

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Messung von Strukturen eines Objekts mittels eines einem Koordinatenmessgerät zugeordneten Tastelements, das mit dem Objekt in Berührung gebracht und dann seine Position mittelbar bestimmt wird. Insbesondere nimmt die Erfindung Bezug auf ein Verfahren zur Bestimmung von Strukturen eines Objektes mittels eines einem Koordinatenmessgerät zugeordneten von einer Tasterverlängerung eines Tasters ausgehenden Antastformelements, das mit dem Objekt in Berührung gebracht und sodann räumliche Position des Antastformelements oder einer diesem unmittelbar zugeordneten Zielmarke mit optischen Sensoren bestimmt wird.

[0002] Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Anordnung zur Messung von Strukturen eines Objekts mittels eines einem Koordinatenmessgerät zugeordneten ein Antastformelement und vorzugsweise eine Tasterverlängerung umfassenden Tasters. Insbesondere ist Gegenstand der Erfindung eine Anordnung zur Messung von Strukturen eines Objekts mittels eines einem Koordinatenmessgerät zugeordneten von einer Tasterverlängerung bzw. einem Tasterschaft eines Tasters ausgehenden Antastformelements, dem ggfs. unmittelbar eine von dem Taster bzw. der Tasterverlängerung ausgehende Zielmarke zugeordnet ist, wobei das Antastformelement mit dem Objekt in Berührung bringbar und sodann seine Position mit zumindest einem optischen Sensor bestimmbar ist.

Stand der Technik

[0003] Ein Verfahren und eine Anordnung der eingangs genannten Art ist aus der WO-A-98/57121 bekannt. Bei dem bekannten Verfahren wird für eine 3-dimensionale Bestimmung der Tastelementposition ein fotogrammetrisches Verfahren auf der Basis der Triangulationen angewendet.

[0004] Ein Koordinatenmessgerät mit mechanisch abtastenden Sensoren ist der DE-A-43 27 250 zu entnehmen. Dabei kann eine visuelle Kontrolle des mechanischen Antastvorgangs mit Hilfe eines Monitors erfolgen, um eine Zerstörung des Tasters zu vermeiden.

[0005] In der US-A-4,972,597 wird ein Koordinatenmessgerät mit einem Taster beschrieben, dessen Tasterverlängerung mittels einer Feder in ihrer Position vorgespannt ist.

[0006] Nach der WO-A-99/63301 wird eine Struktur eines Objektes mittels eines einem Koordinatenmessgerät zugeordneten Antastformelements gemessen, dessen Position mittels eines optischen Sensors erfasst wird. Dabei sind Sensor und Taster

als eine gemeinsam verstellbare Einheit ausgebildet. Diese kann nach der WO-A-02/025206 von einem Dreh-Schwenkgelenk ausgehen.

[0007] Aus dem DE-U-298 08 683 wird die Raumposition eines Tasters mittels zweier optischer Sensoren bestimmt, von denen einer die Z- und der andere die X, Y-Koordinaten misst. Gleiches ergibt sich aus der DE.Z.: tm-Technisches Messen 66 (1999) 12, S. 1- 5, Schwenke et al.: „Opto-taktiler Sensor zur 2D- und 3D-Messung kleiner Strukturen mit Koordinatenmessgeräten“.

Aufgabenstellung

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren und eine Anordnung der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass beliebige Strukturen mit einer hohen Messgenauigkeit bestimmt werden können, wobei eine präzise Lagebestimmung des mit dem Objekt in Berührung zu bringenden Antastformelements erfolgen soll.

[0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe im Wesentlichen dadurch gelöst, dass 2-dimensionale Position des Tastelements und/oder der Zielmarke mittels positionsmäßig einander zugeordneter optischer 2D-Sensoren bestimmt wird und dass aus den 2-dimensionalen Positionswerten die räumliche (3-dimensionale) Position des Antastformelementes berechnet wird.

[0010] Insbesondere ist vorgesehen, dass die Position des Tastelements anhand einer zugeordneten Zielmarke mit zwei orthogonal oder annähernd orthogonal zum Taststift angeordneten optischen 2D-Sensoren bestimmt wird, wobei aus den 2-dimensionalen Positionswerten der beiden Sensoren ein für das Tastelement gültiger 3-dimensionaler Positionswert berechnet wird. Das Wesentliche gegenüber dem Stand der Technik besteht darin, dass für die 3-dimensionale Bestimmung der Tastelement- bzw. Fasertasterposition kein fotogrammetrisches Verfahren (immer auf der Basis Triangulationen) angewendet wird, sondern aus der reinen 2-dimensionalen Bestimmung der Position einer dem Tastelement bzw. Antastformelement zugeordneten Zielmarke auf die 3-dimensionale Lage des Tastelementes bzw. Antastformelementes geschlossen wird.

[0011] Es werden mit zwei zweidimensionalen Sensoren jeweils zwei Koordinaten gemessen, um sodann aus den insgesamt vier Koordinaten die Raumkoordinate (X-, Y-, Z-Koordinaten) des Tastelementes zu bestimmen. Hierzu erfolgt zuvor ein Einmessen derart, dass für jede der vier Koordinaten der zweidimensionalen Sensoren die Veränderung der Koordinate bei Auslenkung des Tastelementes in X-, Y- und Z-Richtung bestimmt wird. Hieraus kann eine Matrix erstellt werden, die die Bestimmung der Auslenkung

des Tastelementes aus der Veränderung der Koordinaten der zweidimensionalen Sensoren ermöglicht. Aus der Auslenkung des Tastelementes und den Koordinaten der Verfahrsachsen des Koordinatenmessgerätes ergibt sich die Raumkoordinate des Tastelementes.

[0012] Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass das Antastformelement und bei diesem zugeordneter Zielmarke diese an der entlang einer Geraden verlaufenden Tasterverlängerung angeordnet werden und dass das Antastformelement bzw. die Zielmarke mittels der optischen 2D-Sensoren in Ebenen mit einer Schnittgeraden 2-dimensional bestimmt werden, die mit der Geraden oder nahezu mit der Geraden zusammenfällt.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Zielmarke ein Eigenleuchtverhalten auf. Es ist vorgesehen, dass die Zielmarke durch eine dem 2-dimensionalen Sensor gegenüberliegende Beleuchtungseinrichtung im Durchlicht sichtbar gemacht wird.

[0014] Als Zielmarke kann eine Engstelle des Tasterschaftes – auch Tasterverlängerung genannt – eingesetzt werden. Alternativ kann als Zielmarke eine kugelförmige oder ellipsoidförmige Struktur in den Tasterschaft integriert werden. Ferner kann als Zielmarke eine zylinder- oder kugelförmige Struktur auf den Tasterschaft aufgebracht oder es kann eine Verdickung am Tasterschaft als Zielmarke verwendet werden.

[0015] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die zwei optischen Sensoren durch geeignete optische Ablenkmittel wie Spiegel oder Bildleiter mit einer optoelektronischen Kamera, wie CCD-Kamera oder CMOS-Kamera verbunden sind und über diese gemeinsam ausgewertet werden.

