

(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
21. Dezember 2000 (21.12.2000)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/77604 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G06F 3/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/05380

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Juni 2000 (13.06.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 27 220.0 10. Juni 1999 (10.06.1999) DE

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: BEUTHNER, Rainer [DE/DE]; Ludwig-Renn-Str. 48, D-12679 Berlin (DE). BEUTHNER, Philipp [DE/DE]; Ludwig-Renn-Str. 48, D-12679 Berlin (DE).

(74) Anwalt: VONNEMANN, KLOIBER, LEWALD, HÜBNER; An der Alster 84, D-20099 Hamburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AL, AM, AT, AU, AZ, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: REHABILITATION DEVICE

(54) Bezeichnung: REHABILITATIONSGERÄT

(57) Abstract: The invention relates to a virtual area which can be viewed by a user, comprising a representation unit for representing a calculated image, a data-processing unit for calculating the image and an input unit for the data processing unit for inputting parameters to calculate said image. The invention also relates to a method for generating a virtual environment, as a representation of the image content, in which the image content is dynamically re-calculated for a user who is standing on a surface, according to parameters which are dynamically modified. In order to represent a virtual environment which allows the user to experience particularly natural movements and which can thus be used therapeutically, in particular, in rehabilitation programmes, a surface is provided for the user which can be displaced infinitely in at least one direction. Said surface comprises sensors for detecting motion data from the surface and/or sensors for detecting an exerted force and/or sensors for detecting the position of the user and/or accelerations.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen virtuellen Raum zur Betrachtung durch einen Benutzer, bestehend aus einer Darstellungseinheit zur Darstellung eines berechneten Bildes, einer Datenverarbeitungseinheit zur Berechnung des Bildes und mit einem Eingabegerät für die Datenverarbeitungseinheit zur Eingabe von Parametern für die Berechnung des Bildes, sowie ein Verfahren zur Erzeugung einer durch Bildinhalte dargestellten virtuellen Umwelt bei der dynamisch in Abhängigkeit sich dynamisch verändernder Parameter die Bildinhalte für einen auf einer Aufstandsfläche stehenden Benutzer neu berechnet werden. Zur Darstellung einer virtuellen Umwelt, die ein besonders natürliches Bewegungserlebnis ermöglicht und deshalb insbesondere auch therapeutisch bei Rehabilitationsmassnahmen eingesetzt werden kann, ist vorgesehen, dass eine mindestens in eine Richtung endlos bewegliche Fläche für den Benutzer mit Sensoren zur Erfassung von Bewegungsdaten der Fläche und/oder Sensoren zur Erfassung einer aufgetragenen Kraft und/oder Sensoren zur Erfassung des Benutzerortes und/oder von Beschleunigungen vorgesehen ist.

WO 00/77604 A2

Rehabilitationsgerät

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen virtuellen Raum zur Betrachtung durch einen Benutzer, bestehend aus einer Darstellungseinheit zur Darstellung eines berechneten Bildes, einer Datenverarbeitungseinheit zur Berechnung des Bildes und mit einem Eingabegerät für die Datenverarbeitungseinheit zur Eingabe von Parametern für die Berechnung des Bildes.

Außerdem ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zur Erzeugung einer durch Bildinhalte dargestellten virtuellen Umwelt bei der dynamisch in Abhängigkeit sich dynamisch verändernder Parameter die Bildinhalte für einen auf einer Aufstandsfläche stehenden Benutzer neu berechnet werden.

Derartige virtuelle Räume und Verfahren zur Erzeugung einer virtuellen Umwelt sind beispielsweise als Käfige bekannt. Die Fläche, auf der der Benutzer steht, wird würfelförmig von Projektionsflächen umhüllt auf die ein von einer sehr leistungsfähigen Datenverarbeitungseinheit ca 50 mal in der Sekunde neu berechnetes Bild projiziert wird. Die zu betrachtende Umwelt ist als Modell in der Datenverarbeitungseinheit gespeichert. Mittels eines Joysticks kann der Benutzer sich in diesem Modell bewegen, dessen Ansicht für den Betrachter in Abhängigkeit der mittels Joystick veränderten Eingabeparameter immer wieder aktualisiert wird.

Die aktualisierten Bildinhalte werden auf einem Bildgeber, beispielsweise auf den Monitoren einer Brille, einem LCD in einem Projektor oder einem MicroMirrorDevice für den Betrachter sichtbar ausgegeben.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

2

Darüber hinaus sind virtuelle Räume als Ausschnitt in Form von Monitordarstellungen bekannter Videospiele bekannt. Auch hier kann der Betrachter mittels verschiedener Eingabegeräte sich im Raum bewegen und in der dargestellten Umwelt Handlungen vornehmen.

Nachteilig an den beschriebenen virtuellen Räumen ist, daß der Betrachter nicht wirklich körperlich agieren kann, was diese Systeme für Rehabilitationsmaßnahmen ungeeignet macht.

Wirklichkeitsnäher sind Fahrzeugsimulationsanwendungen zum Training von Schiffsführern, Flugzeugführern oder Fahrern, bei denen auftretende Beschleunigungskräfte z.B. durch unterschiedliche Neigungen einer geschlossenen Kapsel für den auszubildenden Fahrzeugführer simuliert werden.

Aber auch diese Systeme lassen eine körperlich aktive Mitwirkung des Benutzers nur in beschränktem Maße zu.

Bei bekannten Spielen beschränkt sich die Teilnahme beispielsweise auf Gewichtsverlagerungen, die von Sensoren erfaßt und statt des Joysticks zur Veränderung der Berechnungsparameter dienen.

