



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>G01R 33/07</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/54068</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 14. September 2000 (14.09.00)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/01449</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 23. Februar 2000 (23.02.00)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 199 10 411.5 10. März 1999 (10.03.99) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse 225, D-70567 Stuttgart (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MÄCKEL, Rainer [DE/DE]; Ittenbacher Strasse 18, D-53639 Königswinter (DE). SCHULZ, Thomas [DE/DE]; Im Vornasset, D-72669 Unterensingen (DE). FISCHER, Roland [DE/DE]; Am Taunusblick 15, D-61130 Nidderau (DE).</p> <p>(74) Anwalt: MAUTE, Hans-Jürgen; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, Postfach 35 35, D-74025 Heilbronn (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CARRYING OUT AN OFFSET-COMPENSATED MEASUREMENT OF A MAGNETIC FIELD USING A HALL SENSOR

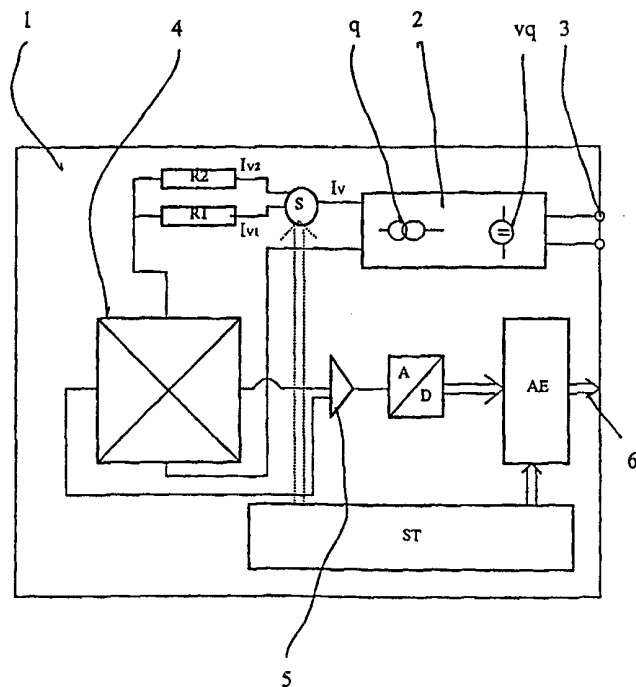
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR OFFSET-KOMPENSIERTEN MAGNETFELDMESSUNG MITTELS EINES HALLSENSORS

(57) Abstract

The invention relates to a method and device for carrying out an offset-compensated measurement of a magnetic field using a Hall sensor. According to the invention, a Hall sensor is an integrated component which contains a Hall element, terminals and devices for supplying power and an electronic evaluating unit. The Hall sensor can be operated with at least two different sensitivities.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Offset-kompensierten Magnetfeldmessung mittels eines Hallsensors. Ein Hallsensor im Sinne dieser Erfindung ist ein integriertes Bauelement, das ein Hallelement, Anschlüsse und Einrichtungen zur Stromversorgung und eine elektronische Auswerteeinheit enthält. Der Hallsensor ist mit mindestens zwei verschiedenen Empfindlichkeiten betreibbar.



**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidsschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verfahren und Vorrichtung zur Offset-kompensierten Magnetfeldmessung  
mittels eines Hallsensors

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Offset-kompensierten Magnetfeldmessung mittels eines Hallsensors. Ein Hallsensor im Sinne dieser Erfindung ist ein integriertes Bauelement, das ein Hallelement, Anschlüsse und Einrichtungen zur Stromversorgung und eine elektronische Auswerteeinheit enthält.

Aus der EP 0548 391 B1 ist ein Offsetkompensierter Hallsensor mit mindestens zwei Hallelementen bekannt. Die beiden Hallelemente sind gegeneinander um einen Winkel zwischen 0° und 180° gedreht. Hierbei wird die eine Hallplatte lediglich zur Vorkompensation der anderen Platte eingesetzt. Die eigentliche Kompensation findet erst durch die Orthogonalumschaltung und die Summierung der dabei gemessenen Hallspannungen statt. Durch die Orthogonalumschaltung tritt der Offsetfehler jeweils mit einem anderen Vorzeichen auf. Bei der Summierung müßte sich der Offsetfehler vollständig kompensieren. Dies gilt jedoch nur im Idealfall, wenn das Hallelement bezüglich einer Orthogonalumschaltung symmetrisch ist. Dies ist in der Regel nicht der Fall. Insbesondere bei preiswerten Hallelementen mit relativ hohen Fertigungstoleranzen kann der Offset durch Orthogonalumschaltung nicht vollständig kompensiert werden.

Aus der DE 4302 342 A1 ist ein Verfahren zur Offsetkompensation von Hallelementen bekannt, bei dem zur Verbesserung der Offsetkompensation bei der Orthogonalitätsumschaltung die Einführung von Wichtungsfaktoren vorgeschlagen wird. Die Wichtungsfaktoren werden u.a. eingeführt, um Unsymmetrieeinflüsse bei der Orthogonalumschaltung auszugleichen.

