



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 26 070 B4** 2010.03.11

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 26 070.5**
 (22) Anmeldetag: **25.05.2000**
 (43) Offenlegungstag: **07.12.2000**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **11.03.2010**

(51) Int Cl.⁸: **H05B 41/28** (2006.01)
H05B 41/392 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
11-147193 26.05.1999 JP

(73) Patentinhaber:
Panasonic Electric Works Co., Ltd., Kadoma-shi, Osaka, JP

(74) Vertreter:
Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

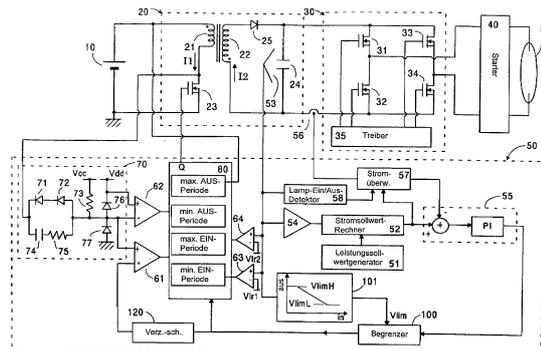
(72) Erfinder:
Nakamura, Toshiaki, Kadoma, Osaka, JP; Konishi, Hirofumi, Hirakata, Osaka, JP; Shiomi, Tsutomu, Nara, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	197 02 654	A1
DE	43 31 952	A1
DE	36 27 395	A1
EP	08 78 982	A2
WO	97/14 275	A1

(54) Bezeichnung: **Vorschaltgerät für eine Entladungslampe**

(57) Hauptanspruch: Vorschaltgerät für eine Entladungslampe (5), mit einem an eine Gleichspannungsquelle (10) anschließbaren Spannungswandler (20) mit einem Schaltelement (23) und einem Transformator (21, 22), wobei das Schaltelement (23) so betrieben wird, dass die Gleichspannungsquelle (10) wiederholt zugeschaltet wird, damit in dem Transformator Energie gespeichert wird, einem an den Ausgang des Spannungswandlers (20) angeschlossenen Wechselrichter (30) zur Versorgung der Entladungslampe (5), und einem Regler (50), der einen der Ausgangsleistung des Spannungswandlers (20) entsprechenden Sollwert erzeugt und das Schaltelement (23) mit dem Sollwert entsprechenden Perioden EIN/AUS-schaltet, um die Ausgangsspannung des Spannungswandlers (20) so zu regeln, dass die zum Betreiben der Entladungslampe (5) erforderliche Leistung erzeugt wird, wobei der Regler (50): zur Beendigung der AUS-Periode eine Grenze für ein minimales AUS-Ende und eine Grenze für ein maximales, zwangsweises AUS-Ende erzeugt, zur Beendigung der EIN-Periode eine Grenze für ein minimales EIN-Ende und eine Grenze für ein maximales, zwangsweises EIN-Ende erzeugt,...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Vorschaltgerät für eine Entladungslampe und insbesondere ein elektronisches Vorschaltgerät mit einem Spannungswandler, der aus einer Gleichspannungsquelle für den Betrieb der Entladungslampe einen Gleichstrom ableitet.

[0002] Die japanische Offenlegung Nr. JP 10-511220 A beschreibt ein Vorschaltgerät für eine Entladungslampe mit einem Spannungswandler, der aus einer Gleichspannungsquelle für den Betrieb der Entladungslampe eine Gleichspannungsleistung ableitet, wobei ein Regler die Gleichspannungsleistung auf der Basis des Ausgangszustandes des Spannungswandlers regelt. Der Spannungswandler weist eine Induktanz und ein Schaltelement auf, das vom Regler ein- und ausgeschaltet wird, um in der Induktanz Energie zu speichern, die dann von der Induktanz für den Betrieb der Entladungslampe mit einer bestimmten Leistung abgegeben wird. Der Regler ist im wesentlichen so aufgebaut, daß das Schaltelement eine veränderliche AUS-Periode aufweist, damit ein Schalttransistor beim Erfassen eines Nullstromes durch die Induktanz eingeschaltet werden kann. Die Schaltwirksamkeit erhöht sich dadurch. Der Regler ist des weiteren so aufgebaut, daß er eine Grenze für das AUS-Ende der veränderlichen AUS-Periode vorgibt, die ein zwangsläufiges Abschalten des Schaltelements nach dem Verstreichen einer vorgegebenen Zeit bewirkt, auch wenn sich der Strom durch die Induktanz nicht auf Null verringert, um zu vermeiden, daß die AUS-Periode aufgrund einer zu langen Zeit für das Nullwerden des Stromes durch die Induktanz zu lang wird und damit die Schaltfrequenz des Schaltelements zu niedrig. Der Regler ist darüberhinaus so aufgebaut, daß das Schaltelement zur Beendigung der EIN-Periode nur dann abgeschaltet wird, wenn der der Induktanz zugeführte Strom einen vorgegebenen hohen Pegel erreicht hat. Daraus kann sich jedoch das Problem ergeben, daß das Schaltelement nicht abschaltet, weil der Strom zu der Induktanz nicht auf den vorgegebenen hohen Pegel ansteigt, wenn zum Beispiel die Impedanz der Gleichspannungsquelle zu groß ist. Außerdem wird, wenn das Schaltelement nach einer langen Zeitspanne abgeschaltet wird, d. h. nach einer sehr langen EIN-Periode, die Schaltfrequenz zu niedrig und verschiebt sich bis in den hörbaren Bereich, was für ein Vorschaltgerät nicht akzeptabel ist.

[0003] Aus WO 97/14275 A1 ist ein Vorschaltgerät für eine Entladungslampe bekannt, wobei die Schwierigkeit einer zu geringen Schaltfrequenz durch Vorgabe minimaler und maximaler Ausschaltzeiten eines Schalttransistors vermieden wird.

[0004] DE 36 27 395 A1 offenbart eine Schaltung zum Erzeugen einer geregelten Gleichspannung, wobei eine minimale und eine maximale Einschaltzeit

eines Transformators festgelegt und so die genannte Schwierigkeit vermieden wird.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Vorschaltgerät für eine Entladungslampe anzugeben, das eine Erhöhung der Ausgangsleistung ohne Absinken der Schaltfrequenz auch dann zu ermöglichen, wenn bei geringer Lampenspannung (Kaltstart) ein erhöhter Lampenstrom für schnell ansteigende Lampenhelligkeit verlangt wird.

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe ist in Anspruch 1 angegeben.

[0007] Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0008] Durch das Vorsehen der Grenze für das maximale, zwangsweise AUS-Ende sowie der Grenze für das maximale, zwangsweise EIN-Ende für die jeweilige variable AUS- bzw. EIN-Periode kann das Schaltelement in einem erlaubten Schaltfrequenzbereich arbeiten, wobei durch das Schaltelement immer ein geeigneter Strom fließt, ohne daß sich die Schaltwirksamkeit wesentlich verringert.

[0009] Der Regler gibt die mit dem Ausgangszustand des Spannungswandlers sich ändernde Grenze für das maximale AUS-Ende so vor, daß die AUS-Periode zu einem optimalen Zeitpunkt für die Beibehaltung einer geeigneten Schaltfrequenz endet, auch wenn der Sekundärstrom dabei nicht auf Null abnimmt. Zu diesem Zweck überwacht der Regler die Ausgangsleistung des Spannungswandlers als Anzeige für den Ausgangszustand und erzeugt den Sollwert auf der Basis der Ausgangsleistung. Der Regler bewirkt dann, daß sich die Grenze für das maximale, zwangsweise AUS-Ende gemäß dem Sollwert in Richtung einer Verkürzung der AUS-Periode ändert, wenn der Sollwert einen erhöhten Strom durch das Schaltelement verlangt. Es ist so möglich, die Ausgangsleistung zu erhöhen, ohne daß dabei die Schaltfrequenz sinkt. Dies ist besonders von Vorteil für eine schnell ansteigende Lampenhelligkeit beim sogenannten Kaltstart, bei dem die Lampenspannung klein ist.

[0010] Der Regler kann einen Spannungsdetektor umfassen, der die am Schaltelement anliegende Primärspannung erfaßt und der die Primärspannung mit einer Bezugsspannung vergleicht, um eine Abnahme des Sekundärstroms auf Null festzustellen, wenn die Primärspannung auf die Bezugsspannung abnimmt. Alternativ kann der Regler einen Spannungsvariationsdetektor umfassen, der eine Variation der am Schaltelement anliegenden Spannung erfaßt und der die Variation mit einer Bezugsspannung vergleicht, um eine Abnahme des Sekundärstroms auf Null festzustellen, wenn die Variation die Bezugsspannung erreicht.

[0011] Vorzugsweise umfaßt der Regler einen Komparator, der die Ausgangsspannung des Spannungswandlers mit einer erlaubten Maximalspannung vergleicht und der ein Begrenzungssignal abgibt, wenn die Ausgangsspannung die erlaubte Maximalspannung überschreitet. In Reaktion auf das Begrenzungssignal verlängert der Regler die folgende AUS-Periode, bis die Ausgangsspannung unter die erlaubte Maximalspannung gesunken ist, wodurch verhindert wird, daß der Spannungswandler beim Starten der Lampe eine zu hohe Ausgangsspannung abgibt.

[0012] Vorzugsweise gibt der Regler auch eine Grenze für das maximale, zwangsweise EIN-Ende vor, die sich so mit der Quellgleichspannung ändert, daß die EIN-Periode früher endet, wenn die Quellgleichspannung höher wird. Dadurch kann die EIN-Periode auch dann geeignet eingestellt werden, wenn sich die Quellgleichspannung stark ändert.

[0013] Der Regler kann so ausgelegt sein, daß der Sollwert eine obere Grenze aufweist, die einen Maximalstrom festlegt, der durch das Schaltelement fließen darf. Dadurch kann vermieden werden, daß durch das Schaltelement ein zu hoher Strom fließt.

[0014] Der Regler kann eine Verzögerungsschaltung umfassen, die einen Anstieg des Sollwertes hinauszögert, wenn der Spannungswandler zu arbeiten beginnt, um so einen weichen Start des Vorschaltgeräts zu bewerkstelligen, der die Belastung des Schaltelements und der anderen Komponenten des Spannungswandlers herabsetzt.

[0015] Der Regler kann des weiteren einen Begrenzer umfassen, der die Obergrenze des Sollwertes für eine vorgegebene Startperiode am Beginn des Betriebs des Vorschaltgeräts auf einen niedrigen Wert verringert und der danach die Obergrenze wieder auf einen hohen Wert bringt, wodurch die Belastung des Schaltelements und der anderen Komponenten des Spannungswandlers bei Beginn des Betriebs des Vorschaltgeräts herabgesetzt werden.

[0016] Der Regler kann auch eine Ausgangsspannungs-Überwachungseinrichtung umfassen, die die Ausgangsspannung des Spannungswandlers überwacht, um die obere Grenze auf einen niedrigeren Wert zu verringern, wenn die Ausgangsspannung höher wird. Es ist damit möglich, die EIN-Periode beim Beginn des Betriebs des Vorschaltgeräts, das heißt bei geringer Last, zu begrenzen, um den Schaltstrom auf einen moderaten Wert herabzusetzen und die Belastung des Schaltelements und der anderen Komponenten des Spannungswandlers zu verringern.

[0017] Der Regler kann darüberhinaus eine Aus-

gangsspannungs-Überwachungseinrichtung umfassen, die die Ausgangsspannung des Spannungswandlers überwacht und die ein Erweiterungssignal erzeugt, wenn die Ausgangsspannung eine Maximalspannung übersteigt, die größer ist als die Betriebsspannung zum Betreiben der Lampe. In Reaktion auf das Erweiterungssignal verändert der Regler die Grenze für das minimale EIN-Ende der EIN-Periode in Richtung einer Verlängerung der EIN-Periode gegenüber der bei Abwesenheit des Erweiterungssignals. Der Regler gibt so eine verlängerte EIN-Periode frei, damit der Lampe im Zustand geringer Last, d. h. unmittelbar nach dem Start der Lampe, ein zum Betreiben der Lampe ausreichender Ausgangsstrom zugeführt wird.

[0018] Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen beispielhaft näher beschrieben. Es zeigen:

[0019] [Fig. 1](#) ein schematisches Schaltbild einer ersten Ausführungsform eines Vorschaltgeräts für eine Entladungslampe;

[0020] [Fig. 2](#) ein schematisches Schaltbild eines Oszillators für das Vorschaltgerät;

[0021] [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) Zeitdiagramme für den Betrieb des Oszillators;

[0022] [Fig. 5](#) eine schematische Darstellung von Einzelheiten einer Verzögerungsschaltung für das Vorschaltgerät;

[0023] [Fig. 6](#) ein Diagramm für den Betrieb der Verzögerungsschaltung;

[0024] [Fig. 7](#) eine schematische Darstellung einer Stromüberwachungseinrichtung für das Vorschaltgerät;

[0025] [Fig. 8](#) ein Diagramm für den Betrieb der Stromüberwachungseinrichtung;

[0026] [Fig. 9](#) eine schematische Ansicht eines modifizierten Grenzwertgenerators, der bei dem Vorschaltgerät verwendet werden kann;

[0027] [Fig. 10](#) eine schematische Ansicht eines anderen modifizierten Grenzwertgenerators, der bei dem Vorschaltgerät verwendet werden kann;

[0028] [Fig. 11](#) ein Diagramm für den Betrieb des Grenzwertgenerators der [Fig. 10](#);

[0029] [Fig. 12](#) eine schematische Ansicht eines weiteren modifizierten Grenzwertgenerators, der bei dem Vorschaltgerät verwendet werden kann;

[0030] [Fig. 13](#) ein Diagramm für den Betrieb des

Grenzwertgenerators der [Fig. 12](#);

[0031] [Fig. 14](#) eine schematische Ansicht eines Abschwächers, der in Verbindung mit einem Begrenzer bei dem Vorschaltgerät verwendet werden kann;

[0032] [Fig. 15](#) bis [Fig. 18](#) schematische Ansichten von Modifikationen von Schalterspannungsdetektoren für das Vorschaltgerät; und

[0033] [Fig. 19](#) eine schematische Ansicht einer zweiten Ausführungsform eines Vorschaltgeräts.

