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

(10) **DE 695 30 623 T3** 2007.05.10

(12) Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 982 638 B2**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 30 623.5**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 203 757.2**
(96) Europäischer Anmeldetag: **03.08.1995**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.03.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **02.05.2003**
(97) Veröffentlichungstag des geänderten Patents beim EPA: **13.09.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.05.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***G04C 10/00*** (2006.01)
G04G 1/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

18261794	**03.08.1994**	**JP**
15654695	**22.06.1995**	**JP**

(73) Patentinhaber:
Seiko Instruments Inc., Chiba, JP; Seiko Epson Corp., Suwa, Nagano, JP

(74) Vertreter:
Weickmann & Weickmann, 81679 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH, DE, FR, GB, LI, NL

(72) Erfinder:
Takakura, Akira, Chiba-shi, Chiba, JP; Takahashi, Osamu, Nagano, JP

(54) Bezeichnung: **Elektronische Kontrolluhr**

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine elektronische Kontrolluhr, die eine Antriebsfeder als Antriebsquelle verwendet und einen Generator, der durch die Antriebsfeder angetrieben wird, sowie ein elektronisches Steuermittel aufweist, das mit der elektromotorischen Kraft des Generators betrieben wird.

[0002] US 3937001 und EP 0239820A beschreiben Uhrwerke, die einen durch eine Feder angetriebenen Wechselstromgenerator mit elektronischer Regelung des Wechselstromgeneratorrotors enthalten. EP 0239820A offenbart den Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0003] US 4141064, GB 2158274A, EP 0326312A, EP 0326313A, EP 0467667A und US 4730287 beschreiben elektronisch kontrollierte Uhren, die eine Hochsetzschaltung zum Verstärken der Spannungsversorgung enthalten.

[0004] FR 2339280A beschreibt eine Spannungshochsetzschaltung für die Verwendung in einer Uhr, die mit einer Gleichstromversorgungsbatterie betrieben wird. Die Schaltung enthält Schalttransistoren, die durch externe Taktimpulse geschaltet werden.

[0005] Ein herkömmlicher Typ von elektronischer Kontrolluhr zum Steuern von Geschwindigkeiten unter Verwendung einer elektronischen Schaltung mit einer Antriebsfeder als Antriebsquelle ist in den Fig. 3 und Fig. 4 der beigefügten Zeichnungen gezeigt. Fig. 3 ist ein Blockschaltbild, während Fig. 4 ein Blockdiagramm ist, das ein System zeigt, das Mechanikteile wie z. B. eine Antriebsfeder und dergleichen enthält.

[0006] Wie in Fig. 4 gezeigt ist, werden durch die mechanische Energie **101**, die in der Antriebsfeder **1** einer Uhr gespeichert sind, über einen Untersetzungsgetriebezug **2** Zeiger **12** bewegt und ein Generator **3** gedreht. Mittels der Rotation des Generators **3** wird eine elektromotorische Kraft **102** an beiden Enden einer darin befindlichen Spule induziert, wobei die elektromotorische Kraft **102** vorübergehend in einem Siebkondensator **4**, der mit der Spule elektrisch verbunden ist, als Speicherleistung **108** gespeichert wird. Ein integrierter Schaltkreis (im folgenden mit IC abgekürzt), der eine Oszillatorschaltung **7**, die mit einem Quarzoszillator **10** arbeitet, eine Frequenzteilerschaltung **6**, eine Zyklusvergleichsschaltung **8**, eine Zykluserfassungsschaltung **9** und eine Lastkontrollschaltung **5** und dergleichen enthält, wird von der Speicherleistung **108** angetrieben. Die Frequenz eines Signals, das durch die Operation des Quarzoszillators **10** in Schwingung versetzt wird, wird über die Oszillatorschaltung **7** und die Frequenzteilerschaltung **6** auf gegebene Zyklen heruntergeteilt. Das heruntergeteilte Frequenzsignal wird in die Zyklusvergleichsschaltung **8** als Referenzzyklussignal mit einem Zyklus von z. B. einer Sekunde eingegeben.

[0007] Die Zykluserfassungsschaltung **9** holt eine induzierte Spannung **104**, die mit dem Rotationszyklus des Generators **3** synchronisiert ist, und gibt ein Zykluserfaßt-Signal **105** an die Zyklusvergleichsschaltung **8** aus. Die Zyklusvergleichsschaltung **8** vergleicht jeden Zyklus des Referenzzyklussignals und des Zyklus-erfaßt-Signals, erhält eine Zeitdifferenz zwischen beiden Signalen und erzeugt ein Zykluskorrektursignal **106** zum Korrigieren des Rotationszyklus des Generators **3** und gibt dieses an die Lastkontrollschaltung **5** aus, um somit die Differenz zu beseitigen, d. h. den Zyklus des Generators **3** mit dem Zyklus des Referenzzyklussignals zu synchronisieren.

[0008] Die Lastkontrollschaltung **5** wählt geeignet einen Lastwiderstand aus durch Umschalten eines Schalters innerhalb der Schaltung, und ändert somit den Laststrom des Generators **3**, d. h. die Stärke des Stroms **7**, der durch die Spule des Generators **3** fließt, und steuert die Drehzahl des Generators **3** durch Regeln der Stärke einer elektromagnetischen Bremse, die der Stromstärke entspricht. Anschließend synchronisiert sie den Rotationszyklus des Generators **3** mit dem vom IC und vom Quarzoszillator **10** erzeugten Referenzzyklussignal, um den Zyklus konstant zu machen. Indem der Bewegungszyklus der Zeiger **12**, die mit dem Untersetzungsgetriebezug **2** zum Antreiben des Generators **3** verbunden sind, konstant gemacht wird, wird somit eine chronologisch genaue Zeit erhalten.

[0009] Fig. 3 zeigt die Verbindungen zwischen den obenerwähnten Schaltungen.

[0010] Elektronische Kontrolluhren auf der Grundlage eines solchen Prinzips sind z. B. beschrieben in den ungeprüften, veröffentlichten japanischen Patentanmeldungen Nr. 59-135388(1984) und 59-116078(1984).

[0011] Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Laufzeit in solchen elektronischen Kontrolluhren, d. h. auf die Zeit, während der eine Antriebsfeder ausgehend von dem Zustand, indem sie bis zum Äußersten auf-

gewickelt ist, allmählich entspannt wird und die Zeiger eine genaue Zeit anzeigen können. Die Laufzeit, wie in Fig. 5 gezeigt ist, wird durch den Entspannungswinkel θ der Antriebsfeder bestimmt, wobei eine Beziehung zwischen einem Antriebsfederdrehmoment Tz und einem minimalen Drehmomentverlust Thmin aufgrund der Rotation des Generators zu:

$$Tz < Thmin \times Z$$

wird, wobei Z ein Übersetzungsverhältnis des Getriebezuges von der Antriebsfeder zum Generator angibt.

[0012] Genauer, wenn der Rotationszyklus des Generators gleich $\underline{t}$ ist, wird der Entspannungswinkel Δθ der Antriebsfeder pro Einheitszeit bestimmt durch:

$$2\pi/(\underline{t} \times Z).$$

[0013] Ein Wert (θ/Δθ), der durch Dividieren des Entspannungswinkels θ der Antriebsfeder durch den Winkel Δθ erhalten wird, wird zur Laufzeit der elektronischen Kontrolluhr. Je größer das Übersetzungsverhältnis Z ist oder je länger der Rotationszyklus $\underline{t}$ des Generators ist, desto länger ist somit die Laufzeit.

[0014] Der Rotationszyklus $\underline{t}$ des Generators muß die folgenden Bedingungen erfüllen:

1. Der Rotationszyklus des Generators muß immer konstant sein. Da die Zeiger über den Übersetzungsgetriebezug verbunden sind und die Zeit anzeigen, ist der Rotationszyklus der Zeiger vorgegeben (z. B. ist der Zyklus des Sekundenzeigers gleich einer Minute pro Umdrehung). Es ist somit notwendig, daß der Generator immer mit einem konstanten Rotationszyklus rotiert.
2. Eine elektromotorische Kraft, die von dem Generator erzeugt wird, der mit einem konstanten Zyklus rotiert, muß eine ausreichende elektrische Leistung aufweisen, um eine stabile Operation des IC und des Quarzoszillators sicherzustellen. Dies liegt daran, daß der IC, der den Quarzoszillator enthält, durch die vom Generator erzeugte Leistung angetrieben wird, die vorübergehend im Siebkondensator gespeichert wird.
3. Um eine ausreichende elektromotorische Kraft zu erhalten, darf der Drehmomentverlust, der erzeugt wird, wenn der Generator rotiert, nicht erhöht werden. Das heißt, der Rotationszyklus des Generators stimmt mit einem Rotationszyklus zu einem Zeitpunkt des Gleichgewichts zwischen dem Antriebsfederdrehmoment Tz und Th × z überein, wobei Th × z die Gesamtsumme des Drehmomentverlustes, wie z. B. des magnetischen Drehmomentverlustes, des mechanischen Drehmomentverlustes und dergleichen, die durch die Rotation des Generators erzeugt werden, multipliziert mit einem Übersetzungsverhältnis Z bezeichnet. Wenn aus diesem Grund der Drehmomentverlust Th zu

   $$Th \times Z > Tzmax$$

   bezüglich eines maximalen Drehmomentwertes Tzmax, den die Antriebsfeder aufweist, wird, kann der für die Uhr erforderliche Zeigerbewegungszyklus nicht sichergestellt werden.

[0015] Der Generator einer elektronischen Kontrolluhr wird unter den obigen drei Bedingungen bezüglich seines Rotationszyklus gedreht.

[0016] Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Beziehung zwischen der Drehzahl eines Generators und verschiedenen Eigenschaften, wie z. B. der induzierter Spannung einer Spule, den magnetischen Drehmomentverlust, den mechanischen Drehmomentverlust und dergleichen, mit Bezug auf die Fig. 6, Fig. 7 und Fig. 8 der beigefügten Zeichnungen. Hierbei wird die Beziehung zwischen dem Rotationszyklus $\underline{t}$ und der Drehzahl ω ausgedrückt durch:

$$1/\underline{t} = \omega.$$

[0017] Fig. 6 ist ein Graph, der die Beziehung zwischen der Drehzahl ω eines Generators und einer induzierten Spannung E zeigt, die vom Generator in den Siebkondensator geladen wird. Wie mit einer durchgezogenen Linie (A) in Fig. 6 gezeigt ist, nimmt mit der Erhöhung der Drehzahl des Generators die induzierte Spannung E zu. Wenn der Generator mit einer Drehzahl ω1 rotiert, erreicht die induzierte Spannung E ihre Betriebsspannung E1, d. h. eine Spannung, die ausreicht, um die stabile Operation des IC einschließlich der Quarzoszillatorschaltung sicherzustellen.

[0018] Fig. 7 ist ein Graph, der die Beziehung zwischen der Drehzahl ω eines Generators und dem mecha-

nischen Drehmomentverlust Ts zeigt. Der mechanische Drehmomentverlust steigt mit einer Erhöhung der Drehzahl eines Generators an. Der mechanische Drehmomentverlust ändert sich in Abhängigkeit von der Drehzahl des Generators und wird gleich Ts1, wenn die Drehzahl gleich ω1 ist.

[0019] Fig. 8 ist ein Graph, der die Beziehung zwischen der Drehzahl eines Generators und dem magnetischen Drehmomentverlust zeigt. Der magnetische Drehmomentverlust enthält den Wirbelstrom-Drehmomentverlust und den Hysterese-Drehmomentverlust. Eine Summe dieser zwei Drehmomentverluste ergibt den magnetischen Drehmomentverlust. Der Wirbelstrom-Drehmomentverlust nimmt mit steigender Drehzahl des Generators zu. Andererseits ist der Hysterese-Drehmomentverlust konstant und weist keine Beziehung zur Drehzahl des Generators auf, und wird in Folge eines Energieverbrauches erzeugt, der sich ergibt, wenn ein in einem magnetischen Material auf einem magnetischen Pfad ausgebildeter magnetischer Bereich entsprechend der Änderung des magnetischen Flusses eines Rotormagneten invertiert wird. Der magnetische Drehmomentverlust ist gleich Tu1, wenn die Drehzahl des Generators gleich ω1 ist.

[0020] Zusammengefaßt, der minimale Drehmomentverlust Thmin, wenn der Generator mit einer Drehzahl ca1 rotiert, wird ausgedrückt durch:

Thmin = Ts1 + Tu1 + Tg,

wobei Tg den elektrischen Drehmomentverlust bezeichnet, der vom IC elektrisch verbraucht wird, der eine Oszillatorschaltung enthält, die eine elektrische Last für den Generator ist, und dergleichen.

[0021] In der elektronischen Kontrolluhr, die unter den obenerwähnten Bedingungen betrieben wird, wird die Spannung des Siebkondensators durch die vom Generator induzierte Spannung bestimmt. Somit ist es in dem Fall, indem die Betriebsspannung des IC, der die Quarzoszillatorschaltung enthält, hoch ist, notwendig, die vom Generator induzierte Spannung zu erhöhen. Um eine vom Generator induzierte Spannung zu erhöhen, werden herkömmlicher Weise Maßnahmen ergriffen, wie z. B. eine Verkürzung des Rotationszyklus des Generators durch Erhöhen des Übersetzungsverhältnisses des Getriebezuges, eine Verbesserung der magnetischen Eigenschaft des Generators, eine Erhöhung der Windungszahl der Generatorspule oder dergleichen.

[0022] Der herkömmliche Typ von elektronischer Kontrolluhr, der oben beschrieben worden ist, weist jedoch die folgenden Probleme auf.

[0023] Wenn als eine erste Maßnahme die Drehzahl des Generators auf ω2 erhöht wird und eine induzierte Spannung auf der Grundlage der durch eine durchgezogene Linie (A) in Fig. 6 gezeigten Eigenschaft auf E2 erhöht wird, wird auch ein mechanischer Drehmomentverlust auf Ts2 erhöht, wie in Fig. 7 gezeigt ist, und ein magnetischer Drehmomentverlust auf Tu2 erhöht, wie in Fig. 8 gezeigt ist. Dies führt zu einer Erhöhung der Summe dieser Drehmomentverluste, d. h. des minimalen Drehmomentverlustes Thmin, der durch die Rotation des Generators erzeugt wird.

[0024] Wenn als eine zweite Maßnahme die Zahl der verketteten magnetischen Flüsse einer Spule erhöht wird, indem der im Generator enthaltene Magnet so konstruiert wird, daß er ein großes Energieprodukt oder eine große Permeanz aufweist, wird die in Fig. 6 mit einer gestrichelten Linie (B) gezeigte Eigenschaft erhalten. Obwohl in diesem Fall eine induzierte Spannung auf E2 erhöht werden kann, während die Drehzahl des Generators bei ω1 gehalten wird, nimmt auch der magnetische Drehmomentverlust auf Tu2 zu, wie mit einer gestrichelten Linie in Fig. 8 gezeigt ist. Dies führt schließlich zu einer Erhöhung des minimalen Drehmomentverlusts Thmin, der von der Rotation des Generators erzeugt wird.

[0025] Wenn als eine dritte Maßnahme die Windungszahl der Spule erhöht wird, wird wiederum die in Fig. 6 mit der gestrichelten Linie (B) gezeigte Eigenschaft erhalten, wodurch die induzierte Spannung ansteigen kann. In diesem Fall nimmt jedoch die Länge oder Dicke der Spule zu. In dem Fall, in dem die Spule lang gemacht wird, wird auch die Länge des magnetischen Pfades erhöht und der magnetische Drehmomentverlust nimmt somit zu.

[0026] Zusammenfassung der Probleme:

(1) Da der minimale Drehmomentverlust Thmin des Generators bei den ersten und zweiten Maßnahmen erhöht wird, wird die Laufzeit verkürzt. Das heißt, wie in Fig. 5 gezeigt ist, wenn der minimale Drehmomentverlust von Thmin1 auf Thmin2 ansteigt, wird die Laufzeit von T1 auf T2 verkürzt.

(2) Da der vom Generator beanspruchte Raum bei der dritten Maßnahme erweitert ist, ist die Form einer Uhr groß, was zu einer Verringerung ihres kommerziellen Wertes führt.

[0027] Wenn der von der Antriebsfeder beanspruchte Raum erweitert wird, um somit die Laufzeit länger zu machen, führt dies ebenfalls zu einer Verringerung des kommerziellen Wertes der Uhr.

[0028] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine elektronische Kontrolluhr zu schaffen, die ihrem Siebkondensator erlaubt, eine hohe Spannung zu halten, eine stabile Operation ihres IC sicherstellt und eine hochgenaue Zeit als Uhr zur Verfügung stellt, ohne ihren kommerziellen Wert als Uhr zu reduzieren durch Vergrößern ihrer Form, Verkürzen ihrer Laufzeit und dergleichen.

[0029] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine elektronische Kontrolluhr geschaffen, die umfaßt: eine Antriebsfeder zum Speichern mechanischer Energie, die die elektronische Kontrolluhr antreibt; einen drehzahlerhöhenden Getriebezug zum Übertragen der mechanischen Energie, die in der Feder gespeichert ist; einen Generator, der vom Getriebezug angetrieben wird und induzierte Wechselstromleistung erzeugt und die mechanische Energie in elektrische Energie umsetzt; eine Hochsetzschaltung zum Verstärken der vom Generator erzeugten induzierten Spannung; einen Siebkondensator, der von der von der Hochsetzschaltung erzeugten verstärkten Spannung geladen wird; eine Oszillatorschaltung, die von der im Siebkondensator gespeicherten elektrischen Energie angetrieben wird, wobei die Oszillatorschaltung ein Oszillatorsignal mit einer vorgegebenen Frequenz ausgibt; eine Zykluserfassungsschaltung zum Ausgeben eines Zyklus-erfaßt-Signals, das dem Rotationszyklus des Generators entspricht; eine Zyklusvergleichsschaltung zum Ausgeben eines Zykluskorrektursignals, das einer Differenz entspricht, die erhalten wird durch Vergleichen eines von der Oszillatorschaltung ausgegebenen Referenzzyklussignals und des von der Zykluserfassungsschaltung ausgegebenen Zyklus-erfaßt-Signals; eine veränderliche Lastschaltung zum Setzen des Rotationszyklus des Generators, so daß er mit einem vorgegebenen Zyklus übereinstimmt, der dem Referenzzyklussignal entspricht, durch Ändern der elektrischen Last des Generators in Reaktion auf das Zykluskorrektursignal, das von der Zyklusvergleichsschaltung ausgegeben wird; und Zeiger, die mit dem Getriebezug in Eingriff sind, wobei die Zeiger eine Zeit anzeigen und mit einem vorgegebenen Zyklus entsprechend dem Rotationszyklus des Generators bewegt werden; dadurch gekennzeichnet, daß die Hochsetzschaltung einen Nebenkondensator enthält, der in Serie mit dem Generator verbunden ist; und die Spannung, die den Siebkondensator lädt, verstärkt wird durch Überlagern einer Anschlußspannung des Nebenkondensators mit der induzierten Spannung des Generators.

