

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1219/2011
(22) Anmeldetag: 25.08.2011
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2013

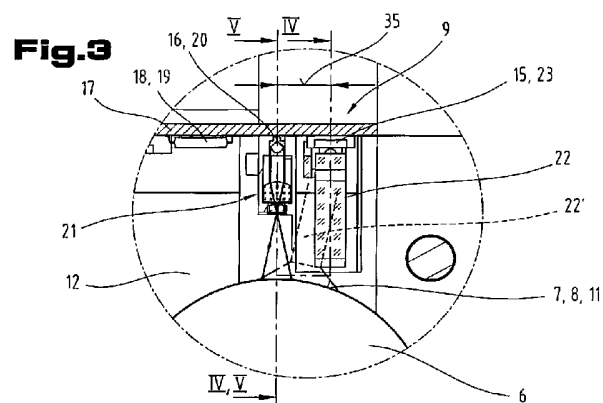
(51) Int. Cl. : **F15B 15/28** (2006.01)
G01D 5/347 (2006.01)

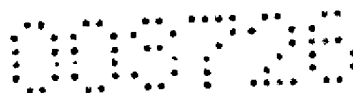
(56) Entgegenhaltungen:
DE 202008004940 U1
FR 2191723 A5 FR 2591736 A1
US 4902903 A

(73) Patentanmelder:
WEBER-HYDRAULIK GMBH
4460 LOSENSTEIN (AT)

(54) **POSITIONSMESSVORRICHTUNG FÜR FLUIDZYLINDER**

(57) Die Erfindung betrifft eine Positionsmessvorrichtung (2) für eine aus einem Fluidzylinder (1) herausführende Kolbenstange (6), umfassend eine an Außenumfang (7) der Kolbenstange (6) und entlang dieser angeordnete Maßverkörperung in Form eines optisch erfassbaren Codemusters (8) und eine in einem Gehäuse (12) ortsfest am Fluidzylinder (1) angeordnete Sensoranordnung (9) zur optischen Erfassung eines rechteckigen Messausschnittes (29) des Codemusters (8), mit einer einen Lichtstrom auf das Codemuster (8) abgebenden Beleuchtungsquelle (15), einem Bildsensor (16), einer Messoptik (21) zur Übertragung eines Abbildes des Messausschnittes (29) auf den Bildsensor (16) und einer Auswerteeinheit (18) zur Ermittlung der Absolutposition der Kolbenstange (6) unter Verwendung der vom Bildsensor (16) erfassten Bildinformationen. Dabei sind die Beleuchtungsquelle (15) und der Bildsensor (16) an einer gemeinsamen Leiterplatte (17) der Sensoranordnung (9) befestigt und zwischen Beleuchtungsquelle (15) und Messausschnitt (29) ist ein Lichtleitelement (22) zur Übertragung des Lichtstromes von der Beleuchtungsquelle (15) auf den Messausschnitt (29) angeordnet.

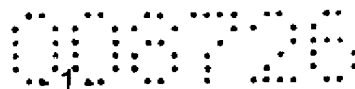




Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Positionsmessvorrichtung (2) für eine aus einem Fluidzylinder (1) herausführende Kolbenstange (6), umfassend eine an Außenumfang (7) der Kolbenstange (6) und entlang dieser angeordnete Maßverkörperung in Form eines optisch erfassbaren Codemusters (8) und eine in einem Gehäuse (12) ortsfest am Fluidzylinder (1) angeordnete Sensoranordnung (9) zur optischen Erfassung eines rechteckigen Messausschnittes (29) des Codemusters (8), mit einer einen Lichtstrom auf das Codemuster (8) abgebenden Beleuchtungsquelle (15), einem Bildsensor (16), einer Messoptik (21) zur Übertragung eines Abbildes des Messausschnittes (29) auf den Bildsensor (16) und einer Auswerteeinheit (18) zur Ermittlung der Absolutposition der Kolbenstange (6) unter Verwendung der vom Bildsensor (16) erfassten Bildinformationen. Dabei sind die Beleuchtungsquelle (15) und der Bildsensor (16) an einer gemeinsamen Leiterplatte (17) der Sensoranordnung (9) befestigt und zwischen Beleuchtungsquelle (15) und Messausschnitt (29) ist ein Lichtleitelement (22) zur Übertragung des Lichtstromes von der Beleuchtungsquelle (15) auf den Messausschnitt (29) angeordnet.

Fig. 3



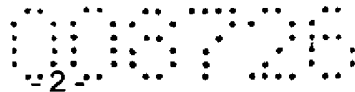
Die Erfindung betrifft eine Positionsmessvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

In vielen Anwendungsfällen von Fluidzylindern ist es von Vorteil, wenn die Position eines Kolbens oder der Kolbenstange eines Fluidzylinders bekannt ist, um vom Fluidzylinder angetriebene Bewegungsglieder exakt in gewünschte Positionen zu bewegen, oder deren genaue Position zu ermitteln.

Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl von Positionsmessvorrichtungen bekannt, die optisch erfassbare Markierungen auf der Kolbenstange mittels einer am Zylinder fixierten Sensoranordnung mit einer Lichtquelle und einem Lichtsensor erfassen können. Eine derartige Positionsmessvorrichtung zur Absolutmessung einer Kolbenstangenposition ist beispielsweise aus DE 100 14 194 A1. Eine weitere gattungsgemäße Positionsmessvorrichtung ist aus WO 2009/112895 A1 bekannt, deren Sensoranordnung auf einer in Computermäusen eingesetzten Technologie basiert. Nachteilig an einer derartigen Positionsmessvorrichtung ist, dass trotz der grundsätzlich hohen Messauflösung eines solchen Systems geringfügige Messungenauigkeiten im Laufe des Gebrauches zunehmen und gemäß der WO 2009/112895 A1 immer wieder Kalibrierpositionen angefahren werden müssen.

Nachteilig beim erstgenannten Ausführungsbeispiel ist, dass zur Feststellung der Absolutposition der Kolbenstange jeweils ein gesamter Barcode des Codemusters erfasst werden muss, wobei dies in diesem Fall jedoch sequenziell erfolgt. Bei einer Abfolge von vielen kurzen Bewegungen, die kürzer sind als die jeweiligen Barcodes, ergeben sich Messungenauigkeiten, die erst wieder aufgehoben sind,

N2009/06800



wenn eine Bewegung der Kolbenstange erfolgt, die größer ist als die Länge eines Barcodes und dadurch wieder eine exakte Absolutposition erfasst werden kann.

Allen bisher bekannten derartigen Positionsmessvorrichtungen ist gemeinsam, dass diese nur eine ungenügende Kombination aus Robustheit und Messzuverlässigkeit sowie universell einsetzbaren kompakten Abmessungen aufweisen, weshalb sich solche auf optischer Messung basierende Messsysteme in der Praxis und am Markt bisher nur in geringem Ausmaß durchsetzen konnten.

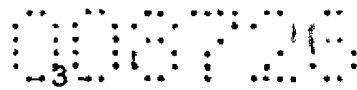
Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Positionsmessvorrichtung für eine Kolbenstange eines Fluidzylinders bereitzustellen, die trotz rauer Einsatzbedingungen eine hohe Zuverlässigkeit in mechanischer als auch messtechnischer Hinsicht aufweist und trotzdem wirtschaftlich herstellbar ist.

Die Aufgabe der Erfindung löst eine gattungsgemäße Positionsmessvorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1.

Dadurch, dass die Beleuchtungsquelle und der Bildsensor an einer gemeinsamen Leiterplatte der Sensoranordnung befestigt sind und zwischen Beleuchtungsquelle und Messausschnitt ein Lichtleitelement zur Übertragung des Lichtstromes von der Beleuchtungsquelle auf den Messausschnitt angeordnet ist, wird der Messausschnitt auch bei Verwendung einer einfachen, kompakten und kostengünstigen Beleuchtungsquelle ausreichend ausgeleuchtet und können zuverlässige Messungen auch mit einer einfachen Messoptik erfolgen. Das Lichtleitelement basiert auf Totalreflexion eines Großteils des von der Lichtquelle abgegebenen Lichtstromes an seinen Begrenzungswänden und es kann der Lichtstrom mit sehr geringen Verlusten auf dem Messausschnitt optimal verteilt werden. Das Lichtleitelement benutzt das Prinzip eines Lichtleiters, ähnlich wie es auch in der Signalübertragungstechnik Anwendung findet und ist das Lichtleitelement durch einen zusammenhängenden, insbesondere einstückigen lichtdurchlässigen Körper aus lichtdurchlässigem Material gebildet.

Dabei sind die Lichteintrittsfläche und die Lichtaustrittsfläche am Lichtleitelement lichtdurchlässig, während die seitlichen Begrenzungswände lichtundurchlässig

N2009/06800



sein können und beispielsweise auch eine innen verspiegelte Beschichtung aufweisen können, die die Reflexion des Lichtstroms an den Begrenzungswänden weiter verbessert.

Die Erfindung ist bei allen Arten von Fluidzylindern einsetzbar wie bei einfachwirkenden Zylindern, Tauchkolben- bzw. Plungerzylindern, bei denen die Kolbenstange durch den Kolben selbst gebildet ist, sowie doppeltwirkenden Zylindern mit einer Kolbenstange oder beidseitiger, bzw. durchgehender Kolbenstange. Die erfindungsgemäße Positionsmessvorrichtung kann aufgrund ihrer günstigen Herstellkosten und ihrer kompakten Abmessungen an einem einzelnen Fluidzylinder zweifach vorgesehen werden, wodurch ein redundantes Positionsmesssystem gegeben ist, wie es z.B. bei Lenkzylindern vorteilhaft bzw. auch vorgeschrieben ist. Bei einem Fluidzylinder mit beidseitiger Kolbenstange können die Positionsmessvorrichtungen an beiden Enden oder aber auch beide an einem Ende angeordnet sein.

