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

(10) **DE 44 26 664 B4** 2005.11.17

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **P 44 26 664.2**
(22) Anmeldetag: **15.07.1994**
(43) Offenlegungstag: **23.03.1995**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **17.11.2005**

(51) Int Cl.[7]: **H05B 41/288**
// F21M 7/00

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zur 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. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
231384/93 17.09.1993 JP

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

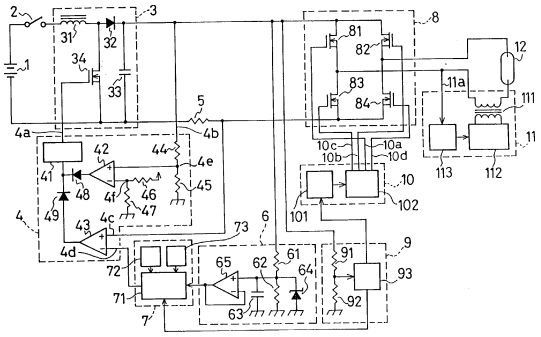
(74) Vertreter:
Pfenning, J., Dipl.-Ing., 10707 Berlin; Meinig, K., Dipl.-Phys., 80336 München; Butenschön, A., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 10707 Berlin; Bergmann, J., Dipl.-Ing., Pat.- u. Rechtsanw., 10719 Berlin; Nöth, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 80335 München

(72) Erfinder:
Hanazaki, Yasumasa, Sanda, Hyogo, JP; Ukita, Nobuo, Hyogo, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
US 51 51 634
US 50 39 921
JP 06-0 05 376 A
JP 4-272697 A In: Patents Abstracts of Japan, Sect. E, Vol. 17 (1993), Nr. 69 (E-1318);

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Starten und Betreiben einer Hochdruck-Entladungs-Lampe**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Starten und Betreiben einer Hochdruckentladungslampe (12) mit einer Stromsteuervorrichtung (7) zum Steuern des Lampenstroms in Abhängigkeit von der Lampenspannung gemäß einer Strom-Spannungscharakteristik der Hochdruck-Entladungslampe, die unter Berücksichtigung des Wertes der Lampenspannung bei Nennleistung im stationären Betrieb vorgewählt ist,
gekennzeichnet durch
– eine Charakteristik-Speichervorrichtung (72), in der eine Mehrzahl von Strom-Spannungscharakteristiken gespeichert sind;
– eine Vorhersagevorrichtung (73) zum Vorhersagen des Wertes der Lampenspannung bei Nennleistung im stationären Betrieb, wobei dieser Wert abhängig von zwei Lampenspannungswerten bestimmt wird, die bei zwei unterschiedlichen Zeiten nach dem erfolgreichen Zünden der Lampe gemessen werden;
– eine Charakteristik-Auswahlvorrichtung (71) zum Auswählen der Strom-Spannungs-Charakteristik in Abhängigkeit von dem von der Vorhersagevorrichtung (73) vorhergesagten Wert.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Starten und Betreiben einer Hochdruck-Enladungs-Lampe wie einer Hochdruck-Quecksilberdampflampe, einer Metall-Halogen-Kurzbogenlampe oder dergleichen nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

[0002] In den letzten Jahren waren Sicherheits- und Umweltschutzfunktionen eines Fahrzeugs wünschenswert und die Individualität des Fahrzeugs war ebenfalls wichtig. Wünsche für eine verbesserte Fahrsicherheit und eine verbesserte Fahrzeugkarosseriegestaltung erforderten mit Bezug auf das Scheinwerferlicht eine Erhöhung der Lichtmenge und eine kleine Form. Jedoch war es mit einer herkömmlichen elektrischen Lampe für das Fahrzeug schwierig, diesen Anforderungen zu genügen. Daher wird die Verwendung einer Entladungslampe als einer neuen Lichtquelle für Fahrzeuge untersucht.

Stand der Technik

[0003] Aus der gattungsbildenden US 5,151,634 ist eine Vorrichtung zum Steuern einer Entladungslampe für die Verwendung in einem Kraftfahrzeug bekannt, die eine Stromsteuervorrichtung zum Steuern des Lampenstroms in Abhängigkeit von der Lampenspannung aufweist. Dabei wird die erreichte Lampenspannung beim Abschalten der Lampe abgespeichert und bei dem erneuten Einschalten dient dieser abgespeicherte Wert der Vorhersage des Wertes der sich im stationären Betrieb bei Nennleistung einstellenden Lampenspannung. Dabei wird die Strom-Spannungs-Charakteristik während der Warmlaufphase beeinflusst.

[0004] **Fig.** 24 enthält eine allgemeine Ansicht der Struktur einer 35W-Metall-Halogen-Kurzbogenlampe, die eine Art von Entladungslampe **12** ist. In der Metall-Halogen-Kurzbogenlampe ist eine Quarzröhre **121** an beiden Enden abgedichtet und eine Bogenröhre **122** befindet sich im mittleren Bereich der Quarzröhre **121**. Die Bogenröhre **122** weist einander gegenüberliegende Wolframelektroden **123a**, **123b** auf, die über Molybdänfolien **124a**, **124b** mit äußeren Leitungen **125a**, **125b** verbunden sind. Weiterhin ist die Bogenröhre **122** mit einem Metallhalogenid **126**, das durch Kombination mehrerer verschiedener Metalle wie Natrium und Scandium mit Jod erhalten wurde, einem Startgas (zum Beispiel Xenon) **127** und Quecksilber **128** gefüllt.

[0005] Die vorbeschriebene Entladungslampe **12** unterscheidet sich von der herkömmlichen elektrischen Lampe wesentlich darin, dass die herkömmliche elektrische Lampe einfach durch Anlegen einer Spannung an einen Fadenemittiert, während die Entladungslampe einen zwischen den Elektroden erzeugten Bogen als Emitter verwendet und eine Startvorrichtung zur Steuerung des Bogenlichts benötigt.

[0006] Es erfolgt nun eine Beschreibung eines Teils der Vorrichtung zum Starten und Betreiben einer Entladungslampe, durch Illustrieren eines Emissionsmechanismus der Entladungslampe. Die Entladungslampe **12** benötigt für eine Anfangsperiode eine Hochspannung im Bereich von weniger als zehn bis über zehn, jedoch weniger als zwanzig Kilovolt. Somit erzeugt die Vorrichtung eine Hochspannung, die zwischen den Wolframelektroden **123a** und **123b** der Entladungslampe **12** angelegt wird. Die Entladung wird hierdurch zwischen den Wolframelektroden **123a** und **123b** gestartet, was zu einem Stromfluss zwischen den Wolframelektroden **123a** und **123b** führt. Danach liefert die Vorrichtung die maximale Nennleistung oder den maximalen Nennstrom der Entladungslampe **12**, um die von der Entladungslampe **12** emittierte Lichtmenge so schnell wie möglich zu erhöhen. Zu dieser Zeit aktiviert der fließende Strom das in der Entladungslampe **12** befindliche Startgas **127**, um eine Bogenentladung des Startgases **127** einzuleiten.

[0007] Weiterhin erhöht sich die Spannung der Entladungslampe **12** zu dieser Zeit von etwa 20 V, und die Vorrichtung zum Betreiben stellt die zur Entladungslampe **12** zugeführte Leistung so ein, dass sie entsprechend der Spannung allmählich abnimmt, um die von der Entladungslampe **12** in einem Überlastzustand emittierte Lichtmenge einzustellen. Zu einer Zeit der Steuerung der zugeführten Leistung nimmt die Temperatur in der Entladungslampe **12** rasch zu, um das Quecksilber **128** zu verdampfen, wodurch eine Bogenentladung des Quecksilberdampfes beginnt. Die Temperatur in einem mittleren Bereich des Quecksilberbogens erreicht etwa 4500 K (Grad Kelvin), und die Temperatur und der Druck in der Bogenröhre **122** steigen. Demgemäß beginnt eine Verdampfung des Metallhalogenids **126**, so dass ein metallisches Ion in dem Bogen von einem Halogenion getrennt wird, was zu einer Emission des Metallions mit einem metallen innewohnenden Spektrum führt.

[0008] Nachdem fast das gesamte Metallhalogenid **126** verdampft ist, hat das Bogenlicht eine endgültige Form und erreicht einen endgültigen Lichtstrom, und die Spannung der Entladungslampe **12** ist gesättigt, wodurch sich eine stabile Spannung ergibt (nachfolgend als endgültige Entladungslampenspannung oder Lampenspannung bei Nennleistung im stationären Betrieb bezeichnet). Zu der Zeit legt die Vorrichtung die zu der Entladungslampe **12** gelieferte Leistung auf die Nennleistung fest, so dass die Entladungslampe **12** ein stabiles Licht ohne Flackern emittieren kann.

[0009] Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise in der japanischen Offenlegungsschrift JP 06-005376

A offenbart, die auf die Anmelderin zurückgeht.

[0010] **Fig.** 25 ist ein Schaltbild der herkömmlichen Vorrichtung zum Starten und Betreiben von Hochdruck-Entladungslampen gezeigt.

[0011] In **Fig.** 25 sind eine Batterie-Leistungsquelle **1** und eine über einen Zündschalter **2** mit der Batterie-Leistungsquelle **1** verbundene Inverterschaltung **13** gezeigt. Die Inverterschaltung **13** enthält Schalteranordnungen **13a**, **13b**, die abwechselnd ein- und ausgeschaltet werden, einen Zusatztransformator **13c** zum Anheben der durch die Schalteranordnungen **13a** und **13b** in einen Wechselstrom umgewandelten Spannung der Batterie-Leistungsquelle **1** auf eine gewünschte Spannung, und einen Kopplungskondensator **13d**.

[0012] Weiterhin sind ein Treiberabschnitt **14**, eine LC-Reihenresonanzschaltung **15** mit einer Drosselspule **15a**, Kondensatoren **15b** und **15c**, einem Widerstand **15d** sowie einem Schalter **18** gezeigt. In diesem Fall ist, um eine Herabsetzung der Resonanzschärfe Q zu vermeiden, der Widerstandswert des Widerstands **15d** vernachlässigbar im Vergleich zum Wirkwiderstand aufgrund der Drosselspule **15a** und der Kondensatoren **15b**, **15c** bei Resonanz. Weiterhin sind die Entladungslampen **12**, eine selbsterregte Oszillationsschaltung **16**, die zur Anfangsoszillation für die Ausgabe der Resonanzfrequenz dient, und eine TTL-Pegelwandlerschaltung **17** gezeigt.

[0013] Eine Spannungserfassungsvorrichtung **6** dient zur Erfassung der Spannung der Entladungslampe **12** nach dem dielektrischen Durchschlag von einem Knotenpunkt zwischen den Kondensatoren **15b** und **15c** über den Schalter **18**; eine Stromerfassungsvorrichtung **5** dient zum Erfassen des Stroms in der Entladungslampe **12** über einen Stromwandler **19**; und eine Erfassungsvorrichtung **9** für dielektrischen Durchschlag dient zum Erfassen des durch die Entladungslampe **12** fließenden Durchbruchstroms während des dielektrischen Durchschlags über den Stromwandler **19**, um ein Signal zu übertragen, welches anzeigt, ob der dielektrische Durchschlag stattfindet oder nicht.

[0014] Eine Steuereinrichtung **70** enthält einen Mikrocomputer oder dergleichen, um Befehle für die Ein/Aus-Operationen des Schalters **18** zu geben und die von der Inverterschaltung **13** ausgegebene Frequenz zu steuern, abhängig von der Spannungserfassungsvorrichtung **6**, der Stromerfassungsvorrichtung **5** und der Erfassungsvorrichtung **9** für die vom dielektrischen Durchschlag übertragenen Signale. Es ist eine andere Vorrichtung zum Speichern der endgültigen Entladungslampenspannung in Abhängigkeit von einem von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übertragenen Signal vorgesehen. **Fig.** 26 ist eine Darstellung, die die Peripherie der Entladungslampe **12** detailliert wiedergibt. In **Fig.** 26 sind ein Entladungslampenaustausch-Erfassungsschalter **21**, der automatisch eingeschaltet wird, wenn die Entladungslampe **12** entfernt wird, eine Befestigungsbasis **22** zum Befestigen der eine Fassung enthaltenden Entladungslampe **12** und die Fassung **23** zum Befestigen der Entladungslampe gezeigt.

[0015] Wenn in dem Apparat der Zündschalter **2** eingeschaltet wird, um das Aufleuchten der Entladungslampe **12** zusteuern, öffnet die Steuereinrichtung **70** den Schalter **18**, um den Eingang von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** zu öffnen, und befindet sich in einem Wartezustand, bis die Steuereinrichtung **70** ein Signal von der Erfassungsvorrichtung **9** für dielektrischen Durchschlag empfängt.

[0016] Andererseits wird die selbsterregte Oszillationsschaltung **16** betätigt, um eine selbsterregte Oszillationsfrequenz auszugeben. Die Oszillationsfrequenz schwingt in der Inverterschaltung **13**, in der LC-Reihenresonanzschaltung **15** und der TTL-Pegelwandlerschaltung **17** in Resonanz. Darauffolgend wird eine Hochspannung zur Entladungslampe **12** geführt, um den dielektrischen Durchschlag zwischen den Elektroden in der Entladungslampe **12** zu bewirken. In diesem Moment befindet sich die Entladungslampe **12** im Wesentlichen in einem Kurzschlusszustand, so dass der Durchbruchstrom in der Entladungslampe **12** fließt. Der Durchbruchstrom wird von der Erfassungsvorrichtung **9** für dielektrischen Durchschlag über den Stromwandler erfasst, und das erfasste Signal wird zur Steuereinrichtung **70** übertragen, um festzustellen, dass der dielektrische Durchschlag stattfindet.

[0017] Die Steuereinrichtung **70** empfängt das Signal von der Erfassungsvorrichtung **9** für dielektrischen Durchschlag, um das Ausgangssignal von der selbsterregten Oszillationsschaltung **16** zur Inverterschaltung **13** anzuhalten. Stattdessen gibt die Steuereinrichtung **70** eine Frequenz aus, um einen Nennstrom (im Bereich von 2 bis 3A) als ein normales Zündsignal über den Treiberabschnitt **14** zur Inverterschaltung **13** zu führen.

[0018] Gleichzeitig schließt die Steuereinrichtung **70** den Schalter **18**, um einen Eingangsanschluss der Spannungserfassungsvorrichtung **6** mit dem Knotenpunkt zwischen den Kondensatoren **15b** und **15c** zu verbinden.

[0019] Danach wird die Entladungslampe **12** durch frequenzabhängigen Stromfluss auf der Grundlage der Frequenz zum Führen des über die Treiberschaltung **14** in die Inverterschaltung **13** ausgegebenen Nennstroms (im Bereich von 2 bis 3A) betrieben. Hier wird der in der Entladungslampe **12** fließende Strom in der Stromerfassungsvorrichtung **5** mit einem vorbestimmten Wert verglichen, um zu bestimmen, ob

die Entladungslampe **12** eingeschaltet ist oder nicht. Wenn bestimmt wird, dass die Entladungslampe **12** nicht eingeschaltet ist, wird der obige Vorgang wiederholt. Andernfalls liest die Spannungserfassungsvorrichtung **6** die Spannung der Entladungslampe **12**.

[0020] In diesem Fall wird, wenn die endgültige Entladungslampenspannung V nicht in der Speichervorrichtung der Steuereinrichtung **70** gespeichert ist, die endgültige Entladungslampenspannung V_x als die minimale Endspannung in Spezifizierung der Entladungslampe **12** definiert, um ein Leistungssteuermuster einzustellen (zum Beispiel ein Muster, das gleichförmig in einem Bereich von 75 bis 35 W gedämpft wird. Ein Zielstrom kann berechnet werden in Abhängigkeit von der Leistung und der von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** erfassten Spannung der Entladungslampe **12** durch einen Ausdruck: Strom gleich Leistung/Spannung. Die von der Steuereinrichtung **70** ausgegebene Frequenz wird herabgesetzt, wenn der in der Entladungslampe fließende Strom kleiner ist als der Zielstrom, und die Frequenz wird erhöht, wenn der Strom größer ist als der Zielstrom. Es ist hierdurch möglich, dass die Entladungslampenspannung näher an die Entladungslampenspannung V_x entsprechend dem gleichförmigen Dämpfungsmuster herankommt. Die Frequenz wird variiert und eingestellt, um die Nennleistung aufrechtzuerhalten (von zum Beispiel 35 W), wenn die Entladungslampenspannung gleich der oder größer als die endgültige Entladungslampenspannung V_x wird, wodurch eine Zündsteuerung durchgeführt wird.

[0021] Wenn andererseits die endgültige Entladungslampenspannung V_x gespeichert ist, wird die minimale Nennspannung in der Spezifikation bei der obigen Steuerung durch den gespeicherten Wert ersetzt, und das Leistungssteuermuster wird auch in ein anderes Muster entsprechend der neuen endgültigen Entladungslampenspannung V_x variiert. Eine ähnliche Zündsteuerung wird durchgeführt, um eine Leistung zu liefern, die zu dieser Zeit für die Entladungslampenspannung geeignet ist.

[0022] Die Zündsteuerung wird wie vorbeschrieben durchgeführt, und danach wird der Zündschalter **2** ausgeschaltet. Dann wird, nachdem bestätigt ist, dass sich die Entladungslampe **12** in einem stabilen Zustand befindet, die endgültige Entladungslampenspannung V_x zu dieser Zeit durch die Spannungserfassungsvorrichtung **6** in einem Speicher in der Steuereinrichtung **70** gespeichert. Jede gewünschte Zeitspanne bis zu einem stabilen Zustand der Entladungslampe, die vorher experimentell definiert wurde, wird eingestellt, um zu entscheiden, ob die Zeitspanne vergangen ist oder nicht, wodurch der stabile Zustand der Entladungslampe **12** bestätigt wird. Es ist hierdurch möglich, das Speichern einer fehlerhaften endgültigen Entladungslampenspannung V_x zu verhindern, selbst wenn der Zündschalter **2** vor dem stabilen Zustand der Entladungslampe ausgeschaltet wird.

[0023] Die endgültige Entladungslampenspannung V_x wird für jede Zündung gespeichert. Es ist hierdurch möglich, selbst wenn die endgültige Entladungslampenspannung V_x aufgrund einer Verschlechterung der Entladungslampe oder dergleichen sich verändert, die optimale Zündsteuerung in dem Zustand durchzuführen. In diesem Fall haben die Spannungserfassungsvorrichtung **6** und die Stromerfassungsvorrichtung **5** gewünschte Abtastzeiten.

[0024] Wenn die Entladungslampe **12** entfernt ist, wird der Entladungslampenaustausch-Erfassungsschalter **21** eingeschaltet und ein Signal mit hohem Pegel wird in die Steuereinrichtung **70** eingegeben. Das Signal löscht die in der Speichereinrichtung **70** gespeicherte endgültige Entladungslampenspannung V_x. Bei der nächsten Zündzeit wird entschieden, dass die endgültige Entladungslampenspannung V_x nicht gespeichert ist, und die Zündsteuerung wird entsprechend dem minimalen Nennspannungswert durchgeführt.

[0025] Die im Einzelnen beschriebene Vorrichtung zum Starten und Betreiben von Entladungslampen ist mit der Einrichtung zum Speichern der endgültigen Entladungslampenspannung V_x versehen.

[0026] Somit kann die Zündsteuerung durch das Leistungssteuermuster entsprechend der endgültigen Entladungslampenspannung V_x für jede Entladungslampe durchgeführt werden. Es ist hierdurch möglich, einen stabilen Zustand schneller zu erzielen und eine Anstiegscharakteristik der Lichtmenge zu optimieren. Weiterhin wird, wenn die endgültige Entladungslampenspannung V_x gespeichert wird, vor dem Speichern festgestellt, ob die Entladungslampe **12** im stabilen Zustand ist oder nicht. Es ist hierdurch möglich, eine Zündsteuerung auf der Grundlage einer fehlerhaften endgültigen Entladungslampenspannung V_x zu vermeiden. Zusätzlich ist die minimale Nennspannung vorgesehen, um zu verhindern, dass die Lichtmenge der Entladungslampe im stabilen Zustand eine Lichtmenge zu einer Zeit der Nennleistung übersteigt, und eine Herabsetzung der Lebensdauer zu vermeiden.

[0027] Die bekannte Vorrichtung zum Starten und Betreiben von Entladungslampen ist jedoch wie vorbeschrieben ausgebildet, so dass die folgenden Probleme bestehen. Es wird keine endgültige Entladungslampenspannung bzw. Sättigungsspannung V_x zu einer anfänglichen Zündzeit oder zu einer anfänglichen Zündzeit nach dem Austausch der Entladungslampe gespeichert. Daher wird die Leistungssteuerung durch Verwendung der minimalen Nennspannung der Entladungslampe in der Spezifikation als der Steuerzielspannung durchgeführt, und ein

Anstieg der Lichtmenge wird langsamer als im Fall der optimalen Steuerung. Weiterhin kann, wenn die fehlerhafte endgültige Entladungslampenspannung V_x aufgrund von Rauschen und dergleichen gespeichert wird, die optimale Steuerung bei der nächsten Zündzeit nicht durchgeführt werden. Somit wird die Anstiegscharakteristik der Lichtmenge verschlechtert und die Lebensdauer wird verringert. Zusätzlich ist es erforderlich, Mittel vorzusehen, die erfassen, ob die Entladungslampe ausgetauscht wird oder nicht, was zu einem kostenaufwendigen Apparat führt.

Aufgabenstellung

[0028] Die vorliegende Erfindung wurde gemacht, um die vorbeschriebenen Probleme zu überwinden, und es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine kostengünstige Vorrichtung zum Starten und Betreiben von Hochdruck-Entladungslampen zu schaffen, die eine gute und schnelle sowie genaue Steuerung der Entladungslampe auch bei Austausch der Lampe und bei Veränderungen der Eigenschaften der Lampe über die Lebensdauer gestattet.

[0029] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale. Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Starten und Betreiben von Entladungslampen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Ausführungsbeispiel

[0030] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

[0031] Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zum Starten und Betreiben von Entladungslampen nach dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

[0032] Fig. 2 ein Diagramm, das eine Änderung der Spannung an der Entladungslampe zu einer Startentladungszeit nach dem ersten Ausführungsbeispiel darstellt,

[0033] Fig. 3 ein Flussdiagramm, das einen Zündsteuervorgang nach dem ersten Ausführungsbeispiel illustriert,

[0034] Fig. 4 ein Zeitdiagramm, das einen Steuervorgang der Entladungslampen-Steuervorrichtung nach dem ersten Ausführungsbeispiel illustriert,

[0035] Fig. 5 ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen der Entladungslampenspannung und dem visuellen Nutzeffekt bei der Entladungslampe nach dem ersten Ausführungsbeispiel wiedergibt,

[0036] Fig. 6 ein Diagramm, das eine Entladungslampenspannungs/Zuführspannung-Zuordnungscharakteristik bei der Entladungslampe nach dem ersten Ausführungsbeispiel wiedergibt,

[0037] Fig. 7 ein Diagramm, das eine Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik der Entladungslampe nach dem ersten Ausführungsbeispiel wiedergibt,

[0038] Fig. 8 ein Diagramm, das eine Lichtanstiegscharakteristik der Entladungslampe nach dem ersten Ausführungsbeispiel wiedergibt,

[0039] Fig. 9 ein Diagramm, das die Beziehungen zwischen der Entladungslampenspannung und dem visuellen Nutzeffekt in verschiedenen Entladungslampen nach dem ersten Ausführungsbeispiel wiedergibt,

[0040] Fig. 10 ein Diagramm, das die Entladungslampenspannungs/Zuführleistungs-Zuordnungscharakteristik in den verschiedenen Entladungslampen nach dem ersten Ausführungsbeispiel wiedergibt,

[0041] Fig. 11 ein Diagramm, das die Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristiken in den verschiedenen Entladungslampen nach dem ersten Ausführungsbeispiel wiedergibt,

[0042] Fig. 12 ein Zeitdiagramm der Entladungslampenspannungen in den verschiedenen Entladungslampen nach dem ersten Ausführungsbeispiel,

[0043] Fig. 13 ein Flussdiagramm, das einen Steuervorgang einer Vorhersagevorrichtung nach dem ersten Ausführungsbeispiel illustriert,

[0044] Fig. 14 ein Blockschaltbild, das eine Vorrichtung zum Starten und Betreiben von Entladungslampen nach dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wiedergibt,

[0045] Fig. 15 ein Flussdiagramm, das einen Zündsteuervorgang nach dem zweiten Ausführungsbeispiel illustriert,

[0046] Fig. 16 ein Zeitdiagramm, das einen Steuervorgang der Entladungslampen-Steuervorrichtung nach dem zweiten Ausführungsbeispiel wiedergibt,

[0047] Fig. 17 ein Flussdiagramm, das einen Zündsteuervorgang nach dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung illustriert,

[0048] Fig. 18 ein Zeitdiagramm, das einen Steuervorgang der Entladungslampen-Steuervorrichtung nach dem dritten Ausführungsbeispiel illustriert,

[0049] Fig. 19 ein Blockschaltbild, das eine Vorrichtung zum Starten und Betreiben von Entladungslam-

pen nach dem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wiedergibt,

[0050] Fig. 20 ein Flussdiagramm, das einen Zündsteuervorgang nach dem vierten Ausführungsbeispiel illustriert,

[0051] Fig. 21 ein Zeitdiagramm, das einen Steuervorgang der Entladungslampen-Steuervorrichtung nach dem vierten Ausführungsbeispiel illustriert,

[0052] Fig. 22 ein Flussdiagramm, das einen Zündsteuervorgang nach dem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung illustriert,

[0053] Fig. 23 ein Zeitdiagramm, das einen Steuervorgang der Entladungslampen-Steuervorrichtung nach dem fünften Ausführungsbeispiel illustriert,

[0054] Fig. 24 eine allgemeine Ansicht einer Metall-Halogenlampe, die als eine Entladungslampe dient,

[0055] Fig. 25 ein Blockschaltbild einer bekannten Vorrichtung zum Starten und Betreiben von Entladungslampen und,

[0056] Fig. 26 eine Darstellung der detaillierten Peripherie der Metall-Halogenlampe.

Ausführungsbeispiel 1

[0057] Es erfolgt nun mit Bezug auf Fig. 1 eine Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

[0058] Fig. 1 zeigt eine Gleichspannungs-Leistungsquelle **1**, einen Zündschalter **2** und eine Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** mit einer Anhebungs-Zerhacker-Struktur. Die Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** enthält eine Spule **31**, eine Diode **32**, einen Kondensator **33** und eine Schalteranordnung **34**.

