

(12) Ausschließungspatent

(11) DD 283 070 A5



Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz  
der DDR vom 27. 10. 1983  
in Übereinstimmung mit den entsprechenden  
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) A 61 N 5/06

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DDA 61 N / 328 452 5 (22) 10.05.89 (44) 03.10.90

(71) siehe (73)

(72) Hecht, Hans-Christian, Dipl.-Phys.; Schuhmann, Eberhard, Dipl.-Ing.; Meffert, Hans, Prof. Dr. sc. med.;  
Scherf, Hans-Peter, MR Dr. sc. med., DD

(73) Forschungsinstitut Manfred von Ardenne, Zeppelinstraße 7, Dresden, 8051, DD

(54) Einrichtung zur Erwärmung des menschlichen Körpers

(55) Erwärmung; menschlicher Körper; tiefenwirksame Infrarot-A-Strahlung; medizinische Behandlung; Heimsauna; IR-A-Hochleistungsstrahler; IR-durchlässige Lagerungseinrichtung

(57) Die Einrichtung zur Erwärmung des menschlichen Körpers erzeugt eine tiefenwirksame Infrarot-A-Strahlung zur medizinischen Behandlung oder für die Heimsauna. Es sind mehrere IR-A-Hochleistungsstrahler einzeln oder in Gruppen um den Körper verteilt angeordnet, wobei sich der Patient auf einer IR-durchlässigen Lagerungseinrichtung befindet. Erfindungsgemäß sind die Strahler in vier Gruppen axialsymmetrisch und äquidistant in 30 bis 70 cm Abstand mit einem Positionswinkel von 10 bis 30° vom Körper angeordnet. Die Bestrahlungsdichte ist  $> 5 \text{ W/dm}^2$  Körperoberfläche. Alle Elemente sind so angeordnet und ausgeführt, daß der Patient ungehindert zugänglich ist. Fig. 2

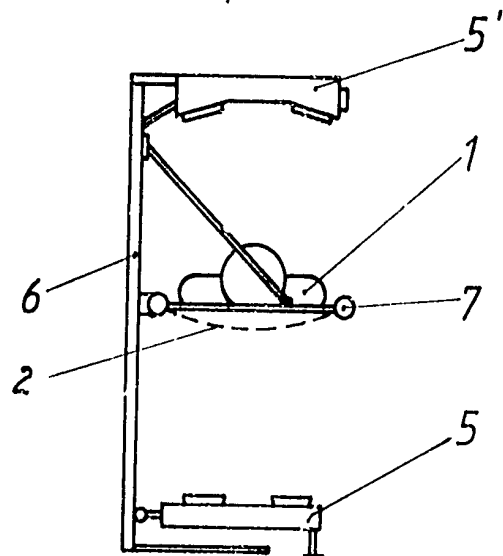


Fig. 2

### Patentansprüche:

1. Einrichtung zur Erwärmung des menschlichen Körpers, bestehend aus mehreren einzelnen oder in Gruppen zusammengefaßten langgestreckten Infrarot-A-Hochleistungsstrahlungsquellen, die um den Körper verteilt angeordnet sind, und einer Lagerungseinrichtung, die infrarot-A-durchlässig ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Infrarot-A-Hochleistungsstrahlungsquellen in vier Gruppen axialsymmetrisch und äquidistant in einem Abstand von 30 bis 70 cm vom Körper (1) mit einem Positionswinkel  $\alpha$  von 10 bis 30° so angeordnet sind, daß der Körper (1) nahezu allseitig mit einer homogenen Bestrahlungsstärke  $> 5 \text{ W/dm}^2$  Körperoberfläche bestrahlbar ist und daß die Elemente der Lagerungseinrichtung und Strahlereinheit so angeordnet und ausgebildet sind, daß der Körper ungehindert zugänglich und/oder mit den Elementen der Lagerungseinrichtung entfernbar ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß um den Körper eine für Infrarot-A-Strahlung hochdurchlässige und/oder diese reflektierende Folie (4) so angeordnet ist, daß sie zumindest im Bedarfsfall teilweise schnell entfernbar ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hochleistungsstrahlungsquellen von einem zur Abstrahlungsrichtung axialsymmetrischen Reflektor mit doppelschaligem Zylinderprofil umgeben sind.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das doppelschalige Zylinderprofil aus zwei um einen Knickwinkel von 150 bis 160° abgewinkelten zylinderförmigen Segmenten mit Kreisbogenquerschnitt gebildet ist und daß die einzelnen Hochleistungsstrahlungsquellen in dem Reflektor so positioniert sind, daß der exzentrische Abstand zwischen den Achsen des Zylindersegmentes und der Hochleistungsstrahlungsquelle das 0,35- bis 0,5fache des Reflektorradius ist.
5. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß Lagerungseinrichtung und Hochleistungsstrahlungsquellen einschließlich ihrer Befestigungselemente sowie die Lagerungseinrichtung bei Nichtbenutzung klappbar sind.
6. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß Vorrichtungen zur Erfassung technischer und biologischer Meßwerte zur Regelung und Abschaltung der Hochleistungsstrahlungsquellen angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Einrichtung dient der Erzeugung einer Hyperthermie des Menschen durch tiefenwirksame Infrarot-A-Strahlung im Rahmen einer medizinischen Maßnahme, z. B. einer Tumortherapie. Sie ist auch als Wärmeeinrichtung für eine Sauna, insbesondere Heimsauna, einsetzbar.

### Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Zur Erzielung einer Hyperthermie sind neben anderen Wärmequellen auch Infrarotstrahler bekannt. Dabei wird die besonders tiefenwirksame und hautschonende Infrarot-A-Strahlung angewendet (DE-OS 3401492; DE-OS 3127054; DD-PS 287796; DD-PS 257200). Die beschriebenen Strahler erzeugen eine hochintensive IR-A-Strahlung.

Einrichtungen zur Infrarot-A- (Ganzkörper-) Hyperthermie haben durch den verhältnismäßig geringen gerätetechnischen als auch bautechnischen und installationsmäßigen Aufwand erhebliche Vorteile im Vergleich zu anderen Techniken, die beispielsweise mit HF-Energie arbeiten.

Die Nachteile aller bisher bekannten technischen Lösungen zur Infrarot-A-Hyperthermie sind folgende:

Durch ein relativ niedriges Gesamt-Bestrahlungsleistungs-Angebot der Hyperthermieanlagen ist die Zeitdauer bis zum Erreichen der Körperkern-Zieltemperatur sehr groß und damit der Temperatur-Zeit-Gradient so gering, daß die zur Therapie erforderliche Zeitdauer unnötig lang ist und der Patient übermäßigen Belastungen ausgesetzt wird. Dieses Verhalten wird oft durch eine mangelnde Dämmung der Wärmeverluste des Patienten begünstigt, was die Energiebilanz zusätzlich negativ beeinflußt. Umgibt man den Patienten bei anderen Hyperthermieeinrichtungen mit einer genügend dimensionierten Wärmedämmung, so verhindert diese eine schnelle Zugänglichkeit des Personals zum Patienten und erzeugt eine das Wohlbefinden des Patienten beeinträchtigende Einengung.

Der effektive Einsatz von Hochleistungs-Infrarot-A-Strahlungsquellen wird durch eine ungenügend dem Körperprofil angepaßte und nicht homogenisierte Bestrahlungsstärkeverteilung limitiert, wodurch auf Grund der Hautverträglichkeit die Bestrahlungsstärke niedrig gehalten werden muß. Auch das wirkt sich auf die Gesamt-Energiebilanz, den Temperatur-Zeit-Gradienten und damit auf die Patientenverträglichkeit negativ aus.

Für die in letzter Zeit verstärkt angewendete Kombinationstherapie, bei der Hyperthermie beispielsweise mit Radiotherapie kombiniert wird, ist es notwendig, während einer Hyperthermiepause den Patienten ohne größeren Zeit- und Temperaturverlust zu transportieren, um ihn dem genannten Therapieschritt zuzuführen.

Ein Mangel der bekannten Hyperthermieeinrichtungen besteht darin, daß während der Manipulation am Patienten oder durch die Patientenumlagerung zur Durchführung adjuvanter Therapieschritte unvermeidbare Temperaturabsenkungen auftreten, da diese Maßnahmen zu viel Zeit beanspruchen und eine ausreichende Wärmedämmung nicht ständig gewährleistet ist.

