

WO 2011/135063 A2

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
3. November 2011 (03.11.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2011/135063 A2

PCT

(51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/056814

(22) Internationales Anmeldedatum:

29. April 2011 (29.04.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2010 019 077.2  
30. April 2010 (30.04.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WALLRAFEN, Werner [DE/DE]; Cimbernsstraße 2, 65719 Hofheim (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH; Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

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

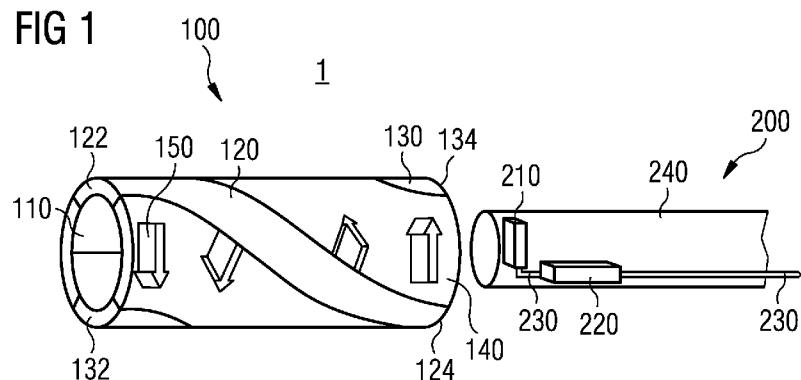
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) Title: MAGNETIC LENGTH MEASURING SYSTEM, LENGTH MEASURING METHOD AND METHOD FOR PRODUCING A MAGNETIC LENGTH MEASURING SYSTEM

(54) Bezeichnung : MAGNETISCHES LÄNGENMESSSYSTEM, LÄNGENMESSVERFAHREN SOWIE HERSTELLUNGSVERFAHREN EINES MAGNETISCHEN LÄNGENMESSSYSTEMS

FIG 1



(57) Abstract: A length measuring system comprises a magnetic component having two helical magnetically conductive or magnetic elements which have first and second axial ends. The elements are arranged in an axially symmetric manner relative to each other along a common longitudinal axis such that a magnetic field can be formed between the elements, the angle of said field relative to the common longitudinal axis continuously rotating along a predetermined length. The length measuring system further comprises a magnetic sensor which can be arranged between the two elements at a right angle to the common longitudinal axis of the elements and which is connected to an evaluation unit.

(57) Zusammenfassung: Ein Längenmesssystem umfasst ein magnetisches Bauteil mit zwei wendelförmigen magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elementen, die ein erstes und ein zweites axiales Ende aufweisen. Die Elemente sind entlang einer gemeinsamen Längssachse achssymmetrisch zueinander angeordnet, so dass zwischen den Elementen ein magnetisches Feld ausbildungbar ist, dessen Winkel sich in Bezug auf die gemeinsame Längssache

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



---

entlang einer vorgebbaren Länge kontinuierlich dreht. Weiterhin umfasst das Längenmesssystem einen Magnetsensor, der zwischen den zwei Elementen senkrecht zur gemeinsamen Längsachse der Elemente anordenbar ist und mit einer Auswerteeinheit verbunden ist.

## Beschreibung

Magnetisches Längenmesssystem, Längenmessverfahren sowie Herstellungsverfahren eines magnetischen Längenmesssystems

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein magnetisches Bauteil für ein magnetisches Längenmesssystem, ein magnetisches Längenmesssystem, ein Längenmessverfahren mit einem magnetischen Längenmesssystem sowie ein Herstellungsverfahren eines magnetischen Bauteils für ein magnetisches Längenmesssystem.

Es sind unterschiedliche Verfahren zur Realisierung von linearen Wegmessungen bekannt. Magnetisch basierte Verfahren zur linearen Wegmessung weisen eine im Vergleich zu anderen Ver-

15 fahren hohe Querempfindlichkeit im Hinblick auf Abstandsänderungen, Temperatur- und Magnetfeldstärkeänderungen auf. Daher gibt es immer wieder Überlegungen, eine lineare Wegmessung mit einem magnetoresistiven Winkelsensor zu realisieren. Allerdings liegen derzeit keine kostengünstigen und den Genauigkeitsanforderungen entsprechenden Lösungskonzepte vor. Weiterhin sind bekannte Streufeld basierte Messsysteme empfindlich gegenüber äußeren Störmagnetfeldern.

20 Eine Anordnung zur Messung einer relativen linearen Position ist aus EP 0 997 706 B1 bekannt. Die Anordnung dient zur Messung einer relativen linearen Position zwischen einem Sensor und einem magnetischen Körper, wobei die Position relativ zueinander in einer vorgegebenen Richtung linear veränderbar ist. Der Sensor ist als magnetoresistiver Winkelsensor ausgebildet und als magnetischer Körper ist ein magnetischer Streifen vorgesehen. Der magnetische Streifen weist ein Magnetpolpaar auf sowie ein über seine Länge in variierendem Winkel verlaufendes Magnetfeld, das durch entsprechende Magnetfeldlinien veranschaulicht werden kann. Auf diese Weise ist der Winkel des den magnetoresistiven Winkelsensor durchdringenden magnetischen Feldes von der relativen Position des magnetoresistiven Winkelsensors in Bezug auf den magnetischen

Streifen abhängig. Aus dem Ausgangssignal des magnetoresistiven Winkelsensors ist die jeweilige relative Position ermittelbar.

5 Aus DE 199 10 636 A1 ist weiterhin ein Längenmesssystem bekannt, das aus einem oder mehreren magnetischen Maßstäben besteht. Bei mindestens einem Maßstab des Längenmesssystems liegt die Magnetisierungsrichtung in der Ebene seines senkrecht auf der Messrichtung stehenden Querschnitts und bildet  
10 ein Magnetisierungsmuster. In einem einfachen Fall ist diese Magnetisierung des Querschnitts homogen. Mit Fortschreiten in Messrichtung ist das Magnetisierungsmuster gegenüber dem am Maßstabsanfang zunehmend verdreht. Die Magnetisierung führt zu einem Magnetfeld, dessen Richtung mit Fortschreiten in  
15 Messrichtung ebenfalls ständig weitergedreht wird. Mit mindestens einem Magnetfeldsensor, der auf die Richtung des Magnetfeldes anspricht, wird der in der jeweiligen Position vorhandene Winkel des Magnetfelds bestimmt und kann für viele unterschiedliche Varianten des Längenmesssystems der Position  
20 eindeutig zugeordnet werden.

Bei dem verwendeten Maßstab handelt es sich um einen massiven Stabmagneten mit einer rotierenden Magnetisierung. Der Sensor befindet sich in einem vorgegebenen Abstand parallel zu der  
25 Längsachse des Stabmagneten. Der Sensor ist daher in einer solchen Entfernung zu dem Stabmagneten angeordnet, dass er in einem Bereich der maximalen Stärke des magnetischen Streufelds des Stabmagneten bewegt wird.

30 Ein Nachteil der Anordnungen gemäß Stand der Technik ist, dass eine Magnetisierung mit sich änderndem Winkel entlang der Länge des Magneten realisiert werden muss. Insbesondere die Anordnung gemäß dem ersten Beispiel wurde aufgrund der mit bekannten Mitteln nicht durchführbaren Magnetisierung nie  
35 realisiert.

Bei der Verwendung eines Stabmagneten, wie in DE 199 10 636 A1, ist es ebenfalls nicht durchführbar eine kontinuierliche, exakt sich drehende Magnetisierung insbesondere an den Enden des Stabs zu erzeugen. Dies hat zur Folge, 5 dass eine Messung mit dieser Anordnung aufgrund der nicht ausreichend kontinuierlich gedrehten Magnetisierung ungenau ist.

