

19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 690 971 A5

51 Int. Cl.⁷: G 01 B 011/00
G 01 D 005/36
G 01 D 005/347

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 00562/94

22 Anmeldungsdatum: 25.02.1994

24 Patent erteilt: 15.03.2001

45 Patentschrift veröffentlicht: 15.03.2001

73 Inhaber:
HERA Rotterdam B.V., Max Euwelaan 61,
3062 MA Rotterdam (NL)

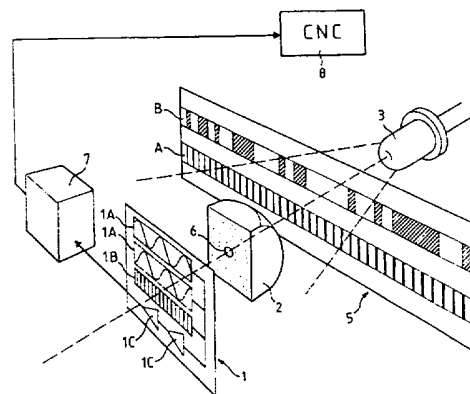
72 Erfinder:
Seitz, Peter, Zürich (CH)
Engelhardt, Kai, Zürich (CH)

74 Vertreter:
Frei Patentanwaltsbüro, Hedwigsteig 6,
Postfach 768, 8029 Zürich (CH)

54 Verfahren zur Messung und Verwertung einer Verschiebung eines Abtastkopfes gegenüber einer Massverkörperung und optischer Messgeber zur Durchführung dieses Verfahrens.

57 Eine bevorzugte Ausführungsform des optischen Messgebers weist eine als integrierte Schaltung (1) ausgeführte lichtensitive Anordnung von Flächen (1A) auf. Diese sind geometrisch so gestaltet, dass vier solche Sinusflächen mit gegenseitigen Phasenwinkeln von 0°, 90°, 180°, 270° angeordnet sind und dass das dazu korrelierte Muster (A), bspw. von einem Massstab (5), für die Projektion als Gitter mit gleicher Periode wie die Sinusfunktion ausgestaltet ist. Beim Projizieren eines zur geometrischen Gestalt der Flächen geometrisch korreliert ausgestalteten Musters von Licht und Schatten auf die lichtsensitiven Flächen entsteht eine elektrische Signalfolge, die mit der Genauigkeit der Geometrie der integrierten Schaltung bzw. deren Flächen interpoliert und als Mess- oder Stellsignal weitergegeben werden kann. Es sind zusätzliche lichtensitive Flächen (1B) vorgesehen, die geometrisch so gestaltet sind, dass beim Projizieren eines zur geometrischen Gestalt der Flächen geometrisch korreliert ausgestalteten Musters (B) von Licht und Schatten auf die lichtsensitiven Flächen eine elektrische Signalfolge entsteht, die als Zusatzcode einem Absolutwert entspricht und als Mess- oder Stellsignal weitergegeben werden kann. Weiter sind Mittel (1C) vorgesehen, um die elektrischen Signale der lichtsensitiven Flächen zu kombinieren und zu einem gemeinsamen Stellsignal zusammenzufas-

sen. Vorzugsweise wird zur Abbildung des Absolutcodes und des Relativcodes (Inkrementalcode) eine gemeinsame Optik (2) und ein gemeinsamer Sensor (1) verwendet. Die Optik (2) ist als objektseitiges telezentrisches optisches Abbildungssystem ausgebildet, welches durch Optimierung der Telezentrie-Blendenöffnung (6) unempfindlich gegenüber Defokussierung wird und trotzdem eine hohe Lichtausbeute gewährt.



Beschreibung

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Messgeber, Längengeber, Winkelencoder und betrifft einen optischen, vorzugsweise absolut messenden Geber.

Absolut messende Messgeber, insbesondere Längenmessgeber, haben ihre eigene Problematik. Eine davon ist die Erzielung einer hohen Positionsauflösung bei grossen Baulängen. Grosse Baulängen bedeutet 1 Meter und grösser. Hohe Positionsauflösung bedeutet 100 Nanometer oder weniger.