[0059] Die Gleichspannungs-Leistungsquelle **1** ist über den Zündschalter **2** mit einem Anschluss der Spule **31** verbunden, der als ein Eingangsanschluss der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** dient. Der andere Anschluss der Spule **31** ist mit einem Drainanschluss der Schalteranordnung **34** und einem Anodenanschluss der Diode **32** verbunden. Ein Kathodenanschluss der Diode **32** ist mit einem Anschluss des Kondensators **33** verbunden, um als Ausgang der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** zu dienen, und der andere Anschluss des Kondensators **33** ist zusammen mit einem Quellenanschluss der Schalteranordnung **34** mit dem Erdanschluss der Gleichspannungs-Leistungsquelle **1** verbunden.

[0060] Eine Zusatzsteuereinrichtung **4** enthält einen Impulsbreitenmodulations-Steuerabschnitt **41**, Fehlerverstärker **42** und **43**, Widerstände **44** bis **47** und Dioden **48** und **49**. Ein Ausgangsanschluss **4a** des Impulsbreitenmodulations-Steuerabschnitts **41** ist mit einem Toranschluss der Schalteranordnung **34** der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** verbunden, und ein Eingangsanschluss **4b** des Widerstands **44** ist mit dem Ausgang der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** verbunden. Weiterhin ist ein nichtinvertierender Eingangsanschluss **4c** des Fehlerverstärkers **43** mit dem anderen Anschluss der Stromerfassungsvorrichtung **5** verbunden, deren einer Anschluss mit Erde verbunden ist. Ein invertierender Eingangsanschluss **4d** des Fehlerverstärkers **43** ist mit dem Ausgang der eine Strombefehlsvorrichtung enthaltenden Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** verbunden.

[0061] Die Widerstände **44** und **45** sind in Reihe zwischen den Anschluss **4b** der Zusatzsteuereinrichtung **4** und Erdpotential geschaltet, und ein Knotenpunkt **4e** der Widerstände **44** und **45** ist mit einem nicht invertierenden Eingangsanschluss des Fehlerverstärkers **42** verbunden. Weiterhin sind die Widerstände **46** und **47** in Reihe zwischen eine Bezugsspannung (von beispielsweise 5V) und Erdpotential geschaltet, und ein Knotenpunkt **4f** der Widerstände **46** und **47** ist mit einem invertierenden Eingangsanschluss des Fehlerverstärkers **42** verbunden.

[0062] Die Ausgänge der Fehlerverstärker **42** und **43** sind in einer ODER-Beziehung über die Dioden **48** und **49** verbunden und zu einem Eingang des Impulsbreitenmodulations-Steuerabschnitts **41** geführt. In diesem Fall dehnt der Impulsbreitenmodulations-Steuerabschnitt **41** die Ein-Dauer eines zur Schalteranordnung **34** ausgegebenen Signals, um den Grad der Anhebung durch die Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** zu erhöhen, wenn ein Ausgangspegel des Fehlerverstärkers **42** oder **43** niedrig ist. Wenn andererseits der Ausgangspegel des Fehlerverstärkers **42** oder **43** hoch ist, verengt der Impulsbreitenmodulations-Steuerabschnitt **41** die Ein-Dauer der Schalteranordnung **34**, um den Grad der Anhebung herabzusetzen.

[0063] Wie vorbeschrieben ist der Impulsbreitenmodulations-Steuerabschnitt **41** mit den Fehlerverstärkern **42** und **43** verbunden, die in einer ODER-Beziehung geschaltet sind, so dass die Priorität dem Fehlerverstärker zugeordnet werden, der einen höheren Ausgangspegel hat, und das Ausgangssignal des Fehlerverstärkers mit der Priorität wird in den Impulsbreitenmodulations-Steuerabschnitt **41** eingegeben. Weiterhin bilden die Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3**, die Zusatzsteuereinrichtung **4** und die Stromerfassungsvorrichtung **5** eine Stromsteuereinrichtung.

[0064] Die Spannungserfassungsvorrichtung **6** ent-

hält Widerstände **61** und **62**, einen Kondensator **63**, eine Zenerdiode **64** und einen Operationsverstärker **65**. Ein Anschluss des Widerstands **61** dient als ein Eingangsanschluss der Spannungserfassungsvorrichtung **6** und ist mit dem Ausgangsanschluss der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** verbunden. Der andere Anschluss hiervon ist über den Widerstand **62** geerdet und mit einem Anschluss des Kondensators **63**, der Kathode der Zenerdiode **64** und dem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers **65** verbunden. Die anderen Anschlüsse des Kondensators **63** und der Zenerdiode **64** sind jeweils geerdet. Die Zenerdiode **64** ist hauptsächlich zu Schutzzwecken eingefügt, das heißt, dass keine Überspannung am nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers **65** auftritt. Weiterhin ist ein invertierender Eingangsanschluss des Operationsverstärkers **65** mit dem Ausgang des Operationsverstärkers **65** verbunden, um als Ausgang der Spannungserfassungsvorrichtung **6** zu dienen.

[0065] Die Entladungslampen-Steuereinrichtung bzw. Stromsteuervorrichtung **7** enthält eine Verarbeitungsvorrichtung **71** mit der Charakteristik-Auswahlvorrichtung, eine Charakteristik-Speichervorrichtung mit Entladungslampenstrom-Befehlstabelle **72**, in der Strombefehlsdaten gespeichert sind, und eine Vorhersagevorrichtung **73**. Die Verarbeitungsvorrichtung **71** enthält einen Mikrocomputer mit eingebauten A/D- und D/A-Wandlern. Die Entladungslampenstrom-Befehlstabelle **72** enthält einen Speicher wie einen ROM, und die Vorhersagevorrichtung **73** enthält einen Mikrocomputer. Die Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** bestimmt die zu der Entladungslampe **12** geführte Leistung, das heißt, sie bestimmt den Strom in Abhängigkeit vom Eingangssignal von der Spannungserfassungsvorrichtung **6**, um das Befehlssignal zum Eingangsanschluss **4d** der Zusatzsteuereinrichtung **4** auszugeben.

[0066] Hier zeigt ein Ausgangsspannungswert der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** einen Entladungslampen-Strombefehlswert an, der identisch mit einem Stromwert ist, der durch die in der Stromerfassungsvorrichtung **5** erzeugte Spannung angezeigt wird, um am Eingangsanschluss **4c** der Zusatzsteuereinrichtung **4** eingegeben zu werden. Wenn beispielsweise der Strom 1 A beträgt, wenn die in der Stromerfassungsvorrichtung **5** erzeugte Spannung 1 V beträgt, zeigt der Ausgangsspannungswert der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7**, das heißt, 1 V, auch den Entladungslampen-Befehlsstrom von 1 A an.

[0067] Eine Invertervorrichtung **8** besitzt eine Vollbrückenstruktur mit Schalteranordnungen **81** bis **84**. Drainanschlüsse der Schaltervorrichtungen **81** und **82** sind mit dem Ausgangsanschluss der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** verbunden, und Quellenanschlüsse von diesen sind jeweils mit Drainanschlüssen der Schaltervorrichtungen **83** und **84** verbunden. Weiterhin sind die Drainanschlüsse der Schaltervorrichtungen **83** und **84** über die Stromerfassungsvorrichtung **5** geerdet.

[0068] Eine Entladungsbeginn-Erfassungsvorrichtung **9** enthält Widerstände **91** und **92**, die in Reihe zwischen den Ausgang der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** und Erdpotential geschaltet sind, um die geteilte Spannung in einen Komparator **93** einzugeben. Der Komparator **93** erfasst eine hintere Kante der geteilten Spannung, um durch die erfasste Kante festzustellen, dass der Entladungsbeginn erfolgreich durchgeführt wurde, und überträgt ein Signal zu einer Zeitschaltung **101** und der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7**.

[0069] Eine Treibervorrichtung **10** enthält die Zeitschaltung **101** und eine Treiberschaltung **102** und weiterhin Ausgangsanschlüsse **10a** bis **10d**, die jeweils mit Toranschlüssen der jeweiligen, die Invertervorrichtung **8** bildenden Schaltervorrichtungen **81** bis **84** verbunden sind, um diese ein- und auszuschalten. Die Treiberschaltung **102** gibt Ausgangssignale an die Anschlüsse **10a** bis **10d**, um die Schaltervorrichtungen **81** und **84** in Phase und die Schaltervorrichtungen **82** und **83** in Phase und die Schaltervorrichtungen **81** und **82** in entgegengesetzter Phase bei einer konstanten Frequenz zu halten. Weiterhin hat das Signal eine sog. Totzeit, das heißt, eine Zeitspanne, während der die Kombinationen der Schaltervorrichtungen **81** und **84** sowie der Schaltervorrichtungen **82** und **83** nicht gleichzeitig eingeschaltet sind. Die Zeitschaltung **101** misst den Zeitablauf, nachdem ein Signal vom Komparator **93** in die Zeitschaltung **101** eingegeben wurde.

[0070] Eine Entladungsstartvorrichtung enthält einen Transformator **111**, eine Hochspannungs-Erzeugungsvorrichtung **112** und eine Zeitkonstantenschaltung **113**. Ein Anschluss auf der Primärseite des Transformators **111** ist mit der Hochspannungs-Erzeugungsschaltung **112** verbunden und ein Anschluss auf der Sekundärseite des Transformators **111** ist mit dem Quellenanschluss der Schaltervorrichtung **81** der Inverterschaltung **8** verbunden, um über die Zeitkonstantenschaltung **113** mit der Hochspannungs-Erzeugungsvorrichtung **112** verbunden zu sein. Der andere Anschluss auf der Sekundärseite des Transformators **111** ist mit einem Anschluss der Entladungslampe **12** verbunden, und der andere Anschluss der Entladungslampe **12** ist mit dem Quellenanschluss der Schaltervorrichtung **82** der Invertervorrichtung **8** verbunden.

[0071] In der das erste Ausführungsbeispiel illustrierenden Fig. 1 bilden die Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** und die Invertervorrichtung **8** eine Zuführungsvorrichtung zum Zuführen von Leistung zu

der Entladungslampe **12**, um diese zu zünden.

[0072] Es wird nun die Arbeitsweise beschrieben.

[0073] Wenn in Fig. 1 der Zündschalter bzw. Beleuchtungsschalter **2** eingeschaltet wird, wird die Zusatzsteuereinrichtung **4** in Tätigkeit gesetzt, um die Spannung der Gleichspannungs-Leistungsquelle **1** durch Ein- und Ausschalter der Schaltervorrichtung **34** der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** anzuheben. Während der Einschaltperiode der Schaltervorrichtung **34** wird eine Schleife gebildet, die die Gleichspannungs-Leistungsquelle **1**, die Spule **31** und die Schaltervorrichtung **34** enthält. Ein Strom fließt von der Gleichspannungs-Leistungsquelle **1** über die Schleife in die Spule **31**, wodurch sich eine Ansammlung von elektromagnetischer Energie in der Spule **31** ergibt. Danach wird während einer Ausschaltperiode der Schaltervorrichtung **34** eine andere Schleife hergestellt, die die Spule **31**, die Diode **32** und den Kondensator **33** enthält. Somit wird die während der Einschaltperiode der Schaltervorrichtung **34** in der Spule **31** angesammelte elektromagnetische Energie über die Diode **32** in den Kondensator **33** entladen und wird in elektrostatische Energie umgewandelt, die im Kondensator **33** angesammelt wird. Hierdurch wird eine Spannung über dem Kondensator **33** entwickelt nach dem Addieren der Spannung entsprechend der angesammelten Energie zu der Spannung der Gleichspannungs-Leistungsquelle **1**.

[0074] Die Betätigung der Schaltervorrichtung **34** wird mit einer Frequenz f wiederholt, während der Ein-/Ausschaltzyklus geändert wird, um allmählich die Spannung des Kondensators **33** anzuheben, das heißt, den Ausgangspegel der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3**. Es wird hier angenommen, dass die Ausgangsspannung der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** gleich V_a ist. Der Ein-/Aus-Schaltzyklus der Schaltervorrichtung **34** wird entsprechend dem Eingangssignal von den Anschlüssen **4b**, **4c** und **4d** der Zusatzsteuereinrichtung **4** variiert.

[0075] In der Zusatzsteuereinrichtung **4** verstärkt der Fehlerverstärker **42** eine Differenz zwischen der festen Spannung V_f (invertierender Eingang) am Punkt **4f**, die erhalten wird durch Teilen der Bezugsleistungsquelle durch die Widerstände **46** und **47**, und der Spannung V_e (nichtinvertierender Eingang) an dem Punkt **4e**, die durch Teilen der Ausgangsspannung V_a der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** durch die Widerstände **44** und **45** erhalten wird. Hier wird die feste Spannung V_f so eingestellt, dass die Spannung V_e am Punkt **4e** gleich der Spannung für V_a = 400V ist (nachfolgend als „vorbestimmter Wert 1" bezeichnet). Zu einer Zeit, in der der Zündschalter **2** eingeschaltet ist, ist die Ausgangsspannung V_a der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** geringer als der vorbestimmte Wert 1, und das Ausgangssignal des Fehlerverstärkers **42** ist auf einem niedrigeren Pegel. Demgemäß dehnt der Impulsbreitenmodulations-Steuerabschnitt **41** die Einschaltdauer des zur Schaltervorrichtung **34** ausgegebenen Torsignals, um den Grad der Anhebung der Ausgangsspannung V_a der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** zu erhöhen, und verengt weiterhin die Einschaltdauer, um den Grad der Anhebung herabzusetzen, wenn V_a näher an den vorbestimmten Wert 1 heran ansteigt. Weiterhin hält zu einem Zeitpunkt, an dem der vorbestimmte Wert 1 erreicht wird ($V_f = V_e$), der Impulsbreitenmodulations-Steuerabschnitt **41** die Spannung.

[0076] Es wird angenommen, dass eine Zeitspanne von einer Einschaltzeit des Zündschalters **2** zu der Zeit, in der der vorbestimmte Wert 1 erreicht wird, als t_a definiert ist. Zu der Zeit hat, da kein Strom in der Stromerfassungsvorrichtung **5** vorhanden ist (d.h. die Spannung V_c am Punkt **4c** ist null), der Fehlerverstärker **43** einen niedrigeren Ausgangspegel als der Fehlerverstärker **42**. Daher wird das Ausgangssignal des Fehlerverstärkers **43** nicht in den Impulsbreitenmodulations-Steuerabschnitt **41** eingegeben und ist irrelevant für den Anhebungsvorgang.

[0077] Gleichzeitig mit dem obigen Anhebungsvorgang hält die Treiberschaltung **102** einen EIN-Zustand der Schaltervorrichtungen **81** und **84** der Invertervorrichtung **8** und hält einen AUS-Zustand der Schaltervorrichtungen **82** und **83**. Demgemäß wird die Ausgangsspannung V_a (Gleichspannung) der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** der Entladungslampe **12** direkt zugeführt.

[0078] Das Ausgangssignal V_a der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** wird über einen Knotenpunkt **11a** in die Zeitkonstantenschaltung **113** der Entladungsstartvorrichtung **11** eingegeben. Wenn das Ausgangssignal der Zeitkonstantenschaltung **113** einen vorbestimmten Wert 2 erreicht, gibt die Hochspannungs-Erzeugungsvorrichtung **112** eine Impulsspannung an den Transformator **111** ab, so dass ein Hochspannungsimpuls zur Entladungslampe **12** geführt wird, um den Durchbruch (nachfolgend: Anfangsentladung) zu bewirken. Eine Zeit t_b, die erforderlich ist, damit das Ausgangssignal der Zeitkonstantenschaltung **113** den vorbestimmten Wert 2 erreicht, und die Zeit t_a, die erforderlich ist, damit das Ausgangssignal V_a der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** den vorbestimmten Wert 1 erreicht, kann ausgedrückt werden als $t_b > t_a$.

[0079] Wenn der Strom in der Entladungslampe **12** fließt, um die Anfangsentladung zu starten, wird eine Last der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** (Impedanz der Entladungslampe **12**) geändert, das heißt, ein Nichtlastzustand wird in einen Zustand mit schwerer Last geändert, wodurch sich ein rascher Abfall des Ausgangssignals V_a der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** ergibt. Der rasche Span-

nungsabfall wird von der Entladungsbeginn-Erfassungsvorrichtung **9** erfasst und zur Zeitschaltung **101** und zur Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** übertragen, so dass die Zeitschaltung **101** eine vorbestimmte Zeit t_c zählt. Zu einem Zeitpunkt, an dem die Zeitschaltung **101** die vorbestimmte Zeit t_c gezählt hat, überträgt die Treiberschaltung **102** Signale mit der Totzeit von mehreren Mikrosekunden bei der Frequenz f_2 (zum Beispiel 400 Hz) und einem Taktverhältnis von etwa 50 % in entgegengesetzter Phase, um abwechselnd die Schaltervorrichtungen **81** und **84** sowie die Schaltervorrichtungen **82** und **83** ein- und auszuschalten. Fig. 2 zeigt eine Änderung der Spannung an der Entladungslampe **12** während der Anfangsentladung.

[0080] Jedoch wird eine Rechteckwellen-Wechselspannung mit einer Nullspitze, die im Wesentlichen gleich der Spannung V_a ist, an die Entladungslampe **12** angelegt, während ein Einschaltverlust in der Entladungslampe **12** aufgrund der Schaltervorrichtungen **81** bis **84** erzeugt wird. Umgekehrt ist die Spannung V_a im Wesentlichen gleich der Entladungslampenspannung V_1 der Entladungslampe **12** ($V_1 \approx V_a$).

[0081] Andererseits überträgt die Spannungserfassungsvorrichtung **6** die Entladungslampenspannung V_1, die durch Teilen der Spannung durch die Widerstände **61** und **62** erhalten wird, über den Operationsverstärker (Puffer) in **65** zu der Strom-Steuereinrichtung **7**. Der Kondensator **63** ist so vorgesehen, dass er ein der Lampenspannung V_l überlagertes Schaltrauschen der Gleichspannungs-Zusatzvorrichtung **3** absorbiert.

[0082] Es erfolgt nun eine Beschreibung eines späteren Verfahrens der Steuerung der Strom-Steuereinrichtung **7** mit Bezug auf das in Fig. 3 gezeigte Flussdiagramm.

[0083] Wenn die Spannungserfassungsvorrichtung **6** im Schritt ST3-1 die Entladungslampenspannung V_l überträgt, bestimmt die Verarbeitungsvorrichtung bzw. Charakteristik-Auswahlvorrichtung **71** in der Strom-Steuereinrichtung **7** die Steuerzielspannung V_M als vorher gespeicherte minimale Nennspannung in der Spezifikation der Entladungslampe **12**. Danach wird im Schritt ST3-2 eine der Steuerzielspannung V_M zugeordnete Charakteristik aus den Strom-Spannungs-Zuordnungscharakteristiken ausgewählt, die in der Charakteristik-Speichervorrichtung mit Entladungslampenstrom-Befehlstabelle **72** voreingestellt sind. Im Schritt ST3-3 liest die Strom-Steuereinrichtung **7** entsprechend der von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übertragenen Entladungslampenspannung V_l den der Entladungslampe **12** zugeführten Entladungslampen-Befehlsstrom I_S in Abhängigkeit von der im Schritt ST3-2 ausgewählten Zuordnungscharakteristik, um eine Spannung entsprechend dem Befehlssignal zum Fehlerverstärker **43** auszugeben.

[0084] Als nächstes beginnt im Schritt ST3-4 die Vorhersagevorrichtung **73**, den Wert der Lampenspannung bei Nennleistung (endgültige Entladungslampenspannung) vorherzusagen. Im Schritt ST3-5 entscheidet die Verarbeitungsvorrichtung **71**, ob die Vorhersagevorrichtung **73** die Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung beendet hat oder nicht. Der Vorgang kehrt zum Schritt ST3-3 zurück, um die Steuerung entsprechend der im Schritt ST3-2 ausgewählten Zuordnungscharakteristik durchzuführen, bis die Vorhersage beendet ist. Nach Beendigung der Vorhersage wird im Schritt ST3-6 die Steuerzielspannung V_M durch die von der Vorhersagevorrichtung **73** vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung ersetzt in Abhängigkeit von der im Schritt ST3-1 eingestellten minimalen Spannung in der Spezifikation der Entladungslampe **12**. Im Schritt ST3-7 wird eine Strom-Spannungs-Zuordnungscharakteristik entsprechend einer neuen Steuerzielspannung V_M aus der Entladungslampenstrom-Befehlstabelle **72** ausgewählt. Im Schritt ST3-8 wird entsprechend der von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übertragenen Entladungslampenspannung V_l der zur Entladungslampe **12** geführte Entladungslampen-Befehlsstrom I_S aus der neuen, im Schritt ST3-7 ausgewählten Zuordnungscharakteristik gelesen, um eine Spannung entsprechend dem Befehlssignal zum Fehlerverstärker **43** auszugeben.

[0085] Im Schritt ST3-9 wird festgestellt, ob der Zündschalter **2** ausgeschaltet ist oder nicht, und die Strom-Steuereinrichtung **7** gibt eine Spannung entsprechend dem Befehlssignal zum Fehlerverstärker **43** aus, bis der Zündschalter **2** ausgeschaltet ist.

[0086] Im Gegensatz hierzu wird der tatsächlich in der Entladungslampe **12** fließende Entladungslampenstrom I_l die Stromerfassungsvorrichtung **5** umgewandelt, um am nichtinvertierenden Eingangsanschluss in den Fehlerverstärker **43** eingegeben zu werden. Weiterhin wird die Spannung des Stroms I_l mit einer Spannung entsprechend dem Entladungslampen-Befehlsstrom I_S verglichen, der von der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** bestimmt und am invertierenden Eingangsanschluss eingegeben wird. Da der Fehlerverstärker **43** ein größeres Ausgangssignal hat als der Fehlerverstärker **42**, wird zu dieser Zeit die Einschaltdauer der Schaltervorrichtung **34** durch den Impulsbreitenmodulations-Steuerabschnitt **41** entsprechend dem Ausgangssignal des Fehlerverstärkers **43** in späteren Schritten (d.h. nach der Anfangsentladung) gesteuert.

[0087] Für den Fall, dass die Stromerfassungsvorrichtung **5** ein größeres Ausgangssignal hat als die Entladungslampenstrom-Steuereinrichtung **7** (d.h. der tatsächlich fließende Entladungslampenstrom I_l ist größer als der Entladungslampen-Befehlsstrom

I_S), gibt der Fehlerverstärker **43** ein Signal mit hohem Pegel aus. Hierdurch verengt der Impulsbreitenmodulations-Steuerabschnitt **41** die Einschaltdauer der Schaltervorrichtung **34**, um die Ausgangsspannung der Gleichspannungszusatzvorrichtung **3** zu verringern, damit der in der Entladungslampe **12** fließende Strom herabgesetzt wird.

[0088] Andererseits gibt für den Fall, dass die Stromerfassungsvorrichtung **5** ein kleineres Ausgangssignal hat als die Strom-Steuereinrichtung **7** (d.h. der tatsächlich fließende Entladungslampenstrom I_l ist kleiner als der Entladungslampen-Befehlsstrom I_S), der Fehlerverstärker **43** ein Signal mit niedrigem Pegel aus. Somit dehnt der Impulsbreitenmodulations-Steuerabschnitt **41** die Einschaltzeit der Schaltervorrichtung **34**, um die Ausgangsspannung der Gleichspannungs-Zusatzeinrichtung **3** anzuheben, damit der in der Entladungslampe **12** fließende Strom vergrößert wird. Die Zusatzsteuereinrichtung **4** wird betätigt, um den obigen Vorgang derart zu wiederholen, dass der tatsächlich fließende Entladungslampenstrom I_l gleich dem Entladungslampen-Befehlsstrom I_S wird. Dieses Rückführungssystem bewirkt, dass die Entladungslampe **12** schnell eine Nennlichtmenge erreicht.

[0089] Fig. 4 zeigt eine erläuternde Steuerung der Strom-Steuereinrichtung **7**. Wenn bei der ersten Zündung der Zündschalter eingeschaltet wird, wird die Steuerzielspannung als der vorher gespeicherte minimale Nennwert der Entladungslampe definiert und die Zuordnungscharakteristik entsprechend der Steuerzielspannung wird ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom I_S auszugeben. Andererseits wird die Vorhersagevorrichtung **73** gestartet, um die endgültige Entladungslampenspannung vorherzusagen, und die Steuerzielspannung wird durch einen vorhergesagten Wert ersetzt, wenn die Vorhersage beendet ist. Daher wird eine neue Zuordnungscharakteristik entsprechend dem vorhergesagten Wert ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom I_S auszugeben, bis der Zündschalter ausgeschaltet wird. Eine gleichartige Steuerung wird bei der zweiten Zündung oder später durchgeführt.

[0090] Es erfolgt nun eine genaue Beschreibung der Spannungs-/Strom-Zuordnungscharakteristiken, die in der Speichervorrichtung mit der Entladungslampen-Befehlsstromtabelle **72** der Strom-Steuereinrichtung **7** voreingestellt sind, mittels einer 35W-Metall-Halogenlampe als ein Beispiel der Entladungslampe **12**.

[0091] Fig. 5 enthält ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen der Entladungslampenspannung und dem visuellen Nutzeffekt in der Entladungslampe.**12** wiedergibt. In Fig. 5 definiert die Abszisse die Entladungslampenspannung und die Ordinate definiert den von der Entladungslampe **12** emittierten Lichtstrom pro 1 Watt, d.h. den visuellen Nutzeffekt (lm/W). Das die Beziehung zwischen der Entladungslampenspannung und dem visuellen Nutzeffekt wiedergebende Diagramm in Fig. 5 zeigt das folgende: Für eine Periode A_1 mit einer niedrigen Entladungslampenspannung, unmittelbar nachdem die Entladungslampe **12** mit der Anfangsentladung beginnt, bewirkt ein Startgas (zum Beispiel Xenon) die Hauptemission, und der visuelle Nutzeffekt zu dieser Zeit ist relativ niedrig.

[0092] Danach wird in einer Periode A_2, in der die Entladungslampenspannung bis zu etwa 60V steigt, eine Ionisation von Quecksilber durch einen Temperaturanstieg in der Bogenröhre gefördert, um den Quecksilberdampfdruck zu erhöhen, wodurch sich ein Anstieg der Lampenspannung ergibt. Das Quecksilber bewirkt fast die gesamte Emission zu dieser Zeit, so dass der visuelle Nutzeffekt mit steigendem Quecksilberdampfdruck ebenfalls ansteigt.

[0093] In der nächsten Periode A_3, in der der visuelle Nutzeffekt im Wesentlichen konstant ist, selbst wenn die Entladungslampenspannung ansteigt, besteht ein Zustand, in dem fast das ganze zur Bestimmung der Entladungslampenspannung beitragende Quecksilber verdampft ist. Da jedoch die Emission noch vom Quecksilber abhängig ist, verändert sich der visuelle Nutzeffekt kaum.

