



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 195 25 429 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
A 63 G 21/06

21 Aktenzeichen: 195 25 429.5
22 Anmeldetag: 12. 7. 95
43 Offenlegungstag: 16. 1. 97

DE 195 25 429 A 1

71 Anmelder:
Friedrich Maurer Söhne GmbH & Co KG, 80807
München, DE
74 Vertreter:
Herrmann-Trentepohl und Kollegen, 81476 München

72 Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung
56 Entgegenhaltungen:
DE 92 10 125 U1
DE 87 04 120 U1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- 54 Fahrzeug mit drehbarem Oberwagen
- 57 Ein Fahrzeug umfaßt einen drehbaren Oberwagen, der auf einer Achse außerhalb seines Schwerpunktes exzentrisch an dem Fahrzeug schwenkbar gelagert ist, wobei die Drehbewegung des Oberwagens gedämpft ist. Die Exzentrizität der Achsenlage und die Dämpfungswirkung der Dämpfung sind in funktionaler Abhängigkeit von einander gemäß einer Gütefunktion eingestellt.

DE 195 25 429 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit drehbarem Oberwagen für ein Fahrgeschäft nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5 Fahrgeschäfte gehören seit jeher zu den beliebtesten Attraktionen auf Volksfesten. Immer neue Typen von Achterbahnen, Karussells und anderen Schleudermaschinen mit immer komplizierteren Dreh- und Beschleunigungsbewegungen werden entwickelt, um die Sensationslust des Publikums zu befriedigen. Da die Fahrt mit einer solchen Maschine in der Regel nicht billig ist und im Vergleich dazu nur kurz dauert, erwarten die Fahrgäste in dieser kurzen Zeitspanne ein Maximum an Vergnügen. Als sehr unbefriedigend wird es daher
10 empfunden, wenn die Fahrt von kleinen Pausen oder Stockungen unterbrochen wird, wie dies gerade bei den neueren, kinetisch komplizierten Fahrgeschäften aufgrund unkontrollierter Bewegungsüberlagerungen häufig vorkommt.

Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Fahrzeug mit drehbarem Oberwagen für ein Fahrgeschäft anzugeben, bei welchem die Drehbewegungen in der Weise kontrolliert sind, daß den Fahrgästen ein größtmöglicher ungetrübter Genuß beschert wird.

15 Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung hat den Vorteil, daß eine optimale Drehbewegung nur durch eine Dämpfung der Oberwagen-Drehbewegung in Verbindung mit der Wahl der Exzentrizität des Oberwagenschwerpunktes eingestellt werden kann.

20 Zur Optimierung der Exzentrizität und Dämpfung gemäß der Erfindung ist ein Gütekriterium für die Qualifizierung des Fahrgefühls entwickelt worden.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird eine Viskosedämpfung eingesetzt, da sie sich günstiger verhält als eine Dämpfung mittels coulombscher Reibung. Das Drehverhalten des Oberwagens reagiert bei Viskosedämpfung weniger empfindlich gegenüber kleinen Änderungen des Reibkoeffizienten, wodurch der Drehwinkelverlauf längs der Bahn günstiger wird und die Oberwagendrehung nicht zum Stillstand kommt.

Vorteilhaft kann die Positionierung des drehbaren Oberwagens bei der Einfahrt des Fahrzeuges in den Bahnhof verbessert werden, so daß die Fahrgäste bequem aus- bzw. einsteigen können.

Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben, in welchen:

30 Fig. 1 einen drehbaren Oberwagen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zeigt;

Fig. 2a und 2b eine Gewichts- bzw. Gesamtgütefunktion zeigt;

Fig. 3a—3d Graphen von Beispielen für Winkelverläufe zeigen;

Fig. 4a und 4b den Drehungsverlauf einer repräsentativen Fahrt zeigen.

