

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
6. Mai 2016 (06.05.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/066313 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01D 5/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/070719

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. September 2015 (10.09.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 221 967.1
28. Oktober 2014 (28.10.2014) DE

(71) Anmelder: **HORST SIEDLE GMBH & CO. KG**
[DE/DE]; Bregstrasse 1, 78120 Furtwangen (DE).

(72) Erfinder: **HUBRICH, Stefan**; Alemannenstrasse 16,
70794 Filderstadt (DE). **DINGLER, Peter**; Lange Strasse
51, 73432 Aalen-Ebnat (DE). **OEGUET, Berkan**;
Silberburgstrasse 155, 70178 Stuttgart (DE). **SCHNELL,**
Joachim; Kirchheimer Strasse 12/1, 73235 Weilheim/Teck
(DE).

(74) Anwalt: **DREISS PATENTANWÄLTE PARTG MBB**;
Postfach 10 37 62, 70032 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

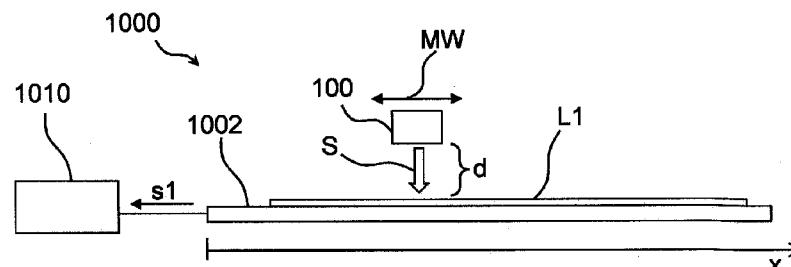
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: POSITION SENSOR, POSITION MEASURING DEVICE AND METHOD FOR THE OPERATION THEREOF

(54) Bezeichnung : POSITIONSGEBER, POSITIONSMESSEINRICHTUNG UND BETRIEBSVERFAHREN HIERFÜR

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to a position sensor (100) for an electronic position measuring device (1000), said position sensor (100) comprising a signal generation device (110) for generating a periodic magnetic signal (S), and an electric power supply device (120) for supplying the signal generation device (110) with electric energy. The position (x) of the position sensor (100) is determined by means of the position measuring device (1000).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Positionsgeber (100) für eine elektronische Positionsmesseinrichtung (1000), wobei der Positionsgeber (100) eine Signalerzeugungseinrichtung (110) zur Erzeugung eines periodischen magnetischen Signals (S) und eine elektrische Energieversorgungseinrichtung (120) zur Versorgung der Signalerzeugungseinrichtung (110) mit elektrischer Energie aufweist. Mit der Positionsmesseinrichtung (1000) wird der Position (x) des Positionsgebers (100) ermittelt.

WO 2016/066313 A1

Beschreibung**Positionsgeber, Positionsmesseinrichtung und Betriebsverfahren hierfür**

- [0001] Die Erfindung betrifft einen Positionsgeber für eine elektronische Positionsmesseinrichtung. Die Erfindung betrifft ferner eine elektronische Positionsmesseinrichtung.
- [0002] Weiterhin betrifft die Erfindung ein Betriebsverfahren für einen derartigen Positionsgeber und ein Betriebsverfahren für eine derartige Positionsmesseinrichtung.
- [0003] Aus der EP 1 442 273 B1 ist ein Sensorgerät zur Positionsmessung bekannt, das zur Verwendung eines passiven Positionsgebers ausgebildet ist. Der passive Positionsgeber weist einen Resonanzkreis auf, der durch ein Sendesignal des herkömmlichen Sensorgeräts angeregt wird und dessen Ausgangssignal in Empfangsspulen des bekannten Sensorgeräts einkoppelbar ist. Das konventionelle Sensorgerät weist eine verhältnismäßig geringe Dynamik und eine verhältnismäßig geringe Auflösung bei der Positionsmessung auf.
- [0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen verbesserten Positionsgeber und eine verbesserte Positionsmesseinrichtung sowie verbesserte entsprechende Betriebsverfahren hierfür anzugeben.
- [0005] Betreffend den Positionsgeber löst die Erfindung diese Aufgabe durch die Merkmalskombination gemäß Patentanspruch 1.
- [0006] Der erfindungsgemäße Positionsgeber weist eine Signalerzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines periodischen magnetischen Signals und eine elektrische Energieversorgungseinrichtung zur Versorgung der Signalerzeugungseinrichtung mit elektrischer Energie auf, und stellt somit einen – im Gegensatz zu dem eingangs erwähnten konventionellen System – aktiven Positionsgeber dar. Der erfindungsgemäße aktive Positionsgeber ermöglicht vorteilhaft die Erzeugung verhältnismäßig starker magnetischer Signale zur Einkopplung in ein oder mehrere Messschleifen einer Positionsmesseinrichtung, wodurch bei realen Systemen vorhandene Störeinflüsse wie bspw. Störeinstrahlungen bzw. Rauschen einen im Gegensatz zu den konventionellen Systemen verminderten Einfluss haben, was sich

vorteilhaft auf die Empfindlichkeit der Positionsmessung auswirkt und eine höhere Positionsauflösung ermöglicht. Insbesondere ergibt sich durch das erfindungsgemäße Prinzip vorteilhaft auch die Vermeidung von Signalüberkopplungen, wie sie bei den konventionellen System auftritt.

[0007] Ebenso wird durch die erfindungsgemäße Konfiguration eine größere Dynamik eines den Positionsgeber aufweisenden Gesamtsystems erzielt, so dass eine Ermittlung von Positionen schneller als bei konventionellen Systemen ermöglicht, mithin eine höhere Erfassungsrate realisierbar ist.

[0008] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist die elektrische Energieversorgungseinrichtung mindestens einen, vorzugsweise lokalen, Energiespeicher auf. Bevorzugt handelt es sich bei dem Energiespeicher um einen Kondensator. Alternativ oder ergänzend können auch ein oder mehrere Batterien bzw. Akkumulatoren vorgesehen sein. Besonders bevorzugt ist mindestens ein Energiespeicher lokal an dem Positionsgeber angeordnet, so dass er mit diesem mitbewegt wird.

[0009] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Energiespeicher der elektrischen Energieversorgungseinrichtung lokal an dem Positionsgeber angeordnet (also mit diesem mitbewegbar) und dazu ausgebildet, elektrische Energie in Form einer Gleichspannung zu speichern. Dies ist sowohl bei dem Einsatz von Kondensatoren als auch von Batterien bzw. Akkumulatoren denkbar.

[0010] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Energiespeicher wenigstens einen Kondensator mit einer Kapazität von 1 nF (Nanofarad) oder mehr auf, insbesondere von 10 nF oder mehr, weiter insbesondere von 100 nF oder mehr.

[0011] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Energiespeicher wenigstens einen Akkumulator oder eine Batterie mit einer Kapazität von 10 mAh (Milliamperestunden) oder mehr auf, insbesondere von 100 mAh oder mehr, weiter insbesondere von 500 mAh oder mehr.

[0012] Bei anderen Ausführungsformen kann jedoch auch in Betracht kommen, den Energiespeicher nicht lokal an bzw. in dem Positionsgeber vorzusehen, sondern ihn mittels einer elektrischen Leitungsverbindung,

bspw. nach Art von Schleppkabeln und/oder eines Schleifkontakts, anzubinden, wodurch sich die Masse des Positionsgebers selbst verringert.

- [0013] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist die elektrische Energieversorgungseinrichtung mindestens einen Energiewandler auf, der dazu ausgebildet ist, mechanische Energie und/oder thermische Energie und/oder Strahlungsenergie und/oder aus einem magnetischen und/oder elektrischen Feld entnommene Energie in elektrische Energie (und/oder chemische Energie, z.B. im Falle von Batterien bzw. Akkumulatoren) umzuwandeln, wodurch vielfältige Möglichkeiten zur Energieversorgung des aktiven Positionsgebers angegeben sind. Insbesondere kann einer Ausführungsform zufolge dadurch auch das Prinzip des "energy harvesting" umgesetzt werden, wobei der Positionsgeber die für seinen Betrieb erforderliche Energie aus seiner Umgebung bezieht, insbesondere aus z.B. ohnehin vorhandenen elektromagnetischen Feldern, Solarstrahlung, Umgebungslicht, mechanischen Schwingungen eines den Positionsgeber enthaltenden Zielsystems, usw.
- [0014] Besonders vorteilhaft ist bei einer Ausführungsform eine induktive Versorgung des Positionsgebers mit elektrischer Energie möglich, wobei bspw. eine dem Positionsgeber zugeordnete Positionsmesseinrichtung über mindestens eine entsprechende Induktionsspule zur Erzeugung eines Induktionsfeldes verfügt. Bei dieser Ausführungsform kann der Positionsgeber mindestens eine Empfangsspule zur Aufnahme von Energie aus dem Induktionsfeld aufweisen, und die in der Empfangsspule induzierte Spannung kann bspw. zum Aufladen des (in diesem Fall bevorzugt lokalen) Energiespeichers des Positionsgebers verwendet werden. Besonders bevorzugt ist der Energiewandler des Positionsgebers einer Ausführungsform zufolge dazu ausgelegt, Energie aus einem Induktionsfeld einer Frequenz von etwa 1 MHz bis etwa 4 MHz zu beziehen.
- [0015] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die elektrische Energieversorgungseinrichtung wenigstens einen Gleichrichter zum Aufladen des Energiespeichers, insbesondere unter Verwendung einer

Gleichspannung, auf. In diesem Fall wird die durch den Gleichrichter erzeugte Gleichspannung also zum Aufladen des Energiespeichers genutzt. Die beispielsweise aus dem vorstehend beschriebenen Induktionsfeld bei einer Frequenz von z.B. etwa 1 MHz bis etwa 4 MHz erhaltene Energie kann sodann lokal auf dem Positionsgeber gleichgerichtet und dazu verwendet werden, einen ebenfalls lokal auf dem Positionsgeber angeordneten Energiespeicher wie z.B. einen Akkumulator oder Kondensator aufzuladen.

