

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. Juli 2008 (10.07.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/080385 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01B 11/24 (2006.01) G01M 17/02 (2006.01)
G01B 11/25 (2006.01) G02B 26/10 (2006.01)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CHRONOS VISION GMBH [DE/DE]; Wiesenweg 9, 12247 Berlin (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2007/002282

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): POGADE, Wolfgang [DE/DE]; Calandrellistr. 59d, 12247 Berlin (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

18. Dezember 2007 (18.12.2007)

(74) Anwalt: WILLEMS, Volker; Rathausstr. 28, 82024 Taufkirchen (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

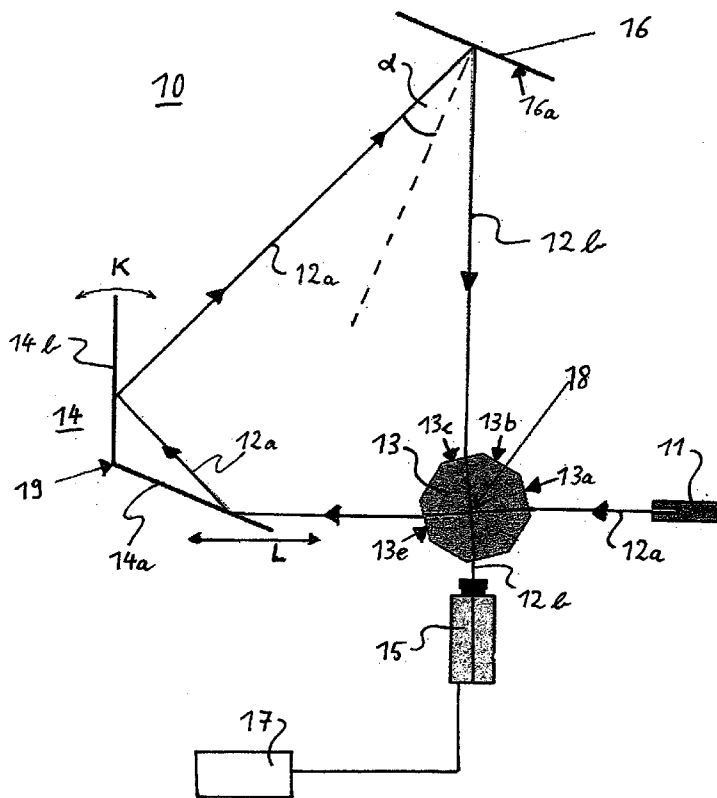
10 2006 062 447.5

28. Dezember 2006 (28.12.2006) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR SENSING THE THREE-DIMENSIONAL SURFACE OF AN OBJECT, IN PARTICULAR OF A VEHICLE TIRE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERFASSUNG DER DREIDIMENSIONALEN OBERFLÄCHE EINES OBJEKTS, INSBESONDERE EINES FAHRZEUGREIFENS



(57) Abstract: In a method for sensing the three-dimensional surface of an object, a vehicle tire, for example, a light beam (12a) is emitted by a light source (11) and projected at an angle onto the surface (16a) of the object (16) to be sensed. The light beam (12a) reflected by the surface (16a) is sensed by an optical sensor (15), and the surface (16a) of the object (16) is determined from the image data. The light beam (12a) projected onto the surface (16a) of the object (16) is displaced by means of a rotating prism (13) parallel to the beam axis of said light beam (12a) in such a way that said light beam (12a) passes over the surface (16a) of the object (16) to be sensed under a constant angle of incidence (α). Tire profiles of motor vehicle tires in particular are measured. The measurement device (10) has a laser (11), a rotatable prism (12), and a mirror device (14).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/080385 A1



MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Erfassung der dreidimensionalen Oberfläche eines Objekts, das zum Beispiel ein Fahrzeugreifen ist, wird von einer Lichtquelle (11) ein Lichtstrahl (12a) ausgesendet und geneigt auf die zu erfassende Oberfläche (16a) des Objektes (16) projiziert. Der von der Oberfläche (16a) reflektierte Lichtstrahl (12b) wird von einem optischen Sensor (15) erfasst, und aus den Bilddaten wird die Oberfläche (16a) des Objekts (16) bestimmt. Der auf die Oberfläche (16a) des Objekts (16) projizierte Lichtstrahl (12a) wird mittels eines rotierenden Prismas (13) parallel zu seiner Strahlachse verschoben, so dass er die zu erfassende Oberfläche (16a) des Objekts (16) unter einem konstanten Neigungswinkel (α) überstreicht. Insbesondere werden Reifenprofile von Kraftfahrzeugreifen vermessen. Die Messeinrichtung (10) weist einen Laser (11), ein rotierbares Prisma (12) und eine Spiegeleinrichtung (14) auf.

Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung der dreidimensionalen Oberfläche eines Objekts, insbesondere eines Fahrzeugreifens

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zu Erfassung der dreidimensionalen Oberfläche eines Objekts gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1, sowie eine Vorrichtung zur Erfassung der dreidimensionalen Oberfläche eines Objekts gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 10.

Die Erfassung von Objektoberflächen ist in verschiedenen Anwendungen von Bedeutung. Beispielsweise besteht in der Verkehrstechnik das Bedürfnis, den Zustand von Reifenoberflächen zu kontrollieren und die Profiltiefe von Kraftfahrzeugreifen zu messen. In der Verkehrsüberwachung bzw. Verkehrstechnik kann durch schnelle Messung der Profiltiefen von Kraftfahrzeugreifen die Verkehrssicherheit erheblich erhöht werden. Dabei ist es wünschenswert, wenn die Messung zum Beispiel auch am bewegten Fahrzeug vorgenommen werden kann. Durch Messung der Profiltiefe von Kraftfahrzeugreifen im fließenden Verkehr wäre es möglich, Fahrzeuge mit unzureichendem Reifenprofil zu identifizieren, wodurch die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften besser durchgesetzt werden könnte.

Aber auch in der industriellen Fertigung von Produkten ist die Erfassung der Oberfläche wichtig, beispielsweise um Qualitätskontrollen durchzuführen, oder um Produkte in automatisierten Prozessen zu fertigen.

Im Stand der Technik werden dreidimensionale Oberflächen zum Beispiel mit Hilfe des Lichtschnitt – Triangulationsverfahrens erfasst bzw. vermessen. Dabei wird eine Oberfläche mit einem Lichtstrahl oder einer Beleuchtungslinie schräg beleuchtet und der von der Objektoberfläche zurückreflektierte Lichtstrahl wird erfasst. Aus der Verschiebung des reflektierten Lichtstrahls, die von der Lage des jeweiligen Reflexionspunktes an der Objektoberfläche abhängig ist, wird die Oberflächenstruktur ermittelt.

Die Druckschrift DE19705047A1 zeigt beispielsweise ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung der Profiltiefe eines Kraftfahrzeugreifens, bei dem das Reifenprofil mit Laserlicht beaufschlagt wird und das vom Reifenprofil reflektierte Licht durch einen bildauflösenden Sensor erfasst wird. Der bildauflösende Sensor beobachtet die Form des Lichtflecks und erzeugt Ausgangsdaten nach Maßgabe der Profiltiefe. Während der Messung wird der Kraftfahrzeugreifen rotiert, um die Messung an mehreren Stellen des Reifenprofils durchführen zu können. Die Messung wird zum Beispiel an einem Bremsprüfstand durchgeführt, in dem sich der Reifen dreht, während er vom Laserlicht beaufschlagt wird.

Die Druckschriften WO96/37754 und DE4316984A1 zeigen jeweils Verfahren und Vorrichtungen zur Ermittlung der Profiltiefe von Fahrzeugreifen, bei denen das Lichtschnitt – Triangulationsverfahren durchgeführt wird, wobei die Messeinrichtung relativ zur Objekt- bzw. Reifenoberfläche bewegt wird, um die Oberfläche zu erfassen.

Verfahren zur Reifenprofilmessung im fließenden Verkehr sind beispielsweise in den Druckschriften DE-OS1809459 und EP0469948A1 offenbart. Dabei werden zum Beispiel stationäre Messeinrichtungen aus einer Grube heraus benutzt, die eine einzelne Messlinie auf das Objekt projizieren, um daraus eine auswertbare Profillinie zu erhalten. Um eine erhöhte Auswertungssicherheit zu erhalten, sind mehrere solche Anlagen hintereinander vorgesehen.

Die Druckschrift DE10141363A1 beschreibt allgemein eine Abtastvorrichtung, wobei ein Abtaststrahl durch ein sich drehendes Durchlichtprisma auf eine zu untersuchende Szene projiziert wird. Das dort gezeigte Verfahren und die Anordnung sind jedoch nicht zur Triangulation geeignet, da der Abtaststrahl und der Reflektionsstrahl in einer Ebene liegen.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit denen eine ruhende Objektoberfläche mit Hilfe des Lichtschnitt – Triangulationsverfahrens in sehr kurzer Zeit und mit hoher Geschwindigkeit

automatisch vermessen werden kann. Insbesondere soll die Profiltiefe von Kraftfahrzeugreifen im fließenden Verkehr vermessen werden können.

