

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50871/2015
(22) Anmeldetag: 13.10.2015
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2018

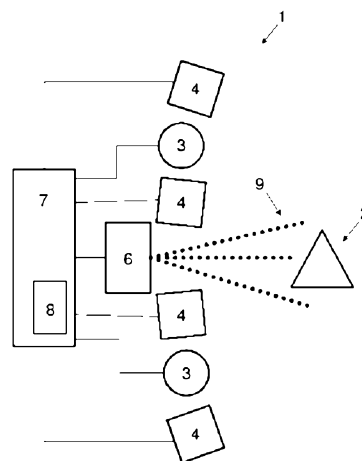
(51) Int. Cl.: **G01B 11/24** (2006.01)
G01B 11/245 (2006.01)
G01B 11/25 (2006.01)
G01C 11/02 (2006.01)
G06T 7/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen: JP 2008017386 A WO 2006074310 A2 DE 202014010159 U1 CN 203443552 U	(73) Patentinhaber: 3D Elements GmbH 6020 Innsbruck (AT)
	(74) Vertreter: Mag. Dr. Paul N. Torggler, Dipl.-Ing. Dr. Stephan Hofinger, Mag. Dr. Markus Gangl, MMag. Dr. Christoph Maschler, Dipl.-Ing. (FH) Dr. Bernhard Hechenleitner, Dipl.-Phys. Dr. Almar Lercher 6020 Innsbruck (AT)

(54) Vorrichtung zum Generieren eines dreidimensionalen Abbildes

(57) Vorrichtung (1) zum Generieren eines dreidimensionalen Abbildes eines eine Textur und ein Volumen aufweisenden Körpers (2) mit einer ersten Gruppe von Kameras (3) zur Erfassung von Bilddaten im visuellen Bereich, einer zweiten Gruppe von Kameras (4) zur Erfassung von Bilddaten im infraroten Bereich und einer Beleuchtungsvorrichtung (5) mit zumindest einem Projektor (6) zur Erzeugung von Licht im infraroten Bereich und einer Informationsverarbeitungsvorrichtung (7), durch welche die Kameras (3) der ersten Gruppe, die Kameras (4) der zweiten Gruppe und die Projektoren (6) zur Projektion von Licht im infraroten Bereich ansteuerbar sind und welcher die Bilddaten der Kameras (3, 4) der ersten und der zweiten Gruppe zuführbar sind, wobei aus den Bilddaten der Kameras (3) der ersten Gruppe die Textur zumindest eines Teils des Körpers (2) berechenbar ist, wobei eine Recheneinheit (8) vorgesehen ist, die aus den Bilddaten der Kameras (4) der zweiten Gruppe ein dreidimensionales Volumenmodell im Wesentlichen des gesamten Körpers (2) berechnet.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Generieren eines dreidimensionalen Abbildes eines eine Textur und ein Volumen aufweisenden Körpers mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und eine Aufnahmekabine mit einer solchen Vorrichtung.

[0002] Aus der WO 2006/074310 A2 ist beispielsweise ein Digitalisierungssystem bekannt, mit welchem eine Szene mit Hilfe eines Texturbildes und einer Messabbildung erfasst werden kann und daraus ein dreidimensionales Oberflächenmodell erzeugt werden kann. Die Messabbildung wird dabei durch Projektion eines Infrarot-Streifenmusters auf ein dreidimensionales Objekt und gleichzeitigem Erfassen eines stereoskopischen Abbilds des dreidimensionalen Objekts mit dem projizierten Muster generiert, wobei das stereoskopische Abbild durch ein Paar von Kameras mit vorgeschalteten fotografischen Infrarotfiltern erfasst wird. Das Texturbild kann gleichzeitig mit der Messabbildung erfasst werden und kann von einer einzelnen Texturkamera mit ungefiltertem Licht aufgenommen werden.

[0003] Weiter ist aus der DE 20 2014 010 159 U1 ein Visualisierungsstudio zur Generierung dreidimensionaler Abbilder mit einem aus mehreren Wandmodulelementen konstruierten Traggerüst mit mehreren an den Wandmodulelementen angeordneten Kameraeinheiten und einer prozessorgesteuerten Auswerteeinheit bekannt. Die Wandmodulelemente sind zur Ausbildung einer Sphäre zusammensetzbar und wieder voneinander lösbar. Von den gleichzeitig betätigbaren, jeweils über Adapterelemente an den Wandmodulelementen angeordneten Kameraeinheiten werden stereoskopische Bilder aufgenommen, mittels derer von einer prozessorgesteuerten Auswerteeinrichtung dreidimensionale Abbilder erstellt werden können.

[0004] Aus der JP 2008017386 A ist eine Vorrichtung zur Erzeugung eines dreidimensionalen Abbildes eines Objekts bekannt. Die Vorrichtung weist dazu mehrere Kameras zur Erfassung von Bilddaten im infraroten Bereich, mehrere Kameras zur Erfassung von Bilddaten im sichtbaren Bereich und eine gleichmäßige Hintergrundbeleuchtung mit Leuchtmitteln zur Erzeugung von Infrarotlicht auf. Bei der Erfassung von Bilddaten wird von den Infrarotkameras aus verschiedenen Betrachtungswinkeln eine Silhouette (Schattenwurf einer Rückprojektion) des abzubildenden Objekts erfasst und aus diesen Bilddaten ein Volumenmodell erstellt.

[0005] Nachteilig an den im Stand der Technik bekannten Vorrichtungen zum Generieren eines dreidimensionalen Abbilds eines Körpers ist die Abhängigkeit der Qualität der Abbildung von der Farbe und auch der Form des zu fotografierenden Körpers und die bei mit herkömmlichen Vorrichtungen generierten Abbildungen hohe Menge an zu verarbeitenden Datenmengen. Diese Nachteile treten insbesondere bei der Generierung von dreidimensionalen Abbildern von im Wesentlichen im Gesamten abzufotografierenden Körpern auf.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer Vorrichtung und einem Verfahren, bei welcher bzw. welchem die zuvor genannten Nachteile nicht auftreten.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, einer Aufnahmekabine mit einer solchen Vorrichtung und einem Verfahren zum Generieren eines dreidimensionalen Abbildes gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine Recheneinheit vorgesehen ist, die aus den Bilddaten der Kameras der zweiten Gruppe ein dreidimensionales Volumenmodell im Wesentlichen des gesamten Körpers berechnet. Die Bilddaten der Kameras der zweiten Gruppe, welche zur Erfassung von Bilddaten im infraroten Bereich ausgebildet sind, umfassen ein Abbild des abzubildenden Körpers bei Beleuchtung des Körpers durch die Beleuchtungsvorrichtung mit Licht im infraroten Bereich. Die Kameras der zweiten Gruppe können dabei als „Vollspektrum-Kameras“ ausgebildet sein, also für Licht im für das menschliche Auge nicht sichtbaren Infrarotbereich des Lichtspektrums, sowie für Licht im für das menschliche Auge sichtbaren (optischen) Bereich empfindlich sein. Als Kamera wird allgemein eine Einrich-

tung zur Bilderfassung verstanden, welche ein zweidimensionales Abbild eines fotografierten Körpers erstellt und kann beispielsweise als CCD-Kamera mit digital auslesbaren Bilddaten ausgebildet sein. Eine Kamera der zweiten Gruppe kann zur Erfassung des infraroten und des visuellen Bereichs des Lichtspektrums ohne einen vorgeschalteten Filter betrieben werden. Die Bilddaten der Kameras der zweiten Gruppe können somit die Textur des abzubildenden Körpers im visuellen Bereich, sowie die Beleuchtung des abzubildenden Körpers im infraroten Bereich umfassen.

[0009] Auch ist denkbar, dass die Kameras der zweiten Gruppe ausschließlich für Licht im infraroten Bereich des Lichtspektrums empfindlich sind, wie dies beispielsweise durch Vorschalten eines geeigneten Filters erreichbar ist. Die im visuellen Bereich empfindlichen Kameras der ersten Gruppe können die Textur des abzubildenden Körpers erfassen, wobei die Kameras mit einem geeigneten Filter zur Aussonderung von Licht im infraroten Bereich betrieben werden können. Es ist prinzipiell denkbar, dass die Kameras der ersten Gruppe und die Kameras der zweiten Gruppe bis auf einen Filter vor dem bilderfassenden Element (beispielsweise CCD Chip) baugleich sind.

[0010] Der abzubildende Körper kann bei Erfassung der Bilddaten im infraroten Bereich durch die Kameras der zweiten Gruppe von zumindest einem Projektor zur Erzeugung von Licht im infraroten Bereich beleuchtet werden, wodurch es möglich ist, unabhängig von Form und Farbe des abzubildenden Körpers ein dreidimensionales Volumenmodell im Wesentlichen des gesamten Körpers zu berechnen. Das so generierte dreidimensionale Volumenmodell kann mit der aus den Bilddaten der Kameras der ersten Gruppe berechneten Textur überzogen werden. Die dabei anfallenden, zu verarbeitenden Datenmengen können jeweils, also für Textur und Volume, an die gewünschte Genauigkeit angepasst werden. Auch können die Bilddaten der Kameras der ersten Gruppe und die Bilddaten der Kameras der zweiten Gruppe getrennt voneinander gespeichert und/oder verarbeitet werden.

