

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
24. Januar 2013 (24.01.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/010850 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/063467
- (22) Internationales Anmeldedatum: 10. Juli 2012 (10.07.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2011 108 163.5 21. Juli 2011 (21.07.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **WEBER ULTRASONICS GMBH** [DE/DE]; Im Hinteracker 7, 76307 Karlsbad-Ittersbach (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WEBER, Dieter** [DE/DE]; Lerchenweg 2, 76307 Karlsbad (DE). **WEBER, Markus** [DE/DE]; Hauptstraße 60, 75236 Kämpfelbach (DE). **DREYER, Thomas** [DE/DE]; Andreas-Hofer-Straße 15, 76185 Karlsruhe (DE).
- (74) Anwälte: **NÜBOLD, Henrik** et al.; Bismarckstraße 16, 76133 Karlsruhe (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: REGULATORY CIRCUIT AND METHOD OF OPERATION FOR AN ULTRASOUND DEVICE

(54) Bezeichnung : REGELUNGSSCHALTUNG UND BETRIEBSVERFAHREN FÜR EIN ULTRASCHALLGERÄT

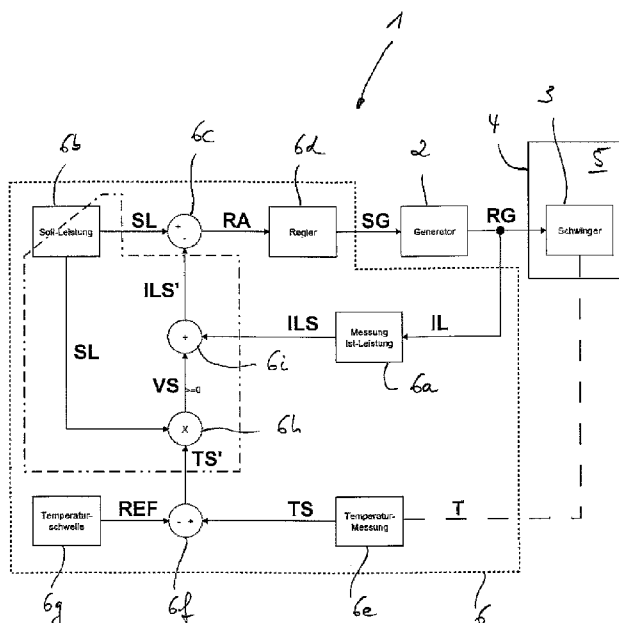


Fig. 1

6b ... Setpoint power
6d ... Regulator
2 ... Generator
5 ... Oscillator
6a ... Actual power measurement
6g ... Temperature threshold
6e ... Temperature measurement

(57) Abstract: A method for operating an ultrasound device (1) is proposed, which ultrasound device (1) comprises at least one ultrasound oscillator (3) and at least one ultrasound generator (2), which ultrasound oscillator (3) is prompted to oscillate by the ultrasound generator (2), which method is distinguished in that during operation of the ultrasound device (1) a temperature (T) of the ultrasound oscillator (3) is ascertained, and in that the ascertained temperature (T) is taken as a basis for modifying a power delivered by the ultrasound generator (2) to the ultrasound oscillator (3), to which end an actual variable (IL, ILS) and/or a setpoint variable (SL) for a control loop of the ultrasound generator (2) is/are altered in said control loop. In addition, a regulatory circuit (6) for an ultrasound device (1) and also an ultrasound device (1) are proposed which are suitable for carrying out the method.

(57) Zusammenfassung: Vorgeschlagen wird ein Verfahren zum

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/010850 A2



LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)*

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Betreiben eines Ultraschallgeräts (1), welches Ultraschallgerät (1) wenigstens einen Ultraschallschwinger (3) und wenigstens einen Ultraschallgenerator (2) umfasst, welcher Ultraschallschwinger (3) durch den Ultraschallgenerator (2) zum Schwingen angeregt wird, welches sich dadurch auszeichnet, dass im Betrieb des Ultraschallgeräts (1) eine Temperatur (T) des Ultraschallschwingers (3) ermittelt wird, und dass in Abhängigkeit von der ermittelten Temperatur (T) eine vom Ultraschallgenerator (2) an den Ultraschallschwinger (3) gelieferte Leistung modifiziert wird, wozu in einem Regelkreis des Ultraschallgenerators (2) eine Veränderung einer Ist-Größe (IL, ILS) und/oder einer Soll-Größe (SL) des Regelkreises vorgenommen wird. Weiterhin vorgeschlagen werden eine Regelungsschaltung (6) für ein Ultraschallgerät (1) sowie ein Ultraschallgerät (1), welche sich für die Durchführung des Verfahrens eignen.

Regelungsschaltung und Betriebsverfahren für ein Ultraschallgerät

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 zum Betreiben eines Ultraschallgeräts, welches Ultraschallgerät wenigstens
10 einen Ultraschallschwinger und wenigstens einen Ultraschallgenerator umfasst, welcher Ultraschallschwinger durch den Ultraschallgenerator zum Schwingen angeregt wird.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Regelungsschaltung nach dem Oberbegriff
15 des Patentanspruchs 8 für ein Ultraschallgerät, welches Ultraschallgerät wenigstens einen Ultraschallschwinger und wenigstens einen Ultraschallgenerator umfasst, welcher Ultraschallschwinger durch den Ultraschallgenerator zum Schwingen anregbar ist.

20 Außerdem betrifft die Erfindung ein Ultraschallgerät nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 13, umfassend wenigstens einen Ultraschallschwinger und wenigstens einen Ultraschallgenerator, welcher Ultraschallschwinger durch den Ultraschallgenerator zum Schwingen anregbar ist.

