

①⑨



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

①①

Veröffentlichungsnummer: **0 135 907**
B1

①②

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
09.12.87

⑤①

Int. Cl.4: **B 06 B 1/02, G 10 K 15/04**

②①

Anmeldenummer: **84111125.5**

②②

Anmeldetag: **18.09.84**

⑤④

Schaltung zur Anregung eines Ultraschall-Therapiekopfes.

③①

Priorität: **28.09.83 DE 3335158**

⑦③

Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München, Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE)**

④③

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.04.85 Patentblatt 85/14

⑦②

Erfinder: **Meissner, Ralph, Paul-Gossen-Strasse 34, D-8520 Erlangen (DE)**

④⑤

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.12.87 Patentblatt 87/50

⑧④

Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE LI NL

⑤⑥

Entgegenhaltungen:
US - A - 3 584 244
US - A - 4 012 647
US - A - 4 311 922

EP 0 135 907 B1

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

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Speisung des piezoelektrischen Schwingers in einem Ultraschall-Therapiekopf gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei bekannten Schaltungsanordnungen dieser Art wurde der Ultraschall-Therapiekopf über einen Leistungsverstärker an einen Oszillator angeschlossen, der auf einer fest eingestellten Frequenz schwingt. Man war daher gezwungen, entweder bei der Fertigung der Therapieköpfe deren Resonanzfrequenz in einem sehr engen Toleranzband zu halten oder den Oszillator bei einem Wechsel des Therapiekopfes neu einzustellen.

Bei der bekannten Schaltungsanordnung liegt ferner ihr Innenwiderstand über dem minimalen Widerstand des Therapiekopfes bei dessen Serienresonanz. Um eine befriedigende Leistungsauskopplung zu erreichen, musste daher mit einer zwischen Serienresonanz und Parallelresonanz des Therapiekopfes liegenden Frequenz gearbeitet werden, bei der der Innenwiderstand der Schaltungsanordnung etwa gleich dem Betrag der Impedanz des Therapiekopfes ist; in diesem Arbeitspunkt ist aber zwangsläufig der Wirkungsgrad wesentlich schlechter als im Resonanzpunkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art bei einfacherem Aufbau so zu verbessern, dass ein wesentlich höherer Wirkungsgrad erzielt wird; dieser soll ohne Nachstellung der Frequenz des Oszillators auch bei einem Wechsel des Therapiekopfes erhalten bleiben, sofern die Resonanzfrequenz der Therapieköpfe in einem praktisch akzeptablen Toleranzbereich liegt.

Die erfindungsgemässe Lösung dieser Aufgabe ist in Anspruch 1 gekennzeichnet. Sie zeichnet sich durch äusserst niedrigen schaltungstechnischen Aufwand und einen ungewöhnlich hohen Wirkungsgrad aus. In Verbindung mit einem sehr niederohmigen Therapiekopf gemäss DE-U-82 20 944 liess sich bei der hohen Resonanzfrequenz von 880 kHz ein Wirkungsgrad von etwa 60% erzielen.

Bei der Erfindung ist der Therapiekopf Teil des Oszillators, der ohne Therapiekopf nicht schwingen kann. Die Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises ist etwa auf die Mitte des Toleranzbandes für die Resonanzfrequenz des verwendbaren Therapiekopfes abgestimmt: Solange die Resonanzfrequenz eines Therapiekopfes etwa zwischen 870 und 880 kHz liegt, ist keine Nachstellung der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises erforderlich. Trotzdem schwingt der Oszillator auf der Resonanzfrequenz des Therapiekopfes.

Aus Elektronik, 1979, Heft 10, S. 83-90 ist zwar eine Oszillatorschaltung für einen Ultraschallzerstäuber mit einem bipolaren Transistor bekannt, der ebenfalls mit einem Rückkopplungstransformator und einem Serienresonanzkreis im Steuerkreis des Transistors arbeitet. Der niedrige Widerstand des Serienresonanzkreises bei Resonanzfrequenz führt aber hier dazu, dass der Tran-

sistor ständig in der Sättigung arbeitet, wodurch er langsam wird und keine Betriebsfrequenz erzielbar ist, die wesentlich über 100 kHz liegt. Die erfindungsgemässe Anordnung des Serienresonanzkreises im Steuerkreis eines Leistungs-PA-Feldeffekttransistors bewirkt gerade das Gegenteil: Der bei Resonanzfrequenz niederohmige Serienresonanzkreis ermöglicht eine extrem schnelle Entladung der Kapazität der Steuerstrecke des Feldeffekttransistors, so dass die erfindungsgemässe Schaltungsanordnung auf einer Frequenz schwingen kann, die praktisch eine Grössenordnung über der Frequenz liegt, für die Leistungs-Feldeffekttransistoren bisher eingesetzt wurden.

