(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 693 32 887 T2** 2004.03.18

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 680 667 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **693 32 887.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US93/12398**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **94 905 446.4**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 94/015391**
(86) PCT-Anmeldetag: **29.12.1993**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **07.07.1994**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.11.1995**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **16.04.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.03.2004**

(51) Int Cl.[7]: **H01T 19/04**
A61N 1/10

(30) Unionspriorität:
997907 **29.12.1992** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:
BRS Capital, Inc., Blue Springs, Mo., US

(72) Erfinder:
KING, James, Ray, Carolina Beach, US

(74) Vertreter:
Maiwald Patentanwalts GmbH, 80335 München

(54) Bezeichnung: **KORONAENTLADUNGSVORRICHTUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Koronaentladungsvorrichtungen mit elektrischen Leistungsverstärkern, die besonders für den Einsatz für medizinische und tierärztliche Untersuchungen und Therapien geeignet sind.

2. Verwandte Technik

[0002] Ein Koronaentladungsstrahl ist eine Elektrizitätsentladung, die auf der Oberfläche von und in der Nähe eines Leiters erzeugt wird, wenn der durch eine Hochspannung erzeugte Spannungsgradient einen bestimmten kritischen Wert infolge Ionisierung der Umgebungsluft durch die Hochspannung übersteigt. Koronaentladungsstrahlen sind im Allgemeinen aus dem Stand der Technik für den Einsatz bei Wärmetherapiebehandlung und für den Einsatz zum Abgleichen von Dickschichtwiderständen bekannt.

[0003] Das US-Patent mit der Nummer 4,667,677 (Di Mino) sei als Hintergrund genannt, das ein Wärmetherapieverfahren offenbart, bei dem ein Strahl verwendet wird, um Wärme auf der Haut eines Patienten aufzubringen, um Arthritis oder andere medizinische Erkrankungen zu behandeln. Ein Koronaentladungsstrahl wird von einer Energiequelle mit geringer Radiofrequenz erhalten, bei der ein niedriges Radiofrequenzträgersignal im Bereich von 200 bis 300 kHz von einem akustischen Frequenzsignal im Bereich von 3.000 bis 5.000 Hz übermoduliert ist, um so eine kontinuierliche Energiewellenform zu erzeugen. Die resultierenden Radiofrequenzenergieimpulse besitzen eine Wiederholrate im akustischen Frequenzbereich und eine Spitzenamplitude, die groß genug ist, um eine Koronaentladung in dem Energiebereich von 5 bis 15 Watt zu erzeugen. Um in einem Patienten Wärme zu erzeugen, wird die Energie dieser Entladung in 20-Sekunden- und 30- bis 40-Sekunden-Anwendungen aufgebracht.

[0004] Im Bereich des Abgleichs von Dickschichtwiderständen mit Hilfe der Koronaentladung offenbart das US-Patent mit der Nummer 4,714,911 (Di Mino) ein Verfahren zur Verbesserung der elektrischen Eigenschaften von Dickschichtwiderständen, um sie auf ihren Zielwert zu bringen. Eine Erzeugungseinheit, in der ein geringes Radiofrequenzträgersignal von einem akustischen Signal übermoduliert ist, um Radiofrequenzenergieimpulse zu erzeugen, die mittels eines Aufwärtstransformators mit einem AUFWÄRTS-Sensor und mittels eines Abwärtstransformators mit einem ABWÄRTS-Sensor gekoppelt ist. Indem der Wert des Widerstandes mit dem AUFWÄRTS-Sensor über den erwünschten Zielwert erhöht wird und dann sein Wert mit der Abwärtssonde verringert wird, wird der Zielwert des Widerstandes erhalten.

[0005] Das US-Patent mit der Nr. 5,131,904 (Markoll) offenbart ein Verfahren zur Behandlung von Arthritis, indem das betroffene Körperteil in das Feld einer durch eine rechteckige Wellenform gespeiste Ringspule platziert wird.

[0006] Die Verwendung von Koronaentladung zur Behandlung von Säugetieren ist zumindest seit Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts bekannt, wie durch die Arbeit von Nicola Tesla, über die von Margerite Cheney in TESLA berichtet wurde, bewiesen wurde: Man Out of Time (Dell, 1981). Es wurde ebenso über die Verwendung akustischer Frequenzen zur Erzeugung der Energiewelle, um eine Koronaentladung zu erzeugen, berichtet. Aus diesen Quellenangaben geht klar hervor, dass die therapeutische Verwendung von Koronaentladung im Allgemeinen anerkannt ist.

[0007] Bekannte Koronaentladungsstrahlvorrichtungen und Widerstandabgleichvorrichtungen besitzen leider Nachteile, die ihre Nützlichkeit beschränken. Es besteht ein Mangel der Würdigung der Bedeutung der Wellenform, die die Energie erzeugt, um die Koronaentladung zu erzeugen, sowie der Natur der Koronaladung selbst. Die bekannten Vorrichtungen erzeugen daher die Koronaentladung nicht aus ausgewählten Wellenformen, die die therapeutischen Wirkungen verbessern können. Außerdem betonen die bekannten Vorrichtungen zur Koronaentladung die heilende Wirkung der Wärme, die durch die Koronaentladung erzeugt wurde, was ein sekundäres Resultat der Anwendung der Koronaentladung auf eine Behandlungsfläche ist, und würdigen nur in einer begrenzten Weise, dass die Koronaenergie in und von sich selbst, oder dass die magnetischen Felder, die mit der Koronaentladung verknüpft sind und durch die Koronaentladungsvorrichtung in Verbindung mit der Entladung als Ergebnis der speziell eingesetzten Wellenformen erzeugt werden, bei der Schaffung eines therapeutischen Nutzung wichtig sein können. Als Resultat dessen sind die bekannten Koronaentladungsanwendungen für therapeutische Verwendungen für Säugetiere durch den Mangel des Verständnisses begrenzt, wie spezielle Wellenformen eingesetzt und wie geeignete Koronaentladungen erzeugt werden sollen, einschließlich der magnetischen Felder, die damit verknüpft sind, die über den wärmetherapeutischen Nutzen hinaus zusätzlichen günstigen Nutzen aus solchen Wellenformen ziehen.

[0008] Es besteht somit im Stand der Technik ein Bedarf nach einem Koronaentladungsstrahl für Therapiezwecke, der bei der Erzeugung von Energie, um eine Koronaentladung zu erzeugen, von einer speziell erzeugten Wellenform Gebrauch macht. Es besteht außerdem ein Bedarf nach einer therapeutischen Wirkung, die die Koronaentladungsenergie selbst oder magnetische Felder nutzt, die mit der Koronaentladung verknüpft sind und durch die Koronaentladungsvorrichtung durch die Anwendung bestimmter Wellenformen erzeugt werden, und die nicht

auf zufälligen oder zusätzlichen wärmetherapeutischen Eigenschaften beruhen. Ferner besteht ein Bedarf nach einer Vorrichtung, die verringerte Elektrisierungsgefahr eines Patienten mit sich bringt. Selbstverständlich ist es wünschenswert, eine therapeutische Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, die klein, transportabel, anpassungsfähig, zweckmäßig einstellbar, leicht zu verwenden und wirtschaftlich ist.
[0009] Die vorliegende Erfindung wurde gemacht, um diese und andere Bedürfnisse zu stillen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Die vorliegende Erfindung löst die Probleme bekannter Systeme.
[0011] Es ist deshalb eine Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System zur Verfügung zu stellen, um einen Koronaentladungsstrahl für die Behandlung medizinischer Erkrankungen, wie beispielsweise Schmerz und Entzündung, und für tierärztliche Untersuchungen zu erzeugen. Die Vorrichtung umfasst eine speziell konstruierte Spule. Vorteilhafterweise ist die Erfindung sicher und einfach zu verwenden, anpassungsfähig, zweckmäßig einstellbar, leichtgewichtig und transportabel infolge der zu bevorzugenden Verwendung von Batterieenergie sowie der Ausführungsformen, die AC-Energie verwenden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] Die Erfindung wird besser verstanden, indem die folgende detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen mit Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungsfiguren, in denen gleiche Bezugszeichen durchgehend gleiche Elemente betreffen, gelesen wird.
[0013] **Fig.** 1 ist ein schematisches Funktionsblockschaltbild auf höchster Ebene, das die wichtigsten funktionallen Blocks einer bevorzugten Koronaentladungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.
[0014] **Fig.** 2 zeigt die frequenz-einstellbare, durch den Grundfrequenzgenerator **100** erzeugte (normalerweise 500 KHz) Ausgangswellenform.
[0015] **Fig.** 3 zeigt die durch den Pulsbreitenmodulator **110** als Antwort auf die Wellenform der **Fig.** 2 erzeugte pulsbreitenmodulierte Ausgangswellenform.
[0016] **Fig.** 4 zeigt die Hüllkurve einer Wellenform, die Ausgabe des Gatterelementes **120** ist, wobei die Hüllkurve etwa die Hälfte der Zeit "an" ist.
[0017] **Fig.** 5 zeigt die durch das Leistungstreiberelement **130** erzeugte Wellenform, die der hochwertigen Spulenschaltung bereit gestellt wird.
[0018] **Fig.** 6 ist eine teilweise geschnittene Seitenansicht, die eine bevorzugte Ausführungsform der Koronaentladungsvorrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zeigt.
[0019] **Fig.** 7 ist eine von oben betrachtete Schnittansicht, die eine bevorzugte Ausführungsform der Spulenanordnung entlang des Schnitts 7-7 der **Fig.** 6 zeigt.
[0020] **Fig.** 8 ist eine seitliche Schnittansicht der Spulenanordnung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.
[0021] **Fig.** 9 ist ein Blockschaltbild, das schematisch die Struktur eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Koronaentladungsvorrichtung zeigt.
[0022] **Fig.** 10 zeigt die Anordnung der **Fig.** 10A, 10B und 10C. Die **Fig.** 10A, 10B und 10C (die im Folgenden der Kürze wegen auch als "**Fig.** 10" bezeichnet werden) umfassen zusammengenommen einen detaillierten Schaltebenenplan der bevorzugten Ausführungsform, die funktional in der **Fig.** 1 und schematisch in der **Fig.** 9 dargestellt ist.
[0023] **Fig.** 11 zeigt eine Modifikation der Ausführungsform der **Fig.** 10B und 10C , die es der Vorrichtung erlaubt, selbsteinstellend zu sein.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0024] Bei der Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, die in den Zeichnungen beschrieben wird, wird zu Zwecken der Klarheit eine spezielle Terminologie verwendet. Die Erfindung beabsichtigt jedoch, falls spezielle Terminologie gewählt wurde, nicht auf diese begrenzt sein, und es sollte erkannt werden, dass jedes spezielle Element sämtliche technische Äquivalente umfasst, die in ähnlicher Weise funktionieren, um einen ähnlichen Zweck zu erfüllen.
[0025] Die vorliegende Erfindung stellt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erzeugung spezieller Signale zur Verfügung, um einen Koronaentladungsstrahl und magnetische Felder für therapeutische Behandlung für medizinische Erkrankungen und tierärztliche Untersuchungen zu erzeugen. Insbesondere ist die Erfindung hilfreich für die Behandlung von Schmerz und Entzündung.
[0026] Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung funktioniert kurz gesagt durch Verwendung eines Grundfrequenzgenerators **100**, der eine 500-kHz-Rechteckwellenform erzeugt. Der Generator **100** ist mit einem Pulsbreitenmodulator **110** verbunden, um die Breite der Pulse der Grundfrequenzwelle zu modulieren. Der Modulator **110** ist mit einer Gatteranordnung **120** verbunden, die die modulierte Grundfrequenzwelle periodisch in 660-Hz-Perioden in Übereinstimmung mit einem Nutzzykluseinstellmittel und in Übereinstimmung mit einem Momentanauslösungsschalter **124** für einen User und einer Zeitgeberschaltung **126**, die auf den Auslösungsschalter anspricht, ein- und ausgeschaltet. Anschließend gelangt die gegatterte, modulierte Grundfrequenzwelle in ein Leistungstreiberelement **130**. Das Leistungstreiberelement **130** stellt einer hochwertigen Spulenanordnung **1** Leistung zur Verfügung, wobei die Spulenanordnung im Gegenzug einem Koronaentladungsstift **320** Hochspannung zur

Verfügung stellt.

