



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 045 746 A1** 2010.03.25

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 045 746.9**

(22) Anmeldetag: **04.09.2008**

(43) Offenlegungstag: **25.03.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01C 7/06** (2006.01)

(71) Anmelder:

Lufthansa Technik AG, 22335 Hamburg, DE

(74) Vertreter:

Glawe, Delfs, Moll, Patentanwälte, 80538 München

(72) Erfinder:

Thomaschewski, Oliver Sascha, 20257 Hamburg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 10 2005 012107 A1

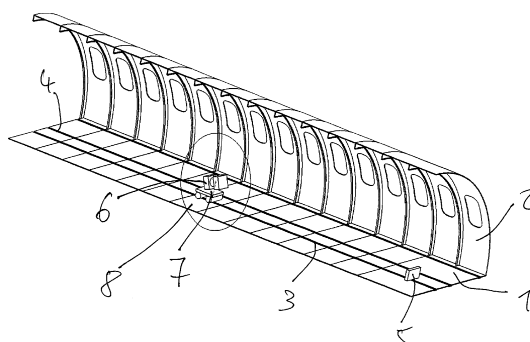
DE 10 2006 057610 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Vermessen des Innenraums eines Flugzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vermessen des Innenraums eines langgestreckten Körpers (1, 2), der in einem xyz-Koordinatensystem die Längsachse x aufweist, wobei ein Laser-Profilscan durchgeführt wird, bei dem ein Scan in einer Ebene durchführender Laserscanner (6) durch den Innenraum gefahren wird. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Laserscanner durch den Innenraum gefahren wird und die Scanebene (8) um mindestens eine Achse aus dem globalen Koordinatensystem des Innenraums gekippt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vermessen des Innenraums eines langgestreckten Körpers gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bei der Planung des Innenausbaus eines Flugzeugs benötigt man eine genaue Kenntnis der dreidimensionalen Geometrie des Rumpfes oder Rumpfsegments, in dem die Innenausbauten erfolgen sollen.

[0003] Aus offenkundiger Vorbenutzung sind sogenannte Laserscans von Innenräumen bekannt. In der Regel wird dabei ein kugelförmiger Scan durchgeführt, bei dem ein stationärer Laser um zwei Achsen geschwenkt wird und der Messstrahl den Innenraum in einem sogenannten Kugelscan abtastet. Entweder aus der Laufzeit des reflektierten Messstrahls oder bevorzugt aus dessen Interferenz können Informationen über die Entfernung des Reflektionsortes gewonnen werden. Bei einem typischerweise in etwa zylindrischen Innenraum bspw. eines Flugzeugs unterscheidet sich die Qualität der so gewonnenen Messpunkte stark, da Messungen mit flachem Auftreffwinkel des Messstrahls oder einem größeren Abstand zwischen Ort des Lasers und Auftreffpunkt des Messstrahls typischerweise einen größeren Fehler aufweisen.

[0004] Ebenfalls aus offenkundiger Vorbenutzung ist eine sogenannte Profilmessung oder Profilschan bekannt. Der Messstrahl wird bei einer solchen Profilmessung nur um eine Achse in einer Ebene rotieren gelassen, typischerweise ist es eine Ebene senkrecht zur Längsachse des zu vermessenen Innenraums. Auf oder parallel zu dieser Längsachse wird der Messlaser während der Profilmessungen oder zwischen Profilmessungen verfahren. Bei einem solchen Profilschan trifft der Messstrahl in der Regel senkrecht oder angenähert senkrecht auf die zu vermessenden Flächen, so dass eine verbesserte Messqualität erzielt wird.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das eine einfache und qualitativ hochwertige Vermessung insbesondere langgestreckter Innenräume ermöglicht. Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, dass die Scanebene um wenigstens eine Achse aus dem globalen Koordinatensystem des Innenraums gekippt ist.

[0006] Erfindungsgemäß kann effizient und mit weitgehend homogener Auflösung ein typischerweise in etwa zylindrischer Innenraum beispielsweise eines Flugzeugs vermessen werden. Da sowohl Auftreffwinkel als auch Auftreffentfernung des Messstrahls auf die zu vermessenen Bereiche geringeren Schwankungen unterliegen als beim Kugelscan des

Standes der Technik, hat das erfindungsgemäße Verfahren einen abschätzbaren und verhältnismäßig kleinen Messfehler. Die durch die Messungen erhaltenen Punktwolken selbst sind datentechnisch unhandlich und nur schwer zu handhaben. Erfindungsgemäß werden daraus bevorzugt durch ein sogenanntes Meshing sogenannte Netze erzeugt, die den vermessenen Innenraum beschreiben und als Grundlage für die Weiterverarbeitung genutzt werden. Die Erfindung erlaubt durch ihren homogenen und verhältnismäßig kleinen Fehler sowie durch ein weitgehendes Ausleuchten auch von Hinterschneidungen, wie nachfolgend beschrieben, die Bereitstellung einer guten Datengrundlage für die Berechnung eines solchen Netzes.