[0034] In der [Fig. 1](#) ist eine erste Ausführungsform eines Vorschaltgeräts für eine Entladungslampe dargestellt. Das Vorschaltgerät umfaßt einen Spannungswandler **20**, der aus einer Quellengleichspannung von einer Batterie **10** eine geglättete Gleichspannung erzeugt, einen Wechselrichter **30**, der die Gleichspannung aufnimmt und eine Wechselspannung erzeugt, die über einen Starter **40** an eine Entladungslampe **5** angelegt wird, um diese zu betreiben. Die Entladungslampe **5** ist zum Beispiel eine Entladungslampe hoher Intensität für die Scheinwerfer eines Fahrzeugs.

[0035] Der Spannungswandler **20** ist als Sperrwandler ausgebildet, er umfaßt einen Transformator mit einer Primärwicklung **21** und einer Sekundärwicklung **22** und ein Schaltelement in der Form eines Transistors **23**, der in Reihe mit der Primärwicklung **21** an die Batterie **10** angeschlossen ist. Der Transistor **23** wird von einem Regler **50** angesteuert und davon ein- und ausgeschaltet, um den Primärstrom I_1 von der Batterie **10** durch die Primärwicklung **21** wiederholt zu unterbrechen und dadurch in der Sekundärwicklung **22** eine induzierte Spannung aufzubauen. In Reihe mit einer Diode **25** ist parallel zur Sekundärwicklung **22** ein Glättkondensator **24** angeschlossen, um an den Wechselrichter **30** eine geglättete Gleichspannung abzugeben. Der Wicklungssinn der Wicklungen **21** und **22** ist in der [Fig. 1](#) durch Polaritätspunkte angezeigt, wobei die Diode **25** so leitet, daß während der AUS-Periode des Transistors **23** von der Sekundärwicklung **22** ein Sekundärstrom I_2 in den Glättkondensator **24** fließt und den Kondensator **24** auflädt.

[0036] Der Wechselrichter **30** ist ein Zweiwegwechselrichter mit vier Schaltern **31**, **32**, **33** und **34**, die von einem Treiber **35** so angesteuert werden, daß sie derart ein- und ausgeschaltet werden, daß immer ein diagonal gegenüberliegendes Paar von Schaltern, etwa **31** und **34**, eingeschaltet ist, während gleichzeitig das andere diagonal gegenüberliegende Paar von Schaltern, etwa **32** und **33**, abgeschaltet ist, um dadurch eine Wechselspannung für die Lampe **5** zu erzeugen.

[0037] Der Starter **40** nimmt die Wechselspannung

vom Wechselrichter **30** auf und erzeugt für den Start der Lampe **5** Hochspannungsimpulse. Nach dem Starten der Lampe werden keine Hochspannungsimpulse mehr erzeugt.

[0038] Der Regler **50** steuert den Spannungswandler **20** so, daß die der Lampe **5** zugeführte Leistung mit Rückkopplung geregelt wird. Der Regler **50** umfaßt einen Leistungssollwertgenerator **51**, der die Ausgangsleistung des Spannungswandlers **20** für die Lampe **5** bestimmt und der einen Leistungssollwert ausgibt, der die Ausgangsleistung anzeigt. Ein Stromsollwertrechner **52** ist so angeschlossen, daß er den Leistungssollwert sowie die Ausgangsspannung des Kondensators **24**, die von einer Ausgangsspannungsüberwachungseinrichtung **53** überwacht und von einem Verstärker **54** verstärkt wird, aufnimmt, er erzeugt einen Stromsollwert, der der Zielstromwert für den Ausgangsstrom des Spannungswandlers **20** ist. Der Stromsollwert wird zu einem Eingang eines Fehlerverstärkers **55** geführt, an dessen anderem Eingang der Ausgangsstrom des Spannungswandlers **20** anliegt, der von einem Stromsensor **56** überwacht und über eine Stromüberwachungseinrichtung **57** zugeführt wird. Auf der Basis des Stromsollwertes und des Ausgangsstromes erzeugt der Fehlerverstärker **55** eine Führungsgröße, d. h. einen Spitzenstrom-Sollwert für den Primärstrom des Spannungswandlers **20**. Der Spitzenstrom-Sollwert wird über einen Begrenzer **100** und eine Verzögerungsschaltung **120**, deren Funktionen später noch erläutert werden, zum invertierenden Eingang (-) eines ersten Komparators **61** geführt.

[0039] Der Regler **50** umfaßt einen Schalterspannungsdetektor **70**, der so angeschlossen ist, daß er die Spannung am Transistor **23** des Spannungswandlers **20** erfaßt, d. h. die Drain-Source-Spannung des Transistors **23**, die den Primärstrom I_1 durch den Transistor **23** anzeigt. Die Drain-Source-Spannung zeigt aus den im folgenden genannten Gründen auch den Zeitpunkt an, wenn sich der Sekundärstrom **12** durch die Sekundärwicklung **22** auf Null verringert hat. Wenn der Transistor **23** ausgeschaltet wird, damit durch die Sekundärwicklung **22** der Sekundärstrom I_2 fließt, sieht die Primärwicklung **21** die elektromotorische Gegenkraft, die sich der Quellengleichspannung von der Batterie **10** überlagert, so daß die Drain-Source-Spannung beträchtlich über die Quellengleichspannung ansteigt. Wenn danach die Sekundärwicklung **22** ihre Energie so weit abgegeben hat, daß der Sekundärstrom I_2 auf Null abnimmt, wird die Drain-Source-Spannung schnell nahezu gleich der Quellengleichspannung der Batterie **10**. Es läßt sich somit feststellen, wenn der Sekundärstrom I_2 zu Null geworden ist, wenn die Variation ΔV in der Drain-Source-Spannung einen bestimmten Pegel (der durch eine Bezugsspannung V_{dd} gegeben ist) erreicht hat. Die Drain-Source-Spannung wird am Schalterspannungsdetektor **70** so verarbei-

tet, daß sie sowohl den Primärstrom als auch den Zeitpunkt anzeigt, wenn der Sekundärstrom zu Null wird, und sie wird dem nichtinvertierenden Eingang (+) des ersten Komparators **61** sowie dem invertierenden Eingang (-) eines zweiten Komparators **62** zugeführt. Der erste Komparator **61** erzeugt damit dann ein Hochpegel-Ausgangssignal für einen Oszillator **80**, wenn die den Primärstrom I1 anzeigende Drain-Source-Spannung den Sollwert erreicht, der den Spitzenstrom-Sollwert vom Fehlerverstärker **55** anzeigt. Das Hochpegel-Ausgangssignal vom ersten Komparator **61** wird im Oszillator **80** dazu verwendet, den Transistor **23** zu einem bestimmten Zeitpunkt auszuschalten, wie es später noch erläutert wird. Der zweite Komparator **62** nimmt an seinem nichtinvertierenden Eingang (+) die Bezugsspannung Vdd auf, mit der die Variation ΔV in der Drain-Source-Spannung verglichen wird, so daß der zweite Komparator **62** ein Hochpegel-Ausgangssignal abgibt, wenn die Variation ΔV als Anzeige dafür, daß der Sekundärstrom I2 Null geworden ist, auf die Bezugsspannung Vdd abgesunken ist.

[0040] Um den Primärstrom I1 zu überwachen, umfaßt der Schalterspannungsdetektor **70** ein in Reihe verbundenes Paar von Dioden **71** und **72**, die über einen Hochzieh Widerstand **73** zwischen eine Spannungsquelle Vcc und den Drainanschluß des Transistors **23** geschaltet sind. Zwischen dem Hochzieh Widerstand **73** und der Diode **72** ist der nichtinvertierende Eingang (+) des ersten Komparators **61** zur Abgabe der den Primärstrom anzeigenden Spannung angeschlossen. Der Spannungsdetektor **70** enthält Kappdioden **76** und **77**, die zu hohe und zu tiefe Spannungswerte an der vom Detektor **70** überwachten Drain-Source-Spannung abschneiden. Um die Variation ΔV der Drain-Source-Spannung zu überwachen, weist der Detektor **70** einen aus einem Kondensator **74** und einem Widerstand **75** bestehenden Differentiator auf.

[0041] Der Oszillator **80** weist die Funktionen des Bestimmens der maximalen EIN-Periode und der minimalen EIN-Periode des Transistors **23** sowie der maximalen AUS-Periode und der minimalen AUS-Periode des Transistors **23** auf. Das Hochpegel-Ausgangssignal vom ersten Komparator **61** wird dazu verwendet, die minimale EIN-Periode des Transistors **23** zu bestimmen, und das Hochpegel-Ausgangssignal des zweiten Komparators **62** dazu, die minimale AUS-Periode des Transistors **23** zu bestimmen. Wie in der [Fig. 2](#) gezeigt, umfaßt der Oszillator **80** ein RS-Flipflop **81**, dessen Q-Ausgang mit dem Gate des Transistors **23** verbunden ist, um diesen ein- und auszuschalten. Weiter umfaßt der Oszillator **80** einen Rücksetzkomparator **82**, dessen Ausgang mit dem Rücksetzeingang (R) des Flipflops **81** verbunden ist, und einen Setzkomparator **83**, dessen Ausgang mit dem Setzeingang (S) des Flipflops **81** verbunden ist.

[0042] Weiter umfaßt der Oszillator **80** einen ersten Schalter **84** und einen zweiten Schalter **85**, die selektiv Bezugsspannungen Vr1, Vr2 und Vr3 an den invertierenden Eingang (-) des Rücksetzkomparators **82** anlegen. Diese Bezugsspannungen sind so gewählt, daß Vr1 < Vr3 < Vr2 ist. Mit dem nichtinvertierenden Eingang (+) des Rücksetzkomparators **82** ist ein Zeitgeber aus einer Stromquelle **86** und einer Parallelkombination aus einem Kondensator **87** und einem Schalter **88** an der Stromquelle **86** verbunden. Der Schalter **88** ist mit dem Q(-)-Ausgang des RS-Flipflops **81** verbunden und öffnet sich in Reaktion darauf, daß der Flipflop **81** ein Einschalten des Transistors **23** bewirkt, wodurch damit begonnen wird, den Kondensator **87** mit einem Strom Ir von der Stromquelle **86** zu laden und am nichtinvertierenden Eingang (+) des Rücksetzkomparators **82** eine ansteigende Spannung zu erzeugen, wie es in der [Fig. 3](#) gezeigt ist. Wenn der invertierende Eingang (-) des Rücksetzkomparators **82** mit der Bezugsspannung Vr1 verbunden ist, erzeugt der Rücksetzkomparator **82** zum Zeitpunkt t1, wenn die Spannung am Kondensator **87** Vr1 erreicht, ein Hochpegel-Ausgangssignal am Rücksetzeingang (R) des Flipflops **81**, wodurch der Transistor **23** abgeschaltet wird, d. h. die EIN-Periode des Transistors **23** beendet wird. Gleichermaßen endet die EIN-Periode des Transistors **23** zum Zeitpunkt t2 bzw. t3, wenn der invertierende Eingang (-) des Rücksetzkomparators **82** mit Vr2 bzw. Vr3 verbunden ist.

[0043] Der erste Schalter **84** wird vom ersten Komparator **61** betätigt, um in Reaktion auf ein Niedrigpegel-Ausgangssignal vom ersten Komparator **61**, d. h. wenn der Primärstrom I1 den Sollwert oder den Spitzenstrom-Sollwert vom Fehlerverstärker **55** nicht erreicht, die größte Bezugsspannung Vr2 an den invertierenden Eingang (-) des Rücksetzkomparators **82** zu legen. Wenn der erste Komparator **61** in Reaktion darauf, daß der Primärstrom I1 den Spitzenstrom-Sollwert erreicht, ein Hochpegel-Ausgangssignal abgibt, wird der erste Schalter **84** umgeschaltet, um mittels des zweiten Schalters **85** entweder die niedrigste Bezugsspannung Vr1 oder die mittlere Bezugsspannung Vr3 an den invertierenden Eingang (-) des Rücksetzkomparators **82** zu legen. Normalerweise wird der zweite Schalter **85** geschaltet, um die niedrigste Bezugsspannung Vr1 anzulegen. Der Transistor **23** wird daher zum frühesten Zeitpunkt t1 ausgeschaltet, wenn der Primärstrom den Spitzenstrom-Sollwert oder den vorgegebenen Zielstromwert erreicht hat. Anderenfalls wird der Transistor **23** zum spätesten Zeitpunkt t2 ausgeschaltet. In diesem Sinne weist die EIN-Periode des Transistors **23** eine Grenze für ein minimales EIN-Ende auf, die vom Zeitpunkt t1 bestimmt wird, und eine Grenze für ein maximales EIN-Ende, die vom Zeitpunkt t2 bestimmt wird. Mit dem Vorsehen der Grenze für das maximale EIN-Ende der EIN-Periode ist es möglich, zu vermeiden, daß der Transistor **23** über eine übermäßig lan-

ge Zeitspanne eingeschaltet bleibt. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn die Quellenspannung mit einer so hohen Impedanz behaftet ist, daß der Primärstrom in die Sättigung kommt, bevor der Spitzenstrom-Sollwert erreicht wird, was bewirken würde, daß der Transistor **23** immer eingeschaltet bleibt. Die Grenze für das minimale EIN-Ende wird so gewählt, daß vermieden wird, daß sich der Transistor **23** sofort nach einem instabilen EIN-Zustand wieder ausschaltet.