25 Ultraschallgeräte sowie Verfahren zu deren Betrieb und entsprechend ausgebildete Regelungsschaltungen der jeweils eingangs genannten Art sind dem Fachmann in vielfältiger Weise bekannt. Bei derartigen Ultraschallgeräten kann es sich – ohne Beschränkung – um Ultraschallreinigungsgeräte handeln, bei denen ein zu reinigender Gegenstand in ein Behältnis des Ultraschallgeräts eingebracht wird, welches Behältnis mit einem flüssigen Reinigungsmedium gefüllt
30 sein kann. Der durch den Ultraschallgenerator zum Schwingen angeregte Ultraschallschwinger gibt dann zumindest einen Teil der aufgenommenen elektrischen Leistung in Form von Ultraschallwellen an das Reinigungsmedium ab, wodurch sich in dem Reinigungsmedium die gewünschte reinigende Wirkung
35 ergibt.

Während des vorstehend exemplarisch erläuterten Betriebs des Ultraschallgeräts kann sich die Temperatur (Betriebstemperatur) des Ultraschallschwingers durch Dissipationseffekte erhöhen. Derselbe nachteilige Effekt tritt auf, wenn ein Reinigungsmedium mit zu hoher Temperatur in das Ultraschallgerät eingefüllt wird. Der Einsatz von Ultraschallschwingen bei hohen Temperaturen kann eine Beschädigung der Schwinger zur Folge haben. Beispielsweise können in den Schwingern enthaltene Schwingelemente, die an einer schwingenden Membrane befestigt sind, sich von dieser Membrane ablösen, so dass das Ultraschallgerät nicht mehr in der Lage ist, seinen bestimmungsgemäßen Zweck zu erfüllen. Dabei gilt, dass das Schadensrisiko umso höher ist, je höher die Temperatur wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines Ultraschallgeräts, eine Regelungsschaltung für ein Ultraschallgerät sowie ein entsprechendes Ultraschallgerät an sich anzugeben, welche die vorstehend angesprochene Problematik vermeiden und dafür zu sorgen, dass es beim Betrieb des Ultraschallgeräts zu keiner Überhitzung und Beschädigung des Ultraschallschwingers kommt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch eine Regelungsschaltung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8 sowie durch ein Ultraschallgerät mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13.

Vorteilhafte Weiterbildungen der genannten Aspekte der Erfindung sind jeweils Gegenstand von Unteransprüchen, deren Wortlaut hiermit durch ausdrückliche Bezugnahme in die Beschreibung aufgenommen wird, um unnötige Textwiederholungen zu vermeiden.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum Betreiben eines Ultraschallgeräts, welches Ultraschallgerät wenigstens einen Ultraschallschwinger und wenigstens einen Ultraschallgenerator umfasst, welcher Ultraschallschwinger durch den Ultraschallgenerator zum Schwingen angeregt wird, dadurch gekennzeichnet, dass im Betrieb des Ultraschallgeräts eine Temperatur des Ultraschallschwingers ermittelt wird, und dass in Abhängigkeit von der ermittelten Temperatur eine vom Ultraschallgenerator an den Ultraschallschwinger gelieferte Leistung modifiziert

wird, wozu in einem Regelkreis des Ultraschallgenerators eine Veränderung einer Ist-Größe und/oder einer Soll-Größe des Regelkreises vorgenommen wird.

Erfindungsgemäß ist eine Regelungsschaltung für ein Ultraschallgerät, welches
5 Ultraschallgerät wenigstens einen Ultraschallschwinger und wenigstens einen Ultraschallgenerator umfasst, welcher Ultraschallschwinger durch den Ultraschallgenerator zum Schwingen anregbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass in signaltechnischer Wirkverbindung mit einem Regelkreis des Ultraschallgenerators, vorzugsweise dem Leistungsregelkreis, wenigstens folgende Elemente
10 vorgesehen sind: Temperaturmessmittel, die zum Ermitteln einer Temperatur des Ultraschallschwingers ausgebildet sind; und Leistungsmodifizierungsmittel, die zum Modifizieren einer vom Ultraschallgenerator an den Ultraschallschwinger gelieferten Leistung in Abhängigkeit von der ermittelten Temperatur ausgebildet sind; wobei die Leistungsreduzierungsmittel weiterhin dazu ausgebildet sind, in dem
15 Regelkreis des Ultraschallgenerators eine Veränderung einer Ist-Größe und/oder einer Soll-Größe des Regelkreises vorzunehmen, vorzugsweise eine Veränderung der Ist-Leistung und/oder der Soll-Leistung.

Erfindungsgemäß ist ein Ultraschallgerät, umfassend wenigstens einen Ultraschallschwinger und wenigstens einen Ultraschallgenerator, welcher Ultraschallschwinger durch den Ultraschallgenerator zum Schwingen anregbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Ultraschallgenerator oder in signaltechnischer Wirkverbindung mit diesem und weiterhin in signaltechnischer Wirkverbindung mit einem Regelkreis des Ultraschallgeräts, vorzugsweise dem Leistungsregelkreis, eine Regelungsschaltung mit wenigstens folgenden Elementen vorgesehen ist: Temperaturmessmittel, die zum Ermitteln einer Temperatur des
25 Ultraschallschwingers ausgebildet sind; und Leistungsmodifizierungsmittel, die zum Modifizieren einer vom Ultraschallgenerator an den Ultraschallschwinger gelieferten Leistung in Abhängigkeit von der ermittelten Temperatur ausgebildet sind; wobei die Leistungsreduzierungsmittel weiterhin dazu ausgebildet sind, in dem Regelkreis des Ultraschallgenerators eine Veränderung einer Ist-Größe und/oder einer Soll-Größe des Regelkreises vorzunehmen, vorzugsweise eine Veränderung der Ist-Leistung und/oder der Soll-Leistung.

