



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 203 973.1**

(51) Int Cl.: **G01B 7/00** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **21.04.2021**

(43) Offenlegungstag: **11.11.2021**

(30) Unionspriorität:
20173118.9 **06.05.2020** **EP**

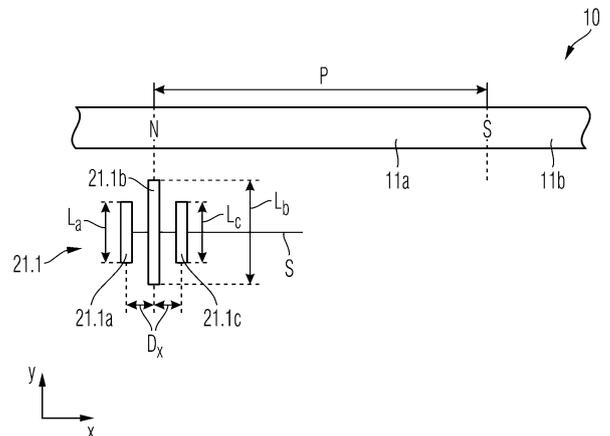
(72) Erfinder:
Schneider, Johannes, Dr., 83278 Traunstein, DE

(71) Anmelder:
**DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH, 83301
Traunreut, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Magnetische Positionsmesseinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine magnetische Positionsmesseinrichtung mit einem magnetischen Maßstab sowie einer in mindestens einer Messrichtung relativ hierzu beweglichen Abtasteinheit. Der magnetische Maßstab besitzt im gleichmäßigen Rastermaß P angeordnete Maßstabbereiche mit entgegengesetzt orientierter Magnetisierung, wobei das Rastermaß P die Ausdehnung eines Maßstabbereichs entlang der Messrichtung angibt. Die Abtasteinheit weist mindestens eine erste Detektor-Elementarzelle auf, die drei streifenförmige, magnetoresistive Detektorelemente umfasst, die in Messrichtung beabstandet zueinander angeordnet sind, wobei die Längsrichtungen der Detektorelemente jeweils senkrecht zur Messrichtung orientiert sind. Entlang der Messrichtung benachbarte Detektorelemente weisen in der ersten Detektor-Elementarzelle einen Abstand $D_x = P/12$ zueinander auf (Fig. 3).



Beschreibung

GEBIET DER TECHNIK

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine magnetische Positionsmesseinrichtung, die zur Positionsmessung von zwei Objekten geeignet ist, die entlang mindestens einer Messrichtung zueinander beweglich angeordnet sind.

STAND DER TECHNIK

[0002] Magnetische Positionsmesseinrichtungen umfassen üblicherweise einen magnetischen Maßstab, bestehend aus alternierend mit im Rastermaß P angeordneten Maßstabbereichen unterschiedlicher Magnetisierung sowie eine in mindestens einer Messrichtung relativ hierzu bewegliche Abtasteinheit. Das Rastermaß P gibt dabei die Ausdehnung eines Maßstabbereichs entlang der Messrichtung an. Auf Seiten der Abtasteinheit ist u.a. eine Detektoranordnung vorgesehen, die geeignete magnetfeldempfindliche Detektorelemente aufweist. Als Detektorelemente kommen dabei streifenförmig ausgebildete, magnetoresistive dünne Schichten in Betracht, beispielsweise Permalloy-Schichten mit einem anisotropen Magnetwiderstand. Dies bedeutet, dass sich beim Vorhandensein eines äußeren Magnetfelds der elektrische Widerstand in den Detektorelementen ändert. Die in den Detektorelementen resultierende Widerstandsänderung ist hierbei eine Funktion des äußeren Magnetfelds, wobei mit zunehmenden magnetischen Feldstärken die Kennlinien derartiger Detektorelemente Verzerrungen erfahren. Die Verzerrungen der Kennlinie haben dann zur Folge, dass auch die Ausgangssignale der Detektorelemente abhängig von den Amplituden des Maßstabs-Magnetfelds Verzerrungen aufweisen und die Genauigkeit der Positionsmessung negativ beeinflussen. Derartige Verzerrungen seien nachfolgend als Harmonische oder Oberwellen der Messsignal-Grundfrequenz bezeichnet, die sich aus dem Rastermaß P des Maßstabs ergibt.

[0003] Zur Beseitigung derartiger Oberwellen in magnetischen Positionsmesseinrichtungen sind bereits eine Reihe von Lösungen bekannt geworden. Dabei wird in der Regel abhängig von der zu filternden Oberwelle eine bestimmte geometrische Anordnung der Detektorelemente in der abtastseitigen Detektoranordnung vorgesehen.

[0004] Die JP 10-185507 A schlägt beispielsweise zur Filterung der unerwünschten dritten Harmonischen eine bestimmte Ausbildung einer Detektor-Elementarzelle in der Detektoranordnung vor, die drei streifenförmige, magnetoresistive Detektorelemente umfasst, welche in Messrichtung beabstandet zueinander angeordnet sind; die Längsrichtungen der Detektorelemente sind dabei jeweils senk-

recht zur Messrichtung orientiert. Benachbarte Detektorelemente besitzen entlang der Messrichtung einen Abstand von $P/8$, wobei P das Rastermaß der Maßstabbereiche mit entgegengesetzter Magnetisierung angibt. Das mittlere Detektorelement der Detektor-Elementarzelle weist mit der Länge L_1 eine größere Länge auf als die beiden äußeren Detektorelemente, die jeweils die Länge L_2 besitzen. Die Länge L_2 der äußeren Detektorelemente wird gemäß der JP 10-185507 A jeweils mit $L_2 = L_1/\sqrt{2}$ gewählt. Entlang der Messrichtung beabstandet ist eine zweite, identisch aufgebaute Detektor-Elementarzelle vorgesehen, die zusammen mit der ersten Detektor-Elementarzelle einen ersten Detektorblock bildet. Mit Hilfe des ersten Detektorblocks wird dabei ein erstes periodisches Inkrementalsignal erzeugt; über einen zweiten Detektorblock wird ein zweites periodisches Inkrementalsignal erzeugt, das gegenüber dem ersten Inkrementalsignal um 90° phasenversetzt ist. Der zweite Detektorblock ist senkrecht zur Messrichtung gegenüber dem ersten Detektorblock um einen Betrag versetzt angeordnet, der größer als die Länge L_1 ist.

[0005] Diese Filtervariante ist zum einen nur auf die Filterung der dritten Harmonischen aus den Messsignalen ausgelegt; mitunter beinhalten die Messsignale jedoch noch höhere Harmonische, die beseitigt werden sollen.

[0006] Zum anderen erweist sich der senkrecht zur Streifenrichtung benötigte Versatz der Detektorblöcke zur Erzeugung des ersten und zweiten Inkrementalsignals als nicht vorteilhaft. Liegen beispielsweise Inhomogenitäten in der Materialzusammensetzung im Maßstab vor, so unterscheiden sich lokal die Amplituden des ersten und zweiten Inkrementalsignals, was eine ungenaue Positionserfassung zur Folge hat.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine hochgenaue magnetische Positionsmesseinrichtung anzugeben, die eine effektive Filterung mehrerer unerwünschter Harmonischer aus den Ausgangssignalen ermöglicht. Dabei soll über eine möglichst kompakte Ausdehnung der Detektoranordnung eine gute Filterwirkung auch bei vorliegenden Inhomogenitäten im abgetasteten Maßstab gewährleistet sein.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine magnetische Positionsmesseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Vorteilhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung ergeben sich aus den Maßnahmen, die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführt sind.

[0010] Die erfindungsgemäße magnetische Positionsmesseinrichtung umfasst einen magnetischen Maßstab sowie eine in mindestens einer Messrichtung relativ hierzu bewegliche Abtasteinheit. Der magnetische Maßstab besitzt im gleichmäßigen Rastermaß P angeordnete Maßstabbereiche mit entgegengesetzt orientierter Magnetisierung, wobei das Rastermaß P die Ausdehnung eines Maßstabbereichs entlang der Messrichtung angibt. Die Abtasteinheit weist mindestens eine erste Detektor-Elementarzelle auf, die drei streifenförmige, magnetoresistive Detektorelemente umfasst, die in Messrichtung beabstandet zueinander angeordnet sind, wobei die Längsrichtungen der Detektorelemente jeweils senkrecht zur Messrichtung orientiert sind. Entlang der Messrichtung benachbarte Detektorelemente in der ersten Detektor-Elementarzelle besitzen einen Abstand $D_x = P/12$.

[0011] Vorzugsweise weist das mittlere Detektorelement entlang seiner Längsrichtung eine Länge L_b auf, die größer ist als die Längen L_a , L_c der beiden äußeren Detektorelemente.

[0012] In einer möglichen Ausführungsform können die beiden äußeren Detektorelemente dabei jeweils eine Detektorelement-Länge $L_a = L_c = L_b / \sqrt{3}$ aufweisen.

