalten werden dadurch, dass zumindest immer ein Impuls mehr nach dem die Durchbruchspannung bewirkenden Impuls gesendet wird. Da die Anzahl der Impulse, die erforderlich sind, um die sekundärseitige Durchbruchspannung zu bewirken, proportional der Durchbruchspannung ist, und die Spannungsanforderung der Zündkerze ein Indikator für die Bedingung der Zündkerzen ist, kann das Erfordernis auf Ersatz der Zündkerze leicht ermittelt werden.

[0039] Anstelle der Messung des sekundärseitigen Stromes kann das Auftreten des Funkschlags ebenfalls durch eine Messanordnung des sekundärseitigen Spannungszusammenbruch auf einen geringeren Pegel ermittelt werden, der über verschiedene Wege gemessen werden kann, wie z.B. durch kapazitive oder transformatorische Kopplung auf eine Niederspannungsschaltung. Da die Durchschlagsspannung nur mit einer begrenzten Lösung durch Zählen der Impulse im Beispiel von Fig. 2 festgestellt werden kann (etwa 10.000 Volt), kann eine Serie kleinerer Steuerimpulse an S1 hinsichtlich einer besseren Lösung dieser Spannung verwendet werden.

[0040] Eine zusätzliche unabhängige Verfeinerung der Feststellung des sekundärseitigen

Spannungsdurchbruchs der Spule kann ebenfalls geschaffen werden, da die Zeitverschiebung des Zusammenbruchs nach dem Einsetzen jedes der Steuerimpulse ebenfalls proportional ist zur aktuellen Spannung, die bis zu diesem Moment erreicht wird. Zum Beispiel beträgt die führende Spitze der zweiten Impulse plus 7,5 Mikrosekunden der Verschiebung zum früheren Spannungsdurchbruch - 35.000 Volt, wie in Fig. 7 dargestellt.

[0041] In einer Schaltungsanordnung des in Fig. 7 dargestellten Typs ist es ebenfalls möglich, den Spannungszusammenbruch durch Messung des Spannungsabfalls über dem Ladekondensator zu bestimmen, wie er sich als ein Ergebnis der kumulativen primärseitigen Steuerimpulse, bevor deren Energie den sekundärseitigen Zusammenbruch bewirkt, ereignet. Je größer der Spannungsabfall über dem Ladekondensator ist, desto größer ist das Spannungsverlangen.

[0042] Bezug nehmend auf Fig. 9 hat der sekundärseitige Strom, der von einem herkömmlichen Steuersignal an den Schalter S1 herrührt, eine Wellenformgestalt, welche näherungsweise einem Dreieck entspricht. Die Leistung (Watt), die von der Spule an die Last bereitgestellt wird, ist gleich dem sekundärseitigen Strom multipliziert mit der sekundärseitigen Spannung in der Zeit, in welcher der Strom über die Funkenstrecke fließt. Die Energie (Joules), die an die Funkenstrecke geliefert wird, entspricht dem Integral in Bezug auf die Zeit der Leistungswellenform. Eine Formel, die zur Bestimmung des Funkenenergie in Joules verwendet werden kann, ist;

[0043]
$$E_{\text{spk}} = ((1/2 (V_{\text{spk Max}} - V_{\text{spk Min}})) + V_{\text{spk Min}}) \times (1/2 I_{\text{spk Spitze}}) \times (\text{Funkendauer}),$$
 wobei

[0044] E_{spk} in Joules, V_{spk} in Volt, I_{spk} in Ampere und die Funkendauer in Sekunden angegeben sind.

[0045] Bezug nehmend auf Fig. 10 können mehrfache Steuerimpulse am Schalter S1 dazu genutzt werden, um die Energie mehrmals zu vergrößern. Was ebenfalls gesehen werden kann ist, dass das Timing der Impulse von S1 zur Steuerung der Wellenform der sekundärseitigen Stromwellenform gegenüber der Zeit verwendet werden kann. Die Form des VI Integrals in Bezug auf die Zeit entspricht der Form der Energiehüllkurve der Funkenwellenform. Die Energiehüllkurve verschiedener Funkenwellenformen kann verwendet werden, um ein Referenzsystemwerk zu schaffen, um den aktuellen Energieübertragungsprozess verschiedenartiger Funken zum Gemisch zwischen den Elektroden in Korrelation zu bringen. Es ist wichtig festzustellen, dass das Konzept der Energiehüllkurve die Messung und Steuerung von beidem erlaubt, der Größe und dem Zeitverhalten des Energietransfers an das Gemisch.

[0046] Bezug nehmend auf Fig. 11 ist die Steuerung der sekundärseitigen Stromwellenform durch Pulsen des Schalters S1 zeitkritisch und es können leicht sehr kleine Wechsel in der Form der "Energiehüllkurve", die an die Funkenstrecke geliefert wird, hergestellt werden.