Als Erwärmungseinrichtung zur Erzielung des Saunaeffektes sind eine Vielzahl von Einrichtungen bekannt. Die Körpererwärmung und der medizinische Saunaeffekt beruhen dabei nahezu ausschließlich auf dem Temperaturexaustausch der warmen Luft mit den äußeren und inneren Körperoberflächen (Wärmeübergang Haut/Lunge).

Die Nachteile einer solchen Sauna, insbesondere wenn sie für die Heimanwendung gedacht ist, liegen in einem hohen bautechnischen Aufwand, da separate hoch-wärmedämmende Saunaräume mit speziellen Innenholzauskleidungen usw. gebaut werden müssen, einer energieintensiven Wärmequelle, die den gesamten Saunaraum (Raumluft und bautechnische Konstruktion) beheizen muß, einer langen Inbetriebsetzungsphase, bis die Sauna im nutzungsbereiten Zustand (Anheizphase, Erreichen der Betriebstemperatur) ist und einer Energieform, die der menschliche Körper nur kurzzeitig ohne Schädigung vertragen kann.

Weiterhin sind Therapieeinrichtungen bekannt, die Infrarotstrahlung zur lokalen Wärmeapplikation nutzen (DE-OS 31 27054). Alle bekannten, auf Infrarotbasis beruhenden Einrichtungen, bewirken keinen oder nur einen stark abgeschwächten Saunaeffekt ohne die bekannten systemischen und kreislaufstimulierenden Auswirkungen.

### **Ziel der Erfindung**

Es ist eine Erwärmungseinrichtung zu schaffen, die geeignet ist, bei geringem apparativem Aufwand am Menschen zur therapeutischen Behandlung eine Hyperthermie zu erzeugen und auch die Erwärmung des Körpers zum Erreichen des Saunaeffektes hervorzurufen, insbesondere für kleine Saunen, d. h. für eine Heimsauna für Einzelpersonen. Die Einrichtung soll raumsparend sein.

### **Darlegung des Wesens der Erfindung**

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Erwärmung des menschlichen Körpers zu schaffen, die unter Anwendung der IR-A-Strahlung zur Ganzkörperhyperthermie geeignet ist. Es soll in patientenverträglicher Weise ein hoher Temperatur-Zeit-Gradient durch weitgehend homogene, dem Körperprofil angepasste Bestrahlungsstärke erzielt werden, wobei eine milde Hyperthermie in kurzer Zeit zur Wirkung kommen soll. Die Zugänglichkeit zum Patienten während der Hyperthermie muß gewährleistet sein. In Therapiepausen muß es möglich sein, den Patienten anderen Therapiemaßnahmen zuzuführen, ohne daß ein wesentlicher Temperaturverlust eintritt. Die Einrichtung soll zur Verwendung als Heimsauna für Einzelpersonen geringen Platz erfordern und im unbenutzten Zustand verkleinerungsfähig sein. Besondere Baumaßnahmen und Installationen sollen nicht erforderlich sein.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einer Einrichtung, bestehend aus mehreren einzelnen oder in Gruppen zusammengefaßten langgestreckten IR-A-Hochleistungsstrahlungsquellen, die um den Körper verteilt angeordnet sind, und einer infrarot-A-durchlässigen Lagerungseinrichtung dadurch gelöst, daß die IR-A-Hochleistungsstrahlungsquellen in vier Gruppen axialsymmetrisch und äquidistant in einem Abstand von 30 bis 70 cm vom Körper mit einem Positionswinkel von 10 bis 30° so angeordnet sind, daß der Körper nahezu allseitig mit einer homogenen Bestrahlungsstärke von  $> 5 \text{ W/dm}^2$  Körperoberfläche bestrahlt wird. Die Elemente der Lagerungseinrichtung und Strahlereinheit sind so ausgebildet und angeordnet, daß der Körper des Patienten ungehindert zugänglich und/oder mit den Elementen der Lagerungseinrichtung leicht entfernbar ist.

Es ist vorteilhaft, um in Hyperthermiepausen keinen Wärmeverlust am Körper zuzulassen, um den Körper eine für IR-A-Strahlung hochdurchlässige und/oder diese reflektierende Folie so anzuordnen, daß sie im Bedarfsfall teilweise schnell entfernbar ist. Zur besseren, insbesondere homogenen Energieeinwirkung auf den Körper, sind die IR-A-Hochleistungsstrahlungsquellen von einem zur Abstrahlungsrichtung axialsymmetrischen Reflektor mit doppelschaligem Zylinderprofil umgeben.