Für ein ausgiebiges körperliches Training oder für Rehabilitationsprogramme werden deshalb spezielle Trainingsgeräte, wie Lauftrainer, Rudertrainer, Fahrradtrainer etc. eingesetzt, wie sie zur körperlichen Ertüchtigung gewerblich angeboten werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen virtuellen Raum und ein Verfahren zur Darstellung einer virtuellen Umwelt anzugeben, die ein natürliches Bewegungserlebnis ermöglichen und deshalb insbesondere

3

auch therapeutisch bei Rehabilitationsmaßnahmen eingesetzt werden können.

5 Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen virtuellen Raum dadurch gelöst, daß eine mindestens in eine Richtung endlos bewegliche Fläche für den Benutzer mit Sensoren zur Erfassung von Bewegungsdaten der Fläche und/oder Sensoren zur Erfassung einer aufgetragenen Kraft und/oder Sensoren zur Erfassung des Benutzerortes und/oder von Beschleunigungen
10 vorgesehen ist. Der Benutzer kann beispielsweise, wenn die Fläche als Laufband ausgebildet ist, ohne streckenmäßige Begrenzung in einer Richtung gehen. Sensoren erfassen beispielsweise die bewegte Strecke des Bandes. Über Leitungen wird das Sensorsignal an
15 die Datenverarbeitungseinheit weitergegeben, die dann den Bildinhalt unter Berücksichtigung dieses Parameters berechnet.

20 In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Bewegung der Fläche mittels Motore und/oder Verzögerungseinrichtungen dynamisch veränderbar ausgebildet ist, insbesondere Sensoren zur Beeinflussung der Motore und/oder Verzögerungseinrichtungen vorgesehen sind. Stützt sich
25 beispielsweise der Benutzer an Handgriffen ab, so können die von Sensoren erfaßten und an die Datenverarbeitungseinheit weitergeleiteten Signale der Reaktionskräfte dazu verwendet werden, das Laufband schneller oder langsamer laufen zu lassen bzw. es zu bremsen. Es kann auf diese Weise beispielsweise das
30 Schieben einer Karre simuliert werden. Zur Simulation von Steigungen, die auch bildlich durch das Modell wiedergegeben werden, kann das Band gesteuert gebremst werden. Massenträgkeitseffekte der Karre können durch

4

eine errechnete zeitliche Veränderung der Bremskräfte simuliert werden. Gemessene ungleiche Reaktionskräfte für die linke und rechte Hand führen zu simulierten Kurvenfahrten, bei denen das projizierte Bild um die vertikale Achse des Benutzers geschwenkt wird. Alternativ kann auch beispielsweise das Laufband servomotorisch gedreht werden.

Realistischer kann die Belastung des Benutzers, insbesondere der Gelenke erfolgen, wenn die bewegliche Fläche als Ebene ausgebildet ist, deren Neigungswinkel zu einer Horizontalebene um mindestens eine horizontale Achse mittels eines Motors dynamisch veränderbar ausgebildet ist. Auf diese Weise lassen sich auch Querfahrten im geneigten Gelände simulieren. Ein Servomotor paßt dabei die Neigung an die des im Computer hinterlegten Modells an.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die bewegliche Fläche als Oberfläche eines Rotationskörpers, insbesondere als Kugel geformt ist. Hierdurch kann man nicht nur in einer sondern in alle Himmelsrichtungen gehen. Die bewegliche Fläche läßt sich beispielsweise als membranartige Hüllfläche einer Kreisscheibe verwirklichen. Dabei wird die Hüllmembran durch geeignet angeordnete Reibantriebe um die Stützfläche in jede Himmelsrichtung bewegt. Bei einer Kugel, kann auf die Hüllmembran verzichtet werden und die Kugeloberfläche als bewegliche Fläche genutzt werden.

Alternativ ist es möglich, daß die bewegliche Fläche konkav als Innenfläche, vorzugsweise einer Kugel, geformt ist. Auch hier kann die bewegliche Fläche als

5

innere Membran ausgebildet sein, die unter Innendruck steht.

Man kann jedoch auf die Membran verzichten, wenn die bewegliche Fläche selbsttragend ausgebildet ist.

5 Belüftungs- und Dichtungsprobleme an der Tür werden dadurch vermieden.

Ein besonders realistisches Erlebnis eines virtuellen Raumes ergibt sich dann, wenn die Darstellungseinheit als Projektionseinheit eines auf einem Bildgeber
10 digital erzeugten Bildes ausgebildet ist und vorzugsweise ein 3D-Modul zur Berechnung der Bildinhalte für ein linkes und ein rechtes Auge des Benutzers vorgesehen ist. Durch die abwechselnde Projektion eines linken und rechten Bildes und
15 synchroner Abdunklung des anderen Auges mit Hilfe einer Shutterbrille entsteht neben einem realistischen Raumbild zusätzlich noch eine besondere Tiefenwirkung des projizierten Bildes.

Zu diesem Zweck ist vorgesehen, daß der
20 Darstellungseinheit eine Shutterbrille zugeordnet ist.

Bei einer Kugel ist es besonders vorteilhaft, wenn die bewegliche Fläche als Projektionsfläche ausgebildet ist. Es entsteht ein weitgehend stoßfreies Bild, da keine Ecken vorhanden sind.

25 Die Projektion auf die Kugelfläche kann von Außen oder Innen erfolgen. Werden mehrere, mindestens drei, Projektoren außen vorgesehen, dann treffen ihre Strahlen mit steigenden Abstand von der Projektionsachse flacher auf die Kugel, die in einem
30 solchen Fall transparent sein muß. Die Helligkeit eines Bildpunktes sinkt deshalb nach außen. Um diesen

6

Effekt auszugleichen, kann eine digitale Filterung des Bildes erfolgen, die das Bild so verändert, das es nach außen heller ist. Deshalb ist die Maßnahme vorgesehen, daß ein Modul zur Filterung von
5 Bildpunkten des Bildgebers in der Weise vorgesehen ist, daß eine gleichmäßige Helligkeitsverteilung auf der Projektionsfläche entsteht.

