



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 439 514 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.07.2004 Patentblatt 2004/30

(51) Int Cl.7: **G09F 9/37**

(21) Anmeldenummer: **03000958.3**

(22) Anmeldetag: **16.01.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO

(72) Erfinder: **Bauder, Christopher**
10405 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey,**
Stockmair & Schwanhäusser Anwaltssozietät
Maximilianstrasse 58
80538 München (DE)

(71) Anmelder: **Bauder, Christopher**
10405 Berlin (DE)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zum Darstellen einer Kurve oder einer Oberfläche in drei Dimensionen**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Darstellen einer Kurve oder einer Oberfläche in drei Dimensionen mit einer Mehrzahl von Schwebekörpern und einer Mehrzahl von Einrichtungen zum Beaufschlagen der Schwebekörper mit einer der Gravitationskraft ent-

gegengesetzten Kraft, wobei wenigstens zwei Einrichtungen getrennt ansteuerbar sind und jede Einrichtung genau einen Schwebekörper mit einer vorherbestimmten Kraft derart beaufschlagt, dass jeder Schwebekörper in einer vorherbestimmten Position schwebt.

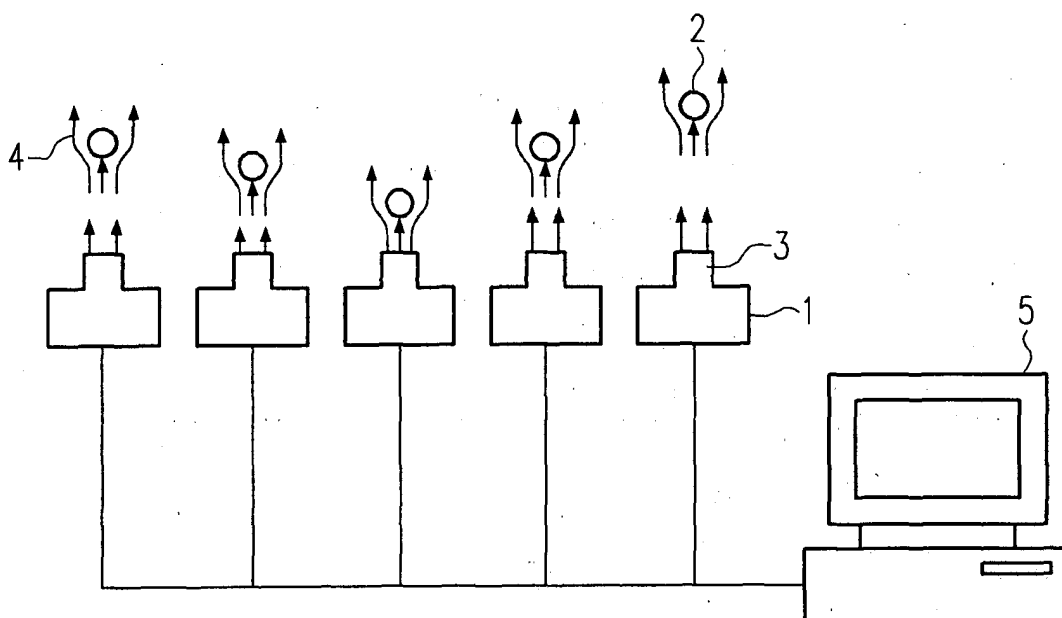


Fig.1

EP 1 439 514 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Darstellen einer Kurve oder einer Oberfläche in drei Dimensionen.

[0002] Eine solche Vorrichtung ist aus der GB 2 363 506 bekannt. Aus dieser Druckschrift ist ein System bekannt, bei dem sich eine Oberfläche aus nebeneinander angeordneten dreieckigen Flächen zusammensetzt. An den Ecken sind die dreieckigen Flächen mit Kolben verbunden, die eine Vor- und Zurückbewegung der Ecken ermöglichen. Durch ein geeignetes Einstellen bzw. Verändern der Kolben kann auf diese Weise eine, insbesondere sich verändernde Oberfläche in drei Dimensionen dargestellt werden.

