



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: G 04 C
G 04 G

3/12
3/02

Patentgesuch für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ AUSLEGESCHRIFT A3

⑪

638 074 G

②① Gesuchsnummer: 4488/81

②② Anmeldungsdatum: 08.07.1981

③③ Priorität(en): 08.07.1980 JP 55-92861
15.07.1980 JP 55-96429
18.07.1980 JP 55-98325
21.07.1980 JP 55-99567

④② Gesuch bekanntgemacht: 15.09.1983

④④ Auslegeschrift veröffentlicht: 15.09.1983

⑦① Patentbewerber:
Citizen Watch Co., Ltd., Shinjuku-ku/Tokyo (JP)

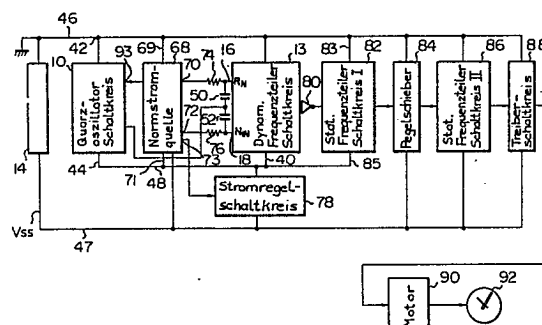
⑦② Erfinder:
Fukuo Sekiya, Tokorozawa-shi/Saitama-ken (JP)
Shigeru Morokawa, Tokorozawa-shi/Saitama ken (JP)
Ryoji Iwakura, Tokorozawa-shi/Saitama-ken (JP)

⑦④ Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

⑤⑥ Recherchenbericht siehe Rückseite

⑤④ Elektronische Uhr mit einem primären Frequenzteiler mit verbesserten Ansprechigenschaften und Verfahren zum Betrieb derselben.

⑤⑦ Die elektronische Uhr mit einem primären Frequenzteiler-Schaltkreis (13), der ein Normfrequenzsignal empfängt, weist eine Gruppe von P-Kanal-FET und eine Gruppe von N-Kanal-FET auf, die jeweils von einem Vorspannungs-Schaltkreis (68, 74, 76) mit einer separaten Vorspannung versorgt werden. Dadurch, dass die Vorspannung über eine Stromspiegelungskopplung aus einer Normstromquelle abgegeben werden, kann der primäre Frequenzteiler-Schaltkreis über einen grossen Batteriespannungsbereich im wesentlich unabhängig von der Änderung in der Batteriespannung auf niedrige Amplituden des Normfrequenzsignals ansprechen.





RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:

4488/81

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente			
Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile	Revendications con- cernées Betrifft Anspruch Nr.	
X	US-A-4 011 713 (SSIH) *Spalte 3, Zeile 18 bis Spalte 5, Zeile 6; PA 1; Fig. 4 *	1,2,6,7, 12	
X	US-A-4 028 880 (K.K. DAINI SEIKOSHA) * Spalte 1, Zeile 51 bis Spalte 2, Zeile 21; Fig. 1 *	1,2,3,4	
X	US-A-4 209 970 (CITIZEN WATCH CO) * Spalte 2, Zeile 6 bis Spalte 3, Zeile 26; PA; Fig. 1 *	1,2,8,9	
X	FR-A-2 430 696 (EBAUCHES S.A.) * Seite 3, Zeile 6 bis Seite 4, Zeile 35; S.5, Z. 12 bis S. 8, Z. 5; S. 9, Z.35 bis S. 12, Z. 7; Fig. 1 und 3 *	1,2,6,7	Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL. ²)
A	FR-A-2 272 536 (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) * Seite 1, Zeile 31 bis Seite 2, Zeile 17; PA-1 bis 19; Fig. 1, 5 und 7 *	1	G 04 C 3/12 G 04 C 3/14 G 04 G 3/02 H 03 K 5/00 H 03 K 5/02
A	GB-A-2 036 387 (EBAUCHES S.A.) * Zusammenfassung; Fig. 1 *	1	
X	CH-A-6 724/71 (SESCOSEM) * Spalte 1, Zeile 22 bis Spalte 2, Zeile 22; Fig. 5 *	1	Catégorie des documents cités Kategorie der genannten Dokumente: X: particulièrement pertinent von besonderer Bedeutung A: arrière-plan technologique technologischer Hintergrund O: divulgation non-écrite nichtschriftliche Offenbarung P: document intercalaire Zwischenliteratur T: théorie ou principe à la base de l'invention der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: demande faisant interférence kollidierende Anmeldung L: document cité pour d'autres raisons aus andern Gründen angeführtes Dokument &: membre de la même famille, document correspondant Mitglied der gleichen Patentfamilie; übereinstimmendes Dokument
A	CH-B-496 276 (SMITHS INDUSTRIES LTD) * PA 1 *	1	
A	CH-B-497 735 (SSIH) *Spalte 3, Zeile 30 bis Spalte 5 Zeile 30; Fig. 3 und 9 *	1	

Etendue de la recherche/Umfang der Recherche

Revendications ayant fait l'objet de recherches
Recherchierte Patentansprüche: alle

Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches
Nicht recherchierte Patentansprüche:

Raison:
Grund:

Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche

26.03.1982

Examineur .. Prufer

PATENTANSPRÜCHE

1. Batteriebetriebene, elektronische Uhr mit einer Normfrequenzquelle (10) zur Erzeugung eines Normfrequenzsignals, die eine Speiseleitung (46) für eine hohe Spannung und eine Speiseleitung (48) für eine niedrige Spannung aufweist, einem ersten Frequenzteiler-Schaltkreis (13) zum Teilen des Normfrequenzsignals, der eine Speiseleitung (46) für eine hohe Spannung und eine Speiseleitung (48) für eine niedrige Spannung aufweist, einem zweiten Frequenzteiler-Schaltkreis (82), um das Ausgangssignal aus dem ersten Frequenzteiler-Schaltkreis zu teilen und ein Ausgangssignal zu erzeugen, wobei der zweite Frequenzteiler-Schaltkreis (82) eine Speiseleitung (46) für eine hohe Spannung und eine Speiseleitung (48) für eine niedrige Spannung aufweist, einem dritten Frequenzteiler-Schaltkreis (86), der dem zweiten Frequenzteiler-Schaltkreis (82) nach geschaltet ist und das Ausgangssignal des zweiten Frequenzteiler-Schaltkreises empfängt, um durch Frequenzteilung des Ausgangssignals des zweiten Frequenzteilers ein Zeiteinheitssignal zu erzeugen, mit einem Treiberschaltkreis (88), der das Zeiteinheitssignal empfängt und ein Treibersignal erzeugt und einer Anzeigevorrichtung (92), die auf das Treibersignal anspricht, um eine Zeitangabe anzuzeigen, gekennzeichnet durch einen Schaltkreis (54; 68, 74, 76, 78) zur Erzeugung einer ersten und zweiten Vorspannung, der eine Speiseleitung für eine hohe Spannung, die mit der Speiseleitung (46) für die hohe Spannung des ersten Frequenzteiler-Schaltkreises zusammengeschaltet ist, und eine Speiseleitung für eine niedrigere Spannung aufweist, die mit der Speiseleitung (48) für die niedrige Spannung des ersten Frequenzteiler-Schaltkreises zusammengeschaltet ist, wobei der erste Frequenzteiler-Schaltkreis (13) eine Gruppe von P-Kanal-Feldeffekt-Transistoren (94) mit einer Gate-Elektrode, an die das Normfrequenzsignal aus der Normfrequenzquelle anliegt, und eine Gruppe von N-Kanal-Feldeffekt-Transistoren (96) mit einer Gate-Elektrode aufweist, an die das Normfrequenzsignal aus der Normfrequenzquelle (10) anliegt, wobei die Gate-Elektroden der N-Kanal-Feldeffekt-Transistoren von den Gate-Elektroden der P-Kanal-Feldeffekt-Transistoren bezüglich Gleichstromfluss elektrisch isoliert sind und wobei die erste Vorspannung an die Gate-Elektroden der P-Kanal-Feldeffekt-Transistoren anliegt, um deren Betriebszustand zu steuern, und die zweite Vorspannung an die Gate-Elektroden der N-Kanal-Feldeffekt-Transistoren anliegt, um deren Betriebszustand zu steuern.

2. Uhr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Frequenzteiler-Schaltkreis (13) einen Teil eines integrierten Schaltkreises umfasst und dass der Schaltkreis zur Erzeugung der Vorspannung eine Mehrzahl von Widerständen mit hohen Widerstandswerten (56, 58, 60; 74, 76) aufweist, die zwischen die erste und zweite Speiseklemme des ersten Frequenzteiler-Schaltkreises geschaltet sind, wobei die Widerstände im integrierten Schaltkreis integriert ausgebildete Polysilizium-Widerstandselemente sind.

3. Uhr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaltkreis zur Erzeugung der Vorspannung eine Normstromquelle (68) enthält.

4. Uhr nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Normstromquelle (68) über Stromspiegel-Schaltkreise an die Gate-Elektroden der P-Kanal-Feldeffekt-Transistoren (94) bzw. die Gate-Elektroden der N-Kanal-Feldeffekt-Transistoren (96) angeschlossen ist.

5. Uhr nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Normstromquelle (68) mindestens einen P-Kanal- (100) und N-Kanal- (114)-Feldeffekt-Transistoren aufweist, die in Serie über die erste und zweite Speiseleitung (46, 48) des ersten Frequenzteiler-Schaltkreises geschaltet sind.

6. Uhr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Frequenzteiler-Schaltkreis (13) ein dynamischer Frequenzteiler-Schaltkreis ist.

7. Uhr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ferner ein Stromregel-Schaltkreis (78) und eine Normspannungsquelle (68) zur Erzeugung eines Referenzstromes für einen Stromregel-Schaltkreis (78) vorgesehen sind, wobei die ersten Speiseleitungen (46) der Normfrequenzquelle und des ersten Frequenzteiler-Schaltkreises und die zweiten Speiseleitungen (48) der Normfrequenzquelle und des ersten Frequenzteiler-Schaltkreises zusammengeschaltet sind, und wobei eine der beiden Speiseleitungen direkt an die Batterie (14) und die andere über den Stromregel-Schaltkreis (78) an die Batterie (14) angeschlossen ist.

8. Uhr nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Normstromquelle (68) ferner an den Stromspiegel-Schaltkreis angeschlossen ist, um eine Vorspannung an die Normfrequenzquelle anzulegen.

9. Uhr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ferner eine Einstellvorrichtung (150, 152–156, 172–174) zum Einstellen der Werte der ersten und zweiten Vorspannung vorgesehen ist, um einen Betriebszustand des ersten Frequenzteilers (13) einzustellen.

10. Uhr nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellvorrichtung Anschlussklemmen (152–156) und einen Einstell-Schaltkreis (150) enthält, der auf die an den Anschlussklemmen anliegenden Signale anspricht, um den Ansprechbereich der Eingangssignalamplitude des ersten Frequenzteiler-Schaltkreises zu verändern.

11. Uhr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Normfrequenzquelle (10) einen Quarzoszillator mit einer Oszillatorfrequenz von über 100 kHz enthält.