Eine optimale Ausnutzung des von der Beleuchtungsquelle abgegebenen Lichtstromes wird bewirkt, wenn das Lichtleitelement unmittelbar an die Beleuchtungsquelle anschließt oder eine Lichteintrittsfläche ausweist, die in einer Distanz von weniger als 2 mm zur Beleuchtungsquelle positioniert ist. Das Lichtleitelement kann somit die Beleuchtungsquelle unmittelbar kontaktieren oder ist zumindest in deren unmittelbaren Nähe angeordnet, wodurch der Großteil des Lichtstromes in das Lichtleitelement eintritt und für die Beleuchtung des Messausschnittes zur Verfügung steht.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsvariante besteht darin, dass sich das Lichtleitelement über zumindest 50 %, vorzugsweise über zumindest 75 %, des kleinsten Abstandes zwischen Beleuchtungsquelle und Kolbenstangenoberfläche erstreckt. Dadurch ist ebenfalls sichergestellt, dass ein möglichst geringer Anteil des Lichtstroms zwischen Beleuchtungsquelle und Messausschnitt verloren geht. Im Idealfall erstreckt sich das Lichtleitelement von der Beleuchtungsquelle bis kurz vor die Kolbenstangenoberfläche, jedoch noch in einer solchen Entfernung endet, dass



der Messausschnitt von der Messoptik erfasst werden kann, ohne vom Lichtleitelement behindert zu werden.

Wenn als Beleuchtungsquelle ein LED-Element verwendet wird, weist die Sensoranordnung eine hohe Langlebigkeit und einen geringen Stromverbrauch auf. LED-Elemente sind in vielen Ausführungsformen verfügbar und können mit unterschiedlichen Lichtfrequenzen bezogen werden, wobei die Lichtfrequenz des LED-Elements bzw. der Beleuchtungsquelle allgemein an die optimale Empfindlichkeit des Bildsensors angepasst sein kann.

Bildsensor und/oder Beleuchtungsquelle können insbesondere als auf der Leiterplatte aufgebrachte SMD-Bauteile ausgeführt sein und dadurch zur Verkleinerung der Sensoranordnung beitragen.

Die Beleuchtungsquelle kann vorteilhafterweise eine etwa quadratische Abstrahlungsfläche aufweisen, die bei einer ausreichend hohen Leuchtdichte auch eine sehr kleine Bauteilgröße für die Beleuchtungsquelle ermöglicht. Die Form der Abstrahlungsfläche kann durch die Verwendung des Lichtleitelements auch wesentlich von der Form und Größe des Messausschnittes abweichen, da das Lichtleitelement zur Führung, Formung und Lenkung des Lichtstromes optimal einsetzbar ist.

Falls das Lichtleitelement eine mattierte Lichteintrittsfläche und/oder eine mattierte Lichtaustrittsfläche aufweist, wird der Lichtstrom relativ gleichmäßig verteilt, im Inneren des Lichtleitelements geführt und bzw. wirkt die Lichtaustrittsfläche selbst wie eine Abstrahlungsfläche einer Beleuchtungsquelle, die jedoch wesentlich näher am Messausschnitt liegt, als die eigentliche Beleuchtungsquelle. Durch die Mattierung der Lichteintrittsfläche bzw. Lichtaustrittsfläche wird der von der Beleuchtungsquelle abgestrahlte Lichtstrom in einen annähernd diffusen Lichtstrom umgewandelt, der im Inneren des Lichtleitelements zum Großteil ebenfalls durch Totalreflexion bis zur Lichtaustrittsfläche geführt wird und eine sehr gleichmäßige Ausleuchtung des Messausschnittes bewirkt.

N2009/06800



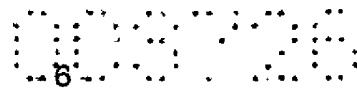
Eine kompakte Ausführungsform der Sensoranordnung ist insbesondere möglich, wenn die Kantenlänge der Abstrahlungsfläche weniger als 2 mm beträgt und die Abmessungen des Messausschnitts zumindest 10 mm mal 2 mm betragen. Durch das Lichtleitelement kann das von einer kleinen Abstrahlfläche ausgesendete intensive Licht auf einen verhältnismäßig großen Messausschnitt übertragen werden, wodurch auch mit dickeren Strichmarkierungen eine Codierung von vielen Kolbenstangenpositionen möglich ist, da der Messausschnitt einen ausreichend großen Teilabschnitt des Codemusters erfasst.

Dies wird auch dadurch erleichtert, wenn das Lichtleitelement einen rechteckigen Querschnitt aufweist, wobei eine längere Seite des rechteckigen Querschnitts parallel zur Kolbenstangenachse verläuft. Dadurch kann ein in Längsrichtung der Kolbenstangenachse verlaufender Messausschnitt bestmöglich gleichmäßig ausgeleuchtet werden.

Wenn das Lichtleitelement einen von der Lichteintrittsfläche zu seiner Lichtaustrittsfläche zunehmenden Querschnitt aufweist, kann auch bei Verwendung sehr kleiner Beleuchtungsquellen mit kleiner Abstrahlungsfläche ein für Messzwecke ausreichend großer Messausschnitt gleichmäßig beleuchtet werden.

Eine kompakte Ausführungsform der Sensoranordnung wird insbesondere dann möglich, wenn die Lichtaustrittsfläche des Lichtleitelements zumindest dem Dreifachen der Lichteintrittsfläche entspricht. Der Lichtstrom der Beleuchtungsquelle kann dadurch ausgehend von einer kleinen, annähernd punktförmigen Abstrahlungsfläche aufgespreizt bzw. aufgeweitet werden, wodurch eine für die optische Messung vorteilhafte Beleuchtung des Messausschnittes bewirkt wird.

Lichteintrittsfläche und/oder Lichtaustrittsfläche können durch die Verwendung des Lichtleitelements im Gegensatz zu reinen Linsensystemen einfach geformt, insbesondere im Wesentlichen ebene Oberflächen aufweisen, wodurch die Herstellung des Lichtleitelements besonders kostengünstig ist und trotzdem die Beleuchtung für zuverlässige Messungen der Kolbenstangenposition ausreichend stark und gleichmäßig ist.



Die Lichtaustrittsfläche kann zumindest abschnittsweise konkav und/oder abschnittsweise konvex geformt sein, wodurch gegenüber rein ebenen Oberflächen die Lichtführung durch das Lichtleitelement oder die Lichtstromverteilung auf dem Messabschnitt örtlich beeinflusst werden kann. Die konkaven Lichtaustrittsflächen bewirken dabei eine Streuung des austretenden Lichtstroms, während konvexe Teilabschnitte der Lichtaustrittsfläche eine konzentrierende Wirkung haben.

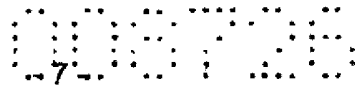
Eine weitere Möglichkeit, die Ausleuchtung des Messausschnittes vorteilhaft zu beeinflussen kann darin bestehen, dass das Lichtleitelement in seinem Zentrum des Strahlenganges eine lokale Störung in Form einer Querbohrung, einer Abdeckblende oder eines optisch brechenden Elements aufweist. Dadurch kann ein zu großer Beleuchtungsunterschied zwischen dem zentralen Bereich des Messausschnittes und seinen Randbereichen wesentlich verringert werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Positionsmessvorrichtung kann darin bestehen, dass das Lichtleitelement und/oder die Messoptik bezüglich einer zur Kolbenstangenachse parallelen Schwenkachse verschwenkbar im Gehäuse gelagert ist. Dadurch kann der Lichtstrom bzw. der Strahlengang der Messoptik an unterschiedliche geometrische Verhältnisse angepasst werden, die beispielsweise auftreten können, wenn die Sensoranordnung für Kolbenstangen verschiedener Durchmesser verwendet werden soll oder der Abstand zwischen Kolbenstange und Leiterplatte der Sensoranordnung aus baulichen Gründen variiert.

Um die gegenseitige Positionierung von Lichtleitelement und Messoptik zu erleichtern bzw. sicherzustellen, ist es möglich, dass das Lichtleitelement verschwenkbar an der Messoptik gelagert ist oder die Messoptik verschwenkbar am Lichtleitelement gelagert ist, wodurch die beiden Bauteile gewissermaßen in einer Richtung aneinander gekoppelt sind und in einer dazu rechtwinkligen Richtung zueinander verstellbar sind.

Eine Ausführungsform mit einfach herstellbarem Codemuster an der Kolbenstange ist gegeben, wenn am Codemuster die Breite der Strichmarkierungen und der unmarkierten Codeabschnitte jeweils etwa einem Millimeter oder einem ganzzahligen Vielfachen eines Millimeters beträgt. Die Anforderungen an die Genauigkeit

N2009/06800



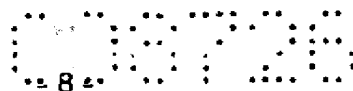
bei der Herstellung des Codemusters sind in diesem Fall relativ gering, wodurch auch die damit zusammenhängenden Herstellkosten relativ niedrig sind. Eine Breite der Strichmarkierungen von einem Millimeter oder einem Mehrfachen davon kann mit einfachen Ausführungsformen eines Bildsensors in Kombination mit einfacher Messoptik zuverlässig abgetastet werden, wodurch die Messzuverlässigkeit sehr hoch ist und eine für viele Anwendungszwecke eines Fluidzylinders ausreichende Auflösung der Positionsmessung gegeben ist.