[0003] Ein Nachteil dieses Stands der Technik besteht darin, dass das beschriebene System auf Grund der flexiblen Verbindungen zwischen den dreieckigen Flächen und den Kolben eine komplizierte Struktur aufweist, die fehleranfällig ist und einem hohen Verschleiß unterliegt. Außerdem kann das System wegen der starren Struktur nur Oberflächen darstellen, die sich entlang jeder Richtung nur wenig ändern.

[0004] Es ist daher die der vorliegenden Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe, eine Vorrichtung zum Darstellen einer Kurve oder einer Oberfläche in drei Dimensionen bereitzustellen, welche die oben genannten Nachteile überwindt und insbesondere einen geringen Verschleiß sowie eine hohe Flexibilität bezüglich der Art der darzustellenden Kurve oder Oberfläche aufweist.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 1. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Darstellen einer Kurve oder einer Oberfläche in drei Dimensionen umfasst eine Mehrzahl von Schwebekörpern und eine Mehrzahl von Einrichtungen zum Beaufschlagen der Schwebekörper mit einer der Gravitationskraft entgegengesetzten Kraft, wobei wenigstens zwei Einrichtungen getrennt ansteuerbar sind und jede Einrichtung genau einen Schwebekörper mit einer vorherbestimmten Kraft derart beaufschlagt, dass jeder Schwebekörper in einer vorherbestimmten Position schwebt.

[0006] Eine Kurve oder Oberfläche wird somit durch die Anordnung der Mehrzahl von schwebenden Schwebekörpern im dreidimensionalen Raum dargestellt. Die Anordnung der Schwebekörper entspricht einer Abtastung der Kurve oder Oberfläche an einzelnen Punkten. Unter einer Kurve wird hier allgemein eine Linie verstanden, die sowohl gekrümmt sein kann als auch gerade. Schweben bedeutet in diesem Zusammenhang, dass ein Schwebekörper nicht mit einem mechanischen Element fest verbunden ist.

[0007] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung können insbesondere auch Graustufenbilder dargestellt werden, bei denen die Helligkeit eines Pixels der Intensität an diesem Ort entspricht. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden dann die Positionen, d.h. insbesondere die Höhe, der Schwebekörper so gewählt,

dass sie ebenfalls den Intensitäten der jeweiligen Pixel entsprechen.

[0008] Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass eine geringe Anzahl von mechanischen Komponenten verwendet wird, was einen reduzierten Verschleiß bedeutet. Außerdem können die Positionen der Schwebekörper über einen weiten Bereich verändert bzw. eingestellt werden, so dass die erfindungsgemäße Vorrichtung in der Darstellung von Kurven und Oberflächen sehr flexibel ist. Insbesondere sind auch Darstellungen von Kurven und Oberflächen mit starken Höhen-schwankungen möglich.

[0009] Die Größe und/oder Form der Schwebekörper ist nicht auf eine bestimmte Größenordnung oder Form festgelegt, sondern kann über einen weiten Bereich variabel gestaltet werden. Dabei muss dann die Einrichtung zum Beaufschlagen der Schwebekörper mit einer der Gravitationskraft entgegengesetzten Kraft der Form und Größe der Schwebekörper angepasst ausgebildet sein.

[0010] Vorzugsweise kann jede Einrichtung zum Beaufschlagen mit einer Kraft eine Einrichtung zum Erzeugen eines Fluidstroms umfassen. In dieser Weiterbildung kann ein Schweben der Schwebekörper auf Grund des Bernoulli-Effekts ermöglicht werden. Dabei erfährt ein Schwebekörper, falls er sich aus dem Fluidstrom bewegt, eine rücktreibende Kraft wegen der Druckunterschiede in dem Fluid in dem Bereich um den Schwebekörper. Auf diese Weise bleiben die Schwebekörper in einer vorherbestimmten Position schwebend angeordnet. Durch ein Verändern des Stroms wird die Position eines Schwebekörpers verändert.

[0011] Die Einrichtung zum Erzeugen eines Fluidstroms kann beispielsweise einen Ventilator oder eine Turbine umfassen. Durch Verändern der Umdrehungszahl kann somit der Fluidstrom gesteuert werden.

