



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 555 652 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

49

Veröffentlichungstag der Patentschrift: **07.06.95**

51

Int. Cl.⁸: **A61G 11/00**

21

Anmeldenummer: **93100524.3**

22

Anmeldetag: **15.01.93**

54

Gekoppelte Steuerung von Betriebsparametern eines Inkubators.

30

Priorität: **14.02.92 DE 4204398**

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.08.93 Patentblatt 93/33

45

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
07.06.95 Patentblatt 95/23

84

Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

56

Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 930 363

73

Patentinhaber: **Drägerwerk Aktiengesellschaft**
D-23542 Lübeck (DE)

72

Erfinder: **Koch, Jochim, Dr.**
Lübecker Strasse 7
W-2418 Ratzeburg (DE)
Erfinder: **Frembgen, Stefan, Dr.**
230 South Atlantic Avenue
Pittsburgh, PA 15224 (US)

EP 0 555 652 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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 ein Verfahren zur Steuerung der den Wärmehaushalt eines in einem Inkubator befindlichen Früh- oder Neugeborenen bestimmenden Betriebsparameter, zu welchen zumindest die Inkubator-Temperatur und die im Inkubator-Innenraum einzustellende Luftfeuchtigkeit gehören, von denen die Istwerte mit ihren zugehörigen Sollwerten verglichen und bei einer Abweichung neue Sollwerte für die Parameter festgelegt werden.

Die Steuerung von Betriebsparametern eines Inkubators haben stets zum Zweck, die Umgebungsbedingungen für ein Früh- oder Neugeborenes im Inkubator-Innenraum so festzulegen, daß es möglichst wenig Wärmeverlust von seinem Körper an die Umgebung erleidet. Die Aufrechterhaltung eines für das Wohlbefinden des Patienten notwendigen Wärmehaushaltes bedeutet für den Patienten eine erhöhte Anstrengung, die durch die Umgebungsbedingungen im Inkubator vermindert werden soll. Wesentliche Parameter zur Aufrechterhaltung der gewünschten Umgebungsbedingungen sind: Inkubator Lufttemperatur zur Vermeidung von Konvektionswärmeverlusten, Oberflächentemperaturen der Inkubatorhaube oder der Liegefläche zur Vermeidung von Temperaturverlusten über Wärmeleitung bzw. Wärmeabstrahlung, sowie ganz bedeutend der Feuchtigkeitsgehalt der Inkubatorluft-Temperatur. Außerdem ist es wichtig, dem Patienten genügend Sauerstoff zuzuführen, um den Wärme erzeugenden Stoffwechselhaushalt zu unterstützen.

Es ist vorgeschlagen worden, diejenigen Parameter, welche die erforderliche günstige Inkubator-Umgebung definieren, über einen Prozeßrechner in der Weise miteinander zu verknüpfen, daß in ihm Vorgabewerte für die Parameter eingegeben und gespeichert werden, welche sich an patientenbezogenen Auswahlgrößen orientieren (DE-A1 39 30 363). Die Auswahlgrößen richten sich z.B. nach Körpergewicht, Lebensalter, Gestationsalter. In Abhängigkeit von diesen Auswahlgrößen sind Erfahrungswerte für die dazugehörigen Inkubator-Parameter bekannt. Die so gespeicherten Vorgabewerte werden mit den Istwerten aus dem Inkubator verglichen und bei Überschreiten bzw. Unterschreiten von vorgegebenen Toleranzwerten führen bestimmte Istwert-Kombinationen zu einer Aussage über den Wärmezustand des Patienten. Ist die Aufrechterhaltung eines erforderlichen Wärmezustandes nicht mehr sichergestellt, wird der Sollwert geeigneter Parameter verändert. Führt z.B. der Vergleich der Istwerte mit den gespeicherten Vorgabewerten zu dem Ergebnis, daß der Patient unterkühlt ist, wird der Sollwert der Inkubator-Lufttemperatur erhöht.

Bei dieser Art der Steuerung von Betriebsparametern eines Inkubators in Abhängigkeit von den gemessenen Istwerten wird jedoch nicht berücksichtigt, daß sich die Veränderung des einen Parameters auch auf die Einflußnahme eines anderen Parameters auf den Wärmehaushalt des Früh- oder Neugeborenen auswirkt. So bedeutet z.B. die Erhöhung der Inkubator-Lufttemperatur eine Reduzierung der relativen Luftfeuchtigkeit in der Inkubatorluft, wodurch die Verdunstungsmöglichkeit des Patientenkörpers an die Umgebung erhöht und ihm damit Verdunstungswärme entzogen wird. Andererseits bedeutet eine Erniedrigung der Inkubator-Lufttemperatur eine Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit, so daß trotz niedriger Inkubator-Lufttemperatur die Körpertemperatur des Patienten u.U. sogar erhöht wird, da seine Möglichkeit zur Abgabe von Verdunstungswärme gemindert ist. Außerdem kann es erforderlich sein, daß bei einer erhöhten Inkubator-Lufttemperatur und entsprechender Erwärmung der Körperkerntemperatur die notwendige Sauerstoffzufuhr verringert wird.

Wenn daher einer der Betriebsparameter in seinem Sollwert verändert werden muß, ist es im Sinne einer optimalen Einstellung der Umgebungsbedingungen des Früh- oder Neugeborenen im Inkubator erforderlich, auch einen zweiten Parameter den veränderten Bedingungen anzupassen. Dies würde für den Benutzer eines Inkubators die zusätzliche Einstellung einer Betriebsgröße bedeuten, die von ihm dazu noch ständig überwacht werden müßte. Da jedoch die Pflege des im Inkubator befindlichen Patienten zu jeder Zeit den Vorrang haben muß, ist die Beobachtung der Einstellung der Betriebsparameter auf ein Mindestmaß zu beschränken; das bedeutet, daß in aller Regel der Benutzer gewillt ist, höchstens einen Betriebsparameter einstellen zu müssen.