[0044] Der zweite Schalter **85** wird von einem Spannungskomparator **63** betätigt, der, wie in der [Fig. 1](#) gezeigt, die Ausgangsspannung des Spannungswandlers **20** mit einer Bezugsspannung V_{r1} vergleicht und ein Hochpegel-Ausgangssignal erzeugt, wenn die Ausgangsspannung V_{r1} erreicht. Die Bezugsspannung V_{r1} wird so gewählt, daß der Komparator **63** das Hochpegel-Ausgangssignal erzeugt, wenn die Ausgangsspannung des Spannungswandlers **20** auf einen Pegel ansteigt, der einen lastfreien Zustand anzeigt, in dem die Lampe noch nicht gestartet wurde. In Reaktion auf den lastfreien Zustand betätigt der Komparator **63** den zweiten Schalter **85**, um die mittlere Bezugsspannung V_{r3} an den invertierenden Eingang (-) des Rücksetzkomparators **82** zu legen. Der Flipflop **81** schaltet dann den Transistor **23** zum Zeitpunkt t_3 aus, d. h. die EIN-Periode wird länger als sonst, wodurch es möglich wird, daß der Primärstrom für einen stabilen Betrieb der Lampe ausreicht.

[0045] Ferner weist der Oszillator **80** eine Funktionseinheit **89** auf, die die dem Spannungswandler **20** zugeführte Eingangsspannung aufnimmt und ein Ausgangssignal erzeugt, das den von der Stromquelle **86** zugeführten Strom I_r erhöht, wenn die Eingangsspannung ansteigt. Bei einem Ansteigen der Eingangsspannung, d. h. der Spannung an der Gleichspannungsquelle, wird damit der Kondensator **87** mit erhöhter Rate geladen, um die Grenzen für das EIN-Ende zu verkürzen, die jeweils durch die Zeitpunkte t_1 , t_2 , t_3 festgelegt werden, an denen der Kondensator **87** auf die Bezugsspannung V_{r1} , V_{r2} bzw. V_{r3} aufgeladen ist. Mit anderen Worten wird die EIN-Periode des Transistors **23**, insbesondere die maximale EIN-Periode, beim Ansteigen der Eingangsspannung verkürzt und bei einer Verringerung der Eingangsspannung verlängert, so daß der Primärstrom entsprechend der Eingangsspannung fließen kann.

[0046] Kurz gesagt wird der Transistor **23** ausgeschaltet, wenn der Primärstrom den Spitzenstrom-Sollwert erreicht oder wenn die maximale EIN-Periode beendet ist, je nachdem, was jeweils früher eintritt. Dem Transistor **23** wird eine minimale EIN-Periode zugestanden, die zum Zeitpunkt t_1 endet. Unmittelbar nach dem Abschalten des Transistors **23** wird der Schalter **88** vom Flipflop **81** geschlos-

sen, um den Kondensator **87** zu entladen, so daß der Kondensator **87** für die folgende Zeitgeberoperation bereit ist, die den Zeitpunkt des Abschaltens des Transistors **23** festlegt.

[0047] Es erfolgt nun die Erläuterung eines Schemas zur Bestimmung der Grenze des AUS-Endes, d. h. des Zeitpunktes für das Einschalten des Transistors **23** nach einem Abschalten des Transistors **23**. Zu diesem Zweck umfaßt der Oszillator **80** einen Schalter **94**, der an den invertierenden Eingang (-) des Setzkomparators **83** selektiv eine Bezugsspannung V_{s1} bzw. eine variable Bezugsspannung zwischen V_{s2} und V_{s3} anlegt. Die Bezugsspannungen V_{s1} , V_{s2} und V_{s3} sind so gewählt, daß $V_{s1} < V_{s3} < V_{s2}$ ist. An den nichtinvertierenden Eingang (+) des Setzkomparators **83** ist ein Zeitgeber aus einer Stromquelle **96** und einer Parallelkombination eines Kondensators **97** und eines Schalters **98** an der Stromquelle **96** angeschlossen. Der Schalter **98** ist mit dem Q-Ausgang des RS-Flipflops **81** verbunden und öffnet sich in Reaktion auf ein Abschalten des Transistors **23** durch das Flipflop **81**, wodurch die Aufladung des Kondensators **97** mit einem Strom I_s von der Stromquelle **96** beginnt und am nichtinvertierenden Eingang (+) des Setzkomparators **83** eine ansteigende Spannung erzeugt wird, wie es in der [Fig. 4](#) gezeigt ist. Wenn der invertierende Eingang (-) des Setzkomparators **83** mit der Bezugsspannung V_{s1} verbunden ist, erzeugt der Setzkomparator **83** zum Zeitpunkt T_1 , wenn die Spannung am Kondensator **97** V_{s1} erreicht, ein Hochpegel-Ausgangssignal am Setzeingang (S) des Flipflops **81**, wodurch der Transistor **23** eingeschaltet wird, d. h. die AUS-Periode des Transistors **23** beendet wird. Gleichermäßen endet, wenn an den invertierenden Eingang (-) des Setzkomparators **83** eine Spannung zwischen V_{r3} und V_{r2} angelegt wird, die AUS-Periode des Transistors **23** zu einem Zeitpunkt zwischen T_2 und T_3 .

[0048] Der Schalter **94** wird vom zweiten Komparator **62** betätigt und legt in Reaktion auf ein Hochpegel-Ausgangssignal vom zweiten Komparator **62**, d. h. eine Abnahme des Sekundärstromes auf Null, die niedrigste Bezugsspannung V_{s1} an den invertierenden Eingang (-) des Setzkomparators **83**. Wenn der zweite Komparator **83** in Reaktion darauf, daß der Sekundärstrom I_2 noch nicht auf Null gesunken ist, ein Ausgangssignal auf niedrigem Pegel abgibt, wird der Schalter **94** umgeschaltet, um eine zwischen V_{s3} und V_{s2} variierende Bezugsspannung an den invertierenden Eingang (-) des Setzkomparators **83** zu legen. Der Transistor **23** wird daher zum frühesten Zeitpunkt T_1 eingeschaltet, wenn der Sekundärstrom auf Null abgenommen hat. Anderenfalls wird der Transistor **23** zu einem späteren Zeitpunkt zwischen T_3 und T_2 ausgeschaltet. Die AUS-Periode des Transistors **23** weist daher eine Grenze für ein minimales AUS-Ende auf, die vom Zeitpunkt T_1 festgelegt wird, und eine Grenze für ein maximales AUS-Ende, die

vom Zeitpunkt T2 festgelegt wird. Der Transistor **23** wird daher eingeschaltet, wenn der Sekundärstrom zum Zeitpunkt T1 auf Null abgenommen hat, oder wenn die Grenze für das maximale AUS-Ende erreicht ist, je nachdem, was jeweils zuerst der Fall ist. Dadurch wird verhindert, daß der Transistor **23** ausgeschaltet wird, nachdem der Sekundärstrom auf Null abgenommen hat und auf Null bleibt. Anderenfalls weist in der folgenden EIN-Periode der Schaltstrom durch den Spannungswandler **20** einen übermäßig hohen Spitzenwert auf, was die Schaltwirksamkeit herabsetzt. Auch ist es mit dem zusätzlichen Vorsehen der Grenze für das maximale AUS-Ende neben der Grenze für das maximale EIN-Ende möglich, die Schaltfrequenz in einem akzeptablen Bereich zu halten.

[0049] Die zwischen Vs3 und Vs2 variable Bezugsspannung wird an einer Funktionseinheit **95** erzeugt und erniedrigt sich von Vs2 auf Vs3, wenn der Sollwert oder der Spitzenstrom-Sollwert zunimmt. Die variable Bezugsspannung wird dazu verwendet, die Grenze für das AUS-Ende zu bestimmen, d. h. für die Beendigung der AUS-Periode, wenn der Sekundärstrom nicht auf Null abgenommen hat. Dies wird ein kontinuierlicher Modus genannt, da der Transistor **23** eingeschaltet wird, obwohl der Sekundärstrom nach wie vor fließt, im Gegensatz zum Grenzmodus, bei dem der Transistor **23** im wesentlichen zu dem Zeitpunkt eingeschaltet wird, wenn der Sekundärstrom auf Null abgenommen hat. Der kontinuierliche Modus tritt in Erscheinung, wenn der Primärstrom in der vorherigen EIN-Periode in einem erhöhten Ausmaß geflossen ist, um beim sogenannten Kaltstart der Lampe dieser eine erhöhte Leistung für ein schnelles Anheben der Lampenhelligkeit zuzuführen. Mit den Ansteigen des Primärstromes verlängert sich die Zeitspanne für eine Abnahme des Sekundärstroms auf Null. Ohne kontinuierlichem Modus, d. h. wenn nur der Grenzmodus zur Verfügung steht, wird dadurch die Schaltfrequenz herabgesetzt. Das Vorsehen der Grenze für ein zwangsweises AUS-Ende zur Realisierung des kontinuierlichen Modusses in diesem besonderen Zustand beschränkt die AUS-Periode des Transistors **23**, so daß sich die Schaltfrequenz nicht übermäßig verringert. Die Bezugsspannung Vs3 ist auf einen mittleren Pegel eingestellt, der es dem Sekundärstrom erlaubt, auf einem Pegel zu fließen, bei dem die Schaltfrequenz nicht herabgesetzt ist. Die vom Zeitpunkt T1 festgelegte Grenze für das minimale AUS-Ende wird so gewählt, daß die AUS-Periode unabhängig von instabilen Schalterscheinungen wie Schwingungen unmittelbar nach dem Ausschalten des Transistors **23** fortgesetzt wird.

[0050] Kurz gesagt wird der Transistor **23** eingeschaltet, wenn der Sekundärstrom auf Null abgenommen hat oder wenn die vom Zeitpunkt T2 festgelegte maximale AUS-Periode zu Ende ist, je nachdem, was jeweils zuerst eintritt. Unmittelbar nachdem der Tran-

sistor **23** eingeschaltet wurde, wird der Schalter **98** vom Flipflop **81** geschlossen, damit der Kondensator **97** entladen wird und für die folgende Zeitgeberoperation zur Bestimmung des Zeitpunktes zum Einschalten des Transistors **23** bereit ist.

[0051] Um zu verhindern, daß die Ausgangsspannung des Spannungswandlers **20** zu hoch wird, enthält der Oszillator **80** einen Abschalter **99**, der parallel zur Stromquelle **96** angeschlossen ist und der das Aufladen des Kondensators **96** beendet, wenn die überwachte Ausgangsspannung einen vorgegebenen maximalen Pegel übersteigt. Der Schalter **99** wird von einem Spannungskomparator **64** betätigt, der, wie in der [Fig. 1](#) gezeigt, die Ausgangsspannung des Spannungswandlers **20** mit einer Bezugsspannung Vlr2 vergleicht, die dem maximalen Pegel entspricht, und der ein Ausgangssignal auf hohem Pegel abgibt, wenn die Ausgangsspannung Vlr2 erreicht. Wenn die Ausgangsspannung während der EIN-Periode des Transistors **23** auf den maximalen Pegel Vlr2 ansteigt, betätigt der Komparator **64** den Schalter **99** und schließt ihn, wodurch die Zeitgeberoperation zum Bestimmen der Grenze für das AUS-Ende in der folgenden AUS-Periode des Transistors **23** gesperrt ist, bis die Ausgangsspannung wieder unter dem maximalen Pegel liegt.

[0052] Anhand der [Fig. 1](#) erfolgt nun eine genaue Erläuterung des Begrenzers **100**, der den Spitzenstrom-Sollwert vom Fehlerverstärker **55** begrenzt. Der Begrenzer **100** erhält von einem Grenzwertgenerator **101** einen Grenzwert in der Form einer Spannung zugeführt, er erhält auch den Spitzenstrom-Sollwert in der Form einer Spannung zugeführt und gibt den kleineren Wert der beiden Spannungen als neuen Spitzenstrom-Sollwert zum Komparator **61**, um so zu verhindern, daß ein übermäßiger Primärstrom durch den Transistor **23** fließt. Der Grenzwertgenerator **101** ist eine Funktionseinheit, die die Ausgangsspannung des Spannungswandlers **20** aufnimmt und den Grenzwert Vlim abgibt, der innerhalb eines begrenzten Bereiches zwischen VlimH und VlimL mit ansteigender Ausgangsspannung abnimmt. Wenn die Ausgangsspannung des Spannungswandlers **20** relativ klein ist, was anzeigt, daß die Lampe gerade eingeschaltet wurde, wird der Grenzwert angehoben, damit ausreichend Primärstrom fließen kann, um schnell die erwünschte Lampenhelligkeit zu erreichen. Während des stabilen Lampenbetriebs, wenn die Ausgangsspannung des Spannungswandlers **20** relativ hoch ist und der Primärstrom in geringem Ausmaß fließt, ist der Grenzwert Vlim herabgesetzt, so daß der Primärstrom stabil bleibt und sich nicht schnell erhöht. Der untere Grenzwert VlimL ist so eingestellt, daß der Transistor **23** keinen unerwünschten Belastungen ausgesetzt ist, während der obere Grenzwert VlimH so eingestellt ist, daß die EIN-Periode des Transistors **23** nicht zu kurz wird.

[0053] Die [Fig. 5](#) zeigt Einzelheiten der Verzögerungsschaltung **120** zwischen dem Begrenzer **100** und dem Komparator **61** zur allmählichen Erhöhung des Spitzenstrom-Sollwertes auf den gewünschten Pegel. Die Schaltung **120** umfaßt einen Spannungsteiler aus Widerständen **121**, **122**, **123** und **124**, der die Ausgangsspannung V_{o1} des Begrenzers **100** aufteilt, die den kleineren der beiden Werte, dem Spitzenstrom-Sollwert V_{eo} vom Fehlerverstärker **55** und dem Grenzwert V_{lim} , anzeigt. Ein in Reihe geschaltetes Paar von Dioden **126** und **127** ist in Reihe zum Widerstand **122** parallel zum Widerstand **123** angeschlossen, um die Vorwärtsspannung der Dioden zu der Ausgangsspannung vom Begrenzer **100** hinzuzufügen und um die sich ergebende Spannung V_{c2} als neuen Spitzenstrom-Sollwert für den Komparator **61** zu erzeugen. Mit den Widerständen **121** bis **124** wirkt ein Kondensator **125** zusammen, um die Zeitkonstante für die Verzögerung des Anstiegs des Spitzenstrom-Sollwertes V_{c2} vorzugeben. Es ist zwar nicht gezeigt, der Kondensator **125** ist jedoch so geschaltet, daß er beim Abschalten des Vorschaltgeräts entladen wird.