Ein weiterer Nachteil ist, dass die Genauigkeit mit den An-10 ordnungen gemäß Stand der Technik von der Feldhomogenität im Streufeld und somit von dem Abstand zwischen Sensor und Magnet abhängig ist. Es gibt also ein Optimum auf einer zur Längsachse des Magneten parallel liegenden Achse für den Sensor, auf der eine Messung durchgeführt werden muss. Die An-15 ordnungen gemäß Stand der Technik arbeiten dementsprechend mit einem magnetisch inhomogenen Streufeld außerhalb des Magneten. Aus diesem Grund sind die Anordnungen gegenüber äußeren Einflüssen insbesondere äußeren störenden Magnetfeldern sehr empfindlich. Dies kann zu einer weiteren Ungenauigkeit 20 der Messung führen.

Darüber hinaus variiert die Feldstärke auch in Abhängigkeit der Messposition. Daher muss der Stabmagnet entsprechend höhere magnetische Feldstärken zur sicheren Sättigung der Sen-25 soren erzeugen.

Weiterhin kann eine Verdrehung des Stabmagneten gemäß DE 199 10 636 A1 im Laufe der Zeit dazu führen, dass keine exakte Messung mehr gegeben ist. Beispielsweise kann sich der 30 Stabmagnet aus einer Befestigung im Laufe der Zeit lösen und entlang seiner Längsachse drehen. Ein weiterer Nachteil der Anordnung ist, dass der Stabmagnet mit der sich drehenden Magnetisierung kostenintensiv ist.

35 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher die Optimierung eines magnetischen Längenmesssystems im Vergleich zum Stand der Technik sowie das Bereitstellen eines entsprechen-

den Längenmessverfahrens und Herstellungsverfahrens eines magnetischen Bauteils eines Längenmesssystems.

Die obige Aufgabe wird gelöst durch ein magnetisches Bauteil 5 für ein magnetisches Längenmesssystem gemäß Anspruch 1, ein Längenmesssystem gemäß Anspruch 8, ein Längenmessverfahren gemäß Anspruch 11 sowie ein Herstellungsverfahren eines magnetischen Bauteils gemäß Anspruch 12. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus der nachfolgenden Be- 10 schreibung, den Zeichnungen sowie den abhängigen Ansprüchen.

Ein magnetisches Bauteil für ein magnetisches Längenmesssystem umfasst ein erstes wendelförmiges, magnetisch leitfähiges oder magnetisches Element mit einem ersten und einem zweiten 15 axialen Ende sowie ein zweites wendelförmiges, magnetisch leitfähiges oder magnetisches Element mit einem ersten und einem zweiten axialen Ende, während das erste und das zweite magnetisch leitfähige oder magnetische Element entlang einer gemeinsamen Längsachse achssymmetrisch zueinander angeordnet 20 sind, so dass zwischen dem ersten und dem zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetischen Element ein magnetisches Feld ausbildbar ist, dessen Winkel sich in Bezug auf die gemeinsame Längsachse entlang einer vorgebbaren Länge kontinuierlich dreht.

25 Das magnetische Bauteil wird im magnetischen Längenmesssystem zusammen mit einem Magnetsensor verwendet, der zwischen dem ersten und dem zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetischen Element geführt wird. Zwischen dem ersten und dem zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetischen Element bildet sich idealisiert ein homogenes magnetisches Feld aus. Der Bereich zwischen dem ersten und dem zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetischen Element wird im Folgenden auch als Inneres des magnetischen Bauteils bezeichnet.

35 Durch die Wendelförmigkeit der beiden Elemente dreht sich das magnetische Feld um die Längsachse des Inneren des magneti-

schen Bauteils, wenn es in Längsrichtung betrachtet wird. Das sich drehende magnetische Feld zwischen den beiden magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elementen wird somit alleine aufgrund der Geometrie und der Anordnung der beiden Elemente 5 erreicht. Die Wendelförmigkeit der Elemente sowie ihre Anordnung um die gemeinsame Längsachse haben weiterhin zur Folge, dass das magnetische Bauteil beispielsweise eine röhrenartige Bauform aufweist. Die beiden magnetischen Elemente sind also in einem vorgebbaren Abstand von der gemeinsamen Längsachse 10 außen auf einer gedachten beispielsweise Röhrenform um die gemeinsame Längsachse angeordnet, wodurch sich das oben erwähnte Bauteilinnere ausbildet. Dies gilt mindestens für einen Bereich des Bauteils, in dem die magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elemente wendelförmig oder in Form einer 15 Helix vorliegen.

Eine genaue Ausgestaltung der beiden magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elemente im Hinblick auf Breite, Dicke und Länge ist jeweils von den Gesamtproportionen des magnetischen 20 Bauteils sowie der jeweiligen Anwendung abhängig. Insbesondere werden die Proportionen der beiden magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elemente so gewählt, dass eine maximale Magnetfeldkonzentration zwischen den beiden Elementen erreicht wird. Beispielsweise erstrecken sich die beiden magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elemente umfänglich über 25 ein Viertel oder ein Drittel ( $90^\circ$  oder  $120^\circ$ ) des gedachten Kreisumfangs um die gemeinsame Längsachse. Eine Länge der beiden magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elemente liegt beispielsweise zwischen 20 mm und 200 mm. Weiterhin 30 sind die beiden magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elemente aufeinander abgestimmt, weisen also vorzugsweise die gleiche Breite, die gleiche Länge und die gleiche Dicke auf, sind folglich also achssymmetrisch. Weiterhin verlaufen die beiden Elemente parallel zueinander. Insbesondere sind die 35 beiden magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elemente länglich ausgestaltet.

Neben der Wendelförmigkeit der magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elemente können diese auch in einem Anfangs- oder einem Endbereich einen geraden Abschnitt aufweisen. Gerade bedeutet, dass die Elemente parallel zueinander sowie 5 zur gemeinsamen Längsachse verlaufen. Dieser gerade Abschnitt befindet sich vorzugsweise an einem der axialen Enden. In diesem geraden Bereich können die Elemente weiterhin die Rundung des rohrförmigen Bauteils aufweisen oder sie können abgeflacht sein.

10

Die gemeinsame Längsachse ist bevorzugt eine Gerade. Allerdings kann die gemeinsame Längsachse auch eine krummlinige Längsachse sein. Auf diese Weise wird eine gebogene Form des magnetischen Bauteils erreicht, wenn dies für eine spezifische 15 Anwendung erforderlich ist. In diesem Fall wird der Magnetsensor ebenfalls zwischen den beiden magnetischen Elementen geführt, allerdings entlang oder benachbart zu der krummlinigen Längsachse.

20

Ein Vorteil des magnetischen Bauteils gemäß der Erfindung ist, dass im Betrieb in einem Längenmesssystem der Magnetsensor in einem Inneren des Bauteils geführt wird. Auf diese Weise wird der Magnetsensor gegenüber äußeren Störmagnetfeldern wirksam abgeschirmt. Weiterhin befindet sich der Sensor 25 in einem homogenen Magnetfeld, so dass er beliebig im Inneren angeordnet werden kann und nicht entlang der gemeinsamen Längsachse der magnetischen Elemente angeordnet werden muss. Darüber hinaus bleibt die magnetische Feldstärke über die Messlänge weitgehend konstant.

30

Weiterhin sind die Kosten des magnetischen Bauteils geringer, da keine drehende Magnetisierung wie im Stand der Technik erfolgt. Da die Drehung des Magnetfelds ausschließlich durch die Wendelförmigkeit der magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elemente hervorgerufen wird, ermöglicht das magnetische Bauteil gemäß der Erfindung ein exaktes Messen aufgrund des 35

homogenen Magnetfelds. Ebenso ist eine kostengünstigere Herstellung im Vergleich zum Stand der Technik realisierbar.