30

Der erfindungsgemäßen Lösung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine vereinfachte und trotzdem exakte Offsetbestimmung für Hallsensoren anzugeben.

2

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Offsetkompensation anzugeben, die ohne ein Umschalten der Hallabgriffe auskommt.

- 5 Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, den Einsatz von preiswerten Hallelementen mit relativ hohen Fertigungstoleranzen zur hochgenauen offsetkompensierten Magnetfeldmessung zu ermöglichen.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale in den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Weitere  
10 bevorzugte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen beansprucht.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Hallsensor aus dem Stand der Technik  
15

Fig. 2 zeigt schematisch einen erfindungsgemäßen Hallsensor, wie er in Chipbauweise oder auf einer Platine integriert werden kann.

Fig. 3 zeigt schematisch eine besonders bevorzugte erfindungsgemäße Ausführungsform  
20 des Hallsensors mit vereinfachter Auswerteeinheit.

In Fig. 1 ist zur Erläuterung ein ansich bekanntes Hallelement schematisch dargestellt. Das Hallelement wird mit einem Versorgungsstrom  $I_V$  betrieben. An den Hallspannungsabgriffen fällt bis auf Geometriefaktoren die Hallspannung  $U_H$  an. Es gilt:

1)  $U_H = R_H * B * I_V$   
25

Hierbei ist  $R_H$  die sogenannte Hallkonstante und  $B$  die magnetische Flußdichte. Bei realen Sensoren kommen eventuell noch Geometriefaktoren hinzu. Außerdem bezeichnet man bei

2)  $U_H = G * R_H * I_V * B$

Sensoren die Ausgangsspannung als Signal und man spricht von der Empfindlichkeit des Sensors.

30

Setzt man einen möglichen Geometriefaktor  $G$  in Gleichung 1) ein, so erhält man die Empfindlichkeit  $E$  des Sensors zu

5

$$3) E = G * R_H * I_V$$

Das heißt die Empfindlichkeit des Sensors läßt sich durch die Variation des Versorgungsstroms  $I_V$  verändern. Für das Ausgangssignal des Hallsensors gilt dann mit  $U_H = S$

10

$$4) S = E * B$$

Die Erfindung besteht nun darin die Empfindlichkeit des Sensors gezielt zu verändern und die Variation der Empfindlichkeit für die Offset-Kompensation nutzbar zu machen. Hierzu wird zum Zeitpunkt  $T_1$  der Sensor mit dem Versorgungsstrom  $I_{V1}$  gespeist, so daß er gemäß Gleichung 3) die Empfindlichkeit  $E_1$  hat und das Meßsignal  $S_1$  liefert. Zu einem anderen Zeitpunkt  $T_2$  wird der Sensor mit einem Versorgungsstrom  $I_{V2}$  betrieben, so daß er gemäß Gleichung 3) die Empfindlichkeit  $E_2$  hat und das Meßsignal  $S_2$  liefert.

20 Da sich die Empfindlichkeitsänderung nicht auf den Offset (  $O$  ) auswirkt, wird bei Veränderung der Empfindlichkeit nur der magnetfeldabhängige Signalanteil des Sensors verändert. Somit ergibt sich für das Ausgangssignal  $S_1$  zum Zeitpunkt  $T_1$  und  $S_2$  zum Zeitpunkt  $T_2$ :

$$5) S_1 = E_1 * B + O$$

$$6) S_2 = E_2 * B + O \Rightarrow B = (S_2 - O) / E_2$$

25

Sofern sich die magnetische Flußdichte ( $B$ ), dem das Hallelement ausgesetzt ist, vom Zeitpunkt  $T_1$  bis zum Zeitpunkt  $T_2$  nicht ändert, insbesondere zum Zeitpunkt  $T_1$  den gleichen Wert wie zum Zeitpunkt  $T_2$  hat, läßt sich hieraus der Offset  $O$  des Sensors bestimmen.

Durch Einsetzen erhält man für den Offset des Sensors

30

$$7) O = \frac{\frac{E1}{E2} * S2 - S1}{\frac{E1}{E2} - 1}$$

5 Durch Kalibrierung des Hallsensors in seinen beiden Betriebszuständen bestimmt man die beiden Empfindlichkeiten E1 und E2. Sind die beiden Empfindlichkeiten einmal bekannt, kann der Offset des Hallsensors nach Gleichung 7) in einer Auswerteeinheit bestimmt und gespeichert werden. Das offsetkompensierte Signal erhält man, indem man in einem weiteren Verfahrensschritt, den zuvor ermittelten Offset, vom offsetbehafteten Signal nach Gleichung

$$8) S = E * B + O$$

abzieht, so daß man ein offsetkompensiertes Meßsignal nach Gleichung 4) erhält.

