

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Dezember 2008 (11.12.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/148698 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01D 5/14 (2006.01) **G01R 33/07** (2006.01)
G01R 33/02 (2006.01) **G01R 33/09** (2006.01)
G01R 33/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/056631

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Mai 2008 (29.05.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 026 220.7 5. Juni 2007 (05.06.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **AUSTRIAMICROSYSTEMS AG** [AT/AT];
Schloss Premstätten, A-8141 Unterpremstätten (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **JANISCH, Josef**
[AT/AT]; Dörfel 55, A-8262 Ilz (AT). **RIEDMÜLLER,**

Kurt [AT/AT]; Schwarzer Weg 116, A-8141 Unterprem-
stätten (AT).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATEN-
TANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Ridlerstrasse 55,
80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

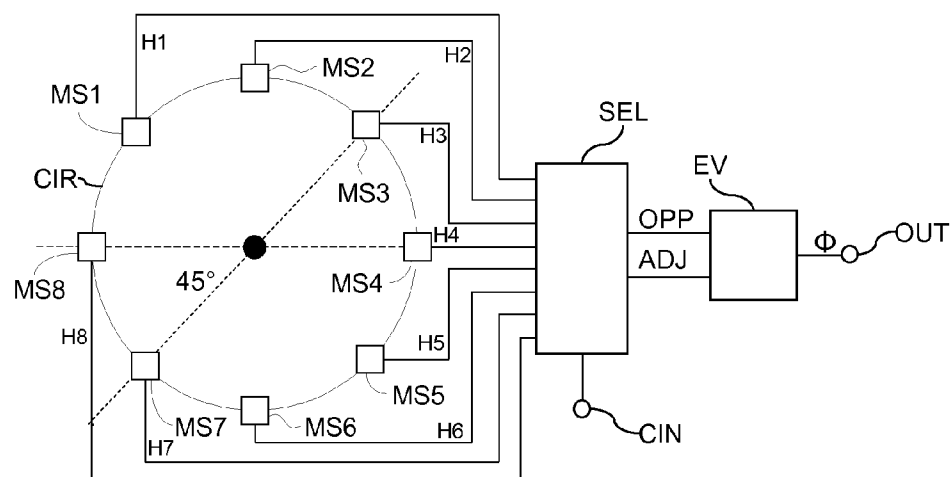
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SENSOR ARRAY, MEASUREMENT SYSTEM, AND MEASUREMENT METHOD

(54) Bezeichnung: SENSORANORDNUNG, MESSSYSTEM UND MESSVERFAHREN

Fig 1



(57) Abstract: Disclosed is a sensor array for use with a magnetic source (MAG) that is magnetized in a sector-shaped manner and has a number of pairs of poles. Said sensor array comprises several magnetic field sensors (MS1-MS8) which are disposed along a circular circumference (CIR) and are each designed to emit a sensor signal (H1-H8) in accordance with a magnetic field intensity. A selection device that is coupled to the magnetic field sensors (MS1-MS8) is designed to derive, as a function of at least two sensor signals selected in accordance with the number of pairs of poles, a first and a second intermediate signal (OPP, ADJ) from the sensor signals (H1-H8) emitted by the magnetic field sensors (MS1 to MS8). The sensor array further comprises an evaluation device (EV) which is coupled to the selection device (SEL) and is designed to determine an angle of rotation (Φ) as a function of the first and second intermediate signal (OPP, ADJ) and the number of pairs of poles.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/148698 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(57) Zusammenfassung: Eine Sensoranordnung ist vorgesehen zur Verwendung mit einer sektorenförmig magnetisierten Magnetquelle (MAG) mit einer Polpaarzahl. Die Sensoranordnung weist mehrere Magnetfeldsensoren (MS1 - MS8) auf, die entlang eines kreisförmigen Umfangs (CIR) angeordnet sind und jeweils eingerichtet sind, ein Sensorsignal (H1 - H8) in Abhängigkeit einer magnetischen Feldintensität abzugeben. Eine mit den Magnetfeldsensoren (MS1 - MS8) gekoppelte Auswahleinrichtung ist eingerichtet zum Ableiten eines ersten und eines zweiten Zwischensignals (OPP, ADJ) als Funktion von wenigstens zwei in Abhängigkeit der Polpaarzahl ausgewählten Sensorsignalen aus den von den Magnetfeldsensoren (MS1 bis MS8) abgegebenen Sensorsignalen (H1 - H8). Die Sensoranordnung weist ferner eine mit der Auswahleinrichtung (SEL) gekoppelte Auswerteeinrichtung (EV) auf, die eingerichtet ist zum Ermitteln eines Drehwinkels (Φ) als Funktion des ersten und zweiten Zwischensignals (OPP, ADJ) und der Polpaarzahl.

- 1 -

Beschreibung

Sensoranordnung, Messsystem und Messverfahren

- 5 Die Erfindung betrifft eine Sensoranordnung zur Verwendung mit einer sektorenförmig magnetisierten Magnetquelle, ein Messsystem sowie ein Messverfahren.

10 Sensoranordnungen, welche Magnetfeldsensoren zur Messung einer magnetischen Feldintensität umfassen, können benutzt werden, um eine winkelmäßige Abweichung einer Magnetquelle in Bezug auf die Position oder Ausrichtung der Magnetfeldsensoren zu bestimmen. Als Magnetquellen werden dabei vielfach diametral magnetisierte und drehbar gelagerte Magnetquellen
15 verwendet.

Die Magnetfeldsensoren können dabei beispielsweise entlang eines kreisförmigen Umfangs angeordnet sein und über diesen Umfang Sensorsignale bereitstellen, die ungefähr eine sinusförmige Kurve bilden, abhängig von der Position und der Ausrichtung der Magnetquelle. Bei einem diametral magnetisierten Magneten lassen sich beispielsweise Sensorsignale von Magnetfeldsensoren auswerten, die in Bezug auf den kreisförmigen Umfang ungefähr in einem rechten Winkel angeordnet sind. Auf
20 diese Weise lässt sich anhand der gemessenen Sensorsignale ein Drehwinkel der Magnetquelle innerhalb einer vollen Umdrehung von 360° bestimmen.

Der so ermittelte Drehwinkel wird üblicherweise als binär kodiertes Signal mit einer bestimmten Auflösung bereitgestellt.
30

- 2 -

In einigen Anwendungsfällen kann es jedoch ausreichend sein, einen Drehwinkel einer Magnetquelle in einem Teilbereich einer vollen Umdrehung, beispielsweise in einem Winkelsegment, zu bestimmen. Da eine Ermittlung des Drehwinkels aber üblicherweise mit einer Auflösung durchgeführt wird, welche auf
5 eine volle Umdrehung bezogen ist, ist die relative Auflösung, bezogen auf den kleineren Winkelbereich, reduziert. Anders ausgedrückt wird nicht die volle digitale Auflösung bei der Bereitstellung des digitalen Winkelwerts genutzt.

10

Um die Auflösung der Sensoranordnung zu erhöhen, kann beispielsweise die Anzahl der Magnetfeldsensoren vergrößert werden. Alternativ kann, um die relative Auflösung in einem Winkelbereich an eine Auflösung für eine volle Umdrehung anzupassen, auch eine Wortbreite des digital bereitgestellten
15 Winkelwerts erhöht werden. Dies erhöht aber den Aufwand der Sensoranordnung. Ferner wäre eine derartig angepasste Sensoranordnung jeweils auf einen vorbestimmten Winkelbereich festgelegt.

20

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Sensoranordnung und ein Messsystem anzugeben, mit denen sich ein Drehwinkel einer Magnetquelle mit hoher Auflösung ermitteln lässt. Es ist auch Aufgabe der Erfindung, ein Messverfahren anzugeben, mit dem
25 sich ein Drehwinkel einer Magnetquelle mit hoher Auflösung ermitteln lässt.

Diese Aufgabe wird mit den Gegenständen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Ausgestaltungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.
30

- 3 -

Eine beispielhafte Ausführungsform einer Sensoranordnung ist zur Verwendung mit einer sektorförmig magnetisierten Magnetquelle mit einer Polpaarzahl vorgesehen. Die Sensoranordnung weist einen ersten, einen zweiten, einen dritten und einen vierten Magnetfeldsensor auf, die entlang eines kreisförmigen Umfangs angeordnet sind. Die Magnetfeldsensoren sind jeweils dazu eingerichtet, ein Sensorsignal in Abhängigkeit einer magnetischen Feldintensität abzugeben, welche insbesondere von der sektorenförmig magnetisierten Magnetquelle bewirkt wird. Eine Auswahleinrichtung ist mit den Magnetfeldsensoren gekoppelt und eingerichtet zum Ableiten eines ersten und eines zweiten Zwischensignals als Funktion von wenigstens zwei ausgewählten Sensorsignalen aus den von den Magnetfeldsensoren abgegebenen Sensorsignalen. Dabei sind die wenigstens zwei Sensorsignale in Abhängigkeit der Polpaarzahl der Magnetquelle ausgewählt. Die Sensoranordnung weist ferner eine Auswerteeinrichtung auf, die mit der Auswahleinrichtung gekoppelt und eingerichtet ist zum Ermitteln eines Drehwinkels als Funktion des ersten und zweiten Zwischensignals und der Polpaarzahl.

Durch die Verwendung einer sektorenförmig magnetisierten Magnetquelle, welche eine bestimmte Anzahl von Polpaaren, das heißt eine bestimmte Polpaarzahl aufweist, der speziellen Ausgestaltung der Sensoranordnung bezüglich der Magnetfeldsensoren und der Auswahlmöglichkeit der von den Magnetfeldsensoren abgegebenen Sensorsignale kann ein Winkelwert beziehungsweise ein Drehwinkel der Magnetquelle für einen von der Polpaarzahl abhängigen Winkelbereich mit hoher Auflösung bestimmt werden. Die Polpaarzahl oder ein der Polpaarzahl entsprechendes Signal können der Sensoranordnung beispielsweise über einen Steuereingang zugeführt werden.

Beispielsweise sind die Magnetfeldsensoren in einem Kreissegment entlang des kreisförmigen Umfangs mit einem jeweiligen Winkelabstand von im Wesentlichen 45° angeordnet. Durch entsprechende Auswahl und Kombination der von den Magnetfeldsensoren abgegebenen Sensorsignale kann mit der Sensoranordnung für beliebige Magnetquellen mit jeweils unterschiedlichen Polpaarzahlen ein an die jeweilige Polpaarzahl angepasster Drehwinkel der jeweiligen Magnetquelle bestimmt werden.