12. Verfahren zum Betrieb einer elektronischen Uhr nach Anspruch 9, mit Steuereingängen (152–156) für die Einstellung eines Betriebszustandes des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises und mit einem Einstellschaltkreis (150), der auf die an den Anschlussklemmen anliegenden Signale anspricht, dadurch gekennzeichnet, dass zur Einstellung des Betriebes des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises derart, dass ein maximaler Ansprechbereich des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises bei niedrigen Amplitudenwerten des Normfrequenzsignals erzielt wird, die Amplitude eines Eingangssignals des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises auf einen Wert nahe Null verringert wird, um den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis in den Zustand der Eigenschwingung zu versetzen, und die an die Steuereingänge angelegten Signale verändert werden, dass die Frequenz der Eigenschwingung auf einen Wert gesetzt wird, der dicht bei einem erforderlichen Wert der Ausgangssignalfrequenz aus dem dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis liegt, wenn die normale Frequenzteilung des Normfrequenzsignals durchgeführt wird.

55

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine batteriebetriebene, elektronische Uhr mit einer Normfrequenzquelle zur Erzeugung eines Normfrequenzsignals, die eine Speiseleitung für eine hohe Spannung und eine Speiseleitung für eine niedrige Spannung aufweist, einem ersten Frequenzteiler-Schaltkreis zum Teilen des Normfrequenzsignals, der eine Speiseleitung für eine hohe Spannung und eine Speiseleitung für eine niedrige Spannung aufweist, einem zweiten Frequenzteiler-Schaltkreis, um das Ausgangssignal aus dem ersten Frequenzteiler-Schaltkreis zu teilen und ein Aus-

65

gangssignal zu erzeugen, wobei der zweite Frequenzteiler-Schaltkreis eine Speiseleitung für eine hohe Spannung und eine Speiseleitung für eine niedrige Spannung aufweist, einem dritten Frequenzteiler-Schaltkreis, der dem zweiten Frequenzteiler-Schaltkreis nachgeschaltet ist und das Ausgangssignal des zweiten Frequenzteiler-Schaltkreises empfängt, um durch Frequenzteilung des Ausgangssignals des zweiten Frequenzteilers ein Zeiteinheitssignal zu erzeugen, mit einem Treiberschaltkreis, der das Zeiteinheitssignal empfängt und ein Treibersignal erzeugt, und einer Anzeigevorrichtung, die auf das Treibersignal anspricht, um eine Zeitangabe anzuzeigen.

Der Hauptteil der zur Zeit hergestellten elektronischen Uhren der eingangs genannten Art, wie sie etwa in US-PS 4 028 880 und 4 209 970 beschrieben sind, wird mit einem Schwingquarz als Normfrequenzquelle versehen, um ein Ausgangssignal zu erzeugen, das durch Frequenzteilung in ein Zeiteinheitssignal mit einer Frequenz z. B. von 1 Hz umgewandelt wird. Dieses Zeiteinheitssignal wird bei einer analogen anzeigenden Uhr als Treibersignal an einen Schrittmotor und bei einer digital anzeigenden Uhr als Eingangssignal an einen Zähler-Schaltkreis angelegt, welcher über Treiber/Dekoder-Schaltkreise eine Digitalanzeige treibt. In den letzten Jahren wurde besonders eine Herabsetzung des Energiebedarfs bei derartigen elektronischen Uhren angestrebt. Da allgemein mindestens integrierte CMOS-Feldeffekt-Transistoren aufweisende Schaltkreise angewendet wurden, liegt die Hauptursache des Energiebedarfs in der Normfrequenzquelle, d. h. dem Quarzoszillator, und in den primären Frequenzteiler-Stufen, die dem Quarzoszillator nachgeschaltet sind, weil diese Schaltkreise alle mit einer hohen Schaltgeschwindigkeit arbeiten, wie z. B. aus der FR-A 2 272 536 bekannt ist. Um den Energiebedarf dieser Schaltkreise herabzusetzen, wurden deshalb verschiedene Massnahmen ergriffen. Unter anderem wurden die Werte der an diesen angelegten Speisespannung auf einen Wert herabgesetzt, der niedriger als die Batteriespannung ist, und der Verstärkungsfaktor des im Quarzoszillator-Schaltkreis verwendeten Verstärkers herabgesetzt. Diese Massnahmen führen jedoch zu einer Reduktion in der Amplitude des durch den Quarzoszillator-Schaltkreis erzeugten Ausgangssignals, und in einigen Fällen kann die Spitze-Spitze-Amplitude dieses Signals die halbe Batteriespannung der Uhr annehmen. Eine solche niedrige Amplitude bei dem an die primären Frequenzteiler-Stufen angelegten Eingangssignal kann zu einer ungenauen Funktion dieser Stufen führen. Dies trifft insbesondere in dem Fall zu, wenn ein dynamischer Frequenzteiler-Schaltkreis als primärer Frequenzteiler-Schaltkreis angewendet wird. Als primärer Frequenzteiler-Schaltkreis wird oftmals ein dynamischer Frequenzteiler-Schaltkreis angewendet, wenn die Schwingfrequenz des Oszillator-Schaltkreises sehr hoch ausgelegt wird, d. h. in der Grössenordnung von mehreren MHz, um die Vorteile einer ausgezeichneten Ganggenauigkeit, die durch Verwendung eines Hochfrequenz-Schwingquarzes erzielbar ist, zu erhalten. Somit wurde es früher schwierig, die Vorteile aus der Anwendung eines Hochfrequenz-Schwingquarzes als Normfrequenzquelle mit den Vorteilen des geringen Energiebedarfs, der durch das Treiben des Oszillator-Schaltkreises und der primären Frequenzteiler-Stufen mit einer niedrigen Speisespannung erreicht wurde, zu vereinen, indem ein sehr niedriger Signalpegel aus dem Quarzoszillator-Schaltkreis an die primären Frequenzteiler-Stufen angelegt wird.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, die genannten Nachteile des Standes der Technik wesentlich zu verringern, wodurch es möglich ist, eine elektronische Uhr mit einem Hochfrequenz-Schwingquarz als Normfrequenzquelle herzustellen, bei der aber der Wert des Energiebedarfs des Hoch-

frequenz-Schwingquarzes und in den Frequenzteiler-Stufen auf einen sehr niedrigen Wert gehalten wird, und bei der eine zuverlässige Zeitmessung trotz Änderung in der Batteriespannung sichergestellt wird.

5 Dieses Ziel wird erfindungsgemäss mit den in Anspruch 1 genannten Merkmalen erreicht.

Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, den Ansprechbereich bezüglich einer bestimmten, an den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis und die Normfrequenzquelle angelegte Speisespannung zu optimieren, so dass diese mit einer Speisespannung betrieben werden können, die wesentlich niedriger als die Batteriespannung der Uhr ist, wobei ein Signal mit sehr kleiner Amplitude von der Normfrequenzquelle abgegeben wird, und es ausserdem ermöglicht, die Ansprech-eigenschaften des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises im wesentlichen unabhängig von der Änderung in der Batteriespannung zu machen, um eine zuverlässige Funktion des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises mit einem Normfrequenzsignal mit sehr kleiner Amplitude zu erreichen.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein vereinfachtes Blockschema einer Schaltung aus einem Quarzoszillator-Schaltkreis und einem primären Frequenzteiler-Schaltkreis für eine bekannte elektronische Uhr,

Fig. 2 ein Diagramm, das das Verhältnis zwischen Batteriespannung und dem minimalen Wert der Eingangsspannung, für welche der genaue Frequenzteiler-Vorgang bei einem dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis, der in einer bekannten elektronischen Uhr angewendet wird, erzielt wird, zeigt,

Fig. 3 ein vereinfachtes Blockschema eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Schaltung aus einem Quarzoszillator-Schaltkreis, Vorspannungs-Schaltkreis und dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis,

Fig. 4 ein vereinfachtes Blockschema eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Schaltung aus einem Quarzoszillator-Schaltkreis, Vorspannungs-Schaltkreis und dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis,

Fig. 5 ein Diagramm, das zeigt, wie die Ansprech-eigenschaften eines dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises bezüglich eines minimalen Eingangsspannungspegels und Speisespannung durch den Vorspannungs-Schaltkreis gemäss Fig. 3 und 4 eingestellt werden kann,

Fig. 6 ein Blockschema eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung, das eine elektronische Uhr mit einer Normstromquelle zur Erzeugung der Vorspannungen, die durch einen Stromspiegel-Schaltkreis an einen dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis angelegt werden, und mit einem Stromregel-Schaltkreis zur Reduktion der Speisespannung zeigt, die an eine Normfrequenzquelle, eine Normstromquelle und dem dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis angelegt wird,

Fig. 7 einen Schaltkreis eines Ausführungsbeispiels eines dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises, der bei einer erfindungsgemässen Uhr anwendbar ist,

Fig. 8 ein Schaltschema eines anderen Ausführungsbeispiels des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises,

Fig. 9 ein Schema eines Quarzoszillator-Schaltkreises, einer Normstromquelle und eines Stromregel-Schaltkreises, die bei dem Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 6 anwendbar sind,

Fig. 10 ein Diagramm, das das Verhältnis zwischen der minimalen Eingangsspannung für die genaue Frequenzteilung bezüglich der Batteriespannung für einen dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis zeigt, der mit vom Stromspiegelanschluss erzeugten Vorspannungen an eine Norm-

stromquelle und eine Spannungsquelle, die von einem Stromregel-Schaltkreis gemäss Fig. 9 erzeugt werden, versehen ist.

Fig. 11 ein Schaltschema einer Normstromquelle zur Erzeugung der Vorspannungen, die durch den Stromspiegelanschluss an einen dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis einer erfindungsgemässen elektronischen Uhr angelegt werden und die weiter einen Einstell-Schaltkreis zum Einstellen der Werte der Vorspannungen enthält, und

Fig. 12–17 verschiedene Beispiele unterschiedlicher Ausbildungen von Teilen einer Normstromquelle für eine erfindungsgemässe elektronische Uhr, wobei identische und gleichwertige Typen von Transistoren sowohl in der Normstromquelle als auch im dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis angewendet werden können.

Fig. 1 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Quarzoszillator-Schaltkreises, der als Normfrequenzquelle verwendet wird, und eines primären Frequenzteiler-Schaltkreises, der eine Gruppe von P-Kanal-Feldeffekt-Transistoren und eine Gruppe von N-Kanal-Feldeffekt-Transistoren enthält, wobei ein Ausgangssignal aus dem primären Frequenzteiler-Schaltkreis dazu verwendet wird, eine durch eine elektronische Uhr anzuzeigende Zeitangabe zu erzeugen. Mit der Bezugsziffer 10 ist ein Quarzoszillator-Schaltkreis bezeichnet, der ein Normfrequenzsignal abgibt, das an einen Frequenzteiler-Schaltkreis 12 angelegt wird. Sowohl der Quarzoszillator-Schaltkreis 10 wie der Frequenzteiler-Schaltkreis 12 empfangen eine Speisespannung direkt aus einer Batterie 14 mit einem hohen Potential Vdd und einem niedrigen Potential Vss. Da das Potential Vdd einer Batterie in einer Uhr im allgemeinen an Masse angeschlossen ist, wird die Batteriespannung nachfolgend der Einfachheit halber mit Vss bezeichnet. Die Gate-Elektroden der P-Kanal-Feldeffekt-Transistoren des Frequenzteiler-Schaltkreises 12 sind mit einer Eingangsklemme 16, während die Gate-Elektroden der N-Kanal-Feldeffekt-Transistoren mit einer Eingangsklemme 18 verbunden sind, so dass diese das Eingangssignal aus dem Quarzoszillator-Schaltkreis 10 empfangen. Über eine Leitung 19 aus dem Frequenzteiler-Schaltkreis 12 wird ein Signal den nachfolgenden Stufen der Uhrschaltung zugeführt.