[0007] Zunächst seien einige im Rahmen der Erfindung verwendete Begriffe erläutert. Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum Vermessen des Innenraums eines langgestreckten Körpers. Bei diesem langgestreckten Körper kann es sich beispielsweise um den Rumpf eines Flugzeuges, um einen Bahnwaggon oder dergleichen handeln. Insbesondere kann es sich somit um die Innenräume von Verkehrsmitteln handeln. In diesem Innenraum wird ein gedachtes rechtwinkliges Koordinatensystem aufgespannt. Die Längsachse x dieses Koordinatensystems weist üblicherweise in Längsrichtung, bei einem Verkehrsmittel in der Regel in die Fahrtrichtung. Bei der y -Achse handelt es sich in der Regel um die Horizontalachse senkrecht zur x -Achse, die beispielsweise bei einem Flugzeug in Richtung der Flügel weist. Die z -Achse ist in der Regel die Hochachse (vertikale Achse). Dieses Koordinatensystem wird als globales Koordinatensystem des Innenraums bezeichnet.

[0008] Erfindungsgemäß wird ein Laserprofilschan durchgeführt. Der Begriff bezeichnet einen Vorgang, bei dem der Messstrahl des Lasers um eine Achse gedreht wird und somit in einer Ebene eine Messung durchführt. Um ein vollständiges Bild des Innenraums zu erhalten, wird während oder zwischen Profilschans der Laserscanner durch den Innenraum gefahren, beispielsweise parallel zur x -Achse. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Scanebene um wenigstens eine Achse aus dem globalen Koordinatensystem des Innenraums gekippt ist. Dies bedeutet, dass die Scanebene sich nicht deckt mit einer von den Achsen des globalen Koordinatensystems aufgespannten Ebene, beispielsweise nicht mit der in der Regel vertikalen yz -Ebene. Eine Kippung um wenigstens eine Achse bedeutet, dass ein Verkippen um wenigstens eine Achse dieses globalen Koordinatensystems erfolgt ist. Ein Verkippen um die y -Achse verkippt die Scanebene beispielsweise aus der vertikalen yz -Ebene des globalen Koordinatensystems. Erfindungsgemäß kann die Scanebene um zwei oder um alle drei Achsen dieses globalen Koordinatensystems verkippt sein. Bevorzugt ist bei-

spielsweise eine Verkippung um die y- und z-Achse des globalen Koordinatensystems. Ein zusätzliches Kippen um die x-Achse kann beispielsweise sinnvoll werden, falls eine konstruktionsbedingte Abschattung des Messstrahls durch das Scannergehäuse die vorgesehene Messung stört.

[0009] Dieses Verkippen der Scanebene hat den Vorteil, dass auf diese Weise etwaige Hinterschnitte in der abzutastenden Oberfläche besser ausgeleuchtet werden können. Durch die schräge Ausrichtung der Scanebene relativ zur yz-Ebene treffen die Messstrahlen auf die häufig in etwa zylindrische Oberfläche des Innenraums nicht rechtwinklig, sondern unter einem Winkel auf, der von der Verkippung des Scanebene abhängt. Dieser Winkel ist jedoch – anders als bei einem sogenannten Kugelscan – im wesentlichen über den gesamten zu vermessenden Innenraum gleichbleibend, so dass auch die Messgenauigkeit für alle Bereiche des Innenraums im wesentlichen übereinstimmt.

[0010] Durch das in der Regel schräge Auftreffen des Messstrahls auf die zu vermessende Fläche des Innenraums, können etwaige Hinterschnitte besser ausgeleuchtet und messtechnisch mit erfasst werden. Solche Hinterschnitte können beispielsweise Aufnahmen oder sonstige Befestigungseinrichtungen für im Innenraum zu montierende Ausrüstungs- oder Einrichtungsgegenstände sein. Da die Vermessung des Innenraums in der Regel der Vorbereitung bzw. Planung eines Innenausbaus dient, hat die messtechnische Erfassung solcher für die Montage relevanter Bereiche des Innenraums häufig eine besondere Bedeutung.

[0011] Der Laserscanner wird erfindungsgemäß durch den Innenraum gefahren. Die Fahrtrichtung orientiert sich bevorzugt an der Längsachse x des Innenraums und kann zu dieser Längsachse im wesentlichen parallel sein. Bevorzugt handelt es sich um eine Gerade, erfindungsgemäß ist jedoch auch ein von einer Geraden abweichendes Verfahren denkbar. Die Generalrichtung des Fahrweges wird sich jedoch auch bei einem von einer Geraden abweichenden Verfahren in der Regel an der Längsachse x des Innenraums orientieren.

[0012] Das Verfahren des Laserscanners kann erfindungsgemäß durch mehrfaches manuelles Umsetzen des Laserscanners innerhalb des zu vermessenden Innenraums zwischen den Laserscans erfolgen. Bevorzugt ist es jedoch, wenn der Laserscanner eine fahrbare Einrichtung wie beispielsweise ein Fahrzeug aufweist bzw. darauf montiert ist. Ein solches Fahrzeug kann frei beweglich durch den Innenraum ausgeführt sein, beispielsweise frei auf dem Kabinenboden eines Flugzeuginnenraums fahren. Bevorzugt kann es jedoch sein, wenn eine definierte Führung bzw. ein definierter Fahrweg für dieses Fahr-

zeug vorgesehen ist. Dieser Fahrweg kann bereits vorhandene Einrichtungen des Innenraums nutzen, beispielsweise die Sitzschienen zur Montage von Sitzen auf dem Kabinenboden eines Flugzeugs. Es kann sich jedoch auch um einen temporär im zu vermessenden Innenraum installierbaren Fahrweg handeln, beispielsweise um Schienen, durch den Innenraum gespannte Seile oder dergleichen.