10

Die Sensoranordnung lässt sich sowohl mit einer Magnetquelle mit einer Polpaarzahl von 1, das heißt mit einem diametral magnetisierten Magneten, als auch mit Magnetquellen mit Polpaarzahlen größer als 1 verwenden, die mehr als zwei magnetische Sektoren aufweisen. In dem letztgenannten Fall lässt sich mit der Sensoranordnung ein Drehwinkel in einem durch die Polpaarzahl bestimmten Winkelbereich bestimmen. Die Sensoranordnung kann somit in einfacher Weise an verschiedene Winkelbereiche beziehungsweise verschiedene Polpaarzahlen angepasst werden.

20

In einer weiteren Ausführungsform weist die Sensoranordnung zusätzlich einen fünften, einen sechsten, einen siebten und einen achten Magnetfeldsensor auf, die gemeinsam mit dem ersten, zweiten, dritten und vierten Magnetfeldsensor gleichmäßig entlang des kreisförmigen Umfangs angeordnet sind. Anders ausgedrückt weisen der erste bis achte Magnetfeldsensor jeweils einen Zwischenwinkelabstand von im Wesentlichen 45° auf. Auch der fünfte bis achte Magnetfeldsensor sind eingerichtet, ein Sensorsignal in Abhängigkeit einer magnetischen Feldintensität abzugeben. Dementsprechend ist die Auswahleinrichtung zum Ableiten des ersten und zweiten Zwischensignals

25

30

- 5 -

auch mit dem fünften, sechsten, siebten und achten Magnetfeldsensor gekoppelt. Durch die weiteren Magnetfeldsensoren kann für bestimmte Polpaarzahlen die Genauigkeit bei der Bestimmung des Drehwinkels zusätzlich verbessert werden.

5

In einem Ausführungsbeispiel eines Messsystems umfasst dieses einen Satz von wenigstens vier, beispielsweise aber auch acht Magnetfeldsensoren, die entlang eines kreisförmigen Umfangs angeordnet sind und jeweils eingerichtet sind, ein Sensorsignal in Abhängigkeit einer magnetischen Feldintensität abzugeben. Ferner ist in dem System eine sektorenförmig magnetisierte Magnetquelle vorgesehen, welche eine Polpaarzahl aufweist und über dem kreisförmigen Umfang drehbar gelagert ist. Das Messsystem umfasst ferner ein Berechnungsmittel, das eingerichtet ist, wenigstens zwei Sensorsignale aus den von den Magnetfeldsensoren abgegebenen Sensorsignalen in Abhängigkeit der Polpaarzahl auszuwählen und einen Drehwinkel der Magnetquelle als Funktion der Polpaarzahl und der wenigstens zwei ausgewählten Sensorsignale zu bestimmen. Beispielsweise sind die Magnetfeldsensoren gleichmäßig entlang des kreisförmigen Umfangs angeordnet.

In dem Messsystem kann ein Drehwinkel der Magnetquelle in einem durch die Polpaarzahl bestimmten Winkelbereich mit hoher Genauigkeit bestimmt werden.

Das Ermitteln des Drehwinkels kann in der Sensoranordnung und in dem Messsystem mittels einer Winkelfunktion aus den ausgewählten Sensorsignalen beziehungsweise den Zwischensignalen erfolgen. Ferner können Divisionsmittel zum Teilen durch die Polpaarzahl für das Ermitteln des Drehwinkels vorgesehen sein.

- 6 -

In einem Ausführungsbeispiel für das Messverfahren werden ein erster, ein zweiter, ein dritter und ein vierter Magnetfeldsensor bereitgestellt, die entlang eines kreisförmigen Umfangs angeordnet sind und jeweils ein Sensorsignal in Abhängigkeit einer magnetischen Feldintensität abgeben. Ferner wird eine sektorenförmig magnetisierte Magnetquelle bereitgestellt, welche eine Polpaarzahl aufweist und über dem kreisförmigen Umfang drehbar gelagert ist. In Abhängigkeit der Polpaarzahl werden aus den abgegebenen Sensorsignalen wenigstens zwei Sensorsignale ausgewählt. Ein Drehwinkel der Magnetquelle wird als Funktion der ausgewählten Sensorsignale und der Polpaarzahl ermittelt.

Die Magnetquelle mit der Polpaarzahl lässt sich entsprechend eines gewünschten Winkelbereichs auswählen, für den ein Drehwinkel der Magnetquelle bestimmt werden soll. Dementsprechend werden in Abhängigkeit der gewählten Polpaarzahl der Magnetquelle entsprechende Sensorsignale von den Magnetfeldsensoren für eine Weiterverarbeitung ausgewählt. Somit lässt sich der Drehwinkel individuell angepasst an die Polpaarzahl mit einer hohen Auflösung bestimmen. Im Vergleich zu einer diametral magnetisierten Magnetquelle mit einer Polpaarzahl von 1 ergibt sich bei einer Magnetquelle, welche eine Polpaarzahl größer als 1 aufweist, bei gleicher Drehgeschwindigkeit ein sinusförmiger Verlauf der Magnetfeldintensität an einem der Magnetfeldsensoren mit einer der Polpaarzahl entsprechend höheren Frequenz. Anders ausgedrückt resultiert ein mechanischer Drehwinkel der Magnetquelle in einem der Polpaarzahl entsprechend höheren elektrischen Winkel an dem Magnetfeldsensor.

- 7 -

Beispielsweise werden die Sensorsignale derart ausgewählt, dass diese einen elektrischen Winkelabstand von im Wesentlichen 90° zueinander aufweisen. Über entsprechende trigonometrische Beziehungen kann der Drehwinkel beispielsweise über
5 eine Winkelfunktion wie etwa eine inverse Tangens- oder eine Arkustangensfunktion ermittelt werden. Dementsprechend lassen sich auch für verschiedene Polpaarzahlen jeweils diejenigen Magnetfeldsensoren bestimmen beziehungsweise auswählen, welche geeignet sind, Sensorsignale mit dem elektrischen Winkel-
10 abstand von im Wesentlichen 90° abzugeben.

Auch in dem Messverfahren können beispielsweise acht gleichmäßig über den Kreisumfang verteilte Magnetfeldsensoren vorgesehen werden, deren Sensorsignale zur Ermittlung des Dreh-
15 winkels herangezogen werden können.

Im Folgenden wird die Erfindung an mehreren Ausführungsbeispielen anhand der Figuren näher erläutert. Funktions- beziehungsweise wirkungsgleiche Elemente tragen dabei gleiche Bezugszeichen.
20

Es zeigen:

Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Sensoranordnung,
25

Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Sensoranordnung,

30 Figur 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer Sensoranordnung,

- 8 -

Figur 4 ein beispielhaftes Diagramm mit Vektoren von Zwischen-
signalen zur Berechnung des Drehwinkels,

Figur 5 ein beispielhaftes Diagramm für Verläufe von Sen-
sorsignalen für verschiedene Polpaarzahlen,

Figur 6 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Magnetquelle
mit entsprechend angeordneten Magnetfeldsensoren
und

Figur 7 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Magnetquelle
mit entsprechend angeordneten Magnetfeldsensoren.

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Sensoranordnung,
die sich mit einer hier nicht gezeigten sektorenförmig magne-
tisierten Magnetquelle verwenden lässt. Die Sensoranordnung
weist in diesem Ausführungsbeispiel einen Satz von acht Mag-
netfeldsensoren MS1 bis MS8 sowie eine Auswahleinrichtung SEL
auf, die eingangsseitig mit den Magnetfeldsensoren MS1 bis
MS8 und ausgangsseitig mit einer Auswerteschaltung EV gekop-
pelt ist. Von den Magnetfeldsensoren MS1 bis MS8, die bei-
spielsweise jeweils einen Hall-Sensor aufweisen, werden im
Betrieb jeweilige Sensorsignale H1 bis H8 abgegeben, deren
Wert von einer magnetischen Feldintensität an der Position
des Magnetfeldsensors abhängt.

Die Magnetfeldsensoren MS1 bis MS8 sind gleichmäßig entlang
eines kreisförmigen Umfangs CIR angeordnet, sodass ein jewei-
liger Zwischenwinkel zwischen den Magnetfeldsensoren im We-
sentlichen 45° beträgt. Dies ist in der Zeichnung beispiele-
weise für den Winkel zwischen dem siebten Magnetfeldsensor
MS7 und dem achten Magnetfeldsensor MS8 exemplarisch darge-

- 9 -

stellt. Der kreisförmige Umfang CIR beziehungsweise die Anordnung der Magnetfeldsensoren MS1 bis MS8 bilden vorzugsweise eine nicht gekrümmte Ebene.

5 Die Auswahleinrichtung SEL weist einen Steuereingang CIN auf, über den ein Steuerwort oder Steuersignal zugeführt werden kann, welches eine Polpaarzahl der zu verwendenden Magnetquelle ausdrückt. Die Auswahleinrichtung SEL ist eingerichtet, wenigstens zwei Sensorsignale aus den von den Magnetfeldsensoren MS1 bis MS8 abgegebenen Sensorsignalen H1 bis H8
10 auszuwählen und aus den ausgewählten Sensorsignalen ein erstes und ein zweites Zwischensignal OPP, ADJ abzuleiten, welche ausgangsseitig an die Auswerteschaltung EV abgegeben werden. Beispielsweise repräsentieren die Zwischensignale OPP, ADJ zwei Vektoren, welche im Wesentlichen senkrecht aufeinander stehen und deren Summe einen Winkel zu einem Bezugskoordinatensystem bilden, aus dem sich ein Drehwinkel Φ einer verwendeten Magnetquelle ableiten lässt. Dies kann beispielsweise über einfache trigonometrische Funktionen wie zum Beispiel eine Arkustangensfunktion erfolgen. Der Drehwinkel Φ
15 wird an einem Ausgang OUT abgegeben.

In einem Betrieb der Sensoranordnung ist die hier nicht gezeigte Magnetquelle vorzugsweise drehbar um den Mittelpunkt
25 des kreisförmigen Umfangs CIR gelagert und bildet mit der Sensoranordnung ein entsprechendes Messsystem.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel können der fünfte, sechste, siebte und achte Magnetfeldsensor MS5 bis MS8 auch
30 weggelassen werden, wobei die Position der ersten vier Magnetfeldsensoren MS1 bis MS4 unverändert bleibt. Auch in diesem Fall lassen sich in Abhängigkeit der Polpaarzahl entspre-

- 10 -

chende Sensorsignale aus den zur Verfügung stehenden Sensorsignalen H1 bis H4 auswählen, um daraus die Zwischensignale OPP, ADJ abzuleiten.

5 Sowohl in der Ausführungsform mit vier Magnetfeldsensoren MS1 bis MS4 als auch mit acht Magnetfeldsensoren MS1 bis MS8 können das erste und das zweite Zwischensignal OPP, ADJ durch Addition und/oder Subtraktion der ausgewählten Sensorsignale in der Auswahleinrichtung abgeleitet werden.