Als Nachteil der Anordnung im Vergleich zum Stand der Technik ist zu nennen, dass bei einem Betrieb in einem Längenmesssystem die doppelte Länge des Messweges für den Einbau erforderlich ist, sofern der Magnetsensor nicht mit einer flexiblen elektrischen Verbindung betrieben wird. Im Stand der Technik werden der magnetoresistive Winkelsensor und der Magnet parallel zueinander angeordnet. Die axiale Länge des Magneten entspricht ungefähr dem maximalen Messweg und dem maximal erforderlichen Platzbedarf in axialer Richtung. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird der Magnetsensor allerdings im Inneren des magnetischen Bauteils angeordnet. In einem beispielhaften Extremfall befindet sich in einem ersten Zustand der Sensor am ersten axialen Ende des Bauteils. Nun ändert sich die Position des Bauteils und des Magnetsensors relativ zueinander und in einem zweiten Zustand befindet sich der Sensor am zweiten axialen Ende des Bauteils. Somit liegt in axialer Richtung ein größerer Platzbedarf vor. Dieser Platzbedarf beträgt beispielsweise das Doppelte der axialen Länge des magnetischen Bauteils.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das erste Ende des ersten magnetisch leitfähigen Elements und das erste Ende des zweiten magnetisch leitfähigen Elements mit einem Permanentmagneten verbunden. Bei den beiden magnetisch leitfähigen Elementen handelt es sich insbesondere um Polbleche. Die Polbleche bestehen vorzugsweise aus einem Eisenmaterial. Allerdings kann jedes magnetische Material verwendet werden, das nicht permanentmagnetisch ist.

Die ersten axialen Enden der beiden magnetisch leitfähigen Elemente sind benachbart zu dem Permanentmagneten angeordnet. Bei dem Permanentmagneten kann es sich beispielsweise um zwei einpolige Permanentmagneten handeln. Alternativ kann es sich auch um einen zweipoligen Permanentmagneten handeln, worauf

später detaillierter eingegangen wird. Jeweils ein Pol des Permanentmagneten ist einem magnetisch leitfähigen Element zugeordnet, also einem Polblech.

5 Zwischen den beiden Polblechen und dem oder den Permanentmagneten kann ein Spalt vorhanden sein, wobei die Polbleche möglichst dicht an dem jeweiligen Permanentmagneten angeordnet sein sollen. Insbesondere sind die Polbleche an den Permanentmagneten geklebt oder mittels umspritzen daran angeordnet.

10

Der oder die Permanentmagneten können kreisrund oder quaderförmig sein. Ist der Permanentmagnet quaderförmig, dann weist das magnetisch leitfähige Element vorzugsweise den abgeflachten geraden Bereich auf, der oben beschrieben wurde. Eine Verbindung zwischen den Permanentmagneten und dem jeweiligen Polblech findet so statt, dass eine maximale Magnetfeldübertragung zwischen dem Permanentmagneten und den Polblechen stattfinden kann. Aus diesem Grund ist der Permanentmagnet 15 benachbart zu dem jeweiligen Polblech angeordnet, beispielsweise am ersten axialen Ende des Bauteils im Inneren des Bau-20 teils.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Permanentmagnet ein zweipoliger Permanentmagnet, während ein erster Pol des zweipoligen Permanentmagneten benachbart zu dem ersten axialen Ende des ersten magnetisch leitfähigen Elements und ein zweiter Pol des zweipoligen Permanentmagneten benachbart zu dem ersten axialen Ende des zweiten magnetisch 25 leitfähigen Elements angeordnet ist. Der zweipolige Permanentmagnet kann, wie oben erwähnt, kreisrund oder quaderförmig sein. Der zweipolige Permanentmagnet besteht insbesondere aus einem ferromagnetischen Material und ist in die Öffnung am ersten axialen Ende eingesetzt oder teilweise darin angeordnet. Vorzugsweise schließt der Permanentmagnet bündig mit dem ersten axialen Ende des ersten und des zweiten magnetischen 30 Elements ab. Alternativ kann der Permanentmagnet auch 35

nur Außen benachbart zu dem ersten axialen Ende des magnetischen Bauteils angeordnet sein. Ein Vorteil dieser Anordnung ist, dass das Bauteil auf dieser Seite geschlossen ist und ein großes Volumen für den Permanentmagneten zur Verfügung steht.

In einer alternativen Ausführungsform sind das erste und das zweite magnetische Element zweipolig magnetisiert. Die zweipoligen Magnetelemente ermöglichen im Gegensatz zu der Verwendung von zwei Polblechen mit einem Permanentmagneten, dass das Bauteil an beiden Enden offen ist. Allerdings kann ein Ende des Bauteils mittels eines Kunststoffdeckels geschlossen sein. Alternativ zu dem Kunststoffdeckel kann jedes nicht magnetische Material zum Verschließen des Bauteils an seinem ersten axialen Ende verwendet werden. Die Formen und Anordnung dieses Deckels entsprechen denen, die oben für den Permanentmagneten beschrieben wurden. Da in dieser Anordnung kein Permanentmagnet an einem axialen Ende des Bauteils verwendet wird, treten in dieser Anordnung keine durch den Permanentmagneten verursachten Streufelder am ersten Ende des magnetischen Bauteils auf. Die Messung wird somit weiter präzisiert.

Weiterhin ist für das magnetische Bauteil bevorzugt, dass es ein nicht magnetisches Trägermaterial umfasst, an dem das erste und das zweite magnetisch leitfähige oder magnetische Element angeordnet ist. Für den Fall, dass das magnetische Bauteil an einem axialen Ende mittels eines Kunststoffdeckels oder eines Permanentmagneten oder auf eine andere Art und Weise verschlossen ist, können die Polbleche bzw. die Magnetelemente daran angeordnet sein. Zwischen oder neben den beiden magnetischen Elementen ist umfänglich dann kein weiteres Material erforderlich. Somit kann Luft umfänglich zwischen oder neben den beiden Elementen vorhanden sein.

35

In anderen Fällen befindet sich das nicht magnetische Trägermaterial zwischen oder neben den magnetisch leitfähigen oder

magnetischen Elementen. Hierbei handelt es sich um ein nicht magnetisches Material, wie beispielsweise Aluminium. Bevorzugt ist als Trägermaterial jedoch ein Kunststoff. Auf diese Weise wird die mechanische Stabilität des magnetischen Bau-  
5 teils weiter erhöht. Weiterhin kann der Deckel zum Abschluss des ersten Endes einstückig aus diesem Trägermaterial hergestellt sein. Das magnetische Bauteil ist daher topf- oder rohrförmig gestaltet.

10 In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform sind das erste und das zweite magnetisch leitfähige oder magnetische Element einander gegenüberliegend achssymmetrisch angeordnet. Der umfängliche Abstand zwischen den beiden Elementen ist so-  
mit immer gleich und achssymmetrisch. Auf diese Weise kann  
15 eine besonders exakte Messung realisiert werden.

Weiterhin bevorzugt ist, dass das erste und das zweite magne-  
tisch leitfähige oder magnetische Element entlang ihrer Länge  
zwischen  $45^\circ$  und  $360^\circ$ , insbesondere um ungefähr  $180^\circ$ , um die  
20 gemeinsame Längsachse verdreht sind. Der sogenannte Verdre-  
hungswinkel hängt insbesondere von der Art des verwendeten  
Magnetsensors ab, worauf später im Detail eingegangen wird.  
Weiterhin hängt die Drehung von der Länge und der gewünschten  
Genauigkeit der Messung ab.

25 Ein Längenmesssystem umfasst ein erfindungsgemäßes magneti-  
sches Bauteil sowie einen Magnetsensor, der zwischen dem ers-  
ten und dem zweiten wendelförmigen magnetisch leitfähigen  
oder magnetischen Element senkrecht zur gemeinsamen Längsach-  
30 se des ersten und des zweiten magnetisch leitfähigen oder  
magnetischen Elements anordenbar ist und mit einer Auswerte-  
einheit verbunden ist, so dass das magnetische Bauteil und  
der Magnetsensor relativ zueinander bewegbar sind.

35 Wie bereits oben dargelegt, befindet sich der Magnetsensor in  
einem Inneren des magnetischen Bauteils. Das magnetische Bau-  
teil und der Magnetsensor werden bei einer Messung relativ

zueinander bewegt. Als Magnetsensor ist jeder Sensor geeignet, der eine Winkeländerung eines Magnetfelds erfassen kann.