[0047] Da die aktuelle Energiehüllkurve das Integral aus der Leistung (dem Produkt der sekundärseitigen Spannungs- und Stromwellenform) ist und da die sekundärseitige Spannungswellenform nahezu konstant bleibt über die interessierende Zeitperiode, ist es möglich zu sagen, dass die Form der Energiehüllkurve sich in direkter Weise zur Form der sekundärseitigen Stromwellenform in Bezug auf die Zeit verhält.

[0048] Der Anmelder wünscht es nicht, sich auf irgendeine einzelne technische Verfahrensweise einzuschränken, so ist es offensichtlich, dass selbst dann, wenn kein diskreter Kondensator im sekundärseitigen Stromkreis der Zündspule existiert, parasitär verteilte Kapazitäten der Spulenwicklung, das zur Zündkerze führende Kabel und die Zündkerze als Kondensator für eine zeitweise Energiespeicherung wirken können, während der Zeit zwischen den Impulsen vor dem Durchbruch. Diese "Spule" wird extern bei nahezu Resonanzbedingungen gesteuert durch eine Technik, die sich auf eine erzwungene Resonanz bezieht. Bei erzwungener Resonanz wird die erzwungene Funktionsfrequenz derart ausgewählt, dass sie sich in der Nähe der natürlichen Frequenz der Spule befindet, so dass diese versucht, in Resonanz zu gelangen. Die erzwungene Funktion fügt primärseitige Steuerenergie zum jeweiligen richtigen Moment während der sekundärseitigen Abschwingperiode zu, so dass der sekundärseitige Spannungswechsel verstärkt wird. Das erlaubt, dass die Spannungsamplitude der Spulensekundärwindun-

gen immer größer und größer wächst. Es sind vorausgehend abgestimmte Schaltungen für die Verwendung in Zündsysteme vorgeschlagen worden, die aufbauten auf eine sorgfältige Auswahl der Komponenten, die in kritischer Weise verbunden wurden und einen diskreten Kondensator enthielten. Die Methode, die in diesem System verwendet wird ist in der Lage selbst dann zu arbeiten, wenn die sekundärseitigen Schaltungsparameter weit variieren.

[0049] Bei der vorliegenden Erfindung wird ein elektronisches Mittel verwendet, um jede Spule in einer Weise zu steuern, die das Vergrößern der Spannung bewirkt, entweder basierend auf dem gemessenen Verhalten der Sekundärseite (geschlossener Steuerkreis) oder basierend auf der Verwendung bestimmter vordefinierter Steuermuster der primärseitigen Impulse, die in einer Speichereinrichtung gespeichert sind (offener Steuerkreis).

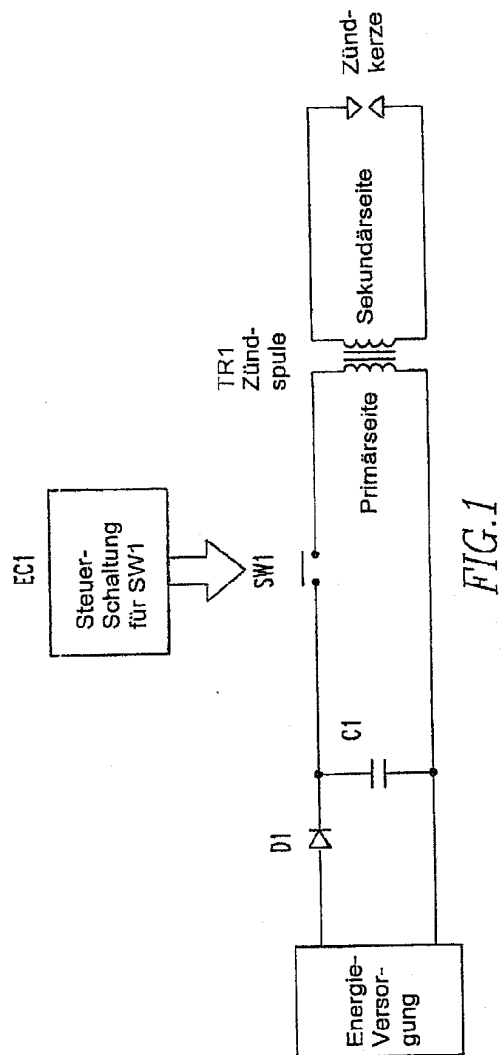
[0050] Nachdem ich meine Erfindung mit dem Detail und der Besonderheit, die das Patentgesetz fordert, beschrieben habe, soll in den folgenden Ansprüchen der durch die Patentschrift gewünschte Schutz fortgesetzt werden.

