



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 020 772 A1** 2009.10.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 020 772.1**

(22) Anmeldetag: **21.04.2008**

(43) Offenlegungstag: **22.10.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G01B 21/04** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Carl Zeiss 3D Metrology Services GmbH, 73431
Aalen, DE**

(74) Vertreter:

Patentanwälte Bressel und Partner, 12489 Berlin

(72) Erfinder:

Roithmeier, Robert, Dr., 82418 Seehausen, DE

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

DE 101 00 335 A1

DE 198 05 155 A1

EP 11 02 211 A2

US 65 22 993 B1

WO 00/52 539 A1

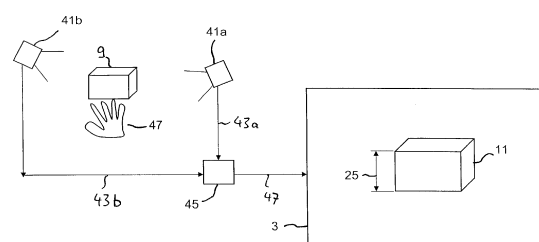
JP 2000-276 613 A (Patent Abstract of Japan)

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Darstellung von Ergebnissen einer Vermessung von Werkstücken**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft die Darstellung von Ergebnissen einer Vermessung eines Werkstücks. Eine Gesten-Erfassungseinrichtung (41a, 41b) erfasst eine vordefinierte Geste eines Nutzers, die der Nutzer an einem vorhandenen Exemplar (9) des Werkstücks ausführt oder die der Nutzer an einem vorhandenen Exemplar (9) des Werkstücks ausführt. Eine Positions-Erfassungseinrichtung (45) erfasst eine Position, an der die Geste ausgeführt wird. Eine Erkennungseinrichtung (45) erkennt die Geste als eine vordefinierte Geste. Eine Auswahleinrichtung (45) wählt ein Messergebnis abhängig von der erfassten Position und der erkannten Geste aus. Das Messergebnis kann anschließend dargestellt werden oder markiert werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zum Darstellen von Ergebnissen einer Vermessung von Werkstücken. Die Erfindung betrifft insbesondere die Darstellung von Messergebnissen aus dem Betrieb von Koordinatenmessgeräten. Unter einem Werkstück wird hier jeder mögliche Gegenstand verstanden, der handwerklich oder maschinell oder in sonstiger Weise gefertigt werden kann.

[0002] Unter Koordinatenmessgeräten werden jegliche Geräte verstanden, die in der Lage sind, Koordinaten, insbesondere Oberflächenkoordinaten von Werkstücken, zu messen. Dabei können z. B. optische und/oder mechanische (d. h. mechanisch anastende) Messverfahren zum Einsatz kommen. Zu den optischen Messverfahren gehören auch Verfahren, die mittels invasiver Strahlung Informationen über das Innere des Werkstücks (z. B. über Materialgrenzen im Inneren) gewinnen. Wenn in dieser Beschreibung von einer Bestimmung von Koordinaten eines Werkstücks die Rede ist, schließt dies auch die Bestimmung von Abmessungen, wie z. B. einer Breite oder eines Durchmessers des Werkstücks ein.

[0003] Mit Hilfe moderner Messverfahren lassen sich Werkstücke nahezu vollständig vermessen. Beim Einsatz von Koordinatenmessgeräten, die lediglich Oberflächen von Werkstücken vermessen können, gilt dies entsprechend auch für die Werkstückoberflächen. Die Messergebnisse werden in der Regel auf einem zweidimensionalen Darstellungsmedium wie Papier oder auf einem Computerbildschirm dargestellt. Wenn dem Betrachter ein Exemplar des Werkstücks (dabei kann es sich um das mit dem Koordinatenmessgerät vermessene Exemplar oder um ein anderes Exemplar handeln) zur Verfügung steht, ist es von besonderem Interesse, die Messergebnisse den entsprechenden Bereichen des Exemplars zuzuordnen. Hierzu muss der Betrachter die Ausrichtung und Position des Exemplars relativ zum Betrachter und/oder die Darstellung der Messergebnisse an die Ausrichtung und Position des Exemplars relativ zum Betrachter anpassen. Z. B. möchte der Betrachter bei starken Abweichungen der Form oder Abmessungen zwischen Sollzustand und Istzustand des Werkstücks, die in einem bestimmten Bereich des Werkstücks auftreten, möglichst auf einen Blick erkennen können, um welchen Bereich des Werkstücks es sich handelt. Um z. B. einen Oberflächenbereich des Werkstücks mit bloßem Auge oder mit optischen Hilfsmitteln (z. B. Lupe oder Mikroskop) genauer betrachten zu können, wobei es sich bei dem Bereich um einen stark abweichend von Sollvorgaben gestalteten Bereich handelt, muss der Betrachter bei einer Darstellung der Messergebnisse auf einem Computerbildschirm seinen Blick abwechselnd auf den Computerbildschirm und auf das Exemplar richten. Insbesondere wenn der fehlerhafte

Bereich sehr klein ist, kann der Betrachter dennoch nicht sicher erkennen, um welchen Bereich des tatsächlich vorhandenen Exemplars des Werkstücks es sich handelt.

[0004] Ferner besteht bei der Darstellung und Zuordnung von Messergebnissen häufig das Problem, dass eine Vielzahl von Informationen zur Verfügung steht, die aus der Vermessung des Werkstücks gewonnen wurden. Manche Messprotokolle weisen mehrere hundert Seiten Papier oder entsprechende Seiten eines elektronischen Dokuments auf und enthalten z. B. tausende einzelner Prüfmerkmale und Auswertungen. Bei einer Vielzahl von Messergebnissen ist es besonders schwierig, das Messergebnis dem zugehörigen Bereich des Werkstücks zuzuordnen.

[0005] Aus US 2003/0125901 A1 sind ein Verfahren und ein System zum Testen eines Zielobjekts auf Übereinstimmung mit existierenden geometrischen Dimensionen und Toleranzerfordernissen bekannt. Ein ausgewähltes Merkmal des Targets wird gemessen und die existierenden geometrischen Dimensionen und Toleranzerfordernisse werden in eine Benutzerschnittstelle eingegeben. Das Eingeben schließt das Auswählen eines Symbols ein, das ein grafisches Symbol ist, welches eine geometrische Dimension und eine Toleranzcharakteristik repräsentiert. In dem Dokument wird auch beschrieben, dass ein Nutzer bestimmen kann, ob ein bestimmtes Merkmal, welches getestet wird, bereits zuvor gemessen worden ist. Der Benutzer kann das zuvor gemessene Merkmal auswählen. Es gibt zwei Optionen zum Auswählen dieses Merkmals. Zum einen kann das Merkmal aus einer Merkmalliste ausgewählt werden, welche für jedes gemessene Merkmal ein Label enthält. Gemäß einer zweiten Option ist es dem Nutzer möglich, das gemessene Merkmal von dem Bildschirm, d. h. unter Nutzung einer CAD-ähnlichen Schnittstelle, auszuwählen. Der Nutzer kann das Merkmal, das zu testen ist, auswählen, indem er auf eine grafische Repräsentierung des Merkmals deutet. Durch Auswahl eines Knopfes wird eine CAD-ähnliche Schnittstelle angezeigt, die eine perspektivische Ansicht des Targets zeigt. Der Benutzer verwendet eine Zeigeeinrichtung, wie Maus oder einen berührungsempfindlichen Bildschirm, um das zu messende Merkmal auf dem Target auszuwählen.

[0006] Bei der perspektivischen Darstellung des Targets handelt es sich jedoch nicht um ein Bild eines vorhandenen Exemplars des Werkstücks. Daher fällt die Zuordnung zu einem solchen, tatsächlich vorhandenen Exemplar schwer. Auch hilft die US 2003/0125901 A1 nicht weiter, wenn eine Vielzahl von Messergebnissen bereits vorliegt, die auf einem Bildschirm gleichzeitig dargestellt werden. Um ein bestimmtes Messergebnis auszuwählen, schlägt die US 2003/0125901 A1 lediglich vor, aus einer Liste

auszuwählen oder eine CAD-ähnliche Repräsentierung des Werkstücks für die Auswahl zu benutzen. Wenn dem Nutzer aber z. B. bei einem tatsächlich vorhandenen Exemplar des Werkstücks ein Bereich auffällt, der scheinbar nicht dem Sollzustand entspricht, ist die Zuordnung des Bereichs zu der CAD-ähnlichen Darstellung unter Umständen schwierig.

[0007] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und ein Anordnung der eingangs genannten Art anzugeben, die es dem Nutzer erleichtern, Messergebnisse aus der Vermessung von Koordinaten eines Werkstücks einem entsprechenden, zugehörigen Bereich eines vorhandenen Exemplars des Werkstücks zuzuordnen.

[0008] Es wird vorgeschlagen, dass Gesten, die ein Nutzer ausführt, erkannt und einzelnen Messergebnissen zugeordnet werden. Wenn eine Geste automatisch erkannt wurde, wird zumindest ein zugeordnetes Messergebnis ausgewählt oder entschieden, dass kein zugeordnetes Messergebnis vorhanden ist. Wenn zumindest ein Messergebnis ausgewählt worden ist, kann lediglich dieses Messergebnis bzw. diese ausgewählten Messergebnisse dargestellt werden. Unter einer solchen selektiven Darstellung von zumindest einem Messergebnis wird auch verstanden, dass eine bereits vorhandene Darstellung des Messergebnisses oder der Messergebnisse entsprechend der Auswahl abgeändert wird. Z. B. kann in einem Bildschirmbereich, in dem ein Bereich des Werkstücks dargestellt wird, welcher dem ausgewählten Messergebnis zugeordnet ist, lediglich das ausgewählte Messergebnis dargestellt werden. Alternativ kann das ausgewählte Messergebnis anders als zuvor dargestellt werden, jedoch können die nicht ausgewählten Messergebnisse dennoch dargestellt werden. Insbesondere können daher Messergebnisse in anderen Bereichen als der durch die Auswahl betroffene Bereich weiterhin unverändert dargestellt werden und/oder z. B. ausgeblendet werden. Unter einer Darstellung eines ausgewählten Messergebnisses wird auch verstanden, dass die für die Darstellung bzw. geänderte Darstellung erforderlichen Informationen für die Darstellungseinrichtung erzeugt werden. Die Darstellungseinrichtung muss nicht zwangsläufig selbst zur erfindungsgemäßen Anordnung gehören.

