



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 125 221.3**
(22) Anmeldetag: **29.09.2022**
(43) Offenlegungstag: **04.04.2024**

(51) Int Cl.: **B23K 26/02 (2014.01)**
G01B 11/00 (2006.01)
G01B 11/24 (2006.01)
A61F 9/008 (2006.01)

(71) Anmelder:
**SCHWIND eye-tech-solutions GmbH, 63801
Kleinostheim, DE**

(72) Erfinder:
Naubereit, Pascal, Dr., 63846 Laufach, DE

(74) Vertreter:
**Hofstetter, Schurack & Partner - Patent- und
Rechtsanwaltskanzlei, PartG mbB, 81541
München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

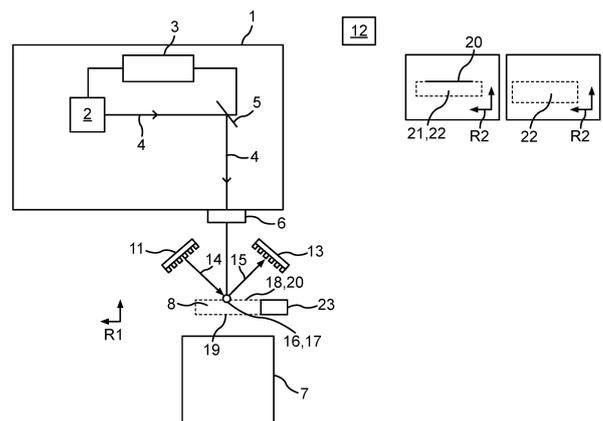
DE	10 2018 222 629	A1
DE	10 2019 216 195	A1
EP	1 677 717	B1
EP	2 069 099	B1
WO	2004/ 032 810	A2

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Messvorrichtung zum Ermitteln einer Lage eines Objektes, Bearbeitungsvorrichtung, Verfahren, Computerprogramm sowie computerlesbares Medium**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Messvorrichtung (10) zum Ermitteln einer Objektlage (9) eines Objektes (8) mit mindestens einer Messsteuereinrichtung (12). Die Messvorrichtung (10) umfasst zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung (11), die dazu eingerichtet ist, in dem jeweiligen Messvorgang zumindest einen Messstrahl (14) auf eine Oberfläche des Objektes (8) auszugeben. Die Messvorrichtung (10) umfasst zumindest eine Detektoreinrichtung (13), die dazu eingerichtet ist, in dem jeweiligen Messvorgang Reflexionspunktekoordinaten (17) zumindest eines Reflexionspunkts (16) in Bezug auf ein vorbestimmtes Referenzsystem (R1) zu ermitteln. Die mindestens eine Messsteuereinrichtung (12) ist dazu eingerichtet, aus einer Lage eines Referenzierungsmerkmals (32) in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem (R1) und einer Lage des Referenzierungsmerkmals (32) in Bezug auf das Objekt (8) eine Lage des Objektes (8) in dem Referenzsystem (R1) des jeweiligen Messvorgangs zu ermitteln.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Messvorrichtung zum Ermitteln einer Lage eines Objektes gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem eine Bearbeitungsvorrichtung umfassend zumindest eine Messvorrichtung gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 21, ein Verfahren zum Betreiben einer Messvorrichtung gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 22, ein Computerprogramm gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 23 und ein computerlesbares Medium gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 24.

[0002] Bearbeitungsvorrichtungen zum laserbasierten Bearbeiten eines Bearbeitungsobjektes sind aus dem Stand der Technik bekannt und kommen beispielsweise bei der Oberflächenbearbeitung von Bearbeitungsobjekten aus Metall zum Einsatz. Ein weiteres Anwendungsgebiet der Bearbeitungsvorrichtungen zum laserbasierten Bearbeiten ist die Medizintechnik. Die laserbasierten Bearbeitungsvorrichtungen werden in der Medizintechnik beispielsweise zur Korrektur einer optischen Fehlsichtigkeit und/oder krankhaft oder unnatürlich veränderten Bereichen der Hornhaut (Kornea) angewandt. Dabei können zum Beispiel ein gepulster Laser und eine Strahlfokussierungseinrichtung so ausgebildet sein, dass Laserpulse in einem innerhalb eines organischen Gewebes gelegenen Fokus eine Photodisruption und/oder Photoablation bewirken, um ein Gewebe, insbesondere ein Gewebelentikel, aus der Hornhaut zu entfernen.

[0003] Die Strahlfokussierungseinrichtung ist dazu eingerichtet, den Bearbeitungslaser zur Bearbeitung des Bearbeitungsobjektes auf vorgegebene Punkte zu fokussieren, deren Positionen in Bezug auf das Bearbeitungsobjekt definiert sind. Die vorgegebenen Punkte können dabei in einem vorgegebenen Muster in oder auf dem Bearbeitungsobjekt angeordnet sein, um beispielsweise eine vorgegebene Abtrennfläche bereitstellen zu können. Während der Bearbeitung des Bearbeitungsobjektes kann der Bearbeitungslaserstrahl durch die Bearbeitungsvorrichtung sequentiell auf die vorgegebenen Punkte fokussiert werden, um das vorgegebene Muster in das Bearbeitungsobjekt einzuarbeiten und/oder das Bearbeitungsobjekt entlang der vorgegebenen Punkte zu schneiden.

[0004] Um den Bearbeitungslaser zuverlässig auf die vorgegebenen Punkte fokussieren zu können, ist es erforderlich, dass das zu bearbeitende Bearbeitungsobjekt in einer vorbestimmten Position angeordnet ist und während der Bearbeitung in der vorbestimmten Position verbleibt. Um das zu bearbeitende Bearbeitungsobjekt während der Bearbeitung in der vorbestimmten Position halten zu können,

kann es erforderlich sein, ein so genanntes Kontaktelement an dem Bearbeitungsobjekt anzuordnen. Das Kontaktelement kann dabei ein in einem Strahlengang des Bearbeitungslaser angeordnetes Objekt sein und zumindest teiltransparent in Bezug auf den Bearbeitungslaser sein. Das Kontaktelement ist so angeordnet, dass der Bearbeitungslaser in eine dem Bearbeitungslaser zugewandte Eintrittsfläche eintritt und an einer Kontaktfläche des Kontaktelements wieder austritt, wobei die Kontaktfläche des Kontaktelements der Eintrittsfläche gegenüber liegen kann und beispielsweise direkt an einer Fläche des Bearbeitungsobjektes aufliegen kann.

[0005] Durch das Kontaktelement kann das Bearbeitungsobjekt in seiner vorbestimmten Lage gehalten werden. Um eine geregelte Ausrichtung und Heranführung des Kontaktelements an das Bearbeitungsobjekt zu ermöglichen, ist eine exakte Verfolgung einer Lage des Kontaktelements während der Heranführung erforderlich. Das Kontaktelement wird dabei nach dem Stand der Technik in speziellen, verfahrbaren Halteeinrichtungen angeordnet. Diese weisen unter Umständen nur eine beschränkte Genauigkeit in Bezug auf eine Ermittlung ihrer Lage auf. Ein weiteres Problem kann sich ergeben, wenn das Kontaktelement nicht permanent in der Halteeinrichtung angeordnet ist, sondern für einen jeweiligen Bearbeitungsvorgang das jeweilige Kontaktelement neu in der Halteeinrichtung angeordnet werden muss. Die Lage des jeweiligen Kontaktelements in der Halteeinrichtung kann zwischen den jeweiligen Bearbeitungsvorgängen variieren, sodass eine Herleitung der Lage des Kontaktelements aus der Lage der Halteeinrichtung nicht in der gewünschten Genauigkeit möglich ist, weil die Lage des Kontaktelements in Bezug auf die Lage der Halteeinrichtung nicht ausreichend bekannt ist. Des Weiteren können kleine fertigungsbedingte Unterschiede in der Geometrie zwischen den Kontaktelementen jeweiliger Bearbeitungsvorgänge bestehen. Diese Problematik besteht insbesondere im medizinischen Bereich, weil aus hygienischen Gründen eine Verwendung von Einweg-Kontaktelementen verbreitet ist.

[0006] Um dennoch eine exakte Lagebestimmung des Kontaktelements zu ermöglichen, weisen Bearbeitungsvorrichtungen nach dem Stand der Technik Messvorrichtungen auf, welche eine Ermittlung der Lage des Kontaktelements vor oder während der Bearbeitung des Bearbeitungsobjektes ermöglichen.

[0007] Die EP 1 677 717 B1 offenbart einen Adapter zum Koppeln einer Laserbearbeitungsvorrichtung mit einem zu bearbeitenden Objekt, das eine verformbare Oberfläche aufweist. Der Adapter weist eine Referenzstruktur auf, die bei einer Fixierung des Adapters gegenüber der Laserbearbeitungsvorrichtung in einem Strahlengang des Adapters liegt und mittels einer über einen Bereich gescannten

Laserstrahlung optisch detektierbar ist. Es ist vorgesehen, dass die Referenzstruktur als Markierungsstrukturen ausgebildet sind, die eine den Adapter kennzeichnende Information codieren.

[0008] Die WO 2004/032810 A2 beschreibt ein Verfahren und ein System zur Ermittlung einer Position und Ausrichtung einer ebenen Fläche eines Objekts in Bezug auf eine die ebene Fläche schneidende Achse und die Verwendung dieser bekannten Position und Ausrichtung, um Korrekturen zu ermöglichen, wenn die ebene Fläche als Bezugsebene verwendet wird. Das Verfahren ist zur Bestimmung eines Neigungswinkels der ebenen Fläche in Bezug auf einen Laserstrahl und die Verwendung des bestimmten Neigungswinkels zur Berechnung eines Korrekturfaktors, der auf den Laserstrahl anzuwenden ist, angelegt. In Abhängigkeit von dem Neigungswinkel wird der Korrekturfaktor, ein Z-Offset ermittelt, welcher während einer Anwendung des Laserstrahls verwendet wird. Zur Ermittlung der Position und der Ausrichtung der ebenen Fläche ist es vorgesehen, einen Brennpunkt des Laserstrahls mehrmals entlang eines vorgegebenen Musters senkrecht zu einer z-Achse des Laserstrahls zu bewegen. Plasmafunken, welche bei einer Berührung des Objektes durch den Brennpunkt entstehen, werden erfasst, um die Position und Ausrichtung der ebenen Fläche des Objekts in Bezug auf den Laserstrahl zu ermitteln.

[0009] Das beschriebene Verfahren basiert somit auf einem Anpassen des Brennpunktes des Laserstrahls, wobei sich in dem Brennpunkt bildende Plasmafunken erfasst werden.

[0010] Die EP 2 069 099 B1 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Materialverarbeitung unter Verwendung eines transparenten Kontaktelements. In dem Verfahren ist es vorgesehen, an der Vorrichtung ein für die Bearbeitungslaserstrahlung transparentes Kontaktelement auf ein Objekt aufzusetzen. Das Kontaktelement weist auf einer auf dem Objekt aufsitzenden Seite eine Kontaktfläche auf und eine dieser gegenüberliegende Eintrittsfläche für die Bearbeitungslaserstrahlung. Die Kontaktfläche und die Eintrittsfläche weisen jeweils vorbekannte Formen auf. Es ist vorgesehen, dass vor der Bearbeitung des Objekts die Lage der Eintrittsfläche oder die Lage der Kontaktfläche bezüglich einer Fokusverstelleinrichtung der Vorrichtung mittels Einstrahlung von Messlaserstrahlung auf die Fläche bestimmt wird, indem die Messlaserstrahlung mittels der variablen Fokusverstelleinrichtung nahe der oder auf die Fläche fokussiert wird, wobei die Energiedichte der fokussierten Messlaserstrahlung zur Erzeugung eines optischen Durchbruchs zu gering ist, und der Fokus der Messlaserstrahlung in einer Messfläche verstellt wird, die die erwartete Lage der Eintrittsfläche oder die erwartete Lage der Kontakt-

fläche schneidet. Es ist vorgesehen, dass aus dem Fokus der Messlaserstrahlung rückgestreute oder reflektierte Strahlung konfokal detektiert wird. Aus der konfokal detektierten Strahlung und einer zugeordneten Einstellung der variablen Fokusverstelleinrichtung wird eine Lage von Schnittpunkten zwischen der Messfläche und der Eintrittsfläche oder der Kontaktfläche ermittelt. Es ist vorgesehen, dass nötigenfalls die Detektion der aus dem Fokus der Messlaserstrahlung rückgestreuten oder reflektierten Strahlung wiederholt wird, wobei die Messfläche verschoben wird. Die Wiederholung erfolgt, bis eine bestimmte Anzahl, vorzugsweise fünf Schnittpunkte detektiert wurden. Es ist vorgesehen, dass aus der Lage der Schnittpunkte und der vorbekannten Form der Eintrittsfläche oder der Kontaktfläche deren Lage bestimmt wird.

[0011] Auch dieses Verfahren basiert auf einem Anpassen einer Lage des Brennpunktes, wobei die aus dem Brennpunkt der Messlaserstrahlung rückgestreute oder reflektierte Strahlung detektiert wird.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Ermittlung einer Objektlage eines Kontaktelements zu ermöglichen.

[0013] Diese Aufgabe wird durch die erfindungsgemäße Messvorrichtung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1, die erfindungsgemäße Bearbeitungsvorrichtung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 21, das erfindungsgemäße Verfahren gemäß den Merkmalen des Anspruchs 22, das erfindungsgemäße Computerprogramm gemäß den Merkmalen des Anspruchs 23 und das erfindungsgemäße computerlesbare Medium gemäß den Merkmalen des Anspruchs 24 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen jedes Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen der jeweils anderen Erfindungsaspekte anzusehen sind.