[0027] Der Leistungstreiber **130** schaltet bei 500 kHz und stellt Signale in dem Bereich von ungefähr 150 bis 400 Volt zur Verfügung (in Abhängigkeit davon, ob 120 VAC oder 240 VAC Eingangsleitungsspannung verwendet wird). Das 150- bis 400-Volt-Signal wird dann durch Verwendung eines hochwertigen Schwingkreises bis zu einem Bereich von 5 bis 10 kV hochtransformiert. Um den hochwertigen Schwingkreis zu bilden, ist ein Kondensator mit einer Primärspule eines Transformators serienresonanzartig in Serie geschaltet. Die Sekundärspule der Spulenbaugruppe 1 besitzt im Vergleich zur Primärspule ein Wicklungsverhältnis von 10 : 1, so dass an dem Ausgang der Sekundärspule Spannungen von ungefähr 100 kV erzeugt werden.

[0028] Eine bevorzugte Ausführungsform des elektrischen Leistungsverstärkers gemäß der vorliegenden Erfindung ist detaillierter mit Bezugnahme auf die **Fig.** 1 bis 10 gezeigt und beschrieben. Veränderungen bezüglich der ersten Ausführungsform, die erforderlich sind, um eine alternative Ausführungsform zu bilden, sind in der **Fig.** 11 gezeigt.

[0029] Mit Bezugnahme auf die **Fig.** 1 bis 5 wird nun eine hochwertige, funktionale Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zur Verfügung gestellt.

[0030] Das System umfasst einen Grundfrequenzgenerator **100**, der, wie in der **Fig.** 2 dargestellt ist, eine Rechteckwelle von ungefähr 500 kHz erzeugt. Mit Hilfe geeigneter Einstellmittel, wie beispielsweise einem variablen Widerstand **102**, kann die exakte Frequenz auf die Resonanzfrequenz eines hochwertigen Schwingkreises eingestellt werden, der mit dem Ausgangstransformator der Spulenbaugruppe 1 verbunden ist.

[0031] Der Grundfrequenzgenerator ist schematisch mit einem Pulsbreitenmodulator (PWM) **110** verbunden dargestellt. Der Modulator **110** moduliert die Pulsbreiten der 500-kHz-Welle, die von dem Grundfrequenzgenerator **100** erzeugt wurde, um die Ausgangsleistung der gesamten Vorrichtung einzustellen. Die Breite der Pulse ist mit Hilfe geeigneter Einstellmittel, wie beispielsweise einem variablen Widerstand **112** einstellbar. Indem die Breite der Pulse vergrößert wird, wird die langfristige Durchschnittsausgangsleistung vergrößert; indem umgekehrt die Breite der Pulse verringert wird, wird die langfristige Durchschnittsausgangsleistung verringert.

[0032] Die Ausgabe des Pulsbreitenmodulators ist in der **Fig.** 3 dargestellt. Wie in der **Fig.** 3 dargestellt ist, umfasst die PWM-Ausgabe eine Reihe von Pulsen alternierender Polarität, jedoch sind die einzelnen Pulse schmaler als bei einer reinen bipolaren 500-kHz-Rechteckwelle. Zwischen aufeinanderfolgenden Pulsen mit alternierender Polarität liegen Zeiträume mit einer Ausgabe von Null Volt. Die Null-Volt-Zeiträume sind kürzer, wenn die Pulse länger sind und sie sind länger, wenn die Pulse kürzer sind. Die Gesamtwellenform besitzt unbeachtet der Pulsbreiten eine Wiederholfrequenz von 500 kHz.

[0033] Wie später noch detaillierter beschrieben wird, kann der Grundfrequenzgenerator **100** zusammen mit dem Pulsbreitenmodulator **110** gemeinsam in einem SILICON GENERAL SG3525 PWM-Generator oder einem entsprechenden Äquivalent, einem Standardbaustein, der für gewöhnlich in Schaltnetzteilen verwendet wird, implementiert werden. Ein Potentiometer **102** zur Einstellung der Ausgangsfrequenz des Generators sowie ein Potentiometer **112** zur Einstellung seiner Ausgangspulsbreite wird direkt mit dem SG3525 verwendet.

[0034] Die pulsbreitenmodulierte 500-kHz-Welle gelangt in ein Gatter **120**, das seine Eingabe (auf Amplitude Null reduziert) bei einer 660-Hz-Rate gattert. Das Gatter **120** gattert das 500-kHzpulsbreitenmodulierte Signal der **Fig.** 3 gegenüber einem Torwellensteuerungssignal (vorzugsweise 50% Nutzzyklus) von 660 Hz. Die Hüllkurve der resultierenden gegatterten Wellenform ist in der **Fig.** 4 gezeigt.

[0035] Die Frequenz sowie der Nutzzyklus des effektiven Torsteuerungssignals des Gatters ist, wie im Folgenden detaillierter beschrieben wird, mit Hilfe geeigneter Einstellmittel **122** einstellbar. Innerhalb des Gatterelements **120** wird das pulsbreitenmodulierte Signal gegattert, und zwar entweder durch den User, der seinen Finger von dem Schalter **124** entfernt, durch Zeitsperre einer Zeitgeberschaltung **126**, die auf den Userschalter anspricht, oder durch den "Aus"-Abschnitt, der periodischen Pulskette, die durch das Nutzzykluseinstellmittel **122** bestimmt wird.

[0036] Diese Logik der Wellenformung und der Torsteuerung erfolgt auf dem Schaltungslogikenergieniveau (wie beispielsweise 12 bis 13 Volt), wodurch Energie gespart wird.

[0037] Die gegatterte 500-kHz-Welle der **Fig.** 4 wird in den Leistungstreiber **130** eingespeist. Der Leistungstreiber **130** umfasst vorzugsweise MOSFETs und schnelle Dioden, die in einer Halbbrücke oder einer Brückentopologie verbunden sind, um so als Leistungsschalter zu fungieren. Die Ausgabe der Leistungsschalter ist eine Rechteckwelle, die dem gegatterten, pulsmodulierten Ausgangssignal des Gatters **120** entspricht. Die Leistungsschalter schalten bei 500 kHz und erzeugen eine Ausgabe in dem Bereich von 150 bis 400 Volt, was davon abhängt, ob 120 VAC oder 240 VAC zum Betreiben der Vorrichtung verwendet wird.

[0038] Das 150- bis 400-Volt-Signal des Leistungstreibers **130** wird von einer LC-Schaltung, die die 150-Volt-Rechteck-Wellenspannung als Eingabe besitzt, bis zu einem Bereich von 5 bis 10 kV hochtransformiert. Insbesondere ist der Leistungstreiber **130** mit einem Kondensator **140** verbunden, der sich mit der Primärspule **150** eines Transformators in Serienresonanzanordnung befindet, der eine Primärspule **150** und eine Sekundärspule **170** besitzt. Die hochwertigen Eigenschaften des Schwingkreises ermöglichen es, dass am Knoten **145** das sinusförmige Sig-

nal höherer Spannung (5 bis 10 kV) gebildet wird. Die Primärspule **150** ist bei **154** mit der Masse der Leistungsversorgung geerdet.

[0039] Die Primärspule **150** ist am Knoten **145** mit der Sekundärspule **170** elektrisch verbunden und ist ebenfalls magnetisch damit über eine Ferritkern **160** gekoppelt. Die Primär- und Sekundärspulen sind um den Ferritkern **160** herumgewickelt. Der Ferritkern verbessert die Qualität der LC-Schaltung wie sie von dem Leistungstreiber **130** gesehen wird. Der Transformator besitzt ein Wicklungsverhältnis von 10 : 1, um die Primärspannung hoch zu transformieren, so dass die Sekundärspule ein Hochspannungsausgangssignal zur Verfügung stellt (ungefähr 100 kV).

[0040] Die Sekundärspule ist bei **174** durch einen Entladungsstift **320** "luftgeerdet". Die Sekundärspule erzeugt die Spannung in dem 30-Kilovolt- bis 200-Kilovolt-Bereich, was in dem erwünschten Koronaentladungsstrahl resultiert. Es sammelt sich Ladung am Ende des Entladungsstiftes an, der vorzugsweise als leitfähiger (vorzugsweise Bronze) Stab ausgebildet ist.

[0041] Wie in der **Fig.** 6 dargestellt ist, sind in einem Gehäuse **200** eine exemplarisch dargestellte Spulenbaugruppe 1 und ein zugehöriger Entladungsstift **320**, Schwingkreisknotenleitungen **145**, die Verbindung mit der Masse der Leistungsversorgung **154** und der Auslösschalter **124** dargestellt. Ferner sind in dem Schaft **340** der Vorrichtung isolierende Halterstrukturen **310**, **311** dargestellt. Die Leitungen am Knoten **145** zu der Primär- und der Sekundärspule, die Rückerdungsleitung **154** und die Leitungen **224** von dem Momentanschalter **124** sind alle innerhalb einer Schutzummantelung **270** geführt. Die Leitungen bei Knoten **145** zu der Primär- und Sekundärspule und die Rückerdungsleitung **154** sind jeweils mit dem inneren Leiter und dem äußeren Leiter einer Koaxialleitung **272** innerhalb der Schutzummantelung **270** verbunden.

[0042] Das entgegengesetzte Ende der Schutzummantelung **270** ist mit einem Gehäuse (nicht dargestellt) verbunden, das andere Elemente der in der **Fig.** 1 gezeigten Ausführungsform umfasst. In der dargestellten Ausführungsform befinden sich die Elemente **100** bis **140** in dem Gehäuse, wobei sich lediglich die Spulenbaugruppe 1 und der Entladungsstift **320** in der tragbaren Koronaentladungseinheit befinden. Es könnte jedoch auch darüber nachgedacht werden, dass der Kondensator **140** nicht in dem Gehäuse mit umfasst ist, sondern eher in der tragbaren Einheit.

[0043] Die **Fig.** 7 ist eine Draufsicht, die eine bevorzugte Ausführungsform der Spulenbaugruppe entlang der Linie 7-7 der **Fig.** 6 zeigt. Die **Fig.** 8 ist eine von der Seite betrachtete Schnittansicht der Spulenbaugruppe gemäß der Ausführungsform der **Fig.** 6.