[0030] Die Hochsetzschaltung enthält vorzugsweise eine Diode, die mit dem Generator und dem Nebenkondensator so kombiniert ist, daß sie eine geschlossene Schleife bildet; wobei der Katodenanschluß der Diode sowohl mit dem Anodenanschluß einer Gleichrichterdiode als auch mit einer Seite des Generators verbunden ist, wobei der Anodenanschluß der Diode mit einem Ende des Nebenkondensators verbunden ist, dessen anderes Ende mit der anderen Seite des Generators verbunden ist.

[0031] Die Kapazität des Nebenkondensators ist vorzugsweise kleiner als die Kapazität des Siebkondensators.

[0032] Die veränderliche Lastschaltung kann gebildet werden von einer Lastkontrollschaltung, die eine Schaltvorrichtung und einen Widerstand enthält, wobei die Schaltvorrichtung die Last am Generator ändert, indem sie in Reaktion auf das Zykluskorrektursignal, das von der Zyklusvergleichsschaltung ausgegeben wird, die Verbindung des Widerstands und des Generators zyklisch ein/ausschaltet.

[0033] Die elektronische Kontrolluhr kann gekennzeichnet sein durch eine weitere Hochsetzschaltung, die mehrere Kondensatoren sowie mehrere Schaltelemente enthält, die periodisch geschaltet werden können, so daß sie die mehreren Kondensatoren selektiv parallel verbinden und ermöglichen, daß die induzierte Leistung vom Generator als Ladung in den parallel verbundenen Kondensatoren gespeichert werden kann, und daß sie die mehreren Kondensatoren selektiv in Serie verbinden, um zu ermöglichen, daß die Ladung in den Kondensatoren in den Siebkondensator entladen werden kann.

[0034] Es ist möglich, eine Hochsetz-Steuerschaltung zum Steuern der Hochsetzschaltung zu schaffen, wobei die Hochsetz-Steuerschaltung ein Hochsetz-Steuersignal synchron mit einem Zyklus-erfaßt-Signal in Reaktion auf ein von der Zykluserfassungsschaltung ausgegebenes Zyklus-erfaßt-Signal ausgibt, wobei das Ein/Aus-Schalten der mehreren Schaltelemente in der weiteren Hochsetzschaltung durch das Hochsetz-Steuersignal gesteuert wird, und wobei eine Hochsetzoperation synchron mit dem Zyklus-erfaßt-Signal durchgeführt wird.

[0035] Es ist ferner möglich, daß die Hochsetz-Steuerschaltung mit einer Funktion zum selektiven Steuern der Operation der Schaltelemente versehen ist, um somit selektiv Kondensatoren der mehreren Kondensatoren parallel zu verbinden, um sie aufzuladen, und in Serie zu verbinden, um sie zu entladen, um somit das

Hochsetz-Multiplikationsverhältnis der weiteren Hochsetzschaltung zu steuern.

[0036] In einer bevorzugten Ausführungsform kann die veränderliche Lastschaltung die weitere Hochsetzschaltung umfassen.

[0037] Durch Ändern des Hochsetz-Verstärkungsverhältnisses der weiteren Hochsetzschaltung ist es somit möglich, einen Laststrom des Generators zu ändern und somit seine Geschwindigkeit zu regeln, wobei die Drehzahl des Generators konstant gehalten wird.

[0038] Indem die Hochsetzschaltung mit einem Nebenkondensator gebildet wird, der in Serie mit dem Generator angeschlossen ist, ist es möglich, eine Hochsetzwirkung unabhängig von der Operation des IC zu erhalten.

[0039] Im folgenden werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in welchen:

[0040] Fig. 1 ein Blockschaltbild einer elektronischen Kontrolluhr ist;

[0041] Fig. 2 ein Blockschaltbild ist, das die Energieübertragung einer elektronischen Kontrolluhr zeigt;

[0042] Fig. 3 ein Blockschaltbild einer herkömmlichen elektronischen Kontrolluhr ist;

[0043] Fig. 4 ein Blockschaltbild ist, das die Energieübertragung der in Fig. 3 gezeigten elektronischen Kontrolluhr zeigt;

[0044] Fig. 5 eine Ansicht ist, die die Antriebsfeder einer elektronischen Kontrolluhr, ihren Entspannungswinkel und den Drehmomentverlust eines Generators zeigt;

[0045] Fig. 6 eine Ansicht ist, die eine Beziehung zwischen der Drehzahl und der induzierten Spannung eines Generators in einer elektronischen Kontrolluhr zeigt;

[0046] Fig. 7 eine Ansicht ist, die eine Beziehung zwischen der Drehzahl und dem mechanischen Drehmomentverlust eines Generators in einer elektronischen Kontrolluhr zeigt;

[0047] Fig. 8 eine Ansicht ist, die eine Beziehung zwischen der Drehzahl und dem mechanischen Drehmomentverlust eines Generators in einer elektronischen Kontrolluhr zeigt;

[0048] Fig. 9 ein Blockschaltbild einer Hochsetzschaltung zur Verwendung in den bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist;

[0049] Fig. 10A ein Blockschaltbild der Verbindungen zwischen einem Siebkondensator und einem Hochsetzkondensator vor der Verstärkung in der in Fig. 9 gezeigten Hochsetzschaltung ist;

[0050] Fig. 10B ein Blockschaltbild ist, das eine Beziehung zwischen einem Siebkondensator und einem Hochsetzkondensator zum Zeitpunkt der Verstärkung in der in Fig. 9 gezeigten Hochsetzschaltung zeigt;

[0051] Fig. 11 ein Zeitablaufdiagramm für das Ein/Aus-Schalten der Schaltelemente in der in Fig. 9 gezeigten Hochsetzschaltung ist;

[0052] Fig. 12 eine Ansicht ist, die die elektrischen Eigenschaften eines IC zeigt;

[0053] Fig. 13 ein Blockschaltbild einer alternativen Ausführungsform einer elektronischen Kontrolluhr ist;

[0054] Fig. 14 eine Ansicht ist, die eine Beziehung zwischen der Drehzahl eines Generators und einen Antriebsfederdrehmoment zeigt;

[0055] Fig. 15 ein Blockschaltbild ist, das eine zusätzliche Hochsetzschaltung zur Verwendung in den bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0056] Fig. 16 eine Ansicht ist, die die Beziehung zwischen dem Entspannungswinkel einer Antriebsfeder und

einem Hochsetz-Multiplikationsverhältnis für die in Fig. 13 gezeigte Uhr zeigt;

[0057] Fig. 17 ein Blockschaltbild ist, das eine Hochsetzschaltung zeigt, die einen Nebenkondensator verwendet, entsprechend einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0058] Fig. 18 ein Graph ist, der eine hochgesetzte Spannungssignalform der in Fig. 17 gezeigten Hochsetzschaltung zeigt;

[0059] Fig. 19 ein Blockschaltbild ist, das eine alternative Anordnung für eine Hochsetzschaltung zeigt, die einen Nebenkondensator in Serie mit einem Siebkondensator verwendet;

[0060] Fig. 20 ein Blockschaltbild ist, das eine Hochsetzschaltung in einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0061] Fig. 21 ein Blockschaltbild ist, das eine Hochsetzschaltung in einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0062] Fig. 22 ein Blockschaltbild ist, das eine Hochsetzschaltung in einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0063] Fig. 23 ein Blockschaltbild ist, das eine Hochsetzschaltung in einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0064] Fig. 24 ein Blockschaltbild ist, das eine Hochsetzschaltung in einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0065] Im folgenden werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0066] Eine elektronische Kontrolluhr des Typs zur Verwendung mit der vorliegenden Erfindung wird mit Bezug auf die Fig. 1 und Fig. 2 beschrieben.

[0067] Fig. 1 ist ein Blockschaltbild, das eine Schaltung einer elektronischen Kontrolluhr zeigt, während Fig. 2 ein Blockschaltbild ist, das das System einer elektronischen Kontrolluhr, wie in Fig. 1 gezeigt, zeigt, das jedoch auch mechanische Teile wie z. B. eine Antriebsfeder und dergleichen und eine Hochsetzschaltung **15** enthält.

[0068] In Fig. 2 speichert eine Antriebsfeder **1** mechanische Energie **101**, die eine Uhr antreibt. Diese mechanische Energie **101** bewegt Zeiger **12** und dreht einen Generator **3** über einen Übersetzungsgetriebezug **2**. Durch die Rotation des Generators **3** wird an beiden Enden einer darin befindlichen Spule eine elektromotorische Kraft induziert.

[0069] In Fig. 1 ist ein Ende der Spule im Generator **3** mit einer Diode **21** und einer in einem IC **11** vorgesehenen Lastkontrollschaltung **5** verbunden (die Teile, die in Fig. 1 mit einer gestrichelten Linie umrundet sind), während das andere Ende geerdet ist. Die Diode **21** richtet den Fluß einer elektromotorischen Wechselstromkraft **102** gleich, die vom Generator **3** induziert wird. Die elektromotorische Kraft **102**, deren Fluß gleichgerichtet ist, wird der Hochsetzschaltung **15** im IC **11** zugeführt. Die Hochsetzschaltung **15** erzeugt z. B. daraus bei Bedarf eine Hochsetzspannung **103**, die doppelt so hoch ist wie die gleichgerichtete elektromotorische Kraft **102**. Die Hochsetzspannung **103** wird vorübergehend als Speicherleistung **108** in einem Siebkondensator **4** gespeichert, der parallel zur Hochsetzschaltung **15** angeordnet ist. Die Hochsetz-Steuerschaltung **16** erzeugt ein Hochsetz-Steuersignal zum Steuern der Verstärkungsoperation der Hochsetzschaltung **15**. Der Siebkondensator **4** erlaubt den IC **11**, kontinuierlich angetrieben zu werden, indem er konstant die gespeicherte Speicherleistung **108** zuführt.

[0070] Der IC **11** enthält eine Oszillatorschaltung **7**, eine Frequenzteilerschaltung **6**, eine Zyklusvergleichsschaltung **8**, eine Zykluserfassungsschaltung **9**, eine Lastkontrollschaltung **5**, eine Hochsetzschaltung **15** und eine Hochsetz-Steuerschaltung **16**. Ein Ende der jeweiligen Schaltungen ist geerdet.

[0071] Die Oszillatorschaltung **7** ist elektrisch mit einem Quarzoszillator **15** verbunden und gibt ein Schwingungstaktsignal an die Frequenzteilerschaltung **6** aus. Die Frequenzteilerschaltung **6** erzeugt ihrerseits ein Re-

ferenzzyklussignal von z. B. einem Zyklus von einer Sekunde unter Verwendung des Schwingungstaktsignals, und gibt dieses an die Zyklusvergleichsschaltung **8** aus.

[0072] Die Zykluserfassungsschaltung **9** empfängt eine induzierte Spannung **104** vom Generator **3**, erzeugt ein Zyklus-erfaßt-Signal **105**, das mit dem Rotationszyklus des Generators **3** synchronisiert ist, und gibt dieses an die Zyklusvergleichsschaltung **8** und die Hochsetz-Steuerschaltung **16** aus.

[0073] Die Zyklusvergleichsschaltung **8** vergleicht einen Zyklus des Referenzzyklussignals, das von der Frequenzteilerschaltung **6** erzeugt wird, und einen Zyklus des Zyklus-erfaßt-Signals, das von der Zykluserfassungsschaltung **9** erzeugt wird, erzeugt ein Zykluskorrektursignal **106** für die Beseitigung einer Zeitdifferenz zwischen den beiden Signalen, und gibt dieses an die Lastkontrollschaltung **5** aus.

[0074] Die Hochsetz-Steuerschaltung **16** erzeugt ein Hochsetz-Steuersignal aus dem Zyklus-erfaßt-Signal und gibt dieses an die Hochsetzschaltung **15** aus. Die Hochsetzschaltung **15** führt ihrerseits auf der Grundlage des Hochsetz-Steuersignals eine Verstärkungsoperation mit dem Zyklus der induzierten Spannung **104** aus, d. h. zu einem Zeitpunkt, zu dem sie mit dem Rotationszyklus des Generators **3** synchronisiert ist.

[0075] Die Lastkontrollschaltung **5** ändert einen Laststrom am Generator **3**, d. h. die Stärke eines Stroms **107**, der durch eine Spule im Generator **3** fließt, durch geeignetes Auswählen eines Lastwiderstandes und Ändern der Schaltelemente innerhalb der internen Schaltung, steuert die Stärke einer elektromagnetischen Bremse, die der Stärke eines Stroms **107** entspricht, und regelt somit die Drehzahl des Generators **3**. Das Ein/Aus-Schalten des Schaltelements, das an der Lastkontrollschaltung **4** vorgesehen ist, wird entsprechend dem Zykluskorrektursignal **106** ausgeführt.

[0076] Wenn das Schaltelement eingeschaltet wird, wird ein geschlossener Stromkreis zwischen dem Generator **3** und der Lastkontrollschaltung **5** ausgebildet. Zu diesem Zeitpunkt fließt in Abhängigkeit von der Potentialdifferenz einer in der Spule im Generator **3** erzeugten elektromotorischen Kraft ein Strom zur Lastkontrollschaltung **5**, wobei Leistung verbraucht wird. Anschließend wird an den Generator eine elektromagnetische Bremse angelegt, wodurch der Rotationszyklus des Generators **3** verlängert wird.

[0077] Wenn andererseits das Schaltelement ausgeschaltet wird, wird ein offener Stromkreis zwischen dem Generator **3** und der Lastkontrollschaltung **5** ausgebildet. Zu diesem Zeitpunkt fließt kein Strom zur Lastkontrollschaltung **5** und es wird darin keine Leistung verbraucht. Somit wird eine elektrische Last am Generator reduziert, wodurch der Rotationszyklus des Generators **3** verkürzt wird.

[0078] Dementsprechend wird durch Synchronisieren des Rotationszyklus des Generators **3** mit einem vom Quarzoszillator **10** und vom IC erzeugten Referenzzyklus dessen Rottationszyklus mit einem vorgegebenen konstanten Zyklus in Übereinstimmung gebracht. Das heißt, in dem Fall, in dem ein Sekundenzeiger genau mit 1 min^{-1} gedreht wird, wird der Rotationszyklus des Generators **3** um das Maß eines Übersetzungsverhältnisses Z vom Sekundenzeiger zum Generator **3** auf eine Drehzahl erhöht oder verringert, wobei der Bewegungszyklus der Zeiger **12**, die mit dem Übersetzungsgetriebezug **2** verbunden sind, der den Generator **3** antreibt, konstant gemacht wird und somit die Zeitgenauigkeit sichergestellt wird.

[0079] Hierbei wird die Lastkontrollschaltung **5** verwendet, um die Geschwindigkeiten des Generators **3** durch Steuern einer daran befindlichen elektrischen Last zu regeln. Sie ist jedoch möglicherweise unnötig, wenn eine elektrische Last mit anderen Mitteln gesteuert werden kann.

[0080] Die folgende Beschreibung bezieht sich auf Verbindungen zwischen der Drehzahl des Generators und dem mechanischen Drehmomentverlust oder dem magnetischen Drehmomentverlust mit Bezug auf die Fig. 6, Fig. 7 und Fig. 8.

[0081] Wenn die Drehzahl des Generators auf ω1 gehalten wird und eine induzierte Spannung E gleich E1 ist, kann die Spannung unter Verwendung der Hochsetzschaltung **15** auf E2 verstärkt werden. Dies bedeutet, daß die Eigenschaft des Generators offensichtlich von derjenigen, die mit einer durchgezogenen Linie (A) gezeigt ist, auf diejenige, die in Fig. 6 mit gestrichelter Linie (D) gezeigt ist, verbessert wird. Folglich kann eine induzierte Spannung E2 äquivalent erhalten werden, während die Drehzahl bei ω1 gehalten wird, ohne auf ω2 erhöht zu werden. In diesem Zustand wird dann der mechanische Drehmomentverlust bei Ts1 gehalten, wie in Fig. 7 gezeigt ist, wobei der magnetische Drehmomentverlust bei Tu1 gehalten wird, wie in Fig. 8 gezeigt ist. Durch Vorsehen der Hochsetzschaltung **15** in der elektrischen Schaltung ist es somit möglich ein Erhöhen des mechanischen und des magnetischen Drehmomentverlustes zu verhindern und eine hohe induzierte Span-

nung sicherzustellen.

[0082] Andererseits kann in dem Fall, in dem die Größe einer Hochsetzspannung, die erforderlich ist, bei E1 liegt, die Drehzahl des Generators kleiner als ω1 gemacht werden. Das heißt, durch die Verwendung der Hochsetzschaltung **15** kann die Drehzahl des Generators von ω1 auf ω3 reduziert werden, auf der Grundlage einer mit der gestrichelten Linie (B) in Fig. 6 gezeigten Eigenschaft. Die Reduktion der Drehzahl des Generators kann eine effektive Maßnahme sein, um die Laufzeit einer Antriebsfeder lang zu machen.

[0083] Die folgende Beschreibung bezieht sich auf das spezifische Beispiel der Hochsetzschaltung **15**, die in der in den Fig. 1 und Fig. 2 gezeigten elektronischen Kontrolluhr verwendet wird, mit Bezug auf die Fig. 9, 10 und Fig. 11 und die folgende Tabelle 1.

[0084] Fig. 9 ist ein Blockschaltbild, das eine Hochsetzschaltung zeigt, die eine doppelte Verstärkung liefern kann. Die Hochsetzschaltung **15** enthält Schaltelemente **151**, **152**, **153** und **154** und Hochsetzkondensatoren **155** und **156**. Das Ein/Aus-Schalten der Schaltelemente **151**, **152**, **153** und **154** wird durch Hochsetz-Steuersignale S1 und S2 von der Hochsetz-Steuerschaltung **16** gesteuert. Wenn die Hochsetz-Steuersignale S1 und S2 auf Hochpegel liegen (im folgenden mit "H" bezeichnet), sind die Schalter eingeschaltet, wobei dann, wenn die Signale auf Niedrigpegel liegen (im folgenden mit "L" bezeichnet), die Schalter ausgeschaltet sind.