[0013] Für die Auswertung der Messergebnisse muss der Ort des Laserscanners während einer Messung im Koordinatensystem des zu vermessenden Innenraums bekannt sein. Zu diesem Zweck wird erfindungsgemäß eine im Stand der Technik bereits bekannte Ortsverfolgung des Laserscanners im Innenraum verwendet. Bei einem manuellen Festsetzen des Laserscanners zwischen den Messungen kann der Laserscanner für jede Messung an einem vorher definierten und damit bekannten Ort positioniert werden. Bei der bevorzugten Anordnung des Laserscanners auf einem Fahrzeug können ein Teil der Ortskoordinaten des Laserscanners bereits durch die schienengebundene Führung des Fahrwegs vorgegeben sein. Weitere Ortskoordinaten auf dem Fahrweg können beispielsweise bestimmt werden durch mechanische Systeme, die beispielsweise Markierungen auf dem Fahrweg erkennen und auswerten oder Raddrehgebersensoren an dem Fahrzeug aufweisen. Zusätzlich können beispielsweise Neigungssensoren vorhanden sein, die ein während des Verfahrens des Fahrzeugs auftretendes Neigen, Kippen oder Gieren erkennen. Durch die Erfassung auch solcher Neige-, Kipp- und Gierbewegungen kann die Messgenauigkeit deutlich erhöht werden.

[0014] Eine Ortsverfolgung des Laserscanners kann ferner durch im Stand der Technik bekannte optische Systeme wie beispielsweise ein sogenanntes Lasertracking erfolgen. Möglich ist ferner eine Ortsverfolgung durch akustische oder sonstige elektromagnetische Wellen, beispielsweise mittels Ultraschall, Radar, Satellitenortungssystemen wie GPS bzw. Differential-GPS oder dergleichen.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird der Laserscanner wenigstens zweimal durch den Innenraum gefahren, und die Scanebene bei beiden Scans um einen unterschiedlichen Winkel aus dem Koordinatensystem beispielsweise aus der yz-Ebene des Koordinatensystems des Innenraums, gekippt. Dies bedeutet, dass bei beiden Scans der Messstrahl die zu vermessende Fläche aus unterschiedlichen Winkeln trifft. Durch einen solchen wenigstens zweifachen Scan mit unterschiedlichen Scanebenen können komplexere Hinterschnitte oder vergleichbare Strukturen erfindungsgemäß vollständig oder weitgehend vollständig ausgeleuchtet und damit vermessen werden. Im Rahmen dieser Ausführungsform bedeutet der Begriff „wenigstens zweimal durch den Innenraum fahren“, dass der Laserscanner unter Verwen-

derung der beiden genannten unterschiedlichen Scanebenen den Innenraum abtastet. Der Laserscanner kann dabei physisch zweimal hintereinander durch den Innenraum gefahren werden, wobei er bei den beiden Fahrvorgängen auf die beiden unterschiedlichen Scanebenen mit unterschiedlichen Kippwinkeln aus der yz-Ebene des Koordinatensystems des Innenraums eingestellt wird. Im Rahmen der Erfindung ist es jedoch auch möglich, dass der Laserscanner physisch lediglich einmal durch den Innenraum bewegt wird und dabei alternierend (bevorzugt schnell alternierend im Verhältnis zu der Verfahrensgeschwindigkeit des Laserscanners) eine Abtastung des Innenraums in den wenigstens zwei unterschiedlichen Scanebenen vorgenommen wird. Bei einem diskontinuierlichen Verfahren des Laserscanners zwischen den Scanvorgängen ist es möglich, dass der Laserscanner von einem einzigen Ort aus zwei Profilschans in den unterschiedlichen Scanebenen durchführt und anschließend in seine nächste Messposition verfahren wird. Alle diese Varianten sind umfasst von der Formulierung „wenigstens zweimal durch den Innenraum fahren“. Bei einem diskontinuierlichen Verfahren des Laserscanners wird das Verfahren bevorzugt gestoppt, während ein Scan in einer Ebene stattfindet. Bei dieser Arbeitsweise werden Ebenen gescannt; der Abstand zweier Scanebenen entspricht dem Fahrweg des Laserscanners zwischen zwei Scanvorgängen. Durch die Konstruktion eines Laserscanners kann unter Umständen nicht das gesamte 360°-Segment einer Scanebene überstrichen werden, bedingt beispielsweise durch einen Steg am Scannergehäuse kann der Scanwinkel auf beispielsweise etwa 320° eingeschränkt sein. In diesem Fall wird der Abschattungsbereich des Laserscanners vorzugsweise so positioniert, dass die Abschattung zu einem messtechnisch nicht interessierenden Bereich des Innenraums hin erfolgt, beispielsweise zum Flugzeugboden. Wenn das Abtasten der Scanebenen während eines kontinuierlichen Verfahrens des Laserscanners erfolgt, wird im Ergebnis eine Helix abgetastet. In der Regel ist aus praktischen Gründen (Geschwindigkeit) eine solche Helix-Abtastung bevorzugt.