[0054] Die Arbeitsweise der Verzögerungsschaltung **120** ist in der [Fig. 6](#) gezeigt. Wenn die Eingangsspannung V_{in} ansteigt, steigt der Grenzwert V_{lim} auf aV . Wenn das Ausgangssignal V_{eo} des Fehlerverstärkers **55** auf bV größer als aV ansteigt, steigt gleichzeitig das Ausgangssignal V_{o1} des Begrenzers **100** auf aV . Die Verzögerungsschaltung **120** gibt dann den Spitzenstrom-Sollwert V_{c2} ab, der allmählich auf cV ansteigt, der abgeschwächt und kleiner als aV ist. Dieser allmähliche Anstieg des Spitzenstrom-Sollwertes ermöglicht es, daß der Transistor **23** weich schaltet, so daß die Belastungen des Transistors **23** sowie der anderen Komponenten des Spannungswandlers **20** verringert werden. Die Dioden **126** und **127** weisen die gleichen Eigenschaften wie die Dioden **71** und **72** im Schalterspannungsdetektor **70** auf, um Temperaturabhängigkeiten und ähnliche Schwankungen in der Vorwärtsspannung der Dioden **71** und **72** auszugleichen und einen zuverlässigen Vergleich am Komparator **61** zwischen dem überwachten Primärstrom und dem Spitzenstrom-Sollwert zu ermöglichen.

[0055] Die [Fig. 7](#) zeigt Einzelheiten der Stromüberwachungseinrichtung **57**, die dem Fehlerverstärker **55** einen überwachten Ausgangsstrom zuführt, der den tatsächlichen Ausgangsstrom des Spannungswandlers **20** in der kurzen Übergangszeit unmittelbar nach dem Einschalten der Lampe **5** gut anzeigt. Die Stromüberwachungseinrichtung **57** umfaßt einen Verstärker **131**, der über einen Widerstand **132** mit dem Stromsensor **56** verbunden ist und eine entsprechend verstärkte Spannung erzeugt. Der Ausgang des Verstärkers **131** ist über einen Schalter **136** mit dem Fehlerverstärker **55** verbunden, um diesem den überwachten Stromwert I_{IIa} zuzuführen. In Verbin-

dung mit dem Verstärker **131** ist ein Filter aus einem Widerstand **132**, einem Rückkoppelwiderstand **133**, einem Offsetwiderstand **135** und einem Rückkoppelkondensator **134** vorgesehen. Der Schalter **136** wird von einem Lampen-Ein/Aus-Detektor **58** betätigt, der auf der Basis der Ausgangsspannung des Spannungswandlers **20** feststellt, ob die Lampe **5** ein- oder ausgeschaltet wird. Wenn festgestellt wird, daß die Lampe **5** eingeschaltet wird, verbindet der Schalter **136** den Ausgang des Verstärkers **131** mit dem Fehlerverstärker **55**. Anderenfalls, d. h. wenn festgestellt wird, daß die Lampe nach dem Einschalten der Lampe immer noch aus ist, verbindet der Schalter **136** den Ausgang des Stromsollwertrechners **52** über einen Abschwächer **137** mit dem Fehlerverstärker **55**. Der Abschwächer **137** multipliziert den Stromsollwert K_{IIa} mit k ($0 < k < 1$), um dem Fehlerverstärker **55** über den Schalter **136** einen Dummy-Stromwert I_{IIa} zuzuführen.

[0056] Anhand der [Fig. 8](#) wird die Arbeitsweise der Stromüberwachungseinrichtung **57** erläutert. Während der Lampen-Aus-Periode nach dem Starten der Lampe vor deren Einschalten fließt aus dem Spannungswandler **20** im wesentlichen kein Ausgangsstrom. In dieser Periode nimmt der Fehlerverstärker **55** den Dummy-Stromwert I_{IIa} mit bV auf, der gleich dem Stromsollwert K_{IIa} multipliziert mit k ($bV = k \times bV$) ist. Unmittelbar nach dem Einschalten der Lampe führt daher der Verstärker **131** dem Fehlerverstärker **55** den überwachten Stromwert I_{IIa} zu, der aufgrund der Wirkung des Filters von bV auf das aV des tatsächlichen Ausgangsstromes ansteigt. Der überwachte Ausgangsstrom I_{IIa} kann daher dem tatsächlichen Ausgangsstrom schnell folgen, sobald die Lampe eingeschaltet ist, mit der Folge einer zuverlässigen Lampensteuerung. Ohne Zuführen des Dummy-Ausgangsstrom in der Lampen-Aus-Periode würde der dem Fehlerverstärker **55** zugeführte Stromwert dem tatsächlichen Ausgangsstrom nur verzögert folgen, wie es mit der gestrichelten Linie in der [Fig. 8](#) angezeigt ist.

[0057] Die [Fig. 9](#) zeigt eine Modifikation des Grenzwertgenerators **101A**, die anstelle des oben beschriebenen Generators **101** verwendet werden kann, um den Grenzwert V_{lim} für den Begrenzer **100** zu erzeugen. Der Generator **101A** umfaßt einen Spannungsteiler aus Widerständen **102** und **103**, die eine Bezugsspannung V_{ref} aufteilen. Es ist ein in Reihe verbundenes Paar von Dioden **104** und **105** angeschlossen, um für die Erzeugung des Grenzwertes V_{lim} für den Begrenzer **100** die Vorwärtsspannung der Dioden zu der abgeteilten Spannung hinzuzuaddieren. Ein Hochziehewiderstand **106** verbindet die Anode der Diode **105** mit einer Spannungsquelle V_{cc} für die Dioden. Die Dioden **104** und **105** weisen die gleichen Eigenschaften wie die Dioden **71** und **72** im Schalterspannungsdetektor **70** auf, um Temperaturabhängigkeiten und ähnliche Schwankungen in der

Vorwärtsspannung der Dioden **71** und **72** auszugleichen und einen zuverlässigen Vergleich am Komparator **61** zwischen dem überwachten Primärstrom und dem Spitzenstrom-Sollwert zu ermöglichen.

[0058] Die [Fig. 10](#) zeigt eine andere Modifikation des Grenzwertgenerators **101B**, die anstelle des Generators **101** der [Fig. 1](#) verwendet werden kann, um für den Begrenzer **100** einen Grenzwert V_{lim2} zu erzeugen, der unmittelbar nach dem Starten der Lampe **5** allmählich ansteigt. Der Generator **101B** umfaßt einen Spannungsteiler aus Widerständen **141** und **142**, die zur Erzeugung eines Bezugsgrenzwertes V_{lim} aus einer Bezugsspannung V_{ref} eine Spannung abteilen. Ein in Reihe verbundenes Paar von Dioden **143** und **144** ist hinzugeschaltet, um die Vorwärtsspannung der Dioden zu der Bezugsspannung V_{lim} hinzuzufügen. Die Anode der Diode **144** ist über einen Hochziehwiderstand **145** mit einer Spannungsquelle V_{cc} für die Dioden verbunden. Ein Kondensator **146** ist so angeschlossen, daß er mit den Widerständen **141**, **142** und **145** zusammenwirkt und eine Zeitkonstante für die Verzögerung des Anstiegs des Bezugsgrenzwertes V_{lim} vorgibt, um diesen zu einem neuen Grenzwert V_{lim2} mit allmählich ansteigender Flanke zu machen. Es ist zwar nicht gezeigt, der Kondensator **146** ist jedoch so geschaltet, daß er beim Abschalten des Vorschaltgeräts entladen wird.

[0059] Die Arbeitsweise des Generators **101E** ist in der [Fig. 11](#) dargestellt. Wenn die Eingangsspannung V_{in} ansteigt, steigen auch die Steuerspannung V_{cc} sowie der Bezugsgrenzwert V_{lim} auf dV bzw. aV an. Der Grenzwert V_{lim2} steigt ebenfalls allmählich auf cV an. Wenn das Ausgangssignal V_{eo} des Fehlerverstärkers **55** mit bV größer als cV ist, ist der Spitzenstrom-Sollwert V_{c2} gleich dem Grenzwert V_{lim2} . Mit diesem allmählichen Ansteigen des Spitzenstrom-Sollwertes V_{c2} kann der Transistor **23** weich schalten, und die Belastungen für den Transistor **23** sowie die anderen Komponenten des Spannungswandlers **20** verringern sich. Die Dioden **143** und **144** weisen die gleichen Eigenschaften wie die Dioden **71** und **72** im Schalterspannungsdetektor **70** auf, um Temperaturabhängigkeiten und ähnliche Schwankungen in der Vorwärtsspannung der Dioden **71** und **72** auszugleichen und einen zuverlässigen Vergleich am Komparator **61** zwischen dem überwachten Primärstrom und dem Spitzenstrom-Sollwert zu ermöglichen.

[0060] Die [Fig. 12](#) zeigt eine andere Modifikation des Grenzwertgenerators **101C**, die anstelle des Generators **101** der [Fig. 1](#) verwendet werden kann, um für den Begrenzer **100** einen Grenzwert V_{lim2} zu erzeugen, der für eine beschränkte Zeitspanne T nach dem Starten der Lampe herabgesetzt ist, um den Spitzenstrom-Sollwert zur Verringerung der Belastungen für den Transistor **23** und die anderen Komponenten des Spannungswandlers **20** schrittweise zu

erhöhen. Der Generator **101C** umfaßt einen Spannungsteiler aus Widerständen **151**, **152** und **156**, die zur Erzeugung des Bezugsgrenzwertes V_{lim} aus der Bezugsspannung V_{ref} eine Spannung abteilen. Ein in Reihe verbundenes Paar von Dioden **153** und **154** ist hinzugeschaltet, um zur Erzeugung eines Grenzwertes V_{lim2} für den Begrenzer **100** der abgeteilten Spannung die Vorwärtsspannung der Dioden hinzuzufügen. Die Anode der Diode **154** ist über einen Hochziehwiderstand **155** mit einer Spannungsquelle V_{cc} für die Dioden verbunden. Parallel zum Widerstand **156** ist ein Schalter **157** vorgesehen, der sich für die beschränkte Zeit T schließt und dann wieder öffnet, um während der Zeitspanne T einen herabgesetzten Grenzwert V_{lim2} sowie den Bezugsgrenzwert V_{lim} zu erzeugen und danach einen erhöhten Grenzwert V_{lim2} und den Bezugsgrenzwert V_{lim} .

[0061] Die Arbeitsweise des Generators **101C** ist in der [Fig. 13](#) dargestellt. Wenn die Eingangsspannung V_{in} ansteigt, steigt die Steuerspannung V_{cc} auf dV . Innerhalb der Zeitspanne T unmittelbar nach dem Starten der Lampe **5** steigt der Bezugsgrenzwert V_{lim} auf aV und danach stufenweise auf aV . Entsprechend steigt der Grenzwert V_{lim2} während der Periode T auf cV und danach stufenweise auf cV . Wenn die Ausgangsspannung V_{eo} des Fehlerverstärkers **55** mit bV höher ist als cV , gibt der Begrenzer **100** den Grenzwert V_{lim2} als Spitzenstrom-Sollwert V_{c2} aus. Während der Anfangsperiode T unmittelbar nach dem Starten der Lampe **5** wird damit der Grenzwert auf einem niedrigen Pegel gehalten und danach schrittweise auf einen hohen Pegel angehoben, so daß der Transistor **23** weich schalten kann und sich die Belastungen für den Transistor **23** sowie die anderen Komponenten des Spannungswandlers **20** verringern. Die Dioden **153** und **154** weisen die gleichen Eigenschaften wie die Dioden **71** und **72** im Schalterspannungsdetektor **70** auf, um Temperaturabhängigkeiten und ähnliche Schwankungen in der Vorwärtsspannung der Dioden **71** und **72** auszugleichen und einen zuverlässigen Vergleich am Komparator **61** zwischen dem überwachten Primärstrom und dem Spitzenstrom-Sollwert zu ermöglichen.

[0062] Die [Fig. 14](#) zeigt einen Abschwächer **110**, der in Verbindung mit dem Begrenzer **100** vorgesehen ist, um Temperaturabhängigkeiten und andere Schwankungen in der Vorwärtsspannung der Dioden **71** und **72** des Schalterspannungsdetektors **70** auszugleichen. In diesem Fall ist der Grenzwert V_{lim} eine durch die Widerstände **107** und **108** von der Bezugsspannung V_{ref} abgeteilte Spannung. Der Abschwächer **110** gibt die Ausgangsspannung des Begrenzers **100**, d. h. den niedrigeren Wert aus dem Grenzwert V_{lim} und dem Spitzenstrom-Sollwert vom Fehlerverstärker **55**, als neuen Spitzenstrom-Sollwert zum Komparator **61**. Der Abschwächer **110** umfaßt einen Spannungsteiler aus Widerständen **111**, **113** und **116**, der die Ausgangsspannung abteilt, die

den niedrigeren Wert aus dem Fehlerverstärker-Ausgangssignal V_{eo} und dem Grenzwert V_{lim} anzeigt. In Reihe zum Widerstand **112** ist parallel zum Widerstand **113** ein in Reihe verbundenes Paar von Dioden **114** und **115** geschaltet, um die Vorwärtsspannung der Dioden zu der Spannung hinzuzuaddieren, die an der Verbindungsstelle zwischen dem Widerstand **113** und dem Widerstand **116** erscheint, um so den Spitzenstrom-Sollwert für den Komparator **61** zu erzeugen. Auch hier sind die Dioden **114** und **115** so gewählt, daß sie die gleichen Eigenschaften aufweisen wie die Dioden **71** und **72** im Schalterspannungsdetektor **70**, um Temperaturabhängigkeiten und ähnliche Schwankungen in der Vorwärtsspannung der Dioden **71** und **72** auszugleichen und einen zuverlässigen Vergleich am Komparator **61** zwischen dem überwachten Primärstrom und dem Spitzenstrom-Sollwert zu ermöglichen.