[0016] Die beiden 2-dimensionalen optischen Sensoren können durch optische Ablenkmittel wie Spiegel in Verbindung mit einem einheitlichen Abbildungsobjektiv für beide Sensoren und einer einheitlichen Matrix-Kamera, wie CCD-Kamera, ausgestattet sein.

[0017] Auch besteht die Möglichkeit, die zwei optischen Sensoren durch zwei oder mehr Endoskope zu realisieren.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass mindestens zwei Endoskope als Abbildungsstrahlengänge für die Realisierung der Sensoren und zwei weitere Endoskope als Beleuchtungsstrahlengänge für die Darstellung der Durchlichtbeleuchtung eingesetzt werden. Die zur Abbildung eingesetzten Endoskope können in einem

Halbleiterchip zur Bildauswertung münden. Auch besteht die Möglichkeit, dass alle optischen Bauelemente für die Realisierung der zwei genannten Sensoren in einer Einheit integriert werden.

[0019] Eine besonders bevorzugte Verfahrensweise zeichnet sich dadurch aus, dass das Gesamtverhalten des 3-dimensionalen Sensors durch Aufnahme der Kennlinien der jeweiligen 1-dimensionalen Komponenten der 2-dimensionalen Sensoren erfasst und durch Hinterlegung entsprechender Korrekturwerte rechnerisch korrigiert wird.

[0020] Alternativ besteht die Möglichkeit, dass das Gesamtverhalten des 3-dimensionalen Sensors durch Aufnahme der 2-dimensionalen Kennlinien der Einzelsensoren z. B. durch Messung an geeigneten Normalen erfasst und durch Hinterlegung entsprechender Korrekturwerte und deren Berücksichtigung beim Messen rechnerisch korrigiert wird.

[0021] Der physikalische Ort von Zielmarke und Antastformelement kann zusammenfallen.

[0022] Des Weiteren ist entsprechend einer Weiterbildung vorgesehen, dass der optische Strahlengang mechanisch so ausgelegt wird, dass es möglich ist, die Zielmarke mit dem Antastformelement auszuwechseln, ohne den Justagezustand des optischen Strahlengangs zu verändern.

[0023] Vorteilhafterweise ist die Gesamtsensorik an einer Drehschwenkeinheit eines Koordinatenmessgerätes angebracht, wobei das oben beschriebene Antastelement innerhalb des Koordinatenmessgerätes gemeinsam mit anderen Sensoren zum Einsatz gebracht werden kann. Die Erfassung der Auslenkungskomponenten kann durch Abstandssensoren, insbesondere Laserabstandssensoren erfolgen. Für die Bestimmung der 3-dimensionalen Auslenkung werden vorzugsweise mehrere getrennte Zielmarken verwendet. Dabei kann die Zielmarke durch die Auswertung der Änderungen des Schaft-Durchmessers des Antastelementes ersetzt werden.

[0024] Eine weitere bevorzugte Verfahrensweise zeichnet sich dadurch aus, dass die Biegelinie des Tasterschaftes im beobachteten Bereich ausgewertet wird und hieraus auf die Lage des Antastformelementes geschlossen wird.

[0025] Auch können zwei oder mehr Marken gleichzeitig ausgewertet werden und hieraus auf die Lage des Antastformelementes geschlossen werden. Anstatt der einen Kamera für jeden Sensor kann eine dem Sensor zugeordnete separate Kamera zum Einsatz kommen.

[0026] Die Position des Antastformelementes und/oder der zumindest einen Zielmarke können mit-

tels reflektierender und/oder dieses bzw. diese abschattender und/oder von dem Antastformelement bzw. der Zielmarke abstrahlender Strahlung bestimmt werden.

[0027] Eine Anordnung der eingangs genannten Art zur Messung von Strukturen eines Objektes zeichnet sich dadurch aus, mittels zweier optischer 2D-Sensoren 2-dimensionale Positionswerte des Antastformelements und/oder der Zielmarke bestimmbar sind und dass aus den 2-dimensionalen Positionswerten 3-dimensionaler Positionswert des Antastformelementes berechenbar ist.

[0028] Insbesondere ist vorgesehen, dass orthogonal oder annähernd orthogonal zum Taststift zwei optische 2-dimensionale Sensoren zur Bestimmung der Position des Tastelementes angeordnet sind, wobei aus den 2-dimensionalen Positionswerten der beiden Sensoren ein für das Tastelement gültiger 3-dimensionaler Positionswert berechenbar ist.

[0029] Dabei sollte das Antastformelement bzw. die Zielmarke von der entlang einer Geraden verlaufenden Tasterverlängerung ausgehen und 2-dimensionale Position des Antastformelements bzw. der zumindest einer diesem zugeordneten Zielmarke mittels der optischen 2-D-Sensoren in Ebenen mit einer Schnittgeraden bestimmbar sein, die mit der Geraden oder nahezu mit der Geraden zusammenfällt.

[0030] Es ist vorgesehen, dass die Zielmarke Eigenleuchtverhalten aufweist. Um die Zielmarke durch Licht sichtbar zu machen ist vorgesehen, dass dem 2-dimensionalen Sensor gegenüberliegend eine Beleuchtungseinrichtung angeordnet ist.

[0031] Vorzugsweise ist die Zielmarke als Engstelle des Tasterschaftes und/oder als kugelförmige oder ellipsoidförmige Struktur in den Tasterschaft integriert und/oder als zylinder- oder kugelförmige Struktur auf den Tasterschaft aufgebracht und/oder als Verdickung am Tasterschaft ausgebildet.

[0032] Nach Weiterbildungen der Erfindungen ist vorgesehen, dass das Antastformelement und/oder die Zielmarke als Reflektor ausgebildet sind. Ferner kann die Tasterverlängerung zumindest abschnittsweise biegeelastisch und/oder als Lichtleiter ausgebildet sein oder einen solchen umfassen. Insbesondere weist die Tasterverlängerung eine L-förmige Geometrie auf, wobei freier Schenkelabschnitt das Antastformelement und insbesondere zumindest eine Zielmarke aufweist.

[0033] Antastformelement und Zielmarke können auswechselbar mit der Tasterverlängerung verbunden sein. Eine Verbindung kann auch mittels Kleben oder Schweißen erfolgen.

[0034] In Weiterbildung weist das Antastformelement und/oder die Zielmarke ein selbstleuchtendes elektronisches Element wie LED auf oder stellt ein solches dar.

[0035] Nach einem weiteren Vorschlag der Erfindung ist vorgesehen, dass das Antastformelement mit einer reflektierenden und/oder fluoreszierenden Schicht und/oder mit einer aus reflektierendem bzw. fluoreszierendem Material bestehenden Schicht derart versehen ist, dass von tastelementseitiger Fläche der Schicht reflektierte Strahlung im Inneren des Tastelementes eine optisch erfassbare Marke wie heller Leuchtfleck als die Zielmarke erzeugt. Auch besteht die Möglichkeit, einen hellen Leuchtfleck durch Beleuchtung von außen zu erzeugen.

[0036] Auch besteht die Möglichkeit, dass von der Tasterverlängerung des Tasters eine in dem optischen 2D-Sensor als Marke des Antastformelements erscheinende Markierung ausgeht, wobei die Position des Antastformelementes mittels der Marke bestimmbar ist. Dabei kann die Marke ein abgedunkelter Bereich im beleuchteten Antastformelement sein.