Bei einer Kugel ausreichender Größe kann der Projektor auch innen angeordnet werden. Die Projektionsfläche
10 hat dann einen wesentlich konstanteren Abstand zum Projektor, so daß dabei auf eine Filterung häufig verzichtet werden kann. Dadurch, daß ein induktives Übertragungssystem zur Übertragung von Energie und/oder Informationen in das Innere des von der
15 beweglichen Fläche gebildeten Raumes vorgesehen ist, kann der Projektor auch innerhalb der Kugel betrieben werden.

Die Kugel kann mit Vorteil robust und schwer gebaut werden ohne nachteiligen Einfluß auf des realistische
20 Raum- und Bewegungserlebnis, wenn ein Massenkompensationssystem zur Kompensation von Massenträgheitseffekten der beweglichen Fläche vorgesehen ist. Ein solches System kann nach Art bekannter Servolenkungen betrieben werden. Die
25 Stellkräfte der Kugel werden für den Benutzer ausreichend gering gehalten.

Das Bewegungserlebnis im virtuellen Raum kann nicht nur allein sondern auch in Gruppen genossen werden, weil ein Modul zur Zusammenschaltung und synchronen
30 Bilddatenausgabe mehrerer virtueller Räume vorgesehen ist. Der einzelne Benutzer in seiner Kugel sieht auch die anderen Gruppenmitglieder, deren Abbilder in seine

7

5 Kugel projiziert werden. Jedes Mitglied kann sich autonom bewegen, sich von den anderen entfernen oder sich ihnen nähern. Je nach Übersichtlichkeit der im Computer hinterlegten Umweltmodelle können so die Teilnehmer sich auch zufällig begegnen.

Für Notfälle, beispielsweise nach Betätigen eines Nothalts, kann der Benutzer schnell aus der Kugel geborgen werden, da ein Modul zum selbsttätigen Anfahren einer Ausgangslage vorgesehen ist.

10 Die Verfahrensaufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Verfahren dadurch gelöst, daß die Aufstandsfläche dynamisch vom Benutzer bewegt wird, vorzugsweise in Abhängigkeit von Sensorsignalen angetrieben und/oder verzögert und/oder geneigt wird, die die Bewegung der
15 Aufstandsfläche und/oder eine vom Benutzer eingeleitete Kraft und/oder eine Beschleunigung des Benutzers oder der Fläche.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in Unteransprüchen 16 bis 19 beschrieben.

20 Die Erfindung wird anhand mehrerer bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand einer schematischen Zeichnung beschrieben. Die Figuren der Zeichnung zeigen im Einzelnen

25 Figur 1: die Außenansicht des erfindungsgemäßen Raumes mit kugelförmiger beweglicher Fläche;

Figur 2: eine Aufsicht auf eine alternative Ausführungsform mit ebener beweglicher Fläche;

Figur 3: einen Vertikalschnitt des Raumes gemäß Fig. 2;

8

Figur 4: einen Vertikalschnitt durch eine andere Ausführungsform mit kugelförmiger Projektionsfläche und

Figur 5: einen Vertikalschnitt durch eine Ausführungsform ähnlich Fig. 1.

5

10

15

20

In Figur 1 bezeichnet 1 das Fundament eines Rehabilitationsgerätes unter Verwendung eines erfindungsgemäßen virtuellen Raumes. Der Raum in dem die virtuelle Umwelt entstehen soll ist als Kugel 2 gestaltet. Ein externes Sensorkoordinatensystem 3 ermittelt die aktuelle Lage der Kugel 2, die um ihr Zentrum beweglich auf dem Fundament 1 gelagert ist. Zur Erfassung der aktuellen Lage des Raumes 2 weist das Sensorkoordinatensystem einem oder mehrere an der Kugel 2 angebrachte Bezugspunkte auf, hier beispielsweise in Form von Magneten 7, die ein Magnetfeld der Kugel aufbauen, dessen Lage von dem Sensorkoordinatensystem 3 erfaßt werden kann. Der Raum 2 ist über eine Tür 8 zugänglich. Um die Tür 8 öffnen zu können, kann das Fundament 1 über Treppe 6 bestiegen werden. Zur Be- und Entlüftung des Raumes sind Abluftschlitze 4 und Zuluftschlitze 5 vorgesehen.

25

30

Figur 2 zeigt eine andere Ausgestaltung des Rehabilitationsgerätes. Der Raum 2, der in einer Aufsicht gezeigt ist, wird an der Decke und den Seiten durch Projektionsflächen 9 begrenzt. Auf diese Fläche werden von Projektoren 10 Bildinhalte auf die Projektionsfläche 9 projiziert. Die Projektoren weisen eine bildgebende Einheit auf, die beispielsweise aus einem DMS (Digital Mirror Device) oder einem LCD bestehen können und von einem Computer 11 als Datenverarbeitungseinheit angesteuert werden. Der

9

Computer berechnet für jede Projektionsfläche auf bekannte Weise ein entsprechendes Bild, so daß allseitig für einen Benutzer 12 der Eindruck eines zusammenhängenden virtuellen Raumes entsteht. Das Modell des erzeugten Raumes ist dem Computer 11 als digitales Modell der virtuellen Umwelt hinterlegt. In Figur 2 sind lediglich ein Projektor von mehreren, z.B. von insgesamt fünf dargestellt.