Patentansprüche

1. Kapazitives Entladungszündungssystem für einen Verbrennungsmotor mit einem Ladekondensator, mit einer Energieversorgung, die in Reihe mit dem Ladekondensator geschaltet ist, mit einem Zündtransformator, bestehend aus Primär- und Sekundärwindungen, und mit einem steuerbaren Schalter, wobei die Primärwindungen des Zündtransformators und der Ladekondensator über den steuerbaren Schalter in Serie verschaltet sind und mit einer Zündkerze, die mit den Sekundärwindungen des Zündtransformators in Reihe geschaltet ist, gekennzeichnet durch eine elektronische Steuerschaltung zur Ansteuerung des steuerbaren Schalters, der synchron zum Motor derart angesteuert wird, dass der Schalter anfänglich für eine Zeitperiode geschlossen ist, um Energie zur Zündspulenprimärseite zu übertragen, wonach der Schalter für wenigstens eine zweite Zeitperiode geöffnet und dann wieder geschlossen wird, um eine Impulsfolge zu erzeugen, wozu der Schalter mit einer aufeinander folgenden Reihe von Steuerimpulsen angesteuert wird, wobei die individuellen Impulse eine von der Steuerschaltung bestimmte Impulsdauer und einen von der Steuerschaltung bestimmten Impulsabstand haben und wobei diese Impulse zeitlich derart angeordnet sind, dass die Schwingung der von den vorausgegangenen primärseitigen Impulsen induzierten Sekundärspannung verstärkt wird, um das Spannungsdurchschlagsvermögen des offenen Schaltkreises des Zündtransformators zu vergrößern.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine Diode mit einer Energieversorgung und dem Ladekondensator in Reihe geschaltet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter den Schalter während eines jeden Zündvorganges für eine variable Anzahl an Zeiten (Perioden) öffnet oder schließt, bis ein Funkendurchbruch gemessen wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter den Schalter bis zu einer maximalen Anzahl während jedes Zündereignisses für eine variable Anzahl an Zeiten (Perioden) öffnet oder schließt, die durch die höchst erreichbare Durchschlagsspannung der Spule begrenzt ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter den Schalter während eines jeden Zündvorganges für eine variable Anzahl von Zeiten (Perioden) öffnet oder schließt, bis ein Funkendurchbruch gemessen wird, wobei die sekundärseitig vom Motor benötigte Durchbruchspannung durch Zählen der Anzahl der verstärkten primärseitigen Impulse vor dem Funkendurchbruch geschätzt wird.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter den Schalter während der verstärkten Impulse mit einem einstellbaren Verhältnis ansteuert, um die Auflösung der gemessenen Spannungsfunktion zu verbessern.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter in einem das Verhalten der Stromkreisparameter messenden, geschlossenen Regelkreis arbeitet, um die exakte an den steuerbaren Schalter gesandte Wellenform der Impulsfolge zu regeln.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter (S1) in einem geschlossenen Regelkreis unter Verwendung einer in einem Speicher abgelegten Karte arbeitet, um die exakte Wellenform der Impulsfolge, die an den steuerbaren Schalter gesandt wird, zu regeln.
9. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuerschaltung den Schalter zeitperiodengesteuert, also hinsichtlich der Dauer in welcher der Schalter geschlossen bleibt, derart steuert, dass eine gewünschte Amplitude des verlängerten Lichtbogenstroms des Funkens erzielt wird.
10. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuerschaltung für den Schalter für die Impulsfolge fortgesetzt zusätzliche Impulse aussendet, um den sekundärseitigen Strom zu erhöhen, bis ein gewünschtes sekundärseitiges Stromniveau erreicht ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuerschaltung für den Schalter für die Impulsfolge solange zusätzliche Impulse aussendet, bis ein gewünschtes Maximum des sekundärseitigen Stromniveaus erreicht ist, wonach die Übertragung von Impulsen eingestellt wird, bis der Strom auf einen Wert unterhalb eines gewünschten minimalen sekundärseitigen Stromniveaus fällt, wonach wiederum Impulse gesendet werden.
12. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuerschaltung für den Schalter für die Impulsfolge solange zusätzliche Impulse aussendet, bis ein gewünschtes Maximum des sekundärseitigen Stromniveaus erreicht ist, wonach die Übertragung von Impulsen eingestellt wird, bis der Strom auf einen Wert unterhalb eines gewünschten minimalen sekundärseitigen Stromniveaus fällt, wonach wiederum Impulse gesendet werden, bis eine erwünschte Gesamtzeit der Funkendauer erreicht ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter unter Messung des Verhaltens der Stromkreisparameter in einem geschlossenen Regelkreis arbeitet, um die exakte Wellenform der an den steuerbaren Schalter gesandten Impulsfolge zu regeln.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Steuerschaltung (EC1) für den steuerbaren Schalter in einem geschlossenen Regelkreis unter Verwendung einer in einem Speicher abgelegten Karte arbeitet, um die exakte Wellenform der Impulsfolge, die an den steuerbaren Schalter gesandt wird, zu regeln.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter die Dauer und die Amplitude des verlängerten Lichtbogens des Funkens unabhängig von der zur Auslösung des Funkens erforderlichen Durchbruchspannung steuert.
16. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei die Steuerschaltung für den steuerbaren Schalter die Sekundärleistungswellenform über der Zeit derart regelt, um einen Funken mit einer gewünschten Energiehüllkurve zu erzeugen.