[0012] Vorteilhafterweise kann jede Einrichtung zum Erzeugen eines Fluidstroms eine Fluiddüse, insbesondere mit einem Proportional-Druckregelventil zum Steuern des Fluidstroms, umfassen. Dies erlaubt ein genaues und unempfindliches Einstellen, Konstanthalten oder Verändern des Fluidstroms.

[0013] Ein Proportional-Druckregelventil erlaubt eine stabile Steuerung des Fluidstroms selbst wenn mehrere Fluiddüsen von einer Pumpe oder einem Reservoir gleichzeitig gespeist werden.

[0014] Grundsätzlich kann das Fluid ein Gas, z.B. Luft, oder eine Flüssigkeit sein, wobei vorzugsweise ein Gas verwendet wird.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Alternative kann jede Einrichtung zum Beaufschlagen mit einer Kraft eine Einrichtung zur Erzeugung eines elektrischen und/oder magnetischen Feldes umfassen. In diesem Fall müssen die Schwebekörper geeignet gewählt sein, so dass auf Grund des elektrischen und/oder magnetischen Feldes eine Kraft auf sie wirkt. Beispielsweise können die Schwebekörper geladen sein bzw. einen Permanentmagneten umfassen.

[0016] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung aller zuvor beschriebenen Vorrichtungen kann jede Einrichtung zum Beaufschlagen mit einer Kraft einzeln ansteuerbar sein. Dies erlaubt ein sehr flexibles Verändern einer darzustellenden Kurve oder Oberfläche. Außerdem können auf diese Weise sozusagen einzelne "Pixel" getrennt eingestellt oder verändert werden.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der zuvor beschriebenen Vorrichtungen kann jede Einrichtung zum Beaufschlagen mit einer Kraft den zugehörigen Schwebekörper mit einer zeitlich veränderlichen Kraft beaufschlagen. Damit können mehrere Kurven oder Oberflächen bzw. zeitlich sich verändernde Kurven oder Oberflächen in einer Abfolge dargestellt werden.

[0018] Vorzugsweise können bei allen zuvor beschriebenen Vorrichtungen die Einrichtungen zum Beaufschlagen mit einer Kraft in einer periodischen Anordnung, insbesondere in einer Ebene, angeordnet und/oder parallel ausgerichtet sein. Gemäß einer vorteilhaften Alternative können die Einrichtungen zum Beaufschlagen mit einer Kraft auch auf einer gekrümmten Oberfläche angeordnet sein.

[0019] Beispielsweise können die Einrichtungen zum Beaufschlagen einer Kraft auf den Ecken eines Quadratgitters angeordnet sein. Somit würde jede Einrichtung zum Beaufschlagen mit einer Kraft einem Pixel beispielsweise für eine Höhendarstellung oder ein Graustufenbild repräsentieren. Damit könnte ein entsprechendes Pixelbild 1:1 übernommen werden. Andere (periodisch oder nicht-periodische) Anordnungen der Einrichtungen zum Beaufschlagen einer Kraft sind jedoch genauso möglich.

[0020] Die Abstände zwischen den Einrichtungen zum Beaufschlagen mit einer Kraft können vorzugsweise derart gewählt sein, dass ein Schwebekörper nicht oder möglichst wenig durch eine benachbarte Einrichtung beeinflusst wird. Beispielsweise kann der Abstand von der Größenordnung eines Schwebekörpers sein.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der zuvor beschriebenen Vorrichtungen kann jede Einrichtung zum Beaufschlagen mit einer Kraft unterhalb des Schwebekörpers angeordnet sein. Wenn z.B. die Einrichtung zum Beaufschlagen mit einer Kraft bzgl. der Gravitationsrichtung senkrecht unter einem Schwebekörper angeordnet ist, kann der Schwebekörper nach Beendigung der Beaufschlagung auf der Einrichtung "landen" und dort beispielsweise von einer geeignet angeordneten Halterung gehalten werden.