Ein für viele Anwendungsfälle vorteilhaft einsetzbares Messsystem ist gegeben, wenn das Codemuster durch einen binären Pseudo-Random-Code mit ineinander verschränkten, voneinander verschiedenen Codewörtern gebildet ist, wobei die Länge des Messausschnitts zumindest der Länge der Codewörter entspricht und die Codewörter eine Länge von zumindest 8 Bit, insbesondere 15 Bit aufweisen. Ein derartiger Code ist beispielsweise aus WO 86/00478 A1 bekannt, und es handelt es sich dabei um eine Möglichkeit, eine Vielzahl von optisch erfassbaren Absolutpositionen der Kolbenstange mit einfachen Strichmarkierungen eindeutig zu kennzeichnen. Mit einer Codewortlänge von 15bit enthalten in einem Codemuster, das einer 1000-stelligen Binärzahl entspricht und die bei einer Breite der Strichmarkierungen von 1mm einer Länge von einem Meter entspricht, können bei Verwendung einer Codewortlänge von 15 Bit mehr als 1000 unterschiedliche Codewörter enthalten sein, wodurch eine Messauflösung von 1mm gegeben ist.

Für die Praxis der Fluidzylinderanwendungen ist es von Vorteil, wenn der Messausschnitt auf der Kolbenstangenoberfläche eine Länge von zumindest 15 Bit des Codemusters abdeckt. Mit der Länge der verwendeten Codewörter steigt auch die Anzahl der möglichen verschiedenen Codewörter, wodurch auch sehr große Messlängen eindeutigen Absolutpositionen der Kolbenstange zugeordnet werden können.

Eine alternative Ausführungsform einer Positionsmessvorrichtung, die ebenfalls ein für die in der Praxis auftretenden Fälle vorteilhaftes Codesystem einsetzt, besteht darin, wenn das Codemuster durch einen binären Blockcode mit einer abwechselnden Folge von Informationsbits konstanter Anzahl und Breite sowie

N2009/06800



Schutzbits konstanter Anzahl und Breite gebildet ist und die Messung der Kolbenstangenposition ein Messverfahren benutzt, bei dem die Position bzw. Verschiebung der Schutzbits im Messausschnitt erfasst wird und die Informationsbits jeweils eindeutige Absolutreferenzen für die Kolbenstangenposition definieren.

Eine für Positionsmessungen ausreichende und kostengünstige Ausführungsform besteht darin, wenn der Bildsensor durch ein zur Kolbenstangenachse parallel angeordnetes Zeilenkamera-Element bzw. Linear-Sensor-Array gebildet ist. Der Bildsensor kann jedoch selbstverständlich auch durch ein zweidimensionales CCD-Element gebildet sein, wobei für die eindimensionale Kolbenstangenpositionsmessung auch ein eindimensionales Sensorelement ausreicht.

Die in der Praxis auftretenden Anforderungen an die Messgenauigkeit können leicht erfüllt werden, wenn das Zeilenkamera-Element zwischen 32 und 2048 Sensorpunkte, insbesondere 128 Sensorpunkte bzw. Pixel aufweist. Derartige Bildsensoren sind in vielen Ausführungsformen und kostengünstig erhältlich. Gleichzeitig weist ein derartiger Bildsensor sehr kompakte Abmessungen auf, was die Kompaktheit der gesamten Messvorrichtung und die universelle Einsetzbarkeit ermöglicht.

Eine ausreichende Messgenauigkeit der Positionsmessvorrichtung für die in der Praxis auftretenden Einsatzfälle ist gegeben, wenn das Zeilenkamera-Element eine Auflösung zwischen 200 und 1200 dpi, insbesondere 400 dpi aufweist. Auch hier ist am Markt eine Vielzahl von Ausführungsformen kostengünstig erhältlich.

Eine kompakte Ausführungsform der Sensoranordnung ist möglich, indem der Abstand der Leiterplatte von der Kolbenstangenoberfläche aus einem Bereich zwischen 15 mm und 25 mm gewählt ist. In Verbindung mit dem Lichtleitelement und der Messoptik der erfindungsgemäßen Positionsmessvorrichtung kann eine solche bei vielen verschiedenen Baugrößen von Fluidzylindern vorgesehen werden, ohne dass an diesen umfangreiche bauliche Veränderungen erforderlich wären.

Für die Zuverlässigkeit des Messverfahrens kann es von Vorteil sein, wenn die Hauptachse der Messoptik exzentrisch oder windschief bezüglich der Kolbenstan-



genachse orientiert ist. Der Bildsensor ist dadurch relativ unabhängig von der Reflexionsfähigkeit der Kolbenstangenoberfläche und dadurch auch unempfindlich gegenüber im Betrieb eines derartigen Fluidzylinders auftretenden Veränderungen der Kolbenstangenoberfläche durch Verschleiß oder sonstige Umwelteinflüsse. Die Hauptachse der Messoptik kann alternativ oder zusätzlich auch eine Schrägstellung zur Hauptausbreitungsrichtung der Lichtstrahlen der Beleuchtungsquelle, die von der Kolbenstangenoberfläche reflektiert werden aufweisen, also gewissermaßen exzentrisch zum Beleuchtungsmaximum auf das Codemuster gerichtet sein. Auch dadurch können die Messung beeinträchtigende Reflexionen an der Kolbenstangenoberfläche unterbunden werden.

Eine sehr kompakte Baugröße der Sensoranordnung ist gegeben, wenn der Mittlenabstand von Beleuchtungsquelle und Bildsensor auf der Leiterplatte aus einem Bereich zwischen 5 mm und 12 mm gewählt ist. Durch die Verwendung eines Lichtleitelements, kann die Beleuchtungsquelle sehr nahe an den Lichtsensor angenähert werden, ohne dass der Messausschnitt durch die Messoptik abgeschattet wird.

Eine weitere Maßnahme zur Miniaturisierung der Sensoranordnung besteht darin, die Auswerteeinheit auf der Leiterplatte anzuordnen. Bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen des Bildsensors sowie des Codemusters kann die für die Auswertung erforderliche Rechenleistung auch mit sehr klein bauenden Auswerteeinheiten und Mikroprozessoren bewerkstelligt werden, wodurch eine erste Bilddatenauswertung bereits in der Sensoranordnung integriert sein kann.

Falls die Messergebnisse nicht unmittelbar an der Sensoranordnung ausgegeben werden, sondern die Positionsmessdaten von einer externen Auswerteeinheit weiter bearbeitet werden, beispielsweise einer Steuer- und Regelvorrichtung der den Fluidzylinder umfassenden Vorrichtung, ist es von Vorteil, wenn an der Leiterplatte eine Schnittstelle zur Stromversorgung und Datenübertragung angeordnet ist.

Die Kompaktheit der Sensoranordnung kann auch dadurch gesteigert werden, dass an der Leiterplatte eine zweite Leiterplatte parallel oder winkelig dazu angeschlossen ist, an der eine Auswerteeinheit und/oder eine Stromversorgungskom-

N2009/06800



ponente und/oder ein Datenschnittstelle angeordnet ist. Die Komponenten der Sensoranordnung werden durch diese Ausführungsform auf auf mehrere Leiterplatten aufgeteilt, wodurch die einzelnen Leiterplatten eine geringere Fläche erfordern und das Gehäuse der Sensoranordnung relativ schmal gehalten werden kann und es gegenüber dem Außendurchmesser des Fluidzylinders nicht vorragt.

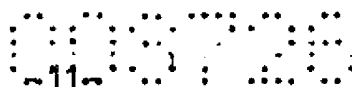
Eine baulich vorteilhafte Ausführungsform der Messvorrichtung besteht darin, dass das Gehäuse zweiteilig ausgeführt ist und die Leiterplatte an einem äußeren abnehmbaren Gehäuseabschnitt bzw. Gehäusedeckel befestigt ist. Die Sensoranordnung wird dadurch leicht zugänglich, da beim Abnehmen des äußeren Gehäuseabschnittes auch die Sensoranordnung vom Fluidzylinder getrennt wird und so ein Austausch der Sensoranordnung wesentlich erleichtert ist.

Weiters ist es möglich, dass die Leiterplatte in ihrer Position innerhalb des abnehmbaren Gehäuseabschnitts von außen, insbesondere mittels Stellschrauben, verstellbar befestigt ist. Einerseits kann dadurch durch Verstellen der Leiterplatte der Messausschnitt auf der Kolbenstange in Umfangsrichtung versetzt werden, beispielsweise wenn durch lokale Beschädigungen des Codemusters fehlerhafte Positionsmessungen auftreten. Weiters ist es möglich, den äußeren abnehmbaren Gehäuseabschnitt in gleichbleibender Größe bei unterschiedlichen Gehäusedimensionen, die bei verschiedenen Kolbenstangendurchmessern erforderlich sein können, baulich unverändert anbringen zu können. Durch die Verstellbarkeit der Leiterplatte innerhalb des abnehmbaren Gehäuseabschnittes kann in diesem Fall eine optimale Anpassung an den jeweiligen Kolbenstangendurchmesser erfolgen.

Eine Möglichkeit, die Herstellkosten einer derartigen Positionsmessvorrichtung zu senken, besteht weiters darin, dass Messoptik und/oder das Lichtleitelement im Wesentlichen optische Elemente aus PMMA (Plexiglas) oder Polycarbonat umfassen. Da die Anforderungen an die optische Güte auch durch derartige Bauteile erfüllt werden, können dadurch teure optische Bauelemente aus Glas vermieden werden.

Damit die Sensoranordnung bzw. das Gehäuse auch bei kleinen Baugrößen von Fluidzylindern nicht gegenüber dessen Außendurchmesser vorstehen, ist es von

N2009/06800



Vorteil, wenn die Leiterplatte eine rechteckige Grundform mit einer maximalen Kantenlänge von 40 mm aufweist. Dadurch kann das Gehäuse bzw. der abnehmbare Gehäuseabschnitt dementsprechend klein gehalten werden.

Um die Sensoranordnung dauerhaft vor schädlichen Einflüssen zu schützen und eine lange Lebensdauer bei hoher Messzuverlässigkeit zu gewährleisten, ist es von Vorteil, wenn am Gehäuse beidseits des Messausschnitts die Kolbenstange vollständig umfassende Dichtringe oder Abstreifelemente angeordnet sind.