15

Eine besonders bevorzugte Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergibt sich, wenn die Versorgungsspannungen ( $I_{V1}$ ) und ( $I_{V2}$ ) des Hallelements derart gewählt werden, daß der Quotient E1/E2 gleich 2 ist. Der Offset

20 (O) ergibt sich dann zu

$$9) O = 2S2 - S1$$

Die Verdopplung der Empfindlichkeit des Hallsensors läßt sich durch eine Verdopplung des Versorgungstromes ( $I_V$ ) erreichen. Wird der Versorgungsstrom verdoppelt, so verdoppelt sich auch die Empfindlichkeit und der Quotient E1/E2 kann auf den Wert 2 eingestellt werden. In diesem Fall vereinfachen sich die Rechenoperationen in der Auswerteeinheit erheblich. Insbesondere kann eine Division nach Gleichung 7) entfallen. Die Multiplikation von S2 mit dem Faktor zwei, kann im Binärkode des Speicherregisters für S2 durch eine einfache Schiebeoperation in Richtung der höherwertigen Bits ersetzt werden. Als weitere Ope

30

rationen gemäß Gleichung 9) ist lediglich noch eine Subtraktion notwendig, so daß die Auswerteeinheit in diesem Ausführungsbeispiel mit Vorteil auf ein Speicherregister für S2, ein Speicherregister für S1, ein Speicherregister für den Offset (O), ein Addierwerk und ein Ausgaberegister vereinfacht werden kann.

Ein weiterer Vorteil der Offsetbestimmung nach Gleichung 9) ergibt sich aus der Tatsache, daß für die Offsetbestimmung des Hallsensors die Empfindlichkeit des Hallsensors nicht bekannt sein muß.

In Fig. 2 ist schematisch ein erfindungsgemäßer Hallsensor gezeigt, mit dem das erfindungsgemäße Verfahren zur Offsetbestimmung und zur Offsetkompensation mit Vorteil durchgeführt werden kann. Vorzugsweise wird der Hallsensor zusammen mit der Auswerteeinheit als integriertes Bauelement in einer üblichen Halbleitertechnologie hergestellt.

Auf einem Chip oder einer Platine (1) ist eine Versorgungseinrichtung (2), die mit Anschlüssen (3) an eine externe Energieversorgung angeschlossen wird, aufgebracht. Die Versorgungseinrichtung (2) enthält eine geregelte Konstantstromquelle (q) und eine Spannungsregelschaltung (vq) zur internen Spannungsversorgung des gesamten integrierten Bauelements. Die Konstantstromquelle liefert den Versorgungsstrom  $I_V$  mit dem das Hallelement (4) betrieben wird. Der Versorgungsstrom  $I_V$  wird über einen vom Steuergerät (ST) elektronisch betätigbaren Schalter (S) entweder über den Widerstand (R1) oder den Widerstand (R2) dem Hallelement (4) zugeführt. Der Schalter (S) und die Widerstände (R1) und (R2) sind beispielhaft dargestellt. Der Schalter (S) und die Widerstände (R1) und (R2) können auch als umschaltbare Ausgangsimpedanzen in die Versorgungseinrichtung (2) integriert sind. Wenn die Konstantstromquelle (q) über den Widerstand (R1) mit dem Hallelement verbunden ist, wird das Hallelement mit dem Versorgungsstrom ( $I_{V1}$ ) betrieben. Wenn die Konstantstromquelle (q) über den Widerstand (R2) mit dem Hallelement verbunden ist, wird das Hallelement mit dem Versorgungsstrom ( $I_{V2}$ ) betrieben. Die Hallspannungsabgriffe werden über einen Verstärker (5) einem Analog/Digitalwandler (A/D) zugeführt, der die Meßsignale des Hallelements in digitaler Form einer Auswerteeinheit (AE) zuführt. Die

Auswerteeinheit (AE) ist vorzugsweise als Mikroprozessor ausgebildet und enthält mindestens 3 Speicherregister und ein Rechenwerk, die über ein Steuergerät (ST) ansprechbar und steuerbar sind. Die Auswerteeinheit sowie das Steuergerät sind schematisch und beispielhaft gezeigt. Die Auswerteeinheit und das Steuergerät können auch in einer Einheit integriert sein. Das Steuergerät koordiniert über den Schalter (S) den Betrieb des Hallelements mit den Versorgungsströmen ( $I_{V1}$ ) und ( $I_{V2}$ ) sowie die Meßwertaufnahme durch die Auswerteeinheit und die nachfolgende Verarbeitung der Meßwerte entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren. Die Steuerung des Steuergeräts (ST) und der mit dem Steuergerät verbundenen Einheiten erfolgt vorzugsweise mit einem Softwareprogramm, dessen Algorithmus das erfindungsgemäße Verfahren zur Offsetkompensation abbildet. Das Offsetkompensierte Meßsignal wird am Ausgang (6) vorzugsweise in digitaler Form in einem Ausgaberegister zur Verfügung gestellt.