[0009] Wenn in dieser Beschreibung von einem Werkstück die Rede ist, schließt dies auch den Fall einer Anordnung von mehreren einzelnen Teilen ein.

[0010] Bei dem für die Betrachtung zur Verfügung stehenden Werkstück muss es sich nicht zwangsläufig um das Exemplar des Werkstücks handeln, das vermessen wurde. Z. B. kann es sich auch um ein anderes Exemplar aus der gleichen oder einer vergleichbaren Produktion oder um ein Exemplar han-

deln, welches weitgehend oder exakt (z. B. weil es ein Meisterteil ist) dem Sollzustand entspricht. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn eine Mehrzahl verschiedener Exemplare des Werkstücks vermessen wird und die Messergebnisse vom Betrachter begutachtet werden sollen, wie es bei einer Serienfertigung der Fall ist.

[0011] Unter einer Geste wird insbesondere eine von der Hand oder beiden Händen des Nutzers ausgeführte Bewegung verstanden. Insbesondere wird unter einer Geste verstanden, dass der Nutzer zumindest zwei Orte mit derselben Geste definiert. Diese Orte können z. B. zwei Punkte im Raum oder auf einer Bildschirmfläche eines Bildschirms sein. Es können jedoch auch mehr als zwei Punkte durch die Geste markiert werden. Z. B. kann mit der Geste auch ein Form-Symbol (z. B. gemäß ISO-1101) im Raum oder an einer Oberfläche (z. B. einer Bildschirmoberfläche) dargestellt werden. Z. B. kann der Nutzer mit seinem ausgestreckten Zeigefinger eine Kreisbewegung im Raum oder an der Oberfläche ausführen. Hierdurch wird somit eine vordefinierte Geste "Kreis" ausgeführt. Andere Formsymbole, die einem Kegel, einem Zylinder, einer Geraden, einer Ebene, einer Achse oder anderen Formen entsprechen, können ebenfalls durch eine Geste nachgeahmt werden. Vorzugsweise ist eine entsprechende Vielzahl von Gesten vordefiniert. Durch eine Erkennung der Geste, z. B. durch eine Bilderfassungs- und Erkennungseinrichtung oder durch einen berührungsempfindlichen Bildschirm, kann eine etwaig vorhandene vordefinierte Geste festgestellt werden, wodurch die Auswahl zumindest eines Messergebnisses ausgelöst wird, das der Geste entspricht.

[0012] Eine Geste kann alternativ oder zusätzlich zu den oben genannten Möglichkeiten (d. h. insbesondere alternativ zu den oben genannten Formsymbolen) Lagesymbole oder andere Symbole definieren. Diese durch die Geste nachgeahmten Symbole betreffen nicht die Form (z. B. Kreis, Kegel, Zylinder usw.) des Werkstücks oder eines Bereichs des Werkstücks, sondern betreffen die Art der Auswertung (z. B. Linie, Ebenheit, Rundheit, Zylindrizität, Profil einer Linie, Profil einer Oberfläche, Rechtwinkligkeit, Winkligkeit, Parallelheit, Symmetrie, Konzentrität usw.).

[0013] Gemäß einem weiteren Gedanken der vorliegenden Erfindung wird die Auswahl des zumindest einen Messergebnisses nicht ausschließlich abhängig von der Geste vorgenommen, sondern außerdem abhängig von dem Ort und/oder der Ausrichtung der Geste. Der Ort und/oder die Ausrichtung der Geste werden vorzugsweise bezüglich eines tatsächlich vorhandenen Exemplars des Werkstücks und/oder bezüglich einer bildlichen Darstellung des tatsächlich vorhandenen Exemplars erfasst. Z. B. führt der Nutzer eine vordefinierte Geste in unmittelbarer Nähe des vorhandenen Exemplars aus, und zwar vorzugs-

weise in dem Bereich des Exemplars, der dem auszuwählenden Messergebnis zugeordnet ist. Wenn die Geste an einem dargestellten Bild ausgeführt wird, ist die Erfassung der Position und/oder Ausrichtung der Geste vorzugsweise auf das Koordinatensystem der Bild-Darstellungseinrichtung bezogen, z. B. auf die zweidimensionale Oberfläche eines berührungsempfindlichen Bildschirms.

[0014] Die Geste kann mit Hilfe eines Gegenstandes ausgeführt werden, z. B. einem Griffel oder einem anderen länglichen, stabförmigen Gegenstand. Dabei kann der Gegenstand Mittel aufweisen, mit denen der Nutzer ein Signal an die Gesten-Erfassungseinheit ausgeben kann. Z. B. kann ein Griffel mit einem Betätigungselement und einer drahtlosen Sendeeinrichtung ausgestattet sein, so dass bei Betätigung des Betätigungselements ein Signal von dem Griffel (oder dem anderen Gegenstand) zu der Gesten-Erfassungseinrichtung ausgegeben wird. Mit einem solchen Signal kann der Nutzer definieren, dass die momentan eingenommene Position und/oder Ausrichtung seiner Hand oder des Gegenstandes für die Geste von Bedeutung sind.

[0015] Vorzugsweise jedoch ist die Gesten-Erfassungseinrichtung so ausgestaltet, dass sie durch eine oder mehrere Hände ausgeführte Gesten erkennt, wobei keinerlei weitere Gegenstände erforderlich sind, um die Geste auszuführen. Dies schließt nicht aus, dass die Hand einen Gegenstand trägt, wie z. B. einen Ring am Finger. Dieser Gegenstand ist jedoch für die Ausführung der Geste nicht erforderlich und nicht von Bedeutung.

[0016] Wenn die Geste am vorhandenen Exemplar des Werkstücks ausgeführt wird, kann der Nutzer bei der Ausführung der Geste das Exemplar berühren oder nicht berühren. In beiden Fällen kann die Geste dennoch einem bestimmten Bereich des Exemplars zugeordnet werden. Insbesondere bei Ausführung der Geste am vorhandenen Exemplar, aber auch wenn die Geste an einem Bildschirm ausgeführt wird, kann zumindest eine Kamera vorhanden sein, die fortlaufend oder wiederholt Bilder aufnimmt und dadurch die Geste erfasst. Es ist auch möglich, dass lediglich ein Bild pro Geste erfasst wird. In diesem Fall sind die Gesten so definiert, dass sie ohne Bewegung der Hand eine Auswahl von zumindest einem Messergebnis ermöglichen. Z. B. kann der Benutzer jeweils mit dem Zeigefinger der rechten Hand und der linken Hand auf einen Punkt an der Oberfläche des Exemplars oder des Bildes des Exemplars deuten, wodurch diese beiden Oberflächenpunkte bestimmt werden. Dem kann z. B. die Auswertung des Abstandes zwischen zwei Punkten zugeordnet sein, die jeweils dem durch den Zeigefinger ausgewählten Punkt entsprechen oder am nächsten liegen. Bei den Punkten, die für eine Auswahl überhaupt zur Verfügung stehen, kann es sich um besondere Punkte

handeln, wie z. B. Punkte an Ecken des Werkstücks. Durch eine solche Beschränkung der für eine Auswahl zur Verfügung stehenden Punkte wird die Auswahl von Punkten, die für sinnvolle Messergebnisse von Bedeutung sind, erleichtert.

[0017] Z. B. bei der Auswahl eines Punktes an der Oberfläche des Werkstücks, aber auch in anderen Fällen, kann bei der Auswahl des Messergebnisses abhängig von der Art der erkannten Geste geprüft werden, welchen Punkten oder Bereichen an der Oberfläche des Werkstücks eine der Geste entsprechende Auswertung und damit ein entsprechendes Messergebnis zugeordnet ist. Dann kann automatisch entschieden werden, dass das Messergebnis ausgewählt wird, welches dem Ort zugeordnet ist, der dem durch den Nutzer ausgewählten Ort am nächsten liegt. Es ist jedoch auch möglich, in Zweifelsfällen vom Benutzer eine Bestätigung in Form einer weiteren Geste und/oder in anderer Form zu verlangen. Z. B. kann eine Vorauswahl von einer Mehrzahl von möglichen Messergebnissen automatisch getroffen werden, die sich aus der Geste ergibt. Diese vorausgewählten Messergebnisse können am Bildschirm dargestellt werden und der Nutzer kann auf eine vordefinierte Weise (z. B. durch Bedienung einer Tastatur, Computermaus und/oder durch eine weitere Geste) eine weitere Auswahl treffen, d. h. von den vorausgewählten Messergebnissen zumindest eines eliminieren. Das oder die verbleibenden Messergebnisse können dann dargestellt werden.

[0018] Grundsätzlich gilt in dieser Beschreibung, dass die Auswahl eines mittels einer Geste auch zu einer Eliminierung führen kann. Die daraus folgende Darstellung des ausgewählten des Ergebnisses kann also darin bestehen, dass dieses Messergebnis nicht mehr dargestellt wird.

[0019] Außer den Gesten, die eine Auswahl von zumindest einem Messergebnis bedeuten, kann durch zumindest eine weitere Geste ein weiterer Prozess ausgelöst werden, z. B. dass das als Folge der ersten Geste ausgewählte Messergebnis dargestellt, verworfen, gelöscht, ausgedruckt, abgespeichert und/oder zu einer anderen Einrichtung weitergeleitet wird.