Zweckmäßigerweise besteht das doppelschalige Zylinderprofil aus zwei um einen Knickwinkel von 150 bis 160° abgewinkelten zylinderförmigen Segmenten mit Kreisquerschnitt. Die Hochleistungsstrahlungsquellen sind im Reflektor so positioniert, daß der exzentrische Abstand zwischen den Achsen des Zylindersegmentes und der Strahlungsquelle das 0,35- bis 0,5fache des Reflektorradius ist.

Um im unbenutzten Zustand der Einrichtung Raum zu sparen, ist es vorteilhaft, die Strahlungsquellen einschließlich ihrer Befestigungselemente und die Lagerungseinrichtung klappbar auszuführen.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Einrichtung bestehen in einer gleichmäßig über die gesamte Körperoberfläche des Patienten verteilten Energieflußdichte, mit der Körpertemperaturanstiegsgeschwindigkeiten bei einer Hyperthermie erreicht werden, die es gestatten, die Aufheizphase auf die klinisch vertretbare Minimalzeit zu verkürzen. Für die Haut des Menschen sind dabei keine Komplikationen zu erwarten. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Einrichtung besteht in der Möglichkeit, bei Unterbrechung der Hyperthermie den Patienten, ohne Zeitverzug durch Umlagerung oder Aufbringen von Wärmedämmmaßnahmen, auf der beweglichen Patienten-Lagerungsvorrichtung zu transportieren, um ihn beispielsweise einer radiologischen Therapie zuzuführen.

Bei der Verwendung der Einrichtung als Heimsauna besteht der Vorteil in der universellen Aufstellbarkeit und den universellen Anwendungsmöglichkeiten. Großer Platzbedarf, separate Räumlichkeiten und ein hoher bautechnischer Aufwand entfallen. Die Einrichtung ist sofort nach dem Einschalten betriebsbereit. Die Aufheizzeiten der bekannten Wärmequellen entfallen

vollkommen. Der Energiefluß zum Benutzer ist sofort voll wirksam. Der Körpertemperaturanstieg pro Zeiteinheit ist genauso groß oder höher als in der konventionellen Sauna, ohne daß thermische Schädigungen der Haut oder Unbehaglichkeit auftraten. Die Verträglichkeit ist sehr gut und die kreislaufmäßige Belastung unbedenklich. Die Anwendungszeit kann häufig wesentlich über das gewohnte Maß ausgedehnt werden.

Nach ersten Beobachtungen treten die physiologischen und therapeutischen Wirkungen in ähnlicher Weise bzw. wesentlich verstärkt auf, wie sie die herkömmliche Sauna bietet.

#### Ausführungsbeispiel

Die zugehörigen Zeichnungen zeigen zwei Einsatzgebiete der Einrichtung.

Fig. 1: eine Anordnung der Strahler um den Körper des Patienten im Schnitt als Hyperthermieeinrichtung

Fig. 2: eine Einrichtung als Heimsauna, ausgebildet im Schnitt.

In Fig. 1 befindet sich der Patient 1 auf einer Lagerungseinrichtung, deren eigentliche Liegefläche ein knotenloses Liegenetz 2 zwischen einem Rohrrahmen 3 ist. Eine zur Erzielung der selektiven optischen Eigenschaften mit einer speziellen Beschichtung versehene dünne 10- $\mu$ m-PETP-Folie 4 ist von einem leichten Gestell (nicht gezeichnet) oberhalb des Patienten 1 in einem Abstand zur Körperoberfläche von etwa 15cm gehalten. Dieses Gestell ist direkt auf die Lagerungseinrichtung aufgesetzt und leicht entfernbar. Unterhalb des Patienten 1 ist die Folienhalterungseinrichtung fest mit der Lagerungseinrichtung verbunden. Der Abstand zwischen Folie 4 und Körperoberfläche beträgt auch hier etwa 15cm. Oberhalb und unterhalb des Patienten 1 sind in einem Abstand von 50cm von der Patientenmitte und in einem Positionswinkel  $\alpha$  von jeweils 25° vier IR-A-Strahlergruppen 5 an einem Gestell (nicht gezeichnet) befestigt. Zu jeder unteren Strahlergruppe 5 gehören drei Einzelstrahler mit einer maximalen patientenwirksamen Bestrahlungsstärke von 150W. Zu jeder oberen Strahlergruppe 5' gehören jeweils zwei dieser Einzelstrahler. Jeder Strahler ist in seiner Leistung stufenlos einstellbar und zur homogenisierten Beleuchtung mit einem zylindrischen Doppelschalenreflektor (Zylinderradius: 100mm; Knickwinkel: 156°) ausgerüstet. Die komplette Lagerungseinrichtung ist als fahrbare Liege ausgebildet. Sie kann, ohne durch das Strahlertragegestell behindert zu werden, längsaxial verfahren werden.