[0014] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Messvorrichtung zum Ermitteln einer Objektlage eines Objekts mit mindestens einer Steuereinrichtung. Mit anderen Worten ist die Messvorrichtung dazu vorgesehen, die Objektlage zu bestimmen, welche das Objekt aufweist.

[0015] Die Messvorrichtung umfasst zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung, die dazu eingerichtet ist, in einem jeweiligen Messvorgang zumindest einen Messstrahl entlang einem vorgegebenen jeweiligen Strahlenverlauf zur Projektion einer vorgegebenen Messmusterfläche auf eine Oberfläche des Objekts auszugeben. Mit anderen Worten ist die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung der Messvorrichtung dazu eingerichtet, den zumindest einen Messstrahl auf das Objekt entlang des vorge-

gebenen Strahlenverlaufs auszugeben, um auf der Oberfläche des Objektes die vorgegebene Messmusterfläche abzubilden. Die vorgegebene Messmusterfläche kann durch vorbestimmte geometrische Relationen des vorgegebenen Strahlenverlaufs des zumindest einen Messstrahls zu vorgegebenen, weiteren Strahlenverläufen anderer Messstrahlen definiert sein. Die vorgegebene Messmusterfläche kann eine vorbestimmte Anordnung von Reflexionspunkten jeweiliger Messstrahlen vorgeben und/oder eine durch den zumindest einen Messstrahl auf der Oberfläche zu erzeugende Reflexionsfläche, wobei die Reflexionsfläche eine vorgegebene oder bekannte Intensitätsverteilung aufweisen kann. Die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung kann beispielsweise zumindest eine Linsenspiegelleinrichtung aufweisen, welche insbesondere als MEMS eingerichtet sein kann, welcher zumindest eine, mittels eines Aktuators eine vorgegebene Richtung ausrichtbare Spiegelleinheit aufweisen kann. Die Messvorrichtung kann eine oder eine Vielzahl von Strahlenquellen aufweisen. Die eine oder die mehreren Strahlenquellen können durch einen oder mehrere Aktuatoren in vorgegebene Richtungen ausrichtbar sein. Es kann zusätzlich oder alternativ dazu vorgesehen sein, dass die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung als Array eingerichtet sein kann, welches mehrere Strahlenquellen aufweisen kann. Die Messstrahleneinrichtung kann aufgrund der beispielhaften Merkmale dazu eingerichtet sein, den zumindest einen Messstrahl in die jeweilige, vorgegebene Richtung auszugeben.

[0016] Die Messvorrichtung umfasst zumindest eine Detektoreinrichtung, die dazu eingerichtet ist, in dem jeweiligen Messvorgang zumindest einen reflektierten Messstrahl des Messstrahls zu erfassen. Bei dem zumindest einen reflektierten Messstrahl kann es sich um den zumindest einen Messstrahl handeln, welcher durch eine Reflexion des von der Laserdiodenmessstrahleneinrichtung ausgesandten Messstrahls, an zumindest einem jeweiligen Reflexionspunkt auf der Oberfläche des Objektes reflektiert ist. Die Detektoreinrichtung ist dazu eingerichtet, Reflexionspunktkoordinaten des zumindest einen Reflexionspunktes der Messmusterfläche in Bezug auf ein vorbestimmtes Referenzsystem zu ermitteln. Das vorbestimmte Referenzsystem kann durch einen Referenzursprung und Referenzrichtungen definiert sein, welche beispielsweise in Bezug auf eine Bearbeitungsvorrichtung definiert sein können, welche die Messvorrichtung aufweisen kann. Mit anderen Worten weist die Messvorrichtung die zumindest eine Detektoreinrichtung auf, die dazu eingerichtet ist, den zumindest einen reflektierten Messstrahl zu erfassen und die Reflexionspunktkoordinaten des zumindest einen Reflexionspunktes, an welchem der zumindest einen Messstrahl an der Oberfläche des Objektes reflektiert ist, zu ermitteln. Die Detektoreinrichtung kann dazu eingerichtet sein, die Refle-

xionspunktkoordinaten des zumindest einen Reflexionspunktes in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem nach einem Verfahren nach dem Stand der Technik, beispielsweise mittels Triangulation, Intensitätsmessung und/oder Laufzeiterfassung zu ermitteln. Die Messvorrichtung kann somit beispielsweise dazu eingerichtet sein, die Reflexionspunktkoordinaten nach einem Lidar-Verfahren zu ermitteln, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist.

[0017] Die mindestens eine Messsteuereinrichtung ist dazu eingerichtet, nach einem vorbestimmten Identifizierungsverfahren mittels dem zumindest einen Reflexionspunkt der vorbestimmten Messmusterfläche des jeweiligen Messvorgangs ein vorbestimmtes Referenzierungsmerkmal in Bezug auf das Objekt zu identifizieren. Das vorbestimmte Referenzierungsmerkmal ist in der mindestens einen Messsteuereinrichtung gespeichert. Das vorbestimmte Referenzierungsmerkmal kann beispielsweise ein Bereich des Objekts sein, welcher beispielsweise aufgrund einer besonderen Beschaffenheit an dem Objekt zu identifizieren sein kann, und zur Ermittlung der Lage des Objekts besonders geeignet sein kann.

[0018] Die mindestens eine Messsteuereinrichtung ist dazu eingerichtet, nach einem vorbestimmten Lageermittlungsverfahren eine Lage des vorbestimmten Referenzierungsmerkmals in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem in Abhängigkeit von den Reflexionspunktkoordinaten des zumindest einen Reflexionspunktes der Messmusterfläche zu ermitteln. Mit anderen Worten ist die Messsteuereinrichtung dazu vorgesehen, den zumindest einen Reflexionspunkt in dem vorbestimmten Identifizierungsverfahren zu verwenden, um das vorbestimmte Referenzierungsmerkmal des Objekts zu identifizieren. In dem vorbestimmten Identifizierungsverfahren kann beispielsweise eine erfasste Intensität des Reflexionspunktes oder die Reflexionspunktkoordinaten dazu verwendet werden, um das Referenzierungsmerkmal des Objekts zu identifizieren. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Anwesenheit des vorbestimmten Referenzierungsmerkmals durch die mindestens eine Messsteuereinrichtung festgestellt wird, wenn die erfasste Intensität des zumindest einen Reflexionspunktes einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn das Referenzierungsmerkmal ein vorbestimmter Punkt des Objektes ist, welcher anhand seiner Reflexionseigenschaften von anderen Bereichen des Objektes unterscheidbar ist. Die Lage des Referenzierungsmerkmals in Bezug auf das Objekt ist in der mindestens einen Messsteuereinrichtung gespeichert.

[0019] Die mindestens eine Messsteuereinrichtung ist dazu eingerichtet, nach einem vorbestimmten

Lageermittlungsverfahren eine Lage des vorbestimmten Referenzierungsmerkmals in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem in Abhängigkeit von den Reflexionspunktkoordinaten des zumindest einen Reflexionspunktes in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem zu ermitteln. In dem besagten Fall kann es vorgesehen sein, dass die Reflexionspunktkoordinaten des Reflexionspunktes, dessen Intensitätswert den vorbestimmten Schwellenwert überschreitet, als Reflexionspunktkoordinaten des Referenzmerkmal in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem definiert werden. Mit anderen Worten wird in dem vorbestimmten Lageermittlungsverfahren ermittelt, an welchem Ort sich das Referenzmerkmal des Objekts in dem Referenzsystem befindet.

[0020] Die mindestens eine Messsteuereinrichtung ist dazu eingerichtet, aus der Lage des Referenzierungsmerkmals in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem und der Lage des Referenzierungsmerkmals in Bezug auf das Objekt die Lage des Objekts in dem Referenzsystem des jeweiligen Messvorgangs zu ermitteln. Mit anderen Worten ist die Lage des vorbestimmten Referenzierungsmerkmals des Objekts sowohl in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem, als auch in Bezug auf das Objekt bekannt. Die mindestens eine Messsteuereinrichtung ist aufgrund der bekannten Lage des vorbestimmten Referenzierungsmerkmals in Bezug auf das Referenzsystem und der bekannten Lage des vorbestimmten Referenzierungsmerkmals in Bezug auf das Objekt befähigt, die Lage des Objekts in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem zu ermitteln.

[0021] Durch die Erfindung ergibt sich der Vorteil, dass eine Lageermittlung des Objektes in dem Referenzsystem des jeweiligen Messvorgangs nach dem Lidar-Verfahren ermöglicht wird.

[0022] Die Erfindung umfasst auch Weiterbildungen, durch die sich zusätzliche Vorteile ergeben.

[0023] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Objekt ein Kontaktelement zur Führung zumindest eines Bearbeitungslaserstrahls auf ein Bearbeitungsobjekt und/oder zur Kontaktierung des Bearbeitungsobjektes ist. Mit anderen Worten ist das Objekt als Kontaktelement ausgebildet. Das Objekt ist dazu vorgesehen, einen Bearbeitungslaserstrahl zum Bearbeiten des Bearbeitungsobjektes auf das Bearbeitungsobjekt zu führen. Das Objekt kann zusätzlich oder alternativ dazu vorgesehen sein, das zu bearbeitende Bearbeitungsobjekt unmittelbar oder mittelbar mechanisch zu kontaktieren. Die mechanische Kontaktierung kann beispielsweise zur Fixierung des Bearbeitungsobjektes während einer Bearbeitung des Bearbeitungsobjektes durch den Bearbeitungslaserstrahl vorgesehen sein. Die mittelbare mechanische Kontaktierung kann

beschreiben, dass eine Kontaktflüssigkeit zwischen dem Objekt und dem Bearbeitungsobjekt angeordnet sein kann. Die Kontaktierung kann beispielsweise an einer Kontaktfläche des Kontaktelements erfolgen.

[0024] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung dazu eingerichtet ist, den zumindest einen Messstrahl als kollimierten Strahl auszugeben. Mit anderen Worten ist die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung dazu eingerichtet, den zumindest einen Messstrahl mit einem Brennpunkt auszugeben der sich dem Unendlichen nähert.

[0025] Die zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung kann beispielsweise einen Kollimator aufweisen, durch welchen der erzeugte Messstrahl geführt werden kann, bevor er auf das Objekt geführt wird.

[0026] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung zumindest ein Weitungselement in dem jeweiligen Strahlenverlauf des zumindest einen Messstrahls aufweist, das dazu eingerichtet ist, den zumindest einen Messstrahl auf einen vorbestimmten optischen Strahldurchmesser zu weiten, um den zumindest einen Reflexionspunkt der Messmusterfläche mit einer vorgegebenen Reflexionsfläche auf der Oberfläche des Objektes zu erzeugen. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung dazu eingerichtet ist, den zumindest einen Messstrahl mit einem vorbestimmten optischen Strahldurchmesser bereitzustellen. Zur Bereitstellung des Messstrahls mit dem vorbestimmten optischen Strahldurchmesser umfasst die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung zumindest ein Weitungselement. Das Weitungselement kann beispielsweise Linsen umfassen, die in umgekehrter Galilei-Anordnung angeordnet sind und eine Sammellinse und eine Zerstreuungslinse aufweisen können. Die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung ist dazu eingerichtet, den Messstrahl durch das Weitungselement zu führen sodass der optische Strahldurchmesser des Messstrahls durch das Weitungselement auf den vorgegebenen optischen Strahldurchmesser vergrößert wird. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung mittels des Weitungselements den Messstrahl mit einem optischen Strahldurchmesser von 2-4 mm bereitstellen kann. Mit anderen Worten kann der durch die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung bereitgestellte Messstrahl den Strahldurchmesser aufweisen, der beispielsweise 2,0 mm, 2,1 mm, 2,2 mm, 2,3 mm, 2,4 mm, 2,5 mm, 2,6 mm, 2,7 mm, 2,8 mm, 2,9 mm, 3,0 mm, 3,1 mm, 3,2 mm, 3,3 mm, 3,4 mm, 3,5 mm, 3,6 mm, 3,7 mm, 3,8 mm, 3,9 mm oder 4,0 mm beträgt. Der Strahldurchmesser von 2 mm bis 4 mm kann beispielsweise vorgesehen sein, wenn

durch den zumindest einen Messstrahl eine Messmusterfläche zur Erfassung eines Apex einer Hornhaut bereitgestellt werden soll. Die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung kann auch dazu eingerichtet sein, den Messstrahl mit einem Strahlendurchmesser von bis zu 3 cm bereitzustellen.

[0027] Mit anderen Worten kann der Strahlendurchmesser 0,1 cm, 0,2 cm, 0,3 cm, 0,4 cm, 0,5 cm, 0,6 cm, 0,7 cm, 0,8 cm, 0,9 cm, 1,0 cm, 1,1 cm, 1,2 cm, 1,3 cm, 1,4 cm, 1,5 cm, 1,6 cm, 1,7 cm, 1,8 cm, 1,9 cm, 2,0 cm, 2,1 cm, 2,2 cm, 2,3 cm, 2,4 cm, 2,5 cm, 2,6 cm, 2,7 cm, 2,8 cm, 2,9 cm oder 3,0 cm aufweisen. Die Bereitstellung dieses Strahlendurchmessers kann beispielsweise vorgesehen sein, falls die Messmusterfläche zur Erfassung eines Auges bereitgestellt werden soll. Durch die Weiterungen des Messstrahls ist es beispielsweise ermöglicht, die Messmusterfläche mit dem zumindest einen Messstrahl alleine zu erzeugen. Es kann auch vorgesehen sein, dass mehrere Messstrahlen durch jeweilige Weitungelemente oder das zumindest eine Weitungelement geführt werden, um deren Strahlendurchmesser zu vergrößern.