[0020] Die Erfindung betrifft insbesondere das Darstellen von Messergebnissen von Werkstücken, die in einer Serienfertigung gefertigt werden. Z. B. können im Rahmen der Serienfertigung einzelne oder alle gefertigten Exemplare von einem Koordinatenmessgerät oder einer Anordnung von Koordinatenmessgeräten vermessen werden. Die daraus erhaltenen Messergebnisse können dann z. B. an einer anderen Stelle der Fertigungsanlage, an der sich die gefertigten Exemplare vorbeibewegen, durch Gesten eines Nutzers ausgewählt werden. Z. B. steht an dieser Stelle der Fertigungsanlage ein Bildschirm oder

eine Bild- oder Strahlenprojektionsanlage zur Verfügung, mit der oder denen das oder die ausgewählten Messergebnisse unmittelbar an dem Exemplar oder in unmittelbarer Nähe zu dem Exemplar dargestellt werden. Bei der Serienfertigung ist es von besonderem Vorteil, ohne Hilfsmittel aus einer Vielzahl von Messergebnissen bestimmte Messergebnisse auswählen zu können, um möglichst frühzeitig in den Fertigungsprozess eingreifen zu können, wenn bei der Fertigung Fehler auftreten.

[0021] Insbesondere wird Folgendes vorgeschlagen: Ein Verfahren zum Darstellen von Ergebnissen einer Vermessung eines Werkstücks, wobei

- a1) eine vordefinierte Geste eines Nutzers, die der Nutzer an einem vorhandenen Exemplar des Werkstücks ausführt, erfasst und erkannt wird, oder
- a2) eine vordefinierte Geste eines Nutzers, die der Nutzer an einem Bild eines vorhandenen Exemplars des Werkstücks ausführt, erfasst und erkannt wird
- b) wobei bei der Erfassung der Geste zumindest eine Position, an der die Geste ausgeführt wird, erfasst wird und
- c) abhängig von der erkannten Geste und der erfassten Position der Geste ein Messergebnis ausgewählt und dargestellt wird.

[0022] Ferner wird eine Anordnung zum Darstellen von Ergebnissen einer Vermessung eines Werkstücks vorgeschlagen, wobei die Anordnung folgendes aufweist:

- i. eine Schnittstelle zum Empfangen der Ergebnisse der Vermessung und/oder einen Speicher zum Speichern der Ergebnisse der Vermessung,
- ii. eine Gesten-Erfassungseinrichtung zum Erfassen einer vordefinierten Geste eines Nutzers, die der Nutzer an einem vorhandenen Exemplar des Werkstücks ausführt, oder zum Erfassen einer vordefinierten Geste eines Nutzers, die der Nutzer an einem Bild eines vorhandenen Exemplars des Werkstücks ausführt, erfasst,
- iii. eine Positions-Erfassungseinrichtung zum Erfassen einer Position, an der die Geste ausgeführt wird,
- iv. eine Erkennungseinrichtung zum Erkennen der Geste als eine vordefinierte Geste und
- v. eine Auswahlleinrichtung zum Auswählen eines Messergebnisses der Bestimmung von Koordinaten des Werkstücks abhängig von der erfassten Position und der erkannten Geste.

[0023] Zu der Anordnung kann außerdem eine Bild-Darstellungseinrichtung gehören, auf der das ausgewählte Messergebnis dargestellt wird.

[0024] Außer der Erfassung der Position sind in vielen Fällen auch die Erfassung der Ausrichtung der Geste und die Berücksichtigung der Ausrichtung für

die Auswahl des Messergebnisses von Vorteil. Z. B. kann bei Ausführung einer Kreisbewegung ein unterschiedliches Messergebnis ausgewählt werden, abhängig davon, ob der Kreis in horizontaler Ebene, in vertikaler Ebene oder in einer anderen Ebene liegt. Dementsprechend kann außer einer Positions-Erfassungseinrichtung zum Erfassen der Position der Geste alternativ oder zusätzlich eine Ausrichtung-Erfassungseinrichtung vorgesehen sein. Dabei kann es sich bei diesen beiden Erfassungseinrichtungen auch um dieselbe Erfassungseinrichtung handeln. Z. B. bei einer Erfassung mit Hilfe zumindest einer Kamera kann die Auswertung der von der Kamera aufgenommenen Bilder sowohl die Position als auch die Ausrichtung der Geste ergeben.

[0025] Insbesondere wenn auch die Ausrichtung der Geste für die Auswahl der Messergebnisse von Bedeutung ist, wird bevorzugt, dass zur Erfassung der Geste sowie deren Position und/oder Ausrichtung eine Mehrzahl von Kameras eingesetzt wird, die unter verschiedenen Blickwinkeln auf den Bereich gerichtet sind, in dem die Geste ausgeführt werden kann.

[0026] Die Zuordnung zwischen einem Messergebnis und einer Geste kann z. B. dadurch erlernt werden, dass in einem Trainingsprozess der Erfassungseinrichtung beigebracht wird, welche Geste welchem Messergebnis oder welcher Art von Messergebnissen zugeordnet ist. Hierzu führt der Benutzer z. B. einmal oder mehrmals die Geste aus und ordnet die Geste dem gewünschten Messergebnis zu. Dabei wird die Geste vorzugsweise keinem konkreten, durch Vermessung eines bestimmten Exemplars gewonnenen Messergebnis zugeordnet, sondern einer Art von Messergebnissen, z. B. der Bestimmung des Durchmessers einer Kugel.

[0027] Bei den für die Auswahl zur Verfügung stehenden Messergebnissen kann es sich um Messergebnisse beliebiger Art handeln. Dementsprechend kann auch die Art der Darstellung des zumindest einen ausgewählten Messergebnisses verschieden sein. Z. B. können besonders fehlerhafte Oberflächenbereiche mit Hilfe von Symbolen, Fähnchen und/oder Balken, die abhängig von dem Grad einer Sollwert-Istwertabweichung größer oder kleiner gewählt werden, markiert werden. Auch Zahlenangaben und/oder Beschriftungen können zur Darstellung der Messergebnisse verwendet werden. Insbesondere können sämtliche Arten von Auswertungen in Zusammenhang mit der Erfindung vorkommen, die in der Norm ISO 1101 (bzw. in vergleichbaren Normen) enthalten sind. Die Auswertungen können zu entsprechenden Messergebnissen führen, aus denen gemäß der vom Nutzer ausgeführten Geste zumindest ein Messergebnis ausgewählt wird.

[0028] Eine häufig vorkommende Art einer Auswer-

tung ist die Auswertung einer Kontur, z. B. der Rundheit, Ebenheit oder Linearität. Zur besseren Darstellung des ausgewählten Ergebnisses kann der Konturverlauf überhöht dargestellt werden.

[0029] Z. B. können die Messergebnisse auch mit Hilfe von verschiedenen Farben und/oder Graustufen auf einem Bildschirm oder Display dargestellt werden, wobei die einzelnen Farben und/oder Graustufen jeweils einer Kategorie von Messergebnissen entsprechen. Z. B. können Oberflächenbereiche des Werkstücks, die stärker von einem Sollzustand des Werkstücks abweichen, in einer anderen Farbe dargestellt werden als Oberflächenbereiche, die nicht oder nur wenig von dem Sollzustand abweichen. Jedem Grad der Abweichung kann eine Farbe zugeordnet sein. Die Abweichung kann z. B. in einer Abweichung der Position eines Oberflächenpunktes relativ zu einem Bezugspunkt und/oder in einer Abweichung des Verlaufs (z. B. Welligkeit oder Rauigkeit) der Oberfläche bestehen. Die Darstellung von Messergebnissen mit Hilfe von Farben und/oder Graustufen wird in der Literatur als Falschfarbendarstellung bezeichnet.

[0030] Das ausgewählte Messergebnis kann z. B. vorzugsweise lagerichtig in Bezug auf ein Bild des tatsächlich vorhandenen Exemplars oder lagerichtig in Bezug auf das im Sichtfeld des Betrachters (d. h. zum Beispiel des Nutzers) liegende Exemplar des Werkstücks dargestellt werden. Unter einer lagerichtigen Darstellung wird verstanden, dass die Informationen an Orten einer Bild-Darstellungseinrichtung dargestellt werden, an denen der Betrachter jeweils auch den gemessenen Koordinaten entsprechenden Ort des Exemplars sieht. Z. B. wird bei einer Falschfarbendarstellung ein Oberflächenbereich des tatsächlich vorhandenen Exemplars des Werkstücks mit der jeweiligen Farbe eingefärbt. Dabei ist vorzugsweise außer der Farbe auch noch die reale Oberfläche des tatsächlich vorhandenen Exemplars für den Betrachter erkennbar.

[0031] Gemäß dem oben beschriebenen Vorschlag werden Koordinaten des Exemplars des Werkstücks, d. h. eines Istzustandes gemessen. Daraus können den Koordinaten zugeordnete Informationen über den Istzustand erzeugt werden. Dabei kann es sich lediglich um eine bestimmte Darstellung der Koordinaten handeln, z. B. ein bestimmtes Datenformat. Bevorzugt wird jedoch, dass bei der Erzeugung der den Koordinaten zugeordneten Informationen bereits eine Auswertung in Bezug auf den Sollzustand stattfindet. Z. B. kann für einen oder mehrere gemessene Koordinatensätze von Oberflächenpunkten des Werkstücks berechnet werden, wie weit der Oberflächenpunkt in Bezug auf einen Referenzpunkt des Werkstücks oder eines Koordinatensystems des Werkstücks oder in Bezug auf ein Referenzobjekt (wie z. B. eine andere Oberfläche des Werkstücks)

vom Sollzustand entfernt ist. Z. B. kann sich ergeben, dass ein Oberflächenpunkt um einen bestimmten Entfernungsbetrag und in einer bestimmten Richtung von der Position eines entsprechenden Punktes gemäß Sollzustand des Werkstücks entfernt liegt. Die Entfernung und optional auch die Richtung können z. B. durch eine Falschfarbendarstellung (s. o.) dargestellt werden. Andere Möglichkeiten der Beschreibung von Messergebnissen aus Koordinatenmessungen von Werkstücken als die Entfernung sind dem Fachmann geläufig und können ebenfalls angewendet werden. Allgemein können zum Beispiel Form-, Maß- und/oder Positionsabweichungen als Messergebnisse bestimmt und optional nach der Auswahl durch eine Geste des Nutzers auch lagerichtig dargestellt werden.