[0022] Die Kraft, mit der ein Schwebekörper beaufschlagt wird, muss nicht notwendigerweise ausschließlich parallel zur Gravitationsrichtung wirken. Sie kann auch lediglich eine Komponente in Gravitationsrichtung aufweisen. So kann z.B. eine Lustdüse bzgl. der Vertikalen geneigt sein (z.B. um 30°); trotzdem kann ein geeignet gewählter Schwebekörper auf Grund des Bernoulli-Effekts in einer vorherbestimmten Position schweben.

[0023] Vorzugsweise können die zuvor beschriebenen

Schwebekörper als Kugel oder Zylinder ausgebildet sein.

[0024] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung aller zuvor beschriebenen Vorrichtungen kann an jeder Einrichtung zum Beaufschlagen einer Kraft ein Führungselement zum Führen des Schwebekörpers parallel zur Kraftrichtung angeordnet sein. Ein solches Führungselement kann beispielsweise in Form eines Hohlzylinders ausgebildet sein, der einen Schwebekörper in Form eines Zylinders führt. Es wird betont, dass auch in diesem Fall der Schwebekörper schwebend angeordnet ist; das Führungselement verhindert lediglich ein "Kippen" des Schwebekörpers.

[0025] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung können die zuvor beschriebenen Vorrichtungen eine Einrichtung zum Steuern der Einrichtungen zum Beaufschlagen mit einer Kraft umfassen. Bei einer elektronischen Steuerung der Einrichtungen zum Beaufschlagen mit einer Kraft kann die Steuereinrichtung einen Mikroprozessor umfassen.

[0026] Durch die Erfindung wird außerdem eine Verwendung der zuvor beschriebenen Vorrichtungen zum Darstellen einer Kurve oder einer Oberfläche in drei Dimensionen bereitgestellt.

[0027] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden an Hand von Ausführungsbeispielen in den Zeichnungen beschrieben. Dabei zeigt in schematischer Darstellung

Figur 1 eine Querschnittsansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Figur 2 eine Querschnittsansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Figur 3a und 3b ein Ausführungsbeispiel einer sich verändernden, mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellten Oberfläche.

[0028] In Figur 1 ist eine Querschnittsansicht von mehreren in einer Reihe angeordneten Einrichtungen 1 zum Erzeugen eines Luftstroms, um jeden Schwebekörper 2 mit einer Kraft zu beaufschlagen. Die Einrichtungen 1 können eine Pumpe umfassen. Jeder Einrichtung 1 ist genau ein Schwebekörper 2 zugeordnet. In diesem Ausführungsbeispiel umfassen die Einrichtungen 1 eine Lustdüse 3 zum "Bündeln" des Luftstroms, der schematisch mit den Pfeilen 4 angedeutet ist. Es ist zu beachten, dass die Pfeile 4 jedoch keine tatsächliche Druckverteilung wiedergeben.

[0029] In diesem Ausführungsbeispiel ist jede Einrichtung 1 mit einer Steuereinrichtung 5 in Form eines Computers verbunden. Mit der hier gezeigten Vorrichtung wird mittels der Schwebekörper 2 eine Kurve in drei Dimensionen dargestellt. Die Abstände zwischen den

einzelnen Luftdüsen werden so gewählt, dass sich die Luftströme benachbarter Düsen nicht beeinflussen bzw. die Positionen benachbarter Schwebekörper stören. Vorzugsweise ist die Anzahl der Einrichtungen zum Beaufschlagen und der Schwebekörper höher als in Figuren 1 und 2 gezeigt, um eine bessere "Auflösung" zu erreichen.

[0030] Die darzustellenden Kurven oder Oberflächen können auf verschiedene Weise eingegeben oder gespeichert werden. Eine Möglichkeit ist eine Art "Nagelbrett-Interface", wobei in das "Nagelbrett" eine Oberfläche bzw. ein Körper gedrückt wird, so dass zu jedem "Nagel" (Pixel) beispielsweise ein elektrisches Signal in Abhängigkeit davon erzeugt wird, wie stark der "Nagel" auf Grund des Körpers bzw. der Oberfläche hinuntergedrückt wird.