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der genannten Art so zu verbessern, daß bei der Einstellung der das Klima im Aufenthaltsraum des Früh- und Neugeborenen bestimmenden Parameter auch deren den Wärmehaushalt optimierenden funktionalen Zusammenhänge berücksichtigt werden, ohne daß aufwendige Mehrfacheinstellungen für die Einzelparameter notwendig sind.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt dadurch, daß ein Mutterregelkreis zur Regelung eines ersten Parameters den dazugehörigen Istwert oder Sollwert als Führungswert an einen Verknüpfungsgenerator gibt, durch welchen mittels einer Verknüpfungsschaltung ein Folgewert ermittelt wird, der an einen Tochterschaltkreis für die Einstellung des Sollwertes eines zweiten Parameters weitergeleitet wird.

Wählt man mit dem erfindungsgemäßen Verfahren den Regelkreis zur Regelung der Inkubator-Lufttemperatur auf einen vorgegebenen Sollwert

und den Schaltkreis zur Einstellung der Inkubator-Luftfeuchtigkeit, braucht der Anwender lediglich die gewünschte Inkubator-Temperatur einzustellen, wodurch über den Einfluß des Verknüpfungsgenerators der dazugehörige Sollwert für die Einstellung der Inkubator-Luftfeuchtigkeit festgelegt wird. Die Verknüpfungsschaltung im Verknüpfungsgenerator bestimmt den funktionalen Zusammenhang zwischen Sollwert oder Istwert des einen Parameters mit dem Sollwert des zweiten Parameters. Die Einstellung nur eines Parameters (beispielsweise Inkubator-Lufttemperatur) beeinflusst somit in günstiger Weise einen weiteren, für den Wärmehaushalt des Früh- und Neugeborenen im Inkubator maßgeblichen zweiten Parameters (z.B. Luftfeuchtigkeit). Die mittelbare Einstellung mehrerer Parameter über die Kopplung eines Verknüpfungsgenerators ermöglicht die Anpassung der Parameter an die physiologischen Gegebenheiten des im Inkubator befindlichen Patienten.

Neben der Inkubatorluft-Temperatur kann auch die Inkubator-Innenwandtemperatur oder die Liegeflächentemperatur, und auch die Strömungsgeschwindigkeit der Inkubatorluft-Temperatur als erster Parameter für den Mutterregelkreis herangezogen werden.

Sowohl Istwert als auch Sollwert des ersten Parameters können als Führungswert eingesetzt werden. Wählt man den Istwert als Führungswert für den Verknüpfungsgenerator, ist es möglich, eine schnelle Anpassung des zweiten Parameters an den augenblicklichen Zustandswerten der Inkubator-Steuerung zu erreichen. Dies ist besonders günstig für die Steuerung von solchen Parametern, deren zugehörige Regel- bzw. Schaltkreise eine kurze Zeitkonstante besitzen. Andererseits ist es günstig, den Sollwert des ersten Parameters als Führungswert für den Verknüpfungsgenerator zu wählen, wenn Parameter gesteuert werden, deren zugehörige Regel- bzw. Schaltkreise eine lange Zeitkonstante besitzen.

Es hat sich herausgestellt, daß neben der Inkubator-Lufttemperatur eine Änderung der Luftfeuchtigkeit einen maßgeblichen Einfluß auf den Wärmehaushalt des im Inkubator befindlichen Patienten besitzt. Über eine gezielte, fein einstellbare Feuchtigkeitsdosierung in die Inkubatorluft ist die Inkubator-Temperatur fein abgestimmt und uniform über den Aufenthaltsraum verteilt einstellbar. Dabei bleibt dennoch als vom Bediener einzustellender Parameter wie gewohnt die Lufttemperatur. Es ist daher zweckmäßig, in dem Verknüpfungsgenerator Speicherwerte abzulegen, die den funktionalen Zusammenhang zwischen der Einstellung der Inkubator-Temperatur als ersten Parameter und der Luftfeuchtigkeit als zweiten Parameter festlegen, und daß der Führungswert einen Arbeitspunkt auf der so gebildeten Verknüpfungsfunktion festlegt, durch

den ein Wertepaar Führungswert/Folgewert bestimmt ist, und der je nach Größe des Führungswertes entlang dieser Verknüpfungsfunktion verändert wird. Durch entsprechende Vorgabe bzw. Einstellung der Inkubator-Temperatur wird über die Verknüpfungsfunktion die dazugehörige Luftfeuchtigkeit ausgewählt und an den Schaltkreis zur Einstellung der Inkubator-Luftfeuchtigkeit weitergegeben. Bei jeder Veränderung des Istwertes bzw. Sollwertes der Inkubator-Lufttemperatur wird über die Verknüpfungsfunktion ein neuer zugeordneter Sollwert für die Inkubator-Luftfeuchtigkeit festgelegt und an den Schaltkreis weitergegeben.

Die Betriebsweise von Regelkreis, Verknüpfungsgenerator und Schaltkreis kann genauso gut umgekehrt zum Erfolg führen, wenn z.B. der Parameter der Inkubator-Luftfeuchtigkeit als einstellbare Regelgröße verwendet wird, nach der sich über die Verknüpfungsfunktion eine zugehörige Inkubator-Lufttemperatur festlegen läßt.