[0032] Durch die Auswahl des Messergebnisses mittels der Geste und die optionale lagerichtige Darstellung der Informationen über den Istzustand in Bezug auf das Exemplar des Werkstücks, das dem Istzustand oder einem Sollzustand (z. B. einem CAD-Modell) entspricht, wird es dem Betrachter wesentlich erleichtert, die Informationen dem realen, tatsächlich vorhandenen Exemplar und seinen Bereichen (insbesondere seinen Oberflächenbereichen) zuzuordnen. Dies erleichtert z. B. die Erkennung von Ursachen für eine fehlerhafte Herstellung eines Exemplars des Werkstücks.

[0033] Das reale Exemplar des Werkstücks kann während der Ausführung der Geste tatsächlich im Blickfeld des Betrachters liegen. Es ist aber auch möglich, dass das Werkstück z. B. neben dem Blickfeld des Betrachters liegt und für die Auswahl des zumindest einen des Ergebnisses von einer Bilderzeugungseinrichtung ein Bild erzeugt wird, welches auf einem Bildschirm dargestellt wird. Wenn das Exemplar im Blickfeld liegt, kann es hinter der Darstellungseinrichtung liegen und entweder von dieser verdeckt werden oder das Exemplar kann durch die Darstellungseinrichtung hindurch betrachtet werden. In jedem Fall ermöglicht es das Vorhandensein des Exemplars, dass der Betrachter das Werkstück auch unabhängig von der Bild-Darstellungseinrichtung betrachten kann. Z. B. kann der Betrachter ein kleines Exemplar des Werkstücks in die Hand nehmen und mit Hilfe einer Lupe genauer betrachten. Bei größeren Werkstücken kann der Betrachter z. B. um das Exemplar herumlaufen oder näher an das Exemplar herantreten.

[0034] Besonders vorteilhaft sind z. B. die beiden im Folgenden beschriebenen Ausgestaltungen: Bei der ersten Ausgestaltung ist das tatsächlich vorhandene Exemplar von der Betrachtungsposition aus gesehen hinter der Bild-Darstellungseinrichtung (d. h. insbesondere hinter dem Bildschirm) angeordnet und kann der Betrachter das Exemplar durch die Bild-Darstellungseinrichtung (insbesondere den Bild-

schirm) hindurch sehen. Entsprechende semitransparente Bildschirme, die für diesen Zweck verwendet werden können, sind an sich bekannt.

[0035] Bei der anderen Ausgestaltung ist die Bild-Darstellungseinrichtung nicht semitransparent und wird ein Bild des tatsächlich vorhandenen Werkstücks auf einem Bildschirm dargestellt. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass sowohl die Darstellung des Exemplars als auch die Darstellung der Messergebnisse z. B. bezüglich Helligkeit, Kontrast und/oder Farbintensität der Darstellung oder in anderer Weise verändert werden kann, so dass z. B. die Oberfläche des tatsächlich vorhandenen Exemplars besser sichtbar wird oder die Informationen über den Istzustand deutlicher erkennbar werden. Bei der Ausgestaltung mit dem semitransparenten Bildschirm dagegen ist die Intensität des durch den Bildschirm hindurchtretenden Lichts, welches von der Oberfläche des tatsächlich vorhandenen Exemplars ausgeht, nach oben begrenzt. Der semitransparente Bildschirm reflektiert und absorbiert einen Teil dieses Lichts.

[0036] Insbesondere im Fall der Ausgestaltung mit dem nicht semitransparenten Bildschirm kommen auch tragbare Computer wie so genannte Hand-Held-Computer (z. B. Mobiltelefone mit großem Display und entsprechender Rechenkapazität, wie sie heutzutage im Handel erhältlich sind), Organismen, PDAs (Personal Digital Assistants) und TabletPC), aber auch Notebook-Computer (z. B. mit aufklappbaren Flachbildschirmen mit Bildschirm-Diagonalen typischerweise größer als 8 Zoll) für die vorliegende Erfindung in Frage. Die Bildschirme oder Displays dieser Computer können als Bild-Darstellungseinrichtung verwendet werden. Bei modernen Mobiltelefonen oder Hand-Held-Computern sind vielfach auf der dem Bildschirm gegenüberliegenden Seite angeordnete Kameraobjektive vorhanden, die für die Erzeugung des Bilds des tatsächlich vorhandenen Werkstück-Exemplars verwendet werden können. Bei Notebook-Computern könnte z. B. das Exemplar auf der Rückseite des aufgeklappten Bildschirm-Teils des Computers angeordnet werden und an diesem Teil zusätzlich eine Kamera angebracht werden, die das Bild von dem Werkstück aufnimmt.

[0037] Vorzugsweise wird eine Position und Ausrichtung des vorhandenen Exemplars des Werkstücks automatisch erfasst und werden außerdem optional abhängig von der Auswahl zumindest eines Messergebnisses das oder die Messergebnisse lagerichtig dargestellt. Alternativ oder zusätzlich wird eine Bewegung des Exemplars während der Darstellung der ausgewählten Messergebnisse auf der Bild-Darstellungseinrichtung verfolgt und wird die Darstellung der Messergebnisse laufend, entsprechend der Verfolgung der Bewegung angepasst, so dass die Informationen permanent lagerichtig darge-

stellt werden. Da das Ergebnis der Verfolgung der Bewegung des Exemplars zunächst datentechnisch verarbeitet wird, um die lagerichtige Darstellung der Informationen zu ermöglichen, kann die lagerichtige Darstellung mit einer kurzen Zeitverzögerung erfolgen. Mit leistungsfähigen Mikroprozessoren ist diese kurze Zeitverzögerung jedoch für den Betrachter kaum wahrnehmbar.

[0038] Sowohl zur Erfassung der Position und Ausrichtung des Werkstück-Exemplars als auch zur Verfolgung der Bewegung können so genannte Tracking-Systeme eingesetzt werden. Alle bekannten Prinzipien des Tracking (d. h. der Verfolgung) können dabei zum Einsatz kommen. Z. B. kann es sich bei dem Tracking-System um ein System handeln, das auf dem magnetischen Prinzip basiert. Hierzu wird zumindest eine in der Regel sehr klein dimensionierte, von Strom durchflossene Spule (oder eine Anordnung mit einer Mehrzahl von Spulen) in einem äußeren Magnetfeld verfolgt. Die Spule ist mit dem Exemplar des Werkstücks mechanisch verbunden, so dass auch die Position, Ausrichtung und Bewegung des Exemplars erfasst werden kann. Solche Tracking-Systeme werden z. B. von der Ascension-Technology-Corporation, Burlington, VT 05402, USA hergestellt.

[0039] Alternativ oder zusätzlich kann eine Position und/oder Blickrichtung des Nutzers automatisch erfasst werden und bei der Auswahl des zumindest einen Messergebnisses der Bestimmung von Koordinaten berücksichtigt werden. Optional kann außerdem abhängig von einem Ergebnis der Erfassung der Position und/oder Blickrichtung des Nutzers das Messergebnis lagerichtig auf einer Bild-Darstellungseinrichtung dargestellt werden. Wiederum kann zur Bestimmung der Position und/oder Blickrichtung ein Tracking-System eingesetzt werden. Beispielsweise wird der Tracking-Sensor (z. B. die oben erwähnte Spule oder Anordnung von mehreren Spulen) am Kopf des Betrachters angebracht. Zur Anbringung eignet sich z. B. eine Brille oder ein Bügel, der am Ohr des Betrachters aufgehängt werden kann.

[0040] Generell kann die Erfindung auch mit einer Datenbrille als Bild-Darstellungseinrichtung realisiert werden. In diesem Fall kann der Tracking-Sensor, wie es bei Augmented Reality Geräten häufig der Fall ist, in der Datenbrille integriert sein oder mechanisch mit ihr verbunden sein. Ein anderer, in der Literatur verwendeter Begriff für Datenbrille ist Head Mounted Display. Dadurch kommt zum Ausdruck, dass die am Kopf des Betrachters angebrachte Einrichtung nicht die Form einer klassischen Brille haben muss. Auch muss das Display in diesem Fall nicht durchsichtig, d. h. semitransparent sein.

[0041] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die bei-

gefügte Zeichnung beschrieben. Die einzelnen Figuren der Zeichnung zeigen:

[0042] **Fig. 1**: schematisch eine Anordnung mit einem Exemplar eines Werkstücks, das von einem Betrachter durch einen semitransparenten Bildschirm hindurch betrachtet werden kann,

[0043] **Fig. 2**: eine Bildschirmdarstellung eines Werkstücks mit zwei Oberflächen-Bereichen, die mit unterschiedlichem Grad von einem Sollzustand abweichen, sowie mit einem weiteren Messergebnis,

[0044] **Fig. 3**: eine Alternative zu der Anordnung gemäß **Fig. 1**, wobei eine Ansicht eines Exemplars eines Werkstücks durch eine Kamera erfasst wird,

[0045] **Fig. 4**: schematisch eine Hand eines Nutzers in der Nähe eines Exemplars des Werkstücks, wobei die von der Hand ausgeführte Geste von einer Mehrzahl von Kameras erfasst wird, um zumindest ein der Geste entsprechendes Messergebnis auszuwählen,

[0046] **Fig. 5**: eine schematische Draufsicht von oben auf einen Teil einer Serienfertigungsanlage, wobei die Anlage auch eine Messstation zur Vermessung von Koordinaten der gefertigten Exemplare aufweist und wobei alternativ oder zusätzlich zu der Messstation eine Auswertungsstation vorhanden ist, an der vorzugsweise auf einem Bildschirm Messergebnisse der Vermessung eines Exemplars des Werkstücks dargestellt werden können, während der Betrachter des Bildschirms auch ein Exemplar des Werkstücks sieht,

[0047] **Fig. 6**: die Messstation der in **Fig. 5** dargestellten Serienfertigungsanlage und

[0048] **Fig. 7**: eine Darstellung auf einem Bildschirm, das ein Messergebnis einer Bestimmung eines Konturverlaufs darstellt, wobei der Konturverlauf überhöht dargestellt ist.

[0049] **Fig. 1** zeigt schematisch einen semitransparenten Bildschirm **3**, auf dem, gesteuert von einer Datenverarbeitungseinrichtung **5**, Messergebnisse aus der Vermessung von Koordinaten eines Werkstücks darstellbar sind. Die Messergebnisse können z. B. in Falschfarbendarstellung und/oder als Abmessungen, wie in **Fig. 2** gezeigt, dargestellt werden. Hierauf wird noch näher eingegangen.