Aufgrund des homogenen Felds im Inneren des magnetischen Bau-  
5 teils ist eine Anordnung des Magnetsensors auf der gemeinsa-  
men Längsachse der wendelförmigen magnetisch leitfähigen oder  
magnetischen Elemente nicht zwangsläufig erforderlich. Somit  
gibt es im Betrieb bei einer Abweichung des Magnetsensors von  
der gemeinsamen Längsachse der beiden Elemente keine Messfeh-  
10 ler. Die Vorteile des erfindungsgemäßen Längenmesssystems er-  
geben sich aus den oben beschriebenen Vorteilen des erfin-  
dungsgemäßen magnetischen Bauteils.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind der Magnetsensor  
15 und die Auswerteeinheit von einem nicht magnetischen Gehäuse-  
material mit einem Außendurchmesser umgeben, der kleiner ist  
als ein Innendurchmesser des magnetischen Bauteils. Insbeson-  
dere können der Magnetsensor und die Auswerteeinheit von ei-  
nem nicht magnetischen Gehäusematerial umgossen sein. Hierbei  
20 kann es sich beispielsweise um Kunststoff handeln.

Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn der Magnetsensor die Aus-  
werteeinheit sowie die verwendeten elektrischen Leitungen aus  
einem nicht magnetischen Material hergestellt wurden. Auf  
25 diese Weise kann eine Verfälschung der Messung aufgrund von  
Störfeldern minimiert werden.

Der Durchmesser des den Magnetsensor und die Auswerteeinheit  
umgebenden Gehäusematerials kann so gewählt sein, dass ein  
30 vorgebbarer Spalt zwischen dem Außendurchmesser des den Mag-  
netsensor umhüllenden Gehäusematerials und dem Innendurchmes-  
ser des rohrförmigen Bauteils vorhanden ist. Wie oben darge-  
legt ist insbesondere aufgrund des homogenen Magnetfelds im  
Inneren des Bauteils eine exakte Führung entlang der gemein-  
35 samen Längsachse der Elemente nicht zwingend erforderlich,  
wenn auch wünschenswert. Weiterhin gewährleistet die Umhül-

lung des Magnetsensors und der Auswerteeinheit eine höhere mechanische Stabilität der Magnetsensoranordnung.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Magnetsensor ein magnetoresistiver Winkelsensor, insbesondere ein anisotroper magnetoresistiver Winkelsensor (AMR-Winkelsensor) oder ein riesen magnetoresistiver Winkelsensor (GMR-Winkelsensor), oder ein 2D-Hall-Sensor. Insbesondere bei der Verwendung eines AMR-Winkelsensors beträgt die Verdrehung der beiden magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elemente entlang der gemeinsamen Längsachse maximal ungefähr  $180^\circ$ . Ungefähr bedeutet hier, dass die Verdrehung insbesondere so gewählt ist, dass der Magnetsensor in einem späteren Messverfahren eine tatsächliche Winkelverdrehung von  $180^\circ$  erfassen kann. Somit kann sich eine tatsächliche Verdrehung der beiden magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elemente um ungefähr  $200^\circ$  ergeben kann, da der Magnetsensor nicht exakt von Anfang bis Ende messen kann. In diesem Beispiel sind die ersten und die letzten  $10^\circ$  Verdrehung mit dem Magnetsensor nicht sinnvoll erfassbar, insbesondere aufgrund eines benachbart zu dem ersten axialen Ende angeordneten Permanentmagneten. Die erhöhte tatsächliche Verdrehung kann sich auch aufgrund von Kalibriervorgängen ergeben. Alternativ beträgt die tatsächliche Verdrehung beispielsweise  $180^\circ$ , während die Verdrehung nur in einem Bereich zwischen  $10^\circ$  und  $170^\circ$  gemessen wird. Somit ist allerdings der Messbereich der zur Verfügung stehende Wegstrecke bei unveränderter Länge des Bauteils verringert.

Bei einem GMR-Winkelsensor kann die Verdrehung der beiden magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elemente, im Gegensatz zu einem AMR-Winkelsensor, ungefähr  $360^\circ$  betragen. Auch hier kann die tatsächliche Verdrehung bei  $380^\circ$  liegen, um eine maximal erfassbare Verdrehung von  $360^\circ$  zu erhalten.

Ein Längenmessverfahren mit einem erfindungsgemäßen Längenmesssystem umfasst die Schritte: Bewegen des magnetischen Bauteils und des Magnetsensors relativ zueinander, Erfassen

einer Magnetfeldwinkeländerung mittels des Magnetsensors zwischen dem ersten und dem zweiten wendelförmigen magnetisch leitfähigen oder magnetischen Element und Auswerten der erfassten Magnetfeldwinkeländerung in ein Wegsignal. Das erfundungsgemäße Längenmessverfahren weist die Vorteile des oben beschriebenen magnetischen Bauteils sowie des oben beschriebenen Längenmesssystems auf. Der Magnetsensor wird im Inneren des magnetischen Bauteils angeordnet und es findet dort eine Relativbewegung des Bauteils zu dem Magnetsensor statt. Aufgrund dieser Anordnung ist, wie bereits oben dargelegt, die doppelte Weglänge für die Messvorrichtung erforderlich, sofern keine flexible elektrische Verbindung aufweist.

Besonders bevorzugt ist, wenn das magnetische Bauteil bewegt wird, während der Magnetsensor mit der Auswerteeinheit statisch angeordnet ist. In diesem Fall können die elektrischen Leitungen des Magnetsensors und der Auswerteeinheit fest angeordnet sein und müssen nicht flexibel ausgestaltet sein. Dies vereinfacht den Aufbau der Anordnung. Mittels des Magnetsensors wird eine Magnetfelddrehung erfasst, wie oben beschrieben. Hierbei handelt es sich insbesondere um eine zentrische Winkeländerung des Magnetfelds. Der Magnetsensor übermittelt elektrische Signale an die Auswerteeinheit, die aus den Signalen mindestens eine Winkeldrehung ermitteln kann, vorzugsweise einen Absolutwinkel.

Ein Herstellungsverfahren eines erfundungsgemäßen magnetischen Bauteils weist die Schritte auf: Bereitstellen eines ersten und eines zweiten wendelförmigen und magnetisch leitfähigen oder magnetisierbaren Elements mit einem ersten und einem zweiten axialen Ende und Anordnen des ersten und des zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetisierbaren Elements parallel zueinander entlang einer gemeinsamen Längsachse, so dass zwischen dem ersten und dem zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetisierbaren Element ein magnetisches Feld ausbildbar ist, dessen Winkel sich in Bezug auf die gemeinsame

Längsachse entlang einer vorgebbaren Länge kontinuierlich dreht.

Mit dem Herstellungsverfahren ist das erfindungsgemäße magnetische Bauteil herstellbar, das die oben erwähnten Vorteile aufweist. Ein Bereitstellen der magnetisch leitfähigen oder magnetisierbaren Elemente kann im Falle eines anfänglichen Bandmaterials mittels Prägen erfolgen. Die Grundgeometrie der magnetisch leitfähigen oder magnetisierbaren Elemente ist vorher beispielsweise ausgestanzt worden. Bei der Herstellung der magnetisch leitfähigen oder magnetisierbaren Elemente aus einem Rohr kann dies mittels Ausfräsen, Lasern oder Ausstanzen erfolgen. Bei der Verwendung von Polblechen wird jeweils das gleiche Element hergestellt.

Bei der Verwendung von zwei Magnetelementen können auch zwei gleiche Magnetelemente hergestellt werden, diese werden allerdings unterschiedlich gepolt magnetisiert, da bei der späteren Verwendung jeweils zwei unterschiedliche Pole in Richtung der gemeinsamen Längsachse zeigen müssen. Dies ist insbesondere bei der Verwendung von zweipoligen Magnetelementen erforderlich.

In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Bereitstellen des ersten und des zweiten magnetisierbaren oder magnetischen Elements daher mittels Prägen, Stanzen, Spritzgießen oder Laserschneiden.