[0013] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Abtasteinheit mindestens einen ersten Detektorblock aufweist, der aus der ersten Detektor-Elementarzelle und einer zweiten Detektor-Elementarzelle besteht, die identisch zur ersten Detektor-Elementarzelle ausgebildet ist, wobei die zweite Detektor-Elementarzelle

- entlang der Messrichtung um den Messrichtungs-Versatzbetrag $V_{DE_x} = P/6$ gegenüber der ersten Detektor-Elementarzelle versetzt angeordnet ist, und

- senkrecht zur Messrichtung um den Transversal-Versatzbetrag $V_{DE_y} = L_b + \Delta 1$ gegenüber der ersten Detektor-Elementarzelle versetzt angeordnet ist, so dass der erste Detektorblock entlang der Längsrichtung der Detektorelemente eine Detektorblock-Länge $L_{DB_y} = 2 \cdot L_b + \Delta 1$ besitzt, und wobei $\Delta 1 = [10\mu\text{m} - 100\mu\text{m}]$ gewählt ist. Weiterhin ist möglich, dass die Abtasteinheit ferner einen zweiten Detektorblock aufweist, der identisch zum ersten Detektorblock ausgebildet ist, wobei der erste und der zweite Detektorblock zusammen eine erste Detektorgruppe bilden, und wobei der zweite Detektorblock

- entlang der Messrichtung um den Messrichtungs-Versatzbetrag $V_{DB_x} = P/22$ gegenüber dem ersten Detektorblock versetzt angeordnet ist, und

- senkrecht zur Messrichtung um den Transversal-Versatzbetrag $V_{DB_y} = L_{DB_y} + \Delta 2$ gegenüber dem ersten Detektorblock versetzt angeordnet ist, und wobei $\Delta 2 = [10\mu\text{m} - 100\mu\text{m}]$ gewählt ist.

[0014] Ferner können die Detektorelemente der ersten Detektorgruppe seriell miteinander verschaltet sein, so dass im Fall der Relativbewegung von Maßstab und Abtasteinheit ein erstes periodisches Teil-Inkrementalsignal über die erste Detektorgruppe erzeugbar ist.

[0015] Desweiteren kann vorgesehen sein, dass die Abtasteinheit mindestens drei weitere Detektorgruppen aufweist, die jeweils identisch zur ersten Detektorgruppe ausgebildet sind, wobei

- eine zweite Detektorgruppe entlang der Messrichtung im Abstand $G_x = P/4$ beabstandet von der ersten Detektorgruppe angeordnet ist, so dass im Fall der Relativbewegung von Maßstab und Abtasteinheit ein zweites periodisches Teil-Inkrementalsignal über die zweite Detektorgruppe erzeugbar ist, das um 90° phasenversetzt gegenüber dem ersten Teil-Inkrementalsignal ist, und

- eine dritte Detektorgruppe entlang der Messrichtung im Abstand $G_x = P/4$ beabstandet von der zweiten Detektorgruppe angeordnet ist, so dass im Fall der Relativbewegung von Maßstab und Abtasteinheit ein drittes periodisches Teil-Inkrementalsignal über die dritte Detektorgruppe erzeugbar ist, das um 90° phasenversetzt gegenüber dem zweiten Teil-Inkrementalsignal ist und

- eine vierte Detektorgruppe entlang der Messrichtung im Abstand $G_x = P/4$ beabstandet von der dritten Detektorgruppe angeordnet ist, so dass im Fall der Relativbewegung von Maßstab und Abtasteinheit ein viertes periodisches Teil-Inkrementalsignal über die vierte Detektorgruppe erzeugbar ist, das um 90° phasenversetzt gegenüber dem dritten Teil-Inkrementalsignal ist. Hierbei ist möglich, dass

- die erste und dritte Detektorgruppe derart miteinander verschaltet sind, dass aus dem ersten und dritten Teil-Inkrementalsignal ein erstes periodisches Inkrementalsignal erzeugbar ist, und

- die zweite und vierte Detektorgruppe derart miteinander verschaltet sind, dass aus dem zweiten und vierten Teil-Inkrementalsignal ein zweites periodisches Inkrementalsignal erzeugbar ist, das gegenüber dem ersten Inkrementalsignal um 90° phasenversetzt ist.

[0016] In einer alternativen Ausführungsform kann ferner vorgesehen werden, dass die Abtasteinheit mindestens einen ersten Detektorblock aufweist, der

aus der ersten Detektor-Elementarzelle und einer zweiten Detektor-Elementarzelle besteht, wobei die zweite Detektor-Elementarzelle entlang der Messrichtung um den Messrichtungs-Versatzbetrag $V_{DE_x} = P/6$ versetzt gegenüber der ersten Detektor-Elementarzelle angeordnet ist, und wobei ein Detektorelement sowohl Bestandteil der ersten und der zweiten Detektor-Elementarzelle ist, so dass der erste Detektorblock fünf Detektorelemente umfasst.

[0017] Dabei ist möglich, dass

- die mittleren Detektorelemente der beiden Detektor-Elementarzellen jeweils die gleiche Länge $L_b = L_b'$ aufweisen, und
- die äußersten Detektorelemente der beiden Detektor-Elementarzellen jeweils die gleiche Länge $L_a = L_a'$ aufweisen, und
- das Detektorelement, welches sowohl Bestandteil der ersten und zweiten Detektor-Elementarzelle ist, entlang seiner Längsrichtung eine Detektorelement-Länge $L_3 = 2 \cdot L_a = 2 \cdot L_b / \sqrt{3}$ aufweist.

[0018] Vorzugsweise besitzt hierbei der erste Detektorblock entlang der Längsrichtung der Detektorelemente eine Detektorblock-Länge $L_{DB_y'} = 2 \cdot L_b + \Delta 1'$, wobei $\Delta 1' = [10\mu\text{m} - 100\mu\text{m}]$ gewählt ist.

[0019] Desweiteren ist dabei vorgesehen, dass

- das Detektorelement, welches sowohl Bestandteil der ersten und zweiten Detektor-Elementarzelle ist, symmetrisch zu einer mittigen Symmetrielinie des ersten Detektorblocks angeordnet ist, und
- die beiden weiteren Detektorelemente der ersten Detektor-Elementarzelle im Bereich zwischen $\Delta 1'/2$ und $L_{DB_y'}/2$ beabstandet auf einer Seite der Symmetrielinie angeordnet sind, und
- die beiden weiteren Detektorelemente der zweiten Detektor-Elementarzelle im Bereich zwischen $\Delta 1'/2$ und $L_{DB_y'}/2$ auf der gegenüberliegenden Seite der Symmetrielinie angeordnet sind.

[0020] Darüber hinaus kann die Abtasteinheit ferner einen zweiten Detektorblock aufweisen, der identisch zum ersten Detektorblock ausgebildet ist, wobei der erste und der zweite Detektorblock zusammen eine erste Detektorgruppe bilden und wobei der zweite Detektorblock

- entlang der Messrichtung um den Messrichtungs-Versatzbetrag $V_{DB_x'} = P/22$ gegenüber dem ersten Detektorblock versetzt angeordnet ist, und

- senkrecht zur Messrichtung um den Transversal-Versatzbetrag $V_{DB_y} = L_{DB_y'} + \Delta 2'$ gegenüber dem ersten Detektorblock versetzt angeordnet ist, und wobei $\Delta 2' = [10\mu\text{m} - 100\mu\text{m}]$ gewählt ist.

[0021] Mit Vorteil sind jeweils die Detektorelemente einer Detektorgruppe seriell miteinander verschaltet.

[0022] Desweiteren kann vorgesehen sein, dass die Detektorelemente als anisotrope magneto-resistive Sensoren ausgebildet sind.

[0023] In der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung kann basierend auf der Ausbildung einer ersten Detektor-Elementarzelle eine Vorrichtung aufgebaut werden, die auch eine Filterung bzw. Unterdrückung mehrerer unerwünschter Harmonischer in den Ausgangssignalen sicherstellt, beispielsweise die gleichzeitige Filterung der 3., 5., 7., 9. und 11. Harmonischen. Dies kann zudem durch eine äußerst kompakte räumliche Ausdehnung der hierzu erforderlichen Strukturen in der abtastseitigen Detektoranordnung erreicht werden. Dadurch lässt sich der Einfluss eventueller Maßstabs-Inhomogenitäten auf die gewünschte Filterwirkung erheblich verringern.

[0024] Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung seien anhand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Verbindung mit den Figuren erläutert.

Figurenliste

[0025] Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung, die zur Erfassung rotatorischer Relativbewegungen geeignet ist;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung, die zur Erfassung linearer Relativbewegungen geeignet ist;

Fig. 3 eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Aufbaus einer Detektor-Elementarzelle in einem Ausführungsbeispiel einer Abtasteinheit der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung;

Fig. 4 eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Aufbaus eines Detektorblocks in einem Ausführungsbeispiel einer Abtasteinheit der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung;

Fig. 5 ein schematische Darstellung zur Erläuterung des Aufbaus einer Detektorgruppe in einem Ausführungsbeispiel einer Abtasteinheit der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung;

Fig. 6 ein schematische Darstellung zur Erläuterung einer Anordnung mit mehreren Detektorgruppen in einem Ausführungsbeispiel einer Abtasteinheit der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung;

Fig. 7 ein schematische Darstellung zur Erläuterung des Aufbaus eines Detektorblocks in einem weiteren Ausführungsbeispiel einer Abtasteinheit der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung;

Fig. 8 ein schematische Darstellung zur Erläuterung des Aufbaus einer Detektorgruppe im Ausführungsbeispiel der **Fig. 7**.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0026] Die **Fig. 1** und **Fig. 2** veranschaulichen in stark schematisierter Form ein erstes und zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung.

[0027] Die in **Fig. 1** dargestellte Variante dient hierbei zur Erfassung der Relativposition zweier - nicht gezeigter - Objekte, die rotatorisch um eine Rotationsachse **R** zueinander beweglich angeordnet sind. Ein erstes Objekt ist dabei mit dem magnetischen Maßstab **10** der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung verbunden, ein zweites Objekt mit der Abtasteinheit **20** der Positionsmesseinrichtung. Maßstab **10** und Abtasteinheit **20** sind entlang der Messrichtung **x** relativ zueinander um die Rotationsachse **R** beweglich, wobei sich die Messrichtung **x** hier entlang eines Kreisrings um die Rotationsachse **R** erstreckt.