[0011] Der zumindest eine Projektor der Beleuchtungsvorrichtung ist dazu ausgebildet, ein Muster aus Infrarotlicht auf den abzubildenden Körper zu projizieren. Dies kann es erleichtern, identische Bereiche des abzubildenden Körpers den zugehörigen Bilddaten von verschiedenen Kameras der zweiten Gruppe - als auch der ersten Gruppe - zuzuordnen. Das Muster aus Infrarotlicht kann einbezogen werden, um die dreidimensionale Oberfläche des abzubildenden Körpers zu berechnen.

[0012] Es ist vorgesehen, dass das Muster ein pseudo-zufallsverteiltes Punktmuster ist. Durch ein solches Punktmuster, bei welchem jeder Punkt innerhalb des Musters eine einzigartige Verteilung der Abstände zu seinen nächsten Nachbarn haben kann, lassen sich identische Bereiche des abzubildenden Körpers in von verschiedenen Kameras erfassten Bildern bzw. Bilddaten besonders leicht identifizieren.

[0013] Weiter ist vorgesehen, dass jeder Projektor der Beleuchtungsvorrichtung dazu ausgebildet ist, ein sich jeweils von den Mustern der anderen Projektoren unterscheidendes Muster zu projizieren. Dadurch kann sich erreichen lassen, dass jeder Punkt auf der Oberfläche des abzubildenden Körpers eindeutig von den anderen Punkten auf der Oberfläche unterschieden werden kann, da sich die von den zumindest einen Projektor auf den abzubildenden Körper projizierten Punktmuster nicht wiederholen.

[0014] Vorteilhaft kann weiter sein, dass die Informationsverarbeitungsvorrichtung mit der Recheneinheit über eine Datenverbindung kommuniziert, wobei die Informationsverarbeitungsvorrichtung die Recheneinheit umfassen kann oder die Recheneinheit gesondert von dieser ausgebildet sein kann. Eine solche Datenverbindung kann in Form einer kabelgebundenen Verbindung bestehen und verschiedene Schnittstellen bzw. Kommunikationsstandards wie beispielsweise USB, Ethernet oder I2C verwenden. Ebenso ist eine drahtlose Datenverbindung denkbar, die beispielsweise über WLAN oder Bluetooth erfolgen kann. Da die Informationsverarbeitungsvorrichtung die Recheneinheit umfassen kann oder diese auch gesondert voneinander ausgebildet sein können, kann die Informationsverarbeitungsvorrichtung einerseits lediglich der Ansteuerung der Kameras und der Projektoren dienen und den Datenverkehr der Steuersignale

und der erfassten Bilddaten steuern bzw. an eine gesondert ausgebildete Recheneinheit weiterleiten, als auch andererseits die Berechnung des dreidimensionalen Volumenmodells aus den erfassten Bilddaten vornehmen.

[0015] Vorteilhaft kann sein, dass die Kameras aus der ersten Gruppe, die Kameras aus der zweiten Gruppe und die Beleuchtungsvorrichtung derart von der Informationsverarbeitungsvorrichtung ansteuerbar sind, dass die Kameras aus der ersten Gruppe, die Kameras aus der zweiten Gruppe und die Beleuchtungsvorrichtung gleichzeitig zum Erfassen der Bilddaten und zur Projektion von Licht aktivierbar sind. Dadurch kann eine zeitgleiche Aufnahme der Textur und der Bilddaten der Infrarotkameras ermöglicht werden. Dies kann zudem zeitgleich mit der Beleuchtung des abzubildenden Körpers mit der Beleuchtungsvorrichtung mit dem zumindest einen Projektor zur Erzeugung von Licht im infraroten Bereich erfolgen. Durch eine solche Ansteuerung ist die Aufnahme der Bilddaten zur Berechnung der Textur des Körpers ohne Zeitunterschied zur Aufnahme der Bilddaten zur Berechnung des dreidimensionalen Volumenmodells möglich.

[0016] Es kann vorteilhaft sein, dass die Kameras der ersten Gruppe, die Kameras der zweiten Gruppe und die Projektoren in einer Ebene, vorzugsweise in einer gekrümmten Ebene, um den abzubildenden Körper angeordnet sind, wobei jede der Kameras aus der ersten Gruppe innerhalb der Ebene von zumindest einer Kamera aus der zweiten Gruppe benachbart ist. Die Ebene, in welcher die Kameras und die Projektoren der Beleuchtungsvorrichtung um den abzubildenden Körper angeordnet sind, kann der Oberfläche eines Quaders, eines Würfels, einer Kugel bzw. Kugelschicht oder allgemein der Oberfläche zumindest eines Teils eines Rotationsellipsoids entsprechen. Eine räumliche Anordnung der Kameras aus der ersten Gruppe und der Kameras aus der zweiten Gruppe, sodass jede der Kameras aus der ersten Gruppe innerhalb der Ebene von zumindest einer Kamera aus der zweiten Gruppe benachbart ist, hat den Vorteil, dass die Bilddaten der von einer Kamera der ersten Gruppe erfassten Bereiche des abzubildenden Körpers einfacher und genauer den Bilddaten der von einer Kamera der zweiten Gruppe erfassten Bereiche des abzubildenden Körpers zugeordnet werden können.

[0017] Vorteilhaft kann weiter sein, dass die Kameras aus der ersten Gruppe und die Kameras aus der zweiten Gruppe entlang von im Wesentlichen horizontal verlaufenden Umfangslinien um den abzubildenden Körper angeordnet sind, wobei jede der Kameras aus der ersten Gruppe auf einer der im Wesentlichen horizontal in der Ebene verlaufenden Umfangslinien von zumindest einer der Kameras aus der zweiten Gruppe benachbart ist. Dadurch kann sichergestellt werden, dass jeder Punkt auf der abzubildenden Oberfläche des abzubildenden Körpers zur lückenlosen Erfassung der Textur erfasst wird und auch für jeden Punkt der abzubildenden Oberfläche des abzubildenden Körpers zur Berechnung des entsprechenden Teils des dreidimensionalen Volumenmodells erfasst wird. Durch eine solche Anordnung lässt sich zudem durch eine möglichst geringe Anzahl von Kameras eine möglichst große Fläche am zu vermessenden Körper bzw. Objekt abdecken.

[0018] Vorteilhaft kann sein, dass die Kameras aus der ersten Gruppe und die Kameras aus der zweiten Gruppe entlang von im Wesentlichen horizontal verlaufenden Umfangslinien um den abzubildenden Körper angeordnet sind, wobei jede der Kameras aus der ersten Gruppe auf einer der im Wesentlichen horizontal in der Ebene verlaufenden Umfangslinien von zumindest einer der Kameras aus der zweiten Gruppe benachbart ist. Durch eine solche Anordnung kann sichergestellt werden, dass die Textur und das Volumen des abzubildenden Körpers in einer Ebene bzw. auch in mehreren zueinander parallelen Ebenen von allen Seiten innerhalb der Ebene erfasst werden kann und die Bilddaten im visuellen Bereich einfach und genau den Bilddaten im infraroten Bereich zugeordnet werden können.

[0019] Vorteilhaft kann dabei sein, dass zwischen zwei auf einer der im Wesentlichen horizontal verlaufenden Umfangslinien angeordneten Kameras aus der ersten Gruppe zwei Kameras aus der zweiten Gruppe angeordnet sind. Dadurch kann sich ergeben, dass jede Kamera aus der ersten Gruppe in ihrer Umfangslage um den abzubildenden Körper von jeweils einer Kamera aus der zweiten Gruppe benachbart wird. Dadurch kann eine besonders einfache und genaue

Zuordnung der Bilddaten im visuellen Bereich zu den Bilddaten im infraroten Bereich ermöglicht werden.

[0020] Weiter kann vorteilhaft sein, dass die Kameras aus der ersten Gruppe und die Kameras aus der zweiten Gruppe entlang von im Wesentlichen vertikal verlaufenden Umfangslinien um den abzubildenden Körper angeordnet sind, wobei jede der Kameras aus der ersten Gruppe auf einer der im Wesentlichen vertikal verlaufenden Umfangslinie von zumindest einer der Kameras aus der zweiten Gruppe benachbart ist.

[0021] Dabei kann vorteilhaft sein, dass zwischen zwei auf einer der im Wesentlichen vertikal verlaufenden Umfangslinien angeordneten Kameras aus der ersten Gruppe zwei Kameras aus der zweiten Gruppe angeordnet sind.