[0037] Zur gemeinsamen Auswertung der zwei optischen Sensoren ist vorgesehen, dass diese durch geeignete optische Ablenkmittel wie Spiegel oder Bildleiter mit einer optoelektronischen Kamera wie CCD-Kamera oder CMOS-Kamera verbunden sind.

[0038] Ferner sind die beiden 2-dimensionalen optischen Sensoren durch optische Ablenkmittel wie Spiegel in Verbindung mit einem einheitlichen Abbildungsobjektiv für die beiden Sensoren und einer einheitlichen Matrix-Kamera, wie CCD-Kamera ausgestattet.

[0039] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die zwei optischen Sensoren durch zwei oder mehr Endoskope realisiert, wobei mindestens zwei Endoskope als Abbildungsstrahlengänge für die Realisierung der Sensoren und zwei weitere Endoskope als Beleuchtungsstrahlengänge für die Darstellung der Durchlichtbeleuchtung vorgesehen sind. Letztere sind nur dann erforderlich, wenn die Zielmarken kein Eigenleuchten aufweisen.

[0040] Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen -für sich und/oder in Kombination-, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung von der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispielen.

Ausführungsbeispiel

[0041] Es zeigen:

[0042] [Fig. 1](#) eine Prinzipdarstellung eines Koordi-

natenmessgerätes,

[0043] **Fig. 2** eine erste Ausführungsform einer Anordnung zur Messung von Strukturen eines Objektes,

[0044] **Fig. 3** eine zweite Ausführungsform einer Anordnung zur Messung von Strukturen eines Objektes,

[0045] **Fig. 4** Ansichten einer Zielmarke im Bildfeld einer Kamera,

[0046] **Fig. 5a–5e** verschiedene Ausführungsformen einer Zielmarke und

[0047] **Fig. 6** eine Draufsicht auf eine Halterung des Tastelementes.

[0048] Der **Fig. 1** ist rein prinzipiell ein Koordinatenmessgerät **10** mit einem z. B. aus Granit bestehenden Grundrahmen **12** mit Messtisch **14** zu entnehmen, auf dem ein nicht dargestelltes Objekt anordbar ist, um dieses zu messen. Entlang dem Grundrahmen **12** ist ein Portal **16** in X-Richtung verstellbar. Hierzu sind Säulen oder Ständer **18**, **20** gleitend auf den Grundrahmen **12** abgestützt. Von den Säulen **18**, **20** geht eine Traverse **22** aus, entlang der – also in X-Richtung – ein Schlitten **24** verstellbar ist, der seinerseits eine Pinole oder Säule **26** aufnimmt, die in Z-Richtung verstellbar ist. Von der Pinole oder Säule **26** geht ein Messsensor aus, der im Ausführungsbeispiel aus einem L-förmig gebogenen Taster **28** und einem optischen Sensor **30** wie CCD-Kamera besteht. Der Taster **28** weist an seinem Ende ein Tastelement **32** auf. In diesem Bereich ist der Taster **28** biegeelastisch ausgebildet und weist demzufolge eine Konstruktion auf, wie diese der WO-A-98/57121 zu entnehmen ist. Dabei kann der Taster **28** abschnittsweise von einem starren Element umgeben sein, um Antastkräfte bzw. Schwingungsamplituden gezielt einstellen zu können. Der an dem Tastelement **32** angrenzende Abschnitt des Tasters **28** ist jedoch biegeelastisch. Als Tastermaterial selbst kommt insbesondere eine Multimode-Lichtleitfaser in Frage.

[0049] **Fig. 2** zeigt eine Ausführungsform einer Anordnung zur Messung von Strukturen eines Objekts. Dabei weist der Taster **28** zumindest eine biegeelastische Tasterverlängerung **34** bzw. Taststift bzw. Tastschaft auf, an der das Tastelement **32** angeordnet ist, das mit zu messenden Objekten in Berührung gebracht wird. Von der biegeelastischen Tasterverlängerung **34** geht eine Zielmarke **36** aus.

[0050] Die in **Fig. 2** dargestellte erste Ausführungsform beschreibt den technischen Aufbau der erfindungsgemäßen Lösung auf der Grundlage des Einsatzes von Endoskopen als optische 2D-Sensoren. Hierbei sind das Tastelement oder Antastformelement **32** die Zielmarke **36**, die für das gesamte Tast-

system in einer Halterung mit Beleuchtung **38** für das Erzeugen des Eigenleuchtens der Zielmarke befestigt sind. Die Abbildungsendoskope **40**, **42** können so das Bild der Zielmarke **36** auf die Kamera **44** im Eigenleuchtfall abbilden. Optional kann zusätzlich eine Durchlichtbeleuchtung **46** über zwei weitere Endoskope **48**, **50** angebracht werden.

[0051] Mittels der optischen Sensoren, die im Ausführungsbeispiel die Abbildungsendoskope **40**, **42** sind, werden 2-dimensionale Bilder von der Zielmarke **36** ermittelt, aus denen sodann die 3-dimensionale, also räumliche Position des Antastformelementes **36** bestimmt wird.

[0052] Das Antastformelement **32** und die Zielmarke **36** gehen von einem Abschnitt der Tasterverlängerung **34** aus, der entlang einer Geraden verläuft. Orthogonal zu diesem Abschnitt sind sodann die optischen 2D-Sensoren in Form der Abbildungsendoskope **40**, **42** angeordnet, um die 2-dimensionalen Positionswerte der Zielmarke **36** zu bestimmen. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, unmittelbar die Position des Antastformelementes **32** mittels der Sensoren zu bestimmen.

[0053] Folglich wird die Position der Zielmarke **36** bzw. des Antastformelementes **32** mittels der Abbildungsendoskope **40**, **42** in Ebenen mit einer Schnittgeraden 2-dimensional bestimmt, die mit dem Verlauf des Abschnitts der Tasterverlängerung **34** zusammenfällt, von der die Zielmarke **36** und das Antastformelement **32** ausgehen.

[0054] **Fig. 3** zeigt eine analoge Lösung der Erfindung gemäß einer zweiten Ausführungsform, bei der statt der Endoskope **40**, **42** eine Spiegelanordnung **56**, **58** zum Einsatz kommt. Die Position des Antastformelementes **32** wird über Bestimmung der Position der Zielmarke **36** durch Anvisieren mit Objektiv **52** und Kamera **54** über die Abbildungsspiegel **56**, **58** gewährleistet. Das Eigenleuchten der Zielmarke **36** kann über eine integrierte Beleuchtung **60** realisiert werden. Ein zusätzliches Durchlicht kann durch Anordnung zusätzlicher Spiegel **62**, **64** über das integrierte Hellfeldauflicht der Bildverarbeitungssensorik **66** erreicht werden.

[0055] **Fig. 4** zeigt ein Beispiel, wie sich das Bild der Zielmarke **36** aus zwei Ansichten im Bildfeld der Kamera darstellt. Es wird sichtbar, wie in einem Teilbild die Position der Zielmarke in X-/Z-Richtung und in dem anderen Teilbild in Y-/Z-Richtung sichtbar wird. Aus beiden Positionen lässt sich die Position der Zielmarke **36** im Raum und hieraus abgeleitet die des Antastformelementes **32** berechnen.