[0063] Die [Fig. 15](#) zeigt einen modifizierten Schalterspannungsdetektor **170**, der anstelle des Detektors **70** der Ausführungsform der [Fig. 1](#) verwendet werden kann. Die Drain-Source-Spannung des Transistors **23** wird über einen Widerstand **171** zum nichtinvertierenden Eingang (+) des ersten Komparators **61** geführt, wo sie mit dem Spitzenstrom-Sollwert oder der Führungsgröße vom Fehlerverstärker **55** verglichen wird, um die Grenze für das EIN-Ende des Transistors **23** zu ändern. Die Drain-Source-Spannung des Transistors **23** wird außerdem über einen Differentiator aus einem Kondensator **172** und einem Widerstand **173** zum invertierenden Eingang (-) des zweiten Komparators **62** geführt, um eine Variation ΔV in der Drain-Source-Spannung zu erzeugen. Die Variation ΔV wird dann im Komparator **62** mit einem durch eine Bezugsspannung V_{n1} vorgegebenen, bestimmten Pegel verglichen, um den Zeitpunkt festzustellen, wenn der Sekundärstrom auf Null gesunken ist, um die Grenze für das AUS-Ende des Transistors **23** zu ändern, wie es bei der ersten Ausführungsform beschrieben ist. Eine erste Diodenklammer aus Dioden **174** und **175** in der Schaltung verhindert zum Schutz des Komparators **61**, daß diesem übermäßig hohe und tiefe Spannungen zugeführt werden. Gleichermaßen verhindert eine zweite Diodenklammer aus Dioden **176** und **177** in der Schaltung zum Schutz des Komparators **62**, daß diesem übermäßig hohe und tiefe Spannungen zugeführt werden.

[0064] Die [Fig. 16](#) zeigt einen anderen modifizierten Schalterspannungsdetektor **170D**, der anstelle des Detektors **70** der Ausführungsform der [Fig. 1](#) verwendet werden kann und der im wesentlichen identisch mit der Modifikation der [Fig. 15](#) ist mit der Ausnahme, daß parallel zum Kondensator **172D** eine Diode **178** geschaltet ist. Entsprechende Teile sind in der [Fig. 16](#) mit den gleichen Bezugszeichen wie in der [Fig. 15](#) mit dem Zusatz "D" bezeichnet. Mit der Diode **178** kann die zu dem invertierenden Eingang (-) des zweiten Komparators **62** geführte Spannung

außer der Komponente für die Variation ΔV eine Komponente enthalten, die die Drain-Source-Spannung selbst anzeigt. Die Drain-Source-Spannung zeigt nämlich auch den Zeitpunkt an, wenn der Sekundärstrom I_2 durch die Sekundärwicklung **22** sich auf Null verringert, da, wenn der Transistor **23** ausgeschaltet wird, damit der Sekundärstrom I_2 durch die Sekundärwicklung **22** fließt, die Primärwicklung **21** eine elektromotorische Gegenkraft sieht, die sich der Quellengleichspannung von der Batterie **10** überlagert, so daß die Drain-Source-Spannung erheblich höher wird als die Quellengleichspannung. Wenn danach die Sekundärwicklung **22** ihre Energie soweit abgegeben hat, daß der Sekundärstrom I_2 auf Null sinkt, wird die Drain-Source-Spannung der Quellengleichspannung von der Batterie **10** nahezu gleich. Der Zeitpunkt, wenn der Sekundärstrom auf Null gesunken ist, läßt sich daher daraus feststellen, wann die Drain-Source-Spannung auf einen bestimmten Pegel gesunken ist, der der Quellengleichspannung entspricht. Es ist deshalb mit dieser Modifikation möglich, daß der Komparator **62** auf der Basis entweder der Variation ΔV oder der Drain-Source-Spannung des Transistors **23** und geeignetes Einstellen der Schaltungskonstanten einschließlich der Bezugsspannung V_{n1} den Zeitpunkt bestimmt, wann der Sekundärstrom auf Null gesunken ist.

[0065] Die [Fig. 17](#) zeigt einen weiteren modifizierten Schalterspannungsdetektor **170E**, der anstelle des Detektors **70** der Ausführungsform der [Fig. 1](#) verwendet werden kann und der im wesentlichen identisch mit der Modifikation der [Fig. 16](#) ist mit der Ausnahme, daß in Reihe zum Widerstand **171E** eine Offsetspannung **179** angeschlossen ist. Entsprechende Teile sind in der [Fig. 17](#) mit den gleichen Bezugszeichen wie in der [Fig. 15](#) mit dem Zusatz "E" bezeichnet. Mit der Hinzufügung der Offsetspannung zu der Drain-Source-Spannung wird ein zuverlässiger Betrieb des Vorschaltgeräts sichergestellt. Insbesondere in einem Zustand, bei dem die Ausgangsleistung nahezu Null ist, auch wenn ein Ausgangsstrom fließt, d. h. wenn die Ausgangsspannung extrem klein ist, ist der Spitzenstrom-Sollwert, der am Fehlerverstärker **55** erzeugt wird, entsprechend klein, so daß am invertierenden Eingang (-) des ersten Komparators **61** eine Spannung auf einem entsprechend niedrigen Pegel anliegt. Dabei liegt dann die Drain-Source-Spannung plus die Offsetspannung sicher über dem niedrigen Pegel der Spannung des Spitzenstrom-Sollwerts, so daß der Komparator **61** ein Hochpegel-Ausgangssignal zur Minimierung der EIN-Periode des Transistors **23** ausgeben kann. Das Ausgangssignal des Konverters wird daher durch die veränderliche AUS-Periode gesteuert, die vom Ausgangssignal des zweiten Komparators **62** bestimmt wird. Es ist in diesem Zusammenhang anzumerken, daß die Dioden **71** und **72** im Detektor **70** der ersten Ausführungsform die gleiche Offsetspannung für die Drain-Source-Spannung des Transistors **23** zum Ver-

gleich am ersten Komparator **61** erzeugen.

[0066] Die [Fig. 18](#) zeigt einen weiteren modifizierten Schalterspannungsdetektor **170F**, der anstelle des Detektors **70** der ersten Ausführungsform verwendet werden kann. Der Schalterspannungsdetektor **170F** umfaßt einen Widerstand **171F**, über den die Drain-Source-Spannung des Transistors **23** zum nichtinvertierenden Eingang (+) des ersten Komparators **61** sowie zum invertierenden Eingang (-) des zweiten Komparators **62** geführt wird. Eine Diodenklammer aus Dioden **174F** und **175F** in der Schaltung verhindert zum Schutz der Komparatoren **61** und **62**, daß diesen übermäßig hohe und niedrige Spannungen zugeführt werden. Bei dieser Modifikation wird die Drain-Source-Spannung, die den Primärstrom anzeigt, am ersten Komparator **61** mit dem Spitzenstrom-Sollwert verglichen, um die EIN-Periode des Transistors **23** zu verändern, und sie wird am zweiten Komparator **62** mit der Bezugsspannung V_{n1} verglichen, um zu einer Veränderung der AUS-Periode des Transistors **23** festzustellen, ob der Sekundärstrom auf Null gesunken ist oder nicht.

[0067] Die [Fig. 19](#) zeigt eine zweite Ausführungsform des Vorschaltgeräts, die im wesentlichen identisch mit der ersten Ausführungsform ist, mit der Ausnahme, daß der zweite Komparator **62G** direkt mit einem Stromsensor **66** an der Sekundärwicklung **22G** verbunden ist, um eine entsprechende Spannung aufzunehmen, die den durch die Sekundärwicklung fließenden Sekundärstrom anzeigt. Gleiche Teile wie bei der ersten Ausführungsform sind in der [Fig. 19](#) mit dem Zusatz "G" bezeichnet. Der nichtinvertierende Eingang (+) des Komparators **62G** liegt auf Masse, so daß der Komparator **62G** ein Hochpegel-Ausgangssignal erzeugt, wenn der Sekundärstrom auf Null gesunken ist, wodurch die AUS-Periode des Transistors **23G** geändert wird, wie es mit Bezug zu der [Fig. 2](#) für die erste Ausführungsform beschrieben ist. Der erste Komparator **61G** ist mit einem Stromsensor **67** am Transistor **23G** verbunden, um eine entsprechende Spannung aufzunehmen, die für einen Vergleich mit dem Spitzenstrom-Sollwert den durch den Transistor **23G** fließenden Primärstrom anzeigt, um die EIN-Periode so zu ändern, wie es oben mit Bezug zu der [Fig. 2](#) für die erste Ausführungsform beschrieben ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform umfaßt der Grenzwertgenerator **101G** einen Komparator **109**, der die Ausgangsspannung des Spannungswandlers **20G** mit einer Bezugsspannung vergleicht, um den Grenzwert zwischen den Werten V_{limH} und V_{limL} so umzuschalten, daß dem Begrenzer **101G** der hohe Grenzwert V_{limH} zugeführt wird, wenn die Ausgangsspannung kleiner ist als die Bezugsspannung, und anderenfalls dem Begrenzer **100G** der niedrigere Grenzwert V_{limL} zugeführt wird.

[0068] Die beschriebenen Ausführungsformen ent-

halten einen Spannungswandlers des Sperrtyps. Das Vorschaltgerät kann jedoch nicht nur mit einem solchen Spannungswandler, sondern auch mit einem Spannungswandler eines anderen Typs versehen werden, etwa mit einem Rückladungswandler, bei dem in Reihe zum Glättkondensator und dem Schaltelement an der Gleichspannungsquelle ein Induktor liegt und wobei der Primärstrom so definiert ist, daß es der beim Einschalten durch das Schaltelement fließende Strom ist, während der Sekundärstrom der Strom ist, der vom Induktor freigegeben wird, wenn das Schaltelement ausgeschaltet wird.

Patentansprüche

1. Vorschaltgerät für eine Entladungslampe (**5**), mit einem an eine Gleichspannungsquelle (**10**) anschließbaren Spannungswandler (**20**) mit einem Schaltelement (**23**) und einem Transformator (**21**, **22**), wobei das Schaltelement (**23**) so betrieben wird, dass die Gleichspannungsquelle (**10**) wiederholt zugeschaltet wird, damit in dem Transformator Energie gespeichert wird, einem an den Ausgang des Spannungswandlers (**20**) angeschlossenen Wechselrichter (**30**) zur Versorgung der Entladungslampe (**5**), und einem Regler (**50**), der einen der Ausgangsleistung des Spannungswandlers (**20**) entsprechenden Sollwert erzeugt und das Schaltelement (**23**) mit dem Sollwert entsprechenden Perioden EIN/AUS-schaltet, um die Ausgangsspannung des Spannungswandlers (**20**) so zu regeln, dass die zum Betreiben der Entladungslampe (**5**) erforderliche Leistung erzeugt wird, wobei der Regler (**50**): zur Beendigung der AUS-Periode eine Grenze für ein minimales AUS-Ende und eine Grenze für ein maximales, zwangsweises AUS-Ende erzeugt, zur Beendigung der EIN-Periode eine Grenze für ein minimales EIN-Ende und eine Grenze für ein maximales, zwangsweises EIN-Ende erzeugt, die Grenze für das minimale AUS-Ende durch den Zeitpunkt festlegt, zu dem der Sekundärstrom (I_2) des Transformators (**21**, **22**) auf Null abgesunken ist, die Grenze für das maximale, zwangsweise AUS-Ende in Abhängigkeit von dem Sollwert in Richtung einer Verkürzung der AUS-Periode ändert, wenn der Sollwert einen erhöhten Strom durch das Schaltelement (**23**) erfordert, die Grenze für das minimale EIN-Ende durch den Zeitpunkt festlegt, zu dem der durch das Schaltelement (**23**) fließende Primärstrom (I_1) oder die an ihm liegende Primärspannung den Sollwert erreicht, die AUS-Periode bei der Grenze für das minimale AUS-Ende oder bei der Grenze für das maximale, zwangsweise AUS-Ende beendet, je nachdem, was früher eintritt, und die EIN-Periode bei der Grenze für das minimale EIN-Ende oder bei der Grenze für das maximale, zwangsweise EIN-Ende beendet, je nachdem, was

früher eintritt.

2. Vorschaltgerät nach Anspruch 1, wobei der Regler **(50)** einen Spannungsdetektor **(70)** aufweist, der die Primärspannung am Schaltelement **(23)** erfasst und mit einer Bezugsspannung vergleicht, um anhand einer Abnahme der Primärspannung auf die Bezugsspannung festzustellen, dass der Sekundärstrom auf Null abgenommen hat.

3. Vorschaltgerät nach Anspruch 1, wobei der Regler **(50)** eine Änderung in der Spannung am Schaltelement **(23)** erfasst und mit einem Bezugswert vergleicht, um dann, wenn die Spannung den Bezugswert erreicht, festzustellen, dass der Sekundärstrom auf Null abgenommen hat.

4. Vorschaltgerät nach Anspruch 1, wobei der Regler **(50)** die Ausgangsspannung des Spannungswandlers **(20)** mit einer maximal zulässigen Spannung vergleicht, bei Überschreiten ein Begrenzungs-signal abgibt, und in Reaktion auf das Begrenzungs-signal die folgende AUS-Periode verlängert, bis die Ausgangsspannung unter die maximal zulässige Spannung fällt.

5. Vorschaltgerät nach Anspruch 1, wobei der Regler **(50)** die Grenze für das maximale, zwangsweise EIN-Ende in Abhängigkeit von der Quellenspannung derart ändert, dass die EIN-Periode mit zunehmender Quellenspannung kürzer wird.

6. Vorschaltgerät nach Anspruch 1, wobei der Sollwert eine obere Grenze hat, die den maximalen Strom durch das Schaltelement **(23)** festlegt.

7. Vorschaltgerät nach Anspruch 6, wobei der Regler **(50)** eine Verzögerungsschaltung **(120)** aufweist, die einen Anstieg des Sollwerts verzögert, wenn der Spannungswandler **(20)** zu arbeiten beginnt.