10

Figur 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Sensoranordnung für die Bestimmung eines Drehwinkels einer sektorenförmig magnetisierten Magnetquelle. Die Auswahleinrichtung SEL umfasst hierbei für jeden der acht Magnetfeldsensoren MS1
15 bis MS8 einen Differenzverstärker oder Operationsverstärker OP1 bis OP8. Bei den Operationsverstärkern OP1 bis OP8 ist jeweils ein erster Eingang E+, der ein nicht invertierender Eingang ist, an einen Bezugspotentialanschluss GND angeschlossen. Ein jeweils zweiter Eingang E-, der dementsprechend ein invertierender Eingang ist, ist mit einem zugehörigen Magnetfeldsensor gekoppelt. Invertierender und nicht invertierender Eingang E-, E+ der Operationsverstärker OP1 bis
20 OP8 können in anderen Ausführungsformen auch vertauscht werden. Die Anordnung der Magnetfeldsensoren MS1 bis MS8 entlang des kreisförmigen Umfangs CIR ist in diesem Ausführungsbeispiel aus Übersichtsgründen nicht dargestellt.

Die Operationsverstärker OP1 bis OP8 weisen zudem jeweils einen nichtinvertierenden und einen invertierenden Ausgang O+,
30 O- auf, an denen beispielsweise ein positiver beziehungsweise negativer oder invertierter Strom abgegeben werden kann. Jeder der Ausgänge der Operationsverstärker OP1 bis OP8 ist ü-

- 11 -

ber einen der Schalter S11 bis S84 selektiv mit einem ersten und einem zweiten Eingang AIN1, AIN2 eines Analog-Digital-Umsetzers AD1 gekoppelt. Die Schalterstellung der Schalter S11 bis S84 wird über eine Steuerschaltung CTL gesteuert,

5 welche den Steuereingang CIN aufweist. Ausgangsseitig ist der Analog-Digital-Umsetzer AD1 mit der Auswerteschaltung EV zur Übermittlung des ersten und zweiten Zwischensignals OPP, ADJ in digitaler Form gekoppelt.

10 Beispielsweise kann das Sensorsignal des ersten Magnetfeldsensors MS1, welches als analoges Strom- oder Spannungssignal vorliegt, über den ersten Operationsverstärker OP1 zu einem weiteren analogen Stromsignal verstärkt werden, welches an den entsprechenden Ausgängen O+, O- in invertierter oder
15 nicht invertierter Form vorliegt. Dementsprechend kann vom Ausgang O- des Operationsverstärkers OP1 über den Schalter S11 das invertierte, verstärkte Stromsignal an den ersten Eingang AIN1 des Analog-Digital-Umsetzers AD1 zugeführt werden. Alternativ lässt sich dieser Strom auch über den Schalter
20 S12 an den zweiten Eingang AIN2 zuführen. In gleicher Weise kann ein Strom am nicht invertierenden Ausgang O+ des Operationsverstärkers OP1 über die Schalter S13, S14 alternativ auf den ersten oder den zweiten Eingang AIN1, AIN2 des Analog-Digital-Umsetzers AD1 geführt werden.

25

Anders ausgedrückt kann das verstärkte Sensorsignal sowohl in invertierter als auch in nicht invertierter Form jeweils an den ersten oder den zweiten Eingang AIN1, AIN2 angelegt werden. Es ist jedoch auch möglich, dass alle einem Operations-
30 verstärker zugeordneten Schalter, beispielsweise für den Operationsverstärker OP1 die Schalter S11 bis S14, in einen nicht leitenden Zustand geschaltet sind und dadurch kein ent-

- 12 -

sprechendes Sensorsignal, hier des betroffenen Magnetfeldsensors MS1, auf den Analog-Digital-Umsetzer AD1 gegeben wird.

Die Funktionsweise der übrigen Schalter S21 bis S84 für die
5 verbleibenden Operationsverstärker OP2 bis OP8 entspricht der
eben beschriebenen Funktionsweise. Somit kann am ersten und
zweiten Eingang AIN1, AIN2 des Analog-Digital-Umsetzers AD1
jeweils eine Aufsummierung von nicht invertierten und inver-
tierten Sensorsignalen der einzelnen Magnetfeldsensoren MS1
10 bis MS8 erfolgen. Anders ausgedrückt kann durch die verschie-
denen Schalterstellungen der Schalter S11 bis S84 eine jewei-
lige Addition und/oder Subtraktion der Sensorsignale durchge-
führt werden, wobei nicht alle Sensorsignale in das jeweilige
Ergebnis der Signal-Addition und -Subtraktion eingehen müs-
15 sen.

Entsprechende Steuersignale für die Ansteuerung der einzelnen
Schalter S11 bis S84 können von der Steuerschaltung CTL in
Abhängigkeit eines Signals am Steuereingang CIN abgeleitet
20 werden, welches in entsprechender Form eine Information über
die Polpaarzahl eines verwendeten oder zur Verwendung vorge-
sehenen Magneten umfasst. Wie zuvor bereits erwähnt, werden
dabei in Abhängigkeit der Polpaarzahl diejenigen Magnetfeld-
sensoren ausgewählt, die bezogen auf einen elektrischen Ver-
25 lauf eines sinusförmigen Sensorsignals einen Winkelabstand
von im Wesentlichen 90° zueinander aufweisen, wobei jeweils
eines davon für das erste Zwischensignal und das andere, um
 90° verschobene, für das zweite Zwischensignal verwendet wer-
den.

30

Sensorsignale von weiteren Magnetfeldsensoren, welche einen
elektrischen Winkelabstand von im Wesentlichen 180° aufwei-

- 13 -

sen, was einer Invertierung des entsprechenden Sensorsignals entspricht, können eben entsprechend dieser Invertierung mit umgekehrtem Vorzeichen für das jeweilige Zwischensignal verwendet werden, um die Signalstärke des sich ergebenden Zwischen-
5 schensignals zu erhöhen. Beispielsweise wird also das Sensorsignal eines ersten Magnetfeldsensors in nicht invertierter Form für die Ableitung des Zwischensignals verwendet und das Sensorsignal eines zweiten Magnetfeldsensors, der zum ersten Magnetfeldsensor einen elektrischen Winkelabstand von 180°
10 aufweist, in invertierter Form.

Die physikalische Position der Magnetfeldsensoren MS1 bis MS8, von denen die Sensorsignale entsprechend dem elektrischen Winkelabstand abgegeben werden, hängt von der Polpaar-
15 zahl ab.

Die in Figur 2 dargestellte Ausführungsform einer Sensoranordnung kann wiederum zusammen mit einer entsprechenden Magnetquelle als Messsystem verwendet werden.

20

Figur 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Sensoranordnung, die insbesondere bezüglich der Anordnung der Magnetfeldsensoren MS1 bis MS8 der Sensoranordnung aus Figur 1 ähnlich ist. In Abweichung zu der Ausführungsform in Figur 1
25 werden bei dem Ausführungsbeispiel in Figur 3 die Sensorsignale H1 bis H8 auf einen Analog-Digital-Umsetzer AD2 geführt, der ausgangsseitig digital mit der Auswahleinrichtung SEL gekoppelt ist.

30 Die als analoge Strom- oder Spannungssignale vorliegenden Sensorsignale H1 bis H8 werden in dem Analog-Digital-Umsetzer AD2 in digitale Sensorsignale umgesetzt, wobei die Analog-

Digital-Wandlung in verschiedenen Ausführungsformen sowohl parallel als auch seriell durchgeführt werden kann. Auch eine Kombination aus paralleler und serieller Analog-Digital-Umsetzung kann implementiert werden. Ebenso können die digitalen Sensorsignale in serieller oder paralleler Form an die Auswahleinrichtung SEL übertragen werden. Bei paralleler Wandlung beziehungsweise Übertragung können höhere Verarbeitungsgeschwindigkeiten erreicht und dementsprechend höhere Drehzahlen einer Magnetquelle verarbeitet werden. Serielle Wandlung beziehungsweise Übertragung kann jedoch den Schaltungsaufwand reduzieren. Eine entsprechende Ausgestaltung hängt von den jeweiligen Anforderungen ab.

Die Auswahleinrichtung SEL ist eingerichtet, aus den digitalen Sensorsignalen in Abhängigkeit eines Steuersignals am Steuereingang CIN das erste und zweite Zwischensignal OPP, ADJ abzuleiten und an die Auswerteschaltung EV abzugeben. Dabei kann in der Auswahleinrichtung SEL wiederum eine additive oder subtraktive Verknüpfung ausgewählter digitaler Sensorsignale vorgenommen werden, um die entsprechenden Zwischensignale OPP, ADJ ableiten zu können.

Auch das in Figur 3 gezeigte Ausführungsbeispiel einer Sensoranordnung kann zusammen mit einer sektorenförmig magnetisierten Magnetquelle in einem Messsystem zur Bestimmung eines Drehwinkels der Magnetquelle verwendet werden.

Wie bereits erwähnt, ergeben sich an den Magnetfeldsensoren MS1 bis MS8 jeweils sinusförmige Sensorsignale, deren Frequenz unter anderem von einer Drehgeschwindigkeit einer verwendeten Magnetquelle aber auch von der Polpaarzahl abhängt. Da das erste und das zweite Zwischensignal OPP, ADJ aus aus-

- 15 -

gewählten Sensorsignalen der zur Verfügung stehenden Sensorsignale H1 bis H8 abgeleitet werden, weisen auch die Zwischensignale OPP, ADJ vorzugsweise jeweils einen sinusförmigen Verlauf auf. Die jeweiligen Werte der Zwischensignale
5 OPP, ADJ können wegen der Winkelbeziehungen als Beträge von aufeinander senkrecht stehenden Vektoren verstanden werden, deren Vektorsumme einen elektrischen Drehwinkel der Magnetquelle repräsentiert.

10 Figur 4 zeigt ein beispielhaftes Diagramm mit entsprechenden Vektoren der Zwischensignale OPP, ADJ. Aus Übersichtsgründen ist dabei das erste Zwischensignal OPP als Vektor auf der Hochwertachse oder y-Achse eingezeichnet, während das zweite Zwischensignal ADJ als Vektor auf der Rechtswertachse oder x-
15 Achse eingezeichnet ist. Die Summe der Vektoren OPP, ADJ ergibt einen resultierenden Vektor RES, dessen Winkel φ zur Rechtswertachse dem elektrischen Winkel der erzeugenden Magnetquelle entspricht.