35 In Fig. 1 ist ein Fahrzeug mit einem Oberwagen gezeigt, der mittels eines Drehzapfens schwenkbar auf einem Fahrgestell gelagert ist. Auf dem Oberwagen sind Sitzplätze für Personen vorgesehen.

Die Fahrgäste sitzen in diesem Oberwagen, wobei die Drehung des Oberwagens gegenüber dem Fahrgestell des Wagens dadurch ausgelöst wird, daß der Schwerpunkt des Oberwagens ausmittig in einem horizontalen Abstand 1 von der senkrechten Achse entfernt liegt. Beim Befahren von horizontalen Krümmungen wird der Oberwagen vorteilhaft durch die im Schwerpunkt des Oberwagens angreifenden Fliehkräfte zu einer Drehbewegung um die Achse angeregt. Das Drehverhalten wird durch eine geeignete Dämpfung kontrolliert.

Bei der hier betrachteten Ausführungsform ist auf dem Fahrzeug, das eine Bahn hinunterfährt, ein Oberwagen in Form einer Plattform angebracht, auf der zwei Fahrgäste sitzen. Der Drehfreiheitsgrad des Oberwagens ist nicht angetrieben; er wird nur dadurch zur Bewegung angeregt, daß die Drehachse außerhalb des Oberwagenschwerpunktes angebracht ist.

45 Die Variablen in Fig. 1 sind: h^{rad} ist die Höhe des Unterwagens über dem Gleis, h die Höhe des Oberwagens über dem Unterwagen. Die Höhen der Schwerpunkte über dem Unterwagen der Personen auf Vorder- und Rückbank sind h_{p1} und h_{p2} .

In der bevorzugten Ausführungsform wird eine Viskosedämpfung in der Form erreicht, daß in einem dicht abgeschlossenen Topf an den Enden von vier Dreharmen jeweils drei bis vier parallel zueinander in Umfangsrichtung angeordnete Leitbleche Kanäle bilden. Bei Drehung der Arme durchströmt die Flüssigkeit die Kanäle und erzeugt beim Strömen entlang der Kanalwand eine Viskosereibung, die die erwünschte Viskosedämpfung bewirkt. Zur Justierung des durch die Viskosereibung auftretenden Reibmomentes können die Leitbleche auf dem Dreharm in radialer Richtung verstellt werden (Änderung des Hebelarms).

55 In einer anderen Ausführungsform kann statt dieser Viskosedämpfung eine Dämpfung nach dem Prinzip der Wirbelstrombremsen erreicht werden. Dazu werden beispielsweise Eisenplatten durch die Drehbewegung durch eine von einem Dauermagneten erzeugtes Magnetfeld gezogen. Die dabei auftretenden Wirbelströme bewirken den gewünschten Bremseffekt.

In einer weiteren Ausführungsform kann auch eine verbesserte Dämpfung mit coulombscher Reibung herangezogen werden. Dazu werden an einem Drehzapfen Bremsbacken angepreßt, wobei der Anpreßdruck mittels Federn mit einstellbarer Vorspannung reguliert werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform bringt eine Verbesserung der Positionierung des drehbaren Oberwagens bei der Einfahrt des Fahrzeuges in den Bahnhof, so daß die Fahrgäste bequem aus- bzw. einsteigen können. Durch eine vor dem Bahnhof angeordnete "Bahnhofsbremse" und zusätzlich einem leichten Gefälle der Schienen von der Bremse bis zum Bahnhof wirken auf den Oberwagenschwerpunkt Trägheitskräfte, die den Schwerpunkt um die Drehachse verdrehen in eine in Fahrrichtung gerichtete exzentrische Lage des Schwerpunktes gegenüber der Drehachse, das heißt, die Fahrgäste fahren rückwärts (der Rücken weist in Fahrrichtung) in den Bahnhof ein. Diese Position des Oberwagens kann zusätzlich durch kurz vor dem Bahnhof

angeordnete "Leitplanken" gesichert werden. Die Stellung des Oberwagens im Bahnhof wird dann durch einen Arretierbolzen, der eine feste Verbindung des Oberwagens mit dem Fahrgestell herstellt, fixiert. Der Arretierbolzen wird ausgelöst durch das Entlangführen einer am Fahrzeug befestigten Leitrolle über eine fest zwischen den Schienen angeordnete Leitschiene.