[0094] Weiterhin werden in einer Periode A_4, in der der visuelle Nutzeffekt stark ansteigt, während sich die Entladungslampenspannung nur relativ gering ändert, die Verdampfung und Ionisierung eines Metallhalogens gefördert und die Emission von Metallen wird aktiviert, um den visuellen Nutzeffekt rasch zu erhöhen. Der Anstieg des visuellen Nutzeffekts wird an einem Punkt angehalten, an dem die Entladungslampenspannung einen endgültigen Wert erreicht. Ein geringfügiger Anstieg der Lampenspannung in der Periode A_4 wird durch Dampfdruck des Metallhalogenids bewirkt.

[0095] Wie vorstehend erläutert, besteht eine enge Beziehung zwischen der Entladungslampenspannung und dem visuellen Nutzeffekt der Entladungslampe **12**, und der Lichtstrom [lm] der Entladungslampe **12** kann durch den Ausdruck gefunden werden: visueller Nutzeffekt [lm/W] × Leistung [W]. Es ist dadurch möglich, den Lichtstrom zu stabilisieren, indem die für jede gewünschte Entladungslampenspannung zugeführte Leistung eingestellt wird, während der visuelle Nutzeffekt in Betracht gezogen wird.

[0096] Beispielsweise wird während der Zündung bei der Nennleistung (35 W) die Entladungslampenspannung bei der endgültigen Entladungslampenspannung von 85,0 [V] stabilisiert, und der visuelle Nutzeffekt zu dieser Zeit ist 85,7 [lm/W], so dass der Lichtstrom 3000[lm] während der Nennbeleuchtung,

d.h. zu einer Zeit der Ausgabe von 100 % der Emissionsmenge, erreicht. Da der visuelle Nutzeffekt 49,7 [lm/W] beträgt, wenn die Entladungslampenspannung sich im Verlauf des Anstiegs befindet, beispielsweise 50,0 [V] beträgt, ist es daher möglich, wie die Emissionsmenge zu der Zeit der Zuführung der Nennleistung, den Lichtstrom von 3000 [lm] zu erhalten, indem die zugeführte Leistung auf 60,4 W (3000 [lm]/49,7 [lm/W]= 60,4 W) eingestellt wird.

[0097] Angesichts des Vorhergehenden zeigt Fig. 6 eine Entladungslampen-Spannungs-/Zuführungsleistungs-Zuordnungscharakteristik, die einen konstanten Lichtstrom der Entladungslampe **12** ergibt. Die Abszisse definiert die Entladungslampenspannung [V] und die Ordinate definiert die Entladungslampenleistung [W], die der Entladungslampe für jede gewünschte Entladungslampenspannung zugeführt wird. Da die maximale Nennleistung P_M, die der Entladungslampe **12** zugeführt werden kann, auf beispielsweise 75W begrenzt ist, bestimmt in diesem Fall Fig. 6 die Entladungslampen-Spannungs-/Zuführungsleistung-Zuordnungscharakteristik in einem Bereich, der die maximale Nennleistung nicht überschreitet. Zusätzlich bedeutet P_T die Nennleistung der Entladungslampe **12**.

[0098] Fig. 7 zeigt eine Strom-Spannungs-Charakteristik, die in Abhängigkeit von der Entladungslampen-Spannungs-/Zuführungsleistung-Zuordnungscharakteristik gefunden wurde. Die Abszisse definiert die Entladungslampenspannung [V] und die Ordinate definiert den für jede gewünschte Entladungslampenspannung zu der Entladungslampe **12** geführten Entladungslampenstrom [A]. Jedoch ist der maximale Nennstrom I_M, der der Entladungslampe **12** zugeführt werden kann, ebenfalls auf beispielsweise 2,6 A begrenzt. Daher definiert Fig. 7 die Strom-Spannungs-Charakteristik in einem Bereich, der den maximalen Nennstrom nicht überschreitet.

[0099] Die voreingestellten Zuordnungscharakteristiken werden verwendet, um die Rückführungssteuerung durchzuführen, wodurch sich eine in Fig. 8 gezeigte Lichtanstiegscharakteristik der Entladungslampe **12** ergibt. Während ein leichtes Überschwingen, ein leichtes Unterschwingen und dergleichen aufgrund der Begrenzung der maximalen Nennleistung und des maximalen Nennstroms bewirkt werden, ist es möglich, die Emissionsmenge (d.h. den Strahlenleistungsausgang) der Entladungslampe im Wesentlichen Schritt für Schritt und schnell auf 100 % der Lichtmenge (d.h. den Nennlichtstrom zu führen.

[0100] Wie vorstehend beschrieben ist, werden die Entladungslampenspannung und die zugeführte Leistung durch die Beziehung zwischen der Entladungslampenspannung und dem visuellen Nutzeffekt gefunden, und die Beziehung zwischen der Entladungslampenspannung und dem Entladungslampenstrom wird als die Strom-Spannungs-Charakteristik voreingestellt, wodurch sich eine ideale Emissionsmenge ergibt. In diesem Fall entsteht jedoch ein Nachteil dadurch, dass die Beziehung zwischen der Entladungslampenspannung und dem visuellen Nutzeffekt in Abhängigkeit von der Qualität und einer Betriebszeit der Entladungslampe **12** geändert wird. Daher ist es erforderlich, die Änderung in der Entladungslampe **12** zu absorbieren, um die Emissionsmenge schrittweise zu führen, selbst wenn irgendein Typ von Entladungslampe angeschlossen ist, und bei der vorliegenden Erfindung wird die endgültige Entladungslampenspannung der Entladungslampe beachtet.

[0101] Fig. 9 zeigt die Beziehungen zwischen der Entladungslampenspannung und dem visuellen Nutzeffekt für verschiedene Entladungslampen **12**. Die endgültige Entladungslampenspannung der Entladungslampe **12** ist nicht konstant aufgrund der Veränderung hinsichtlich der Qualität und der Betriebszeit jeder Entladungslampe. Demgemäß gibt es verschiedene visuelle Nutzeffekte für jede gewünschte Entladungslampenspannung. Beispielsweise wird die Veränderung bewirkt, wie durch die Kurven des visuellen Nutzeffekts η_{65} (die die endgültige Entladungslampenspannung von 65V anzeigt), η_{85} (die die endgültige Entladungslampenspannung von 85V anzeigt) und η_{105}, (die die endgültige Entladungslampenspannung von 105 V anzeigt) in Fig. 9 wiedergegeben ist. Für den Fall, dass nur eine Entladungslampen-Spannungs-/Zuführungsleistung-Zuordnungscharakteristik durch den visuellen Nutzeffekt gefunden werden kann, ist es daher unmöglich, eine Differenz in dem visuellen Nutzeffekt zu der Entladungslampenspannung zu absorbieren. Es ist hierdurch unmöglich, die optimale Leistung zu der Entladungslampe zu führen, und es ist schwierig, einen schnellen Anstieg der Lichtmenge zu realisieren.

[0102] Fig. 10 zeigt die Entladungslampen-Spannungs-/Zuführungsleistung-Zuordnungscharakteristiken, die entsprechend den Kurven des visuellen Nutzeffekts η_{65}' η_{85} und η_{105} in Fig. 9 beschrieben sind, um die oben erwähnten Veränderungen in der Entladungslampe zu absorbieren. Eine Kurve P_{65} für die zugeführte Leistung in Fig. 10 ist auf der Grundlage der Kurve η_{65} für den visuellen Nutzeffekt bestimmt, und P_{85} und P_{105} sind in gleicher Weise auf der Grundlage von η_{85} bzw. η_{105} bestimmt.

[0103] Fig. 11 zeigt Strom-Spannungs-Charakteristiken, die entsprechend den Kurven P_{65}, P_{85} und P_{105} für die zugeführte Leistung beschrieben sind. In Fig. 11 ist eine Entladungslampen-Stromkurve iss auf der Grundlage der Kurve P_{65} für die zugeführte Leistung bestimmt, und i_{85} und i_{105} sind in gleicher Weise auf der Grundlage von P_{85} bzw. P_{105} bestimmt. Für den Fall, dass die endgültige Entladungslampenspannung größer oder gleich 65V und geringer als 85

V ist, wird Strom der Entladungslampe **12** entsprechend der Entladungslampen-Stromkurve i_{65} zugeführt. Weiterhin wird der zur Entladungslampe **12** geführte Strom zu der Zeit der Nennleistung, nachdem die Entladungslampenspannung 65 V überschritten hat, entsprechend der Entladungslampen-Stromkurve P_T gesteuert. Andererseits wird für den Fall, dass die endgültige Entladungslampenspannung größer als oder gleich 85V und niedriger als 105 V ist, der Strom entsprechend der Kurve i_{85} zugeführt. Wenn sie gleich oder größer als 105 V ist, wird der Strom entsprechend der Kurve i_{105} zugeführt.

[0104] Wie in dem Fall der endgültigen Entladungslampenspannung von 65 V und mehr sowie weniger als 85 V wird, nachdem die Entladungslampenspannung die Spannung an unteren Grenzen der jeweiligen Entladungslampen-Stromkurven überschreitet, der zur Entladungslampe **12** geführte Strom zu der Zeit der Nennleistung entsprechend der Entladungslampen-Stromkurve P_T gesteuert. Es ist hierdurch möglich, eine angemessene Leistung zu der Entladungslampe **12** entsprechend den Änderungen in den jeweiligen Entladungslampen zu führen.

[0105] Die Strom-Spannungs-Charakteristiken für drei Arten von endgültigen Entladungslampenspannungen wurden in dem Ausführungsbeispiel diskutiert. Es ist jedoch festzustellen, dass die vorliegende Erfindung hierauf nicht beschränkt ist und drei oder mehr Arten von endgültigen Entladungslampenspannungen verwendet werden können. Wenn die Anzahl der Strom-Spannungs-Charakteristiken steigt, ist es möglich, eine geeignetere Leistung zu der Entladungslampe entsprechend den Veränderungen in der Qualität oder der Betriebszeit der Entladungslampe zu führen.

[0106] Es folgt nun die Beschreibung eines Verfahrens zur Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung, d.h. des Wertes der Lampenspannung bei der Nennleistung im stationären Betrieb in der Vorhersagevorrichtung **73**.

[0107] Fig. 12 zeigt ein Zeitdiagramm der Entladungslampenspannung. Die Kurven A und B haben dieselbe endgültige Entladungslampenspannung und die Kurve A zeigt eine Zündung in einem Zustand an, in der die Entladungslampe ausreichend gekühlt ist (nachfolgend als Kaltstart bezeichnet), während die Kurve B eine Zündung in einem Zustand anzeigt, in dem die Entladungslampe erwärmt ist (nachfolgend als Heißstart bezeichnet). Obgleich die Kurven C und D ebenfalls dieselbe endgültige Entladungslampenspannung haben, sind deren Werte größer als die der Kurven A und B. Die Kurve C zeigt den Kaltstart und die Kurve D den Heißstart an.

[0108] Wie aus Fig. 12 ersichtlich ist, fällt die Entladungslampenspannung nach dem dielektrischen Durchschlag einmal ab und steigt danach allmählich bis zur endgültigen Entladungslampenspannung an. Im Verlauf des Abfalls der Entladungslampenspannung besteht kein sichtbarer Unterschied zwischen den vier Kurven und es kann ein bemerkenswerter Unterschied nach dem Beginn des Anstiegs der Entladungslampenspannung gefunden werden.

[0109] Die Kurve A wird im Folgenden diskutiert. Zuerst wird angenommen, dass die Entladungslampenspannung (Vorhersagestartspannung) zu jeder gegebenen Zeit, nachdem die Entladungslampenspannung ihr Minimum erreicht hat, als Entladungslampenspannung V_{AO} zu einer Zeit t_0 bestimmt ist. Als nächstes wird eine andere Entladungslampenspannung zu einer Zeit t_1 nach dem Verstreichen einer angemessenen vorbestimmten Zeit von der Zeit t_0 als V_{A1} definiert. In diesem Fall kann eine Zeitveränderungsgeschwindigkeit δ_A der Entladungslampenspannung durch den folgenden Ausdruck gefunden werden:

$$\delta_A = V_{A1} - V_{AO})/(t_1 - t_0)$$

[0110] In gleicher Weise können Zeitveränderungsgeschwindigkeiten δ_B, δ_C und δ_D der Kurven B, C und D durch die folgenden Ausdrücke gefunden werden:

$$\delta_B = (V_{B1} - V_{B0})/(t_1 - t_0)$$

$$\delta_C = (V_{C1} - V_{C0})/(t_1 - t_0)$$

$$\delta_D = (V_{D1} - V_{D0})/(t_1 - t_0)$$

[0111] Fig. 12 stellt ein Zeitveränderungsdiagramm der Entladungslampenspannung dar (Entladungslampenspannungs-Charakteristik). In dem Zeitveränderungsdiagramm sind Zeitveränderungen der Entladungslampenspannung in Abhängigkeit vom Zustand der Entladungslampe und der endgültigen Entladungslampenspannung zum Zündzeitpunkt gegeben und die Vorhersagestartspannung und die Zeitveränderungsgeschwindigkeit haben ebenfalls verschiedene Werte in Abhängigkeit von den Zeitveränderungen. Beispielsweise hat die Kurve B eine größere Vorhersagestartspannung als die Kurve A, die Kurve A hat eine größere Zeitveränderungsgeschwindigkeit als die Kurve B und die Kurven A und B haben dieselbe endgültige Entladungslampenspannung. Das gleiche gilt für die Kurven C und D. Typischerweise hat, wenn die Kurven dieselbe endgültige Entladungslampenspannung haben, eine der Kurven mit der kleineren Vorhersagestartspannung eine größere Zeitveränderungsgeschwindigkeit.

[0112] Wenn ein Vergleich zwischen den Kurven B und C vorgenommen wird, haben wie bei der Beziehung zwischen den Kurven A und B die Kurve D eine größere Vorhersagestartspannung und die Kurve C eine größere Zeitveränderungsgeschwindigkeit. Je-

doch haben die jeweiligen Kurven unterschiedliche endgültige Entladungslampenspannungen. Typischerweise können die endgültigen Entladungslampenspannungen einander gleich sein, oder sie können einander unterschiedlich sein selbst in dem Fall, dass die Kurven jeweils verschiedene Vorhersagestartspannungen und verschiedene Zeitveränderungsgeschwindigkeiten haben.

[0113] Bei einem Vergleich zwischen den Kurven A und C hat die Kurve C, obgleich die jeweiligen Kurven dieselbe Vorhersagestartspannung haben, eine größere Zeitveränderungsgeschwindigkeit und eine größere endgültige Entladungslampenspannung als die Kurve A. Im Allgemeinen hat für den Fall, dass die Kurven dieselbe Vorhersagestartspannung haben, eine der Kurven mit einer größeren Zeitveränderungsgeschwindigkeit die größere endgültige Entladungslampenspannung.

[0114] Von den Kurven A und D hat die Kurve D eine größere Vorhersagestartspannung, die jeweiligen Kurven haben dieselbe Zeitveränderungsgeschwindigkeit und die Kurve D hat auch eine größere endgültige Entladungslampenspannung. Im Allgemeinen hat für den Fall, dass die Kurven dieselbe Zeitveränderungsgeschwindigkeit haben, eine der Kurven mit der größeren Vorhersagestartspannung die größere endgültige Entladungslampenspannung.

[0115] Angesichts der vorgenannten Tatsachen können, wenn die endgültige Entladungslampenspannung durch Auffinden der Vorhersagestartspannung vorhergesagt wird, die endgültigen Entladungslampenspannungen voneinander verschieden sein, obgleich wie bei der Beziehung zwischen den Kurven A und C die Vorhersagestartspannung konstant ist. Das heißt, es bestehen viele Kurven, die sich an einem Punkt (t_0, V_{AO}) schneiden, und es ist unmöglich, eine Kurve nur durch die Vorhersagestartspannung zu bestimmen und die endgültige Entladungslampenspannung vorherzusagen. Alternativ können, wenn die endgültige Entladungslampenspannung durch Auffinden der Zeitveränderungsgeschwindigkeit vorhergesagt wird, die endgültigen Entladungslampenspannungen voneinander verschieden sein, selbst wenn wie bei der Beziehung zwischen den Kurven A und D die Zeitveränderungsgeschwindigkeit konstant ist. Das heißt, es gibt viele Kurven mit einer konstanten Zeitveränderungsgeschwindigkeit für eine bestimmte Zeitspanne, und es ist unmöglich, eine Kurve nur durch die Zeitveränderungsgeschwindigkeit zu bestimmen und die endgültigen Entladungslampenspannung vorherzusagen. Wenn daher sowohl die Vorhersagestartspannung und die Zeitveränderungsgeschwindigkeit beachtet werden, kann beispielsweise eine Kurve A bestimmt werden als eine Kurve, die den Punkt (t_0, V_{AO}) schneidet und eine Zeitveränderungsgeschwindigkeit δ_A hat, so dass die endgültige Entladungslampenspannung automatisch definiert werden kann.

[0116] In diesem Fall wird die Zeitveränderungsgeschwindigkeit der Entladungslampenspannung für die Vorhersagestartspannung mit einem bestimmten Wert experimentell gefunden, um die endgültige Entladungslampenspannung zu ergeben, die aus der Zeitveränderungsgeschwindigkeit vorhergesagt wird, wodurch die Entladungslampenspannungs-Charakteristik eingestellt wird. Demgemäß ist es möglich, die endgültige Entladungslampenspannung nach der Zündung der Entladungslampe in Abhängigkeit von der Entladungslampenspannung zu jeder gewünschten Zeit, nachdem die Entladungslampenspannung ihr Minimum erreicht hat, und die Entladungslampenspannung nach dem Verstreichen einer angemessenen vorbestimmten Zeit seit der gewünschten Zeit vorherzusagen. Beispielsweise ist es bei der Kurve A möglich, wenn die Entladungslampenspannungs-Charakteristik zu einer Zeit der Vorhersagestartspannung V_{AO} ausgewählt wird, nur eine Spannung entsprechend der Zeitveränderungsgeschwindigkeit δ_A zu bestimmen. Die bestimmte Spannung kann als die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung dienen.

[0117] Die Kurve B ist bezüglich der endgültigen Entladungslampenspannung mit der Kurve A identisch, unterscheidet sich von dieser jedoch in Bezug auf die Vorhersagestartspannung und die Zeitveränderungsgeschwindigkeit. Für die Kurve B ist es möglich, wenn eine Entladungslampenspannungs-Charakteristik zu einer Zeit der Vorhersagestartspannung V_{B0} ausgewählt wird, nur eine Spannung entsprechend der Zeitveränderungsgeschwindigkeit δ_B zu bestimmen, wodurch sich die als die endgültige Entladungslampenspannung dienende bestimmte Spannung ergibt. In diesem Fall wird, während die Vorhersagestartspannungen V_{B0} und V_{A0} und auch die ausgewählten Entladungslampenspannungs-Charakteristiken voneinander verschieden sind, eine Entladungslampenspannungs-Charakteristik eingestellt, derart, dass die Kurve B dieselbe Spannung entsprechend der Zeitveränderungsgeschwindigkeit δ_B hat wie die Kurve A. Das gleiche gilt für die Kurven C und D.

[0118] Weiterhin ist die Kurve C identisch mit der Kurve A hinsichtlich der Vorhersagestartspannung, unterscheidet sich jedoch von dieser in Bezug auf die Zeitveränderungsgeschwindigkeit und die endgültige Entladungslampenspannung. Bei der Kurve C ist es möglich, wenn eine Entladungslampenspannungs-Charakteristik zu einer Zeit der Vorhersagestartspannung V_{CO} ausgewählt wird, nur eine Spannung entsprechend der Zeitveränderungsgeschwindigkeit δ_C zu bestimmen, wodurch sich die als die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung dienende bestimmte Spannung ergibt. In diesem Fall sind, obgleich die Vorhersagestartspannungen V_{CO}

und V_{AO} und auch die ausgewählten Entladungslampenspannungs-Charakteristiken identisch sind, die Zeitveränderungsgeschwindigkeiten δ_C und δ_A voneinander verschieden. Daher wird die Entladungslampenspannungs-Charakteristik so eingestellt, dass die Kurve C eine Spannung entsprechend der Zeitveränderungsgeschwindigkeit δ_C hat, die gegenüber der der Kurve A unterschiedlich ist.

[0119] Zusätzlich ist die Kurve D hinsichtlich der Zeitveränderungsgeschwindigkeit identisch mit der Kurve A, unterscheidet sich jedoch von dieser in Bezug auf die Vorhersagestartspannung und die endgültige Entladungslampenspannung. Bei der Kurve D ist es möglich, wenn eine Entladungslampenspannungs-Charakteristik zu einer Zeit der Vorhersagestartspannung V_{D0} ausgewählt wird, nur eine Spannung entsprechend der Zeitveränderungsgeschwindigkeit δ_D zu bestimmen, wodurch sich die als die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung dienende bestimmte Spannung ergibt. In diesem Fall sind die Vorhersagestartspannungen V_{D0} und V_{A0} sowie auch die ausgewählten Entladungslampenspannungs-Charakteristiken voneinander verschieden. Daher wird, selbst wenn die Zeitveränderungsgeschwindigkeiten δ_D und δ_A identisch sind, die Entladungslampenspannungs-Charakteristik so eingestellt, dass die Kurve D eine Spannung entsprechend der Zeitveränderungsgeschwindigkeit δ_D hat, welche von der der Kurve A verschieden ist.

[0120] Als Ergebnis ist es in jedem Zündungszustand möglich, die endgültige Entladungslampenspannung vorherzusagen, indem eine der voreingestellten Entladungslampenspannungs-Charakteristiken nach dem Zünden der Entladungslampe ausgewählt wird in Abhängigkeit von der Entladungslampenspannung zu jedem gewünschten Zeitpunkt, nachdem die Entladungslampenspannung ihr Minimum erreicht hat und die Entladungslampenspannung nach dem Verstreichen der angemessenen vorbestimmten Zeit seit der gewünschten Zeit ausgewählt wird.

[0121] Es folgt nun eine Beschreibung der Arbeitsweise der Vorhersagevorrichtung **73** mit Bezug auf das Flussdiagramm nach Fig. 13.

[0122] In der für die Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** vorgesehenen Vorhersagevorrichtung **73** wird im Schritt ST13-1 entschieden, ob die von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** zugeführte Entladungslampenspannung V_l den minimalen Wert hat oder nicht. Wenn sie den minimalen Wert hat, wird im Schritt ST13-2 entschieden, ob eine wahlfrei vorbestimmte Zeit erreicht ist oder nicht. Wenn die vorbestimmte Zeit erreicht ist, definiert die Vorhersagevorrichtung **73** im Schritt ST13-3 die Entladungslampenspannung V_1 zu dieser Zeit als die Entladungslampenspannung V_0 (Vorhersagestartspannung) zum Zeitpunkt t_0.

[0123] Nachfolgend wird im Schritt ST13-4 bestimmt, ob eine angemessene vorbestimmte Zeit seit dem Zeitpunkt t_0 verstrichen ist oder nicht. Wenn die vorbestimmte Zeit verstrichen ist, definiert die Vorhersagevorrichtung **73** im Schritt ST13-5 die Entladungslampenspannung V1 zu dieser Zeit als die Entladungslampenspannung V_1 zum Zeitpunkt t_1. Im Schritt ST13-6 wird die Zeitveränderungsgeschwindigkeit δ der Entladungslampenspannung durch den folgenden Ausdruck gefunden:

$$\delta\ 0\ (V_1 - V_0)/(t_1 - t_{0)}.$$

[0124] In der Vorhersagevorrichtung **73** wird die Zeitveränderungsgeschwindigkeit der Entladungslampenspannung für eine Vorhersagestartspannung mit einem bestimmten Wert im Voraus experimentell gefunden, um die aus der Zeitveränderungsgeschwindigkeit vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung zur Verfügung zu stellen, wodurch Entladungslampenspannungs-Charakteristiken eingestellt werden. Im Schritt ST13-7 wird die Entladungslampenspannungs-Charakteristik für die Vorhersagestartspannung V_0 ausgewählt. Im Schritt ST13-8 wird nur eine Spannung entsprechend der Zeitveränderungsgeschwindigkeit δ bestimmt, und der bestimmte Wert dient als die endgültige Entladungslampenspannung.

Ausführungsbeispiel 2

[0125] Es folgt nun eine Beschreibung des zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf Fig. 14, in der dieselben Bezugszeichen für die Teile verwendet werden, die mit denen beim ersten Ausführungsbeispiel identisch sind, und auf deren Beschreibung verzichtet wird. In Fig. 14 enthält eine Entladungslampen-Steuereinrichtung bzw. Stromsteuervorrichtung **7**, eine Verarbeitungsvorrichtung **71**, eine Charakteristik-Speichervorrichtung mit Entladungslampenstrom-Befehlstabelle **72**, eine Vorhersagevorrichtung **73** zur Vorhersage einer endgültigen Entladungslampenspannung, bevor eine Entladungslampe **12** einen gesättigten und stabilen Zustand erreicht, und eine Speichervorrichtung **74** zum Speichern der endgültigen Entladungslampenspannung der Entladungslampe **12**.

[0126] Die Arbeitsweise nach dem zweiten Ausführungsbeispiel ist identisch mit der nach dem ersten Ausführungsbeispiel mit Ausnahme der Steuerung der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7**, und auf ihre Beschreibung wird verzichtet. Es erfolgt daher nur eine Beschreibung der Steuerung der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** mit Bezug auf das Flussdiagramm nach Fig. 15.

[0127] In der Entladungslampen-Steuereinrichtung

7 entscheidet im Schritt ST15-1, wenn die Entladungslampenspannung V_l von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übertragen wird, die Verarbeitungsvorrichtung **71**, ob die endgültige Entladungslampenspannung in der Speichervorrichtung **74** gespeichert ist oder nicht. Wenn die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert ist, liest die Verarbeitungsvorrichtung **71** im Schritt ST15-2 einen gespeicherten Wert aus der Speichervorrichtung **74**, um die Steuerzielspannung V_M als den gespeicherten Wert zu definieren. Wenn die endgültige Entladungslampenspannung nicht gespeichert ist, definiert andererseits im Schritt ST15-3 die Verarbeitungsvorrichtung **71** die Steuerzielspannung V_M als die voreingestellte minimale Nennspannung in der Spezifikation der Entladungslampe **12**. Danach wird im Schritt ST15-4 eine Strom-Spannungs-Charakteristik entsprechend der Steuerzielspannung V_M aus den Strom-Spannungs-Charakteristiken ausgewählt, die in der Entladungslampenstrom-Befehlstabelle **72** voreingestellt sind. Im Schritt ST15-5 wird entsprechend der von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übertragenen Entladungslampenspannung V_1 der zur Entladungslampe **12** geführte Entladungslampen-Befehlsstrom I_S aus der im Schritt ST15-4 ausgewählten Strom-Spannungs-Charakteristik gelesen, um eine Spannung entsprechend dem Befehlssignal zu einem Fehlerverstärker **43** auszugeben.