[0056] Die **Fig. 5a)** bis **5e)** zeigen verschiedene Formen von Zielmarken. **Fig. 5a)** zeigt eine kugelförmige Zielmarke **36**, **Fig. 5b)** zeigt eine Zielmarke **68**

mit einer Einschnürung, **Fig. 5c** zeigt eine Zielmarke **70** mit einer Verdickung, **Fig. 4a)** zeigt eine zylinderförmige Zielmarke **72** und **Fig. 4b)** zeigt eine ellipsoidförmige Zielmarke **74**.

[0057] **Fig. 5** zeigt eine Anordnung, bei der sichergestellt wird, dass durch eine Öffnung **76** an der Seite einer Spiegelhalterung **80** das Fasertasterelement **28** selbst seitlich aus der Anordnung herausgenommen werden kann, ohne ein Zerstörungsrisiko auszulösen. Hierbei sind im Einzelnen die Trägerbaugruppe bzw. Spiegelhalterung mit den Bezugszeichen **80**, die Spiegel zur Erzeugung des bereits erläuterten Abbildungsstrahlengangs mit dem Bezugszeichen **82, 84, 86, 88** und der Fasertaster **28** mit Antastelement und Zielmarke in der Draufsicht dargestellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung von Strukturen eines Objektes mittels eines einem Koordinatenmessgerät zugeordneten von einer Tasterverlängerung eines Tasters ausgehenden Antastformelementes, das mit dem Objekt in Berührung gebracht und sodann räumliche Position des Antastformelementes oder einer diesem unmittelbar zugeordneten Zielmarke mit optischen Sensoren bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass 2-dimensionale Position des Tastelements und/oder der Zielmarke mittels positionsmäßig einander zugeordneter optischer 2D-Sensoren bestimmt wird und dass aus den 2-dimensionalen Positionswerten die räumliche (3-dimensionale) Position des Antastformelementes berechnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des Antastformelementes bzw. der diesem zugeordneten Zielmarke mit den orthogonal oder annähernd orthogonal zur Tasterverlängerung angeordneten optischen 2D-Sensoren bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Antastformelement und diesem zugeordneter Zielmarke an der entlang einer Geraden verlaufenden Tasterverlängerung angeordnet werden und dass das Antastformelement bzw. die Zielmarke mittels der optischen 2D-Sensoren in Ebenen mit einer Schnittgeraden 2-dimensional bestimmt werden, die mit der Geraden oder nahezu mit der Geraden zusammenfällt.
4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zielmarke Eigenleuchtverhalten aufweist.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zielmarke durch eine dem 2-dimensionalen Sensor gegenüberliegende Beleuchtungseinrichtung im Durchlicht sichtbar gemacht wird.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Zielmarke eine Engstelle der Tasterverlängerung (Tasterschaft) eingesetzt wird.
7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Zielmarke eine kugelförmige oder ellipsoidförmige Struktur in den Tasterverlängerung integriert wird.
8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Zielmarke eine zylinder- oder kugelförmige Struktur auf den Tasterschaft aufgebracht wird.
9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verdickung am Tasterschaft als Zielmarke verwendet wird.
10. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die 2 optischen Sensoren durch geeignete optische Ablenkmittel, wie Spiegel oder Bildleiter, mit einer opto-elektronischen Kamera, wie CCD-Kamera oder CMOS-Kamera, verbunden sind und über diese gemeinsam ausgewertet werden.
11. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden 2-dimensionalen optischen Sensoren durch optische Ablenkmittel, wie Spiegel, in Verbindung mit einem einheitlichen Abbildungsobjektiv für beide Sensoren und einer einheitlichen Matrix-Kamera, wie CCD-Kamera, ausgestattet werden.
12. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei optischen Sensoren durch zwei oder mehr Endoskope realisiert werden.
13. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Endoskope als Abbildungsstrahlengänge für die Realisierung der Sensoren und zwei weitere Endoskope als Beleuchtungsstrahlengänge für die Darstellung der Durchlichtbeleuchtung eingesetzt werden.
14. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Abbildung eingesetzten Endoskope in einem Halbleiterchip zur Bildauswertung münden.
15. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass alle optischen Bauelemente für die Realisierung der zwei optischen Sensoren in einer Einheit integriert werden.

16. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gesamtverhalten so gebildeten 3-dimensionalen Sensors durch Aufnahme der Kennlinien der jeweiligen 1-dimensionalen Komponenten der 2-dimensionalen Sensoren erfasst und durch Hinterlegung entsprechender Korrekturwerte rechnerisch korrigiert wird.

17. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gesamtverhalten so gebildeten 3-dimensionalen Sensors durch Aufnahme der 2-dimensionalen Kennlinien der Einzelsensoren durch Messung an geeigneten Normalen erfasst und durch Hinterlegung entsprechender Korrekturwerte und deren Berücksichtigung beim Messen rechnerisch korrigiert wird.

18. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der physikalische Ort von Zielmarke und Antastformelement zusammenfällt.

19. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der optische Strahlengang mechanisch so ausgelegt wird, dass die Zielmarke mit dem Antastformelement ohne Veränderung vom Justagezustand des optischen Strahlengangs auswechselbar ist.

20. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Gesamtsensorik an einer Drehschwenkeinheit eines Koordinatenmessgerätes angebracht ist.

21. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Antastformelement innerhalb des Koordinatenmessgerätes gemeinsam mit anderen Sensoren zum Einsatz gebracht wird.

22. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassung von Auslenkungskomponenten durch Abstandssensoren, insbesondere Laserabstandssensoren, erfolgt.

23. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für die Bestimmung 3-dimensionaler Auslenkung des Tasters bzw. der Tasterverlängerung mehrere getrennte Zielmarken verwendet werden.

24. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zielmarke durch die Auswertung der Änderungen vom Durchmesser des Tasterschafts bzw. der Tasterverlängerung des Tasters ersetzt wird.

25. Verfahren nach zumindest einem der vorher-

gehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Biegelinie des Tasterschaftes im beobachteten Bereich ausgewertet wird und hieraus auf die Lage des Antastformelementes geschlossen wird.

26. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei oder mehrere Zielmarken gleichzeitig ausgewertet werden und hieraus auf die Lage des Antastformelementes geschlossen wird.

27. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Sensor eine separate Kamera zugeordnet wird.

28. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des Antastformelementes und/oder der zumindest einen Zielmarke mittels reflektierender und/oder dieses bzw. diese abschattender und/oder von dem Antastformelement bzw. der Zielmarke abstrahlender Strahlung bestimmt wird.

29. Anordnung zur Messung von Strukturen eines Objekts mittels eines einem Koordinatenmessgerät (10) zugeordneten von einer Tasterverlängerung (34) bzw. einem Tasterschaft eines Tasters ausgehenden Antastformelementes (32), dem ggfs. unmittelbar eine von dem Taster bzw. der Tasterverlängerung ausgehende Zielmarke (36, 68, 70, 72, 74, 76) zugeordnet ist, wobei das Antastformelement mit dem Objekt in Berührung bringbar und sodann seine Position mit zumindest einem optischen Sensor (40, 42, 56, 58) bestimmbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass mittels zweier optischer 2D-Sensoren (40, 42, 56, 58) 2-dimensionale Positionswerte des Antastformelementes (32) und/oder der Zielmarke (36, 68, 70, 72, 74, 76) bestimmbar sind und dass aus den 2-dimensionalen Positionswerten 3-dimensionaler Positionswert des Antastformelementes (32) berechenbar ist.