[0044] Wie dargestellt, ist die Spulenbaugruppe in einer im Wesentlichen radialen Art und Weise angeordnet, wobei der im Wesentlichen zylindrische Ferritkern **160** sich an ihrem Mittelpunkt befindet. Der Ferritkern **160** befindet sich auf Erdpotential. Im Allgemeinen nimmt in der Spulenanordnung die Spannung mit zunehmendem Abstand von dem Mittelpunkt zu, wobei sich die höchste Spannung am äußersten Abschnitt der Baugruppe befindet.

[0045] Vom Mittelpunkt aus betrachtet ist die Spulenbaugruppe in Schichten aufgebaut, wie sich am einfachsten der **Fig.** 8 entnehmen lässt.

1. Der Ferritkern **160**. In der bevorzugten Ausführungsform beträgt sein Durchmesser 2.36 cm (0.93 Inch); seine Länge beträgt 7,87 cm (3.1 Inch); seine bevorzugte Zusammensetzung besteht aus MN80, das bei MAGNETIC CERAMICS verfügbar ist.
2. Eine Schicht aus hochspannungsisolierendem Band, das in der Lage ist, Spannungen oberhalb von 10 kV zu isolieren. 0.003 × 1.5 Inch.
3. Die Primärspule **150**, die 40 Wicklungen aus 8/30 Litzendraht besitzt. In dieser Ausführungsform ist nur eine Drahtschicht erforderlich.
4. Eine weitere Schicht aus hochspannungsisolierendem Band.
5. Eine Überziehhülse; vorzugsweise aus DELRIN®, Innendurchmesser 2.65 cm (1.042 Inch), Dicke von 0,34 cm (0.135 Inch), und Länge von 6,35 cm (2.5 Inch).
6. Eine weitere Schicht aus hochspannungsisolierendem Band.
7. Die Sekundärspule **170** umfasst 400 Wicklungen aus 8/30 Litzendraht. Die **400** Wicklungen sind in 20 Schichten mit 20 Wicklungen pro Schicht angeordnet, wobei jede Schicht von der nächsten durch jeweilige Schichten aus hochspannungsisolierendem Material getrennt ist. Ungefährer Außendurchmesser 7,87 cm (3.1 Inch). Der Draht selbst ist massiv, wobei der Leiter einen Durchmesser von 0,41 mm (0.016 Inch) besitzt und einen Gesamtdurchmesser einschließlich der Isolierung von 0,038 Inch besitzt.
8. Eine letzte Schicht aus hochspannungsisolierendem Band.

[0046] Die Leitungen des Eingangsknotens **145** zu den zwei Spulen sowie die Leitung **145** der Masse der Leistungsversorgung zu der Ummantelung sind mit den Wicklungen in jeweiligen Schichten, die zu Ferrit am nächsten liegen, verbunden. Im Gegensatz dazu wird der Ausgang **172** von der Sekundären, der zu dem Entladungsstift **320** führt, am äußersten Umfang der Sekundärspule abgenommen.

[0047] Die **Fig.** 9 ist ein Blockschaltbild, das schematisch eine bevorzugte Ausführungsform der Koronaentladungsvorrichtung zeigt. Die **Fig.** 10A, 10B und l0C (die der Kürze wegen im Folgenden insgesamt als **Fig.** 10 bezeichnet werden) umfassen einen detaillierten Schaltungsebenenplan der Ausführungsform, die in der **Fig.** 1 funktional und in der **Fig.** 9 schematisch dargestellt ist. Die **Fig.** 9 stellt somit eine genauere Wiedergabe der Struktur dar, die in dem detaillierten Schaltplan der **Fig.** 10 gezeigt ist, als das sehr allgemeine funktionale Schaubild der **Fig.** 1.

[0048] Mit Bezugnahme auf die **Fig.** 9 ist der Schalter **124** als Momentanschalter dargestellt, der eine positive, konstante Spannung zu einem ersten Eingang eines UND-Gatters **912** kurzschließt. Das UND-Gatter stellt einem Pulsgenerator **910** mit 20 Sekunden Einschaltzeit ein gegattertes Schaltsignal zur Verfügung. Der Einschaltzeitpulsgenerator **910** arbeitet tatsächlich als ein monostabiler Multivibrator, der jeweils nicht-invertierende und invertierende Ausgaben **910Q** und **910Q**- zur Verfügung stellt.

[0049] Wie aus der noch folgenden Erläuterung erkannt werden wird, wird der Pulsgenerator **910** Einschaltzeitpulsgenerator genannt, da während des 20-Sekunden-Fensters, das durch den Ausgangspuls definiert wird, die Ausgangsspule der Vorrichtung an sein kann. In Zeiten, in denen der 20-Sekunden-Impuls inaktiv ist, kann die Spule nicht an sein.

[0050] Der invertierte 20-Sekunden-Ausgangspuls wird zu einem zweiten Eingang des UND-Gatters **912** zurückgeführt, um schematisch darzustellen, dass der Einschaltzeitpulsgenerator nicht wie ein wieder-auslösbarer Pulsgenerator arbeitet. Das heißt, dass nachdem eine erste Anstiegsflanke an dem Eingang des Pulsgenerators festgestellt wurde, dass das Signal **910Q**jegliche weitere Anstiegsflanken davon abhält, die durch wiederholtes Drücken des Schalters **124** verursacht werden, den Pulsgenerator zu veranlassen, einen neuen 20-Sekunden-Puls zu beginnen.

[0051] Die Anstiegsflanke des invertierten Ausgangssignal 910Q- löst einen zweiten Pulsgenerator **914** aus, der als ein monostabiler Multivibrator fungiert. Der Pulsgenerator **914** liefert einem dritten Eingang des UND-Gatters **912** einen invertierten 10-Sekunden-Puls **914Q**-. Dieser 10-Sekunden-Puls erweitert die Eingangsgatterfunktion um 10 Sekunden, die durch den 20-Sekunden-Puls **910Q**- zur Verfügung gestellt wird. Es versteht sich von selbst, dass die **Fig.** 9 schematisch und in Wirklichkeit nicht wörtlich zu verstehen ist; dementsprechend wird für diese Diskussion angenommen, dass der monostabile Multivibrator **914** keine Verzögerungszeit besitzt, so dass die zwei blockenden Pulse auf den jeweiligen Pfaden **910Q**- und **914Q**- als zusammenhängend anzusehen sind, um eine kontinuierliche 30-Sekundenspenfunktion zu bilden und somit keine "Lücke" zwischen den zwei Sperrsignalen zuzulassen, um den Pulsgenerator **910** erneut auszulösen.

[0052] Nachdem der Schalter **124** gedrückt wurde stellt eine einzige 20-Sekunden-Periode, die durch einen Puls am Ausgang **910Q** definiert wurde, der von einer 10-Sekunden-Periode gefolgt wird und durch einen Puls am Ausgang **914Q**- definiert wurde, auf diese Art und Weise sicher, dass kein weiterer Puls erzeugt werden kann. Dementsprechend resultiert einfaches oder wiederholtes Drücken des Schalters **124** während einer 30-Sekunden-Periode in einem 20-Sekunden-Puls **910Q**, der durch zumindest eine 10-sekundige Abwesenheit eines **910Q**-Pulses gefolgt wird. Nach dieser 30-Sekunden-Periode kann neuerliches oder wiederholtes Drücken des Schalters **124** einen weiteren 20-Sekunden-Puls/10-sekündige Abwesenheit verursachen.

[0053] Das Signal auf Pfad **910Q** wird einem ersten Eingang eines UND-Gatters **930** zur Verfügung gestellt. Ein zweiter Eingang des UND-Gatters **930** empfängt auf Pfad **920Q** ein periodisches Torsteuerungssignal, das von einem Pulskettengenator **920** erzeugt wurde.

[0054] Der Pulskettengenerator **920** stellt periodische Serienpulse der Zeitdauer t_{ein} mit dazwischenliegenden Aus-Perioden der Dauer t_{aus} zur Verfügung. In einer bevorzugten Ausführungsform ist, um eine Rechteckwelle zur Verfügung zu stellen, $t_{ein} = t_{aus}$, wobei $t_{ein} + t_{aus}$ eine Pulskettenperiode von 1015.1 µs repräsentiert, was einer Pulswiederholfrequenzperiode von 660 Hz entspricht. Es sind entsprechende t_{ein}- und t_{aus}-Einstellmittl **921** und **922**, wie beispielweise einstellbare Widerstände, dargestellt. Die Einstellmittel **921** und **922** entsprechen zusammen dem Nutzzykluseinstellmittel **121** (**Fig.** 1).

[0055] Auf diese Art und Weise gattert das UND-Gatter **930** die 660-Hz-Pulskette auf Pfad **920Q** gegenüber dem 20-Sekunden-Puls auf Pfad **910Q**. Während dem 20-Sekunden-Puls ist die Ausgabe des UND-Gatters **930** im Wesentlichen die selbe wie das Signal auf Pfad **920Q**, das einen Nutzzyklus besitzt, der durch die Einstellung der Einstellmittel **921**, **922** (122 der **Fig.** 1) bestimmt wird. Wenn beispielsweise $t_{ein} = t_{aus}$ (was einer Rechteckwellenausgabe des Pulskettengenerators **920** entspricht), dann ist die Ausgabe des UND-Gatters **930** für die 20-Sekunden-Periode ebenfalls eine Rechteckwelle.

[0056] Das UND-Gatter **930** aktiviert einen frequenzeinstellbaren Pulsbreitengenerator (auch als PWM-Generator bezeichnet) **940**. Im aktiven Zustand erzeugt der PWM-Generator **940** eine digitale Pulskette, wie sie beispielweise in der **Fig.** 3 dargestellt ist, die eine Frequenz besitzt, die durch Frequenzeinstellmittel **102** bestimmt wird, und eine Pulsbreite aufweist, die durch Breiteneinstellmittel **112** bestimmt wird.

[0057] In der bevorzugten Ausführungsform beträgt die Pulsfrequenz ungefähr 500 kHz und ist genau einstellbar, um mit der Resonanzfrequenz der LC-Schaltung zusammenzufallen, die den Kondensator **140** und die Primärspule **150** umfasst. Die Pulsbreite ist, um mehr Ausgangsleistung zu erzeugen, durch den User einstellbar.

[0058] Wenn der PWM-Generator eingeschaltet ist, werden auf den jeweiligen Pfaden **940Q** und 940Q-Pulsketten entgegengesetzter Polarität zur Verfügung gestellt. Jedes dieser Signale wird durch eine Wellenform, wie der, die in der **Fig.** 3 dargestellt ist, repräsentiert, die durch ein 660-Hz-Signal gegattert ist, so dass sie durch die **Fig.** 4 repräsentiert werden. Es versteht sich somit von selbst, dass das Signal der **Fig.** 3 nur dann Ausgabe des PWM-Generators ist, wenn die Pulskette auf Pfad **920Q** sich im Ein-Zustand befindet; wenn das Signal auf Pfad **920Q** zwi-

schen einzelnen Pulsen liegt, dann deaktiviert das UND-Gatter **930** den PWM-Generator, so dass die Ausgabe auf Null zurückgeht, wie es in der **Fig.** 4 dargestellt ist.