20 Der Winkel φ lässt sich über einfache Winkelfunktionen aus dem ersten und zweiten Zwischensignal OPP, ADJ ermitteln. Beispielsweise besteht zwischen dem Winkel φ und Werten opp, adj der Zwischensignale OPP, ADJ, welche auch negativ werden können, die Beziehung

25

$$\tan \varphi = \frac{\text{opp}}{\text{adj}}, \quad (1)$$

sodass sich für den Winkel φ ergibt

30

$$\varphi = \arctan \frac{\text{opp}}{\text{adj}}. \quad (2)$$

Aus dem so ermittelten Winkel φ , welcher beispielsweise Werte von -180° bis $+180^\circ$ beziehungsweise von 0° bis 360° im Gradmaß annehmen kann, lässt sich der absolute mechanische Winkel der Magnetquelle in Bezug auf die kreisförmig Anordnung der Magnetfeldsensoren MS1 bis MS8 in Abhängigkeit der Polpaarzahl bestimmen. Der Winkel φ kann auch in entsprechenden Bereichen im Bogenmaß, $-\pi$ bis $+\pi$, beziehungsweise 0 bis 2π angegeben werden.

Beispielsweise ergibt sich der absolute mechanische Winkel Φ durch Teilen des elektrischen Winkels φ durch die Polpaarzahl. Demgemäß wäre für einen zweipoligen, diametral magnetisierten Magneten mit einer Polpaarzahl von 1 keine Teilung notwendig. Für einen vierpoligen Magneten mit einer Polpaarzahl von 2 müsste der elektrische Winkelwert φ durch 2 geteilt werden, um den Drehwinkel Φ der Magnetquelle zu erhalten. Beispielsweise weist die Auswerteschaltung EV in einem der in den Figuren 1 bis 3 gezeigten Ausführungsbeispiele ein Divisionsmittel auf, welches zum Teilen des elektrisch ermittelten Winkels φ durch die Polpaarzahl bestimmt ist.

Figur 5 zeigt ein beispielhaftes Signaldiagramm mit Sensor-signalen, welche durch Magnetquellen mit unterschiedlichen Polpaarzahlen erzeugt werden können. Die am oberen Ende des Diagramms angegebenen Winkelwerte entsprechen einem mechanischen Drehwinkel der jeweiligen Magnetquelle.

Das oberste Signaldiagramm stellt den Verlauf von Sensorsignalen für einen diametral magnetisierten, zweipoligen Magneten mit einer entsprechenden Polpaarzahl von 1 dar. Für diesen Fall entspricht ein mechanischer Drehwinkel einem elekt-

- 17 -

risch bestimmbarer Winkel. Um das erste und zweite Zwischensignal OPP, ADJ abzuleiten, werden für diesen Fall für eines der Zwischensignale die Sensorsignale der Magnetfeldsensoren an den mit 0° und 180° bezeichneten Positionen verwendet, gekennzeichnet mit $\sin$ für den positiven Anteil des Zwischensignals und mit $-\sin$ für den zu invertierenden Anteil des Zwischensignals. Das zweite Zwischensignal wird aus den Sensorsignalen der an den mit 90° und 270° bezeichneten Positionen liegenden Magnetfeldsensoren ermittelt. Wie aus den sinusförmigen Verläufen ersichtlich, die in dem Diagramm dargestellt sind, weisen diese einen elektrischen Winkelabstand von 90° zueinander auf. Dementsprechend lässt sich beispielsweise mit dem bei Figur 4 beschriebenen Verfahren der entsprechende Winkelwert aus den Zwischensignalen OPP, ADJ ermitteln. Die Positionen der Magnetfeldsensoren des um 90° verschobenen Sensorsignals sind in diesem Fall mit $-\cos$ und $\cos$ gekennzeichnet, wobei das aus der mit $-\cos$ gekennzeichneten Position in invertierter Form in das zweite Zwischensignal eingeht.

Wahlweise kann auch jeweils nur eines der jeweiligen Sensorsignale verwendet werden. Durch die Verwendung von zwei oder vier Sensorsignalen zur Ableitung eines jeweiligen Zwischensignals kann jedoch die Signalqualität der Zwischensignale verbessert werden. Insbesondere kann durch die Differenzbildung zwischen einem nicht invertierten und einem invertierten Sensorsignal ein unter Umständen in den Sensorsignalen enthaltener Gleichanteil kompensiert beziehungsweise eliminiert werden. Ein derartiger Gleichanteil kann beispielsweise durch ein fremdinduziertes magnetisches Gleichfeld erzeugt werden, welches im Wesentlichen gleichmäßig auf alle Magnetfeldsenso-

ren wirkt und die von der drehbaren Magnetquelle erzeugte Magnetfeldintensität gleichmäßig verändert.

Das mittlere Signaldiagramm zeigt einen Verlauf der Sensorsignale für eine vierpolige Magnetquelle mit einer Polpaarzahl von 2. Dabei ist ersichtlich, dass für diesen Fall ein elektrischer Winkel von 90° einem mechanischen Drehwinkel der Magnetquelle von 45° entspricht. Ähnlich wie für die zweipolige Magnetquelle im oberen Diagramm beschrieben, kann das erste Zwischensignal aus den Sensorsignalen der Magnetfeldsensoren, welche mit sin und -sin bezeichnet sind, abgeleitet werden, während das zweite Zwischensignal aus den Sensorsignalen an den Positionen, die mit cos und -cos bezeichnet sind, hervorgeht.

Im unteren Signaldiagramm ist der Verlauf von Sensorsignalen bei Verwendung einer sechspoligen sektorenförmig magnetisierten Magnetquelle mit einer Polpaarzahl von 3 dargestellt. Dementsprechend ergibt sich wiederum, dass der elektrische Winkel der Polpaarzahl entsprechend, also drei Mal größer ist als der mechanische Drehwinkel der Magnetquelle. Anders ausgedrückt, ergibt sich der mechanische Drehwinkel durch Teilen des ermittelten elektrischen Drehwinkels durch die Polpaarzahl von 3. Obwohl im Vergleich zur zweipoligen Magnetquelle die gleichen Magnetfeldsensoren beziehungsweise deren Sensorsignale verwendet werden, erfolgt die Ableitung insbesondere des zweiten Zwischensignals mit jeweils umgekehrt polarisierten Sensorsignalen im Vergleich zur zweipoligen Magnetquelle.

Für die Ableitung der Zwischensignale OPP, ADJ ist es notwendig, jeweils entsprechende Sensorsignale auszuwählen und vorzeichenrichtig, das heißt in invertierter oder nicht inver-

tierter Form, zusammenzuführen. Die Auswahlrichtung SEL gemäß einem der dargestellten Ausführungsbeispiele ist jeweils dazu eingerichtet, diese Auswahl und Kombination in Abhängigkeit der Polpaarzahl vorzunehmen. Mit n als ganzzahligem Wert können das erste und zweite Zwischensignal OPP, ADJ beispielsweise gemäß Tabelle 1 in Abhängigkeit der Polpaarzahl ermittelt werden.

Tabelle 1

Polpaarzahl	Berechnung der Zwischensignale OPP, ADJ
4n+1	OPP = H1 - H5 ADJ = H3 - H7
4n+3	OPP = H1 - H5 ADJ = -H3 + H7
8n+2	OPP = H1 - H3 + H5 - H7 ADJ = H2 - H4 + H6 - H8
8n+6	OPP = H1 - H3 + H5 - H7 ADJ = -H2 + H4 + H6 + H8

Die in Tabelle 1 dargestellten Möglichkeiten zum Ableiten des ersten und zweiten Zwischensignals OPP, ADJ sind nicht ausschließlich und können durch andere Kombinationen der Sensorsignale ersetzt werden. Insbesondere können auch jeweils weniger Sensorsignale zur Ableitung der Zwischensignale OPP, ADJ herangezogen werden, wie oben erläutert.

Dementsprechend kann in einem Ausführungsbeispiel die Auswahlrichtung SEL so eingerichtet sein, dass das erste und zweite Zwischensignal für eine ungerade Polpaarzahl als Funktion von zwei oder vier Sensorsignalen abgeleitet werden, wobei die Sensorsignale von demjenigen der Magnetfeldsensoren

- 20 -

MS1 bis MS8 abgegeben werden, welche mit einem jeweiligen Winkelabstand von im Wesentlichen 90° angeordnet sind.

Dementsprechend können für eine gerade Polpaarzahl das erste
5 und zweite Zwischensignal OPP, ADJ als Funktion von zwei oder vier oder acht Sensorsignalen abgeleitet werden, wobei die Sensorsignale von denjenigen der Magnetfeldsensoren MS1 bis MS8 abgegeben werden, welche mit einem jeweiligen Winkelabstand von im Wesentlichen 45° angeordnet sind.

10

Im gleichen Maße lässt sich demnach auch der Drehwinkel Φ als Funktion der eben beschriebenen Abhängigkeiten ermitteln.

Die Anzahl der Polpaare beziehungsweise Pole der Magnetquelle
15 kann theoretisch beliebig erhöht werden. Es kann jedoch erforderlichlich sein, die Zahl der Pole der Magnetquelle derart zu begrenzen, dass ein Abstand benachbarter Pole der Magnetquelle entlang des kreisförmigen Umfangs CIR nicht kleiner ist als ein Abstand zwischen der Magnetquelle als solcher und der
20 kreisförmigen Anordnung der Magnetfeldsensoren. Die Figuren 6 und 7 zeigen Ausführungsbeispiele von sektorenförmig magnetisierten Magnetquellen MAG und entsprechenden Magnetfeldsensoren, welche jeweils zur Ableitung der Zwischensignale OPP, ADJ verwendet werden.

25

Mit Verweis auf Figur 5, insbesondere das mittlere Diagramm, zeigt Figur 6, dass ein positiver Anteil für das erste Zwischensignal aus den Magnetfeldsensoren MS1 und MS5 hervorgeht, entsprechend gekennzeichnet durch die Beschriftung sin.
30 Die entsprechenden negativen Sensorsignale, die für das erste Zwischensignal invertiert werden sollen, gehen aus den Mag-

- 21 -

netfeldsensoren MS3 und MS7 hervor, dementsprechend gekennzeichnet durch $-\sin$.

Das zweite Zwischensignal ergibt sich aus den nicht invertierten Sensorsignalen der Magnetfeldsensoren MS2 und MS6 sowie aus den invertierten Sensorsignalen der Magnetfeldsensoren MS4 und MS8, gekennzeichnet mit $\cos$ beziehungsweise $-\cos$.

Aus der Darstellung geht auch hervor, dass die Sensorsignale der Magnetfeldsensoren MS4, MS5, MS6, MS7 für eine Berechnung des Drehwinkels auch verworfen werden könnten. Ihre Verwendung kann jedoch die Signalqualität der Zwischensignale OPP, ADJ verbessern.