Inkrementale Messgeber mit grossen Baulängen und hoher Positionsauflösung sind, verglichen mit absoluten Messgebern gleicher Anforderung, kostengünstig. Zur Absolutmessung muss in der Regel ein grosser Zusatzaufwand getrieben werden. Beispielsweise können zwei separate Systeme kombiniert werden, die beide eine eigene Beleuchtung und eigene Detektorbausteine haben und deren gegenseitige Justage recht aufwendig ist. Ein solcher Messgeber ist beispielsweise das Gerät «LCI» der Firma RSF. Andere Messgeber benötigen keine zwei separaten Systeme, sie sind aber sehr teuer und kosten bis zu 15 000.– DM pro halber Meter. Ein solcher Messgeber ist beispielsweise das Gerät «Spacer» der Firma E.M.S., der in der DE 3 909 856 beschrieben ist.

Dies bringt mit sich, dass absolute Messgeber ab einer gewissen Grösse aus hauptsächlich wirtschaftlichen Gründen nur noch eingeschränkt, also sehr gezielt einsetzbar sind. Das Ziel wäre jedoch, Präzisionsmaschinen aller Gattung, auch die kostengünstigen, mit anspruchsvollen Absolutmessgebern ausrüsten zu können, um damit auch weniger kapitalkräftigen Firmen, wie kleine und mittelgrosse Unternehmen, die Möglichkeit zu geben, auch dort zu konkurrieren, wo vorher der Markt verschlossen war.

Dieses Ziel wird durch die in den Patentansprüchen 1 und 12 definierte Erfindung erreicht, mit welcher kostengünstige Absolut-Messgeber grosser Dimension und hoher Auflösung hergestellt und angeboten werden können.

Eine grundlegende Erkenntnis liegt unter anderem darin, die Präzision der integrierten Schaltungstechnik heranzuziehen und gezielt derart zu verwenden, dass einerseits Justageprobleme umgangen werden und andererseits die Interpolation extrem genutzt werden kann. Dazu weist der erfindnerische Aufbau des Sensors einen optisch sensitiven Detektorbaustein, vorzugsweise einen photo-ASIC, auf, der auf einem Substrat angeordnet und elektrisch zusammengeschaltet eine inkrementalsensitive und eine absolutsensitive Messspur bzw. Detektorspur aufweist, welche das darauf abgebildete optische (Code-)Muster eines bspw. herkömmlichen Massstabes im Durchlicht oder spezielle Codemuster für Auflicht, also in Reflexion auswerten, wobei vorzugsweise zwischen optischem Muster und Detektorspuren eine Abbildungsoptik geschaltet ist. Eine spezielle Ausgestaltung der Detektorspuren erlaubt eine extreme Interpolation zur Erzielung maximaler Auflösung. Durch die erfindungsgemässe Ausgestaltung erreicht man unter anderem eine sehr markante Miniaturisierung, die für sich schon Vorteile bieten kann.

Der erfindungsgemässe Messgeber ist ein absolut messendes System, das im Falle eines Längengebers bei Messlängen von bis zu mehreren Metern eine Messauflösung besser als 100 nm erzielt. Als Massstab kann bspw. ein herkömmlicher Glasmassstab im Durchlicht eingesetzt werden, der eine konventionelle Inkrementalspur mit periodischer Gitterteilung parallel zu einer Absolutcode-Spur trägt. Als Absolutcode verwendet man bspw. einen seriellen Code, vorzugsweise eine m-Sequenz. Ein Bit des Absolutcodes entspricht bei einer Positionsänderung gleich einer Periode der Inkrementalspur. Der Massstab wird durch ein Abbildungssystem (Optik) auf einen Photodetektor vergrössert abgebildet. Ein solcher Längengeber weist drei spezifische Merkmale auf:

- Das Messsystem ist systemtechnisch integriert und miniaturisiert aufgebaut. Beide Komponenten des Messsystems, das Absolutmesssystem mit geringer Auflösung und das Inkrementalmesssystem mit hoher Auflösung, haben eine gemeinsame Beleuchtung, mit andern Worten, sie teilen das Licht der gleichen Lichtquelle, haben eine gemeinsame optische Abbildung beider Codespuren und einen gemeinsamen lichtempfindlichen Detektor, vorzugsweise einen photo-ASIC. Dadurch sind beide Einzelmesssysteme zueinander automatisch justiert. Die Justage auf gutes Signal, die Fokussierung der Abbildung und die Verdrehung und Verkippung vom Detektor zum Massstab wirken gleichzeitig auf beide Messspuren. Auf diese Weise gibt es keine Winkelfehler zwischen den beiden Messsystemen.

- Im Messsystem kommt ein einfaches Abbildungssystem zum Einsatz, das grosse Toleranzen hinsichtlich des Anbaus und der Führung des Messkopfes zur Massstabsskala aufweist. Dies wird erreicht durch objektseitige Telezentrie und einer geringen numerischen Apertur, die gerade so gross gewählt wird, dass das inkrementale Gitter und der Absolutcode aufgelöst werden können. Dadurch wird die Abbildung mit konstantem Abbildungsstab auch bei Defokussierung und maximaler Schärfentiefe erzielt. Das Abbildungssystem wird vorteilhaft als einlinsiges System im Spritzguss aus Kunststoff, bspw. PMMA, Polycarbonat, realisiert, mit speziellen Elementen zur Montage der Optik und rückseitig zentriert aufgebracht der Telezentrieblende, bspw. durch kostengünstige Farbdrucktechnik. Als abbildendes Element kann auch eine planare diffraktive Linse (bspw. eine Fresnel-Linse) zum Einsatz kommen.

- Im Messsystem wird ein spezieller photo-ASIC zur Detektion verwendet. Dieser ASIC weist einen Zeilensensor zur Abtastung des Absolutcodes auf, sowie ein spezielles Array von vier Photodioden mit örtlich sinusförmig variierender Fläche, das bei aufprojizierter Gitterteilung ein Quadratursignal des Inkrementalsystems liefert. Die Sinusfunktionen der vier Photodioden weisen gegenseitige Phasenlagen von 90° auf. Wird ein Liniengitter auf die sinusförmigen Dioden projiziert und über die vier Dioden bewegt, so resultiert durch die Differenz der Photostrome der Dioden ein Quadratursignal mit nahezu ideal sinusförmigen Einzelsignalen. Diese Signalform ist unabhängig von dem Intensitätsprofil des

Liniengitters, sowie einer eventuellen optischen Defokussierung, sofern die Periode des Liniengitters gleich der Periode des Sinus der Diodenflächen ist, weil damit eine fundamentale mathematische Eigenschaft der Fouriertransformation ausgenutzt wird.

Wegen der hohen Präzision der Reproduktion geometrischer Formen, wie sie von der Herstellung integrierter Schaltungen und insbesondere der CMOS-Prozesse mit ihren immer kleiner werdenden Minimaldimensionen erreicht wird, kann die Diodenfläche praktisch perfekt örtlich gleich einer Sinusfunktion gestaltet werden. Werden diese Photodioden so ausgebildet, dass sie mehrere Sinusperioden umfassen, so wird bei der Positionsmessung simultan ein ausgedehnter Teil der Massstabsskala ausgewertet, sodass das Messsystem weniger anfällig bspw. gegen Verschmutzung des Massstabes wird. Wegen der nahezu perfekt sinusförmig modulierten Quadratursignale kann durch eine sehr hohe Interpolation die Positionsauflösung extrem gesteigert werden. Diese spezielle Ausgestaltung der Inkrementalspur kann selbstverständlich auch für rein inkrementale Geber höchster Auflösung verwendet werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird anschliessend mit Hilfe einiger unten aufgeführten Figuren mehr im Detail diskutiert.