30. Anordnung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass das Antastformelement (32) bzw. die Zielmarke (36, 68, 70, 72, 74, 76) von der entlang einer Geraden verlaufenden Tasterverlängerung (34) ausgehen und dass 2-dimensionale Position des Antastformelementes bzw. der zumindest einen diesem zugeordneten Zielmarke (36, 68, 70, 72, 74, 76) mittels der optischen 2-D-Sensoren (40, 42, 56, 58) in Ebenen mit einer Schnittgeraden bestimmbar sind, die mit der Geraden oder nahezu mit der Geraden zusammenfällt.

31. Anordnung nach Anspruch 29 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass orthogonal oder annähernd orthogonal zur Tasterverlängerung (34) bzw. Tasterschaft des Tasters die zwei optischen 2D-Sensoren (40, 42, 56, 58) zur Bestimmung der 2-dimensio-

nen Position des Antastformelementes (**32**) bzw. der zumindest einen diesem zugeordneten Zielmarke (**36, 68, 70, 72, 74, 76**) angeordnet sind.

32. Anordnung nach den Ansprüchen 29 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Zielmarke (**36, 68, 70, 72, 74**) eigenleuchtend ausgebildet ist.

33. Anordnung nach den Ansprüchen 29 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass dem 2-dimensionalen Sensor (**40, 42; 56, 58**) gegenüberliegend eine Beleuchtungseinrichtung (**48, 50; 60, 64**) angeordnet ist, mit der die Zielmarke (**36**) zur Durchlichtmessung anstrahlbar ist.

34. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass die Zielmarke (**68**) eine Engstelle des Tasterschaftes bzw. der Tasterverlängerung (**34**) ist.

35. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Zielmarke (**32, 74**) als eine kugelförmige oder ellipsoidförmige Struktur in dem Taster ausgebildet bzw. auf dem Tasterschaft (**34**) aufgebracht ist.

36. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Zielmarke (**70**) als Verdickung am Tasterschaft (**34**) ausgebildet ist.

37. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass das Antastformelement und/oder die Zielmarke als Reflektor ausgebildet sind.

38. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Tasterverlängerung zumindest abschnittsweise biegeelastisch und/oder als Lichtleiter ausgebildet ist oder einen solchen umfasst.

39. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass die Tasterverlängerung L-förmig gebogen ist.

40. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Tasterverlängerung endseitig als das Antastformelement ausgebildet ist.

41. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 40, dadurch gekennzeichnet, dass das Antastformelement und/oder die Zielmarke auswechselbar mit der Tasterverlängerung verbunden sind.

42. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass das Antastformelement und/oder die Zielmarke mit

der Tasterverlängerung durch Kleben oder Schweißen verbunden sind.

43. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 42, dadurch gekennzeichnet, dass das Antastformelement und/oder die Zielmarke ein selbstleuchtendes elektronisches Element wie LED aufweist oder ein solches ist.

44. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 43, dadurch gekennzeichnet, dass das Antastformelement mit einer reflektierenden und/oder fluoreszierenden Schicht versehen ist und/oder mit einer aus reflektierendem bzw. fluoreszierendem Material bestehenden Schicht derart versehen ist, dass von tastelementseitiger Fläche der Schicht reflektierte Strahlung im Inneren des Tastelements eine optisch erfassbare Marke wie heller Leuchtfleck als die Zielmarke erzeugt.

45. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 44, dadurch gekennzeichnet, dass von der Tasterverlängerung des Tasters eine in dem optischen 2D-Sensor als Marke des Antastformelements erscheinende Markierung ausgeht, wobei die Position des Antastformelementes mittels der Marke bestimmbar ist.

46. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 45, dadurch gekennzeichnet, dass die Marke ein abgedunkelter Bereich im beleuchteten Antastformelement ist.

47. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 46, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei optischen Sensoren (**40, 42**) durch geeignete optische Ablenkmittel, wie Spiegel oder Bildleiter, mit einer opto-elektronischen Kamera (**44, 54**), wie CCD-Kamera oder CMOS-Kamera, verbunden sind.

48. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 47, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden 2-dimensionalen optischen Sensoren (**56, 58**) durch optische Ablenkmittel, wie Spiegel, in Verbindung mit einem einheitlichen Abbildungsobjektiv (**52**) für beide Sensoren und einer einheitlichen Matrix-Kamera (**54**), wie CCD-Kamera, ausgestattet sind.

49. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 48, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei optischen Sensoren (**40, 42**) durch zwei oder mehrere Endoskope realisiert sind.

50. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 49, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Endoskope (**40, 42**) als Abbildungsstrahlengänge für die Realisierung der Sensoren und zwei weitere Endoskope (**48, 50**) als Beleuchtungsstrahlengänge für die Darstellung in Durchlichtbeleuchtung eingesetzt sind.

51. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 50, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Abbildung eingesetzten Endoskope (**40, 42**) in einem Halbleiterchip (**44**) zur Bildauswertung münden.

52. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 51, dadurch gekennzeichnet, dass alle optischen Bauelemente für die Realisierung der Sensoren und zwei weitere Endoskope (**48, 50**) als Beleuchtungsstrahlengänge für die Darstellung der Durchlichtbeleuchtung eingesetzt sind.

53. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 52, dadurch gekennzeichnet, dass alle optischen Bauelemente für die Realisierung der genannten Sensoren in einer Einheit integriert sind.

54. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 53, dadurch gekennzeichnet, dass der physikalische Ort von Zielmarke (**36, 68, 70, 72, 74**) und Antastformelement (**32**) zusammenfällt.

55. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 54, dadurch gekennzeichnet, dass die Zielmarke (**36, 68, 70, 72, 74**) mit dem Antastformelement (**32**) ohne Veränderung vom Justagezustand des optischen Strahlengangs auswechselbar angeordnet ist.

56. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 55, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung eine Trägerbaugruppe (**80**) zur Befestigung von Ablenkmitteln zu Erzeugung eines optischen Strahlengangs aufweist, wobei die Trägerbaugruppe (**80**) eine Öffnung (**76**), vorzugsweise eine seitliche Öffnung aufweist, durch die der Taster bzw. das Antastformelement aus der Anordnung herausnehmbar ist.

57. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 56, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesamtsensorik an einer Drehschwenkeinheit des Koordinatenmessgerätes (**10**) angeordnet ist.

58. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 57, dadurch gekennzeichnet, dass das Antastformelement (**32**) innerhalb des Koordinatenmessgerätes (**10**) gemeinsam mit anderen Sensoren angeordnet ist.

59. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 58, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erfassung von Auslenkungskomponenten des Tasters (**58**) Abstandssensoren vorgesehen sind, die insbesondere als Laserabstandssensoren ausgebildet sind.

60. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 59, dadurch gekennzeichnet, dass der Taster (**28**) für die Bestimmung einer 3-dimensiona-

len Auslenkung mehrere getrennte Zielmarken aufweist.