[0128] Als nächstes beginnt im Schritt ST15-6 die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung. Im Schritt ST15-7 bestimmt die Verarbeitungsvorrichtung **71**, ob die Vorhersagevorrichtung **73** die Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung beendet oder nicht. Bis die Vorhersage beendet ist, kehrt der Vorgang zum Schritt ST15-5 zurück, um entsprechend der im Schritt ST15-4 ausgewählten Strom-Spannungs-Charakteristiken zu steuern. Nach Beendigung der Vorhersage wird im Schritt ST15-8 die durch die Vorhersagevorrichtung **73** vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung an die Stelle der im Schritt ST15-3 gesetzten minimalen Nennspannung in der Spezifikation der Entladungslampe **12** gesetzt, um als die Steuerzielspannung V_M zu dienen.

[0129] Im Schritt ST15-9 wird eine Strom-Spannungs-Charakteristik entsprechend der im Schritt ST15-2 oder im Schritt ST15-8 eingestellten Steuerzielspannung V_M aus der Entladungslampenstrom-Befehlstabelle **72** ausgewählt. Im Schritt ST15-10 wird entsprechend der von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übertragenen Entladungslampenspannung V_1 der zu der Entladungslampe **12** geführte Entladungslampen-Befehlsstrom I_S aus der im Schritt ST15-9 ausgewählten Strom-Spannungs-Charakteristik gelesen, um eine Spannung entsprechend dem Befehlssignal zum Fehlerverstärker **43** auszugeben.

[0130] Im Schritt ST15-11 wird bestimmt, ob ein Zündschalter **2** ausgeschaltet ist oder nicht, und die Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** gibt die Spannung entsprechend dem Befehlssignal zu dem Fehlerverstärker **43**. Wenn der Zündschalter **2** ausgeschaltet ist, wird im Schritt ST15-12 bestimmt, ob sich die Entladungslampe **12** im gesättigten und stabilen Zustand befindet oder nicht. Wenn sie im gesättigten und stabilen Zustand ist, wird zu dieser Zeit im Schritt ST15-13 die Entladungslampenspannung in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert. Eine wahlweise Zeit zum Erreichen des gesättigten und stabilen Zustands wird experimentell vorherbestimmt, um zu bestimmen, ob die wahlweise Zeit verstrichen ist oder nicht, wodurch bestätigt wird, ob die Entladungslampe **12** im gesättigten und stabilen Zustand ist oder nicht.

[0131] Fig. 16 zeigt eine erläuternde Steuerung der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7**. Da bei der ersten Zündung kein gespeicherter Wert in der Steuervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung vorhanden ist, wird die Steuerzielspannung V_M als die vorher gespeicherte minimale Nennspannung der Entladungslampe definiert, und eine neue Strom-Spannungs-Charakteristik entsprechend dem minimalen Nennwert wird ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom auszugeben. Andererseits beginnt die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung, und die Steuerzielspannung V_M wird durch den vorhergesagten Wert zu einem Zeitpunkt, zu welchem die Vorhersage beendet ist, ersetzt. Weiterhin wird eine Strom-Spannungs-Charakteristik entsprechend dem vorhergesagten Wert ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom I_S auszugeben, bis der Zündschalter **2** ausgeschaltet wird. In diesem Fall wird angenommen, dass die Entladungslampe **12** noch nicht im gesättigten und stabilen Zustand ist, wenn der Zündschalter **2** ausgeschaltet wird, und es wird keine Spannung in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert.

[0132] Da kein gespeicherter Wert in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung vorhanden ist, erfolgt bei der zweiten Zündung die Steuerung wie bei der ersten Zündung. Wenn der Zündschalter **2** in diesem Zustand ausgeschaltet wird, befindet sich die Entladungslampe **12** im gesättigten und stabilen Zustand, und die Entladungslampenspannung wird zu diesem Zeitpunkt in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert.

[0133] Wenn die Spannung einmal in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert ist, wird die Steuerzielspannung V_M als der gespeicherte Wert bei der folgenden

Zündung ohne die Vorhersage definiert. Wenn die Entladungslampe **12** beim Ausschalten des Zündschalters **2** im gesättigten und stabilen Zustand ist, wird die Entladungslampenspannung zu diesem Zeitpunkt in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung bei jedem Ausschaltvorgang gespeichert, um als die Steuerzielspannung V_M zum nächsten Zündzeitpunkt zu dienen.

Ausführungsbeispiel 3

[0134] Es folgt nun eine Beschreibung der Zündsteuerung nach dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Bezug auf das Flussdiagramm nach Fig. 17. Die Hardware-Ausbildung nach dem dritten Ausführungsbeispiel ist identisch mit der in Fig. 14 gezeigten nach dem zweiten Ausführungsbeispiel. Weiterhin ist das dritte Ausführungsbeispiel in der Arbeitsweise identisch mit dem ersten Ausführungsbeispiel mit Ausnahme der Steuerung der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7**, und auf deren Beschreibung wird verzichtet. Daher wird nur die Steuerung der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** beschrieben.

[0135] Wenn die Entladungslampenspannung V_1 von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übertragen wird, entscheidet die Verarbeitungsvorrichtung **71** in der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** im Schritt ST17-1, ob die endgültige Entladungslampenspannung in der Speichervorrichtung **74** gespeichert ist oder nicht. Wenn die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert ist, liest die Verarbeitungsvorrichtung **71** im Schritt ST17-2 einen gespeicherten Wert aus der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung, um die Steuerzielspannung V_M als den gespeicherten Wert zu definieren. Anderenfalls wird im Schritt ST17-3 V_M als die vorher gespeicherte minimale Nennspannung in der Spezifikation der Entladungslampe **12** definiert.

[0136] Danach wird im Schritt ST17-4 eine Strom-Spannungs-Charakteristik entsprechend der Steuerzielspannung V_M aus den in einer Entladungslampenstrom-Befehlstabelle **72** voreingestellten Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristiken ausgewählt. Im Schritt ST17-5 wird entsprechend der von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übertragenen Entladungslampenspannung V_l der zu der Entladungslampe **12** geführte Entladungslampen-Befehlsstrom I_S aus der im Schritt ST17-4 ausgewählten Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik gelesen, um eine Spannung entsprechend dem Befehlssignal an einen Fehlerverstärker **43** auszugeben.

[0137] Als nächstes beginnt im Schritt ST17-6 die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung. Dann bestimmt im Schritt ST17-7 die Verarbeitungsvorrichtung **71**, ob die Vorhersagevorrichtung **73** die Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung beendet oder nicht. Bis die Vorhersage beendet ist, kehrt der Vorgang zum Schritt ST17-5 zurück, um entsprechend der im Schritt ST17-4 ausgewählten Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik zu steuern. Nach Beendigung der Vorhersage wird im Schritt ST17-8 bestimmt, ob der gespeicherte Wert vorhanden ist oder nicht. Wenn der gespeicherte Wert vorhanden ist, wird im Schritt ST17-9 bestimmt, ob die Differenz zwischen dem gespeicherten Wert und einem vorhergesagten Wert geringer ist als ein vorbestimmter Wert oder nicht. Der vorbestimmte Wert wird experimentell vorherbestimmt. Wenn die Differenz geringer ist als der vorbestimmte Wert, wird bestimmt, dass der gespeicherte Wert ein korrekter Wert ist, der nicht durch Rauschen oder dergleichen beeinträchtigt ist. Im Schritt ST17-10 bleibt die Steuerzielspannung V_M als gespeicherter Wert definiert.

[0138] Wenn eine neue Entladungslampe nach dem Austausch anfänglich eingeschaltet wird, wird der gespeicherte Wert als die endgültige Entladungslampenspannung in einer alten Entladungslampe beibehalten und die für die neue Entladungslampe vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung ist verschieden von der für die alte Entladungslampe. Dann wird im Schritt ST17-9 bestimmt, dass die Differenz gleich oder größer als der vorbestimmte Wert ist. Das heißt, im Schritt ST17-9 wird bestimmt, ob der gespeicherte Wert der korrekte Wert ist, der durch Rauschen oder dergleichen nicht beeinträchtigt ist, oder nicht, und die Entladungslampe wird ausgetauscht.

[0139] Wenn im Schritt ST17-8 der gespeicherte Wert abwesend ist oder wenn im Schritt ST17-9 entschieden wird, dass die Differenz gleich oder größer als der vorbestimmte Wert ist, wird im Schritt ST17-11 die Steuerzielspannung V_M als der vorhergesagte Wert definiert.

[0140] Nachfolgend wird im Schritt ST17-12 eine Strom-Spannungs-Charakteristik entsprechend der im Schritt ST17-10 oder im Schritt ST17-11 eingestellten Steuerzielspannung V_M aus der Entladungslampenstrom-Befehlstabelle **72** ausgewählt. Im Schritt ST17-13 wird entsprechend der von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übermittelten Entladungslampenspannung V_1 der zu der Entladungslampe **12** geführte Entladungslampen-Befehlsstrom I_S aus der im Schritt ST17-12 ausgewählten Strom-Spannungs-Charakteristik gelesen, um eine Spannung entsprechend dem Befehlssignal zum Fehlerverstärker **43** auszugeben.

[0141] Im Schritt ST17-14 wird entschieden, ob der Zündschalter **2** ausgeschaltet ist oder nicht. Bis der Zündschalter **2** ausgeschaltet wird, gibt die Entla-

dungslampen-Steuereinrichtung **7** die Spannung entsprechend dem Befehlssignal an den Fehlerverstärker **43** aus. Wenn der Zündschalter **2** ausgeschaltet wird, wird im Schritt ST17-15 entschieden, ob die Entladungslampe **12** sich in einem gesättigten und stabilen Zustand befindet oder nicht. Wenn sie im gesättigten und stabilen Zustand ist, wird im Schritt ST17-16 zu diesem Zeitpunkt die Entladungslampenspannung in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert. Eine wahlweise Zeit zum Erreichen des gesättigten und stabilen Zustands wird experimentell vorherbestimmt, um zu bestimmen, ob die wahlweise Zeit verstrichen ist oder nicht, wodurch bestätigt wird, ob die Entladungslampe **12** im gesättigten und stabilen Zustand ist oder nicht.

[0142] Fig. 18 zeigt eine erläuternde Steuerung der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** nach dem dritten Ausführungsbeispiel. Da bei der ersten Zündung kein gespeicherter Wert in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung vorhanden ist, wird die Steuerzielspannung V_M als der vorher gespeicherte minimale Nennwert der Entladungslampe **12** definiert, und eine Strom-Spannungs-Charakteristik entsprechend dem minimalen Nennwert wird ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom I_S auszugeben.

[0143] Andererseits beginnt die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung, und die Steuerzielspannung V_M wird zu einem Zeitpunkt, zu welchem die Vorhersage beendet ist, durch den vorhergesagten Wert ersetzt. Weiterhin wird eine neue Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik entsprechend dem vorhergesagten Wert ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom I_S auszugeben, bis der Zündschalter **2** ausgeschaltet wird. In diesem Fall wird angenommen, dass sich die Entladungslampe **12** noch nicht im gesättigten und stabilen Zustand befindet, wenn der Zündschalter **2** ausgeschaltet wird, und es wird keine Spannung in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert.

[0144] Da kein gespeicherter Wert in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung vorhanden ist, erfolgt die Steuerung bei der zweiten Zündung wie bei der ersten Zündung. Wenn der Zündschalter **2** in diesem Zustand ausgeschaltet wird, ist die Entladungslampe **12** im gesättigten und stabilen Zustand, und zu diesem Zeitpunkt wird die Entladungslampenspannung in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert.

[0145] Da die Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung den gespeicherten Wert enthält, der zum Zeitpunkt der zweiten Zündausschaltung gespeichert wurde, wird bei der dritten Zündung die Steuerzielspannung V_M als der gespeicherte Wert definiert. Weiterhin wird eine Entladungslampen-Spannungs-Strom-Zuordnungscharakteristik entsprechend dem gespeicherten Wert ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom I_S auszugeben. Andererseits beginnt die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung, um zu berechnen, ob zu dem Zeitpunkt, zu dem die Vorhersage beendet ist, die Differenz zwischen dem gespeicherten Wert und einem vorhergesagten Wert geringer ist als der vorbestimmte Wert oder nicht. Der gespeicherte Wert zum Zeitpunkt der zweiten Zündausschaltung ist nicht durch das Rauschen oder dergleichen beeinträchtigt, so dass als Ergebnis der Berechnung die Differenz geringer ist als der vorbestimmte Wert, und die Steuerung wird mit der weiterhin als dem gespeicherten Wert definierten Steuerzielspannung V_M durchgeführt. In diesem Fall wird angenommen, dass sich die Entladungslampe **12** im gesättigten und stabilen Zustand befindet, wenn der Zündschalter **2** wieder ausgeschaltet wird, und während zu diesem Zeitpunkt die Entladungslampenspannung in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert wird, ist der gespeicherte Wert durch das Rauschen beeinträchtigt und unterscheidet sich hierdurch von einem tatsächlichen Wert.

[0146] Da die Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung einen Wert enthält, der zum Zeitpunkt der dritten Zündausschaltung gespeichert wurde, wird die Steuerzielspannung V_M als der gespeicherte Wert definiert. Weiterhin wird eine Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik entsprechend dem gespeicherten Wert ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom I_S auszugeben. Andererseits beginnt die Vorhersagevorrichtung **73** der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung, um zu berechnen, ob die Differenz zwischen dem gespeicherten Wert und einem vorhergesagten Wert zum Zeitpunkt der Beendigung der Vorhersage geringer ist als der vorbestimmte Wert oder nicht. Der zum Zeitpunkt der dritten Zündausschaltung gespeicherte Wert ist durch das Rauschen beeinträchtigt, so dass als Ergebnis der Berechnung die Differenz gleich oder größer als der vorbestimmte Wert ist, und die Steuerung wird durchgeführt, nachdem die Steuerzielspannung V_M durch den vorhergesagten Wert ersetzt ist.

[0147] Es wird angenommen, dass hier die Entladungslampe **12** durch eine neue ersetzt wird. In diesem Fall enthält die Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung bei der anfänglichen Einschaltung der neuen Entladungslampe einen Wert, der zum Zeitpunkt der vierten Zündausschaltung der alten Entladungslampe gespeichert wurde. Demgemäß wird die Steuerzielspannung V_M

als der gespeicherte Wert definiert, und eine Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik entsprechend dem gespeicherten Wert wird ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom I_S auszugeben. Andererseits beginnt die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung, um zu berechnen, ob die Differenz zwischen dem gespeicherten Wert und einem vorhergesagten Wert zum Zeitpunkt der Beendigung der Vorhersage geringer ist als der vorbestimmte Wert oder nicht. Die Entladungslampe **12** wird ausgetauscht, so dass als Ergebnis der Berechnung die Differenz gleich oder größer als der vorbestimmte Wert ist, und die Steuerung wird durchgeführt, nachdem die Steuerzielspannung durch den vorhergesagten Wert ersetzt ist.

[0148] Bei der zweiten Zündung der Entladungslampe **12** enthält die Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung den Wert, der zum Zeitpunkt der ersten Zündausschaltung gespeichert wurde. Daher wird die Steuerzielspannung als der gespeicherte Wert definiert, und eine Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik entsprechend dem gespeicherten Wert wird ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom auszugeben. Andererseits beginnt die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung, um zu berechnen, ob die Differenz zwischen dem gespeicherten Wert und einem vorhergesagten Wert nach der Beendigung der Vorhersage geringer ist als der vorbestimmte Wert oder nicht. Der gespeicherte Wert zum Zeitpunkt der ersten Zündausschaltung wird nicht durch das Rauschen oder dergleichen beeinträchtigt, so dass als Ergebnis der Berechnung die Differenz geringer ist als der vorbestimmte Wert, und die Steuerung wird mit der Steuerzielspannung V_M durchgeführt, die weiterhin als der gespeicherte Wert definiert ist.

[0149] Eine gleichartige Steuerung wird für jede spätere Zündung durchgeführt.

Ausführungsbeispiel 4

[0150] Es folgt nun eine Beschreibung des vierten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf Fig. 19, in der dieselben Bezugszeichen für Teile verwendet werden, die identisch mit denen in Fig. 14 sind, und auf deren Beschreibung hier verzichtet wird. Gemäß Fig. 19 enthält eine Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** eine Verarbeitungsvorrichtung **71**, eine Entladungslampenstrom-Befehlstabelle **72**, eine Vorhersagevorrichtung **73** zur Vorhersage einer endgültigen Entladungslampenspannung, bevor die Entladungslampe **12** einen gesättigten und stabilen Zustand erreicht, eine Speichervorrichtung **74** zum Speichern der endgültigen Entladungslampenspannung der Entladungslampe **12** und eine Speichervorrichtung **75** zum Speichern der endgültigen Entladungslampenspannung, die von der Vorhersagevorrichtung **73** vorhergesagt wurde.

[0151] Die Arbeitsweise beim vierten Ausführungsbeispiel ist identisch mit der beim ersten Ausführungsbeispiel mit Ausnahme der Steuerung der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7**, und auf ihre Beschreibung wird daher verzichtet. Es wird nur die Steuerung der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** mit Bezug auf das Flussdiagramm nach Fig. 20 beschrieben.

[0152] Wenn die Entladungslampenspannung V_l von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übertragen wird, entscheidet die Verarbeitungsvorrichtung **71** in der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** im Schritt ST20-1, ob die endgültige Entladungslampenspannung in der Speichervorrichtung **74** gespeichert ist oder nicht. Wenn die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert ist, liest im Schritt ST20-2 die Prozessorvorrichtung **71** die endgültige Entladungslampenspannung aus der Speichervorrichtung **74**, um die Steuerzielspannung V_M als die endgültige Entladungslampenspannung zu definieren.

[0153] Wenn andererseits die endgültige Entladungslampenspannung nicht gespeichert ist, entscheidet die Verarbeitungsvorrichtung **71** im Schritt ST20-3, ob die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung zu einer früheren Zündzeit in der Speichervorrichtung **75** gespeichert ist oder nicht. Wenn die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung gespeichert ist, liest die Verarbeitungsvorrichtung **71** im Schritt ST20-4 die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung aus der Speichervorrichtung **75**, um die Steuerzielspannung V_M als die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung zu definieren.

[0154] Wenn andererseits die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung nicht gespeichert ist, wird im Schritt ST20-5 die Steuerzielspannung V_M als die voreingestellte minimale Nennspannung in der Spezifikation der Entladungslampe **12** definiert. Nachfolgend wird im Schritt ST20-6 eine Zuordnungscharakteristik entsprechend der Steuerzielspannung V_M aus den in der Entladungslampenstrom-Befehlstabelle **72** voreingestellten Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristiken ausgewählt. Im Schritt ST20-7 wird entsprechend der von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übertragenen Entladungslampenspannung V_l der zu der Entladungslampe **12** geführte Entladungslampen-Befehlsstrom I_S aus der im Schritt ST20-6 ausgewählten Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik gelesen, um eine Spannung entsprechend dem Befehlssignal an einen Fehlerverstärker **43** auszugeben.

[0155] Als nächstes beginnt im Schritt ST20-8 die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung. Die Verarbeitungsvorrichtung **71** entscheidet im Schritt ST20-9, ob die Vorhersagevorrichtung **73** die Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung beendet oder nicht. Bis die Vorhersage beendet ist, kehrt der Vorgang zum Schritt ST20-7 zurück, um entsprechend der im Schritt ST20-6 ausgewählten Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik auszuwählen. Nach Beendigung der Vorhersage wird im Schritt ST20-10 die von der Vorhersagevorrichtung **73** vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung in der Speichervorrichtung **75** gespeichert. Im Schritt ST20-11 ersetzt die von der Vorhersagevorrichtung **73** vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung den im Schritt ST20-4 oder Schritt ST20-5 eingestellten Wert, um als Steuerzielspannung V_M zu dienen.

[0156] Im Schritt ST20-12 wird eine Zuordnungscharakteristik entsprechend der im Schritt ST20-2 oder im Schritt ST20-11 eingestellten Steuerzielspannung V_M aus der Entladungslampenstrom-Befehlstabelle **72** ausgewählt. Entsprechend der von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übertragenen Entladungslampenspannung V_1 wird der zu der Entladungslampe **12** geführte Entladungslampen-Befehlsstrom I_S aus der im Schritt ST20-12 ausgewählten Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik gelesen, um eine Spannung entsprechend dem Befehlssignal zum Fehlerverstärker **43** auszugeben.

[0157] Im Schritt ST20-14 wird entschieden, ob der Zündschalter **2** ausgeschaltet ist oder nicht, und die Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** gibt die Spannung entsprechend dem Befehlssignal zum Fehlerverstärker **43** aus. Wenn der Zündschalter **2** ausgeschaltet wird, wird im Schritt ST20-15 entschieden, ob die Entladungslampe **12** im gesättigten und stabilen Zustand ist oder nicht. Wenn sie im gesättigten und stabilen Zustand ist, wird im Schritt ST20-16 die Entladungslampenspannung zu dieser Zeit in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert. Eine wahlweise Zeit zum Erreichen des gesättigten und stabilen Zustands wird experimentell vorherbestimmt, um zu entscheiden, ob die wahlweise Zeit verstrichen ist oder nicht, wodurch bestätigt wird, dass die Entladungslampe **12** im gesättigten und stabilen Zustand ist oder nicht.

[0158] Fig. 21 zeigt eine erläuternde Steuerung der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** nach dem vierten Ausführungsbeispiel. Da beim ersten Zünden kein gespeicherter Wert in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung und in der Speichervorrichtung **75** für die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung vorhanden ist, wird die Steuerzielspannung V_M als der vorher gespeicherte minimale Nennwert der Entladungslampe **12** definiert, und es wird eine neue Entladungslampen-Spannungs/-Strom-Zuordnungscharakteristik entsprechend dem minimalen Nennwert ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom I_S auszugeben.

[0159] Andererseits beginnt die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung und die von der Vorhersagevorrichtung **73** vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung wird nach Beendigung der Vorhersage in der Speichervorrichtung **75** gespeichert. Weiterhin wird die Steuerzielspannung V_M durch die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung ersetzt, und es wird eine neue Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik entsprechend der vorhergesagten endgültigen Entladungslampenspannung ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom I_S auszugeben, bis der Zündschalter **2** ausgeschaltet wird. In diesem Fall wird angenommen, dass die Entladungslampe noch nicht im gesättigten und stabilen Zustand ist, wenn der Zündschalter **2** ausgeschaltet wird, und es wird keine Spannung in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert.

[0160] Bei der zweiten Zündung ist ein gespeicherter Wert nicht in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung, jedoch in der Speichervorrichtung **75** für die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung vorhanden. Daher wird die Steuerzielspannung V_M als die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung zu der früheren Zündzeit definiert, die in der Speichervorrichtung **75** gespeichert ist, wodurch die Steuerung durchgeführt wird.

[0161] Andererseits beginnt wie beim ersten Zünden die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung, und die von der Vorhersagevorrichtung **73** vorhergesagte neue endgültige Entladungslampenspannung wird in der Speichervorrichtung **75** für die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung nach Beendigung der Vorhersage gespeichert. Weiterhin wird die Steuerzielspannung V_M durch die neue vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung ersetzt, um die Steuerung durchzuführen. In diesem Fall wird angenommen, dass die Entladungslampe **12** im gesättigten und stabilen Zustand ist, wenn der Zündschalter **2** wieder ausgeschaltet wird, und die Entladungslampenspannung zu dieser Zeit wird in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert.

[0162] Wenn die Spannung einmal in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert ist, wird die Steuerzielspan-

nung V_M als der gespeicherte Wert definiert, der in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung bei einer späteren Zündung gespeichert ist, wodurch sich keine Vorhersage ergibt. Wenn die Entladungslampe **12** im gesättigten und stabilen Zustand ist, wenn der Zündschalter **2** ausgeschaltet wird, wird die Entladungslampenspannung zu dieser Zeit in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung bei jedem Ausschaltvorgang gespeichert, um als Steuerzielspannung zum nächsten Zündzeitpunkt zu dienen.

Ausführungsbeispiel 5

[0163] Es folgt nun eine Beschreibung der Zündsteuerung nach dem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf das Flussdiagramm nach Fig. 22. Die Hardware-Ausbildung nach dem fünften Ausführungsbeispiel ist identisch mit der in Fig. 19 gezeigten nach dem vierten Ausführungsbeispiel. Weiterhin ist das fünfte Ausführungsbeispiel hinsichtlich der Arbeitsweise identisch mit dem ersten Ausführungsbeispiel mit Ausnahme der Steuerung der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7**, und auf ihre Beschreibung wird verzichtet. Daher wird nur die Steuerung der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** beschrieben.

[0164] Wenn die Entladungslampenspannung V_1 von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übertragen wird, entscheidet die Verarbeitungsvorrichtung **71** in der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** im Schritt ST22-1, ob die endgültige Entladungslampenspannung in der Speichervorrichtung **74** gespeichert ist oder nicht. Wenn die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert ist, entscheidet im Schritt ST22-2 die Verarbeitungsvorrichtung **71**, ob die Differenz zwischen einem gespeicherten Wert in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung und einem gespeicherten Wert in der Speichervorrichtung **75** für die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung geringer als ein vorbestimmter Wert ist oder nicht. Der vorbestimmte Wert wird experimentell vorherbestimmt. Wenn die Differenz geringer als der vorbestimmte Wert ist, wird entschieden, dass der gespeicherte Wert in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung ein korrekter Wert ist, der nicht durch Rauschen oder dergleichen beeinträchtigt ist. Im Schritt ST22-4 wird die Steuerzielspannung V_M als die endgültige Entladungslampenspannung definiert.

[0165] Wenn eine neue Entladungslampe anfänglich nach dem Austausch eingeschaltet wird, wird der gespeicherte Wert in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung weiterhin als die endgültige Entladungslampenspannung in einer alten Entladungslampe definiert, und die für die neue Entladungslampe vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung ist verschieden von der für die alte Entladungslampe. Dann wird im Schritt ST22-2 entschieden, dass die Differenz gleich oder mehr als der vorbestimmte Wert ist. Das heißt, im Schritt ST22-2 wird bestimmt, ob der in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeicherte Wert der korrekte Wert, der durch das Rauschen oder dergleichen nicht beeinträchtigt ist, ist oder nicht, und die Entladungslampe wird ausgetauscht.

[0166] Wenn im Schritt ST22-2 entschieden wir, dass die Differenz gleich oder mehr als der vorbestimmte Wert ist, wird im Schritt ST22-5 die Steuerzielspannung V_M als vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung bei einem vorhergehenden Zündzeitpunkt definiert, die in der Speichervorrichtung **75** für die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung gespeichert ist.