Die neu in die Fahrzeuge eingestiegenen Fahrgäste sitzen zunächst ebenfalls mit dem Rücken in Fahrtrichtung. Beim Verlassen des Bahnhofs wird der Arretierbolzen ebenfalls mit einer Leitschiene gelöst. In einem unmittelbar an einen Bahnhof anschließenden Kettenaufzug wird der Oberwagen durch die schräg nach unten wirkende Gewichtskraftkomponente um 180° verdreht, so daß die Fahrgäste wieder in Fahrtrichtung sehen.

Zur Optimierung der Parameter wurde das System in mathematische Formeln überführt, welche auf vereinfachenden Annahmen beruhen. Die Analyse hat es erlaubt, Kräfte und Momente auf Drehachse und Gesamtfahrzeug bzw. Bahn zu berechnen, die Beschleunigung zu ermitteln, denen die Fahrgäste ausgesetzt sind und optimale Parameter für die Drehachsenkinematik zu ermitteln, die das beste Bewegungsverhalten des Systems ergeben.

Besondere Mühe wurde bei der Modellierung auf die Kurveneinfahrts- und -ausfahrtstöße gelegt. Diese kommen im vorliegenden Modell dadurch zustande, daß sich an den genannten Stellen durch die un stetige Krümmungsänderung der Bahn die absolute Drehgeschwindigkeit des Unterwagens um seine Hochachse (der Oberwagen ist diesbezüglich entkoppelt) sprunghaft ändert. Es tritt also theoretisch eine unendliche Drehbeschleunigung auf, welche von einer sprunghaften Änderung der Translationsgeschwindigkeit des Wagens begleitet sein muß, damit die Energiebilanz stimmt. Die aufgrund dieses Effekts in der Realität auftretenden Kräfte und Momente sind aber relativ klein, da die Rotationsenergie des Wagens auch in der Kurve relativ klein im Vergleich zu dessen Translationsenergie ist.

Bei der mathematischen Analyse des Systems wurde klar, daß es sich hier um ein System handelt, dessen Bewegungen gewisse Eigenschaften chaotischer Systeme aufweisen. Kleine Veränderungen von Anfangsbedingungen bewirkten größte Veränderungen des Bewegungsablaufs. Da die Anfangsbedingungen — Größe und Verteilung der Massen im Wagen, Anfangswinkel der Karosse nach dem Lift usw. — immer leicht variieren werden, verläuft jede Fahrt anders. Dies bedeutet für den Fahrgast, daß er keine zwei Fahrten gleich erleben wird. Für die Berechnung der Kräfte ergibt sich allerdings aus dieser Tatsache, daß viele Fahrten durchgerechnet werden mußten, da man nicht von vorneherein wissen konnte, bei welchen Parametern und Anfangsbedingungen sich die höchsten Belastungen für Personen und Material ergeben.

Die Berechnungen haben ergeben, daß außer der Oberwagenexzentrizität dem Abstand des Oberwagenschwerpunktes von der Drehachse — auch die viskose bzw. coulombsche Reibung der Drehachse für den Bewegungsablauf von größter Bedeutung ist. In einer Variation der Exzentrizität des Oberwagenschwerpunktes und der Dämpfung (Bremsung) der Oberwagendrehbewegung wurde anhand einer gewählten Bewertungsfunktion (bzw. Gütefunktion) die beste Kombination dieser Parameter ermittelt, die ein aufregendes Fahrgefühl ergibt, ohne den Gleichgewichtssinn bzw. den Magen der Fahrgäste zu überlasten.