Hierzu 11 Blatt Zeichnungen



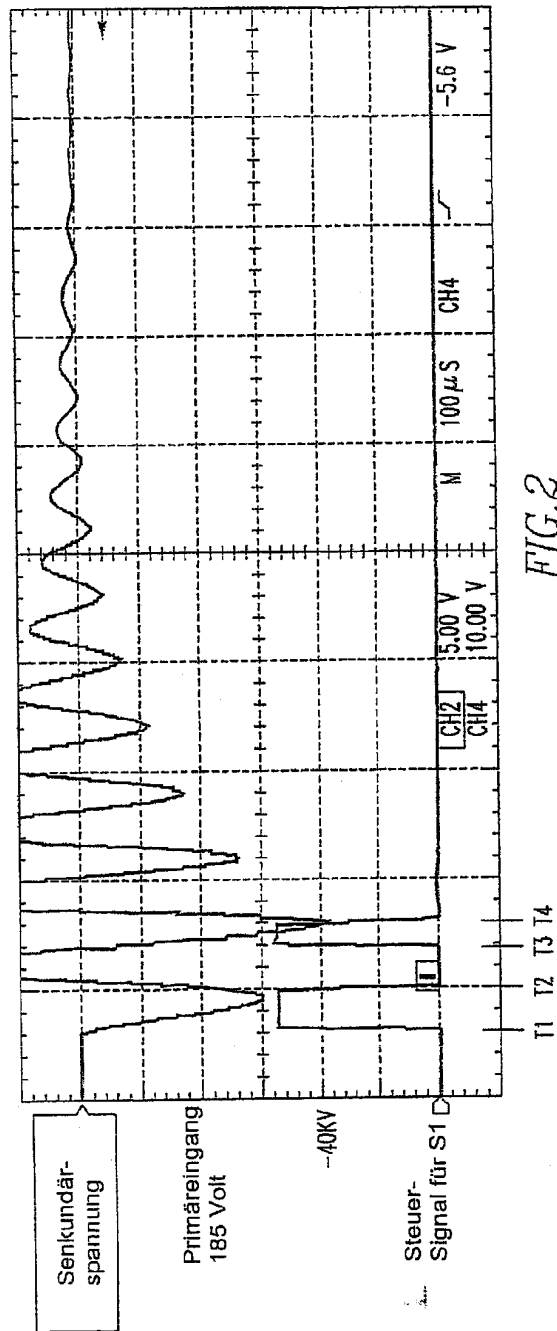


FIG. 2