[0016] Die Scanebene kann erfindungsgemäß um einen Winkel von 5 bis 50°, vorzugsweise 5 bis 30°, weiter vorzugsweise 5 bis 20°, besonders bevorzugt 5 bis 15° aus der yz-Ebene des Koordinatensystems des Innenraums gekippt sein. Das Kippen erfolgt bevorzugt mindestens um die y-Achse, also die Horizontalachse senkrecht zur Längsrichtung x. Ein Winkel von 5 bis 15°, insbesondere beispielsweise etwa 10°, ist bevorzugt, da sich dieser Winkelbereich besonders eignet, um einerseits übliche Hinterschneidungen hinreichend auszuleuchten und andererseits ein den Messfehler erhöhendes Auftreffen des Messstrahls auf die zu vermessenden Flächen des Innenraums in einem sehr flachen Winkel zu vermeiden. Abhängig von der gewünschten Messgenauigkeit ei-

nerseits und Art und Tiefe etwaiger auszuleuchtender Hinterschneidungen andererseits kann der Winkel angepasst werden. Bevorzugt ist die Scanebene bei den beiden Scans in unterschiedlicher Richtung der x-Achse aus der yz-Ebene gekippt. Beispielsweise kann sie bei einem ersten Scan um 10° nach vorne (bei einem Verkehrsmittel in Fahrt- bzw. Flugrichtung) aus der yz-Ebene gekippt sein, bei einem zweiten Scan um den gleichen Betrag des Kippwinkels nach hinten.

[0017] Übliche Verkehrsmittel wie beispielsweise Flugzeuge sind häufig spiegelsymmetrisch zu einer xz-Ebene ihres Koordinatensystems, also einer durch Längsachse und Hochachse verlaufenden Spiegelebene. Es ist im Rahmen der Erfindung möglich, den Fahrweg des Laserscanners mittig in dem Innenraum, also in der Spiegelebene verlaufend, anzuordnen. Erfindungsgemäß ist es jedoch auch möglich, bei den beiden Scans den Scanner auf unterschiedlichen Fahrwegen, beispielsweise auf unterschiedlichen Seiten einer solchen Spiegelebene, soweit sie vorhanden ist, zu verfahren. Insbesondere ist es möglich, dass die beiden Fahrwege zueinander parallele Geraden sind, die im Wesentlichen spiegelsymmetrisch zu der Spiegelebene xz des Innenraums verlaufen. Erfindungsgemäß ist es jedoch auch möglich, dass die beiden Fahrwege bzw. Fahrachsen unterschiedliche Abstände von der Mittellinie des Innenraums aufweisen. Bei einem spiegelsymmetrischen Innenraum verläuft diese Mittellinie in der Spiegelebene xz des Innenraums. Dieses Verfahren des Laserscanners auf zwei Fahrwegen beabstandet von der Mittelachse des Innenraums erleichtert das Ausleuchten auch solcher Hinterschneidungen, die seitlich (in Richtung der y-Achse) weisen.

[0018] Eine erfindungsgemäße Anordnung zur Durchführung des Verfahrens kann eine Basis mit darauf angeordneten Fahrwegen (beispielsweise Schienen) für einen Laserscanner aufweisen, die Mittel zur Verbindung mit den Sitzschienen im Kabinenboden eines Verkehrsmittels wie beispielsweise eines Flugzeugs aufweisen. Auf diese Weise kann der Fahrweg des Laserscanners schnell und einfach in eine definierte Position in einem Flugzeug montiert werden. Erfindungsgemäß ist es bevorzugt, wenn der Laserscanner das Messverfahren autonom und ohne Anwesenheit von Bedienungspersonal durchführen kann. Dies vermeidet, dass beispielsweise durch in der Flugzeugkabine anwesendes Bedienungspersonal Verwindungen oder sonstige Verformungen der zu vermessenden Struktur auftreten. Weiter ist es bevorzugt, wenn der Laserscanner autonom auch im Hinblick auf die Energieversorgung und eine Energiequelle wie beispielsweise eine Batterie mit sich führt. Alternativ kann eine Energieversorgung beispielsweise über den Fahrweg (beispielsweise die Schienen) erfolgen.

[0019] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen erläutert. Darin zeigen:

[0020] [Fig. 1](#): schematisch einen Anschnitt einer Flugzeugkabine mit einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

[0021] [Fig. 2](#): einen Ausschnitt aus [Fig. 1](#);

[0022] [Fig. 3](#): schematisch die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ausleuchtung von Hinterschnitten;

[0023] [Fig. 4](#): einen Ausschnitt aus [Fig. 3](#).