15

In einer besonders bevorzugten Ausführung des Hallsensors werden die Widerstände (R1) und (R2) derart bemessen, daß sich die Versorgungsströme ( $I_{V1}$ ) und ( $I_{V2}$ ), mit denen das Hallelement abwechselnd betrieben wird, um den Faktor 2 unterscheiden. In dieser besonders bevorzugten Ausführung des Hallsensors kann die Offsetbestimmung nach Gleichung 9) erfolgen, was den Vorteil hat, daß die Auswerteeinheit auf drei Speicherregister, ein Ausgaberegister und ein Addierwerk bzw. Subtraktionswerk beschränkt werden kann. Dies ermöglicht besonders kleine und kompakte Hallsensoren.

In Fig. 3 ist für die besonders bevorzugte Ausführungsform des Offsetkompensationsverfahrens und des besonders bevorzugten Hallsensors ein Ablaufschema erläutert, das den vereinfachten Verfahrensablauf und den vereinfachten Aufbau der Auswerteeinheit (AE) zeigt. Eine schematisch gezeigte umschaltbare Konstantstromquelle (q) versorgt das Hallelement mit zwei verschiedenen Versorgungsströmen ( $I_{V1}$ ) und ( $I_{V2}$ ), wobei ( $I_{V1}$ ) doppelt so groß ist als ( $I_{V2}$ ). Die Hallspannung des Hallelements (4) wird über einen Verstärker (5) einem Analog/Digital Wandler (A/D) zugeführt, dessen digitalisiertes Signal der Auswerteeinheit (AE) eingespeist wird. Ein Steuergerät (ST) steuert das Umschalten der Konstantstromquelle sowie die Registerhaltung und Meßwertverarbeitung in der Auswerteeinheit. Wenn

das Hallelement mit dem Versorgungsstrom ( $I_{V1}$ ) betrieben wird, wird das Meßsignal ( $S1$ ) in das Register ( $RS1$ ) geschrieben. Wenn am Hallelement der Versorgungsstrom ( $I_{V2}$ ) an-  
5 liegt wird das zugehörige Meßsignal ( $S2$ ) in das Register ( $RS2$ ) geschrieben und um eine Binärstelle in Richtung der höherwertigen Bits verschoben, so daß der Speicherinhalt des Registers ( $RS2$ ) verdoppelt wird. Sodann wird im Subtraktionswerk ( $Sb$ ) der Inhalt des Registers ( $RS1$ ) vom Register ( $RS2$ ) abgezogen, was einer Subtraktion nach Gleichung 9 entspricht, und das Ergebnis in das Offset-Register eingespeichert. Das offsetkompensierte  
10 Ausgangssignal erhält man schließlich indem vom Speicherinhalt des Register ( $RS1$ ) der Offset aus dem Offset-Register subtrahiert wird und im Ausgaberegister eingelesen wird.

Ist der Offset des Hallelements einmal mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bestimmt, kann auf ein Umschalten der Konstantstromquelle für den weiteren Betrieb des Hallsensors  
15 weitgehend verzichtet werden. Nachdem der Offset z.B. beim Einschalten des Hallsensors bestimmt wurde und abgespeichert wurde, wird der Hallsensor vorzugsweise nur noch mit einem Versorgungsstrom betrieben. Von dem zugehörigen Meßsignal wird der zuvor gespeicherte Offset abgezogen, so daß man aus dem Meßsignal ohne Umschalten des Hallelementes oder des Versorgungsstromes unmittelbar ein offsetbereinigtes Signal erhält. Dies  
20 verkürzt mit Vorteil den Meßzyklus im Vergleich zu herkömmlichen Hallsensoren aus dem Stand der Technik, da nach der Offsetbestimmung ein Umschalten des Hallelements solange unterbleiben kann, wie sich die äußeren Betriebsbedingungen des Hallsensor nicht wesentlich ändern. Eine neue Bestimmung des Offset kann jederzeit auch während des Betriebes des Hallsensors vorgenommen werden. Eine neue Bestimmung des Offset kann insbesondere  
25 dann notwendig werden, wenn der Hallsensor großen Temperaturschwankungen ausgesetzt ist. Große Temperaturschwankungen können den Offset eines Sensors beeinflussen.