Diese Aufgabe wird gelöst durch das Verfahren zur Erfassung der dreidimensionalen Oberfläche eines Objekts gemäß Patentanspruch 1, sowie durch die Vorrichtung zur Erfassung der dreidimensionalen Oberfläche eines Objekts gemäß Patentanspruch 10. Weitere vorteilhafte Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

Bei dem erfindungsgemäßen verfahren zur Erfassung der dreidimensionalen Oberfläche eines Objekts wird von einer Lichtquelle ein Lichtstrahl ausgesendet und geneigt auf eine zu erfassende Oberfläche des Objektes projiziert, und der von der Oberfläche reflektierte Lichtstrahl wird von einem optischen Sensor erfasst, um aus Bilddaten, die vom optischen Sensor erzeugt werden, die Oberfläche des Objekts zu bestimmen, wobei der auf die Oberfläche des Objekts projizierte Lichtstrahl mittels eines rotierenden Prismas parallel zu seiner Strahlachse verschoben wird, sodass er die zu erfassende Oberfläche des Objekts unter einem Konstanten Neigungswinkel α überstreicht.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann der Lichtstrahl mit besonders hoher Geschwindigkeit über die Objekt Oberfläche geführt werden, sodass mit dem Lichtschnitt – Triangulationsverfahren der vom Lichtstrahl erfasste Bereich der Oberfläche vermessen werden kann. Insbesondere kann mit dem Verfahren ein Teilbereich der Oberfläche eines Kraftfahrzeugreifens in so kurzer Zeit erfasst werden, dass die Vermessung der Profiltiefe im fließenden Verkehr möglich ist.

Vorteilhafterweise ist der Lichtstrahl als zweidimensionale Beleuchtungslinie geformt, die sich quer zur Strahlachse erstreckt, wobei die auf die zu erfassende Oberfläche projizierte Beleuchtungslinie während der Messung parallel verschoben wird. Dadurch kann ein gesamter Bereich der Oberfläche erfasst werden, der durch die sich parallel verschiebende Beleuchtungslinie überstrichen wird.

Insbesondere wird als Objekt zum Beispiel ein Fahrzeugreifen verwendet, wobei aus den Bilddaten die Profiltiefe des Fahrzeugreifens ermittelt wird.

Vorteilhafterweise wird das Objekt durch einen Spalt hindurch beleuchtet, wobei sich die Beleuchtungslinie in Längsrichtung des Spalts erstreckt und während der Messung die Breite des Spalts überstreicht. Dies ist insbesondere im Fall der Reifenprofiltiefenmessung von Vorteil, wenn beispielsweise der Spalt in der Fahrbahnoberfläche angeordnet ist. Dabei präsentiert sich für kurze Zeit der zu vermessende Reifen dem Lichtstrahl während er über dem Spalt abrollt. Während des Abrollvorgangs ist die auf dem Spalt befindliche Reifenoberfläche relativ zur Messvorrichtung im Ruhezustand. In dieser Zeit kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die auf dem Spalt ruhende Reifenoberfläche erfasst und deren Profiltiefe gemessen werden.

Vorteilhafterweise wird der ausgesendete Lichtstrahl nach Durchlaufen des rotierenden Primas mittels einer justierbaren Spiegeleinrichtung auf das Objekt gelenkt. Dadurch wird der sich parallel verschiebende Lichtstrahl in Richtung auf die Objekt Oberfläche gelenkt, wobei die Strahlrichtung im Raum, das heißt die parallele Verschiebung des Lichtstrahls, erhalten bleibt.

Bevorzugt durchläuft der ausgesendete Lichtstrahl das rotierende Prisma, wobei er parallel verschoben wird, und anschließend durchläuft der vom Objekt reflektierte Lichtstrahl das rotierende Prisma ein zweites Mal, um die beim ersten Durchlauf verursachte Parallelverschiebung nach der Reflektion am Objekt wieder aufzuheben. Das heißt, der vom Messobjekt, beispielsweise dem Kraftfahrzeugreifen, resultierende Reflektionsstrahl durchläuft auf dem Weg zum optischen Sensor ein zweites Mal das sich drehende Prisma, jedoch durch ein anderes Flächenpaar als der ausgesendete bzw. primäre Lichtstrahl. Dieser resultierende Reflektionsstrahl wird daher beim zweiten Durchgang durch das Prisma derart parallel verschoben, dass sich die beim ersten Durchgang erfolgte Parallelverschiebung wieder aufhebt. Dadurch bewegt sich der Reflektionsstrahl,

der zum Beispiel als Profillinie vorliegt, relativ zum optischen Sensor nicht, obwohl die Beleuchtungslinie bzw. der primäre Lichtstrahl während der Drehung des Prismas parallel verschoben wird und dabei zum Beispiel die gesamte Breite des Beobachtungsspaltens überstreicht.

Vorteilhafterweise wird der zum Objekt gesendete Lichtstrahl mittels der Spiegeleinrichtung derart ausgerichtet, dass er parallel zu dem vom Objekt reflektierten Lichtstrahl verläuft. Dadurch, dass der zum Objekt gesendete Lichtstrahl und der vom Objekt reflektierte Lichtstrahl in weiten Bereichen parallel zueinander verlaufen, können die Abmessungen der Messvorrichtung besonders gering gehalten werden. Weiterhin kann der gegenseitige Abstand der beiden parallelen Lichtstrahlen je nach der gewünschten Anwendung eingestellt bzw. entsprechend verändert werden, sodass der Anwendungsbereich der Abtastvorrichtung äußerst flexibel ist.

Bevorzugt wird der Lichtstrahl vor dem Auftreffen auf das Objekt mittels Hilfsspiegeln so umgelenkt, dass er schräg auf die Oberfläche des Objekts einfällt.

Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung wird eine Vorrichtung zur Erfassung der dreidimensionalen Oberfläche eines Objekts geschaffen, mit einer Lichtquelle, die einen Lichtstrahl aussendet, einer optischen Einrichtung, um den ausgesendeten Lichtstrahl geneigt auf eine zu erfassende Oberfläche des Objekts zu projizieren, einen optischen Sensor, der den von der Oberfläche reflektierten Lichtstrahl erfasst und Bilddaten erzeugt, und einer Auswerteeinheit, die aus den Bilddaten des optischen Sensors die Oberfläche des Objekts bestimmt, wobei ein rotierbares Prisma vorgesehen ist, das den auf die Oberfläche projizierten Lichtstrahl parallel zu seiner Strahlachse verschiebt, sodass er die zu erfassende Oberfläche des Objekts unter einem konstanten Neigungswinkel α überstreicht.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden anhand des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben.

Vorteilhafterweise ist die Lichtquelle derart ausgestaltet, dass der Lichtstrahl als Beleuchtungslinie geformt ist, die sich quer zur Strahlrichtung erstreckt, wobei die Drehachse des Prismas in der Ebene der Beleuchtungslinie liegt. Dadurch wird die Beleuchtungslinie beim Durchlaufen des rotierenden Prismas parallel verschoben, sodass ein Bereich der Oberfläche durch die sich parallel verschiebende Beleuchtungslinie überstrichen wird.

Vorteilhafterweise ist das Objekt ein Fahrzeugreifen, und die Auswerteeinrichtung ist zur Bestimmung der Profiltiefe des Fahrzeugreifens aus den Bilddaten ausgestaltet.

Insbesondere hat das rotierbare Prisma zum Beispiel eine geradzahlige Anzahl von Flächen. Dabei hat das rotierbare Prisma sich jeweils gegenüberliegende, parallel zueinander ausgerichtete Prismenflächen, durch die der ausgesendete Lichtstrahl geführt wird.

Bevorzugt umfasst die Vorrichtung eine Wand, in der ein Spalt ausgebildet ist, durch den das Objekt beleuchtet wird, wobei sich der Spalt parallel zur Beleuchtungslinie, das heißt in dessen Längsrichtung, erstreckt. Dabei kann die Wand zum Beispiel in eine Fahrbahnoberfläche integriert sein, sodass die Reifen von Fahrzeugen, die sich auf der Fahrbahn bewegen, auf dem Spalt abrollen und sich auf diese Weise kurzzeitig dem Lichtstrahl bzw. der Beleuchtungslinie präsentieren. In dieser Zeit kann die Beleuchtungslinie parallel über die Spaltbreite verschoben werden, sodass der gesamte Flächenbereich des Objekts oder Fahrzeugreifens, der auf dem Spalt aufliegt, vermessen werden kann.

Insbesondere können die Abmessungen des Prismas derart gewählt sein, dass die Parallelverschiebung der auf die zu erfassende Oberfläche projizierten Beleuchtungslinie im Wesentlichen der Breite des Spaltes entspricht.

Bevorzugt hat die optische Einrichtung mindestens ein Spiegelpaar mit gegeneinander geneigten Spiegeln, um den Lichtstrahl auf das Objekt zu lenken,

während er parallel verschoben wird. Dadurch bleibt die Parallelverschiebung, die durch das rotierende Prisma bewirkt wird, auch nach der Reflektion an dem Spiegelpaar erhalten.

