

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: 84111125.5

⑤① Int. Cl.4: **B 06 B 1/02, G 10 K 15/04**

⑱ Anmeldetag: 18.09.84

⑳ Priorität: 28.09.83 DE 3335158

⑦① Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft, Berlin und München Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE)**

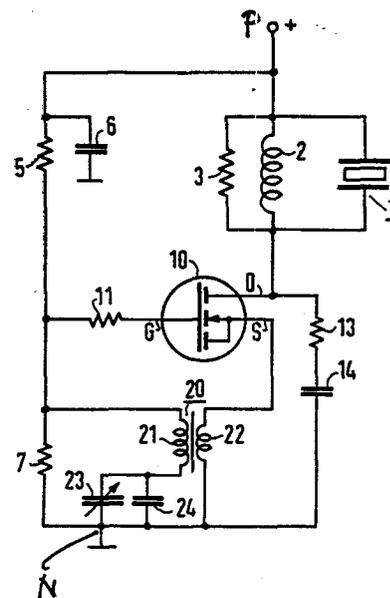
④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 03.04.85
Patentblatt 85/14

⑥④ Benannte Vertragsstaaten: **AT CH DE LI NL**

⑦② Erfinder: **Meissner, Ralph, Paul -Gossen-Strasse 34, D-8520 Erlangen (DE)**

⑤④ **Schaltung zur Anregung eines Ultraschall-Therapiekopfes.**

⑤⑦ Der piezoelektrische Schwinger (1) eines Ultraschall-Therapiekopfes bildet mit einem Leistungs-Feldeffekttransistor (10) einen Eintakt-Oszillator: Hierzu ist der Schwinger (1) an die Drain-Elektrode (D) angeschlossen. Zur Rückkopplung dient ein Transformator (20), dessen Primärwicklung (22) an die Source-Elektrode (S) angeschlossen ist und dessen Sekundärwicklung (21) mit Kondensatoren (23, 24) einen Serienresonanzkreis bildet, der an die Gate-Elektrode (G) angeschlossen ist und dessen Resonanzfrequenz etwa gleich der Resonanzfrequenz des Therapiekopfes ist.



EP 0 135 907 A2

5 Schaltungsanordnung zur Speisung des piezoelektrischen
 Schwingers in einem Ultraschall-Therapiekopf

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Spei-
 10 sung des piezoelektrischen Schwingers in einem Ultra-
 schall-Therapiekopf gemäß Oberbegriff des Anspruch 1.

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

20 Bei der bekannten Schaltungsanordnung liegt ferner ihr
 Innenwiderstand über dem minimalen Widerstand des Thera-
 piekopfes bei dessen Serienresonanz. Um eine befriedigen-
 de Leistungsauskopplung zu erreichen, mußte daher mit ei-
 25 ner zwischen Serienresonanz und Parallelresonanz des The-
 rapiekopfes 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 we-
 30 sentlich schlechter als im Resonanzpunkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungs-
 anordnung der eingangs genannten Art bei einfacherem Auf-
 bau so zu verbessern, daß ein wesentlich höherer Wirkungs-

35

grad 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-GM 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 Transistor ständig in der Sättigung arbeitet, wodurch er langsam wird und keine Betriebsfrequenz erzielbar ist, die wesentlich über 100 kHz liegt. Die erfindungsgemäße Anordnung des Serienresonanz-

kreises im Steuerkreis eines Leistungs-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 Schutzeinrichtung 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-GM 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 Rückkopplungstransfor-

mators 20, dessen Sekundärwicklung 21 mit einem Festkon-
 densator 24 und einem einstellbaren Kondensator 23 einen
 Serienresonanzkreis bildet, der parallel zu einem Wider-
 stand 7 liegt; letzterer bildet mit einem weiteren Wider-
 5 stand 5 einen zwischen den Klemmen P und N angeschlosse-
 nen Spannungsteiler, dessen Abgriff über einen Vorwider-
 stand 11 mit der Gate-Elektrode G des Feldeffekttransi-
 stors 10 verbunden und so bemessen ist, daß der Oszilla-
 tor bei angelegter Gleichspannung anschwingt. Zwischen P
 10 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 Therapie-
 15 köpfe liegen müssen. Innerhalb dieses Toleranzbandes
 bleibt die Rückkopplungsbedingung erfüllt und der Oszil-
 lator schwingt auf der Serienresonanz des angeschlossenen
 Therapiekopfes. Die vom Therapiekopf abgebbare Leistung
 läßt sich durch Verändern der Spannung der Gleichspan-
 20 nungsquelle einstellen und beträgt beispielsweise bei ei-
 ner Spannung von 20 Volt maximal 12 Watt; dabei wurde ein
 Wirkungsgrad von 60 % gemessen.

25

30

35

Patentansprüche

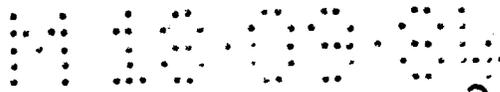
1. Schaltungsanordnung zur Speisung des piezoelektrischen Schwingers in einem Untraschall-Therapiekopf aus
 5 einer Gleichspannungsquelle mit einer ersten und einer zweiten Klemme, mit einem Oszillator zur Erzeugung der Speisewechselspannung, deren Frequenz etwa gleich der Resonanzfrequenz des Schwingers ist und oberhalb von 500 kHz liegt, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 10 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,

15 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,

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

25 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)
 30 gleich ist.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, d a d u r c h
 35 g e k e n n z e i c h n e t , daß der Widerstand des



0135907

- 6 -

VPA 83 P 3325 E

Ultraschall-Therapiekopfes in belastetem Zustand kleiner als 100 Ohm, vorzugsweise \leq 20 Ohm ist.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, da -
5 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zwischen
der Drain- und der Source-Elektrode ein Tiefpaß (13, 14)
angeordnet ist.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, g e k e n n -
10 z e i c h n e t durch eine Schutzeinrichtung, die mit
der Spannung zwischen den Drain- und Source-Elektroden
angesteuert wird und den Oszillator abschaltet, wenn die-
se Spannung einen kritischen Grenzwert erreicht.

15

20

25

30

35



0135907

1/1

83 P 3325 E