Mit dieser Infrarot-Hyperthermieeinrichtung ist es möglich, patientenverträgliche Hyperthermien durchzuführen, bei welchen ein Temperaturanstieg von 3K in einer Stunde erreicht werden. Der Transport des erwärmten Patienten 1 im Anschluß an die Aufheizphase zwecks Zuführung zu einer zwischengeschalteten Radiotherapie führt zu einer Abkühlung des Patienten von maximal 0,3K in 20 Minuten.

In Fig. 2 sind an einem Rahmengestell 6 die Lagerungseinrichtung 7, die untere und die obere Strahlergruppe 5 jeweils schwenkbar befestigt. Der Benutzer 1 liegt während des Aufenthaltes in der Wärmeeinrichtung auf einem knotenlosen Liegenetz 2, das die Infrarot-A-Strahlung ungehindert an den Körper 1 läßt, wobei keinerlei Eigenerwärmung des Liegenetzes 2 auftritt. Die Strahlergruppen 5 sind unten mit 6 und oben mit 4 Infrarot-A-Hochleistungsstrahlungsquellen bestückt.

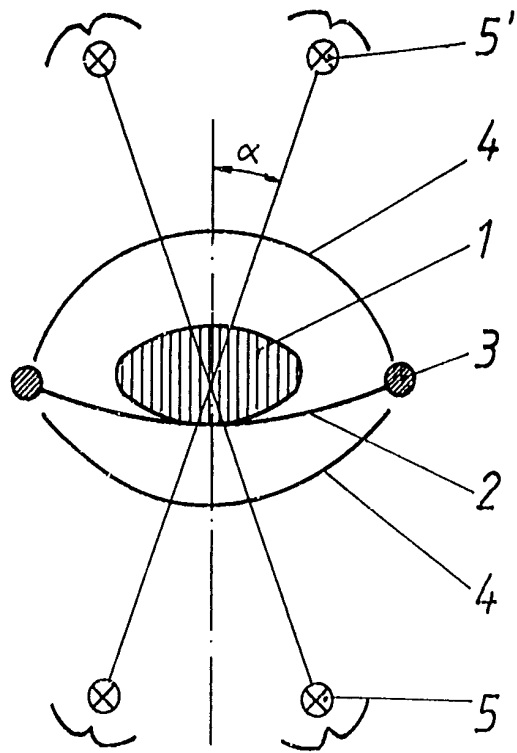


Fig. 1

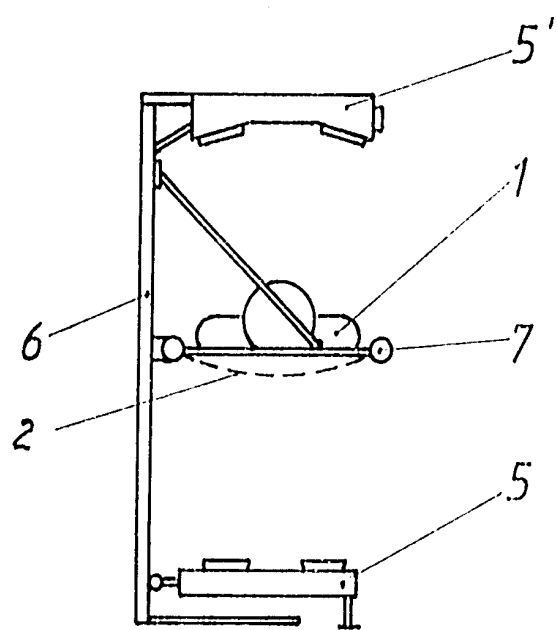


Fig. 2