[0167] Wenn die endgültige Entladungslampenspannung im Schritt ST22-1 nicht in der Speichervorrichtung **74** gespeichert ist, wird im Schritt ST22-3 entschieden, ob die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung zu der vorhergehenden Zündzeit in der Speichervorrichtung **75** gespeichert ist oder nicht. Wenn die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung gespeichert ist, liest im Schritt ST22-5 die Verarbeitungsvorrichtung **71** den gespeicherten Wert aus der Speichervorrichtung **75** für die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung, um die Steuerzielspannung V_M als die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung zu definieren. Andererseits wird im Schritt ST22-6 die Steuerzielspannung V_M als die vorher gespeicherte minimale Nennspannung in der Spezifikation der Entladungslampe **12** definiert.

[0168] Nachfolgend wird im Schritt ST22-7 eine Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik entsprechend der Steuerzielspannung V_M aus den in der Entladungslampenstrom-Befehlstabelle **72** voreingestellten Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristiken ausgewählt. Im Schritt ST22-8 wird entsprechend der von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übertragenen Entladungslampenspannung V_1 der zu der Entladungslampe **12** geführte Entladungslampen-Befehlsstrom I_S aus der im Schritt ST22-7 ausgewählten Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik gelesen, um eine Spannung entsprechend dem Befehlssignal zu einem Fehlerverstärker **43** auszugeben.

[0169] Als nächstes beginnt im Schritt ST22-9 die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung. Im Schritt ST22-10 entscheidet die Verarbeitungsvorrichtung **71**, ob die Vorhersagevorrichtung **73** die Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung been-

det oder nicht. Bis die Vorhersage beendet ist, kehrt der Vorgang zum Schritt ST22-8 zurück, um entsprechend der im Schritt ST22-7 ausgewählten Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik zu steuern. Nach Beendigung der Vorhersage wird im Schritt ST22-11 die von der Vorhersagevorrichtung **73** vorgesagte endgültige Entladungslampenspannung in der Speichervorrichtung **75** für die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung gespeichert. Im Schritt ST22-12 wird entschieden, ob der gespeicherte Wert in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung vorhanden ist oder nicht. Wenn der gespeicherte Wert vorhanden ist, wird im Schritt ST22-13 entschieden, ob die Differenz zwischen dem in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeicherten Wert und dem im Schritt ST22-9 vorhergesagten Wert geringer ist als ein vorbestimmter Wert oder nicht. Der vorbestimmte Wert wird experimentell vorherbestimmt. Im Schritt ST22-13 wird wie im Schritt ST22-2 entschieden, dass der in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeicherte Wert ein korrekter Wert ist, der nicht durch Rauschen oder dergleichen beeinträchtigt ist, und die Entladungslampe wird ausgetauscht. Wenn die Differenz geringer als der vorbestimmte Wert ist, wird im Schritt ST22-14 die Steuerzielspannung V_M weiterhin als der in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeicherte Wert definiert.

[0170] Wenn im Schritt ST22-12 der gespeicherte Wert nicht in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung vorhanden ist oder wenn im Schritt ST22-13 entschieden wird, dass die Differenz gleich oder mehr als der vorbestimmte Wert ist, wird im Schritt ST22-15 die Steuerzielspannung V_M als der im Schritt ST22-9 vorhergesagte Wert definiert.

[0171] Nachfolgend wird im Schritt ST22-16 eine Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik entsprechend der im Schritt ST22-14 oder im Schritt ST22-15 eingestellten Steuerzielspannung V_M aus der Entladungslampenstrom-Befehlstabelle **72** ausgewählt. Im Schritt ST22-17 wird entsprechend der von der Spannungserfassungsvorrichtung **6** übertragenen Entladungslampenspannung V_l der zu der Entladungslampe **12** geführte Entladungslampen-Befehlsstrom I_S aus der im Schritt ST22-16 ausgewählten Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik gelesen, um eine Spannung entsprechend dem Befehlssignal zum Fehlerverstärker **43** auszugeben.

[0172] Im Schritt ST22-18 wird entschieden, ob der Zündschalter **2** ausgeschaltet ist oder nicht. Bis der Zündschalter **2** ausgeschaltet wird, gibt die Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** die Spannung entsprechend dem Befehlssignal zum Fehlerverstärker **43** aus. Wenn der Zündschalter **2** ausgeschaltet wird, wird im Schritt ST22-19 entschieden, ob die Entladungslampe **12** in einem gesättigten und stabilen Zustand ist oder nicht. Wenn sie im gesättigten und stabilen Zustand ist, wird im Schritt ST22-20 die Entladungslampenspannung zu dieser Zeit in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert. Eine wahlweise Zeit zum Erreichen des gesättigten und stabilen Zustands wird experimentell vorherbestimmt, um zu entscheiden, ob die wahlweise Zeit verstrichen ist oder nicht, wodurch bestätigt wird, ob die Entladungslampe **12** im gesättigten und stabilen Zustand ist oder nicht.

[0173] Fig. 23 zeigt eine erläuternde Steuerung der Entladungslampen-Steuereinrichtung **7** nach dem fünften Ausführungsbeispiel. Da bei der ersten Zündung kein gespeicherter Wert in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung und in der Speichervorrichtung **75** für die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung vorhanden ist, wird die Steuerzielspannung V_M als der vorher gespeicherte minimale Nennwert der Entladungslampe **12** definiert, und eine Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik entsprechend dem minimalen Nennwert wird ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom I_S auszugeben.

[0174] Andererseits beginnt die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung, und die von der Vorhersagevorrichtung **73** vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung wird nach der Beendigung der Vorhersage in der Speichervorrichtung **75** gespeichert. Weiterhin wird die Steuerzielspannung V_M durch die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung ersetzt, um eine neue Zuordnungscharakteristik entsprechend der vorhergesagten endgültigen Entladungslampenspannung auszuwählen, um den Entladungslampen-Befehlsstrom I_S auszugeben, bis der Zündschalter **2** ausgeschaltet wird. In diesem Fall wird angenommen, dass die Entladungslampe **12** noch nicht im gesättigten und stabilen Zustand ist, wenn der Zündschalter **2** ausgeschaltet wird, und es wird keine Spannung in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert.

[0175] Bei der zweiten Zündung wird, da der gespeicherte Wert nicht in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung, jedoch in der Speichervorrichtung **75** für die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung vorhanden ist, die Steuerzielspannung V_M als die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung zu einer vorhergehenden Zündzeit definiert, die in der Speichervorrichtung **75** gespeichert ist, wodurch die Steuerung durchgeführt wird. Andererseits beginnt wie bei

der ersten Zündung die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung. Wenn die Vorhersage beendet ist, wird die von der Vorhersagevorrichtung **73** vorhergesagte neue endgültige Entladungslampenspannung in der Speichervorrichtung **75** gespeichert. Demgemäß wird die Steuerzielspannung V_M durch die neue vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung ersetzt, wodurch die Steuerung durchgeführt wird. Wenn der Zündschalter **2** in diesem Zustand ausgeschaltet wird, ist die Entladungslampe 12 im gesättigten und stabilen Zustand, und die Entladungslampenspannung zu dieser Zeit wird in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert.

[0176] Bei der dritten Zündung wird, da die Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung den Wert enthält, der zu der zweiten Zündausschaltzeit gespeichert wurde, eine Berechnung durchgeführt, um zu entscheiden, ob die Differenz zwischen einem in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeicherten Wert und einem in der Speichervorrichtung **75** für die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung gespeicherten Wert geringer ist als ein vorbestimmter Wert oder nicht. Der in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeicherte Wert zu der zweiten Zündausschaltzeit wird nicht durch das Rauschen oder dergleichen beeinträchtigt, so dass als Ergebnis der Berechnung die Differenz geringer als der vorbestimmte Wert wird. Die Steuerzielspannung V_M ist definiert als der in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeicherte Wert, und eine Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik entsprechend dem gespeicherten Wert wird ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom I_S auszugeben.

[0177] Andererseits beginnt die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung, und eine neue von der Vorhersagevorrichtung **73** vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung wird in der Speichervorrichtung **75** gespeichert. Weiterhin wird eine Berechnung durchgeführt, um zu entscheiden, ob die Differenz zwischen dem in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeicherten Wert und einem von der Vorhersagevorrichtung **73** vorhergesagten Wert geringer als der vorbestimmte Wert ist oder nicht. Der zu der zweiten Zündausschaltzeit gespeicherte Wert wird nicht durch das Rauschen oder dergleichen beeinträchtigt, so dass als Ergebnis der Berechnung die Differenz geringer als der vorbestimmte Wert wird, und die Steuerung wird mit der Steuerzielspannung fortgesetzt, die weiterhin als der gespeicherte Wert definiert bleibt. In diesem Fall wird angenommen, dass die Entladungslampe **12** im gesättigten und stabilen Zustand ist, wenn der Zündschalter **2** wieder ausgeschaltet wird, und während die Entladungslampenspannung zu dieser Zeit in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeichert wird, wird der gespeicherte Wert durch das Rauschen beeinträchtigt, so dass er von einem tatsächlichen Wert verschieden ist.

[0178] Bei der vierten Zündung erfolgt die Steuerung wie bei der dritten Zündung. Da der in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeicherte Wert durch das Rauschen beeinträchtigt ist, ist als Ergebnis der Berechnung die Differenz gleich oder größer als der vorbestimmte Wert. Daher wird, bis die Vorhersage beendet ist, die Steuerzielspannung V_M als die bei der dritten Zündung vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung definiert. Nach Beendigung der Vorhersage wird die Steuerzielspannung V_M durch einen neuen vorhergesagten Wert ersetzt, um die Steuerung durchzuführen.

[0179] Es wird angenommen, dass hier die Entladungslampe **12** gegen eine neue ausgetauscht wird. In diesem Fall ist der zu einer Zündzeit der alten Entladungslampe gespeicherte Wert in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung und der Speichervorrichtung **75** für die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung vorhanden, wenn die neue Entladungslampe anfänglich eingeschaltet wird, aber die Differenz ist als Ergebnis der Berechnung geringer als der vorbestimmte Wert. Demgemäß wird die Steuerzielspannung V_M als der in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeicherte Wert definiert, und eine Entladungslampen-Spannungs/Strom-Zuordnungscharakteristik entsprechend dem gespeicherten Wert wird ausgewählt, um den Entladungslampen-Befehlsstrom I_S auszugeben.

[0180] Andererseits beginnt die Vorhersagevorrichtung **73** mit der Vorhersage der endgültigen Entladungslampenspannung, und die von der Vorhersagevorrichtung **73** vorhergesagte neue endgültige Entladungslampenspannung wird in der Speichervorrichtung **75** für die vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung nach Beendigung der Vorhersage gespeichert. Weiterhin wird eine Berechnung durchgeführt, um zu entscheiden, ob die Differenz zwischen dem in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeicherten Wert und einem von der Vorhersagevorrichtung **73** vorhergesagten Wert geringer ist als der vorbestimmte Wert oder nicht. Die Entladungslampe **12** wird ausgetauscht, so dass als Ergebnis der Berechnung die Differenz gleich oder größer als der vorbestimmte Wert ist, und die Steuerung wird durchgeführt, nachdem die Steuerzielspannung V_M durch den vorhergesagten Wert ersetzt ist.

[0181] Bei der zweiten Zündung erfolgt die Steuerung wie bei der ersten Zündung. Da der in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeicherte Wert nicht durch das Rauschen oder dergleichen beeinträchtigt ist, ist in diesem Fall als Ergebnis der Berechnung die Differenz geringer als der vorbestimmte Wert. Daher wird die Steuerzielspannung V_M als der in der Speichervorrichtung **74** für die endgültige Entladungslampenspannung gespeicherte Wert definiert.

[0182] Die gleiche Steuerung wird für jede spätere Zündung durchgeführt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Starten und Betreiben einer Hochdruckentladungslampe (**12**) mit einer Stromsteuervorrichtung (**7**) zum Steuern des Lampenstroms in Abhängigkeit von der Lampenspannung gemäß einer Strom-Spannungscharakteristik der Hochdruck-Entladungslampe, die unter Berücksichtigung des Wertes der Lampenspannung bei Nennleistung im stationären Betrieb vorgewählt ist,
gekennzeichnet durch
– eine Charakteristik-Speichervorrichtung (**72**), in der eine Mehrzahl von Strom-Spannungscharakteristiken gespeichert sind;
– eine Vorhersagevorrichtung (**73**) zum Vorhersagen des Wertes der Lampenspannung bei Nennleistung im stationären Betrieb, wobei dieser Wert abhängig von zwei Lampenspannungswerten bestimmt wird, die bei zwei unterschiedlichen Zeiten nach dem erfolgreichen Zünden der Lampe gemessen werden;
– eine Charakteristik-Auswahlvorrichtung (**71**) zum Auswählen der Strom-Spannungs-Charakteristik in Abhängigkeit von dem von der Vorhersagevorrichtung (**73**) vorhergesagten Wert.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Charakteristik-Auswahlvorrichtung (**71**) eine vorher gespeicherte minimale Nennspannung der Entladungslampe (**12**) verwendet, um die Strom-Spannungs-Charakteristik auszuwählen bis die Vorhersagevorrichtung (**73**) den Wert der Lampenspannung bei der Nennleistung im stationären Betrieb vorhersagt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorhersagevorrichtung (**73**) die zwei Lampenspannungswerte misst, nachdem die Entladungslampenspannung ein Minimum erreicht hat.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch eine Speichervorrichtung (**74**) zum Speichern des Wertes der Lampenspannung der Entladungslampe (**12**) bei Nennleistung im stationären Zustand.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Charakteristik-Auswahlvorrichtung (**71**) die Strom-Spannungs-Charakteristik auswählt durch Verwendung eines gespeicherten Wertes, wenn der gespeicherte Wert des Wertes der Lampenspannung bei Nennleistung im stationären Zustand in der Speichervorrichtung (**74**) vorhanden ist, oder anderenfalls durch Verwendung des vorhergesagten Wertes, wenn der gespeicherte Wert nicht vorhanden ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Charakteristik-Auswahlvorrichtung (**71**) die Strom-Spannungs-Charakteristik auswählt, wenn ein Absolutwert der Differenz zwischen einem vorhergesagten Wert von der Vorhersagevorrichtung (**73**) und einem gespeicherten Wert der Lampenspannung bei Nennleistung im stationären Zustand in der Speichervorrichtung (**74**) gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, durch Verwendung des vorhergesagten Wertes, oder, wenn die Differenz geringer als der vorbestimmte Wert ist, durch Verwendung des gespeicherten Wertes.

7. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass, bis die Vorhersagevorrichtung (**73**) die endgültige Entladungslampenspannung vorhersagt, die Charakteristik-Auswahlvorrichtung (**71**) die Strom-Spannungs-Charakteristik auswählt durch Verwendung eines gespeicherten Wertes für den Fall, dass der gespeicherte Wert der Lampenspannung bei Nennleistung im stationären Zustand in der Speichervorrichtung (**74**) vorhanden ist, anderenfalls durch Verwendung der minimalen Nennspannung der Entladungslampe (**12**), wenn der gespeicherte Wert nicht vorhanden ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Speichervorrichtung (**75**) zum Speichern des von der Vorhersagevorrichtung (**73**) vorhergesagten Wertes des Lampenspannung bei der Nennleistung im stationären Zustand vorgesehen ist, dass, bis die Vorhersagevorrichtung (**73**) den Wert der Lampenspannung bei der Nennleistung im stationären Zustand vorhersagt, die Charakteristik-Auswahlvorrichtung (**71**) die Strom-Spannungs-Charakteristik auswählt für den Fall, dass der gespeicherte Wert der Lampenspannung bei der Nennleistung im stationären Zustand in der Speichervorrichtung (**74**) vorhanden ist, durch Verwendung eines gespeicherten Wertes der vorhergesagten Lampenspannung bei der Nennleistung im stationären Zustand, wenn die Differenz zwischen dem gespeicherten Wert der Lampenspannung bei Nennleistung im stationären Zustand und dem gespeicherten Wert der vorhergesagten Lampenspannung bei der Nennleistung im stationären Zustand in der Speichervorrichtung (**75**) gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, anderenfalls, wenn die Differenz geringer als der vorbestimmte Wert ist, durch Verwendung des

Wertes der Lampenspannung bei der Nennleistung im stationären Zustand, oder durch Verwendung des gespeicherten Wertes der vorhergesagten Lampenspannung bei der Nennleistung im stationären Zustand, wenn nur der gespeicherte Wert der vorhergesagten Lampenspannung bei der Nennleistung im stationären Zustand in der Speichervorrichtung (**75**) vorhanden ist, oder durch Verwendung der vorher gespeicherten minimalen Nennspannung einer Entladungslampe (**12**), wenn beide gespeicherten Werte nicht vorhanden sind.

Es folgen 22 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

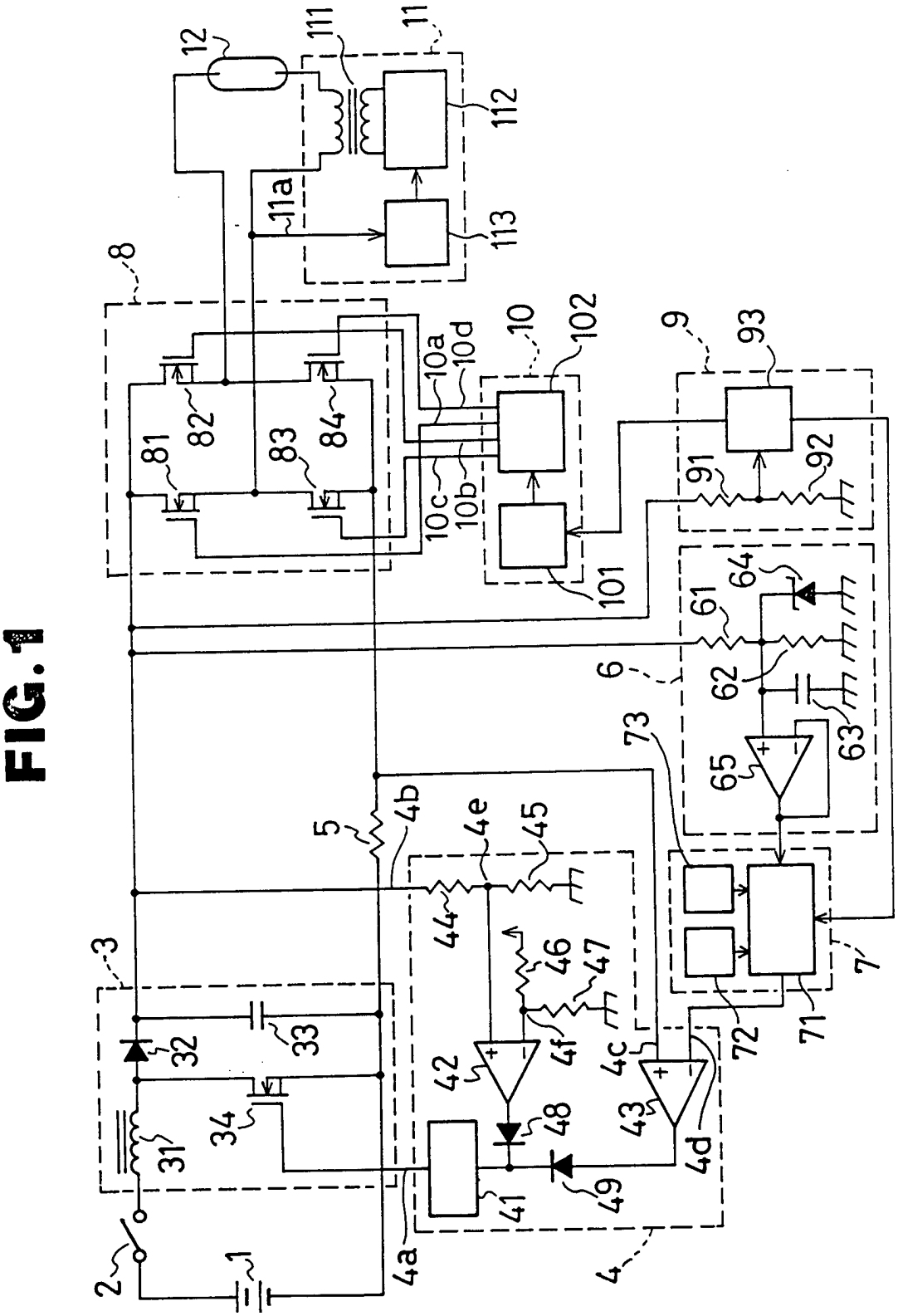


FIG.2

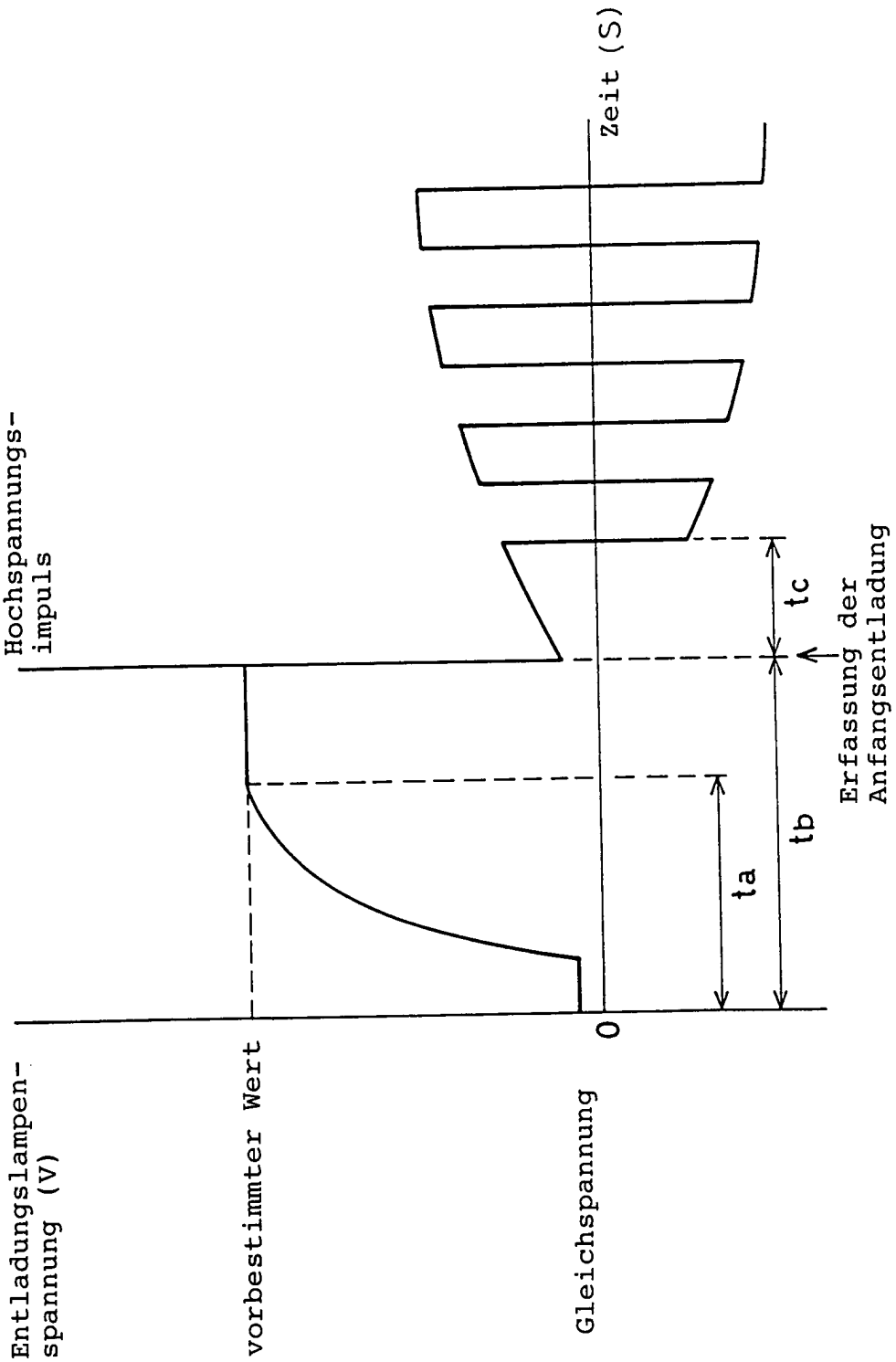

Zeit (S)
Hochspannungs-
impuls
tc
Erfassung der
Anfangsentladung
ta
tb
Entladungslampen-
spannung (V)
vorbestimmter Wert
0
Gleichspannung

FIG. 3

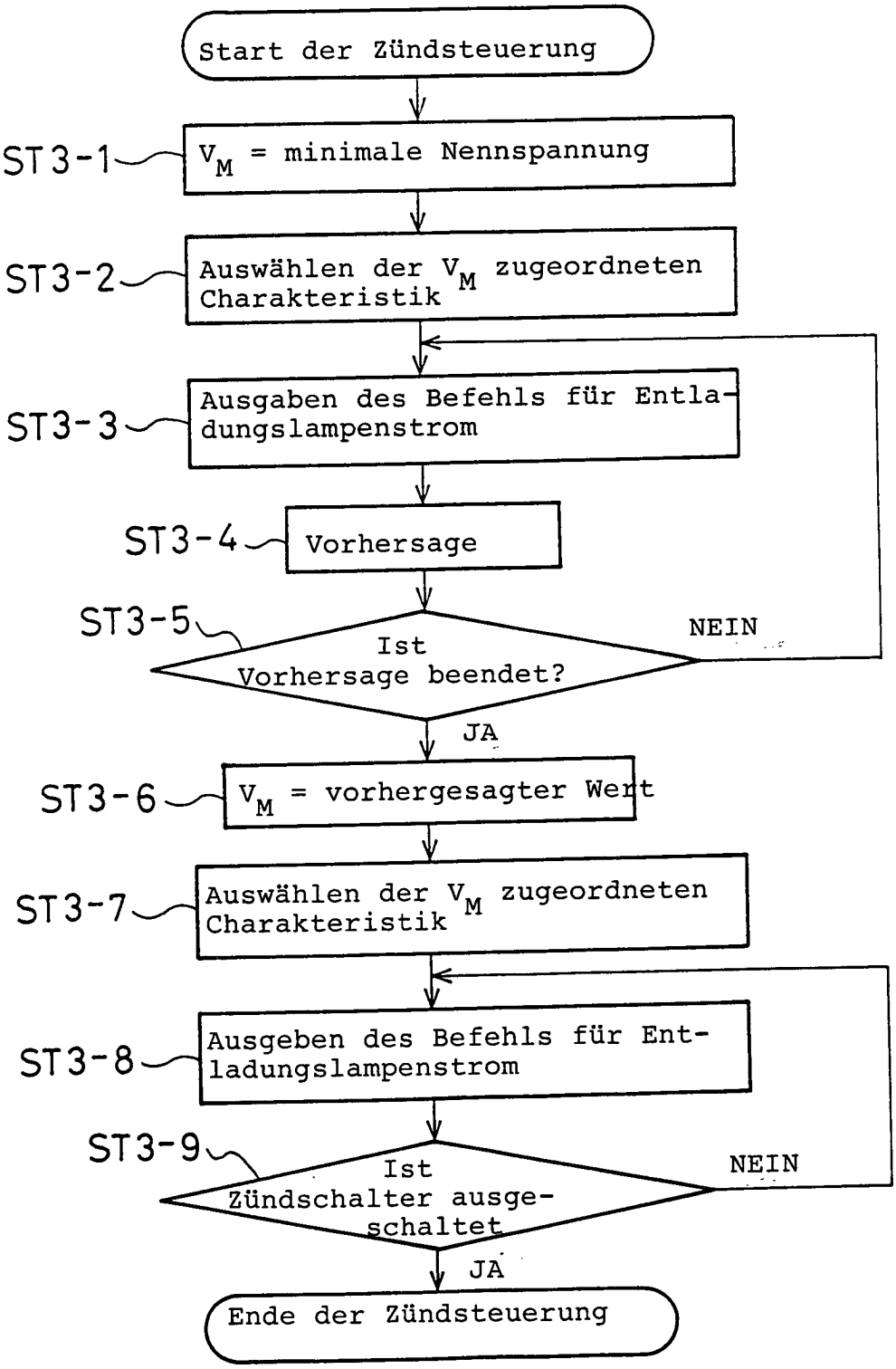

Start der Zündsteuerung
ST3-1
V_M = minimale Nennspannung
ST3-2
Auswählen der V_M zugeordneten Charakteristik
ST3-3
Ausgaben des Befehls für Entladungslampenstrom
ST3-4
Vorhersage
ST3-5
Ist Vorhersage beendet?
NEIN
JA
ST3-6
V_M = vorhergesagter Wert
ST3-7
Auswählen der V_M zugeordneten Charakteristik
ST3-8
Ausgeben des Befehls für Entladungslampenstrom
ST3-9
Ist Zündschalter ausgeschaltet
NEIN
JA
Ende der Zündsteuerung