Weiterhin hat die Analyse gezeigt, daß die Exzentrizität des Oberwagenschwerpunktes und die Dämpfung bzw. Dämpfung der Oberwagendrehbewegung innerhalb gewisser Grenzen variieren können, ohne daß man sich dabei nennenswert von dem Punkt des optimalen Fahrgefühls entfernt. Als optimal im Sinne des Fahrgefühls kann wohl betrachtet werden, daß sich einerseits der Oberwagen deutlich gegenüber dem Unterwagen bewegt, um das Fahrgefühl gegenüber einem nichtdrehenden Fahrgeschäft aufregender zu machen. Andererseits sollte sich der Oberwagen nicht zu lange in eine Richtung drehen, damit es den Fahrgästen nicht übel wird. Die Festlegung eines Gütekriteriums für Fahrten ist natürlich subjektiv, da auch verschiedene Fahrgäste ein und die selbe Fahrt ganz unterschiedlich erleben würden.

Bei dem hier gewählten Gütekriterium wird der absolute Drehwinkel-Weg des Oberwagens gegenüber dem Unterwagen gewichtet aufaddiert. Eine Fahrt, bei der sich der Wagen fünfmal hintereinander jeweils eine Umdrehung nach links und dann wieder eine Umdrehung nach rechts dreht, wird mit der Gütezahl 1 bewertet, hat also die Gewichtung 1. "Schwimmt" der Oberwagen nur um eine Ruhelage etwas hin und her, soll diese Bewegung schwächer bewertet werden — also mit einem Gewichtungsfaktor kleiner eins. Für Drehwinkel-Wege $\Delta\varphi$ in einer Richtung, die kleiner als eine Umdrehung sind, wird der Weg mit dem Faktor $\varphi^{1,5}$ gewichtet. Für Wege größer als eine Umdrehung in eine Richtung bleibt die Gewichtung zunächst ungefähr konstant (≈ 1), und fällt dann langsam ab. Drehungen von mehr als fünf Umdrehungen hintereinander in die gleiche Richtung wurden als negativ bewertet; eine große Anzahl von Drehungen hintereinander in die gleiche Richtung konvergiert die Gewichtung gegen -1.

Dieses Anforderungsprofil wird von folgender Gewichtungsfunktion erfüllt (siehe Fig. 2a):

$$w(\Delta\varphi) = \Delta\varphi^{1,5} \quad \text{für } \Delta\varphi \leq 1$$

$$w(\Delta\varphi) = \frac{2}{1 + ((\Delta\varphi - 1)/4)^2} - 1 \quad \text{für } \Delta\varphi > 1$$

Mit den n während einer Fahrt über die Bahnlänge s_{xy} auftretenden Drehintervallen $\Delta\varphi_i$, innerhalb denen die Drehrichtung konstant bleibt, ist die Gesamtgütefunktion der Fahrt (siehe Fig. 2b):

$$G = \sum_{i=1}^n \Delta\varphi_i w(\Delta\varphi_i)$$

5

In der Fig. 2a ist die Gewichtsfunktion und in Fig. 2b die Veränderung der Gütefunktion ΔG für die Anzahl der Umdrehungen an einem Stück aufgetragen.

In den Fig. 3a bis 3d ist der Drehwinkel φ während einer Fahrt über die Bahnlänge s_{xy} aufgetragen und der zum Verlauf der $\Delta\varphi_i$ zugehörige Wert der Gesamtgütefunktion aufgetragen.

10

Am Beispiel bedeutet das, daß eine Fahrt, bei der sich fünfmal eine Drehung nach links mit einer nach rechts abwechselt, die Güte zehn erhält:

15

$$G = \sum_{i=1}^{10} 1 \cdot 1^{1,5} = 10$$

20

$$G = \sum_{i=1}^{20} 0,5 \cdot 0,5^{1,5} = 20 \cdot 0,5 \cdot 0,354 = 3,54$$

Kehren sich die Drehungen doppelt so oft um (bei gleicher durchschnittlicher Drehgeschwindigkeit), hat man also 10 Drehungen in beiden Richtungen, die jeweils nur eine halbe Umdrehung lang sind, ist die Güte nur 3.54.