[0028] Bei den mit Maßstab **10** und Abtasteinheit **20** verbundenen Objekten kann es sich z.B. um zwei zueinander um die Rotationsachse **R** bewegliche Maschinenkomponenten handeln, deren Relativposition mit Hilfe der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung zu erfassen ist. Hierzu erzeugt die Positionsmesseinrichtung positionsabhängige Abtastsignale in Form von periodischen Inkrementalsignalen, die von einer - nicht dargestellten - Folgeelektronik weiterverarbeitbar sind.

[0029] Der magnetische Maßstab **10** besitzt Maßstabbereiche **11a**, **11b** mit entgegengesetzt orientierter Magnetisierung, die im gleichmäßigen Rastermaß **P** entlang der Messrichtung **x** auf der äußeren Umfangsfläche eines trommelförmigen Trägerkörpers angeordnet sind. Der trommelförmige Trägerkörper ist dabei drehbar um die Rotationsachse **R** angeordnet. Das Rastermaß **P** gibt die Ausdeh-

nung eines Maßstabbereichs **11a**, **11b** entlang der Messrichtung **x** an; sowohl die Maßstabbereiche **11a** als auch die Maßstabbereiche **11b** weisen somit die identische Ausdehnung entlang der Messrichtung **x** auf. Wie aus **Fig. 1** ersichtlich, sind die Maßstabbereiche **11a**, **11b** derart angeordnet, dass benachbarte Maßstabbereiche **11a**, **11b** im Grenzbereich jeweils eine entgegengesetzt orientierte Magnetisierung bzw. die gleichen magnetischen Pole besitzen. Bei benachbarten Maßstabbereichen **11a**, **11b** liegen sich demzufolge immer magnetische Nord- oder Südpole gegenüber. Die Maßstabperiodizität λ ergibt sich bei einem derart ausgebildeten Maßstab **10** demzufolge gemäß $\lambda = 2 \cdot P$.

[0030] Über den Maßstab **10** wird entlang der Messrichtung **x** benachbart zum Maßstab **10** damit ein periodisch modulierte Magnetfeld erzeugt, das von der Abtasteinheit **20** abgetastet wird. In einem möglichen Ausführungsbeispiel ist das Rastermaß der Maßstabbereiche **11a**, **11b** gemäß $P = 395\mu\text{m}$ gewählt.

[0031] Auf Seiten der Abtasteinheit **20** ist eine Detektoranordnung mit mehreren magneto-resistiven Detektorelementen zur Erzeugung von positionsabhängigen Abtastsignalen bzw. Inkrementalsignalen vorgesehen. Die Detektoranordnung ist in **Fig. 1** nur schematisch angedeutet und wird im Verlauf der weiteren Beschreibung noch im Detail erläutert. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Abtasteinheit **20** gegenüber dem rotierenden, trommelförmigen Trägerkörper mit dem Maßstab **10** stationär angeordnet.

[0032] Als magneto-resistive Detektorelemente fungieren in der Abtasteinheit **20** in diesem Ausführungsbeispiel anisotrope magneto-resistive Sensoren, die auch als sog. AMR-Sensoren bekannt sind. Diese bestehen aus streifenförmig ausgebildeten, dünnen Schichten aus einer NiFe-Legierung wie z.B. Permalloy, deren elektrischer Widerstand sich beim Vorhandensein eines äußeren Magnetfelds ändert. Aufgrund des periodisch modulierten Maßstab-Magnetfelds können bei einer Relativbewegung von Maßstab **10** und Abtasteinheit **20** somit positionsabhängige, periodische Abtastsignale über die Detektoranordnung der Abtasteinheit **20** erzeugt werden, die eine Signalperiode $SP = P$ besitzen.

[0033] Die mit Hilfe der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung erzeugten Abtastsignale werden an eine ebenfalls nicht in den Figuren gezeigte Folgeelektronik übermittelt, die diese je nach Anwendung weiterverarbeitet. Beispielsweise kann es sich hierbei um eine übergeordnete Maschinensteuerung handeln, die die Relativbewegung der beiden zueinander beweglichen Maschinenkomponenten steuert.

[0034] Eine zweite Variante einer erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung ist in **Fig. 2** gezeigt. Diese dient zur Erfassung der Relativposition zweier - ebenfalls nicht gezeigter - Objekte, die hier entlang der linearen Messrichtung x zueinander verschiebbar angeordnet sind. Ein erstes Objekt ist wiederum mit dem magnetischen Maßstab **110** der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung verbunden, ein zweites Objekt mit der Abtasteinheit **120** der Positionsmesseinrichtung.

[0035] Der Maßstab **110** erstreckt sich hier entlang der linearen Messrichtung x und weist ebenfalls Maßstabbereiche **111a**, **111b** mit entgegengesetzter orientierter Magnetisierung auf. Die Maßstabbereiche **111a**, **111b** sind wie in der rotatorischen Variante im gleichmäßigen Rastermaß P entlang der Messrichtung x auf einem geeigneten Trägerkörper angeordnet.

[0036] Auch in diesem Beispiel ist die konkrete Ausbildung der Abtasteinheit **120** und insbesondere die Detektoranordnung mit den magneto-resistiven Detektorelementen nicht aus der Figur erkennbar. Mögliche Varianten der Abtasteinheit **120** der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung werden im Gefolge anhand der **Fig. 3 - Fig. 6** im Detail erläutert; diese können sowohl in rotatorischen als auch in linearen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Einsatz kommen.

[0037] **Fig. 3** zeigt in schematischer Form eine Draufsicht auf eine erste Detektor-Elementarzelle **21.1** in der Detektoranordnung einer Abtasteinheit, die benachbart zu einem Abschnitt des darüber abgetasteten magnetischen Maßstabs **10** dargestellt ist. Die Detektor-Elementarzelle **21.1** umfasst gemäß diesem Ausführungsbeispiel drei streifenförmige, magneto-resistive Detektorelemente **21.1a**, **21.1b**, **21.1c**, die in Messrichtung x beabstandet zueinander angeordnet sind. Die Detektorelemente **21.1a - 21.1c** sind rechteckförmig ausgebildet, wobei sich deren parallel orientierte Längsrichtungen y jeweils senkrecht zur Messrichtung x erstrecken.

[0038] Der entlang der Messrichtung x vorgesehene Abstand D_x zwischen benachbarten Detektorelementen **21.1a - 21.1c** wird in der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung abhängig vom Rastermaß P der Maßstabbereiche **11a**, **11b** auf dem Maßstab **10** gewählt und beträgt $D_x = P/2$.

[0039] Wie aus **Fig. 3** ersichtlich, weist das mittlere Detektorelement **21.1b** entlang seiner Längsrichtung y eine Länge L_b auf, die größer als die Längen L_a , L_c der beiden äußeren Detektorelemente **21.1a**, **21.1c** gewählt ist. Die Längen L_a , L_c der beiden äußeren Detektorelemente **21.1a**, **21.1c** sind identisch

gewählt und weisen jeweils die Längen $L_a = L_c = L_b / \sqrt{3}$ auf.

[0040] In einem möglichen Ausführungsbeispiel wird bei einem Rastermaß $P = 395\mu\text{m}$ die Länge des L_b des mittleren Detektorelements **21.1b** gemäß $L_b = 80\mu\text{m}$ gewählt, womit sich für die Längen L_a , L_c der beiden äußeren Detektorelemente **21.1a**, **21.1c** gemäß der vorstehend erwähnten Beziehung $L_a = L_c = 46,19\mu\text{m}$ ergibt.

[0041] Über eine derartige Ausbildung der ersten Detektor-Elementarzelle **21.1** resultiert eine definierte Filterwirkung auf die in den periodischen Abtastsignalen enthaltenen Harmonischen. So lassen sich mit einer derart ausgebildeten Detektor-Elementarzelle **21.1** die 5. und 7. Harmonische aus den Abtastsignalen herausfiltern, die im Fall einer Relativbewegung zwischen Maßstab **10** und Abtasteinheit bei der Abtastung des magnetischen Maßstabs **10** resultieren.

[0042] Grundsätzlich ist in diesem Beispiel einer ersten Detektor-Elementarzelle **21.1** nicht zwingend erforderlich, dass die beiden äußeren Detektorelemente **21.1a**, **21.1c** wie im Beispiel der **Fig. 3** vorgesehen, mittig in Bezug auf eine Symmetrielinie S des mittleren Detektorelements **21.1b** angeordnet werden. Es ist alternativ auch möglich, dass diese Detektorelemente **21.1a**, **21.1c** entlang ihrer Längsrichtung y in einem Bereich verschoben angeordnet werden, der durch die Länge L_b des mittleren Detektorelements **21.1b** vorgegeben ist.

[0043] Um neben der 5. und 7. Harmonischen noch weitere Harmonische aus den Abtastsignalen zu entfernen, kann die aus der ersten Detektor-Elementarzelle **21.1** bestehende Detektoranordnung in der Abtasteinheit geeignet modifiziert bzw. erweitert werden. Eine Möglichkeit zur zusätzlichen Filterung der 3. und 9. Harmonischen wird nachfolgend anhand der schematischen Darstellung in **Fig. 4** erläutert.

[0044] In diesem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Detektoranordnung in der Abtasteinheit neben der ersten Detektor-Elementarzelle **21.1** noch eine zweite Detektor-Elementarzelle **21.2** aufweist. Die zweite Detektor-Elementarzelle **21.2** ist grundsätzlich identisch zur ersten Detektor-Elementarzelle **21.1** ausgebildet, umfasst also analog zur ersten Detektor-Elementarzelle **21.1** ebenfalls drei Detektorelemente **21.2a - 21.2c**, deren Längen entlang der Richtung y sowie deren gegenseitige Relativanordnung entlang der Messrichtung analog zur ersten Detektor-Elementarzelle **21.1** gewählt sind.