Durch die kostengünstige Ausführung der erfindungsgemäßen Positionsmessvorrichtung und deren kompakten Abmessungen ist es weiters möglich, einen Fluidzylinder mit zumindest zwei derartigen Positionsmessvorrichtungen auszustatten, wodurch eine redundante Positionsmessung einfach möglich ist, die bei sicherheitsrelevanten Systemen vielfach vorgeschrieben ist. Den einzelnen Sensoranordnungen kann dabei jeweils ein eigenes Codemuster an der Kolbenstange zugeordnet sein, es ist jedoch auch möglich, dass beide Sensoranordnungen auf dasselbe Codemuster zugreifen, insbesondere mit zueinander versetzten Messausschnitten.

Bei Fluidzylindern mit beidseitiger Kolbenstange, wie z.B. bei Lenkzylindern können dabei die Positionsmessvorrichtungen an den beiden entgegengesetzten Enden angeordnet sein.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in stark schematisch vereinfachter Darstellung:

- Fig. 1 eine Ansicht eines Fluidzylinders mit einem möglichen Ausführungsbeispiel einer Positionsmessvorrichtung;
- Fig. 2 einen Ansicht einer in einem abnehmbaren Gehäuseabschnitt angeordneten Sensoranordnung;
- Fig. 3 einen Querschnitt durch eine mögliche Ausführungsform einer Positionsmessvorrichtung;

N2009/06800

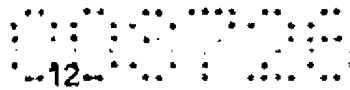


Fig. 4 einen Radialschnitt durch eine mögliche Ausführungsform einer Positionsmessvorrichtung im Bereich des Lichtleitelements;

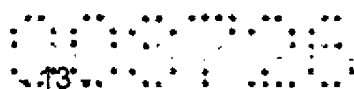
Fig. 5 einen Radialschnitt durch eine mögliche Ausführungsform einer Positionsmessvorrichtung im Bereich der Messoptik.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mit umfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mitumfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereich beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1 oder 5,5 bis 10.

Fig. 1 zeigt eine Ansicht eines Fluidzylinders 1 mit einer erfindungsgemäßen Positionsmessvorrichtung 2. Der Fluidzylinder 1 umfasst dabei im Wesentlichen ein Zylinderrohr 3, indem ein nicht dargestellter Kolben geführt ist der durch Zufuhr bzw. Abfuhr von Fluid im Zylinderrohr 3 verschoben wird. Das Zylinderrohr 3 ist an einem Ende mit einem Zylinderboden 4 verschlossen und am gegenüberliegenden Ende mit einem Zylinderkopf 5 verschlossen, durch den eine mit dem Kolben verbundene Kolbenstange 6 herausgeführt ist. Der Fluidzylinder 1 kann dabei als Hydraulikzylinder oder Pneumatikzylinder ausgeführt sein, wobei die Ausfüh-

N2009/06800



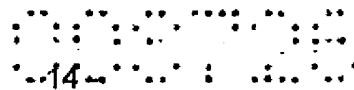
rungsart für die erfindungsgemäße Positionsmessvorrichtung 2 nicht maßgeblich ist. Weiters kann im Falle eines einfach wirkenden Plungerzylinders die Kolbenstange durch den Kolben selbst gebildet sein, und ist die Erfindung nicht auf Fluidzylinder 1 mit separater Kolbenstange 6 eingeschränkt, sondern auf Plungerzylinder anwendbar.

Für viele Anwendungen ist es von Vorteil, wenn die Position der Kolbenstange 6, mit der in Vorrichtung Bewegungsglieder bewegt oder positioniert werden, erfasst werden kann und dadurch ein derartiger Fluidzylinder 1 mittels Steuer- und Regeleinrichtungen vorprogrammierte Positionen exakt anfahren oder vorprogrammierte Bewegungsabläufe exakt einhalten kann.

Die Positionsmessvorrichtung 2 basiert darauf, dass am Außenumfang 7 der Kolbenstange 6 eine Maßverkörperung in Form eines optisch erfassbaren Codemusters 8 angeordnet ist, und am Fluidzylinder 1 im Bereich des Zylinderkopfes 5 ortsfest eine Sensoranordnung 9 angeordnet ist, mit der ein Teilausschnitt des Codemusters 8 optisch erfasst und ausgewertet wird. Durch die Verschiebung der Kolbenstange 6 entlang der Kolbenstangenachse 10 bei einer Bewegung des Kolbens wird das Codemuster 8 an der Sensoranordnung 9 vorbeibewegt und aus dem von dieser jeweils optisch erfassten Teilabschnitt des Codemusters 8 wird die Position der Kolbenstange 6 mittels einer Auswerteeinheit ermittelt.

Das Codemuster 8 ist beispielsweise durch eine binäre Abfolge aus quer zur Kolbenstangenachse 6 orientierten Strichmarkierungen 11 zusammengesetzt, die am Außenumfang 7 der Kolbenstange 6 angebracht sind. Das Codemuster 8 bzw. die Strichmarkierungen 11 können beispielsweise durch galvanische Verfahren oder metallurgische Verfahren aufgebracht werden. Eine mögliche Herstellungsmethode für das Codemuster besteht darin, dass auf einer verchromten Beschichtung der Kolbenstangenoberfläche 6 mittels konzentrierter Laserstrahlung punktuell Wärmeenergie eingebracht wird, wodurch die Randschicht Anlassfarben annimmt, die sich farblich von den thermisch nicht behandelten Abschnitten unterscheiden. Ein derartig aufgebrachtes Codemuster kann zusätzlich mit einer optisch durch-

N2009/06800



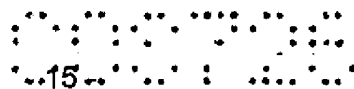
sichtigen Schutzbeschichtung, z.B. einer SiO₂-Beschichtung, versehen werden, wodurch das Codemuster 8 eine erhöhte Verschleißfestigkeit aufweist.

Der von der Sensoranordnung 9 optisch erfasste Teilabschnitt des Codemusters 8 entspricht einem Codewort, dem eine eindeutige Kolbenstangenposition zugeordnet ist. Die Sensoranordnung 9 erfasst einen bestimmten Messausschnitt des Codemusters 8, der sich in Richtung der Kolbenstangenachse 10 erstreckt und wird von einer Auswerteeinheit einem optisch erfassten Codewort eine eindeutige Kolbenstangenposition zugeordnet. Besitzt beispielsweise der Messabschnitt in Kolbenstangenrichtung 10 eine Länge, die dem Achtfachen der Strichbreite einer Strichmarkierung 11 entspricht, so ist die jeweilige Position der Kolbenstange 6 durch ein Codewort mit 8bit erfassbar.

Eine für praktische Anwendungen vorteilhafte Ausführungsform des Codemusters 8 besteht darin, dass die Breite der Strichmarkierungen 11 und der unmarkierten Codeabschnitte jeweils einem Millimeter oder einem ganzzahligen Vielfachen eines Millimeters entspricht. Die schmalste Strichmarkierung besitzt in diesem Fall eine Breite von 1mm und der schmalste unmarkierte Codeabschnitt besitzt eine Breite von 1mm. Codemuster 8 mit dieser Breite der Strichmarkierungen 11 sind wenig empfindlich auf punktuelle Beschädigungen des Codemusters 8, z.B. durch Verschleiß, da hier die Auflösung nicht so fein sein muss, dass auch punktuelle Beschädigungen Messfehler verursachen würden. Dabei ist auch eine gewisse Mindestbreite des erfassten Messausschnittes hilfreich, indem nicht nur eine schmale Linie auf dem Codemuster 8 optisch abgetastet wird, sondern ein Bereich mit einer Breite von zwei oder mehr Millimetern auf den Bildsensor abgebildet wird.

Eine mögliche Ausführungsform des Codemusters 8 und des Auswerteverfahrens kann vorteilhafterweise darin bestehen, dass das Codemuster 8 durch einen binären Pseudo-Random-Code mit ineinander verschränkten, voneinander verschiedenen Codewörtern gebildet ist, wobei die Länge des Messausschnitts zumindest der Länge der Codewörter entspricht und die Codewörter eine Länge von zumindest 8 Bit, insbesondere 15 Bit aufweisen.

N2009/06800



Eine alternative Ausführungsform des Codemusters 8 kann auch darin bestehen, dass das Codemuster 8 durch einen binären Blockcode mit einer abwechselnden Folge von Informationsbits konstanter Anzahl und Breite sowie Schutzbits konstanter Anzahl und Breite, z.B. ein markierter oder unmarkierter Abschnitt mit 4 mm Länge, gebildet ist und die Messung der Kolbenstangenposition ein Messverfahren benutzt, bei dem die Position bzw. Verschiebung der Schutzbits im Messausschnitt erfasst wird und die Informationsbits jeweils Absolutreferenzen für die Kolbenstangenposition definieren. Der optisch ausgewertete Messausschnitt ist dabei so groß gewählt, dass darin zumindest eine vollständige zusammenhängende Gruppe von Informationsbits enthalten ist.