Gemäss Weiterbildungen der Erfindung sind Einrichtungen vorgesehen, die den Feldeffekttransistor vor Überspannungen schützen, wie sie bei nicht belastetem Ultraschall-Therapiekopf auftreten können: Neben einem Tiefpassfilter parallel zur Drain-Sourcestrecke kann eine Schutz-einrichtung vorgesehen sein, die mit der Spannung an der Drain-Sourcestrecke gesteuert wird und den Oszillator abschaltet, wenn die erwähnte Spannung einen kritischen Wert erreicht.

Die Erfindung wird anhand des in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Mit 1 ist der piezokeramische Schwinger eines Ultraschall-Therapiekopfes bezeichnet, dessen Aufbau in dem DE-U-82 20 944 im Detail beschrieben ist und der im Serienresonanzpunkt einen reellen Widerstand von ≤ 20 Ohm hat. Die Parallelschaltung aus diesem Schwinger 1, einer HF-Drossel 2 und einem Widerstand 3 ist zwischen der ersten Klemme P einer nicht dargestellten Gleichspannungsquelle und der Drain-Elektrode D eines Leistungs-Feldeffekttransistors angeschlossen, die über ein Tiefpassfilter mit einem Widerstand 13 und einem Kondensator 14 andererseits mit der zweiten Klemme N der Gleichspannungsquelle verbunden ist. Zwischen dieser zweiten Klemme N und der Source-Elektrode S liegt die Primärwicklung 22 eines Rückkopplungstransformators 20, dessen Sekundärwicklung 21 mit einem Festkondensator 24 und einem einstellbaren Kondensator 23 einen Serienresonanzkreis bildet, der parallel zu einem Widerstand 7 liegt; letzterer bildet mit einem weiteren Widerstand 5 einen zwischen den Klemmen P und N angeschlossenen Spannungsteiler, dessen Abgriff über einen Vorwiderstand 11 mit der Gate-Elektrode G des Feldeffekttransistors 10 verbunden und so bemessen ist, dass der Oszillator bei angelegter Gleichspannung anschwingt. Zwischen P und N liegt ferner ein Kondensator 6.

Der Serienresonanzkreis ist mit Hilfe des Kondensators 23 etwa auf die Mitte des Toleranzbandes abgestimmt, in dem die Resonanzfrequenzen der in Betracht kommenden Therapieköpfe liegen müssen. Innerhalb dieses Toleranzbandes bleibt die Rückkopplungsbedingung erfüllt und der Oszillator schwingt auf der Serienresonanz des angeschlossenen Therapiekopfes. Die vom Therapiekopf abgebbare Leistung lässt sich durch Verändern der Spannung der Gleichspannungsquelle einstellen und beträgt beispielsweise bei einer

Spannung von 20 Volt maximal 12 Watt; dabei wurde ein Wirkungsgrad von 60% gemessen.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Speisung des piezoelektrischen Schwingers in einem Ultraschall-Therapiekopf aus einer Gleichspannungsquelle mit einer ersten und einer zweiten Klemme, mit einem Oszillator zur Erzeugung der Speisewechselspannung, deren Frequenz etwa gleich der Resonanzfrequenz des Schwingers ist und oberhalb von 500 kHz liegt, dadurch gekennzeichnet,

dass der Oszillator ein Eintakt-Oszillator mit einem Leistungs-Feldeffekttransistor (10) mit einer Gate-Elektrode (G), einer Drain-Elektrode (D) und einer Source-Elektrode (S) ist,

dass die Drain-Elektrode (D) über den Schwinger (1) an die erste Klemme (P) der Gleichspannungsquelle und die Source-Elektrode (S) über die Primärwicklung (22) eines Rückkopplungstransformators (20) an die zweite Klemme (N) der Gleichspannungsquelle angeschlossen ist,

dass die Gate-Elektrode (G) über einen Vorwiderstand (11) an einen Spannungsteiler (5, 7) angeschlossen ist, der zwischen den Klemmen der Gleichspannungsquelle liegt, und