[0059] Auf der Grundlage der vorangehenden Diskussion ist der PWM-Generator deaktiviert, wenn auf Pfad **910Q** kein 20-Sekunden-Puls vorhanden ist. Nur für die Dauer eines 20-Sekunden-Pulses auf Pfad **910Q** generiert der PWM-Generator ein 500-kHz-Signal und dann lediglich während der µs "Ein"-Zeit-Perioden mit 660 Hz, die die Pulskette auf Pfad **920Q** aktivieren.

[0060] Die Pulsketten mit entgegengesetzter Polarität, die auf den jeweiligen Pfaden **940Q** und 940Q-bereitgestellt werden, sind Eingaben für die Eingänge einer Doppeltorschalteinheit **950**. Die Doppeltorschalteinheit **950** umfasst zwei Gatter **951** und **952**, die jeweils auf den Pfaden **940Q** und **940Q**- die Signale empfangen. Beide Gatter **951** und **952** der Doppeltorschalteinheit **950** werden durch Schließen des Momentanschalters (Userdruckknopf) **124** aktiviert. Die gegatterten 500-kHz-pulsbreitenmodulierten Signale entgegengesetzter Polarität auf den Pfaden **940Q** und **940Q**-passieren somit die Gatter **950**, **952** nur zu Zeitpunkten, in denen der User den Momentanschalter (Auslöser) **124** drückt. Wenn er seinen Finger von dem Druckknopf **124** entfernt, kann der User fast verzögerungsfrei Energie von den Spulen wegnehmen, indem er die Ausgänge der Gattereinheit **950** deaktiviert.

[0061] Die Ausgaben entgegengesetzter Polarität der Doppeltorschalteinheit **950** sind Eingaben für die Halbbrückenleistungsschalteranordnung **960**. Die Halbbrückenleistungsschalteranordnung **960** umfasst zwei in Reihe geschaltete Leistungsschalter **961**, **962**, die zwischen einer höheren Spannung (wie beispielsweise 160 Volt) als der Spannung (wie beispielsweise 13 VDC) angeordnet sind, die von der Logik der Elemente **910** bis **950** verwendet wird. Im aktivierten Zustand verursachen die Leistungsschalter **961**, **962** in der hochwertigen LC-Schaltung 140/150 gemeinsam die Erzeugung einer exponentiell ansteigenden Sinuswelle. Die exponentiell ansteigende Sinuswelle wird in der hochwertigen Schaltung, die aus dem Kondensator **140** und der Primärspule **150** gebildet wird, mit Hilfe eines Rezirkulationsmittels, das schematisch als Element **965** dargestellt ist, erzeugt.

[0062] Die Sinuswelle baut sich an dem Eingang der Primärspule **150** exponentiell bis zu dem 5 kVbis 10 kV-Bereich auf, wobei der genaue Bereich von der Qualität der LC-Schaltung abhängt, die den Kondensator **140** und die Primärspule **150** umfasst. Die dem Koronaentladungsstift **320** über die Sekundärspule **170** zur Verfügung gestellte Spannung wird durch das Wicklungsverhältnis (wie beispielsweise 10-1) der Sekundärspule zu der Primärspule bestimmt. In der bevorzugten Ausführungsform ist die Spannung an der Sekundären, die der Spannung des Entladungsstiftes **320** zu der "Lufterdung" 174 entspricht, ungefähr 100 kV.

[0063] Bezüglich des Betriebs der **Fig.** 9 müssen zusammenfassend mehrere Bedingungen eingehalten werden, so dass der Entladungsstift **320** mit Energie versorgt wird. Der User muss den Druckknopf (Momentanschalter) **124** zumindest momentan drücken, um einen 20-Sekunden-Puls auf Pfad **910Q** zu erzeugen, so dass das UND-Gatter **930** während der Einschaltperiode der Pulskette auf Pfad **920Q"**an" ist. Ferner muss der User zumindest 30 Sekunden seit einer früheren Auslösung eines 20-Sekunden-Pulses auf Pfad **910Q** warten, bevor ein weiterer Puls erzeugt werden kann. (Die zusätzliche, in den 30 Sekunden beinhaltete 10-Sekunden-Warteperiode stellt sicher, dass sich die Komponenten nicht überhitzen, wodurch die beteiligten hohen Spannungen berücksichtigt werden). Außerdem muss der User den Momentanschalter **124** gedrückt halten, um es der Torschaltanordnung **950** zu ermöglichen, das 500-kHz-Signal zu der Halbbrückenleistungstreiberanordnung **960** und somit zu den Spulen durchzulassen.

[0064] In der bevorzugten Ausführungsform sind die Einstellmittel **102** und **112** für den User leicht zugänglich. Das Frequenzeinstellmittel ist in der Nähe eines Regelwiderstandknopfes oder dergleichen treffend mit "Einstellung" bezeichnet. Das Pulsbreiteneinstellmittel **112** ist in der Nähe eines anderen Regelwiderstandeinstellknopfes oder dergleichen treffend mit "Leistung" bezeichnet.

[0065] Die Torschaltpulskettennutzzykluseinstellmittel **921**, **922** (**122**) sind jedoch vorzugsweise in einem Gehäuse der Vorrichtung angeordnet, so dass sie für den User nicht leicht zugänglich sind. Die Torschaltpulsketteneinstellmittel **921**, **922** (**122**) werden während der Herstellung oder für Wartungszwecke von Personen eingebaut, die im Allgemeiner erfahrener sind als Enduser. Die Torschaltpulsketteneinstellmittel **921**, **922** (**122**) bestimmen effektiv eine einstellbare, für die Vorrichtung verfügbare maximale Energie, wobei der LEISTUNGS-Knopf **112**, der von dem User bedient wird, geeignet ist, die momentane Ausgangsleistung von Null bis zu diesem Maximum einzustellen. Auf diese Art und Weise stellen die Torschaltpulsketteneinstellmittel **921**, **922** (**122**) sicher, dass sogar bei der maximalen LEISTUNGS-Einstellung von Element **112** kein Element durch den User durchbrannt wird.

[0066] Die Elemente der **Fig.** 9 können auf unterschiedliche Arten angeordnet werden. Die Elektronik, die als Elemente **910** bis **965** gezeigt ist, ist in einem geeigneten Gehäuse (nun dargestellt) angeordnet, das sich getrennt von der tragbaren Einheit befindet, die in der **Fig.** 6 dargestellt ist. Der Kondensator **140** kann je nach Bedarf entweder in dem Gehäuse oder in dem Griff der tragbaren Einheit angeordnet werden. Ein geeignetes Kabel, das das Gehäuse mit der tragbaren Einheit verbindet, muss hohe Spannungen übertragen, wenn der Kondensator eher in dem Gehäuse als in der tragbaren Einheit angeordnet ist. Die

tragbare Einheit kann jedoch leichter und kompakter gemacht werden, indem der Kondensator in dem Gehäuse angeordnet wird.

[0067] Die **Fig.** 10A bis 10C stellen einen detaillierte Schaltplan der Ausführungsform dar, die in der **Fig.** 9 funktionaler dargestellt ist. Unter Zugrundelegung der vorangehenden detaillierten Beschreibung der **Fig.** 9 wird der Fachmann leicht die Funktion der detaillierten Offenbarung der **Fig.** 10A bis 10C zu würdigen wissen. Die folgende Beschreibung wird somit zur Erleichterung beim Ausführen und Verstehen der nicht begrenzenden Ausführungsform zur Verfügung gestellt, die hierin beschrieben wird.

[0068] Mit Bezugnahme nun auf die **Fig.** 10A wird der Druckknopf (Momentanschalter) **124** erläutert. Ein 2N2222-Transistor wird durch Schließen des Schalters eingeschaltet und erzeugt eine invertierende Funktion, um die Doppeltorschaltanordnung **950** (**Fig.** 10C) zu aktivieren (low-activ Freigabe). Die Torschaltanordnung **950** ist als ein INTERNATIONALER GLEICHRICHTER **IR 2110** Treiber/Spannungsumsetzer implementiert.

[0069] In der **Fig.** 10A ist der Stift **6** des ersten "555-Timers" **910'** mit einem dazwischenliegenden Knoten einer RC-Zeitsteuerungsschaltung verbunden, die die 20-Sekunden- und 10-Sekunden-Zeitpulse steuert und symbolisch in der **Fig.** 9 gezeigt ist. Der 44-µF-Kondensator, der mit der Erde verbunden ist, ist ein Zeitsteuerungskondensator, wobei der Entladungspfad durch den 100-kΩ-Widerstand den 10-Sekunden-Sperrpuls steuert, der symbolisch auf Pfad **914Q**- dargestellt ist (**Fig.** 9).

[0070] Immer noch mit Bezug auf die **Fig.** 10A ist der zweite "555-Zeitgeber" **920'** ein frei schwingender Zeitgeber, der die 660-Hz-Pulskette auf Pfad **920Q** vorzugsweise als Rechteckwelle erzeugt (**Fig.** 9). Die Regelwiderstände **921**, **922** besitzen in der **Fig.** 9 genaue Entsprechungen.

[0071] Immer noch mit Bezugnahme auf die **Fig.** 10A ist das UND-Gatter **930** (**Fig.** 9) als eine Verbindung der Ausgangsdrähte der zwei "555-Zeitgeber" **910'**, **920'** verkörpert. Die Verbindung übt am Eingang des Pulsbreitengenerators **940** eine Torschaltfunktion (**Fig.** 10B) aus.

[0072] Mit Bezugnahme auf die **Fig.** 10B ist der Pulsbreitengenerator **940'** vorzugsweise unter Verwendung eines SG3525A oder einem Äquivalent davon implementiert. Einstellungs- und LEISTUNGS-Regelwiderstände **102**, **112** (**Fig.** 9) finden in der **Fig.** 10B die Entsprechungen **102'**, **112'**. In der **Fig.** 10B ist ebenfalls die Schaltung dargestellt, die 115 VAC-Leistung in 13 VDC-Leistung für die Verwendung als DC-Energiequelle für die digitale Schaltung umwandeln soll. Die Erfindung sorgt dafür, dass DC-Batterieenergie ebenfalls verwendet werden kann, um die Vorrichtung mit Energie zu versorgen. In diesem Falle kann die dargestellte AC-DC-Umwandlungsschaltung durch einen geeigneten DC-Energiekreis ersetzt werden.

[0073] Mit Bezugnahme auf die **Fig.** 10C ist die Doppelgatteranordnung **950'** als ein **IR2110** dargestellt. Die Doppeltoranordnung **950'** speist die jeweilige FETs (Feldeffekttransistoren) **961'**, **962'** innerhalb des Halbbrückentreibers **960'**. Ein zentraler Knoten zwischen den FETs des Halbbrückentreibers **960'** speist die hochwertige Schaltung 140/150 durch eine Anordnung aus vier schnellen Dioden, die zusammen als Rezirkulationsmittel **975'** gekennzeichnet sind. Die Dioden sind in Form einer "8" angeordnet, wobei dazwischenliegende Knoten der Halbbrücke und des Kondensators an den äußersten Enden der "8" verbunden sind. Außerdem verbinden zwei schnelle, in Serie geschaltete Dioden (1) Massenpotential, (2) den Knoten zwischen dem Rezirkulationsmittel 965' und dem Kondensator **140** und (3) den +160-V-Knoten.