Bevorzugt ist das Spiegelpaar in Strahlrichtung verschiebbar und der Winkel zwischen den beiden Spiegeln ist zum Beispiel einstellbar. Dadurch kann das Spiegelpaar genau justiert werden, um den Licht- bzw. Messstrahl exakt auf die Messoberfläche auszurichten.

Vorteilhafterweise ist das rotierbare Prisma derart im Strahlengang angeordnet, dass sowohl der ausgesendete Lichtstrahl als auch der vom Objekt reflektierte Lichtstrahl dasselbe Prisma durchläuft, sodass sich die beiden Parallelverschiebungen des Lichtstrahls beim jeweiligen Durchlaufen des Prismas gegenseitig aufheben. Dadurch trifft der vom Objekt reflektierte Lichtstrahl bzw. die vom Objekt reflektierte Profillinie stets an derselben Stelle auf den optischen Sensor, der zum Beispiel eine Kamera oder Teil einer Kamera ist. Das heißt, die sich aufgrund der Parallelverschiebung auf der Objektoberfläche ergebende zeitliche Veränderung der Profillinie wird durch den optischen Sensor erfasst und kann anschließend ausgewertet werden.

Vorteilhafterweise ist die optische Einrichtung derart ausgestaltet, dass der zum Objekt gesendete Lichtstrahl im Wesentlichen parallel zu dem vom Objekt reflektierten Lichtstrahl verläuft.

Insbesondere kann die optische Einrichtung Hilfsspiegel umfassen, die angrenzend an das Objekt angeordnet sind und den auf das Objekt gerichteten Lichtstrahl derart umlenken, dass er schräg auf die Oberfläche des Objekts trifft. Dadurch kann das Lichtschnitt – Triangulationsverfahren auch bei im Wesentlichen parallelen Strahlengang durchgeführt werden.

Bevorzugt umfasst die Vorrichtung ein Gehäuse, das Fenster mit selbstreinigenden Oberflächen aufweist, durch die der ausgesendete und/oder der vom Objekt reflektierte Lichtstrahl geführt wird.

Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand von Zeichnungen beschrieben, in denen:

- Fig. 1** eine erste bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer Schnittansicht prinzipiell zeigt;
- Fig. 2** eine perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung während der Vermessung des Profils eines Fahrzeugreifens als Objekt zeigt;
- Fig. 3a-d** den zeitlichen Ablauf der Vermessung eines Reifenprofils schematisch darstellen;
- Fig. 4** eine Vorrichtung gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung in einer schematischen Schnittansicht zeigt, wobei der Strahlengang parallel gestaltet ist;
- Fig. 5a und 5b** das Lichtschnitt – Triangulationsverfahren am Beispiel der Vermessung einer glatten Oberfläche darstellen;
- Fig. 6a und 6b** das Lichtschnitt – Triangulationsverfahren am Beispiel einer unebenen Oberfläche darstellen; und
- Fig. 7** ein Beispiel eines Messbildes zeigt, das mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem erfindungsgemäßen Verfahren erstellt wurde.

Vorteile und Merkmale, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben werden, gelten auch für das erfindungsgemäße Verfahren und umgekehrt.

Figur 1 zeigt eine Messeinrichtung 10, die eine erste bevorzugte Ausführungsform der Erfindung darstellt und zur Erfassung der dreidimensionalen Oberfläche eines Objekts ausgestaltet ist. Die Messeinrichtung 10 hat eine Lichtquelle 11 in Form eines Lasers, die einen Lichtstrahl 12a aussendet, sowie ein rotierbares Prisma 13 und eine Spiegeleinrichtung 14, die nacheinander im Strahlengang angeordnet sind. Weiterhin umfasst die Messeinrichtung 10 einen optischen Sensor 15, der zum Beispiel als Kamera ausgestaltet ist und den von einem zu vermessenden Objekt 16 reflektierten Lichtstrahl 12b erfasst. Weiterhin ist eine Auswerteeinheit 17 vorgesehen, die vom optischen Sensor 15 erzeugte Bilddaten empfängt und aus den Bilddaten den Verlauf der Oberfläche des Objekts 16 bestimmt.

Im vorliegenden Beispiel ist der Laser 11 so ausgestaltet, dass er als Lichtstrahl 12a eine Beleuchtungslinie aussendet, die sich quer zur Strahlrichtung erstreckt, das heißt in der Figur 1 senkrecht zur Zeichnungsebene verläuft. Das rotierbare Prisma 13 hat eine Drehachse 18, die senkrecht zur Strahlrichtung gerichtet ist, sodass der vom Laser kommende Lichtstrahl 12a nacheinander auf die verschiedenen Flächen 13a, 13b, 13c usw. des Prismas 13 auftrifft und das Prisma 13 durchläuft. An einer Fläche 13e, die der Fläche 13a durch die der Lichtstrahl 12a eintritt, gegenüberliegt, verlässt der Lichtstrahl 12a das Prisma. Dabei sind die Flächenpaare, durch die der Lichtstrahl 12a ein- und austritt, jeweils parallel zueinander gerichtet, sodass der Lichtstrahl 12a bei einer Drehung des Prismas 13 um die Drehachse 18 kontinuierlich in einer Richtung parallel verschoben wird. Die Parallelverschiebung wird durch den optischen Effekt der planparallelen Platte verursacht, die im vorliegenden Fall von den sich jeweils gegenüberliegenden parallelen Prismenflächen 13a, 13e gebildet wird. Sobald aufgrund der Drehung des Prismas 13 der Eintritt und Austritt des Lichtstrahls 12a durch das nächste Paar von Prismenflächen erfolgt, kehrt der aus dem Prisma 13 austretende Lichtstrahl in seine Ursprungsposition zurück und beginnt eine erneute Parallelverschiebung.

Die Spiegeleinrichtung 14 ist im Strahlengang hinter dem Prisma 13 angeordnet und besteht aus einem ersten Oberflächenspiegel 14a und einem zweiten Oberflächenspiegel 14b. Die Oberflächenspiegel 14a, 14b sind gegeneinander geneigt, sodass der Lichtstrahl 12a nacheinander auf die beiden Spiegeloberflächen auftrifft und in Richtung zum Objekt 16 gelenkt wird. Die beiden Spiegel 14a, 14b sind durch ein Verbindungsscharnier 19 miteinander verbunden. Durch das Verbindungsscharnier 19 kann der zweite Spiegel 14b gegenüber dem ersten Spiegel 14a in einer Kipprichtung K verkippt werden.

Die gesamte Spiegeleinrichtung 14 ist in einer Richtung L, die gleich der Richtung der Strahlachse des Lichtstrahls 12a ist, verschiebbar. Die Verkippung K des Spiegels 14b und die Verschiebung L der gesamten Spiegeleinrichtung 14 werden durch in der Figur nicht dargestellten Antriebseinheiten bewirkt.

Durch die Spiegeleinrichtung 14 und das rotierende Prisma 13, das eine gerade Anzahl von Prismenflächen aufweist, wird der Lichtstrahl 12a parallel zur Strahlachse verschoben, während er auf die Oberfläche 16a des Objekts 16 trifft. Dadurch bleibt der Neigungswinkel α , unter dem der Lichtstrahl 12a auf die Objektoberfläche trifft, konstant, während der sich parallel verschiebende Lichtstrahl 12a die Objektoberfläche überstreicht.

Die Spiegeleinrichtung 14 und das Prisma 13 sind so angeordnet, dass auch der vom Objekt 16 reflektierte Lichtstrahl 12b das Prisma 13 durchläuft, wobei er wiederum durch ein Paar von sich gegenüberliegenden Prismenflächen ein und austritt. Im vorliegenden Fall durchlaufen der vom Laser 11 ausgesendete Lichtstrahl 12a und der vom Objekt 16 reflektierte Lichtstrahl 12b das Prisma 13 senkrecht zueinander, das heißt, die Drehachse 18 des Prismas sowie die beiden das Prisma 13 durchlaufende Lichtstrahlen 12a und 12b sind orthogonal zueinander gerichtet.

Durch die geometrische Ausgestaltung des Prismas 13 und der Spiegeleinrichtung 14 mit dem sich daraus ergebenden Strahlverlauf bleibt der aus dem Prisma 13 austretende Lichtstrahl 12b stets an derselben Position und mit unveränderter Strahlrichtung. Das heißt, die Parallelverschiebung des Lichtstrahls 12a beim ersten Durchlauf durch das Prisma 13 wird durch die Parallelverschiebung des Lichtstrahls 12b beim zweiten Durchlauf durch das Prisma 13 wieder aufgehoben. Somit bleibt die Kamera oder optische Sensor 15 und die gesamte Messeinrichtung 10 mit dem rotierenden Prisma 13 relativ zur Oberfläche 16a des Objekts 16 im Ruhezustand, während die Oberfläche 16a vom Lichtstrahl 12a oder der Beleuchtungslinie überstrichen wird.