[0085] Die Fig. 10A und Fig. 10B zeigen jeweils Verbindungen zwischen solchen elektrischen Elementen, wie z. B. dem Generator **3**, der Diode **21**, dem Siebkondensator **4** und dem Hochsetzkondensatoren **155** und **156** in den zwei Zuständen, wenn die Hochsetzschaltung **15** eine Verstärkungsoperation ausführt. Die Hochsetzschaltung **15** wiederholt ihrerseits einen geladenen Zustand, wenn die Hochsetzkondensatoren **155** und **156** parallel verbunden sind, wie in Fig. 10A gezeigt ist, und einen entladenen Zustand, wenn die Hochsetzkondensatoren **155** und **156** in Serie verbunden sind, wie in Fig. 10B gezeigt ist.

[0086] Fig. 11 zeigt Zeitabläufe für das Ein/Aus-Schalten der Schaltelemente, die an der Hochsetzschaltung **15** vorgesehen sind, und Änderungen des Potentials Vs der Hochsetzkondensatoren und des Potentials Vc des Siebkondensators zum Zeitpunkt der Ausführung einer Verstärkungsoperation. In der Figur zeigt eine Signalform E eine vom Generator **3** induzierte Spannung, während das Hochsetz-Steuersignal S1 einen Zeitablauf zum Einschalten der Schaltelemente **151** und **153** zeigt und das Hochsetz-Steuersignal S2 einen Zeitablauf zum Einschalten der Schaltelemente **152** und **154** zeigt. Die Ein/Aus-Zustände der Hochsetz-Steuersignale S1 und S2 werden durch Beobachtung identifiziert, ob die induzierte Spannung E eine Referenzspannung VTH überschreitet. Es ist jedoch nicht notwendig, das Verfahren der Erzeugung der Hochsetz-Steuersignale auf dasjenige zu beschränken, das auf der Identifikation mittels einer Referenzspannung beruht.

[0087] Tabelle 1 zeigt kurz die Operationen der Hochsetzschaltung **15**.

[Tabelle 1]

	Schaltelemente				Verbindung zwischen den Kondensatoren 155 und 156
Abschnitt	151	152	153	154	
keine Hochsetzung	EIN	AUS	EIN	AUS	parallel
doppelte Hochsetzung	AUS	EIN	AUS	EIN	in Reihe

[0088] Zuerst wird eine Schaltoperation erläutert, bei der die Hochsetzschaltung sich in einem geladenen Zustand befindet. Von den Schaltelementen, die in der Hochsetzschaltung **15** vorgesehen sind, werden die Elemente **151** und **153** eingeschaltet, wenn das Hochsetz-Steuersignal S1 "H" annimmt. Da andererseits das Hochsetz-Steuersignal **82** auf "L" gehalten wird, sind die Schaltelemente **152** und **154** ausgeschaltet.

[0089] Wie in Fig. 10A gezeigt ist, sind zu diesem Zeitpunkt die Hochsetzkondensatoren **151** und **156** parallel verbunden. Die Hochsetzkondensatoren **155** und **156** bilden jeweils elektrische Schleifen, die parallel zum Generator **3** angeschlossen sind. Ein Strom $\underline{i}$, der zur Hochsetzschaltung **15** fließt, ist gleich:

$\underline{i} = i1 + i2$,

wenn ein zum Hochsetzkondensator **155** fließender Strom gleich i1 ist und ein zum Hochsetzkondensator **156** fließender Strom gleich i2 ist. Das Potential des Hochsetzkondensators Vs ist dann nahezu gleich einer induzierten Spannung S, wie in Fig. 11 gezeigt ist. Das heißt, wenn die Anschlußspannung der Hochsetzkondensatoren **155** und **156** gleich V1 ist, wird

Vs = V1 = E

erhalten.

[0090] Als nächstes wird eine Schaltoperation erläutert, wenn sich die Hochsetzschaltung in einem entladenen Zustand befindet, d. h. in einem Zustand zum Ausführen einer doppelten Verstärkung. Da in diesem Zustand das Hochsetz-Steuersignal S1 gleich "L" ist, sind die Schaltelemente **151** und **153** ausgeschaltet. Da andererseits das Hochsetz-Steuersignal S2 gleich "H" ist, sind die Schaltelemente **152** und **154** eingeschaltet.

[0091] Wie in Fig. 10B gezeigt ist, sind zu diesem Zeitpunkt die Hochsetzkondensatoren **155** und **156** in Reihe verbunden. Die Hochsetzkondensatoren **155** und **156**, die so in Reihe verbunden sind, bilden elektrische Schleifen mit dem Siebkondensator **4**. Das Potential Vs der zwei in Serie verbundenen Kondensatoren ist somit gleich

Vs = (V1 + V1).

[0092] Dieses Potential (V1 + V1) überschreitet das Potential Vc des Siebkondensators. Dies liegt daran, daß, wie in Fig. 11 gezeigt ist, die Speicherleistung des Siebkondensators ständig von solchen elektrischen Elementen wie den ICs und dergleichen verbraucht wird, wobei somit das Potential Vc von der Anfangsperiode des doppelten Verstärkungszustands allmählich reduziert wird.

[0093] Wie in Fig. 10B gezeigt ist, fließt somit ein Strom i3 zwischen dem Siebkondensator **4** und der Hochsetzschaltung **15**. Das Potential Vc des Siebkondensators **4** steigt somit, wie in Fig. 11 gezeigt ist, auf eine Spannung an, deren Potential im wesentlichen gleich dem Potential Vs des Hochsetzkondensators ist. Zu diesem Zeitpunkt nimmt das Potential V1 der Hochsetzkondensatoren **155** und **156** auf Vc/2 ab.

[0094] Durch Erzeugen der Hochsetz-Steuersignale S1 und S2, die mit der induzierten Spannung E im Generator **3** synchronisiert sind, und Ein- und Ausschalten der Schalter der Hochsetzschaltung **15** ist es auf diese Weise möglich, das Potential des Siebkondensators **4** jederzeit zu verstärken.

[0095] Bisher wurde auf das Beispiel einer Schaltung zur Ausführung einer doppelten Verstärkung unter Verwendung von zwei Hochsetzkondensatoren Bezug genommen. Da jedoch das Hochsetz-Multiplikationsverhältnis gleich 3 oder höher sein kann, indem drei oder mehr Hochsetzkondensatoren verwendet werden, ist es möglich, das Potential des Siebkondensatoren bezüglich der induzierten Spannung im Generator weiter zu erhöhen.

[0096] Selbst in einem Fall, indem die induzierte Spannung im Generator **3** nicht die Betriebsspannung eines IC bei der Konstruktion der in Fig. 2 gezeigten Uhr erreicht, kann der Siebkondensator **4** Leistung mit einem ausreichenden Potential speichern, um den Betrieb des IC aufrechtzuerhalten. Somit kann die Eigenschaft des Generators **3** wesentlich verbessert werden, ohne den vom Generator **3** beanspruchten Raum zu erweitern. Ferner ist es in einem Fall, indem die induzierte Spannung im Generator **3** ausreichend hoch ist, in der obenbeschriebenen Konstruktion möglich, die Drehzahl des Generators unter Verwendung der Hochsetzschaltung zu reduzieren. Ohne Erweiterung des von der Antriebsfeder beanspruchten Raums kann somit die Laufzeit wesentlich verlängert werden. Somit ist es möglich, eine kompakte und dünne elektronische Kontrolluhr mit einer langen Laufzeit zu schaffen.

[0097] Ferner kann das Schaltelement **154** der in Fig. 9 gezeigten Hochsetzschaltung **15** durch eine Diode ersetzt werden. Das heißt, durch Vorsehen der Diode derart, daß eine Entladung der Speicherleistung des Siebkondensators **4** zur Seite des Hochsetzkondensators verhindert wird, ist es möglich, den gleichen Vorteil wie beim Ein/Aus-Schalten des Schaltelements **154** zu erreichen.

[0098] Obwohl ferner die Hochsetzschaltung **15** innerhalb des IC in der ersten Ausführungsform vorgesehen ist, können ähnliche Funktionen selbst dann durchgeführt werden, wenn ein Teil oder alle Schaltelemente außerhalb des IC vorgesehen sind.

[0099] Die folgende Beschreibung bezieht sich auf eine weitere Ausführungsform einer elektronischen Kontrolluhr, die für die Verwendung mit der vorliegenden Erfindung geeignet ist.

[0100] Indem bei der Konstruktion dieser weiteren Ausführungsform das Hochsetz-Verstärkungsverhältnis der Hochsetzschaltung **15** veränderlich gemacht wird, kann die Stärke des Stroms, der zu einer elektrisch geschlossenen Schleife fließt, die vom Generator **3** und der Hochsetzschaltung gebildet wird, eingestellt werden, wobei die Stärke der im Generator **3** erzeugten elektromagnetischen Bremse verändert wird und somit die Geschwindigkeit des Rotationszyklus des Generators **3** konstant gehalten wird. Diese Kontrolle der Drehzahl beruht auf dem Prinzip, daß dann, wenn eine vom Generator induzierte elektromotorische Kraft und die für das Hochsetzen aufgewendete Leistung, die die vom IC verbrauchte Leistung enthält, im Gleichgewicht sind, der Rotationszyklus des Generators **3** konstant gemacht werden kann. In dieser Konstruktion ist es unnötig, eine Lastkontrollschaltung als Mittel zum Regeln der Geschwindigkeit des Generators **3** zu verwenden.

[0101] Es ist möglich, eine Kontrolle der Drehzahl wie oben erwähnt zu verwirklichen, da eine Charakteristik vorgesehen ist, bei der die im IC verbrauchte Leistung sich entsprechend einer daran angelegten Spannung ändert, d. h. entsprechend der Spannung des Siebkondensators. Die elektrischen Eigenschaften des typischen IC sind in Fig. 12 gezeigt.

[0102] In Fig. 12 bezeichnet die Abszisse eine am IC angelegte Spannung, während die Ordinate die vom IC pro Zeiteinheit verbrauchte Leistung anzeigt. Wenn die angelegte Spannung eine Spannung V0 zum Starten einer IC-Operation überschreitet, startet der IC seine Operation und verbraucht Leistung. Wenn anschließend die angelegte Spannung ansteigt, steigt auch der Leistungsverbrauch an.

[0103] Genauer, da sich die vom IC verbrauchte Leistung ändert, wenn die Hochsetzschaltung **15** das Potential des Siebkondensators **4** verstärkt, und sich auch der zur Hochsetzschaltung fließende Strom proportional zur der vom IC verbrauchten Leistung ändert, ändert sich die Stärke des Stroms, der zwischen dem Generator und der Hochsetzschaltung fließt. Da ferner der Rotationszyklus des Generators von der zufließenden Strommenge abhängt, ist es möglich, seinen Rotationszyklus durch Ändern des Hochsetz-Verstärkungsverhältnisses der Hochsetzschaltung zu kontrollieren.

[0104] Im folgenden wird die Operation eines Systems, das die Hochsetzschaltung **15** dieser Ausführungsform enthält, mit Bezug auf das Blockschaltbild der Fig. 13 erläutert.

[0105] Zuerst wird eine elektromotorische Kraft **102**, die an beiden Enden der Spule im Generator **3** erzeugt wird, an die Hochsetzschaltung **15** angelegt. Die Hochsetzschaltung **15** führt eine Verstärkungsoperation in Reaktion auf ein Hochsetz-Steuersignal aus, das von der Hochsetz-Steuerschaltung **16** erzeugt wird, und verstärkt somit die Spannung der elektromotorischen Kraft auf ein vorgegebenes Multiplikationsverhältnis.

[0106] Der Siebkondensator **4** wird mit einer Hochsetz-Spannung **103** von der Hochsetzschaltung **15** geladen, wobei folglich die elektromotorische Kraft **102** vorübergehend im Siebkondensator **4** als Speicherleistung gespeichert wird.

[0107] Der Siebkondensator **4** ist elektrisch mit dem IC **11** verbunden, wobei es möglich ist, den IC **11** kontinuierlich anzutreiben durch konstantes Zuführen der Speicherleistung im Siebkondensator **4**. Das Signal, das durch die Operation des Quarzoszillators **10** in Schwingung versetzt wird, wird von der Oszillatorschaltung **7** über die Frequenzteilerschaltung **6** auf vorgegebene Zyklen heruntergeteilt. Das frequenzgeteilte Signal wird an die Zyklusvergleichsschaltung **8** als ein Referenzzyklussignal mit z. B. einer Periode von einer Sekunde ausgegeben.

[0108] Die Zykluserfassungsschaltung **9** holt eine induzierte Spannung **104** vom Generator **3**, erzeugt ein Zyklus-erfaßt-Signal **105**, das mit dem Rotationszyklus des Generators **3** synchronisiert ist, und gibt dieses an die Zyklusvergleichsschaltung **8** und die Hochsetz-Steuerschaltung **16** aus.

[0109] Die Zyklusvergleichsschaltung **8** vergleicht jeden Zyklus eines Referenzzyklussignals, das von der Frequenzteilerschaltung **6** erzeugt wird, und ein Zyklus-erfaßt-Signal, das von der Zykluserfassungsschaltung **9** erzeugt wird, erzeugt ein Zykluskorrektursignal **106** zum Beseitigen einer Zeitdifferenz zwischen beiden Signalen und gibt dieses an die Hochsetz-Steuerschaltung **16** aus.

[0110] Die Hochsetz-Steuerschaltung **16** erzeugt ein Hochsetz-Steuersignal auf der Grundlage des Zykluskorrektursignals und des Zyklus-erfaßt-Signals und gibt dieses an die Hochsetzschaltung **15** aus.

[0111] Die Hochsetzschaltung **15** ändert die Verbindungen unter mehreren Kondensatoren, die parallel oder in Reihe vorgesehen sind, durch Umschalten der Schalter der Schaltung. Das Ein/Aus-Schalten der Schaltelemente an der Hochsetzschaltung **15** wird entsprechend dem von der Hochsetz-Steuerschaltung **16** erzeugten Hochsetz-Steuersignal ausgeführt. Durch geeignetes Ändern eines Hochsetz-Multiplikationsverhältnisses wird dann ein Laststrom am Generator **3**, d. h. die Stromstärke **107**, die von der Spule im Generator **3** zur Hochsetzschaltung **15** fließt, geändert, wobei die Stärke einer elektromagnetischen Bremse, die der Stromstärke **107** entspricht, kontrolliert wird und somit die Drehzahl des Generators **3** geregelt wird.

[0112] Ferner sind die Übertragung der mechanischen Energie von der Antriebsfeder **1** zum Generator **3** und die Übertragung der elektrischen Energie vom Siebkondensator **4** zum IC **11** und zum Quarzoszillator **10** denjenigen ähnlich, die in der Ausführungsform mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben worden sind.

[0113] Im folgenden werden die Beziehungen zwischen einem Hochsetz-Multiplikationsverhältnis α, der Drehzahl ω des Generators und dem Antriebsfederdrehmoment Tz mit Bezug auf Fig. 14 erläutert.

[0114] Die mechanische Energie Ez, die von der Antriebsfeder **1** dem Generator **3** zugeführt wird, wird durch den folgenden Ausdruck dargestellt:

$$Ez = Tz \times g \times 2\pi \times \omega/Z,$$

wobei g = Schwerebeschleunigung, z = Übersetzungsverhältnis von der Antriebsfeder **1** zum Generator **3**.

[0115] Andererseits wird die vom IC verbrauchte Leistung Ei durch den folgenden Ausdruck dargestellt:

$$Eic = (\alpha \times k \times 2\pi \times \omega)^2/R,$$

wobei k = Stromerzeugungskoeffizient und R = elektrischer Widerstandswert.

[0116] Unter diesen Voraussetzungen wird die Beziehung zwischen der Energie Ez, die von der Antriebsfeder gespeichert wird, und der Leistung Ei, die vom IC verbraucht wird, durch den folgenden Ausdruck dargestellt:

$$\sigma \times Ez = Eic$$

wobei σ = Energieübertragungseffizienz.

[0117] Wenn diese Beziehung durch das Hochsetz-Multiplikationsverhältnis α, die Drehzahl ω des Generators und das Antriebsfederdrehmoment Tz angegeben wird, wird folgender Ausdruck erhalten:

Tz/α2ρ α ω.

[0118] Diese Beziehung ist im Graphen der Fig. 14 gezeigt. Wenn das Antriebsfederdrehmoment Tz auf einen Wert Tz0 konstant gehalten wird, wenn die Drehzahl des Generators gleich ω0 ist und wenn keine Verstärkung stattfindet (einfache Hochsetzung), wird durch Erhöhen des Hochsetz-Multiplikationsverhältnisses α die Drehzahl ω0 reduziert. Das heißt, die Drehzahl wird zu (ω0/2) mit √2-facher Hochsetzung und wird zu (ω0/4) mit doppelter Hochsetzung.

[0119] In dieser Ausführungsform wird eine solche Beziehung zwischen dem Hochsetz-Multiplikationsverhältnis α und der Drehzahl ω zum Kontrollieren der Drehzahl des Generators verwendet.

[0120] Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die in Fig. 15 gezeigte Schaltungsstruktur. Fig. 15 ist ein Blockschaltbild, das eine Hochsetzschaltung **15**, einen Generator **3**, einen Siebkondensator **4**, eine Zykluserfassungsschaltung **9** und eine Hochsetz-Steuerschaltung **16** zeigt, die gemeinsam eine doppelte Hochsetzung erlauben. Die Hochsetzschaltung **15** ist mit Schaltelementen **151**, **152**, **153** und **154** und Hochsetzkondensatoren **155** und **156** versehen. Das Ein/Aus-Schalten der Schaltelemente **151**, **152**, **153** und **154** wird mittels Hochsetz-Steuersignalen S1 und S2 von der Hochsetz-Steuerschaltung **16** kontrolliert. Wenn die Hochsetz-Steuersignale S1 und S2 auf H liegen, sind die Schalter eingeschaltet, während sie ausgeschaltet sind, wenn die Hochsetz-Steuersignale auf L liegen.

[0121] Die Hochsetz-Steuerschaltung **16** ist mit dem IC **11** und der Zykluserfassungsschaltung **9** verbunden, erzeugt ein Hochsetz-Steuersignal auf der Grundlage eines Zykluskorrektursignals und eines Zyklus-erfaßt-Si-

gnals und gibt dieses an die Hochsetzschaltung **15** aus.

[0122] Die Grundoperation der in Fig. 15 gezeigten Schaltung ist derjenigen in der mit Bezug auf Fig. 9 beschriebenen Ausführungsform ähnlich. Unter Verwendung von drei oder mehr Hochsetzkondensatoren ist es ebenfalls möglich, eine dreifache oder höhere Verstärkung in der gleichen Grundoperation wie oben zu erreichen.

[0123] Das folgende bezieht sich auf den Verstärkungszeitablauf der Hochsetzschaltung **15** in der zweiten Ausführungsform und nimmt auf Fig. 16 Bezug. In Fig. 16 bezeichnet die Abszisse den Entspannungswinkel einer Antriebsfeder entsprechend einer Laufzeit, während die Ordinate das Antriebsfederdrehmoment Tz zeigt.