[0074] Die jeweiligen Dioden verbinden die Quelle mit dem Drain von jedem der zwei FETs **960'**, **962'**, um die FETs in einer Richtung zu überbrücken.

[0075] In der **Fig.** 10C wird das 160V-Level durch eine Umwandlungsschaltung erzeugt, die 115-VAC-Leistung empfängt, deren Details nicht der Kern der vorliegenden Erfindung sind. Die Erfindung sorgt dafür, dass auch DC-Batterieenergie verwendet werden kann, um die Vorrichtung zu betreiben, in welchem Falle die AC-DC-Umwandlungsschaltung durch eine geeignete Schaltung ersetzt werden kann, um das 160V-Level zu erzeugen.

[0076] Wie von dem Fachmann wahrgenommen werden wird, sind infolge der Hochspannung und der Stromänderungen, die innerhalb der Vorrichtung erzeugt werden, verschiedene RF-Filter-Kondensatoren zwischen der DC-Energie und der Masse vorgesehen, die zu den verschiedenen Schaltungselementen physikalisch nahe angeordnet sind.

[0077] Während des Betriebs werden die FET-Schalter **961'**, **962'** mit entgegengesetzter Phase ein- und ausgeschaltet, was durch die (ungefähr) 500-kHz-Rechteckwelleneingangssignale an deren jeweiligen Toren kontrolliert wird. Da das "ungefähre" 500-kHz-Signal genau auf die Resonanzfrequenz der LC-Schaltung 140/150 eingestellt ist, erlauben es die hochwertigen Eigenschaften der Resonanzschaltung auf diese Weise, eine zunehmend ansteigende Spannung zu unterstützen, die durch die zwei FETs in aufeinanderfolgenden Halbperioden der 500-kHz-Wellenform gespeist wird. Der Prozess, durch den die Spannung in der Resonanzschaltung zunehmend ansteigt, kann wie folgt verstanden werden.

[0078] Zuerst sei angenommen, dass FET **961'** während einer ersten Hälfte einer ersten Periode der 500-kHz-Wellenform angeschaltet ist, wodurch der Knoten **145** veranlasst wird, eine erste Spannung mit erster Polarität zu erlangen. Dann veranlasst FET **962'** während der zweiten Hälfte der ersten 500-kHz-Periode den Knoten, eine zweite Spannung zu erlangen, die das doppelte der ersten ist, jedoch aber entgegengesetzte Polarität aufweist. Während der ersten Hälfte einer zweiten Periode des

500-kHz-Schaltsignals veranlasst der erste FET **961'** den Knoten, eine dritte Spannung zu erlangen, die der Größe nach größer ist als die zweite Spannung, jedoch die Polarität der ersten aufweist. Während der zweiten Hälfte der zweiten Periode veranlasst der zweite FET **962'** den Knoten, eine vierte Spannung zu erlangen, die der Größe nach größer ist als die dritte Spannung, jedoch die zweite Polarität aufweist.

[0079] Dieser Prozess wird fortgeführt, bis die momentane AC-Spitzenspannung an dem Knoten bis zu einer Grenze anwächst, die durch die Qualität der LC-Schaltung und durch die Genauigkeit der Einstellung der Frequenz auf die Resonanzfrequenz der LC-Schaltung bestimmt wird. Wenn die Frequenz genau auf die Resonanzfrequenz der LC-Schaltung eingestellt ist, baut sich auf diese Art und Weise der Strom und die Spannung, die von der LC-Schaltung erfahren wird, rasch auf ein Maximum auf, das eine Wellenform aufweist, wie beispielsweise die, die schematisch in **Fig.** 5 dargestellt ist.

[0080] Wenn danach eine der folgenden Bedingungen eintritt, dreht sich der Prozess um.

1. Das 20-Sekunden-Intervall, das durch den Pulsgenerator **910** (**Fig.** 9) bestimmt wird bricht ab, wodurch das UND-Gatter **930** veranlasst wird, den PWM-Generator **940** zu deaktivieren.
2. Ein Puls in der Pulskette **920Q** wird inaktiv, so dass das UND-Gatter **930** den PWM-Generator **940** deaktiviert.
3. Der User nimmt seinen Finger von dem Druckknopf (Momentanschalter) **124**, so dass die Zweitoranordnung Tor **950** deaktiviert wird.

[0081] Da unter jedem dieser Umstände entweder der PWM-Generator **940** oder die Toranordnung **950** deaktiviert wird, sind die Schalt-FETs in dem Halbbrückenschalter **960** ausgeschaltet, so dass dem LC-Schwingkreis 140/150 keine weitere zusätzliche Energie zur Verfügung gestellt wird. In diesem Falle fällt die in der **Fig.** 5 dargestellte Wellenform auf Null ab, und zwar in einer Zeit, die im Wesentlichen durch die Qualität der LC-Schaltung bestimmt wird.

[0082] Die Erfindung stellt ebenfalls eine sich selbst einstellende Ausführungsform bereit, um sicherzustellen, dass die Frequenz des PWM-Generators auf der Resonanzfrequenz der LC-Schaltung **140**, **150** aufrecht erhalten wird. Die Selbsteinstelleigenschaft stellt sicher, dass keine manuelle Einstellung der Frequenz des PWM-Generators **940** erforderlich wird. Dies impliziert, dass der EINSTELL-(Frequenzeinstellung-)Knopf **102** nicht erforderlich ist.

[0083] Modifikationen der manuell einstellbaren Ausführungsform, die erforderlich sind, um sie in die sich selbsteinstellende Ausführungsform umzuwandeln, sind in der **Fig.** 11 dargestellt. In der selbsteinstellenden Ausführungsform ist zwischen die Primärspule **150** und dem Massenenergieanschluss **154** ein Widerstand R_{st} eingefügt. Der Widerstand wird verwendet, um den Strom zu messen, der durch die Primärspule fließt. Der Knoten zwischen dem Widerstand und der Primärspule wird als Messausgang verwendet.

[0084] Wie in der manuell einstellbaren Ausführungsform der **Fig.** 10B gezeigt ist, erstreckt sich ein Kondensator von den Stiften **5** und **7** des SG3525A-PWM-Generators zur Masse. Um jedoch die Ausführungsform der **Fig.** 10B in eine selbsteinstellbare Ausführungsform umzuwandeln, wird, wie es in der **Fig.** 11 dargestellt ist, das ehemalige Massenende des Kondensators direkt mit dem Messausgang der Primärspule verbunden.

[0085] Wie von dem Fachmann im Lichte der obigen Lehre wahrgenommen werden wird, sind an den oben beschriebenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung Modifikationen und Variationen möglich. Beispielsweise können die speziellen Frequenzen, Signalgrößen, Energieversorgungsgrößen, physikalischen Dimensionen, elektrischen Charakteristiken, Chipausführungen und Zeitschaltcharakteristiken der Komponenten der erläuterten Ausführungsformen in Übereinstimmung mit den Prinzipien, die dem Fachmann bekannt sind, variiert werden, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen. Es sollte deshalb erkannt werden, dass im Bereich der angefügten Ansprüche die Erfindung anders, als hier speziell beschrieben, ausgeführt werden kann.

Patentansprüche

1. Koronaentladungsvorrichtung für medizinischen Gebrauch, wobei ein Hochfrequenzsignal (rf) bei niedriger (Schall-) Frequenz ein/aus moduliert ist, so dass Impulse bestehend aus Hochfrequenz-Pulsen erhalten werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie umfasst:

Mittel (**100**, **110**) zum Erzeugen eines elektrischen Signals bestehend aus niederfrequenten Impulsen die aus hochfrequenten, breitenmodulierten Pulsen bestehen, wobei die Mittel zum Erzeugen des elektrischen Signals umfassen: einen pulsbreiten Modulations (PWM) Generator (**110**) zum Erzeugen eines PWM Ausgangssignals, wobei der PWM Generator enthält:

1) Mittel (**102**) zum Einstellen einer Frequenz des PWM Ausgangssignals, die derart angeordnet sind, dass sie für den Benutzer der Vorrichtung leicht zugänglich sind; und

2) Mittel (**112**) zum Einstellen der Breite von Pulsen im PWM Ausgangssignal, die derart angeordnet sind, dass sie für den Benutzer leicht zugänglich ist;

einen Momentanschalter (**124**), der derart angeordnet ist, dass er für den Benutzer leicht zugänglich ist;

Zeitschaltmittel (**910**), die auf den Momentanschalter (**124**) ansprechen, um ein Fenstersignal für bloss eine gegebene Periode unmittelbar nach dem Drücken des Momentanschalters zu erzeugen;

ein Pulsketten-Torsteuerungs-Generatormittel (**914**) zum Erzeugen einer Pulskette einer Frequenz, die wesentlich unterhalb der Frequenz des PWM Ausgangssignals ist, wobei die Pulskette periodische

Einschaltperioden aufweist;
UND-Gattermittel (**912**) zum Empfang (1) des Fenstersignals von Zeitschaltmittel und (2) die Pulskette vom Pulsketten-Torsteuerungs-Generatormittel, und zum Einschalten des PWM Generators (**110**) nur während dem gleichzeitigen Erscheinen des Fenstersignals und der Einschaltperiode;
Torschaltmittel (**950**) zum Schalten des PWM Ausgangssignals wann immer der Momentanschalter nicht gedrückt ist; und ein Treibermittel (**960**), das auf das Torschaltmittel (**950**) anspricht, um ein Treibersignal zu erzeugen, das kennzeichnend ist für das PWM Ausgangssignal, wenn das Torschaltmittel (**950**) das PWM Ausgangssignal nicht weiter schaltet;
ein Transformermittel (**130**, **140**, **150**, **170**) zum transformieren des Signals in ein Hochspannungssignal, dessen LeistungsGröße direkt mit der Pulsbreite variiert, wobei das Transformermittel umfasst: einen Kondensator (**140**), der zwischen dem Treibermittel und einer Spulen-Baugruppe (**150**) angeordnet ist;
eine Spulen-Baugruppe, die auf das Treibermittel anspricht und enthält:
1) eine Primärspule (**150**), welche zusammen mit dem Kondensator (**140**) einen Schwingkreis bildet, der bei der Frequenz des PWM Generators resonant ist, wobei der Schwingkreis eine wesentliche Verstärkung der Spannung des Treibersignals bewirkt;
2) einen im wesentlichen zylindrischen Kern (**160**) der physikalisch um eine zentrale Achse angeordnet ist, um welche die Primärspule (**150**) lokalisiert ist; und
3) eine Sekundärspule (**170**), die um die zentrale Achse gewunden ist mit einem Radius, der Größer als jener der Primärspule (**150**) ist, wobei die Sekundärspule (**170**) über den Kern (**160**) magnetisch mit der Primärspule gekoppelt ist und eine Größere Windungszahl aufweist als die Primärspule, um einen Transformatorausgang hoher Spannung zu erzeugen; und
wobei die besagten Mittel (**320**) zum Erzeugen der Koronaentladung eine Entladungsschaltung umfassen, die mit der Sekundärspule (**170**) verbunden ist, um den Hochspannungs-Transformatorausgang zu empfangen, so dass sie die Koronaentladung in einer Art erzeugen, die im wesentlichen gesteuert ist durch das Treibersignal und das PWM Ausgangssignal; und Mittel (**320**) zum Erzeugen der Koronaentladung als Antwort auf das Hochspannungssignal.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Mittel zum Erzeugen des elektrischen Signals umfassen:
ein Mittel (**100**) zum Erzeugen eines ersten Frequenzsignals;
ein Mittel (**110**) zum Pulsbreiten-Modulieren des ersten Frequenzsignals, um ein impulsbreiten-moduliertes Signal zu erzeugen; und
ein Mittel (**120**) zum periodischen Umschalten des pulsbreiten-modulierten Signals mit einer zweiten Frequenz, die tiefer ist als die erste Frequenz, um ein getaktetes Signal enthaltend Impulse von breiten modulierten Pulsen bei der ersten Frequenz zu erzeugen; und
wobei das Transformatormittel zum Transformieren des Signals in ein Hochspannungssignal Resonanzmittel (**140**, **150**, **160**) umfasst zum Umformen des getakteten Signals in ein Hochspannungssignal mit einer Leistung proportional zur modulierten Impulsbreite und zum Takt.