35 Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird also die dem Ultraschallschwinger durch den Ultraschallgenerator zugeführte Leistung reduziert, um einer gemes-

senen Temperaturerhöhung entgegenzuwirken und die Lebensdauer des Ultraschallschwingers zu verlängern. Vorzugsweise geschieht dies mittels einer erfindungsgemäßen Regelungsschaltung vollautomatisch und variabel einstellbar hinsichtlich derjenigen Temperaturschwelle, bei welcher die erfindungsgemäße
5 Regelungsschaltung aktiv wird, um die Leistung zu reduzieren. Darüber hinaus kann im Rahmen einer anderen Weiterbildung der vorliegenden Erfindung auch der angewandte Leistungsreduktionsfaktor variabel vorgebbar sein.

Im Zuge einer ersten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vor-
10 gesehen, dass die genannte Veränderung einer Ist-Größe des Regelkreises an der Ist-Größe des Leistungsregelkreises vorgenommen wird. Dies geschieht vorzugsweise dergestalt, dass ein Wert zu der Ist-Größe addiert oder von dieser subtrahiert wird und/oder indem die Soll-Größe mit einem Wert multipliziert wird.

15 Im Zuge einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist dementsprechend vorgesehen, dass die Ist-Leistung durch Hinzuaddieren eines Wertes regelungstechnisch erhöht wird, so dass der Leistungsregelkreis des Ultraschallgenerators der scheinbaren Leistungserhöhung regelnd entgegen-
20 wirkt und so die effektive Leistungszufuhr zum Ultraschallschwinger reduziert, was dort einer Temperaturerhöhung entgegenwirkt. Zusätzlich oder alternativ kann die Soll-Leistung multiplikativ verringert werden, was ebenfalls die effektive Leistungszufuhr zum Schwinger reduziert.

Die genannte Veränderung kann eine schrittweise Anpassung der Ist-Größe pro
25 Temperatureinheit beinhalten, was einer Wahl des bereits angesprochenen Reduzierungsfaktors entspricht. Mit anderen Worten: Im Rahmen der vorliegenden Erfindung lässt sich vorgeben, wie stark die Veränderung der Ist-Größe in Abhängigkeit von der Temperaturänderung ausfallen soll. Dies lässt sich ausdrücken durch Vorgabe eines Anpassungsschritts der Ist-Größe für jede Zunahme
30 oder Abnahme der Temperatur um jeweils eine Temperatureinheit, beispielsweise um 1 K. Dabei kann das Maß der Veränderung im Zuge einer entsprechenden Weiterbildung der vorliegenden Erfindung abhängig von der ermittelten Temperatur sein. Gleiches gilt sinngemäß für die multiplikative Anpassung der Soll-Leistung.

Eine wieder andere Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass das Maß der Veränderung der Ist-Größe von einer Soll-Größe des Regelkreises, vorzugsweise von der Soll-Leistung des Leitungsregelkreises, abhängig ist, wobei höchst vorzugsweise die Veränderung zu der Soll-Größe proportional ist.

Wenn TS die gemessene Temperatur des Ultraschallschwingers bzw. einen entsprechenden Signalwert und REF die Temperaturschwelle bezeichnet, ab welcher Temperaturschwelle die erfindungsgemäße Leistungsreduktion einsetzen soll, lässt sich insbesondere folgender formelmäßiger Zusammenhang angeben (SL: Soll-Leistung (Soll-Signal), VS: Veränderung der Ist-Leistung bzw. entsprechendes Signal, TS': Temperaturänderung bzw. entsprechendes Signal):

$$VS = \alpha TS'(TS) = \alpha (TS - REF).$$

TS' hängt über TS von der gemessenen Temperatur T des Ultraschallschwingers ab. Über den Proportionalitätsfaktor α ist das Maß der Veränderung einstellbar. Gleiches gilt sinngemäß wiederum für die Veränderung der Soll-Größe (Soll-Leistung).

Durch die Forderung, dass gelten soll $VS \geq 0$, ergibt sich die zusätzliche Forderung $TS' \geq 0$, so dass die Veränderung nur vorgenommen wird, falls die ermittelte Temperatur den Temperaturschwellwert übersteigt.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und dessen Weiterbildungen sinnvolle Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Regelungsschaltung sehen insbesondere vor, dass in Wirkverbindung mit den Temperaturmessmitteln Temperaturvergleichsmittel vorgesehen sind, die zum Vergleichen der ermittelten Temperatur mit einem veränderbaren Referenzwert ausgebildet sind, worauf weiter oben bereits eingegangen wurde. In diesem Zusammenhang kann weiterhin vorgesehen sein, dass die Leistungsmodifiziermittel der Regelungsschaltung durch ein als Ergebnis des Vergleichs erzeugtes Vergleichssignal ansteuerbar sind. Das genannte Vergleichssignal kann beispielsweise durch Differenzbildung eines die gemessene Temperatur symbolisierenden Signals und des Temperaturschwellwerts erzeugt werden. Die Leistungsmodifiziermittel der Regelungsschaltung werden entsprechend dann aktiv, wenn dieses Vergleichssig-

nal in einem bestimmten Wertebereich liegt, vorzugsweise im positiven Wertebereich.