Figur 2 zeigt die Messeinrichtung 10 in perspektivischer schematischer Darstellung bei der Vermessung eines Reifenprofils. Dabei sind Elemente und Bauteile der Messeinrichtung 10, die unter Bezugnahme auf Figur 1 bereits beschrieben wurden, mit denselben Bezugszeichen wie in Figur 1 gekennzeichnet.

Die in Figur 2 gezeigte Messeinrichtung 10 umfasst zusätzlich ein Gehäuse 21, in dem die Teile der Messeinrichtung, wie sie in Figur 1 bereits beschrieben wurden, angeordnet sind. Das Gehäuse 21 hat eine Schutzfunktion. Dabei wird das Prisma 13 von einem Prismenmotor 22 angetrieben, der die Drehung des Prismas 13 um die Drehachse 18 bewirkt. Das Prisma 13 ist von einer Reflexschutzeinrichtung 28 umgeben. An der Spiegeleinrichtung 14 ist eine Kippmechanik 23 angeordnet, die den Spiegel 14b zum Zweck der Justage verkippt. Im vorliegenden Fall ist die Kippvorrichtung 23 als Drehspindel ausgestaltet, um den Winkel zwischen dem ersten Spiegel 14a und dem zweiten Spiegel 14b exakt einzustellen.

In dem Gehäuse 21 ist ein Austrittsfenster 24 angeordnet, durch das der zum Objekt 16 gesendete Lichtstrahl 12a den Innenraum des Gehäuses 21 verlässt, sowie ein Eintrittsfenster 25, durch das der vom Objekt 16 reflektierte Lichtstrahl 12b wieder in den Innenraum des Gehäuses 21 eintritt, um ein zweites Mal das Prisma 13 zu durchlaufen und anschließend auf die Kamera bzw. den optischen Sensor 15 zu treffen. Die Fenster 24 und 25 des Gehäuses 21 haben Oberflächen,

die den bekannten Lotuseffekt zur Selbstreinigung aufweisen, sodass die Fenster 24, 25 bei einer Verschmutzung mit einem Wassersprühstrahl automatisch gereinigt werden können.

Das Objekt 16 ist in dem hier gezeigten Beispiel ein Fahrzeugreifen, dessen Profiltiefe mittels der Messeinrichtung 10 in Form eines 3-D Reifenscanners bestimmt wird. Bei dem hier dargestellten Verfahren und der gezeigten Anordnung sind der Lichtstrahl 12a, der zum Objekt 16 gesendet wird, und der vom Objekt 16 reflektierte Lichtstrahl 12b auf ihrem Weg vom Spiegel 12b zum Objekt 16 bzw. vom Objekt 16 zum rotierbaren Prisma 13 in voller Länge gegeneinander geneigt.

Auch in dem hier gezeigten Beispiel ist der Lichtstrahl 12a als Beleuchtungslinie geformt, die sich quer zur Strahlrichtung erstreckt und als Lichtlinie auf das Objekt 16 projiziert wird.

Dabei wird die Lichtlinie durch einen Spalt 26, der in einer Wand 27 angeordnet ist, auf das Objekt 16, das hier ein Fahrzeugreifen ist, abgebildet. Dabei erstreckt sich die Längsrichtung des Spalts 26 entlang der Beleuchtungslinie, die durch den Lichtstrahl 12a gebildet wird. Die Breite des Beobachtungsspalts 26 ist so bemessen, dass der Lichtstrahl 12a oder die Beleuchtungslinie während der gesamten Parallelverschiebung auf die Oberfläche des Reifens 16 trifft. Das heißt, die Beleuchtungslinie wird so eingestellt, dass sie parallel zum Beobachtungsspalt liegt und dessen Länge ausfüllt. Die Maße des Prismas 13 sind so gewählt, dass die Verschiebung der Beleuchtungslinie durch Drehung des Prismas 13 genau die Breite des Spalts 26 überstreicht.

Die Anordnung der Flächen des Prismas 13 sorgt dafür, dass ein Wechsel der Abtastebene dann erfolgt, wenn sich aufgrund der Rotation des Prismas 13 ein Wechsel der im Strahlengang der Beleuchtungslinie liegenden Seitenfläche oder Prismenfläche ergibt.

Durch die Neigung der Beleuchtungslinie bzw. des Lichtstrahls 12a gegen die gedachte Senkrechte der Objektoberfläche wird die Beleuchtungslinie bei der Reflektion an der Oberfläche des Objekts 16 durch dessen Oberflächenstruktur in eine Profillinie verändert, die den reflektierten Lichtstrahl 12b bildet. Dadurch kann mittels Triangulation die Profiltiefe des Reifens bestimmt und die Oberflächenstruktur vermessen werden. Die gedachte Senkrechte der Beobachtungsfläche ist in der Figur 2 durch den Pfeil U dargestellt.

Die Figuren 3a bis 3b zeigen eine Reifenprofilmessung als besondere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erfassung von Objektoberflächen. Dabei ist jeweils die Messeinrichtung schematisch mit dem Laser 11, dem rotierenden Prisma 13, der Spiegeleinrichtung 14 und der Kamera 15 als optischen Sensor dargestellt. Als Objekt 16 rollt ein Fahrzeugreifen auf einer Fahrbahnoberfläche 31 ab, in der der Beobachtungsspalt 26 angeordnet ist. Während der Reifen 16 über dem Spalt 26 abrollt, wie es in den Figuren 3a, 3b, 3c und 3d in verschiedenen Phasen dargestellt ist, präsentiert sich ein Bereich des Fahrzeugreifens 16 als ruhende Fläche über dem Beobachtungsspalt 26. Die Fahrtrichtung ist durch den Pfeil F und die Drehung des abrollenden Reifens durch den Pfeil R dargestellt.

Während die Reifenoberfläche beim Abrollen über dem Spalt 26 ruht, dreht sich das Prisma 13 um seine Drehachse 18 und nimmt die verschiedenen Positionen ein, die in den Figuren 3a – 3d gezeigt sind.

Zu Beginn der Messung (Figur 3a) ist der Messlichtstrahl 12a nach Durchlaufen des Prismas 13 parallel versetzt, sodass er am rechten Rand des Spalts 26 auf die Reifenoberfläche trifft, und von dort reflektiert wird. Die Beleuchtungslinie auf der Reifenoberfläche, die sich in der Figur senkrecht zur Zeichenoberfläche erstreckt, bildet nach der Reflektion eine Profillinie. Der reflektierte Lichtstrahl 12b, der die Profillinie bildet, durchläuft wiederum das Prisma 13 und wird dabei ebenfalls parallel versetzt, bevor er auf die Kamera 15 trifft.

In der zweiten Phase des Abrollvorgangs (Figur 3b) durchläuft der vom Laser 11 ausgesendete Lichtstrahl senkrecht die Prismenflächen, sodass kein paralleler Versatz erfolgt. Nach dem Umlenken durch die Spiegeleinrichtung 14 trifft der Lichtstrahl 12a als Beleuchtungslinie durch den Spalt 26 auf die Oberfläche des Reifens 16. Von dort wird er als Profillinie in Richtung auf das Prisma 13 reflektiert, wobei der reflektierte Lichtstrahl 12b senkrecht zum ausgesendeten Lichtstrahl 12a das Prisma 13 durchläuft. Dabei findet aufgrund der parallelen Prismenfläche beim Durchlaufen des Prismas 13 ebenfalls kein paralleler Versatz des Lichtstrahls 12b statt. Der reflektierte Lichtstrahl 12b, der eine Profillinie ist, erreicht die Kamera 15, welche die Profillinie erfasst.

In den beiden nächsten Phasen des Messvorgangs, die in den Figuren 3c und 3d gezeigt sind, rotiert das Prisma 13 weiter, sodass der als Beleuchtungslinie geformte Lichtstrahl 12a sich weiter parallel in Richtung der Breite des Spalts 26 nach links verschiebt, bis er den linken Rand des Spalts 26 erreicht (Figur 3d). Durch das zweimalige Durchlaufen des Prismas 13 bleibt der reflektierte Lichtstrahl 12b am Ort des optischen Sensors 15 stets in einer konstanten Position, während der zum Objekt gesendete Lichtstrahl 12a die Objektoberfläche überstreicht. Nachdem der Lichtstrahl über die Spaltbreite parallel verschoben wurde und den sich präsentierende Bereich der Reifenoberfläche erfasst hat, löst sich die Reifenoberfläche durch weiteres Abrollen von dem Spalt 26.

Figur 4 zeigt schematisch eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung, bei der der zur Objektoberfläche geführte Lichtstrahl 12a und der von der Objektoberfläche reflektierte Lichtstrahl 12b größtenteils parallel zueinander verlaufen. Dazu weist die in Figur 4 gezeigte Messeinrichtung 40 ein Paar von Hilfsspiegeln 41, 42 auf, die relativ nahe an dem zu erfassenden Objekt 16 angeordnet sind. Elemente und Bauteile der Messeinrichtung 40, die im Wesentlichen funktionsgleich oder baugleich mit denjenigen der Messeinrichtung 10 sind, sind in Figur 4 mit denselben Bezugszeichen wie in den Figuren 1 – 3 gekennzeichnet und wurden dort bereits beschrieben.