25

Bei einer Drehung nach links, die fünf Umdrehungen lang ist, gefolgt von einer ebenso langen nach rechts (also wieder der gleichen mittleren Drehgeschwindigkeit) wird die Güte 0.

Die Fig. 3a bis 3d zeigen Beispiele für gut und schlecht bewertete Winkelverläufe von φ . Der Winkel φ ist jeweils in vollen Umdrehungen angetragen, s_{xy} ist der in die horizontale Ebene projizierte Weg auf der Bahn. Beim günstigsten Verlauf wechseln sich kurze Drehstücke von 1,2 bis maximal vier Umdrehungen ab, beim schlechtesten wirken zwei lange Drehungen mit zehn bzw. zwölf Umdrehungen an einem Stück auf den Magen des Fahrgastes.

30

Fig. 4a und 4b zeigen den Drehungsverlauf einer repräsentativen Fahrt mit viskoser Dämpfung ($v=50$ Nms/rad = Bremsmoment in Abhängigkeit von der Drehgeschwindigkeit [rad/s]), 15 cm Exzentrizität des Oberwagenschwerpunkts und maximaler Beladung (je 150 kg vorne und hinten). In Fig. 4a sind die Lagen des Oberwagens im Raum (Längsachse des Oberwagens) in Zeitabständen von jeweils 0.1 s gezeigt. In Fig. 4b ist der Winkel φ des Oberwagens gegenüber der Karosse in Umdrehungen über der in die horizontale Ebene projizierten Bahnlänge s_{xy} gezeigt.

35

Patentansprüche

40

1. Fahrzeug mit drehbarem Oberwagen, der auf einer Achse außerhalb seines Schwerpunktes exzentrisch an dem Fahrzeug schwenkbar gelagert ist, wobei die Drehbewegung des Oberwagens gedämpft ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Exzentrizität der Oberwagendrehachse gegenüber dem Oberwagenschwerpunkt und des auf die Drehung einwirkenden Bremsmomentes in funktionaler Abhängigkeit voneinander gemäß einer Gütefunktion eingestellt sind.

45

2. Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämpfung eine Wirbelstrombremse umfaßt.

3. Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämpfung eine Viskosedämpfung umfaßt.

4. Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämpfung eine Coulomb-Reibungsdämpfung umfaßt.

50

5. Fahrzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gütefunktion (G) eine gewichtete Summe der absoluten Drehwinkel-Wege ($\Delta\varphi$) umfaßt.

6. Fahrzeug nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewichtung ($w(\Delta\varphi)$) eine Funktion der absoluten Drehwinkel-Wege ist und ein Maximum aufweist für einen vorbestimmten Drehwinkel-Weg in einer Richtung von einer Umdrehung, und den Wert 0 annimmt für 5 Umdrehungen in einer Richtung und für mehr als 5 Umdrehungen in einer Richtung gegen -1 konvergiert.