Im Rahmen einer anderen Weiterbildung kann die erfindungsgemäße Regelungsschaltung Multipliziermittel aufweisen, die zum Erzeugen des Veränderungssignals durch Multiplizieren des Vergleichssignals mit einem der Soll-Größe des Regelkreises entsprechenden Sollsignal ausgebildet sind. Wie bereits angesprochen, handelt es sich bei dem Regelkreis vorzugsweise um einen Leistungsregelkreis des Ultraschallgenerators, so dass entsprechend die genannte Soll-Größe vorzugsweise die Soll-Leistung ist.

Weiterhin kann die erfindungsgemäße Regelungsschaltung im Zuge einer wieder anderen Weiterbildung Addiermittel aufweisen, die zum Addieren des Veränderungssignals zu einem der Ist-Größe, vorzugsweise der Ist-Leistung, des Regelkreises entsprechenden Ist-Signal ausgebildet sind. Auf diese Weise lässt sich die geplante Erhöhung der Ist-Größe schaltungstechnisch realisieren.

Entsprechend kann bei einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Regelungsschaltung zur Veränderung der Soll-Größe des Regelkreises vorgesehen sein, dass die Leistungsmodifiziermittel Multipliziermittel umfassen, welche zum Multiplizieren eines der Soll-Größe entsprechenden Soll-Signals mit dem Vergleichssignal oder einem davon abgeleiteten Signal ausgebildet sind. Auf diese Weise lässt sich die geplante Verringerung der Soll-Größe (Soll-Leistung) schaltungstechnisch realisieren.

Somit kann sich folgende bevorzugte Funktionsweise eines erfindungsgemäßen Ultraschallgeräts ergeben: Durch den Eingriff in den Leistungsregelkreis des Ultraschallgenerators wird ab einem einstellbaren Temperaturwert – bezogen auf eine Temperaturmessung am oder im Ultraschallschwinger – die vom Ultraschallgenerator an den Ultraschallschwinger gelieferte Leistung reduziert. Zu diesem Zweck kann eine Leistungsreduktion pro Temperatureinheit vorgegeben und proportional zur Soll-Leistung berechnet werden, oder es wird eine Verringerung der Soll-Leistung vorgegeben.

Der genannte Eingriff wird an der Ist-Größe des Leistungsregelkreises vorgenommen. Hierzu wird der im Betrieb gemessenen Ist-Leistung ein Wert aufad-

diert, der proportional zur Soll-Leistung und abhängig von der gemessenen Temperatur ist. Sobald die gemessene Temperatur wieder unter den eingestellten Schwellwert abfällt, wird die tatsächliche Ist-Leistung wieder in der üblichen Weise nachgeregelt, bis sie den Sollwert erreicht. Auf diese Weise lassen sich
5 temperaturbedingte Beschädigungen von Ultraschallschwingern sicher und vollautomatisch vermeiden.

Nachfolgend werden bestimmte Ausgestaltungen der Erfindung anhand analoger Schaltungen näher beschrieben. Es liegt hier für den Fachmann unmittelbar auf
10 der Hand, dass sich die beschriebenen Funktionalitäten auch mit Hilfe digitaler Schaltungsanordnungen realisieren lassen. Hierzu werden die vorhandenen analogen Signale, insbesondere ein aus der Temperaturmessung resultierendes analoges Temperatursignal, mittels geeigneter Analog-Digital-Wandler (ADC) in entsprechende digitale Signale gewandelt, welche anschließend in geeigneter
15 Weise digital weiterverarbeitet werden können, beispielsweise mittels eines Mikroprozessors, eines Mikrocontrollers oder eines digitalen Signalprozessors (DSP), wodurch sich dieselben Funktionalitäten erreichen lassen, wie nachfolgend beschrieben. Selbstverständlich liegen derartige Ausgestaltungen ebenfalls im Rahmen der vorliegenden Erfindung, wie sie durch die angehängten Patentansprüche definiert ist.
20

Weitere Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der
25 Zeichnung.

Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Ultraschallgeräts, welches zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens eine erfindungsgemäße Regelungsschaltung umfasst; und
30

Figur 2 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines anderen erfindungsgemäßen Ultraschallgeräts, welches zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens eine alternative erfindungsgemäße Regelungsschaltung umfasst.
35

Figur 1 zeigt schematisch anhand eines Blockschaltbilds eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ultraschallgeräts, welches in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet ist. Das Ultraschallgerät 1 umfasst einen Ultraschallgenerator 2 in signaltechnischer Wirkverbindung mit einem Ultraschallschwinger 3, welcher Ultraschallschwinger 3 sich — ohne Beschränkung — in einem Behältnis oder Tank 4 befindet, welches Behältnis 4 mit einem flüssigen Reinigungsmedium 5 gefüllt ist. Weiterhin umfasst das Ultraschallgerät 1 eine Regelungsschaltung 6, welche in Figur 1 durch eine gestrichelte Box symbolisiert ist. Auf die konstruktive Ausgestaltung der Regelungsschaltung 6 wird weiter unten noch genauer eingegangen. Die Regelungsschaltung 6 ist in Wirkverbindung zum Ultraschallgenerator 2 angeordnet und wird vorzugsweise mit diesem in einem gemeinsamen Gehäuse integriert sein und somit einen Teil des Ultraschallgenerators 2 bilden, was in den Figuren nicht explizit dargestellt ist.