Fig. 2 zeigt die Beziehung zwischen der an den Frequenzteiler-Schaltkreis 12 angelegten minimalen Eingangssignalamplitude (Spitze-Spitze) und der an den Frequenzteiler-Schaltkreis angelegten Speisespannung Vss für den Fall, wo dieser Schaltkreis ein dynamischer Frequenzteiler-Schaltkreis ist. Die Kennlinie für das Verhältnis Amplitude/Speisespannung sind durch die Bezugsziffern 20–28 bezeichnet. Mit der Bezugsziffer 30 ist eine Linie bezeichnet, die die Kennlinie darstellt, wo die Eingangssignalamplitude (Spitze-Spitze) gleich der Speisespannung Vss ist. Die Linie 32 ist die Kennlinie, bei welcher die Eingangssignalamplitude die Hälfte der Speisespannung Vss ist. Die Bezugsziffer 20 bezeichnet eine typische Ansprech Kennlinie, z. B. die Kennlinie der minimalen Werte der Eingangssignalamplitude, bei welcher die genaue Funktion des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises auftritt (aufgetragen entlang der vertikalen Achse) bezüglich der Speisespannung (aufgetragen entlang der horizontalen Achse). Für jeden Punkt entlang der Kennlinie 20 bedeutet eine Reduktion in der Eingangssignalamplitude, dass die Funktion des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises unzuverlässig wird. Die Form und Lage dieser Kennlinien hängen vom Herstellungsverfahren der Feldeffekt-Transistoren im integrierten Schaltkreis und insbesondere von der Schwellwertspannung Vth dieser Transistoren ab. Wird angenommen, dass die Kennlinie 20 jene eines dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises mit Transistoren mit normaler Schwellwertspannung ist, dann wird in

dem Fall, dass die Schwellwertspannung niedriger als normal ist, die Kennlinie nach links verschoben, z. B. in die durch die Bezugsziffer 22 bezeichnete Lage. Wenn die Schwellwertspannung der Transistoren des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises andererseits höher als normal ist, wird die Kennlinie nach rechts in eine durch die Bezugsziffer 24 bezeichnete Lage verschoben. Die Ansprech Kennlinie wird auch durch die Betriebstemperatur beeinflusst. Wird ein dynamischer Frequenzteiler-Schaltkreis mit Transistoren mit niedrigerer als der normalen Schwellwertspannung bei einer hohen Temperatur angewendet, dann kann die Kennlinie in die durch die Bezugsziffer 28 bezeichnete Lage verschoben werden. Haben die Transistoren einen hohen Schwellenspannungswert, dann kann die Kennlinie in die mit der Bezugsziffer 26 bezeichnete Lage verschoben werden, wenn die Betriebstemperatur niedrig ist.

Wird angenommen, dass die an den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis angelegte Eingangssignalamplitude (Spitze-Spitze) gleich der Batteriespannung Vss ist, dann wird ein zufriedenstellender Frequenzteiler-Vorgang über den Batteriespannungsbereich Vss1 bis Vss2 für den Fall eines dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises mit Transistoren mit normalen Schwellwertspannungen bei normaler Temperatur, z. B. Kennlinie 20, erreicht. Früher wurde der Quarzoszillator-Schaltkreis einer elektronischen Uhr direkt mit der Batteriespannung Vss gespeist, um eine zuverlässige Funktion des Quarzoszillator-Schaltkreises bei niedrigen Batteriespannungswerten sicherzustellen, und der Verstärkungsfaktor des im Oszillator-Schaltkreis verwendeten Verstärkers wurde grösser gemacht, als das bei normalen Betriebszuständen tatsächlich erforderlich war. Die Ausgangsspannungsamplitude des Oszillator-Schaltkreises war somit im allgemeinen etwa gleich der Batteriespannung, d. h. in der Grössenordnung von 1,5 V (Spitze-Spitze), wenn die Batteriespannung normal ist. In diesem Fall ist unter normalen Betriebszuständen der Batteriespannungsbereich, bei dem eine korrekte Funktion des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises gewährleistet ist, relativ gross, z. B. von Vss1 bis Vss2 (Fig. 2). Aus Fig. 2 ist ersichtlich, dass bei dieser Beziehung, d. h. die Ausgangsspannungsamplitude des Oszillator-Schaltkreises ist gleich der Batteriespannung, die korrekte Funktion des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises über einen weiten Batteriespannungsbereich gewährleistet ist, selbst wenn die durch die Herstellung bedingte Schwellwertspannungsänderung streut und Temperaturänderungen auftreten.

Um jedoch den Energiebedarf des Oszillator-Schaltkreises 10 zu minimieren, ist es wünschenswert, dessen Speisespannung herabzusetzen und auch den Verstärkungsfaktor des in diesem Schaltkreis 10 vorhandenen Verstärkers so klein wie möglich zu machen. Diese Massnahmen führen dazu, dass die Amplitude (Spitze-Spitze) des Ausgangssignals des Schaltkreises 10 herabgesetzt wird und in einigen Fällen die Hälfte der Batteriespannung Vss annehmen kann. Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, liegt in diesem Fall bei normaler Schwellwertspannung der Transistoren und Betriebstemperatur der Batteriespannungsbereich, in welchem eine zufriedenstellende Arbeitsweise des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises erreicht wird, zwischen Vss3 und Vss4. Unter der schlechtesten Betriebsbedingung liegt unter Berücksichtigung der Temperatur und der Herstellungsunterschiede der akzeptable Betriebsspannungsbereich zwischen Vss5 und Vss6. Der Betriebsspannungsbereich, innerhalb welchem eine zuverlässige Funktion des Frequenzteiler-Schaltkreises sichergestellt ist, wird somit sehr schmal, so dass eine zufriedenstellende Funktion schwierig zu garantieren ist. Dies ist deshalb von Bedeutung, weil die Ausgangsspannung einer Batterie für eine elektronische Uhr sich

wegen der Temperaturänderungen, Laständerungen, Batterialter usw. beträchtlich ändern kann.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, speist eine Gleichspannungsquelle 14, die aus einer Batterie oder einem Schaltkreis, der eine geringere Spannung als die Batteriespannung abgibt, bestehen kann, einen Quarzoszillator-Schaltkreis 10, einen Vorspannungs-Schaltkreis 54 und einen dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13. Mit den Bezugswerten 38 und 40 sind Speiseleitungen zum dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 bezeichnet, während die Bezugswerte 42 und 44 die hohen bzw. niedrigen Potential führenden Speiseleitungen für den Quarzoszillator-Schaltkreis 10 bezeichnen. Die Leitungen 38 und 42 sind zusammen an eine Leitung 46 angeschlossen, die mit der Gleichstromquelle 15 verbunden ist. Speiseleitungen 40 und 44 sind gemeinsam an eine Leitung 48 angeschlossen, die mit der Gleichstromquelle 15 verbunden ist. Der Vorspannungs-Schaltkreis 54 ist über die Leitungen 46 und 48 geschaltet.

Das Ausgangssignal des Quarzoszillator-Schaltkreises 10 wird über einen Kondensator 50 an eine Eingangsklemme 16 des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 angelegt, die mit den Gate-Elektroden einer Gruppe von P-Kanal-Feldeffekt-Transistoren verbunden ist. Das Ausgangssignal des Quarzoszillator-Schaltkreises 10 ist auch über einen Kondensator 52 an eine Eingangsklemme 18 des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 angelegt, die mit den Gate-Elektroden einer Gruppe von N-Kanal-Feldeffekt-Transistoren im dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 verbunden ist. Der Vorspannungs-Schaltkreis 54 enthält drei Widerstände 56, 58 und 60 mit einem sehr hohen Widerstandswert, die in Serie über die Speiseleitungen 46 und 48 geschaltet sind. Der Verbindungspunkt der Widerstände 56 und 58 ist an die Eingangsklemme 16 des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 angeschlossen, um eine Vorspannung an die Gate-Elektroden der P-Kanal-Feldeffekt-Transistoren im Frequenzteiler-Schaltkreis 13 anzulegen, während der Verbindungspunkt der Widerstände 58 und 60 an die Eingangsklemme 18 angeschlossen ist, um eine Vorspannung an die Gate-Elektroden der N-Kanal-Feldeffekt-Transistoren im dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 anzulegen, wobei die letztgenannte Vorspannung einen anderen Wert als die an die Eingangsklemme 16 anliegende Vorspannung hat.

Das Frequenz-geteilte Ausgangssignal des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 wird über eine Leitung 19 den nachfolgenden Stufen der elektronischen Uhr übertragen.

Die Fig. 4 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel eines Vorspannungs-Schaltkreises, der an einen dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis angeschlossen ist. Dieser ist ähnlich dem Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 3, mit dem Unterschied, dass der Verbindungspunkt der Widerstände 56 und 58 an die Eingangsklemme 18 des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises und der Verbindungspunkt der Widerstände 58 und 60 an die Eingangsklemme 16 des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 angeschlossen ist.

Fig. 5 zeigt die Beziehung zwischen dem minimalen Wert der Eingangsspannung und der Speisespannung V_{ss} für die in Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiele. Die Bezugswert 68 bezeichnet die Kennlinie, bei der angenommen wird, dass eine Vorspannung gleich $\frac{1}{2} V_{ss}$ an die Eingangsklemmen 16 und 18 des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 angelegt ist. Die Kennlinie 66 wird aus dem Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 3 erhalten. Diese ist in der Form identisch mit der Kennlinie 68, aber sie ist nach rechts verschoben. Für das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 4 wird die Kennlinie 64 erhalten, d.h. die Kennlinie 68 ist nach links verschoben. Somit ist ersichtlich, dass bei Anwendung

der Ausführungsbeispiele der Vorspannungs-Schaltkreise bei einem dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis gemäss Fig. 3 oder 4 die Ansprechkenlinie des minimalen Wertes der Eingangsspannung bezüglich der an den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis angelegten Speisespannung verschoben werden kann. Wenn die über die Leitungen 46 und 48 an den Quarzoszillator-Schaltkreis 10 und den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 angelegte Speisespannung somit kleiner gemacht wird als die Batteriespannung der Uhr, so dass die Amplitude des Ausgangssignals des Quarzoszillator-Schaltkreises 10 klein ist und somit der Speisespannungsbereich für den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13, innerhalb welchem eine korrekte Funktion sichergestellt wird, schmal wird (wie das mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben ist), dann kann die Lage des letzteren schmalen Bereiches in eine optimale Lage bezüglich der an den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 angelegten Speisespannung durch zweckmässige Einstellung der daran angelegten Vorspannungen unter Anwendung der in den Fig. 3 oder 4 dargestellten Schaltung eingestellt werden. Dadurch lässt es sich einrichten, dass die zufriedenstellende Funktion des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 sichergestellt wird, selbst wenn geringe Änderungen in der Batteriespannung auftreten, und zwar trotz eines niedrigen Wertes des Ausgangssignals des Quarzoszillator-Schaltkreises 10 aufgrund der getroffenen Massnahmen, den Energiebedarf im Oszillator und dem primären Frequenzteiler-Schaltkreis der Uhr zu reduzieren. Durch die Anwendung einer relativ hohen Frequenz, was eine hohe Genauigkeit zur Folge hat, wird der Quarzoszillator-Schaltkreis bedeutend praktikabler, als es bisher möglich war.

Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen elektronischen Uhr, in der eine Batterie 14 Strom über eine hohe bzw. niedrige Potential führende Speiseleitung 46 und 48 an eine Reihe von Schaltkreisblöcken, und zwar eine Normfrequenzquelle 10, eine Normstromquelle 68, einen dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 und einen statischen Frequenzteiler-Schaltkreis 82 über einen Stromregel-Schaltkreis 78 abgibt. Ein Pegelschiebe-Schaltkreis 84, ein zweiter statischer Frequenzteiler-Schaltkreis 86 und ein Treiber-Schaltkreis 88 werden auch direkt aus der Batterie 14 gespeist. Die in Abhängigkeit eines Zeiteinheitssignals aus dem zweiten statischen Frequenzteiler-Schaltkreis durch den Treiber-Schaltkreis 88 erzeugten Treibersignale dienen zum Treiben eines Schrittmotors 90, der eine analog anzeigende Anzeigevorrichtung 92 antreibt, um die laufende Zeitangabe anzugeben.

Der Stromregel-Schaltkreis 78 wird durch ein Signal aus einer Ausgangsklemme 73 der Normstromquelle 68 gesteuert, so dass der durch den Stromregel-Schaltkreis 78 abgegebene Strom eine konstante Spannung über den Speiseleitungen 46 und 48 mit Bezug auf die Änderungen in der Batteriespannung aufrechterhält. Die Normstromquelle 68 führt festgestellte Ströme über zwei Feldeffekt-Transistoren, wodurch eine erste und zweite Vorspannung erzeugt werden. Diese werden über einen Stromspiegelschluss über Widerstände 74 bzw. 76 an die Eingangsklemmen 16 und 18 des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 angelegt, um dadurch unterschiedliche Vorspannungen an die Gate-Elektroden der P-Kanal-Feldeffekt-Transistoren und an die Gate-Elektroden der N-Kanal-Feldeffekt-Transistoren anzulegen. Ein durch den Quarzoszillator-Schaltkreis 10 erzeugtes Normfrequenzsignal wird über Kondensatoren 50 und 52 an die Eingangsklemmen 16 bzw. 18 des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 angelegt. Ein vom dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 durch Frequenzteilung dieses Normfrequenzsignals erzeugtes Ausgangssignal wird über einen Inverter 80 an einen ersten statischen

Frequenzteiler-Schaltkreis 82 angelegt. Das Ausgangssignal des ersten statischen Frequenzteiler-Schaltkreises 82 wird über einen Pegelschieber-Schaltkreis 84 an den Eingang des zweiten statischen Frequenzteiler-Schaltkreises 86 angelegt, weil die Speisespannungen des ersten und zweiten statischen Frequenzteiler-Schaltkreises 82 und 86 unterschiedlich sind. Der zweite statische Frequenzteiler-Schaltkreis 82 erzeugt durch Frequenzteilung des Ausgangssignals des ersten statischen Frequenzteiler-Schaltkreises 82 ein Zeiteinheitssignal, das an den Treiber-Schaltkreis 88 angelegt wird.

Das Ausgangssignal des Quarzoszillator-Schaltkreises 10 wird eher direkt als über eine Pufferstufe an den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 angelegt. Die Eingangskapazität des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 bildet einen Teil der gesamthaft abgestimmten Schaltkreis-Kapazität des Quarzoszillator-Schaltkreises 10, und eine Schwingungsstromkomponente fliesst durch diese Eingangskapazität. Die Kondensatoren 50 und 52 können in konventioneller Weise innerhalb des integrierten Schaltkreises, der den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 enthält, als Gate-Elektrodenkapazitäten ausgebildet werden. In diesem Fall erfolgt die Verbindung vom Quarzoszillator-Schaltkreis 13 an der Diffusionsbereichseite einer solchen Gatekapazität, während die Verbindung zum Eingang des dynamischen Frequenzteilers 13 an der Gate-Elektroden-seite der Kapazität erfolgt.

In diesem Beispiel kann der Quarzoszillator-Schaltkreis 10 mit einer hohen Oszillationsfrequenz, z. B. in der Grössenordnung von 4 MHz, arbeiten.

Die über die Speiseleitungen 46 und 47 liegende Spannung wird mittels des von der Klemme 73 der Normstromquelle 68 an den Stromregelkreis 78 angelegten Steuersignals auf einen minimalen Wert eingestellt, der erforderlich ist, um den Quarzoszillator-Schaltkreis 10, die Normstromquelle 68, den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 und den ersten statischen Frequenzteiler-Schaltkreis 82 zu betreiben, so dass die Leistungsaufnahme dieser Schaltkreise auf einem Minimum gehalten wird. Die Frequenz des Ausgangssignals des ersten statischen Frequenzteiler-Schaltkreises sollte mit Vorteil in der Grössenordnung von 100 Hz liegen. Eine durch die Normstromquelle 68 erzeugte und an eine Eingangsklemme 93 des Quarzoszillator-Schaltkreises 10 angelegte Vorspannung dient zur Steuerung des internen Verstärkungsfaktors dieses Oszillator-Schaltkreises auf einen vorbestimmten Wert.

Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel des im Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 verwendeten dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13. Dieser enthält eine Gruppe von P-Kanal-Feldeffekt-Transistoren, die nachfolgend als P-Kanal-FETs bezeichnet werden und durch die Bezugsziffer 94 gekennzeichnet sind, und eine Gruppe von N-Kanal-Feldeffekt-Transistoren, die nachfolgend als N-Kanal-FETs bezeichnet werden und durch die Bezugsziffer 96 gekennzeichnet sind. Wie gezeigt, sind die Gate-Elektroden eines Satzes von neun Transistoren aus der Gruppe der P-Kanal-FETs (total 18 Transistoren) und eines Satzes von neun Transistoren aus der Gruppe der N-Kanal-FETs (total 19 Transistoren) gemeinsam an die Eingangsklemmen 16 bzw. 18 angeschlossen. Der Strom, welcher durch ein hintereinander geschaltetes Transistorenpaar der P-Kanal-FET-Gruppe, z. B. die Transistoren 97 und 98, und somit über ein entsprechendes Serie-geschaltetes Transistorenpaar der N-Kanal-FET-Gruppe, z. B. Transistoren 95 und 96, fliesst, wird durch die an den Eingangsklemmen 16 und 18 anliegenden Vorspannungen bestimmt. Diese Vorspannungen werden durch den Stromspiegelanschluss an die Normstromquelle 68, wie nachfolgend beschrieben, angelegt, so dass der Strom, der durch jede Stufe des dynamischen Frequenz-

teiler-Schaltkreises 13, z. B. jenem der aus P-Kanal-FETs 97 und 98 und N-Kanal-FETs 95 und 96 zusammengesetzt ist, extrem stabil gehalten wird, und zwar bezüglich der Änderungen in der Batteriespannung.

Das in Fig. 7 dargestellte Beispiel des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises hat ein Frequenzteilverhältnis von 1:8, gibt ein Ausgangssignal auf der Leitung 99 ab und führt eine freie Oszillation durch, wenn an den Eingangsklemmen 16 und 18 kein Eingangssignal aus dem Quarzoszillator-Schaltkreis 10 anliegt. Die Frequenz dieser freien Oszillation wird durch die Werte der an den Klemmen 16 und 18 angelegten Vorspannungen bestimmt.

Fig. 8 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 gemäss Fig. 6. Dieser Schaltkreis hat ein Teilverhältnis von 1:16 und enthält eine Gruppe von 34 P-Kanal-FETs 100 und eine Gruppe von N-Kanal-FETs 102.

Fig. 9 ist ein Schaltschema, das den spezifischen Schaltungsaufbau des Quarzoszillator-Schaltkreises 10, der Normstromquelle 68 und des Stromregel-Schaltkreises 78 des Ausführungsbeispiels gemäss Fig. 6 zeigt. Innerhalb der Normstromquelle 68 wird durch einen Stromeinstell-Schaltkreis, bestehend aus einer Rückführungsschleife aus einem P-Kanal-FET 100 und 118 und einem N-Kanal-FET 114 und 120 und aus einem veränderlichen Widerstand 16, der zur Einstellung des Wertes des Normstromes verwendet wird, ein Stromsteuersignal erzeugt. Dieser Schaltkreis dient dazu, Normströme mit feststehenden Werten zu erzeugen, die in den Leitungen 113 bzw. 119 fließen. Im Stromspiegelanschluss ist ein P-Kanal-FET 112 an die Leitung 113 des Stromeinstellteiles angeschlossen, und dieser Transistor bildet in Verbindung mit einem N-Kanal-FET 126 einen Puffer-Schaltkreis, der einen konstanten Stromfluss auf der Leitung 127 erzeugt. Die Leitung 127 ist an das Gatter eines Transistors 79 innerhalb des Stromregelkreises 78 angeschlossen. Der Wert des in der Leitung 127 fließenden Stromes wird durch das Verhältnis der Werte von W/L (Kanallänge über Kanallänge) des N-Kanal-FET 112 zu dem Wert von W/L des N-Kanal-FET 110 bestimmt. Weil der Wert des in der Leitung 127 fließenden Stromes den Stromregel-Schaltkreis 78 steuert, ergibt sich, dass das letztere Verhältnis von W/L auch den Gesamtstrom bestimmt, der in der Normstromquelle 68, dem Quarzoszillator-Schaltkreis 10, dem dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 und dem statischen Frequenzteiler-Schaltkreis 82 fliesst, und zwar weil der Transistor 79 durch einen Stromspiegelanschluss mit dem N-Kanal-FET 126 verbunden ist.

Der P-Kanal-FET 124 und der N-Kanal-FET 122 bilden auch einen Puffer-Schaltkreis, der den in der Leitung 123 fließenden Strom steuert und dazu dient, das Stromsteuersignal durch den Stromspiegelanschluss an einen Schaltkreis anzulegen, welcher die Vorspannungen für den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 erzeugt. Diese Vorspannungen werden durch den Stromspiegelanschluss eines P-Kanal-FET 134 über einen Widerstand 74 an die Eingangsklemme 16 des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13, z. B. das Gate und der Drain des Transistors 134 sind gemeinsam mit den Gate-Elektroden einer Gruppe von P-Kanal-FETs im dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis verbunden (Fig. 7 und 8), erzeugt. Ein N-Kanal-FET 130 erzeugt eine Vorspannung für die N-Kanal-FET-Gruppe im dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13, indem er im Stromspiegelanschluss an die Klemme 18 angeschlossen ist, d. h. das Drain und Gate des N-Kanal-FET 130 sind gemeinsam mit den Gate-Elektroden einer Gruppe von N-Kanal-FETs im dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 verbunden. Der Strom, der in einer an die Drain- und Gate-Elektroden des N-Kanal-FET 130 angeschlossenen Leitung 129 fliesst,

wird durch einen P-Kanal-FET 128 gesteuert, der durch den Stromspiegelanschluss mit dem Transistor 124 verbunden ist. Der in einer an die Drain- und Gate-Elektroden des P-Kanal-FET 134 angeschlossenen Leitung fließende Strom wird durch einen N-Kanal-FET 132 gesteuert, der durch den Stromspiegelanschluss an den N-Kanal-FET 130 angeschlossen ist. Die Normstromangabe, welche den Wert des in der Leitung 123 fließenden Stroms steuert, steuert somit die Vorspannungen, die durch den Stromspiegelanschluss an die Gate-Elektroden der Gruppe der P-Kanal-FETs und der Gruppe der N-Kanal-FETs im dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 angelegt sind. Für einen gegebenen Wert des in der Leitung 123 fließenden Stromes wird der in der Leitung 129 fließende Strom durch das Verhältnis W/L des Transistors 128 zu W/L des Transistors 124 bestimmt, und zwar wegen der Stromspiegelverbindung zwischen diesen Transistoren. Ist der in der Leitung 129 fließende Strom festeingestellt, dann wird der in der Leitung 133 fließende Strom durch das Verhältnis des Wertes von W/L des Transistors 132 zum Wert von W/L des Transistors 130 bestimmt.