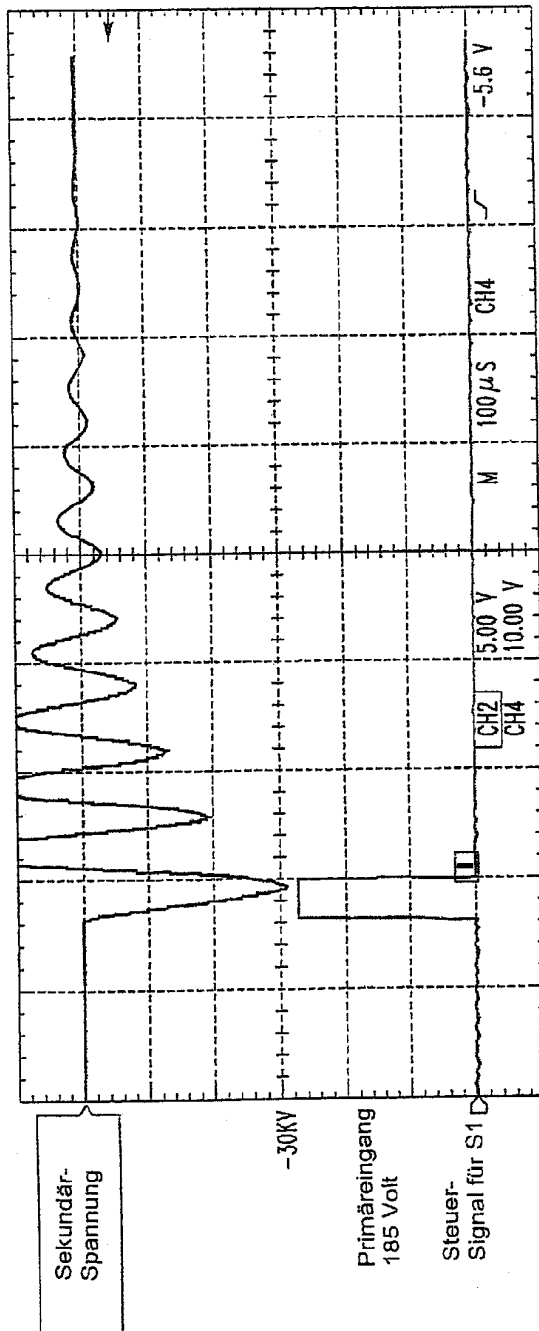


FIG.3

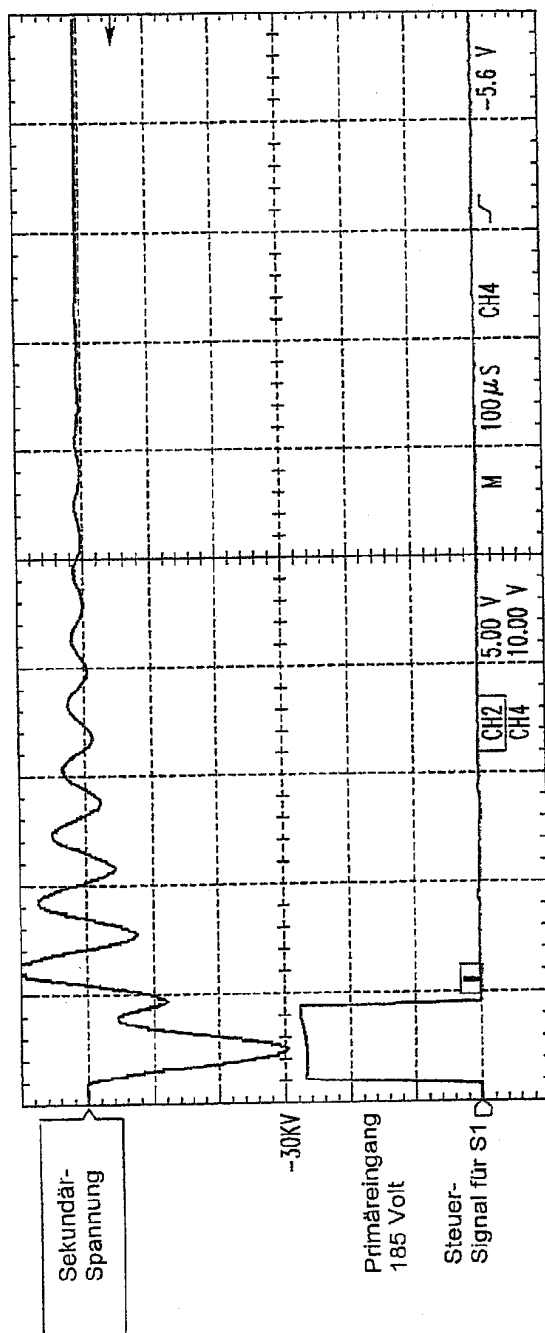


FIG. 4