[0024] [Fig. 1](#) zeigt in einem Anschnitt den Innenraum einer Flugzeugkabine mit dem Kabinenboden **1** und der Außenhaut **2** des Rumpfes. Zur Vorbereitung eines Innenausbaus soll diese Flugzeugkabine vermessen werden.

[0025] Auf dem Kabinenboden **1** sind für die Durchführung der Vermessung zwei Führungsschienen **3**, **4** angeordnet, die jeweils im wesentlichen parallel zur Längsachse der Kabine verlaufen. Die beiden Führungsschienen **3**, **4** sind auf unterschiedlichen Seiten der in Richtung der Längsachse laufenden Symmetrieebene angeordnet, die in der xz-Ebene durch die Flugzeugkabine läuft.

[0026] An einem bekannten Referenzort in der Flugzeugkabine wird stationär ein optisches Ortungssystem wie beispielsweise ein Lasertracker **5** angeordnet. Er dient als Referenz zur Feststellung des Ortes eines Laserscanners **6**, der fahrbar auf einem selbstfahrenden Wagen **7** angeordnet ist. Der Laserscanner **6** ist zur Durchführung sogenannter Profilschans ausgebildet, bei denen der Messstrahl für den Messvorgang sukzessive um eine Achse senkrecht zur Strahlrichtung rotiert und somit eine Messung in einer Ebene **8** durchgeführt wird. Insbesondere in der [Fig. 2](#) ist zu erkennen, dass diese Scanebene **8** gegenüber der durch die y-Achse und z-Achse des Koordinatensystems des Innenraums aufgespannten Ebene **9** um einen Winkel α geneigt ist.

[0027] Zur Durchführung einer Vermessung wird der Wagen **7** auf ein Ende der Führungsschiene **3** gesetzt. Es erfolgt dann eine Abtastung des Innenraums in der Scanebene **8**. Im Zuge des langsamen Verfahrens des Wagens **7** entlang der Schiene **3** wird diese Scanebene **8** durch den gesamten zu vermessenden Innenraum gefahren, so dass dieser vermessen wird. Der Ort des Wagens **7** während des Messvorgangs wird mittels des Lasertrackers **5** bestimmt.

[0028] In einem zweiten Schritt wird der Wagen **7** auf die parallel verlaufende Führungsschiene **4** gesetzt und der Messvorgang wiederholt. Bei diesem

zweiten Messvorgang wird die Scanebene **8** verkippt, so dass sie jetzt mit der yz-Ebene **9** den Winkel $-\alpha$ einschließt. Bei diesem zweiten Scanvorgang wird der Innenraum somit mit einer unterschiedlichen Scanebene vermessen.

[0029] In [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) ist zu erkennen, dass eine hinterschnittene Struktur **10** im Innenraum des Flugzeugs weitgehend vollständig ausgeleuchtet und damit vermessen werden kann, wenn zwei Scans mit zueinander geneigten Scanebenen **8** erfolgen.

[0030] In den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) ist eine hinterschnittene Struktur **10** an der Kabinendecke zu erkennen. Bei dem ersten Messvorgang, bei dem die Scanebene **8** mit der yz-Ebene **9** den Winkel α einschließt, wird ein Teil dieser hinterschnittenen Struktur **10** abgeschattet und dementsprechend nicht vollständig ausgeleuchtet und vermessen, wie insbesondere in [Fig. 4](#) zu erkennen ist. Bei dem zweiten Messvorgang schließt die Scanebene **8** mit der yz-Ebene **9** den Winkel $-\alpha$ ein, so dass jetzt der zuvor abgeschattete Bereich ausgeleuchtet und vermessen wird, wie in der rechten Hälfte der [Fig. 4](#) zu erkennen ist. Durch das zweifache Vermessen mit jeweils unterschiedlich geneigten Scanebenen ist somit die hinterschnittene Struktur **10** vollständig oder doch zumindest weitestgehend erfasst.