3. Verfahren zum Erzeugen einer Koronaentladung der Art, wie sie für medizinische und veterinär-medizinische Tests verwendet und von der Modulation des ersten Frequenzsignals durch ein zweites Signal abgeleitet wird, umfassend:
Erzeugen eines elektrischen Signals bestehend aus niederfrequenten Impulsen von hochfrequenten, breitenmodulierten Pulsen, wobei der Schritt des Erzeugens eines elektrischen Signals die Einzelschritte umfasst:
Empfang eines Auslösesignals, welches das Schliessen eines Momentanschalters anzeigt, der von einem Benutzer betätigt wird;
Erzeugen eines Fenstersignals als Antwort auf das Auslösesignal;
Erzeugen eines periodischen Torsteuerungs-Signals mit einer Periode, die bedeutend kürzer ist als die Dauer des Fenstersignals,
Erzeugen eines PWM Einschaltsignals beim gleichzeitigen auftreten des Fenstersignals und einer Einschalthöhe des periodischen Torsteuerungs-Signals;
Erzeugen eines PWM Ausgangssignals beim Auftreten des PWM Einschaltsignals, wobei das PWM Ausgangssignal aus einer Serie von Impulsen von Pulsen einer Frequenz, die wesentlich höher ist als jene des periodischen Toresteuerungs-Signals und von einer Breite, die von einem pulsbreiten Einstellungsmittel bestimmt ist, welches für den Benutzer zugänglich ist;
Umschalten des PWM Ausgangssignals unmittelbar wann immer das Auslösesignal nicht vorhanden ist; und Erzeugen eines Treibersignals wann immer das PWM Signal erzeugt aber nicht durchgeschaltet ist; und
Transformieren des Signals in ein Hochspannungs-Signal, dessen Größe proportional ist zur Breite der Pulse, wobei der Schritt des Transformierens des Signals in einer Hochspannungs-Signal die folgenden Schritte umfasst:
Umformen des Treibersignals in ein Zwischenspannungssignal, dessen Höhe größer ist als das PWM Signal, unter Benutzung eines in Serie geschalteten Resonanz-Schwingkreises mit einer Resonanzfrequenz im wesentlichen gleich der Frequenz des PWM Ausgangssignals, wobei der in Serie geschaltete Resonanz-Schwingkreis einen Kondensator und eine Primärspule eines Transformators einschliesst, und Erhöhen der Zwischenspannung über die Primärspule auf eine Hochspannung über eine Sekundärspule des Transformators; und
Erzeugen einer Koronaentladung in Antwort auf das

Hochspannungssignal, wobei die Charakteristik der Koronaentladung teils durch die Impulse von hochfrequenten breitenmodulierten Pulsen bestimmt ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