Bei der Messeinrichtung 40 sind das rotierbare Prisma 13 oder Drehprisma und die Spiegeleinrichtung 14 so im Strahlengang angeordnet, dass der vom Objekt reflektierte Lichtstrahl 12b in einem Bereich P des gesendeten Lichtstrahls 12a parallel zu diesem verläuft. Dabei durchlaufen die beiden Lichtstrahlen 12a und 12b das Prisma 13 in einem Winkel zueinander, der gleich dem Winkel ist, den die jeweiligen Prismenflächen zueinander bilden, durch welche die beiden Lichtstrahlen 12a und 12b verlaufen.

Die beiden Hilfsspiegel 41 und 42 lenken den Lichtstrahl 12a, der im Bereich P parallel zum reflektierten Lichtstrahl 12b verläuft, vor dem Auftreffen auf die Oberfläche des Objekts 16 derart um, dass der Lichtstrahl 12a schräg bzw. geneigt auf die Oberfläche auftrifft und somit die Voraussetzungen zur Durchführung des Lichtschnitt – Triangulationsverfahrens erfüllt.

Dadurch kann der Abstand zwischen Messeinheit 40 und dem Objekt 16 in sehr weitem Rahmen variieren. Eine Justage des zum Objekt 16 gesendeten Lichtstrahls 12a, der den Abtaststrahl darstellt, muss nun nicht mehr zwingend durch die Justage des Spiegels 14b der Spiegeleinrichtung 14 erfolgen. Die Spiegel 14a und 14b der Spiegeleinrichtung 14 werden bei dieser Ausführungsform so eingestellt, dass der Strahl 12a im Bereich P parallel zum reflektierten Strahl 12b in einem Abstand Z zu diesem verläuft. Mit den beiden Hilfsspiegeln 41 und 42 wird der richtige Abtastwinkel beim Auftreffen auf das Objekt 16 gewährleistet. Die Hilfsspiegel 41, 42 sind in einem separaten Geräteteil Y der Messeinrichtung 40 untergebracht. Die restlichen Teile der Messeinrichtung 40 sind im Geräteteil X untergebracht, der räumlich vom Geräteteil Y getrennt ist. Durch den parallelen Strahlverlauf können die beiden Geräteteile X und Y einen in weiten Grenzen veränderbaren Abstand voneinander haben, wodurch sich die Anwendungsbereiche dieser Abtastvorrichtung erheblich erweitern lassen.

Zur Erläuterung des Lichtschnitt – Triangulationsverfahrens, das in der vorliegenden Erfindung zur Anwendung kommt, dienen zunächst die Figuren 5a und 5b. Bei dem Lichtschnitt - Triangulationsverfahren wird die von einer

Lichtquelle A1 auf ein Untersuchungsobjekt E1 projizierte Messlinie C1 vom Objektiv einer Kamera B1 auf die Sensorfläche der Kamera B1 abgebildet. Ist die Oberfläche des Objektes E1 eben, so erscheint die Messlinie C1 als Linie D1 auf dem optischen Sensor der Kamera B1. Um die Struktur der Gesamtoberfläche zu erhalten, wird das Messobjekt E1 entlang einer Bewegungslinie F1 verschoben, sodass die Messlinie C1 während des Messvorgangs über die Oberfläche des Objekts E1 streicht. Während des Messvorgangs zeichnet der Sensor der Kamera B1 in kurzen Zeitabständen das Bild der Messlinie auf und speichert es ab. Durch Vergleichen der Messbilder kann die Oberfläche des Messobjekts, das heißt des zu erfassenden Objekts E1, errechnet werden.

Die Figuren 6a und 6b zeigen nun zur Veranschaulichung die Vermessung der strukturierten Oberfläche eines zu vermessenden Objekts E2. Dabei wird die von der Lichtquelle A2 auf das Objekt E2 projizierte Messlinie C2 vom Objektiv der Kamera B2 auf die Sensorfläche der Kamera B2 abgebildet. In dem hier gezeigten Fall ist die Oberfläche des Objekts E2 nicht eben, sodass die Messlinie C2 als Profillinie D2 auf dem Sensor der Kamera B2 erscheint. Um die Struktur der Gesamtoberfläche des Objekts E2 zu erhalten, wird das Objekt E2 entlang der Bewegungslinie F2 verschoben, sodass die Messlinie C2 als Beleuchtungslinie während des Messvorgangs über die gesamte Oberfläche des Objekts E2 streicht. Während des Messvorgangs zeichnet der Sensor der Kamera B2 in kurzen Zeitabständen das Bild der Messlinie bzw. Profillinie D2 auf und speichert es ab. Durch vergleichen der Messbilder kann die Oberfläche des Objekts E2 errechnet werden.

Figur 7 zeigt als Beispiel das Messbild eines Lego[®] Spielbausteins, das mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung erstellt wurde.

Die Umrechnung zur Bestimmung der Profiltiefe erfolgt durch die in Figur 1 gezeigte Auswerteeinheit 17, die eine Prozessoreinheit umfasst und durch geeignete Programmschritte zur Auswertung der Daten nach dem Lichtschnitt – Triangulationsverfahren gesteuert wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung der dreidimensionalen Oberfläche eines Objekts, bei dem von einer Lichtquelle (11) ein Lichtstrahl (12a) ausgesendet und geneigt auf die zu erfassende Oberfläche (16a) des Objektes (16) projiziert wird, und der von der Oberfläche (16a) reflektierte Lichtstrahl (12b) von einem optischen Sensor (15) erfasst wird, um aus Bilddaten, die vom optischen Sensor (15) erzeugt werden, die Oberfläche (16a) des Objekts (16) zu bestimmen,
dadurch gekennzeichnet,
dass der auf die Oberfläche (16a) des Objekts (16) projizierte Lichtstrahl (12a) mittels eines rotierenden Prismas (13) parallel zu seiner Strahlachse verschoben wird, so dass er die zu erfassende Oberfläche (16a) des Objekts (16) unter einem konstanten Neigungswinkel (α) überstreicht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtstrahl (12) als 2-dimensionale Beleuchtungslinie geformt ist, die sich quer zur Strahlachse erstreckt, und die auf die zu erfassende Oberfläche (16a) projizierte Beleuchtungslinie während der Messung parallel verschoben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Objekt (16) ein Fahrzeugreifen verwendet wird, und aus den Bilddaten die Profiltiefe des Fahrzeugreifens ermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Objekt (16) durch einen Spalt (26) beleuchtet wird, wobei sich die Beleuchtungslinie in Längsrichtung des Spalts (26) erstreckt und während der Messung die Breite des Spalts (26) überstreicht.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zu erfassende Oberfläche (16a) relativ zum optischen Sensor (15) im Ruhezustand ist, während der Lichtstrahl (12a) die Oberfläche (16a) überstreicht.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der ausgesandte Lichtstrahl (12a) nach Durchlaufen des Prismas (13) mittels einer justierbaren Spiegeleinrichtung (14) auf das Objekt (16) gelenkt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der ausgesendete Lichtstrahl (12a) das rotierende Prisma (13) durchläuft und parallel verschoben wird, und der vom Objekt (16) reflektierte Lichtstrahl (12b) das rotierende Prisma (13) ein zweites mal durchläuft, wobei sich die beim ersten Durchlauf verursachte Parallelverschiebung wieder aufhebt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zum Objekt (16) gesendete Lichtstrahl (12a) mittels der Spiegeleinrichtung (14) derart ausgerichtet wird, dass er parallel zu dem vom Objekt (16) reflektierten Lichtstrahl (12b) verläuft.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtstrahl (12a) vor dem Auftreffen auf das Objekt (16) mittels Hilfsspiegeln (41, 42) so umgelenkt wird, dass er schräg auf die Oberfläche (16a) des Objekts (16) einfällt.
10. Vorrichtung zur Erfassung der dreidimensionalen Oberfläche eines Objekts, umfassend:
einer Lichtquelle (11), die einen Lichtstrahl (12a) aussendet;
eine Spiegeleinrichtung (14), um den ausgesendeten Lichtstrahl (12a) geneigt auf eine zu erfassende Oberfläche (16a) eines Objektes (16) zu

projizieren;

einen optischen Sensor (15), der den von der Oberfläche (16a) reflektierten Lichtstrahl (12b) erfasst und Bilddaten erzeugt, eine Auswerteeinheit (17), die aus den Bilddaten des optischen Sensors (15) die Oberfläche (16a) des Objekts (16) bestimmt,