[0050] Aus einer Betrachtungsposition **7** sieht ein Betrachter (nicht dargestellt in **Fig. 1**) durch den semitransparenten Bildschirm **3** hindurch ein Exemplar **9** des Werkstücks. In der Ebene des Bildschirms **3** erscheint das Exemplar **9** in einer Größe, die in **Fig. 1** durch den Quader **11** dargestellt ist. Vier Linien **8a–8d** verdeutlichen, dass es sich bei dem scheinbar in der Bildebene des Bildschirms **3** liegenden Objekt

11 lediglich um ein Bild des tatsächlich vorhandenen Exemplars **9** handelt.

[0051] Bei einer alternativen Ausgestaltung der Anordnung kann es sich bei dem Objekt **11** um ein von der Bild-Darstellungseinrichtung durch entsprechende Ansteuerung des Bildschirms **3** erzeugtes Bildobjekt handeln. In diesem Fall ist z. B. auf der Rückseite des Bildschirms **3** eine Kamera angeordnet, die das Exemplar **9** abbildet.

[0052] Im Fall der in **Fig. 1** dargestellten Anordnung jedoch werden von der Steuerung **5** des Bildschirms **3** lediglich die Messergebnisse auf dem Bildschirm **3** dargestellt, nicht jedoch das Werkstück. Nach der Auswahl zumindest eines Messergebnisses durch eine Geste des Betrachters oder eines anderen Nutzers ist die Darstellung des zumindest einen Messergebnisses lagerichtig, d. h. an Orten auf der Bild-Darstellungseinrichtung, an denen der Betrachter einen bestimmten Bereich des Exemplars **9** sieht, werden auch die zugehörigen Mess-Informationen, die dem Bereich des Objekts zugeordnet sind, dargestellt. "Zugeordnet" ist so zu verstehen, dass dieser Bereich des Exemplars oder eines anderen Exemplars des Werkstücks vermessen wurde und daraus Informationen über den durch die Messung erhaltenen Istzustand erhalten wurden. Im Allgemeinen werden hierzu die Koordinaten dieses Bereichs des Werkstücks gemessen und daraus die Informationen über den Istzustand, d. h. die Messergebnisse, des Bereichs gewonnen. Optional können Messergebnisse auch bereits vor der Auswahl lagerichtig dargestellt werden. Jedoch handelt es sich dabei häufig um zu viele Messergebnisse, sodass der Nutzer bestimmte Messergebnisse, die momentan Gegenstand seines Interesses sind, nicht oder nur mit Einschränkungen dem Exemplar des Werkstücks und/oder bestimmten Bereichen des Exemplars zuordnen kann.

[0053] Die Messergebnisse werden der Datenverarbeitungseinrichtung **5**, die auch die Steuerung des Bildschirms **3** aufweist, über die durch einen Pfeil links in **Fig. 1** angedeutete Schnittstelle zugeführt. Dies kann während der Darstellung der Messergebnisse auf dem Bildschirm **3** geschehen. In vielen Fällen scheint es jedoch vorteilhaft zu sein, da Koordinatenmessungen einige Zeit in Anspruch nehmen, die Vermessung des Werkstücks vorher vorzunehmen. Bei dem Werkstück muss es sich nicht um dasselbe Exemplar handeln, das vorhanden ist und von dem Nutzer direkt oder indirekt betrachtet werden kann.

[0054] In **Fig. 1** ist außerdem ein Tracking-System **15** dargestellt (schematisch durch ein Rechteck im oberen Figurenteil), das fortlaufend die Position und Ausrichtung des Exemplars **9** erfasst. Diese Erfassung ist durch die im oberen rechten Figurenteil gezeigten Pfeile angedeutet. Insbesondere ist es auch möglich, dass dasselbe Tracking-System sowohl die

Position und Ausrichtung des Exemplars **9** erfasst, als auch die Geste des Nutzers. Eine solche Ausgestaltung wird noch unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) beschrieben. Derartige Tracking-Systeme verwenden vorzugsweise zumindest eine Kamera zur Erfassung von Bildern des Exemplars und der Geste.

[0055] Entsprechend der Position und Ausrichtung des Exemplars erzeugt das Tracking-System **15** Signale, die der Datenverarbeitung **5** zugeführt werden. Dies ist durch zwei Pfeile im linken oberen Figurenteil dargestellt. Die Datenverarbeitung **5** erzeugt daraus die Information, die sie für die lagerichtige Darstellung der Messergebnisse auf dem Bildschirm **3** benötigt.

[0056] Insbesondere werden das Koordinatensystem, auf das sich das Tracking-System bei der Bestimmung der Position und Ausrichtung des Exemplars **9** bezieht, und das Koordinatensystem der Bildinhalte für die Darstellung auf dem Bildschirm **3** vor oder zu Beginn der Darstellung registriert, d. h. die Koordinatensysteme werden so miteinander in Beziehung gebracht, dass die lagerichtige Darstellung der Messergebnisse möglich ist. Die Registrierung kann z. B. interaktiv erfolgen, indem die Datenverarbeitungseinrichtung **5** auf dem Bildschirm **3** an ausgewählten Positionen Bildinhalte darstellt (z. B. einen Pfeil) und der Benutzer mit einem speziellen Signalgeber, dessen Position durch das Tracking-System **15** erfasst werden kann, entsprechende, zuzuordnende Stellen an der Oberfläche des Exemplars **9** antastet und ein Signal an das Tracking-System **15** oder die Datenverarbeitungseinrichtung **5** ausgibt. Auf diese Weise kann das Tracking-System **15** oder die Datenverarbeitungseinrichtung **5** lernen, dass die momentan auf dem Bildschirm **3** angezeigte Position an einem bestimmten Ort an der Oberfläche des Exemplars **9** liegt. Wird diese Prozedur für zumindest drei Orte an der Oberfläche des Exemplars **9** durchgeführt, kann eine vollständige, interaktive Registrierung durchgeführt werden.

[0057] Es ist jedoch auch möglich, die Position und Ausrichtung des Exemplars **9** z. B. über eine automatische Erfassung von Bildern des Exemplars **9** und eine automatische Auswertung dieser Bilder vorzunehmen. Dabei werden z. B. charakteristische Orte der Oberfläche aus den Bildern erkannt und mit Hilfe eines Computermodells des Werkstücks (das auch den Sollzustand repräsentieren kann) den momentanen Positionen des realen Exemplars **9** zugeordnet.

[0058] Bei einem solchen Verfahren muss keine anfängliche Registrierung durchgeführt werden. Vielmehr kann auf diese Weise laufend die korrekte Position und Ausrichtung des Exemplars **9** ermittelt werden. Bevorzugt wird allerdings die anfängliche Registrierung, da eine Verfolgung der Bewegung des Exemplars **9** und die damit verbundene Änderung der

Position und Ausrichtung des Ortes des Exemplars **9** mit geringerem Rechenaufwand und damit schneller erfasst werden kann. Insbesondere kann diese Verfolgung der Bewegung selbsttätig durch das Tracking-System durchgeführt werden. Es ist aber auch möglich, das Tracking-System in die Datenverarbeitungseinrichtung **5** zu integrieren.

[0059] [Fig. 2](#) zeigt insbesondere für den Fall von [Fig. 1](#), aber auch für andere Fälle schematisch einen ersten Bereich **21** und einen zweiten Bereich **23** in einer lagerichtigen Darstellung an der Oberfläche des zu betrachtenden Werkstücks. Das Werkstück ist in [Fig. 2](#) wiederum schematisch durch einen Quader dargestellt, wobei es sich um ein aktiv durch die Bild-Darstellungseinrichtung auf dem Bildschirm dargestelltes Bild handelt und/oder um ein Bild, das scheinbar in der Bildebene des Bildschirms **3** liegt, weil der Betrachter das Objekt durch den Bildschirm **3** hindurch direkt sehen kann. Außerdem ist in [Fig. 2](#) durch einen Doppelpfeil angedeutet, dass auf dem Bildschirm **3** eine Abmessung des Quaders **11** dargestellt wird, nämlich der Abstand zwischen der oberen und der unteren etwa horizontal verlaufenden Oberfläche des Quaders **11**. Bei dem Abstand kann sich z. B. um einen lokalen Abstand am linken Rand des Quaders **11** handeln oder um den mittleren Abstand der beiden genannten Oberflächen.

[0060] Wenn hier von einer Bildebene die Rede ist, so beschränkt dies die Erfindung nicht auf flächenartige Bild-Darstellungseinrichtungen mit einer einzigen Bildebene. Vielmehr kann es sich bei der Bild-Darstellungseinrichtung auch um eine Einrichtung zur Darstellung dreidimensionaler Bilder, z. B. mit Hilfe von stereoskopischen Verfahren handeln. Bei einem semitransparenten Bildschirm ist auch zu beachten, dass ein Betrachter mit zwei Augen das tatsächlich vorhandene Exemplar **9** im Fall der [Fig. 1](#) aus zwei Beobachtungspositionen betrachtet, da die beiden Augen des Betrachters voneinander beabstandet sind und daher an zwei verschiedenen Orten positioniert sind. Vorzugsweise wird dies bei der lagerichtigen Darstellung berücksichtigt. Insbesondere bei einer stereoskopischen Darstellung kann für jedes Auge eine eigens auf das Auge abgestimmte Darstellung der Informationen über den Istzustand des Werkstücks vorgenommen werden. Dies schließt auch den Fall mit ein, dass für jedes Auge ein separater Bildschirm oder separater Bereich eines Bildschirms (wie beispielsweise eine semitransparente Datenbrille) eingesetzt wird.