[0022] Für die Anordnungen der Kameras entlang der im Wesentlichen vertikal verlaufenden Umfangslinien können sich der Anordnung entlang der im Wesentlichen horizontal verlaufenden Umfangslinien analoge Vorteile ergeben.

[0023] Vorteilhaft kann sein, dass die Kameras aus der ersten Gruppe und die Kameras aus der zweiten Gruppe an Positionen mit regelmäßigen, vorzugsweise gleichmäßigen, Abständen entlang von im Wesentlichen horizontal und vertikal verlaufenden Umfangslinien, vorzugsweise entlang von im Wesentlichen horizontal und vertikal verlaufenden Breitenkreisen und Längskreisen, um den abzubildenden Körper angeordnet sind. Durch eine räumliche Anordnung der Kameras in regelmäßigen Abständen um den abzubildenden Körper kann eine lückenlose Erfassung der Textur und des Volumens ermöglicht werden, wobei sich durch die Regelmäßigkeit der Anordnung der zur Berechnung der Textur und des Volumens benötigte Überlapp zwischen den jeweils erfassten Bilddaten optimieren lässt. Dadurch kann die anfallende und zu verarbeitende Datenmenge der erfassten Bilddaten minimieren lassen.

[0024] Dabei kann vorteilhaft sein, dass die Kameras aus der ersten Gruppe derart vertikal in ihrer Position auf den im Wesentlichen horizontalen Umfangslinien zueinander versetzt angeordnet sind, dass sich die Kameras der ersten Gruppe im Wesentlichen in Ihrer Anordnung um den abzubildenden Körper winden. Durch eine sich windende, beispielsweise schraubenlinienförmige oder spiralförmig aufwärts bzw. abwärts verlaufende Verteilung der Texturkameras sowie der Infrarotkameras kann sichergestellt werden, dass jeder Punkt am aufzunehmenden Objekt bzw. Körper von den Texturkameras erfasst wird, sodass in einem späteren Bearbeitungs- bzw. Rechenschritt das dreidimensionale Volumenmodell und die Textur lückenlos zusammengefügt werden können. Durch die sich windende bzw. spiralförmig auf- und/oder absteigende Anordnung der Kameras ergibt sich eine möglichst geringe Anzahl von Kameras, die eine möglichst große Fläche am zu vermessenden Objekt abdecken können. Die Kameras können jeweils entlang einer zylindrischen bzw. räumlichen Spirale angeordnet sein, wobei diese auch mehrgängig, also beispielsweise in Form von mehreren Helices mit konstantem Abstand ausgebildet sein kann.

[0025] Es kann auch vorgesehen sein, dass ein Teil der Kameras der ersten Gruppe zur Erfassung von Bilddaten im visuellen Bereich als Weitwinkelkameras, also Kameras mit besonders großen von diesen erfassten Winkelbereich, ausgebildet sind und diese umfänglich auf derselben Höhe - beispielsweise in etwa auf Hüfthöhe einer abzubildenden Person - angeordnet sind. Mit einer so angeordneten Gruppe von Kameras kann schnell und ohne großen Rechenaufwand eine Vorschau der erfassten Textur generiert werden. Eine solche Anordnung ist auch unter der Bezeichnung „inverses Panorama“ bekannt.

[0026] Vorteilhaft kann sein, dass die Vorrichtung eine weitere Beleuchtungsvorrichtung zur Erzeugung von Licht im visuellen Bereich umfasst, wobei die weitere Beleuchtungsvorrichtung dazu ausgebildet ist, den abzubildenden Körper gleichmäßig auszuleuchten. Dadurch können beispielsweise Lichteinflüsse aus der Umwelt ausgeschlossen werden und eine homogene und auch schattenfreie Ausleuchtung des abzubildenden Körpers erreicht werden. Um die Beleuchtungsvorrichtung zur Erzeugung von infrarotem Licht nicht zu beeinflussen, kann zudem vorgesehen sein, dass die Beleuchtungsvorrichtung zur Erzeugung von Licht im visuellen Bereich im

Wesentlichen kein Licht im infraroten Bereich aussendet.

[0027] Wie eingangs erwähnt, wird auch Schutz für eine Aufnahmekabine mit einer Vorrichtung zum Generieren eines dreidimensionalen Abbildes eines eine Textur und ein Volumen aufweisenden Körpers begehrt.

[0028] Vorteilhaft kann bei einer solchen Aufnahmekabine sein, dass die Aufnahmekabine einen von einer - vorzugsweise gekrümmten - Fläche ausgebildeten Innenraum, eine Decke und einen Boden aufweist, und wobei im Boden und/oder der Decke zusätzlich zumindest eine Kamera zur Erfassung von Bilddaten im visuellen Bereich, zusätzlich zumindest eine Kamera zur Erfassung von Bilddaten im infraroten Bereich und/oder zumindest einer der Projektoren zur Erzeugung von Licht im infraroten Bereich angeordnet ist oder sind. Dadurch lässt sich ein größtmöglicher Bereich des Innenraums der Aufnahmekabine für das Generieren eines dreidimensionalen Abbildes eines Körpers nutzen. Dies lässt sich durch eine möglichst geringe Anzahl von Kameras und Projektoren erreichen.

[0029] Wie ebenso eingangs erwähnt, wird auch Schutz für ein Verfahren zum Generieren eines dreidimensionalen Abbildes eines eine Textur und ein Volumen aufweisenden Körpers begehrt. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird unter Verwendung von Licht im visuellen Bereich die Textur des abzubildenden Körpers erfasst und unter Verwendung von Licht zumindest im infraroten Bereich unter Verwendung des Lichts im zumindest infraroten Bereich ein dreidimensionales Volumenmodell im Wesentlichen des gesamten Körpers erfasst.

[0030] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Figuren diskutiert. Darin zeigt:

[0031] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführung einer Vorrichtung zum Generieren eines dreidimensionalen Abbildes,

[0032] Fig. 2 eine schematische Darstellung der räumlichen Anordnung der Kameras einer Ausführung einer Vorrichtung,

[0033] Fig. 3 eine schematische Darstellung einer räumlichen Anordnung von Kameras und Projektoren einer Ausführung einer Vorrichtung,

[0034] Fig. 4 eine weitere schematische Darstellung einer Anordnung von Kameras einer Ausführung einer Vorrichtung,

[0035] Fig. 5a, 5b jeweils eine schematische Darstellung einer Ausführung einer Beleuchtungsvorrichtung,

[0036] Fig. 6 einen Ausschnitt einer perspektivischen Ansicht einer Aufnahmekabine mit einer Vorrichtung zum Generieren eines dreidimensionalen Abbildes,

[0037] Fig. 7 eine weitere schematische Darstellung einer Anordnung von Kameras und Projektoren einer bevorzugten Ausführung einer Vorrichtung und

[0038] Fig. 8 eine schematische Darstellung einer Ausführung einer solchen Aufnahmekabine.

[0039] In Figur 1 ist eine schematische Darstellung einer Vorrichtung 1 zum Generieren eines dreidimensionalen Abbildes eines eine Textur und ein Volumen aufweisenden Körpers 2 dargestellt, wobei die Vorrichtung 1 eine erste Gruppe von Kameras 3 zur Erfassung von Bilddaten im visuellen Bereich des Lichts und eine zweite Gruppe von Kameras 4 zur Erfassung von Bilddaten im infraroten Bereich des Lichts aufweist. Die Kameras 3, 4 sind dabei wie angedeutet um den abzubildenden Körper 2 derart angeordnet, dass diese auf den Körper 2 ausgerichtet sind und einen möglichst großen Raumwinkelbereich des Körpers 2 abdecken.

[0040] Die Vorrichtung 1 weist weiter eine Beleuchtungsvorrichtung 5 (siehe auch Figuren 5a und 5b) in Form eines Projektors 6 zur Projektion von Licht im infraroten Bereich auf.

[0041] Wie stilisiert dargestellt, wird vom Projektor 6 ein Muster 9 aus Infrarotlicht auf den Körper 2 projiziert. Die Kameras 3, 4 und der Projektor 6 sind von einer Informationsverarbeitungsvorrichtung 7 über geeignete Datenleitungen ansteuerbar. In der gezeigten Ausführung der

Vorrichtung 1 ist eine Informationsverarbeitungsvorrichtung 7 für die erste und zweite Gruppe der Kameras 3, 4 und die Beleuchtungsvorrichtung 5 in Form des Projektors 6 vorgesehen. Es ist jedoch auch denkbar, dass jede der Kameras 3, 4 und/oder jeder Projektor 6 der Beleuchtungsvorrichtung eine eigene, gesondert ausgebildete Informationsverarbeitungsvorrichtung 7, beispielsweise in Form eines Einplatinen-Computers mit einem Mikroprozessor, aufweist. Der Informationsverarbeitungsvorrichtung 7 werden die Bildarten der Kameras 3, 4 der ersten und der zweiten Gruppe zugeführt. Dabei kann von der Informationsverarbeitungsvorrichtung 7 aus den Bilddaten der Kameras 3 der ersten Gruppe die Textur zumindest eines Teils des Körpers 2 berechnet werden.