gekennzeichnet durch,

ein rotierbares Prisma (13), das den auf die Oberfläche (16a) des Objekts (16) projizierten Lichtstrahl (12a) parallel zu seiner Strahlachse verschiebt, so dass er die zu erfassende Oberfläche (16a) des Objekts (16) unter einem konstanten Neigungswinkel (α) überstreicht.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (11) derart gestaltet ist, dass der Lichtstrahl (12a) als Beleuchtungslinie geformt ist, die sich quer zur Strahlrichtung erstreckt, wobei die Drehachse (18) des Prismas (13) in der Ebene der Beleuchtungslinie liegt .
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Objekt (16) ein Fahrzeugreifen ist, und die Auswerteeinheit (17) zur Bestimmung der Profiltiefe des Fahrzeugreifens aus den Bilddaten ausgestaltet ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das rotierbare Prisma (13) eine geradzahlige Anzahl von Flächen (13a, 13b, 13c, 13d, 13e, 13f) aufweist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das rotierbare Prisma (13) sich jeweils gegenüber liegende, parallel zueinander ausgerichtete Flächen (13a, 13e) aufweist, durch die der ausgesendete Lichtstrahl (12a) geführt wird.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, gekennzeichnet durch eine Wand (27), in der ein Spalt (26) ausgebildet ist, durch den das Objekt (16) beleuchtet wird, wobei sich der Spalt (26) parallel zur Beleuchtungslinie erstreckt.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Abmessungen des Prismas (13) derart gewählt sind, dass die Parallelverschiebung der auf die zu erfassende Oberfläche (16a) projizierten Beleuchtungslinie im wesentlichen der Breite des Spaltes (26) entspricht.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegeleinrichtung (14) mindestens ein Spiegelpaar mit gegeneinander geneigten Spiegeln (14a, 14b) aufweist, um den Lichtstrahl (12a) auf das Objekt (16) zu lenken, während er parallel verschoben wird.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Spiegelpaar (14a, 14b) in Strahlrichtung verschiebbar ist und der Winkel zwischen den beiden Spiegeln (14a, 14b) einstellbar ist.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das rotierbare Prisma (13) derart im Strahlengang angeordnet ist, dass sowohl der ausgesendete Lichtstrahl (12a) als auch der vom Objekt (16) reflektierte Lichtstrahl das Prisma (13) durchläuft, so dass sich die beiden Parallelverschiebungen des Lichtstrahls (12a, 12b) beim jeweiligen Durchlaufen des Prismas (13) gegenseitig aufheben.
20. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegeleinrichtung (14) derart ausgestaltet ist, dass der zum Objekt (16) gesendete Lichtstrahl (12a) im wesentlichen parallel zu dem vom Objekt (16) reflektierten Lichtstrahl

(12b) verläuft.

21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegeleinrichtung (14) Hilfsspiegel (41, 42) umfasst, die den auf das Objekt (16) gerichteten Lichtstrahl (12a) derart umlenken, dass er schräg auf die Oberfläche (16a) des Objekts (16) trifft.
22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 21, gekennzeichnet durch ein Gehäuse (21), das Fenster (24, 25) mit selbstreinigenden Oberflächen aufweist, durch die der ausgesendete und/oder der vom Objekt reflektierte Lichtstrahl (12a, 12b) geführt wird.