[0061] Die in [Fig. 2](#) dargestellten Bereiche **21**, **23** an der Oberfläche des Werkstücks sind in der Darstellung der [Fig. 2](#) in unterschiedlicher Weise schraffiert. In der Praxis kann statt der Schraffur z. B. jeder Bereich in einer unterschiedlichen Farbe dargestellt werden oder in unterschiedlichen Graustufen dargestellt werden. Jeder der Bereiche **21**, **23** deutet auf ei-

nen der Farbe oder Graustufe (hier der Schraffur) zugeordneten Grad von Positionsabweichungen der Oberfläche des Werkstücks hin. Unter Abweichungen ist hier zu verstehen, dass der gemessene Istzustand von dem Sollzustand abweicht. Z. B. weicht der Oberflächenbereich, der dem Bereich **21** entspricht, um 0,1 bis 0,2 μm von der Sollposition ab und weicht der Oberflächenbereich, der durch den Bereich **23** markiert ist, um 0,2 bis 0,3 μm von der Sollposition der Oberfläche ab.

[0062] Außerdem ist, wie bereits erwähnt, eine Abmessung des Werkstücks auf dem Bildschirm **3** dargestellt. Bei der Darstellung gemäß [Fig. 2](#) handelt es sich lediglich um ein vereinfachtes Beispiel. In der Praxis ist in der Regel eine Vielzahl von Messergebnissen aus der Koordinatenmessung eines Werkstücks vorhanden, die ohne Auswahl einzelner Messergebnisse zu einer unübersichtlichen Bildschirmdarstellung führt. Bei der Darstellung der Messergebnisse können anders als in [Fig. 2](#) gezeigt auch Zahlen und Buchstaben verwendet werden sowie andere Symbole. Z. B. kann für die in [Fig. 2](#) dargestellte Abmessung zusätzlich auch der Messwert, z. B. "23,753 mm", auf dem Bildschirm dargestellt werden.

[0063] In [Fig. 7](#) ist eine andere Art eines Messergebnisses dargestellt. Auf dem Bildschirm **3** ist die Kontur einer Oberfläche **73** eines Messobjekts **71** überhöht dargestellt. Dementsprechend variiert der Konturverlauf der auf dem Bildschirm **3** dargestellten Oberfläche **73a** der überhöhten Darstellung **72** stärker und damit deutlicher erkennbar als der Konturverlauf der Oberfläche **73** des Messobjekts **71**.

[0064] Die in [Fig. 3](#) dargestellte Alternative einer Anordnung zur Darstellung von Messergebnissen zeigt links in der Figur das Exemplar **9** des Werkstücks. Es wird von einer Kamera **31** erfasst und die Kamera gibt entsprechende Bilddaten zu der Datenverarbeitungseinrichtung **35** aus, die der Datenverarbeitungseinrichtung **5** gemäß [Fig. 1](#) entspricht.

[0065] Die Datenverarbeitungseinrichtung **35** steuert den Bildschirm **33** so an, dass sowohl das von der Kamera **31** aufgenommene Bild des Exemplars **9** dargestellt wird, als auch in vorzugsweise lagerichtiger Darstellung die Messergebnisse des Werkstücks. Die Darstellung kann beispielsweise wie in [Fig. 2](#) gezeigt aussehen.

[0066] Ein Koordinatenmessgerät ist in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) nicht näher dargestellt. Z. B. bezüglich der Anordnung in [Fig. 1](#) könnte das Koordinatenmessgerät links in der Figur eingezeichnet werden, so dass der Pfeil mit der Schnittstelle **13** von dem Koordinatenmessgerät zu der Datenverarbeitungseinrichtung **5** führt.

[0067] [Fig. 4](#) zeigt einen Ort, an dem sich ein Exem-

plar **9** eines Werkstücks befindet. An dem Ort kann ein Nutzer mit seiner Hand **47** Gesten ausführen, wobei sich die Hand **47** dabei in unmittelbarer Nähe zu dem Exemplar **9** befindet oder dieses sogar berührt. Unter unmittelbarer Nähe wird insbesondere ein Abstand von höchstens 5 cm, vorzugsweise höchstens 2 cm, verstanden. Das Unterschreiten eines derartigen Grenzwertes für den Abstand kann für die Gesten-Erkennungseinrichtung (dies gilt nicht nur für die hier beschriebene Ausführungsform) die Information bedeuten, dass eine Geste ausgeführt wird. In diesem Fall interpretiert die Gesten-Erkennungseinrichtung eine Aktion des Nutzers nur solange als Ausführung einer Geste, wie der Grenzwert unterschritten ist.

[0068] Im Ausführungsbeispiel befindet sich der Ort im Sichtfeld einer Mehrzahl von Kameras **41a**, **41b**. Anders als in [Fig. 4](#) dargestellt können auch mehr als zwei Kameras auf den Ort gerichtet sein. Die Kameras **41** sind über Bildsignalleitungen **43** mit einer Erkennungseinrichtung **45** verbunden, die ausgestaltet ist, aus den empfangenen Kamerabildern eine von der Hand **47** ausgeführte Geste als eine von mehreren vordefinierten Gesten zu erkennen.

[0069] Optional ist die Erkennungseinrichtung **45** auch eine Einrichtung, die die Position, an der die Geste ausgeführt wird, erfasst. Insbesondere handelt es sich bei der Position um eine Relativposition zu dem Exemplar des Werkstücks. Daher kann die Erfassungseinrichtung ausgestaltet sein, nicht die absoluten Positionen des Werkstücks (das heißt Positionen im Laborsystem) und der Hand **47** zu erfassen, sondern unmittelbar die Relativposition (d. h. die Position im Koordinatensystems des Werkstücks) von Hand **47** und Exemplar **9** zu erfassen.

[0070] Außerdem kann die Erfassungseinrichtung ausgestaltet sein, die Ausrichtung der Hand **47** bei Ausführung der Geste zu erfassen. Die Ausrichtung kann bezogen auf den Ort, an dem sich das Exemplar **9** und die Hand **47** befinden, erfasst werden. Analog zu der Positionserfassung wird die Ausrichtung aber vorzugsweise relativ zu dem Exemplar **9** erfasst.

[0071] Ebenfalls in die Erkennungseinrichtung **45** integriert sein kann eine Auswahleinrichtung zum Auswählen eines Messergebnisses der Bestimmung von Koordinaten des Werkstücks abhängig von der erfassten Position und der erkannten Geste. Beispielsweise handelt es sich bei der Erkennungseinrichtung **45** um einen Computer, der die genannten Funktionen der Erkennung, Erfassung und/oder Auswahl gesteuert durch ein Computerprogramm ausführt.

[0072] [Fig. 4](#) zeigt eine Steuerverbindung **47** von der Einrichtung **45** zu dem Bildschirm **3**, über die Bildsignale von der Einrichtung **45** zu dem Bildschirm **3**

übertragen werden. Im Fall eines handelsüblichen Computers weist die Einrichtung **45** z. B. eine Videokarte auf, die gesteuert von einem zentralen Prozessor der Einrichtung **45**, die auf dem Bildschirm **3** darzustellenden Bilder in Form von Bildsignalen erzeugt und ausgibt.

[0073] Ausgehend von dem in [Fig. 2](#) dargestellten Zustand des Bildschirms **3**, in dem mehrere Messergebnisse dargestellt werden, findet z. B. an dem in [Fig. 4](#) dargestellten Ort in der Nähe des Exemplars **9** die Ausführung einer Geste mittels der Hand **47** statt. Z. B. führt die Hand **47** anders als in [Fig. 4](#) dargestellt mit lediglich einem ausgestreckten Finger, z. B. dem Zeigefinger, eine linienartige Bewegung der Fingerspitze des ausgestreckten Fingers entlang der vorne links von oben nach unten verlaufenden Eckkante des Exemplars **9** aus. Diese Geste wird von den Kameras **41** erfasst (d. h. es werden aufeinanderfolgende Bilder aufgenommen und zu der Einrichtung **45** übertragen). Die Einrichtung **45** erkennt die Relativposition der Fingerspitze des ausgestreckten Fingers in Bezug auf das Exemplar **9**, d. h. erkennt, dass die von der Fingerspitze im Raum entlanggefahrene Linie parallel zu der genannten Eckkante und in unmittelbarer Nähe zu der genannten Eckkante verläuft. Aus der Linienbewegung der Fingerspitze ermittelt die Einrichtung **45**, dass eine geradlinige Abmessung des Werkstücks als Messergebnis ausgewählt wurde. Aus der unmittelbaren Nähe der Linie zu der genannten Eckkante ermittelt die Einrichtung **45**, dass die in [Fig. 2](#) dargestellte Abmessung **25** ausgewählt wurde. Folglich wird lediglich diese Abmessung **25** auf dem Bildschirm **3** dargestellt und werden die anderen Messergebnisse ausgeblendet. Alternativ wird das ausgewählte Messergebnis hervorgehoben, z. B. durch eine besondere Farbe dargestellt oder es wird wiederholt ein- und ausgeblendet.

[0074] [Fig. 5](#) zeigt einen Teil einer Fertigungsanlage. Wie der nach rechts weisende Pfeil andeutet, werden die Exemplare **51a**, **51b**, **51c**, die im Fertigungsprozess hergestellt wurden, von links nach rechts transportiert. Im dargestellten Ausführungsbeispiel befinden sie sich dabei jeweils auf einem Transportmittel, wie beispielsweise einer Palette **52a**, **52b**, **52c**. Die Paletten weisen jeweils drei Marker **8** auf, z. B. Kugeln, deren Relativposition zueinander bekannt ist. Auf diese Weise existiert ein Bezugs-Koordinatensystem.

[0075] Rechts in [Fig. 5](#) ist eine Messstation **53** dargestellt, in der das auf der Palette **52c** angeordnete Exemplar **51c** vermessen wird. [Fig. 6](#) zeigt die Messstation in einer Seitenansicht. Im Ausführungsbeispiel ist die Messstation mit einem Koordinatenmessgerät **61** in Portalbauweise ausgestattet. Zwischen den zwei Stützen **55a**, **55b** des Portals ist das Exemplar **51c** auf der Palette **52c** angeordnet. Eine Pinole **58** des Messgeräts **61** kann in horizontaler Richtung

entlang einer Brücke **59**, die die Stützen **55a**, **55b** verbindet, verfahren werden. Senkrecht zur Bildebene von [Fig. 6](#) ist die Brücke **59** relativ zu den Stützen **55** verfahrbar. Ferner kann die am unteren Ende der Pinole **58** angeordnete Tastkugel **57** zum mechanischen Antasten des Exemplars **51c** in vertikaler Richtung verfahren werden. Dadurch kann die Oberfläche des Exemplars **51c** mechanisch von der Tastkugel **57** abgetastet werden. In an sich bekannter Weise werden daraus die Koordinaten der angetasteten Oberflächenpunkte ermittelt.