- [0016] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Signalerzeugungseinrichtung wenigstens einen, vorzugsweise aktiven, Oszillator aufweist. Dadurch ist vorteilhaft die Möglichkeit gegeben, aktiv in dem Positionsgeber das periodische magnetische Signal zu erzeugen, welches bei einer zugeordneten Positionsmesseinrichtung zur Ermittlung der Position des Positionsgebers nutzbar ist. Beispielsweise kann eine als Sender vorgesehene Magnetspule der Signalerzeugungseinrichtung direkt mit dem Ausgangssignal des Oszillators beaufschlagt werden. Alternativ kann das Ausgangssignal des Oszillators zunächst verstärkt werden, und die Magnetspule wird sodann mit dem verstärkten Ausgangssignal des Oszillators beaufschlagt, um das periodische magnetische Signal zu erzeugen. Unter einem "aktiven" Oszillator wird vorliegend ein Oszillator verstanden, der zur Energieversorgung eine elektrische Gleichspannung als Eingangsspannung erhält, und der aktiv ein Wechsignal als Ausgangssignal erzeugt.
- [0017] Bei einer weiteren Ausführungsform kann die Signalerzeugungseinrichtung auch mehrere Magnetspulen aufweisen.
- [0018] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass das periodische magnetische Signal eine Frequenzkomponente im Bereich von etwa 1 kHz (Kilohertz) bis etwa 200 kHz aufweist, insbesondere im Bereich von etwa 10 kHz bis etwa 20 kHz. Besonders bevorzugt weist das von dem Positionsgeber bzw. seiner Signalerzeugungseinrichtung erzeugte periodische Signal genau eine Frequenzkomponente in dem vorstehend bezeichneten Frequenzbereich auf, wodurch eine besonders präzise Positionsmessung ermöglicht ist. Die Vorsehung von Signalen im

kHz-Bereich ermöglicht darüber hinaus eine besonders einfache und effiziente Auswertung im Gegensatz zu bekannten Systemen, welche mit höheren Frequenzen arbeiten.

- [0019] Eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist durch eine Positionsmesseinrichtung gemäß Patentanspruch 6 angegeben.
- [0020] Die erfindungsgemäße Positionsmesseinrichtung ist vorgesehen zur Ermittlung einer Position eines entlang eines Messweges bewegbaren Positionsgebers, wobei der Positionsgeber bevorzugt gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildet ist. Die erfindungsgemäße Positionsmesseinrichtung weist mindestens eine erste entlang des Messweges angeordnete Leiterschleife zur Erfassung eines von dem Positionsgeber erzeugten magnetischen Signals auf, wobei die erste Leiterschleife so ausgebildet ist, dass sich eine magnetische Kopplung zwischen einer bzw. der Signalerzeugungseinrichtung des Positionsgebers und der ersten Leiterschleife in Abhängigkeit der Position des Positionsgebers ändert. Ferner weist die erfindungsgemäße Positionsmesseinrichtung eine Auswerteeinrichtung auf, die zur Ermittlung der Position in Abhängigkeit eines durch das magnetische Signal in der ersten Leiterschleife erzeugten ersten (elektrischen) Signals ausgebildet ist.
- [0021] Die Verwendung des erfindungsgemäßen aktiven Positionsgebers für die erfindungsgemäße Positionsmesseinrichtung bedingt den Vorteil, dass das in der ersten Leiterschleife erzeugte erste Signal eine verhältnismäßig große Amplitude aufweist, wodurch sich die eingangs bereits beschriebenen Störeffekte weniger stark auf das Messergebnis auswirken.
- [0022] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass ferner eine zweite, zumindest abschnittsweise entlang des Messweges angeordnete, Leiterschleife zur Erfassung des von dem Positionsgeber erzeugten magnetischen Signals vorgesehen ist, wobei die Auswerteeinrichtung zur Ermittlung der Position in Abhängigkeit des ersten Signals und eines durch das magnetische Signal in der zweiten Leiterschleife erzeugten zweiten Signals ausgebildet ist.
- [0023] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung weist mindestens ein Abschnitt der

ersten Leiterschleife einen im Wesentlichen etwa sinusförmigen Verlauf bezogen auf eine Referenzposition des Messweges auf, und mindestens ein Abschnitt der zweiten Leiterschleife weist einen im Wesentlichen etwa cosinusförmigen Verlauf bezogen auf die Referenzposition des Messweges auf. Dadurch ist eine besonders präzise Positionserfassung möglich.

- [0024] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass wenigstens eine Leiterschleife so ausgebildet ist, dass sich die Größe eines differentiellen Flächenelements der wenigstens eine Leiterschleife entlang einer Koordinatenachse des Messweges gemäß einer vorgebbaren Funktion ändert. Daraus ergibt sich eine von der Größe des differentiellen Flächenelements abhängende Induktionsspannung in der betrachteten Leiterschleife infolge der Beaufschlagung mit dem periodischen magnetischen Signal des Positionsgebers, sodass durch Auswertung z.B. der Amplitude des in der Leiterschleife induzierten Spannungssignals auf die Position des Positionsgebers geschlossen werden kann.
- [0025] Es ist zu beachten, dass bei einigen Ausführungsformen die erwähnte Funktion – wenigstens für eine Leiterschleife – auch eine Konstante, d.h. unabhängig von der Positionskoordinate, sein kann.
- [0026] Sofern die vorgebbare Funktion eine eindeutige Zuordnung der Größe des differentiellen Flächenelements der betrachteten Leiterschleife zu einer entsprechenden Position entlang der Koordinatenachse des Messweges festlegt, reicht zur genauen Positionsbestimmung einer Ausführungsform zufolge bereits die Verwendung dieser einen betrachteten Leiterschleife aus.
- [0027] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass wenigstens drei Leiterschleifen vorgesehen sind, wobei eine der ersten Leiterschleife zugeordnete Funktion eine Sinusfunktion ist, wobei eine der zweiten Leiterschleife zugeordnete Funktion eine Cosinusfunktion ist, und wobei eine der dritten Leiterschleife zugeordnete Funktion eine Konstante ist. Dadurch wird vorteilhaft bewirkt, dass infolge der Einstrahlung des periodischen magnetischen Signals des Positionsgebers in der ersten

Leiterschleife eine erste Induktionsspannung auftritt, welche eine sinusförmige Abhängigkeit von der Position des Positionsgebers aufweist, während in der zweiten Leiterschleife eine entsprechend cosinusförmige Induktionsspannung auftritt. In der dritten Leiterschleife wird auf Grund der konstanten Größe des differentiellen Flächenelements, unabhängig von der Position des Positionsgebers bzw. des von ihm ausgehenden magnetischen Signals, ein Spannungssignal mit konstanter Hüllkurve induziert, welches bei einer bevorzugten Ausführungsform als Referenzsignal zur Auswertung verwendbar ist.

- [0028] Als eine weitere vorteilhafte Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Betriebsverfahren für einen Positionsgeber gemäß Patentanspruch 10 angegeben.
- [0029] Als noch eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Betreiben einer Positionsmesseinrichtung gemäß Patentanspruch 12 angegeben. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform dieses Verfahrens ist wenigstens eine Leiterschleife so ausgebildet, dass sich die Größe eines differentiellen Flächenelements der wenigstens einen Leiterschleife entlang einer Koordinatenachse des Messweges gemäß einer vorgebbaren Funktion ändert.
- [0030] Bei einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass wenigstens drei Leiterschleifen vorgesehen sind, wobei eine der ersten Leiterschleife zugeordnete Funktion eine Sinusfunktion ist, wobei eine der zweiten Leiterschleife zugeordnete Funktion eine Cosinusfunktion ist, und wobei eine der dritten Leiterschleife zugeordnete Funktion eine Konstante ist, wobei die Auswerteeinrichtung die Position in Abhängigkeit des ersten Signals und eines durch das magnetische Signal der zweiten Leiterschleife erzeugten zweiten Signals und eines durch das magnetische Signal in der dritten Leiterschleife erzeugten dritten Signals ermittelt.
- [0031] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird das zweite Signal um 90° (Grad) phasenverschoben, um ein phasenverschobenes zweites Signal zu erhalten, und das erste Signal wird zu dem phasenverschobenen zweiten Signal addiert, um ein Summensignal zu erhalten, wobei ein Phasenvergleich zwischen dem Summensignal und

dem dritten Signal ausgeführt wird, um die Position zu ermitteln.

- [0032] Bei einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform weist der Phasenvergleich die folgenden Schritte auf: Umwandeln des Summensignals in ein erstes Digitalsignal, Umwandeln des dritten Signals in ein zweites Digitalsignal, Vergleichen der Phasen des ersten und zweiten Digitalsignals, insbesondere im Wege einer Zeitmessung, um die Position zu ermitteln. Dadurch ist eine besonders einfache und effiziente Positionsermittlung ermöglicht. Insbesondere kann die erfindungsgemäß vorgeschlagene Ermittlung der Phasenverschiebung bzw. Ausführung des Phasenvergleichs durch eine auch mit einfachen elektronischen Bauelementen realisierbare hochpräzise Zeitmessung erfolgen. Bei einer Erfindungsvariante kann das Umwandeln des Summensignals bzw. des dritten Signals in die entsprechenden Digitalsignale effizient und kostengünstig bspw. mittels Komparatoren, insbesondere Schmitt-Trigger, erfolgen.
- [0033] Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in den Figuren.
- [0034] In der Zeichnung zeigt:
- [0035] Figur 1 schematisch ein Blockdiagramm eines Positionsgebers gemäß einer Ausführungsform,
- [0036] Figur 2 schematisch eine Seitenansicht einer Positionsmesseinrichtung gemäß einer Ausführungsform,
- [0037] Figur 3 schematisch einen Ausschnitt einer Leiterschleife gemäß einer Ausführungsform,
- [0038] Figur 4 schematisch eine Draufsicht auf Leiterschleifen einer Positionsmesseinrichtung gemäß einer Ausführungsform,
- [0039] Figur 5a, 5b jeweils schematisch Aspekte der induktiven