FIG. 4

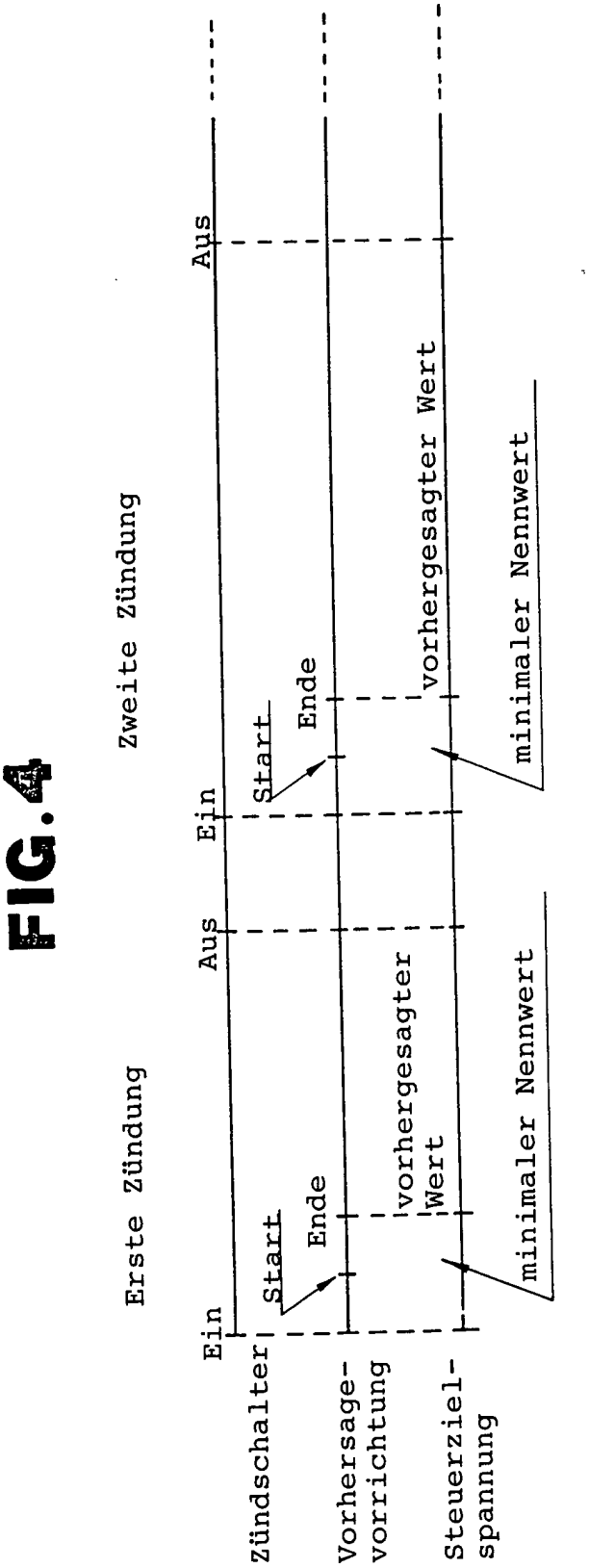

Erste Zündung
Zweite Zündung
Ein
Aus
Ein
Aus
Zündschalter
Start
Ende
Start
Ende
Vorhersage-vorrichtung
vorhergesagter Wert
vorhergesagter Wert
Steuerziel-spannung
minimaler Nennwert
minimaler Nennwert

FIG.5

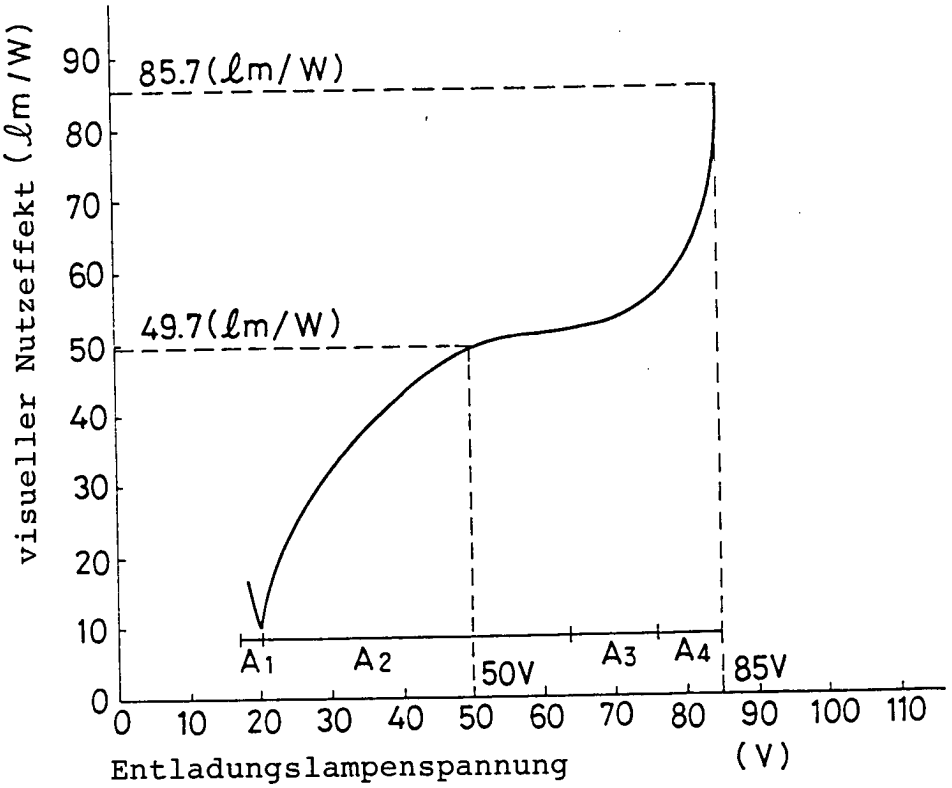

visueller Nutzeffekt (ℓm/W)
85.7(ℓm/W)
49.7(ℓm/W)
A1
A2
50V
A3
A4
85V
Entladungslampenspannung
(V)

FIG.6

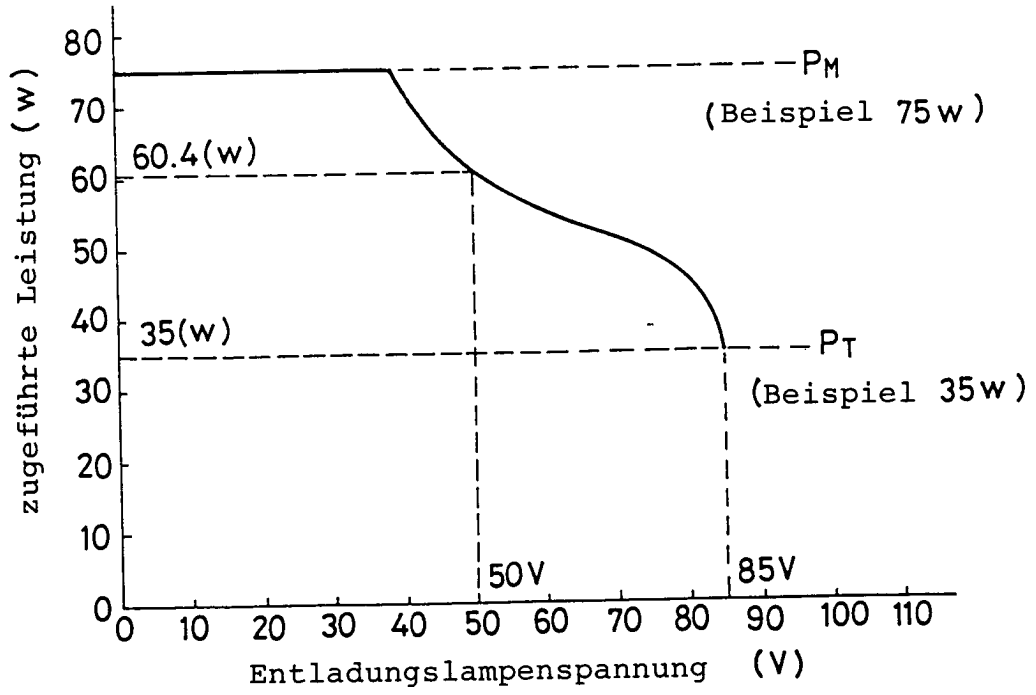

zugeführte Leistung (W)
PM
(Beispiel 75w)
60.4(w)
35(w)
PT
(Beispiel 35w)
50V
85V
Entladungslampenspannung
(V)

FIG. 7

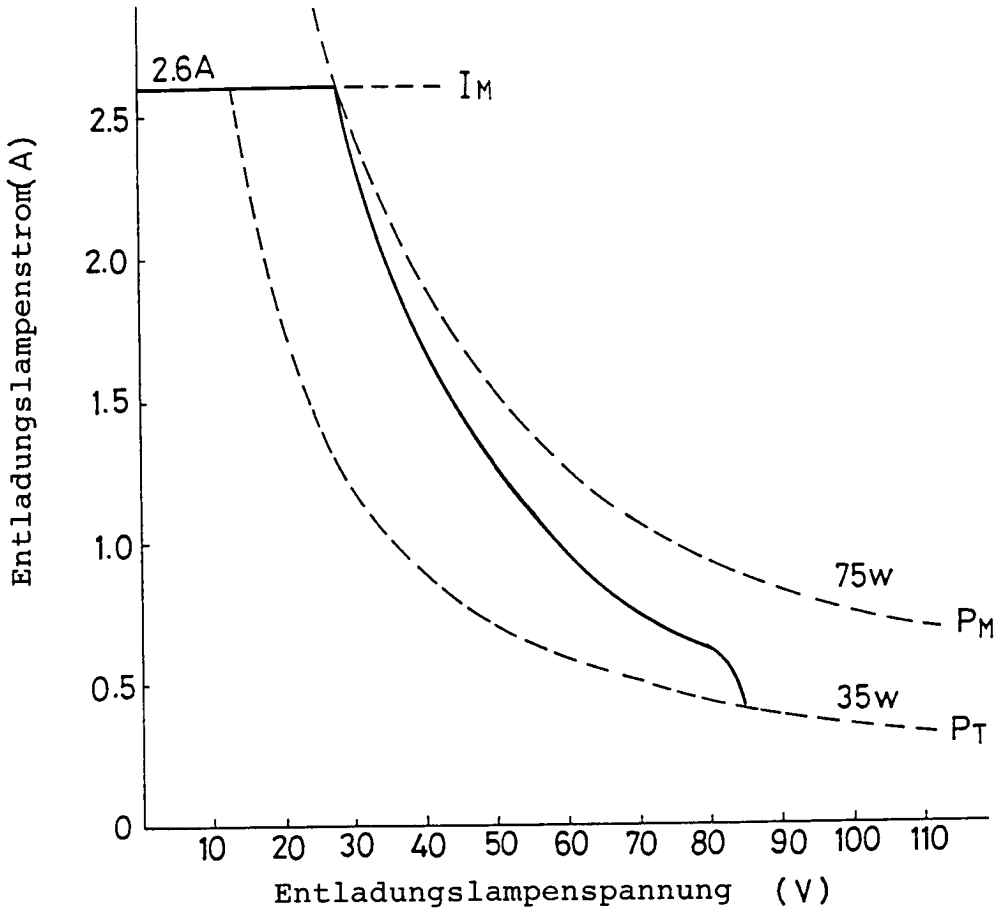

2.6A
IM
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0
Entladungslampenstrom(A)
75w
PM
35w
PT
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110
Entladungslampenspannung (V)

FIG. 8

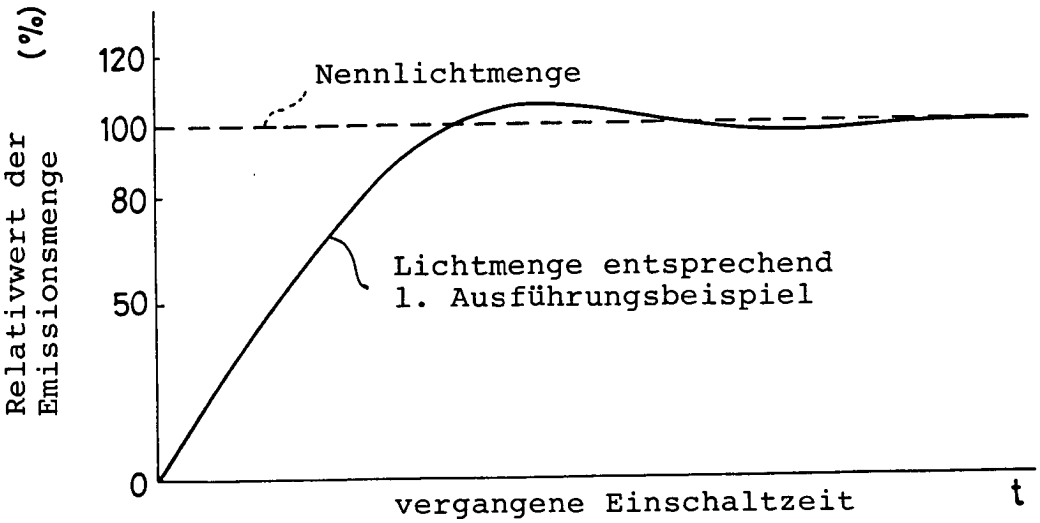

Relativwert der Emissionsmenge (%)
120
100
80
50
0
Nennlichtmenge
Lichtmenge entsprechend
1. Ausführungsbeispiel
vergangene Einschaltzeit
t

FIG. 9

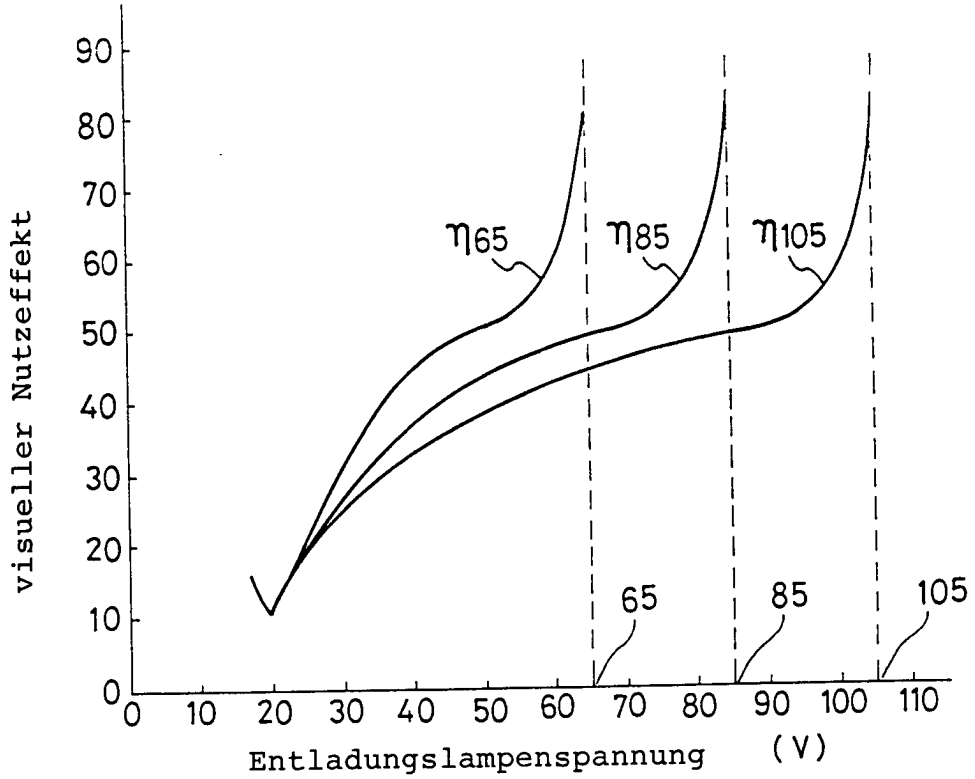

visueller Nutzeffekt
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
η65
η85
η105
65
85
105
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110
Entladungslampenspannung (V)

FIG. 10

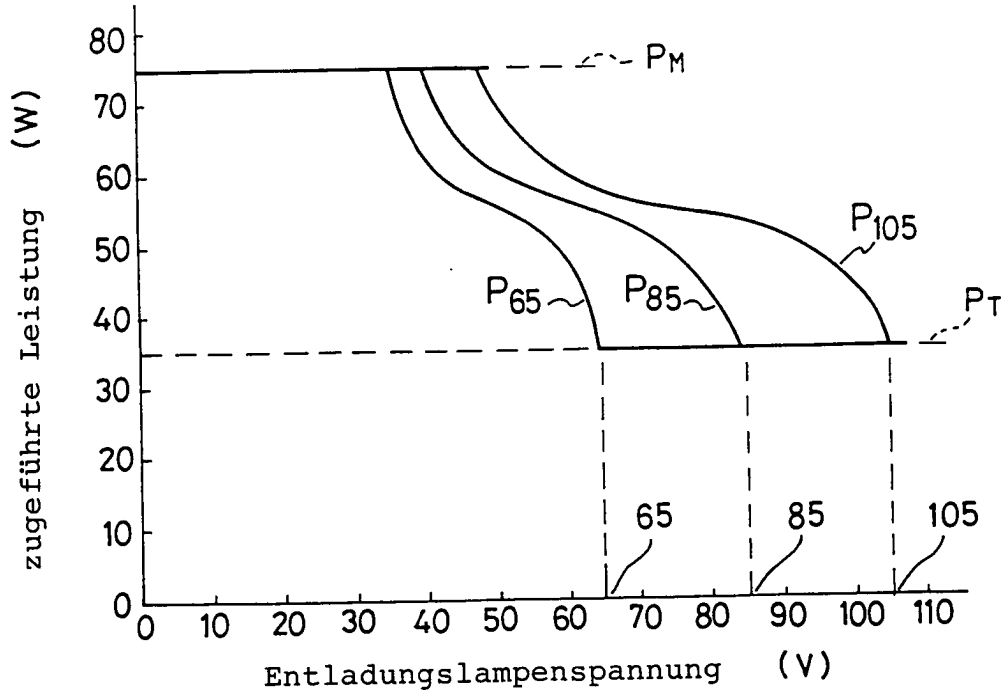

zugeführte Leistung (W)
80
70
60
50
40
30
20
10
0
PM
P105
P65
P85
PT
65
85
105
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110
Entladungslampenspannung (V)

FIG. 11

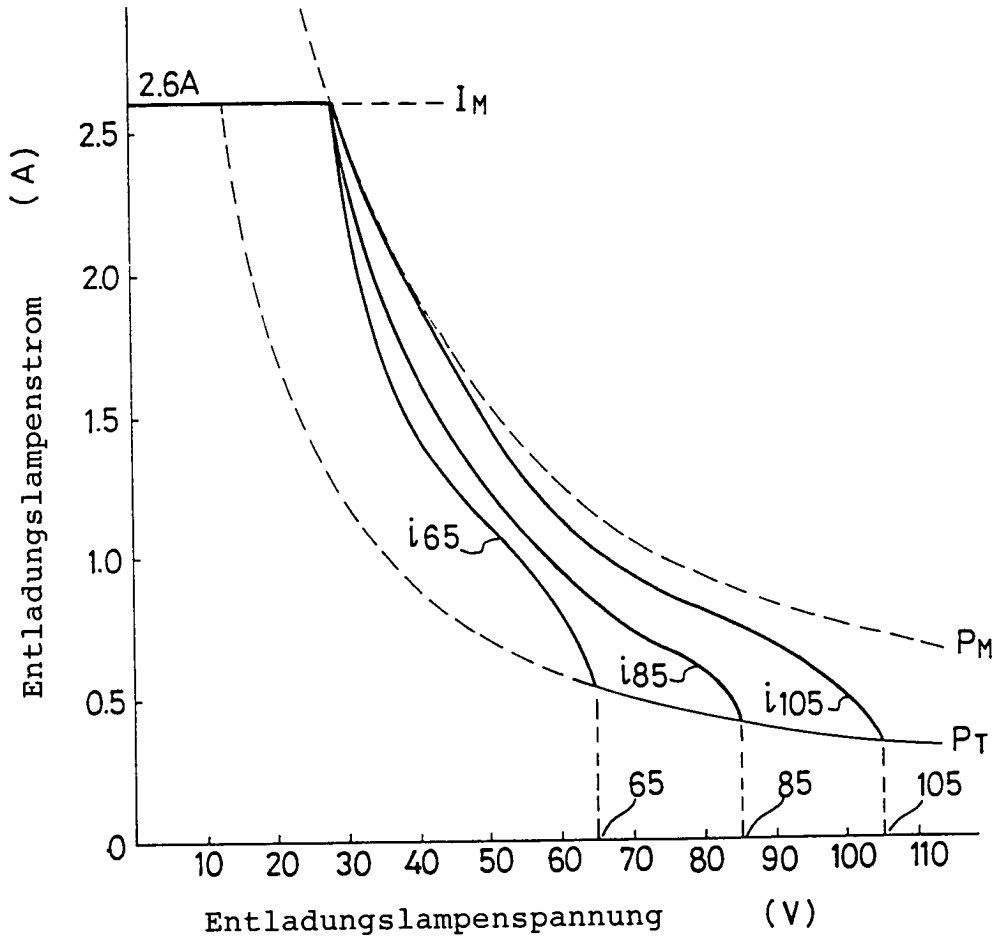

2.6A
I_M
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0
(A)
Entladungslampenstrom
i_{65}
i_{85}
i_{105}
P_M
P_T
65
85
105
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
Entladungslampenspannung
(V)

FIG. 12

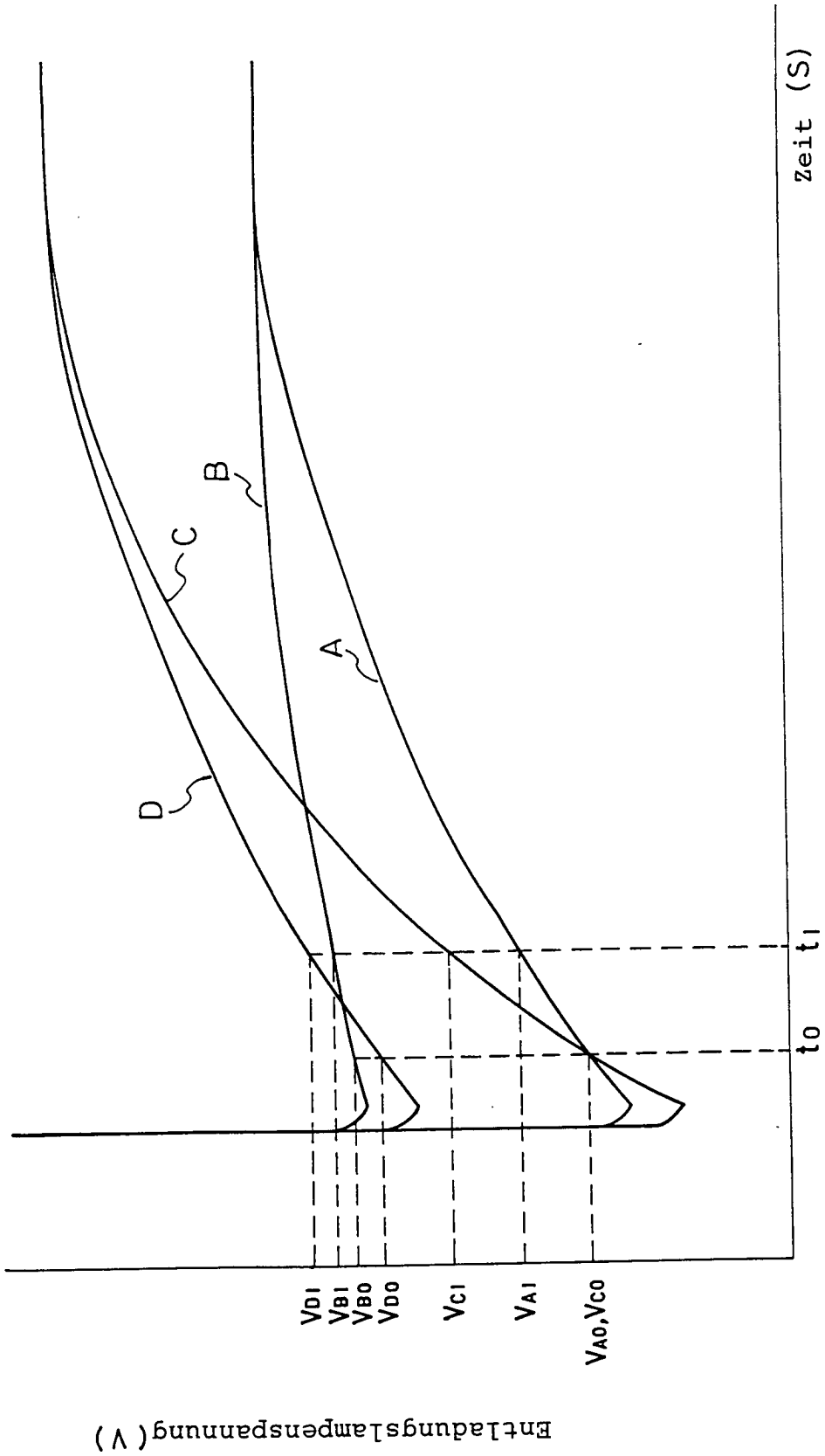

Zeit (S)
t1
t0
A
B
C
D
VDI
VBI
VBO
VDO
VCI
VAI
VA0,VC0
Entladungslampenspannung(V)