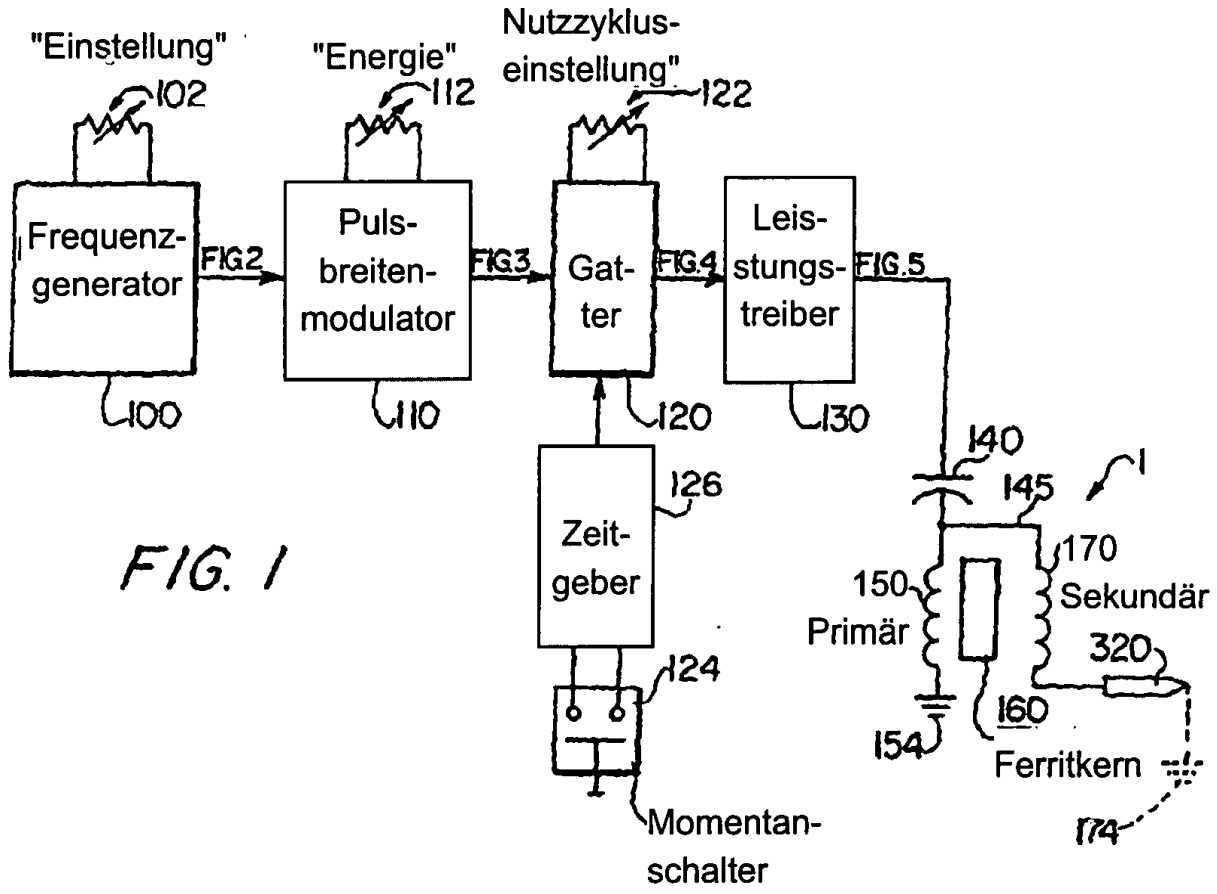

FIG. 1

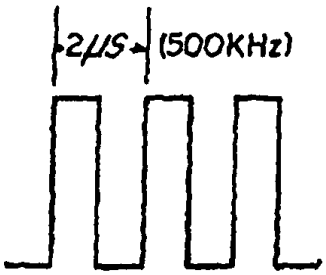

FIG. 2

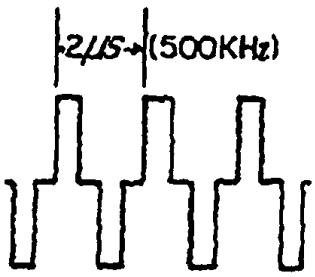

FIG. 3

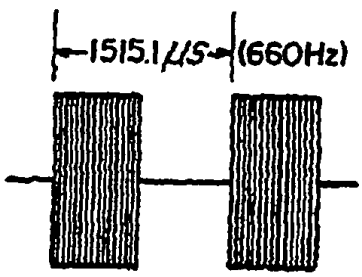

FIG. 4

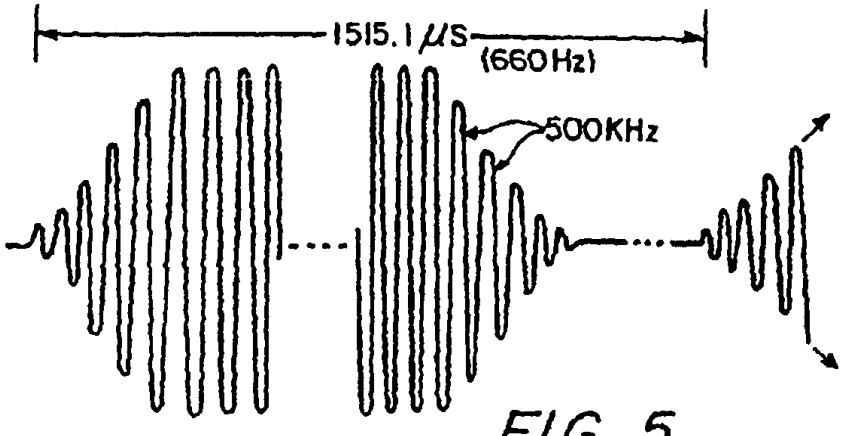

FIG. 5

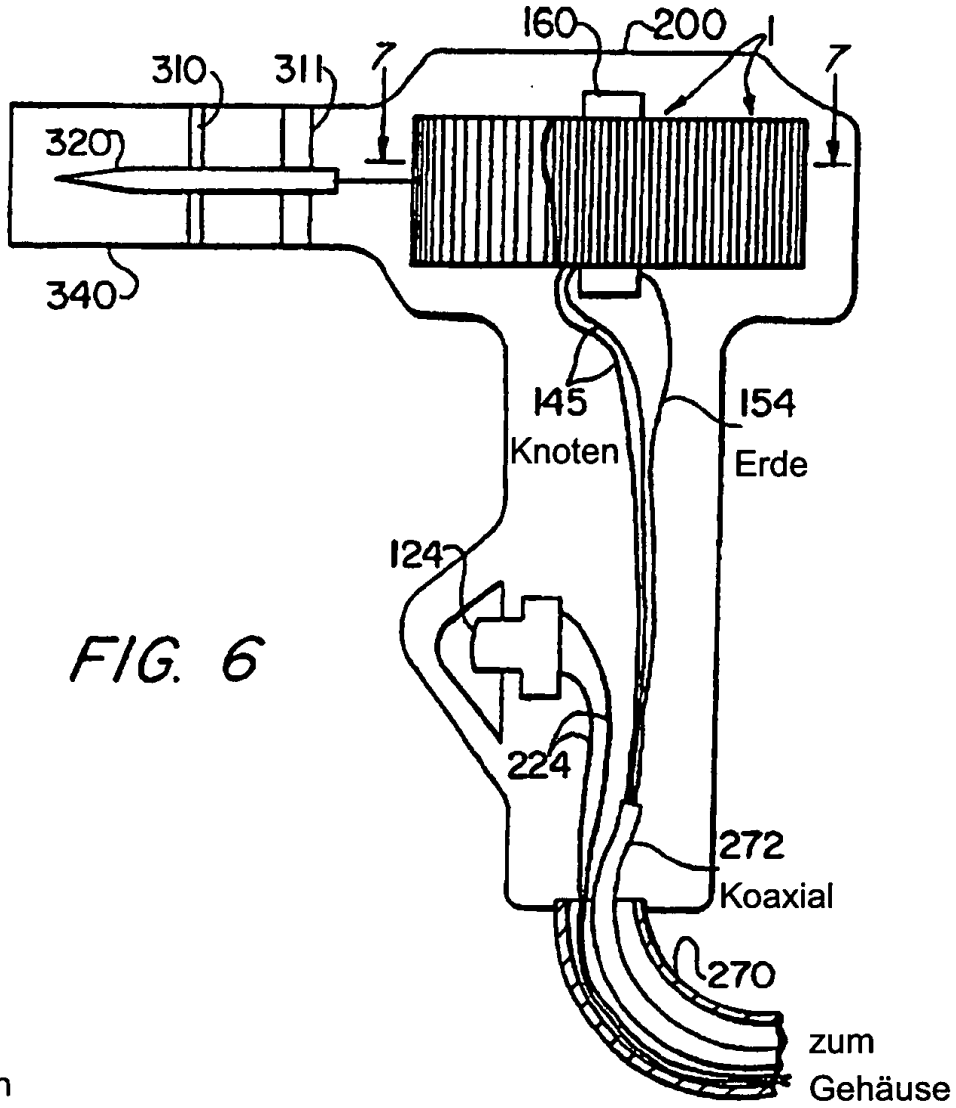

FIG. 6

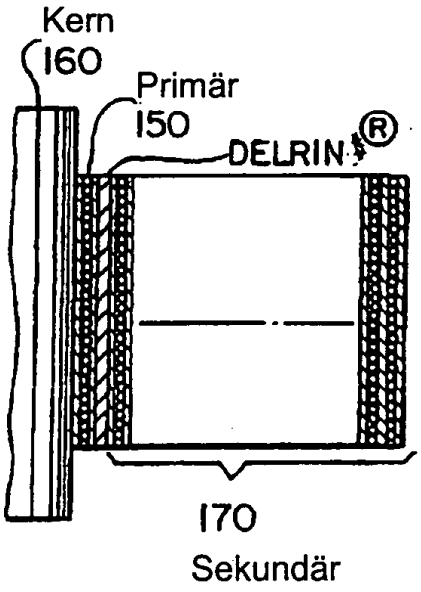

FIG. 8

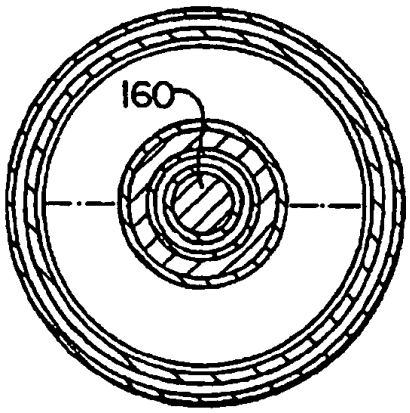

FIG. 7

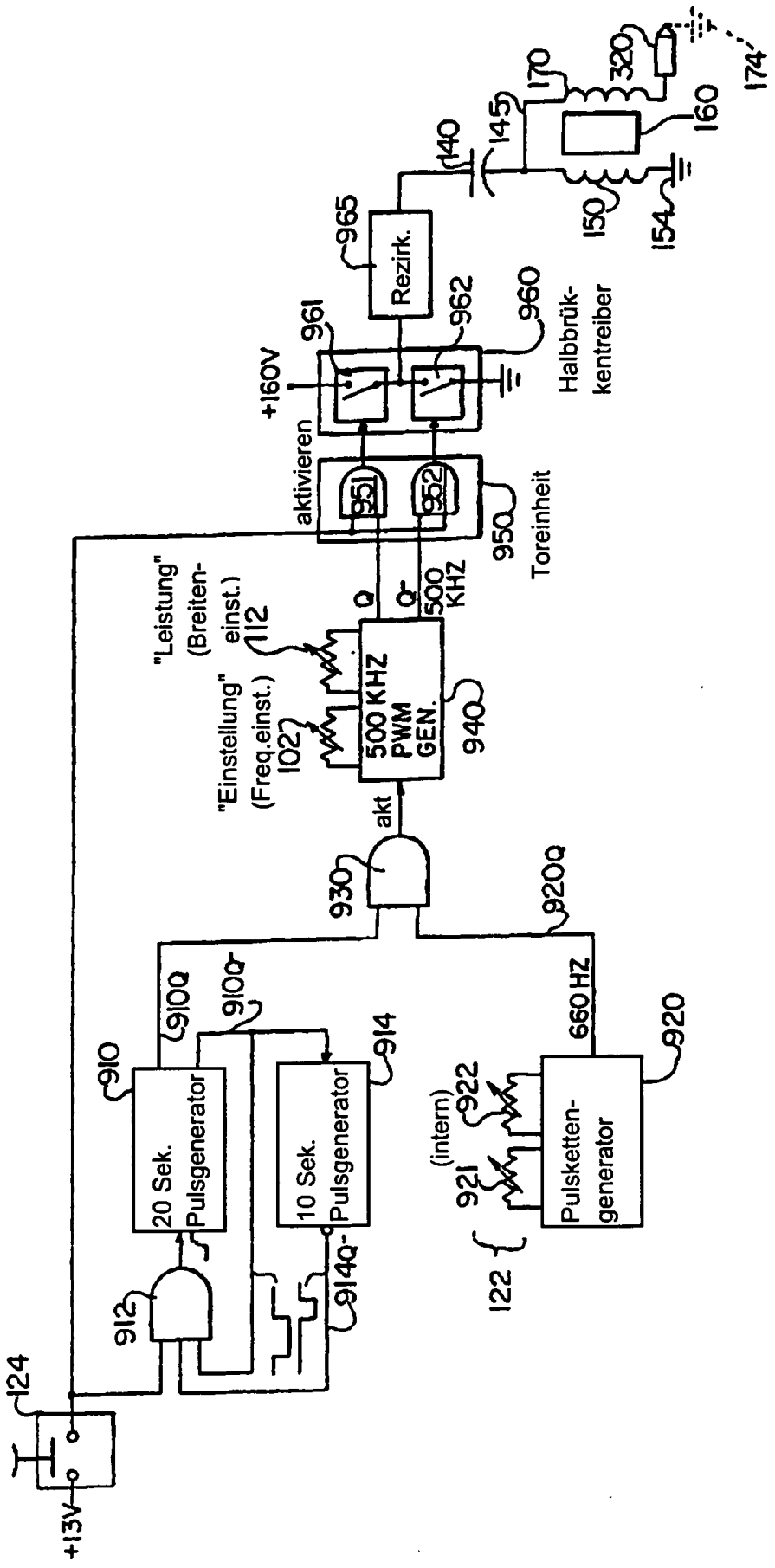
+13V
124
912
910
20 Sek. Pulsgenerator
910a
910Q
914
10 Sek. Pulsgenerator
914Q
930
920Q
920
660 HZ
Pulsketten-generator
(intern)
922
921
122
akt
940
500 KHZ PWM GEN.
"Einstellung" (Freq.einst.)
102
"Leistung" (Breiten-einst.)
112
Q
Q
500 KHZ
950
Toreinheit
951
952
aktivieren
+160V
961
962
960
Halbbrük-kentreiber
965
Rezirk.
140
145
170
320
160
150
154
174