Energieversorgung des Positionsgebers gemäß weiterer Ausführungsformen,

- [0040] Figur 6 schematisch Leiterschleifen einer Positionsmesseinrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform,
- [0041] Figur 7 schematisch ein vereinfachtes Blockdiagramm gemäß einer Ausführungsform, und
- [0042] Figur 8 schematisch ein Blockdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.
- [0043] Figur 1 zeigt schematisch ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Positionsgebers 100 gemäß einer ersten Ausführungsform. Der Positionsgeber 100 weist eine Signalerzeugungseinrichtung 110 zur Erzeugung eines periodischen magnetischen Signals S auf. Das periodische magnetische Signal S kann in wenigstens eine Messschleife einer später zu beschreibenden Positionsmesseinrichtung einkoppeln und darin ein entsprechendes Induktionssignal hervorrufen, dessen Auswertung eine Positionsermittlung des Positionsgebers 100 ermöglicht.
- [0044] Der erfindungsgemäße Positionsgeber 100 weist ferner eine elektrische Energieversorgungseinrichtung 120 zur Versorgung der Signalerzeugungseinrichtung 110 mit elektrischer Energie auf. Dadurch ist vorteilhaft, ein „aktiver“ Positionsgeber 100 realisiert, also ein Positionsgeber 100, der selbst aktiv das periodische magnetische Signal S erzeugen und mit entsprechend großer Amplitude in ein oder mehrere Messschleifen einer Positionsmesseinrichtung einkoppeln kann. Dadurch wird eine besonders schnelle und präzise Positionsmessung ermöglicht.
- [0045] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform weist der Positionsgeber 100 einen vorzugsweise lokalen Energiespeicher 122 auf. Besonders bevorzugt ist der lokale Energiespeicher 122 als Kondensator ausgebildet. Alternativ oder ergänzend kann die elektrische Energieversorgungseinrichtung 120 auch mindestens einen Energiewandler 124 aufweisen, der dazu ausgebildet ist, von einer externen Einheit (nicht gezeigt) oder generell von der Umgebung des Positionsgebers 100 zugeführte Energie E zumindest teilweise aufzunehmen und in andere Energieformen, insbesondere in elektrische

Energie umzuwandeln. Bspw. kann die Energie E für den Positionsgeber 100 in Form eines magnetischen Induktionsfelds bereitgestellt werden. In diesem Fall ist der Energiewandler 124 dazu ausgebildet, wenigstens einen Teil der magnetischen Energie des Induktionsfelds in elektrische Energie umzuwandeln, insbesondere unter Ausnutzung des Induktionsprinzips, sodass bspw. der Kondensator 122 unter Verwendung der auf diese Weise empfangenen Energie aufgeladen werden kann.

[0046] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist das periodische magnetische Signal S eine Frequenz im Bereich von etwa 1 kHz bis etwa 200 kHz auf, insbesondere im Bereich von etwa 10 kHz bis etwa 20 kHz, was eine besonders präzise Positionserfassung ermöglicht.

[0047] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der erfindungsgemäße Energiewandler 124 dazu ausgebildet, magnetische Feldenergie aus einem Induktionsfeld mit einer Frequenz von etwa 1 MHz (Megahertz) bis etwa 4 MHz, insbesondere etwa 2 MHz, zu entnehmen. Durch die den Signalen S, E zugeordneten verschiedenen Frequenzbereiche ist vorteilhaft sichergestellt, dass weitgehend keine gegenseitige Beeinflussung erfolgt, insbesondere keine unerwünschte Rückwirkung der induktiven Energieübertragung E auf den Positionsgeber 100 bzw. das von ihm für die Positionserfassung erzeugte magnetische Signal S. Vielmehr kann eine Auswertung des magnetischen Signals S bzw. von daraus abgeleiteten Signalen wie bspw. Induktionsspannungssignalen eine einfache Filterung umfassen, bspw. unter Verwendung eines Tiefpassfilters, um "Signalanteile" des Induktionsfelds vor der eigentlichen Positionsauswertung zu eliminieren.

[0048] Figur 2 zeigt schematisch eine Seitenansicht einer Positionsmesseinrichtung 1000 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Die Positionsmesseinrichtung 1000 weist eine erste Leiterschleife L1 auf, die sich entlang einer Positionscoordinate x und damit entlang eines Messweges MW des in Figur 2 oberhalb der ersten Leiterschleife L1 angeordneten Positionsgebers 100 erstreckt. Besonders bevorzugt ist die erste Leiterschleife in einer ebenen Konfiguration auf einem Trägerelement 1002 angeordnet, bei dem es sich bspw. um ein

Platinenmaterial zur Herstellung elektrischer Leiterplatten handeln kann. Besonders bevorzugt ist die erste Leiterschleife L1 sowie ggf. vorhandene weitere Leiterschleifen (nicht in Figur 2 gezeigt) in Form ein oder mehrerer Leiterbahnen auf dem Platinenmaterial 1002 realisiert.

- [0049] Als Platinenmaterial kommt bspw. FR4-Material oder auch ein Keramikmaterial oder dergleichen in Betracht. Bei weiteren Ausführungsformen sind auch flexible Folienleiter zur Aufnahme ein oder mehrerer Leiterschleifen denkbar, wodurch weitere Freiheitsgrade zur Ausbildung des Messweges MW gegeben sind.
- [0050] Aus Figur 2 ist ersichtlich, dass der Positionsgeber 100 das von ihm erzeugte periodische magnetische Signal S in Richtung der ersten Leiterschleife L1 abgibt, woraus sich infolge von Induktionseffekten ein erstes Signal s1 in der Leiterschleife L1 ergibt, welches durch die Auswerteeinrichtung 1010 für die Ermittlung der Position x des Positionsgebers 100 auswertbar ist.
- [0051] Bei einer besonders bevorzugten Konfiguration beträgt der in Figur 2 vertikale Abstand d zwischen dem Positionsgeber 100 bzw. seiner Signalerzeugungseinrichtung 110 (Figur 1) und der Ebene der Leiterschleife L1 wenige Millimeter, bspw. zwischen etwa 0 mm und etwa 20 mm, vorzugsweise zwischen etwa 0,1 mm und 10 mm.
- [0052] Bei manchen Ausführungsformen kann das Trägerelement 1002 mit der darauf angeordneten ersten Leiterschleife L1 auch ein Gehäuse (nicht gezeigt) aufweisen, wobei wenigstens im Bereich der Leiterschleife L1 bzw. entlang des Messweges MW für das Gehäusematerial ein Werkstoff zu wählen ist, der das Hindurchtreten des magnetischen Signals S von dem Positionsgeber 100 auf die erste Leiterschleife L1 zulässt.
- [0053] Bei anderen Ausführungsformen kann der Positionsgeber 100 auch direkt auf einer Oberfläche der Leiterschleife L1 bzw. des Trägerelements gleitend angeordnet sein. In diesem Fall können der Positionsgeber 100 bzw. seine Signalerzeugungseinrichtung 110 und/oder die Leiterschleife L1 eine entsprechende Gleitschicht (nicht gezeigt) aufweisen, die vorteilhaft elektrisch isolierend ausgebildet ist, um einen galvanischen Kontakt zwischen der Signalerzeugungseinrichtung 110 und der

Leiterschleife L1 zu verhindern.

- [0054] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass wenigstens eine Leiterschleife L1 der Positionsmesseinrichtung 1000 so ausgebildet ist, dass sich die Größe eines differentiellen Flächenelements der wenigstens einen Leiterschleife L1 entlang einer Koordinatenachse x des Messweges MW gemäß einer vorgebbaren Funktion ändert. Figur 3 zeigt hierzu schematisch einen Ausschnitt einer beispielhaft betrachteten ersten Leiterschleife L1, die sich entlang der Koordinatenachse x erstreckt. Wie aus Figur 3 ersichtlich ist, weist ein erster Abschnitt L1_1 der ersten Leiterschleife L1 im Wesentlichen Sinusform (also proportional $\sin(x)$) auf bezüglich einer zur Koordinatenachse x gedachten parallelen Achse (nicht gezeigt), während der zweite Abschnitt L1_2 im Wesentlichen eine negative Sinusform (also proportional $-\sin(x)$) bezüglich derselben Achse aufweist. Damit ergibt sich für das beispielhaft betrachtete differentielle Flächenelement dA der Figur 3 eine Größe, die von dem Wert der Sinusfunktion im Bereich der Stützstellen x' , x'' sowie von der i.d.R. konstanten Intervallbreite $x'' - x'$ abhängt. Durch den bekannten Zusammenhang zwischen der Positionsordinate x und der vorgebbaren Funktion, vorliegend einer Sinusfunktion, kann einer Ausführung der Erfindung zufolge aus einer Amplitude des in der ersten Leiterschleife L1 auf Grund des magnetischen Signals S induzierten ersten Signals s1, bei dem es sich um ein Induktionsspannungssignal handelt, auf die Position x geschlossen werden, an der sich der Positionsgeber 100 befindet. Bei anderen Positionen x weist das differentielle Flächenelement entsprechend des sinusförmigen Verlaufs der beispielhaft betrachteten ersten Leiterschleife L1 andere Werte auf, die folglich auf andere Signalamplituden für das erste Signal s1 führen.
- [0055] Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Abgebildet ist eine Draufsicht auf eine schematische Leiterschleifenanordnung der Positionsmesseinrichtung gemäß einer Ausführungsform.
- [0056] Eine erste Leiterschleife L1 weist im Wesentlichen eine Sinusform bezüglich der Referenzposition x_0 auf. Genauer gesagt umfasst die erste Leiterschleife L1 – in Analogie zu Figur 3 - zwei in Figur 4 nicht näher

bezeichnete Abschnitte, von denen der erste eine positive Sinusform bezüglich der Referenzposition x_0 und von denen der zweite eine negative Sinusform bezüglich der Referenzposition x_0 aufweist. In dem Bereich B (Positionsordinate x_2) überkreuzen sich die beiden Abschnitte, ohne jedoch galvanisch miteinander verbunden zu sein, und im Bereich der Positionsordinate x_3 ist die erste Leiterschleife L1 unter Abweichung der Sinusform durch einen in Figur 4 im Wesentlichen vertikal verlaufenden Abschnitt geschlossen.