Die Widerstände 74 und 76 werden vorgesehen, um zu verhindern, dass das Ausgangssignal des Quarzoszillator-Schaltkreises 10 durch die niedrige Impedanz des Transistors 132 und 134 abgeleitet wird. Wegen der hohen Gate-Eingangsimpedanz der Feldeffekt-Transistoren haben die Widerstände 74 und 76 keinen Einfluss auf den Stromspiegelanschluss zu den Klemmen 16 und 18. Wenn die in den Leitungen 129 und 133 fließenden Ströme festeingestellt sind, dann wird der Strom, der in jeder Stufe des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 fließt, z. B. in der Stufe, die die Transistoren 95, 96, 97 und 98 bei dem in Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel enthält, durch das Verhältnis des Wertes W/L des Transistors 134 zum Wert W/L der P-Kanal-FET des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 und durch das Verhältnis des Wertes W/L des Transistors 130 zum Wert W/L der P-Kanal-FET des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 bestimmt. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass streng genommen der im dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 fließende Strom durch die von der Normstromquelle 68 an die Klemmen 16 und 18 angelegten Vorspannungen gesteuert wird, und es ist ein wesentliches Merkmal der vorliegenden Erfindung, dass diese Vorspannungen durch einen Stromspiegelanschluss zwischen den Transistoren in der Normstromquelle 68 und den Transistoren im dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 angelegt werden. In der vorliegenden Beschreibung und den Ansprüchen wird der Ausdruck «Vorspannung» verwendet, weil kein besserer zur Hand ist, und bezieht sich auf eine Spannung, die zwischen Drain- und Source-Klemmen eines Feldeffekt-Transistors erzeugt wird, der Teil eines Stromspiegelanschlusses ist, und die an die Gate-Elektrode eines oder mehrerer Feldeffekt-Transistoren angelegt wird, die Teil jenes Stromspiegelanschlusses sind.

Aus dem Stromspiegelanschluss, wodurch der dynamische Frequenzteiler-Schaltkreis 13 durch die Normstromquelle 68 gesteuert wird, ergibt sich, dass der Gleichstromfluss in jeder Stufe des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 (z. B. jenem aus den Transistoren 95–98 im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 7) bezüglich der Änderungen in der Batteriespannung sehr konstant gehalten wird. Die Normstromquelle 68 legt über den Widerstand 106 eine Vorspannung an das Gate des FET 108 im Quarzoszillator-Schaltkreis 10, um die innere Verstärkung des Oszillator-Schaltkreises zu steuern.

Fig. 10 zeigt das Verhältnis zwischen der minimalen Amplitude der Eingangsspannung zum korrekten Betrieb des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 und der Spannung V_{ss} der Batterie für einen dynamischen Frequenz-

teiler-Schaltkreis, der durch eine Normstromquelle, die durch die Kennlinie 136 gekennzeichnet ist, gesteuert wird. Die entsprechende Kennlinie für einen bekannten dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis ist durch die Bezugsziffer 138 gekennzeichnet. Wie durch die Kennlinie 136 gezeigt, hat ein erfindungsgemäßer dynamischer Frequenzteiler-Schaltkreis einen sehr weiten Ansprecbereich auf niedrige Eingangsspannungsamplituden bezüglich der Speisespannung, d. h. der korrekte Betrieb des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises wird über einen weiten Änderungsbereich der Batteriespannung mit einem Signal mit sehr kleiner Amplitude, das durch den Quarzoszillator-Schaltkreis 10 abgegeben wird, sichergestellt. Diese Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik, wie sie durch die Kennlinie 138 dargestellt ist, beruht darauf, dass der Stromfluss in den verschiedenen Stufen des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises im hohen Grade konstant gehalten wird.

Bei sehr niedrigen Batteriespannungswerten beginnt die minimale erforderliche Eingangsspannung rapid anzusteigen; dies aufgrund der Tatsache, dass bei sehr niedrigen Speisespannungswerten einige Transistoren innerhalb des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises aufhören leitend zu sein, so dass der Betrieb beeinträchtigt wird.

Es ist ein Merkmal der Stromspiegel-Schaltkreis-Funktion, dass, solange wie die den Stromspiegel-Schaltkreis bildenden Transistoren identische Schwellenwertspannungen haben, die korrekte Funktion des Schaltkreises trotz der Änderung im Absolutwert der Schwellenwertspannung erzielt wird. Eine solche Bedingung kann sicher erfüllt werden, indem alle Transistoren des Stromspiegel-Schaltkreises auf dem gleichen Chip integriert werden, und wenn alle Transistoren vom gleichen Typ sind, dann haben sie identische Schwellenwertspannungen, obwohl sich der Wert dieser Spannung aufgrund der Herstellungsunregelmässigkeit ändert. Um eine richtige Funktion des Stromspiegelkreises sicherzustellen, ist es ausserdem notwendig, dass die Transistoren des Schaltkreises so nahe wie möglich auf der gleichen Betriebstemperatur gehalten werden. Dies kann erreicht werden, indem diese Transistoren so eng wie möglich auf dem Chip angeordnet werden.

Die Widerstände 74 und 76 sollten mit Vorteil einen sehr hohen Widerstandswert haben, und zwar in der Grössenordnung von 100 Megohm. Um irgendwelche durch Leckströme verursachte Einflüsse zu eliminieren, sollten diese Widerstände als Polysilizium-Widerstände innerhalb des Chip ausgebildet sein.

Es wird darauf hingewiesen, dass das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 9 neben der Möglichkeit, dass es über einen erweiterten Batteriespannungsbereich bei einem sehr niedrigen Ausgangssignalwert des Oszillator-Schaltkreises betrieben werden kann, zusätzlich eine grössere Ganggenauigkeit hat. Diese grössere Genauigkeit beruht auf der Tatsache, dass die Betriebszustände der Transistoren in diesen Schaltkreisen trotz der Änderungen in der Ausgangsspannung der Batterie 14 sehr konstant gehalten werden, weil die vom Quarzoszillator-Schaltkreis 10 und dem dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 aufgenommenen Ströme durch den Stromregel-Schaltkreis 78 sehr eng reguliert werden. Somit wird die Ausgangskapazität des Quarzoszillator-Schaltkreises 10 bezüglich der Batteriespannungsänderungen sehr stabil gehalten, und derartige Änderungen haben daher einen sehr stark verringerten Einfluss auf die Änderung der Schwingungsfrequenz des Quarzoszillator-Schaltkreises 10 im Vergleich zu früheren Ausführungen.

Wie vorstehend erwähnt, nimmt der dynamische Frequenzteiler-Schaltkreis 13 einen freien Schwingungszustand an, wenn die Amplitude der Ausgangsspannung des Quarzoszillator-Schaltkreises 10 auf Null herabgesetzt wird. Es ist

ein Merkmal eines solchen dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises, dass die optimalen Betriebszustände, was die niedrige Eingangsspannungsamplitude betrifft, erhalten werden, wenn die Frequenz dieser freien Schwingung nahe bei der genauen Ausgangsfrequenz des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises liegt, wenn eine normale Frequenzteilung durchgeführt wird. Diese Bedingung kann etwa durch geeignete Auslegung erfüllt werden, und das Ausführungsbeispiel von Fig. 9 bringt somit den Vorteil, dass, selbst wenn der Quarzoszillator-Schaltkreis aus irgendwelchen Gründen seine Funktion einstellt, die Uhr weiter funktioniert, jedoch mit einer stark herabgesetzten Genauigkeit.

Fig. 11 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel einer Normstromquelle. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Normstromquelle 68 im Grunde ähnlich der in Fig. 9 dargestellten ausgeführt, aber mit Mitteln zum Einstellen der Vorspannungen für den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 versehen. Beim Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 11 ist der Transistor 128 im Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 9 durch einen Satz von drei Transistoren 164, 166, 168 und 170 ersetzt. Durch den Transistor 164 fliesst ein konstanter Strom. Der Stromfluss durch die Transistoren 166, 168 und 170 wird mittels eines Satzes von Transistoren 172, 174 bzw. 176 entweder freigegeben oder unterbrochen. Die Source-Elektroden der Transistoren 172, 174 und 176 sind an die Drain-Elektroden der Transistoren 166, 168 bzw. 170 angeschlossen, während die Drain-Elektroden der Transistoren 172, 174 und 176 zusammen mit der Drain-Elektrode des Transistors 164 an die Drain- und Gate-Elektroden des Transistors 130 angeschlossen sind. Die Gate-Elektroden der Transistoren 172, 174 und 176 sind über Widerstände 158, 160 bzw. 162 an die niedrige Potential führende Seite der Batterie 14 angeschlossen und durch Schaltelemente 152, 154 bzw. 156 an die hohe Potential führende Seite der Batterie 14 wahlweise anlegbar. Da die Transistoren 172, 174 und 176 P-Kanal-Transistoren sind, ist es ersichtlich, dass, wenn irgendwelche der Schaltelemente 152, 154 oder 156 im offenen Zustand sind, weil die Gate-Elektrode des entsprechenden Transistors 172–176 an die niedrige Potential führende Seite der Batterie 14 anliegt, dieser Transistor leitend ist. Ist einer der Schalter 152–156 geschlossen, dann wird die entsprechende Gate-Elektrode der Transistoren 172–176 an die hohe Potential führende Seite der Batterie 14 angelegt, so dass der entsprechende Transistor gesperrt wird. Durch entsprechendes Öffnen und Schliessen der Schaltelemente 152–156 kann der Strom aus den Transistoren 166, 168 und 170 wahlweise zum Strom durch den Transistor 164 auf der Leitung 135 dazuaddiert werden. Der Einstell-Schaltkreis 150 kann deshalb zur Bestimmung des Stromflusses im Transistor 130 verwendet werden und somit auch zur Bestimmung des Wertes der an den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis anliegenden Vorspannung.

Der durch irgendeinen der Transistoren 166, 168 oder 170 fließende Strom wird durch das Verhältnis des Wertes W/L für diesen Transistor zum Wert W/L für den Transistor 130 bestimmt. Somit kann den Strömen, die durch jeden der Transistoren 166–168 fließen, ein Faktor zugeordnet werden, so dass die genaue Einstellung des gesamten, über die Leitung 135 fließenden Stromes mittels der Schaltelemente 152–156 des Einstellkreises 150 durchgeführt werden kann.