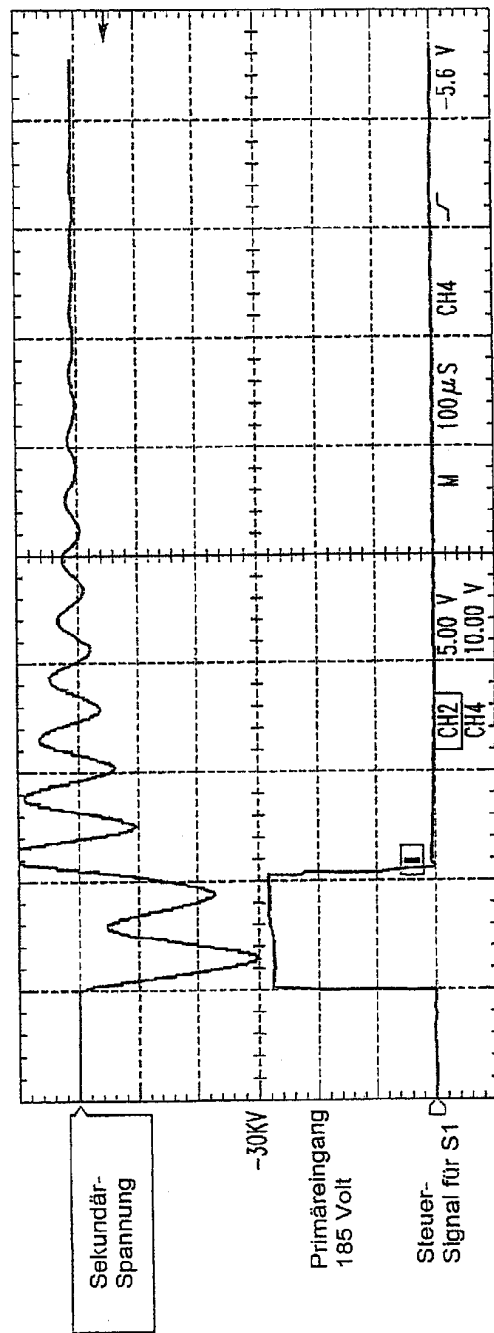


FIG. 5

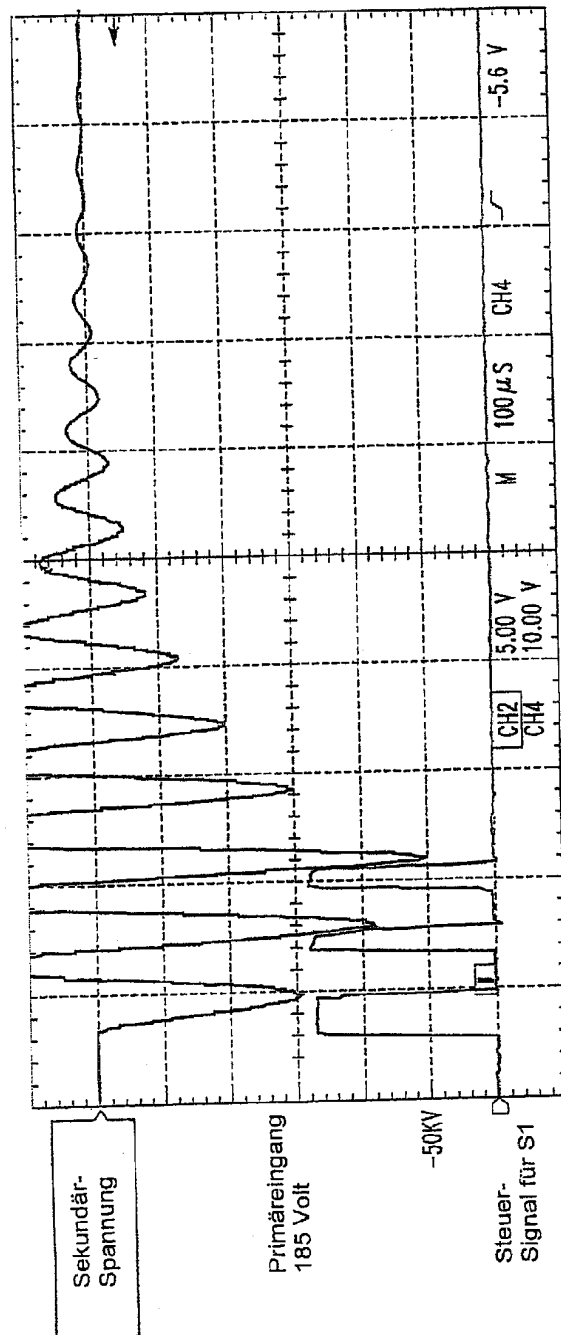


FIG. 6