- [0057] Eine zweite Leiterschleife L2, die in Figur 4 zur besseren Übersichtlichkeit durch eine gestrichelte Linie dargestellt ist, weist demgegenüber Cosinusform bezüglich der Referenzposition x_0 auf. Für ihre einzelnen ebenfalls nicht näher bezeichneten Abschnitte gilt das vorstehend zur ersten Leiterschleife L1 Gesagte entsprechend, wobei Überkreuzungen dieser Abschnitte im Bereich der Positionskoordinaten x_{11} , x_{21} auftreten.
- [0058] Eine dritte Leiterschleife L3, welche im Wesentlichen Rechteckform aufweist und somit eine konstante Größe für das vorstehend und unter Bezugnahme auf Figur 3 beschriebene differentielle Flächenelement aufweist, umgibt die beiden Leiterschleifen L1, L2.
- [0059] Zusätzlich ist in Figur 4 der Positionsgeber 100 gemäß einer Ausführungsform abgebildet. Er ist entlang der Positionsordinate x bzw. des Messweges, vgl. den nicht bezeichneten Doppelpfeil, über den Leiterschleifen L1, L2, L3 bewegbar. Ein Trägerelement 1002, wie es aus Figur 2 hervorgeht, ist der Übersichtlichkeit halber in Figur 4 nicht abgebildet, kann jedoch beispielsweise als Platine, insbesondere multilayer-Platine (Mehrlagenplatine), ausgebildet sein, wobei sich einzelne Abschnitte der Leiterschleifen L1, L2, L3 jeweils über ein oder mehrere Lagen erstrecken können, die untereinander in an sich bekannter Weise z.B. mittels Durchkontaktierungen (engl.: "vias") verbunden sind.
- [0060] Der ersten Leiterschleife L1 sind die Klemmen K1, der zweiten Leiterschleife L2 die Klemmen K2, und der dritten Leiterschleife L3 die Klemmen K3 zugeordnet.
- [0061] Zur Ermittlung der Position x des Positionsgebers 100 erzeugt der Positionsgeber 100 in der vorstehend beschriebenen Weise mittels seiner

Signalerzeugungseinrichtung 110 (Figur 1) ein periodisches magnetisches Signal S (Figur 2) mit einer Frequenz von bspw. etwa 10 kHz. Dies kann bspw. dadurch erfolgen, dass eine Magnetspule (nicht gezeigt) des Positionsgebers 100 durch ein elektrisches Signal entsprechender Frequenz beaufschlagt wird. Durch den daraus resultierenden Stromfluss durch die Spule entsteht in an sich bekannter Weise ein Magnetfeld derselben Frequenz. Das elektrische Signal kann bspw. mittels des vorstehend bereits beschriebenen Oszillators erzeugt werden.

- [0062] Aufgrund des Induktionsgesetzes ergibt sich bei einem derartigen Betrieb des Positionsgebers 100 in allen drei Leiterschleifen L1, L2, L3 gemäß Figur 4 eine entsprechende Induktionsspannung, die für die weitere Beschreibung auch als erstes bzw. zweites bzw. drittes Signal bezeichnet wird. Das erste Signal entspricht demnach der Induktionsspannung in der ersten Leiterschleife L1, wie sie bspw. an den Klemmen K1 der ersten Leiterschleife L1 abgegriffen werden kann. Das zweite Signal entspricht der an den Klemmen K2 der zweiten Leiterschleife L2 anstehenden Induktionsspannung, und das dritte Signal entspricht der Induktionsspannung an den Klemmen K3 der dritten Leiterschleife L3.
- [0063] Während die ersten und zweiten Signale der ersten und zweiten Leiterschleife L1, L2 jeweils eine positionsabhängige Amplitude bzw. Hüllkurve aufweisen, weist das an den Klemmen K3 anliegende dritte Signal keine positionsabhängige, sondern eine konstante Amplitude auf, da für alle möglichen Positionen x des Positionsgebers 100 entlang des Messweges MW im Wesentlichen derselbe maximale magnetische Fluss durch die dritte Leiterschleife L3 hindurchtritt.
- [0064] Die Klemmen K1, K2, K3 sind wie aus Figur 4 ersichtlich etwa bei der Positionskoordinate x_0 angeordnet, während sich der sinnvoll nutzbare Messweg zwischen den Positionskoordinaten $x > x_1$, $x < x_3$ erstreckt. Auf Grund der von der idealen Sinus- bzw. Cosinusform abweichenden Form der Leiterschleifen L1, L2 im Bereich der Positionskoordinaten $x < x_1$, $x > x_3$ empfiehlt es sich, den Messweg entsprechend zu begrenzen.
- [0065] Beispielsweise kann der Positionsgeber 100 bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ein periodisches magnetisches Signal

S derart erzeugen, dass sich in der dritten Leiterschleife L3 eine Induktionsspannung als Referenzsignal s_3 gemäß der folgenden Gleichung einstellt:

[0066] $s_3 = U \cdot \sin(\omega \cdot t),$

[0067] wobei $\omega = 2 \cdot \pi \cdot 10\text{kHz}$, wobei U einen Scheitelwert der Induktionsspannung repräsentiert, der in an sich bekannter Weise von der Amplitude des magnetischen Signals S und z.B. dem Abstand des Positionsgebers 100 bzw. seiner Signalerzeugungseinrichtung 110 (Figur 1) von der Ebene der dritten Leiterschleife L3 abhängig ist. Das auf diese Weise erhaltene Signal s_3 dient vorzugsweise als Referenzsignal für eine Auswertung der weiteren Signale s_1, s_2 im Sinne einer Ermittlung der Position x_{12} des Positionsgebers 100.

[0068] Für das erste Signal an den Klemmen K1 der ersten Leiterschleife L1 wird bei der vorliegenden Ausführungsform ein Signal gemäß der vorliegenden Gleichung erhalten:

[0069] $s_1 = U \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot \sin(x).$

[0070] Analog ergibt sich für das zweite Signal der zweiten Leiterschleife L2:

[0071] $s_2 = U \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot \cos(x).$

[0072] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird zur Positionsermittlung das zweite Signal s_2 , welches durch die zweite Leiterschleife L2 erhalten wird, einer Phasenverschiebung um 90° unterworfen, wodurch ein phasenverschobenes zweites Signal s_2' gemäß der folgenden Gleichung erhalten wird:

[0073] $s_2' = U \cdot \sin(\omega \cdot t + 90^\circ) \cdot \cos(x) = U \cdot \cos(\omega \cdot t) \cdot \cos(x).$

[0074] Eine Addition des phasenverschobenen zweiten Signals s_2' mit dem ersten Signal führt auf das Summensignal s_4 :

[0075] $s_4 = U \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot \sin(x) + U \cdot \cos(\omega \cdot t) \cdot \cos(x) = U \cdot \cos(\omega \cdot t - x).$

[0076] Das gemäß der vorstehenden Gleichung erhaltene Summensignal s_4 wird sodann einem Phasenvergleich mit dem Referenzsignal s_3 unterworfen, wobei sich aus der Phasendifferenz die Position x , vorliegend $x = x_{12}$, ergibt.

[0077] Die vorstehend beschriebene Auswertung ist besonders vorteilhaft, da der Phasenvergleich mit sehr hoher Präzision und verhältnismäßig geringer

Komplexität ausgeführt werden kann.

- [0078] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass für den Phasenvergleich das Summensignal s_4 in ein erstes Digitalsignal umgewandelt wird, und dass das dritte Signal s_3 , also das Referenzsignal, in ein zweites Digitalsignal umgewandelt wird, was beispielsweise durch Komparatoren oder Schmitt-Trigger erfolgen kann. Der Vergleich zwischen den Phasen des ersten und zweiten Digitalsignals kann dann vorteilhaft im Wege einer Zeitmessung erfolgen.
- [0079] Bspw. kann ein erster Zeitpunkt T_1 definiert werden als Zeitpunkt des Auftretens einer positiven Flanke des ersten Digitalsignals, während ein zweiter Zeitpunkt $T_2 > T_1$ definiert wird als der Zeitpunkt des ersten Auftretens einer positiven Flanke des zweiten Digitalsignals. In diesem Fall ist die Zeitdifferenz $T_2 - T_1$ direkt proportional zu der Phasendifferenz zwischen den betrachteten Digitalsignalen, so dass aus dieser Zeitdifferenz die Phasendifferenz und hieraus schließlich die aktuelle Position x_{12} des Positionsgebers 100 ermittelt werden kann.
- [0080] Da hochgenaue Zähler für eine Zeitmessung im kHz-Bereich (Millisekundenbereich bzw. Mikrosekundenbereich) auch bei vergleichsweise einfachen Mikrocontrollern oder digitalen Signalprozessoren (DSP) verfügbar sind, kann eine entsprechende Auswerteeinrichtung 1010 (Fig. 2) für die Positionsmesseinrichtung 1000 sehr kostengünstig bereit gestellt werden, ohne dass auf die besonders hohe Präzision, die die erfindungsgemäße Vorrichtung des aktiven Positionsgebers 100 ermöglicht, verzichtet werden muss.
- [0081] Generell kann die Auswerteeinheit 1010 einer Ausführungsform zufolge eine Recheneinheit zur Ausführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens aufweisen. Die Recheneinheit kann bspw. als Mikrocontroller oder als digitaler Signalprozessor ausgebildet sein. Die Vorrichtung eines ASIC (application specific integrated circuit, anwendungsspezifischer integrierter Schaltkreis) oder eines FPGA (field programmable gate array, programmierbarer Logikbaustein) ist ebenfalls denkbar.
- [0082] Besonders bevorzugt kann die Zeitmessung bei weiteren Ausführungsformen durch an sich bekannte Mechanismen wie z.B. timer

interrupts oder dergleichen von bekannten Mikrocontrollern implementiert werden. Alternativ oder ergänzend kommt auch die Verwendung von diskreten Zählerbausteinen (z.B. CMOS HC 4020) oder Zeitmessbausteinen (TDC, time to digital converter) in Betracht.