Weiterhin vorteilhaft ist, wenn das erste und das zweite magnetisch leitfähige oder magnetisierbare Element aus kunststoffgebundenem Ferritmaterial im Spritzgussverfahren geformt wird. Alternativ kann das ersten und das zweite magnetisch leitfähige oder magnetisierbare Element aus Hartferrit in einem Sinterverfahren geformt werden.

Weiterhin bevorzugt ist, dass, wenn das erste und das zweite Element magnetisch leitfähige Elemente sind, das Herstel-

lungsverfahren den Schritt umfasst: Anordnen eines Permanentmagneten benachbart zum ersten axialen Ende des ersten und des zweiten magnetisch leitfähigen Elements, wobei das erste und das zweite magnetisch leitfähige Element ein erstes und ein zweites Polblech sind. Auf diese Weise ist die oben beschriebene erste Ausführungsform mit zwei Polblechen und zwei einpoligen oder einem zweipoligen Permanentmagnet realisierbar. Das Anordnen der Polbleche an dem Permanentmagneten kann mittels Kleben oder Umspritzen erfolgen.

10

In einer weiterhin bevorzugten Ausführungsform umfasst das Herstellungsverfahren den weiteren Schritt: Anordnen des ersten und des zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetisierbaren Elements an einem nicht magnetischen Trägermaterial.

15

Auf diese Weise wird das Bauteil umfänglich geschlossen, wodurch eine mechanische Stabilität des Bauteils erhöht wird. Die magnetisch leitfähigen oder magnetisierbaren Elemente können mit Kunststoff umspritzt werden, in ein Kunststoffrohr eingeklebt werden oder reingeclipst werden. Wird ein Permanentmagnet verwendet, dann kann dieser ebenfalls mit umspritzt werden, so dass ein Kleben der Polbleche an jeweils einen Pol des Permanentmagneten nicht zusätzlich erforderlich ist, jedoch trotzdem ausgeführt werden kann.

20

25

Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen detailliert unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben. Gleiche Bezugszeichen in den Zeichnungen bezeichnen jeweils gleiche Elemente oder Bauteile. Es zeigen:

30

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßigen magnetischen Längenmesssystems,

Fig. 2 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßigen magnetischen Längenmesssystems,

35

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Verfahrensablaufs eines erfindungsgemäßigen Längenmessverfahrens,

Fig. 4 eine graphische Kennlinie der gemessenen magnetischen Winkeldrehung über den relativen Weg,

Fig. 5 eine graphische Kennlinie des Signalausgangs des Sensors über den relativen Weg und

5 Fig. 6 ein erfindungsgemäßes Herstellungsverfahren eines magnetischen Bauteils für ein magnetisches Längenmesssystem.

Das magnetische Längenmesssystem wird zur linearen Wegmessung 10 verwendet. Beispielsweise kann die lineare Wegmessung für Kraftfahrzeuge beispielsweise zur Messung des Einfederungswegs zwischen Karosserie und Fahrgestell oder Rad verwendet werden. Weiterhin lassen sich die Positionen von linearen Ak- 15 toren bestimmen.

15 Bezug nehmend auf Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Längenmesssystems 1 dargestellt. Das Längenmesssystem 1 besteht aus einem magnetischen Bauteil 100 sowie einer Magnetsensoranordnung 200.

20 Das magnetische Bauteil 100 umfasst einen Permanentmagneten 110 sowie ein erstes magnetisch leitfähiges Element in Form eines ersten Polblechs 120 und ein zweites magnetisch leitfähiges Element in Form eines zweiten Polblechs 130. Die beiden 25 Polbleche 120 und 130 sind wendelförmig, länglich und weisen ein erstes axiales Ende 122, 132 sowie in zweites axiales Ende 124, 134 auf. Die Polbleche 120, 130 sind aus einem magne- tisch gut leitfähigen Material hergestellt, das nicht perma- 30 nentmagnetisch ist.

30 Der Permanentmagnet 110 ist ein zweipoliger, kreisförmiger Permanentmagnet. Gemäß der Darstellung in Fig. 1 befindet sich ein erster Pol in der oberen Hälfte und ein zweiter Pol in der unteren Hälfte des Permanentmagneten 110. Mittig an 35 der ersten Polhälfte ist das erste Polblech 120 an dem Perma- nentmagneten angeordnet, beispielsweise mittels Kleben. Ent- sprechend ist mittig an dem zweiten Pol das zweite Polblech

130 angeordnet. Auf diese Weise stehen sich die beiden Polbleche 120, 130 genau gegenüber. Die beiden Polbleche 120, 130 weisen eine Breite von ungefähr zwischen einem Viertel und einem Drittel des Kreisumfangs ein, also zwischen 90° und 5 120° des Kreisumfangs.

Somit weist jedes Polblech einen Pol auf bzw. repräsentiert diesen. Zwischen den beiden Polblechen 120, 130 bildet sich ein Magnetfeld aus. Aufgrund der Wendelförmigkeit der Polbleche 120, 130 dreht sich das Magnetfeld entlang einer Länge des Bauteils 100 wie durch die Pfeile 150 dargestellt.

Umfänglich zwischen den Polblechen 120, 130 ist ein nicht magnetisches Trägermaterial 140 angeordnet, das im Folgenden 15 als Füllmaterial 140 bezeichnet wird. Das Füllmaterial 140 ist beispielsweise ein Kunststoff kann allerdings jedes nicht magnetisches Material sein. Gemäß der Darstellung in Fig. 1 weist das Füllmaterial 140 mindestens eine Dicke auf, die der Dicke der Polbleche 120, 130 entspricht. Weiterhin erstreckt 20 sich das Füllmaterial 140 entlang der Länge des Bauteils 100, so dass das Füllmaterial 140 bündig mit den ersten axialen Ende 122, 132 sowie mit den zweiten axialen Enden 124, 134 der beiden Polbleche 120, 130 abschließt.

25 Der Permanentmagnet 110 verschließt in der Darstellung gemäß Fig. 1 die Öffnung des Bauteils 100 an dem ersten axialen Ende und schließt bündig mit dem Ende der Polbleche 120, 130 ab. Eine Dicke des Permanentmagneten 110 kann seinem Durchmesser entsprechen oder kleiner sein. Am zweiten axialen Ende 30 ist das magnetische Bauteil 100 offen, so dass eine Magnetsensoranordnung 200 eintauchen kann, wie weiter unten beschrieben.

Die Magnetsensoranordnung 200 umfasst einen Magnetsensor 210, 35 eine Auswerteeinheit 220 sowie elektrische Leitungen 230. Der Magnetsensor 210 ist senkrecht zu einer Längsachse des Bauteils 100 angeordnet. Sowohl der Magnetsensor 210 als auch

die Auswerteeinheit 220 sind von einem elektrisch isolierenden Gehäusematerial 240 umgeben, beispielsweise umgossen. Bei dem Gehäusematerial handelt es sich ebenfalls vorzugsweise um ein nicht magnetisches Material 240, beispielsweise Kunststoff. Das Gehäusematerial 240 weist eine äußere Form auf, die in das Innere des Bauteils 100 passt. Beispielsweise ist das Gehäusematerial 240 zylindrisch, wenn das Bauteil 100 rohrförmig ist. Ebenso wurden für den Magnetsensor 210, die Auswerteeinheit 220 und die elektrischen Leitungen 230 nicht magnetische Materialien verwendet. Auf diese kann eine Messgenauigkeit des Längenmesssystems 1 verbessert werden.

Der Durchmesser des rohrförmigen Gehäusematerials 240 der Sensoranordnung 200 entspricht maximal einem Innendurchmesser des Bauteils 100. Auf diese Weise ist die Magnetsensoranordnung 200 in dem Inneren des Bauteils 100 anordenbar und die beiden Bauteile 100, 200 sind relativ zueinander verschiebbar.

Fig. 2 zeigt eine alternative Ausführungsform des Längenmesssystems. Hierin entspricht die Magnetsensoranordnung 200 der Magnetsensoranordnung 200 aus Fig. 1. Daher wird diese im Folgenden nicht erneut näher erläutert.