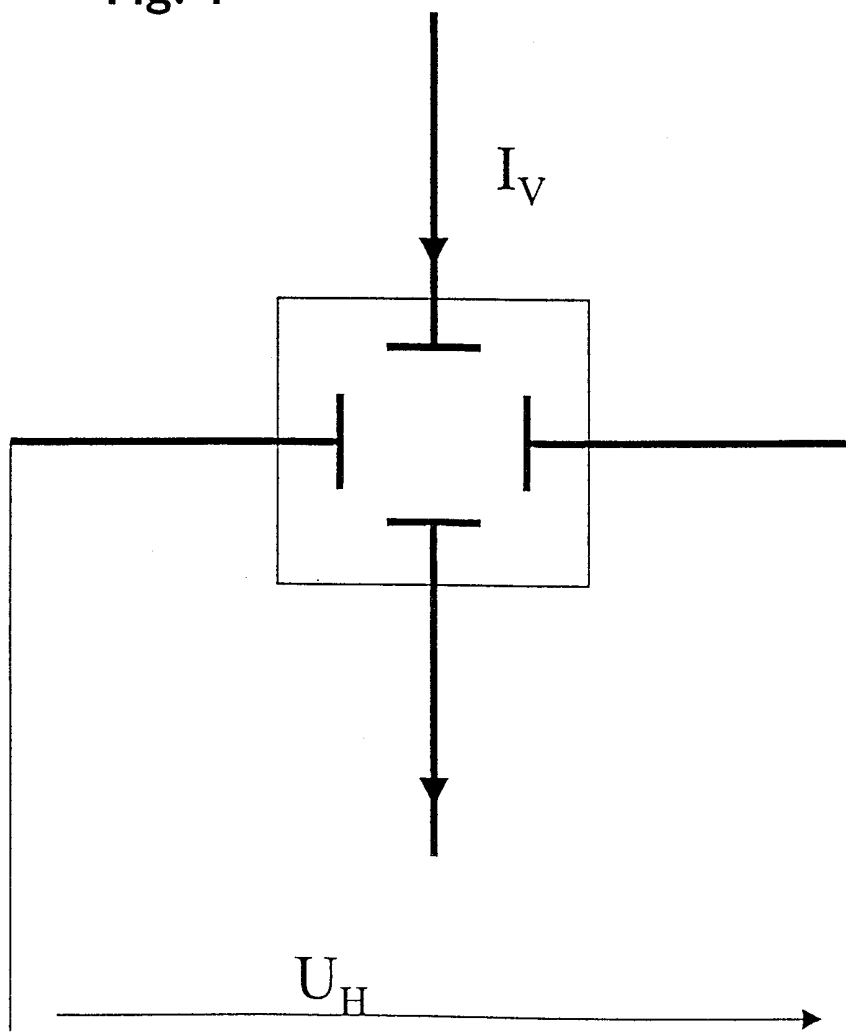
Patentansprüche

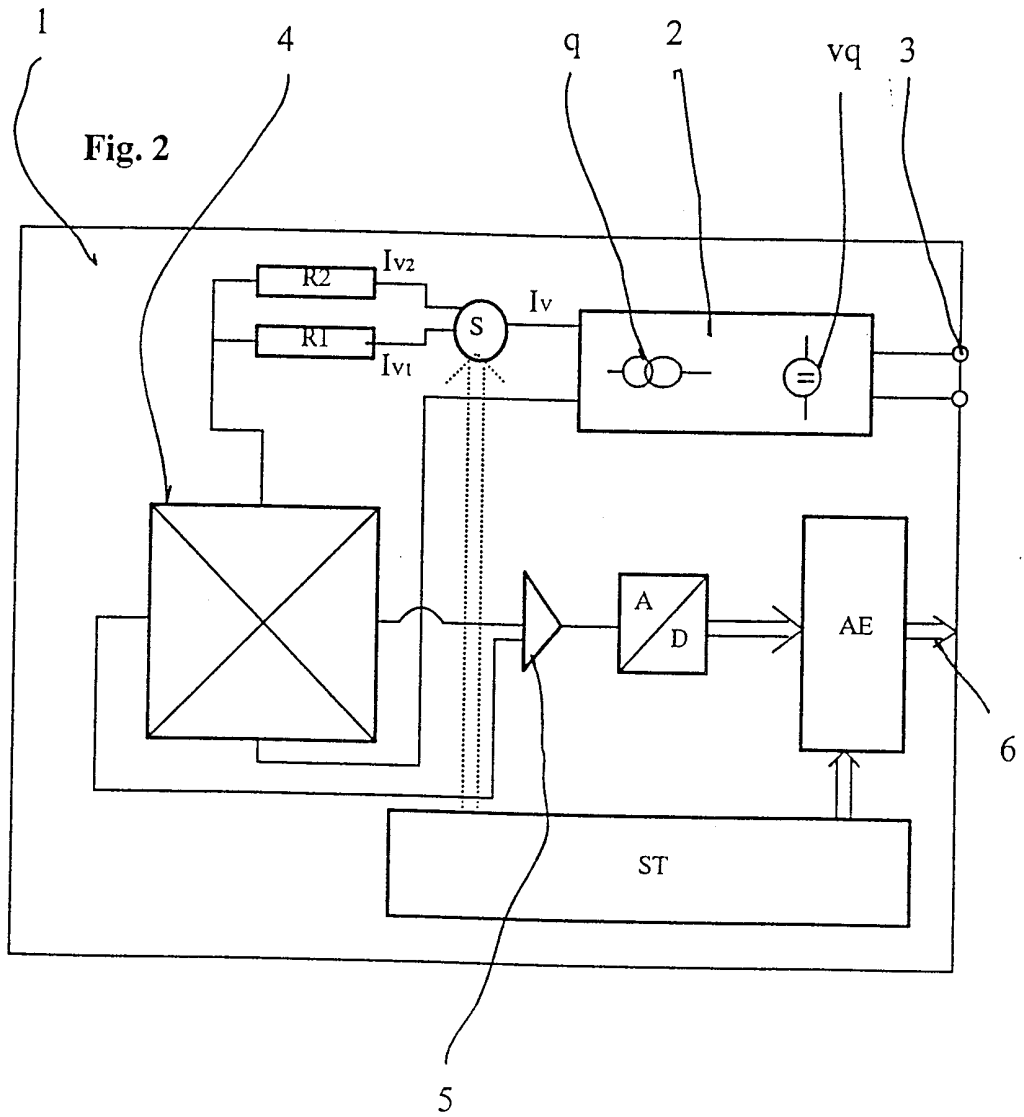
- 5 1. Verfahren zur Offset-kompensierten Magnetfeldmessung mittels eines Hallsensors, der in einem Magnetfeld mit mindestens zwei verschiedenen Empfindlichkeiten (E1, E2 ) betrieben wird und ein Meßsignal liefert, das einen durch den Halleffekt hervorgerufenen Signalanteil und einen Offset-Signalanteil aufweist,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- 10 daß zunächst in einem ersten Verfahrensschritt zu einer ersten Zeit (T1) der Hallsensor mit einer ersten Empfindlichkeit (E1) betrieben wird und ein erstes Meßsignal (S1) gewonnen wird, das in eine Auswerteeinheit (AE) eingespeist wird,  
daß in einem zweiten Verfahrensschritt die Empfindlichkeit des Hallsensors auf eine-  
zweite Empfindlichkeit (E2) variiert wird,
- 15 daß in einem dritten Verfahrensschritt zu einer zweiten Zeit (T2) der Hallsensor mit der Empfindlichkeit (E2) betrieben wird und ein zweites Meßsignal (S2) gewonnen wird, das in eine Auswerteeinheit (AE) eingespeist wird,  
daß in einem vierten Verfahrensschritt in der Auswerteeinheit (AE) der Offset (O) des Hallsensors entsprechend der Gleichung
- 20 
$$O = ( ( E1/E2 ) * S2 - S1 ) / ( (E1 / E2) - 1 )$$
 bestimmt wird,  
daß in einem fünften Verfahrensschritt der Offset (O) von mindestens einem der Meßsignale ( S1, S2 ) in der Auswerteeinheit abgezogen wird
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis E1/E2 aus der ersten Empfindlichkeit (E1) und der zweiten Empfindlichkeit (E2) gleich 2 gewählt wird.
3. Offset kompensierter Hallsensor zur Magnetfeldmessung mit einer Versorgungseinrichtung (2), die eine Konstantstromquelle (q) und eine Spannungsregelschaltung (vq)  
30 zur internen Energieversorgung des Sensors enthält, einem Hallelement (4), dessen