Da die gekoppelt einstellbaren Betriebsparameter die physiologischen Gegebenheiten hinsichtlich des Wärmehaushaltes von Früh- und Neugeborenen berücksichtigen sollen, ist es zweckmäßig, den funktionalen Zusammenhang zwischen den zu kopplenden Betriebsparametern anhand von Erfahrungswerten an personenbezogene Auswahlgrößen anzupassen. So benötigt beispielsweise ein älteres Neugeborenes oder ein solches mit höherem Geburtsgewicht, eine geringere Luftfeuchtigkeit bei vorgegebener Inkubator-Lufttemperatur als ein Patient mit niedrigerem Gewicht und jüngerem Alter, da dessen Hautoberfläche wegen ihrer reiferen Ausbildung weniger Körperflüssigkeit verdunstet und dadurch weniger Verdunstungswärme verliert. Er kann sich somit in einer trockeneren Atmosphäre aufhalten. Zu diesem Zweck werden die Speicherwerte in einer mehrdimensionalen Tabellenform abgelegt, in welcher eine Dimensionsebene durch die Parameterzuordnung von Temperatur und Feuchtigkeit festgelegt sind, über die eine dritte und ggf. eine weitere Dimension gelegt ist, die durch eine oder eine weitere personenbezogene Auswahlgröße bestimmt ist, und daß durch Festlegung der dritten und weiteren Dimensionen mittels Eingabe der Auswahlgrößen eine dieser Dimension entsprechende mehrdimensionale Verknüpfungsfunktion ausgewählt wird. Somit ist die einfachste Tabellenform diejenige, daß eine zweidimensionale Zuordnung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit aufgestellt wird, für die Standardwerte von personenbezogenen Auswahlgrößen, wie z.B. Lebensalter, Geburtsgewicht, Gestationsalter, in dem Verknüpfungsgenerator fest vorgegeben sind. Der Anwender kann jedoch je nach vorliegenden Gegebenheiten durch Eingabe anderer personenbezogener Auswahlgrößen diese so definierte Standardebene verlassen, und eine den geänderten Aus-

wahlgrößen angepaßte Verknüpfungsfunktion auswählen. Er erhält somit die Auswahlmöglichkeit aus einer Vielzahl von Kurvenscharen, die jeweils eine Verknüpfungsfunktion festlegen, die den vorgegebenen Auswahlgrößen zugeordnet sind. So muß z. B. für ein kleines Frühgeborenes die Erhöhung der Inkubator-Luftfeuchtigkeit mit steigender Inkubator-Lufttemperatur steiler erfolgen, als bei einem Frühgeborenen, welches sich schon längere Zeit im Inkubator aufhält und ein entsprechend größeres Körpergewicht angenommen hat.

In Weiterbildung der Erfindung ist es vorteilhaft, den Tochterschaltkreis als zweiten Regelkreis auszubilden, indem ein Istwertgeber für den zweiten Parameter an den Schaltkreis angeschlossen ist, und der Istwert mit dem vom Verknüpfungsgenerator gelieferten Sollwert verglichen wird. Bei Abweichung der beiden Werte voneinander wird die Einstellung verändert. Auf diese Weise erhält man zwei gekoppelte Regelkreise für unterschiedliche Betriebsparameter, die sozusagen als Master-Slave-Regelkreise arbeiten: Der erste Regelkreis bestimmt über einen Verknüpfungsgenerator den Sollwert des zweiten Regelkreises.

Um die Steuerung bzw. Regelung der gekoppelten Betriebsparameter auf die für den Wärmehaushalt des Früh- und Neugeborenen günstigen Werte zu begrenzen, ist es angebracht, für die Verknüpfungsfunktion obere und/ oder untere Grenzwerte vorzusehen. Überschreitet der Arbeitspunkt die jeweiligen oberen oder unteren Grenzen, kann nur noch der Führungswert des ersten Parameters verändert werden, ohne daß der Folgewert mitverändert wird. Wählt man als Beispiel wiederum die Inkubator-Lufttemperatur als Führungswert und die Luftfeuchtigkeit als Folgewert in einem kartesischen Koordinatensystem, wobei die Inkubator-Temperatur die unabhängige und die Inkubator-Luftfeuchtigkeit die abhängige Variable bilden, dann verläuft die Verknüpfungsfunktion jenseits der oberen und unteren Grenzwerte in einer horizontalen Richtung. Eine Verschiebung des Arbeitspunktes infolge einer Veränderung des Istwertes bzw. Sollwertes der Inkubator-Lufttemperatur bedeutet dann keine Veränderung der zugehörigen Inkubator-Luftfeuchtigkeit mehr.

Es kann unter gegebenen Umständen erforderlich sein, die Kopplung der Betriebsparameter zu unterbrechen, um jeden Parameter einzeln einzustellen, beispielsweise dann, wenn der obere und untere Grenzwert der Verknüpfungsfunktion über- bzw. unterschritten werden und gleichwohl eine Veränderung der Sollwerte für beide Regelkreise bewirkt werden soll, oder wenn die Behandlungstherapie es erforderlich macht, unabhängig von den eingebaren personenbezogenen Auswahlgrößen individuelle Kombinationen der Einstellparameter vorsehen zu müssen. In diesen Fällen wird die

Weiterleitung des Führungswertes an den Verknüpfungsgenerator durch einen Unterbrecherschalter verhindert. Der Unterbrecherschalter kann sich dabei an einen schaltungsbedingt zweckmäßigen Punkt im Leistungszug zwischen dem Regelkreis für den ersten Parameter und dem Schaltkreis bzw. Regelkreis für den zweiten Parameter befinden. Bei geöffnetem Unterbrecherschalter, d.h. bei geöffneter Leitungsverbindung zwischen den beiden Schalt- bzw. Regelkreisen, kann der Sollwert für jeden Parameter einzeln über eine zugehörige Eingabeeinheit an den Regelkreis bzw. Schaltkreis gegeben werden.