FIG.13

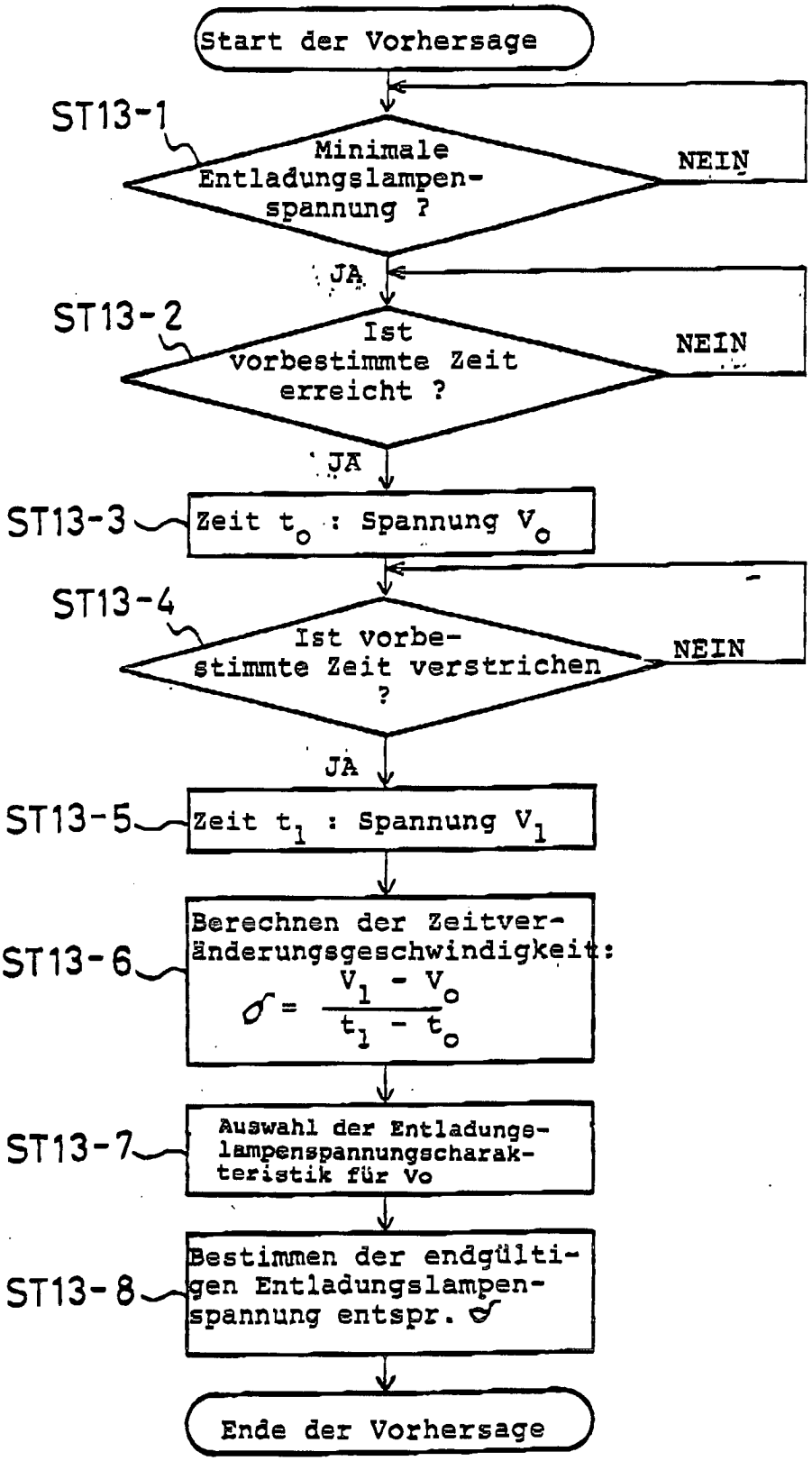

Start der Vorhersage
ST13-1
Minimale Entladungslampen-spannung ?
NEIN
JA
ST13-2
Ist vorbestimmte Zeit erreicht ?
NEIN
JA
ST13-3
Zeit t_o : Spannung V_o
ST13-4
Ist vorbe-stimmte Zeit verstrichen ?
NEIN
JA
ST13-5
Zeit t_1 : Spannung V_1
ST13-6
Berechnen der Zeitver-änderungsgeschwindigkeit:
$\sigma = \frac{V_1 - V_o}{t_1 - t_o}$
ST13-7
Auswahl der Entladunge-lampenspannungscharak-teristik für Vo
ST13-8
Bestimmen der endgülti-gen Entladungslampen-spannung entspr. σ
Ende der Vorhersage

FIG.14

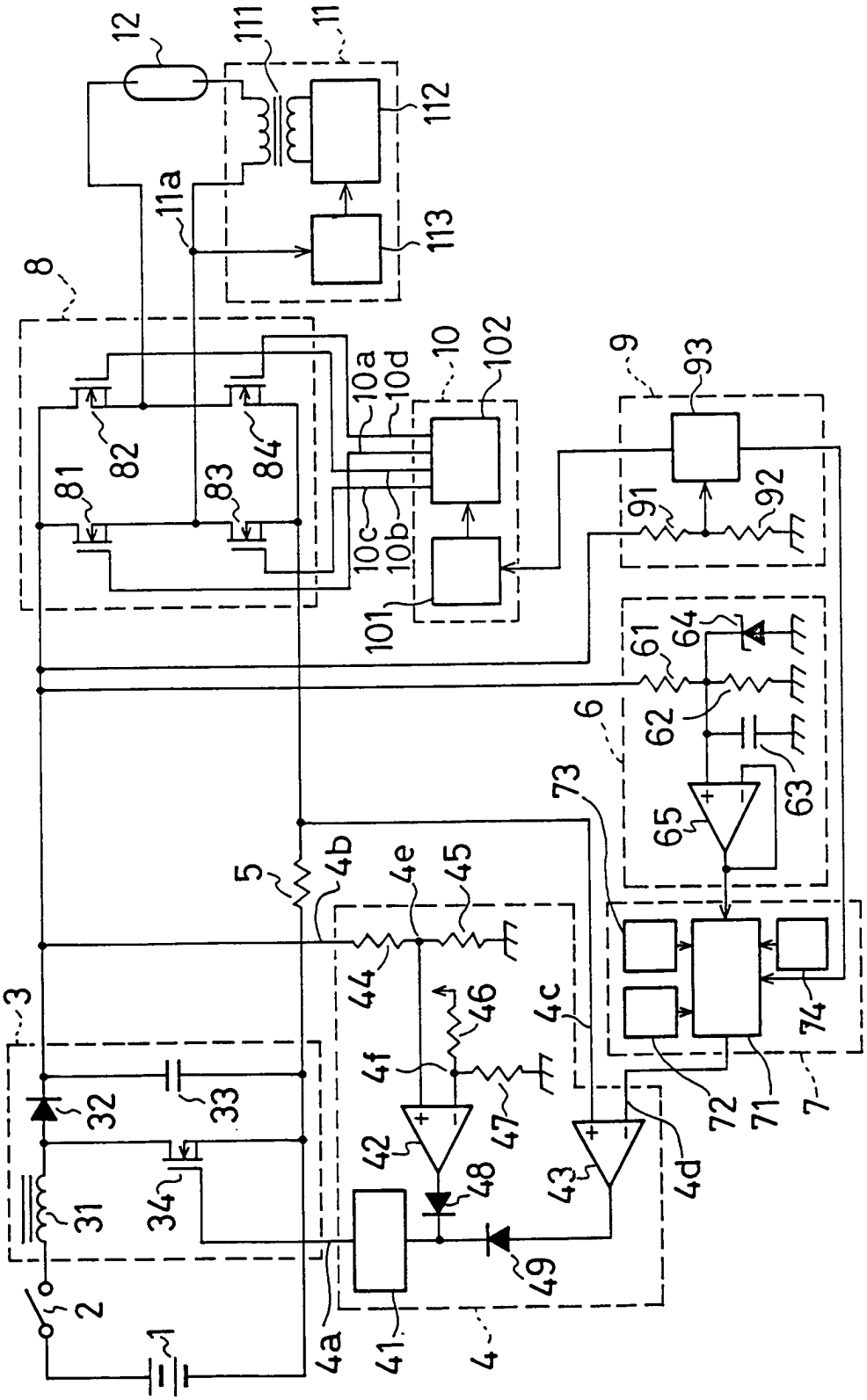

12
111
11
112
113
11a
8
10
102
10a
10d
10c
10b
101
9
93
91
92
81
82
83
84
61
64
62
63
6
65
73
5
4b
4e
45
44
46
4c
4f
47
42
48
43
4d
49
41
4a
4
3
32
33
31
34
2
1
72
71
74
7

FIG.15

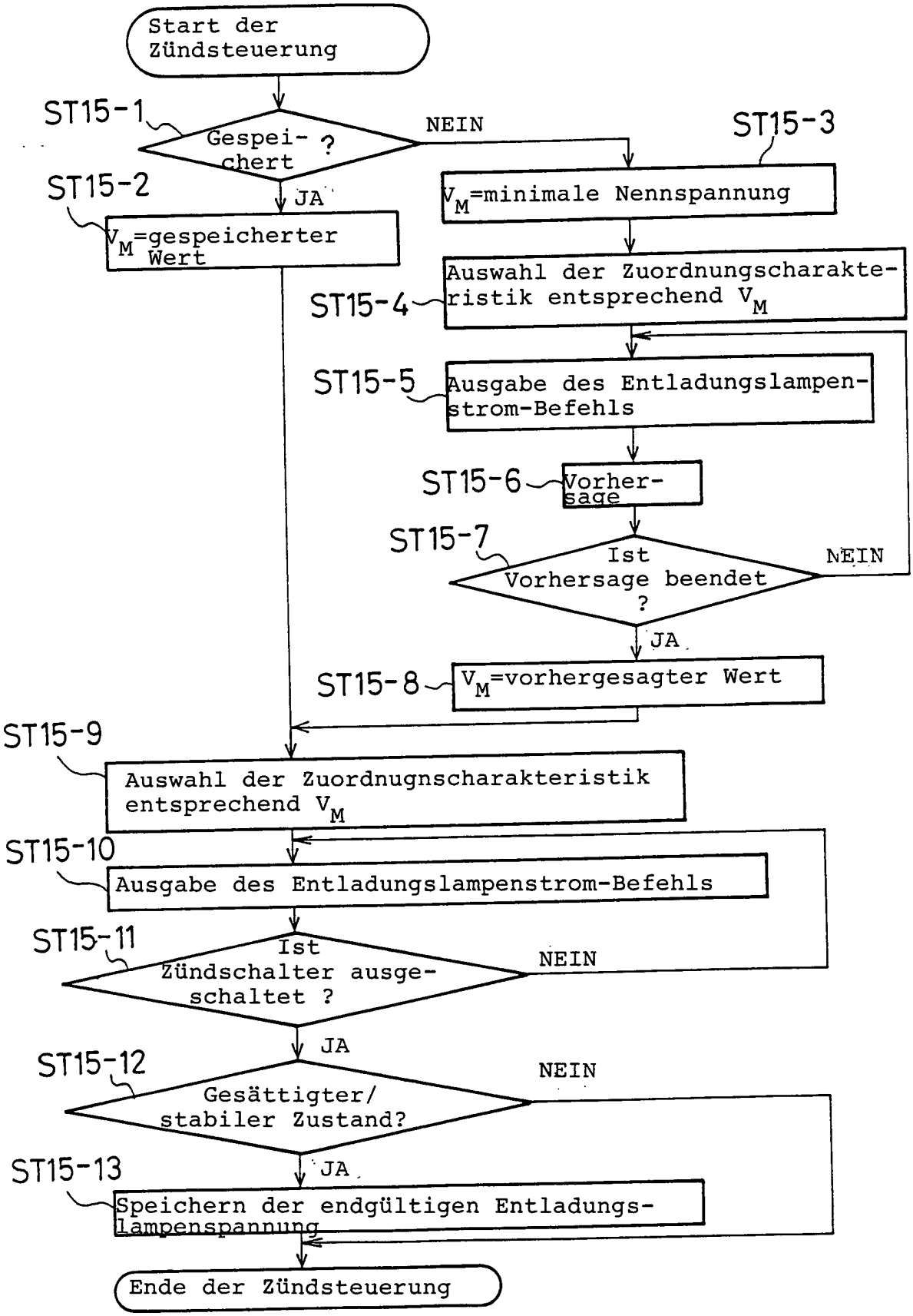

Start der Zündsteuerung
ST15-1
Gespei- chert ?
NEIN
ST15-3
JA
ST15-2
V_M=gespeicherter Wert
V_M=minimale Nennspannung
Auswahl der Zuordnungscharakteristik entsprechend V_M
ST15-4
ST15-5
Ausgabe des Entladungslampenstrom-Befehls
ST15-6
Vorhersage
ST15-7
Ist Vorhersage beendet ?
NEIN
JA
ST15-8
V_M=vorhergesagter Wert
ST15-9
Auswahl der Zuordnugnscharakteristik entsprechend V_M
ST15-10
Ausgabe des Entladungslampenstrom-Befehls
ST15-11
Ist Zündschalter ausgeschaltet ?
NEIN
JA
ST15-12
Gesättigter/ stabiler Zustand?
NEIN
JA
ST15-13
Speichern der endgültigen Entladungslampenspannung
Ende der Zündsteuerung

FIG. 16

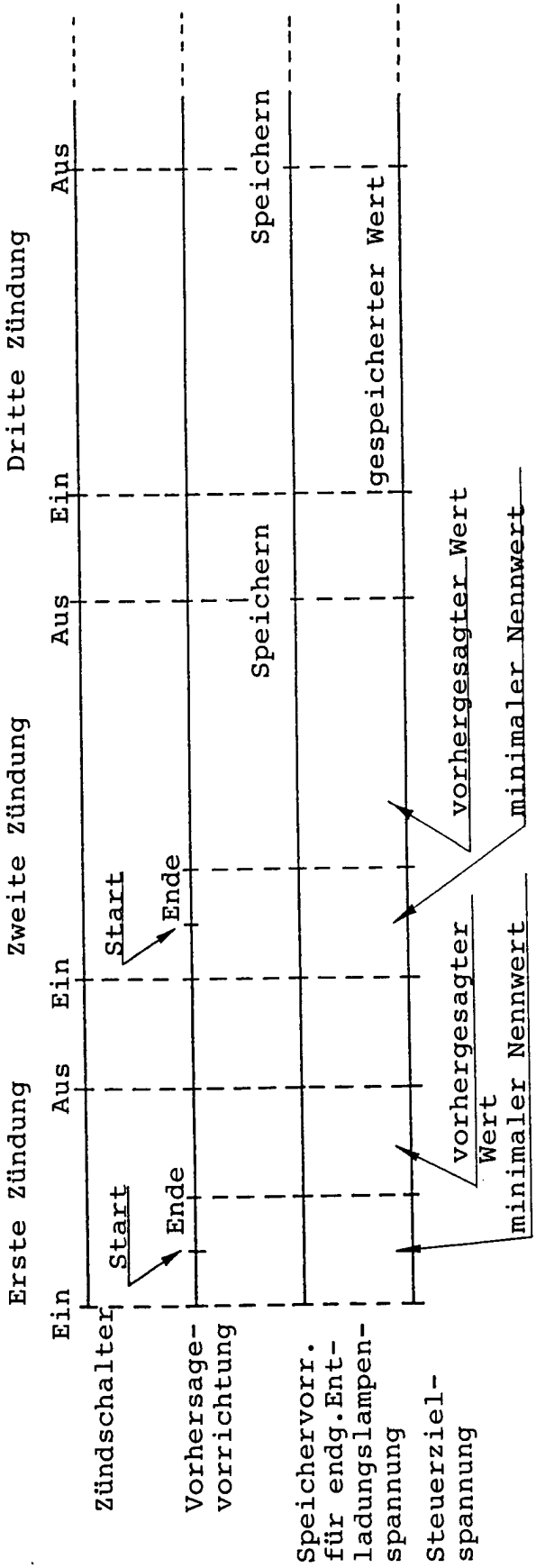

Erste Zündung
Zweite Zündung
Dritte Zündung
Ein
Aus
Ein
Aus
Ein
Aus
Zündschalter
Start
Ende
Start
Ende
Vorhersage-vorrichtung
Speichern
Speichern
Speichervorr. für endg.Entladungslampenspannung
gespeicherter Wert
Steuerzielspannung
vorhergesagter Wert
minimaler Nennwert
vorhergesagter Wert
minimaler Nennwert

FIG.17

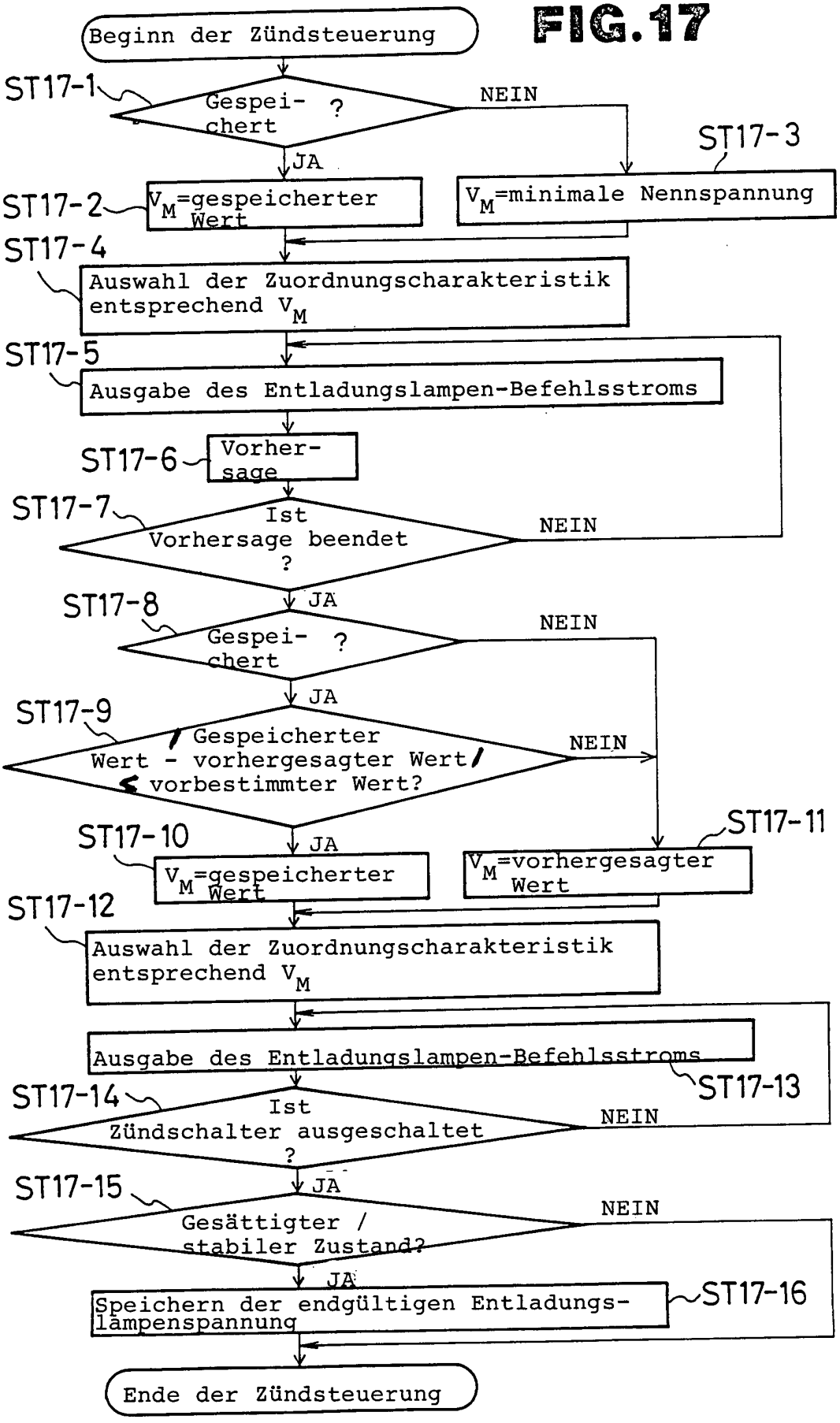

Beginn der Zündsteuerung
ST17-1
Gespei- ?
chert
NEIN
JA
ST17-3
ST17-2
V_M=gespeicherter Wert
V_M=minimale Nennspannung
ST17-4
Auswahl der Zuordnungscharakteristik entsprechend V_M
ST17-5
Ausgabe des Entladungslampen-Befehlsstroms
ST17-6
Vorher- sage
ST17-7
Ist Vorhersage beendet ?
NEIN
JA
ST17-8
Gespei- ?
chert
NEIN
JA
ST17-9
/ Gespeicherter Wert - vorhergesagter Wert /
≤ vorbestimmter Wert?
NEIN
JA
ST17-10
ST17-11
V_M=gespeicherter Wert
V_M=vorhergesagter Wert
ST17-12
Auswahl der Zuordnungscharakteristik entsprechend V_M
Ausgabe des Entladungslampen-Befehlsstroms
ST17-13
ST17-14
Ist Zündschalter ausgeschaltet ?
NEIN
JA
ST17-15
Gesättigter / stabiler Zustand?
NEIN
JA
ST17-16
Speichern der endgültigen Entladungs- lampenspannung
Ende der Zündsteuerung

FIG. 18

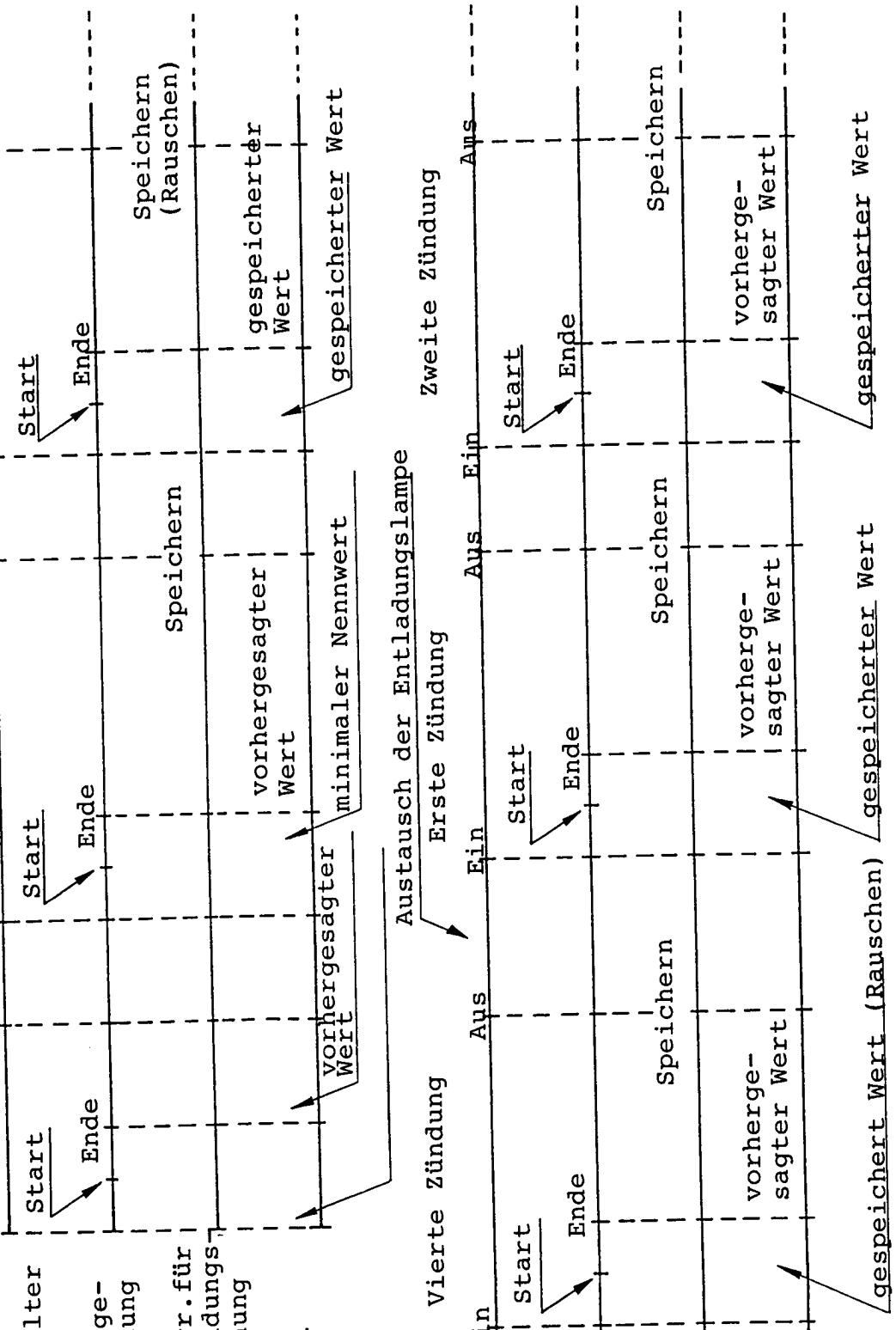

Erste Zündung
Zweite Zündung
Dritte Zündung
Zündschalter
Vorhersage-vorrichtung
Speichervorr. für endg. Entladungs-lampenspannung
Steuerziel-spannung
Ein
Aus
Start
Ende
Speichern (Rauschen)
gespeicherter Wert
vorhergesagter Wert
minimaler Nennwert
Austausch der Entladungslampe
Vierte Zündung
Erste Zündung
Zweite Zündung
Speichern
vorherge-sagter Wert
gespeichert Wert (Rauschen)
gespeicherter Wert