55

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

60

65

- Leerseite -

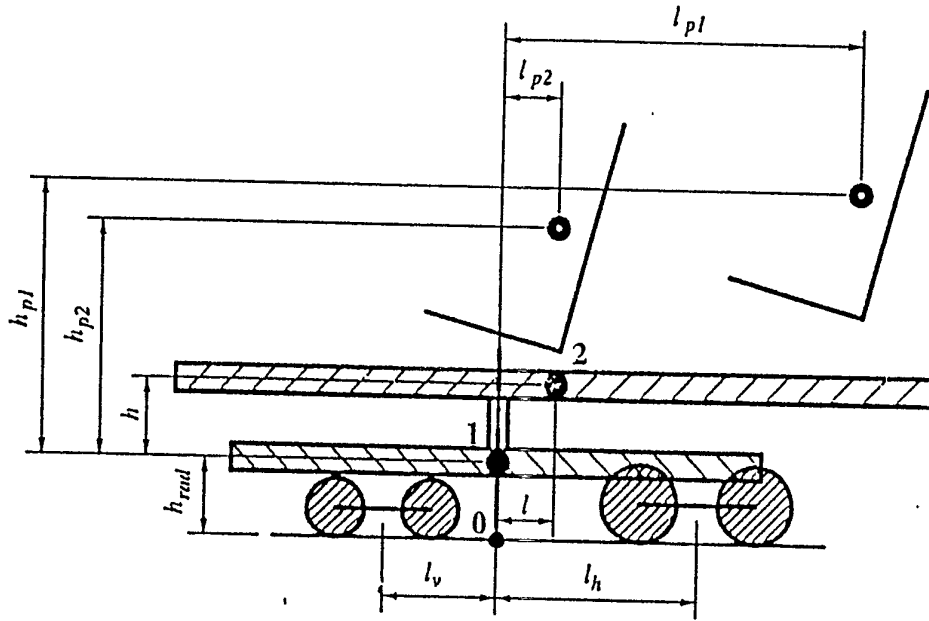


Fig. 1 *

Fig 2a

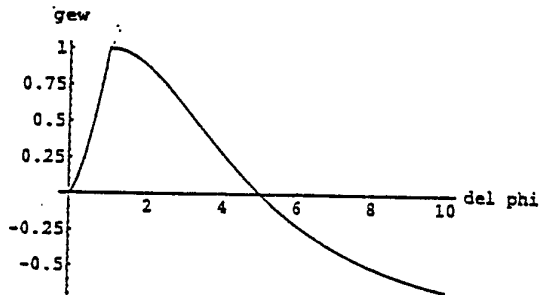


Fig 2b

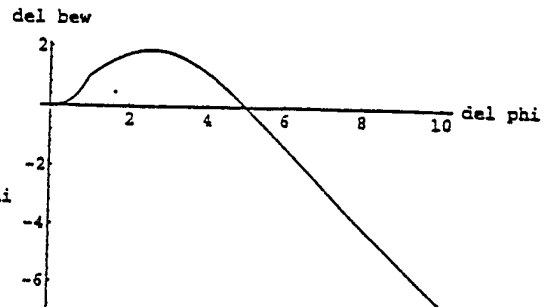


Fig 3a

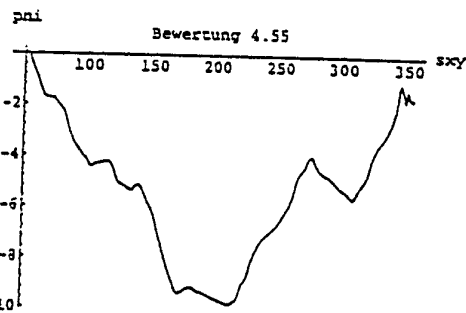
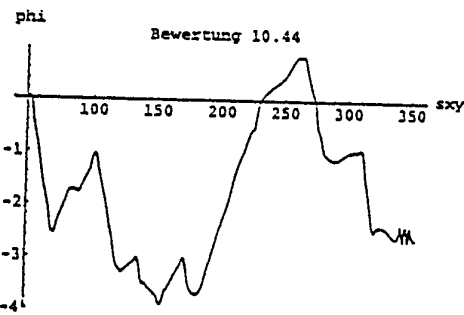


Fig 3c

Fig 3b

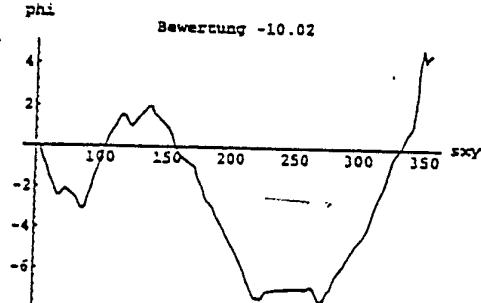
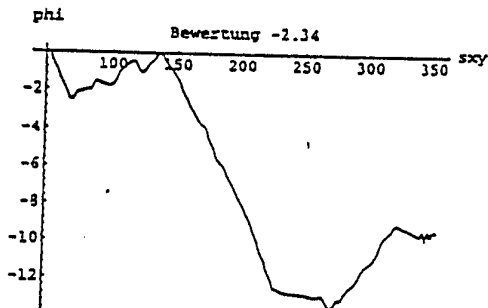