[0028] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Messvorrichtung als Laufzeitmessungslidar eingerichtet ist. Mit anderen Worten handelt es sich bei der Messvorrichtung um eine Lidarvorrichtung, welche dazu eingerichtet ist, einen Abstand eines Reflexionspunktes, zu der Sensoreinrichtung oder einem sonstigen Bezug, über eine Laufzeitmessung zu ermitteln. Lidar bedeutet Light detection and ranging oder Light imaging, detection and ranging. Die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung ist dazu eingerichtet, den zumindest einen Messstrahl gepulst auszugeben. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass der zumindest eine Messstrahl nicht als Dauerstrich ausgegeben wird, sondern als Abfolge mehrerer zeitlich beschränkter Pulse mit einer vorbestimmten jeweiligen Pulsdauer. Die Ausgabe des zumindest einen Messstrahls erfolgt somit derart, dass die jeweilige Ausgabe während des Messvorgangs einen vorbestimmten Startzeitpunkt und einen vorbestimmten Endzeitpunkt aufweist. Die zumindest eine Detektoreinrichtung ist dazu eingerichtet, die Reflexionspunktkoordinaten des zumindest einen Reflexionspunktes unter Verwendung einer Laufzeitmessung zu erfassen, welche eine Messung einer Laufzeit des jeweiligen reflektierten Messstrahls von einem Zeitpunkt der Aussendung durch die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung bis zu einem Zeitpunkt eines Empfangs des reflektierten Messstrahls durch die Detektoreinrichtung beschreibt. Mit anderen Worten ist die Detektoreinrichtung dazu eingerichtet, einen Zeitpunkt zu ermitteln, ab welchen der ausgesandte Puls durch die Detektoreinrichtung empfangen wird. Die Messvorrichtung ist dazu eingerichtet, aus dem Zeitpunkt der Aussendung des Pulses und dem Zeitpunkt des

Empfangs des Pulses durch die Messvorrichtung die Laufzeit zu ermitteln. Unter Berücksichtigung geometrischer Relationen, welche in der Detektoreinrichtung gespeichert sein können, kann aus der Laufzeit der Abstand zwischen dem Reflexionspunktes und der Detektoreinrichtung ermittelt werden. Unter Einbeziehung des ermittelten Abstands können die Reflexionspunktkoordinaten des jeweiligen Reflexionspunktes durch die Detektoreinrichtung bestimmt werden. Die Messvorrichtung kann beispielsweise dazu eingerichtet sein, einen Empfangszeitpunkt zu ermitteln, zu welchem der jeweilige reflektierte Messstrahl durch die Detektoreinrichtung erfasst ist. Die Messvorrichtung kann beispielsweise dazu eingerichtet sein, einen jeweiligen Aussendzeitpunkt des Messstrahls durch die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung vorzugeben und/oder in der Laserdiodenmessstrahleneinrichtung abzurufen. Die Messvorrichtung kann dazu eingerichtet sein, den Empfangszeitpunkt des reflektierten Messstrahls durch die Detektoreinrichtung aus der Detektoreinrichtung abzurufen und aus einer zeitlichen Differenz zwischen dem Aussendzeitpunkt und dem Empfangszeitpunkt eine Laufzeit des Messstrahls zu ermitteln. Bei einem bekannten Strahlenverlauf des Messstrahls kann dabei aus der Laufzeit des Messstrahls ein Abstand des Reflexionspunktes zu der Detektoreinrichtung und somit der Oberfläche des Objektes durch die Messvorrichtung ermittelt werden. Die Messvorrichtung kann auch dazu eingerichtet sein, eine Richtung des Reflexionspunktes in Bezug auf die zumindest eine Detektoreinrichtung zu ermitteln. Zu diesem Zweck kann die Detektoreinrichtung beispielsweise ein vorgegebenes zweidimensionales Muster von Detektoreinheiten aufweisen. Die Detektoreinrichtung kann dazu eingerichtet sein, diejenige der Detektoreinheiten zu ermitteln, welche den reflektierten Messstrahl empfängt. Dadurch ist eine Auftreffposition des reflektierten Messstrahls auf der Detektoreinrichtung bekannt. Die Detektoreinrichtung kann beispielsweise dazu eingerichtet sein, aus einer Lage der Detektoreinrichtung, einer Lage der Laserdiodenmessstrahleneinrichtung, dem Strahlenverlauf und der Laufzeit des Messstrahls die Reflexionspunktkoordinaten des Reflexionspunktes in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem zu ermitteln.

[0029] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Messvorrichtung als moduliertes Dauerstrichlidar eingerichtet ist. Mit anderen Worten ist die Messvorrichtung dazu eingerichtet, den zumindest einen Messstrahl während des Messvorgangs über einen vorbestimmten Zeitraum auszugeben, wobei der zumindest eine Messstrahl eine zeitabhängige vorbestimmte Modulation aufweist. Die Modulation kann sich beispielsweise auf eine Frequenz des zumindest einen Messstrahl beziehen. Die zumindest eine Detektoreinrichtung ist dazu eingerichtet, die Koordinaten der jeweiligen Reflexions-

punkte unter Verwendung einer Modulationsabweichung zwischen einer aktuellen Modulation und einer erfassten Modulation des reflektierten Messstrahls zu ermitteln. Mit anderen Worten kann die Modulation, welche der durch die Detektoreinrichtung erfassten reflektierten Messstrahl aufweist, mit dem ausgesandten zumindest einen Messstrahl in Relation gesetzt werden, wodurch eine Laufzeit ermittelt werden kann.

[0030] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Messvorrichtung als Intensitätslidar eingerichtet ist, wobei die zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung dazu eingerichtet ist, den zumindest einen Messstrahl mit einer Ausgabeintensität auszugeben, und die zumindest eine Detektoreinrichtung dazu eingerichtet ist, eine Empfangsintensität des jeweiligen reflektierten Messstrahls zu erfassen. Die zumindest eine Detektoreinrichtung ist dazu eingerichtet, die Reflexionspunktkoordinaten des jeweiligen zumindest einen Reflexionspunktes in Abhängigkeit eines Intensitätsunterschieds zwischen der Ausgabeintensität und der Empfangsintensität zu ermitteln. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass die Messvorrichtung dazu eingerichtet ist die Reflexionspunktkoordinaten des zumindest einen Reflexionspunktes aus einem Unterschied zwischen einer Intensität des durch die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung ausgesandten Messstrahls und einer Intensität des durch zumindest eine Detektoreinrichtung empfangenen reflektierten Messstrahl zu ermitteln.

[0031] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung dazu eingerichtet ist, in dem jeweiligen Messvorgang mehrere Messstrahlen entlang vorbestimmter jeweiliger Strahlenverläufe zur Projektion der vorbestimmten Messmusterfläche auf die Oberfläche des Objektes auszugeben. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung dazu eingerichtet ist, zur Projektion der vorbestimmten Messmusterfläche auf die Oberfläche des Objektes mehrere der Messstrahlen in dem jeweiligen Messvorgang auszugeben. Es ist somit vorgesehen, dass die vorbestimmten Messmusterfläche durch mehrere Messstrahlen erzeugt wird. Die Messstrahlen können entlang jeweiliger, unterschiedlicher Strahlenverläufe geführt werden, sodass die vorbestimmte Messmusterfläche mehrere Reflexionspunkte aufweisen kann. Durch die Weiterbildung ergibt sich der Vorteil, dass die Messmusterfläche mehrere durch jeweilige Messstrahlen erzeugte Reflexionspunkte aufweisen kann, welche jeweilige Reflexionspunktkoordinaten aufweisen können. Dadurch ist es möglich, die Lage des Referenzierungsmerkmals aus mehreren der Reflexionspunktkoordinaten ermitteln zu können.

[0032] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung dazu eingerichtet ist, zumindest zwei der Messstrahlen in dem jeweiligen Messvorgang simultan auszugeben. Mit anderen Worten ist die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung dazu eingerichtet, die zumindest zwei Messstrahlen zu einem identischen Zeitpunkt während des Messvorgangs auszugeben. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Messstrahlen durch eine Aufteilung eines Ursprungsstrahls durch eine Optik in die mehreren Messstrahlen ausgegeben werden. Durch die Weiterbildung ergibt sich der Vorteil, dass eine Dauer eines Messvorgangs reduziert werden kann.

[0033] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung dazu eingerichtet ist, zumindest zwei der Messstrahlen in dem jeweiligen Messvorgang sequenziell auszugeben. Mit anderen Worten ist die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung dazu eingerichtet, jeweilige Messstrahlen zeitlich hintereinander in dem jeweiligen Messvorgang ausgegeben. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Objekt während eines Messvorgangs abgerastert wird, wobei die einzelnen Messstrahlen nacheinander ausgegeben werden. Die Messvorrichtung kann beispielsweise dazu eingerichtet sein, den Ursprungsstrahl auf einen Spiegel, insbesondere einem MEMS mit einer Anordnung aus mehreren Spiegeln zu leiten und eine Ausrichtung des Spiegels während des Messvorgangs zu verändern, um die einzelnen Messstrahlen entlang der jeweiligen Strahlenverläufe bereitzustellen.

[0034] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Messsteuereinrichtung dazu eingerichtet ist, dem vorbestimmten Identifizierungsverfahren eine Intensitätsverteilung der Messmusterfläche auf der Oberfläche des Objektes zu ermitteln. Mit anderen Worten ist die zumindest eine Detektoreinrichtung dazu eingerichtet, zu ermitteln, welche Intensität die vorbestimmte Messmusterfläche an jeweiligen Positionen auf der Oberfläche des Objektes aufweist. Mit anderen Worten ist die Messsteuereinrichtung zur orts aufgelösten Intensitätserfassung der Messmusterfläche eingerichtet. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Messmusterfläche mehrere Reflexionspunkte aufweist. Die Messsteuereinrichtung ist dazu eingerichtet, die Intensität zu erfassen welche der zumindest eine durch einen jeweiligen Reflexionspunkt reflektierte Messstrahl aufweist. Dadurch kann jedem der Reflexionspunkte die Intensität des jeweiligen reflektierten Messstrahl zugewiesen werden. Zusätzlich oder alternativ kann es vorgesehen sein, dass die Messsteuereinrichtung dazu eingerichtet ist, die Intensitätsverteilung innerhalb eines jeweiligen Reflexionspunktes zu ermitteln. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn der Reflexionspunkt durch den zumindest einen Messstrahl mit einem vergrößerten Strahlendurchmesser

erzeugt ist. Die Messsteuereinrichtung kann somit dazu eingerichtet sein, zu ermitteln, wie die Intensität innerhalb des jeweiligen Reflexionspunktes verteilt ist. Die Messvorrichtung ist dazu eingerichtet, in dem vorbestimmten Identifizierungsverfahren das vorgegebene Referenzierungsmerkmal des Objektes in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Intensitätsmerkmal des vorgegebenen Referenzierungsmerkmals zu identifizieren. Das vorgegebene Intensitätsmerkmal kann beispielsweise eine Eigenschaft beschreiben, welche auf die Intensität des Referenzierungsmerkmals bezogen ist und eine Identifikation des Referenzierungsmerkmals anhand der Intensität ermöglicht. Das vorgegebene Intensitätsmerkmal kann beispielsweise ein Schwellenwert vorgeben, wobei das Referenzierungsmerkmal durch ein unterschreiten oder überschreiten des Schwellenwertes durch die Intensität identifiziert werden kann. Dadurch kann es beispielsweise möglich sein, als Punkte oder Flächen definierte Referenzierungsmerkmale anhand ihres Reflexionsverhaltens zu identifizieren. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Referenzierungsmerkmal eine vorgegebene Fläche umfasst. Diese kann eine Oberflächenbeschaffenheit aufweisen, welche absorbierend wirkt, wodurch Reflexionspunkte innerhalb der vorgegebenen Fläche eine geringere Intensität aufweisen können als Reflexionspunkte die außerhalb der vorgegebenen Fläche angeordnet sind. Dadurch ist es möglich, die vorgegebene Fläche durch ein unterschreiten der Intensität der jeweiligen Reflexionspunkte zu identifizieren.

[0035] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die mindestens eine Messsteuereinrichtung dazu eingerichtet ist, in dem vorbestimmten Identifizierungsverfahren eine Höhenverteilung der Messmusterfläche zu ermitteln und das vorgegebene Referenzierungsmerkmal des Objektes in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Höhenmerkmal des vorgegebenen Referenzierungsmerkmals zu identifizieren. Mit anderen Worten ist die Messsteuereinrichtung dazu eingerichtet die Höhenverteilung der Messmusterfläche auf der Oberfläche des Objektes zu ermitteln. Die Höhenverteilung der Messmusterfläche kann beispielsweise aus Reflexionspunktkoordinaten der Reflexionspunkte auf der Oberfläche ermittelt werden. Die Messvorrichtung ist dazu eingerichtet, zu Identifizierung des vorgegebenen Referenzierungsmerkmals das vorbestimmte Identifizierungsverfahren unter Einbeziehung der ermittelten Höhenverteilung der Messmusterfläche durchzuführen. Dabei wird das Referenzierungsmerkmal des Objektes in Abhängigkeit von dem vorgegebenen Höhenmerkmal des Objektes in der Messmusterfläche identifiziert. Es kann vorgesehen sein, dass das vorgegebene Höhenmerkmal einen vorgegebenen Schwellenwert beschreibt, welcher einen Höhenunterschied des Referenzierungsmerkmals zu anderen Bereichen des Objektes beschreibt. Das vorbe-

stimmte Höhenmerkmal kann beispielsweise vorgegeben, dass ein als Referenzierungspunkt vorgesehenes Referenzierungsmerkmal eine maximale Höhe in Bezug auf eine Referenzfläche des Objektes aufweist. Es kann insbesondere vorgesehen sein, einen Apex eines Auges als Referenzmerkmal des Objektes anhand eines charakteristischen Höhenprofils als Höhenmerkmal zu identifizieren.