Der Benutzer 12 steht auf einer ebenen Fläche 13 auf. Er kann sich dabei an einem linken Handgriff 14 und einem rechten Handgriff 15 festhalten, die Kraftsensoren beinhalten.

In Figur 3 ist erkennbar, daß der Benutzer 12 auf einem endlos umlaufenden Band 16 steht. Sobald der Benutzer 12 Gehbewegungen ausführt, bewegt er dabei das Band 16. Aufgrund der in den Umlenkrollen 17 vorhandenen Reibung, die der Benutzer 12 überwinden muß, entstehen in den Griffen 14, 15 Reaktionskräfte. Ein Wegmeßsensor 18 mißt die scheinbar vom Benutzer 12 zurückgelegte Wegstrecke. Das Signal des Wegmeßsensors 18 ist als Eingangssignal zur Veränderung der Berechnungsparameter für die Bildberechnung durch den Computer 11 auf seinen Eingang zurückgeführt. Auf Grund der zurückgelegten Strecken berechnet der Computer 11 ständig aktualisierte Bildinhalte, die dann der bildgebenden Einheit in Projektor 10 übermittelt werden.

Der Benutzer 12 hat den Eindruck, daß das Bild in Richtung des Pfeils 19 (Figur 2) bewegt wird. An den Umlenkrollen vorgesehene Motore können das Band zusätzlich antreiben oder, als Generator geschaltet, verzögern. Auch diese Motoren werden vom Computer 11 in Abhängigkeit des hinterlegten Umweltmodells angesteuert.

10

- Auf diese Weise können Steigungen simuliert werden. Noch realistischer kann dieser Eindruck für den Benutzer 12 erzeugt werden, wenn zusätzlich ein geeigneter Antrieb 20, beispielsweise eine Kolben-
5 Zylinder-Einheit, die Fläche 13 um eine horizontale Achse 21 neigt. Ein weiterer Antrieb 22 neigt die Fläche 13 ebenfalls um eine horizontale Achsen, die aber rechtwinklig zur Achse 21 und parallel zur Laufrichtung des Bandes 16 angeordnet ist.
- 10 Wird beispielsweise das Schieben einer Karre simuliert, so können durch unterschiedliche Verteilung der Reaktionskräfte auf den rechten Handgriff 15 und den linken Handgriff 14, deren Signale dem Computer 11 zugeleitet werden, ein weiterer Antrieb 23 kann vom
15 Computer 11 so angesteuert werden, daß die Fläche 13 um die vertikale Achse mittels Servomotor 23 langsam geschenkt wird und für den Betrachter der Eindruck entsteht, daß eine Kurve gefahren wird.
- 20 Alternativ kann auf den Antrieb 23 auch verzichtet werden und lediglich der von den Projektoren 10 erzeugte Bildeindruck des Raumes um einen entsprechenden Raumwinkel verschoben werden.
- 25 In Figur 4 ist als Vertikalschnitt eine andere Ausführungsform dargestellt. Der Raum 2 wird in diesem Fall durch eine Kugel 25 begrenzt, die feststehend ausgebildet ist. Die Kugel 25 ist, wie die Projektionsflächen 9, aus transparentem Material gefertigt, auf das von Projektoren 10 die, in an sich
30 bekannter Weise, berechneten Bildinhalte projiziert werden. Die Projektoren 10 können entweder außerhalb der Kugel 25 oder, wie dargestellt, zentral am oberen Scheitelpunkt der Kugel innen angeordnet werden. Die

II

Kugelform hat den Vorteil, daß durch die fehlenden Ecken ein realistischer räumlicher Eindruck entsteht. Zusätzlich kann auch akustisch ein räumlicher Eindruck geschaffen werden, wenn, wie hier, entsprechend viele Lautsprecher 26 mit einem in analoger Weise berechneten akustischen Signal angesteuert werden.

Da in Figur 4 keine Handgriffe vorgesehen sind, die Reaktionskräfte des Benutzers messen können und seine Position im Raum festlegen, sind Sensoren 27 in der Kugel angebracht, die den Ort des Benutzers erfassen. Sobald sich der Benutzer aus dem Zentrum der Kugel 2 herausbewegt, wird dies von den Sensoren 27, beispielsweise Ultraschallsensoren, erkannt und an den Rechner 11 weitergegeben. Dieser verändert übergeeignete Antriebe die Fläche 13 so, daß der Benutzer einen bestimmten Radius um die Mittelachse nicht überschreiten kann. Statt eines Bandes 16 ist in diesem Fall eine Hüllmembran 28 um eine kreisförmige Platten 29 vorgesehen. Reibantrieb 30 kann die Hüllmembran 28 um die vertikale Achse des Raumes 2 verschieben. Reibantrieb 31 verschiebt die Membran senkrecht zur Zeichnungsebene, während Reibantrieb 32 die Membran parallel zur Zeichnungsebene verschieben kann. Alle Servoantriebe der mindestens zwei notwendigen Reibrollen werden vom Computer gesteuert.

Zusätzlich kann das Stützfundament, auf dem die Platte 29 abgestützt wird, beliebig in der Horizontalen geneigt werden, so daß auch unterschiedliche Geländeneigungen simuliert werden können.

Statt einer Hüllemembran als bewegte Fläche 13 kann auch eine in unterbrochener Linienführung angedeutete Kugel 33 vorgesehen werden, auf deren Oberfläche der

12

Benutzer 12 laufen kann. Über geeignete Antriebe kann Kugel 33 ebenfalls um jede Raumachse gedreht werden. Zu diesem Zweck ist sie frei beweglich mittels Stützluftzufuhr in Kugelkalotte 34 gelagert.