[0031] Alternativ können digitale Still- oder Videokamerabilder (z.B. Graustufenbild) eines Benutzers in Höhenwerte übersetzt werden, die durch die Vorrichtung dargestellt werden sollen. Der Benutzer kann auch selbst Bitmaps erstellen, die dann in Höhenwerte übertragen werden. Beispielsweise können auch Sonogramme zur Darstellung von Geräuschen oder Tönen/Musik oder bildschirmbasierte Anwendungen, wie z.B. Echtzeit-3D-Objektmanipulationen von virtuellen Objekten, auf die Schwebekörper übertragen werden.

[0032] Ein alternatives Ausführungsbeispiel ist in Figur 2 gezeigt. Hier sind die Schwebekörper 2 in Form von Stiften bzw. Zylindern ausgebildet, die auf Grund der Führungselemente 6 in der vertikalen Lage gehalten werden. Auch hier strömt aus den Luftdüsen 3 ein Luftstrom, auf Grund dessen die Schwebekörper 2 in vorbestimmten Positionen schweben. Auch in diesem Beispiel wird somit eine Kurve in drei Dimensionen dargestellt.

[0033] In den Figuren 3a und 3b ist jeweils eine Mehrzahl von Schwebekörpern in Form von Kugeln gezeigt, die jeweils eine Oberfläche in drei Dimensionen darstellen. In diesen Figuren werden sozusagen zwei Schnappschüsse der Darstellung einer sich zeitlich verändernden Oberfläche gezeigt. Die Schwebekugeln können wie in den vorherigen Beispielen mittels Luftströmen in ihren Positionen gehalten werden oder auf Grund elektrischer oder magnetischer Felder. In letzteren Fällen sind die Schwebekörper bzw. ihr Material geeignet zu wählen, so dass eine entsprechende Kraft auf sie wirkt.

[0034] Es versteht sich, dass die Merkmale der Erfindung auch in anderen Kombinationen als der gezeigten Beispiele verwirklicht werden können.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Darstellen einer Kurve oder einer Oberfläche in drei Dimensionen mit:

einer Mehrzahl von Schwebekörpern und

einer Mehrzahl von Einrichtungen zum Beaufschlagen der Schwebekörper mit einer der Gravitationskraft entgegengesetzten Kraft,

wobei wenigstens zwei Einrichtungen getrennt ansteuerbar sind und jede Einrichtung genau einen Schwebekörper mit einer vorherbestimmten Kraft derart beaufschlagt, dass jeder Schwebekörper in einer vorherbestimmten Position schwebt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei jede Einrichtung zum Beaufschlagen mit einer Kraft eine Einrichtung zum Erzeugen eines Fluidstroms umfasst.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei jede Einrichtung zum Erzeugen eines Fluidstroms eine Fluiddüse, insbesondere mit einem Proportional-Druckregelventil zum Steuern des Fluidstrom, umfasst.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei jede Einrichtung zum Beaufschlagen mit einer Kraft eine Einrichtung zur Erzeugung eines elektrischen und/oder magnetischen Feldes umfasst.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede Einrichtung zum Beaufschlagen mit einer Kraft einzeln ansteuerbar ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede Einrichtung zum Beaufschlagen mit einer Kraft den zugehörigen Schwebekörper mit einer zeitlich veränderlichen Kraft beaufschlagt.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Einrichtungen zum Beaufschlagen mit einer Kraft in einer periodischen Anordnung, insbesondere in einer Ebene, angeordnet und/oder parallel ausgerichtet sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede Einrichtung zum Beaufschlagen mit einer Kraft unterhalb des Schwebekörpers angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schwebekörper als Kugel oder Zylinder ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei an jeder Einrichtung zum Beaufschlagen mit einer Kraft ein Führungselement zum Führen des Schwebekörpers parallel zur Kraftrichtung angeordnet ist.