[0036] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor das das Referenzierungsmerkmal zumindest einen vorgegebenen Referenzierungspunkt des Objektes umfasst. Mit anderen Worten umfasst es sich bei dem Referenzierungsmerkmal um zumindest einen vorgegebenen Referenzierungspunkt. Das Referenzierungsmerkmal kann auch mehrere der Referenzierungspunkte aufweisen. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Referenzierungsmerkmal einen oder mehrere zuverlässig durch die Messvorrichtung zu erfassende Referenzierungspunkte aufweisen kann. Die vorgegebenen Referenzierungspunkte können auch dadurch gekennzeichnet sein, dass deren jeweilige Lage in Bezug auf das Objekt genau bekannt ist und relativ unabhängig von Randbedingungen des Messvorgangs auf dem Objekt erfasst werden können. Es kann vorgesehen sein, dass das zumindest eine Referenzierungsmerkmal zumindest einen Referenzierungspunkt des Objektes umfasst, welcher auf einem relativ starren Bereich des Objektes angeordnet ist. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass davon auszugehen ist, dass sich die Lage des Referenzierungspunktes in Bezug auf das Objekt nicht durch lokale Verformungen des Objektes verändert.

[0037] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Referenzierungsmerkmal eine vorgegebene Oberflächentopologie der Oberfläche des Objektes umfasst. Mit anderen Worten ist es vorgesehen das die Messvorrichtung dazu eingerichtet ist die vorbestimmte Oberflächentopologie der Oberfläche des Objektes zu identifizieren und die Lage der Oberflächentopologie zu ermitteln. Es kann, vorgesehen sein, dass das zumindest eine Referenzierungsmerkmal eine charakteristische Vertiefung in einem Höhenprofil des Objektes umfasst. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass die Messvorrichtung dazu eingerichtet, die vorgegebene Oberflächentopologie der Oberfläche des Objekts zu erfassen. Dadurch, dass die Reflexionspunktkoordinaten der Reflexionspunkte in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem angegeben sind, ist die Messsteuereinrichtung dazu befähigt, die Oberflächentopologie der Oberfläche des Objekts ebenfalls in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem zu ermitteln. Die zumindest eine Messsteuereinrichtung kann beispielsweise dazu eingerichtet sein, die jeweiligen Reflexionspunktkoordinaten der Reflexionspunkte in einer Punktwolke anzuordnen und die Reflexionspunkte der Punktwolke nach einem

vorbestimmten Verfahren, wie beispielsweise einem Marching-Cubes-Algorithmus miteinander zu verbinden. Die Lageermittlung kann beispielsweise ein Suchen eines Abschnittes der Oberfläche des Objekts umfassen, dessen Oberflächentopologie eine maximalen Übereinstimmung mit der vorgegebenen Oberflächentopologie aufweist. Die Lage der Oberflächentopologie in dem Objekt kann beispielsweise in einem Koordinatensystem des Objekts ermittelt werden.

[0038] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das zumindest eine Referenzierungsmerkmal ein vorgegebenes Volumenmodell des Objektes umfasst. Mit anderen Worten ist es vorgesehen dass die Messvorrichtung dazu eingerichtet ist ein vorgegebenes Volumenmodell des Objektes als Referenzierungsmerkmal zu erfassen. Die mindestens eine Messsteuereinrichtung ist dazu eingerichtet, das vorgegebene Volumenmodell des Objektes zu identifizieren und eine Lage der des Volumenmodells des Objektes zu ermitteln.

[0039] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die mindestens eine Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, das vorbestimmte Volumenmodell des Objektes in Abhängigkeit von der Oberflächentopologie aus bekannten Volumenmodellen zu ermitteln. Die bekannten Volumenmodelle bekannter Objekte können in der Steuereinrichtung gespeichert sein, oder der Steuereinrichtung bereitgestellt sein. Mit anderen Worten sind der zumindest einen Steuereinrichtung mehrere bekannte Volumenmodelle bereitgestellt, welche Volumina jeweiliger bekannter Objekten beschreiben. Die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, aus den bereitgestellten Volumenmodellen in Abhängigkeit von der erfassten Oberflächentopologie dasjenige Volumenmodell auszuwählen, welches dem Objekt entspricht. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die erfasste Oberflächentopologie mit den Oberflächen der jeweiligen Volumenmodelle verglichen wird und das Volumenmodell aus den bereitgestellten Volumenmodellen ausgewählt wird, welches eine Oberfläche aufweist, welche die größte Übereinstimmung mit der erfassten Oberflächentopologie aufweist.

[0040] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Messvorrichtung dazu eingerichtet ist, das vorbestimmte Volumenmodell des Objektes in einem vorbestimmten Vorverfahren zu ermitteln. Mit anderen Worten ist die Messvorrichtung dazu eingerichtet, in dem vorbestimmten Vorverfahren, das Objekt zu untersuchen und das Volumenmodell des Objektes zu generieren. Es kann vorgesehen sein, dass die Messvorrichtung dazu eingerichtet ist, in dem vorbestimmten Vorverfahren das Objekt mit einem weiteren Messstrahl oder mehreren weiteren Messstrahlen zu Rastern, um das Volumen des Objektes zu erfassen. Die Messvorrichtung kann basierend

auf den Messungen das Volumenmodell des Objektes ermitteln und nach vorbestimmten Kriterien das zumindest eine Referenzierungsmerkmal des Objektes vorgeben. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass ein Volumenmodell von unbekanntem oder von Normen abweichenden Objekten erstellt werden kann.

[0041] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung zumindest eine Oberflächenemittereinheit umfasst. Mit anderen Worten ist die Messvorrichtung dazu eingerichtet, Messstrahlen durch die zumindest eine Oberflächenemittereinheit auszusenden. Die Oberflächenemittereinheit ist insbesondere als Halbleiterelement ausgebildet, welches dazu eingerichtet ist, einen Messstrahl senkrecht zur Ebene des Halbleiterelements abzustrahlen. Durch die Weiterbildung der Erfindung ergibt sich der Vorteil, dass die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung platzsparend und günstig bereitgestellt werden kann.

[0042] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung zumindest ein Oberflächenemitterarray umfasst. Mit anderen Worten weist die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung zur Ausgabe der Messstrahlen zumindest ein Array auf, welches mehrere der Oberflächenemittereinheiten umfasst. Bei dem Oberflächenemitterarray kann es sich um eine eindimensionale oder zweidimensionale Anordnung von Oberflächenemittereinheiten in einer Ebene handeln. Die Oberflächenemittereinheiten können beispielsweise in einem Schachbrettmuster bereitgestellt sein. Durch die Weiterbildung ergibt sich der Vorteil, dass durch die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung eine Aussendung mehrerer Messstrahlen ermöglicht ist.

[0043] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung zur Ausstrahlung des zumindest einen Messstrahls in einem Infrarotspektrum und/oder einem Nah-Infrarotspektrum eingerichtet ist. Mit anderen Worten weisen die Messstrahlen, welche durch die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung ausgesandt werden, Wellenlängen im Infrarotspektrum und/oder in dem Nah-Infrarotspektrum auf. Die Messstrahlen können somit eine Wellenlänge im Nah-Infrarotspektrum zwischen 780 bis 3000 nm aufweisen, insbesondere im Infrarotspektrum zwischen 780 nm bis 1000 nm. Durch die Weiterbildung ergibt sich der Vorteil, dass die Messstrahlen einen Wellenlängenbereich aufweisen, welcher eine geringe Schädigung von Oberflächen bewirkt. Dadurch ist es möglich, die Messvorrichtung auch bei sensiblen Oberflächen, insbesondere biologischen Oberflächen, anzuwenden.

[0044] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Bearbeitungsvorrichtungen mit mindestens einem

Bearbeitungslaser zur Bearbeitung eines Bearbeitungsobjektes und mindestens einer Bearbeitungssteuereinrichtung, wobei die Bearbeitungsvorrichtung zumindest eine Messvorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung umfasst.

[0045] Die Bearbeitungsvorrichtungen weist zumindest einen Bearbeitungslaser auf. Der jeweilige Bearbeitungslaser kann dazu ausgebildet sein, ein vordefiniertes Bearbeitungsobjekt zu bearbeiten. Der jeweilige Bearbeitungslaser kann beispielsweise dazu ausgebildet sein, ein Hornhautvolumen mit vordefinierten Grenzflächen eines menschlichen oder tierischen Auges mittels Photodisruption zumindest teilweise abzutrennen und/oder Hornhautschichten mittels Ablation abzutragen und/oder eine laserinduzierte Brechungsindexänderung in der Hornhaut und/oder der Augenlinse zu bewirken.

[0046] Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Messvorrichtung zum Ermitteln einer Lage eines Objektes mit mindestens einer Steuereinrichtung.

[0047] In dem Verfahren ist es vorgesehen, dass durch zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung der Messvorrichtung, in einem jeweiligen Messvorgang zumindest ein Messstrahl entlang einem vorbestimmten jeweiligen Strahlenverlauf zur Projektion einer vorbestimmten Messmusterfläche auf eine Oberfläche des Objektes ausgegeben wird. Durch zumindest eine Detektoreinrichtung der Messvorrichtung, wird in dem jeweiligen Messvorgang zumindest ein reflektierter Messstrahl des zumindest einen Messstrahls erfasst, der an einem jeweiligen Reflexionspunkt des zumindest einen Messstrahls der vorbestimmten Messmusterfläche auf der Oberfläche des Objektes reflektiert wird. Durch die zumindest eine Detektoreinrichtung werden Reflexionspunktkoordinaten des zumindest einen Reflexionspunkts in Bezug auf ein vorbestimmte Referenzsystem ermittelt.

[0048] Durch die mindestens eine Messsteuereinrichtung der Messvorrichtung wird nach einem vorbestimmten Identifizierungsverfahren mittels dem zumindest einem Reflexionspunkt der vorbestimmten Messmusterfläche auf der Oberfläche des Objektes ein vorbestimmtes Referenzierungsmerkmal des Objektes identifiziert.

[0049] Es ist vorgesehen, dass eine vorgegebene Lage des vorbestimmten Referenzierungsmerkmals in Bezug auf das Objekt in der mindestens einen Messsteuereinrichtung gespeichert ist. Durch die mindestens eine Messsteuereinrichtung der Messvorrichtung wird nach einem vorbestimmten Lageermittlungsverfahren eine Lage des vorbestimmten Referenzierungsmerkmals in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem in Abhängigkeit von den

Reflexionspunktkoordinaten des zumindest einen Reflexionspunktes in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem ermittelt.

[0050] Durch die mindestens eine Messsteuereinrichtung der Messvorrichtung wird aus der Lage des Referenzierungsmerkmals in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem und der Lage des Referenzierungsmerkmals in Bezug auf das Objekt die Lage des Objektes in dem Referenzsystem des jeweiligen Messvorgangs ermittelt.

[0051] Das jeweilige Verfahren kann zumindest einen zusätzlichen Schritt umfassen, der genau dann ausgeführt wird, wenn ein Anwendungsfall oder eine Anwendungssituation eintritt, die hier nicht explizit beschrieben wurde. Der Schritt kann zum Beispiel die Ausgabe einer Fehlermeldung und/oder die Ausgabe einer Aufforderung zur Eingabe einer Nutzerrückmeldung umfassen. Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, dass eine Standardeinstellung und/oder ein vorbestimmter Initialzustand eingestellt wird.

[0052] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Computerprogramm. Das Computerprogramm umfasst Befehle, die beispielsweise einen Programmcode ausbilden. Der Programmcode kann einen zumindest einen Steuerdatensatz mit den jeweiligen Steuerdaten für den jeweiligen Laser umfassen. Bei Ausführen des Programmcodes mittels eines Computers oder eines Computerverbunds, wird dieser veranlasst, das zuvor beschriebene Verfahren oder zumindest eine Ausführungsform davon auszuführen. Das Computerprogramm kann dazu eingerichtet sein, eine Steuerung einer Messvorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens durch eine Messsteuereinrichtung zu bewirken.

[0053] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein computerlesbares Medium (Speichermedium), auf dem das vorgenannte Computerprogramm bzw. dessen Befehle gespeichert sind. Zum Ausführen des Computerprogramms kann ein Computer oder ein Computerverbund auf das computerlesbare Medium zugreifen und dessen Inhalt auslesen. Das Speichermedium ist beispielweis als ein Datenspeicher, insbesondere zumindest teilweise als ein flüchtiger oder nicht-flüchtiger Datenspeicher ausgebildet. Ein nicht-flüchtiger Datenspeicher kann ein Flash-Speicher und/oder ein SSD (solid state drive) und/oder eine Festplatte sein. Ein flüchtiger Datenspeicher kann ein RAM (random access memory) sein. Die Befehle können zum Beispiel als Quellcode einer Programmiersprache und/oder als Assembler und/oder als Binärcode vorliegen.

[0054] Weitere Merkmale und Vorteile eines der beschriebenen Aspekte der Erfindung können sich aus den Weiterbildungen eines anderen der Aspekte

der Erfindung ergeben. Die Merkmale der Ausführungsformen der Erfindung können somit in beliebiger Kombination miteinander vorliegen, sofern sie nicht explizit als sich gegenseitig ausschließend beschrieben wurden.