- 5 In Figur 5 ist eine Ausführungsform des Rehabilitationsgerätes gezeigt, bei der als bewegte Fläche 13 die Innenfläche einer bewegten Kugel 35 dient. Kugel 35 ist allseitig beweglich im Stützfundament 1 gelagert. Zu diesem Zweck weist das
- 10 Stützfundament einzelnen Kanäle 36 auf, über die Druckluft aus einer Druckluftquelle 37 in den Spalt zwischen der Kugel und Kalotte 34 gepreßt wird. Zur Belüftung kann die Kugel 35 eine Vielzahl kleiner Öffnungen aufweisen. Die verbleibende Fläche zwischen
- 15 den Öffnungen ist ausreichend, um eine genügend hohe Lagersteifigkeit bereitzustellen. Zwei Reibräder 38 und 50, die an ihrem Umfang mit einer Vielzahl von Rollen 39 versehen ist, können die Kugel in Richtung ihrer gedachten Längengrade verdrehen. Ein ähnlich
- 20 ausgebildetes Rad 49 bewegt die Kugel in Richtung ihres gedachten Äquators.

- Die Energieversorgung des Projektors 10, der innerhalb der Kugel 35 angeordnet ist, wird induktiv über das Primärteil 40 und Sekundärteil 41 eines induktiven
- 25 Übertragungssystems aus der Netzversorgung 42 gespeist. Das Sekundärteil 41 wird magnetisch innerhalb der Kugel in der dargestellten Lage gehalten. Zu diesem Zweck wird der zwischen Primärteil 40 und Sekundärteil 41 vorhandene Spalt von einem geeigneten Sensor 48,
- 30 beispielsweise einem Ultraschallabstandssensor, gemessen und sein Signal auf einen Regler 43 gegeben, der den Spalt so regelt, daß er konstant bleibt.

13

5 Eine nicht dargestellte Notstromversorgung ersetzt im Bedarfsfall die Netzversorgung 42, damit das Sekundärteil 41 nicht auf den Benutzer 12 herabfallen kann. Ergänzend können an dem Sekundärteil 41 auch Stützen 44 angebracht sein, die das Sekundärteil 41 mit dem daran angebrachten Projektor 10 im Bedarfsfall innerhalb der Kugel 35 stützen.

10 Trägheitseffekte der Kugel 30 können durch entsprechende Programme kompensiert werden. Der Benutzer 12 muß deshalb nicht die gesamte Masse der Kugel mit seiner Körperkraft selbst beschleunigen, sondern wird dabei durch die angetriebenen Räder 38, 49 und 50 unterstützt. Benutzer 12 muß sich somit nicht wesentlich aus der zentralen vertikale Achse der Kugel 15 35 herausbewegen. Seine jeweilige Position wird durch die Sensoren 27 erfaßt. Zur Simulation bestimmter Geländeformen, wird die Soll-Position des Benutzers 12 so verändert, daß die Neigung der Kugelfläche an der Soll-Stelle des Benutzers der des Geländemodells in etwa entspricht. Durch Vergleich der Soll-Position mit 20 der von Sensoren 27 ermittelten Ist-Position führt zu entsprechender der Ansteuerung der Servomotoren der Räder 38, 49 und 50.

25 Auf Sensoren, die den Benutzerort erfassen, kann in bestimmten Fällen jedoch auch verzichtet werden. Insbesondere dann, wenn die Kugel eine geringe Masse aufweist und deshalb eine Kraftverstärkung nicht erforderlich ist.

30 Der Benutzer 12 kann sich somit frei in einem beliebigen virtuellen Raum bewegen. Beispielsweise können Patienten, die ein Kreislauftraining benötigen, in dieser Kugel 35 Wanderungen in einem Gelände

14

5 ausführen, das der Leistungsfähigkeit des Patienten beliebig angepaßt werden kann. Dazu können, dem Modell entsprechend vom Computer gesteuert, die Antriebe die Kugel beschleunigen oder verzögern. Der vom Benutzer zurückgelegte Weg wird beispielsweise entweder durch Drehgeber 48 von den Wellen der Antriebe abgegriffen oder durch getrennt angeordnete Weggeber.

10 Dem Patienten kann dabei ein Sender mitgegeben werden, der eine Not-Taste 45 besitzt. Nach Betätigen dieser Taste wird durch ein automatisch ablaufendes Programm die Kugel 35 in ihre ursprüngliche Ausgangslage zurückgefahren, so daß die Tür dann geöffnet und der Benutzer 12 geborgen werden kann. Die Ist-Lage der Kugel wird dabei z.B. von den Drehgebern 48 oder dem
15 Sensorkoordinatensystem 3 erfaßt, die auch im Betrieb als Eingabesignale für die Parameter zur Berechnung der aktuellen Bildinhalte ausgewertet werden.

20 Mehrere der beschriebenen Rehabilitationsgeräte können auch miteinander über Leitung 46 zu Gruppen vernetzt werden. Die Benutzer, die jeweils in ihrer eigenen Kugel das Training absolvieren, bewegen sich dann in einer gemeinsamen Umwelt. In dieser Umwelt können Sie sich beliebig frei bewegen. Sie können sich von den übrigen Mitgliedern der Gruppe entfernen oder zufällig
25 auf sie treffen.

Die Benutzer können in die Kugel auch weitere Eingabegeräte mitnehmen, die drahtlos mit dem Computer in Verbindung stehen und so auch innerhalb der vom Computer modellierten Umwelt agieren. Wird zusätzlich
30 die Lage und Richtung der mitgenommenen Sender über geeignete Sensoren erfaßt, können auch Zielübungen simuliert werden.