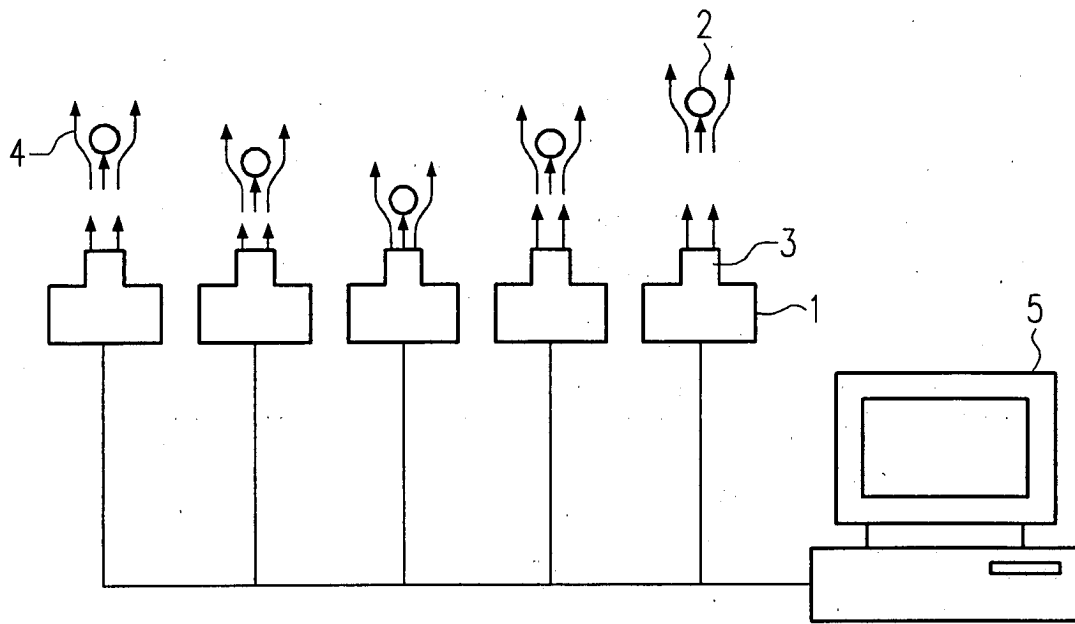


Fig.1

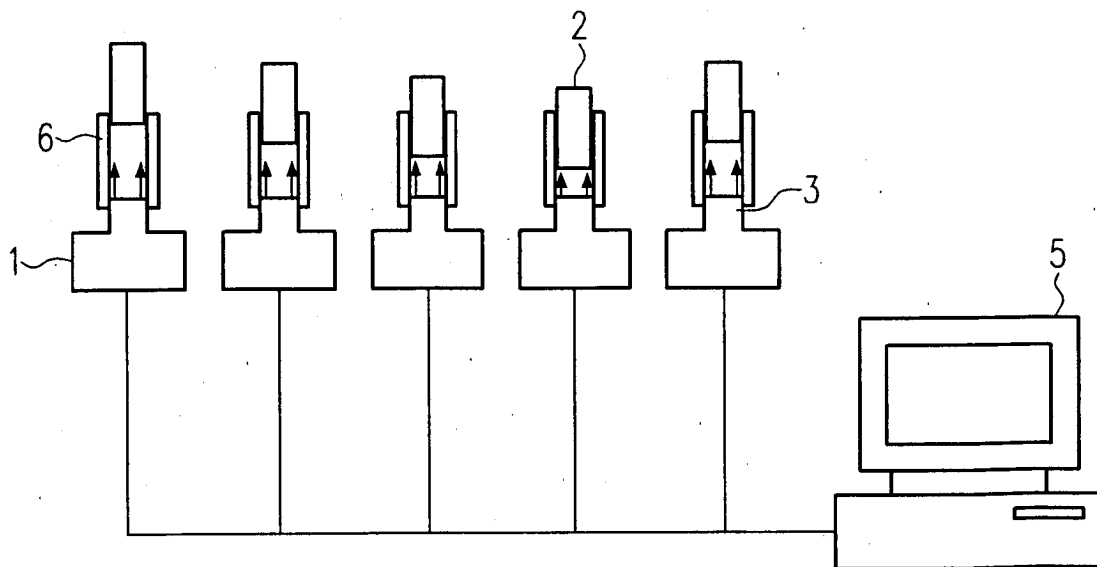


Fig.2

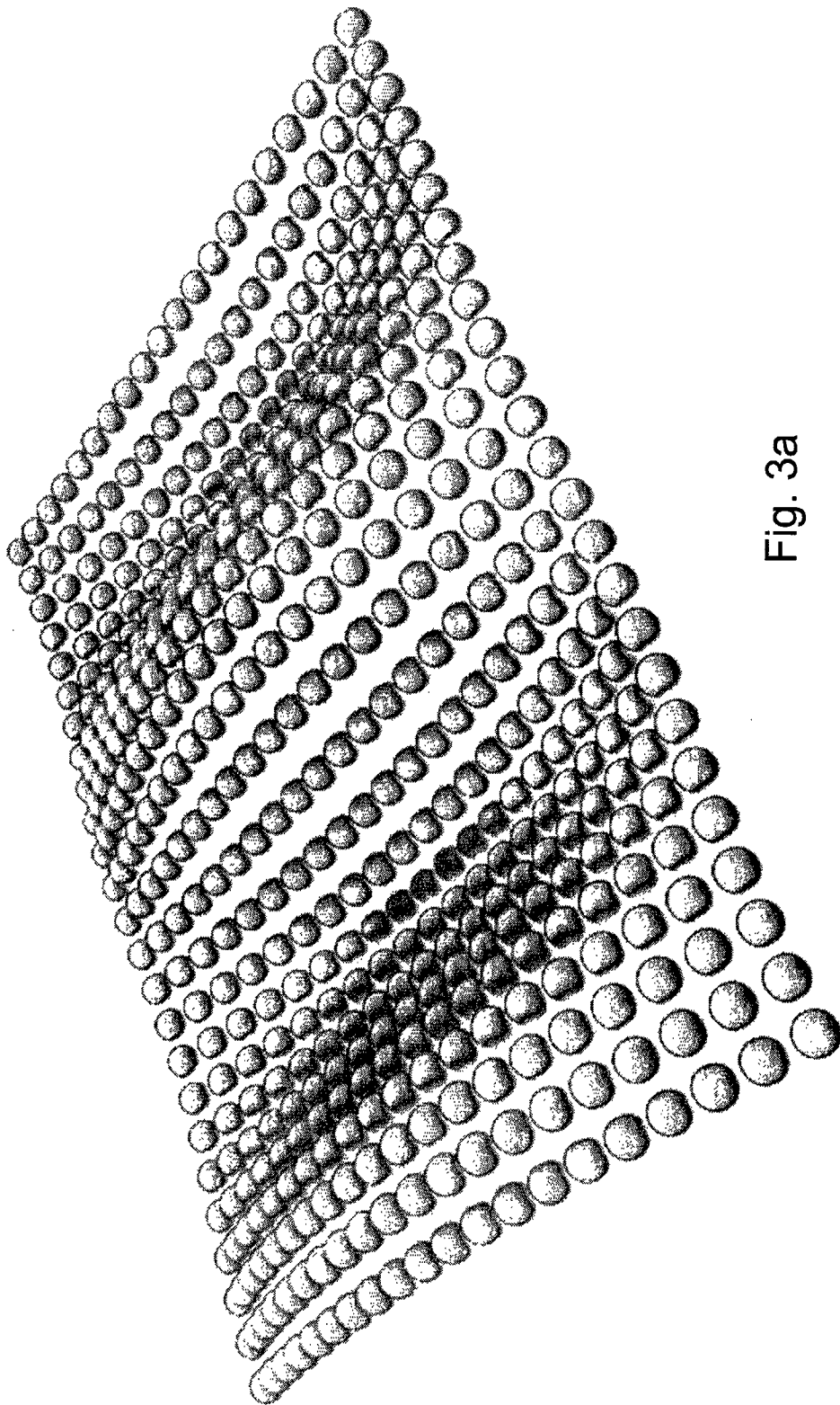


Fig. 3a

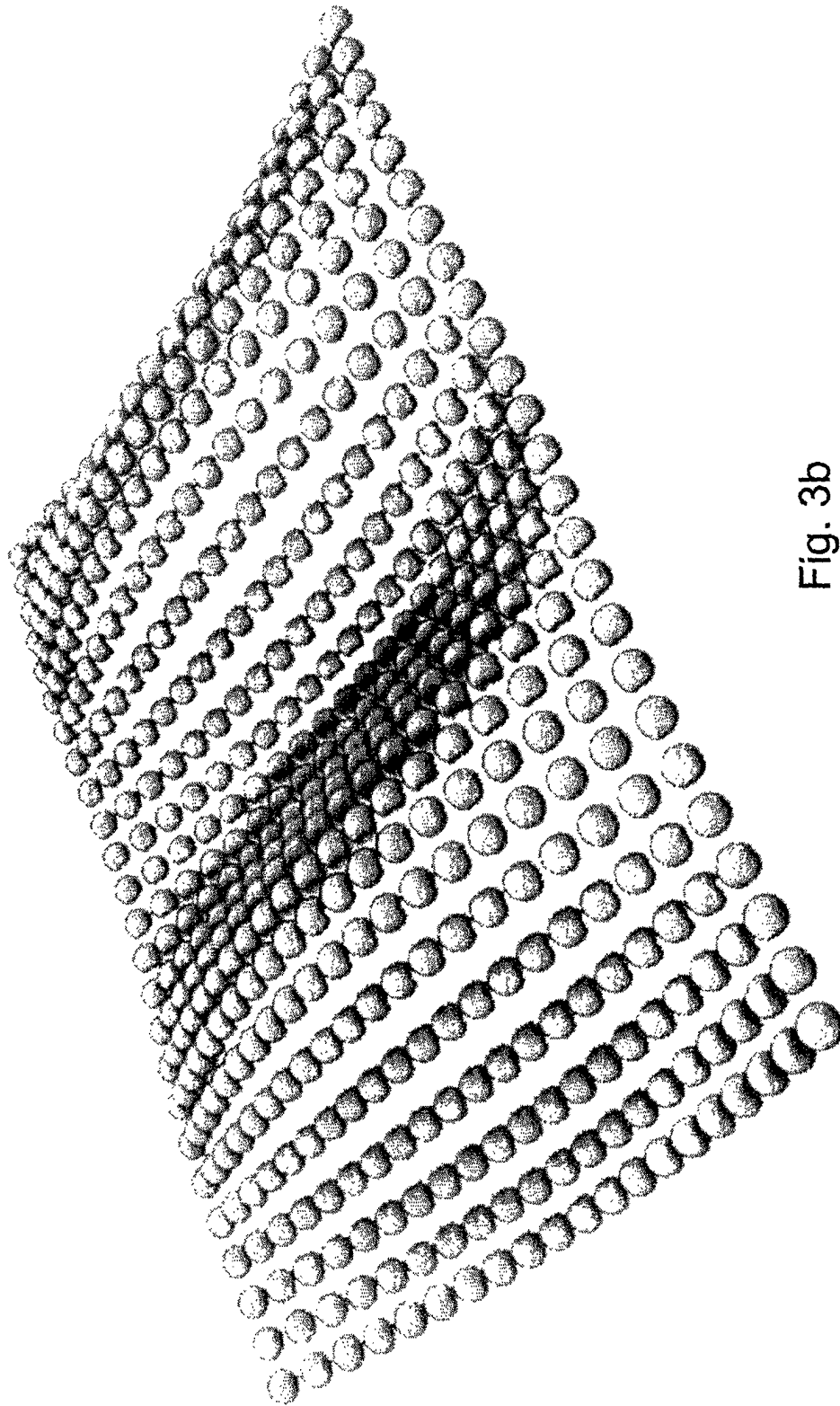


Fig. 3b



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 03 00 0958

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A, D	GB 2 363 506 A (GOULTHORPE MARK ; DECOI ARCHITECTS LTD (GB)) 19. Dezember 2001 (2001-12-19) * Seite 3, Zeile 25 - Seite 5, Zeile 37 *	1	G09F9/37
A	GB 1 145 877 A (HANS FREDRIK RYDSTROM) 19. März 1969 (1969-03-19)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			G09F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		30. Mai 2003	
		Prüfer	
		Bertin, M	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p>			
<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 00 0958

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-05-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
GB 2363506	A	19-12-2001	AU	6412301	A	24-12-2001	
			EP	1295279	A1	26-03-2003	
			WO	0197202	A1	20-12-2001	

GB 1145877	A	19-03-1969	KEINE				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82