Fig. 1 zeigt das Messprinzip mittels einer schematischen Anordnung einzelner Komponenten einer beispielsweise Vorrichtung für den Betrieb im Durchlicht durch den Massstab.

Fig. 2 zeigt eine Detektorspur mit hoher Interpolationsmöglichkeit.

Fig. 3 zeigt eine beispielsweise Auswertungsmethode, hier die Korrelation der Absolut- und Inkrementalsignale.

Fig. 4 zeigt das Messprinzip von Fig. 1 für den Betrieb mit Auflicht und Auswertung des Reflexlichts vom Massstab.

Die wesentlichen Elemente eines Messsystems gemäss Erfindung sind in Fig. 1 abgebildet. Vorzugsweise ist es systemtechnisch als integriertes und miniaturisiertes System aufgebaut. Eine integrierte Schaltung 1 hat auf ihrem Substrat einen photoempfindlichen Inkrementalmessbereich 1A und einen photoempfindlichen Absolutmessbereich 1B, in der Folge Zusatzflächen, die beide durch einen Schaltkreis zur Verarbeitung und Verstärkung 1C zu einem Messsystem vereinigt sind. Als bevorzugte Ausführungsform weisen beide Komponenten des Messsystems, das Absolutmesssystem mit geringer Auflösung und das hochauflösende Inkrementalmesssystem eine gemeinsame Beleuchtung auf, sie werden also durch die gleiche Lichtquelle 3 angestrahlt und haben eine gemeinsame optische Abbildung beider Codespuren, B für die absolute Position und A für die inkrementelle Verschiebung eines Massstabes 5 auf dem gemeinsamen lichtempfindlichen Detektor 1, der vorzugsweise ein photo-ASIC ist. Die optische Abbildung kann mittels eines optischen Systems, hier als Linse 2 gezeichnet, adäquat verändert, bspw. vergrössert werden. Durch die Beleuchtung mit einer gemeinsamen Lichtquelle

und Abbildung mit einem gemeinsamen optischen System und Detektion mit einem gemeinsamen Detektor sind, wie schon erwähnt, beide Einzelmesssysteme zueinander automatisch justiert. Die Justage auf gutes Signal, also die Fokussierung der Abbildung, wirkt gleichzeitig auf beide Messspuren. Fig. 1 zeigt noch, wie das Mess-Signal am Ausgang des Sensors auf einen Schnittstellenwandler 7 zur Signalkonditionierung geführt wird, um es dort in die übliche 5V-Standardform zur Steuerung einer Werkzeugmaschine 8 zu wandeln. Man beachte, dass bei der Verwendung einer Abbildungsoptik links/rechts und unten/oben vertauschen.

Wird jedoch nur der Schattenwurf des beleuchteten Systems benutzt, ohne Linse bzw. abbildendes System, so liegt noch keine optische Abbildung des Massstabes auf den Detektor vor. Dann hätte man, bei gleicher Gitterperiode (von bspw. 20 μm) auch die gleichen Abstandstoleranzen von Detektion, wie bei einem konventionellen Längengebersystem einzuhalten.

Lässt man die Zusatzflächen 1B und die Massverkörperung B, also den absolut messenden Teil, weg, hat man ein inkrementelles Messsystem mit extrem hoher Interpolationsgenauigkeit. Ebenso kann man durch Umschaltung lediglich die inkrementelle Information einer Dislokation auswerten, sodass man einen Inkrementalmessgeber wie auch einen Absolutmessgeber hat.

Wird im Messsystem ein zusätzliches optisches System verwendet, so wählt man vorzugsweise ein einfaches Abbildungssystem 2, das grosse Toleranzen hinsichtlich des Anbaus und der Führung des Messkopfes mit Leuchtquelle, Linse und photo-ASIC zur Massstabsskala aufweist. Dies wird erreicht durch objektseitige Telezentrierung 6 und durch eine geringe numerischen Apertur, die gerade so gross gewählt wird, dass das Inkremental-Gitter und der Absolutcode aufgelöst werden können. Dadurch wird die Abbildung mit konstantem Abbildungsmassstab auch bei Defokussierung und maximaler Schärfentiefe erzielt. Das Abbildungssystem 2 wird vorteilhaft als einliniges System im Spritzguss aus Kunststoff, bspw. PMMA, Polycarbonat, realisiert, mit speziellen Elementen zur Montage der Optik und rückseitig zentriert aufgebracht. Telezentrieblende, bspw. durch kostengünstige Farbdrucktechnik. Als abbildendes Element kann auch eine planare diffraktive Linse zum Einsatz kommen.