dass parallel zu dem mit der zweiten Klemme (N) der Gleichspannungsquelle verbundenen Widerstand (7) des Spannungsteilers ein Serienresonanzkreis mit einem Kondensator (23, 24) und der Sekundärwicklung (21) des Rückkopplungstransformators (20) angeordnet ist, dessen Resonanzfrequenz etwa der Resonanzfrequenz des Schwingers (1) gleich ist.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Widerstand des Ultraschall-Therapiekopfes in belastetem Zustand kleiner als 100 Ohm, vorzugsweise ≤ 20 Ohm ist.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Drain- und der Source-Elektrode ein Tiefpass (13, 14) angeordnet ist.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch eine Schutzeinrichtung, die mit der Spannung zwischen den Drain- und Source-Elektroden angesteuert wird und den Oszillator abschaltet, wenn diese Spannung einen kritischen Grenzwert erreicht.

Revendications

1. Montage pour alimenter le cristal piézoélectrique, situé dans une tête d'ultrasonothérapie, constitué par une source de tension continue comportant des première et seconde bornes, et comportant un oscillateur servant à produire une tension alternative d'alimentation et dont la fréquence est égale approximativement à la fréquence de résonance du cristal et est supérieure à 500 kHz, caractérisé par le fait

que l'oscillateur est un oscillateur à simple alternance comportant un transducteur à effet de champ de puissance (10) possédant une électrode de grille (G), une électrode de drain (D) et une électrode de source (S),

que l'électrode de drain (D) est raccordée par

l'intermédiaire du cristal (1) à la première borne (P) de la source de tension continue et que l'électrode de source (S) est raccordée par l'intermédiaire de l'enroulement primaire (22) d'un transformateur de réaction (20) à la seconde borne (N) de la source de tension continue,

que l'électrode de grille (G) est raccordée par l'intermédiaire d'une résistance additionnelle (11) d'un diviseur de tension (5, 7), qui est branché entre les bornes de la source de tension continue, et

qu'en parallèle avec la résistance (7) du diviseur de tension, qui est relié à la seconde borne (N) de la source de tension continue, se trouve branché un circuit résonant série possédant un condensateur (23, 24) et l'enroulement secondaire (21) du transformateur de réaction (20) et dont la fréquence de résonance est égale approximativement à la fréquence de résonance de l'oscillateur (1).

2. Montage suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que la résistance de la tête d'ultrasonothérapie est, à l'état chargé, inférieure à 100 ohms et de préférence ≤ 20 ohms.

3. Montage suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'un filtre passe-bas (13, 14) est monté entre l'électrode de drain et l'électrode de source.

4. Montage suivant la revendication 3, caractérisé par un dispositif de projection, qui est commandé par la tension présente entre les électrodes de drain et de source et débranche l'oscillateur lorsque cette tension atteint une valeur limite critique.

Claims

1. A circuit arrangement for supplying a piezoelectric vibrator in an ultrasonic therapy device, comprising a d.c. voltage source having a first and second terminal, an oscillator which generates the supply a.c. voltage whose frequency is approximately equal to the resonance frequency of the vibrator and exceeds 500 kHz, characterised in

that the oscillator is a single-phase oscillator comprising a power field-effect transistor (10) which has a gate electrode (G), a drain electrode (D), and a source electrode (S);

that the drain electrode (D) is connected via the vibrator (1) to the first terminal (P) of the d.c. voltage source, and the source electrode (S) is connected via the primary winding (22) of a feedback transformer (20) to the second terminal (N) of the d.c. voltage source;

that the gate electrode (G) is connected via a series resistor (11) to a potential divider (5, 7) which lies between the terminals of the d.c. voltage source; and

that the resistor (7) of the potential divider, which is connected to the second terminal (N) of the d.c. voltage source, is connected in parallel to a series resonant circuit which comprises a capacitor (23, 24) and the secondary winding (21) of the feedback transformer (20) whose resonance frequency is approximately equal to the resonance frequency of the vibrator (1).

2. A circuit arrangement as claimed in Claim 1, characterised in that in the loaded state the value of the resistance of the ultrasonic therapy device is less than 100 Ohms, and preferably ≤ 20 Ohms.

3. A circuit arrangement as claimed in Claim 1 or 2, characterised in that a low-pass filter (13,

14) is arranged between the drain electrode and the source electrode.

5

4. A circuit arrangement as claimed in Claim 3, characterised by a protective device driven by the voltage between the drain and source electrodes, to disconnect the oscillator when this voltage reaches a critical limit value.