Wie vorstehend mit Bezug auf das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 9 beschrieben, wird die optimale Funktion des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13, was die niedrige Eingangsspannungsamplitude aus dem Quarzoszillator-Schaltkreis 10 betrifft, erreicht, wenn die Frequenz der freien Schwingung des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 (bei einer auf Null reduzierten Eingangsspannungsamplitude) identisch der oder nahe bei der genauen Ausgangs-

gnalfrequenz des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 liegt, wenn ein normaler Frequenzteiler-Vorgang ausgeführt wird. Wenn z. B. die Schwingungsfrequenz des Quarzoszillator-Schaltkreises 10 4,19 MHz und das Frequenzteilungsverhältnis des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 1:16 beträgt, dann sollte die an den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 durch die Stromspiegelkopplung der Transistoren 134 und 130 an die Klemmen 16 und 18 angelegte Vorspannung so eingestellt werden, dass bei einem auf Null eingestellten Ausgangssignal des Quarzoszillator-Schaltkreises 10 die Frequenz der freien Schwingung des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 nahe bei einem Wert von 262 KHz liegt. Wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 11 kann die Einstellung dieser Frequenz der freien Schwingung auf diesen optimalen Wert durch Setzen der Schaltelemente 152–156 des Einstell-Schaltkreises 150 so durchgeführt werden, dass der in der Leitung 133 fließende Normstrom die aus den Transistoren 130 und 134 an den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 anliegenden Vorspannungen einstellt, um die gewünschte freie Schwingungsfrequenz zu erzeugen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Schaltelemente 152–156 des Einstell-Schaltkreises 150 verschiedene Ausführungen haben können, z. B. mechanische Schalter, Leiter, die wahlweise in den Leerlauf geschaltet werden können, Klemmen, die wahlweise kurzgeschlossen werden können, Elemente eines Festspeichers usw.

Um die einwandfreie Funktion des Ausführungsbeispiels gemäss Fig. 11 sicherzustellen, ist es erforderlich, dass die Einflüsse der in den Transistoren 172, 174 und 176 fließenden Leckströme bezüglich dem ungefähren Wert des Normstromflusses in der Leitung 135, der für gewöhnlich in der Grössenordnung von 10 Nanoampere liegt, vernachlässigbar ist. Dies kann sichergestellt werden, indem die Schwellenwertspannung der Transistoren 172–176 höher ausgelegt wird als die Schwellenwertspannung der anderen Transistoren der Normstromquelle 68. Derartige selektive Unterschiede in den Schwellenwertspannungen können bei der Herstellung des integrierten Schaltkreises durch selektive Kanaldotierung erzielt werden.

Die aus den Widerständen 138 und 140 mit dem Kondensator 142 und aus den Widerständen 144 und 146 mit dem Kondensator 148 aufgebauten Schaltkreise dienen dazu, die Einflüsse der transienten Änderungen in der Batteriespannung auf die an die Klemmen 16 und 18 des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises angelegten Vorspannungen zu verringern. Bei niedrigen Betriebstemperaturen steigt der innere Widerstand einer Uhrbatterie auf einen höheren als den normalen Wert an. Wenn die Uhr einen Schrittmotor zum Treiben einer analogen Anzeige enthält, dann wird jedesmal, wenn ein Antriebsimpuls bei niedrigen Betriebstemperaturen an den Schrittmotor angelegt wird, die Ausgangsspannung der Batterie zeitweise abfallen. Die aus den Widerständen 138 und 140 mit dem Kondensator 142 und den Widerständen 144 und 146 mit dem Kondensator 148 aufgebauten Schaltkreise dienen dazu, derartige Fluktuationen in der Batteriespannung auszufiltern, so dass konstante Vorspannungen an die Klemmen 16 und 18 angelegt werden, wodurch die Betriebszuverlässigkeit des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 verbessert wird.

Wie vorstehend beschrieben, ist es erwünscht, dass die Schwellenwertspannungen der Transistoren im Stromspiegel-Schaltkreis alle identisch sein sollen, um eine einwandfreie Funktion des Schaltkreises sicherzustellen. Bei dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel ist es erwünscht, den in den Leitungen 129 und 123 fließenden Strom, der die an den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 angelegten Vorspannungen bestimmt, so niedrig wie

möglich zu halten. Dies kann getan werden, indem die Kabellänge L der Transistoren 130 und 134 der Normstromquelle 68 länger als der Wert L des Transistors im dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 gemacht wird, z. B. um das Zehnfache und mehr. Ist dies getan, kann ein sehr kleiner in den Leitungen 129 und 133 fließender Normstrom einen wesentlich grösseren, in jeder Stufe des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises 13 fließenden Strom besteuern. Eine derartige Massnahme führt jedoch dazu, dass die Schwellenwertspannungen der Transistoren 130 und 134 sich von der Schwellenwertspannung der Transistoren im dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 unterscheiden.

In Fig. 12 ist ein Ausführungsbeispiel eines Schaltkreis-aufbaus dargestellt, um die vorstehend genannten Probleme zu beseitigen. Hier ersetzen die Gruppen von Serie-geschalteten Transistoren 180, 182 und 184 die Transistoren 130, 132 und 134 des in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiels. Die Transistoren, aus denen die Gruppen 180–184 aufgebaut sind, können identisch jenen Transistoren sein, die im dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13 verwendet werden, oder können einen sehr ähnlich Wert im W/L -Verhältnis haben. Wenn in diesem Fall die Transistor-Gruppe 182 n -Transistoren enthält, dann wird der in den P-Kanal-Transistoren in jeder Stufe des dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreises fließende Strom das n -fache des in der Leitung 133 fließenden Stromes haben, während ein genauer Stromspiegelvorgang sichergestellt wird. Die in Fig. 12 dargestellte Anordnung hat jedoch den Nachteil, dass es möglich ist, dass einige Gate-Elektroden von Transistoren in diese Transistoren-Gruppen umgekehrt vorgespannt werden. Dies kann zu einer unkorrekten Funktion der Stromspiegel-Schaltkreise führen.

Fig. 13 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel eines Schaltkreises zur Schaffung der Stromspiegel-Kopplung an den dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis 13. In diesem Fall sind die Transistoren 130, 134 und 132 durch die Transistoren-Gruppen 181, 182 und 185 ersetzt, und die Substrate der Transistoren in den Gruppen 181 und 185 aus N-Kanal-FET sind isoliert. Dadurch wird der vorstehend genannte Effekt der umgekehrten Vorspannung behoben. Diese Ausführung kann angewendet werden, wenn der integrierte Schaltkreis ein N-leitendes Substrat hat.

Die Fig. 14 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines derartigen Schaltkreises, bei dem die Transistoren 130, 134 und 132 des in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiels durch die Transistoren-Gruppen 180, 183 und 184 ersetzt sind. In diesem Fall sind die P-Kanal-FET der Transistor-Gruppe 183 isoliert, wodurch die Vorspannungsumkehr an den Gate-Elektroden verhindert wird. Dies kann bei inte-

grierten Schaltkreisen mit einem P-leitenden Substrat angewendet werden.

Ist die Vorspannungsumkehr besonders störend, kann der in den Fig. 16 und 17 dargestellte Schaltkreis verwendet werden, wo sowohl die P-Kanal-FET als auch die N-Kanal-FET isoliert sind. Bei diesen Ausführungsbeispielen sind nur jene Transistoren der Transistoren 130, 132 und 134 des in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiels durch Transistoren-Gruppen ersetzt, deren Substrate isoliert werden können. Die Änderung gemäss Fig. 15 ist bei P-leitendem Substrat und die Anordnung gemäss Fig. 16 ist bei N-leitendem Substrat anwendbar.

Die Fig. 17 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel, bei dem die Substrate der P-Kanal-FET und der N-Kanal-FET isoliert werden können, um die Vorspannungsumkehr zu beseitigen. In diesem Fall sind die Transistoren 130, 132 und 134 des in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiels durch die Transistor-Gruppen 181, 183 bzw. 185 ersetzt.

Es wird darauf hingewiesen, dass, obwohl die vorliegende Erfindung mit Bezug auf eine elektronische Uhr mit einem dynamischen Frequenzteiler-Schaltkreis als primären Frequenzteiler-Schaltkreis erläutert wurde, diese auch auf eine Uhr anwendbar ist, bei der ein statischer Frequenzteiler-Schaltkreis als primärer Frequenzteiler-Schaltkreis verwendet wird, der einem Oszillator-Schaltkreis nachgeschaltet ist und eine Gruppe von P-Kanal-FET und eine Gruppe von N-Kanal-FET aufweist, die durch eine Stromspiegelkopplung aus der Normstromquelle gesteuert werden können.

Es wird ferner darauf hingewiesen, dass, obwohl die beschriebenen Ausführungsbeispiele sich auf eine Uhr mit einem Schrittmotor beziehen, die vorliegende Erfindung nicht auf diese Ausführungsform beschränkt ist, sondern auch bei digital anzeigenden Uhren angewendet werden kann.

Obwohl die Mittel zum Einstellen des Normstromwertes einer Normstromquelle in den beschriebenen Ausführungsbeispielen dargestellt sind, z. B. als ein veränderlicher Widerstand 116, können diese weggelassen werden. Auch der in Fig. 11 dargestellte Einstell-Schaltkreis kann weggelassen werden oder kann auf einen identischen Einstellzustand für eine grosse Uhrzahl gestellt werden, sobald ein geeigneter Einstellzustand erreicht wurde.

Aus der vorangehenden Beschreibung ist ersichtlich, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen der vorstehend genannten Ausführungsbeispiele innerhalb des Wesens und dem Umfang der Erfindung möglich sind, wobei die in der vorstehenden Beschreibung erwähnten und in den beiliegenden Zeichnungen dargestellten Merkmale nicht im einschränkenden Sinne zu bewerten sind.

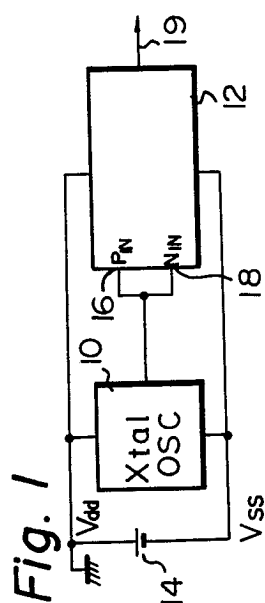


Fig. 2

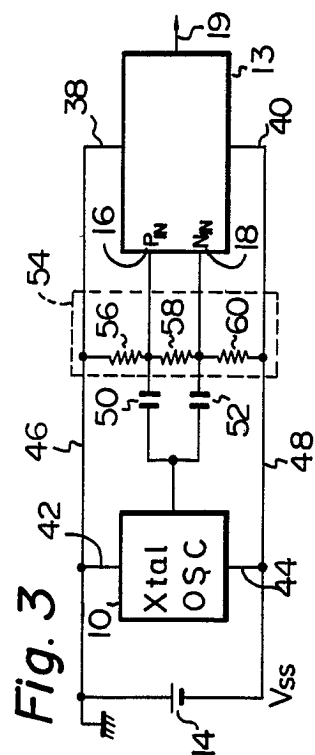
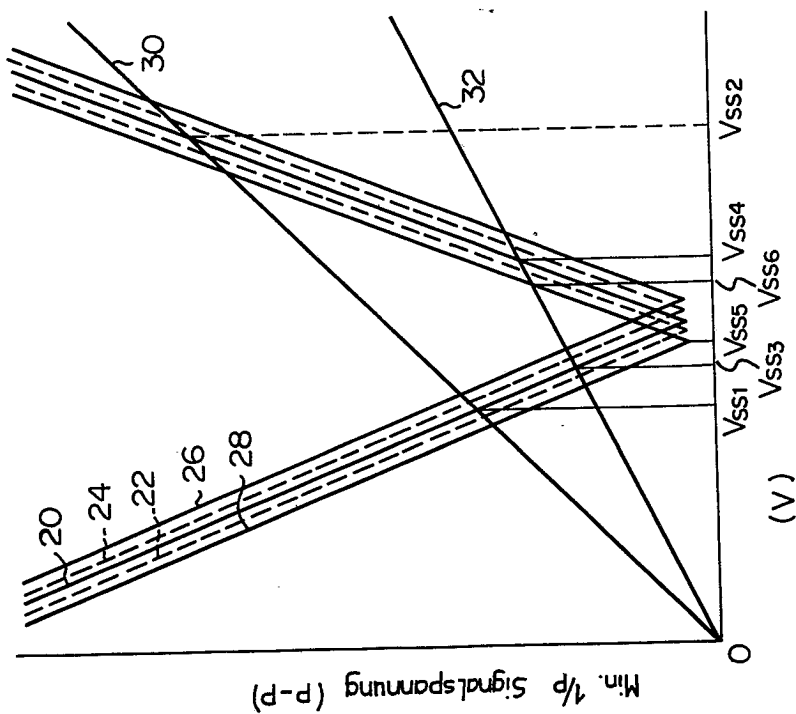