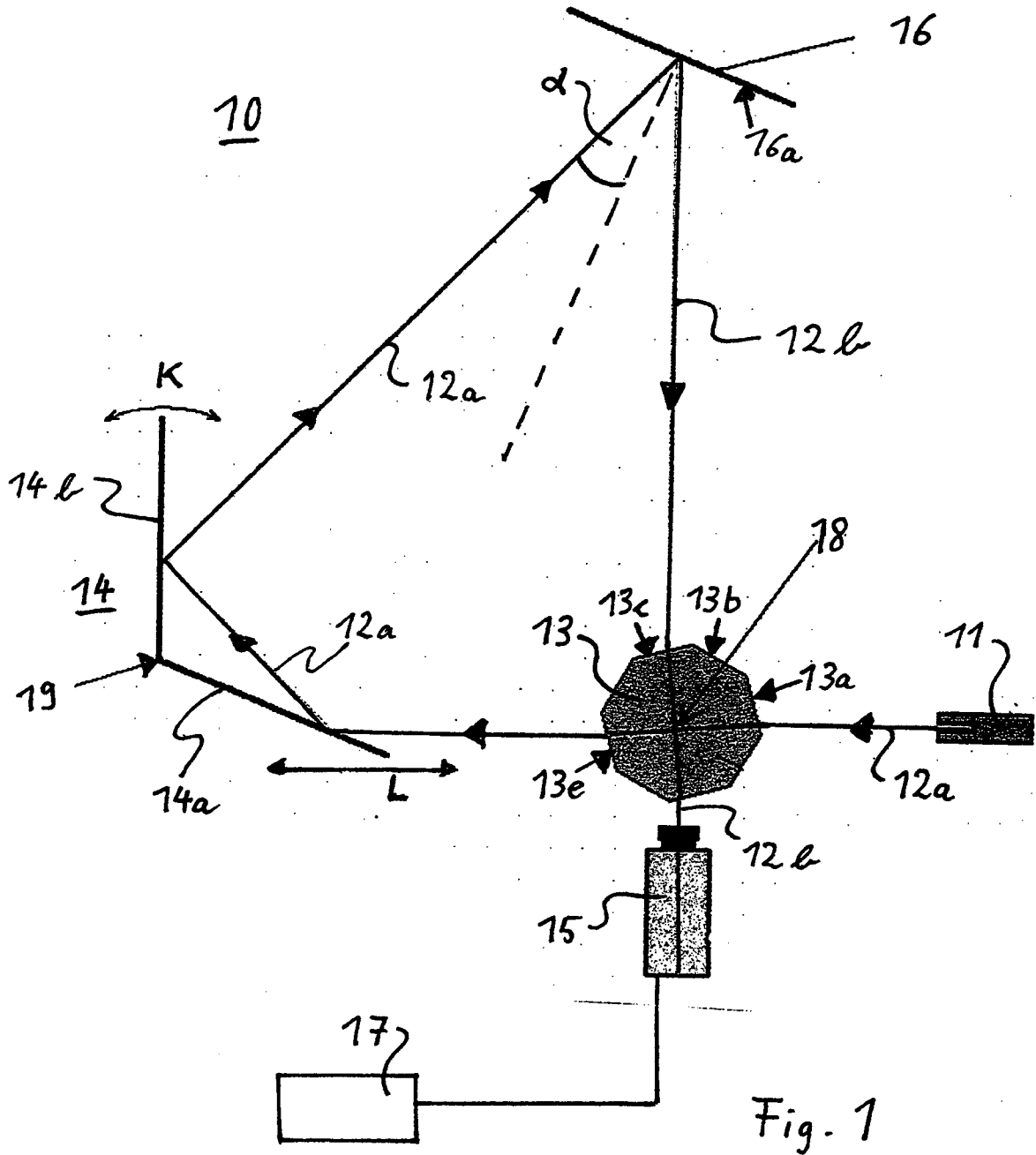


Fig. 1

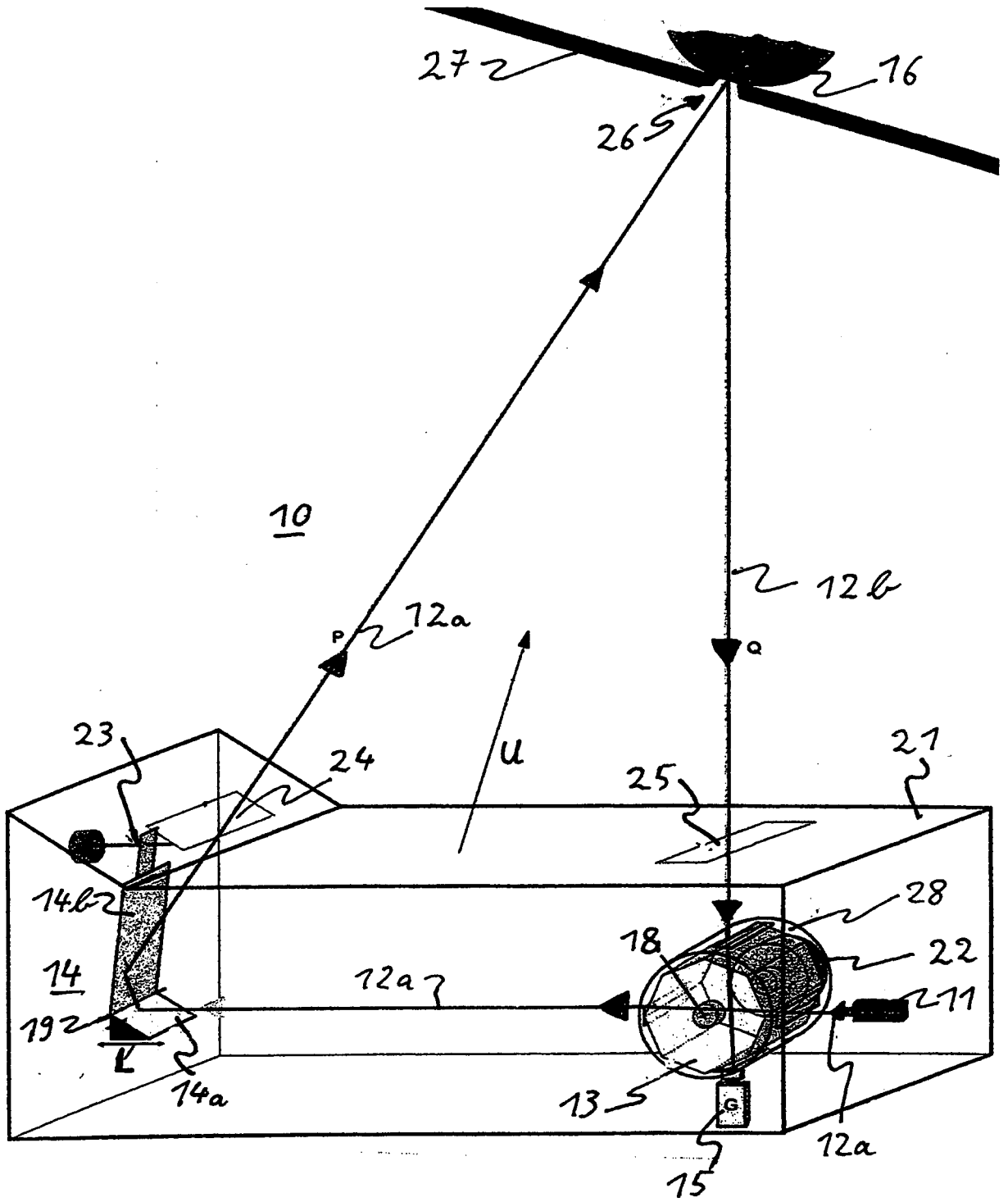


Fig. 2

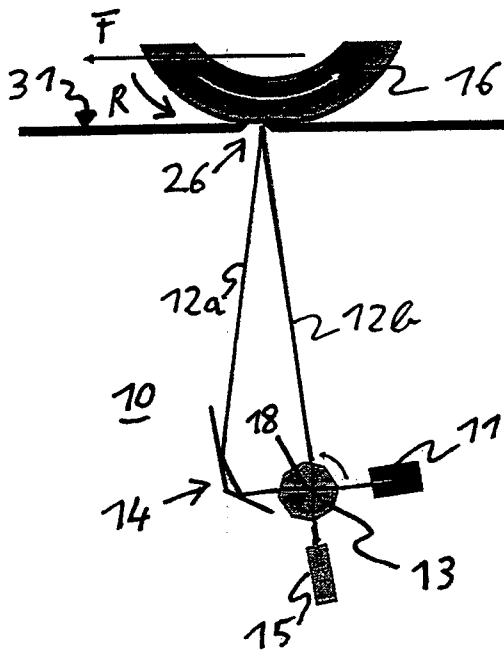


Fig. 3a

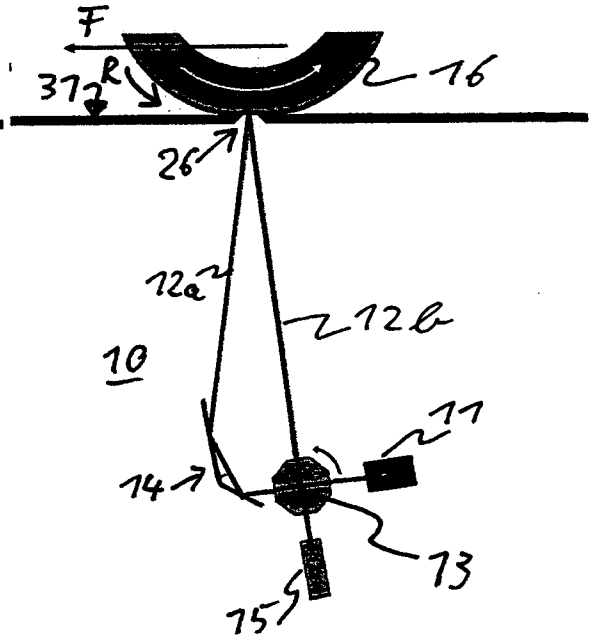


Fig. 3b

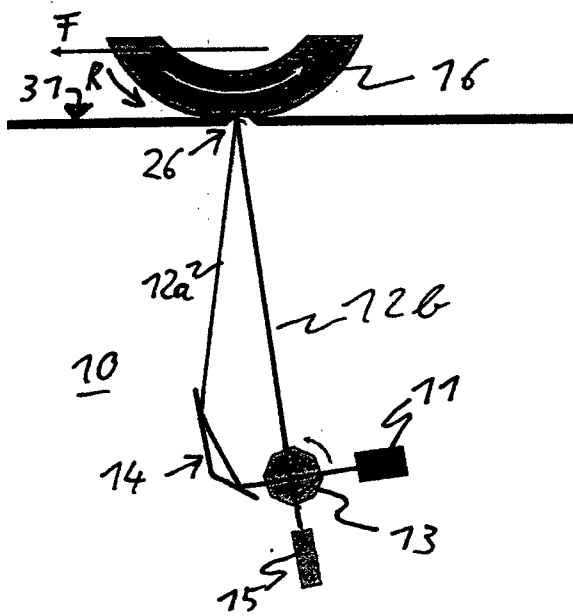


Fig. 3c

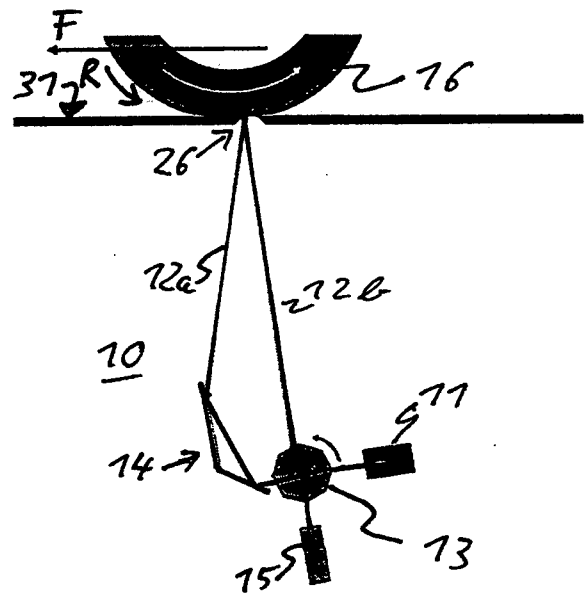


Fig. 3d

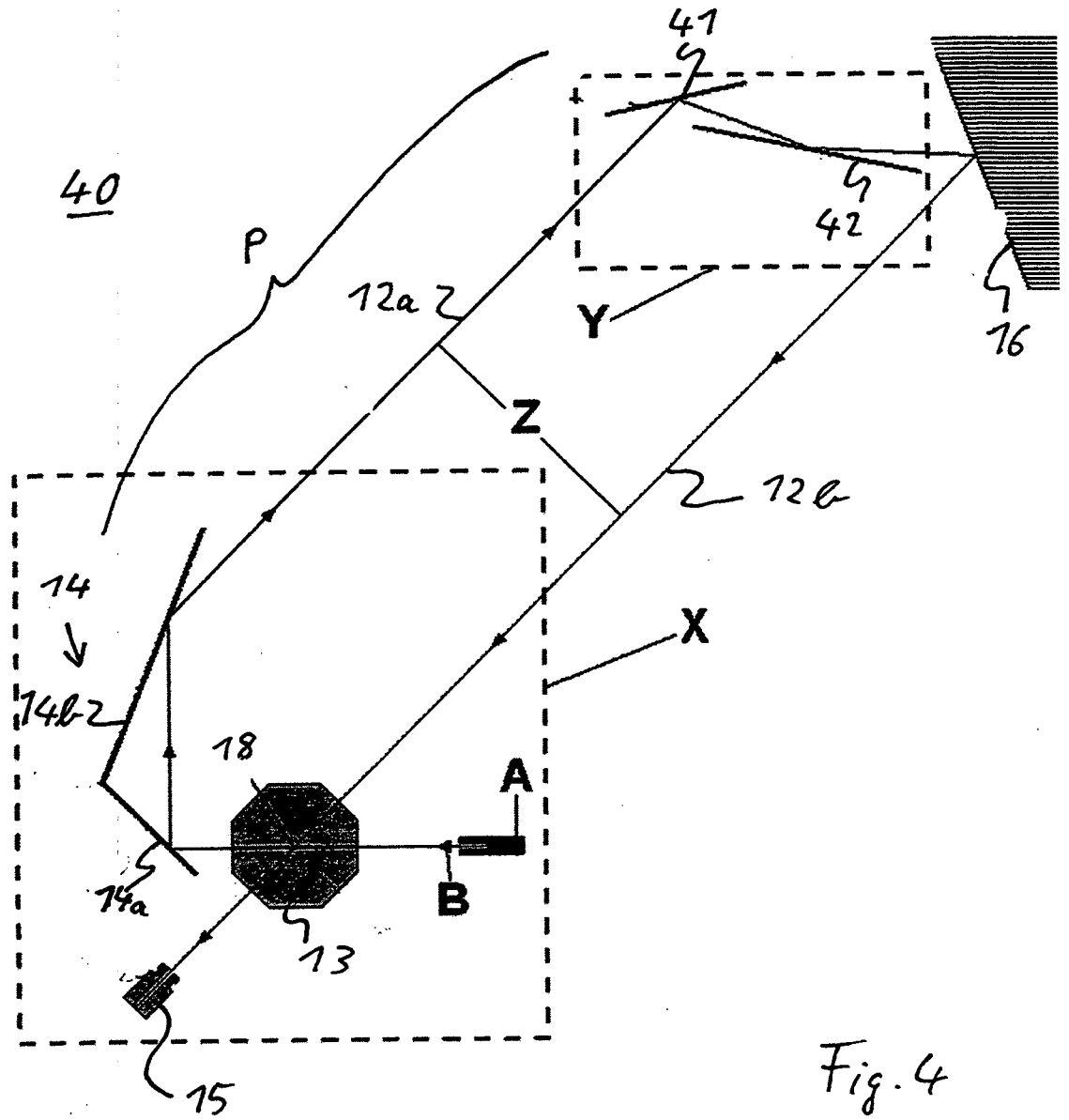


Fig. 4

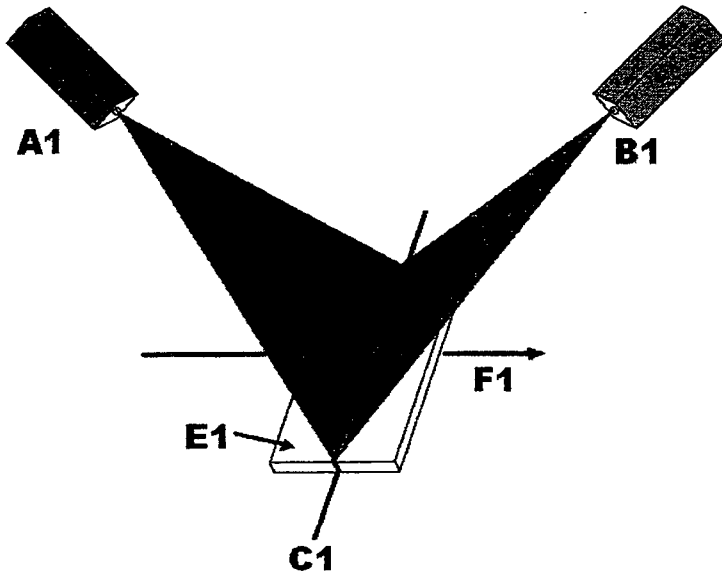


Fig. 5a

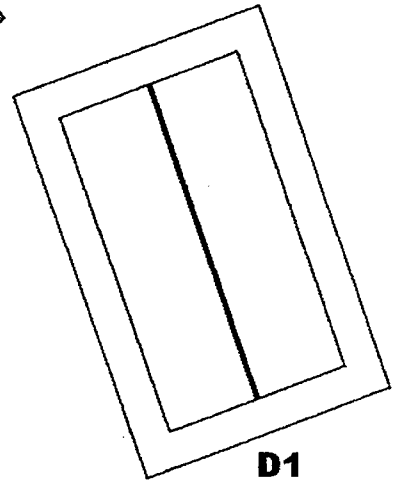


Fig. 5b

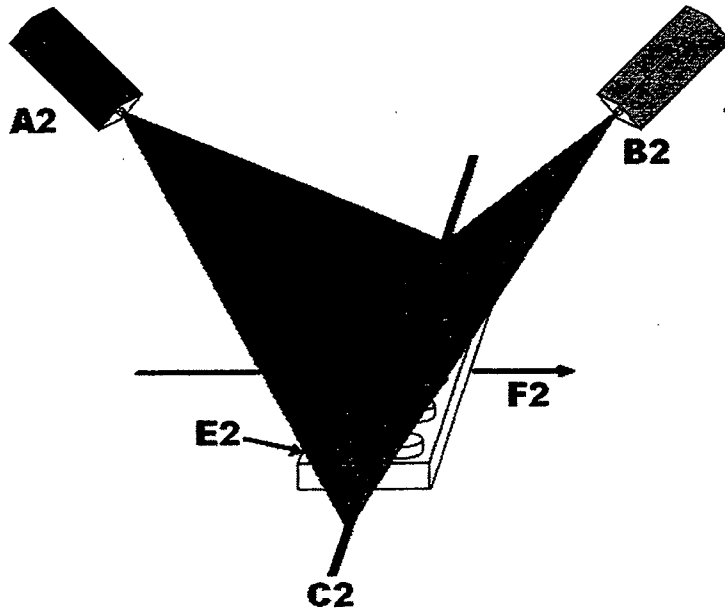


Fig. 6a

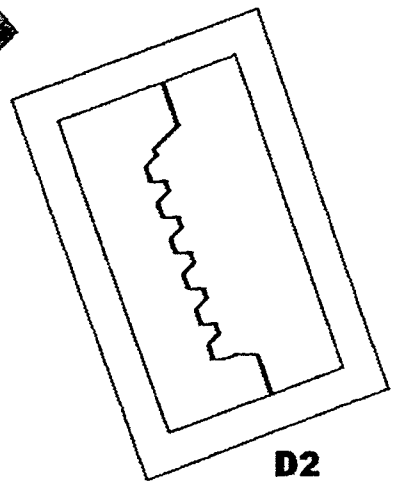


Fig. 6b

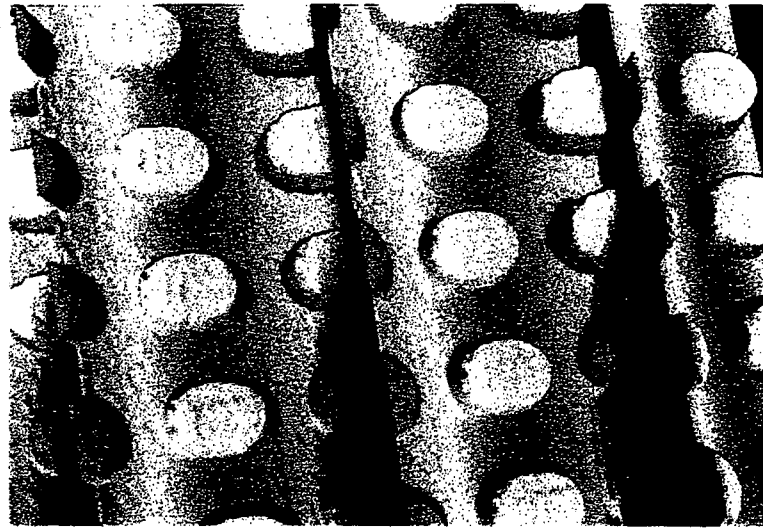


Fig-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2007/002282

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01B11/24 G01B11/25 G01M17/02 G02B26/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B G01M G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 692 414 A (HOSTERMAN HARRY L ET AL) 19 September 1972 (1972-09-19)	1,5,6, 10,13, 14,17, 18,22
Y	the whole document	2-4,11, 12,15,16
X	DE 40 29 339 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 19 March 1992 (1992-03-19)	1,5,7, 10,13, 14,19
Y	the whole document	
Y	DE 18 09 459 A1 (FUCHS DR EKKEHARD; HOEGER HORST) 11 June 1970 (1970-06-11) cited in the application the whole document	2-4,11, 12,15,16
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 April 2008

Date of mailing of the international search report

02/05/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stanciu, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2007/002282

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2 222 937 A (LESLIE DIMMICK GLENN) 26 November 1940 (1940-11-26) the whole document -----	1-22
A	US 4 355 904 A (BALASUBRAMANIAN N) 26 October 1982 (1982-10-26) the whole document -----	1-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2007/002282