[0124] Der Zustand, in dem die Antriebsfeder bis zu ihrem Äußersten aufgewickelt ist, entspricht einem Entspannungswinkel θ0, wobei das Antriebsfederdrehmoment zu diesem Zeitpunkt gleich Tzmax ist. Das Antriebsfederdrehmoment ist gleich Tz1, wenn der Antriebsfederentspannungswinkel sich von θ0 nach θ1 ändert (Abschnitt A). Das Antriebsfederdrehmoment ist gleich Tz2, wenn sich der Antriebsfederentspannungswinkel von θ1 nach θ2 ändert (Abschnitt B). Das Antriebsfederdrehmoment ist gleich Tzmin, wenn sich der Antriebsfederentspannungswinkel von θ2 nach θ3 ändert (Abschnitt C).

[0125] Andererseits ist in dem Fall, in dem der Generator mit einer vorgegebenen Vervielfachung rotiert, bei einer Hochsetzoperation das elektrische Flußdrehmoment Tg gleich Tg1 zum Zeitpunkt ohne Hochsetzung (einfache Hochsetzung), Tg2 zum Zeitpunkt der doppelten Hochsetzung (zweifache Hochsetzung), Tg3 zum Zeitpunkt der Dreifach-Hochsetzung (dreifache Hochsetzung) und Tg4 zum Zeitpunkt der Vierfach-Hochsetzung (vierfache Hochsetzung). Die Antriebsfederdrehmomente Tz1, Tz2 und Tzmin und der Drehmomentverlust, äquivalent zum elektrisch verbrauchten Drehmoment Tg3, Tg2 und Tg1, müssen im Gleichgewicht sein.

[0126] Auf der Grundlage einer solchen Beziehung ist eine Gesamtsumme zwischen dem Antriebsfederdrehmoment Tz und dem Drehmomentverlust, d. h. (elektrisch verbrauchtes Drehmoment Tg + magnetischer Drehmomentverlust + mechanischer Drehmomentverlust), im Gleichgewicht, wobei die Rotation des Generators auf einer konstanten Drehzahl gehalten wird. Diese Operation wird im folgenden genauer beschrieben.

[0127] In der Beziehung zwischen dem Entspannungswinkel der Antriebsfeder und dem Antriebsfederdrehmoment kann, da Tz im Abschnitt A zwischen Tg4 und Tg3 liegt, die Drehzahl des Generators konstant gehalten werden durch alternierendes Wechseln zwischen vierfacher und dreifacher Hochsetzung. Da ferner Tz im Abschnitt B zwischen Tg3 und Tg2 liegt, kann die Drehzahl des Generators konstant gehalten werden durch alternierendes Wechseln zwischen dreifacher und doppelter Hochsetzung. Da Tz im Abschnitt C zwischen Tg2 und Tg1 liegt, kann die Drehzahl des Generators konstant gehalten werden durch alternierendes Wechseln zwischen doppelter und einfacher (keiner) Hochsetzung.

[0128] Wenn der Entspannungswinkel der Antriebsfeder θ3 überschreitet, ist es unmöglich, das Antriebsfederdrehmoment sicherzustellen, das zum Aufrechterhalten einer vorgegebenen Drehzahl des Generators notwendig ist. Dies liegt daran, daß die Beziehung "ständig verbrauchtes Drehmoment bei einer vorgegebenen Drehzahl > Antriebsfederdrehmoment Tzmin" gilt und die Rotation verzögert ist, um ein Drehmomentgleichgewicht aufrechtzuerhalten. Somit wird die Zeitperiode, die verstreicht, um den Entspannungswinkel θ der Antriebsfeder zu erreichen, gleich der Laufzeit der elektronischen Kontrolluhr der vorliegenden Erfindung. Da ferner die jeweiligen Verluste an Drehmoment, die oben erwähnt worden sind, in bezug auf das auf den Antriebsfederabschnitt ausgeübte Drehmoment berechnet werden, sind sie Werte, die mit Korrekturen äquivalent zu einem Übersetzungsverhältnis addiert werden.

[0129] In der Konstruktion in dieser Ausführungsform, wie oben beschrieben worden ist, ist es nicht erforderlich, eine spezielle Lastkontrollschaltung zu verwenden, da es möglich ist, die Drehzahl des Generators durch Ändern der vom IC verbrauchten Leistung und geeignetes Schalten des Hochsetz-Multiplikationsverhältnisses zu kontrollieren. Da es ferner möglich ist, die Laufzeit wesentlich zu verlängern, ohne die vom Generator **3** und von der Antriebsfeder beanspruchten Räume zu erweitern, kann eine kompakte und dünne elektronische Kontrolluhr mit langer Laufzeit erhalten werden.

[Ausführungsform 1]

[0130] Die folgende Beschreibung bezieht sich auf eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und nimmt auf die Fig. 17 und Fig. 18 Bezug.

[0131] Die Struktur gemäß dieser ersten Ausführungsform ist so beschaffen, daß die Hochsetzoperation einer induzierten Spannung im Generator unabhängig von der Operation des IC ausgeführt werden kann.

[0132] Eine in Fig. 17 gezeigte Hochsetzschaltung enthält einen Nebenkondensator **18** und eine Diode **17**. Der Nebenkondensator **18** ist in Serie zu einem Generator **3** angeordnet. Eine elektrisch geschlossene Schleife wird vom Generator **3**, dem Nebenkondensator **18** und der Diode **17** gebildet. Der Katodenanschluß der Diode **17** ist mit dem Anodenanschluß einer Diode **21** und einem Anschluß des Generators **3** verbunden. Der Anodenanschluß der Diode **17** ist mit einem Anschluß des Nebenkondensators **18** verbunden.

[0133] Im folgenden wird das Hochsetzprinzip der Hochsetzschaltung beschrieben.

[0134] Eine elektromotorische Wechselstromkraft wird im Generator **3** erzeugt. Dessen Strom fließt in Richtung ia oder ib. Der Strom ia wird veranlaßt, zu fließen, wenn er ein Potential Vb überschreitet, das im Nebenkondensator **18** gespeichert ist, wobei darin eine elektrische Ladung gespeichert wird, die dessen Potential erhöht. Zu diesem Zeitpunkt wird der Strom veranlaßt, zu der elektrisch geschlossenen Schleife zu fließen, die vom Generator **3**, dem Nebenkondensator **18** und der Diode **17** gebildet wird.

[0135] Wenn andererseits eine Spannung, die durch Addieren der induzierten Spannung E des Generators und der Spannung Vb des Nebenkondensators **18** erhalten wird, das Potential des Siebkondensators **4** überschreitet, wird bewirkt, daß der Strom ib fließt. Wenn jedoch eine elektrisch geschlossene Schleife zur Lastkontrollschaltung **5** ausgebildet wird, fließt der Strom ib unbedingt. Der Strom ib fließt durch die Lastkontrollschaltung **5** oder die Diode **21** in den Siebkondensator **4**. Anschließend steigt die Spannung Vc des Siebkondensators **4** bis zu einem Pegel an, auf dem sie gleich der Summe der induzierten Spannung E und der Spannung Vb des Nebenkondensators **18** ist, d. h. (E + Vb).

[0136] Fig. 18 zeigt eine Signalform, die durch Verstärken der induzierten Spannung E des Generators **3** mit einer Spannung Vb die im Nebenkondensator **18** gehalten wird, erhalten wird. Eine durchgezogene Linie in Fig. 8 zeigt eine Spannung, die als Ergebnis der Verstärkung (E + Vb) erhalten wird, während eine gestrichelte Linie das Ergebnis der Messung der induzierten Spannung E des Generators zeigt.

[0137] Es ist nicht notwendig, die Kapazität des Nebenkondensators zu spezifizieren, wenn sie kleiner ist als diejenige des Siebkondensators.

[0138] Wie oben beschrieben worden ist, ist es in der Hochsetzschaltung gemäß dieser ersten Ausführungsform unter Nutzung der Tatsache, daß eine induzierte Spannung, die vom Generator induziert wird, eine alternierende Charakteristik unabhängig von der Existenz der elektrischen Operation des IC **11** aufweist, möglich, das Potential der im Siebkondensator gespeicherten Leistung zu verstärken. Somit kann ein Vorteil erreicht werden, wie wenn die induzierte Spannung des Generators erhöht wird. Auf diese Weise kann die Drehzahl des Generators reduziert werden, wobei eine kompakte und dünne elektronische Kontrolluhr mit langer Laufzeit geschaffen werden kann.

[0139] Eine weitere Struktur zur Ausführung einer Hochsetzoperation der induzierten Spannung des Generators unabhängig von der Operation des IC ist in Fig. 19 gezeigt. Wie in Fig. 19 gezeigt ist, die ein Blockschaltbild ist, sind ein Siebkondensator **4** und ein Nebenkondensator **18** in Reihe bezüglich eines IC **11** angeordnet. Diese Struktur fällt nicht in den Umfang der vorliegenden Erfindung.

[Ausführungsform 2]

[0140] Die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 20 gezeigt. Wie in Fig. 20 gezeigt ist, ist in der zweiten Ausführungsform das Hochsetz-Multiplikationsverhältnis weiter erhöht durch Kombinieren einer Hochsetzschaltung **15** zum Ausführen der elektrischen Verstärkung und einer Hochsetzschaltung mit einem Nebenkondensator **18**, die unabhängig von der Operation des IC betrieben wird. Die Grund-Hochsetzoperation der zweiten Ausführungsform ist die gleiche wie in dem Beispiel, das mit Bezug auf die Fig. 1 und Fig. 2 in Kombination mit der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben worden ist. Der erhaltene Vorteil ist somit derjenige, der erhalten wird durch Kombinieren der Vorteile des Beispiels der Fig. 1 und Fig. 2 und der ersten Ausführungsform.

[Ausführungsform 3]

[0141] Die dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 21 gezeigt.

[0142] In der dritten Ausführungsform ist es möglich, das für die Regelung der Geschwindigkeit des Rotationszyklus des Generators erforderliche Bremsdrehmoment sicherzustellen, ohne Leistung zu verlieren, die von einer Hochsetzschaltung dem Siebkondensator zugeführt wird.

[0143] Wie in Fig. 21 gezeigt ist, sind eine Lastkontrollschaltung **5** und ein Generator **3** parallel bezüglich eines Nebenkondensators **18** angeordnet. Die Grundoperation dieser Hochsetzschaltung ist die gleiche wie diejenige in der ersten Ausführungsform. Da es möglich ist, den gleichen Vorteil wie bei der ersten Ausführungsform zu erreichen, einen Verbrauch der im Nebenkondensator **18** gespeicherten Speicherleistung durch die Lastkontrollschaltung **5** zu vermeiden, und die Spannung des Nebenkondensators unabhängig vom Betrieb der Lastkontrollschaltung **5** aufrecht zu erhalten, kann eine Hochsetzspannung stabiler aufrecht erhalten werden.

[Ausführungsform 4]

[0144] Die vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 22 gezeigt. Wie in Fig. 22 gezeigt ist, ist es in der vierten Ausführungsform 7 möglich, ein Hochsetz-Multiplikationsverhältnis weiter zu erhöhen durch Kombinieren einer Hochsetzschaltung **15** zum Ausführen einer elektrischen Verstärkung, wie in der Uhr gezeigt ist, die in den Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt ist, und einer Hochsetzschaltung mit einem Nebenkondensator **18**, wie in der dritten Ausführungsform gezeigt ist. Die Grundoperation der Hochsetzschaltung in der vierten Ausführungsform ist die gleiche wie diejenigen in der in den Fig. 1 und Fig. 2 beschriebenen Uhr und in der dritten Ausführungsform. Somit ist der erreichte Vorteil derjenige, der erhalten wird durch Kombinieren der Operation der in den Fig. 1 und Fig. 2 beschriebenen Uhr mit der dritten Ausführungsform.

[Ausführungsform 5]

[0145] Die fünfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 23 gezeigt. Wie in Fig. 23 gezeigt ist, wird in der vorliegenden Ausführungsform durch Kombinieren der Struktur, in der die Geschwindigkeit des Generators **3** durch die Hochsetzschaltung **15** zur elektrischen Verstärkung, die in den Fig. 13 und **15** gezeigt ist, geregelt wird, und der Hochsetzschaltung mit dem Nebenkondensator **18**, wie in der ersten Ausführungsform gezeigt ist, das Hochsetz-Multiplikationsverhältnis weiter erhöht. Die Grund-Hochsetzoperation und die Geschwindigkeitsregeloperation und somit der in der fünften Ausführungsform erhaltene Vorteil sind die gleichen wie diejenigen in dem mit Bezug auf die Fig. 13 und Fig. 15 beschriebenen Beispiel und in der ersten Ausführungsform.

[Ausführungsform 6]

[0146] Die sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 24 gezeigt. In der vorliegenden Ausführungsform wird durch Kombinieren der Konstruktion, in der die Geschwindigkeit des Generators **3** durch die Hochsetzschaltung **15** zum elektrischen Verstärken geregelt wird, wie in der mit Bezug auf die Fig. 13 und Fig. 15 beschriebenen Uhr gezeigt ist, mit der Hochsetzschaltung, die mit dem Nebenkondensator **16** verstärkt und in der dritten Ausführungsform gezeigt ist, ein Hochsetz-Multiplikationsverhältnis weiter erhöht. In Fig. 24 ist eine Lastkontrollschaltung parallel zu einem Generator **3** angeordnet, wobei normalerweise, wie im Fall der Uhr der Fig. 13 und Fig. 15, die Geschwindigkeit des Rotationszyklus des Generators durch die Hochsetzschaltung **15** geregelt wird. Wenn andererseits eine externe Energie, die sich vom normalen Zustand unterscheidet, an die Uhr angelegt wird und der Rotationszyklus des Generators verkürzt ist, wird die Kontrolle der Drehzahl des Generators von der Lastkontrollschaltung **5** ausgeführt.

[0147] Genauer, in der Operation der Lastkontrollschaltung **5** wird dann, wenn die Uhr solchen Faktoren wie externen Magnetfeldern, Stößen und so weiter ausgesetzt ist, die bewirken, daß der Rotationszyklus des Generators verkürzt wird, die Rotation des Generators beschleunigt. Wenn dies auftritt, erfaßt eine Zykluserfassungsschaltung **9** die Beschleunigung des Generators und gibt ihr Zyklus-erfaßt-Signal an eine Hochsetz-Steuerschaltung **16** aus. Die Hochsetz-Steuerschaltung **16** gibt ihrerseits ein Signal zum Erhöhen des Hochsetz-Multiplikationsverhältnisses an die Hochsetzschaltung **15** auf der Grundlage des Zyklus-erfaßt-Signals aus. In dem Fall, in dem der Rotationszyklus nicht mit einem vorgegebenen Zyklus übereinstimmt, selbst wenn das Hochsetz-Multiplikationsverhältnis seine Obergrenze erreicht, wird von der Hochsetz-Steuerschaltung **16** ein Signal an die Lastkontrollschaltung **5** ausgegeben, wodurch deren Operation gestartet wird. Als Ergebnis fließt ein Strom zur Lastkontrollschaltung **5**, wobei eine elektromagnetische Bremse auf dem Generator ausgeübt wird und der Rotationszyklus des Generators mit dem vorgegebenen Zyklus in Übereinstimmung gebracht wird.

[0148] Wie oben genauer erläutert worden ist, führt in dem Fall, in dem die externen Faktoren sich von der normalen Bedingung unterscheiden und auf die Uhr einwirken und die Drehzahl nicht durch Kontrollieren der Hochsetzschaltung aufrecht erhalten werden kann, die Lastkontrollschaltung **5** die Kontrolle der Drehzahl anstelle der Hochsetzschaltung aus.

[0149] Die Grund-Hochsetzoperation und die Geschwindigkeitsregeloperation in der vorliegenden Ausführungsform, und somit die erreichten Vorteile, sind die gleichen wie diejenigen, die durch Kombinieren des mit Bezug auf die Fig. 13 und Fig. 15 beschriebenen Beispiels mit der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erreicht werden.

[0150] Gemäß der Struktur auf der Grundlage der bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, wie oben beschrieben worden ist, ist es möglich, Leistung eines Potentials, das für die Aufrechterhaltung der Operation des IC ausreicht, im Siebkondensator **4** selbst in einem Fall zu speichern, in dem die induzierte Spannung des Generators nicht die Betriebsspannung des IC erreicht. Somit kann die Charakteristik des Generators **3** wesentlich verbessert werden, ohne seinen Raumanspruch zu vergrößern. Auch in dem Fall, in dem die induzierte Spannung des Generators **3** ausreichend hoch ist, ist es möglich, die Drehzahl des Generators unter Verwendung der Hochsetzschaltung zu reduzieren. Dies bedeutet, daß die Laufzeit wesentlich verlängert werden kann, ohne den Raum für die Antriebsfeder zu vergrößern. Folglich kann eine kompakte und dünne elektronische Kontrolluhr mit langer Laufzeit geschaffen werden.

[0151] Da ferner die Drehzahl des Generators durch geeignetes Ändern des Hochsetz-Multiplikationsverhältnisses und der vom IC verbrauchten Stromstärke kontrolliert werden kann, ist es nicht erforderlich, eine spezielle Lastkontrollschaltung zu verwenden. Da ferner die Laufzeit wesentlich verlängert werden kann, ohne die Räume zu vergrößern, die für den Generator **3** und die Antriebsfeder benötigt werden, kann eine kompakte und dünne elektronische Kontrolluhr geschaffen werden.

[0152] Ferner kann die Hochsetzschaltung, die einen Nebenkondensator und eine Diode enthält, veranlaßt werden, das Potential der den Siebkondensator ladenden Leistung zu verstärken, unabhängig von der Existenz der elektrischen Operation des IC **11**. Somit wird der gleiche Vorteil erhalten, wie wenn die induzierte Spannung des Generators ansteigt. Da die Drehzahl des Generators auf diese Weise reduziert werden kann, ist es möglich, eine kompakte und dünne elektronische Kontrolluhr mit langer Laufzeit zu schaffen.

[0153] Da es auch möglich ist, dual kombinierte Vorteile zu erreichen durch geeignetes Kombinieren zweier Arten von Hochsetzschaltungen, wie vorher erwähnt worden ist, kann eine weitere kompakte und dünne elektronische Kontrolluhr mit langer Laufzeit geschaffen werden.

[0154] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann ferner selbst in dem Fall, in dem die induzierte Spannung des Generators **3** nicht die Betriebsspannung des IC erreicht, ein zur Aufrechterhaltung der Operation des IC ausreichendes Potential mittels der Hochsetzschaltung sichergestellt werden, wobei es möglich ist, ein Versagen bei der Erfassung der Drehzahl des Generators **3** und somit der Erfassung der Drehzahl zu jedem Zeitpunkt zu verhindern. Folglich kann die Drehzahl des Generators genauer geregelt werden, wodurch die chronologische Genauigkeit einer Uhr verbessert werden kann.