- [0083] Alternativ zu der vorstehend beschriebenen Auswertung ist es auch denkbar, die Analogsignale s_1 , s_2 bzw. s_3 direkt mittels eines Mikrocontrollers oder einer Recheneinheit anderen Typs auszuwerten. Bspw. ist es denkbar, die Signale s_1 , s_2 , s_3 mit einer hinreichend großen Abtastrate, die deutlich größer sein sollte als die Frequenz des periodischen Signals S , abzutasten und in Digitalsignale umzuwandeln. Anschließend kann eine Auswertung der Amplituden und/oder der Phasendifferenz wie vorstehend beschrieben durch den Mikrocontroller vorgenommen werden.
- [0084] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist es auch möglich, nur eine einzige Leiterschleife L_1 vorzusehen. In diesem Fall erfolgt die Positionsbestimmung unter Ausnutzung eines eindeutigen Zusammenhangs zwischen der Amplitude des Induktionsspannungssignals s_1 der einzigen Leiterschleife L_1 und der Position x . Um einen entsprechend großen Eindeutigkeitsbereich sicherzustellen, ist die Geometrie der betrachteten Leiterschleife L_1 dementsprechend so zu wählen, dass maximal eine Sinuswelle bzw. nur eine Halbwelle in dem betrachteten Messweg MW enthalten ist.
- [0085] Figur 5a zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Abgebildet ist eine schematische Draufsicht auf die Leiterplattenanordnung gemäß Figur 4, die vorliegend durch ein gestricheltes Rechteck und das Bezugszeichen 1020 angedeutet ist und im Detail die drei Leiterschleifen L_1 , L_2 , L_3 , wie in Figur 4 abgebildet, enthält.
- [0086] Um die Anordnung 1020 herum ist eine weitere Leiterschleife 1030 angeordnet, welche vorliegend beispielhaft nur eine Windung aufweist, bei einer bevorzugten Ausführungsform jedoch auch mehrere Windungen aufweisen kann. Die Leiterschleife 1030 wird an ihren Klemmen K' mit einem elektrischen Signal, welches vorzugsweise eine Frequenz von etwa 1 MHz oder mehr aufweist, beaufschlagt, um ein Induktionsfeld der

entsprechenden Frequenz bereitzustellen. Auf diese Weise kann ein im Bereich der Leiterschleifenanordnung 1020 und damit auch innerhalb der weiteren Leiterschleife 1030 angeordneter Positionsgeber 100 (Figur 2) über die elektromagnetische Induktion durch die vierte Leiterschleife 1030 mit Energie für den Betrieb seines Oszillators bzw. seiner Signalerzeugungseinrichtung 110 versorgt werden. Da die Induktionsleiterschleife 1030 vorzugsweise mit Frequenzen von 1 MHz oder mehr betrieben wird, ist eine effiziente Energieversorgung des Positionsgebers 100 möglich und gleichzeitig vorteilhaft gewährleistet, dass der Messbetrieb, der unter Verwendung des magnetischen Signals S im kHz-Bereich abläuft, nicht gestört wird.

- [0087] Ggf. kann die Auswerteeinrichtung 1010 (Fig. 2) einer Ausführungsform zufolge vor der eigentlichen Positionsermittlung eine Tiefpassfilterung der Signale s1 und/oder s2 und/oder s3 vornehmen, um sicherzustellen, dass die verhältnismäßig hochfrequenten Induktionssignale keinen Eingang in die Positionsermittlung finden. Die Tiefpassfilterung kann je nach Auswerteprinzip analog und/oder digital erfolgen, wird bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform jedoch bereits analog ausgeführt und mit der Positionsermittlung durch Phasenvergleich wie vorstehend beschrieben kombiniert.
- [0088] Figur 5b zeigt eine weitere bevorzugte Variante für die Induktionsspule 1030a zur Versorgung des Positionsgebers 100 mit Energie. Im Gegensatz zu der Variante gemäß Figur 5a weist die Leiterschleife 1030a gemäß Figur 5b eine modifizierte Topologie auf, die eine Verringerung der magnetischen Felder um die Leiterschleife 1030a herum bewirkt („Feldbalancierung“).
- [0089] Figur 6 zeigt schematisch eine Leiterschleifenanordnung gemäß einer weiteren Ausführungsform. Insgesamt sind drei Leiterschleifen L1, L2, L4 abgebildet, wobei die Leiterschleifen L1, L2 im Wesentlichen den Leiterschleifen L1, L2 gemäß Figur 4 entsprechen. Die dritte abgebildete Leiterschleife L4 in Figur 6 weist ähnlich zur Leiterschleife L1 der Figur 6 eine sinusförmige Geometrie entlang der Positionskoordinate x (Figur 4) und bezogen auf den Anschlussort der Auswerteeinrichtung 1010 (Fig. 6)

auf, jedoch mit einer größeren Periodendauer bzw. Wellenlänge. Das in die dritte Leiterschleife L4 induzierte Signal kann daher durch die Auswerteeinrichtung 1010 vorteilhaft dazu genutzt werden, in eindeutiger Weise eine grobe Positionsbestimmung des Positionsgebers (nicht in Figur 6 abgebildet) vorzunehmen. Eine Verfeinerung des so erhaltenen Positionswerts ist unter Auswertung der Signale der Leiterschleifen L1, L2 gemäß des vorstehend beschriebenen Prinzips möglich.

- [0090] Optional kann auch die Anordnung gemäß Figur 6 eine weitere Leiterschleife mit Rechteckform ähnlich der Leiterschleife L3 aus Figur 4 aufweisen, zum Zwecke der Bereitstellung eines Referenzsignals. Die Ausführungsformen der Figur 4, 5a, 5b, 6 sind auch miteinander kombinierbar.
- [0091] Figur 7 zeigt ein vereinfachtes Blockdiagramm zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Prinzips. Block 210 repräsentiert einen „Induktionssender“, der das vorstehend unter Bezugnahme auf die Figuren 5a, 5b beschriebene Induktionsfeld, bspw. mit einer Frequenz von etwa 1 MHz, bereitstellt und auf diese Weise den aktiven Positionsgeber 100 mit Energie E versorgt. Der aktive Positionsgeber 100 wiederum erzeugt unter Verwendung der zugeführten Energie E ein verhältnismäßig niederfrequentes (Frequenz zwischen ca. 1 kHz bis ca. 200 kHz) periodisches magnetisches Signal S zur Einstrahlung in eine Leiterschleifenanordnung einer Positionsmesseinrichtung, die vorliegend durch den Block 220 veranschaulicht ist.
- [0092] Vorteilhaft wird dem Positionsgeber 100 über die elektromagnetische Induktion bei einer Frequenz von etwa 1 MHz Energie zur elektrischen Versorgung des Positionsgebers 100 zugeführt, und das magnetische Signal S zur eigentlichen Positionserfassung wird bevorzugt bei einer Frequenz im kHz-Bereich erzeugt, sodass die nachfolgende Auswertung durch die Auswerteeinrichtung 1010 mittels einer einfachen Filterung eine zuverlässige Trennung der interessierenden Signale von ggf. auftretenden Störungen bzw. von dem Induktionssignal I ausführen kann.
- [0093] Figur 8 zeigt schematisch ein Blockdiagramm zur Positionsbestimmung durch eine Auswerteeinrichtung 1010 gemäß einer Ausführungsform, wie

sie bspw. unter Verwendung der Leiterschleifenanordnung nach Figur 4 möglich ist. Das erste Signal s_1 , erhalten von der ersten Leiterschleife L1, wird dem Addierer 1014 zugeführt. Das zweite Signal s_2 , erhalten von der zweiten Leiterschleife L2, wird zunächst durch den Phasenschieber 1012 um 90° phasenverschoben, wodurch das phasenverschobene Signal s_2' erhalten wird, welches seinerseits dem Addierer 1014 zugeführt wird. Der Addierer 1014 bildet aus den beiden Signalen s_1 , s_2' ein Summensignal s_4 , welches, ebenso wie das Referenzsignal s_3 der dritten Leiterschleife L3, dem Phasenvergleich 1016 zugeführt wird, der aus einer Phasendifferenz zwischen den Signalen s_3 , s_4 die Position x des Positionsgebers 100 ermittelt.

- [0094] Der erfindungsgemäße aktive Positionsgeber 100 ermöglicht vorteilhaft die Erzeugung verhältnismäßig starker magnetischer Signale S zur Einkopplung in eine oder mehrere Messschleifen L1, L2, .. der Positionsmesseinrichtung 1000, wodurch eine gesteigerte Empfindlichkeit und damit eine höhere Positionsauflösung ermöglicht wird. Ebenso wird durch die erfindungsgemäße Konfiguration eine größere Dynamik eines den Positionsgeber 100 aufweisenden Gesamtsystems 1000 erzielt, so dass eine Ermittlung von Positionswerten x schneller als bei konventionellen Systemen möglich ist, mithin eine höhere Erfassungsrate realisierbar ist.
- [0095] Bei Ausführungsformen des Positionsgebers 100, bei denen ein Oszillator vorgesehen ist, können vor einer Positionserfassung die folgenden Schritte ausgeführt werden, um ein zuverlässiges Anschwingen des Oszillators zu bewirken: Wie beispielsweise unter Bezugnahme auf Figur 5a, 5b beschrieben, kann der Positionsgebers 100 über die Induktionsspule 1030, 1030a mit Energie für den Betrieb des Oszillators versorgt werden. Zusätzlich kann z.B. eine der Leiterschleifen L1, L2, L3 der Positionsmesseinrichtung 1000, beispielsweise durch die Auswerteeinrichtung 1010 oder einen separaten Signalgenerator (nicht gezeigt) mit einem periodischen Signal beaufschlagt werden, das im Wesentlichen dieselbe Frequenz aufweist wie der Oszillator des Positionsgebers. Durch die induktive Kopplung zwischen der nunmehr als

"Sendeschleife" fungierenden Leiterschleife L1, L2, L3 und dem Oszillator wird ein Anschwingen desselben begünstigt. Sobald der Oszillator angeschwungen ist, kann die Beaufschlagung der Leiterschleife L1, L2, L3 seitens der Auswerteeinrichtung 1010 oder des separaten Signalgenerators eingestellt werden, und es kann der eigentliche Betrieb zur Positionsmessung aufgenommen werden, in dem die Leiterschleife L1, L2, L3 als Empfangsschleifen arbeiten.

- [0096] Bei einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass mindestens eine Leiterschleife L1 eine von der Sinusform bzw. Cosinusform abweichende Geometrie als Funktion der Positionskoordinate x aufweist, z.B. Dreiecksgeometrie. Andere "orts-eindeutige" Formen für die Leiterschleifen sind ebenso denkbar. Ferner ist es möglich, durch eine räumliche Schachtelung mehrerer selbst nicht sinusförmiger Leiterschleifen und insbesondere einer Variation ihrer geometrischen Ausdehnung senkrecht zur Positionskoordinate x eine sinus- bzw. cosinusförmige Abhängigkeit der magnetischen Kopplung zwischen Positionsgeber und der betreffenden Leiterschleife von der Positionskoordinate x zu erhalten.
- [0097] Bei einer weiteren Ausführungsform kann der Messweg MW (Fig. 2) gerade (insbesondere eindimensional) ausgebildet sein. Bei anderen Ausführungsformen ist auch ein gekrümmter Verlauf des Messweges denkbar, beispielsweise zweidimensional oder dreidimensional.
- [0098] Die Erfindung gibt ein vorteilhaftes induktives Messprinzip sowie einen induktiven Positionsgeber und eine induktive Positionsmesseinrichtung an.