Die Sensoranordnung 9 ist in einem Gehäuse 12 angeordnet, das ortsfest am Fluidzylinder 1 angeordnet ist und enthält in seinem Inneren ausreichenden Freiraum für die Sensoranordnung 9 sowie für die Lichtführung zur bzw. von der Kolbenstangenoberfläche 7. Das Gehäuse 12 kann dabei wie in Fig. 1 dargestellt außerhalb des Fluidzylinders 1 am Zylinderkopf 5 angeordnet sein oder aber auch im Zylinderkopf 5 integriert sein bzw. durch diesen gebildet sein und schützt die auf optischer Basis arbeitende Sensoranordnung 9 vor Störlicht sowie schädlichen Umwelteinflüssen wie mechanischen Belastungen oder Verschmutzungen. Zum Schutz vor Verschmutzungen ist insbesondere vorgesehen, dass der an der Kolbenstange 6 vorgesehene Messausschnitt beidseits durch die Kolbenstange 6 umfassende Dichtringe oder Abstreifelemente geschützt ist.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Gehäuse 12 zweiteilig ausgeführt und umfasst dieses einen abnehmbaren äußeren Gehäuseabschnitt 13 oder Gehäusedeckel, der vom restlichen Gehäuse 12 abnehmbar ist, wodurch die Sensoranordnung 9 leichter zugänglich ist. Weiters können am Gehäuse 12 Durchführungen für Kabel zwecks Datenaustausch bzw. Stromversorgung vorgesehen sein. Dies kann insbesondere auch durch eine Anschlussbuchse 14 bewerkstelligt werden.

Anhand der Figuren 2 bis 5 wird in Folge die Positionsmessvorrichtung 2 mit der Sensoranordnung 9 und deren Funktionsweise näher beschrieben.

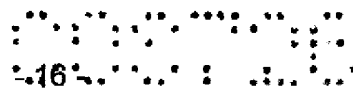


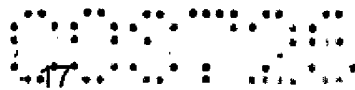
Fig. 2 zeigt eine Ansicht des vom restlichen Gehäuse 12 abgenommenen Gehäuseabschnitts 13, wobei in der dargestellten Ausführungsform in diesem die Sensoranordnung 9 befestigt ist, wodurch diese besonders leicht zugänglich ist. Die Befestigung der Sensoranordnung 9 in einem abnehmbaren Gehäuseabschnitt 13 ermöglicht es, diese baulich unverändert auf Gehäuseunterteilen verschiedener Größen zu montieren, wodurch nur diese an den jeweiligen Fluidzylinder 1 angepasst werden müssen.

Die Sensoranordnung 9 umfasst dabei als Hauptkomponenten im Wesentlichen eine Beleuchtungsquelle 15 zur Beleuchtung des zu erfassenden Messausschnittes am Codemuster 8, sowie einen Bildsensor 16 zur optischen Erfassung des Messausschnittes. Beleuchtungsquelle 15 und Bildsensor 16 sind dabei auf einer gemeinsamen Leiterplatte 17 angeordnet, die im dargestellten Ausführungsbeispiel im abnehmbaren Gehäuseabschnitt 13 befestigt ist. Auf dieser Leiterplatte 17 ist auch eine Auswerteeinheit 18 in Form eines Mikroprozessors 19 angeordnet, die aus den vom Bildsensor 16 erfassten Bilddaten die Absolutposition der Kolbenstange 6 ermittelt oder die Bilddaten so aufbereitet, dass sie von einer externen weiteren Auswerteeinheit ausgewertet werden können.

Der Bildsensor 16 ist beispielsweise durch ein zur Kolbenstangenachse 10 parallel angeordnetes Zeilenkamera-Element 20 gebildet, das 128 Sensorpunkte bzw. Pixel aufweist. Die optische Abbildung des Messausschnittes am Codemuster 8 auf den Bildsensor 16 erfolgt mittels einer Messoptik 21, die den von der Beleuchtungsquelle 15 beleuchteten Messausschnitt optisch auf den Bildsensor 16 abbildet. Der Messausschnitt besitzt beispielsweise in Richtung der Kolbenstangenachse 10 eine Ausdehnung von 16mm und quer dazu eine Breite von 3mm, während das Zeilenkamera-Element 20 eine effektive Sensorlänge von etwa 8mm und effektive Breite von 0,1mm besitzt.

Die Messoptik 21 enthält dazu optische Linsenelemente, beispielsweise aus Plexiglas (PMMA) oder Polycarbonat und umfasst insbesondere eine an das Zeilenkamera-Element 20 anschließende Zylinderlinse und zwei kolbenstangenseitige Linsenelemente mit nicht-rotationssymmetrischen Oberflächen. Die Messoptik

N2009/06800



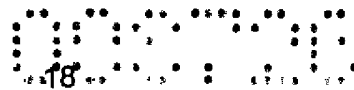
weist somit eine anamorphotische Eigenschaft auf und ist für die Abbildung eines rechteckigen Messausschnittes auf ein linienförmiges Zeilenkamera-Element 20 optimal geeignet.

Bei der erfindungsgemäßen Positionsmessvorrichtung 2 wird der von der Beleuchtungsquelle 15 abgegebene Lichtstrom mittels eines Lichtleitelements 22, das zwischen Beleuchtungsquelle 15 und Messausschnitt angeordnet ist, auf den Messausschnitt am Außenumfang 7 der Kolbenstange 6 übertragen, wodurch das Codemuster 8 für die Zwecke der optischen Erfassung optimal beleuchtet wird. Das Lichtleitelement 22 besitzt dabei eine der Beleuchtungsquelle 15 zugewandte Lichteintrittsseite und eine dem Codemuster 8 zugewandte Lichtaustrittsseite und wird der eintretende Lichtstrom im Inneren des Lichtleitelementes 22 geführt, wobei aufgrund von Totalreflexion an den seitlichen Begrenzungsflächen nur ein sehr geringer Anteil der Lichtmenge nicht bis zur Lichtaustrittsfläche gelangt.

Das Lichtleitelement 22 schließt vorzugsweise unmittelbar an die Beleuchtungsquelle 15 an oder die Lichteintrittsfläche des Lichtleitelements 22 befindet sich zumindest in einer Distanz von weniger als 2mm zur Beleuchtungsquelle, wodurch der Großteil der abgegebenen Lichtmenge in das Lichtleitelement 22 eintritt. Weiters erstreckt sich das Lichtleitelement vorzugsweise über zumindest 50% des kleinsten Abstandes zwischen Beleuchtungsquelle 15 und dem Außenumfang 7 der Kolbenstange 6, wodurch die Lichtaustrittsfläche relativ nahe am Codemuster 8 liegt und dieses dadurch optimal beleuchtet wird.

Die Beleuchtungsquelle 15 ist vorzugsweise durch ein LED-Element 23 gebildet, das sich durch eine hohe Lebensdauer und eine sehr hohe Lichtausbeute bezogen auf seinen Energieverbrauch auszeichnet. Als vorteilhaft für die Positionsmessung hat sich die Verwendung einer oberflächenstrahlenden Dünnschicht-LED erwiesen, wobei die Wellenlängenbereiche Weiß, Rot und Infrarot gute Ergebnisse erbringen. Weiters können derartige LED-Elemente 23 in sehr kleinen Abmessungen verwendet werden. Um die Abmessungen der Beleuchtungsquelle 15 klein zu halten kann es insbesondere vorgesehen sein, dass diese eine quadratische Abstrahlungsfläche 24 aufweist, die weiters beispielsweise eine Kantenlänge von

N2009/06800



weniger als 2 mm besitzt. Durch das sehr effektive Lichtleitelement 22 kann auch eine solche annähernd punktförmige Beleuchtungsquelle 15 zur gleichmäßigen Beleuchtung eines rechteckigen Messausschnittes eingesetzt werden. Das Lichtleitelement 22 ermöglicht es beispielsweise, bei einer Kantenlänge der Abstrahlungsfläche 24 von beispielsweise 1x1 mm einen Messausschnitt von 16 mm Länge und 3 mm Breite gleichmäßig auszuleuchten.

Um die gleichmäßige Ausleuchtung des Messausschnittes weiter zu verbessern, kann das Lichtleitelement 22 eine mattierte Lichteintrittsfläche und/oder eine mattierte Lichtaustrittsfläche aufweisen, wodurch die Intensitätsunterschiede innerhalb des Lichtstromes reduziert werden.

Wie Fig. 2 weiters zeigt, kann das Lichtleitelement 22 einen etwa rechteckigen Querschnitt aufweisen, wobei eine längere Seite des rechteckigen Querschnittes parallel zur Kolbenstangenachse 10 verläuft und dadurch die Lichtaustrittsfläche etwa die Form des zu beleuchtenden Messausschnittes besitzt. Im Fall einer annähernd punktförmigen Beleuchtungsquelle 15 ist es dabei von Vorteil, wenn der Querschnitt des Lichtleitelements 22 von der Lichteintrittsfläche bis zur Lichtaustrittsfläche zunimmt, wodurch auch der Lichtstrom in seinem Querschnitt zunehmen kann. Die Lichtaustrittsfläche des Lichtleitelements 22 entspricht im dargestellten Beispiel zumindest dem Dreifachen der Lichteintrittsfläche.

Um die Messoptik 21 und das Lichtleitelement 22 optimal aufeinander anpassen zu können und dadurch die Sensoranordnung 9 auch für unterschiedliche Kolbenstangendimensionen verwenden zu können, ist es möglich, dass das Lichtleitelement 22 und/oder die Messoptik 21 bezüglich einer zur Kolbenstangenachse 10 parallelen Schwenkachse 25 verschwenkbar im Gehäuse 12 gelagert sind. Dadurch kann der von der Beleuchtungsquelle 15 angestrahlte Bereich auf der Kolbenstangenoberfläche variiert werden und/oder auch der von der Messoptik 21 erfasste Bereich optimal angepasst werden. Dadurch können auch Unterschiede im Abstand zwischen Leiterplatte 17 und Kolbenstangenoberfläche 7 bei unterschiedlichen Kolbenstangendurchmessern ausgeglichen werden.

N2009/06800



Dabei ist es möglich, dass das Lichtleitelement 22 verschwenkbar an der Messoptik 21 oder umgekehrt die Messoptik 21 verschwenkbar am Lichtleitelement 22 gelagert ist. Diese sind dadurch unmittelbar aneinander gekoppelt und werden mögliche Achsabweichungen durch Montagefehler minimiert.