[0042] Die Textur kann das Aussehen des Körpers im sichtbaren Bereich des Lichtspektrums, also beispielsweise die Farbgebung des Körpers 2 auf dessen Oberfläche, umfassen. Von einer Recheneinheit 8, welche im gezeigten Ausführungsbeispiel als ein Teil der Informationsverarbeitungsvorrichtung 7 ausgebildet ist, kann aus den Bilddaten der Kameras 4 der zweiten Gruppe ein dreidimensionales Volumenmodell des Körpers 2 berechnet werden. Dabei kann vorgesehen sein, dass das vom Projektor 6 auf die Oberfläche des Körpers 2 aufprojizierte Muster 9 aus Infrarotlicht von den zumindest im infraroten Bereich sensitiven Kameras 4 der zweiten Gruppe erfasst wird und aus den erfassten Bilddaten eine Tiefeninformation, also Informationen zur Formgebung der Oberfläche des Körpers 2, berechnet werden.

[0043] Figur 2 zeigt eine räumliche Anordnung von Kameras 3 zur Erfassung von Bilddaten im visuellen Bereich und Kameras 4 zur Erfassung von Bilddaten im infraroten Bereich einer Ausführung der Vorrichtung 1, welche sich beispielsweise bei einer sich wiederholenden räumlichen Anordnung einer der Ausführung der Figur 1 ähnlichen Vorrichtung 1 ergeben kann. Die Kameras 3, 4 sind dabei an Positionen mit regelmäßigen Abständen entlang von als durchgehende Linien angedeuteten, im Wesentlichen horizontal und vertikal verlaufenden Umfangslinien 9, 10 dargestellt, wobei die im Wesentlichen horizontal verlaufenden Umfangslinien 9 jeweils einem Breitenkreis entsprechen können und die im Wesentlichen vertikal verlaufenden Umfangslinien 10 (hier nur als Abschnitt dargestellt) jeweils einem Längskreis entsprechen können.

[0044] Die räumliche Anordnung der im sichtbaren Bereich Bilddaten erfassenden Kameras 3 der ersten Gruppe sind dabei derart vertikal in ihrer Position auf den horizontalen Umfangslinien 9 versetzt angeordnet, dass sich die Kameras 3 um einen hier nicht dargestellten, abzubildenden Körper 2 entlang einer gedachten, hier strichliert dargestellten Wendel 13 winden. Diese einer Schraubenlinie oder Helix ähnlichen Anordnung der Kameras 3 entlang der Wendel 13 kann dabei auch eine veränderliche Steigung aufweisen, was beispielsweise aus einer ungleichmäßigen Verteilung der vertikalen Abstände der im Wesentlichen horizontalen Umfangslinien 9 folgen würde. Die in der Figur 2 gezeigte räumliche Anordnung der Kameras 3 der ersten Gruppe entspricht im Wesentlichen einer Sechsfach-Helix.

[0045] In Figur 2 ist weiter zu sehen, dass zwischen zwei auf einer im Wesentlichen horizontal verlaufenden Umfangslinie positionierten Kameras 3 der ersten Gruppe jeweils zwei Kameras 4 der zweiten Gruppe angeordnet sind. Jede der Kameras 3 der ersten Gruppe ist somit auf der linken und der rechten Seite von einer der Kameras 4 der zweiten Gruppe benachbart. Eine analoge Verteilung der Kameras 3, 4 ist auf den im Wesentlichen senkrecht verlaufenden Umfangslinien 10 gegeben.

[0046] Figur 3 zeigt eine der Figur 2 ähnliche räumliche Anordnung der Kameras 3, 4 einer Ausführung einer Vorrichtung 1, wobei hier zusätzlich zu den Kameras 3, 4 eine räumliche Anordnung der Projektoren 6 der Beleuchtungsvorrichtung 5 dargestellt ist. Die Projektoren 6 sind dabei ähnlich der Kameras 3, 4 um den hier nicht dargestellten, abzubildenden Körper 2 angeordnet. Dabei können die Projektoren 6 in ihrer horizontalen Umfangslage gleichmäßig verteilt sein und vertikal übereinanderliegend entlang von im Wesentlichen senkrecht verlaufenden Umfangslinien 10 angeordnet sein. Dabei kann vorgesehen sein, dass jeweils drei Projektoren 6 mit der gleichen vertikalen Position gleichmäßig um den Umfang verteilt sind, wodurch auch sichergestellt werden kann, dass jeder Punkt des abzubildenden Körpers von zumindest zwei der Projektoren 6 beleuchtbar ist.

[0047] Figur 4 zeigt eine weitere perspektivische Darstellung einer Anordnung von Kameras 3, 4 einer Ausführung einer Vorrichtung 1.

[0048] Figuren 5a und 5b zeigen jeweils eine perspektivische Darstellung einer Beleuchtungs-
vorrichtung 5 einer Vorrichtung 1. Dabei ist die regelmäßige räumliche Anordnung der Projektoren 6 der Beleuchtungs-
vorrichtung 5 dargestellt.

[0049] Figur 6 zeigt eine perspektivische Darstellung eines Ausschnitts einer Ausführung einer
Aufnahmekabine 11, bei welcher ein Teil des Innenraums 12 zu sehen ist. Die Aufnahmekabine
11 weist dabei eine Vorrichtung 1 (nicht einzeln im Detail dargestellt) auf, welche um den Um-
fang des Innenraums 12 und über dessen Höhe verteilt eine erste Gruppe von Kameras 3 zur
Erfassung von Bilddaten im visuellen Bereich, eine zweite Gruppe von Kameras 4 zur Erfas-
sung von Bilddaten im infraroten Bereich und eine Beleuchtungs-
vorrichtung 5 mit Projektoren 6 zur Erzeugung von Licht im infraroten Bereich aufweist. Die Aufnahmekabine 11 weist weiter
eine Decke 14 und einen Boden 15 auf, in welchen die Vorrichtung 1 zusätzliche Kameras 3 zur
Erfassung von Bilddaten im visuellen Bereich und zusätzliche Kameras 4 zur Erfassung von
Bilddaten im infraroten Bereich aufweist. In Boden 15 und Decke 14 können zudem Projektoren
6 zur Erzeugung von Licht im infraroten Bereich angeordnet sein.

[0050] Figur 7 zeigt eine räumliche Anordnung von Kameras 3, 4 und Projektoren 6 einer Vor-
richtung 1, welche beispielsweise der Anordnung von Kameras 3, 4 und Projektoren 6 der in
Figur 6 gezeigten Vorrichtung 1 entsprechen kann. Dabei sind umfänglich horizontal und verti-
kal regelmäßig Kameras 3 zur Erfassung von Bilddaten im visuellen Bereich, Kameras 4 zu
Erfassung von Bilddaten im infraroten Bereich und Projektoren 6 um einen hier nicht dargestell-
ten, abzubildenden Körper 2 angeordnet. Zusätzlich dazu sind jeweils über einen ebenen, im
Wesentlichen horizontalen Bereich an der Ober- und Unterseite der Anordnung der Kameras 3,
4 und Projektoren 6 der Vorrichtung 1 weitere Kameras 3, 4 angeordnet. Diese in der Ausführ-
ung der zuvor gezeigten Figur 6 den Kameras 3, 4 in Decke 14 und Boden 15 der Aufnahme-
kabine 11 entsprechenden Kameras 3, 4 dienen einer optimierten Erfassung der Textur- und
Volumsinformation des abzubildenden Körpers 2. Durch eine solche Anordnung lässt sich eine
optimale Abdeckung des abzubildenden Körpers 2 durch die bildgebenden Kameras 3, 4 errei-
chen, was vorteilhaft für die Berechnung der Textur des abzubildenden Körpers sowie zur Be-
rechnung des Volumenmodells des abzubildenden Körpers 2 sein kann.