[0055] Im Folgenden sind zusätzliche Merkmale und Vorteile der Erfindung anhand der Figuren in Form von vorteilhaften Ausführungsbeispielen beschrieben. Die Merkmale oder Merkmalskombinationen der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele können in beliebiger Kombination miteinander und/oder den Merkmalen der Ausführungsformen vorliegen. Das heißt, die Merkmale der Ausführungsbeispiele können die Merkmale der Ausführungsformen ergänzen und/oder ersetzen und umgekehrt. Es sind somit auch Ausgestaltungen von der Erfindung als umfasst und offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht explizit gezeigt oder erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombinationen aus den Ausführungsbeispielen und/oder Ausführungsformen hervorgehen und erzeugbar sind. Somit sind auch Ausgestaltungen als offenbart anzusehen, die nicht alle Merkmale eines ursprünglich formulierten Anspruchs aufweisen oder über die in den Rückbezügen der Ansprüche dargelegten Merkmalskombinationen hinausgehen oder von diesen abweichen. Zu den Ausführungsbeispielen zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Bearbeitungsvorrichtung, welche eine Messvorrichtung aufweist;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Messvorrichtung;

Fig. 3 eine weitere schematische Darstellung einer Messvorrichtung;

Fig. 4 eine weitere schematische Darstellung einer Messvorrichtung;

Fig. 5 eine weitere schematische Darstellung einer Messvorrichtung; und

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Ablaufs eines Verfahrens zum Betreiben einer Messvorrichtung.

[0056] In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0057] **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung einer Bearbeitungsvorrichtung, welche eine Messvorrichtung aufweist.

[0058] **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung der Bearbeitungsvorrichtung 1, welche eine Bearbeitungslaserstrahlenquelle 2 und eine Bearbeitungssteuereinrichtung 3 aufweisen kann. Die Bearbeitungslaserstrahlenquelle 2 kann dazu eingerichtet sein, einen Bearbeitungslaserstrahl 4 auszugeben,

welcher dazu vorgesehen sein kann, eine Oberfläche eines zu bearbeitenden Bearbeitungsobjektes 7 zu bearbeiten. Die Bearbeitungssteuereinrichtung 3 kann dazu eingerichtet sein, die Bearbeitungslaserstrahlenquelle 2 und eine Strahlenablenkvorrichtung 5 sowie eine Fokussiereinrichtung 6 anzusteuern, um den Bearbeitungslaserstrahl 4 auf vorbestimmte Bearbeitungspunkte auf das zu bearbeitende Bearbeitungsobjekt 7 zu fokussieren oder richten. Der Bearbeitungslaserstrahl 4 kann durch die Bearbeitungssteuereinrichtung 3 derart geführt werden, dass ein vorbestimmtes Muster an einer Oberfläche des Bearbeitungsobjektes 7 erzeugt werden kann. Es kann vorgesehen sein, dass zur Bearbeitung des Bearbeitungsobjektes 7 eine vorbestimmte Leistungs- und/oder Energiedichte durch den Bearbeitungslaserstrahl 4 an den Bearbeitungspunkten überschritten werden muss, um beispielsweise ein Schmelzen und/oder einen optischen Durchbruch in dem Bearbeitungsobjekt 7 zu bewirken. Aus diesem Grund kann es erforderlich sein, dass das Bearbeitungsobjekt 7 während der Bearbeitung in einer vorbestimmten konstanten Lage verbleibt. Dadurch kann beispielsweise sichergestellt sein, dass der Bearbeitungslaserstrahl 4 auf die vorbestimmte Tiefe fokussiert ist und dass ein Abdriften des Bearbeitungsobjektes 7 während der Bearbeitung vermieden wird und somit eine Verzerrung des Musters verhindert werden kann.

[0059] Zur Fixierung des Bearbeitungsobjektes 7 kann es erforderlich sein, ein als Kontaktelement ausgebildetes Objekt 8 bereitzustellen, welches dazu vorgesehen sein kann, das Bearbeitungsobjekt 7 in der vorbestimmten Lage zu fixieren. Während des Heranführens des Objekts 8 an das Bearbeitungsobjekt 7 oder während der Bearbeitung des Bearbeitungsobjektes 7 kann es erforderlich sein, eine genaue Objektlage 9 des Objekts 8 zu ermitteln. Das Objekt 8 kann derart beschaffen sein, dass es für den Bearbeitungslaser 4 zumindest teiltransparent ist, so dass der Bearbeitungslaser 4 durch das Objekt 8 auf das Bearbeitungsobjekt 7 geführt werden kann. Um die Ermittlung der Objektlage 9 des Objekts 8 in einem vorbestimmten Referenzsystem R1 zu ermöglichen, welches beispielsweise auf die Bearbeitungsvorrichtung 1 bezogen sein kann, kann die Bearbeitungsvorrichtung 1 eine Messvorrichtung 10 aufweisen.

[0060] Die Messvorrichtung 10 kann zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung 11 aufweisen, welche durch eine Messsteuereinrichtung 12 der Messvorrichtung 10 betrieben werden kann. Die Messvorrichtung 10 kann auch zumindest eine Detektoreinrichtung 13 aufweisen. Die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung 11 kann dazu eingerichtet sein, den zumindest einen Messstrahl 14 während eines Messvorgangs entlang eines vorbestimmten jeweiligen Strahlenverlaufs auszugeben. Die Laser-

diodenmessstrahleneinrichtung 11 kann dazu eingerichtet sein, mehrere der Messstrahlen 14 entlang jeweiliger Strahlenverläufe auszugeben. Die Strahlenverläufe der Messstrahlen 14 können dabei vorbestimmte geometrische Relationen zueinander aufweisen, so dass sie in einem vorbestimmten geometrischen Messmuster angeordnet sein können, um eine vorbestimmte Messmusterfläche 29 auf die Oberfläche des Objektes 8 zu projizieren. Es kann vorgesehen sein, dass die Aussendung der Messstrahlen 14 durch die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung 11 derart erfolgen kann, dass keine Anpassung eines Fokus der jeweiligen Messstrahlen 14 erfolgt. Die Messstrahlen können jeweils kollimierte Messstrahlen 14 sein. Die Detektoreinrichtung 13 kann dazu eingerichtet sein, reflektierte Messstrahlen 15 zu erfassen, welche an Reflexionspunkten 16 auf der Oberfläche des Objekts 8 reflektiert wurden. Die Detektoreinrichtung 13 kann dazu eingerichtet sein, für zumindest einige der Reflexionspunkte 16 auf der Oberfläche des Objekts 8 jeweilige Reflexionspunktekoordinaten 17 zu erfassen. Die Reflexionspunkte 16 können dabei auf der Eintrittsfläche 18, welche dem Bearbeitungslaser zugewandt sein kann, oder der Kontaktfläche 19 angeordnet sein, welche dem Bearbeitungsobjekt 7 zugewandt sein kann. Die Detektoreinrichtung 13 kann dazu eingerichtet sein, die Reflexionspunktekoordinaten 17 der Reflexionspunkte 16 der Messsteuereinrichtung 12 bereitzustellen.

[0061] Die Messsteuereinrichtung 12 kann dazu eingerichtet sein, eine Lage des Objekts in einem vorbestimmten Referenzsystem R1 anhand zumindest eines vorgegebenen Referenzierungsmerkmals 32 des Objektes 8 zu ermitteln, dessen Lage in Bezug auf das Objekt 8, beispielsweise in einem Bezugssystem R2 des Objektes 8 in der Messsteuereinrichtung 12 gespeichert sein kann. Das zumindest eine Referenzierungsmerkmal 32 kann beispielsweise ein Volumenmodell 21 des Objekts, eine Oberflächentopologie 20 des Objektes und/oder einen Referenzpunkt des Objektes 8 umfassen.

[0062] Die Messsteuereinrichtung 12 kann dazu eingerichtet sein, aus den Reflexionspunktekoordinaten 17 eine Oberflächentopologie 20 der Oberfläche zu ermitteln. Die Messsteuereinrichtung kann hierzu eingerichtet sein, die Reflexionspunkte 16 an jeweiligen Reflexionspunktekoordinaten 17 in einer Punktwolke anzuordnen und nach einem vorbestimmten Verfahren miteinander zu verbinden, um so die Oberfläche rekonstruieren zu können. Die Reflexionspunktekoordinaten 17 können in dem Referenzsystem R1 beschrieben sein. Dadurch kann es möglich sein, dass die Messsteuereinrichtung 12 dazu eingerichtet ist, die Oberflächentopologie 20 ebenfalls in dem Referenzsystem zu beschreiben. Somit kann eine Lage der Eintrittsfläche 18 oder der Kontaktfläche 19 in dem Referenzsystem R1 ermittelt werden.

Die Ermittlung der Objektlage 9 des Objekts 8 in dem Referenzsystem kann durch die Messsteuereinrichtung 12 erfolgen, indem der Messsteuereinrichtung 12 ein Volumenmodell 21 des Objekts 8 bereitgestellt ist, welches das Volumen des Kontaktelements 8 beschreiben kann. Die Messsteuereinrichtung 12 kann dazu eingerichtet sein, die erfasste Oberflächentopologie 20 in dem Volumenmodell 21 zu identifizieren und zu lokalisieren. Dadurch ist es möglich, eine Lage der Oberflächentopologie in Bezug auf das Volumenmodell 21 zu ermitteln. Die Oberflächentopologie 20 kann in dem Volumenmodell 21 beispielsweise über eine Ermittlung einer maximalen Übereinstimmung der erfassten Oberflächentopologie 20 mit einer lokalen Topologie des Volumenmodells 21 erfolgen. Es kann vorgesehen sein, dass das Volumenmodell 21, welches dem Kontaktelement 8 entspricht, vorab vorgegeben ist. Alternativ kann es vorgesehen sein, dass der Messsteuereinrichtung 12 mehrere bekannte Volumenmodelle 22 bereitgestellt sind, welche jeweiligen Objekten 8 zugeordnet sein können. Die Objekte 8 und die bekannten Volumenmodelle 22 können sich voneinander in ihrer Geometrie unterscheiden. Die Messsteuereinrichtung 12 kann in einem ersten Schritt eine Übereinstimmung der erfassten Oberflächentopologie 20 mit der Topologie der jeweiligen bekannten Volumenmodelle 22 vergleichen und bei einer Übereinstimmung das jeweilige bekannte Volumenmodell 22 als das ausgewählte Volumenmodell 21 als Referenzierungsmerkmal 32 des Objektes 8 auszuwählen. Dadurch dass die Lage der Oberflächentopologie 20 in dem Referenzsystem R1 bekannt ist sowie die Lage der Oberflächentopologie 20 in dem Volumenmodell 21 in dem System des Objektes R2, ist es möglich, die Objektlage 9 des Volumenmodells mit dem Referenzsystem abzuleiten. Da das Volumenmodell 21 das Volumen des Objekts 8 beschreibt, kann somit die Objektlage 9 des Objekts 8 in dem Referenzsystem R1 ermittelt werden.

[0063] Die Bearbeitungsvorrichtung 1 kann dazu eingerichtet sein, den Bearbeitungslaser 4 in Abhängigkeit von der ermittelten Objektlage 9 des Objekts 8 auszugeben und/oder das Objekt 8 mittels einer Halteeinrichtung 23 in eine gewünschte Lage zu verschieben.

[0064] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Messvorrichtung.

[0065] Es kann vorgesehen sein, dass die Messmusterfläche 29 durch den zumindest einen Messstrahl 14 auf die Oberfläche des Objektes 8 projiziert werden soll, wobei es vorgesehen sein kann, dass der Messstrahl 14 einen vorbestimmten Strahldurchmesser 31 aufweisen soll, um durch die Messstrahl 14 eine Fläche auf der Oberfläche des Objektes 8 abzubilden. Die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung 11 kann ein

Weitungselement 30 aufweisen, welches dazu eingerichtet sein kann, den Messstrahl 14 auf den vorgegebenen Strahlendurchmesser 31 zu weiten. Die Messvorrichtung 10 kann als Laserdiodenmessstrahleneinrichtung 11 eine Oberflächenemittereinheit 25 aufweisen, welche dazu eingerichtet sein kann, den zumindest einen Messstrahl 14 auszusenden. Die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung 11 dazu eingerichtet sein, den durch die Oberflächenemittereinheit 25 ausgesandten Messstrahl 14 durch das Weitungselement 30 zu leiten, um vorgegebenen Strahlendurchmesser 31 bereitzustellen. Es kann beispielsweise ein Ursprungsstrahl 28 aus der Oberflächenemittereinheit 25 auf das Weitungselement 30 geführt werden. Der Strahlendurchmesser 31 kann beispielsweise auf einen Wert von 4 mm geweitet werden, wodurch die durch den zumindest einen Messstrahl 14 gebildete Messmusterfläche 29 eine vorbestimmte Größe aufweisen kann.