Ansprüche

1. Positionsgeber (100) für eine elektronische Positionsmesseinrichtung (1000), wobei der Positionsgeber (100) eine Signalerzeugungseinrichtung (110) zur Erzeugung eines periodischen magnetischen Signals (S) und eine elektrische Energieversorgungseinrichtung (120) zur Versorgung der Signalerzeugungseinrichtung (110) mit elektrischer Energie aufweist.
2. Positionsgeber (100) nach Anspruch 1, wobei die elektrische Energieversorgungseinrichtung (120) mindestens einen, vorzugsweise lokalen, Energiespeicher (122), insbesondere einen Kondensator und/oder eine Batterie und/oder einen Akkumulator aufweist.
3. Positionsgeber (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die elektrische Energieversorgungseinrichtung (120) mindestens einen Energiewandler (124) aufweist, der dazu ausgebildet ist, mechanische Energie und/oder thermische Energie und/oder Strahlungsenergie und/oder aus einem magnetischen und/oder elektrischen Feld entnommene Energie in elektrische Energie umzuwandeln.
4. Positionsgeber (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Signalerzeugungseinrichtung (110) wenigstens einen Oszillator aufweist.
5. Positionsgeber (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das periodische Signal (S) eine Frequenzkomponente im Bereich von etwa ein Kilohertz bis etwa 200 Kilohertz aufweist, insbesondere im Bereich von etwa 10 Kilohertz bis etwa 20 Kilohertz.
6. Positionsmesseinrichtung (1000) zur Ermittlung einer Position (x) eines entlang eines Messweges (MW) bewegbaren, insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche ausgebildeten, Positionsgebers (100), wobei die Positionsmesseinrichtung (1000) aufweist: mindestens eine erste entlang des Messweges (MW) angeordnete Leiterschleife (L1) zur Erfassung eines von dem Positionsgeber (100) erzeugten magnetischen Signals (S), wobei die erste Leiterschleife (L1) so ausgebildet ist, dass sich eine magnetische Kopplung zwischen einer Signalerzeugungseinrichtung (110) des Positionsgebers (100) und der ersten Leiterschleife (L1) in Abhängigkeit der Position (x) des Positionsgebers (100) ändert, und eine Auswerteeinrichtung (1010) zur Ermittlung der Position (x) in Abhängigkeit eines durch das

magnetische Signal (S) in der ersten Leiterschleife (L1) erzeugten ersten Signals (s1).

7. Positionsmesseinrichtung (1000) nach Anspruch 6, wobei ferner eine zweite zumindest abschnittsweise entlang des Messweges (MW) angeordnete Leiterschleife (L2) zur Erfassung des von dem Positionsgeber (100) erzeugten magnetischen Signals (S) vorgesehen ist, wobei die Auswerteeinrichtung (1010) zur Ermittlung der Position (x) in Abhängigkeit des ersten Signals (s1) und eines durch das magnetische Signal (S) in der zweiten Leiterschleife (L2) erzeugten zweiten Signals (s2) ausgebildet ist, und wobei vorzugsweise mindestens ein Abschnitt der ersten Leiterschleife (L1) einen im wesentlichen etwa sinusförmigen Verlauf bezogen auf eine Referenzposition (x0) des Messweges (MW) und mindestens ein Abschnitt der zweiten Leiterschleife (L2) einen im wesentlichen etwa cosinusförmigen Verlauf bezogen auf die Referenzposition (x0) des Messweges (MW) aufweist.
8. Positionsmesseinrichtung (1000) nach einem der Ansprüche 6 bis 7, wobei wenigstens eine Leiterschleife (L1) so ausgebildet ist, dass sich die Größe eines differentiellen Flächenelements (dA) der wenigstens einen Leiterschleife (L1) entlang einer Koordinatenachse (x) des Messweges (MW) gemäß einer vorgebbaren Funktion ändert.
9. Positionsmesseinrichtung (1000) nach Anspruch 8, wobei wenigstens drei Leiterschleifen (L1, L2, L3) vorgesehen sind, wobei eine der ersten Leiterschleife (L1) zugeordnete Funktion eine Sinusfunktion ist, wobei eine der zweiten Leiterschleife (L2) zugeordnete Funktion eine Cosinusfunktion ist, und wobei eine der dritten Leiterschleife (L3) zugeordnete Funktion eine Konstante ist.
10. Verfahren zum Betreiben eines Positionsgebers (100) für eine elektronische Positionsmesseinrichtung (1000), wobei der Positionsgeber (100) mittels einer Signalerzeugungseinrichtung (110) ein periodisches magnetisches Signal (S) erzeugt und eine elektrische Energieversorgungseinrichtung (120) die Signalerzeugungseinrichtung (110) mit elektrischer Energie versorgt.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die elektrische Energieversorgungseinrichtung (120) mittels eines Energiewandlers (124) mechanische Energie und/oder thermische Energie und/oder

Strahlungsenergie und/oder aus einem magnetischen und/oder elektrischen Feld entnommene Energie in elektrische Energie umwandelt und zumindest zeitweise in einem, vorzugsweise lokalen, Energiespeicher (122), insbesondere in einem Kondensator und/oder einer Batterie und/oder einem Akkumulator, speichert.

12. Verfahren zum Betreiben einer Positionsmesseinrichtung (1000) zur Ermittlung einer Position (x) eines entlang eines Messweges (MW) bewegbaren, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 5 ausgebildeten, Positionsgebers (100), wobei die Positionsmesseinrichtung (1000) mindestens eine erste entlang des Messweges (MW) angeordnete Leiterschleife (L1) zur Erfassung eines von dem Positionsgeber (100) erzeugten magnetischen Signals (S) aufweist, wobei die erste Leiterschleife (L1) so ausgebildet ist, dass sich eine magnetische Kopplung zwischen einer Signalerzeugungseinrichtung (110) des Positionsgebers (100) und der ersten Leiterschleife (L1) in Abhängigkeit der Position (x) des Positionsgebers (100) ändert, und wobei eine Auswerteeinrichtung (1010) die Position (x) in Abhängigkeit eines durch das magnetische Signal (S) in der ersten Leiterschleife (L1) erzeugten ersten Signals (s1) ermittelt.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei ferner eine zweite zumindest abschnittsweise entlang des Messweges (MW) angeordnete Leiterschleife (L2) zur Erfassung des von dem Positionsgeber (100) erzeugten magnetischen Signals (S) vorgesehen ist, wobei die Auswerteeinrichtung (1010) die Position (x) in Abhängigkeit des ersten Signals (s1) und eines durch das magnetische Signal (S) in der zweiten Leiterschleife (L2) erzeugten zweiten Signals (s2) ermittelt, wobei vorzugsweise mindestens ein Abschnitt der ersten Leiterschleife (L1) einen im wesentlichen etwa sinusförmigen Verlauf bezogen auf eine Referenzposition (x0) des Messweges (MW) und mindestens ein Abschnitt der zweiten Leiterschleife (L2) einen im wesentlichen etwa cosinusförmigen Verlauf bezogen auf die Referenzposition (x0) des Messweges (MW) aufweist.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 13, wobei wenigstens eine Leiterschleife (L1) so ausgebildet ist, dass sich die Größe eines differentiellen Flächenelements (dA) der wenigstens einen Leiterschleife (L1) entlang einer

Koordinatenachse (x) des Messweges (MW) gemäß einer vorgebbaren Funktion ändert.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei wenigstens drei Leiterschleifen (L1, L2, L3) vorgesehen sind, wobei eine der ersten Leiterschleife (L1) zugeordnete Funktion eine Sinusfunktion ist, wobei eine der zweiten Leiterschleife (L2) zugeordnete Funktion eine Cosinusfunktion ist, und wobei eine der dritten Leiterschleife (L3) zugeordnete Funktion eine Konstante ist, und wobei die Auswerteeinrichtung (1010) die Position (x) in Abhängigkeit des ersten Signals (s1) und eines durch das magnetische Signal (S) in der zweiten Leiterschleife (L2) erzeugten zweiten Signals (s2) und eines durch das magnetische Signal (S) in der dritten Leiterschleife (L3) erzeugten dritten Signals (s3) ermittelt.
16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei das zweite Signal (s2) um 90 Grad phasenverschoben wird, um ein phasenverschobenes zweites Signal (s2') zu erhalten, wobei das erste Signal (s1) zu dem phasenverschobenen zweiten Signal (s2') addiert wird, um ein Summensignal (s4) zu erhalten, und wobei ein Phasenvergleich zwischen dem Summensignal (s4) und dem dritten Signal (s3) ausgeführt wird, um die Position (x) zu ermitteln.
17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei der Phasenvergleich die folgenden Schritte aufweist: Umwandeln des Summensignals (s4) in ein erstes Digitalsignal, Umwandeln des dritten Signals (s3) in ein zweites Digitalsignal, Vergleichen der Phasen des ersten und zweiten Digitalsignals im Wege einer Zeitmessung, um die Position (x) zu ermitteln.