Das magnetische Bauteil 300 besteht aus zwei zweipolig magnetisierten Magnetelementen 310, 320, also aus zwei magnetischen Elementen. Beide zweipolig magnetisierten Magnetelemente 310, 320 weisen ein erstes axiales Ende 312, 322 sowie ein zweites axiales Ende 314, 324 auf. Die einander zugewandten Seiten der beiden Magnetelemente 310, 320 weisen den jeweils komplementären Pol auf. Auf diese Weise bildet sich erneut, wie bereits für Fig. 1 beschrieben, ein sich drehendes Magnetfeld zwischen den Magnetelementen 310, 320 aus. Dies ist durch die Pfeile 350 dargestellt. Umfänglich zwischen den Magnetelementen 310, 320 ist ein nicht magnetisches Trägermaterial 330 angeordnet, dass im Folgenden als Füllmaterial 330 bezeichnet wird. Die Eigenschaften des Füllmaterials 330 ent-

sprechen denen des Füllmaterials 140 aus Fig. 1. Ebenfalls entspricht die Geometrie der Magnetelemente 310, 320 denen der Polbleche 120, 130 und die Geometrie des Füllmaterials 330 entspricht der des Füllmaterials 140.

5

Das erste axiale Ende des Bauteils 300 kann offen sein oder es kann mittels eines Kunststoffdeckels oder eines Deckels aus einem anderen nicht magnetischen Material verschlossen sein. Ebenfalls kann das erste axiale Ende des Bauteils 300 10 mit dem Füllmaterial 330 einstückig verschlossen sein, so dass sich eine Topfform für das Bauteil 300 ergibt. Die Geometrie des Deckels entspricht vorzugsweise der für den Permanentmagneten 110 beschriebenen Geometrie aus Fig. 1.

15 Nun Bezug nehmend auf Fig. 3 wird das erfindungsgemäße Längenmessverfahren erläutert. In einem Schritt a werden das magnetische Bauteil 100, 300 und der Magnetsensor 210 relativ zueinander bewegt. Der Magnetsensor 210 erfasst in Schritt b eine Magnetfeldwinkeländerung zwischen dem ersten und dem 20 zweiten wendelförmigen magnetisch leitfähigen oder magnetischen Element 120, 130; 310, 320. Ein Auswerten der erfassten Magnetfeldwinkeländerung in ein Wegsignal erfolgt in Schritt c. In Abhängigkeit von der maximalen Verdrehung der magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elemente zueinander können 25 unterschiedliche Magnetsensoren verwendet werden. Beispielsweise wird bei einer Verdrehung um  $180^\circ$ , wie sie in den Figuren 1 und 2 dargestellt ist, ein anisotroper magnetoresistiver Winkelsensor verwendet. Bei einer Verdrehung um  $360^\circ$  wird vorzugsweise ein GMR-Winkelsensor verwendet. Alternativ 30 zu diesen beiden Sensoren kann auch ein 2D-Hall-Sensor oder ein anderer magnetisch empfindlicher Sensor verwendet werden. Wichtig bei den verwendeten Magnetsensoren ist lediglich, dass sie eine Änderung des Magnetfelds, vorzugsweise eine Winkeländerung, erfassen können.

35

Fig. 4 zeigt die Änderung des Magnetfeldwinkels  $\phi$  in Abhängigkeit von der relativen Weglänge  $s$ . Hierbei ist ein Ideal-

zustand dargestellt. Ausgehend von einem der beiden axialen Enden beträgt der Winkel des Magnetfelds  $0^\circ$  und die zurückgelegte Weglänge 0 %. Ändert sich die Position des Magnetsensors 210 im Inneren des magnetischen Bauteils 100; 300, ändert sich auch der Winkel des Magnetfelds. In den gezeigten Beispielen geht dies bis maximal  $180^\circ$ . Somit entspricht ein Winkel von  $180^\circ$  der maximalen zurückgelegten Weglänge von 100 %. Wird eine Verdrehung von  $360^\circ$  bei einem GMR-Winkelsensor verwendet, dann entspricht der Magnetfeldwinkel von  $360^\circ$  der Weglänge 100 %. Eine beispielhafte Weglänge liegt zwischen 50 und 100 mm.

Fig. 5 zeigt die Relation der vom Magnetsensor 210 ausgegebenen Signale über die Weglänge  $s$ . Zwischen der zurückgelegten relativen Weglänge  $s$  und dem vom Magnetsensor 210 ausgegebenen Signal liegt demnach ein linearer Zusammenhang vor. Eine zurückgelegte Weglänge von 0 % entspricht somit einem Signal von 0 %, während eine zurückgelegte Weglänge von 100 % einem ausgegebenen Signal von 100 % entspricht. In Abhängigkeit von der erforderlichen Genauigkeit der Messung oder einem Kalibriervorgang kann, Bezug nehmend auf die Fig. 1, 2, 4 und 5 allerdings ein Signal von 0 % einem Verdrehungswinkel von  $10^\circ$  entsprechen. Ebenso kann ein Signal von 100 % einem Verdrehungswinkel von  $170^\circ$  entsprechen. Alternativ dazu kann auch der tatsächliche Verdrehungswinkel der magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elemente 120, 130; 310, 320 anstatt  $180^\circ$   $200^\circ$  betragen. Unter Berücksichtigung der gerade genannten  $10^\circ$ , um die die Messung verkürzt wird, ergibt sich ein messbarer Winkelbereich von  $180^\circ$ . Auf diese Weise kann bei Verwendung eines AMR-Winkelsensors ein maximaler Erfassungsbereich des Sensors optimal ausgenutzt werden.

Nun Bezug nehmend auf Fig. 6 ist ein erfindungsgemäßes Herstellungsverfahren eines erfindungsgemäßen magnetischen Bauteils dargestellt. In einem Schritt A werden ein erstes und ein zweites längliches, wendelförmiges magnetisch leitfähiges oder magnetisierbares Element mit einem ersten und einem

zweiten axialen Ende bereitgestellt. Das Bereitstellen kann ausgehend von einem Bandmaterial mittels Stanzen und anschließendem Prägen erfolgen. Bei den magnetisch leitfähigen Elementen handelt es sich um Polbleche, so dass jeweils zwei 5 gleiche Elemente hergestellt werden können.

Bei den magnetisierbaren Elementen müssen zwei unterschiedliche Magnetisierungen für die beiden Elemente hergestellt werden, da sich jeweils die beiden komplementären Pole gegenü-10 berstehen. In beiden Fällen kann alternativ zu der Verwendung von Bandmaterial eine Röhre verwendet werden, aus der die jeweiligen Elemente ausgestanzt, ausgefräst oder herausgelasert werden. Eine weitere Herstellung kann über ein Formpressen und anschließenden Sinterprozess erfolgen.

15

In Schritt B werden die beiden Elemente achssymmetrisch zu- einander entlang einer gemeinsamen Längsachse angeordnet. So- mit ist zwischen dem ersten und dem zweiten Element ein mag-20 netisches Feld ausbildbar, dessen Winkel sich in Bezug auf die gemeinsame Längsachse entlang einer vorgebbaren Länge kontinuierlich ändert bzw. dreht.

Handelt es sich bei den beiden Elementen um magnetisch leit- fähige Elemente, also um Polbleche, dann erfolgt in Schritt C 25 das Anordnen eines Permanentmagneten benachbart zu den ersten axialen Enden der beiden Elemente. Die Form des Permanentmag- neten wurde eingangs unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben. Ist in Schritt B kein Umspritzen der Polbleche erfolgt, dann kann dies in Schritt C gemeinsam mit dem Permanentmagneten 30 erfolgen, so dass die Polbleche nicht gesondert an den Perma- nentmagneten geklebt werden müssen. Die Reihenfolge der obi- gen Schritte ist exemplarisch und kann getauscht werden.