[0066] Der geweitete Messstrahl 14 kann eine kontinuierliche Messmusterfläche 29 auf der Oberfläche des Objektes 8 abbilden. Der Messstrahl 14 kann die Messmusterfläche 29 auf der Eintrittsfläche 18 und/oder der Kontaktfläche 19 des Objekts 8 abbilden. Die Detektoreinrichtung 13 kann dazu eingerichtet sein, mehrere Reflexionspunkte 16 welche durch den zumindest einen Messstrahl 14 auf der Oberfläche des Objekts 8 auf der Eintrittsfläche 18 und/oder der Kontaktfläche 19 des Objekts 8 gebildet werden, zu erfassen. Dabei wird an einem jeweiligen der Reflexionspunkte 16 ein jeweiliger reflektierter Messstrahl 15 ausgesandt. Ein jeweiliger der reflektierten Messstrahlen 15 kann eine jeweilige Intensität aufweisen. Die Detektoreinrichtung 13 kann dazu eingerichtet sein, die Intensität des jeweiligen reflektierten Messstrahls 15 zu ermitteln. Die Intensität kann beispielsweise von einer Intensität des geweiteten Messstrahls 14 abhängen, der an dem jeweiligen Reflexionspunkt 16 reflektiert wurde. Es kann beispielsweise der Fall sein, dass der Messstrahl 14 in einem Zentrum eine maximale Intensität aufweist und dass die Intensität des Messstrahls 14 zum Rand des Messstrahls 14 abnimmt. Die Intensität des reflektierten Messstrahls 15 kann auch durch einen Winkel der Oberfläche beeinflusst sein oder durch ein lokales Reflexionsvermögen der Oberfläche des Objektes 8.

[0067] Die Detektoreinrichtung 13 kann dazu eingerichtet sein, jeweilige Reflexionspunkte 16 in der Messmusterfläche 29 auf der Oberfläche des Objektes 8, insbesondere auf der Eintrittsfläche 18 und/oder der Kontaktfläche 19 des Objekts 8 zu erfassen und deren Reflexionspunktkoordinaten 17 sowie deren jeweilige Intensität zu ermitteln. Aufgrund des kontinuierlichen Messmusters kann die Messmusterfläche 29 unendlich viele Reflexionspunkte 16 aufweisen. Die Detektoreinrichtung 13 kann aus diesem Grund Reflexionspunkte 16 nach einem vorbestimm-

ten Kriterium auswählen. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass Reflexionen, welche vorbestimmte Abstände zueinander aufweisen als Reflexionspunkte 16 erfasst werden. Aus den jeweiligen Reflexionspunktkoordinaten 17 der Reflexionspunkte 16 kann die Detektoreinrichtung 13 ein Höhenprofil der Oberfläche des Objektes 8 ermitteln.

[0068] Aus den jeweiligen Intensitäten kann die Detektoreinrichtung 13 eine Intensitätsverteilung der Messmusterfläche 29 auf der Oberfläche des Objektes 8 ermitteln. Die Detektoreinrichtung 13 kann dazu eingerichtet sein, das Referenzierungsmerkmal 32 anhand der Reflexionspunkte 16 zu identifizieren. Das Referenzierungsmerkmal 32 kann beispielsweise eine vorbestimmte Oberflächentopologie 20 des Objekts 8 umfassen und/oder einen vorbestimmten Referenzpunkt des Objektes 8. Das Referenzierungsmerkmal 32 kann beispielsweise ein Höhenmerkmal und ein Intensitätsmerkmal aufweisen, durch welches die Detektoreinrichtung 13 das Referenzierungsmerkmal 32 beispielsweise in dem Höhenprofil oder der Intensitätsverteilung identifizieren kann. In der gezeigten Figur kann das Referenzierungsmerkmal 32 einen Referenzierungspunkt umfassen, welcher an einem Höhepunkt der Kontaktfläche 19 angeordnet sein kann. Der Höhepunkt kann den Referenzierungspunkt kennzeichnen, welcher bei einer Anordnung des Objekts 8 an dem Bearbeitungsobjektbeispielsweise einem Apex des Bearbeitungsobjekts 7 gegenüberliegend sein kann. In der Messsteuereinrichtung 12 kann die Lage des Referenzierungsmerkmals 32 in Bezug auf das Objekt 8 in dem System R2 gespeichert sein. Der Referenzierungsmerkmal 32 kann beispielsweise das Höhenmerkmal aufweisen dass dieser ein tiefster Punkt einer Einwölbung der Kontaktfläche 19 in das Objekt 8 ist. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Detektoreinrichtung 13 einen Höhenverlauf der Oberfläche auswerten kann, um das Referenzierungsmerkmal 32 zu identifizieren. Aus den Reflexionspunktkoordinaten 17 der jeweiligen Reflexionspunkte 16 kann die Detektoreinrichtung 13 die Lage des Referenzierungsmerkmals 32 in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem R ermitteln. Aus der Lage des Referenzierungsmerkmals 32 in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem R1 und aus der in der Messsteuereinrichtung 12 gespeicherten Lage des Referenzierungsmerkmals 32 in Bezug auf das Objekt 8 in dem System R2 kann die Messsteuereinrichtung 12 die Lage des Objekts 8 in dem Referenzsystem R1 ermitteln.

[0069] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Messvorrichtung.

[0070] Die Messvorrichtung 10 kann als Laserdiodenmessstrahleneinrichtung 11 ein Oberflächenemitterarray 24 aufweisen, welches mehrere Oberflächenemittereinheiten 25 aufweisen kann, die in

einem vorbestimmten Muster eindimensional oder zweidimensional angeordnet sein können. Die Detektoreinrichtung 13 kann kombiniert in der Laserdiodenmessstrahleneinrichtung 11 angeordnet sein und mehrere Detektoreinheiten 26 aufweisen, die ebenfalls in einem vorbestimmten Muster angeordnet sein können. Die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung 11 kann dazu eingerichtet sein, mittels der Oberflächenemittereinheiten 25 jeweilige Messstrahlen 14 auszusenden, welche in dem vorbestimmten Muster zueinander angeordnet sind. Das vorbestimmte Muster kann beispielsweise mittels Abständen und/oder Winkeln zwischen den einzelnen Messstrahlen 14 definiert sein. Die Messstrahlen 14 können auf das Objekt 8 geführt werden und beispielsweise auf die Eintrittsfläche 18 des Objekts 8 gerichtet sein. Die Messstrahlen 14 können an jeweiligen Reflexionspunkten 16 reflektiert werden und als reflektierte Messstrahlen 15 zurückgesandt werden. Die reflektierten Messstrahlen 15 können durch die Detektoreinheiten 26 der Detektoreinrichtung 13 erfasst werden. Die Messstrahlen 14 können in einem jeweiligen Messzyklus gepulst ausgegeben werden, so dass ein Aussendezeitpunkt der Messstrahlen 14 durch die jeweiligen Oberflächenemittereinheiten 25 bekannt ist. Die Detektoreinheiten 26 der Detektoreinrichtung 13 können dazu eingerichtet sein, die reflektierten Pulse zu erfassen und die Erfassungszeitpunkte der reflektierten Pulse zu messen. Dadurch kann die Messvorrichtung 10 dazu eingerichtet sein, eine Laufzeit des Messstrahls 14 zu dem Reflexionspunkt 16 und von dem Reflexionspunkt 16 zur Detektoreinheit 26 zu ermitteln. Unter Berücksichtigung der Lichtgeschwindigkeit kann somit eine Weglänge des Pulses ermittelt werden. Bei einer bekannten Richtung der erfassten reflektierten Messstrahlen 15 ist es somit möglich, dreidimensionale Reflexionspunktkoordinaten 17 der jeweiligen Reflexionspunkte 16 zu ermitteln. Die Reflexionspunktkoordinaten 17 können der Messsteuereinrichtung 12 bereitgestellt werden, welche daraus die Oberflächentopologie 20 des Objekts 8 rekonstruieren kann. Die Oberflächentopologie 20 kann beispielsweise eine allgemeine Ausrichtung der Eintrittsfläche 18 und/oder Unebenheiten der Eintrittsfläche 18 umfassen. Alternativ dazu kann es auch vorgesehen sein, dass die Messstrahlen 14 moduliert ausgegeben werden, beispielsweise mittels eines so genannten Chirpings, wobei keine gepulste Ausgabe der Messstrahlen 14 erfolgt, sondern eine kontinuierliche, wobei der Messstrahl 14 über die Zeit vorbestimmt moduliert wird. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, eine Frequenz des Messstrahls 14 zu modulieren und durch eine Überlagerung einer Frequenz eines ausgesandten Messstrahls 14 mit einer Frequenz eines erfassten reflektierten Messstrahls 15 die Zeit und somit die Weglänge des Messstrahls 14 und des reflektierten Messstrahls 15 zu ermitteln. Es kann vorgesehen sein, dass die Messvorrichtung 10 in einem so

genannten Flash Lidar-Verfahren arbeitet, wobei die Messstrahlen 14 zeitgleich ausgesandt werden und die Ankunftszeitpunkte der jeweiligen reflektierten Messstrahlen 15 durch die Detektoreinrichtung 13 zu den jeweiligen Zeitpunkten erfasst wird. Dadurch ist es möglich, eine zeitgleiche Messung durchzuführen im Gegensatz zu einer gerasterten Messung, bei der ein ausgesandter Messstrahl 14 entlang mehrerer Richtungen sequentiell geführt wird.

[0071] Fig. 4 zeigt eine weitere schematische Darstellung einer Messvorrichtung.

[0072] Die gezeigte Messvorrichtung 10 kann örtlich voneinander getrennte Laserdiodenmessstrahleneinrichtungen 11 und Detektoreinrichtungen 13 aufweisen. Es kann möglich sein, dass mehrere der Detektoreinrichtungen 13 bereitgestellt werden, welche jeweilige Reflexionspunktkoordinaten 17 von zumindest einigen der Reflexionspunkte 16 erfassen. Die Reflexionspunktkoordinaten 17 können dann durch die Messsteuereinrichtung 12 zu einer Oberflächentopologie 20 zusammengeführt werden.

[0073] Fig. 5 zeigt eine weitere schematische Darstellung einer Messvorrichtung 10.

[0074] Die Messvorrichtung 10 kann eine Umlenkeinheit 27 aufweisen, wobei es sich beispielsweise um einen Spiegel handeln kann, der einen bereitgestellten Ursprungslaserstrahl 28 zu unterschiedlichen Zeitpunkten in unterschiedliche Richtungen spiegeln kann, so dass die jeweiligen Messstrahlen 14 entlang der jeweiligen Strahlenverläufe bereitgestellt werden können. In diesem Fall kann ein sequentielles Abrastern der Oberfläche des Objekts 8 erfolgen. Die Detektoreinrichtung 13 kann in diesem Fall ebenfalls ortsauflösend sein, es kann jedoch auch möglich sein, dass die Detektoreinrichtung 13 lediglich zur Erfassung einer Laufzeit der jeweiligen Messstrahlen 14, 15 eingerichtet sein kann.

[0075] Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung eines möglichen Ablaufs eines Verfahrens zum Betreiben einer Messvorrichtung.

[0076] Das Verfahren kann zum Ermitteln einer Objektlage 9 eines Objektes 8 vorgesehen sein.

[0077] In einem Schritt S1 kann durch zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung 11 der Messvorrichtung 10, in einem jeweiligen Messvorgang zumindest ein Messstrahl 14 entlang einem vorbestimmten jeweiligen Strahlenverlauf zur Projektion einer vorbestimmten Messmusterfläche 29 auf eine Oberfläche des Objektes 8 ausgegeben werden.

[0078] In einem Schritt S2 kann durch zumindest eine Detektoreinrichtung 13 der Messvorrichtung 10, in dem jeweiligen Messvorgang zumindest ein

reflektierter Messstrahl 14 des zumindest einen Messstrahls 14 erfasst werden, der an einem jeweiligen Reflexionspunkt 16 des zumindest einen Messstrahls 14 der vorbestimmten Messmusterfläche 29 auf der Oberfläche des Objektes 8 reflektiert wird, und Reflexionspunktkoordinaten 17 des zumindest einen Reflexionspunkts 16 in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem R1 ermittelt werden.

[0079] In einem Schritt S3 kann durch die zumindest eine Detektoreinrichtung 13 der Messvorrichtung 10, nach einem vorbestimmten Identifizierungsverfahren mittels dem zumindest einem Reflexionspunkt 16 der vorbestimmten Messmusterfläche 29 auf der Oberfläche des Objektes 8 des jeweiligen Messvorgangs ein vorbestimmtes Referenzierungsmerkmal 32 des Objektes 8 identifiziert werden. Eine vorgegebene Lage des vorbestimmten Referenzierungsmerkmals (32) kann in Bezug auf das Objekt (8) in der mindestens einen Messsteuereinrichtung (12) gespeichert sein.

[0080] In einem Schritt S4 kann durch die mindestens eine Messsteuereinrichtung 12 nach einem vorbestimmten Lageermittlungsverfahren eine Lage des vorbestimmten Referenzierungsmerkmals 32 in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem R1 in Abhängigkeit von den Reflexionspunktkoordinaten 17 des zumindest einen Reflexionspunktes 16 in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem R1 ermittelt werden.

[0081] In einem Schritt S5 kann durch die zumindest eine Detektoreinrichtung 13 der Messvorrichtung 10, aus der Lage des Referenzierungsmerkmals 32 in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem R1 und der Lage des Referenzierungsmerkmals 32 in Bezug auf das Objekt 8 die Lage des Objektes 8 in dem Referenzsystem R1 des jeweiligen Messvorgangs ermittelt werden.

[0082] In einem Schritt S6 kann durch die mindestens eine Messsteuereinrichtung 12 die die Lage des Objektes 8 in dem Referenzsystem R1 an eine Bearbeitungssteuereinrichtung 3 einer Bearbeitungsvorrichtung 1 übermittelt werden.