Die Regelungsschaltung 6 umfasst zunächst diejenigen Elemente als Bestandteile eines Leistungsregelkreises, welche dem Fachmann aus vorbekannten Ultraschallgeräten geläufig sind. Es sind dies Messmittel 6a zum Bestimmen der Ist-Leistung des Ultraschallgenerators 2, welche Messmittel 6a zum Bestimmen der Generator-Ist-Leistung mit einem Ausgang eines Ultraschallgenerators 2 in signaltechnischer Wirkverbindung stehen. Weiterhin umfasst der vorbekannte Leistungsregelkreis Vorgabemittel 6b für die Führungsgröße des Regelkreises in Form der Generator-Soll-Leistung. Die Ausgänge der Messmittel 6a und der Vorgabemittel 6b sind an einer Additionsstelle 6c zusammengeführt, welche Additionsstelle 6c ihrerseits mit dem eigentlichen Leistungsregler 6d verbunden ist. Dieser Leistungsregler 6d ist über seinen Ausgang signaltechnisch mit einem entsprechenden Regeleingang des Ultraschallgenerators 2 verbunden, so dass sich ein geschlossener Regelkreis ergibt, was dem Fachmann an sich bekannt ist, so dass hierauf vorliegend nicht genauer eingegangen werden muss.

Die vorliegende Erfindung bildet den vorstehend beschriebenen, an sich bekannten Gegenstand weiter, indem innerhalb der Regelungsschaltung 6 weitere Elemente vorgesehen sind, die nachfolgend erläutert werden:

So umfasst die Regelungsschaltung 6 weiterhin Temperaturmessmittel 6e, die dazu ausgebildet bzw. angeordnet sind, die Temperatur (Betriebstemperatur) T des Ultraschallschwingers 3 zu bestimmen, was in den Figuren durch eine lang-

gestrichelte Linie symbolisiert ist. Die Temperaturmessmittel 6e sind über eine weitere Additionsstelle 6f signaltechnisch mit Vorgabemitteln 6g für einen Temperaturschwellwert verknüpft. Der Additionsstelle 6f nachgeschaltet sind Multipliziermittel 6h, deren Eingänge einerseits mit der genannten Additionsstelle 6f und andererseits mit den Vorgabemitteln 6b für die Soll-Leistung verknüpft sind. Den Multipliziermitteln 6h nachgeschaltet findet sich noch eine weitere Additionsstelle 6i, welche die Multipliziermittel 6h mit den Messmitteln 6a für die Ist-Leistung verknüpft. Der zuletzt genannten Additionsstelle 6i nachgeschaltet ist die anfangs erwähnte erste Additionsstelle 6c des Leistungsregelkreises, deren Anordnung innerhalb des Leistungsregelkreises bereits explizit erläutert wurde.

Die mit einer strichpunktierten Box umrahmten Bestandteile der Regelungsschaltung 6, also die Additionsstelle 6i, die Vorgabemittel 6b sowie die Multipliziermittel 6h und die zugehörigen signaltechnischen Verbindungen lassen sich in ihrer Gesamtheit in funktionaler Hinsicht auch als Leistungsmodifiziermittel 6' bezeichnen. Der Verlauf der strichpunktierten Linie quer durch die Vorgabemittel 6b für die Soll-Leistung verdeutlicht, dass diese Vorgabemittel 6b auch bei einem herkömmlichen Ultraschallgerät mit einer herkömmlichen Regelungsschaltung als Vorgabemittel für die Führungsgröße regelmäßig vorhanden sind. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung erfüllen sie jedoch eine Doppelfunktion, worauf weiter unten noch genauer eingegangen wird.

Im Betrieb arbeitet das in Figur 1 gezeigte Ultraschallgerät 1 wie folgt:

Der Ultraschallgenerator 2 liefert elektrische Leistung an den Ultraschallschwinger 3, der entsprechend zum Aussenden von Ultraschallwellen angeregt wird und diese in das im Behältnis 4 enthaltene Medium 5 einkoppelt. Die vom Ultraschallgenerator 2 an den Ultraschallschwinger 3 gelieferte Ist-Leistung wird regelungstechnisch auch als Regelgröße bezeichnet und trägt daher in Figur 1 sowohl das Bezugszeichen IL als auch das Bezugszeichen RG. Die aktuelle Ist-Leistung IL wird durch die Messmittel 6a gemessen, und das entsprechende Signal ILS wird über die Additionsstelle 6i zur Additionsstelle 6c geführt, wo in an sich bekannter Weise eine Verknüpfung mit der durch die Vorgabemittel 6b bereitgestellten Soll-Leistung SL erfolgt, wobei das Verknüpfungssignal als so genannte Regelabweichung RA zum Regler 6d geführt wird, welcher eine ent-

sprechende Stellgröße SG ausgibt, die zum regelungstechnischen Einwirken auf den Ultraschallgenerator 2 dient.

Auf diese Weise lässt sich der Ultraschallgenerator 2 so regeln, dass die dem
5 Ultraschallschwinger 3 zugeführte Ist-Leistung IL im Wesentlichen der vorgegebenen Soll-Leistung SL entspricht.

Dieser „normale“ Betriebsmodus läuft erfindungsgemäß allerdings nur als ein möglicher Spezialfall ab, worauf nun genauer eingegangen wird:

10

Durch die Temperatur-Messmittel 6e wird – wie weiter oben bereits ausgeführt – die gegenwärtige Betriebstemperatur T des Ultraschallschwingers 3 bestimmt. Ein entsprechendes Temperatursignal TS liegt am (+)-Eingang der Additionsstelle 6f an. Hier erfolgt nun die Kombination bzw. ein Vergleich mit einem Temperatur-Referenzwert REF, der von den Vorgabemitteln 6g bereitgestellt wird.
15 Als Ergebnis des genannten Vergleichs entsteht ein modifiziertes Temperatursignal TS', welches je nach Lage der Temperaturschwelle REF und in Abhängigkeit von der gemessenen Temperatur T anzeigt, ob die gemessene Temperatur T unterhalb oder oberhalb der Temperaturschwelle REF liegt (oder dieser gerade entspricht). Das genannte modifizierte Temperatursignal TS' wird durch
20 die Multipliziermittel 6h mit der von den Vorgabemitteln 6b bereitgestellten Soll-Leistung SL bzw. einem entsprechenden Soll-Leistungswert bzw. –Signal multipliziert. Ergebnis dieser Multiplikation ist ein Veränderungssignal VS, welches zu der Additionsstelle 6i geleitet wird. Die genannte Weiterleitung erfolgt allerdings nur, wenn für das Veränderungssignal gilt: $VS \geq 0$. Das Veränderungssignal VS hängt einerseits über das Signal TS von der gemessenen Temperatur T des Ultraschallschwingers 3 ab und ist andererseits der Soll-Leistung SL proportional. Dieses Veränderungssignal VS wird nun bei der Additionsstelle 6i zu dem
25 Ist-Leistungs-Signal ILS addiert, so dass sich ein modifiziertes Ist-Leistungs-Signal ILS' ergibt, welches dann anstelle des Ist-Leistungs-Signal ILS weiter zu der Additionsstelle 6c geleitet wird.
30

Mit anderen Worten: Sobald die Bedingung $VS \geq 0$ erfüllt ist, was vom Verhältnis der gemessenen Temperatur T relativ zur Temperaturschwelle REF abhängt,
35 wird das Ist-Leistungs-Signal ILS an der Additionsstelle 6i um einen gewissen Betrag erhöht, so dass der Leistungsregelkreis des Ultraschallgenerators 2 ef-

ektiv eine erhöhte Ist-Leistung ILS' sieht. Der Leistungsregelkreis des Ultraschallgenerators 2 wird auf diese scheinbar erhöhte Ist-Leistung ILS reagieren und somit indirekt eine Temperaturerhöhung im Ultraschallschwinger 3 über die Temperaturschwelle REF hinaus kompensieren, indem gegebenenfalls die dem
5 Ultraschallschwinger 3 zugeführte Leistung RG/IL angepasst bzw. reduziert wird. Auf diese Weise lässt sich eine Beschädigung oder gar Zerstörung des Ultraschallschwingers 3 durch Überhitzung vermeiden.

Figur 2 zeigt schematisch anhand eines Blockschaltbilds eine andere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ultraschallgeräts, wobei nachfolgend nur auf die wesentlichen Unterschiede zur Ausgestaltung gemäß Figur 1 näher eingegangen werden soll.
10

Grundsätzlich bezeichnen gleiche Bezugszeichen in beiden Figuren gleiche oder gleichwirkende Elemente.
15

Abweichungen zur Ausgestaltung gemäß Figur 1 finden sich in Figur 2 im Bereich der Leistungsmodifizierungsmittel 6'', welche vorliegend nur die Vorgabemittel 6b für die Soll-Leistung sowie Multipliziermittel 6j umfassen, wobei bezüglich der Vorgabemittel 6b auf den diesbezüglichen Hinweis zur Figur 1 Bezug genommen wird. Dagegen stehen gemäß Figur 2 die Messmittel 6a für die Ist-Leistung in herkömmlicher Weise mit der Additionsstelle 6c und weiter mit dem Regler 6d in Wirkverbindung, so dass hierauf nicht weiter einzugehen ist. Die Vorgabemittel 6b für die Soll-Leistung SL bzw. ein entsprechendes Soll-
20 Leistungssignal stehen über die bereits erwähnten Multipliziermittel 6j ebenfalls mit der Additionsstelle 6c und dem Regler 6d in Wirkverbindung. An den Multipliziermitteln 6j liegt das bereits anhand von Figur 1 umfassend beschriebene modifizierte Temperatursignal TS' oder ein hiervon abgeleitetes Signal an, welches gemäß der Ausgestaltung in Figur 2 als Veränderungssignal VS fungiert.
25

Die Funktionsweise der Schaltungsanordnung gemäß Figur 2 beinhaltet somit eine Veränderung der Soll-Leistung SL bzw. des entsprechenden Soll-Leistungssignals durch Multiplikation mit dem Veränderungssignal VS, um an der Additionsstelle 6c ein modifiziertes Soll-Leistungssignal SL' bereit zu stellen. Ob regelungstechnisch eine Erhöhung oder eine Erniedrigung der Soll-Leistung stattfindet, hängt jeweils vom Ergebnis der Temperaturmessung ab:
30
35

übersteigt der gemessene Temperaturwert (symbolisiert durch das Signal TS) die Temperaturschwelle REF, wird die Soll-Leistung multiplikativ verringert und die Ist-Leistung in herkömmlicher Weise nachgeregelt, um temperaturbedingte Beschädigungen des Ultraschallschwingers 3 zu vermeiden. Sinkt umgekehrt die
5 gemessene Temperatur TS wieder unterhalb die Referenzschwelle REF erfolgt eine multiplikative Erhöhung der Soll-Leistung mit anschließender Nachregelung der Ist-Leistung, um den Ultraschallschwinger 3 wieder mit erhöhter Leistung zu betreiben.

10 Selbstverständlich sind dem Fachmann verschiedene Spielarten der multiplikativen Beeinflussung der Soll-Leistung bekannt, welche im Rahmen der vorliegenden Erfindung Verwendung finden können. Beispielsweise kann die multiplikative Anpassung der Soll-Leistung durch die Multipliziermittel 6j linear oder nicht-linear in Abhängigkeit von der aktuellen Schwingertemperatur erfolgen.