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3692414	A	19-09-1972	NONE
DE 4029339	A1	19-03-1992	NONE
DE 1809459	A1	11-06-1970	NONE
US 2222937	A	26-11-1940	NONE
US 4355904	A	26-10-1982	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE2007/002282
--

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01B11/24 G01B11/25 G01M17/02 G02B26/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01B G01M G02B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 692 414 A (HOSTERMAN HARRY L ET AL) 19. September 1972 (1972-09-19)	1,5,6, 10,13, 14,17, 18,22
Y	das ganze Dokument	2-4,11, 12,15,16
X	DE 40 29 339 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 19. März 1992 (1992-03-19)	1,5,7, 10,13, 14,19
Y	das ganze Dokument	
Y	DE 18 09 459 A1 (FUCHS DR EKKEHARD; HOEGER HORST) 11. Juni 1970 (1970-06-11) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	2-4,11, 12,15,16
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist | <ul style="list-style-type: none"> *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
|---|--|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 22. April 2008	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 02/05/2008
--	--

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Stanciu, C
---	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2 222 937 A (LESLIE DIMMICK GLENN) 26. November 1940 (1940-11-26) das ganze Dokument -----	1-22
A	US 4 355 904 A (BALASUBRAMANIAN N) 26. Oktober 1982 (1982-10-26) das ganze Dokument -----	1-22

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2007/002282

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3692414	A	19-09-1972	KEINE	
DE 4029339	A1	19-03-1992	KEINE	
DE 1809459	A1	11-06-1970	KEINE	
US 2222937	A	26-11-1940	KEINE	
US 4355904	A	26-10-1982	KEINE	