[0051] Figur 8 zeigt letztlich eine schematische Darstellung einer Aufnahmekabine 11 mit einer
Vorrichtung 1 zum Generieren eines dreidimensionalen Abbildes eines eine Textur und ein
Volumen aufweisenden Körpers 2. Die Vorrichtung 1 weist dabei wieder eine erste Gruppe von
Kameras 3 zur Erfassung von Bilddaten im visuellen Bereich und eine zweite Gruppe von Ka-
meras 4 zur Erfassung von Bilddaten im infraroten Bereich auf. Die Kameras 3, 4 sind dabei wie
angedeutet räumlich um den abzubildenden Körper im Innenraum 12 der Aufnahmekabine 11
verteilt, wobei auch zusätzliche Kameras, hier wie gezeigt Kameras 4 zur Erfassung von Bildda-
ten im infraroten Bereich, in einem Decken- und Bodenbereich der Aufnahmekabine 11 gezeigt
sind. Zudem weist die Vorrichtung 1 zwei Projektoren 6 zur Projektion eines Musters 9 aus
Infrarotlicht auf den abzubildenden Körper 2 auf. Im in Figur 8 gezeigten Ausführungsbeispiel ist
die Recheneinheit 8 gesondert von der Informationsverarbeitungsvorrichtung 7 ausgebildet und
kommuniziert mit dieser über eine Datenverbindung 16.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Generieren eines dreidimensionalen Abbildes eines eine Textur und ein Volumen aufweisenden Körpers (2) mit
 - einer ersten Gruppe von Kameras (3) zur Erfassung von Bilddaten im visuellen Bereich,
 - einer zweiten Gruppe von Kameras (4) zur Erfassung von Bilddaten im infraroten Bereich und
 - einer Beleuchtungsvorrichtung (5) mit zumindest einem Projektor (6) zur Erzeugung von Licht im infraroten Bereich, wobei der zumindest eine Projektor (6) der Beleuchtungsvorrichtung (5) dazu ausgebildet ist, ein Muster (9) aus Infrarotlicht auf den abzubildenden Körper (2) zu projizieren, und
 - einer Informationsverarbeitungsvorrichtung (7), durch welche die Kameras (3) der ersten Gruppe, die Kameras (4) der zweiten Gruppe und die Projektoren (6) zur Projektion von Licht im infraroten Bereich ansteuerbar sind und welcher die Bilddaten der Kameras (3, 4) der ersten und der zweiten Gruppe zuführbar sind, wobei aus den Bilddaten der Kameras (3) der ersten Gruppe die Textur zumindest eines Teils des Körpers (2) berechenbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass das Muster (9) ein pseudo-zufallsverteiltes Punktmuster ist und jeder Projektor (6) der Beleuchtungsvorrichtung (5) dazu ausgebildet ist, ein sich jeweils von den Mustern der anderen Projektoren unterscheidendes Muster (9) zu projizieren und eine Recheneinheit (8) vorgesehen ist, die aus den Bilddaten der Kameras (4) der zweiten Gruppe ein dreidimensionales Volumenmodell im Wesentlichen des gesamten Körpers (2) berechnet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Recheneinheit (8) zur Berechnung des dreidimensionalen Volumenmodells zusätzlich die Bilddaten der Kameras (3) der ersten Gruppe heranzieht.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Recheneinheit (8) das dreidimensionale Volumenmodell ausschließlich aus den Bilddaten der Kameras (4) der zweiten Gruppe berechnet.
4. Vorrichtung nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Informationsverarbeitungsvorrichtung (7) mit der Recheneinheit (8) über eine Datenverbindung (16) kommuniziert, wobei die Informationsverarbeitungsvorrichtung (7) die Recheneinheit (8) umfasst oder die Recheneinheit (8) gesondert von dieser ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Kameras (3) aus der ersten Gruppe, die Kameras (4) aus der zweiten Gruppe und die Beleuchtungsvorrichtung (5) derart von der Informationsverarbeitungsvorrichtung (7) ansteuerbar sind, dass die Kameras (3) aus der ersten Gruppe, die Kameras (4) aus der zweiten Gruppe und die Beleuchtungsvorrichtung (7) gleichzeitig zum Erfassen der Bilddaten und zur Projektion von Licht aktivierbar sind.
6. Vorrichtung nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Kameras (3) der ersten Gruppe, die Kameras (4) der zweiten Gruppe und die Projektoren (6) in einer Ebene, vorzugsweise in einer gekrümmten Ebene, um den abzubildenden Körper (2) angeordnet sind, wobei jede der Kameras (3) aus der ersten Gruppe innerhalb der Ebene von zumindest einer Kamera (4) aus der zweiten Gruppe benachbart ist.
7. Vorrichtung nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, wobei jeder Punkt auf der abzubildenden Oberfläche des abzubildenden Körpers (2) von zumindest drei der Kameras (3) aus der ersten Gruppe und/oder von zumindest drei der Kameras (4) aus der zweiten Gruppe erfassbar und von zumindest zwei der Projektoren (6) beleuchtbar ist.
8. Vorrichtung nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Kameras (3) aus der ersten Gruppe und die Kameras (4) aus der zweiten Gruppe entlang von im Wesentlichen horizontal verlaufenden Umfangslinien (9) um den abzubildenden Körper (2) angeordnet sind, wobei jede der Kameras (3) aus der ersten Gruppe auf einer der im Wesent-

- lichen horizontal in der Ebene verlaufenden Umfangslinien (9) von zumindest einer der Kameras (4) aus der zweiten Gruppe benachbart ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei zwischen zwei auf einer der im Wesentlichen horizontal verlaufenden Umfangslinien (9) angeordneten Kameras (3) aus der ersten Gruppe zwei Kameras (4) aus der zweiten Gruppe angeordnet sind.
 10. Vorrichtung nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Kameras (3) aus der ersten Gruppe und die Kameras (4) aus der zweiten Gruppe entlang von im Wesentlichen vertikal verlaufenden Umfangslinien (10) um den abzubildenden Körper (2) angeordnet sind, wobei jede der Kameras (3) aus der ersten Gruppe auf einer der im Wesentlichen vertikal verlaufenden Umfangslinie (10) von zumindest einer der Kameras (4) aus der zweiten Gruppe benachbart ist.
 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei zwischen zwei auf einer der im Wesentlichen vertikal verlaufenden Umfangslinien (10) angeordneten Kameras (3) aus der ersten Gruppe zwei Kameras (4) aus der zweiten Gruppe angeordnet sind.
 12. Vorrichtung nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Kameras (3) aus der ersten Gruppe und die Kameras (4) aus der zweiten Gruppe an Positionen mit regelmäßigen, vorzugsweise gleichmäßigen, Abständen entlang von im Wesentlichen horizontal und vertikal verlaufenden Umfangslinien (9, 10), vorzugsweise entlang von im Wesentlichen horizontal und vertikal verlaufenden Breitenkreisen und Längenkreisen, um den abzubildenden Körper (2) angeordnet sind.
 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei die Kameras (3) aus der ersten Gruppe derart vertikal in ihrer Position auf den im Wesentlichen horizontalen Umfangslinien (9) zueinander versetzt angeordnet sind, dass sich die Kameras (3) der ersten Gruppe im Wesentlichen in Ihrer Anordnung um den abzubildenden Körper (2) winden.
 14. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung (1) eine weitere Beleuchtungsvorrichtung zur Erzeugung von Licht im visuellen Bereich umfasst, wobei die weitere Beleuchtungsvorrichtung dazu ausgebildet ist, den abzubildenden Körper (2) gleichmäßig auszuleuchten.
 15. Aufnahmekabine (11) mit einer Vorrichtung (1) nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche.
 16. Aufnahmekabine nach Anspruch 15, wobei die Aufnahmekabine (11) einen von einer - vorzugsweise gekrümmten - Fläche ausgebildeten Innenraum (12), eine Decke (14) und einen Boden (15) aufweist, und wobei im Boden und/oder der Decke zusätzlich zumindest eine Kamera (3) zur Erfassung von Bilddaten im visuellen Bereich, zusätzlich zumindest eine Kamera (4) zur Erfassung von Bilddaten im infraroten Bereich und/oder zumindest einer der Projektoren (6) zur Erzeugung von Licht im infraroten Bereich angeordnet ist oder sind.
 17. Verfahren zum Generieren eines dreidimensionalen Abbildes eines eine Textur und ein Volumen aufweisenden Körpers (2) unter Verwendung von Licht im visuellen Bereich zur Erfassung der Textur des abzubildenden Körpers (2) und unter Verwendung von Licht zumindest im infraroten Bereich, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Licht zumindest im infraroten Bereich in Form von zumindest einem pseudo-zufallsverteilten Punktmuster vorliegt und unter Verwendung des Lichts im zumindest infraroten Bereich ein dreidimensionales Volumenmodell im Wesentlichen des gesamten Körpers (2) erfasst wird.