[0031] Die im Zuge des Scanvorgangs erhaltenen Scandaten können entweder im Laserscanner **6** gespeichert und nach Beendigung der Messung zur Auswertung ausgelesen werden oder alternativ während der Messung, bevorzugt drahtlos, an eine Auswerteeinheit übertragen werden. Die erhaltenen Messpunkte können dann mittels der Tracking-Informationen des Lasertrackers **5** in das Koordinatensystem des zu vermessenden Innenraumes umgerechnet werden. Aus den so erhaltenen Punktwolken kann dann bevorzugt in einer Netzdarstellung eine Errechnung der dreidimensionalen Koordinaten des zu vermessenden Innenraumes erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Vermessen des Innenraums eines langgestreckten Körpers (**1**, **2**), der in einem globalen xyz-Koordinatensystem die Längsachse x aufweist, wobei ein Laser-Profilschan durchgeführt wird, bei dem ein Scans in einer Ebene durchführender Laserscanner (**6**) durch den Innenraum gefahren wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Scanebene (**8**) um mindestens eine Achse aus dem globalen Koordinatensystem des Innenraums gekippt ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Scanebene (**8**) um wenigstens zwei Achsen aus dem globalen Koordinatensystem gekippt ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Laserscanner (6) entlang einer im Wesentlichen zur Längsachse x parallelen Achse durch den Innenraum gefahren wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Laserscanner (6) wenigstens zweimal durch den Innenraum gefahren wird und die Scanebene (8) bei beiden Scans um einen unterschiedlichen Winkel aus dem Koordinatensystem des Innenraums gekippt ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Scanebene (8) um einen Winkel von 5 bis 50°, vorzugsweise 5 bis 30°, weiter vorzugsweise 5 bis 20°, weiter vorzugsweise 5 bis 15° aus der yz-Ebene (9) des Koordinatensystems des Innenraums gekippt ist.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Scanebene (8) bei einem ersten Scan in eine erste Richtung der x-Achse und bei einem zweiten Scan in die andere Richtung der x-Achse aus der yz-Ebene (9) gekippt ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrag der Kippwinkel bei dem ersten und zweiten Scan identisch ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Laserscanner (6) bei dem ersten und zweiten Scan entlang zweier unterschiedlicher Achsen (3, 4) durch den Innenraum gefahren wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden unterschiedlichen Achsen (3, 4) zueinander und zur Längsachse x des Innenraums im Wesentlichen parallel sind und im Wesentlichen spiegelsymmetrisch zu einer durch die Längsachse x des Innenraums verlaufenden Ebene angeordnet sind.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Achsen (3, 4) unterschiedliche Abstände von der Mittellinie des Innenraums aufweisen.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren des Laserscanners (6) diskontinuierlich erfolgt und das Abtasten einer oder mehrerer Scanebenen in den Verfahrpausen des Laserscanners (6) erfolgt.

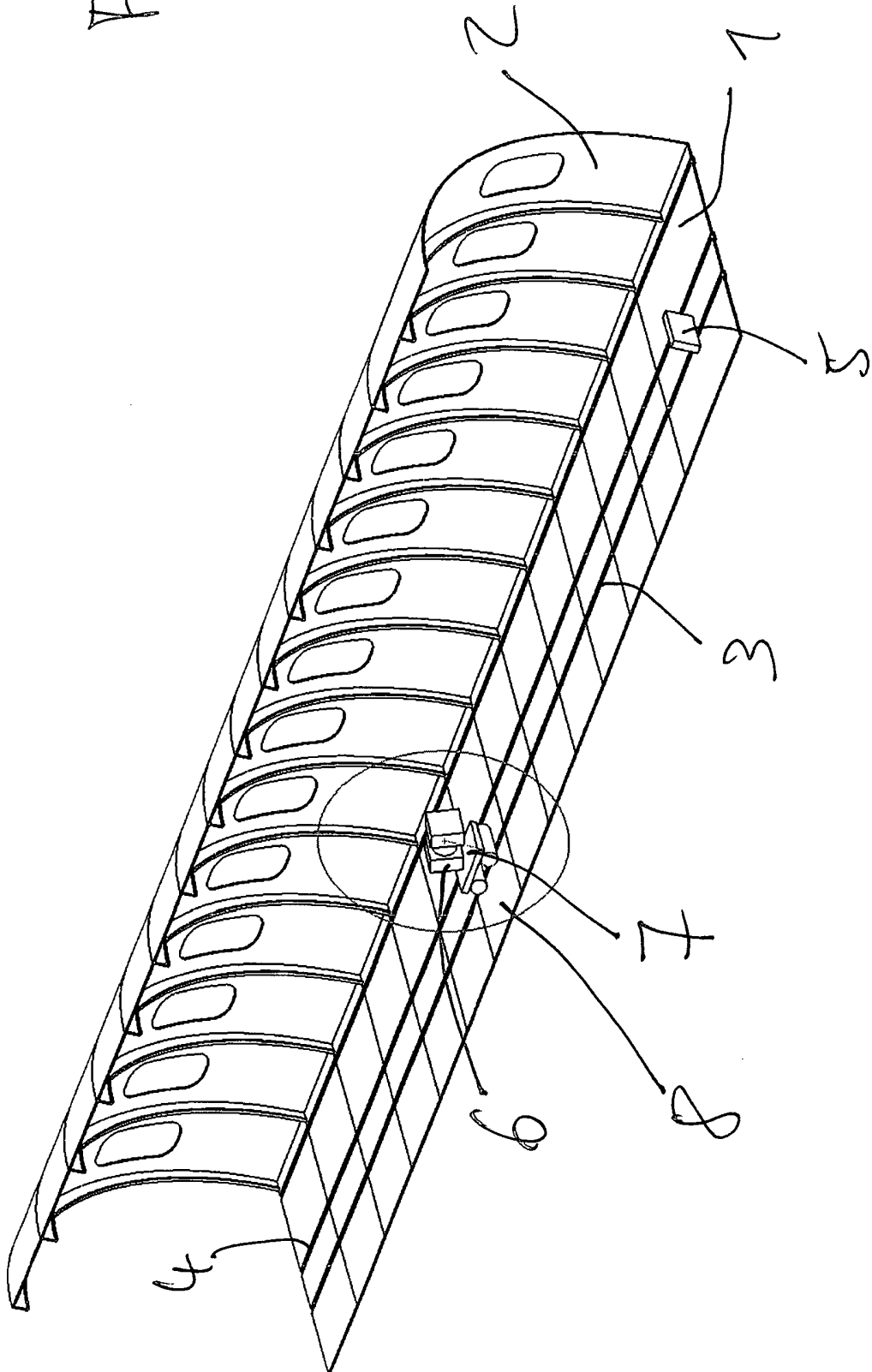
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren des Laserscanners (6) und das Abtasten einer oder mehrerer Scanebenen gleichzeitig erfolgt, wobei der Verfahrensvorgang bevorzugt kontinuierlich ist.