[0076] Ferner kann die Serienfertigungsanlage eine nicht in [Fig. 5](#) dargestellte Messstation aufweisen, z. B. eine Messstation mit den in [Fig. 4](#) dargestellten und oben beschriebenen Einrichtungen.

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

- US 2003/0125901 A1 [[0005](#), [0006](#), [0006](#)]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- ISO-1101 [[0011](#)]

- ISO 1101 [[0027](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Darstellen von Ergebnissen einer Vermessung eines Werkstücks, wobei

a1) eine vordefinierte Geste eines Nutzers, die der Nutzer (z. B. per Hand **47**) an einem vorhandenen Exemplar (**9**) des Werkstücks ausführt, erfasst und erkannt wird, oder

a2) eine vordefinierte Geste eines Nutzers, die der Nutzer an einem Bild (**11**) eines vorhandenen Exemplars (**9**) des Werkstücks ausführt, erfasst und erkannt wird,

b) bei der Erfassung der Geste zumindest eine Position, an der die Geste ausgeführt wird, erfasst wird und

c) abhängig von der erkannten Geste und der erfassten Position der Geste ein Messergebnis der Vermessung eines Werkstücks ausgewählt und dargestellt wird.

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei im Fall der Erfassung der Geste gemäß Schritt a1) in Anspruch 1 eine Position und Ausrichtung des Exemplars (**9**) des Werkstücks automatisch erfasst wird und wobei das Messergebnis abhängig von einem Ergebnis der Erfassung der Position und Ausrichtung des Exemplars (**9**) und abhängig von der erfassten Position der Geste ausgewählt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei außerdem eine Ausrichtung der Geste erfasst und das Messergebnis auch abhängig von der Ausrichtung der Geste ausgewählt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich das Exemplar (**9**) des Werkstücks von einer Betrachtungsposition des Nutzers aus gesehen hinter einer Bild-Darstellungseinrichtung (**3**) befindet und wobei der Nutzer die Geste an der Bild-Darstellungseinrichtung (**3**) ausführt.

5. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Exemplar des Werkstücks (**9**) von der Betrachtungsposition aus durch die als eine semitransparente Darstellungseinrichtung (**3**) ausgestaltete Bild-Darstellungseinrichtung (**3**) hindurch betrachtet werden kann.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein Bild des Exemplars (**9**) des Werkstücks von einer Bild-Erzeugungseinrichtung (**31**) erzeugt wird und auf einem Bildschirm (**33**) dargestellt wird und wobei der Nutzer die Geste am Bildschirm ausführt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Position und/oder Blickrichtung des Nutzers automatisch erfasst wird und bei der Auswahl des Messergebnisses berücksichtigt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das ausgewählte Messergebnis lagerichtig in Bezug auf ein Bild des vorhandenen Exemplars (**9**) oder lagerichtig in Bezug auf das im Sichtfeld des Nutzers angeordnete Exemplar (**9**) des Werkstücks dargestellt wird, d. h. das zumindest eine Messergebnis wird insbesondere an einem Ort oder Orten einer Bild-Darstellungseinrichtung dargestellt, an dem/denen der Nutzer jeweils auch einen gemessenen Koordinaten, aus denen das Messergebnis ermittelt wurde, entsprechenden Ort des Exemplars (**9**) sieht.

9. Anordnung zum Darstellen von Ergebnissen einer Vermessung eines Werkstücks, wobei die Anordnung Folgendes aufweist:

i. eine Schnittstelle (**13**) zum Empfangen der Ergebnisse und/oder einen Speicher zum Speichern der Ergebnisse,

ii. eine Gesten-Erfassungseinrichtung (**41a**, **41b**) zum Erfassen einer vordefinierten Geste eines Nutzers, die der Nutzer an einem vorhandenen Exemplar (**9**) des Werkstücks ausführt, oder zum Erfassen einer vordefinierten Geste eines Nutzers, die der Nutzer an einem Bild (**11**) eines vorhandenen Exemplars (**9**) des Werkstücks ausführt, erfasst,

iii. eine Positions-Erfassungseinrichtung (**45**) zum Erfassen einer Position, an der die Geste ausgeführt wird,

iv. eine Erkennungseinrichtung (**45**) zum Erkennen der Geste als eine vordefinierte Geste,

v. eine Auswahleinrichtung (**45**) zum Auswählen eines Messergebnisses abhängig von der erfassten Position und der erkannten Geste.

10. Anordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Anordnung eine Bestimmungseinrichtung (**45**) zum Bestimmen einer Position und Ausrichtung des Exemplars (**9**) des Werkstücks aufweist, die im Fall der Ausführung der Geste am vorhandenen Exemplar (**9**) des Werkstücks die Position und Ausrichtung des Exemplars (**9**) automatisch bestimmt, und wobei die Auswahleinrichtung (**45**) ausgestaltet ist, das Messergebnis abhängig von einem Ergebnis der Bestimmung der Position und Ausrichtung des Exemplars (**9**) und abhängig von der erfassten Position der Geste auszuwählen.

11. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anordnung außerdem eine Ausrichtungs-Erfassungseinrichtung (**45**) zum Erfassen einer Ausrichtung der Geste aufweist und wobei die Auswahleinrichtung (**45**) ausgestaltet ist, das Messergebnis auch abhängig von der erfassten Ausrichtung der Geste auszuwählen.

12. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich das Exemplar (**9**) des Werkstücks von einer Betrachtungsposition (**7**) des Nutzers aus gesehen hinter einer Bild-Darstellungsein-

richtung (3) befindet und wobei der Nutzer die Geste an der Bild-Darstellungseinrichtung (3) ausführt.

13. Anordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Exemplar des Werkstücks (9) von der Betrachtungsposition (7) aus durch den als semi-transparenten Bildschirm (3) ausgestalteten Bildschirm (3) hindurch betrachtet werden kann.

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei die Anordnung eine Bild-Erzeugungseinrichtung (31) zur Erzeugung eines Bildes des Exemplars (9) des Werkstücks und zur Darstellung des Bildes auf einem Bildschirm (3) aufweist.

15. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anordnung eine Erfassungseinrichtung zur Erfassung einer Position und/oder Blickrichtung des Nutzers aufweist und wobei die Auswahleinrichtung (45) ausgestaltet ist, bei der Auswahl des Messergebnisses die Position und/oder Blickrichtung des Nutzers zu berücksichtigen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