Fig. 4

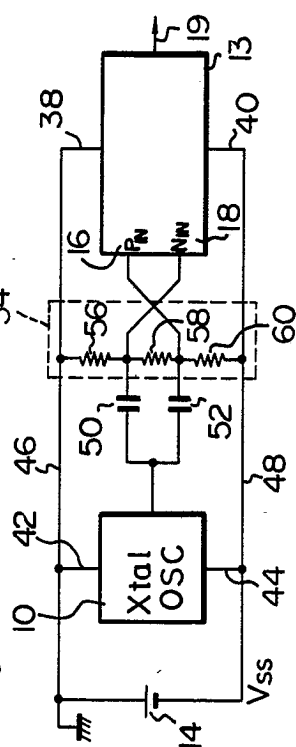


Fig. 5

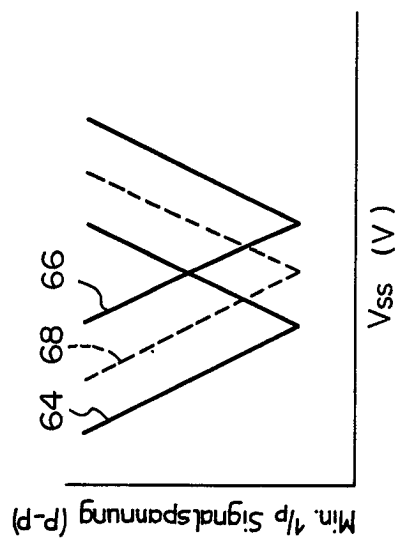


Fig. 6

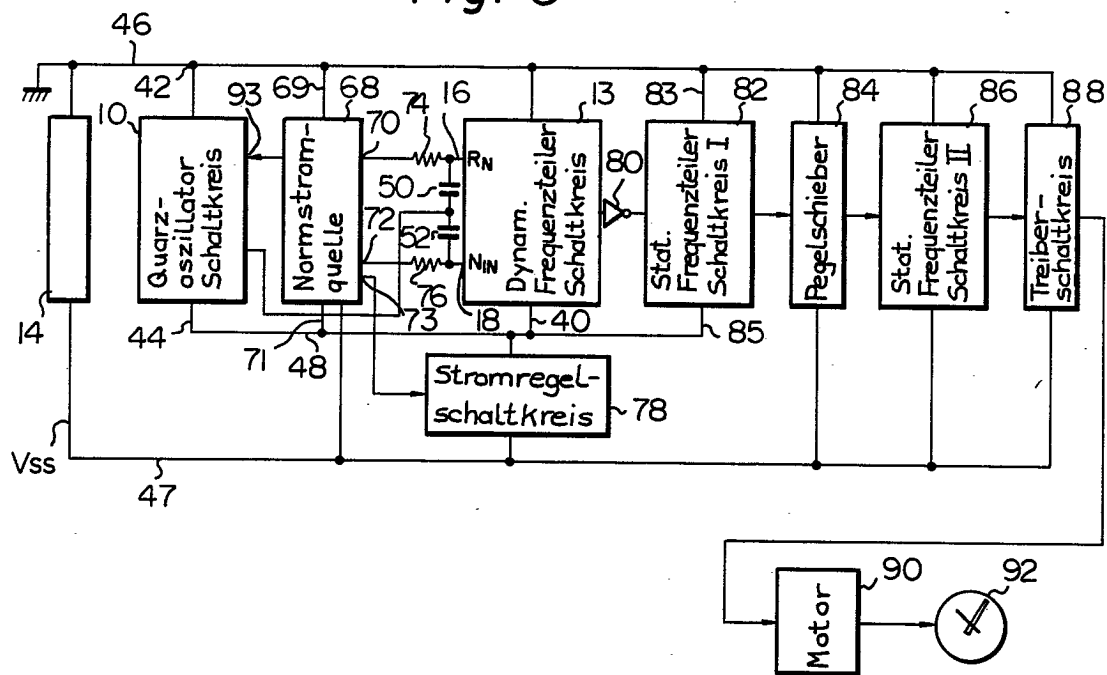


Fig. 7

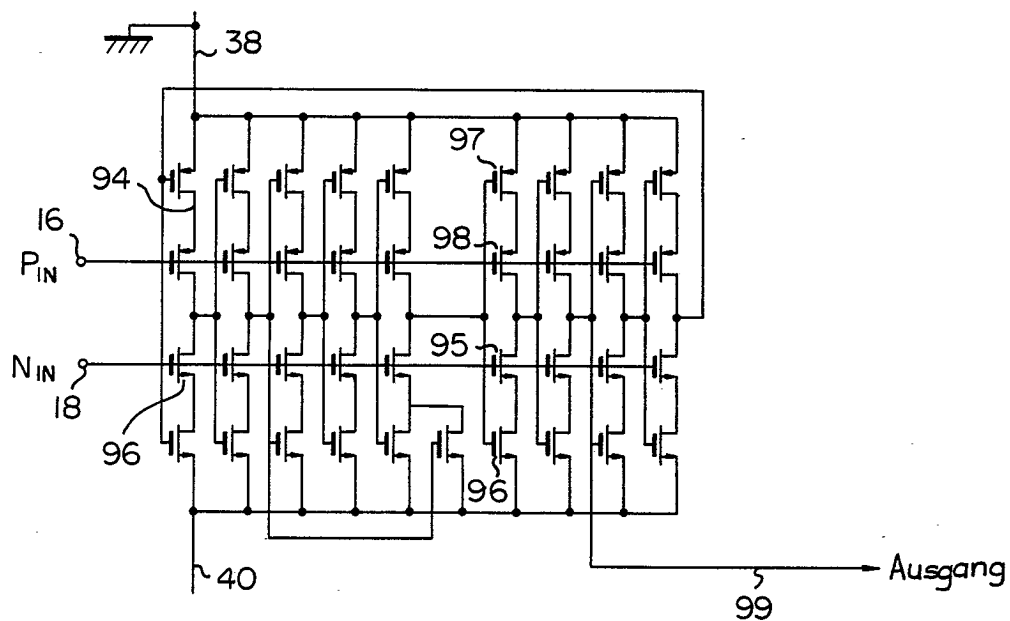


Fig. 8

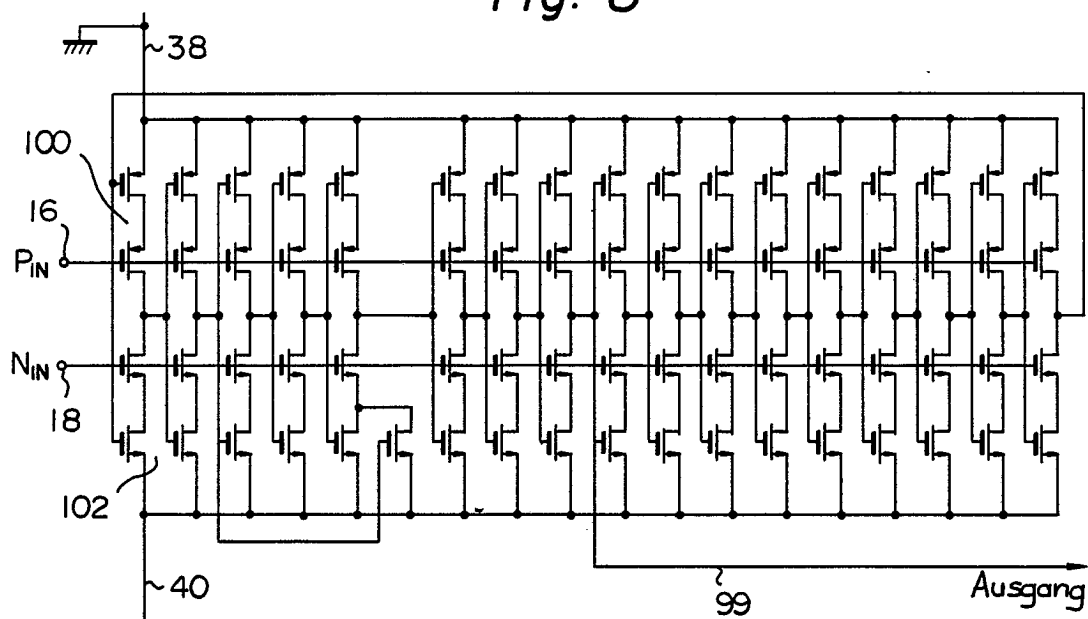


Fig. 9

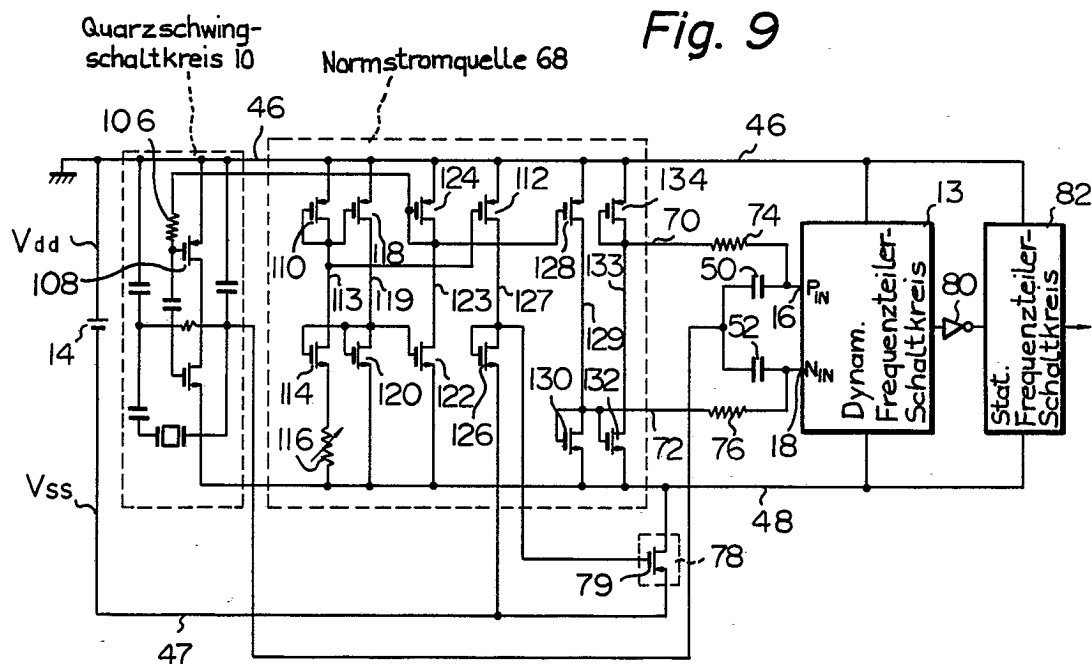


Fig. 10

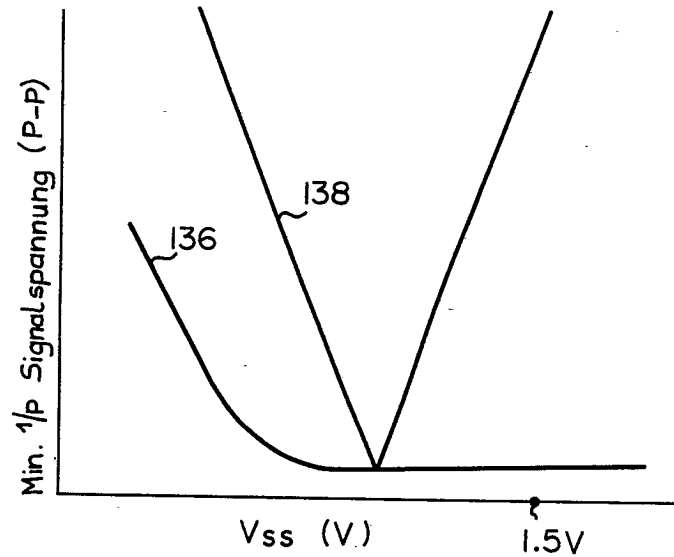