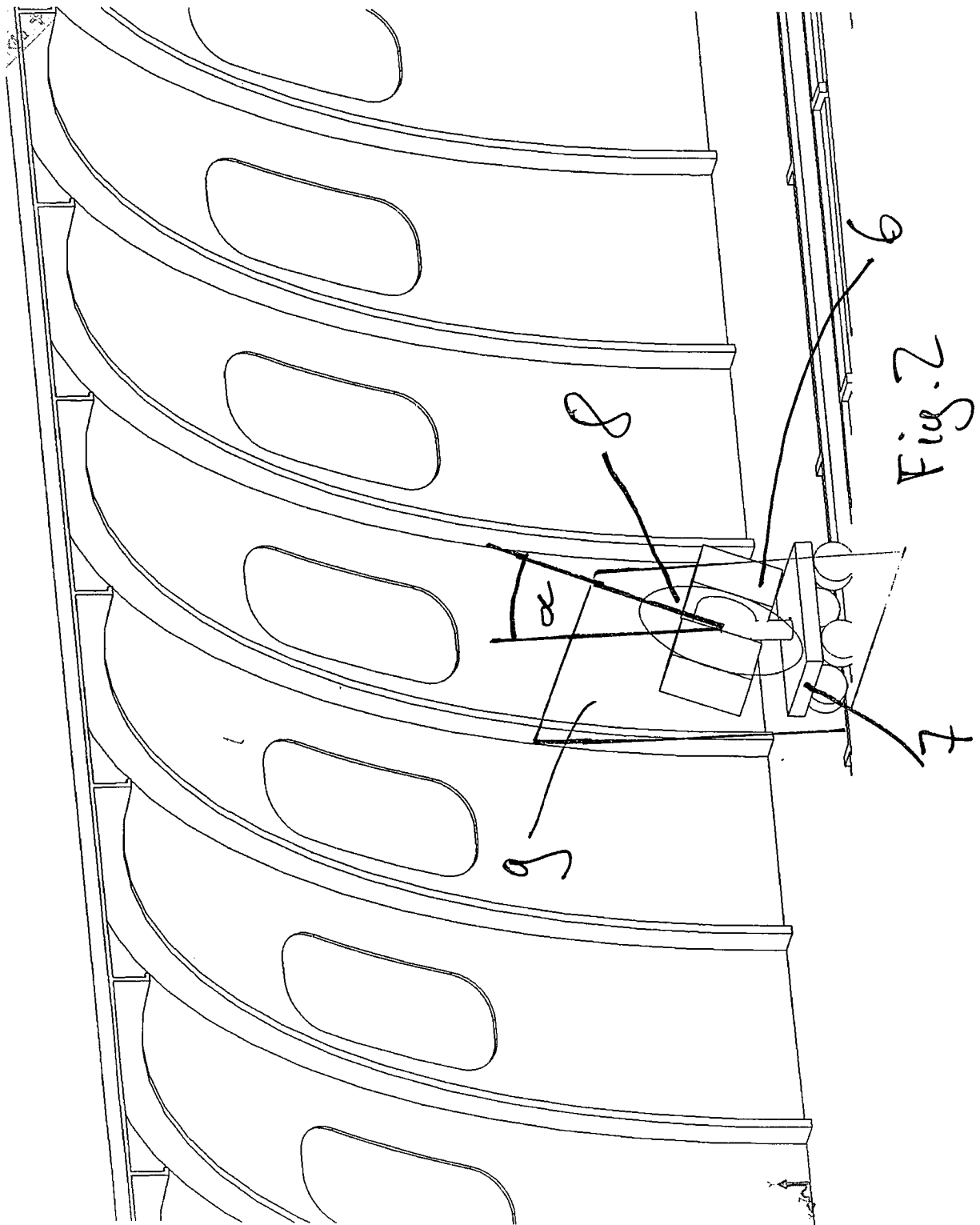
13. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens

nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Basis mit darauf angeordneten Fahrwegen für einen Laserscanner aufweist, die Mittel zur Verbindung mit den Sitzschienen im Kabinenboden eines Verkehrsmittels, insbesondere Flugzeugs, aufweist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Fig. 1