[0083] Insgesamt zeigen die Beispiele, wie eine Messvorrichtung zur Ermittlung einer Lage eines Kontaktelements bereitgestellt werden kann.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1677717 B1 [0007]
- WO 2004032810 A2 [0008]
- EP 2069099 B1 [0010]

Patentansprüche

1. Messvorrichtung (10) zum Ermitteln einer Objektlage (9) eines Objektes (8) mit mindestens einer Messsteuereinrichtung (12), **dadurch gekennzeichnet**, dass

- die Messvorrichtung (10) zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung (11) umfasst, die dazu eingerichtet ist, in einem jeweiligen Messvorgang zumindest einen Messstrahl (14) entlang einem vorbestimmten jeweiligen Strahlenverlauf zur Projektion einer vorbestimmten Messmusterfläche (29) auf eine Oberfläche des Objektes (8) auszugeben,
- die Messvorrichtung (10) zumindest eine Detektoreinrichtung (13) umfasst, die dazu eingerichtet ist, in dem jeweiligen Messvorgang zumindest einen reflektierten Messstrahl (15) des zumindest einen Messstrahls (14) zu erfassen, der an einem jeweiligen Reflexionspunkt (16) des zumindest einen Messstrahls (14) der vorbestimmten Messmusterfläche (29) auf der Oberfläche des Objektes (8) reflektiert ist, und Reflexionspunktkoordinaten (17) des zumindest einen Reflexionspunktes (16) in Bezug auf ein vorbestimmtes Referenzsystem (R1) zu ermitteln,
- die mindestens eine Messsteuereinrichtung (12) dazu eingerichtet ist, nach einem vorbestimmten Identifizierungsverfahren mittels dem zumindest einen Reflexionspunkt (16) der vorbestimmten Messmusterfläche (29) auf der Oberfläche des Objektes (8) des jeweiligen Messvorgangs ein vorbestimmtes Referenzierungsmerkmal (32) des Objektes (8) zu identifizieren, wobei eine vorgegebene Lage des vorbestimmten Referenzierungsmerkmals (32) in Bezug auf das Objekt (8) in der mindestens einen Messsteuereinrichtung (12) gespeichert ist,
- die mindestens eine Messsteuereinrichtung (12) dazu eingerichtet ist, nach einem vorbestimmten Lageermittlungsverfahren eine Lage des vorbestimmten Referenzierungsmerkmals (32) in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem (R1) in Abhängigkeit von den Reflexionspunktkoordinaten (17) des zumindest einen Reflexionspunktes (16) in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem (R1) zu ermitteln, und
- aus der Lage des Referenzierungsmerkmals (32) in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem (R1) und der Lage des Referenzierungsmerkmals (32) in Bezug auf das Objekt (8), die Lage des Objektes (8) in dem Referenzsystem (R1) des jeweiligen Messvorgangs zu ermitteln.

2. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei das Objekt (8) ein Kontaktelement zur Führung zumindest eines Bearbeitungslaserstrahls (4) auf ein Bearbeitungsobjekt (7) und/oder zur Kontaktierung des Bearbeitungsobjekts (7) ist.

3. Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung (11) dazu eingerichtet ist, den zumindest einen Messstrahl (14) als kollimierten Strahl auszugeben.

4. Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung (11) zumindest ein Weitungselement (30) in dem jeweiligen Strahlenverlauf des zumindest einen Messstrahls (14) aufweist, das dazu eingerichtet ist, den zumindest einen Messstrahl (14) auf einen vorbestimmten optischen Strahldurchmesser (28) zu weiten, um den zumindest einen Reflexionspunkt (16) der Messmusterfläche (29) mit einer vorgegebenen Reflexionsfläche auf der Oberfläche des Objektes (8) zu erzeugen.

5. Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Messvorrichtung (10) als Laufzeitmessungslidar eingerichtet ist, wobei die zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung (11) dazu eingerichtet ist, den zumindest einen Messstrahl (14) gepulst auszugeben, wobei die zumindest eine Detektoreinrichtung (13) dazu eingerichtet ist, die Reflexionspunktkoordinaten (17) des jeweiligen Reflexionspunktes (16) unter Verwendung einer Laufzeitmessung zu erfassen, welche eine Messung einer Laufzeit des jeweiligen reflektierten Messstrahls (15) von einem Zeitpunkt der Aussendung des zumindest einen Messstrahls (14) durch die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung (11) bis zu einem Zeitpunkt eines Empfangs des reflektierten Messstrahls (15) durch die Detektoreinrichtung (13) beschreibt.

6. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Messvorrichtung (10) als moduliertes Dauerstrichlidar eingerichtet ist, wobei die zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung (11) dazu eingerichtet ist, den zumindest einen Messstrahl (14) zeitlich moduliert auszugeben, und die zumindest eine Detektoreinrichtung (13) dazu eingerichtet ist, die Reflexionspunktkoordinaten (17) des jeweiligen Reflexionspunktes (16) unter Verwendung einer Modulationsabweichung zwischen einer aktuellen Modulation des zumindest einen Messstrahls (14) und einer erfassten Modulation des zumindest einen reflektierten Messstrahls (15) zu ermitteln.

7. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Messvorrichtung (10) als Intensitätslidar eingerichtet ist, wobei die zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung (11) dazu eingerichtet ist, den zumindest einen Messstrahl (14) mit einer vorgegebenen Ausgabeintensität auszugeben, und die zumindest eine Detektoreinrichtung (13) dazu eingerichtet ist, eine Empfangsinten-

sität des jeweiligen zumindest einen reflektierten Messstrahls (15) zu erfassen, wobei die zumindest eine Detektoreinrichtung (13) dazu eingerichtet ist, die Reflexionspunktkoordinaten (17) des jeweiligen zumindest einen Reflexionspunktes (16) in Abhängigkeit eines Intensitätsunterschieds zwischen der Ausgabeintensität des zumindest einen Messstrahls (14) und der Empfangsintensität des jeweiligen zumindest einen reflektierten Messstrahls (15) zu ermitteln.

8. Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung (11) dazu eingerichtet ist, in dem jeweiligen Messvorgang mehrere der Messstrahlen (14) entlang vorbestimmter jeweiliger Strahlenverläufe zur Projektion der vorbestimmten Messmusterfläche (29) auf die Oberfläche des Objektes (8) auszugeben.

9. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 8, wobei die Messvorrichtung (10) dazu eingerichtet ist, zumindest zwei der Messstrahlen (14) in einem Messvorgang simultan auszugeben.

10. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Messvorrichtung (10) dazu eingerichtet ist, zumindest zwei der Messstrahlen (14) in einem Messvorgang sequenziell auszugeben.

11. Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine Messsteuereinrichtung (12) dazu eingerichtet ist, in dem vorbestimmten Identifizierungsverfahren eine Intensitätsverteilung der Messmusterfläche (29) auf der Oberfläche des Objekts (8) zu ermitteln, und das vorgegebene Referenzierungsmerkmal (32) des Objektes (8) in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Intensitätsmerkmal des vorgegebenen Referenzierungsmerkmals (32) zu identifizieren.

12. Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine Messsteuereinrichtung (12) dazu eingerichtet ist, in dem vorbestimmten Identifizierungsverfahren eine Höhenverteilung der Messmusterfläche (29) auf der Oberfläche des Objekts (8) zu ermitteln, und das vorgegebene Referenzierungsmerkmal (32) des Objektes (8) in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Höhenmerkmal des vorgegebenen Referenzierungsmerkmals (32) zu identifizieren.

13. Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Referenzierungsmerkmal (32) zumindest einen vorgegebenen Referenzierungspunkt des Objektes (8) umfasst.

14. Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Referenzierungsmerkmal (32) eine vorgegebene Oberflächen-

topologie (20) der Oberfläche des Objektes (8) umfasst.

15. Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Referenzierungsmerkmal (32) ein vorgegebenes Volumenmodell (21) des Objektes (8) umfasst.

16. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 15, wobei die mindestens eine Messsteuereinrichtung (12) dazu eingerichtet ist, das vorbestimmte Volumenmodell (21) in Abhängigkeit von der Oberflächentopologie (20) aus bekannten Volumenmodellen (22) zu ermitteln.

17. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 15 oder 16, wobei die Messvorrichtung (10) dazu eingerichtet ist, das vorbestimmte Volumenmodell (21) des Objektes (8) in einem vorbestimmten Vorverfahren zu ermitteln.

18. Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung (11) zumindest eine Oberflächenemittereinheit (25) umfasst.

19. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 18, wobei die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung (11) zumindest ein Oberflächenemitterarray (24), umfassend zumindest zwei Oberflächenemittereinheiten (25) umfasst.

20. Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Laserdiodenmessstrahleneinrichtung (11) zu Ausstrahlung des zumindest einen Messstrahls (14) in einem Infrarotspektrum und/oder einem Nah-Infrarotspektrum eingerichtet ist.

21. Bearbeitungsvorrichtung (1) mit mindestens einer Bearbeitungslaserstrahlenquelle (2) zur Bearbeitung eines Bearbeitungsobjektes (7) und mindestens einer Bearbeitungssteuereinrichtung (3), wobei die Bearbeitungsvorrichtung (1) zumindest eine Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 20 umfasst.

22. Verfahren zum Betreiben einer Messvorrichtung (10) zum Ermitteln einer Lage eines Objektes (8) mit mindestens einer Messsteuereinrichtung (12), **dadurch gekennzeichnet**, dass

- durch zumindest eine Laserdiodenmessstrahleneinrichtung (11) der Messvorrichtung (10) in dem jeweiligen Messvorgang zumindest ein Messstrahl (14) entlang einem vorbestimmten jeweiligen Strahlenverlauf zur Projektion einer vorbestimmten Messmusterfläche (29) auf eine Oberfläche des Objektes (8) ausgegeben wird,
- durch zumindest eine Detektoreinrichtung (13) der Messvorrichtung (10), in dem jeweiligen Messvor-

gang zumindest ein reflektierter Messstrahl (14) des zumindest einen Messstrahls (14) erfasst wird, der an einem jeweiligen Reflexionspunkt (16) des zumindest einen Messstrahls (14) der vorbestimmten Messmusterfläche (29) auf der Oberfläche des Objektes (8) reflektiert wird und Reflexionspunktekoordinaten (17) des zumindest einen Reflexionspunkts (16) in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem (R1) zu ermitteln werden,

- durch die zumindest eine Detektoreinrichtung (13) der Messvorrichtung (10), nach einem vorbestimmten Identifizierungsverfahren mittels dem zumindest einem Reflexionspunkt (16) der vorbestimmten Messmusterfläche (29) auf der Oberfläche des Objektes (8) des jeweiligen Messvorgangs ein vorbestimmtes Referenzierungsmerkmal (32) des Objektes (8) identifiziert wird, wobei eine vorgegebene Lage des vorbestimmten Referenzierungsmerkmals (32) in Bezug auf das Objekt (8) in der mindestens einen Messsteuereinrichtung (12) gespeichert ist,

- durch die mindestens eine Messsteuereinrichtung (12) nach einem vorbestimmten Lageermittlungsverfahren eine Lage des vorbestimmten Referenzierungsmerkmals (32) in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem (R1) in Abhängigkeit von den Reflexionspunktekoordinaten (17) des zumindest einen Reflexionspunktes (16) in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem (R1) ermittelt wird, und

- durch die zumindest eine Detektoreinrichtung (13) der Messvorrichtung (10), aus der Lage des Referenzierungsmerkmals (32) in Bezug auf das vorbestimmte Referenzsystem (R1) und der Lage des Referenzierungsmerkmals (32) in Bezug auf das Objekt (8) die Lage des Objektes (8) in dem Referenzsystem (R1) des jeweiligen Messvorgangs ermittelt wird.

23. Computerprogramm, umfassend Befehle, die bewirken, dass die Messvorrichtung (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 20 ein Verfahren nach Anspruch 22 ausführt.

24. Computerlesbares Medium, auf welchem ein Computerprogramm nach Anspruch 23 gespeichert ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