[0155] Die vorangehende Beschreibung ist lediglich beispielhaft, wobei für Fachleute offensichtlich ist, daß Modifikationen vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Elektronische Kontrolluhr, umfassend:
eine Antriebsfeder (**1**) zum Speichern mechanischer Energie, die die elektronische Kontrolluhr antreibt;
einen drehzahlerhöhenden Getriebezug (**2**) zum Übertragen der mechanischen Energie, die in der Feder (**1**) gespeichert ist;
einen Generator (**3**), der vom Getriebezug (**2**) angetrieben wird und induzierte Wechselstromleistung erzeugt und die mechanische Energie in elektrische Energie umsetzt;
eine Hochsetzschaltung (**17**, **18**) zum Verstärken der vom Generator (**3**) erzeugten induzierten Spannung;
einen Siebkondensator (**4**), der von der von der Hochsetzschaltung (**17**, **18**) erzeugten verstärkten Spannung geladen wird;
eine Oszillatorschaltung (**7**), die von der im Siebkondensator gespeicherten elektrischen Energie angetrieben wird, wobei die Oszillatorschaltung (**7**) ein Oszillatorsignal mit einer vorgegebenen Frequenz ausgibt;
eine Zykluserfassungsschaltung (**9**) zum Ausgeben eines Zykluserfaßt-Signals (**105**), das dem Rotationszyk-

lus des Generators (**3**) entspricht;
eine Zyklusvergleichsschaltung (**8**) zum Ausgeben eines Zykluskorrektursignals (**106**), das einer Differenz entspricht, die erhalten wird durch Vergleichen eines von der Oszillatorschaltung (**7**) ausgegebenen Referenzzyklussignals und des von der Zykluserfassungsschaltung (**9**) ausgegebenen Zyklus-erfaßt-Signals;
eine veränderliche Lastschaltung (**5**, **15**) zum Setzen des Rotationszyklus des Generators (**3**), so daß er mit einem vorgegebenen Zyklus übereinstimmt, der dem Referenzzyklussignal entspricht, durch Ändern der elektrischen Last des Generators (**3**) in Reaktion auf das Zykluskorrektursignal (**106**), das von der Zyklusvergleichsschaltung (**8**) ausgegeben wird; und
Zeiger (**12**), die mit dem Getriebezug (**2**) in Eingriff sind, wobei die Zeiger (**12**) eine Zeit anzeigen und mit einem vorgegebenen Zyklus entsprechend dem Rotationszyklus des Generators (**3**) bewegt werden;
dadurch gekennzeichnet, daß
die Hochsetzschaltung einen Nebenkondensator (**18**) enthält, der in Serie mit dem Generator (**3**) verbunden ist; und
die Spannung, die den Siebkondensator (**4**) lädt, verstärkt wird durch Überlagern einer Anschlußspannung des Nebenkondensators (**18**) mit der induzierten Spannung des Generators (**3**).

2. Elektronische Kontrolluhr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß
die Hochsetzschaltung eine Diode (**17**) enthält, die mit dem Generator (**3**) und dem Nebenkondensator (**18**) so kombiniert ist, daß sie eine geschlossene Schleife bildet; und
der Katodenanschluß der Diode sowohl mit dem Anodenanschluß einer Gleichrichterdiode (**21**) als auch mit einer Seite des Generators (**3**) verbunden ist, wobei der Anodenanschluß der Diode (**17**) mit einem Ende des Nebenkondensators (**18**) verbunden ist, dessen anderes Ende mit der anderen Seite des Generators (**3**) verbunden ist.

3. Elektronische Kontrolluhr nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazität des Nebenkondensators (**18**) kleiner ist als die Kapazität des Siebkondensators (**4**).

4. Elektronische Kontrolluhr nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die veränderliche Lastschaltung gebildet wird von einer Lastkontrollschaltung (**5**), die eine Schaltvorrichtung und einen Widerstand enthält, wobei die Schaltvorrichtung die Last am Generator (**3**) ändert, indem sie in Reaktion auf das Zykluskorrektursignal, das von der Zyklusvergleichsschaltung (**8**) ausgegeben wird, die Verbindung des Widerstands und des Generators (**3**) zyklisch ein/ausschaltet.

5. Elektronische Kontrolluhr nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch eine weitere Hochsetzschaltung (**15**), die mehrere Kondensatoren (**155**, **156**) enthält, sowie mehrere Schaltelemente (**151**–**154**), die periodisch geschaltet werden können, so daß sie die mehreren Kondensatoren (**155**, **156**) selektiv parallel verbinden und ermöglichen, daß die induzierte Leistung vom Generator (**3**) als Ladung in den parallel verbundenen Kondensatoren gespeichert werden kann, und daß sie die mehreren Kondensatoren (**155**, **156**) selektiv in Serie verbinden, um zu ermöglichen, daß die Ladung in den Kondensatoren in den Siebkondensator (**4**) entladen werden kann.

6. Elektronische Kontrolluhr nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine Hochsetz-Steuerschaltung (**16**) zum Ausgeben eines Hochsetz-Steuersignals (S1, S2) in Reaktion auf das Zyklus-erfaßt-Signal und synchron mit diesem, wobei diese so angeordnet ist, daß das Ein/Aus-Schalten der mehreren Schaltelemente (**151**–**154**) in der weiteren Hochsetzschaltung (**15**) gesteuert wird durch das Hochsetz-Steuersignal, und wobei eine Hochsetzoperation synchron mit dem Zyklus-erfaßt-Signal durchgeführt wird.

7. Elektronische Kontrolluhr nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochsetz-Steuerschaltung (**16**) mit einer Funktion versehen ist zum selektiven Steuern der Operation der Schaltelemente (**151**–**154**), um somit selektiv Kondensatoren der mehreren Kondensatoren (**155**, **156**) parallel zu verbinden, um sie aufzuladen, und in Serie zu verbinden, um sie zu entladen, um somit das Hochsetz-Multiplikationsverhältnis der weiteren Hochsetzschaltung (**15**) zu steuern.

8. Elektronische Kontrolluhr nach irgendeinem der Ansprüche 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die veränderliche Lastschaltung die weitere Hochsetzschaltung (**15**) umfaßt.

Es folgen 23 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

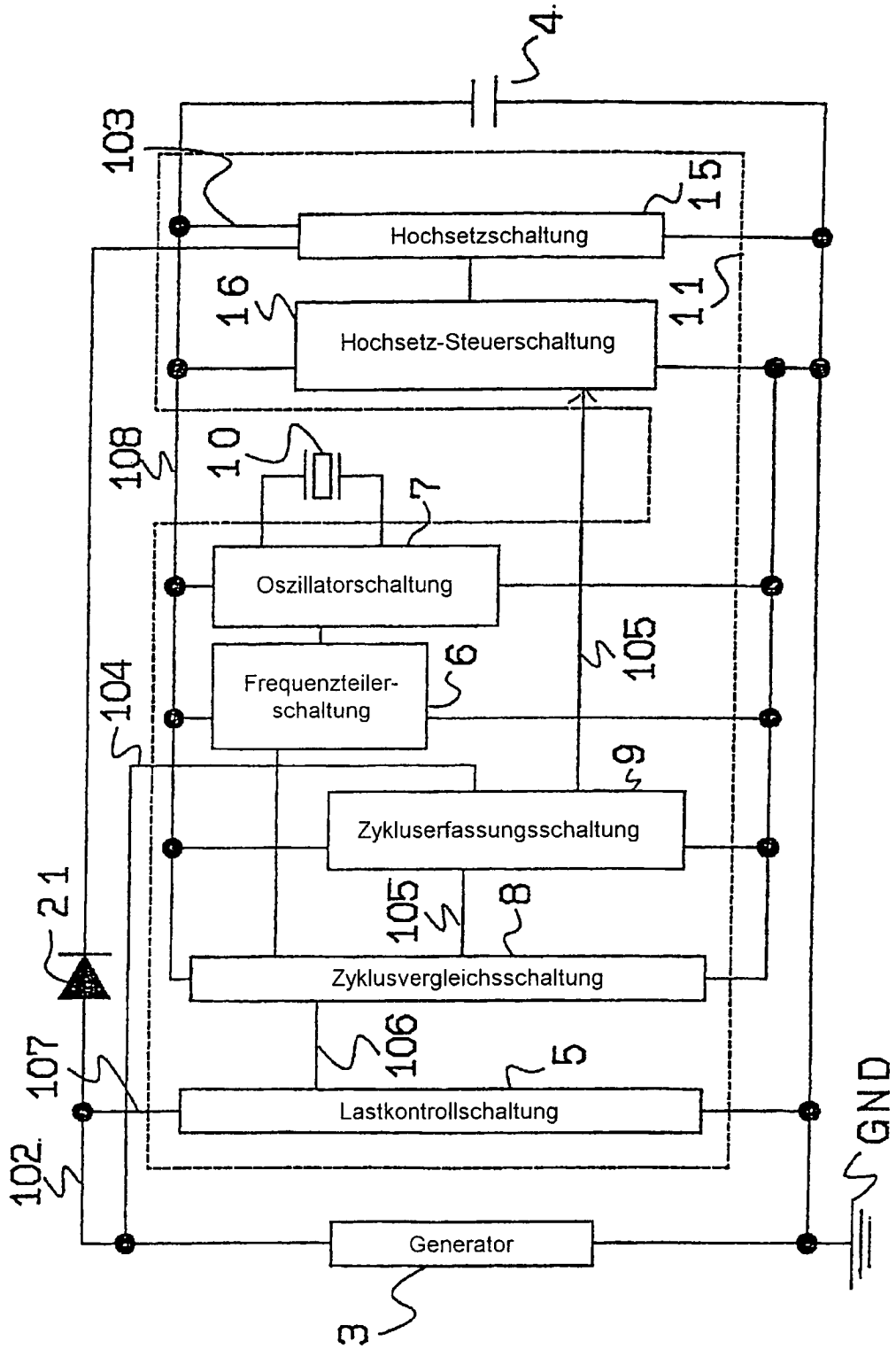


FIG. 2

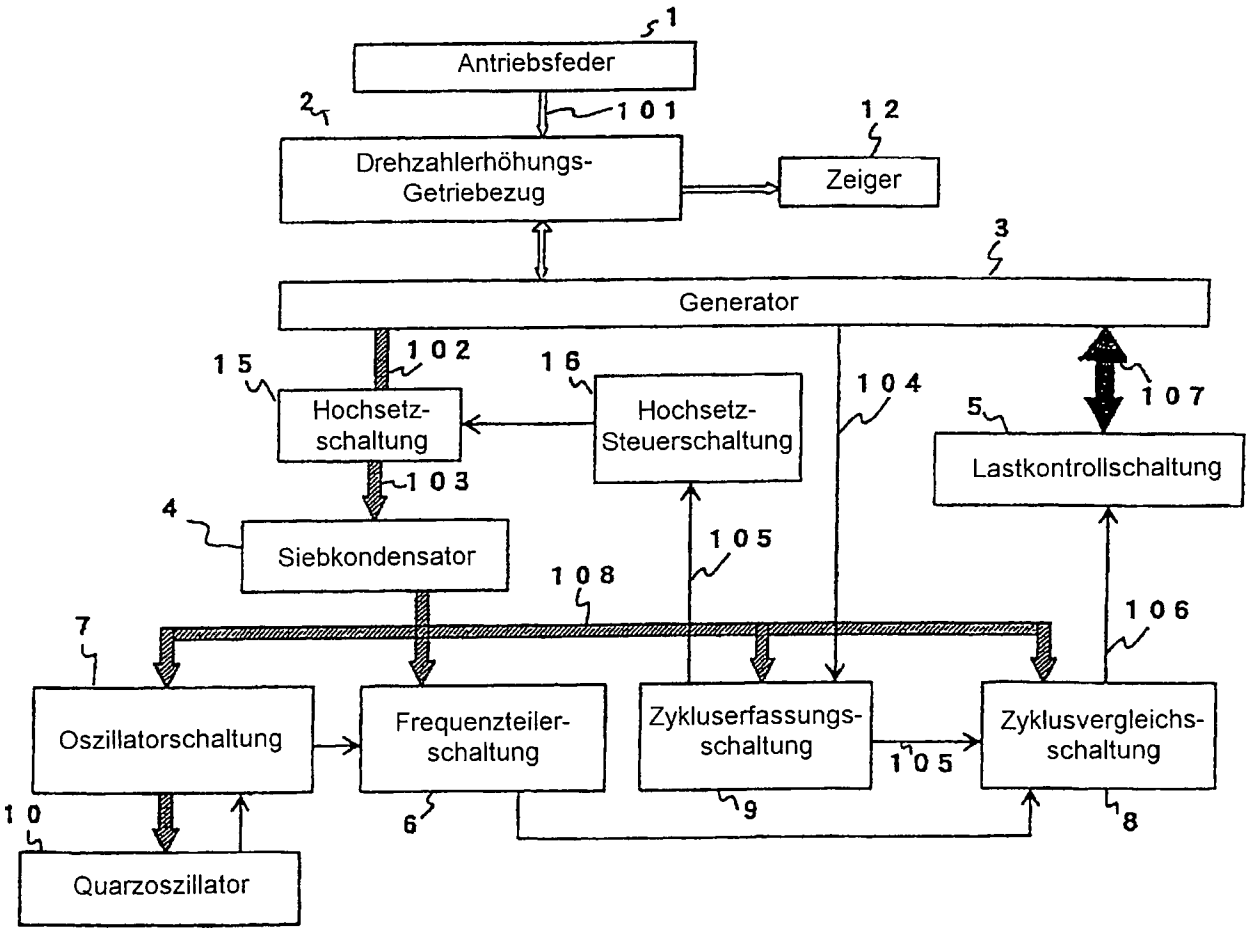

1
Antriebsfeder
101
2
Drehzahlerhöhungs-
Getriebezug
12
Zeiger
3
Generator
102
15
Hochsetz-
schaltung
16
Hochsetz-
Steuerschaltung
104
107
5
Lastkontrollschaltung
103
4
Siebkondensator
105
108
106
7
Oszillatorschaltung
Frequenzteiler-
schaltung
Zykluserfassungs-
schaltung
105
Zyklusvergleichs-
schaltung
10
6
9
8
Quarzoszillator

FIG. 3

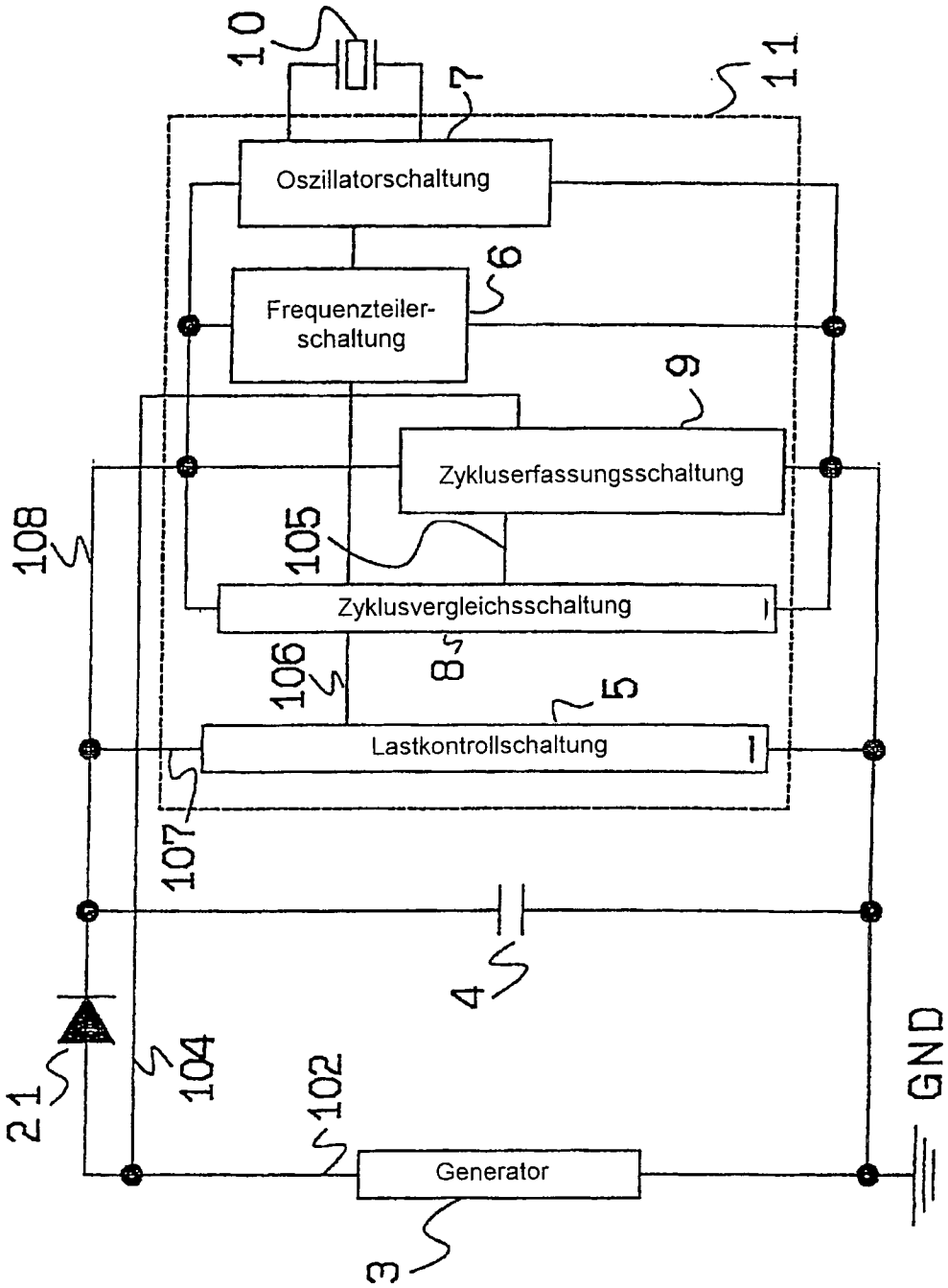

10
11
7
Oszillatorschaltung
6
Frequenzteiler-
schaltung
9
Zykluserfassungsschaltung
108
105
Zyklusvergleichsschaltung
106
8
5
Lastkontrollschaltung
107
4
21
104
102
GND
Generator
3