Hierzu 8 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

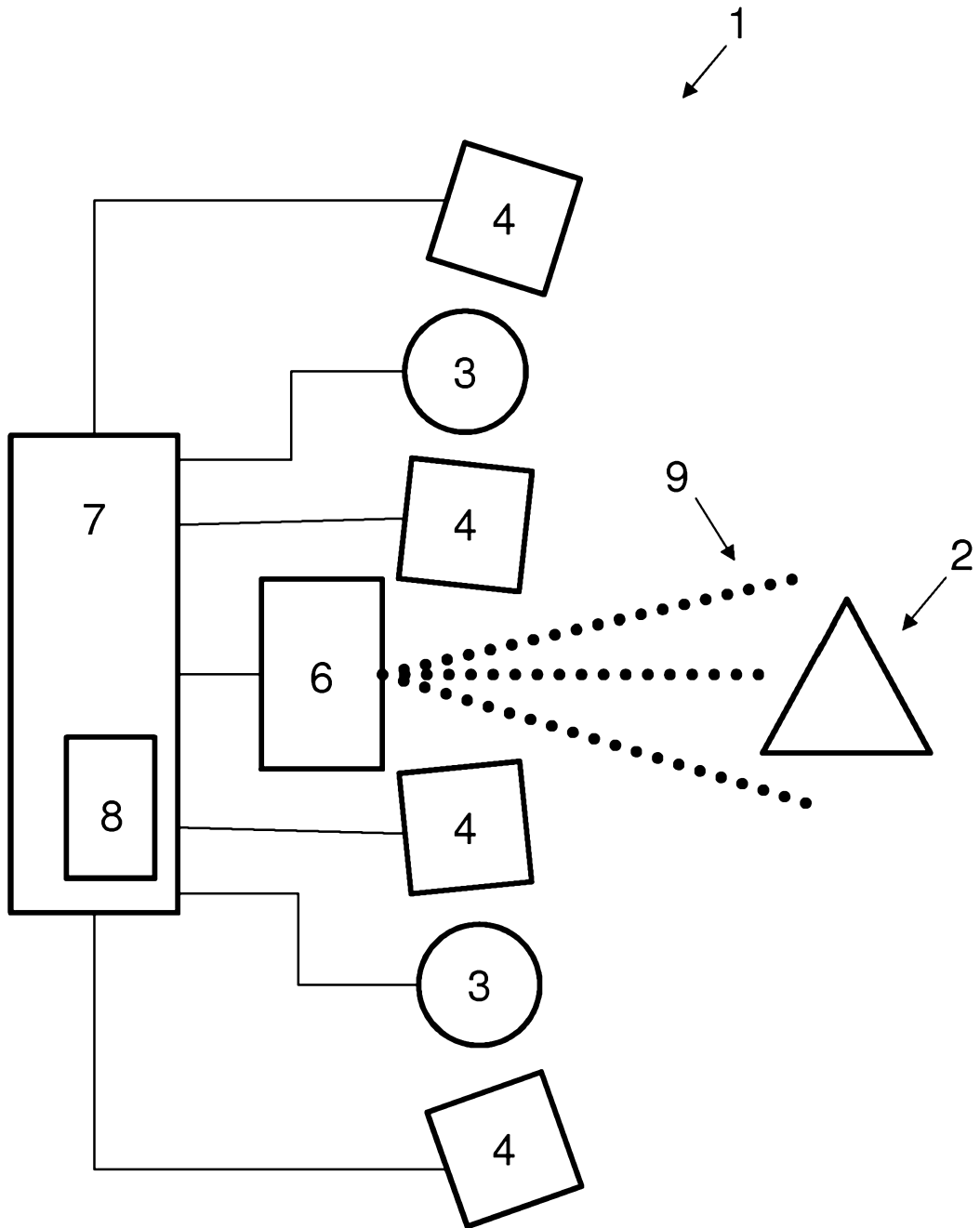


Fig. 2

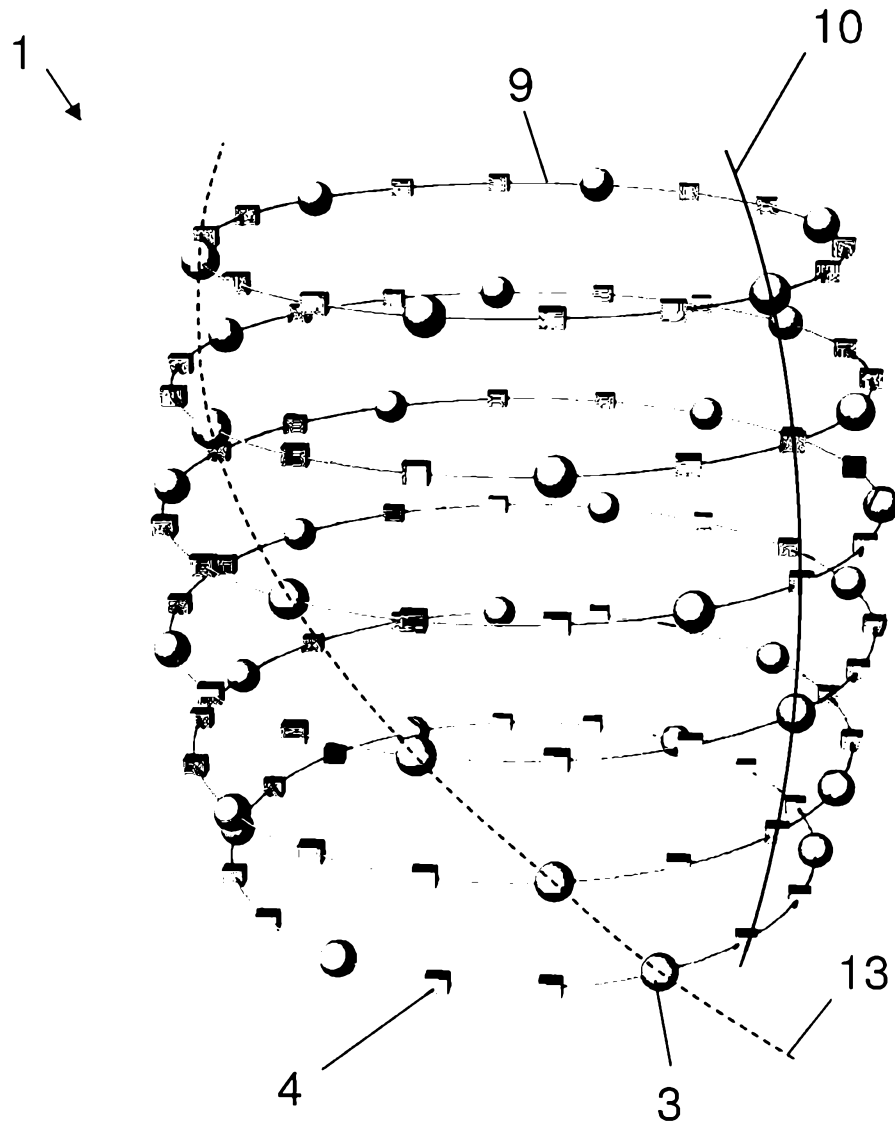


Fig. 3