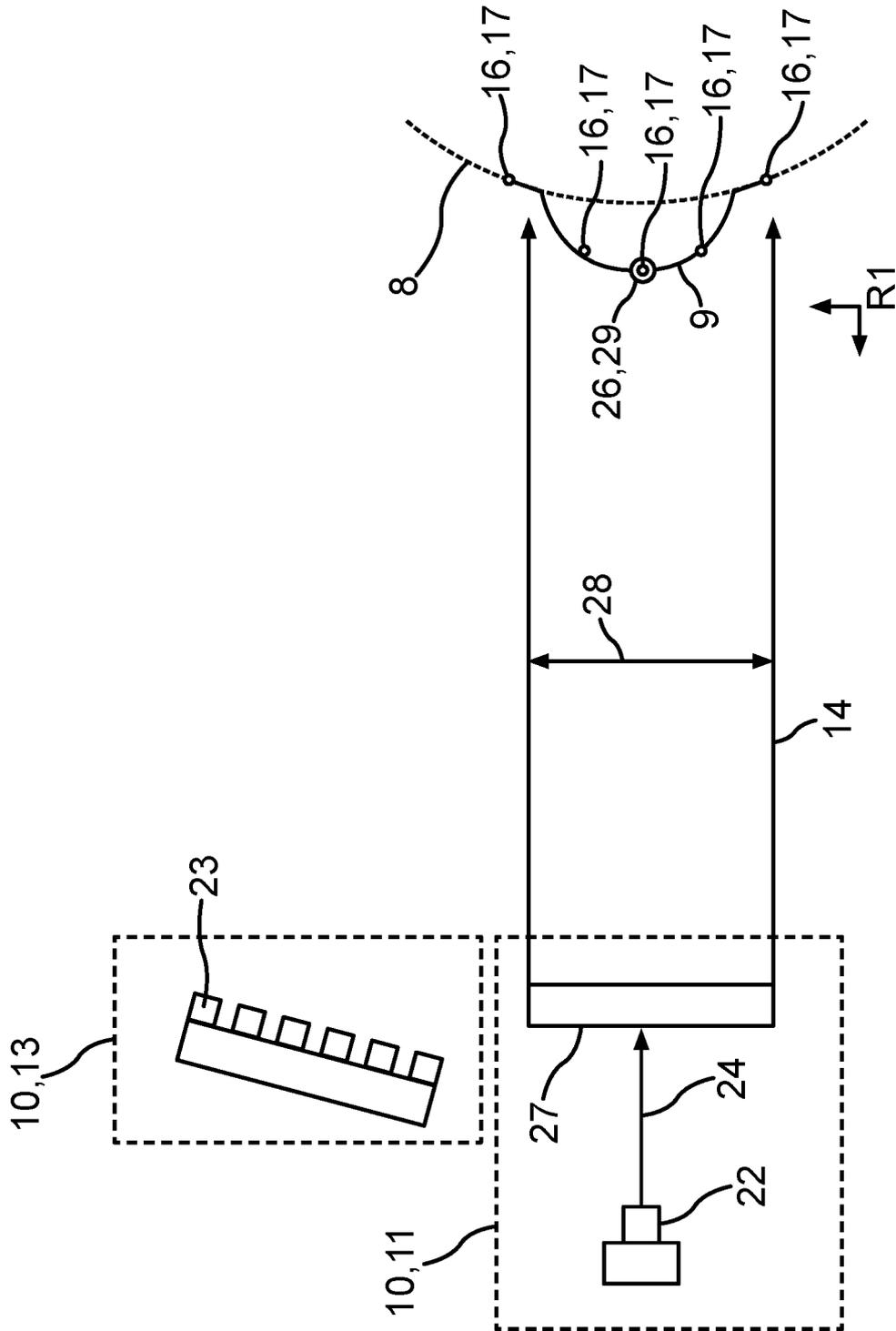


Fig.2

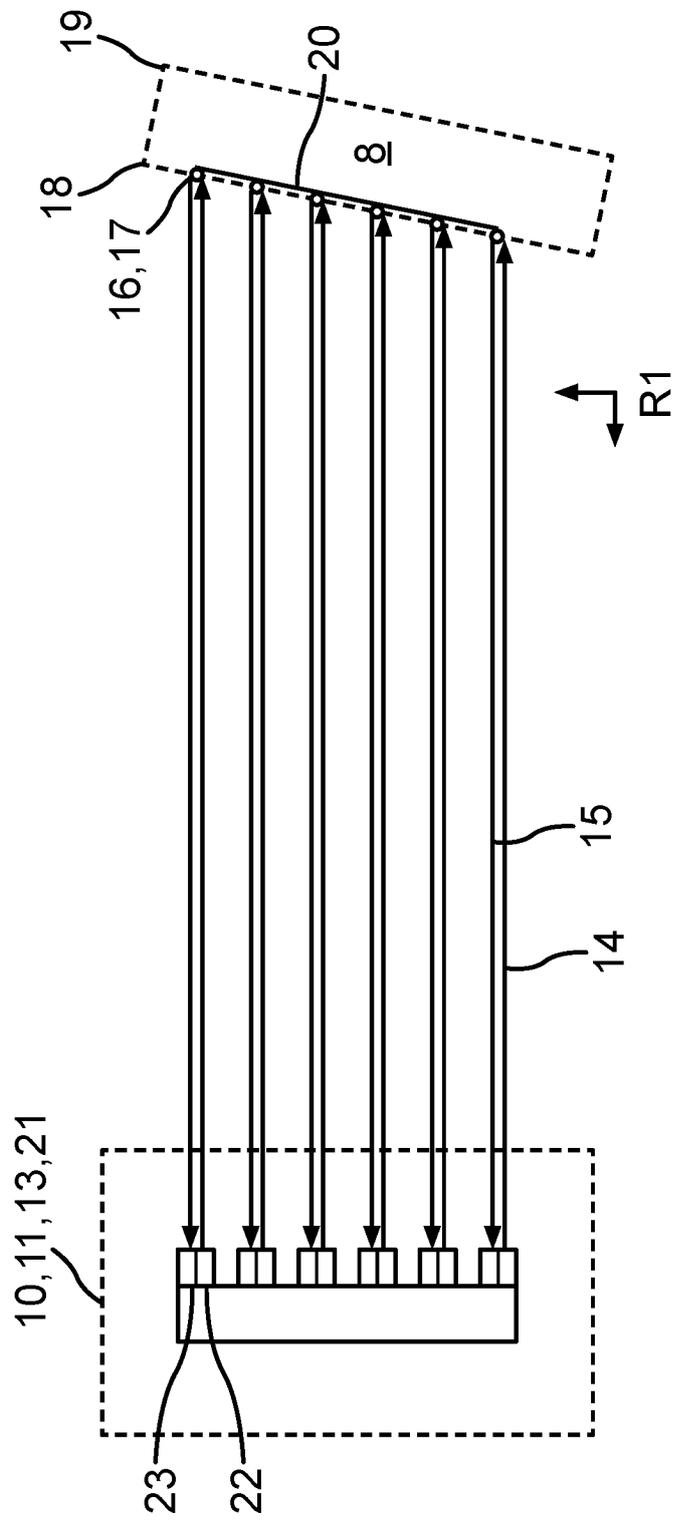


Fig.3

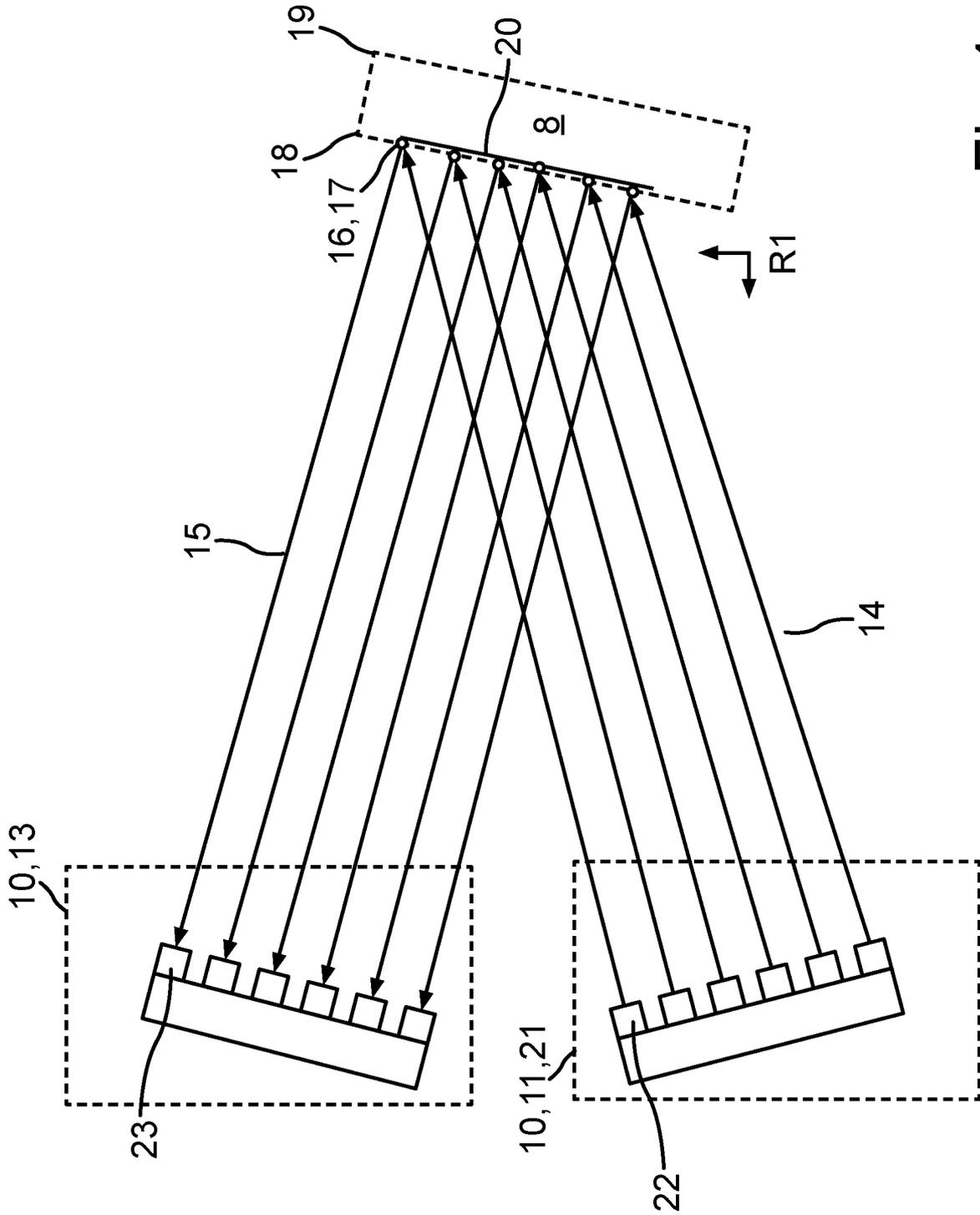


Fig.4

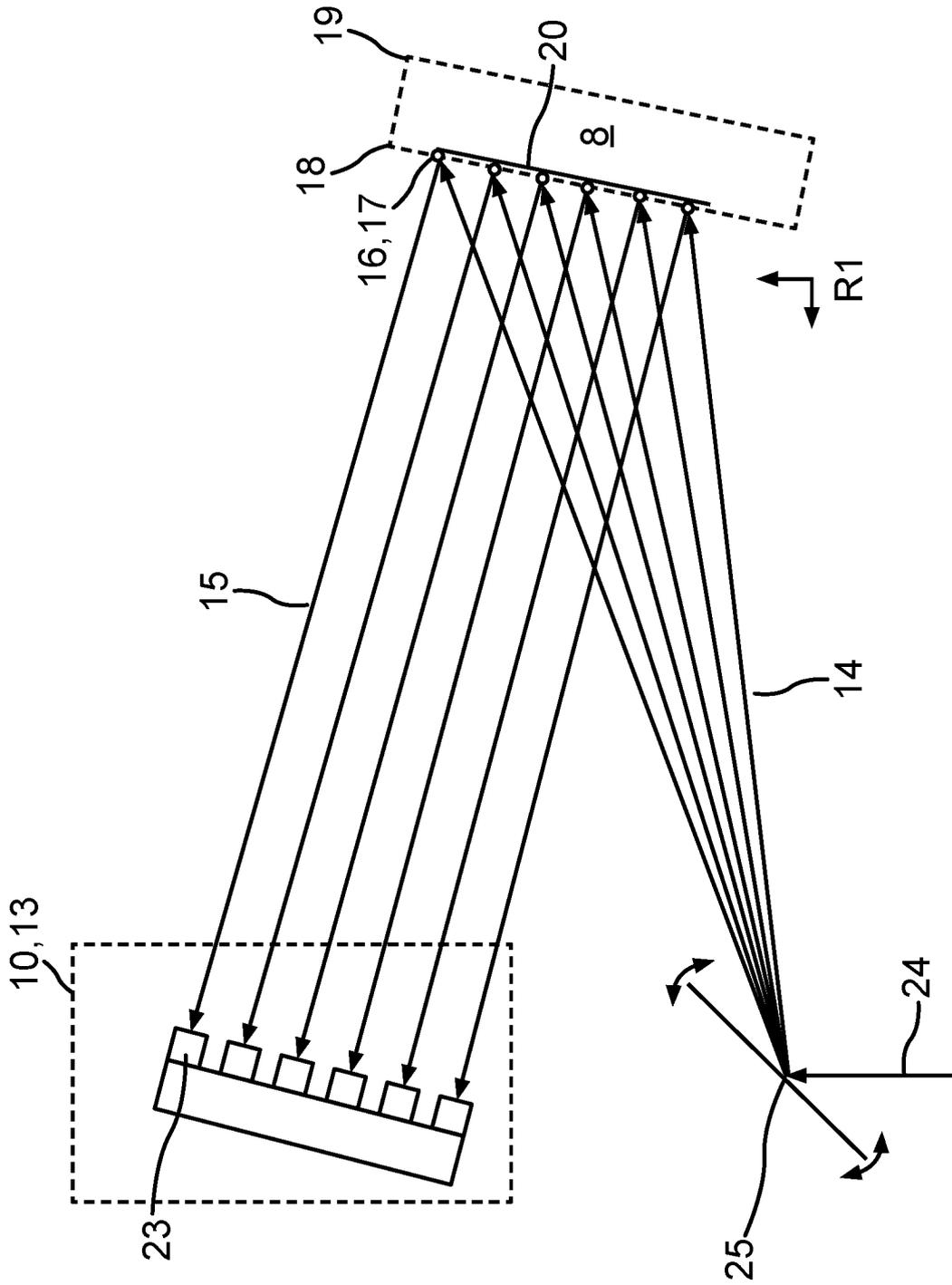


Fig.5

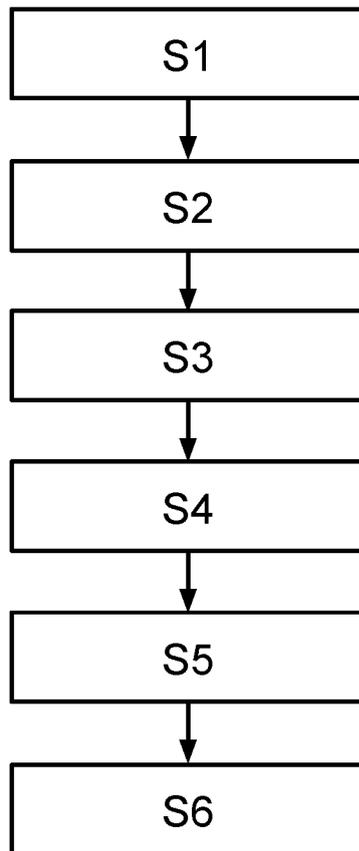


Fig.6