FIG. 4

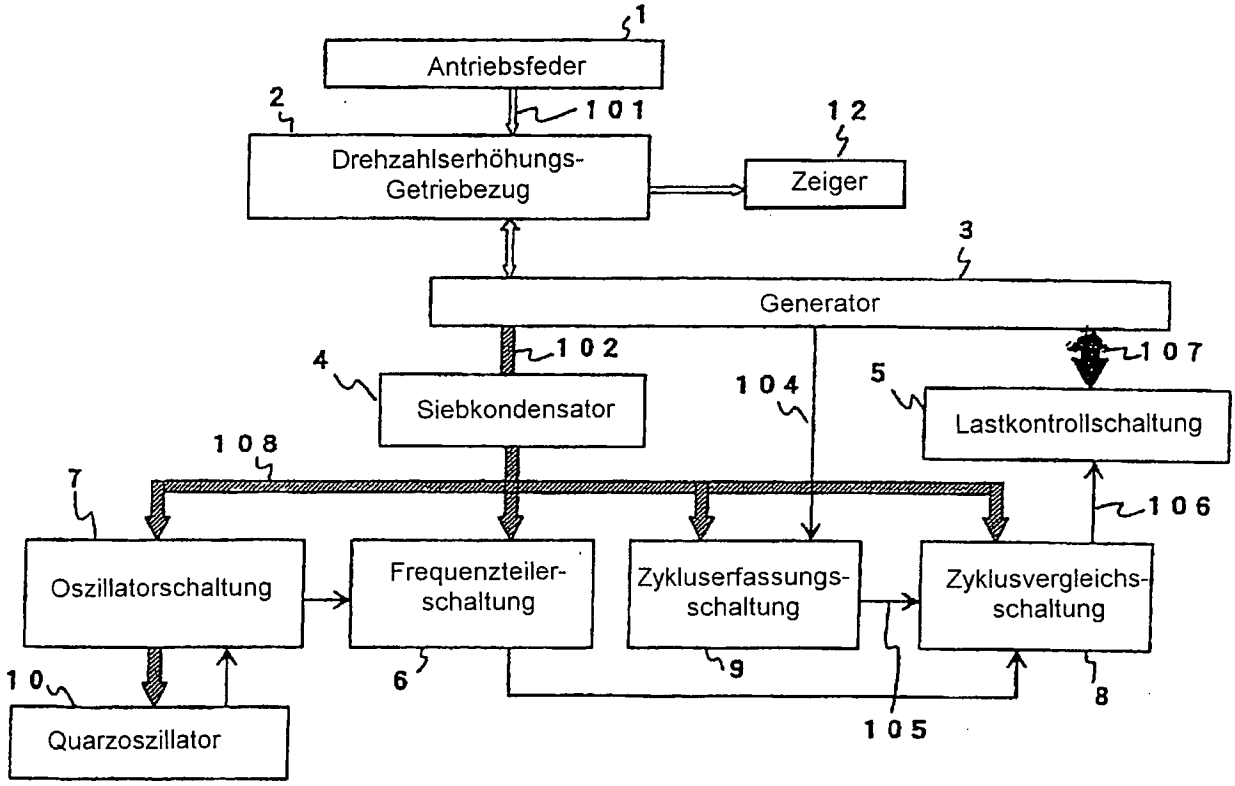

1
Antriebsfeder
2
101
12
Drehzahlserhöhungs-
Getriebezug
Zeiger
3
Generator
102
107
4
104
5
Siebkondensator
Lastkontrollschaltung
108
7
106
Oszillatorschaltung
Frequenzteiler-
schaltung
Zykluserfassungs-
schaltung
Zyklusvergleichs-
schaltung
10
6
9
8
105
Quarzoszillator

FIG. 5

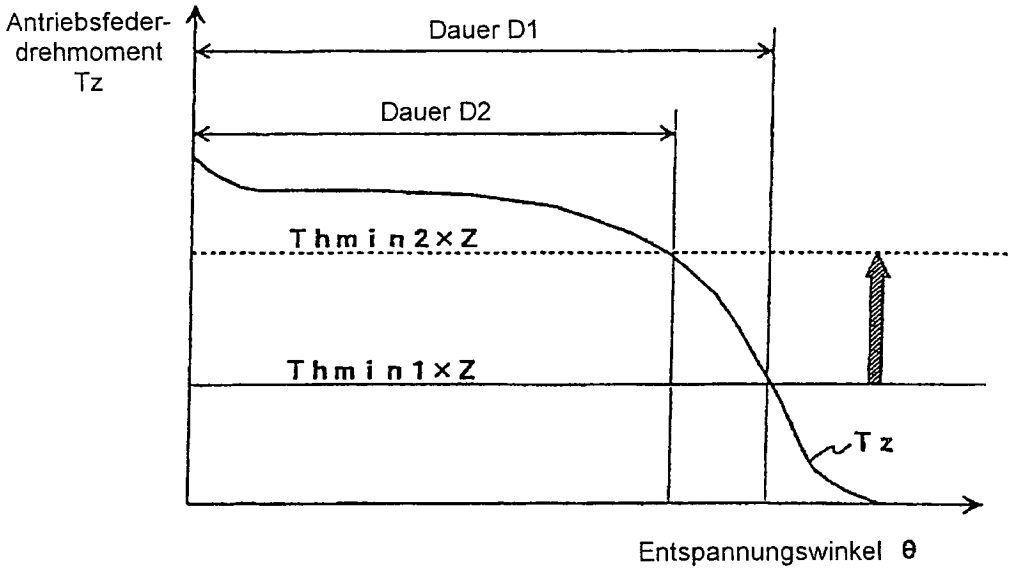

Antriebsfeder-
drehmoment
Tz
Dauer D1
Dauer D2
Thmin2×Z
Thmin1×Z
Tz
Entspannungswinkel θ

FIG. 6

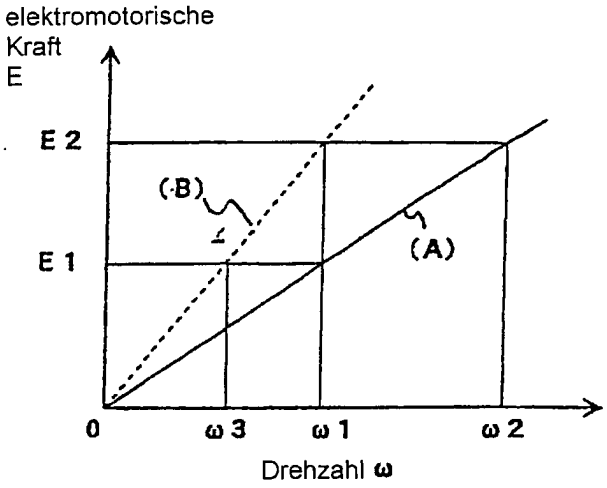

elektromotorische
Kraft
E
E 2
E 1
(B)
(A)
0
ω 3
ω 1
ω 2
Drehzahl ω

FIG. 7

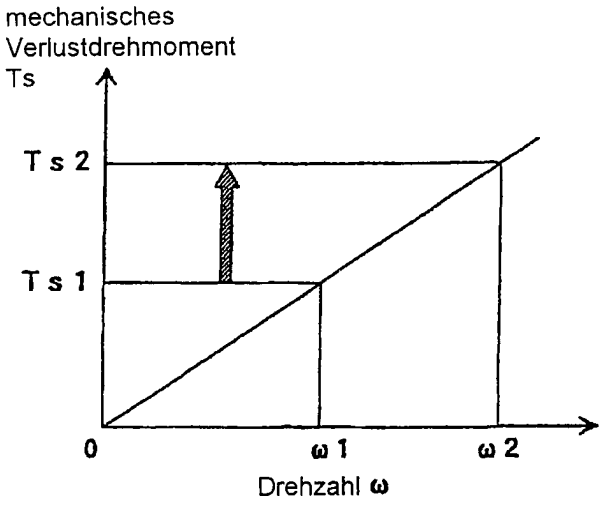

mechanisches
Verlustdrehmoment
Ts
T s 2
T s 1
0
ω 1
ω 2
Drehzahl ω

FIG. 8

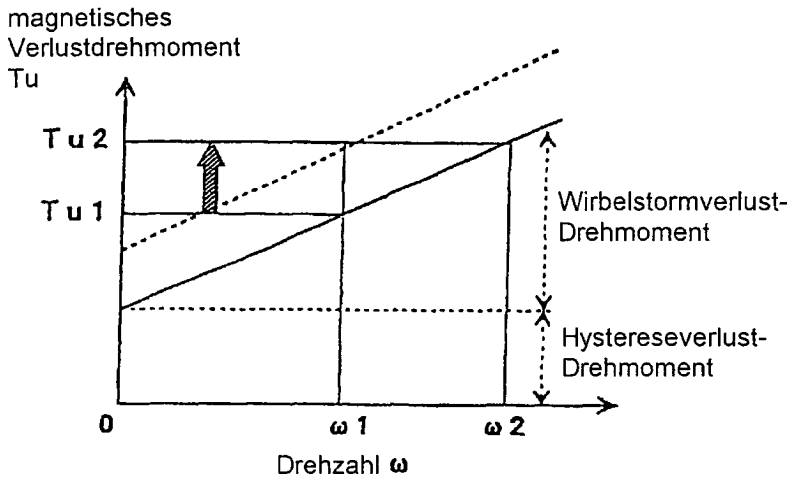

magnetisches
Verlustdrehmoment
Tu
Tu2
Tu1
Wirbelstromverlust-
Drehmoment
Hystereseverlust-
Drehmoment
0
ω1
ω2
Drehzahl ω

FIG. 9

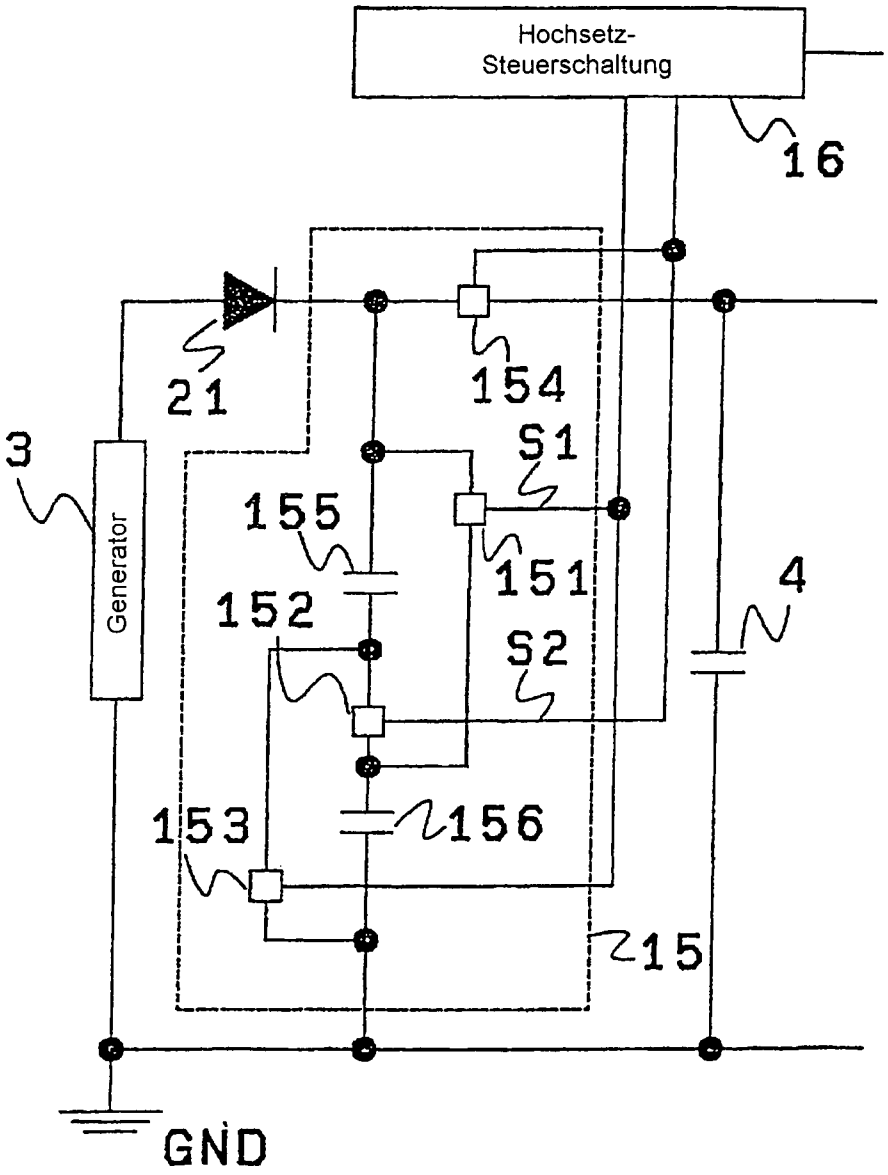

Hochsetz-
Steuerschaltung
16
21
154
3
S1
155
Generator
151
4
152
S2
153
156
15
GND

FIG. 10A

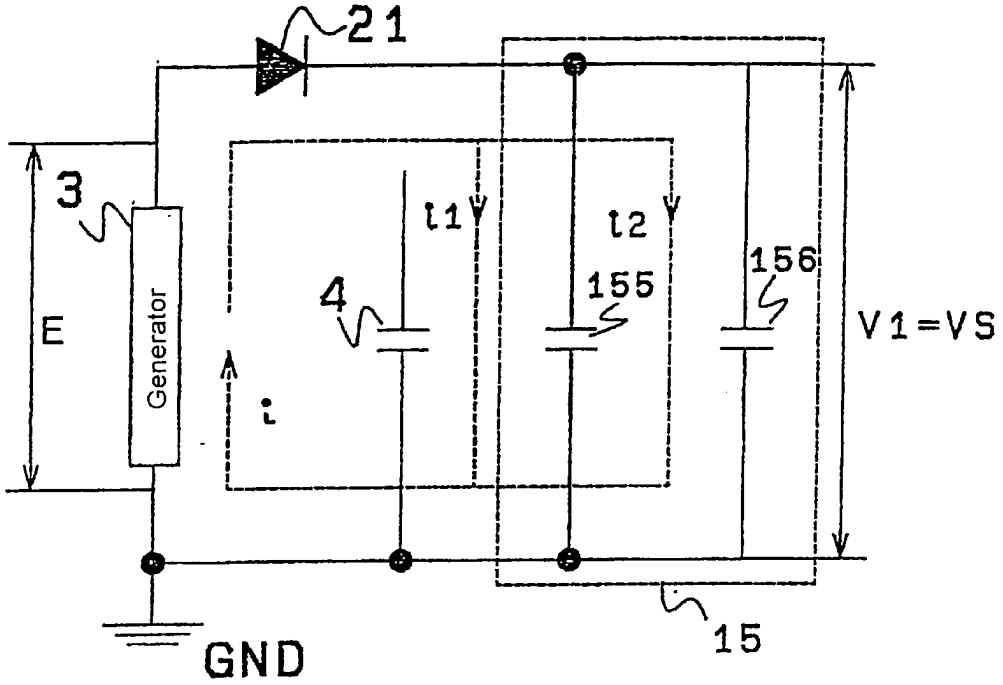


FIG. 10B

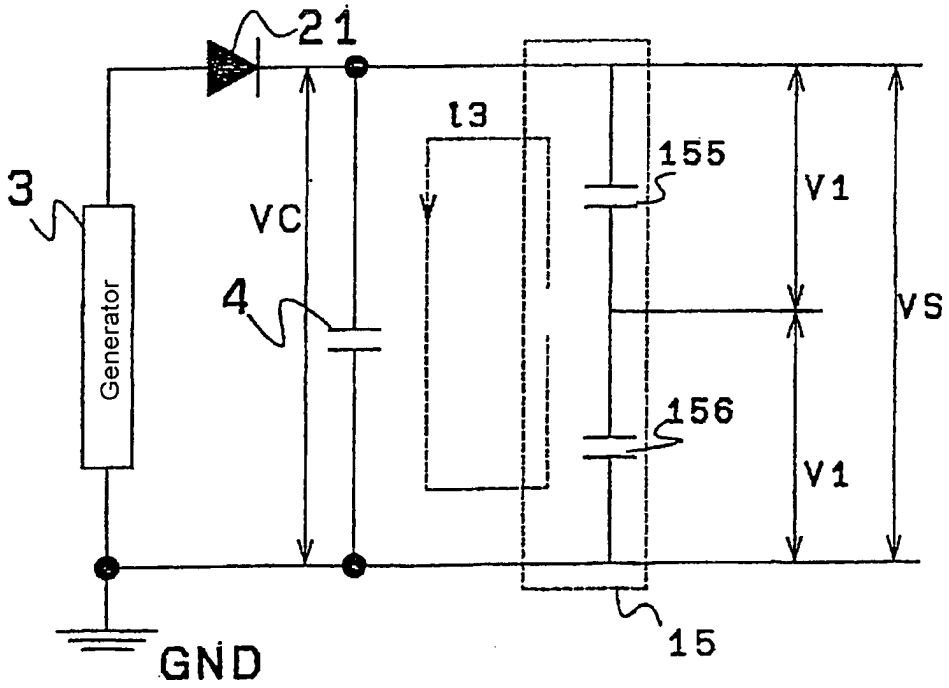


FIG. 11

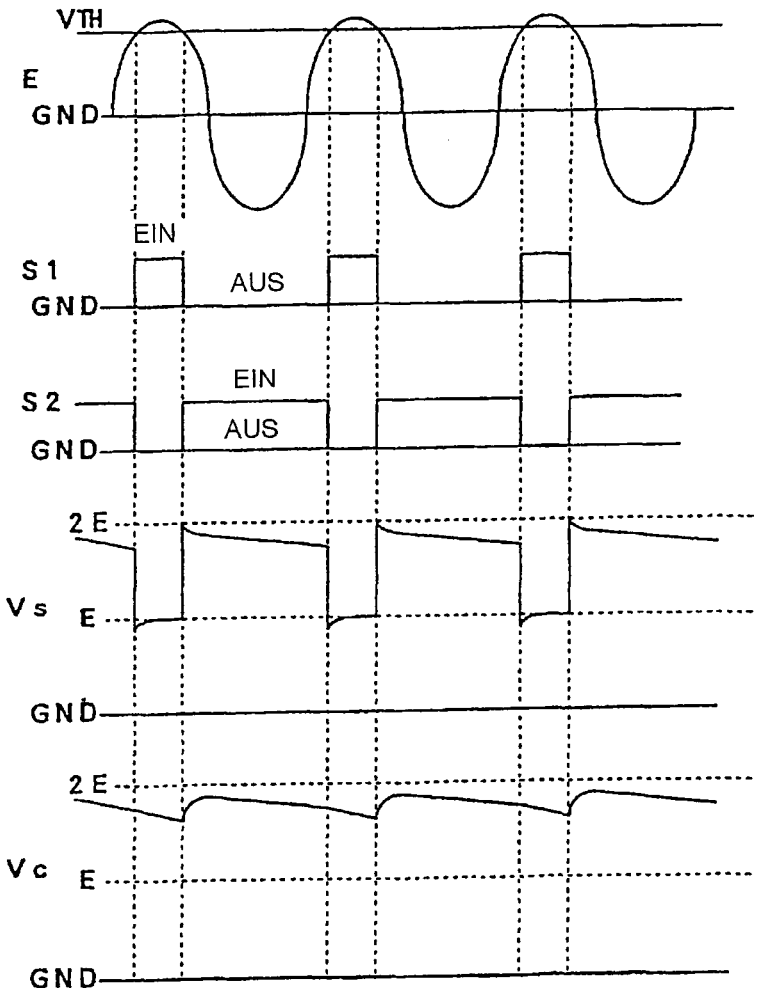


FIG. 12

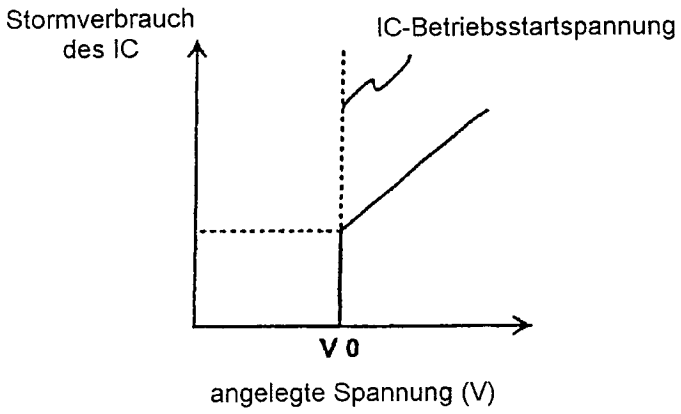

Stormverbrauch
des IC
IC-Betriebsstartspannung
V0
angelegte Spannung (V)