Ein Inkubator zur Durchführung des Verfahrens zur gekoppelten Steuerung von Betriebsparametern besitzt einen umschlossenen Aufenthaltsraum für das Früh- oder Neugeborene, in dem eine Liegefläche vorgesehen ist, und einen Aggregatraum, in welchem ein Lüfter zur Umwälzung der durch eine Heizung angewärmte und eine Befeuchtungsvorrichtung angefeuchtete Aufenthaltsraumluft angeordnet ist. Die Inkubator-Lufttemperatur wird mittels eines Temperatur-Regelkreises eingestellt und aufrechterhalten. Die Befeuchtungsvorrichtung ist an einen Schaltkreis zur Einstellung der durch sie an die Aufenthaltsraumluft abzugebende Feuchtigkeit verbunden. Der Regelkreis für die Inkubator-Lufttemperatur ist an einen Verknüpfungsgenerator angeschlossen, der den für den Regelkreis maßgeblichen Istwert oder Sollwert als Führungswert empfängt und zur Abgabe eines aus dem Führungswert über eine Verknüpfungsfunktion ermittelten Folgewertes an den Schaltkreis mit diesem verbunden ist. Der Folgewert beeinflusst als Sollwert die Steuerung der Befeuchtungsvorrichtung.

Der Schaltkreis zur Einstellung der Inkubator-Luftfeuchtigkeit kann in einfacher Weise zu einem Regelkreis vervollständigt werden, indem ein Feuchtigkeitsfühler an den Schaltkreis angeschlossen und der Istwert an ihn weitergeleitet wird. Durch Vergleich zwischen Sollwert und Istwert und bei entsprechender Abweichung wird die Einstellung der Befeuchtungsvorrichtung zur Erreichung des Sollwertes beeinflusst.

Um unter gegebenen Umständen eine getrennte, individuelle Eingabe von Sollwerten an die Regel- bzw. Schaltkreise zu ermöglichen, ist im Leistungszug zwischen Regelkreis, Verknüpfungsgenerator, Schaltkreis ein Unterbrecherschalter angeordnet.

Die Erfindung wird anhand einer schematischen Zeichnung dargestellt und im folgenden näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 das Blockschema eines Inkubators mit zugehöriger gekoppelter Steuerung zweier Betriebsparameter
- Fig. 2 den funktionalen Zusammenhang zwi-

schen zwei Betriebsparametern über eine Verknüpfungsfunktion

In Fig. 1 ist ein Inkubator (1) dargestellt, dessen Innenraum (2) der Aufenthaltsraum für ein Frühgeborenes (3) auf einer Liegefläche (4) bildet. Die Innenraumluft des Inkubators wird über einen Lüfter (5) im Aggregatraum (6) umgewälzt und dabei sowohl über eine Heizung (7) als auch über eine Befeuchtungsvorrichtung (8) geleitet. Die Heizung (7) wärmt die Inkubatorluft auf einen vorgewählten, von einem Lufttemperaturfühler (81) erfaßten Temperaturwert an. Während der Umwälzung der Inkubatorluft streicht diese über eine Befeuchtungsöffnung (9) der Befeuchtungsvorrichtung (8), über welche eine mehr oder weniger große Menge an Wasserdampf an die Inkubatorluft abgegeben wird. Der Feuchtigkeitsgehalt der Inkubatorluft wird über einen Luftfeuchtigkeitsfühler (10) erfaßt. Der von dem Lufttemperaturfühler (81) gemessene Meßwert wird als Istwert an einen Mutterregelkreis (11) abgegeben, der ihn mit einem Sollwert vergleicht, der über eine Sollwerteingabe (12) an den Mutterregelkreis eingegeben wird. Der Mutterregelkreis (11) ist ein Leistungsregelkreis, welcher die Heizleistung der Heizung (7) derart beeinflußt, daß der geforderte Sollwert am Lufttemperaturfühler (81) erfaßt wird. Von dem Mutterregelkreis (11) wird entweder der Sollwert oder der Istwert als Führungswert über einen geschlossenen Unterbrecherschalter (13) an einen Verknüpfungsgenerator (14) weitergeleitet. In dem Verknüpfungsgenerator (14) ist der Führungswert, im Beispiel der Istwert der Inkubator-Lufttemperatur, wie sie vom Lufttemperaturfühler (81) gemessen wird, in funktionalem Zusammenhang mit der über den Luftfeuchtigkeitsfühler (10) gemessenen relativen Luftfeuchtigkeit gebracht. Diesen funktionalen Zusammenhang stellt eine Verknüpfungsfunktion (15) dar (Fig. 2). Je nach gemessener Lufttemperatur T wird auf der Verknüpfungsfunktion (15) ein Arbeitspunkt A festgelegt, zu welchem ein Wert für die Luftfeuchtigkeit H gehört. Dieser Feuchtigkeitswert wird über eine Signalleitung (16) an einen Tochterschaltkreis (17) als Folgewert abgegeben, der für diesen Schaltkreis (17) die Sollwertvorgabe für die Luftfeuchtigkeit im Inkubator (1) darstellt. Dieser Sollwert wird mit dem Istwert der Luftfeuchtigkeit, wie sie vom Luftfeuchtigkeitsfühler (10) ermittelt wurde, verglichen. Bei entsprechender Abweichung zwischen Istwert und Sollwert (Folgewert) wird über eine Heizungssteuerleitung (18) eine Befeuchterheizung (19) der Befeuchtungsvorrichtung (8) angesteuert. Je nach Heizleistung der Befeuchterheizung (19) wird ein darüber befindliches Wasserreservoir (20) erwärmt, wodurch aus der Befeuchtungsöffnung (9) des Wasserreservoirs (20) eine vorgegebene Menge an verdampfter Flüssigkeit an die durch den Lüfter (5) umgewälzte Innenraumluft abgegeben wird. Der