Bei Verwendung von Magnetelementen in Schritt B kann anstelle 35 des Permanentmagneten in Schritt C ein Kunststoffdeckel oder ein Deckel aus einem nicht magnetischen Material an den ers- ten axialen Enden der beiden Magnetelemente angeordnet wer-

den. Dies kann beispielsweise mittels Ankleben oder Umspritzen erfolgen. Auf diese Weise wird eine topfförmige Bauform des magnetischen Bauteils erreicht.

- 5 In Schritt D werden die beiden Elemente an einem nicht magnetischen Trägermaterial angeordnet. Insbesondere wird ein Füllmaterial umfänglich zwischen den Elementen angeordnet, so dass das magnetische Bauteil eine erhöhte mechanische Stabilität erfährt. Auf die Art und die Ausgestaltung des Füllma-  
10 terials wurde bereits ausführlich bei der Beschreibung der Figuren 1 und 2 eingegangen, so dass dies an dieser Stelle ebenfalls nicht wiederholt wird.

## Patentansprüche

1. Magnetisches Bauteil (100; 300) für ein magnetisches Längenmesssystem (1), umfassend:
  - 5 a) ein erstes wendelförmiges, magnetisch leitfähiges oder magnetisches Element (120; 310) mit einem ersten (122; 312) und einem zweiten axialen Ende (124; 314) sowie
  - 10 b) ein zweites wendelförmiges, magnetisch leitfähiges oder magnetisches Element (130; 320) mit einem ersten (132; 322) und einem zweiten axialen Ende (134; 324), während
  - 15 c) das erste (120; 310) und das zweite magnetisch leitfähige oder magnetische Element (130; 320) entlang einer gemeinsamen Längsachse (305) achssymmetrisch zueinander angeordnet sind, so dass
  - 20 d) zwischen dem ersten (120; 310) und dem zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetischen Element (130; 320) ein magnetisches Feld ausbildbar ist, dessen Winkel sich in Bezug auf die gemeinsame Längsachse (305) entlang einer vorgebbaren Länge kontinuierlich dreht.
2. Bauteil (100) gemäß Anspruch 1, während das erste Ende (122) des ersten magnetisch leitfähigen Elements (120) und das erste Ende (132) des zweiten magnetisch leitfähigen Elements (130) mit einem Permanentmagneten (110) verbunden sind.
- 30 3. Bauteil (100) gemäß Anspruch 2, während der Permanentmagnet (110) ein zweipolig magnetisierter Permanentmagnet (110) ist, während ein erster Pol des zweipolig magnetisierten Permanentmagneten (110) benachbart zu dem ersten axialen Ende (122) des ersten magnetisch leitfähigen Elements (120) und ein zweiter Pol des zweipolig magnetisierten Permanentmagneten (110) benachbart zu dem

ersten axialen Ende (132) des zweiten magnetisch leitfähigen Elements (130) angeordnet ist.

4. Bauteil (300) gemäß Anspruch 1, während das erste (310) und das zweite magnetische Element (320) zweipolig magnetisiert sind.
5. Bauteil (100; 300) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, während das erste (120; 310) und das zweite magnetisch leitfähige oder magnetische Element (130; 320) an einem nicht magnetischen Trägermaterial (140; 330) angeordnet sind.
10. Bauteil (100; 300) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, während das erste (120; 310) und das zweite magnetisch leitfähige oder magnetische Element (130; 320) einander gegenüberliegend achssymmetrisch angeordnet sind.
15. Bauteil (100; 300) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, während das erste (120; 310) und das zweite magnetisch leitfähige oder magnetische Element (130; 320) entlang ihrer Länge zwischen  $45^\circ$  und  $360^\circ$ , insbesondere um ungefähr  $180^\circ$ , um die gemeinsame Längsachse (305) verdreht sind.
20. Bauteil (100; 300) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, während das erste (120; 310) und das zweite magnetisch leitfähige oder magnetische Element (130; 320) senkrecht zur gemeinsamen Längsachse (305) des ersten (120; 310) und des zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elements (130; 320) anordnenbar ist und mit einer Auswerteeinheit (220) verbunden ist, so dass das magnetische Bauteil (100;
25. 7. Längenmesssystem (1), umfassend:
  - a) ein magnetisches Bauteil (100; 300) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 sowie
  - b) einen Magnetsensor (210), der zwischen dem ersten (120; 310) und dem zweiten wendelförmigen magnetisch leitfähigen oder magnetischen Element (130; 320) senkrecht zur gemeinsamen Längsachse (305) des ersten (120; 310) und des zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elements (130; 320) anordnenbar ist und mit einer Auswerteeinheit (220) verbunden ist, so dass das magnetische Bauteil (100;
30. 8. Längenmesssystem (1), umfassend:
  - a) ein magnetisches Bauteil (100; 300) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 sowie
  - b) einen Magnetsensor (210), der zwischen dem ersten (120; 310) und dem zweiten wendelförmigen magnetisch leitfähigen oder magnetischen Element (130; 320) senkrecht zur gemeinsamen Längsachse (305) des ersten (120; 310) und des zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elements (130; 320) anordnenbar ist und mit einer Auswerteeinheit (220) verbunden ist, so dass das magnetische Bauteil (100;
35. 9. Längenmesssystem (1), umfassend:
  - a) ein magnetisches Bauteil (100; 300) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 sowie
  - b) einen Magnetsensor (210), der zwischen dem ersten (120; 310) und dem zweiten wendelförmigen magnetisch leitfähigen oder magnetischen Element (130; 320) senkrecht zur gemeinsamen Längsachse (305) des ersten (120; 310) und des zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetischen Elements (130; 320) anordnenbar ist und mit einer Auswerteeinheit (220) verbunden ist, so dass das magnetische Bauteil (100;

300) und der Magnetsensor (210) relativ zueinander bewegbar sind.

9. Längenmesssystem (1) gemäß Anspruch 8, während der Magnetsensor (210) und die Auswerteeinheit (220) von einem nicht magnetischen Gehäusematerial (240) mit einem Außendurchmesser umgeben sind, der kleiner ist als ein Innen Durchmesser des magnetischen Bauteils (100; 300).

10 10. Längenmesssystem (1) gemäß einem der Ansprüche 8 bis 9, während der Magnetsensor (210) ein magnetoresistiver Winkelsensor, insbesondere ein anisotroper magnetoresistiver Winkelsensor (AMR-Winkelsensor) oder ein GMR-Winkelsensor, oder ein 2D-Hall-Sensor ist.

15 11. Längenmessverfahren mit einem Längenmesssystem (1) gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10, umfassend die Schritte:  
a) Bewegen (a) des magnetischen Bauteils (100; 300) und des Magnetsensor (210) relativ zueinander,  
20 b) Erfassen (b) einer Magnetfeldwinkeländerung mittels des Magnetsensors (210) zwischen dem ersten (120; 310) und dem zweiten wendelförmigen magnetisch leitfähigen oder magnetischen Element (130; 320) und  
25 c) Auswerten (c) der erfassten Magnetfeldwinkeländerung in ein Wegsignal.

12. Herstellungsverfahren eines magnetischen Bauteils (100; 300) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, das die Schritte aufweist:

30 a) Bereitstellen (A) eines ersten (120; 310) und eines zweiten wendelförmigen und magnetisch leitfähigen oder magnetisierbaren Elements (130; 320) mit einem ersten (122, 132; 312, 322) und einem zweiten axialen Ende (124, 134; 314, 324) und  
35 b) Anordnen (B) des ersten (120; 310) und des zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetisierbaren Ele-

ments (130; 320) parallel zueinander entlang einer gemeinsamen Längsachse (305), so dass zwischen dem ersten (120; 310) und dem zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetisierbaren Element (130; 320) ein magnetisches Feld ausbildbar ist, dessen Winkel sich in Bezug auf die gemeinsame Längsachse (305) entlang einer vorgebbaren Länge kontinuierlich dreht.

10 13. Herstellungsverfahren gemäß Anspruch 12, während das Bereitstellen des ersten (120; 310) und des zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetisierbaren Elements (130; 320) mittels Prägen, Stanzen, Spritzgießen oder Laserschneiden erfolgt.