Der erfindungsgemässe Sensor, hier ein ASIC, weist eine erste photosensitive Region auf, eine Art Zeilensensor zur Abtastung des Absolutcodes, sowie, wie in Fig. 2 gezeigt, eine zweite photosensitive Region in Form eines speziellen Arrays von vier, ineinander verschränkten Photodioden P1, P2, P3 und P4 mit örtlich sinusförmig variierender Fläche. Dieser Sinusarray liefert bei aufprojizierter Gitterteilung ein Quadratursignal des Inkrementalsystems. Die Sinusfunktionen der vier Photodioden weisen gegenseitige Phaselagen von 0°, Diode 1; 180°, Diode 2; 90°, Diode 3; 270°, Diode 4 auf. Wird ein Liniengitter auf die sinusförmigen Dioden projiziert und über die vier Dioden bewegt und die Differenz der Photoströme I1-I2 der 0° und 180° Dioden und I3-I4 der 90° und 270° Dioden gebildet, so resultiert

ein Quadratsignal mit nahezu ideal sinusförmigen Einzelsignalen, je ein Sinus- und ein Cosinus-Signal. Diese Signalform ist unabhängig von dem Intensitätsprofil des Liniengitters, sofern die Periode des Liniengitters gleich der Periode des Sinus der Diodenflächen gewählt wird, wodurch eine fundamentale mathematische Eigenschaft der Fouriertransformation geschickt ausgenutzt wird.

Die Herstellung von integrierten Schaltungen ist eine ausgereifte Technik, die bezüglich Reproduktionen geometrischer Formen höchste Präzision erlaubt. Insbesondere mit der CMOS-Technik mit ihren immer kleiner werdenden Minimaldimensionen kann die Diodenfläche praktisch perfekt örtlich gleich einer Sinusfunktion auf das Substrat aufgebracht werden. Werden diese Photodioden so ausgebildet, dass sie mehrere Sinusperioden umfassen (wie Fig. 2 zeigt), so wird bei der Positionsmessung simultan ein ausgedehnter Teil der Massstabsskala ausgewertet, sodass das Messsystem weniger anfällig gegen Störungen wird bspw. wegen Verschmutzung des Massstabes. Doch der wesentlichste Vorteil liegt darin, dass wegen der nahezu perfekt sinusförmig modulierten Quadratsignale aus diesen heraus eine hohe, extrem genaue Interpolation zur Steigerung der Positionsauflösung möglich ist. Interpolationen sind ja sehr oft Problemfälle, da bei Interpolationen stets immer ein Resultat herauskommt, nur dass man sich nicht immer darauf verlassen kann.

Für die Absolutspur B auf der Massverkörperung, dem Massstab 5 kann ein m-Code verwendet werden, bspw. ein 18-bit Wort. Für die Inkrementalspur wird ein äquidistantes Gitter verwendet, welches die gleiche Periodizität aufweist, wie das auf den Massstab zurückprojizierte, streng sinusförmige Muster der vier Diodenflächen im Sensor. Das Absolutsignal wird schliesslich mit dem Inkrementalsignal zum Signalwert der Absolutposition kombiniert.

Fig. 3 zeigt im oberen Teil 3.1 und 3.2 ein Beispiel für die Korrelation bzw. die Verknüpfung von Signalen der Inkremental- und Absolutspur.