Verknüpfungsgenerator (14) ist an eine Eingabeeinheit (21) angeschlossen, über deren Tastenfeld (22) personenbezogene Auswahldaten eingegeben werden können, wodurch im Verknüpfungsgenerator (14) unterschiedliche Verknüpfungsfunktionen (15) festgelegt werden. Die über die Eingabeeinheit (21) eingegebenen personenbezogenen Auswahldaten beziehen sich auf den im Aufenthaltsraum (2) befindlichen Patienten (3), so daß im Verknüpfungsgenerator (14) eine auf diesen speziellen Patienten bezogene Verknüpfungsfunktion (15) die Verbindung zwischen eingestellter Inkubator-Lufttemperatur und erforderlicher Inkubator-Luftfeuchtigkeit hergestellt wird. Sollen die Sollwerte von dem Mutterregelkreis (11) und dem Tochterschaltkreis (17) unabhängig voneinander eingegeben werden können, wird der Unterbrecherschalter (13) in seine gestrichelt dargestellte geöffnete Schaltposition versetzt. Dadurch ist die Verbindungsleitung (23) zwischen Mutterregelkreis (11) und Verknüpfungsgenerator (14) unterbrochen. Die erforderliche Eingabe der Sollwerte für die Inkubator-Lufttemperatur wird über die Sollwerteingabe (12), und der Sollwert der Inkubator-Luftfeuchte wird über die Eingabeeinheit (21) eingegeben.

In Vereinfachung des dargestellten Regelkreises (10, 17, 8) kann der Luftfeuchtigkeitsfühler (10) entfernt werden, und der Schaltkreis stellt je nach vorgewählter Temperatur die Befeuchterheizung (19) auf vorbestimmte Heizstufen, die in zehn gleiche Teile von Minimum bis Maximum aufgeteilt sind, die einer relativen Luftfeuchte von beispielsweise 35 bis 85% entsprechen. In dem Verknüpfungsgenerator (14) ist dann lediglich die Zuordnung zwischen Lufttemperatur und Heizstufen in Relation zueinander gebracht.

In Fig. 2 ist ein funktionaler Zusammenhang zwischen der Inkubator-Lufttemperatur T und der Inkubator-Luftfeuchtigkeit H dargestellt. In dem schraffierten Bereich B liegen solche Parameterwerte, die zur Regelung der klimatischen Verhältnisse im Aufenthaltsraum (2) des Inkubators (1) nicht ausgewählt werden sollen. Der Parameterbereich der Temperatur T reicht von 28 °C bis 39 °C, und der Parameterbereich der Feuchtigkeit H reicht von 25 % relative Luftfeuchtigkeit bis 85 % relative Luftfeuchtigkeit. Die Verknüpfungsfunktion (15) ist für einen im Inkubator (1) befindlichen Patienten (3) entsprechend der über die Eingabeeinheit (21) eingegebenen personenbezogenen Auswahldaten festgelegt. Demnach stellt sich bei einer ausgewählten Inkubator-Lufttemperatur von 36 °C der Arbeitspunkt A ein, zu welchem eine relative Luftfeuchtigkeit von 78 % gehört. Dieser Feuchtigkeitswert wird von dem Verknüpfungsgenerator (14) als Folgewert über die Leitung (16) zum Tochterschaltkreis (17) gegeben und dort als Sollwert für die Einstellung der Befeuchtungsvor-

richtung (8) verarbeitet. Ein oberer Grenzwert (HI) für die Inkubator-Lufttemperatur liegt bei 37 °C, bei dessen Überschreiten eine unveränderliche relative Luftfeuchtigkeit von 85 % eingestellt bleibt. Bei entsprechendem Unterschreiten eines unteren Grenzwertes (LO) bei 30,5 °C bleibt die eingestellte relative Luftfeuchtigkeit konstant auf 35 %. Werden in der Eingabeeinheit (21) andere personenbezogene Auswahldaten eingegeben, z.B. für ein sehr kleines Frühgeborenes, wird eine Verknüpfungsfunktion (115) ausgewählt, die entlang dem gestrichelt gezeichneten Verlauf festgelegt ist. Die einzustellende relative Luftfeuchtigkeit steigt mit zunehmender Inkubator-Lufttemperatur steiler an und erreicht den oberen Grenzwert (G) schon bei etwa 34,7 °C.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der den Wärmehaushalt eines in einem Inkubator (1) befindlichen Früh- oder Neugeborenen bestimmenden Betriebsparameter, zu welchen zumindest die Inkubator-Temperatur und die im Inkubator-Innenraum (2) einzustellende Luftfeuchtigkeit gehören, deren Istwerte mit ihren zugehörigen Sollwerten verglichen und bei einer Abweichung neue Sollwerte für die Parameter festgelegt werden, dadurch gekennzeichnet, daß ein Mutterregelkreis (11) zur Regelung eines ersten Parameters den dazugehörigen Istwert oder Sollwert als Führungswert an einen Verknüpfungsgenerator (14) abgibt, durch welchen mittels einer Verknüpfungsschaltung ein Folgewert ermittelt wird, der an einen Tochterschaltkreis (17) für die Einstellung des Sollwertes eines zweiten Parameters weitergeleitet wird. 20
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Verknüpfungsgenerator (14) Speicherwerte abgelegt sind, die den funktionalen Zusammenhang zwischen der Inkubator-Temperatur als ersten Parameter und der Luftfeuchtigkeit als zweiten Parameter festlegen, und daß der Führungswert einen Arbeitspunkt A auf der so gebildeten Verknüpfungsfunktion (15) festlegt, durch den ein Wertepaar Führungswert/Folgewert bestimmt ist, und der je nach Größe des Führungswertes entlang dieser Verknüpfungsfunktion (15) veränderbar ist. 25
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Verknüpfungsgenerator (14) die Speicherwerte in einer mehrdimensionalen Tabellenform abgelegt sind, in welcher eine Dimensionsebene durch die Parameterzuordnung von Temperatur und Feuch-

tigkeit festgelegt sind, über die eine dritte und ggf. eine weitere Dimension gelegt ist, die durch eine oder ggf. eine weitere personenbezogene Auswahlgröße bestimmt ist, und daß durch Festlegung der dritten und ggf. weiteren Dimensionen mittels Eingabe der Auswahlgrößen eine dieser Dimension entsprechende mehrdimensionale Verknüpfungsfunktion (15) ausgewählt wird. 10