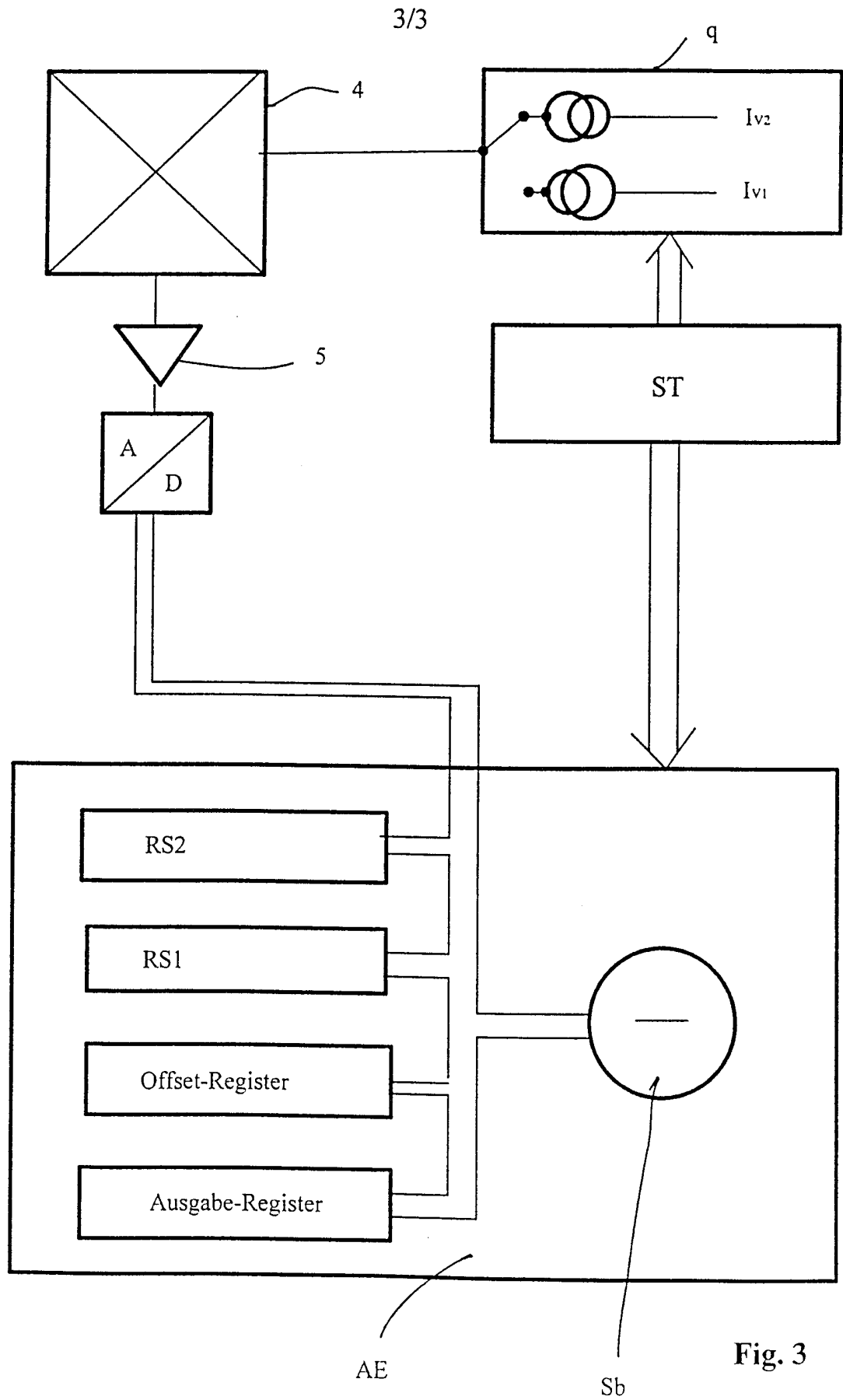
- Hallabgriff mit einem Verstärker (5) verbunden ist, einem Analog-Digital-Wandler (A/D), der das analoge Ausgangssignal des Verstärkers (5) digitalisiert, einer Auswerteeinheit (AE), in der die digitalisierten Meßwerte des Hallelements (4) verarbeitet werden und einem Steuergerät (ST), das die Auswerteeinheit (AE) und die Versorgung des Hallelements (4) mit dem Versorgungsstrom ( $I_V$ ) steuert, dadurch gekennzeichnet, daß das Hallelement (4) mit mindestens zwei verschiedenen Versorgungsströmen ( $I_{V1}, I_{V2}$ ) und zwei verschiedenen Empfindlichkeiten (E1, E2) betreibbar ist.
4. Hallsensor nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, daß der Versorgungsstrom ( $I_V$ ) auf mindestens zwei verschiedene Versorgungsströme ( $I_{V1}, I_{V2}$ ) umschaltbar ist
  5. Hallsensor nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Versorgungsstrom ( $I_V$ ) durch einen Schalter (S) auf mindestens zwei verschiedene Widerstände (R1, R2) umschaltbar ist.
  6. Hallsensor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schalter (S) und die Widerstände (R1, R2) in der Konstantstromquelle (q) integriert sind.
  7. Hallsensor nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Versorgungsströme ( $I_{V1}, I_{V2}$ ) um den Faktor 2 unterscheiden.
  8. Hallsensor nach einem der Ansprüche 3-6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (AE) aus einem Register (RS2), einem Register (RS1), einem Offset-Register, einem Ausgaberegister und einem Subtraktionwerk (Sb) besteht.

1/3

Fig. 1







# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/01449

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01R33/07

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)

IPC 7 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)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98 10302 A (STEINER FRANZ PETER ;STEINER RALPH (CH); MAIER CHRISTOPH (CH); HAE) 12 March 1998 (1998-03-12) abstract; claims 5-7; figure 11 page 5, line 15 -page 6, line 19 page 8, line 8 - line 25 ---	1-8
X,P	WO 99 21023 A (ANALOG DEVICES INC) 29 April 1999 (1999-04-29) abstract; figures 3,4 ---	3
X	EP 0 704 710 A (MAX PLANCK GESELLSCHAFT) 3 April 1996 (1996-04-03) abstract; claim; figures 1,2,16 column 17, line 58 -column 18, line 59 --- -/--	3

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in 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.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 June 2000

Date of mailing of the international search report

06/07/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fritz, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/01449