Die Inkrementalspur in 3.1 besteht aus den geometrisch sinusförmigen Sensor Spuren 1A, wovon zwei schematisch gezeichnet, um 90° phasenverschobene Spuren, eine Cosinus-Spur COS und eine Sinus-Spur SIN mit dem darauf projizierten Gitter des Massstabes, mit der gleichen Periodizität nota bene, abgebildet ist. Die trigonometrischen Spuren sind sich über den ersten Spalt erstreckend angedeutet, in der Tat erstreckt sich dieses Muster über so viele Spalten, wie die sinusförmigen Elektroden sich über die Länge erstrecken. Man sieht hier die Phasenverschiebung um 90° abgebildet.

Auf der Absolutspur in 3.2 erkennt man die Projektion des m-Codes auf das Sensor-Gitter 1B. Mit PD₁ ist der binäre Wert bezeichnet, der aus der Photodiode 1 gewonnen wird. Mit PD₂ ist der binäre Wert bezeichnet, der aus der Photodiode 2 gewonnen wird. Dazu wird das Binärisierungsniveau so gelegt, dass es bei der Hälfte des Maximalsignals liegt. Im gezeigten Beispiel erhält PD₁ auf diese Weise einen anderen binären Wert als PD₂.

Darunter wird in den Fig. 3.3 bis 3.7 auf die einzelnen Signalfolgen und auf die Kombination (Kon-

junktion) zum gewünschten Absolutsignal eingegangen.

Die in 3.3 dargestellten Sinus- bzw. Cosinusfunktionen S und C, bzw. deren in 3.4 dargestellten Pulsfolgen $z' = \text{sign } C$ und $z = \text{sign } S$, bilden zusammen mit der Phasenfunktion Φ die Information für die Inkrementalmessung. Die auf die oben beschriebene Weise gewonnenen binären Werte PD₁ und PD₂ in 3.6 bilden die Information für die Absolutmessung. Das entsprechende, die Absolutposition indizierende Bit b des Absolutcodes gemäss 3.7 errechnet sich dann durch die binäre Multiplikation von $z \cdot \text{PD}_1$ für die Sinusfunktion und $z' \cdot \text{PD}_2$ für die Cosinusfunktion, wovon in einer disjunkten Weise entweder das eine oder das andere Bit indiziert ist, je nachdem die Positionen von 3.1 zu 3.2 sich ergeben haben.

Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform, die im Auflicht betrieben wird. Die Form des Sensors, der mit Durchlicht arbeitet, ist sehr stark von der Form des durchleuchteten Massstabs abhängig und umgekehrt. Einen solchen Sachzwang hat man bei der Ausführungsform im Auflicht nicht. Davon befreit eröffnen sich sehr interessante Aspekte. Einer davon ist der, dass zur Erhöhung der Messgenauigkeit gleich ein genuiner Bestandteil der Maschine als Massverkörperung bzw. Massstab benutzt wird, mit andern Worten, das Muster, üblicherweise auf einem gesonderten Massstab, wird direkt auf den die gewünschte Bewegung durchführenden Teil der Maschine aufgeprägt und der oder die Auflicht-Sensor/en gegenüber stationär angeordnet. Mit solch einer Ausgestaltung ist man bspw. frei von differierendem Temperaturverhalten von Massstab und Maschine, wodurch eine weitere Ungenauigkeit eliminiert wird.

Die von den sinusförmigen lichtsensitiven Flächen erzeugten Signale sind präzise periodisch sinusförmig, man gewinnt daraus die in Fig. 3.3 gezeigte Sinus- und Cosinus-Analogsignale. Im einfachsten Fall, wenn die Grundauflösung des Messsystems ausreicht, kann das Analogsignal durch einen Komparator in ein Rechtecksignal umgewandelt werden. Aus einer Periode entstehen so vier Zählsschritte. Soll das Analogsignal interpoliert werden, so wird eine Unterteilung der Grundperiode in kleinere Einheiten vorgenommen. Dabei hängt die Genauigkeit der Interpolation von der Genauigkeit der Grundperiode und diese von der Gestalt des analogen Sinussignals. Ist letzteres ungenau, verzerrt, so entsteht ein entsprechend ungenauer «Interpolationsmassstab». Durch die geometrisch präzise, die Präzision der Herstellung integrierter Schaltungen abbildenden Grundfunktion, die sinusförmigen lichtsensitiven Flächen, wird diese Präzision entsprechend auf den «Interpolationsmassstab» übertragen.