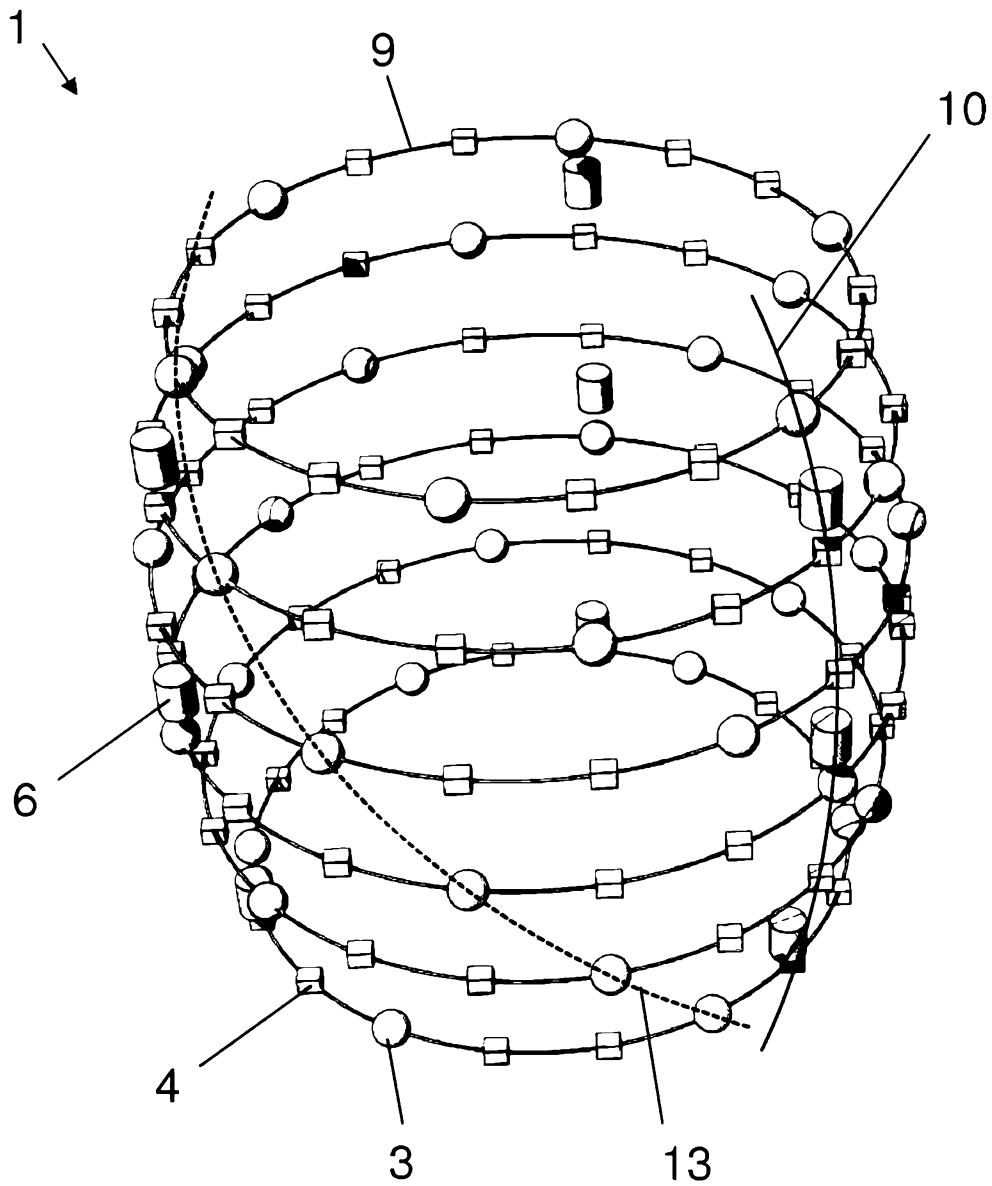


Fig. 4

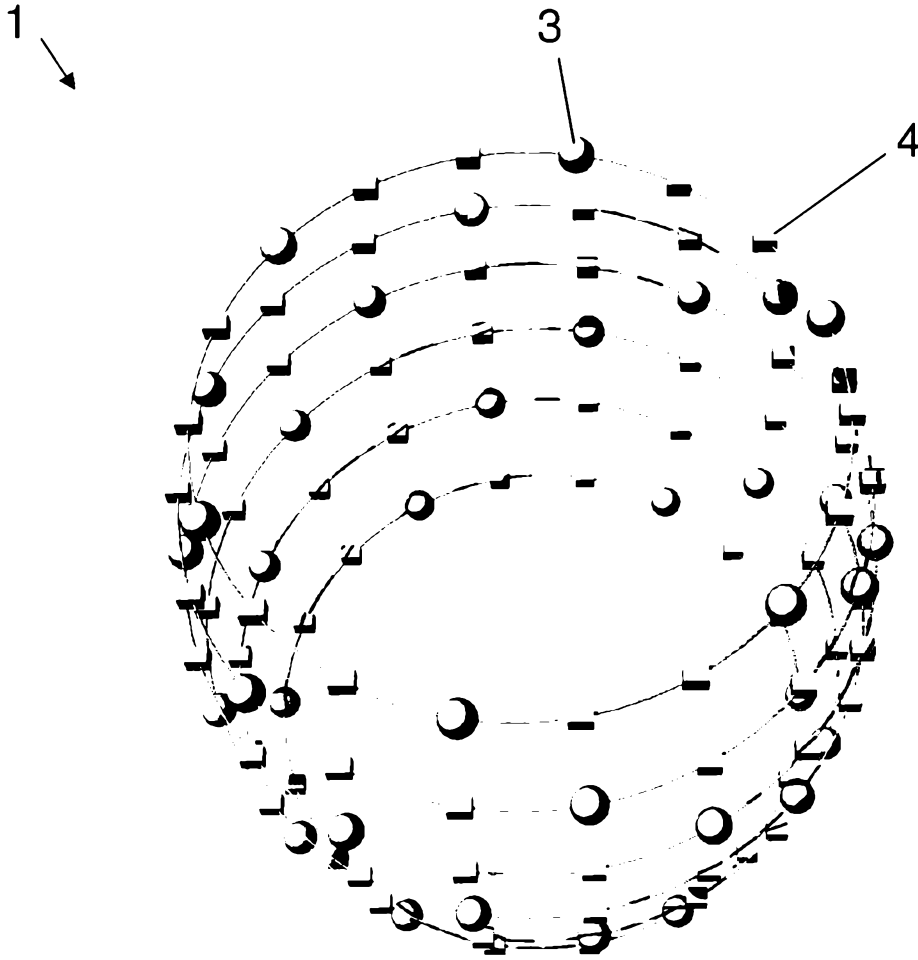


Fig. 5a

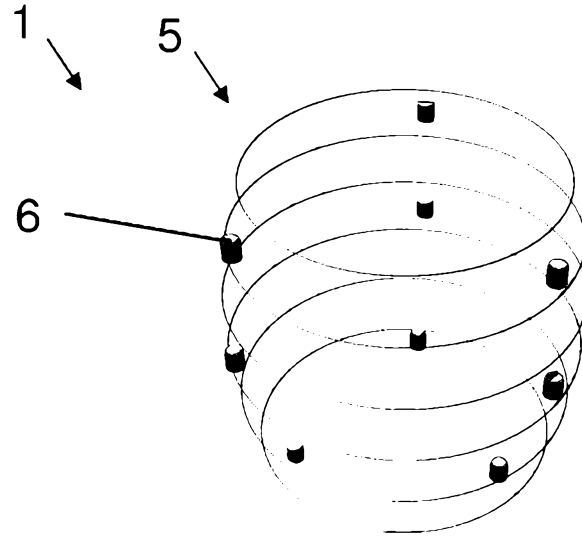


Fig. 5b

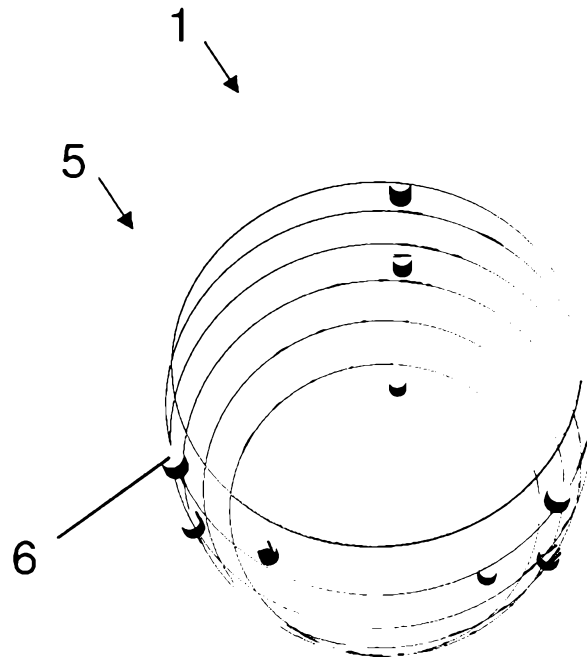