15 14. Herstellungsverfahren gemäß Anspruch 12, während das erste (120; 310) und das zweite magnetisch leitfähige oder magnetisierbare Element (130; 320) aus kunststoffgebundenem Ferritmaterial im Spritzgussverfahren geformt werden.

20 15. Herstellungsverfahren gemäß Anspruch 12, während das erste (120; 310) und das zweite magnetisch leitfähige oder magnetisierbare Element (130; 320) aus Hartferrit in einem Sinterverfahren geformt werden.

25 16. Herstellungsverfahren gemäß einem der Ansprüche 12 bis 15, während das erste (120) und das zweite Element (130) magnetisch leitfähige Elemente (120, 130) sind, wobei das Herstellungsverfahren den weiteren Schritt umfasst:  
30 c) Anordnen (C) eines Permanentmagneten (110) benachbart zum ersten axialen Ende (122, 132) des ersten (120) und des zweiten magnetisch leitfähigen Elements (130), wobei das erste (120) und das zweite magnetisch leitfähige Element (130) ein erstes und ein zweites Polblech sind.

17. Herstellungsverfahren gemäß einem der Ansprüche 12 bis 16, das den weiteren Schritt aufweist:

- d) Anordnen (D) des ersten (120; 310) und des zweiten magnetisch leitfähigen oder magnetisierbaren Elements (130; 320) an einem nicht magnetischen Trägermaterial (140; 330).

5

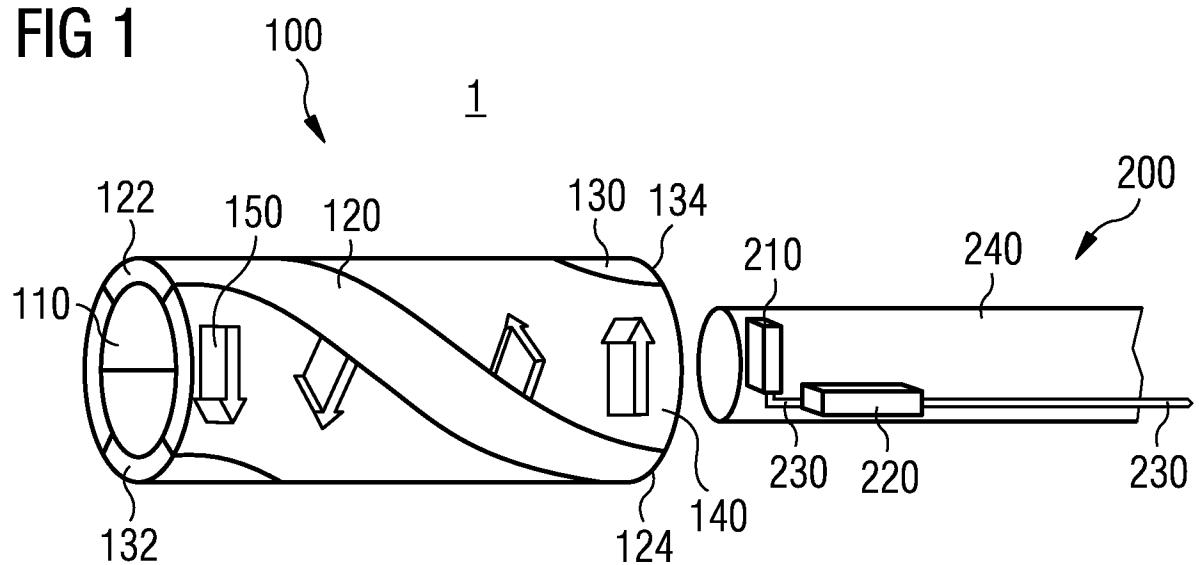
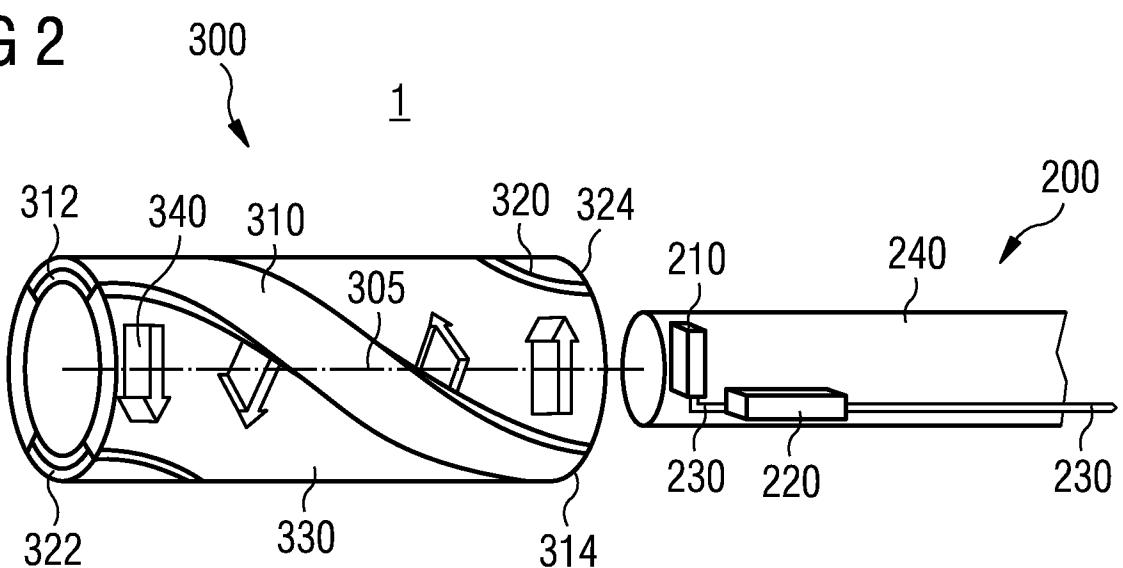
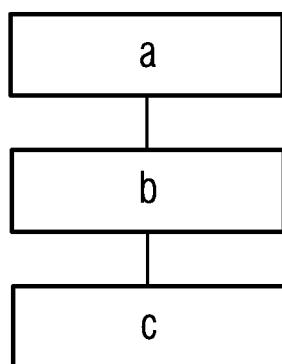
**FIG 1****FIG 2****FIG 3**

FIG 4

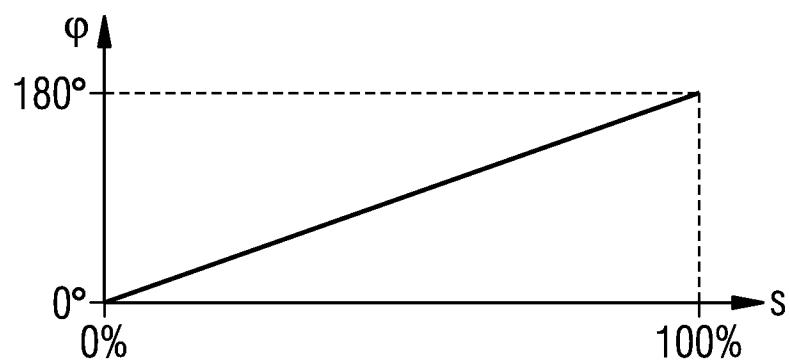


FIG 5

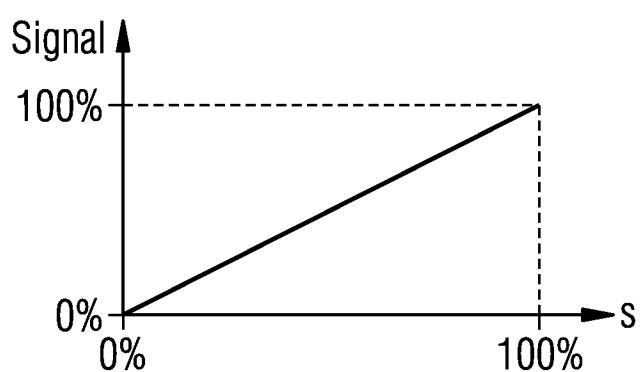


FIG 6