FIG. 13

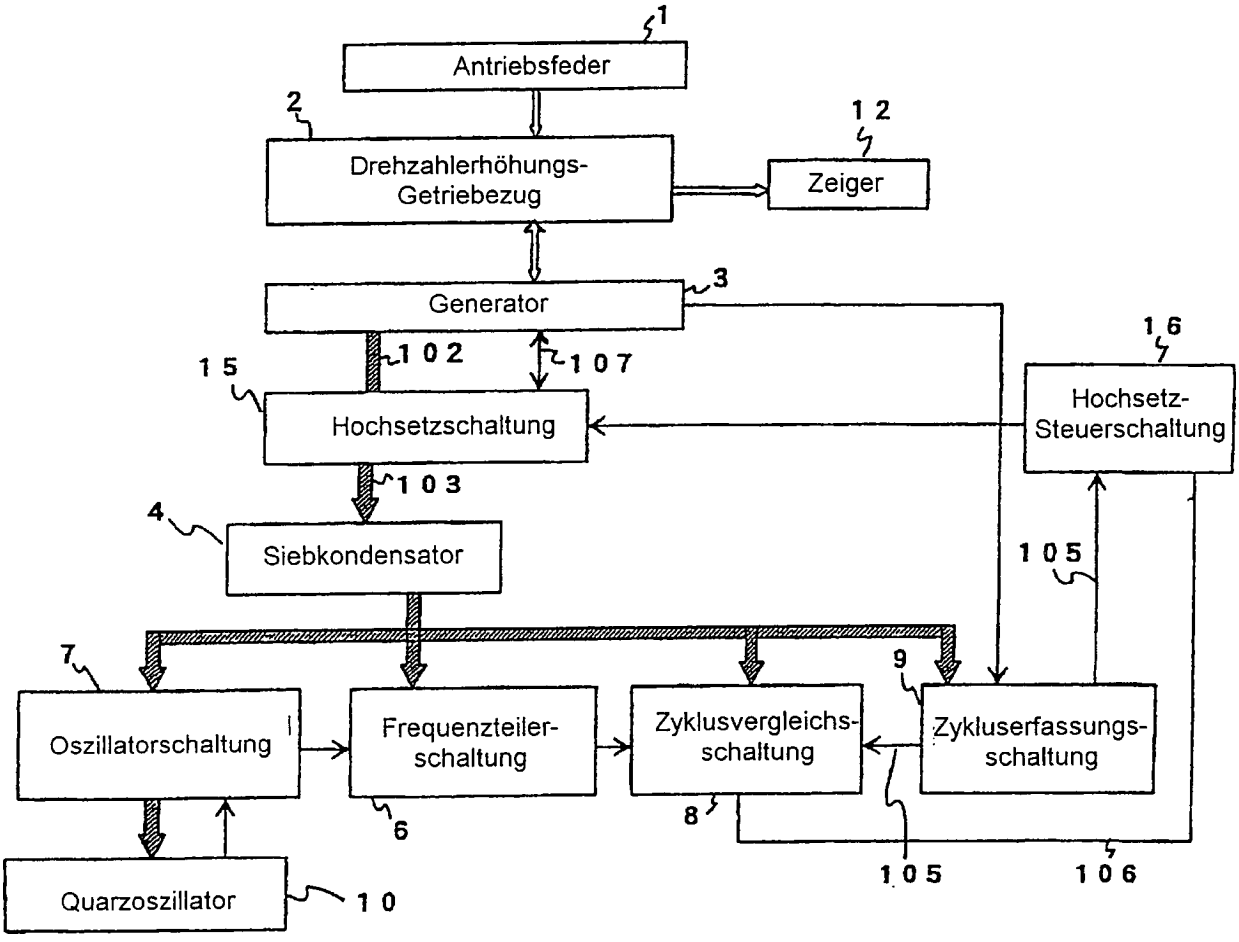

1
Antriebsfeder
2
Drehzahlerhöhungs-
Getriebezug
12
Zeiger
Generator
3
102
107
15
Hochsetzschaltung
16
Hochsetz-
Steuerschaltung
103
4
Siebkondensator
105
7
9
Oszillatorschaltung
Frequenzteiler-
schaltung
Zyklusvergleichs-
schaltung
Zykluserfassungs-
schaltung
6
8
105
106
Quarzoszillator
10

FIG. 14

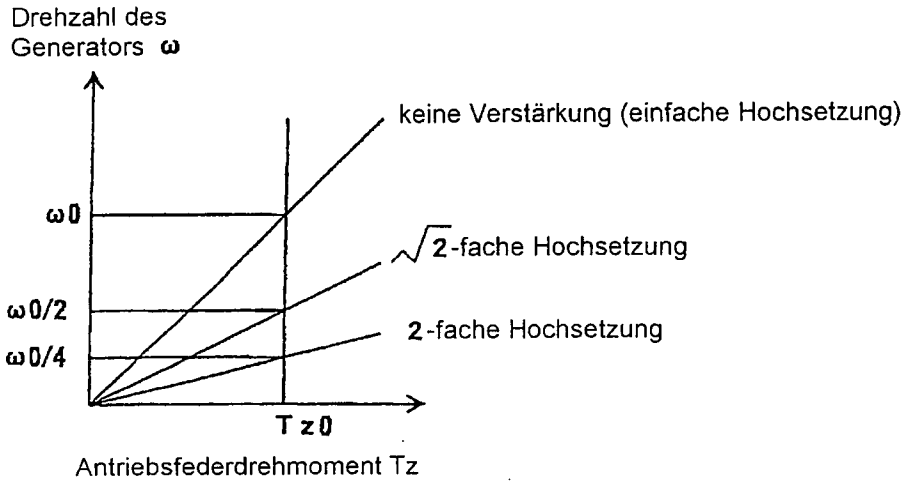

Drehzahl des
Generators ω
keine Verstärkung (einfache Hochsetzung)
ω0
√2-fache Hochsetzung
ω0/2
2-fache Hochsetzung
ω0/4
Tz0
Antriebsfederdrehmoment Tz

FIG. 15

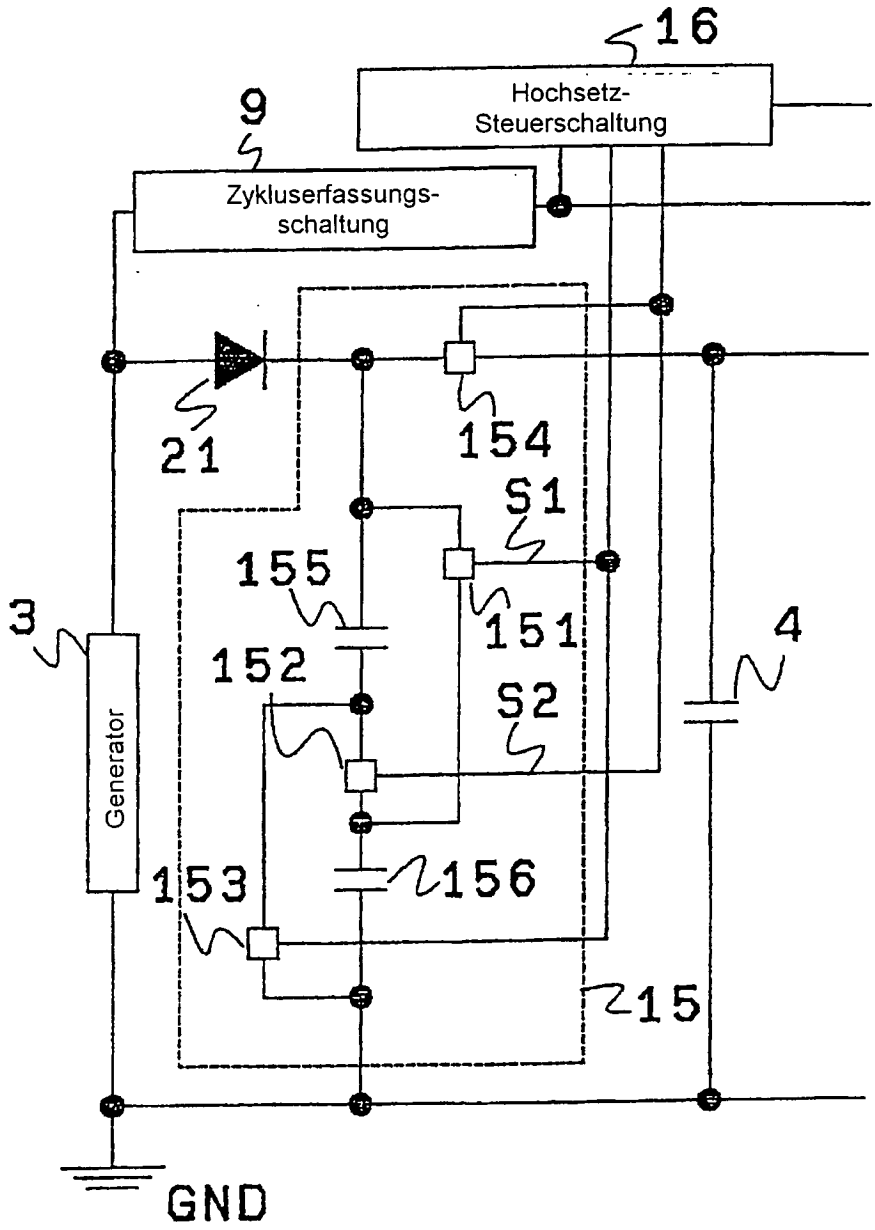

16
Hochsetz-
Steuerschaltung
9
Zykluserfassungs-
schaltung
21
154
S1
155
151
3
152
4
S2
Generator
153
156
15
GND

FIG. 16

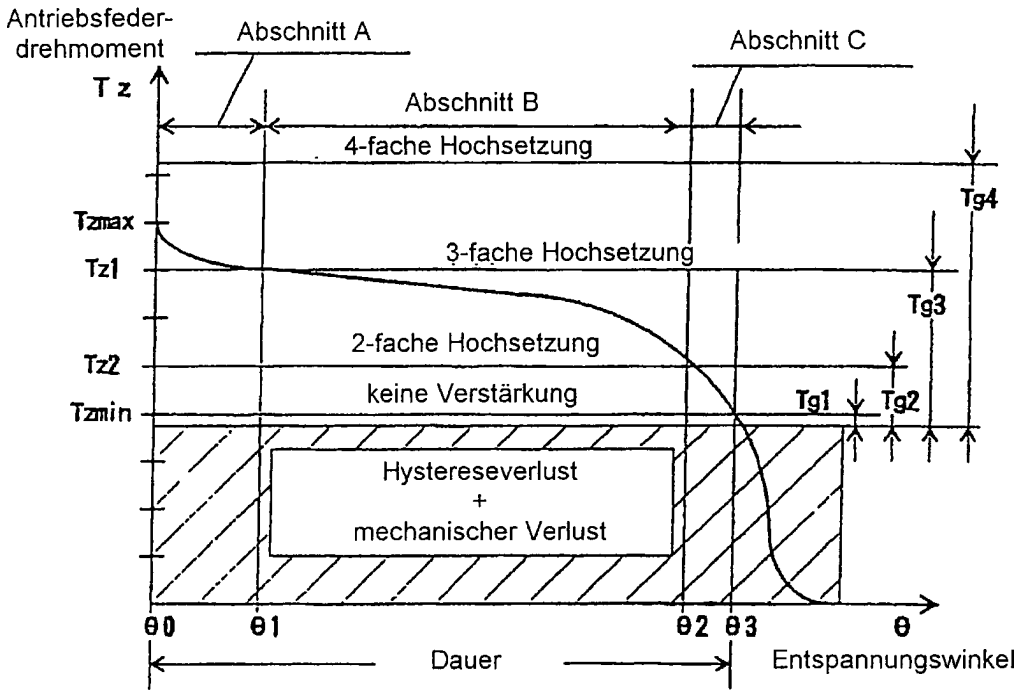

Antriebsfeder-
drehmoment
Tz
Abschnitt A
Abschnitt B
Abschnitt C
4-fache Hochsetzung
3-fache Hochsetzung
2-fache Hochsetzung
keine Verstärkung
Tzmax
Tz1
Tz2
Tzmin
Tg1
Tg2
Tg3
Tg4
Hystereseverlust
+
mechanischer Verlust
θ0
θ1
θ2
θ3
θ
Dauer
Entspannungswinkel