[0045] Die zweite Detektor-Elementarzelle **21.2** ist in einer bestimmten Relativposition zur ersten Detektor-Elementarzelle **21.1** in der Detektoranordnung angeordnet. So ist die zweite Detektor-Elementarzelle

le **21.2** entlang der Messrichtung x um den Messrichtungs-Versatzbetrag $V_{DE_x} = P/6$ gegenüber der ersten Detektor-Elementarzelle **21.1** versetzt angeordnet. Ferner ist vorgesehen, dass die zweite Detektor-Elementarzelle **21.2** senkrecht zur Messrichtung x , also entlang der y -Richtung, um den Transversal-Versatzbetrag $V_{DE_y} = L_b + \Delta 1$ gegenüber der ersten Detektor-Elementarzelle **21.1** versetzt angeordnet ist. Die Größe $\Delta 1$ wird dabei vorzugsweise in einem Bereich $\Delta 1 = [10\mu\text{m} - 100\mu\text{m}]$ gewählt.

[0046] Über die beiden Detektor-Elementarzellen **21.1**, **21.2** wird damit ein erster Detektorblock **22.1** ausgebildet. Der erste Detektorblock **22.1** besitzt hierbei entlang der Längsrichtung y der Detektorelemente **21.1a - 21.1c**, **21.2a - 21.2c** eine Detektorblock-Länge $L_{DB_y} = 2 \cdot L_b + \Delta 1$.

[0047] Wird die Größe $\Delta 1$ in einem Ausführungsbeispiel etwa $\Delta 1 = 80\mu\text{m}$ gewählt, so resultiert mit $L_b = 80\mu\text{m}$ dann eine Detektorblock-Länge $L_{DB_y} = 240\mu\text{m}$ entlang der y -Richtung. Damit kann also eine Filterung unerwünschter Harmonischer aus den erzeugten Abtastsignalen mittels einer Detektoranordnung erfolgen, die entlang der y -Richtung sehr kompakt ausgebildet ist. Wenn typische Ausdehnungen eventueller Maßstabs-Inhomogenitäten in der Größenordnung von ca. $300\mu\text{m}$ vorliegen, kann mittels einer derartig ausgebildeten Detektoranordnung somit der Einfluss eventueller Maßstabs-Inhomogenitäten auf die gewünschte Filterwirkung erheblich verringert werden

[0048] Soll über die Filterung der 3., 5., 7. und 9. Harmonischen hinaus noch die 11. Harmonische aus den Abtastsignalen herausgefiltert werden, so kann die aus dem ersten Detektorblock **22.1** bestehende Detektoranordnung gemäß **Fig. 4** in der Abtasteinheit nochmals erweitert werden. Eine Möglichkeit zur zusätzlichen Filterung der 11 Harmonischen wird nachfolgend anhand der schematischen Darstellung in **Fig. 5** erläutert.

[0049] In diesem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Detektoranordnung in der Abtasteinheit neben dem ersten Detektorblock **22.1** noch einen zweiten Detektorblock **22.2** aufweist. Der zweite Detektorblock **22.2** ist grundsätzlich identisch zum ersten Detektorblock **22.1** ausgebildet und besteht ebenfalls aus zwei Detektor-Elementarzellen, die eine bestimmte Relativanordnung zueinander aufweisen.

[0050] Der zweite Detektorblock **22.2** wird in der Detektoranordnung in einer bestimmten Relativanordnung zum ersten Detektorblock **22.1** platziert. So ist zum einen vorgesehen, dass der zweite Detektorblock entlang der Messrichtung x um den Messrichtungs-Versatzbetrag $V_{DB_x} = P/22$ gegenüber dem ersten Detektorblock **22.1** versetzt angeordnet ist. Zum anderen ist der zweite Detektorblock **22.2** senk-

recht zur Messrichtung x um den Transversal-Versatzbetrag $V_{DB_y} = L_{DB_y} + \Delta 2$ gegenüber dem ersten Detektorblock **22.1** versetzt angeordnet. Die Größe $\Delta 2$ wird dabei vorzugsweise in einem Bereich $\Delta 2 = [10\mu\text{m} - 100\mu\text{m}]$ gewählt.

[0051] Über die beiden Detektorblöcke **22.1**, **22.2** wird in diesem Ausführungsbeispiel eine erste Detektorgruppe **23.1** ausgebildet, die zur Filterung der 3., 5., 7., 9. und 11. Harmonischen aus den Abtastsignalen geeignet ist.

[0052] Sämtliche Detektorelemente der ersten Detektorgruppe **23.1** werden in der Abtasteinheit seriell miteinander verschaltet. Im Fall der Relativbewegung von Maßstab **10** und Abtasteinheit kann damit ein erstes periodisches Teil-Inkrementalsignal erzeugt werden, das nachfolgend mit **S_0** bezeichnet wird.

[0053] Um für eine der erfindungsgemäßen magnetischen Positionsmesseinrichtung nachgeordnete Folgeelektronik um 90° phasenversetzte Inkrementalsignale bereitstellen zu können, kann die Detektoranordnung aus **Fig. 5** nochmals erweitert werden. Eine entsprechende Variante einer derartigen Detektoranordnung ist in **Fig. 6** schematisch dargestellt. In dieser Figur sind zudem die Verbindungsleitungen gezeigt, die innerhalb einer Detektorgruppe jeweils die Detektorelemente seriell miteinander verbinden; diese können z.B. als Kupfer-Leitungen zwischen den Permalloy-Schichtstreifen der Detektorelemente ausgebildet sein.

[0054] Die in **Fig. 6** gezeigte Detektoranordnung umfasst neben der ersten Detektorgruppe **23.1** gemäß dem Beispiel aus **Fig. 5** noch drei weitere Detektorgruppen **23.2 - 23.4**, die jeweils grundsätzlich identisch zur ersten Detektorgruppe **23.1** ausgebildet sind.

[0055] Hierbei ist eine zweite Detektorgruppe **23.2** entlang der Messrichtung x im Abstand $G_x = P/4$ beabstandet von der ersten Detektorgruppe **23.1** angeordnet. Im Fall der Relativbewegung von Maßstab **10** und Abtasteinheit ist über die zweite Detektorgruppe **23.2** damit ein zweites periodisches Teil-Inkrementalsignal **S_90** erzeugbar, das um 90° phasenversetzt gegenüber dem ersten Teil-Inkrementalsignal **S_0** ist.

[0056] Eine dritte Detektorgruppe **23.3** ist ferner entlang der Messrichtung x im Abstand $G_x = P/4$ beabstandet von der zweiten Detektorgruppe **23.2** angeordnet, worüber im Fall der Relativbewegung von Maßstab **10** und Abtasteinheit ein drittes periodisches Teil-Inkrementalsignal **S_180** erzeugbar ist, das um 90° phasenversetzt gegenüber dem zweiten Teil-Inkrementalsignal **S_90** ist.

[0057] Eine vierte Detektorgruppe **23.4** ist schließlich entlang der Messrichtung x im Abstand $G_x = P/4$ beabstandet von der dritten Detektorgruppe **23.3** angeordnet, um darüber im Fall der Relativbewegung von Maßstab **10** und Abtasteinheit ein viertes periodisches Teil-Inkrementalsignal **S_270** über die vierte Detektorgruppe **23.4** zu erzeugen, das um 90° phasenversetzt gegenüber dem dritten Teil-Inkrementalsignal **S_180** ist.

[0058] Um aus den vier derart erzeugten Teil-Inkrementalsignalen **S_0**, **S_90**, **S_180**, **S_270** die seitens der Folgeelektronik erforderlichen zwei periodischen Inkrementalsignale mit 90° Phasenversatz zu erzeugen, kann weiterhin vorgesehen sein, dass zum Einen die erste und dritte Detektorgruppe **23.1**, **23.3** über eine Halbbrücke derart miteinander verschaltet werden, dass aus dem ersten und dritten Teil-Inkrementalsignal **S_0**, **S_180** das erste periodische Inkrementalsignal **SIN** erzeugbar ist. Zum Anderen würde in diesem Fall die zweite und vierte Detektorgruppe **23.2**, **23.4** über eine weitere Halbbrücke so miteinander verschaltet werden, dass aus dem zweiten und vierten Teil-Inkrementalsignal **S_90**, **S_270** das zweite periodische Inkrementalsignal **COS** erzeugbar ist, das gegenüber dem ersten Inkrementalsignal **SIN** um 90° phasenversetzt ist. Die entsprechende Verschaltung der Detektorelemente ist in **Fig. 6** dabei nicht im Detail gezeigt, sondern lediglich schematisiert angedeutet.

[0059] Alternativ hierzu ist die Erzeugung der Inkrementalsignale **SIN**, **COS** auch aus Vollbrücken möglich, die aus jeweils zwei zueinander parallel geschalteten Halbbrücken bestehen. Zur Bildung der Vollbrücken sind vier weitere Detektorgruppen (**23.1'**, **23.2'**, **23.3'** und **23.4'**) vorgesehen, die identisch zur ersten bis vierten Detektorgruppe gemäß dem erläuterten Beispiel ausgebildet und entlang der Messrichtung x um das Rastermaß P versetzt gegenüber den ersten vier Detektorgruppen angeordnet sind. Das erste Inkrementalsignal **SIN** resultiert dann aus der Vollbrücken-Verschaltung der Gruppen **23.1**, **23.3**, **23.1'** und **23.3'**. Das zweite um 90° phasenversetzte Inkrementalsignal **COS** resultiert aus der Vollbrücken-Verschaltung der Gruppen **23.2**, **23.4**, **23.2'** und **23.4'**.