8. Vorschaltgerät nach Anspruch 6, wobei der Regler **(50)** eine Begrenzungsschaltung **(100, 101)** aufweist, die die obere Grenze zu Beginn des Betriebs des Vorschaltgeräts für eine vorgegebene Startperiode auf einen niedrigeren Wert setzt und danach wieder erhöht.

9. Vorschaltgerät nach Anspruch 6, wobei der Regler **(50)** die Ausgangsspannung des Spannungswandlers **(20)** überwacht und die obere Grenze des Sollwerts auf einen niedrigeren Pegel setzt, wenn die Ausgangsspannung größer wird.

10. Vorschaltgerät nach Anspruch 1, wobei der Regler **(50)** die Ausgangsspannung des Spannungswandlers **(20)** überwacht und ein Signal abgibt, wenn die Ausgangsspannung die Betriebsspannung der

Lampe **(5)** übersteigt, wobei der Regler **(50)** in Reaktion auf das Signal die Grenze für das minimale EIN-Ende in Richtung einer Verkürzung der EIN-Periode verschiebt.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

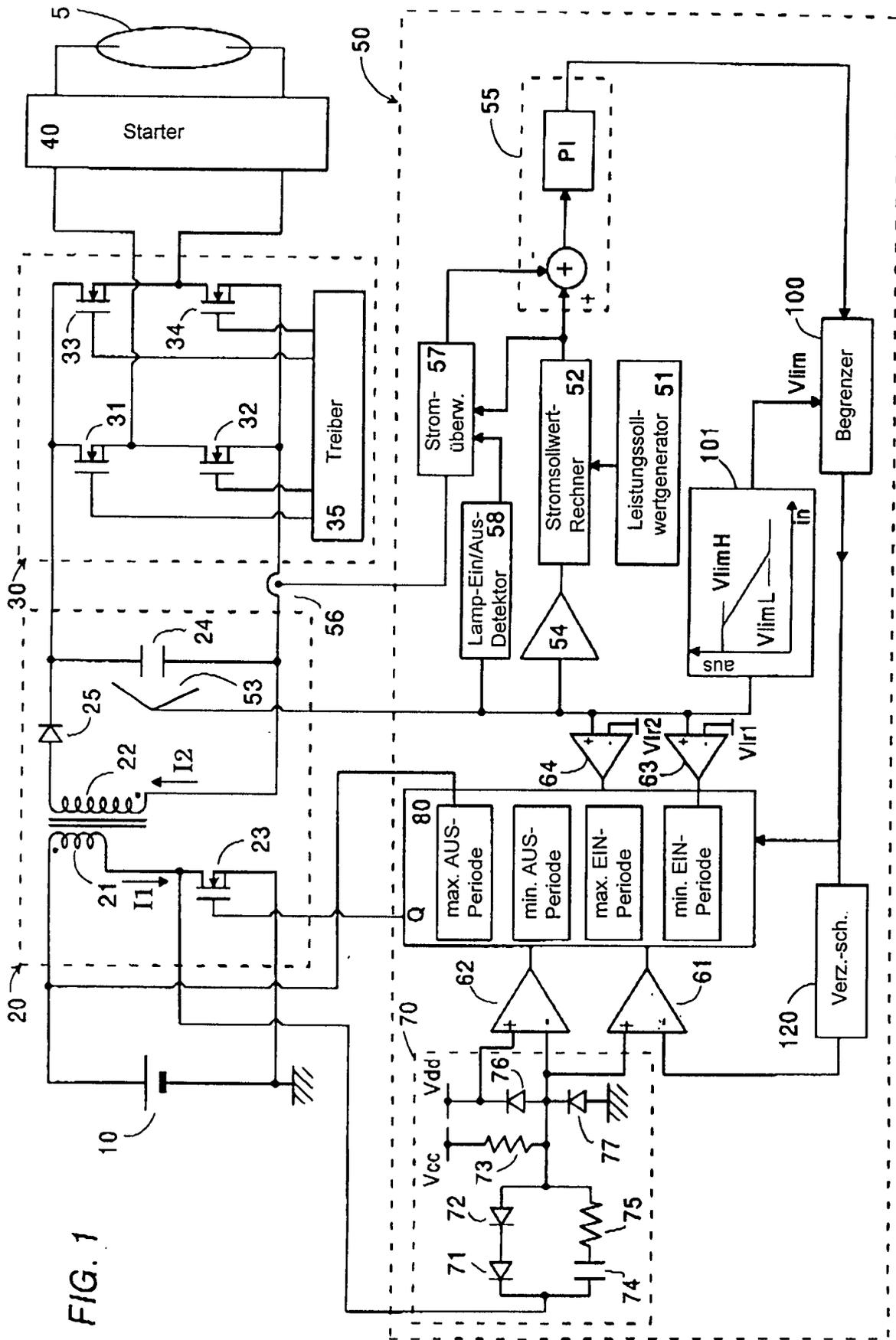


FIG. 1

FIG. 2

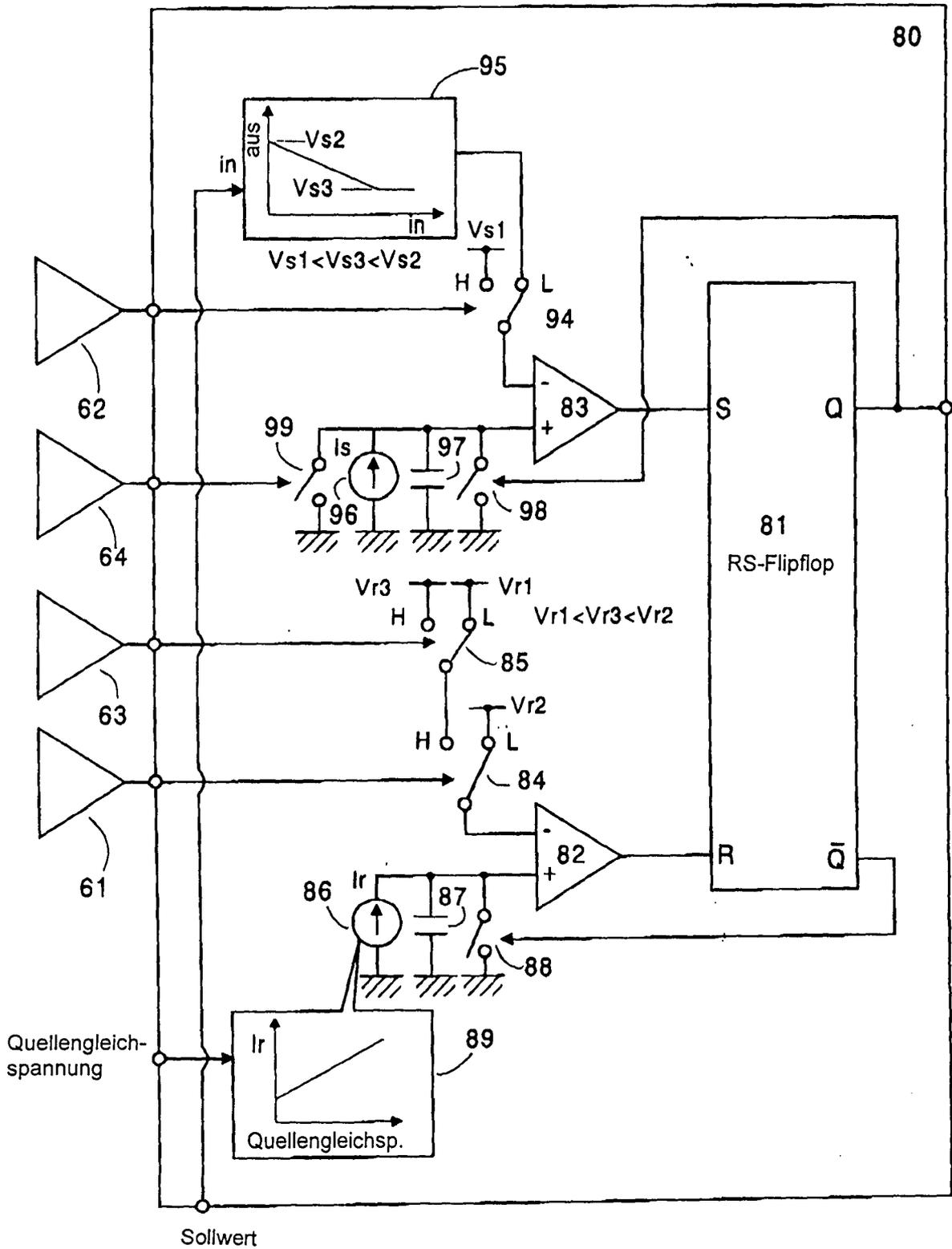


FIG. 3

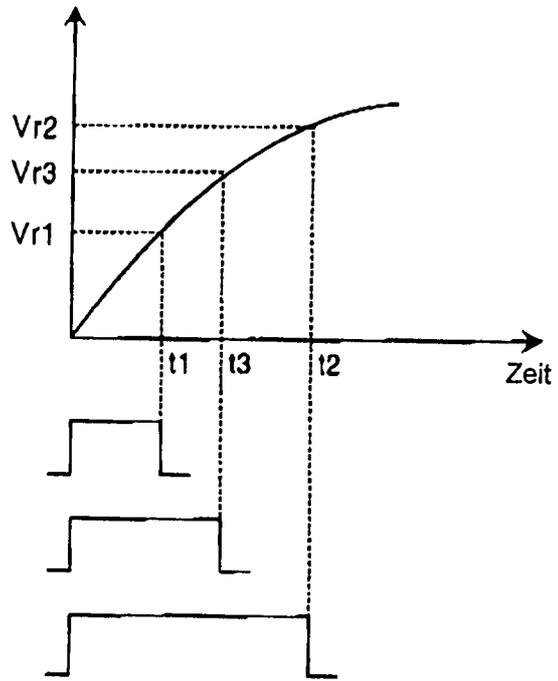


FIG. 4

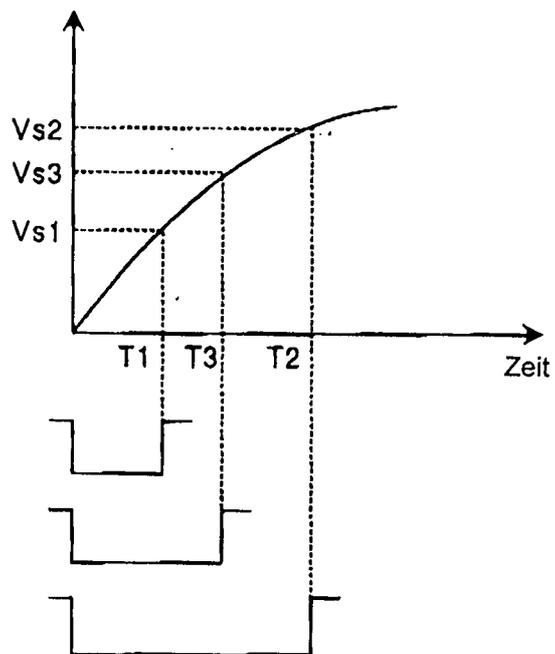


FIG. 5

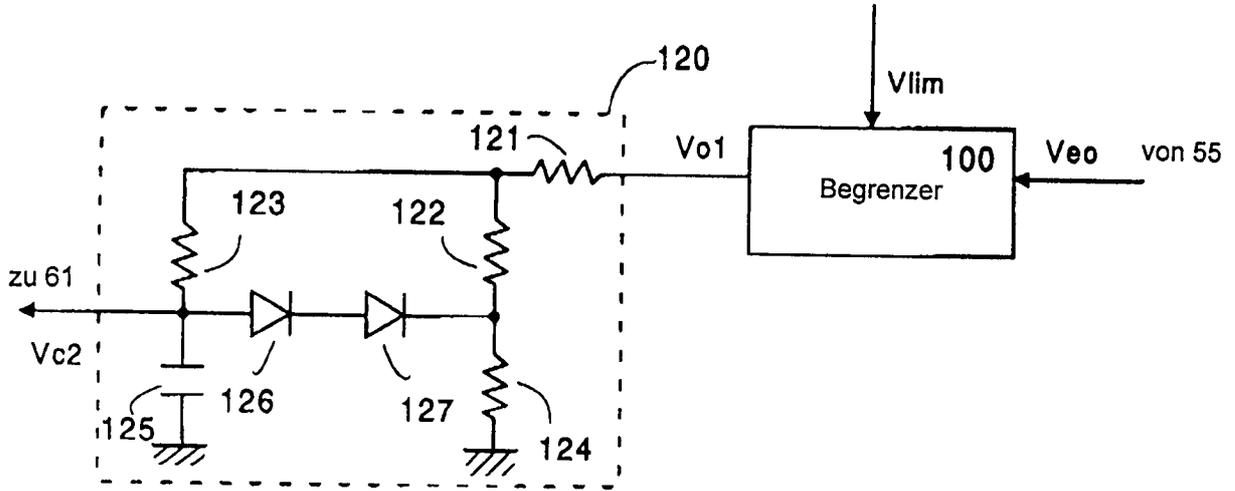


FIG. 6