Fig 3d

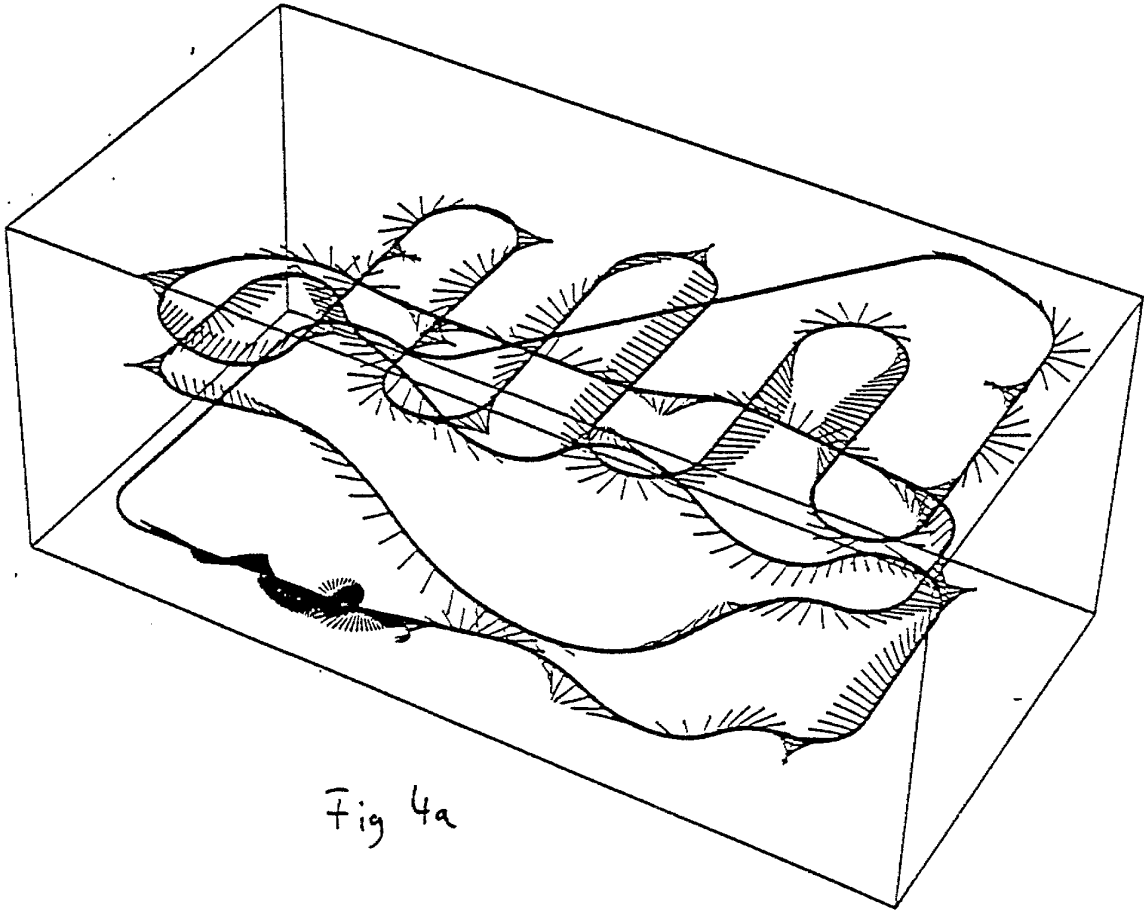


Fig 4a

Fig 4b