Figur 7 zeigt eine Anordnung mit einer sechspoligen Magnetquelle MAG und entsprechenden Magnetfeldsensoren MS1, MS3, MS5, MS7, deren Sensorsignale für die Ableitung des ersten und zweiten Zwischensignals OPP, ADJ verwendet werden. Die Anordnung beziehungsweise Auswahl der entsprechenden Magnetfeldsensoren entspricht dabei im Wesentlichen dem in Figur 5 für das untere Diagramm dargestellten Prinzip.

In verschiedenen Ausführungsformen kann bei entsprechender Auswertung des ermittelten Drehwinkels für Polpaarzahlen größer als 1 eine Drehzahl einer mit der Magnetquelle verbundenen Anordnung mit höherer Genauigkeit bestimmt werden. Dies resultiert daraus, dass für eine erhöhte Polpaarzahl eine entsprechende höhere Anzahl an Nulldurchgängen im Winkelwert des Drehwinkels Φ detektiert werden kann.

30

Eine Sensoranordnung gemäß einem der beschriebenen Ausführungsbeispiele kann in einfacher Weise für verschiedene Mag-

netquellen mit unterschiedlichen Polpaarzahlen hergestellt werden, ohne von vornherein die letztendlich verwendete Polpaarzahl der Magnetquelle zu kennen, da diese in einfacher Weise bei Inbetriebnahme der Sensoranordnung mit einer Magnetquelle eingestellt werden kann.

In verschiedenen Ausführungsformen ist die Auswerteeinrichtung EV beziehungsweise das Berechnungsmittel eingerichtet, anstelle des mechanischen Drehwinkels, der sich durch Teilen durch die Polpaarzahl ergeben kann, den elektrischen Winkel abzugeben. Die Abhängigkeit des elektrischen Winkels und des mechanischen Winkels von der Polpaarzahl bleibt jedoch unverändert und kann gegebenenfalls in nachfolgenden Schaltungen, die an den Ausgang OUT angeschlossen sind, entsprechend berücksichtigt werden.

Wenn der Drehwinkel ϕ beispielsweise als binäres Datenwort ausgegeben wird, kann in einer nachgeschalteten Anordnung die Wertigkeit eines Bits des binären Datenworts in Abhängigkeit der Polpaarzahl des verwendeten Magneten angepasst werden, sodass sich die Auflösung des binären Datenworts mit der Polpaarzahl verfeinert.

In weiteren Ausführungsformen können auch eine höhere Anzahl von Magnetfeldsensoren, beispielsweise 16 Magnetfeldsensoren, verwendet werden, die gleichmäßig entlang des kreisförmigen Umfangs angeordnet sind. Dadurch können sich weitere Kombinationsmöglichkeiten für die Ableitung des ersten und zweiten Zwischensignals ergeben.

Patentansprüche

1. Sensoranordnung zur Verwendung mit einer sektorenförmig magnetisierten Magnetquelle (MAG) mit einer Polpaarzahl, die
5 Sensoranordnung aufweisend

- einen ersten, einen zweiten, einen dritten und einen vierten Magnetfeldsensor (MS1, MS2, MS3, MS4), die entlang eines kreisförmigen Umfangs (CIR) angeordnet sind und jeweils eingerichtet sind, ein Sensorsignal (H1, H2, H3, H4) in Ab-
10 hängigkeit einer magnetischen Feldintensität abzugeben;

- eine mit den Magnetfeldsensoren (MS1, MS2, MS3, MS4) gekoppelte Auswahleinrichtung (SEL), die eingerichtet ist zum Ableiten eines ersten und eines zweiten Zwischensignals (OPP, ADJ) als Funktion von wenigstens zwei ausgewählten Sensorsig-
15 nalen aus den von den Magnetfeldsensoren (MS1, MS2, MS3, MS4) abgegebenen Sensorsignalen (H1, H2, H3, H4), die wenigstens zwei Sensorsignale ausgewählt in Abhängigkeit der Polpaarzahl; und

- eine mit der Auswahleinrichtung (SEL) gekoppelte Auswerteeinrichtung (EV), die eingerichtet ist zum Ermitteln eines Drehwinkels (Φ) als Funktion des ersten und zweiten Zwischensignals (OPP, ADJ) und der Polpaarzahl.

2. Sensoranordnung nach Anspruch 1,

25 bei der die Magnetfeldsensoren (MS1, MS2, MS3, MS4) in einem Kreissegment entlang des kreisförmigen Umfangs (CIR) mit einem jeweiligen Winkelabstand von im Wesentlichen 45° angeordnet sind.

30 3. Sensoranordnung nach Anspruch 1 oder 2,

bei der die Auswerteeinrichtung (EV) mit der Auswahleinrich-

- 24 -

tung (SEL) über wenigstens einen Analog-Digital-Umsetzer (AD1) gekoppelt ist.

4. Sensoranordnung nach Anspruch 1 oder 2,

- 5 - die wenigstens einen Analog-Digital-Umsetzer (AD2) aufweist, der eingerichtet ist zum Umsetzen der Sensorsignale, die als analoge Strom- oder Spannungssignale vorliegen, in digitale Sensorsignale; und
- bei der die Auswahleinrichtung (SEL) eingerichtet ist,
- 10 das erste und zweite Zwischensignal (OPP, ADJ) als digitale Signale aus den digitalen Sensorsignalen abzuleiten.

5. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

- bei der die Auswahleinrichtung (SEL) eingerichtet ist, das
- 15 erste und zweite Zwischensignal (OPP, ADJ) durch Addition und/oder Subtraktion der ausgewählten Sensorsignale abzuleiten.

6. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

- 20 bei der die Auswerteeinrichtung (EV) eingerichtet ist, den Drehwinkel (Φ) mittels einer Winkelfunktion aus dem ersten und zweiten Zwischensignal (OPP, ADJ) zu ermitteln.

7. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

- 25 bei der die Auswerteeinrichtung (EV) ein Divisionsmittel zum Teilen durch die Polpaarzahl aufweist.

8. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

- aufweisend einen fünften, einen sechsten, einen siebten
- 30 und einen achten Magnetfeldsensor (MS5, MS6, MS7, MS8), die gemeinsam mit dem ersten, zweiten, dritten und vierten Magnetfeldsensor (MS1, MS2, MS3, MS4) gleichmäßig entlang des

- 25 -

kreisförmigen Umfangs (CIR) angeordnet sind und jeweils eingerichtet sind, ein Sensorsignal (H5, H6, H7, H8) in Abhängigkeit einer magnetischen Feldintensität abzugeben; und

- bei der die Auswahleinrichtung (SEL) zum Ableiten des ersten und zweiten Zwischensignals (OPP, ADJ) auch mit dem fünften, sechsten, siebten und achten Magnetfeldsensor (MS5, MS6, MS7, MS8) gekoppelt ist.

9. Sensoranordnung nach Anspruch 8,

- bei der die Auswahleinrichtung (SEL) eingerichtet ist, das erste und zweite Zwischensignal (OPP, ADJ) derart abzuleiten, dass

- für eine ungerade Polpaarzahl das erste und zweite Zwischensignal (OPP, ADJ) als Funktion von zwei oder vier Sensorsignalen abgeleitet werden, wobei die Sensorsignale von denjenigen der Magnetfeldsensoren (MS1 - MS8) abgegeben werden, welche mit einem jeweiligen Winkelabstand von im Wesentlichen 90° angeordnet sind; und

- für eine gerade Polpaarzahl das erste und zweite Zwischensignal (OPP, ADJ) als Funktion von zwei oder vier oder acht Sensorsignalen abgeleitet werden, wobei die Sensorsignale von denjenigen der Magnetfeldsensoren (MS1 - MS8) abgegeben werden, welche mit einem jeweiligen Winkelabstand von im Wesentlichen 45° angeordnet sind.

25

10. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der wenigstens einer der Magnetfeldsensoren (MS1 - MS8) einen Hallsensor aufweist.

30 11. Messsystem, umfassend

- einen Satz von wenigstens vier Magnetfeldsensoren (MS1 - MS8), die entlang eines kreisförmigen Umfangs (CIR) angeord-

- 26 -

net sind und jeweils eingerichtet sind, ein Sensorsignal (H1 - H8) in Abhängigkeit einer magnetischen Feldintensität abzugeben;

- eine sektorenförmig magnetisierte Magnetquelle (MAG),
5 welche eine Polpaarzahl aufweist und über dem kreisförmigen Umfang (CIR) drehbar gelagert ist; und
- ein Berechnungsmittel (SEL, EV), das eingerichtet ist, wenigstens zwei Sensorsignale aus den von den Magnetfeldsensoren (MS1 - MS8) abgegebenen Sensorsignalen (H1 - H8) in Ab-
10 hängigkeit der Polpaarzahl auszuwählen und einen Drehwinkel (Φ) der Magnetquelle (MAG) als Funktion der Polpaarzahl und der wenigstens zwei ausgewählten Sensorsignale zu bestimmen.

12. Messsystem nach Anspruch 11, bei dem das Berechnungsmittel (SEL, EV)
15

- wenigstens einen Analog-Digital-Umsetzer (AD1, AD2) aufweist, der eingerichtet ist zum Umsetzen der Sensorsignale (H1 - H8), die als Strom- oder Spannungssignale vorliegen, in digitale Sensorsignale; und
- 20 - eingerichtet ist, den Drehwinkel (Φ) aus den digitalen Sensorsignalen zu bestimmen.

13. Messsystem nach Anspruch 11 oder 12,
bei dem das Berechnungsmittel (SEL, EV) eingerichtet ist, den
25 Drehwinkel (Φ) mittels einer Winkelfunktion aus den ausgewählten Sensorsignalen zu ermitteln.

14. Messsystem nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
bei dem das Berechnungsmittel (SEL, EV) eingerichtet ist, den
30 Drehwinkel (Φ)

- für eine ungerade Polpaarzahl als Funktion von zwei oder vier Sensorsignalen zu ermitteln, wobei die Sensorsignale von

- 27 -

denjenigen der Magnetfeldsensoren (MS1 - MS8) abgegeben werden, welche mit einem jeweiligen Winkelabstand von im Wesentlichen 90° angeordnet sind; und

- für eine gerade Polpaarzahl als Funktion von zwei oder vier oder acht Sensorsignalen zu ermitteln, wobei die Sensorsignale von denjenigen der Magnetfeldsensoren (MS1 - MS8) abgegeben werden, welche mit einem jeweiligen Winkelabstand von im Wesentlichen 45° angeordnet sind.