[0060] Eine derartige Detektoranordnung kann ferner in eine Matrix aus mehreren Detektorgruppen erweitert werden, die aus in Messrichtung x angeordneten Spalten mehrerer Detektorgruppen sowie in y -Richtung angeordneten Zeilen mit mehreren Detektorgruppen besteht. Beispielsweise kann hierzu etwa eine Matrix aus acht Spalten und vier Zeilen von Detektorgruppen ausgebildet werden. Über eine solche Detektoranordnung lässt sich eine nochmals verbesserte Mittelung der erzeugten Abtastsignale erreichen, ferner können darüber resultierende Fehler aus dem nicht-perfekten Anbau der erfindungsgemäßen

Positionsmesseinrichtung in der jeweiligen Applikation minimiert werden.

[0061] Ein weiteres Ausführungsbeispiel zur alternativen Ausbildung geeigneter Detektorblöcke bzw. Detektorgruppen in der Detektoranordnung der Abtasteinheit einer erfindungsgemäßen Positionsmesseinrichtung werden nachfolgend anhand der **Fig. 7** und **Fig. 8** erläutert; dabei wird i.w. auf die maßgeblichen Unterschiede zu den bislang erläuterten Varianten eingegangen.

[0062] In **Fig. 7** ist eine Möglichkeit zur Ausbildung eines ersten Detektorblocks **222.1** aus zwei Detektor-Elementarzellen **221.1**, **221.2** dargestellt, wobei die zweite Detektor-Elementarzelle **221.2** entlang der Messrichtung x um den Messrichtungs-Versatzbetrag $V_{DE_x} = P/6$ versetzt gegenüber der ersten Detektor-Elementarzelle **221.1** angeordnet ist. Ferner ist hier vorgesehen, dass ein Detektorelement **221.3** sowohl Bestandteil der ersten und der zweiten Detektor-Elementarzelle **221.1**, **221.2** ist. Wie aus der Figur ersichtlich, handelt es sich dabei in der ersten Detektor-Elementarzelle **222.1** um das von links aus dritte Detektorelement bzw. in der zweiten Detektor-Elementarzelle um das von links aus erste Detektorelement. Daneben umfassen die erste und zweite Detektor-Elementarzelle **221.1**, **221.2** jeweils noch zwei weitere Detektorelemente **221.1a**, **221.1b** bzw. **221.2a**, **221.2b**. Somit weist der in **Fig. 7** gezeigte erste Detektorblock **222.1** insgesamt fünf Detektorelemente **221.1a**, **221.1b**, **221.3**, **221.2a**, **221.2b** auf.

[0063] Die benachbarten Detektorelemente einer Elementarzelle **221.1**, **221.2** besitzen wie im obigen Beispiel entlang der Messrichtung x jeweils einen Abstand $D_x = P/12$.

[0064] In den beiden Detektor-Elementarzellen **221.1**, **221.2** weisen die mittleren Detektorelemente **221.1b**, **221.2b** jeweils die gleiche Länge $L_b = L_b'$ auf; ebenso besitzen die äußersten Detektorelemente **221.1a**, **221.2a** in den beiden Detektor-Elementarzellen **221.1**, **221.2** jeweils die gleiche Länge $L_a = L_a'$.

[0065] Dasjenige Detektorelement **221.3**, welches sowohl Bestandteil der ersten und zweiten Detektor-Elementarzelle **221.1**, **222.2** ist, besitzt im dargestellten Ausführungsbeispiel die Länge $L_3 = 2 \cdot L_a = 2 \cdot L_b/\sqrt{3}$.

[0066] Für den in **Fig. 7** gezeigten ersten Detektorblock **221.1** ergibt sich damit entlang der Längsrichtung y der Detektorelemente **221.1a**, **221.1b**, **221.3**, **221.2a**, **221.2b** eine Detektorblock-Länge $L_{DB_y} = 2 \cdot L_b + \Delta 1'$; dabei wird $\Delta 1' = [10\mu\text{m} - 100\mu\text{m}]$ gewählt.

[0067] Wie desweiteren aus **Fig. 7** ersichtlich, ist das Detektorelement **221.3**, welches sowohl Bestandteil der ersten und zweiten Detektor-Elementarzelle

le **221.1**, **221.2** ist, symmetrisch zu einer mittigen Symmetrielinie S des ersten Detektorblocks **221.1** angeordnet. Die beiden weiteren Detektorelemente **221.1a**, **221.1b** der ersten Detektor-Elementarzelle **221.1** sind ferner im Bereich zwischen $\Delta 1'/2$ und $L_{DB_y}'/2$ beabstandet auf einer Seite der Symmetrielinie S angeordnet. Die beiden weiteren Detektorelemente **221.2a**, **221.2b** der zweiten Detektor-Elementarzelle **221.2** sind im Bereich zwischen $\Delta 1'/2$ und $L_{DB_y}'/2$ auf der gegenüberliegenden Seite der Symmetrielinie S angeordnet.

[0068] Mit Hilfe eines derart ausgebildeten ersten Detektorblocks **221.1** lassen sich aus den periodischen Abtastsignalen die 3., 5., 7. und 9. Harmonische herausfiltern. Soll darüber hinaus auch noch die 11. Harmonische gefiltert werden, so kann die Detektoranordnung analog zum obigen Beispiel um einen weiteren, zweiten Detektorblock **222.2** ergänzt werden wie dies in **Fig. 8** schematisiert gezeigt ist. Der zweite Detektorblock **222.2** ist prinzipiell identisch zum ersten Detektorblock **222.1** ausgebildet; er bildet zusammen mit dem ersten Detektorblock **222.1** wiederum eine erste Detektorgruppe **223.1**, die zur Erzeugung eines ersten Teil-Inkrementalsignals geeignet ist.

[0069] Der zweite Detektorblock **222.2** ist entlang der Messrichtung x um den Messrichtungs-Versatzbetrag $V_{DB_x}' = P/22$ gegenüber dem ersten Detektorblock **222.1** versetzt angeordnet ist. Senkrecht zur Messrichtung x ist der zweite Detektorblock **222.2** um den Transversal-Versatzbetrag $V_{DB_y} = L_{DB_y}' + \Delta 2'$ gegenüber dem ersten Detektorblock **22.1** versetzt angeordnet; dabei ist $\Delta 2' = [10\mu\text{m} - 100\mu\text{m}]$ gewählt.

[0070] Wie im obigen Beispiel kann die Detektoranordnung aus **Fig. 8** natürlich noch um drei weitere Detektorgruppen ergänzt werden, über die drei weitere Teil-Inkrementalsignale erzeugbar sind. Aus der geeigneten Verschaltung der insgesamt vier Detektorgruppen lassen sich dann wiederum die beiden um 90° phasenversetzten Inkrementalsignale **SIN**, **COS** bilden.

[0071] Neben den konkret beschriebenen Ausführungsbeispielen existieren im Rahmen der vorliegenden Erfindung selbstverständlich noch weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten für die erfindungsgemäße magnetische Positionsmesseinrichtung.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- JP 10185507 A [0004]

Patentansprüche

1. Magnetische Positionsmesseinrichtung mit einem magnetischen Maßstab (10; 110) sowie einer in mindestens einer Messrichtung (x) relativ hierzu beweglichen Abtasteinheit (20; 120), wobei

- der magnetische Maßstab (10; 110) im gleichmäßigen Rastermaß P angeordnete Maßstabbereiche (11a, 11b; 111a, 111b) mit entgegengesetzt orientierter Magnetisierung besitzt, wobei das Rastermaß P die Ausdehnung eines Maßstabbereichs (11a, 11b; 111a, 111b) entlang der Messrichtung (x) angibt, und
- die Abtasteinheit (20; 120) mindestens eine erste Detektor-Elementarzelle (21.1) aufweist, die drei streifenförmige, magnetoresistive Detektorelemente (21.1a - 21.1c) umfasst, die in Messrichtung (x) beabstandet zueinander angeordnet sind, wobei die Längsrichtungen (y) der Detektorelemente (21.1a - 21.1c) jeweils senkrecht zur Messrichtung (x) orientiert sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass entlang der Messrichtung (x) benachbarte Detektorelemente (21.1a - 21.1c) in der ersten Detektor-Elementarzelle (21.1) einen Abstand $D_x = P/12$ zueinander aufweisen.

2. Magnetische Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mittlere Detektorelement (21.1b) entlang seiner Längsrichtung (y) eine Länge L_b aufweist, die größer ist als die Längen L_a , L_c der beiden äußeren Detektorelemente (21.1a, 21.1c).

3. Magnetische Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden äußeren Detektorelemente (21.1a, 21.1c) jeweils eine Detektorelement-Länge $L_a = L_c = L_b / \sqrt{3}$ aufweisen.

4. Magnetische Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abtasteinheit (20; 120) mindestens einen ersten Detektorblock (22.1) aufweist, der aus der ersten Detektor-Elementarzelle (21.1) und einer zweiten Detektor-Elementarzelle (21.2) besteht, die identisch zur ersten Detektor-Elementarzelle (21.1) ausgebildet ist, wobei die zweite Detektor-Elementarzelle (21.2)

- entlang der Messrichtung (x) um den Messrichtungs-Versatzbetrag $V_{DE_x} = P/6$ gegenüber der ersten Detektor-Elementarzelle (21.1) versetzt angeordnet ist, und

- senkrecht zur Messrichtung (x) um den Transversal-Versatzbetrag $V_{DE_y} = L_b + \Delta 1$ gegenüber der ersten Detektor-Elementarzelle (21.1) versetzt angeordnet ist, so dass der erste Detektorblock (22.1) entlang der Längsrichtung (y) der Detektorelemente (21.1a - 21.1c; 21.2a - 21.2c) eine Detektorblock-Länge $L_{DB_y} = 2 \cdot L_b + \Delta 1$ besitzt, und wobei $\Delta 1 = [10\mu\text{m} - 100\mu\text{m}]$ gewählt ist.