Fig. 1

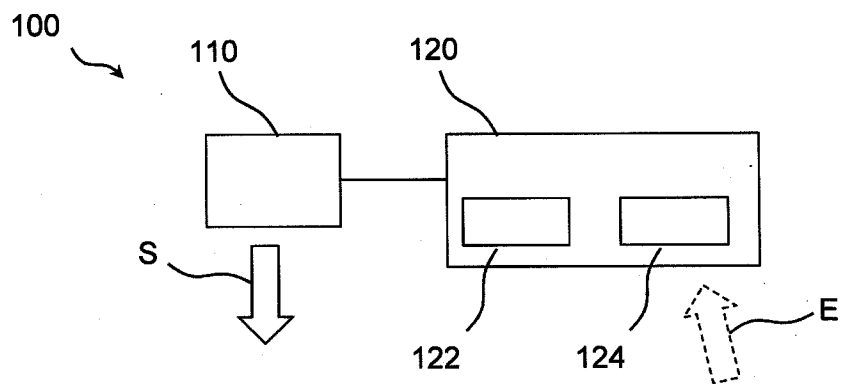


Fig. 2

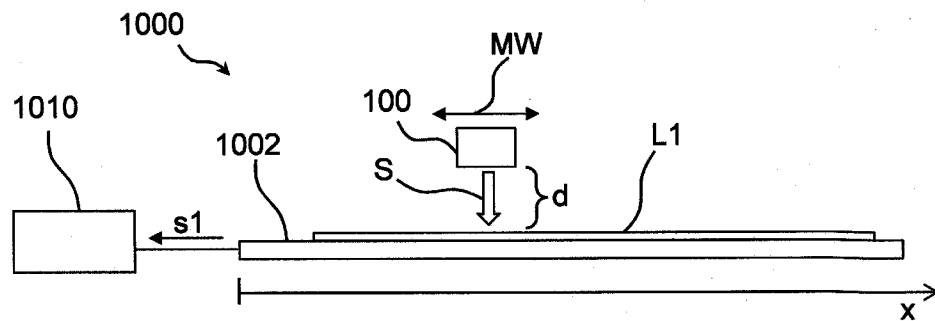


Fig. 3

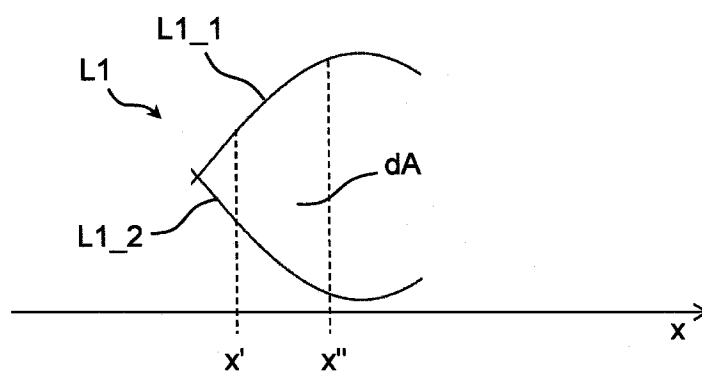


Fig. 4

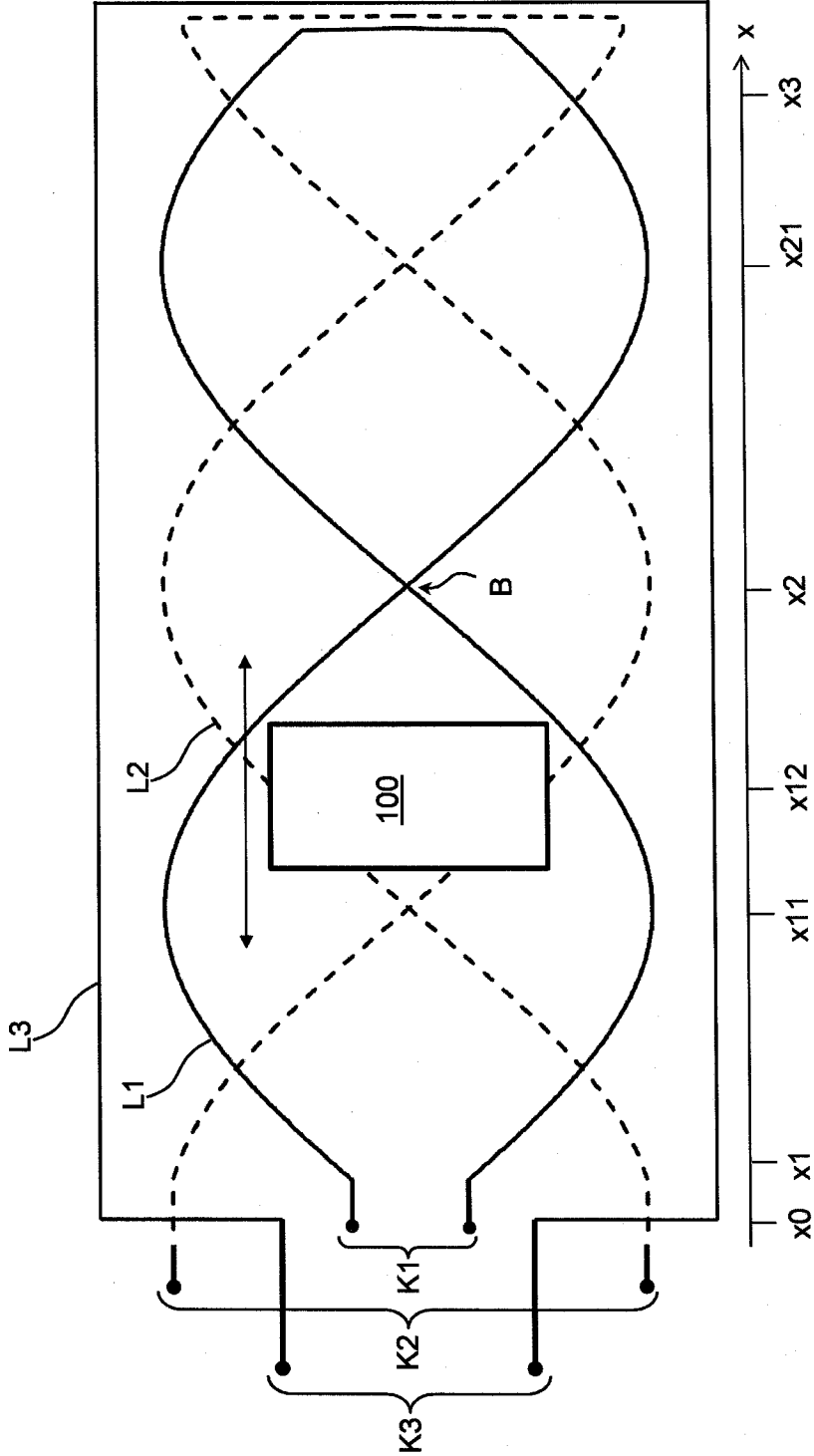


Fig. 5a

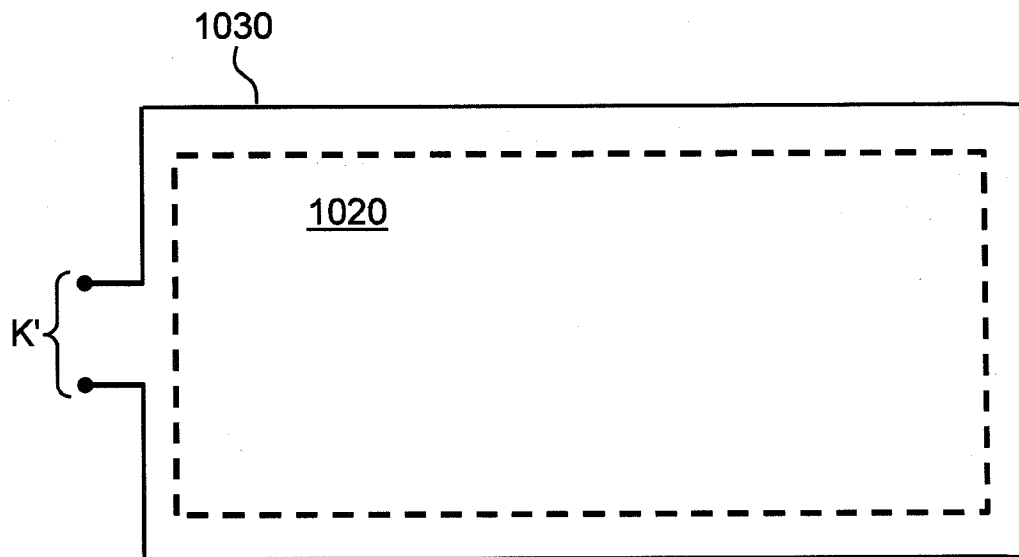


Fig. 5b

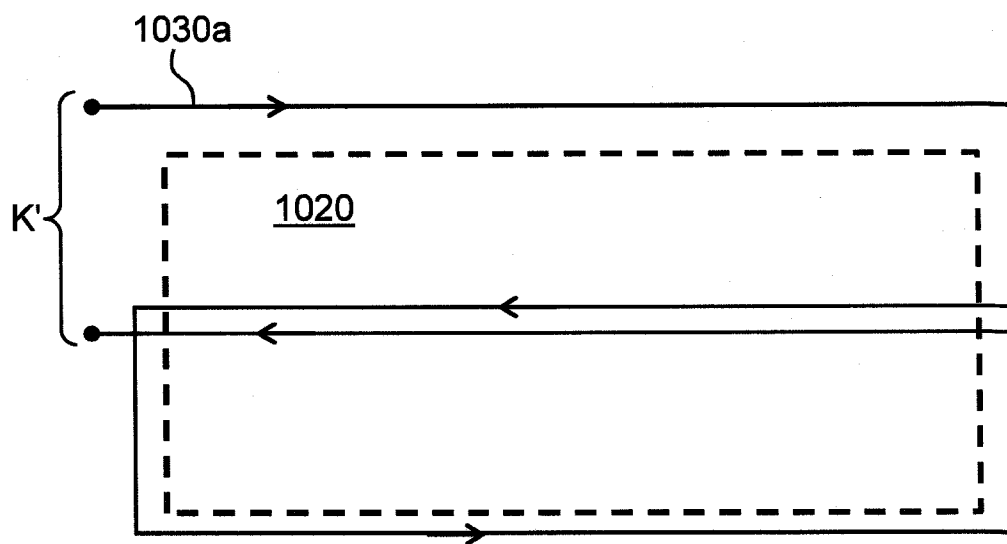


Fig. 6

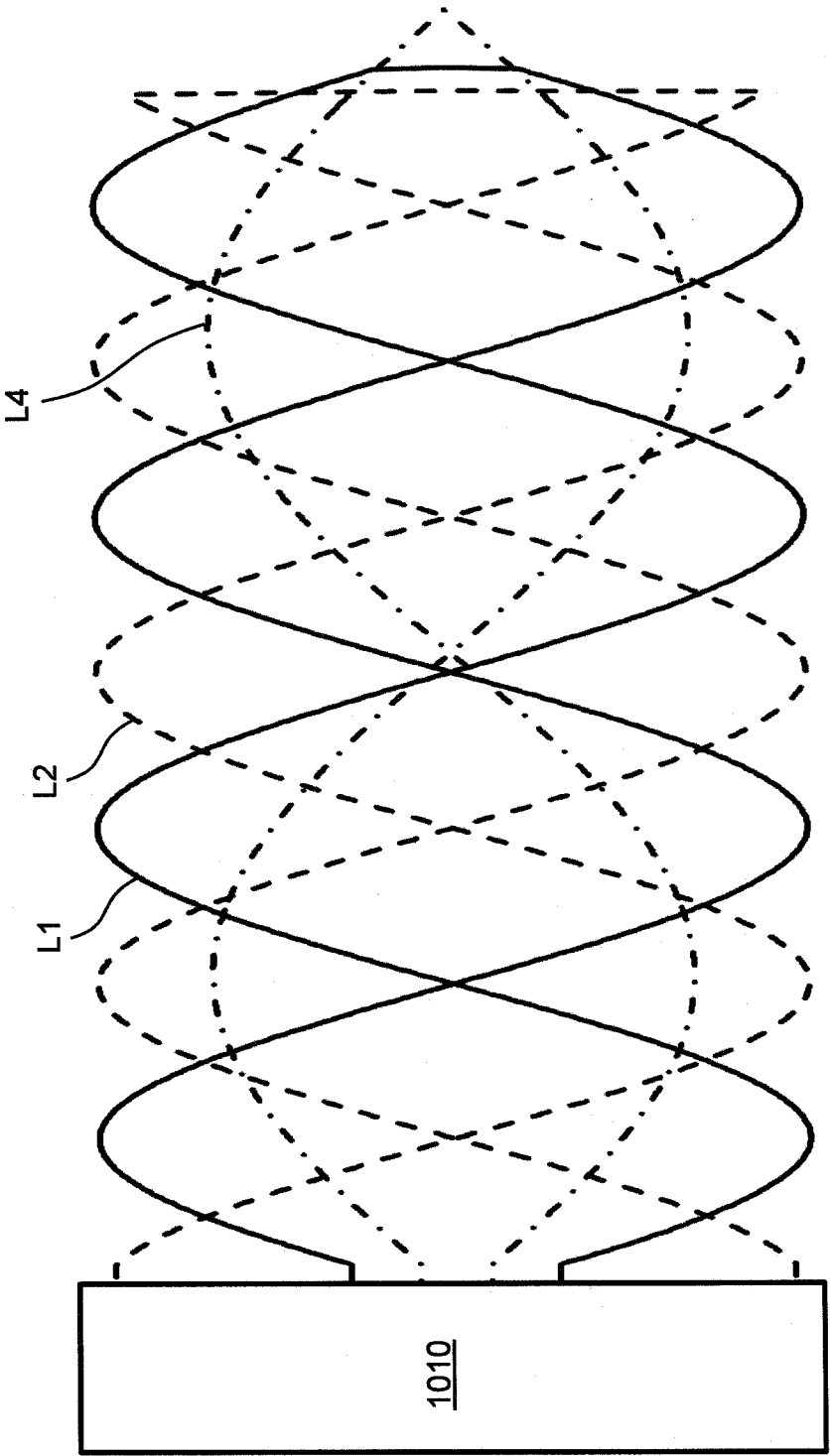


Fig. 7

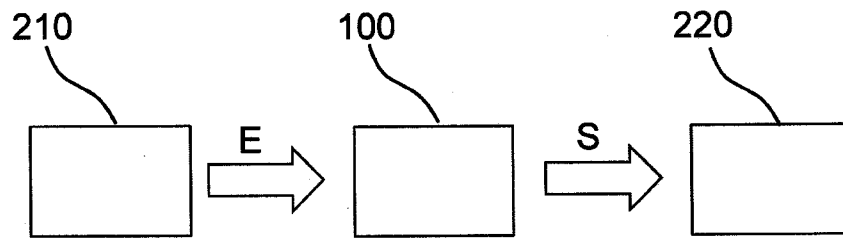
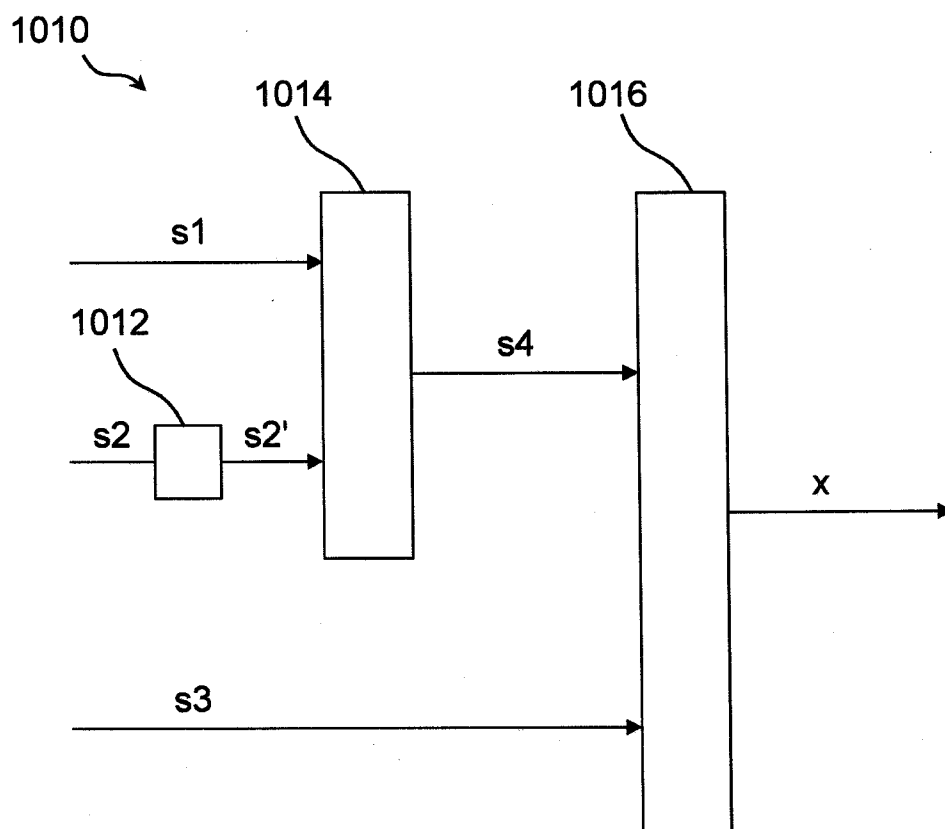


Fig. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/070719

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01D5/20
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 743 508 A2 (MITUTOYO CORP [JP]) 20 November 1996 (1996-11-20) page 5, line 39 - page 6, line 38; claim 13 page 14, line 53 - page 15, line 14; figure 22a	1-5,10, 11
A	----- DE 10 2007 017549 A1 (CAIROS TECHNOLOGIES AG [DE]) 17 April 2008 (2008-04-17) paragraphs [0018] - [0020], [0035], [0040] - [0042], [0044]	1-5,10, 11
X	----- DE 695 02 283 T2 (SCIENT GENERICS LTD [GB]) 5 November 1998 (1998-11-05) paragraphs [0058], [0061] - [0072], [0087], [0097], [0099] -----	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 January 2016

Date of mailing of the international search report

29/03/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stobbelaar, Mark

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2015/070719

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see Supplemental sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-5, 10, 11

Position sensor comprising a signal generation device and an electric power supply device

2. Claims 6-9, 12-17

Position measuring device comprising a conductor loop for acquiring the position of a position sensor

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/070719

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0743508	A2	20-11-1996	CN 1157910 A 27-08-1997
			EP 0743508 A2 20-11-1996
			JP H08313295 A 29-11-1996
			US 6011389 A 04-01-2000

DE 102007017549	A1	17-04-2008	DE 102007017549 A1 17-04-2008
			EP 1976601 A1 08-10-2008
			ES 2347018 T3 22-10-2010
			WO 2008043465 A1 17-04-2008

DE 69502283	T2	05-11-1998	AT 165659 T 15-05-1998
			AU 679378 B2 26-06-1997
			BR 9507650 A 09-09-1997
			CA 2189959 A1 23-11-1995
			CN 1152954 A 25-06-1997
			DE 69502283 D1 04-06-1998
			DE 69502283 T2 05-11-1998
			DK 0760087 T3 22-02-1999