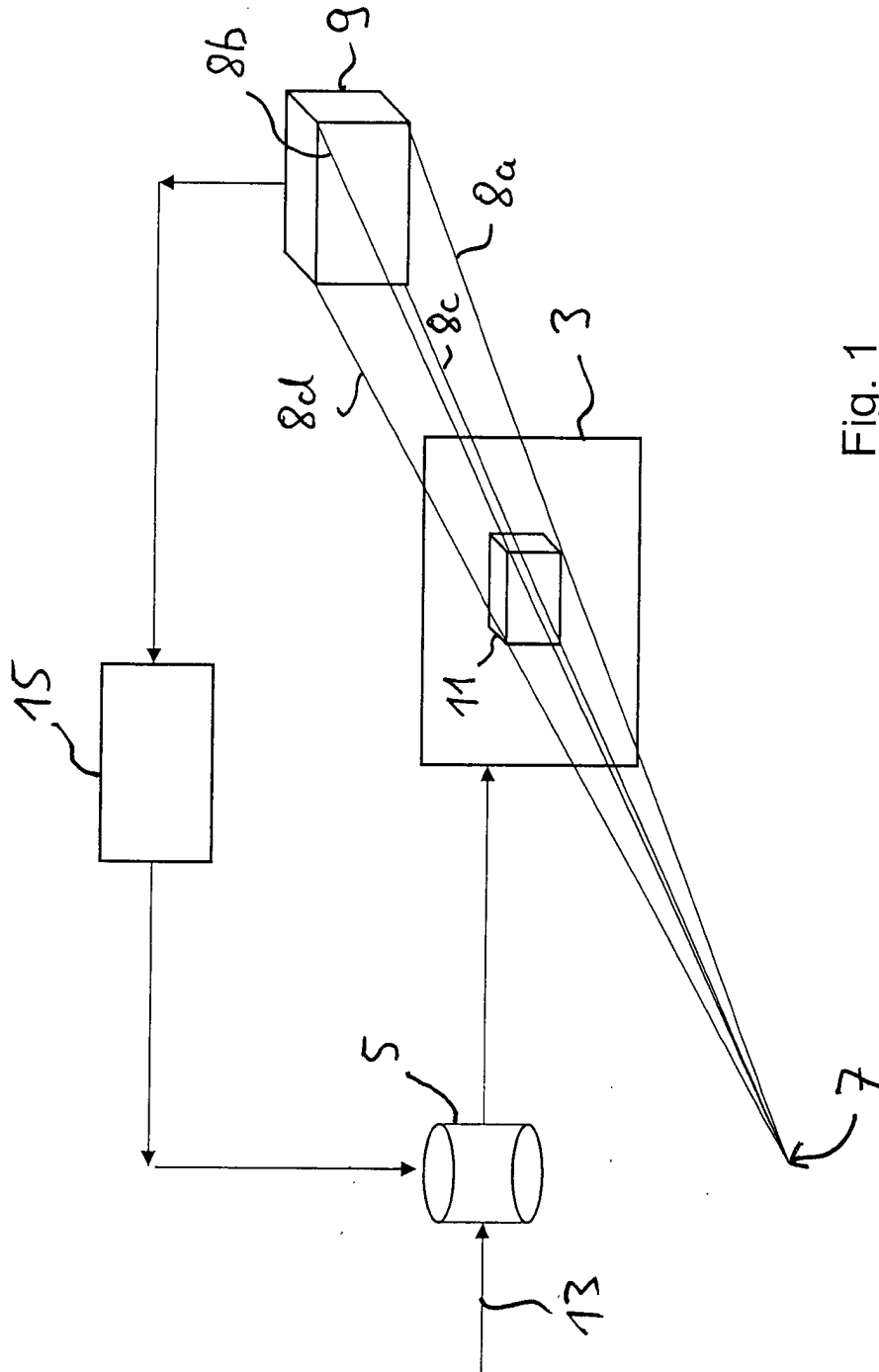


Fig. 1

Fig. 2

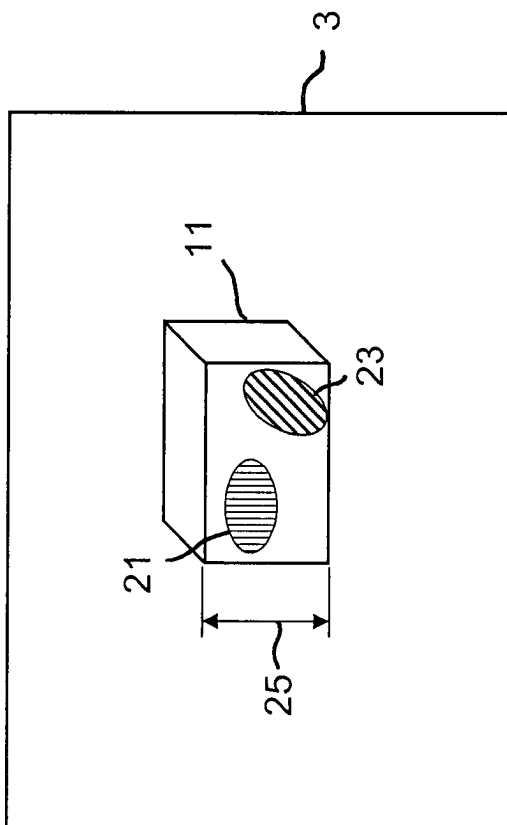
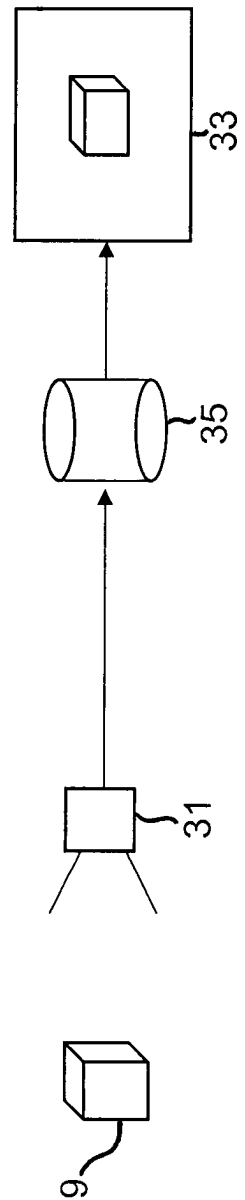


Fig. 3



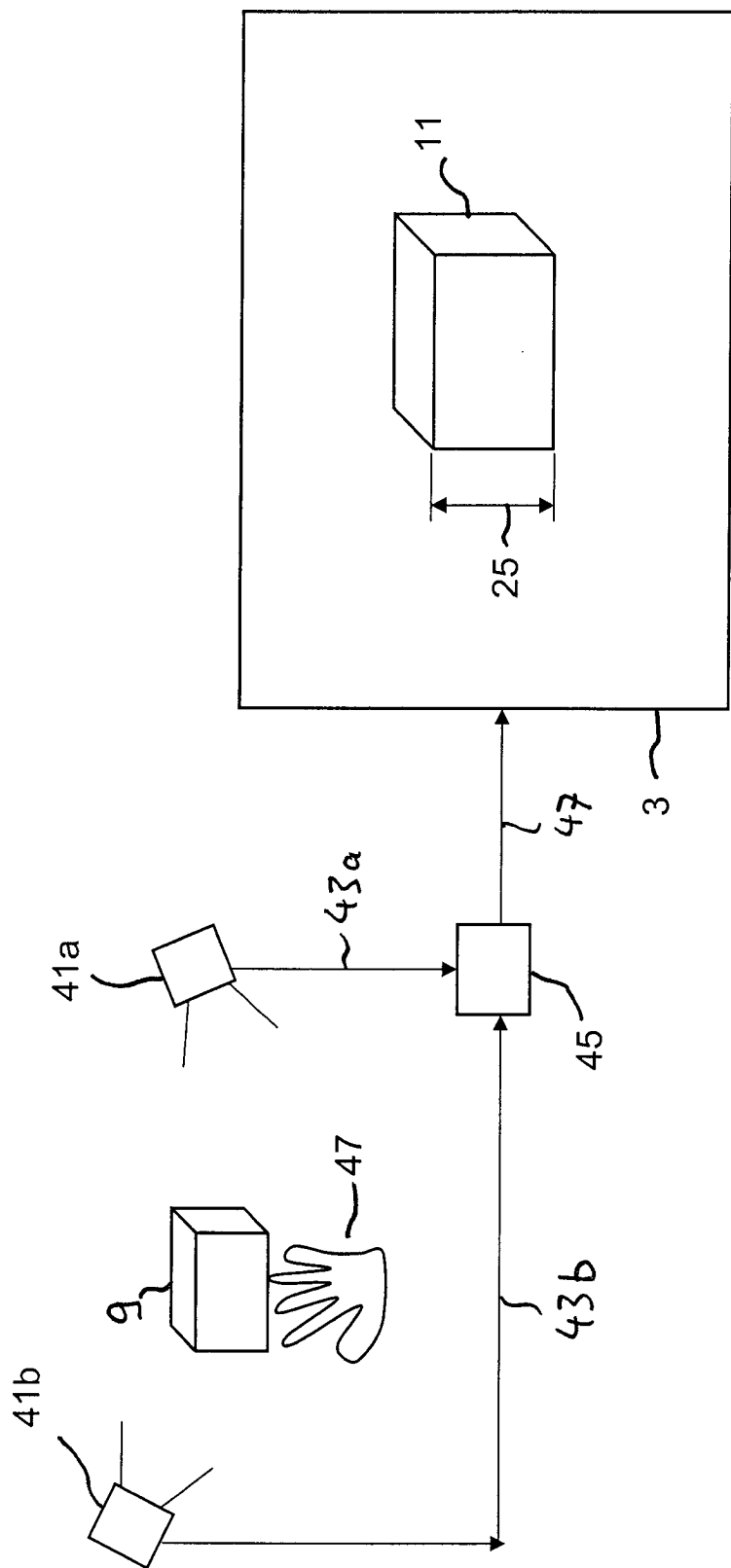


Fig. 4

Fig. 5

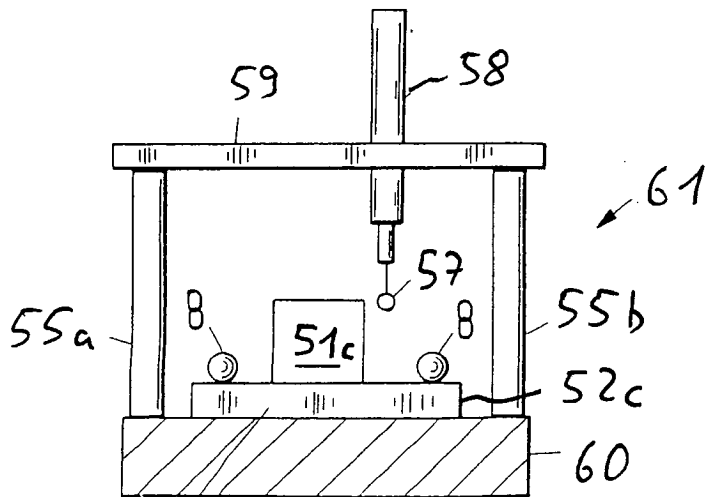
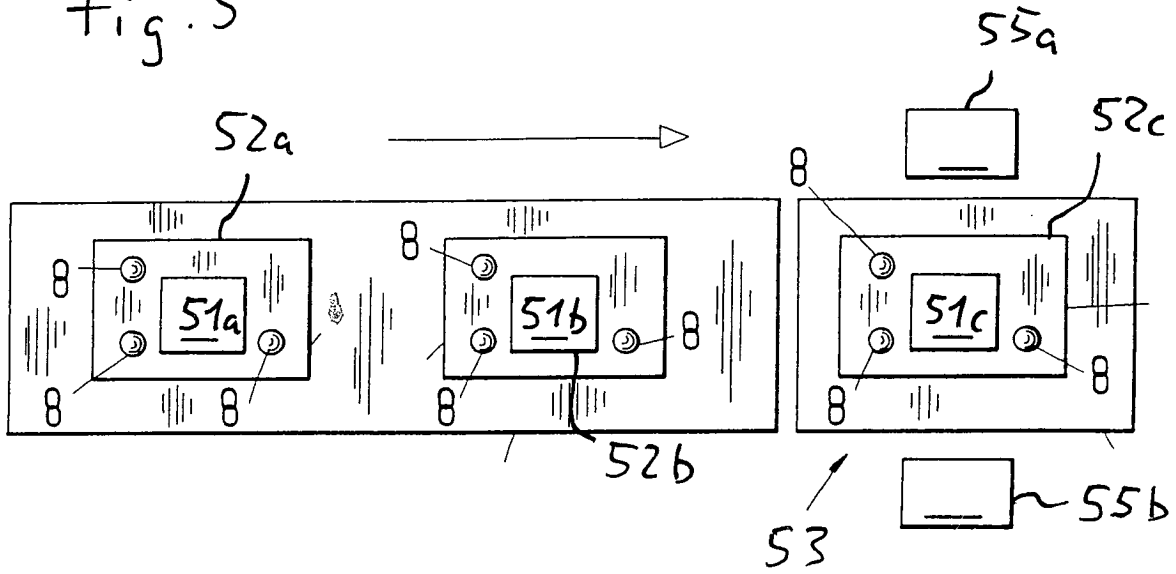


Fig. 6

Fig. 7