10 15. Messverfahren, umfassend

- Bereitstellen eines ersten, eines zweiten, eines dritten und eines vierten Magnetfeldsensors (MS1, MS2, MS3, MS4), die entlang eines kreisförmigen Umfangs (CIR) angeordnet sind und jeweils ein Sensorsignal (H1, H2, H3, H4) in Abhängigkeit einer magnetischen Feldintensität abgeben;

- Bereitstellen einer sektorenförmig magnetisierten Magnetquelle (MAG), welche eine Polpaarzahl aufweist und über dem kreisförmigen Umfang (CIR) drehbar gelagert ist;

- Auswählen von wenigstens zwei Sensorsignalen aus den von den Magnetfeldsensoren (MS1, MS2, MS3, MS4) abgegebenen Sensorsignalen (H1, H2, H3, H4) in Abhängigkeit der Polpaarzahl; und

- Ermitteln eines Drehwinkels (Φ) der Magnetquelle (MAG) als Funktion der ausgewählten Sensorsignale und der Polpaarzahl.

16. Messverfahren nach Anspruch 15,

bei dem zumindest die ausgewählten Sensorsignale vor dem Ermitteln des Drehwinkels (Φ) analog-digital gewandelt werden.

17. Messverfahren nach Anspruch 15 oder 16,

bei dem das Ermitteln des Drehwinkels (Φ) umfasst:

- 28 -

- Ableiten eines ersten und eines zweiten Zwischensignals (OPP, ADJ) durch Addition und/oder Subtraktion der ausgewählten Sensorsignale; und
- Ermitteln des Drehwinkels (Φ) mittels einer Winkelfunktion aus dem ersten und zweiten Zwischensignal (OPP, ADJ).

18. Messverfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, ferner umfassend ein Bereitstellen eines fünften, eines sechsten, eines siebten und eines achten Magnetfeldsensors (MS5, MS6, MS7, MS8), die gemeinsam mit dem ersten, zweiten, dritten und einen vierten Magnetfeldsensor (MS1, MS2, MS3, MS4) gleichmäßig entlang des kreisförmigen Umfangs (CIR) angeordnet sind und jeweils eingerichtet sind, ein Sensorsignal (H5, H6, H7, H8) in Abhängigkeit einer magnetischen Feldintensität abzugeben, wobei das Auswählen der Sensorsignale auch aus den von dem fünften, sechsten, siebten und achten Magnetfeldsensor (MS5, MS6, MS7, MS8) abgegebenen Sensorsignalen erfolgt.

19. Messverfahren nach Anspruch 18, bei dem beim Ermitteln des Drehwinkels (Φ) der Drehwinkel (Φ)

- für eine ungerade Polpaarzahl als Funktion von zwei oder vier Sensorsignalen ermittelt wird, wobei die Sensorsignale von denjenigen der Magnetfeldsensoren (MS1 - MS8) abgegeben werden, welche mit einem jeweiligen Winkelabstand von im Wesentlichen 90° angeordnet sind; und
- für eine gerade Polpaarzahl als Funktion von zwei oder vier oder acht Sensorsignalen ermittelt wird, wobei die Sensorsignale von denjenigen der Magnetfeldsensoren (MS1 - MS8) abgegeben werden, welche mit einem jeweiligen Winkelabstand von im Wesentlichen 45° angeordnet sind.

1 / 4

Fig 1

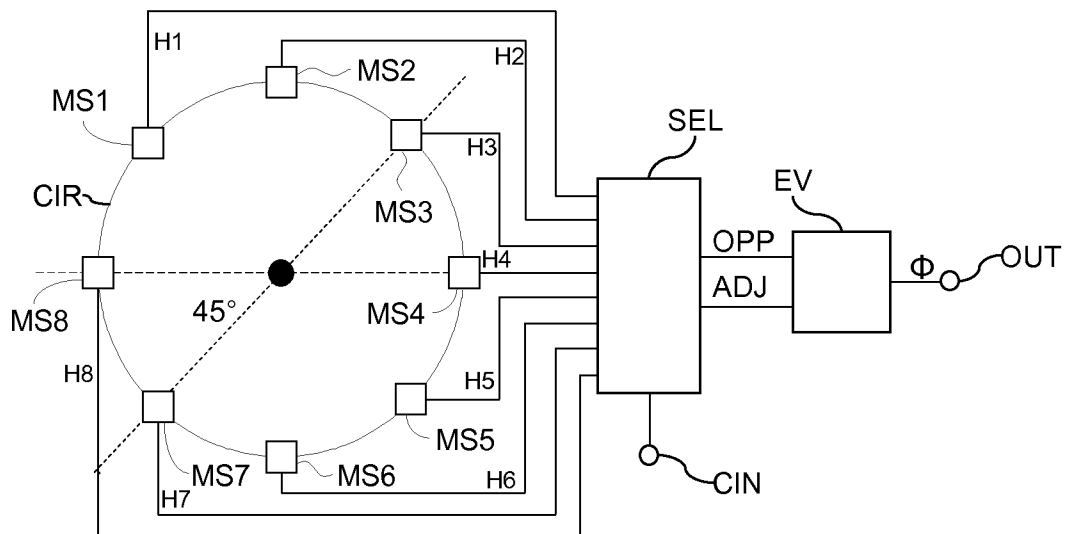


Fig 3

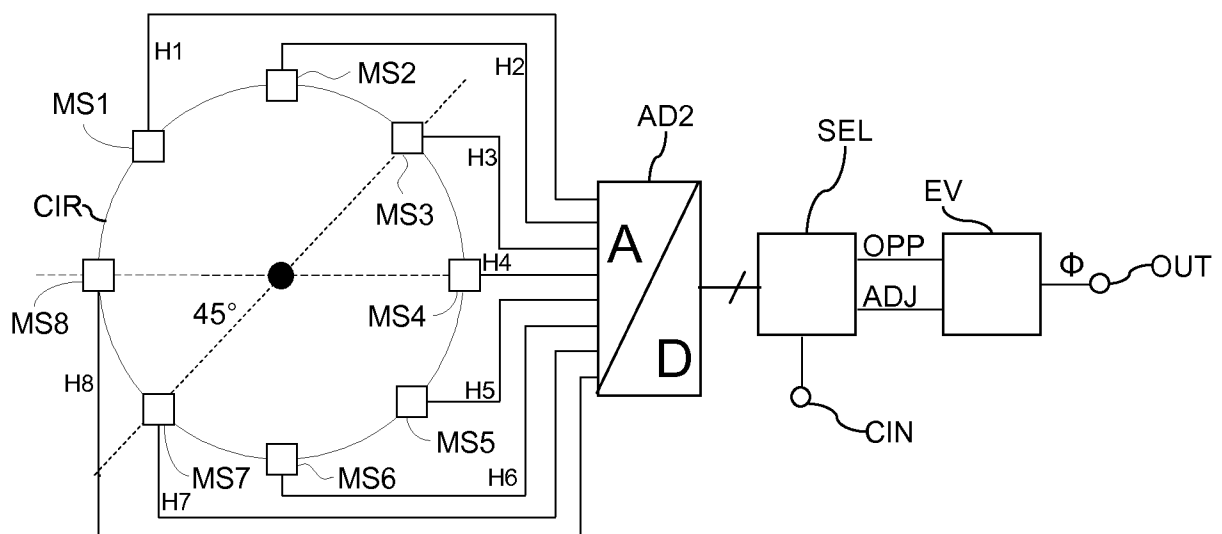
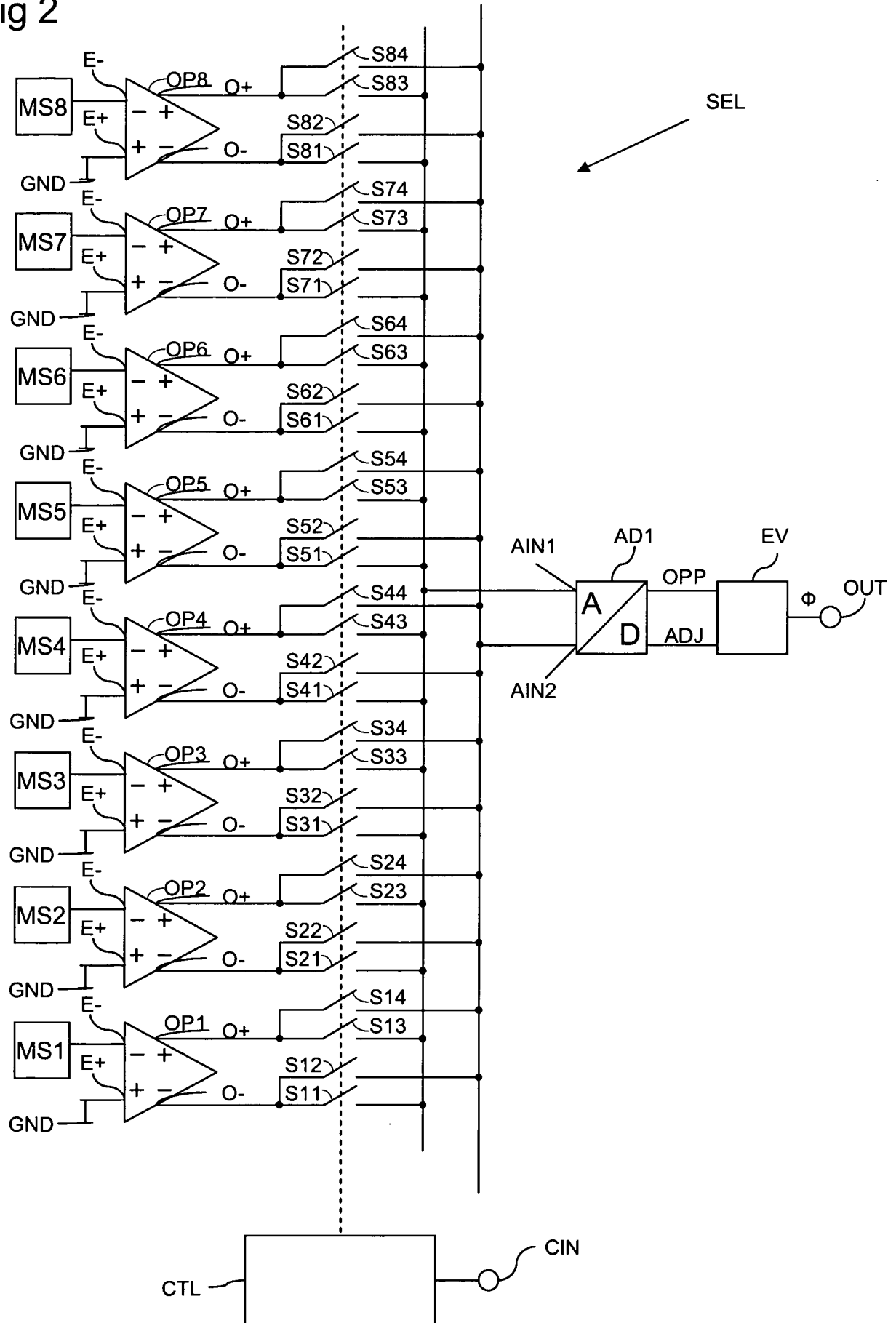