Fig. 6

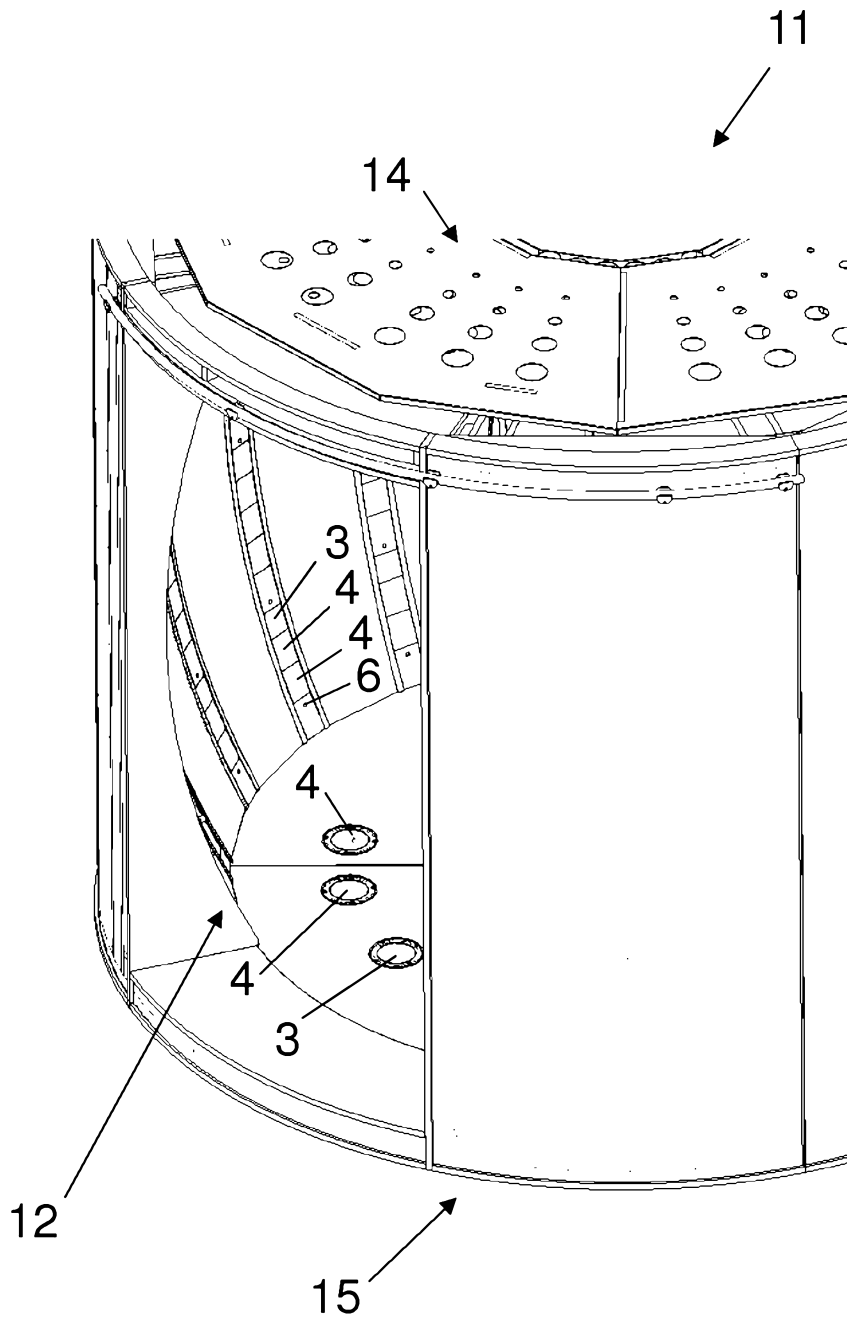
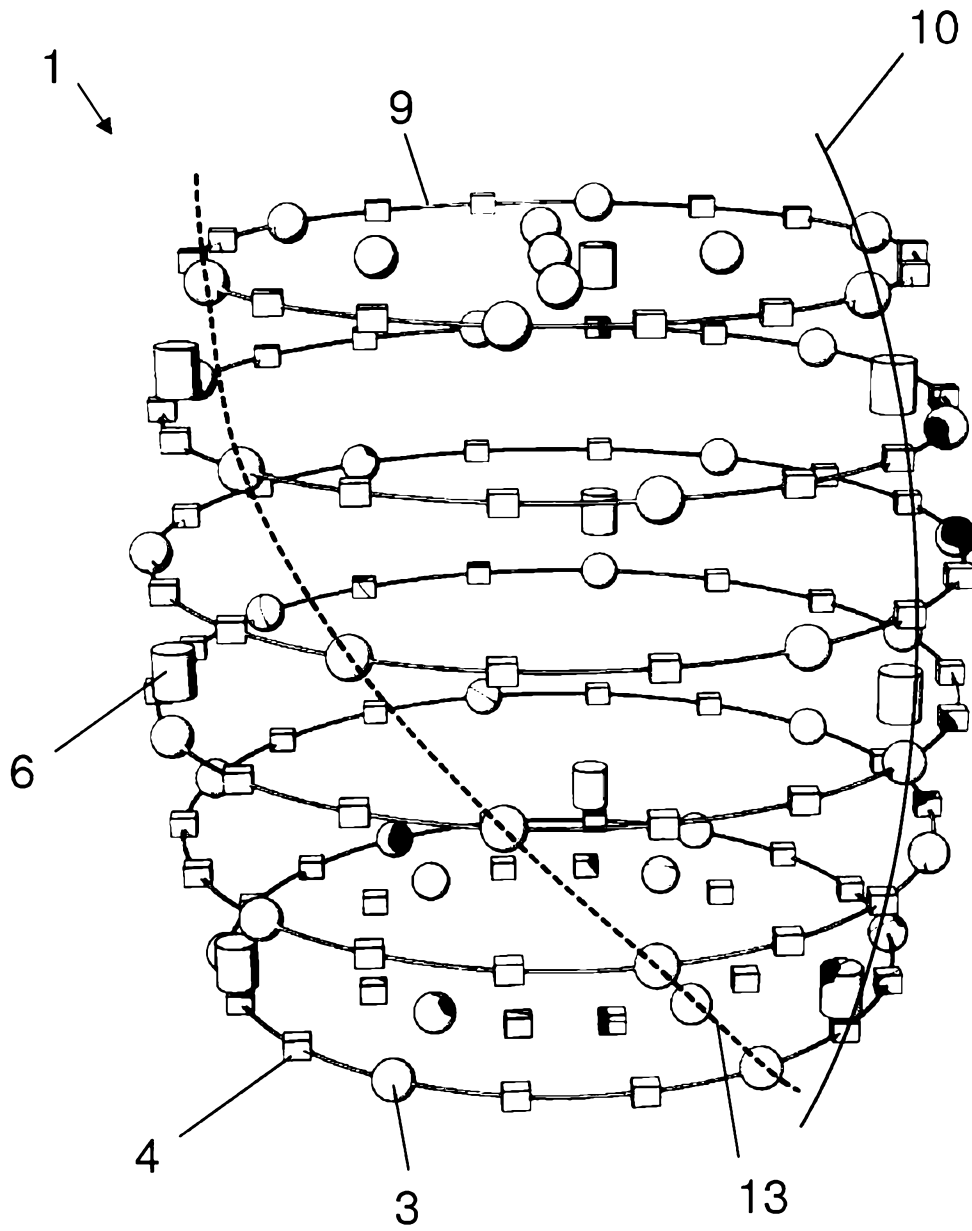


Fig. 7



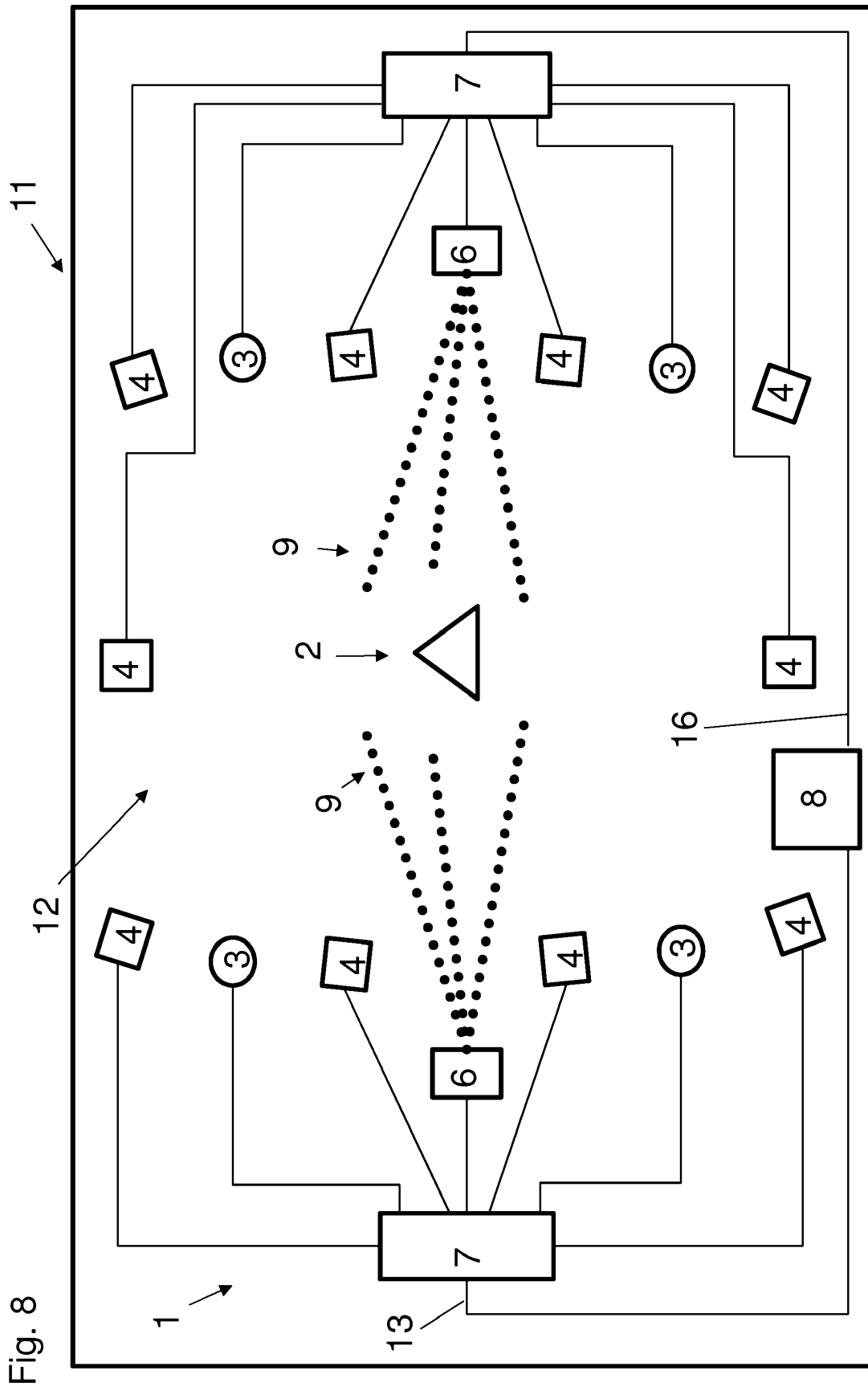


Fig. 8