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verknüpfungsfunktion (15) obere (HI) und/oder untere Grenzwerte (LO) aufweist, bei deren Über- oder Unterschreiten eine Verschiebung des Arbeitspunktes A längs der Verknüpfungsfunktion (15) nur noch parallel zu der Veränderung des Führungswertes des ersten Parameters folgt. 15

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Tochterschaltkreis (17) mit einem Istwertgeber (10) des zweiten Parameters verbunden ist, und daß die Einstellung des zweiten Parameters mit Hilfe des Istwertgebers (10) überprüft und bei Abweichung des Istwertes vom Sollwert auf den Sollwert eingestellt wird. 20

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Weiterleitung des Führungswertes an den Verknüpfungsgenerator (14) durch einen Unterbrecherschalter (13) verhindert wird. 25

7. Inkubator zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem in einem umschlossenen Aufenthaltsraum (2) für das Früh- oder Neugeborene eine Liegefläche (4) vorgesehen ist, und in einem Aggregatraum (6) ein Lüfter (5) zur Umwälzung der durch eine Heizung (7) angewärmten und durch eine Befeuchtungsvorrichtung (8) angefeuchteten Inkubator-Innenraumluft angeordnet sind, wobei die Inkubator-Lufttemperatur mittels eines Temperaturregelkreises (11) eingestellt und aufrechterhalten wird, und die Befeuchtungsvorrichtung (8) mit einem Schaltkreis zur Einstellung der durch sie an die Inkubatorluft abzugebenden Feuchtigkeit verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkreis als Mutterregelkreis (11) an einen Verknüpfungsgenerator (14) angeschlossen ist, der den für Regelkreis (11) maßgeblichen Istwert oder Sollwert als Führungswert empfängt und zur Abgabe eines aus dem Führungswert über eine Verknüpfungsfunktion (15) ermittelten Folgewertes an den Schaltkreis (17) als Tochterschaltkreis mit diesem verbunden ist, und daß 30

der Folgewert als Sollwert für die Steuerung der Befeuchtungsvorrichtung (8) vorgesehen ist.

8. Inkubator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Feuchtigkeitsfühler (10) an den Tochterschaltkreis (17) angeschlossen ist, der dessen Istwert mit dem Sollwert vergleicht und bei Abweichung der beiden Werte die Einstellung der Befeuchtungsvorrichtung (8) zur Erreichung des Sollwertes beeinflusst. 5 10
9. Inkubator nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß im elektrischen Leitungszug zwischen Mutterregelkreis (11), Verknüpfungsgenerator (14) und Tochterschaltkreis (17) ein Unterbrecherschalter (13) angeordnet ist. 15

Claims

1. A method for controlling the operating parameters determining the temperature balance of a premature or newborn baby located in an incubator (1), the parameters at least including the incubator temperature and the air humidity which is to be adjusted in the incubator interior (2), the actual values of these parameters being compared with their associated nominal values and in the event of a deviation new nominal values being determined for the parameters, characterised in that a master control circuit (11) for controlling a first parameter transmitting the associated actual value or nominal value as a reference value to a combination generator (14), which determines a follow-on value by means of a combination circuit, the follow-on value being transmitted to an auxiliary circuit (17) for the adjustment of the nominal value of a second parameter. 20 25 30 35 40
2. A method according to claim 1, characterised in that storage values which determine the functional relationship between the incubator temperature as the first parameter and the air humidity as the second parameter are stored in the combination generator (14), and the reference value determines a working point A on the combination function (15) formed in this manner, by means of which working point a reference value/follow-on value pair is formed, and the working point being variable along this combination function (15) as a function of the size of the reference value. 45 50 55
3. A method according to claim 1 or 2, characterised in that the storage values are stored in the combination generator (14) in multi-dimensional tabular form, in which a dimensional plane is determined by the parameter relationship of temperature and humidity, to which a third and optionally a further dimension is added which is determined by one or possibly more selection values related to the individual baby, and by determining the third and optionally further dimensions by means of inputting the selection values a combination function (15) is selected as a function of these dimensions. 5

sional tabular form, in which a dimensional plane is determined by the parameter relationship of temperature and humidity, to which a third and optionally a further dimension is added which is determined by one or possibly more selection values related to the individual baby, and by determining the third and optionally further dimensions by means of inputting the selection values a combination function (15) is selected as a function of these dimensions.

4. A method according to one of claims 2 or 3, characterised in that the combination function (15) has upper (HI) and/or lower (LO) threshold values, and when the value exceeds or falls below these threshold values the working point A is only displaced along the combination function (15) parallel to the variation in the reference value of the first parameter.
5. A method according to one of claims 1 to 4, characterised in that the auxiliary circuit (17) is connected to an actual value transmitter (10) of the second parameter, and the adjustment of the second parameter is monitored with the aid of the actual value transmitter (10) and in the event of a deviation of the actual value from the nominal value the actual value is adjusted to the nominal value.
6. A method according to one of claims 1 to 5, characterised in that the transmission of the reference value to the combination generator (14) is prevented by an interrupter switch (13).
7. An incubator for carrying out the method according to one of claims 1 to 6, in which a bed (4) is provided in an enclosed accommodation space (2) for the premature or newborn baby, and a fan (5) is arranged in an aggregate chamber (6) for circulating the internal incubator air which is heated by a heating element (7) and moistened by a humidifier (8), the incubator air temperature being adjusted and maintained by means of a temperature control circuit (11) and the humidifier (8) being connected to a circuit for adjusting the moisture which is to be released to the incubator air, characterised in that the control circuit is connected as a master control circuit (11) to a combination generator (14), which receives the actual value or nominal value of the control circuit (11) as a reference value and is connected to the circuit (17) as an auxiliary circuit for transmitting to the said circuit a follow-on value determined from the reference value via a combination function (15), and the follow-on

value is provided as a nominal value for controlling the humidifier (8).