FIG. 17

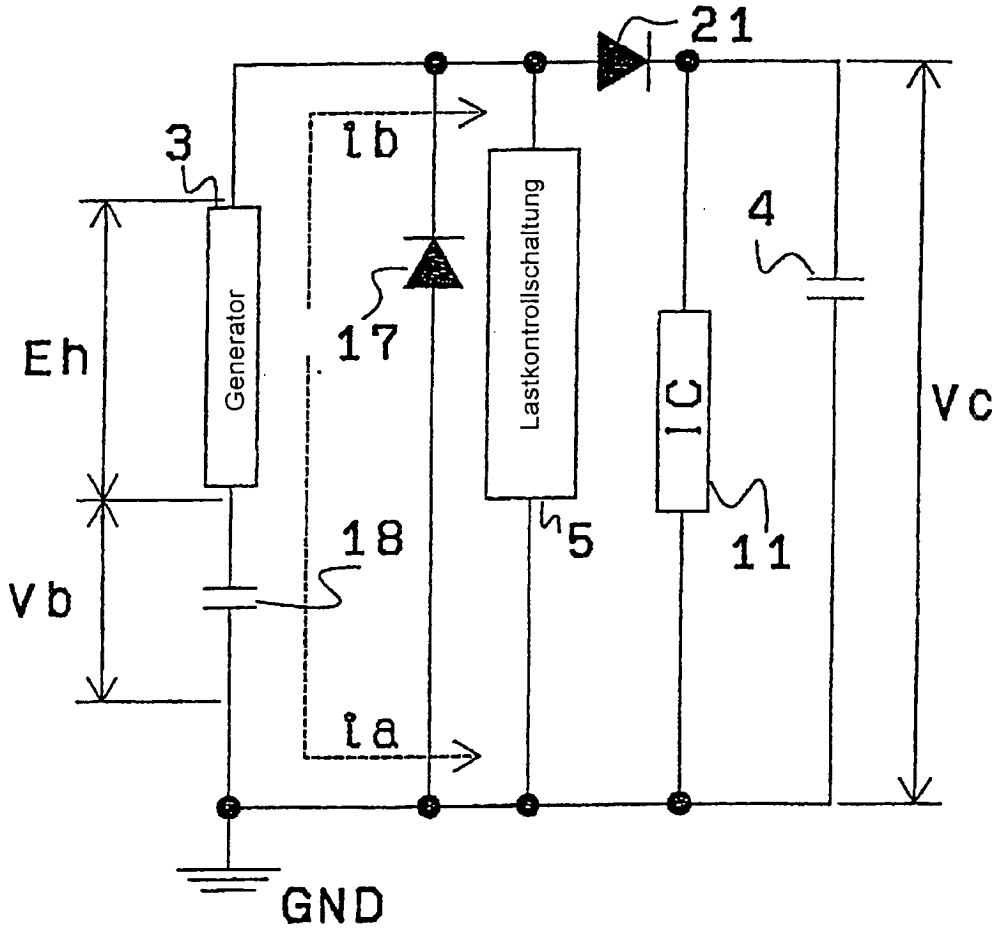

21
3
Ib
Generator
Lastkontrollschaltung
4
17
Eh
IC
Vc
18
5
11
Vb
Ia
GND

FIG. 18

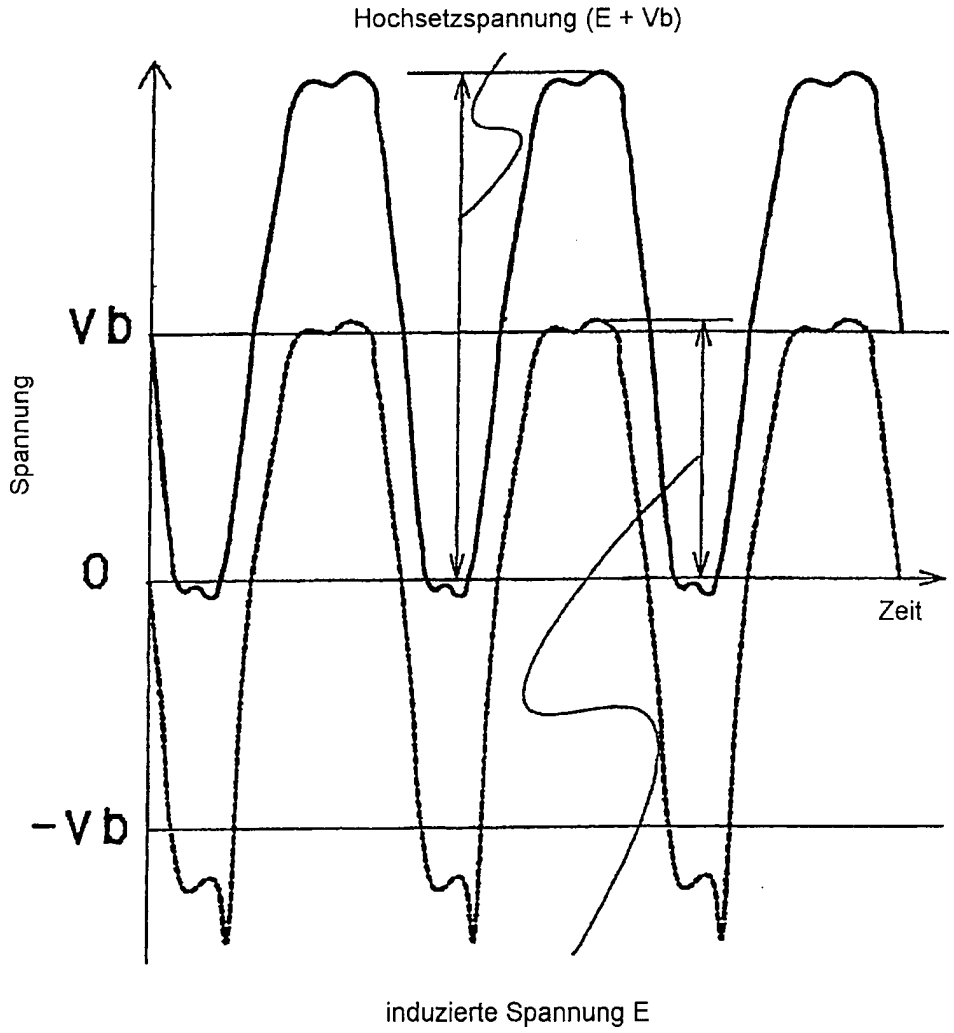

Hochsetzspannung (E + Vb)
Vb
0
-Vb
Spannung
Zeit
induzierte Spannung E

FIG. 19

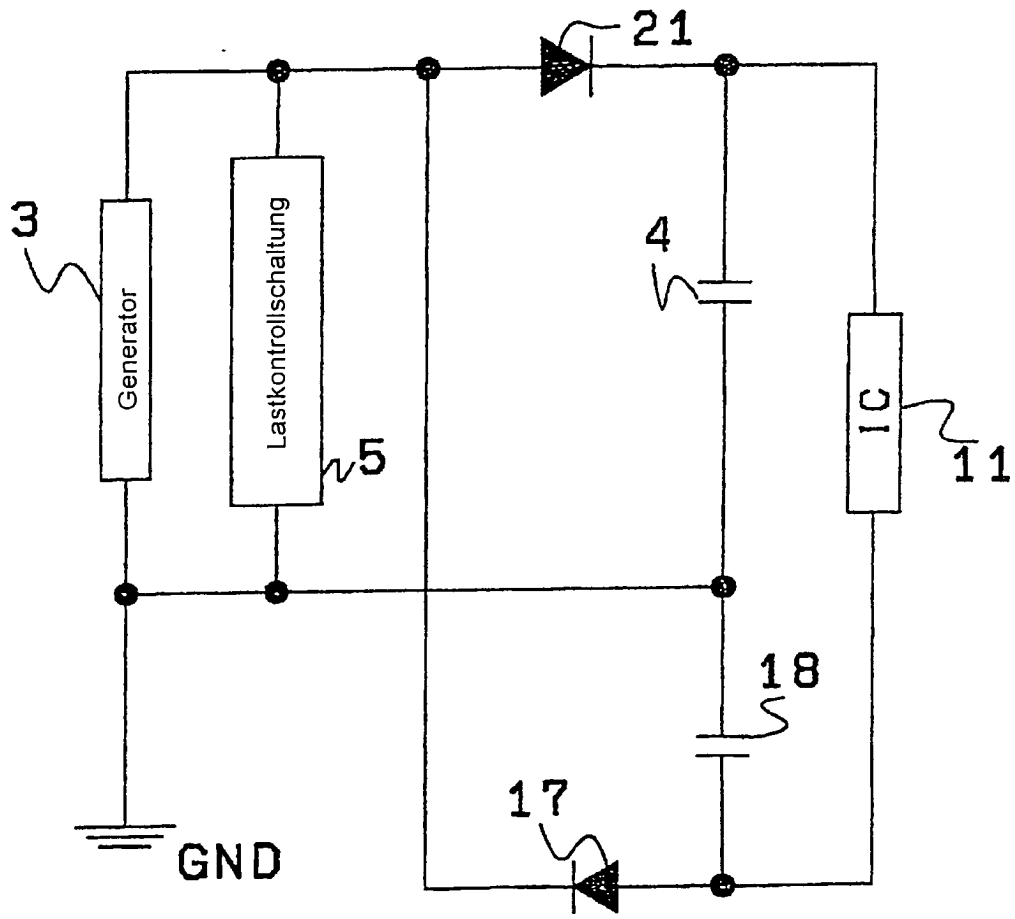


FIG. 20

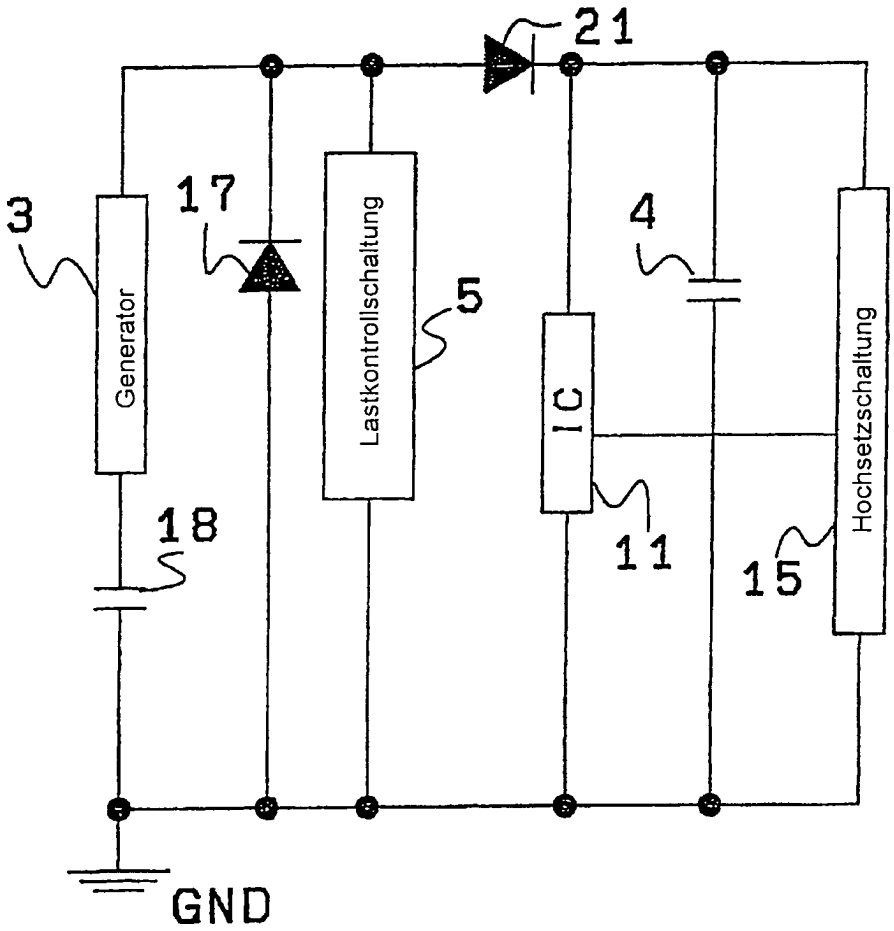

21
3
17
Generator
Lastkontrollschaltung
5
4
IC
Hochsetzschaltung
18
11
15
GND

FIG. 21

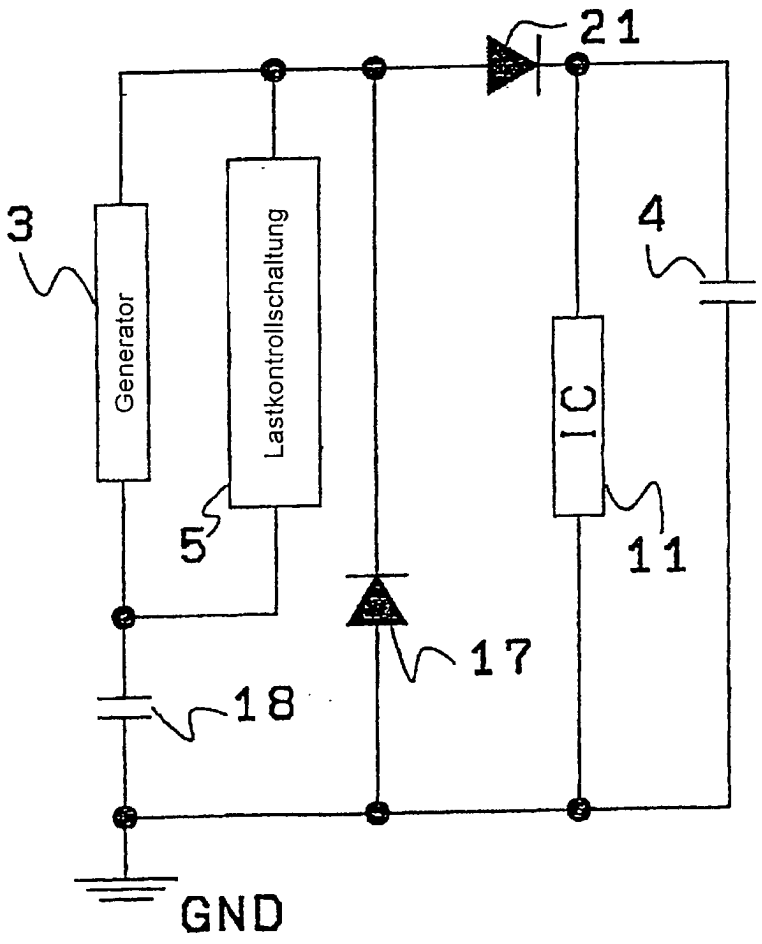


FIG. 22

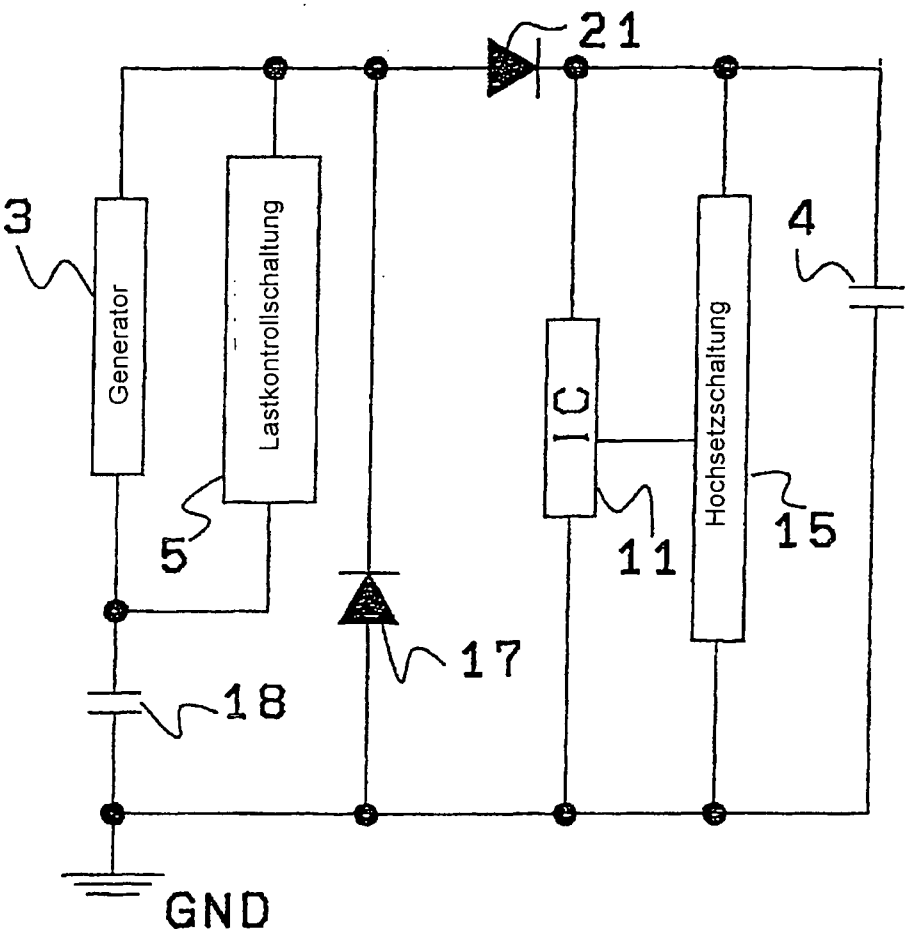

21
3
Generator
Lastkontrollschaltung
IC
Hochsetzschaltung
4
5
11
15
17
18
GND

FIG. 23

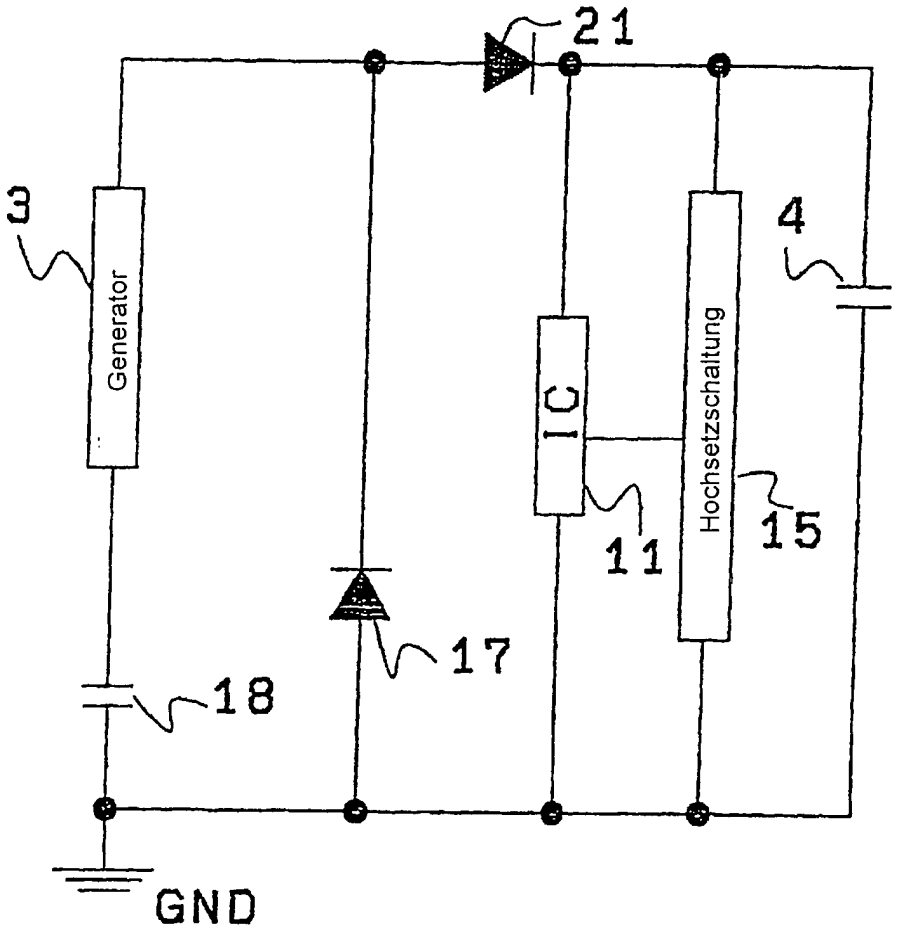
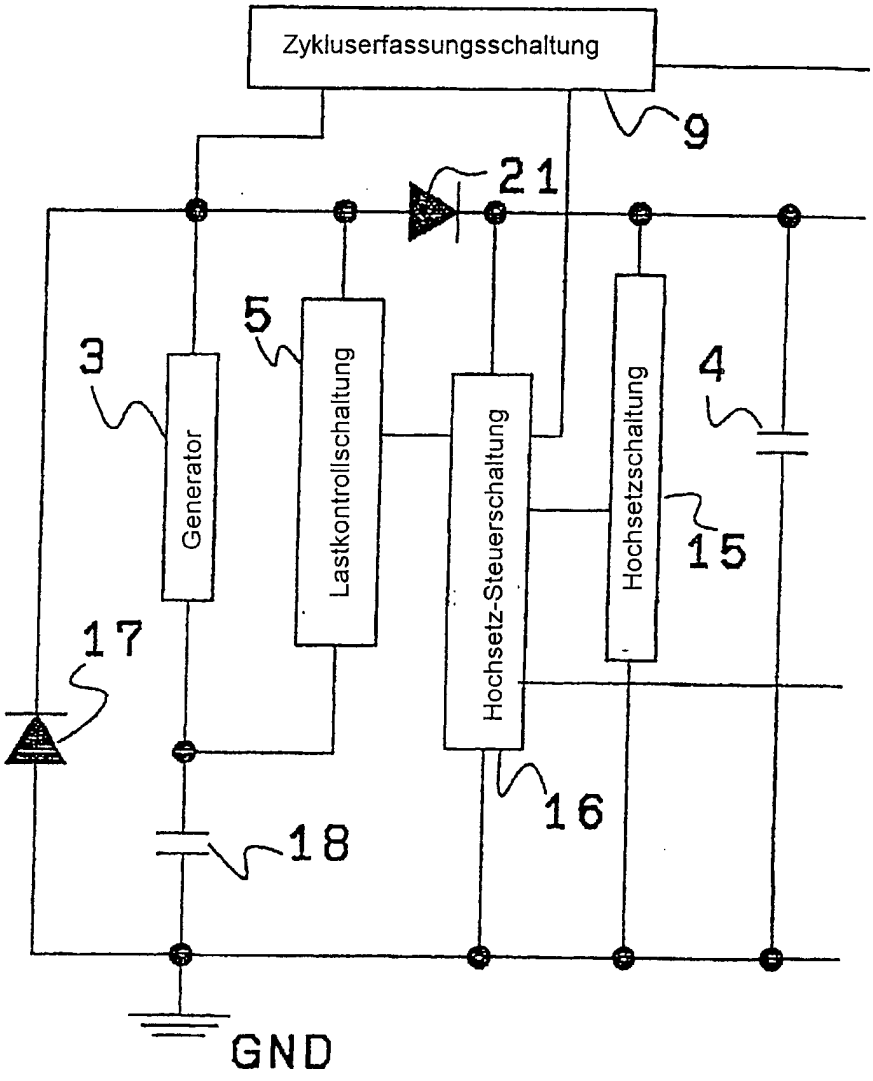


FIG. 24


Zykluserfassungsschaltung
9
21
5
3
Generator
Lastkontrollschaltung
Hochsetz-Steuerschaltung
Hochsetzschaltung
4
15
17
16
18
GND