15 Wie der Fachmann erkennt, ist es selbstverständlich möglich, im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch eine Kombination der beiden Einflussnahmemöglichkeiten gemäß Figur 1 und Figur 2 zur Anwendung zu bringen, indem schaltungstechnisch sowohl auf die Ist-Größe (Ist-Leistung) als auch die Soll-Größe
20 (Soll-Leistung) des Regelkreises 6 eingewirkt wird.

Wie bereits angemerkt wurde, lassen sich die vorstehend anhand von analogen Schaltungen beschriebenen Funktionalitäten im Zuge alternativer Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung auch zumindest teilweise digital implementieren,
25 beispielsweise unter Verwendung eines DSP.

Ansprüche

- 5 1. Verfahren zum Betreiben eines Ultraschallgeräts (1), welches Ultraschall-
gerät (1) wenigstens einen Ultraschallschwinger (3) und wenigstens einen
Ultraschallgenerator (2) umfasst, welcher Ultraschallschwinger (3) durch
den Ultraschallgenerator (2) zum Schwingen angeregt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 im Betrieb des Ultraschallgeräts (1) eine Temperatur (T) des Ultraschall-
schwingers (3) ermittelt wird, und dass in Abhängigkeit von der ermittelten
Temperatur (T) eine vom Ultraschallgenerator (2) an den Ultraschall-
schwinger (3) gelieferte Leistung modifiziert wird, wozu in einem Regel-
kreis des Ultraschallgenerators (2) eine Veränderung einer Ist-Größe (IL,
15 ILS) und/oder einer Soll-Größe (SL) des Regelkreises vorgenommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Veränderung an der Ist-Größe (IL, ILS) und/oder einer Soll-Größe (SL)
20 des Leistungsregelkreises vorgenommen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Veränderung vorgenommen wird, indem ein Wert (VS) zu der Ist-Größe
25 (IL, ILS) addiert oder von dieser subtrahiert wird und/oder indem die Soll-
Größe (SL) mit einem Wert (VS) multipliziert wird.
4. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
30 die Veränderung eine schrittweise Anpassung der Ist-Größe (IL, ILS) pro
Temperatureinheit beinhaltet, vorzugsweise um je einen Anpassungsschritt
für jede Zunahme oder Abnahme der Temperatur (T) um jeweils eine Tem-
peratureinheit.
- 35 5. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

ein Maß der Veränderung, vorzugsweise der Anpassungsschritt gemäß Anspruch 5, abhängig von der ermittelten Temperatur (T) ist.

6. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Maß der Veränderung der Ist-Größe (IL, ILS) von einer Soll-Größe (SL) des Regelkreises, vorzugsweise von der Soll-Leistung des Leistungsregelkreises, abhängig ist, wobei höchst vorzugsweise die Veränderung zu der Soll-Größe (SL) proportional ist.

7. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die ermittelte Temperatur (T) mit einem vorgegebenen Temperaturschwellwert (REF) verglichen wird und dass die Veränderung vorgenommen wird,
falls die ermittelte Temperatur (T) den Temperaturschwellwert (REF) übersteigt.

8. Regelungsschaltung (6) für ein Ultraschallgerät (1), welches Ultraschallgerät (1) wenigstens einen Ultraschallschwinger (3) und wenigstens einen Ultraschallgenerator (2) umfasst, welcher Ultraschallschwinger (3) durch den Ultraschallgenerator (2) zum Schwingen anregbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
in signaltechnischer Wirkverbindung mit einem Regelkreis des Ultraschallgeräts (1), vorzugsweise dem Leistungsregelkreis, wenigstens folgende Elemente vorgesehen sind:
Temperaturmessmittel (6e), die zum Ermitteln einer Temperatur (T) des Ultraschallschwingers (3) ausgebildet sind; und
Leistungsmodifizierungsmittel (6'), die zum Modifizieren einer vom Ultraschallgenerator (2) an den Ultraschallschwinger (3) gelieferten Leistung in Abhängigkeit von der ermittelten Temperatur (T) ausgebildet sind;
wobei die Leistungsreduzierungsmittel weiterhin dazu ausgebildet sind, in dem Regelkreis des Ultraschallgenerators (2) eine Veränderung einer Ist-Größe (IL) und/oder einer Soll-Größe (SL) des Regelkreises vorzunehmen, vorzugsweise eine Veränderung der Ist-Leistung und/oder der Soll-Leistung.

9. Regelungsschaltung (6) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
in Wirkverbindung mit den Temperaturmessmitteln (6e) Temperaturver-
gleichsmittel (6f, 6g) vorgesehen sind, die zum Vergleichen der ermittelten
5 Temperatur (T) mit einem veränderbaren Referenzwert (REF) ausgebildet
sind, und dass die Leistungsmodifiziermittel (6') durch ein als Ergebnis des
Vergleichs erzeugtes Vergleichssignal (TS') ansteuerbar sind.
10. Regelungsschaltung (6) nach Anspruch 9,
10 gekennzeichnet durch
Multipliziermittel (6h), die zum Erzeugen eines Veränderungssignals (VS)
durch Multiplizieren des Vergleichssignals (TS') mit einem der Soll-Größe
(SL) des Regelkreises entsprechenden Soll-Signal ausgebildet sind.
- 15 11. Regelungsschaltung (6) nach Anspruch 10,
gekennzeichnet durch
Addiermittel (6i), die zum Addieren des Veränderungssignals (VS) zu ei-
nem der Ist-Größe (IL) des Regelkreises entsprechenden Ist-Signal (ISL)
ausgebildet sind.
- 20 12. Regelungsschaltung (6) nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Leistungsmodifiziermittel (6'') Multipliziermittel (6j) umfassen, wel-
che zum Multiplizieren eines der Soll-Größe (SL) entsprechenden Soll-
25 Signals mit dem Vergleichssignal (TS') oder einem davon abgeleiteten Sig-
nal ausgebildet sind.
- 30 13. Ultraschallgerät (1), umfassend wenigstens einen Ultraschallschwinger (3)
und wenigstens einen Ultraschallgenerator (2), welcher Ultraschallschwin-
ger (3) durch den Ultraschallgenerator (2) zum Schwingen anregbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
in dem Ultraschallgenerator (2) oder in signaltechnischer Wirkverbindung
mit diesem und weiterhin in signaltechnischer Wirkverbindung mit einem
Regelkreis des Ultraschallgenerators (2), vorzugsweise dem Leistungsre-
35 gelkreis, eine Regelungsschaltung (6) mit wenigstens folgenden Elementen
vorgesehen ist:

Temperaturmessmittel (6e), die zum Ermitteln einer Temperatur (T) des
Ultraschallschwingers (3) ausgebildet sind; und
Leistungsmodifiziermittel (6', 6''), die zum Modifizieren einer vom Ultra-
schallgenerator (2) an den Ultraschallschwinger (3) gelieferten Leistung
5 (IL) in Abhängigkeit von der ermittelten Temperatur (T) ausgebildet sind;
wobei die Leistungsreduziermittel (6', 6'') weiterhin dazu ausgebildet sind,
in dem Regelkreis des Ultraschallgenerators (2) eine Veränderung einer
Ist-Größe (IL) und/oder einer Soll-Größe (SL) des Regelkreises vorzuneh-
men, vorzugsweise eine Veränderung der Ist-Leistung und/oder der Soll-
10 Leistung.

14. Ultraschallgerät (1) nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Regelungsschaltung (6) weiterhin gemäß einem der Ansprüche 9 bis 12
15 ausgebildet ist.

1/1

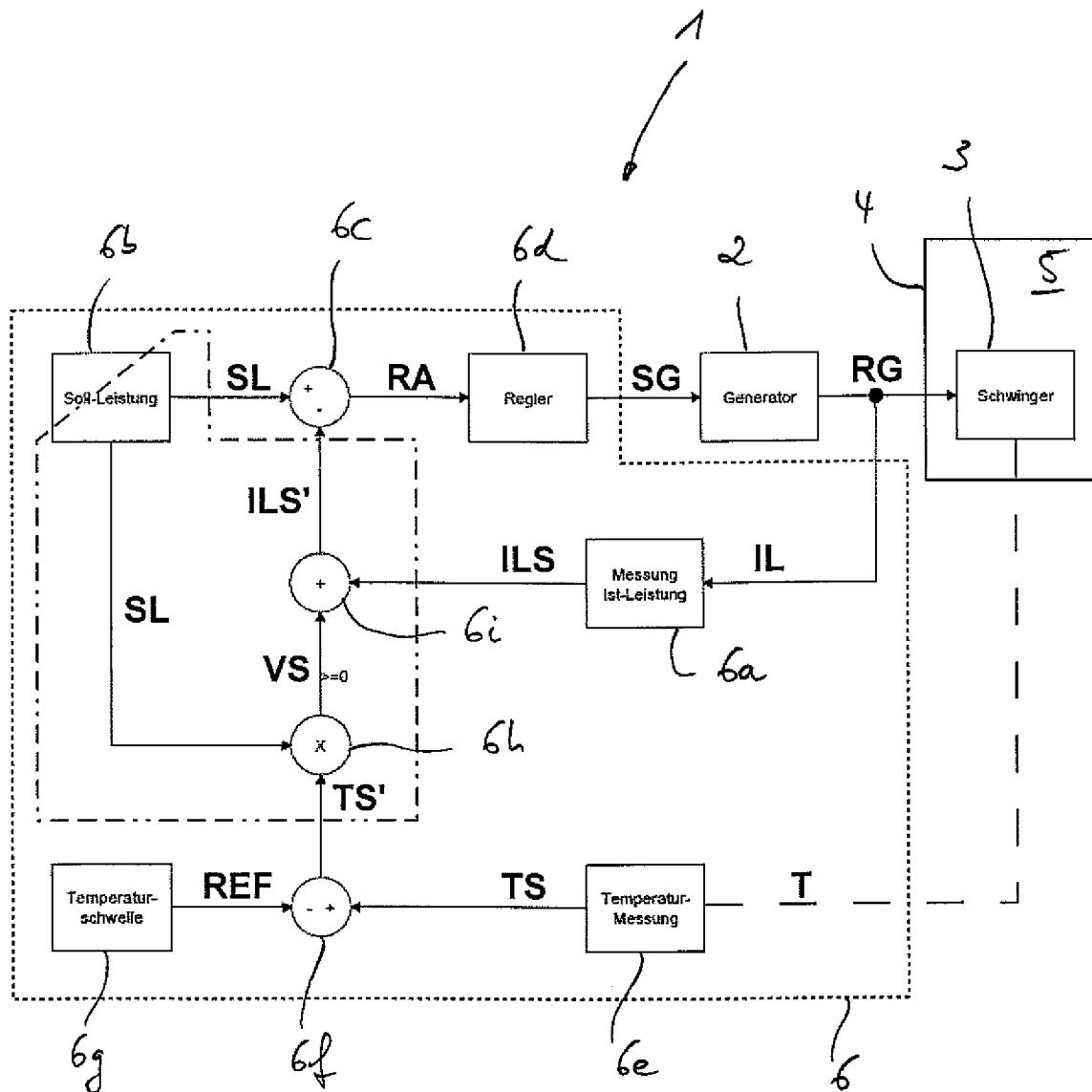


Fig. 1