8. An incubator according to claim 7, characterised in that a humidity sensor (10) is connected to the auxiliary circuit (17), which compares the actual value of the humidity sensor (10) with the nominal value and in the event of a deviation of the two values influences the adjustment of the humidifier (8) in order to obtain the nominal value. 5 10
9. An incubator according to one of claims 7 or 8, characterised in that an interrupter switch (13) is arranged in the electrical path between the master control circuit (11), the combination generator (14) and the auxiliary circuit (17). 15

Revendications

1. Procédé de commande des paramètres de fonctionnement déterminant le bilan thermique d'un prématuré ou d'un nouveau-né se trouvant dans une couveuse (1), parmi lesquels on compte au moins la température de la couveuse et l'humidité de l'air à régler à l'intérieur (2) de la couveuse, dont les valeurs effectives sont comparées avec leurs valeurs théoriques correspondantes et pour lesquelles, en cas de divergence, de nouvelles valeurs théoriques sont fixées pour les paramètres, caractérisé en ce qu'une boucle de régulation mère (11), pour le réglage d'un premier paramètre, envoie la valeur effective ou la valeur théorique associée, en tant que valeur guide, à un générateur de liaison (14), grâce auquel, au moyen d'un circuit combinatoire, une valeur de séquence est obtenue, qui est transmise à un circuit de commutation fille (17) pour le réglage de la valeur théorique d'un deuxième paramètre. 20 25 30 35 40
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que sont stockées, dans le générateur de liaison (14), des valeurs de mémoire qui déterminent le lien fonctionnel entre la température de la couveuse, en tant que premier paramètre, et l'humidité de l'air, en tant que deuxième paramètre, et en ce que la valeur guide détermine un point de fonctionnement dynamique A sur la fonction logique (15) ainsi constituée, au moyen duquel une paire de valeurs valeur guide/valeur de séquence est déterminée et qui est susceptible d'être déplacé le long de cette fonction logique (15), en fonction de l'importance de la valeur guide. 45 50 55
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les valeurs de mémoire sont

stockées dans le générateur de liaison (14) sous forme tabellaire à plus de trois dimensions, dans laquelle un plan dimensionnel est déterminé par l'affectation de paramètres de la température et de l'humidité, au moyen duquel une troisième dimension et, le cas échéant, une autre dimension est fixée, qui est déterminée par une valeur de sélection ou, le cas échéant, une autre valeur de sélection personnalisée, et en ce que, grâce à la détermination de la troisième et, le cas échéant, des autres dimensions par entrée des valeurs de sélection, une fonction logique (15) à plus de trois dimensions, correspondant à cette dimension, est sélectionnée.

4. Procédé selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que la fonction logique (15) présente des valeurs seuil supérieure (HI) et/ou inférieure (LO), pour lesquelles, lorsqu'il y a dépassement ou sous-dépassement, un déplacement du point de fonctionnement dynamique A le long de la fonction logique ne suit qu'en parallèle de la modification de la valeur guide du premier paramètre. 20 25
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le circuit de commutation fille (17) est relié à un indicateur de valeur effective (10) du deuxième paramètre, et en ce que le réglage du deuxième paramètre est vérifié à l'aide de l'indicateur de valeur effective (10) et est réglé sur la valeur théorique en cas de divergence entre la valeur effective et la valeur théorique. 30 35 40
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la transmission de la valeur guide au générateur de liaison (14) est empêchée par un discontacteur (13).
7. Couveuse pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle une surface de repos (4) est prévue dans un espace de séjour (2) fermé destiné au prématuré ou au nouveau-né, et un ventilateur (5) est disposé dans un espace à équipements (6) afin de faire circuler l'air présent à l'intérieur de la couveuse réchauffé par un chauffage (7) et humidifié par un dispositif humidificateur (8), la température de l'air de la couveuse étant réglée et maintenue au moyen d'une boucle de régulation de la température (11), et le dispositif humidificateur (8) étant relié à un circuit de commutation permettant le réglage de l'humidité destinée à être introduite dans l'air de la couveuse, par son intermédiaire, caractérisée en ce que la boucle de régulation,

en tant que boucle de régulation mère (11) est branchée sur un générateur de liaison (14) qui reçoit, sous forme de valeur guide, la valeur effective ou la valeur théorique prédominante pour la boucle de régulation (11) et, pour l'envoi d'une valeur de séquence, calculée à partir de la valeur guide au moyen d'une fonction de liaison (15), au circuit de commutation (17) se présentant sous la forme d'un circuit de commutation fille, est reliée à celui-ci, et en ce que la valeur de séquence, en tant que valeur théorique, est prévue pour la commande du dispositif humidificateur (8).

8. Couveuse selon la revendication 7, caractérisée en ce qu'un capteur d'humidité (10) est branché sur le circuit de commutation fille (17), qui compare sa valeur effective avec la valeur théorique et exerce une influence, en cas de divergence entre les deux valeurs, sur le réglage du dispositif humidificateur (8) afin d'atteindre la valeur théorique.
9. Couveuse selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisée en ce qu'est disposé, dans la transmission entre la boucle de régulation mère (11), le générateur de liaison (14) et le circuit de commutation fille (17), un discontacteur (13).