5. Magnetische Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abtasteinheit (20; 120) ferner einen zweiten Detektorblock (22.2) aufweist, der identisch zum ersten Detektorblock (22.1) ausgebildet ist, wobei der erste und der zweite Detektorblock (22.1, 22.2) zusammen eine erste Detektorgruppe (23.1) bilden, und wobei der zweite Detektorblock (22.2)

- entlang der Messrichtung (x) um den Messrichtungs-Versatzbetrag $V_{DB_x} = P/22$ gegenüber dem ersten Detektorblock (22.1) versetzt angeordnet ist, und

- senkrecht zur Messrichtung um den Transversal-Versatzbetrag $V_{DB_y} = L_{DB_y} + \Delta 2$ gegenüber dem ersten Detektorblock (22.1) versetzt angeordnet ist, und wobei $\Delta 2 = [10\mu\text{m} - 100\mu\text{m}]$ gewählt ist.

6. Magnetische Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektorelemente der ersten Detektorgruppe (23.1) seriell miteinander verschaltet sind, so dass im Fall der Relativbewegung von Maßstab (10; 110) und Abtasteinheit (20; 120) ein erstes periodisches Teil-Inkrementalsignal (S_0) über die erste Detektorgruppe (23.1) erzeugbar ist.

7. Magnetische Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abtasteinheit (20; 120) mindestens drei weitere Detektorgruppen (23.2, 23.3, 23.4) aufweist, die jeweils identisch zur ersten Detektorgruppe (23.1) ausgebildet sind, wobei

- eine zweite Detektorgruppe (23.2) entlang der Messrichtung (x) im Abstand $G_x = P/4$ beabstandet von der ersten Detektorgruppe (23.1) angeordnet ist, so dass im Fall der Relativbewegung von Maßstab (10; 110) und Abtasteinheit (20; 120) ein zweites periodisches Teil-Inkrementalsignal (S_{90}) über die zweite Detektorgruppe (23.2) erzeugbar ist, das um 90° phasenversetzt gegenüber dem ersten Teil-Inkrementalsignal (S_0) ist, und

- eine dritte Detektorgruppe (23.3) entlang der Messrichtung (x) im Abstand $G_x = P/4$ beabstandet von der zweiten Detektorgruppe (23.2) angeordnet ist, so dass im Fall der Relativbewegung von Maßstab (10; 110) und Abtasteinheit (20; 120) ein drittes periodisches Teil-Inkrementalsignal (S_{180}) über die dritte Detektorgruppe (23.3) erzeugbar ist, das um 90° phasenversetzt gegenüber dem zweiten Teil-Inkrementalsignal (S_{90}) ist und

- eine vierte Detektorgruppe (23.4) entlang der Messrichtung (x) im Abstand $G_x = P/4$ beabstandet von der dritten Detektorgruppe (23.3) angeordnet ist, so dass im Fall der Relativbewegung von Maßstab (10; 110) und Abtasteinheit (20; 120) ein viertes periodisches Teil-Inkrementalsignal (S_{270}) über die vierte Detektorgruppe (23.4) erzeugbar ist, das um 90° phasenversetzt gegenüber dem dritten Teil-Inkrementalsignal (S_{180}) ist.

8. Magnetische Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- die erste und dritte Detektorgruppe (23.1, 23.3) derart miteinander verschaltet sind, dass aus dem ersten und dritten Teil-Inkrementalsignal (S_0 , S_{180}) ein erstes periodisches Inkrementalsignal (SIN) erzeugbar ist, und
- die zweite und vierte Detektorgruppe (23.2, 23.4) derart miteinander verschaltet sind, dass aus dem zweiten und vierten Teil-Inkrementalsignal (S_{90} , S_{270}) ein zweites periodisches Inkrementalsignal (COS) erzeugbar ist, das gegenüber dem ersten Inkrementalsignal (SIN) um 90° phasenversetzt ist.

9. Magnetische Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abtasteinheit (20; 120) mindestens einen ersten Detektorblock (222.1) aufweist, der aus der ersten Detektor-Elementarzelle (221.1) und einer zweiten Detektor-Elementarzelle (221.2) besteht, wobei die zweite Detektor-Elementarzelle (221.2) senkrecht zur Messrichtung (x) um den Messrichtungs-Versatzbetrag $V_{DE_x} = P/6$ versetzt gegenüber der ersten Detektor-Elementarzelle (222.1) angeordnet ist, und wobei ein Detektorelement (221.3) sowohl Bestandteil der ersten und der zweiten Detektor-Elementarzelle (221.1, 221.2) ist, so dass der erste Detektorblock (221) fünf Detektorelemente (221.1a, 221.1b, 221.3, 221.2a, 221.2b) umfasst.

10. Magnetische Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- die mittleren Detektorelemente (221.1b, 221.2b) der beiden Detektor-Elementarzellen (221.1, 221.2) jeweils die gleiche Länge $L_b = L_b'$ aufweisen, und
- die äußersten Detektorelemente (221.1a, 221.2a) der beiden Detektor-Elementarzellen (221.1, 221.2) jeweils die gleiche Länge $L_a = L_a'$ aufweisen, und
- das Detektorelement (221.3), welches sowohl Bestandteil der ersten und zweiten Detektor-Elementarzelle (221.1, 221.2) ist, entlang seiner Längsrichtung (y) eine Länge $L_3 = 2 \cdot L_a = 2 \cdot L_b/\sqrt{3}$ aufweist.

11. Magnetische Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Detektorblock (222.1) entlang der Längsrichtung (y) der Detektorelemente (221.1a, 221.1b, 221.3, 221.2a, 221.2b) eine Detektorblock-Länge $L_{DB_y} = 2 \cdot L_b + \Delta 1'$ besitzt, und wobei $\Delta 1' = [10\mu\text{m} - 100\mu\text{m}]$ gewählt ist.

12. Magnetische Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- das Detektorelement (221.3), welches sowohl Bestandteil der ersten und zweiten Detektor-Elementarzelle (221.1, 221.2) ist, symmetrisch zu einer mittigen Symmetrielinie (S) des ersten Detektorblocks (221.1) angeordnet ist, und
- die beiden weiteren Detektorelemente (221.1a, 221.1b) der ersten Detektor-Elementarzelle (221.1)

im Bereich zwischen $\Delta 1'/2$ und $L_{DB_y}/2$ beabstanden auf einer Seite der Symmetrielinie (S) angeordnet sind, und

- die beiden weiteren Detektorelemente (221.2a, 221.2b) der zweiten Detektor-Elementarzelle (221.2) im Bereich zwischen $\Delta 1'/2$ und $L_{DB_y}/2$ auf der gegenüberliegenden Seite der Symmetrielinie (S) angeordnet sind.

13. Magnetische Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abtasteinheit ferner einen zweiten Detektorblock (222.2) aufweist, der identisch zum ersten Detektorblock (222.1) ausgebildet ist, wobei der erste und der zweite Detektorblock (222.1, 222.2) zusammen eine erste Detektorgruppe (223.1) bilden und wobei der zweite Detektorblock (222.2)

- entlang der Messrichtung (x) um den Messrichtungs-Versatzbetrag $V_{DB_x} = P/22$ gegenüber dem ersten Detektorblock (222.1) versetzt angeordnet ist, und

- senkrecht zur Messrichtung (x) um den Transversal-Versatzbetrag $V_{DB_y} = L_{DB_y} + \Delta 2'$ gegenüber dem ersten Detektorblock (222.1) versetzt angeordnet ist, und wobei $\Delta 2' = [10\mu\text{m} - 100\mu\text{m}]$ gewählt ist.

14. Magnetische Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 7 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektorelemente einer Detektorgruppe seriell miteinander verschaltet sind.

15. Magnetische Positionsmesseinrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektorelemente als anisotrope magnetoresistive Sensoren ausgebildet sind.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