Der vom Bildsensor 16 erfasste Messausschnitt auf der Kolbenstangenoberfläche 7 deckt vorzugsweise eine Länge von zumindest 15 Bit des Codemusters 8 ab. Durch eine Erfassung von Codewörtern mit einer Länge von 15 Bit können mit einem passenden Pseudo-Randomcode leicht mehr als 1.000 verschiedene Absolutpositionen der Kolbenstange 6 eindeutig identifiziert werden.

Für die optische Messung des Codemusters 8 besitzt das Zeilenkamera-Element 20 eine Auflösung zwischen 200 und 1.200 DPI, beispielsweise 400 DPI, wodurch für die Erfassung von Strichmarkierungen 11 mit einer Breite von 1 mm eine leicht ausreichende Auflösung gegeben ist.

Fig. 3 zeigt einen Schnitt quer zur Zylinderachse durch die Positionsmessvorrichtung 2, Fig. 4 einen Radialschnitt durch eine Positionsmessvorrichtung 2 im Bereich des Lichtleitelements 22 und Fig. 5 einen Radialschnitt durch die Positionsmessvorrichtung 2 im Bereich der Messoptik.

Dabei sind die jeweiligen Strahlenverläufe angedeutet, wobei jeweils nur beispielhaft einzelne Strahlen dargestellt sind.

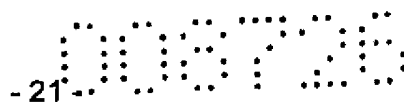
Das in Fig. 4 beispielhaft dargestellte Lichtleitelement 22 ist dabei so angeordnet, dass seine Lichteintrittsfläche 26 in einer Distanz zur Abstrahlfläche 27 angeordnet ist, die geringer ist als 2 mm, die Lichteintrittsfläche 26 könnte sogar an der Beleuchtungsquelle 15 unmittelbar anschließen und es ist durch diese Anordnung sichergestellt, dass der größte Anteil des abgegebenen Lichtes in das Lichtleitelement 22 eintritt. In Folge wird das an der Lichteintrittsfläche 26 eintretende Licht zur Lichtaustrittsfläche 28 weitergeleitet, in dem es den Werkstoff des Lichtleitelements 22 direkt durchdringt oder an dessen Seitenwänden durch Totalreflexion in Richtung des Messausschnittes 29 umgelenkt wird.



Die Lichteintrittsfläche 26 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als im Wesentlichen ebene Fläche ausgeführt, die besonders einfach herzustellen ist und den Anforderungen an die Lichtführung zum Messausschnitt 29 trotzdem genügen kann. Abweichend von der in Volllinien dargestellten konkaven Ausführung kann auch die Lichtaustrittsfläche 28 als im Wesentlichen ebene Fläche ausgeführt sein, wie in Fig. 4 angedeutet ist und wodurch sich die Herstellung des Lichtleitlements 22 weiter vereinfacht.

Die Beleuchtungsquelle 15 in Form des LED-Elements 23 ist dabei an der Leiterplatte 17 befestigt, welche im dargestellten Ausführungsbeispiel im abnehmbaren, äußeren Gehäuseabschnitt 13 befestigt ist. Wie Fig. 4 zeigt, ist es möglich, zur Leiterplatte 17 parallel oder auch winkelig dazu eine zweite Leiterplatte 30 vorzusehen, auf der ebenfalls Bauelemente der Sensoranordnung 9 angeordnet sein können. Diese baut dafür etwas höher, kann jedoch mit einer geringeren Breite und Länge in Richtung der Zylinderachse 10 ausgeführt werden. So kann beispielsweise die zweite Leiterplatte 30 Schnittstellen 31 für die Datenübertragung und/oder Stromversorgung aufweisen und können diese über ein Schnittstellenkabel zur Anschlussbuchse 14 geführt sein.

Wie Fig. 4 zeigt, erstreckt sich das Lichtleitelement 22 über den Großteil des Abstandes 32 zwischen Beleuchtungsquelle 15 und Außenumfang 7 der Kolbenstange 6, vorteilhafterweise jedoch über zumindest 50 % des Abstandes 32. Dadurch wird sichergestellt, dass der Großteil des von der Beleuchtungsquelle 15 abgegebenen Lichtstromes zum Messausschnitt 29 geleitet wird. Weiters zeigt Fig. 4 zwei weitere Möglichkeiten, eine möglichst gleichmäßige Beleuchtung des Messausschnittes 29 zu erzielen. Die erste Möglichkeit besteht darin, eine konkav ausgeführte Lichtaustrittsfläche 28, die jedoch auch örtlich eben oder auch abschnittsweise konvex ausgeführt sein kann, zu verwenden. Die dargestellte konkave Ausführung bewirkt eine weitere Zerstreuung des Lichtstromes und wird dadurch eine gleichmäßige Beleuchtungsstärke erreicht. Als Alternative oder zusätzliche Maßnahme zur Erzielung einer gleichmäßigen Beleuchtung weist das Lichtleitelement 22 in seinem Zentrum eine lokale Störung 33, beispielsweise in Form einer Bohrung 34 quer zur Lichtausbreitungsrichtung auf, wodurch ein Beleuchtungsmaxi-



mum in der Mitte des Messausschnittes 29 abgesenkt wird und dadurch ebenfalls die Beleuchtungsintensität gleichmäßiger wird.

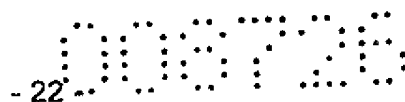
Alternativ zu einer Bohrung 34 ist auch die Anbringung einer lokalen Abdeckblende oder eines stärker konkaven oder konvexen Abschnitts im Mittelbereich der Lichtaustrittsfläche 28 möglich.

In Versuchen hat es sich gezeigt, dass es für die Herstellkosten und die Kompaktheit einer erfindungsgemäßen Positionsmessvorrichtung 2 von Vorteil ist, wenn die Leiterplatte 17 einen Abstand von der Kolbenstangenoberfläche 7 aus einem Bereich zwischen 15 und 25 mm aufweist. Weiters kann die Leiterplatte 17 so dimensioniert werden, dass sie eine rechteckige Grundform mit einer maximalen Kantenlänge von 40 mm aufweist, wodurch sie auch nach Einbau in ein Gehäuse 12 nur wenig gegenüber dem Außenumfang gängiger Fluidzylinder 1 vorragt.

Um eine weitere Anpassung an unterschiedliche Dimensionen eines Fluidzylinders 1 zu ermöglichen, auch wenn dabei jeweils der gleiche obere Gehäuseabschnitt 13 eingesetzt wird, kann es vorgesehen sein, dass die Leiterplatte 17 in ihrer Position innerhalb des abnehmbaren Gehäuseabschnitts 13 von außen beispielsweise mittels Stellschrauben verstellbar befestigt ist. So kann die Sensoranordnung 9 auf einfache Weise an unterschiedliche Montagepositionen und Kolbenstangendurchmesser optimal angepasst werden.

Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch eine Positionsmessvorrichtung 2 gemäß Linie III – III in Fig. 4.

In diesem Ausführungsbeispiel ist die Hauptachse der Messoptik 21 in Richtung der Kolbenstangenachse 10 orientiert, es ist jedoch auch möglich, diese exzentrisch bzw. windschief zur Kolbenstangenachse 10 vorzusehen, wodurch die Messoptik 21 gewissermaßen nicht rechtwinkelig auf den Außenumfang 7 der Kolbenstange 6 zielt. Wie man weiters erkennt, ist die Beleuchtungsquelle 15 zusammen mit dem daran anschließenden Lichtleitelement 22 in einem relativ geringen Mittenabstand 35 zum Bildsensor 16, hier in Form eines Zeilenkamera-Elements 20 angeordnet. Der Mittenabstand 35 ist beispielsweise aus einem Be-



reich zwischen 5 mm und 12 mm, wodurch die Sensoranordnung 9 sehr kompakt ausgeführt werden kann und die Positionsmessvorrichtung 2 aufgrund ihrer kleinen Abmessungen in ihrem möglichen Einsatzbereich wenig Einschränkungen besitzt.

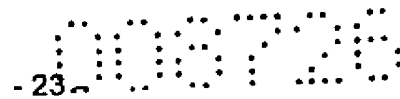
In Fig. 3 ist weiters durch strichlierte Linien angedeutet, dass das Lichtleitelement 22, wie bereits anhand von Fig. 2 beschrieben um eine Schwenkachse 25 verschwenkbar im Gehäuse 12 gelagert ist, z.B. in eine strichliert dargestellte Lage 22', wodurch sich die Hauptausbreitungsrichtung des Lichtstroms verstellen lässt und die Ausleuchtung des Messausschnittes 29 auf einfache Weise weiter optimiert werden kann bzw. in Abhängigkeit von der Relativposition von Beleuchtungsquelle 15, Bildsensor 16 und Kolbenstangenoberfläche 7 angepasst werden kann.

Die optische Erfassung erfolgt durch den Bildsensor 16 erfolgt mit einer hohen Frequenz z.B. mit mehr als 1000 Bilder je Sekunde, wodurch eine quasi kontinuierliche Positionserfassung gegeben ist.

Die anhand des Ausführungsbeispiels genannten Abmessungen und technischen Spezifikationen sind für Kolbenstangendurchmesser zwischen 20 mm und 80 mm optimal geeignet, können jedoch für davon abweichende Dimensionen von Kolbenstangen 6 passend adaptiert werden. Die beschriebene Ausführung der Sensoranordnung 9 besitzt ausreichende Toleranzen in Hinblick auf Bauteiltoleranzen oder Einbautoleranzen, weshalb hier ein sehr weite Einsatzbereich gegeben ist. Für die Arbeitstemperaturen von -40 °C und +100 °C sind die eingesetzten Bauelemente geeignet und auch Temperatureinflüsse auf die Messgenauigkeit vernachlässigbar, für höhere Temperaturen wären entsprechende Ersatzmaterialien einzusetzen, wie Kunststoffe mit höheren Erweichungspunkten oder Ersatz durch metallische, keramische oder kristalline Werkstoffe.