Fig 2



3 / 4

Fig 4

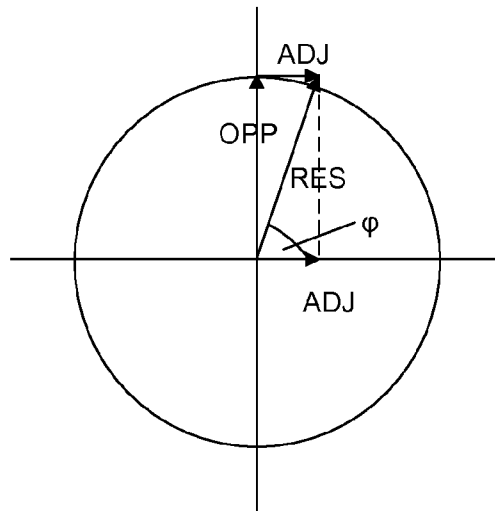


Fig 5

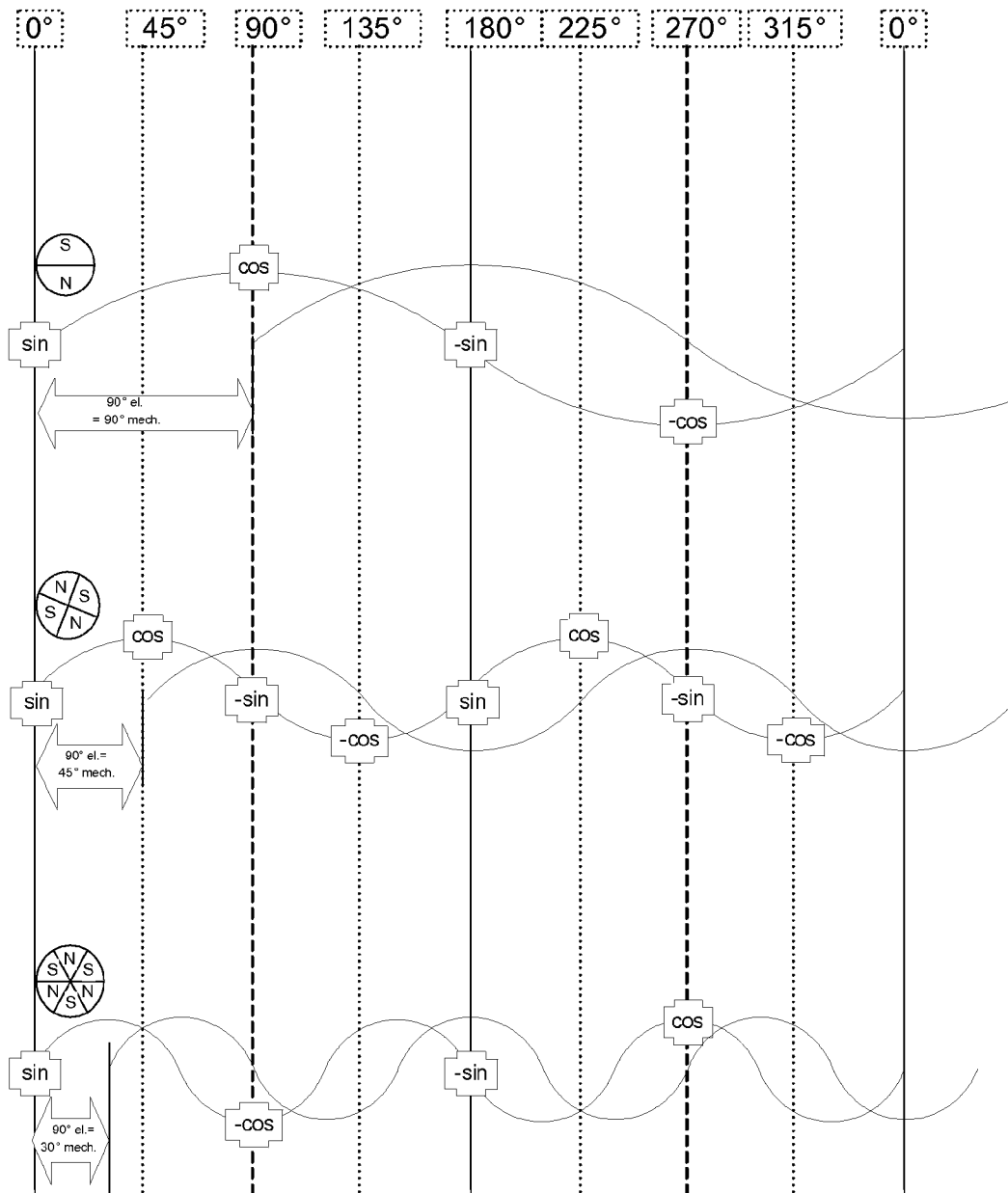


Fig 6

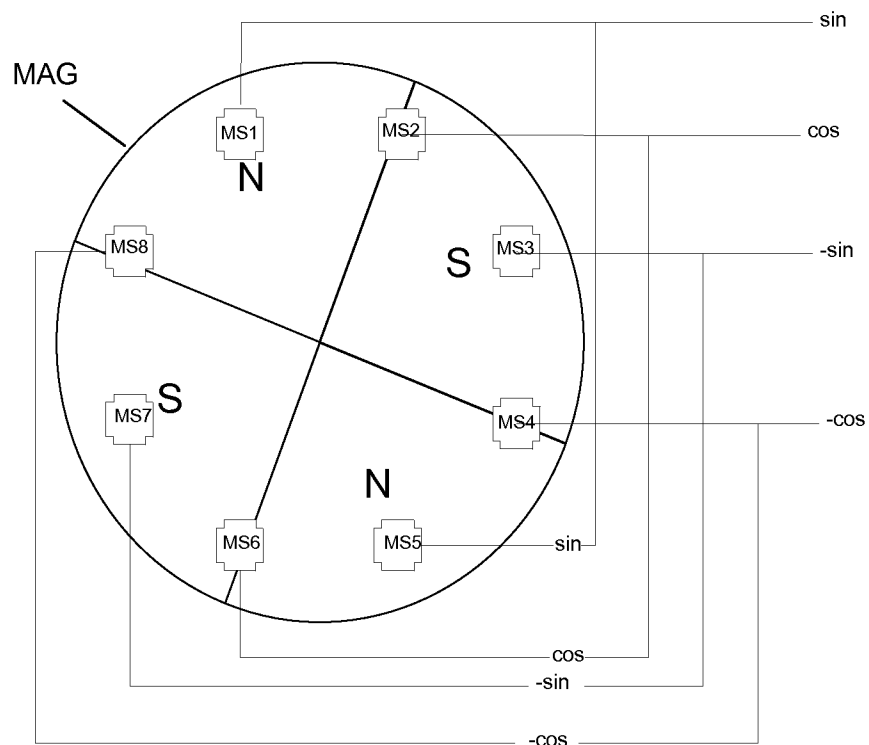
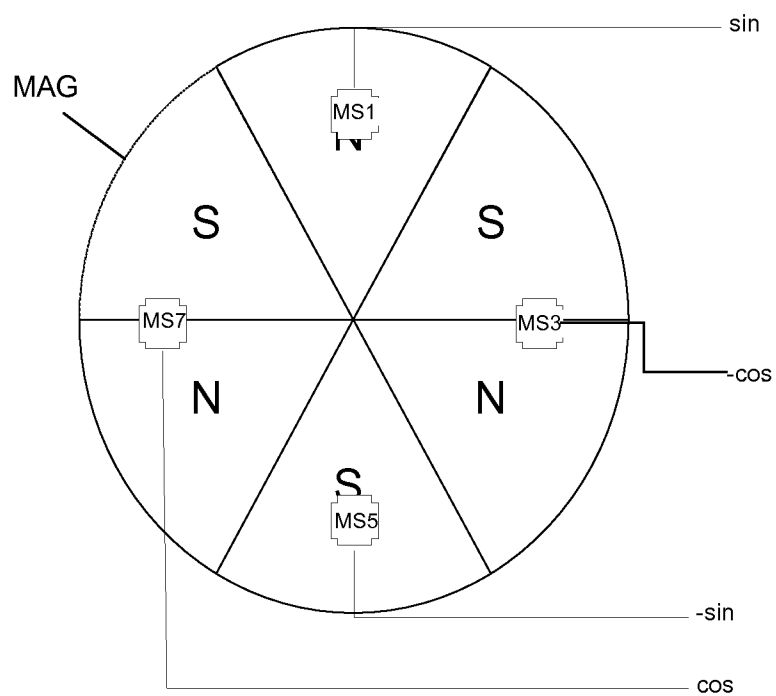


Fig 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/056631

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01D5/14 G01R33/02 G01R33/06 G01R33/07 G01R33/09

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 G01R

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 433 536 B1 (YUNDT GEORGE B [US] ET AL) 13 August 2002 (2002-08-13) the whole document	1-19
A	NL 1 021 882 C2 (SKF AB [SE]) 11 May 2004 (2004-05-11) the whole document	1-19
A	US 4 053 829 A (MARUO TSUNEHIRO) 11 October 1977 (1977-10-11) abstract column 6, line 45 - column 9, line 64; figures 6A-11B	1-19
A	DE 198 20 014 A1 (HEIDENHAIN GMBH DR JOHANNES [DE]) 11 November 1999 (1999-11-11) the whole document	1-19



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 document 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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 November 2008

Date of mailing of the international search report

20/11/2008

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

Bergado Colina, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/056631

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 182 461 A (SENTRON AG [CH]) 27 February 2002 (2002-02-27) abstract page 3, paragraph 14 - page 5, paragraph 40; figures 1-11 -----	1-19
A	WO 2005/029106 A (SENTRON AG [CH]; POPOVIC RADIVOJE [CH]; SCHOTT CHRISTIAN [CH]) 31 March 2005 (2005-03-31) abstract page 3, line 30 - page 11, line 17; figures 1-3 -----	1-19
A	RACZ R ET AL: "Electronic compass sensor" SENSORS, 2004. PROCEEDINGS OF IEEE VIENNA, AUSTRIA OCT. 24 - 27, 2004, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 24 October 2004 (2004-10-24), pages 1446-1449, XP010793693 ISBN: 978-0-7803-8692-1 the whole document -----	1-19
A	WO 2004/013645 A (SENTRON AG [CH]; POPOVIC RADIVOJE [CH]; SCHOTT CHRISTIAN [CH]) 12 February 2004 (2004-02-12) abstract page 3, last paragraph - page 11, last paragraph; figures 1-7 -----	1-19
A	POPOVIC R S: "Not-plate-like Hall magnetic sensors and their applications" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, vol. 85, no. 1-3, 25 August 2000 (2000-08-25), pages 9-17, XP004214441 ISSN: 0924-4247 the whole document -----	1-19
A	ROUMENIN C S: "Magnetic sensors continue to advance towards perfection" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, vol. 46, no. 1-3, 1 January 1995 (1995-01-01), pages 273-279, XP004303495. ISSN: 0924-4247 the whole document -----	1-19
	----- -/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/056631