61. Anordnung nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 60, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden Sensor eine diesem zugeordnete separate Kamera vorgesehen ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

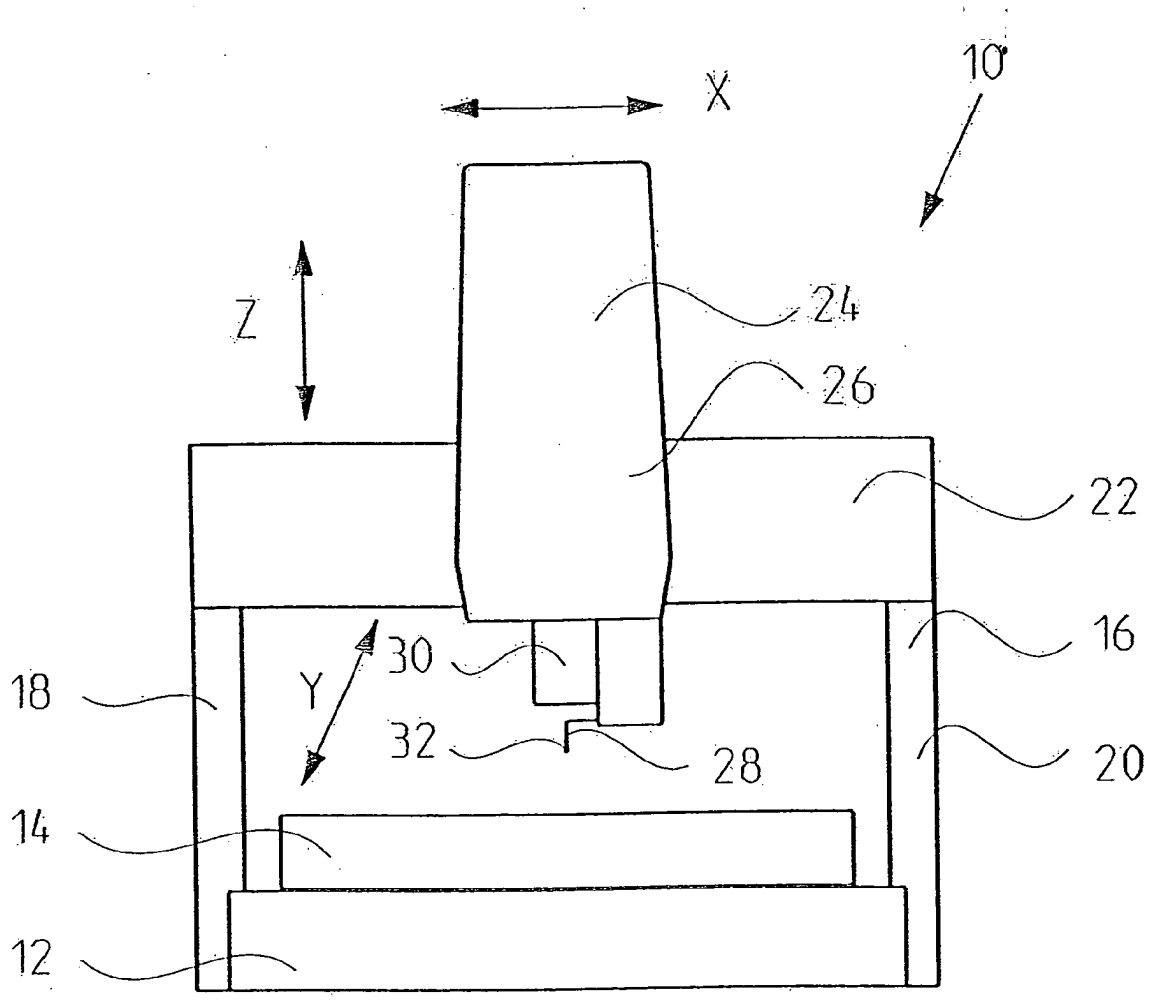


Fig.1

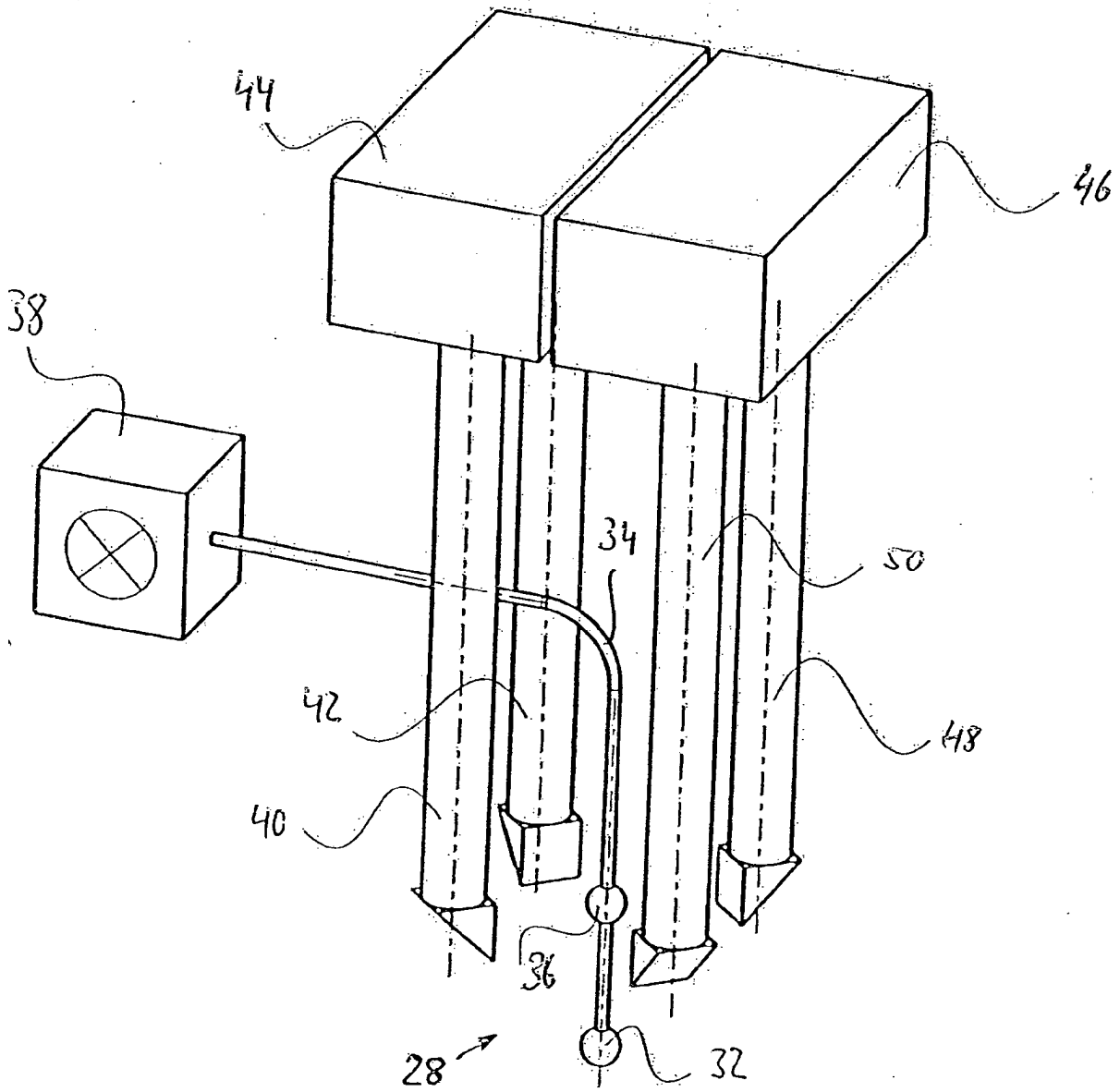


Fig. 2