Das Lichtleitelement 22 besitzt im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Lichteintrittsfläche 26 von 6 mm x 4 mm und eine Lichtaustrittsfläche 28 von 24 mm x 4 mm, wodurch einerseits die Abstrahlungsfläche 24 von ca. 1 mm x 1 mm an der Beleuchtungsquelle 15 und der Messausschnitt 29 an der Kolbenstangenoberflä-

N2009/06800



che 7 ausreichend überdeckt werden und nur ein geringer Anteil des Lichtstroms verloren geht.

Fig. 5 zeigt in Radialschnittdarstellung noch die optische Abbildung des Messausschnittes 29 auf den Bildsensor 16 in Form des Zeilenkamera-Elements 20, wobei die Bündelung in einer Richtung unmittelbar vor dem Zeilenkamera-Element 20 durch eine Zylinderlinse erfolgt.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten der Positionsmessvorrichtung 2, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt. Es sind also auch sämtliche denkbaren Ausführungsvarianten, die durch Kombinationen einzelner Details der dargestellten und beschriebenen Ausführungsvariante möglich sind, vom Schutzbereich mit umfasst.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Positionsmessvorrichtung 2 diese bzw. deren Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Vor allem können die einzelnen in den Fig. 1; 2; 3; 4 und 5 gezeigten Ausführungen den Gegenstand von eigenständigen, erfindungsgemäßen Lösungen bilden. Die diesbezüglichen, erfindungsgemäßen Aufgaben und Lösungen sind den Detailbeschreibungen dieser Figuren zu entnehmen.

003736

Bezugszeichenaufstellung

- 1 Fluidzylinder
- 2 Positionsmessvorrichtung
- 3 Zylinderrohr
- 4 Zylinderboden
- 5 Zylinderkopf

- 6 Kolbenstange
- 7 Außenumfang
- 8 Codemuster
- 9 Sensoranordnung
- 10 Kolbenstangenachse

- 11 Strichmarkierung
- 12 Gehäuse
- 13 Gehäuseabschnitt
- 14 Anschlussbuchse
- 15 Beleuchtungsquelle

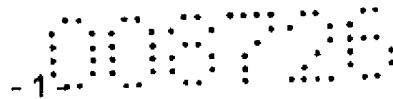
- 16 Bildsensor
- 17 Leiterplatte
- 18 Auswerteeinheit
- 19 Mikroprozessor
- 20 Zeilenkamera-Element

- 21 Messoptik
- 22 Lichtleitelement
- 23 LED-Element
- 24 Abstrahlungsfläche
- 25 Schwenkachse

- 26 Lichteintrittsfläche
- 27
- 28 Lichtaustrittsfläche
- 29 Messausschnitt
- 30 Leiterplatte

- 31 Schnittstelle
- 32 Abstand
- 33 Störung
- 34 Bohrung
- 35 Mittenabstand

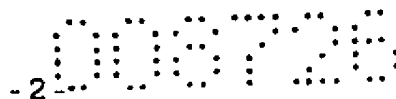
N2009/06800



Patentansprüche

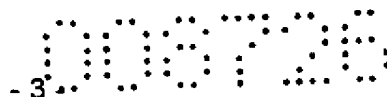
1. Positionsmessvorrichtung (2) für eine aus einem Fluidzylinder (1) herausführende Kolbenstange (6), umfassend eine am Außenumfang (7) der Kolbenstange (6) und entlang dieser angeordnete Maßverkörperung in Form eines optisch erfassbaren Codemusters (8), insbesondere einer binären Abfolge aus quer zur Kolbenstangenachse (10) orientierten Strichmarkierungen (11), und eine in einem Gehäuse (12) ortsfest am Fluidzylinder (1) angeordnete Sensoranordnung (9) zur optischen Erfassung eines rechteckigen Messausschnittes (29) des Codemusters (8), mit einer einen Lichtstrom auf das Codemuster (8) abgebenden Beleuchtungsquelle (15), einem Bildsensor (16), einer Messoptik (21) zur Übertragung eines Abbildes des Messausschnittes (29) auf den Bildsensor (16) und einer Auswerteeinheit (18) zur Ermittlung der Absolutposition der Kolbenstange (6) unter Verwendung der vom Bildsensor (16) erfassten Bildinformationen, dadurch gekennzeichnet, dass die Beleuchtungsquelle (15) und der Bildsensor (16) an einer gemeinsamen Leiterplatte (17) der Sensoranordnung (9) befestigt sind und zwischen Beleuchtungsquelle (15) und Messausschnitt (29) ein Lichtleitelement (22) zur Übertragung des Lichtstromes von der Beleuchtungsquelle (15) auf den Messausschnitt (29) angeordnet ist.
2. Positionsmessvorrichtung (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtleitelement (22) unmittelbar an die Beleuchtungsquelle (15) anschließt oder eine Lichteintrittsfläche (26) ausweist, die in einer Distanz von weniger als 2 mm zur Beleuchtungsquelle (15) positioniert ist.
3. Positionsmessvorrichtung (2) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Lichtleitelement (22) über zumindest 50 %, vorzugsweise über zumindest 75 %, des kleinsten Abstandes (32) zwischen Beleuchtungsquelle (15) und Außenumfang (7) der Kolbenstange (6) erstreckt.

N2009/06800



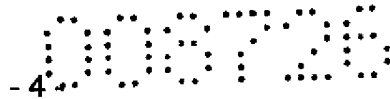
4. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Beleuchtungsquelle (15) durch ein LED-Element (23) gebildet ist.
5. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Beleuchtungsquelle (15) eine etwa quadratische Abstrahlungsfläche (24) aufweist.
6. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtleitelement (22) eine mattierte Lichteintrittsfläche (26) und/oder eine mattierte Lichtaustrittsfläche (28) aufweist.
7. Positionsmessvorrichtung (2) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kantenlänge der Abstrahlungsfläche (24) weniger als 2 mm beträgt und die Abmessungen des Messausschnitts (29) zumindest 10 mm mal 2 mm betragen.
8. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtleitelement (22) einen etwa rechteckigen Querschnitt aufweist, wobei eine längere Seite des rechteckigen Querschnitts parallel zur Kolbenstangenachse (10) verläuft.
9. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtleitelement (22) einen von der Lichteintrittsfläche (26) zu seiner Lichtaustrittsfläche (28) zunehmenden Querschnitt aufweist.
10. Positionsmessvorrichtung (2) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtaustrittsfläche (28) des Lichtleitelements (22) zumindest dem Dreifachen der Lichteintrittsfläche (26) entspricht.

N2009/06800



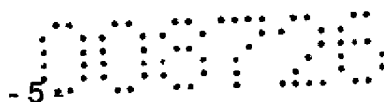
11. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichteintrittsfläche (26) und/oder die Lichtaustrittsfläche (28) im Wesentlichen eine ebene Oberfläche aufweist.
12. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtleitelement (22) in seinem Zentrum des Strahlenganges eine lokale Störung (33) in Form einer Querbohrung (34), einer Abdeckblende oder eines optisch brechenden Elements aufweist.
13. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtleitelement (22) und/oder die Messoptik (21) bezüglich einer zur Kolbenstangenachse (10) parallelen Schwenkachse (25) verschwenkbar im Gehäuse (12) gelagert ist.
14. Positionsmessvorrichtung (2) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtleitelement (22) verschwenkbar an der Messoptik (21) oder die Messoptik (21) verschwenkbar am Lichtleitelement (22) gelagert ist.
15. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass am Codemuster (8) die Breite der Strichmarkierungen (11) und der unmarkierten Codeabschnitte jeweils einem Millimeter oder einem ganzzahligen Vielfachen eines Millimeters entspricht.
16. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Codemuster (8) durch einen binären Pseudo-Random-Code mit ineinander verschränkten, voneinander verschiedenen Codewörtern gebildet ist, wobei die Länge des Messausschnitts (29) zumindest der Länge der Codewörter entspricht und die Codewörter eine Länge von zumindest 8 Bit, insbesondere 15 Bit aufweisen.

N2009/06800



17. Positionsmessvorrichtung (2) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Messausschnitt (29) auf der Kolbenstangenoberfläche (7) eine Länge von zumindest 15 Bit des Codemusters (8) abdeckt.
18. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Codemuster (8) durch einen binären Blockcode mit einer abwechselnden Folge von Informationsbits konstanter Anzahl und Breite sowie Schutzbits konstanter Anzahl und Breite gebildet ist und die Messung der Kolbenstangenposition ein Messverfahren benutzt, bei dem die Position bzw. Verschiebung der Schutzbits im Messausschnitt (29) erfasst wird und die Informationsbits jeweils Absolutreferenzen für die Kolbenstangenposition definieren.
19. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Bildsensor (16) durch ein zur Kolbenstangenachse (10) parallel angeordnetes Zeilenkamera-Element (20) oder Linear-Sensor-Array gebildet ist.
20. Positionsmessvorrichtung (2) nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Zeilenkamera-Element (20) zwischen 32 und 2048 Sensorpunkte, insbesondere 128 Sensorpunkte aufweist.
21. Positionsmessvorrichtung (2) nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Zeilenkamera-Element (20) eine Auflösung zwischen 200 und 1200 dpi, insbesondere 400 dpi aufweist.
22. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der Leiterplatte (17) von der Kolbenstangenoberfläche (7) aus einem Bereich zwischen 15 mm und 25 mm gewählt ist.
23. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptachse der Messoptik (21) exzentrisch

N2009/06800



oder windschief bezüglich der Kolbenstangenachse (10) orientiert ist und/oder exzentrisch oder windschief bezüglich der Hauptausbreitungsrichtung der Lichtstrahlen, die von der Kolbenstangenoberfläche (7) reflektiert werden, orientiert ist.

24. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Mittenabstand (35) von Beleuchtungsquelle (15) zu Bildsensor (16) auf der Leiterplatte (17) aus einem Bereich zwischen 5 mm und 12 mm gewählt ist.

25. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (18) auf der Leiterplatte (17) angeordnet ist.

26. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass an der Leiterplatte (17) eine Schnittstelle (31) zur Stromversorgung und Datenübertragung angeordnet ist.

27. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass an der Leiterplatte (18) zumindest eine zweite Leiterplatte (30), insbesondere parallel dazu angeschlossen ist, an der eine Auswerteeinheit und/oder eine Stromversorgungskomponente und/oder eine Datenschnittstelle angeordnet ist.

28. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (12) zweiteilig ausgeführt ist und die Leiterplatte (17) an einem äußeren abnehmbaren Gehäuseabschnitt (13) befestigt ist.

29. Positionsmessvorrichtung (2) nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (17) in ihrer Position innerhalb des abnehmbaren

N2009/06800

- 6 -

Gehäuseabschnitts (13) von außen, insbesondere mittels Stellschrauben, verstellbar befestigt ist.

30. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass Messoptik (21) und/oder das Lichtleitelement (22) im Wesentlichen optische Elemente aus PMMA (Plexiglas) oder Polycarbonat umfassen.

31. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (17) eine rechteckige Grundform mit einer maximalen Kantenlänge von 40 mm aufweist.

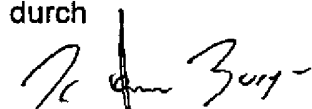
32. Positionsmessvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 31, dass am Gehäuse (12) beidseits des Messausschnitts (29) die Kolbenstange (6) vollständig umfassende Dichtringe oder Abstreifelemente angeordnet sind.

33. Fluidzylinder (1) mit zumindest einer aus diesem herausgeführten Kolbenstange (6), dadurch gekennzeichnet, dass zur Messung der Kolbenstangenposition zumindest zwei Positionsmessvorrichtungen (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 32 vorgesehen sind.

34. Fluidzylinder nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass der Fluidzylinder eine beidseitige und/oder durchgehende Kolbenstange aufweist und die Positionsmessvorrichtungen (2) an entgegengesetzten Enden des Fluidzylinders angeordnet sind.

Weber-Hydraulik GmbH

durch



Anwälte Burger & Partner

Rechtsanwalt GmbH

N2009/06800

000000

[illegible]

Weber-Hydraulik GmbH

000705

Fig.3

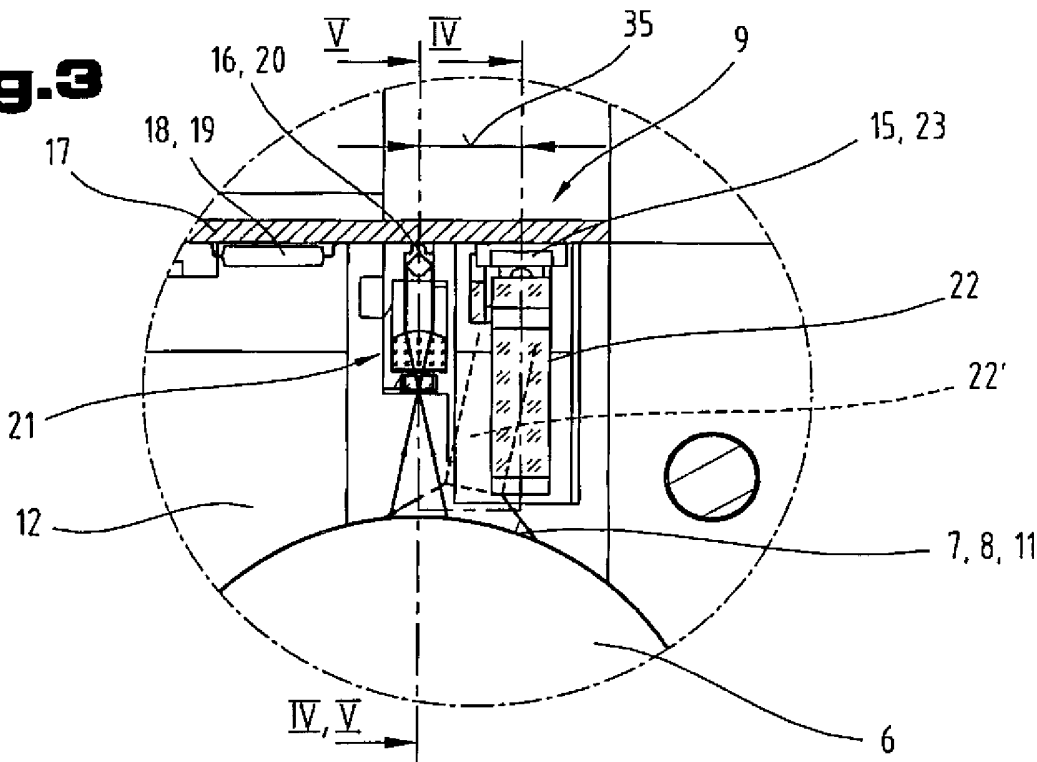


Fig.4

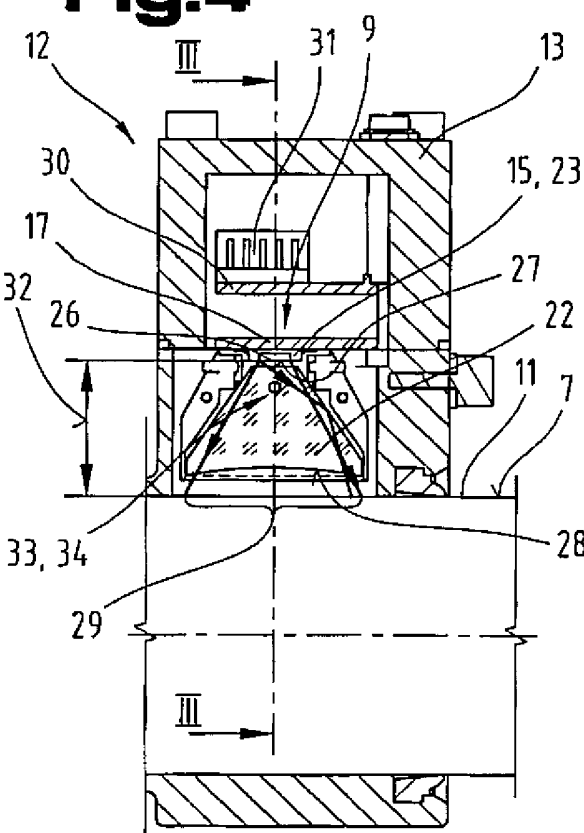
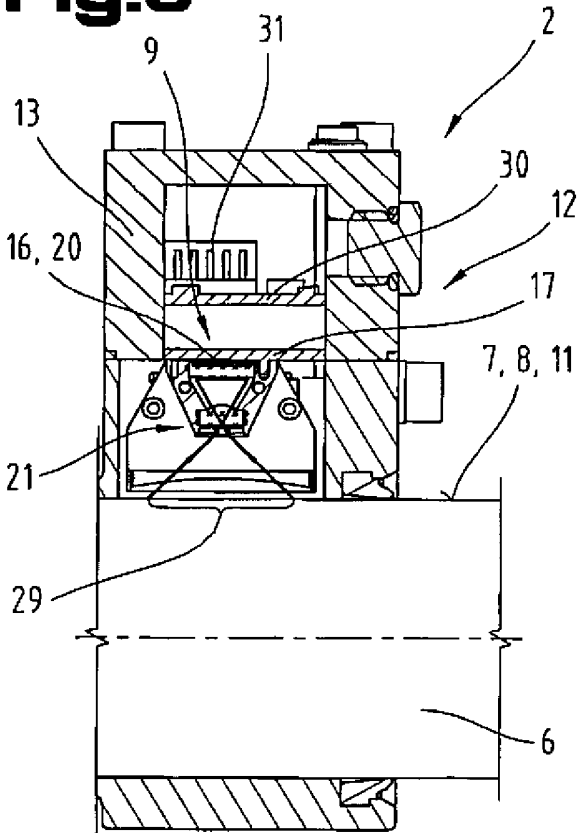


Fig.5



Weber-Hydraulik GmbH



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: F15B 15/28 (2006.01); G01D 5/347 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: F15B 15/28C50B; G01D 5/347D		
Recherchierte Prüfstoß (Klassifikation): F15B, G01D		
Konsultierte Online-Datenbank: FULLTEXT		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 25. August 2011 eingereichten Ansprüchen 1-34 erstellt.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 202008004940 U1 (SICK AG) 20. August 2009 (20.08.2009)	1, 2, 4, 5, 15-22, 24-34
Y	Fig. 1, Absatz [0030], Ansprüche 1-4, 8, 17	3, 6-8, 11
Y	FR 2191723 A5 (SCHLUMBERGER) 01. Februar 1974 (01.02.1974) Fig. 1, 2, Seite 3 Zeile 27 - Seite 4 Zeile 21	3, 6-8, 11
X	FR 2591736 A1 (BAZENET) 19. Juni 1987 (19.06.1987)	1-8, 11, 15-22, 24- 34
	Fig. 1, 2, Zusammenfassung, Seite 4 Zeilen 29-31	
X	US 4902903 A (SEGERSON) 20. Februar 1990 (20.02.1990)	1, 2, 4, 5, 15-31
	Fig. 3, 4, Spalte 5 Zeilen 18-27	
Datum der Beendigung der Recherche: 8. März 2012		☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): EHRENDORFER K.
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmel- gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmel- gegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		