FIG. 9

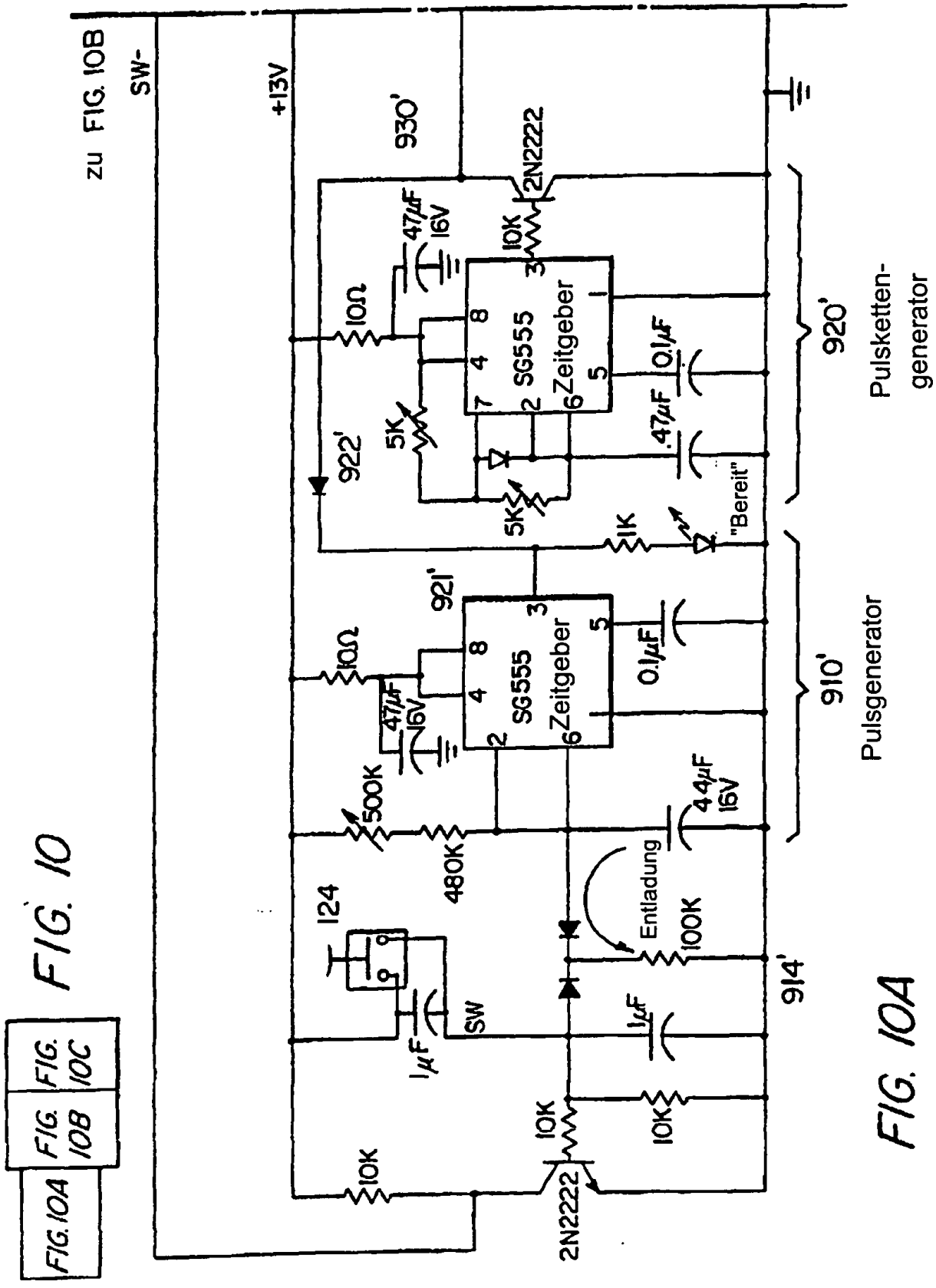

FIG. 10

FIG. 10A

FIG. 10B

FIG. 10C

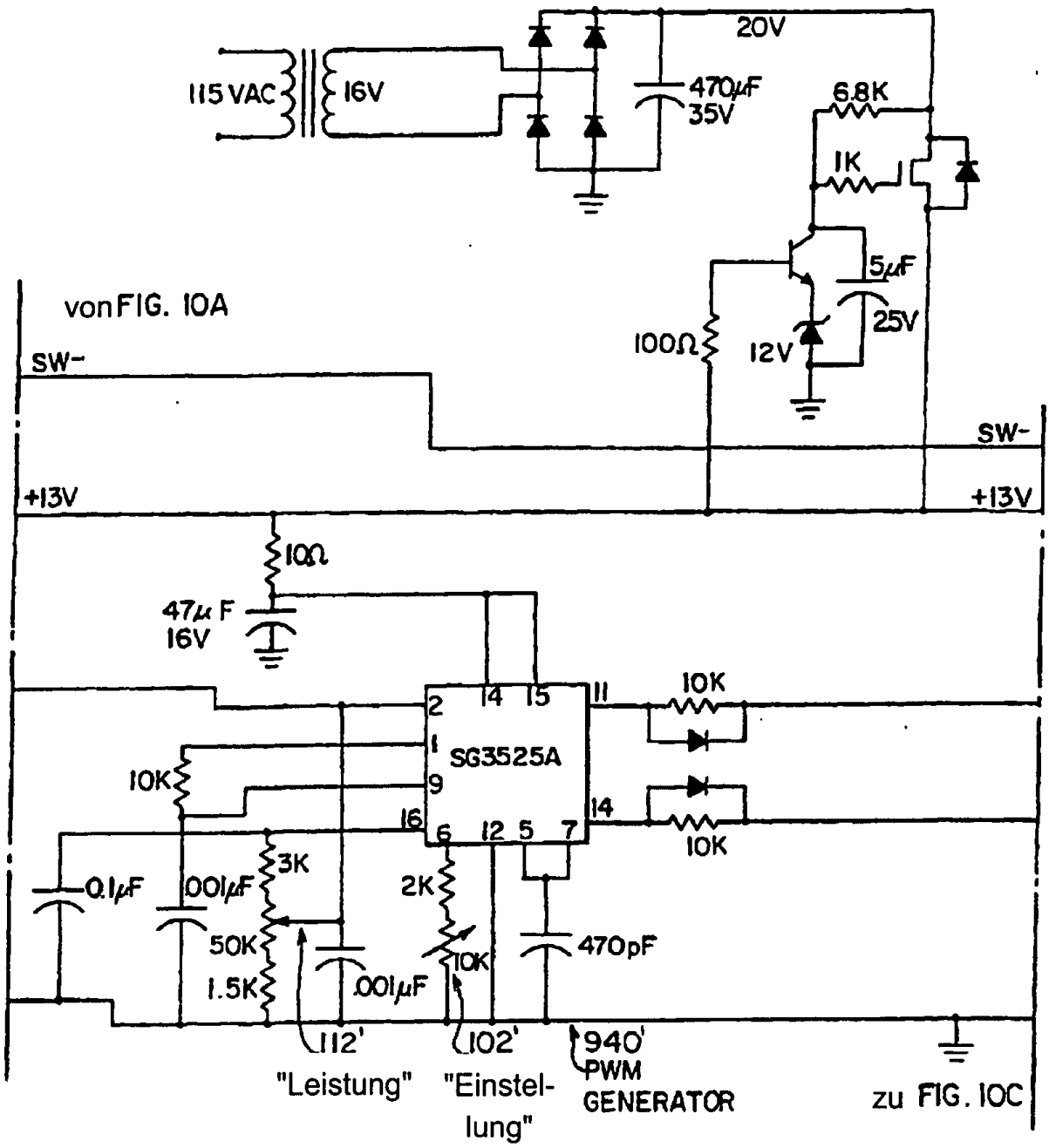
115 VAC
16V
20V
470µF
35V
6.8K
1K
5µF
25V
100Ω
12V
von FIG. 10A
SW-
+13V
SW-
+13V
10Ω
47µF
16V
SG3525A
10K
10K
10K
3K
2K
0.1µF
.001µF
50K
1.5K
.001µF
470pF
112'
102'
940'
"Leistung"
"Einstel-
lung"
PWM
GENERATOR
zu FIG. 10C

FIG. 10B

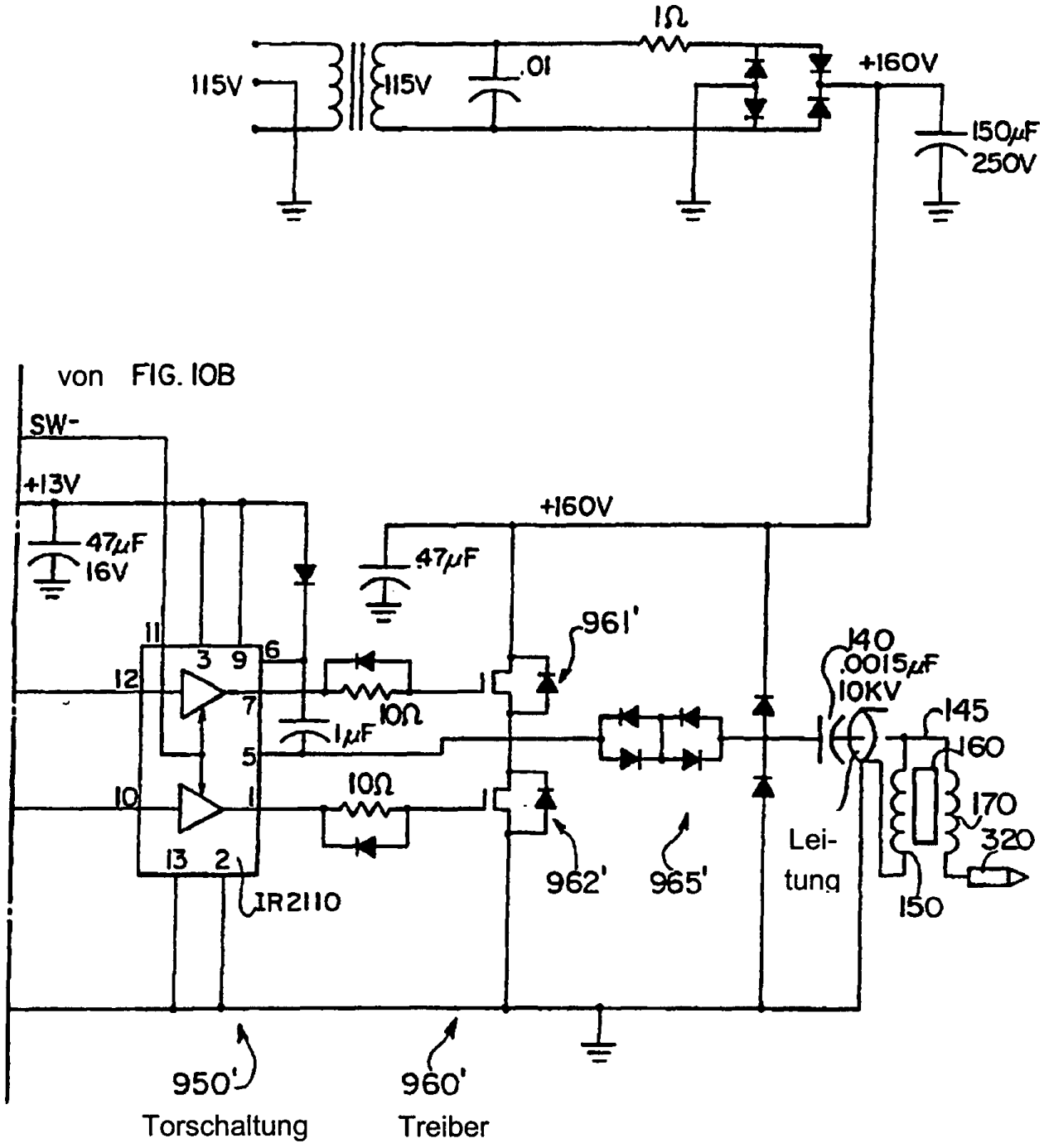
1Ω
115V
115V
.01
+160V
150μF
250V
von FIG. 10B
SW-
+13V
47μF
16V
+160V
47μF
961'
140
.0015μF
10KV
145
160
170
320
150
11
3
9
6
12
7
10Ω
1μF
5
10
1
10Ω
13
2
IR2110
962'
965'
Lei-
tung
950'
Torschaltung
960'
Treiber

FIG. 10C

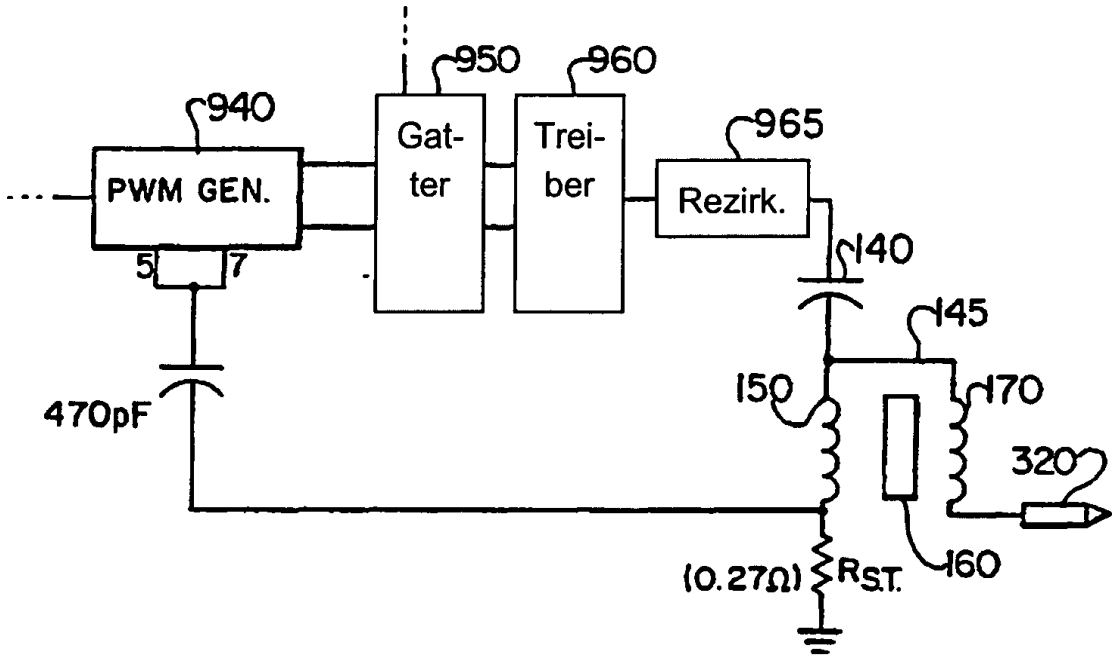
940
950
960
965
PWM GEN.
Gat-
ter
Trei-
ber
Rezirk.
5
7
140
145
150
170
320
470pF
(0.27Ω) RST.
160

FIG. 11