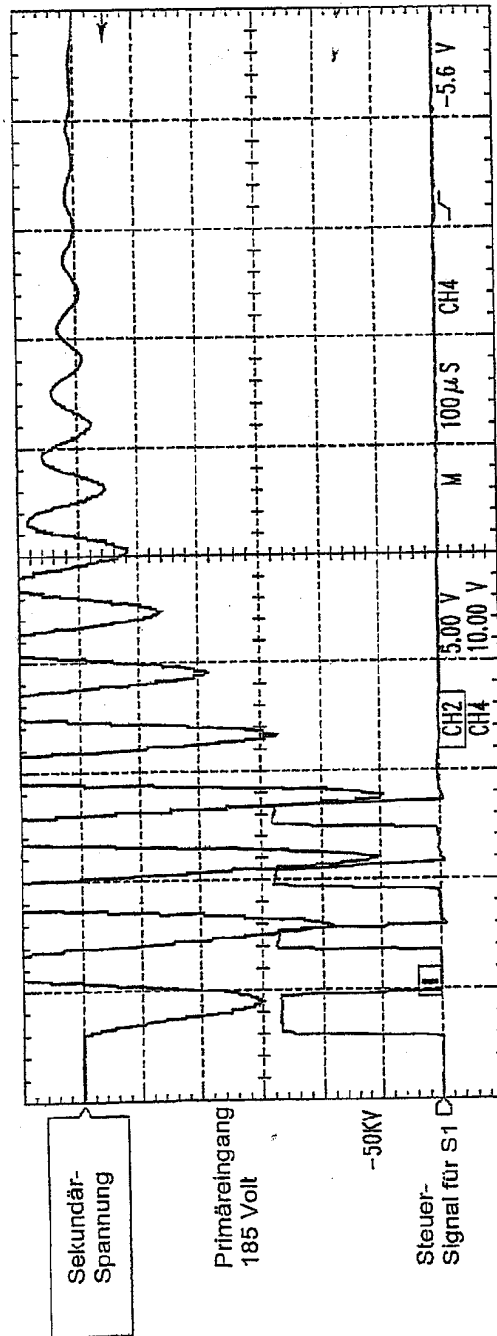


FIG. 7

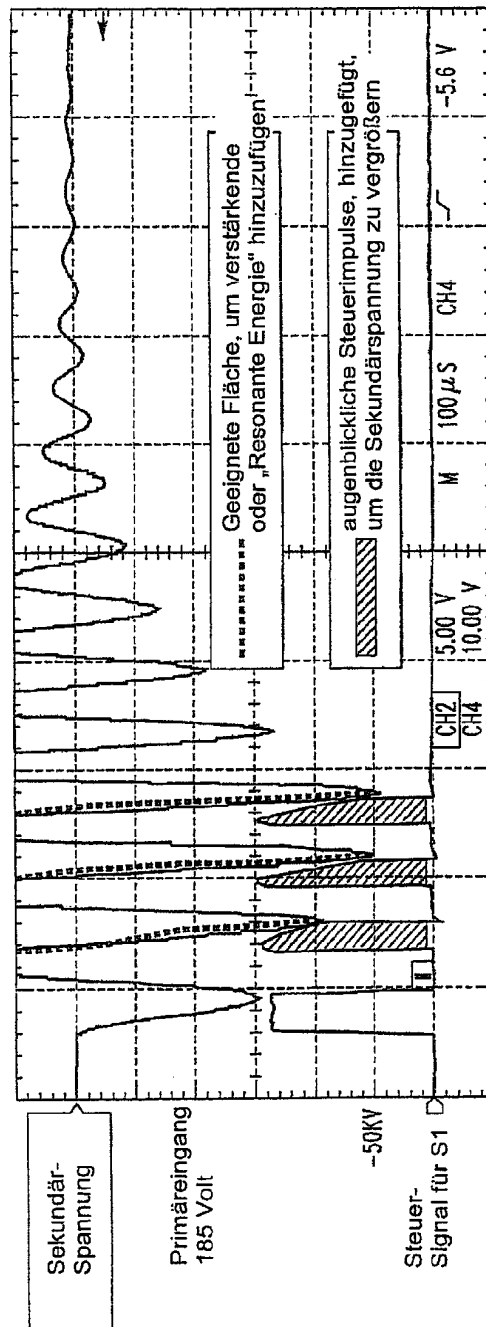


FIG. 8