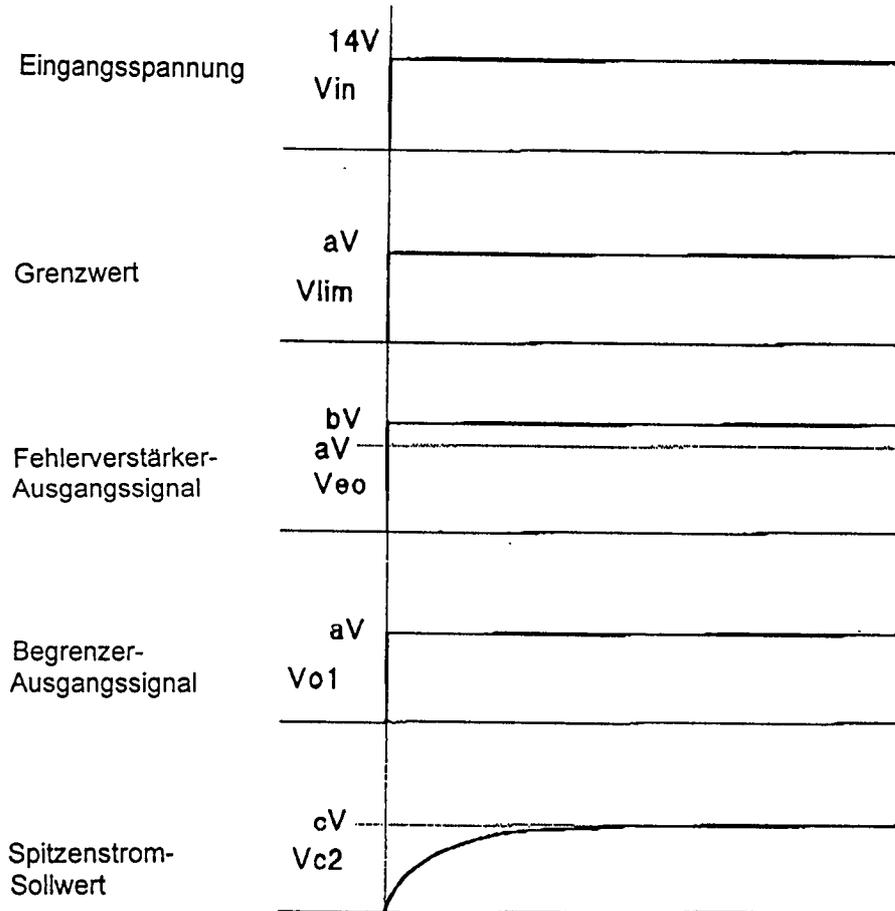


FIG. 7

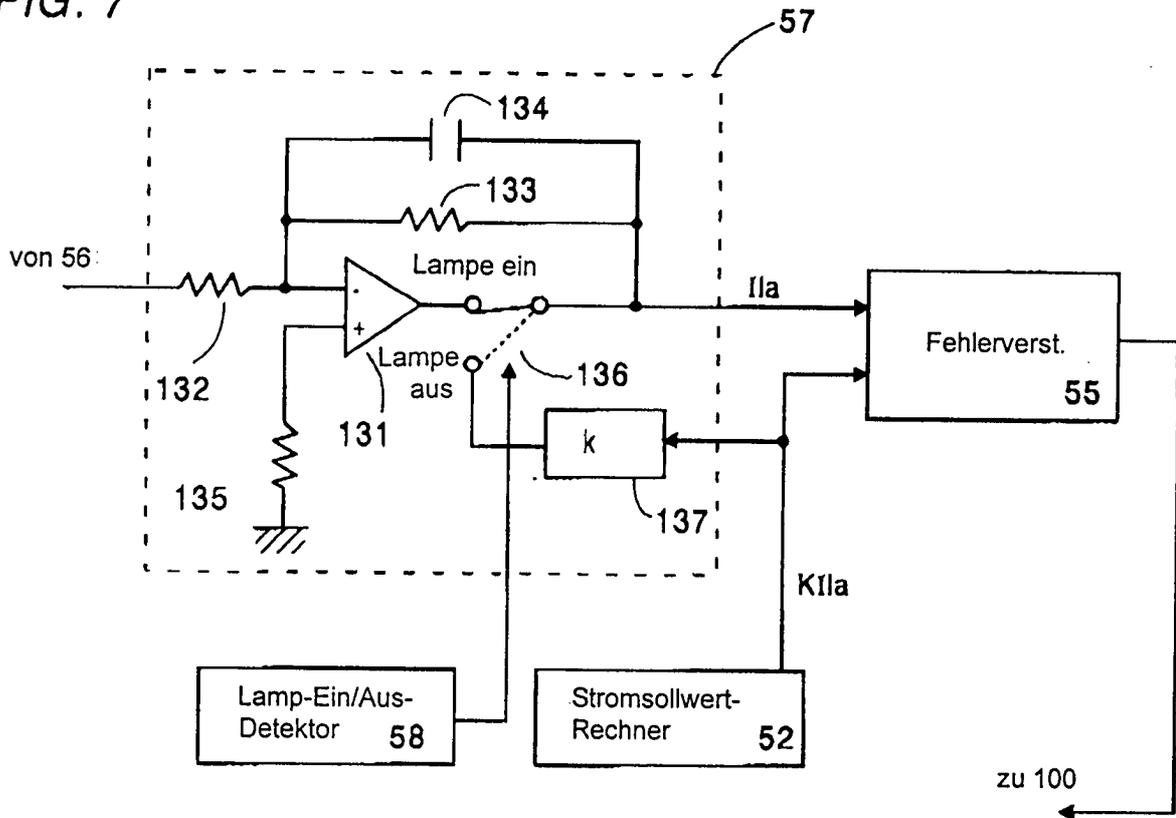


FIG. 8

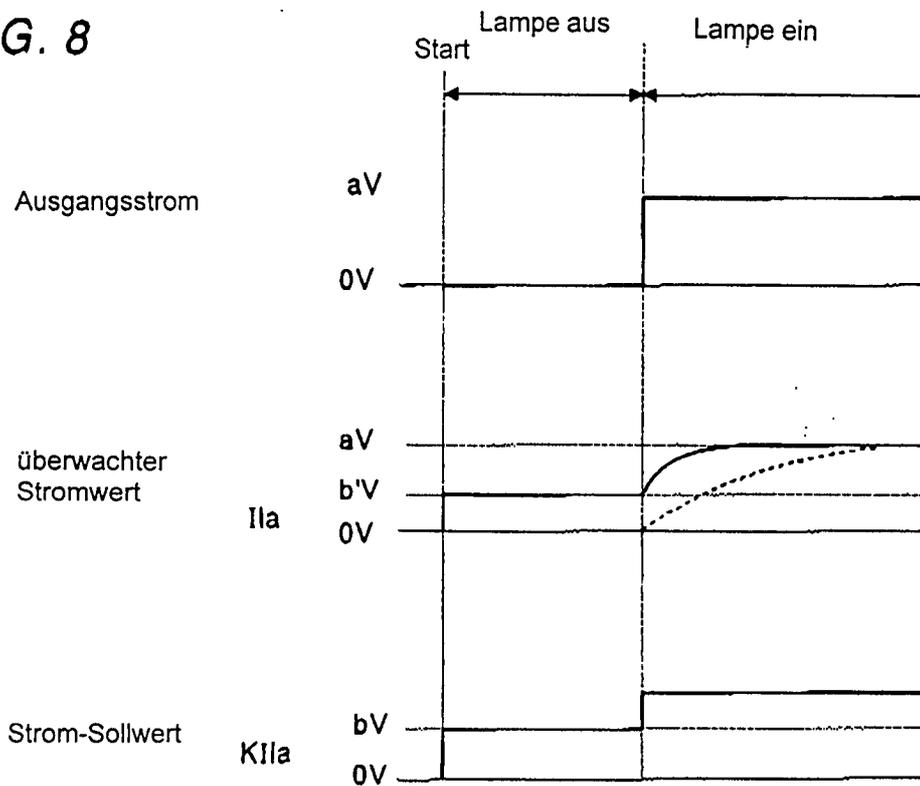


FIG. 9

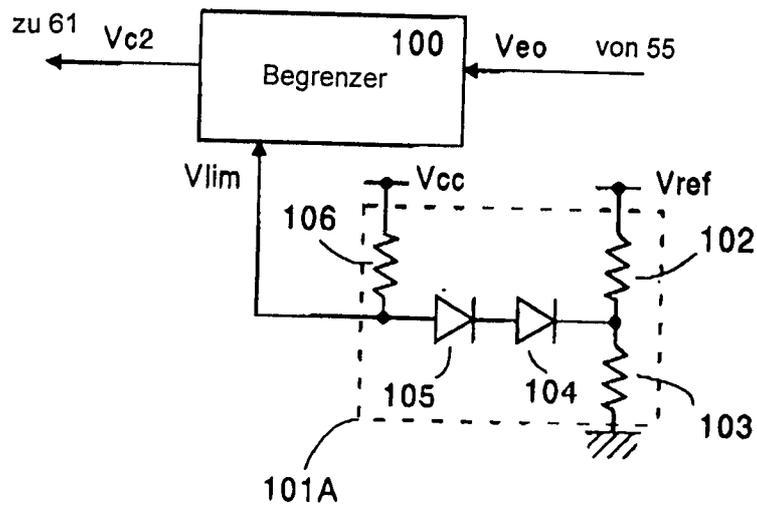


FIG. 14

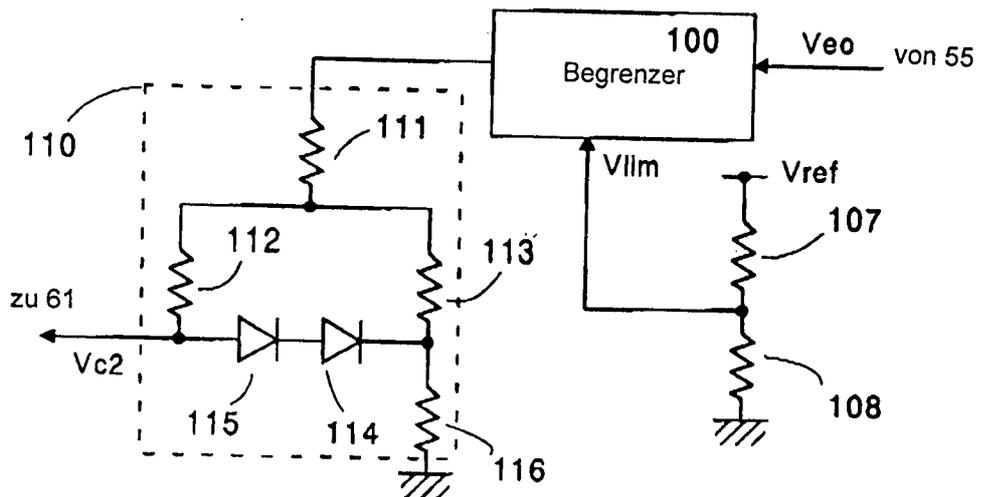


FIG. 10

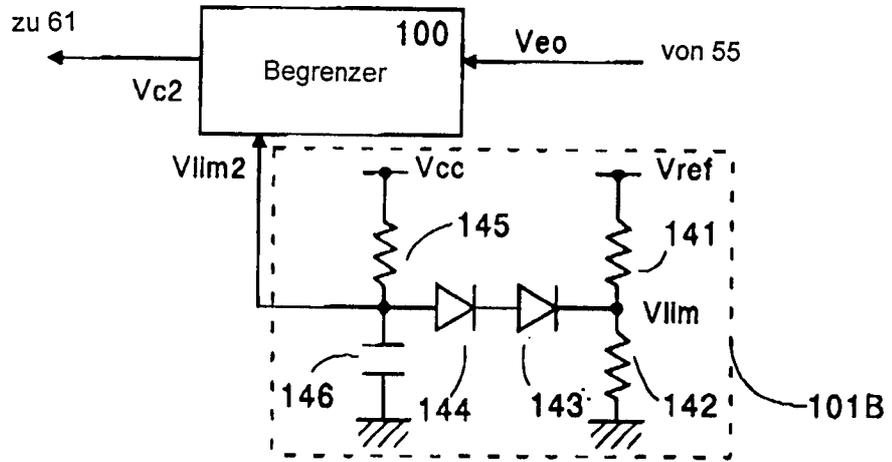


FIG. 11

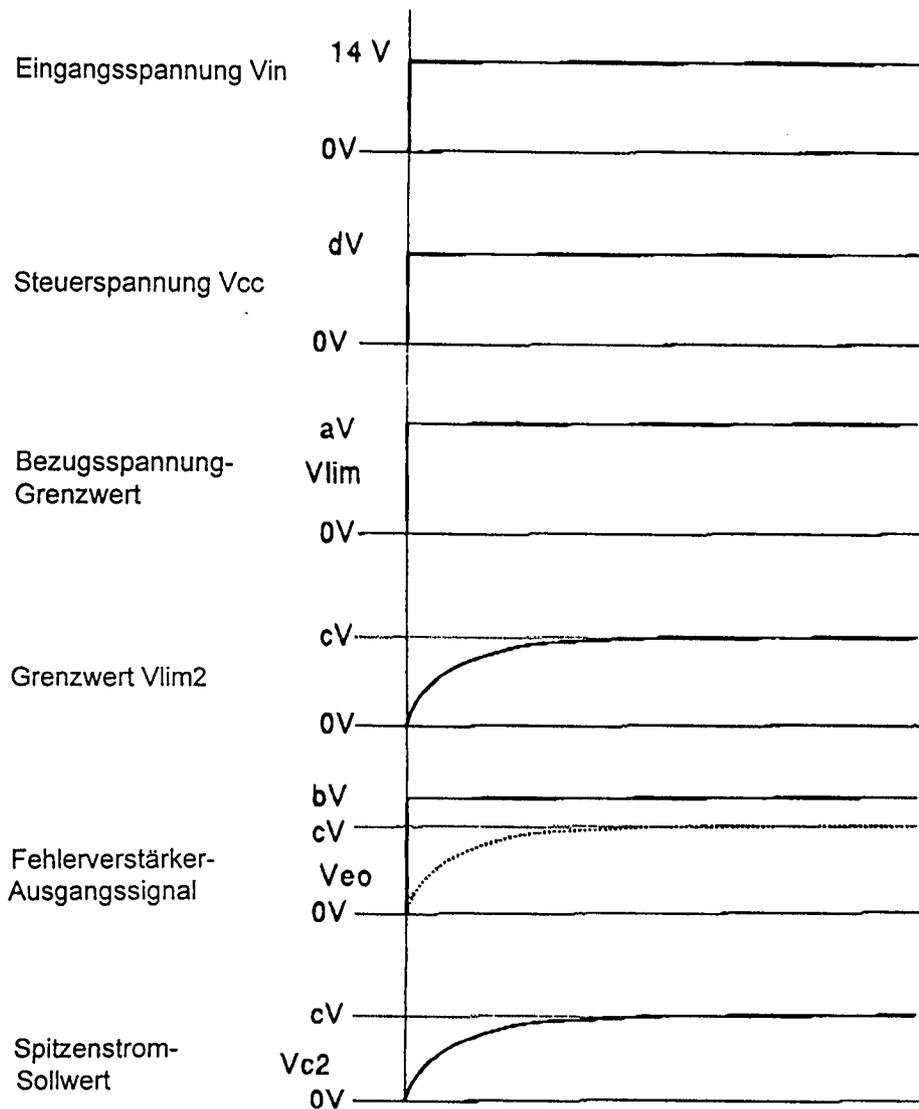


FIG. 12

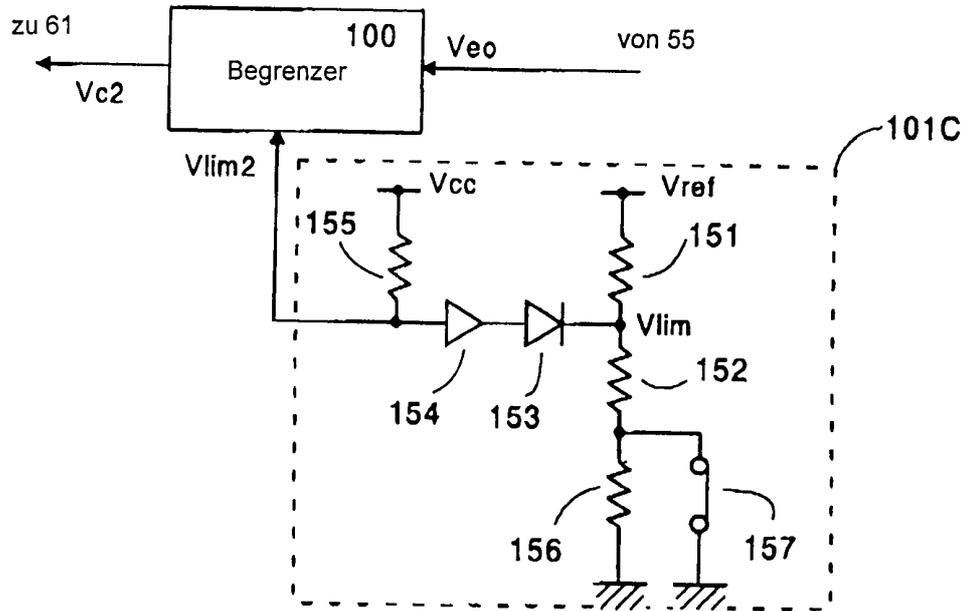


FIG. 13

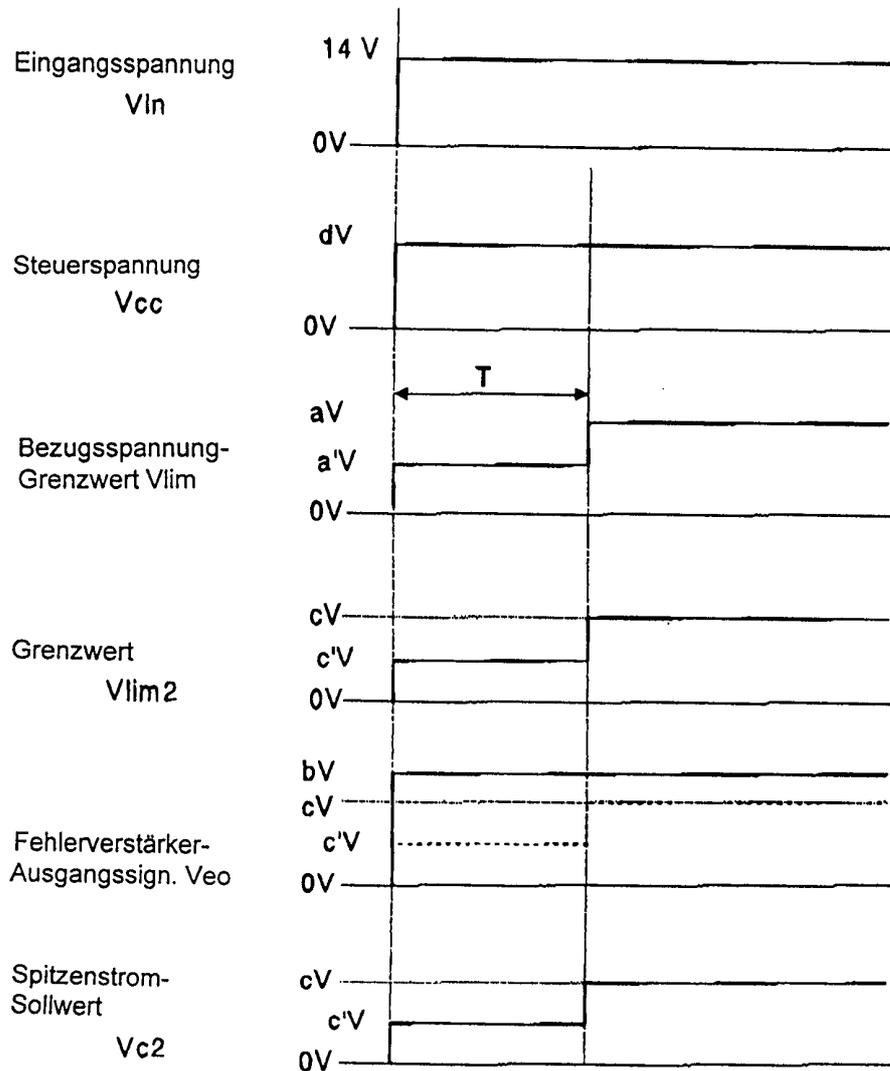


FIG. 17

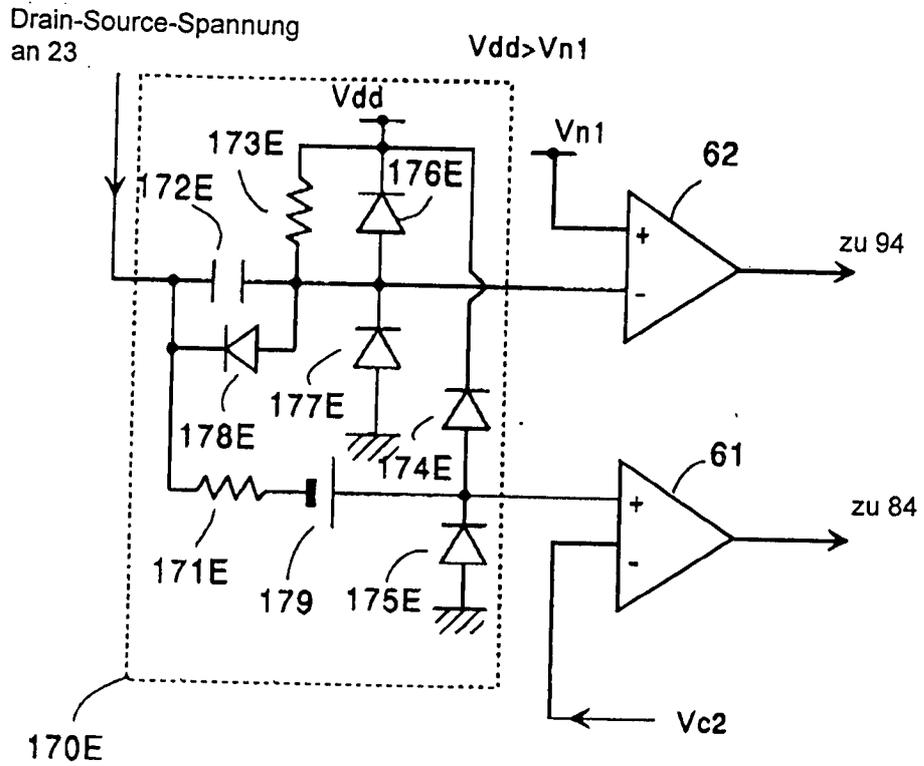
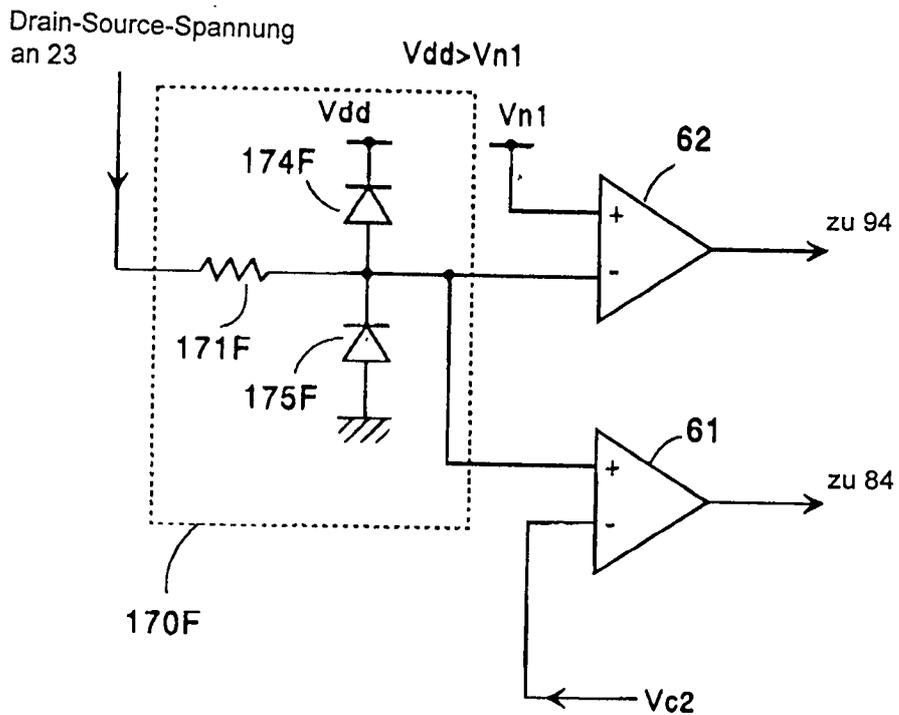


FIG. 18



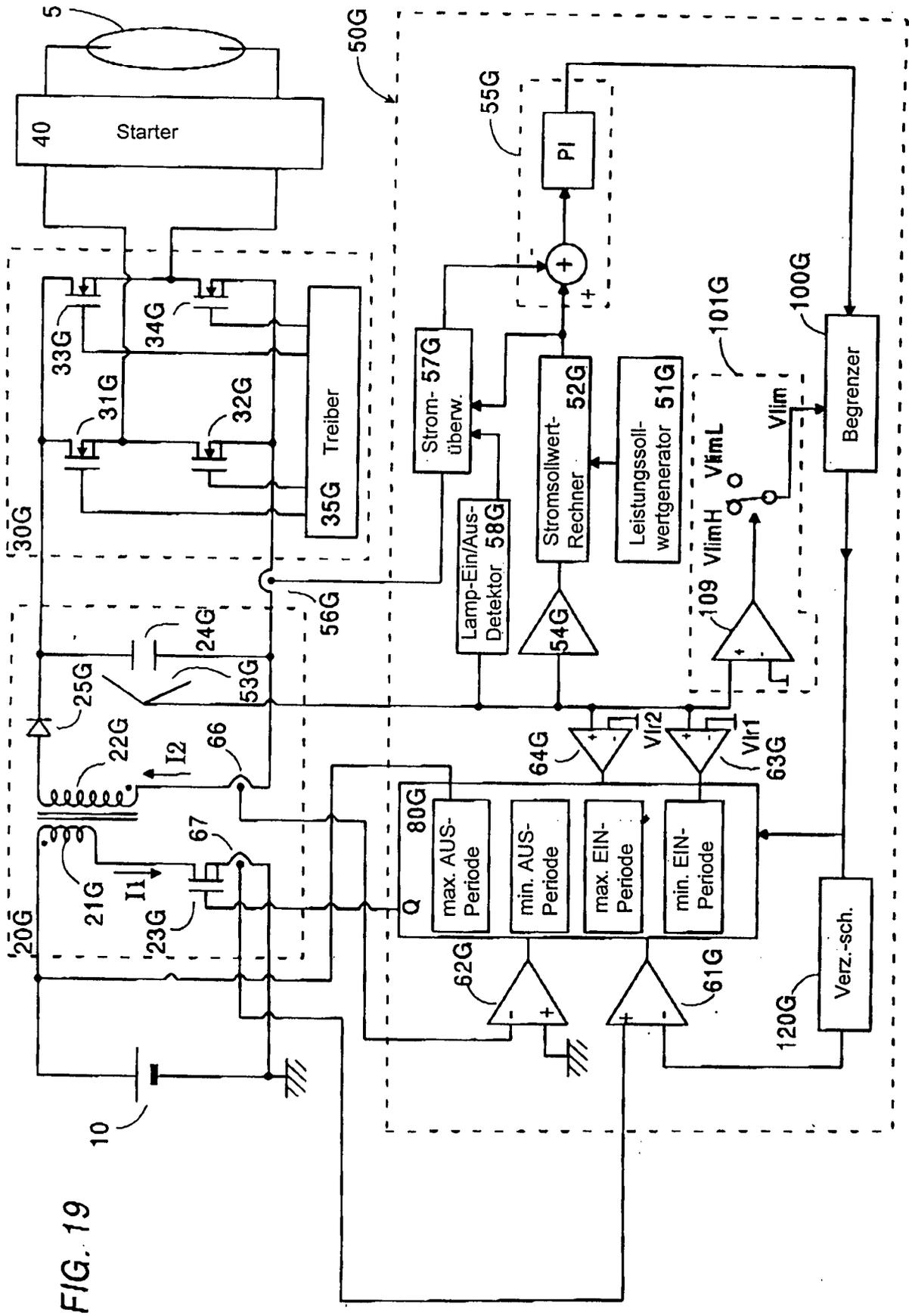


FIG. 19