Die hier vorgestellte Erfindung erlaubt eine rigorose Miniaturisierung der optischen Teile eines Messgebers. Insbesondere bei der Ausführungsform nach Fig. 4, wenn die Massverkörperung im Auflicht abgetastet wird und diese zudem Teil der Maschine ist, an welcher der Messgeber arbeitet, ist es möglich, das Herzstück des Messgebers förmlich in die Maschine hineinzubauen, wodurch sie praktisch in-

tegrierter Teil dieser Maschine wird und auf sämtliche Umweltbedingungen in der gleichen Form reagiert, wie die Maschine selber.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung und Verwertung einer Verschiebung eines Abtastkopfes gegenüber einer Massverkörperung, vorzugsweise in einem optischen Messgeber, dadurch gekennzeichnet, dass auf mindestens eine als integrierte Schaltung ausgeführte lichtensitive Anordnung von Flächen ein zur geometrischen Gestalt der Flächen geometrisch korreliert ausgestaltetes Muster von Licht und Schatten projiziert wird, wobei die lichtensitive Anordnung von Flächen geometrisch so gestaltet wird, dass beim Projizieren von Licht und Schatten des korreliert ausgestalteten Musters auf diese Flächen durch deren Lichtsensitivität eine elektrische Signalfolge derart entsteht, dass sie mit der Fertigungsgenauigkeit der Geometrie der integrierten Schaltung bzw. deren lichtsensitiver Flächen interpoliert werden kann und wird und als das Mass der Verschiebung ausdrückendes Mess- oder Stellsignal zur Verfügung gestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass lichtensitive Zusatzflächen geschaffen werden, die geometrisch so gestaltet werden, dass beim Projizieren eines weiteren, zur geometrischen Gestalt der lichtsensitiven Zusatzflächen geometrisch korreliert ausgestalteten Musters von Licht und Schatten auf die lichtsensitiven Zusatzflächen eine elektrische Signalfolge entsteht, die als Zusatzsignal einem Absolutwert entspricht und als Mess- oder Stellsignal weiter gegeben wird.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Signalfolgen der lichtsensitiven Flächen kombiniert und zu einem gemeinsamen Stellsignal zusammengefasst werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die geometrische Gestalt der lichtsensitiven Flächen gemäss einer zyklischen Funktion ausgeführt wird und dass das dazu korrelierte Muster für die Projektion als ein Gitter mit gleicher Periode wie die zyklische Funktion ausgestaltet und projiziert wird und dass die elektrische Signalfolge linear interpoliert und als Mess- oder Stellsignal weitergegeben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die geometrische Gestalt der lichtsensitiven Flächen gemäss einer Sinusfunktion ausgeführt wird, dass vier solche Sinusflächen mit Phasenwinkeln 0° , 90° , 180° , 270° zueinander angeordnet werden, und dass das dazu korrelierte Muster der Massverkörperung für die Projektion als ein Gitter mit gleicher Periode wie die Sinusfunktion ausgestaltet und projiziert wird und dass die in den vier lichtsensitiven Flächen entstehende elektrische Signalfolge linear interpoliert und als Mess- oder Stellsignal weitergegeben wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das auf die lichtsensitiven Flächen zu projizierende Muster mittels einer Abbildungsoptik massstäblich linear verändert wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zu projizierende Muster im Durchlicht erzeugt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zu projizierende Muster im Auflicht und durch Reflexion oder Beugung an diffraktiven optischen Strukturen oder an optisch streuenden Strukturen erzeugt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das zu projizierende Muster in einen Maschinenteil eingeprägt wird oder an einem solchen angeordnet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das zur geometrischen Gestalt der lichtsensitiven Flächen geometrisch korreliert ausgestaltete Muster sowie das zur geometrischen Gestalt der lichtsensitiven Zusatzflächen geometrisch korreliert ausgestaltete Muster durch eine gemeinsame Optik auf einen gemeinsamen Sensor, vorzugsweise eine integrierte Schaltung mit Sensorflächen, projiziert werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass objektseitig ein telezentrisches optisches Abbildungssystem, welches durch Optimierung der Telezentrie-Blendenöffnung im Wesentlichen unempfindlich gegenüber Defokussierung wird und trotzdem eine hohe Lichtausbeute gewährt, verwendet wird.