15

Das erfindungsgemäße Rehabilitationsgerät ermöglicht die freie Bewegung des Benutzers. Dadurch kann es zu vielfältigen therapeutischen Zwecken eingesetzt werden. Darüber hinaus bestehen jedoch unzählige Möglichkeiten, es auch zur Unterhaltung einzusetzen.

5

Auf diese Weise ist es möglich, virtuelle Räume zu schaffen, ohne den Benutzer des virtuellen Raumes mit einer Vielzahl von Sensoren, Monitoren, Reaktoren ausstatten zu müssen.

10

16

Bezugsziffernliste

1	Fundament	26	Lautsprecher
2	Raum	27	Sensoren
3	Sensorkoordinatensystem	28	Hüllmembran
4	Abluftschlitz	29	Platte
5	Zuluftschlitz	30	Reibrolle
6	Treppe	31	Reibrolle
7	Magnete	32	Reibrolle
8	Tür	33	Kugel
9	Projektionsfläche	34	Kalotte
10	Projektoren	35	Kugel
11	Computer	36	Kanäle
12	Benutzer	37	Druckluftquelle
13	Fläche	38	Reibrad
14	linker Griff	39	Rolle
15	rechter Griff	40	Primärteil
16	Band	41	Sekundärteil
17	Umlenkrolle	42	Netzversorgung
18	Wegsensor	43	Regler
19	Pfeil	44	Stützen
20	Antrieb	45	Not-Taste
21	Achse	46	Leitung
22	Antrieb	47	Abstandssensor
23	Antrieb	48	Drehgeber
24	vertikale Achse	49	Reibrad
25	Kugel	50	Reibrad

Patentansprüche

1. Virtueller Raum zur Betrachtung durch einen Benutzer, bestehend aus einer Darstellungseinheit zur Darstellung eines berechneten Bildes, einer Datenverarbeitungseinheit zur Berechnung des Bildes und mit einem Eingabegerät für die Datenverarbeitungseinheit zur Eingabe von Parametern für die Berechnung des Bildes, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine mindestens in eine Richtung endlos bewegliche Fläche für den Benutzer mit Sensoren zur Erfassung von Bewegungsdaten der Fläche und/oder Sensoren zur Erfassung einer aufgebrachten Kraft und/oder Sensoren zur Erfassung des Benutzerortes und/oder von Beschleunigungen vorgesehen ist.
2. Virtueller Raum nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bewegung der Fläche mittels Motore und/oder Verzögerungseinrichtungen dynamisch veränderbar ausgebildet ist, insbesondere Sensoren zur Beeinflussung der Motore und/oder Verzögerungseinrichtungen vorgesehen sind.
3. Virtueller Raum nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die bewegliche Fläche als Ebene ausgebildet ist, deren Neigungswinkel zu einer Horizontalebene um mindestens eine horizontale Achse mittels eines Motors dynamisch veränderbar ausgebildet ist.
4. Virtueller Raum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die bewegliche Fläche konvex als Oberfläche eines

Rotationskörpers, insbesondere als Kugel geformt ist.

5. Virtueller Raum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die bewegliche Fläche konkav als Innenfläche, vorzugsweise einer Kugel geformt ist.
6. Virtueller Raum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die bewegliche Fläche selbsttragend ausgebildet ist.
7. Virtueller Raum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Darstellungseinheit als Projektionseinheit eines auf einem Bildgeber digital erzeugten Bildes ausgebildet ist und vorzugsweise ein 3D-Modul zur Berechnung der Bildinhalte für ein linkes und ein rechtes Auge des Benutzers vorgesehen ist.
8. Virtueller Raum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Darstellungseinheit eine Shutterbrille zugeordnet ist.
9. Virtueller Raum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die bewegliche Fläche als Projektionsfläche ausgebildet ist.
10. Virtueller Raum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Modul zur Filterung von Bildpunkten des Bildgebers in der Weise vorgesehen ist, daß eine gleichmäßige Helligkeitsverteilung auf der Projektionsfläche entsteht.

19

11. Virtueller Raum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein induktives Übertragungssystem zur Übertragung von Energie und/oder Informationen in das Innere des von der beweglichen Fläche gebildeten Raumes vorgesehen ist.
12. Virtueller Raum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Massenkompensationssystem zur Kompensation von Massenträgheitseffekten der beweglichen Fläche vorgesehen ist.
13. Virtueller Raum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Modul zur Zusammenschaltung und synchronen Bilddatenausgabe mehrerer virtueller Räume vorgesehen ist.
14. Virtueller Raum nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Modul zum selbsttätigen Anfahren einer Ausgangslage vorgesehen ist.
15. Verfahren zur Erzeugung einer durch Bildinhalte dargestellten virtuellen Umwelt bei der dynamisch in Abhängigkeit sich dynamisch verändernder Parameter die Bildinhalte für einen auf einer Aufstandsfläche stehenden Benutzer neu berechnet werden, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Aufstandsfläche vom Benutzer bewegt wird, vorzugsweise dynamisch angetrieben und/oder verzögert und/oder geneigt wird in Abhängigkeit von Sensorsignalen, die die Bewegung der Aufstandsfläche und/oder eine vom Benutzer

20

eingeleitete Kraft und/oder eine Beschleunigung des Benutzers oder der Fläche.

- 5 16. Verfahren zur Erzeugung einer virtuellen Umwelt nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bewegung der Fläche auf einer konvexen oder konkaven Bahn erfolgt.
- 10 17. Verfahren zur Erzeugung einer virtuellen Umwelt nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Berechnung der Bildinhalte getrennt für ein linkes und ein rechtes Auge des Benutzers erfolgt.
- 15 18. Verfahren zur Erzeugung einer virtuellen Umwelt nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** synchron zur Berechnung der Bildinhalte eine Berechnung von 3-D-Audiosignalen erfolgt.
- 20 19. Verfahren zur Erzeugung einer virtuellen Umwelt nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Kompensation von Masseneffekten der bewegten Auftandsfläche erfolgt.