30

35

40

45

50

55

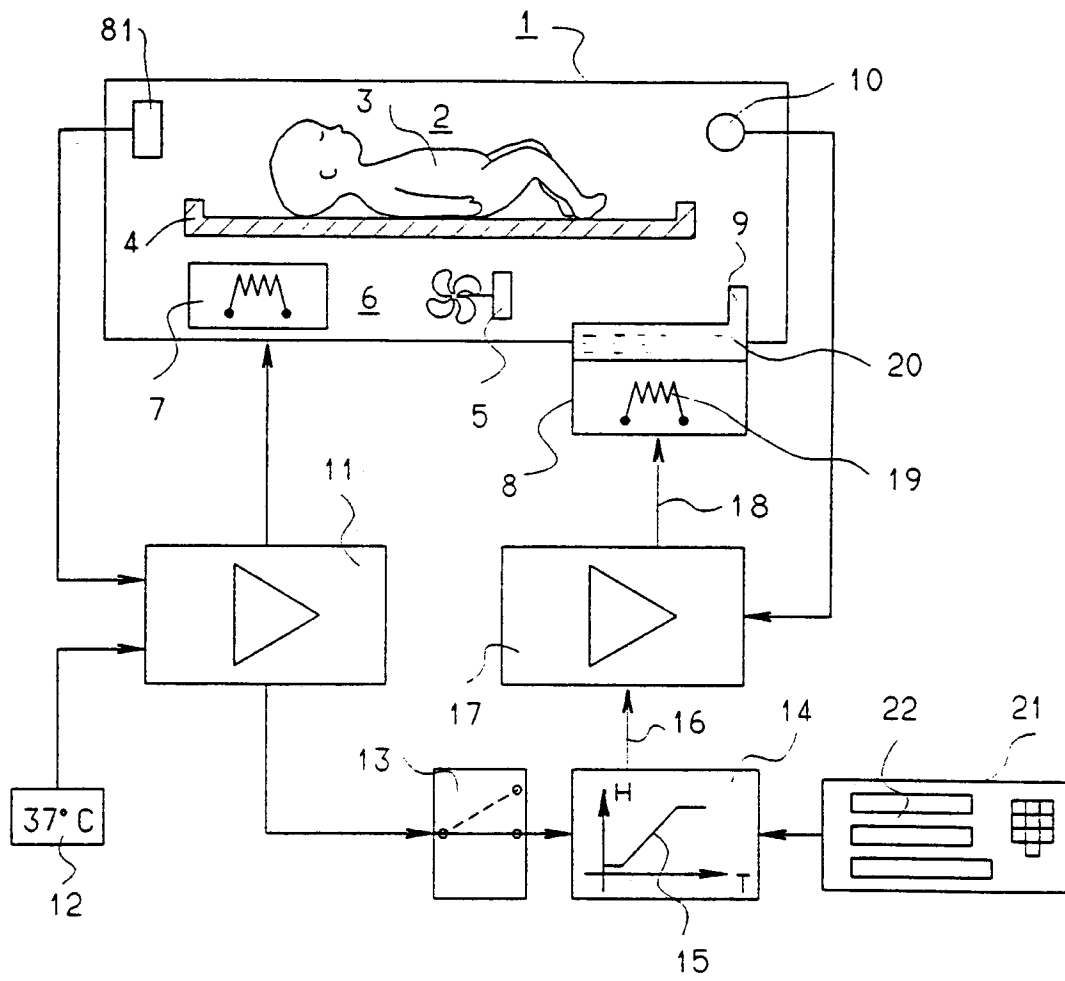


Fig. 1

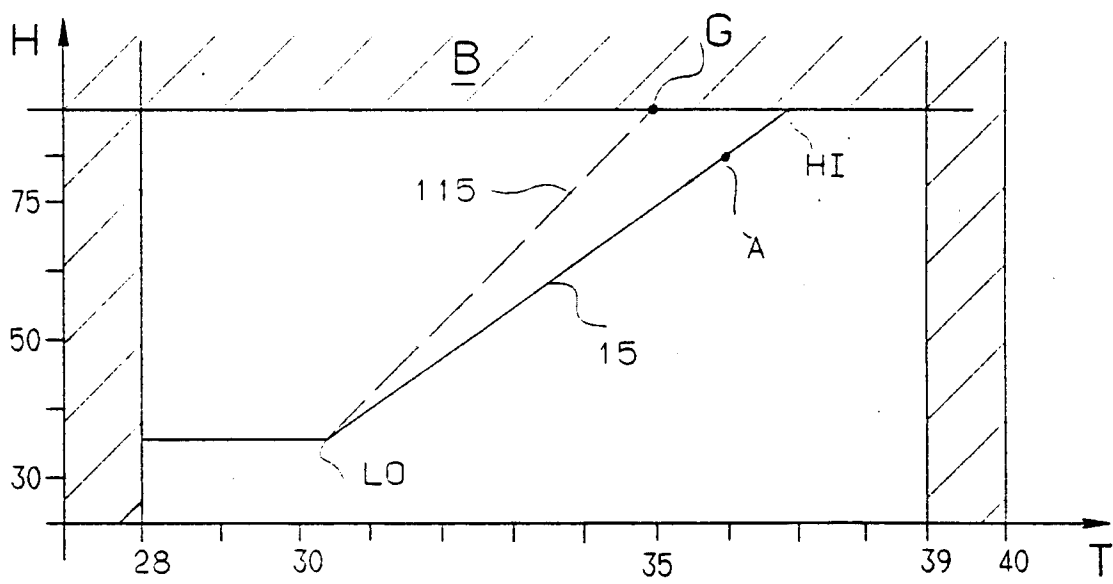


Fig. 2