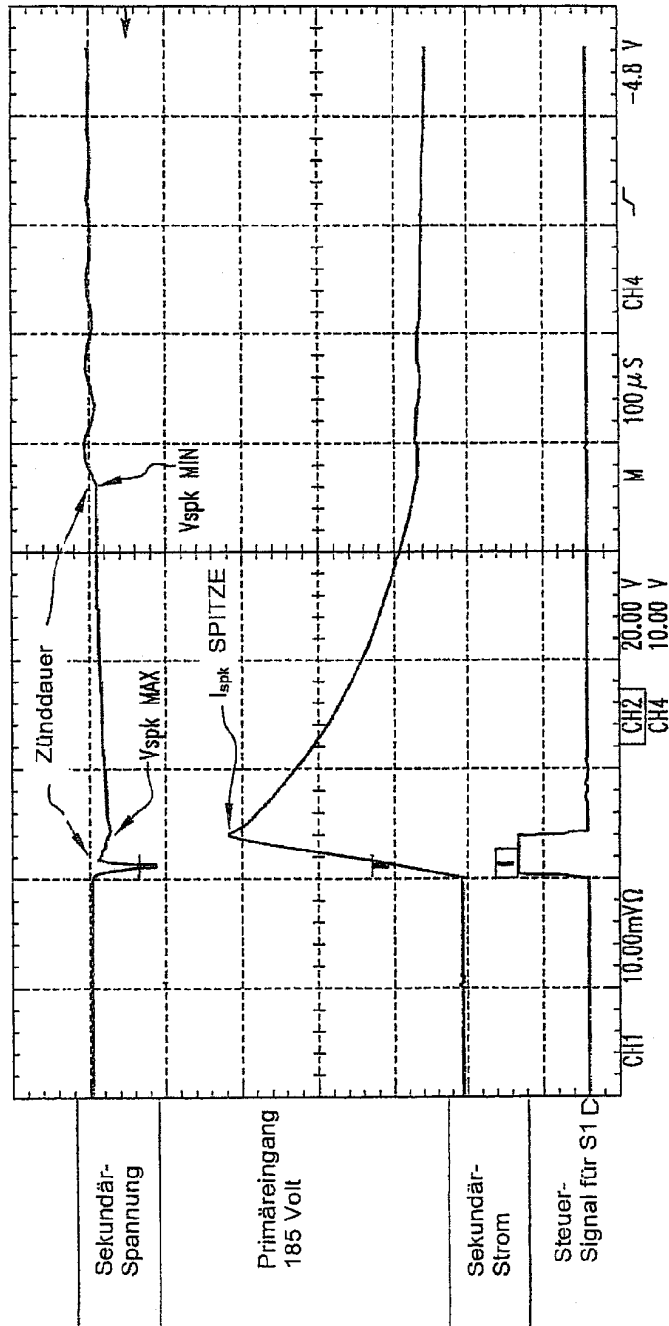


FIG. 9

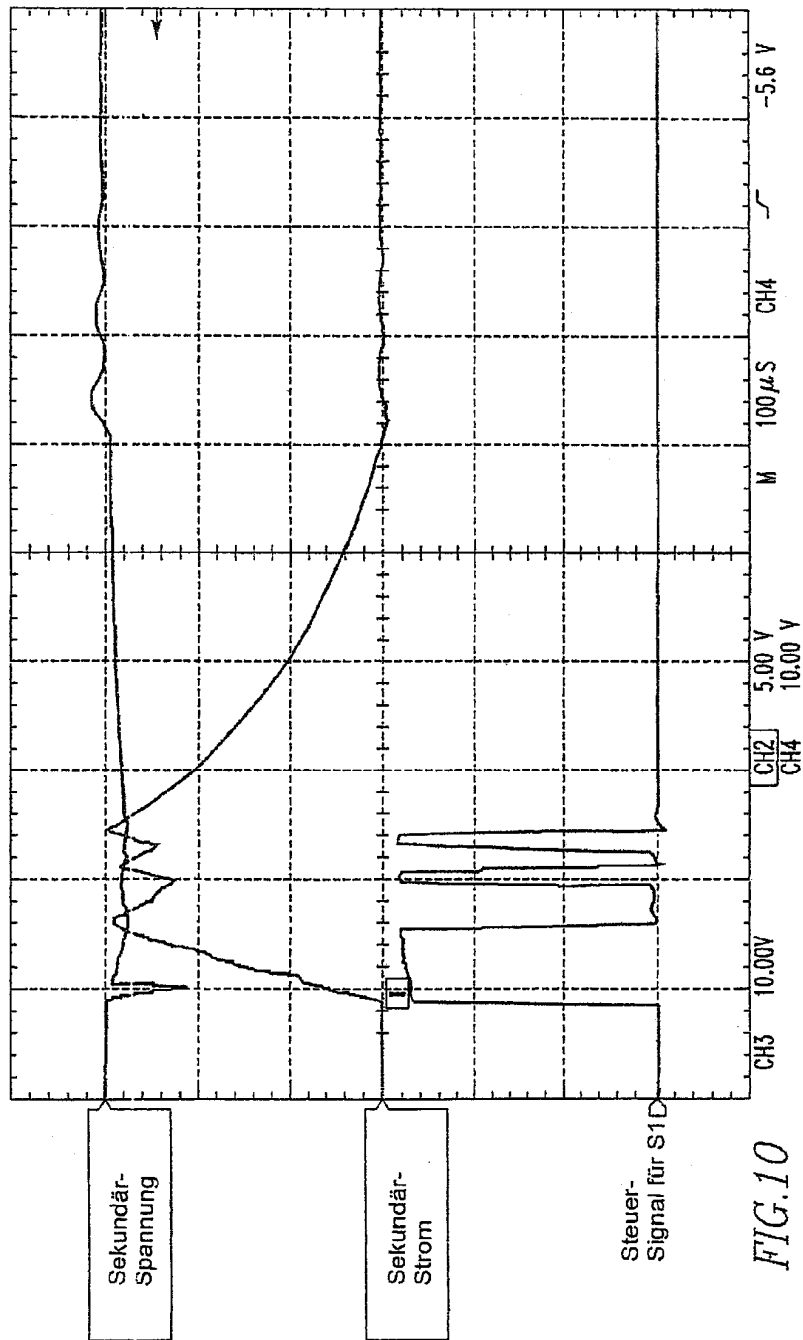


FIG.10