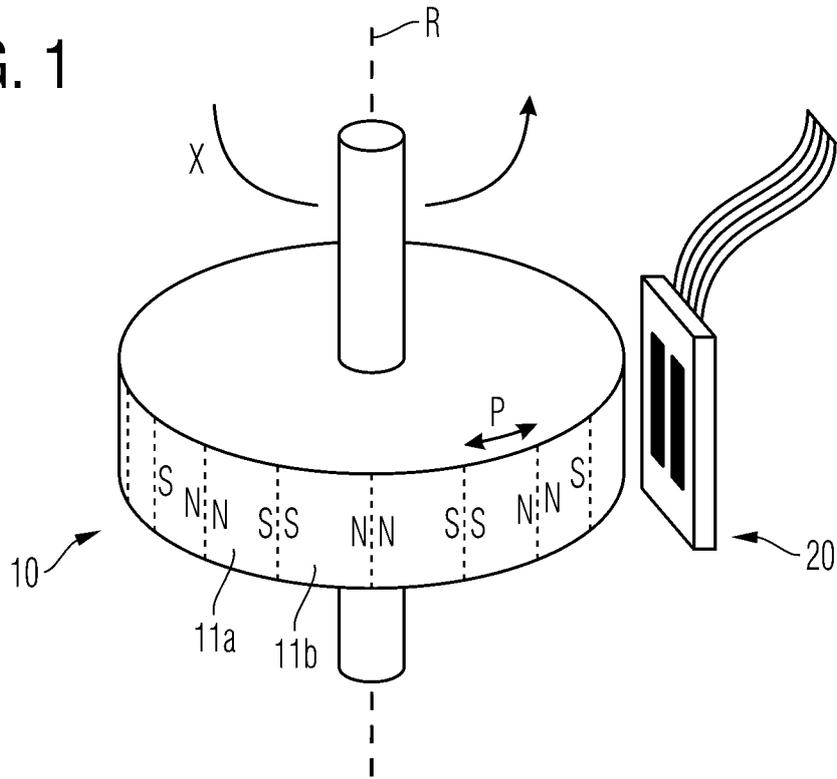


FIG. 2

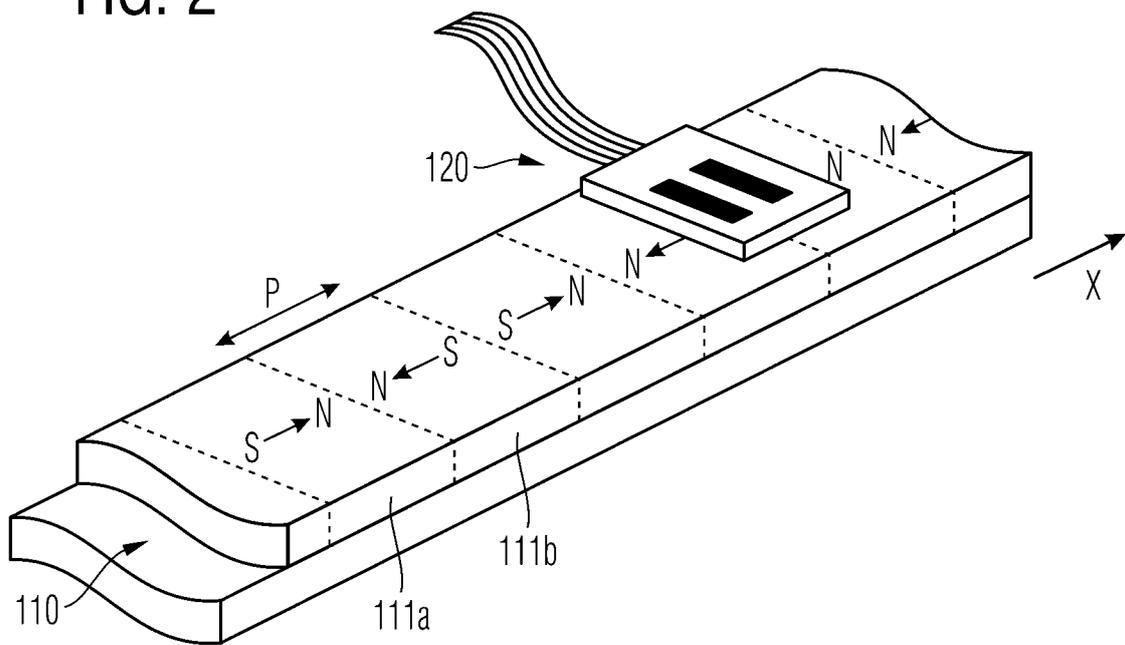


FIG. 3

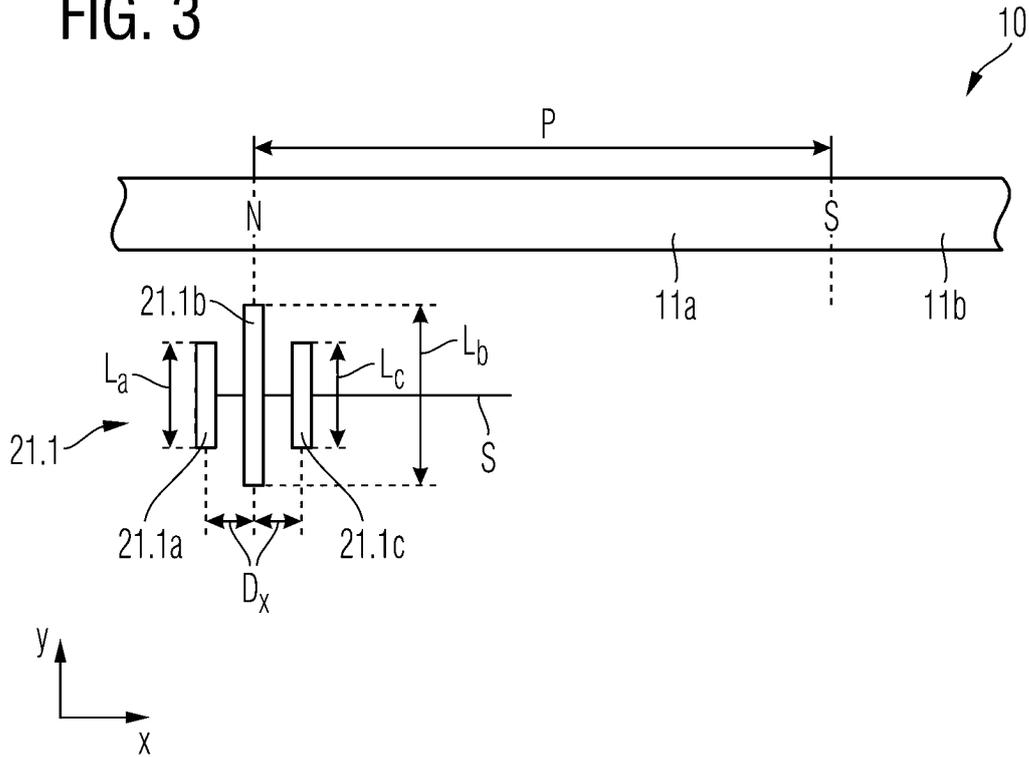


FIG. 4

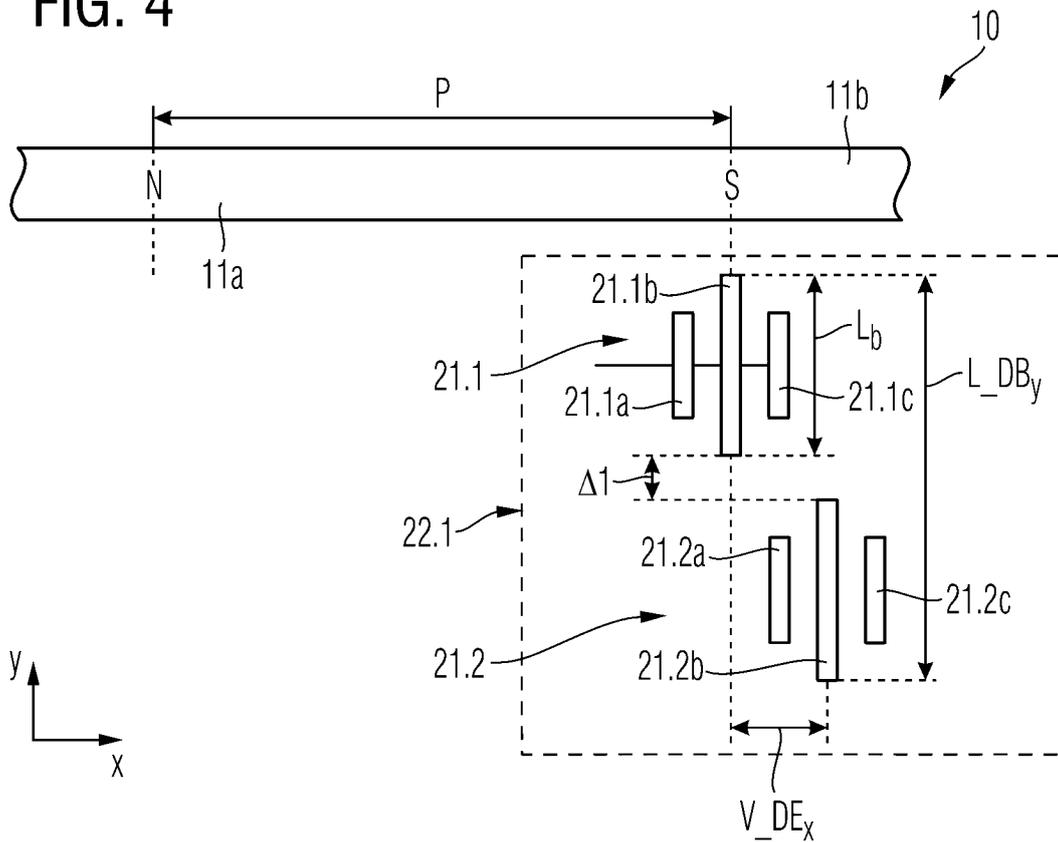