			EP 0760087 A1 05-03-1997
			ES 2115382 T3 16-06-1998
			HK 1010796 A1 25-06-1999
			JP 3804971 B2 02-08-2006
			JP H10500481 A 13-01-1998
			SI 0760087 T1 31-10-1998
			US 5815091 A 29-09-1998
			WO 9531696 A1 23-11-1995

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01D5/20
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 743 508 A2 (MITUTOYO CORP [JP]) 20. November 1996 (1996-11-20) Seite 5, Zeile 39 - Seite 6, Zeile 38; Anspruch 13 Seite 14, Zeile 53 - Seite 15, Zeile 14; Abbildung 22a -----	1-5,10, 11
A	DE 10 2007 017549 A1 (CAIROS TECHNOLOGIES AG [DE]) 17. April 2008 (2008-04-17) Absätze [0018] - [0020], [0035], [0040] - [0042], [0044] -----	1-5,10, 11
X	DE 695 02 283 T2 (SCIENT GENERICS LTD [GB]) 5. November 1998 (1998-11-05) Absätze [0058], [0061] - [0072], [0087], [0097], [0099] -----	1-17



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Januar 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/03/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Stobbelaar, Mark

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☒ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☒ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN**PCT/ISA/ 210**

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-5, 10, 11

Positionsgeber mit einer Signalerzeugungseinrichtung und einer elektrischen Energieversorgungseinrichtung

2. Ansprüche: 6-9, 12-17

Positionsmesseinrichtung mit einer Leiterschleife zur Erfassung der Position eines Positionsgebers

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/070719

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0743508	A2	20-11-1996	CN 1157910 A 27-08-1997
			EP 0743508 A2 20-11-1996
			JP H08313295 A 29-11-1996
			US 6011389 A 04-01-2000
DE 102007017549	A1	17-04-2008	DE 102007017549 A1 17-04-2008
			EP 1976601 A1 08-10-2008
			ES 2347018 T3 22-10-2010
			WO 2008043465 A1 17-04-2008
DE 69502283	T2	05-11-1998	AT 165659 T 15-05-1998
			AU 679378 B2 26-06-1997
			BR 9507650 A 09-09-1997
			CA 2189959 A1 23-11-1995
			CN 1152954 A 25-06-1997
			DE 69502283 D1 04-06-1998
			DE 69502283 T2 05-11-1998
			DK 0760087 T3 22-02-1999
			EP 0760087 A1 05-03-1997
			ES 2115382 T3 16-06-1998
			HK 1010796 A1 25-06-1999
			JP 3804971 B2 02-08-2006
			JP H10500481 A 13-01-1998
			SI 0760087 T1 31-10-1998
			US 5815091 A 29-09-1998
			WO 9531696 A1 23-11-1995