FIG. 19

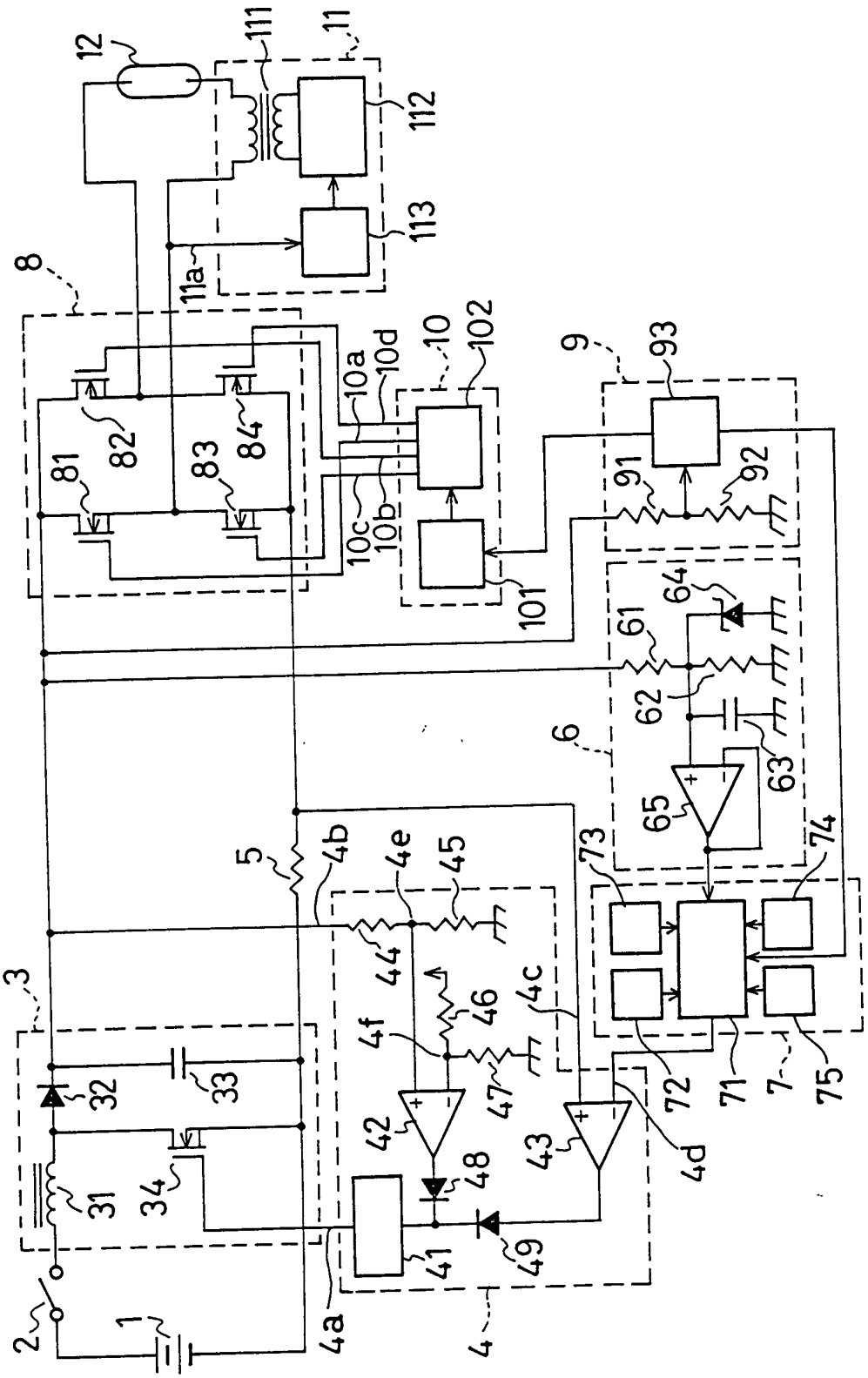

1
2
3
4
4a
4b
4c
4d
4e
4f
5
6
7
8
9
10
10a
10b
10c
10d
11
11a
12
31
32
33
34
41
42
43
44
45
46
47
48
49
61
62
63
64
65
71
72
73
74
75
81
82
83
84
91
92
93
101
102
111
112
113

FIG. 20

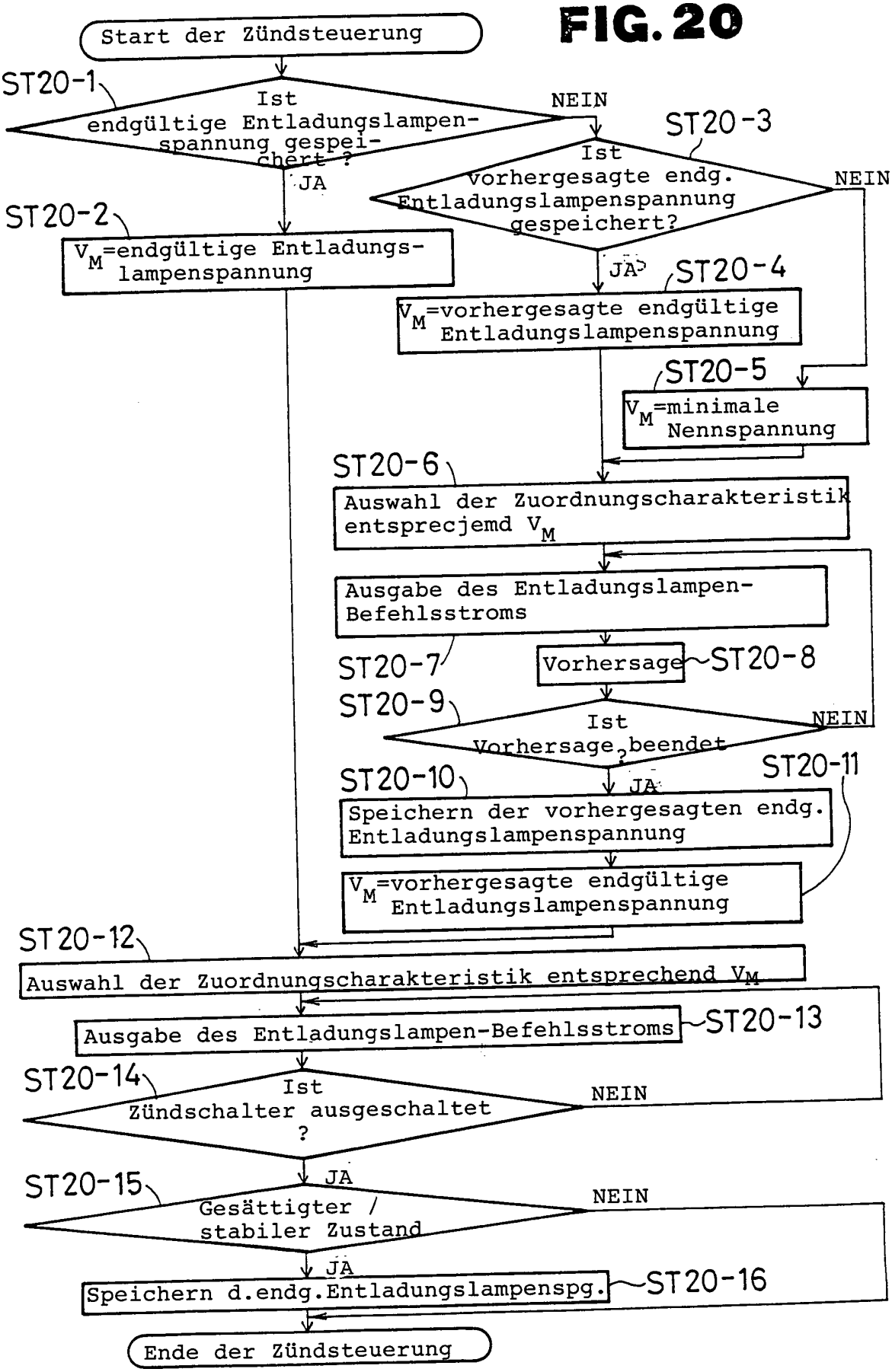

Start der Zündsteuerung
ST20-1
Ist endgültige Entladungslampen-spannung gespei-chert ?
NEIN
JA
ST20-3
Ist vorhergesagte endg. Entladungslampenspannung gespeichert?
NEIN
JA
ST20-2
V_M=endgültige Entladungs-lampenspannung
ST20-4
V_M=vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung
ST20-5
V_M=minimale Nennspannung
ST20-6
Auswahl der Zuordnungscharakteristik entsprecjemd V_M
Ausgabe des Entladungslampen-Befehlsstroms
ST20-7
Vorhersage
ST20-8
ST20-9
Ist Vorhersage beendet ?
NEIN
JA
ST20-10
ST20-11
Speichern der vorhergesagten endg. Entladungslampenspannung
V_M=vorhergesagte endgültige Entladungslampenspannung
ST20-12
Auswahl der Zuordnungscharakteristik entsprechend V_M
Ausgabe des Entladungslampen-Befehlsstroms
ST20-13
ST20-14
Ist Zündschalter ausgeschaltet ?
NEIN
JA
ST20-15
Gesättigter / stabiler Zustand
NEIN
JA
Speichern d.endg.Entladungslampenspg.
ST20-16
Ende der Zündsteuerung

FIG. 21

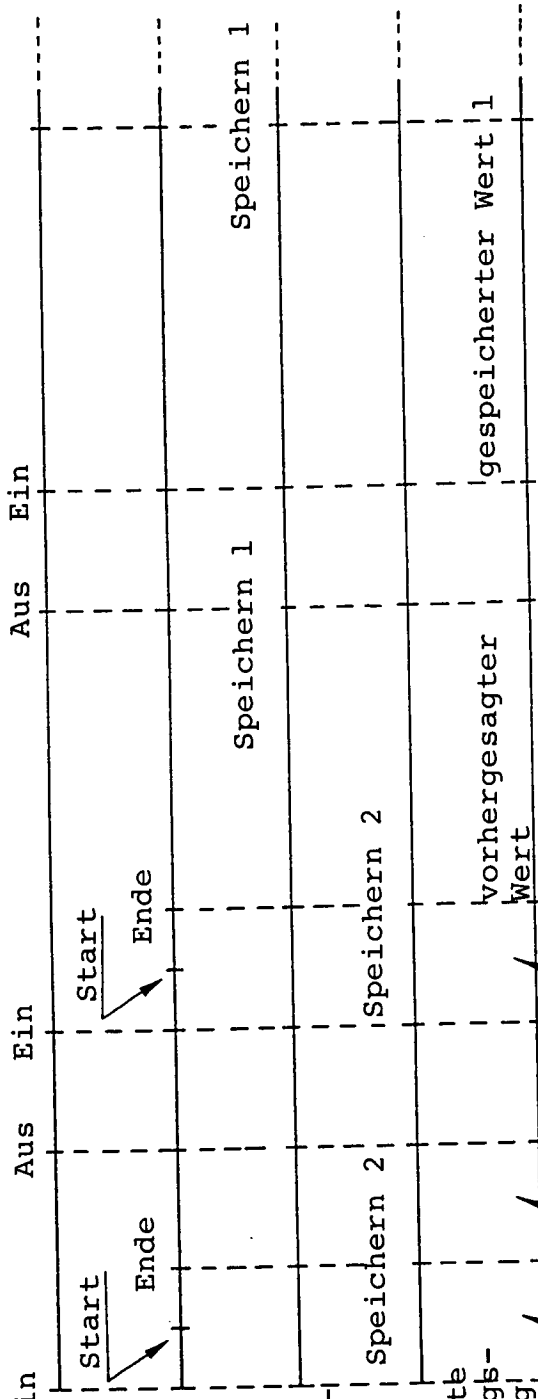

Erste Zündung
Zweite Zündung
Dritte Zündung
Ein
Aus
Ein
Aus
Ein
Zündschalter
Start
Ende
Start
Ende
Vorhersage-vorrichtung
Speichern 1
Speichern 1
Speichervorr. für endg.Entladungslampen-spannung
Speichern 2
Speichern 2
Speichervorr. f.vorhergesagte endg.Entladungslampenspannung
vorhergesagter Wert
gespeicherter Wert 1
Steuerziel-spannung
gespeicherter Wert 2
vorhergesagter Wert
minimaler Nennwert

FIG.22

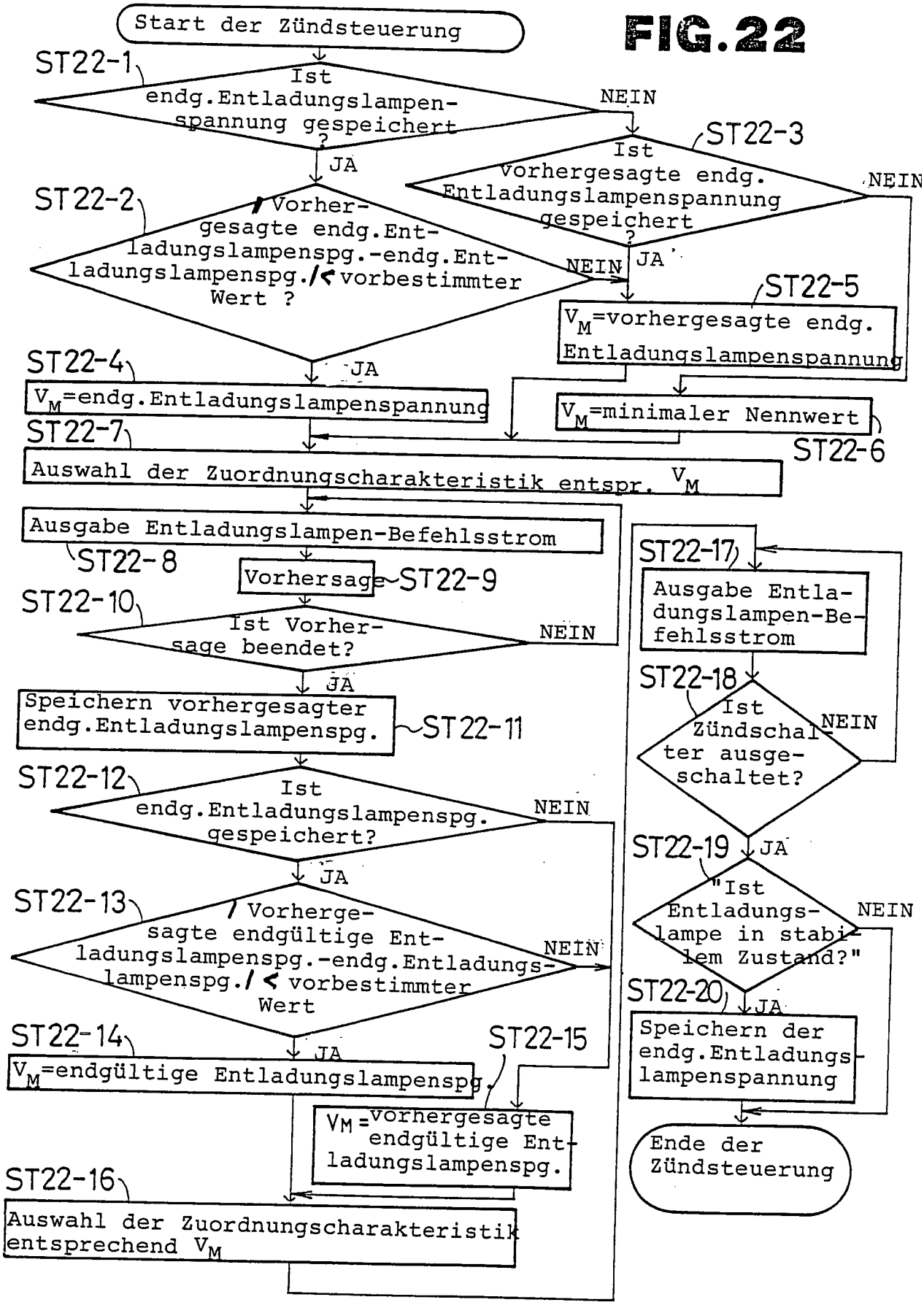

Start der Zündsteuerung
ST22-1
Ist endg.Entladungslampen-spannung gespeichert ?
NEIN
JA
ST22-3
Ist vorhergesagte endg. Entladungslampenspannung gespeichert ?
NEIN
JA
ST22-2
/ Vorher-gesagte endg.Ent-ladungslampenspg.-endg.Ent-ladungslampenspg./ < vorbestimmter Wert ?
NEIN
JA
ST22-5
V_M=vorhergesagte endg. Entladungslampenspannung
ST22-4
V_M=endg.Entladungslampenspannung
V_M=minimaler Nennwert
ST22-6
ST22-7
Auswahl der Zuordnungscharakteristik entspr. V_M
Ausgabe Entladungslampen-Befehlsstrom
ST22-8
Vorhersage
ST22-9
ST22-10
Ist Vorher-sage beendet?
NEIN
JA
Speichern vorhergesagter endg.Entladungslampenspg.
ST22-11
ST22-12
Ist endg.Entladungslampenspg. gespeichert?
NEIN
JA
ST22-13
/ Vorherge-sagte endgültige Ent-ladungslampenspg.-endg.Entladungs-lampenspg./ < vorbestimmter Wert
NEIN
JA
ST22-14
V_M=endgültige Entladungslampenspg.
ST22-15
V_M=vorhergesagte endgültige Entladungslampenspg.
ST22-16
Auswahl der Zuordnungscharakteristik entsprechend V_M
ST22-17
Ausgabe Entla-dungslampen-Be-fehlsstrom
ST22-18
Ist Zündschal-ter ausge-schaltet?
NEIN
ST22-19
JA
"Ist Entladungs-lampe in stabi-lem Zustand?"
NEIN
ST22-20
JA
Speichern der endg.Entladungs-lampenspannung
Ende der Zündsteuerung

FIG. 23

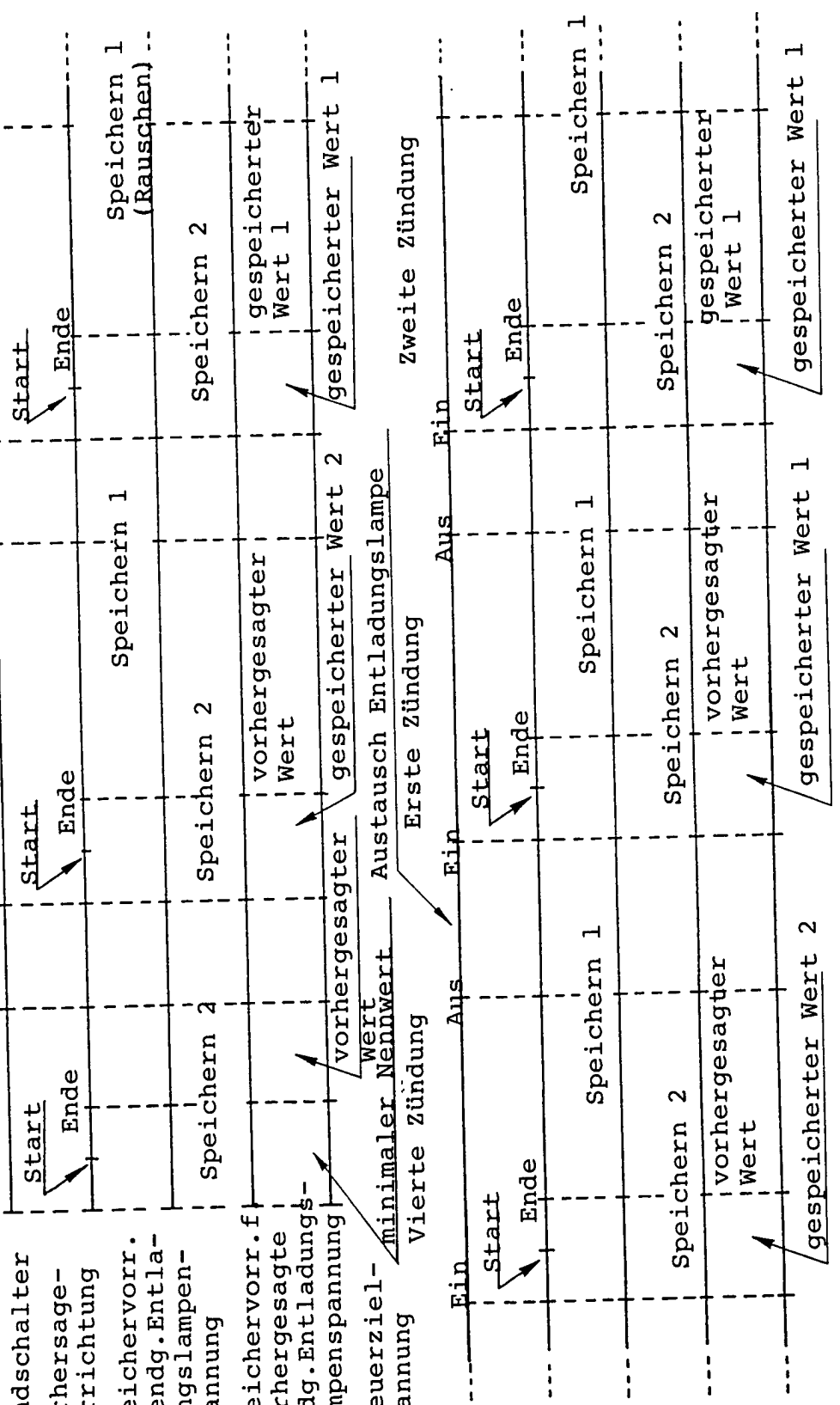
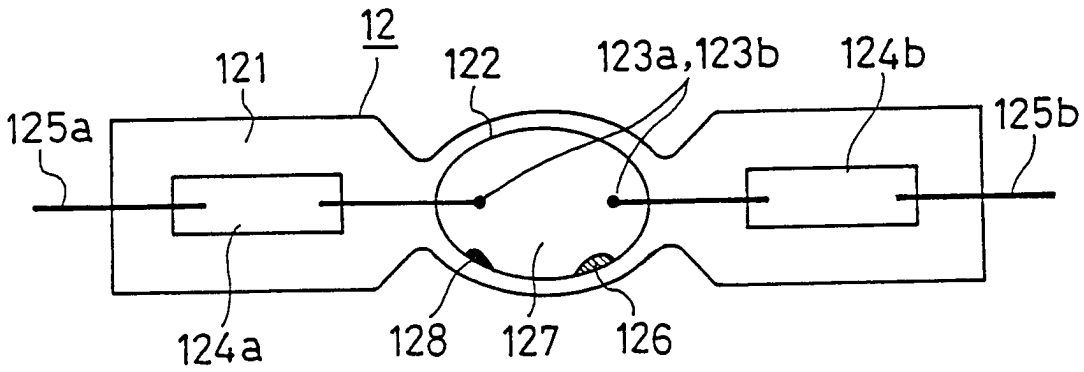
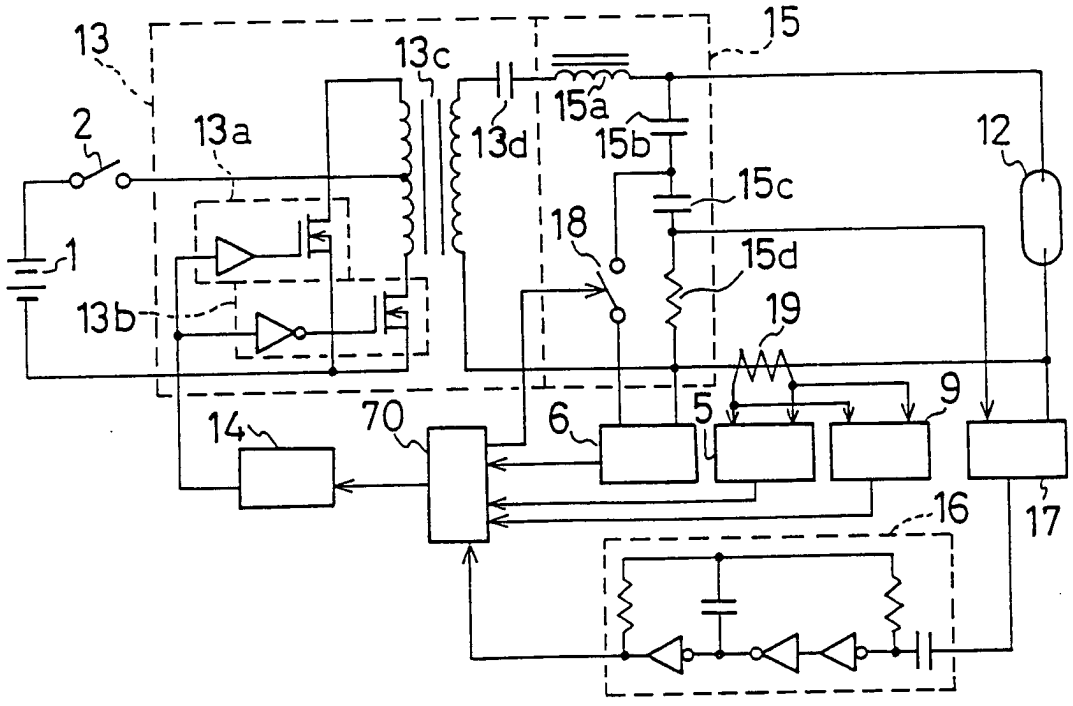

Erste Zündung
Zweite Zündung
Dritte Zündung
Zündschalter
Vorhersage-vorrichtung
Speichervorr. f.endg.Entla-dungslampen-spannung
Speichervorr. f. vorhergesagte endg.Entladungs-lampenspannung
Steuerziel-spannung
Ein
Aus
Start
Ende
Speichern 1
Speichern 2
Speichern 1 (Rauschen)
vorhergesagter Wert
gespeicherter Wert 1
gespeicherter Wert 2
vorhergesagter Wert
minimaler Nennwert
Austausch Entladungslampe
Erste Zündung
Zweite Zündung
Vierte Zündung

FIG.24



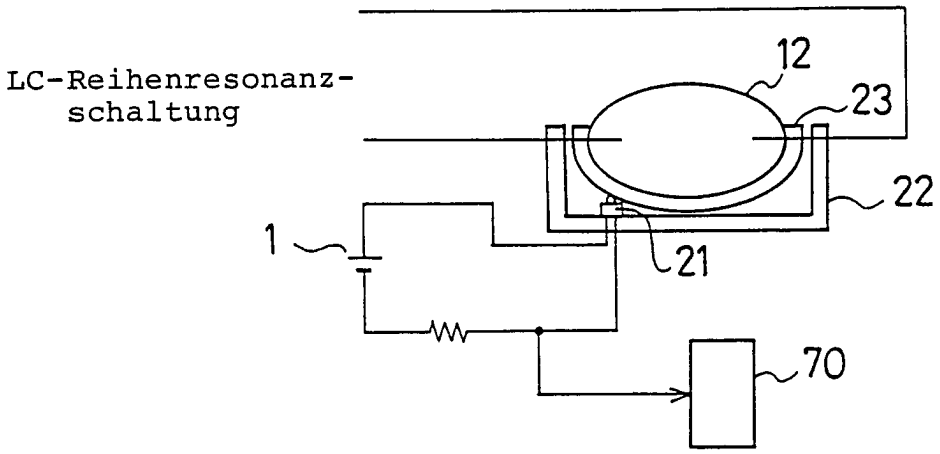
Stand der Technik

FIG.25



Stand der Technik

FIG.26



Stand der Technik