12. Optischer Messgeber zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Lichtquelle (3) und mindestens einer als integrierte Schaltung (1) ausgeführten lichtsensitiven Anordnung von Flächen (1A), die geometrisch so gestaltet sind, dass beim Projizieren eines zur geometrischen Gestalt der Flächen geometrisch korreliert ausgestalteten und abgestimmten Musters (A) von Licht und Schatten auf die lichtsensitiven Flächen (1A) eine elektrische Signalfolge entsteht, die mit der Fertigungsgenauigkeit der Geometrie der integrierten Schaltung bzw. deren lichtsensitiver Flächen interpoliert und als Mess- oder Stellsignal weitergegeben wird.

13. Optischer Messgeber nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass er lichtensitive Zusatzflächen (1B) aufweist, die geometrisch so gestaltet sind, dass beim Projizieren eines weiteren, zur geometrischen Gestalt der lichtsensitiven Zusatzflächen (1B) geometrisch korreliert ausgestalteten Musters (B) von Licht und Schatten auf die lichtsensitiven Zusatzflächen (1B) eine elektrische Signalfolge entsteht, die als Zusatzsignal einem Absolutwert entspricht und als Mess- oder Stellsignal weitergegeben wird.

14. Optischer Messgeber nach den Ansprüchen 12 und 13, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (1C) vorgesehen sind, um die elektrischen Signalfolgen der lichtsensitiven Flächen zu kombinieren und zu einem gemeinsamen Stellsignal zusammenzufassen.

15. Optischer Messgeber nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die geometrische Gestalt der lichtsensitiven Flächen (1A) eine Form gemäss einer Sinusfunktion mit Sinusflächen aufweist, dass vier solche Sinusflächen derart zueinander angeordnet sind, dass die Winkel 0° , 90° , 180° , 270°

entstehen und dass das dazu korrelierte Muster der Massverkörperung (5) für die Projektion als Gitter (A) mit gleicher Periode wie die Sinusfunktion ausgestaltet ist, sodass die in den vier lichtsensitiven Flächen entstehende elektrische Signalfolge linear interpoliert und als Mess- oder Stellsignal weitergegeben wird.

5

16. Optischer Messgeber nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den lichtsensitiven Flächen und dem zu projizierenden Muster einer Massverkörperung (5) eine Abbildungsoptik (2), vorzugsweise ein telezentrisches optisches Abbildungssystem mit einer Telezentrie-Blendenöffnung (6), angeordnet ist.

10

17. Optischer Messgeber nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass zur Abbildung des zur geometrischen Gestalt der lichtsensitiven Flächen geometrisch korreliert ausgestalteten Musters sowie des zur geometrischen Gestalt der lichtsensitiven Zusatzflächen geometrisch korreliert ausgestalteten Musters eine gemeinsame Optik (2) und ein gemeinsamer Sensor (1) vorgesehen sind, welcher Sensor vorzugsweise als eine integrierte Schaltung mit Sensorflächen ausgebildet ist.

15

20

25

18. Optischer Messgeber nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass objektseitig ein telezentrisches optisches Abbildungssystem (2, 6), welches durch Optimierung der Telezentrie Blendenöffnung (6) unempfindlich gegenüber Defokussierung wird und trotzdem eine hohe Lichtausbeute gewährt, verwendet wird.

30

35

40

45

50

55

60

65

6