FIG. 5

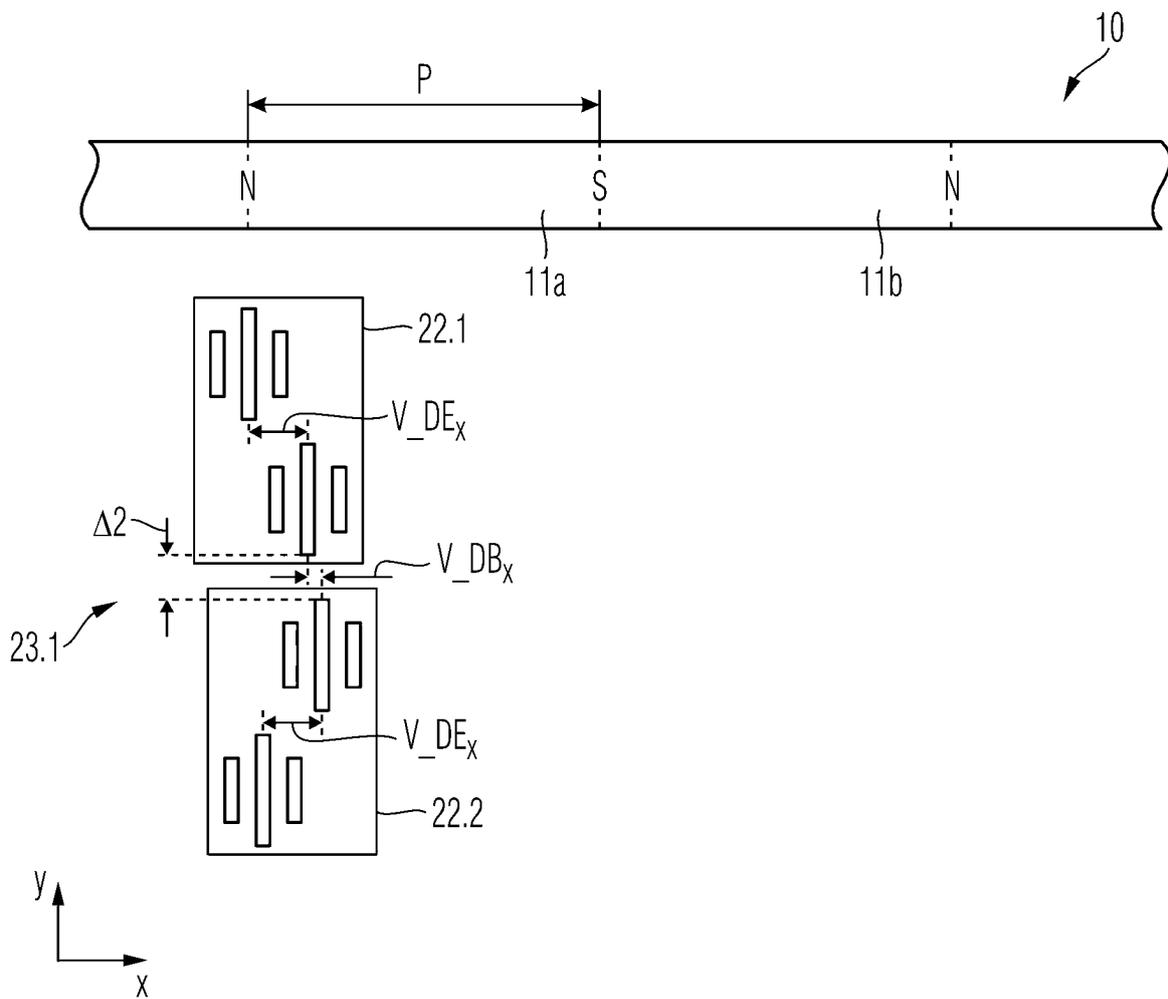


FIG. 6

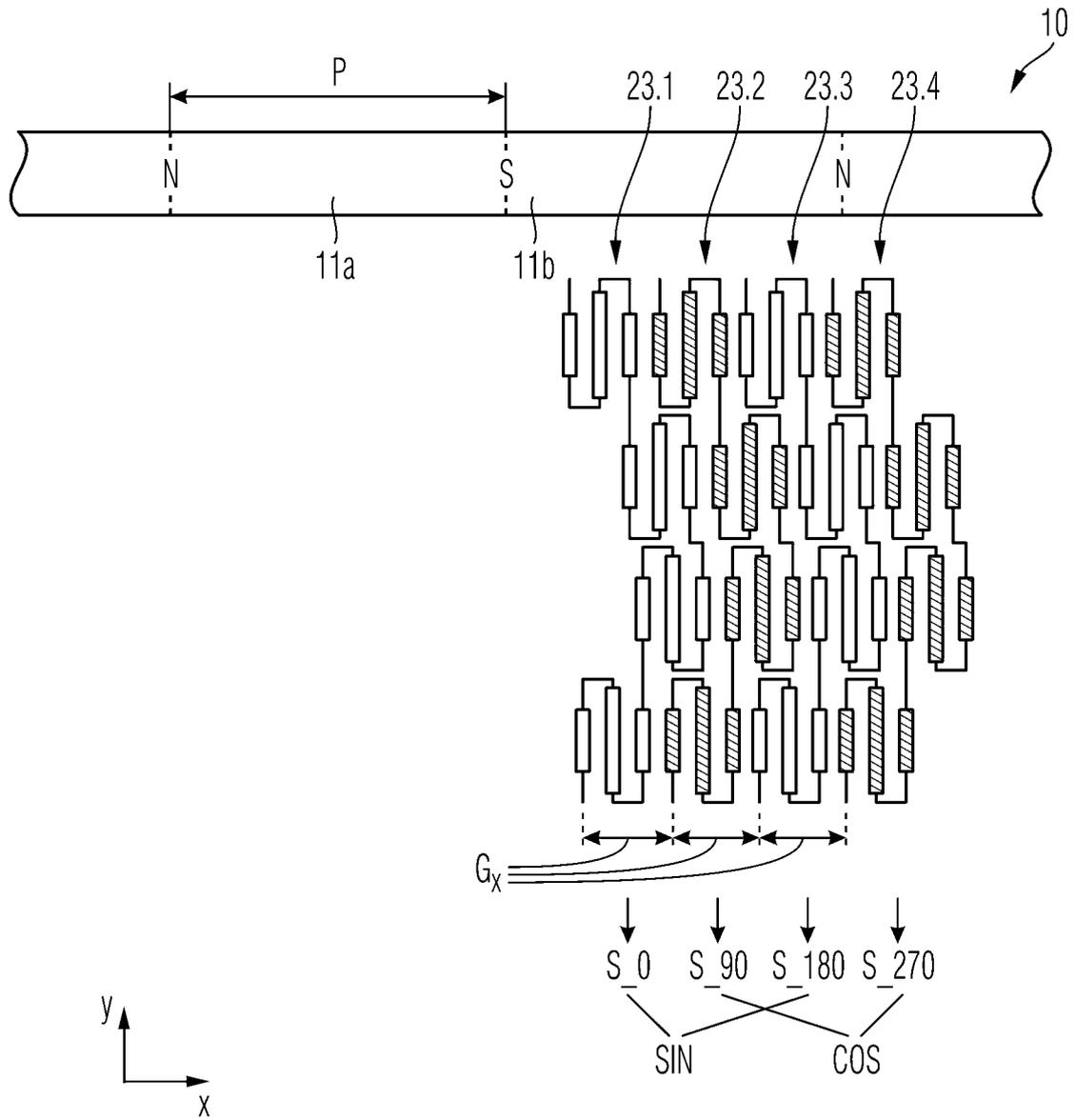


FIG. 7

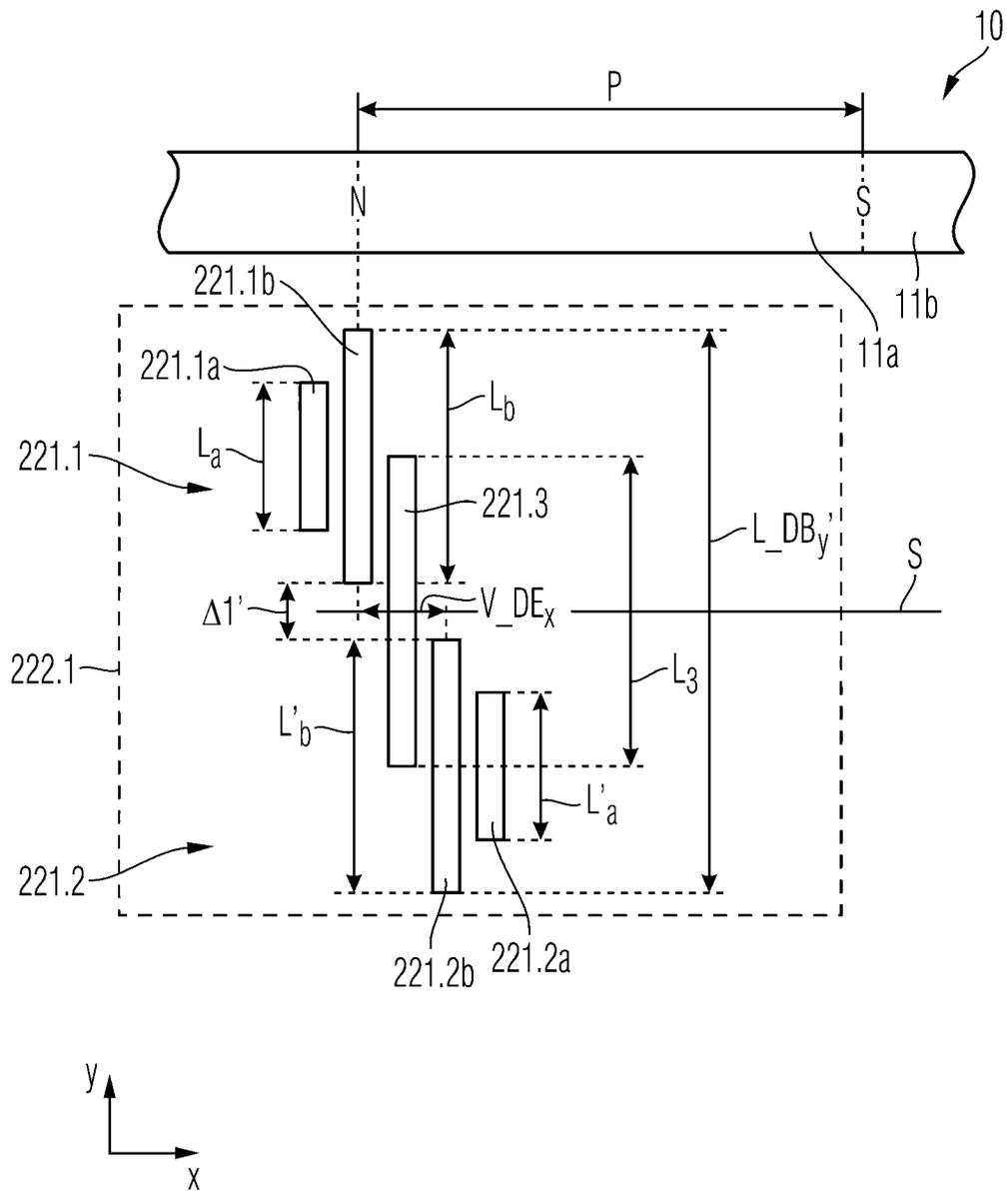


FIG. 8