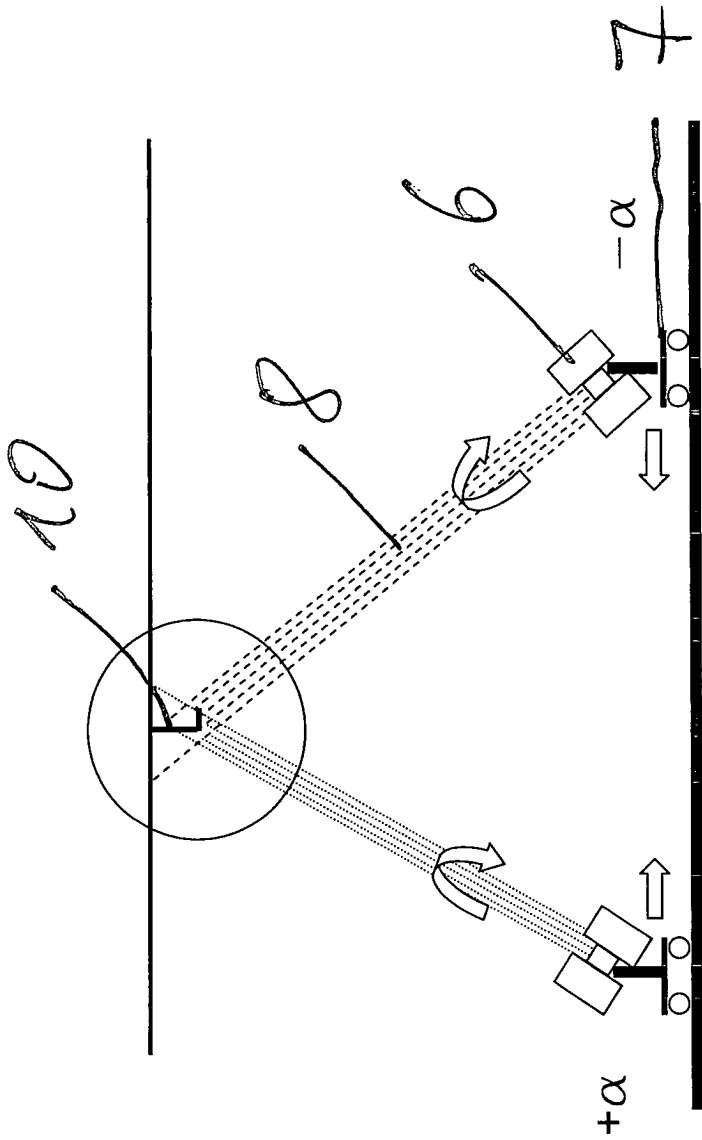


Fig. 3

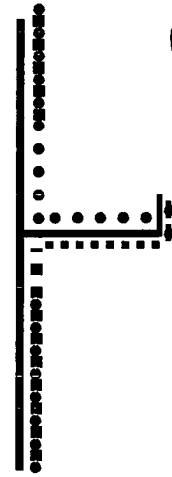
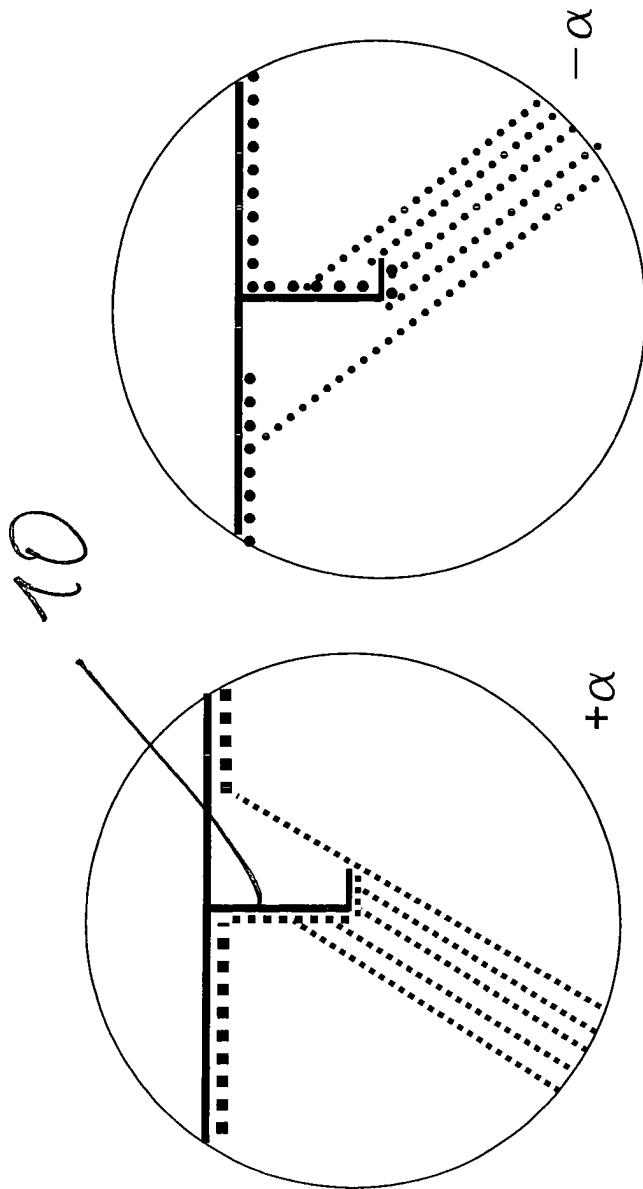


Fig. 4