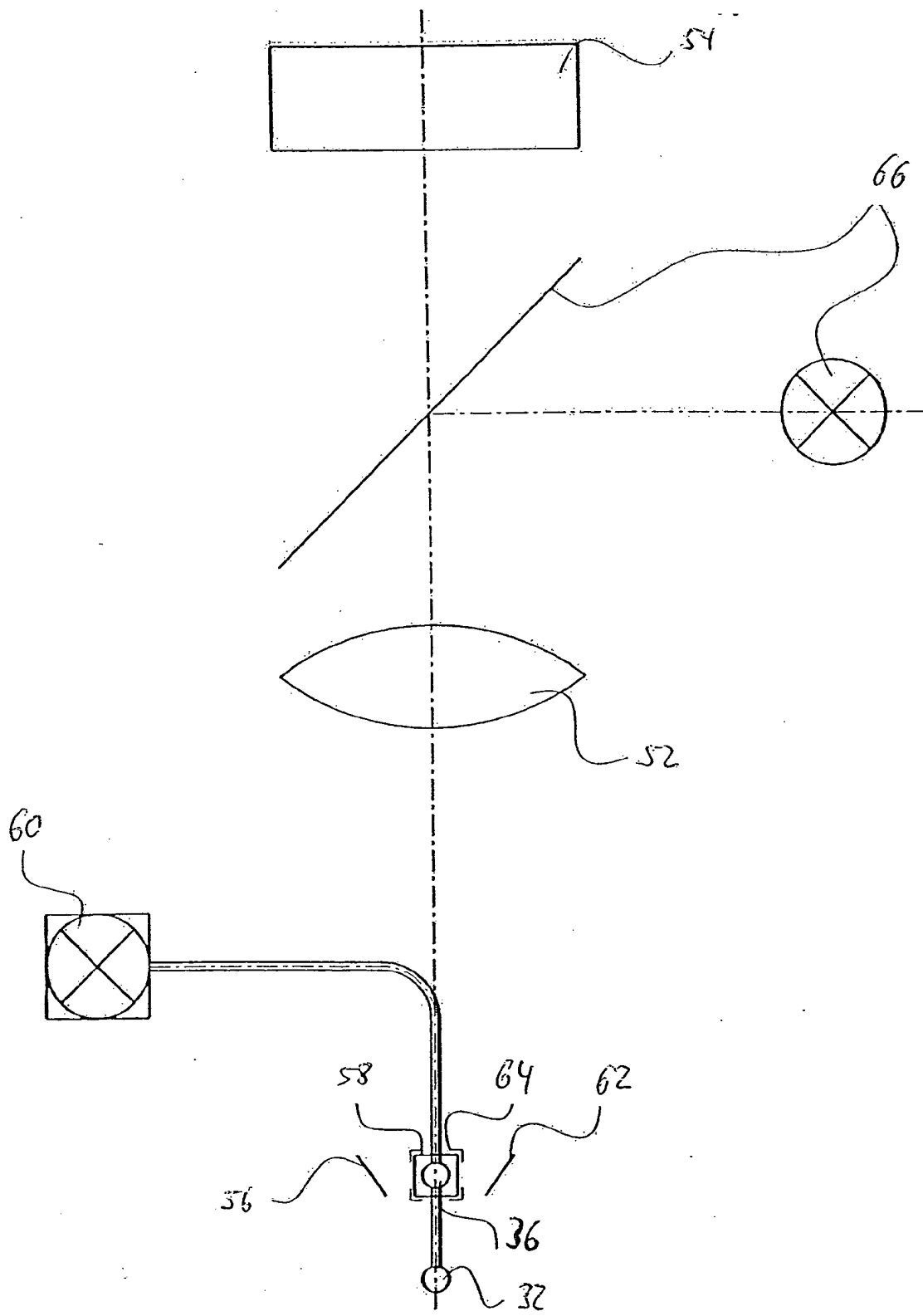


Fig. 3

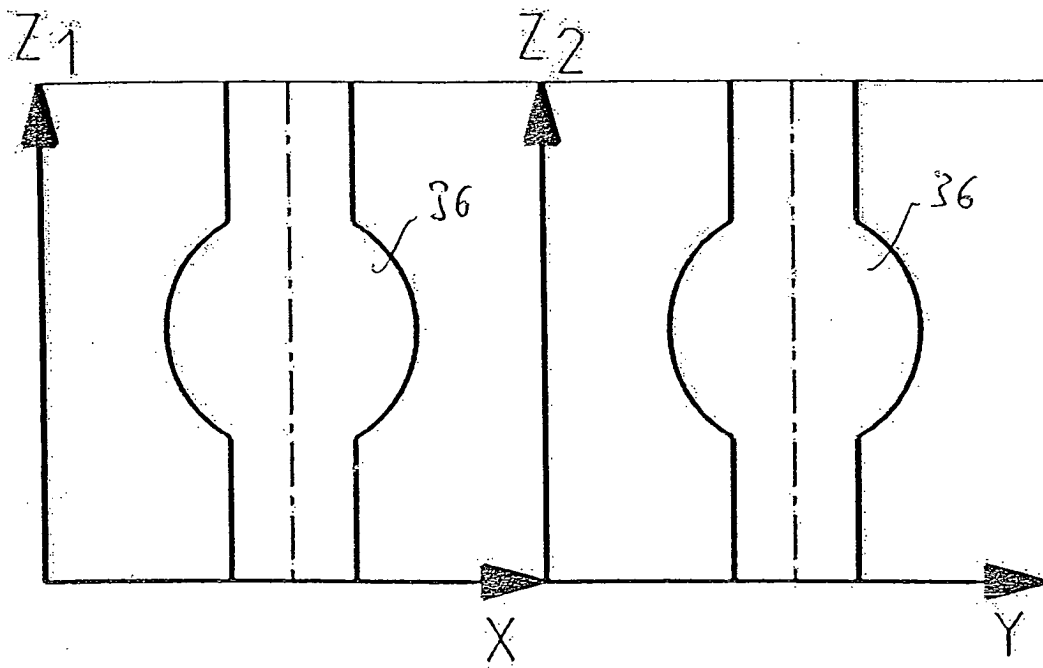


Fig. 4

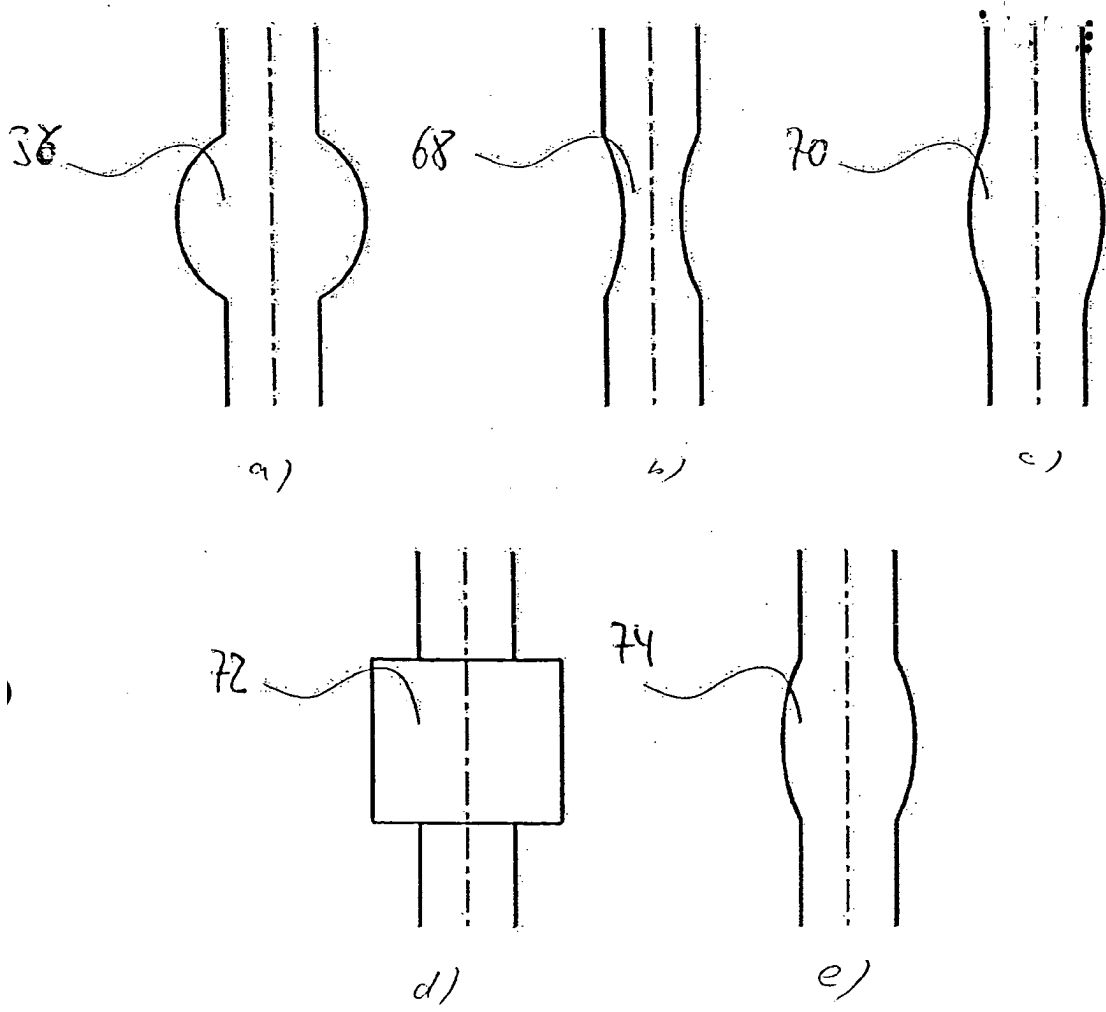


Fig. 5

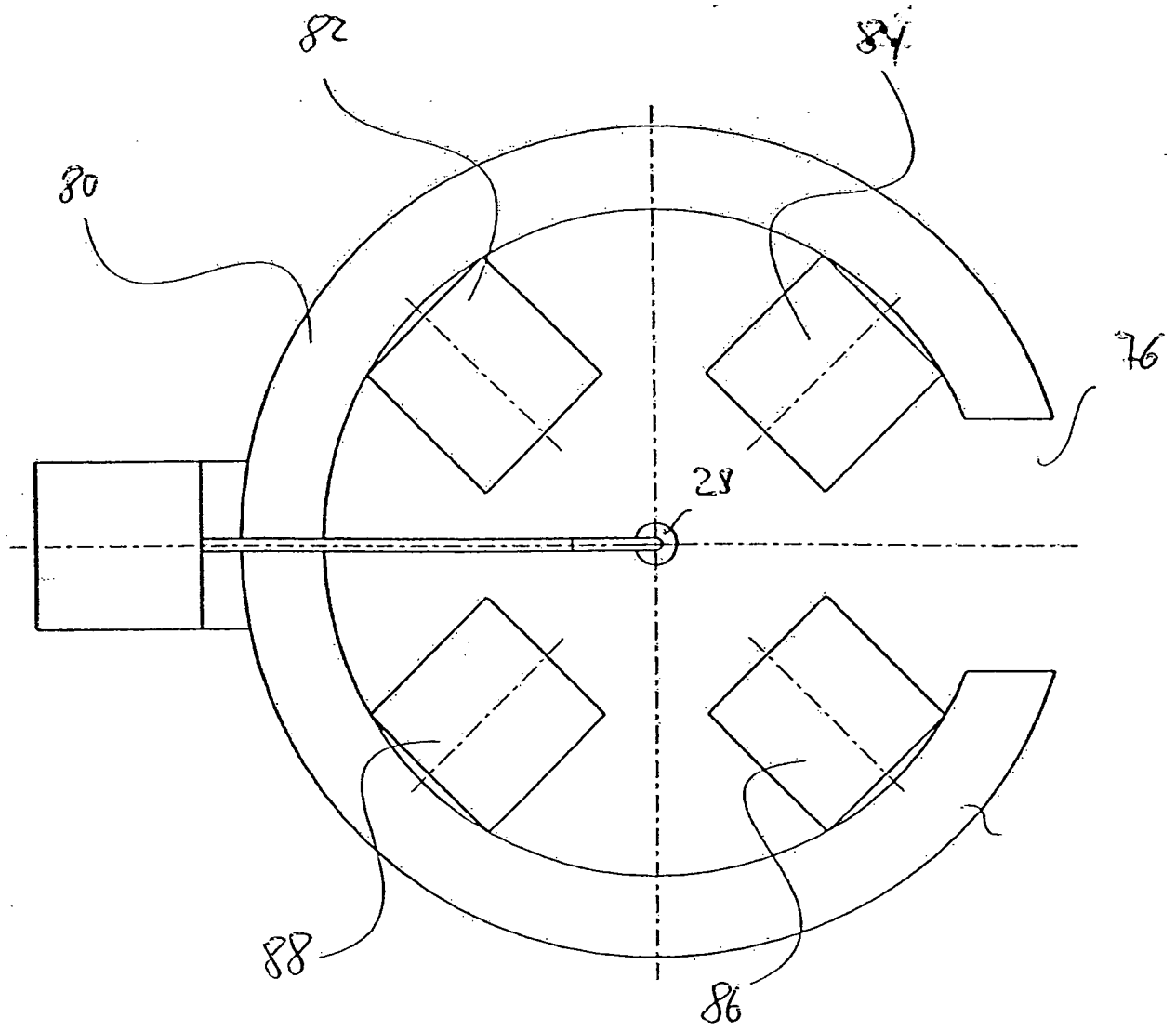


Fig. 6