1/4

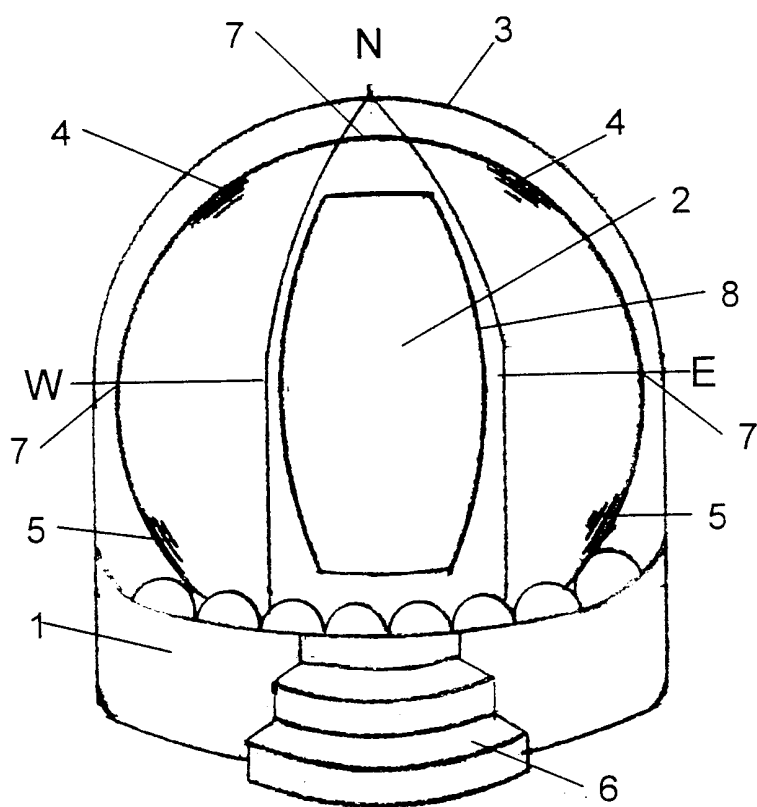
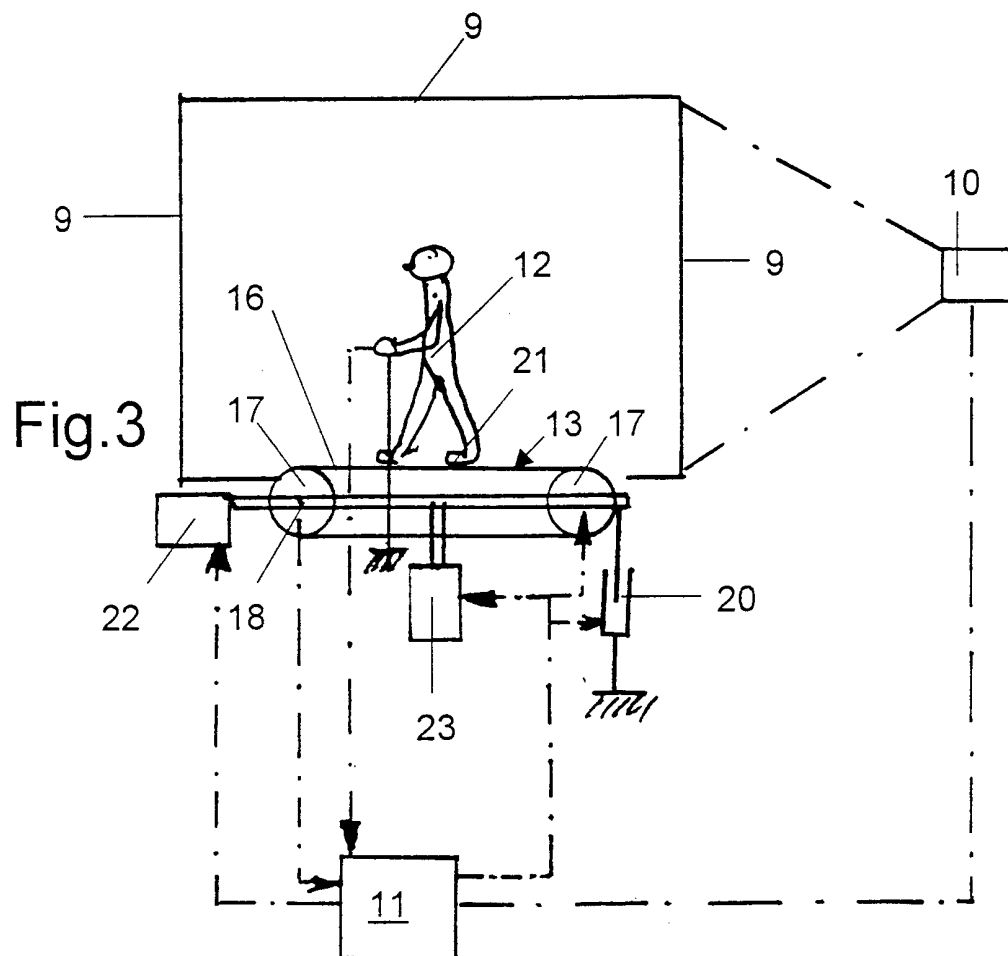
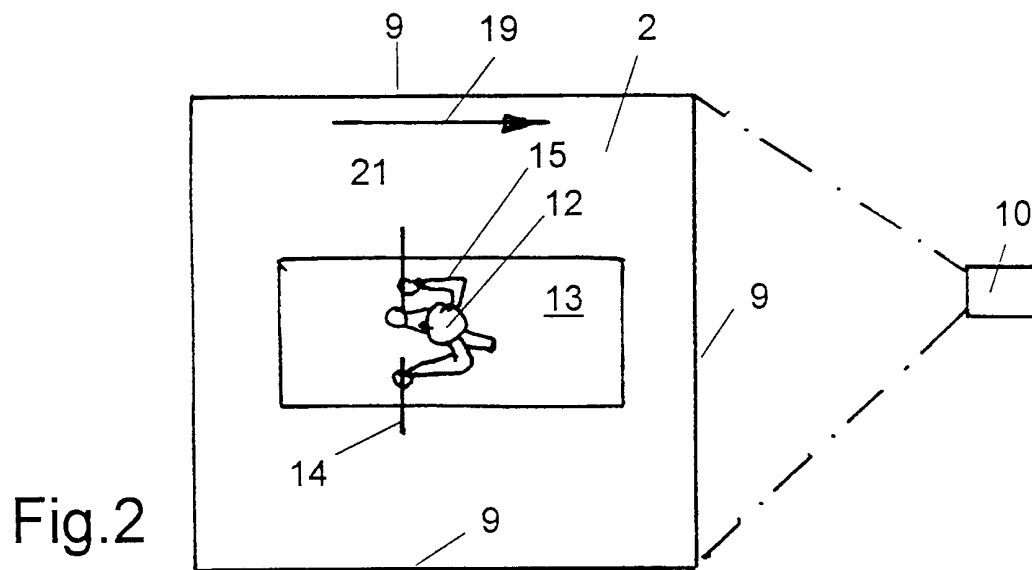