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PETRIDIS C ET AL: "New Field Sensors Based on Combined Fluxgate Hall Effect Magneto-Transport Arrangement" SENSORS, 2005 IEEE OCT. 31, 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 31 October 2005 (2005-10-31), pages 61-64, XP010899594 ISBN: 978-0-7803-9056-0 the whole document	1-19
A	WO 2006/015823 A (AUSTRIAMICROSYSTEMS AG [AT]; FROEHLICH THOMAS [CH]; OBERHOFFNER GERHAR) 16 February 2006 (2006-02-16) abstract page 11, line 19 - page 13, line 29; figure 3	1-19
A	EP 1 762 826 A (AUSTRIAMICROSYSTEMS AG [AT]) 14 March 2007 (2007-03-14) the whole document	1-19
A	DE 10 2005 014509 A1 (AUSTRIAMICROSYSTEMS AG [AT]) 5 October 2006 (2006-10-05) the whole document	1-19
A	US 2004/041560 A1 (WALTERS WILLIAM T [US] ET AL) 4 March 2004 (2004-03-04) abstract; figures 1B, 4A	1-19
A	GB 2 344 424 A (FORD MOTOR CO [US]) 7 June 2000 (2000-06-07) the whole document	1-19
P, X	CHRISTIAN SCHOTT ET AL: "CMOS Single-Chip Electronic Compass With Microcontroller" IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 42, no. 12, 1 December 2007 (2007-12-01), pages 2923-2933, XP011197062 ISSN: 0018-9200 the whole document	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/056631

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6433536	B1	13-08-2002	NONE
NL 1021882	C2	11-05-2004	NONE
US 4053829	A	11-10-1977	AT 368289 B 27-09-1982 CA 1037562 A1 29-08-1978 DE 2532985 A1 19-02-1976 FR 2280906 A1 27-02-1976 GB 1492668 A 23-11-1977 JP 1073463 C 30-11-1981 JP 51016970 A 10-02-1976 JP 56013244 B 27-03-1981 NL 7508989 A 03-02-1976
DE 19820014	A1	11-11-1999	AT 208491 T 15-11-2001 WO 9957522 A1 11-11-1999 EP 1076809 A1 21-02-2001 JP 3883035 B2 21-02-2007 JP 2002513923 T 14-05-2002 US 6542088 B1 01-04-2003
EP 1182461	A	27-02-2002	BR 0103428 A 26-03-2002 CA 2355682 A1 21-02-2002 CN 1343889 A 10-04-2002 JP 2002071381 A 08-03-2002 KR 20020015275 A 27-02-2002 MX PA01008406 A 19-05-2003 TW 544525 B 01-08-2003 US 2002021124 A1 21-02-2002
WO 2005029106	A	31-03-2005	AU 2003277879 A1 11-04-2005 US 2007029998 A1 08-02-2007
WO 2004013645	A	12-02-2004	AU 2003262546 A1 23-02-2004 JP 2005534913 T 17-11-2005 US 2006164080 A1 27-07-2006
WO 2006015823	A	16-02-2006	DE 102004038370 A1 16-03-2006 EP 1776563 A2 25-04-2007 JP 2008509462 T 27-03-2008 US 2007282552 A1 06-12-2007
EP 1762826	A	14-03-2007	AT 407346 T 15-09-2008 WO 2007031167 A1 22-03-2007 KR 20080045280 A 22-05-2008
DE 102005014509	A1	05-10-2006	EP 1864086 A1 12-12-2007 WO 2006102967 A1 05-10-2006 JP 2008534933 T 28-08-2008
US 2004041560	A1	04-03-2004	NONE
GB 2344424	A	07-06-2000	DE 19956361 A1 08-06-2000 JP 2000161905 A 16-06-2000 US 6326780 B1 04-12-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/056631

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV. G01D5/14	G01R33/02	G01R33/06 G01R33/07 G01R33/09
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
G01D G01R		
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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 433 536 B1 (YUNDT GEORGE B [US] ET AL) 13. August 2002 (2002-08-13) das ganze Dokument	1-19
A	NL 1 021 882 C2 (SKF AB [SE]) 11. Mai 2004 (2004-05-11) das ganze Dokument	1-19
A	US 4 053 829 A (MARUO TSUNEHIRO) 11. Oktober 1977 (1977-10-11) Zusammenfassung Spalte 6, Zeile 45 - Spalte 9, Zeile 64; Abbildungen 6A-11B	1-19
A	DE 198 20 014 A1 (HEIDENHAIN GMBH DR JOHANNES [DE]) 11. November 1999 (1999-11-11) das ganze Dokument	1-19
-/--		
☒ 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* älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12. November 2008		20/11/2008
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 Bergado Colina, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/056631

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 182 461 A (SENTRON AG [CH]) 27. Februar 2002 (2002-02-27) Zusammenfassung Seite 3, Absatz 14 - Seite 5, Absatz 40; Abbildungen 1-11 -----	1-19
A	WO 2005/029106 A (SENTRON AG [CH]; POPOVIC RADIOVOJE [CH]; SCHOTT CHRISTIAN [CH]) 31. März 2005 (2005-03-31) Zusammenfassung Seite 3, Zeile 30 - Seite 11, Zeile 17; Abbildungen 1-3 -----	1-19
A	RACZ R ET AL: "Electronic compass sensor" SENSORS, 2004. PROCEEDINGS OF IEEE VIENNA, AUSTRIA OCT. 24 - 27, 2004, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 24. Oktober 2004 (2004-10-24), Seiten 1446-1449, XP010793693 ISBN: 978-0-7803-8692-1 das ganze Dokument -----	1-19
A	WO 2004/013645 A (SENTRON AG [CH]; POPOVIC RADIOVOJE [CH]; SCHOTT CHRISTIAN [CH]) 12. Februar 2004 (2004-02-12) Zusammenfassung Seite 3, letzter Absatz - Seite 11, letzter Absatz; Abbildungen 1-7 -----	1-19
A	POPOVIC R S: "Not-plate-like Hall magnetic sensors and their applications" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, Bd. 85, Nr. 1-3, 25. August 2000 (2000-08-25), Seiten 9-17, XP004214441 ISSN: 0924-4247 das ganze Dokument -----	1-19
A	ROUMENIN C S: "Magnetic sensors continue to advance towards perfection" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, Bd. 46, Nr. 1-3, 1. Januar 1995 (1995-01-01), Seiten 273-279, XP004303495 ISSN: 0924-4247 das ganze Dokument -----	1-19
	----- -/--	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/056631

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PETRIDIS C ET AL: "New Field Sensors Based on Combined Fluxgate Hall Effect Magneto-Transport Arrangement" SENSORS, 2005 IEEE OCT. 31, 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 31. Oktober 2005 (2005-10-31), Seiten 61-64, XP010899594 ISBN: 978-0-7803-9056-0 das ganze Dokument	1-19
A	WO 2006/015823 A (AUSTRIAMICROSYSTEMS AG [AT]; FROEHLICH THOMAS [CH]; OBERHOFFNER GERHAR) 16. Februar 2006 (2006-02-16) Zusammenfassung Seite 11, Zeile 19 - Seite 13, Zeile 29; Abbildung 3	1-19
A	EP 1 762 826 A (AUSTRIAMICROSYSTEMS AG [AT]) 14. März 2007 (2007-03-14) das ganze Dokument	1-19
A	DE 10 2005 014509 A1 (AUSTRIAMICROSYSTEMS AG [AT]) 5. Oktober 2006 (2006-10-05) das ganze Dokument	1-19
A	US 2004/041560 A1 (WALTERS WILLIAM T [US] ET AL) 4. März 2004 (2004-03-04) Zusammenfassung; Abbildungen 1B, 4A	1-19
A	GB 2 344 424 A (FORD MOTOR CO [US]) 7. Juni 2000 (2000-06-07) das ganze Dokument	1-19
P,X	CHRISTIAN SCHOTT ET AL: "CMOS Single-Chip Electronic Compass With Microcontroller" IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 42, Nr. 12, 1. Dezember 2007 (2007-12-01), Seiten 2923-2933, XP011197062 ISSN: 0018-9200 das ganze Dokument	1-19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/056631

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6433536	B1	13-08-2002	KEINE
NL 1021882	C2	11-05-2004	KEINE
US 4053829	A	11-10-1977	AT 368289 B 27-09-1982 CA 1037562 A1 29-08-1978 DE 2532985 A1 19-02-1976 FR 2280906 A1 27-02-1976 GB 1492668 A 23-11-1977 JP 1073463 C 30-11-1981 JP 51016970 A 10-02-1976 JP 56013244 B 27-03-1981 NL 7508989 A 03-02-1976
DE 19820014	A1	11-11-1999	AT 208491 T 15-11-2001 WO 9957522 A1 11-11-1999 EP 1076809 A1 21-02-2001 JP 3883035 B2 21-02-2007 JP 2002513923 T 14-05-2002 US 6542088 B1 01-04-2003
EP 1182461	A	27-02-2002	BR 0103428 A 26-03-2002 CA 2355682 A1 21-02-2002 CN 1343889 A 10-04-2002 JP 2002071381 A 08-03-2002 KR 20020015275 A 27-02-2002 MX PA01008406 A 19-05-2003 TW 544525 B 01-08-2003 US 2002021124 A1 21-02-2002
WO 2005029106	A	31-03-2005	AU 2003277879 A1 11-04-2005 US 2007029998 A1 08-02-2007
WO 2004013645	A	12-02-2004	AU 2003262546 A1 23-02-2004 JP 2005534913 T 17-11-2005 US 2006164080 A1 27-07-2006
WO 2006015823	A	16-02-2006	DE 102004038370 A1 16-03-2006 EP 1776563 A2 25-04-2007 JP 2008509462 T 27-03-2008 US 2007282552 A1 06-12-2007
EP 1762826	A	14-03-2007	AT 407346 T 15-09-2008 WO 2007031167 A1 22-03-2007 KR 20080045280 A 22-05-2008
DE 102005014509 A1		05-10-2006	EP 1864086 A1 12-12-2007 WO 2006102967 A1 05-10-2006 JP 2008534933 T 28-08-2008
US 2004041560	A1	04-03-2004	KEINE
GB 2344424	A	07-06-2000	DE 19956361 A1 08-06-2000 JP 2000161905 A 16-06-2000 US 6326780 B1 04-12-2001