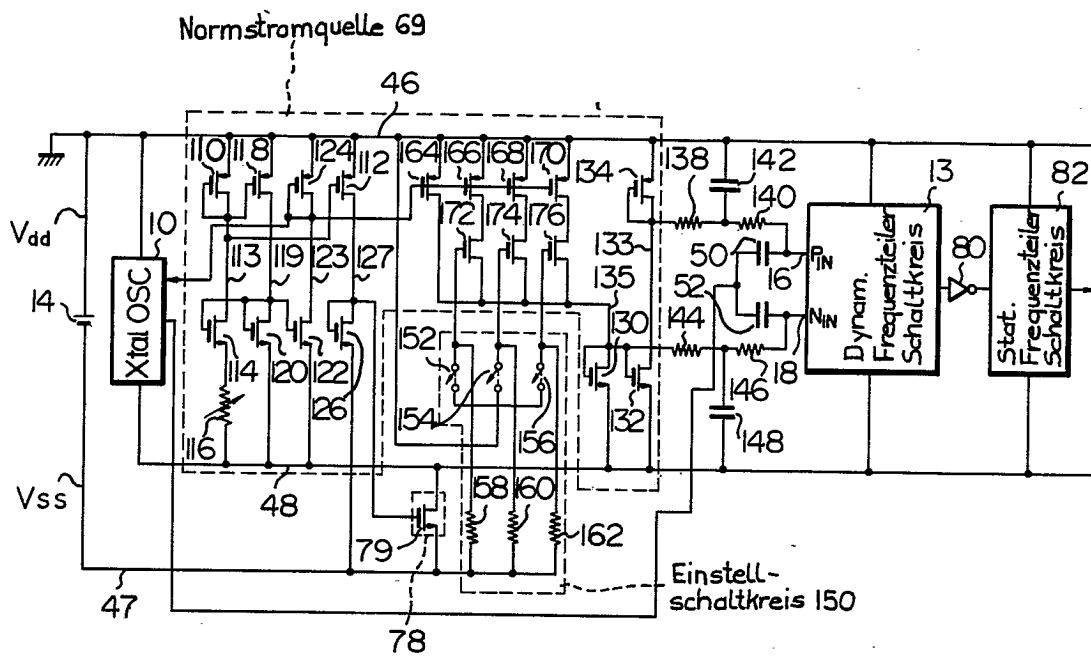


Fig. 11



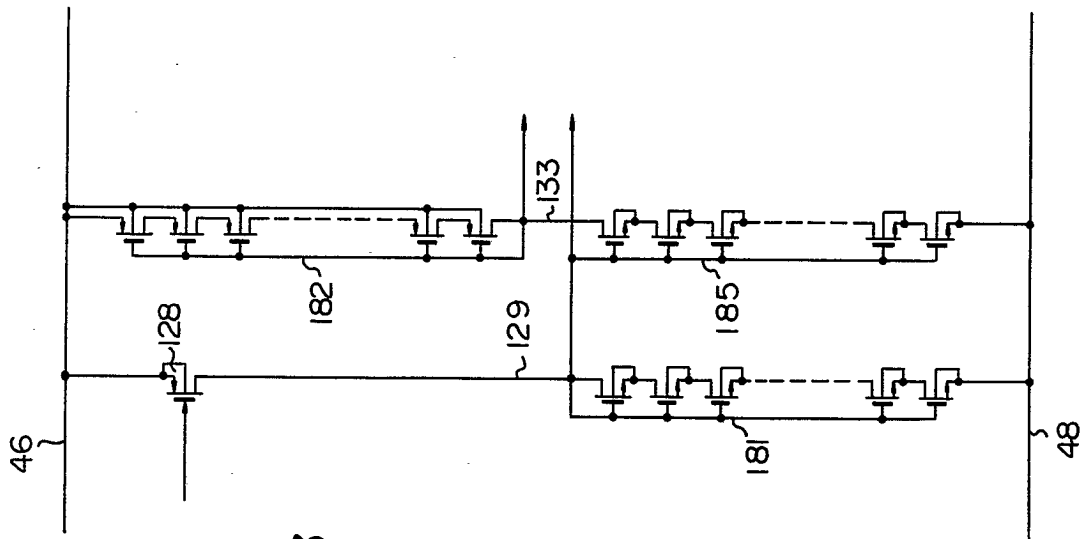


Fig. 13

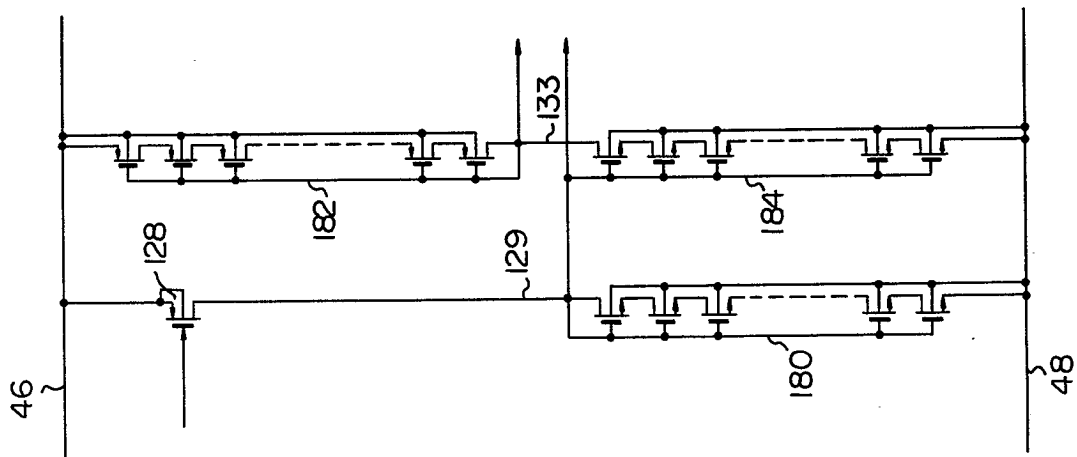


Fig. 12

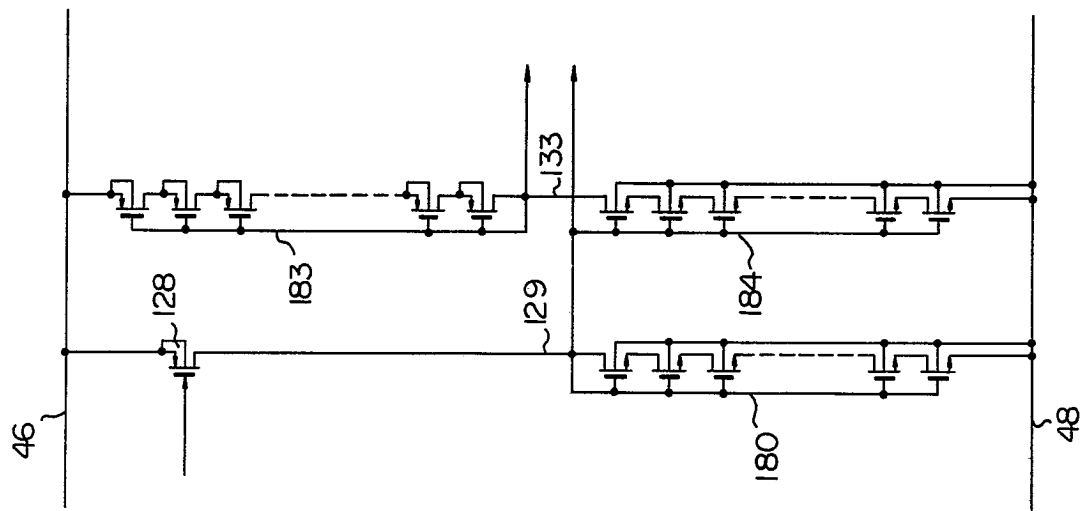


Fig. 14

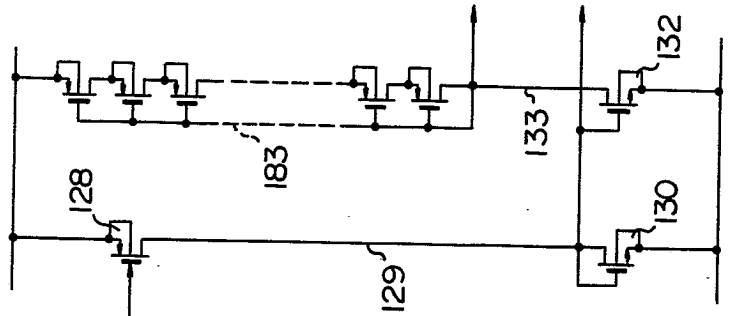


Fig. 15

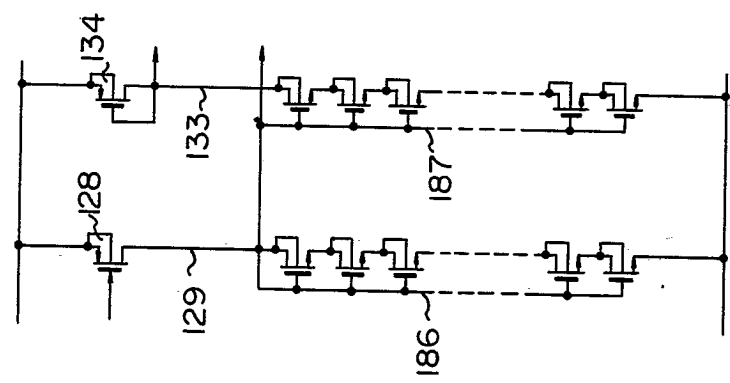


Fig. 16

Fig. 17