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 40 28 089 A (PAPST MOTOREN GMBH & CO KG) 12 March 1992 (1992-03-12) abstract: figure 1 column 2, line 41 - line 63 ---	3
X	DE 43 02 342 A (EL MOS ELEKTRONIK IN MOS TECHN) 29 July 1993 (1993-07-29) cited in the application abstract: claims 1,4; figure 5 page 3, line 34 -page 4, line 12 ---	3
A	MANI R G ET AL: "TEMPERATURE-INSENSITIVE OFFSET REDUCTION IN A HALL EFFECT DEVICE" APPLIED PHYSICS LETTERS,US,AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, NEW YORK, vol. 64, no. 23, 6 June 1994 (1994-06-06), pages 3121-3123, XP000449593 ISSN: 0003-6951 abstract; figures ---	1,3
A	MUNTER P J A: "ELECTRONIC CIRCUITRY FOR A SMART SPINNING-CURRENT HALL PLATE WITH LOW OFFSET" SENSORS AND ACTUATORS A,CH,ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, vol. A27, no. 1 - 03, 1 May 1991 (1991-05-01), pages 747-751, XP000216815 ISSN: 0924-4247 abstract ---	1,3
A	EP 0 548 391 A (ITT IND GMBH DEUTSCHE) 30 June 1993 (1993-06-30) cited in the application figure 3 -----	1,3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/01449

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9810302    A	12-03-1998	CA 2236861 A EP 0859964 A	12-03-1998 26-08-1998
WO 9921023    A	29-04-1999	NONE	
EP 0704710    A	03-04-1996	JP 8233928 A US 6008643 A	13-09-1996 28-12-1999
DE 4028089    A	12-03-1992	NONE	
DE 4302342    A	29-07-1993	WO 9315413 A	05-08-1993
EP 0548391    A	30-06-1993	DE 59108800 D JP 6011556 A KR 202774 B US 5406202 A	28-08-1997 21-01-1994 15-06-1999 11-04-1995

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/01449

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01R33/07

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 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)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 98 10302 A (STEINER FRANZ PETER ;STEINER RALPH (CH); MAIER CHRISTOPH (CH); HAE) 12. März 1998 (1998-03-12) Zusammenfassung; Ansprüche 5-7; Abbildung 11 Seite 5, Zeile 15 -Seite 6, Zeile 19 Seite 8, Zeile 8 - Zeile 25 ---	1-8
X,P	WO 99 21023 A (ANALOG DEVICES INC) 29. April 1999 (1999-04-29) Zusammenfassung; Abbildungen 3,4 ---	3
X	EP 0 704 710 A (MAX PLANCK GESELLSCHAFT) 3. April 1996 (1996-04-03) Zusammenfassung; Anspruch; Abbildungen 1,2,16 Spalte 17, Zeile 58 -Spalte 18, Zeile 59 --- -/--	3



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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Juni 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/07/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Fritz, S

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 40 28 089 A (PAPST MOTOREN GMBH & CO KG) 12. März 1992 (1992-03-12) Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 2, Zeile 41 - Zeile 63 ---	3
X	DE 43 02 342 A (EL MOS ELEKTRONIK IN MOS TECHN) 29. Juli 1993 (1993-07-29) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Ansprüche 1,4; Abbildung 5 Seite 3. Zeile 34 -Seite 4, Zeile 12 ---	3
A	MANI R G ET AL: "TEMPERATURE-INSENSITIVE OFFSET REDUCTION IN A HALL EFFECT DEVICE" APPLIED PHYSICS LETTERS,US,AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, NEW YORK, Bd. 64, Nr. 23, 6. Juni 1994 (1994-06-06), Seiten 3121-3123, XP000449593 ISSN: 0003-6951 Zusammenfassung; Abbildungen ---	1,3
A	MUNTER P J A: "ELECTRONIC CIRCUITRY FOR A SMART SPINNING-CURRENT HALL PLATE WITH LOW OFFSET" SENSORS AND ACTUATORS A,CH,ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, Bd. A27, Nr. 1 - 03, 1. Mai 1991 (1991-05-01), Seiten 747-751, XP000216815 ISSN: 0924-4247 Zusammenfassung ---	1,3
A	EP 0 548 391 A (ITT IND GMBH DEUTSCHE) 30. Juni 1993 (1993-06-30) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 3 -----	1,3

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 00/01449

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9810302 A	12-03-1998	CA 2236861 A EP 0859964 A	12-03-1998 26-08-1998
WO 9921023 A	29-04-1999	KEINE	
EP 0704710 A	03-04-1996	JP 8233928 A US 6008643 A	13-09-1996 28-12-1999
DE 4028089 A	12-03-1992	KEINE	
DE 4302342 A	29-07-1993	WO 9315413 A	05-08-1993
EP 0548391 A	30-06-1993	DE 59108800 D JP 6011556 A KR 202774 B US 5406202 A	28-08-1997 21-01-1994 15-06-1999 11-04-1995