Fig. 1

2/4



3/4

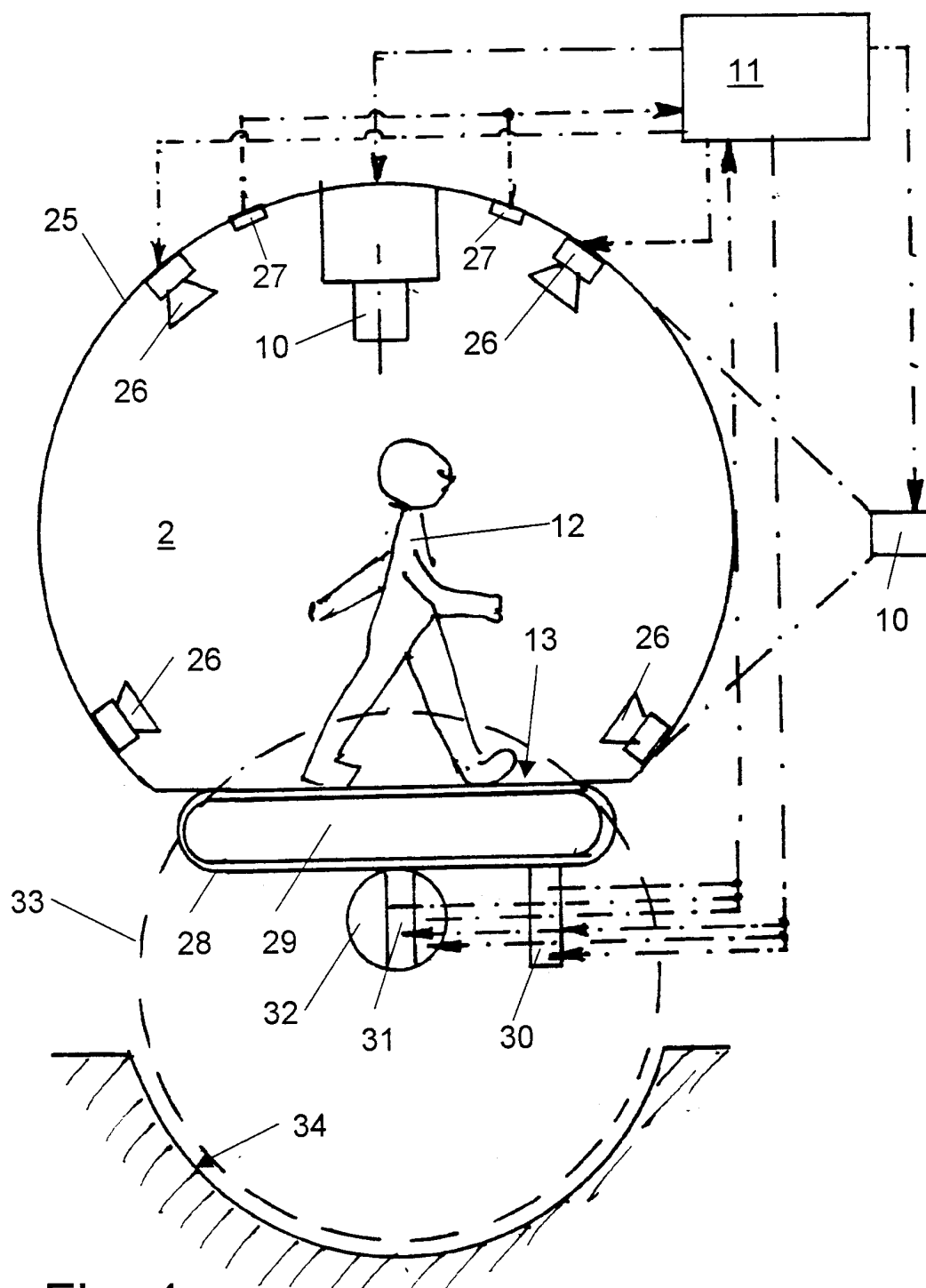


Fig. 4

