



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2021 132 392.4**
(22) Anmeldetag: **09.12.2021**
(43) Offenlegungstag: **15.06.2023**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **13.07.2023**

(51) Int Cl.: **B62D 6/00 (2006.01)**
B62D 15/02 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074
Herzogenaurach, DE**

(72) Erfinder:
**Distler, Felix, Dr., 91233 Neunkirchen, DE; Huettel,
Joerg, 91077 Kleinsendelbach, DE; Donat, Lukas,
91413 Neustadt, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2018 130 228	B3
DE	10 2015 007 375	A1
DE	10 2018 129 119	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Kalibration einer Lenkung eines Fahrzeugs mithilfe einer Sensoranordnung;
Sensoranordnung; Lenkung; Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kalibration einer Lenkung eines Fahrzeugs mithilfe einer Sensoranordnung, wobei ein Lenkelement der Lenkung zu einer translatorischen Lenkbewegung antreibbar ist, wobei bei einer translatorischen Lenkbewegung des Lenkelements ein Messobjekt relativ zu der Sensoranordnung verschoben wird,

wobei die Sensoranordnung ein Linearwegsensoren-system und einen Positionssensor umfasst, wobei das Linearweg-sensoren-system und der Positionssensor jeweils zur Messung einer Position des Messobjekts eingerichtet sind,

wobei das Linearwegsensoren-system zumindest zur Messung in einem ersten Außenbereich und in einem zweiten Außenbereich eingerichtet ist,

wobei der Positionssensor zur Messung in einem Zwischenbereich, der teilweise oder vollständig zwischen dem ersten und zweiten Außenbereich angeordnet ist, eingerichtet ist,

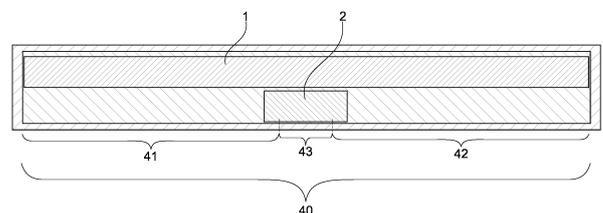
wobei das Verfahren zur Kalibration der Lenkung den folgenden Schritt oder die folgenden Schritte umfasst:

- (a) Ermitteln einer Richtung einer Auslenkung des Messobjekts relativ zum Zwischenbereich mithilfe des Linearweg-sensoren-systems,

und

Ermitteln mithilfe der Sensoranordnung, ob das Messobjekt im Zwischenbereich angeordnet ist;

- (b) Antreiben des Lenkelements - in Abhängigkeit der ermittelten Richtung der Auslenkung des Messobjekts relativ zum Zwischenbereich - derart, dass das Messobjekt in Richtung des Zwischenbereichs bewegt wird oder der Zwischenbereich in Richtung des Messobjekts bewegt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kalibration einer Lenkung eines Fahrzeugs mithilfe einer Sensoranordnung, wobei ein Lenkelement der Lenkung zu einer translatorischen Lenkbewegung antreibbar ist. Ferner betrifft die Erfindung eine entsprechende Sensoranordnung zur Kalibration einer Lenkung eines Fahrzeugs, sowie eine Lenkung mit einer solchen Sensoranordnung und ein Fahrzeug mit einer solchen Sensoranordnung oder mit einer solchen Lenkung.

[0002] Derartige Sensoranordnungen zur Ermittlung einer Stellung einer Lenkung sind allgemein bekannt. Sie können beispielsweise zur Messung eines Lenkwinkels einer Hinterachslenkung oder Steer-by-wire-Lenkung eines Fahrzeugs verwendet werden.

[0003] Bei Hinterachslenkungen können Wegsensoren bzw. induktive Linearwegsensoren (LPS - linear positioning sensor) zum Einsatz kommen, die den Hub der Schubstange, Zahnstange oder Spindel bestimmen. Der Hub der Spindel oder Zahnstange hat durch ein Übersetzungsgetriebe und ein Lineargetriebe einen festen Zusammenhang zur Motorwelle, welche den Hub durch eine Drehbewegung stellt. Solche Linearwegsensoren basieren auf dem induktiven Prinzip. Typischerweise induzieren Senderspulen ein Messsignal in Empfangsspulen, wobei ein Teil des ausgesendeten Feldes durch die Wirbelströme in einem beweglichen, elektrisch leitfähigen Messobjekt abgeschirmt wird, sodass die resultierende induzierte Spannung eine Information über die Position des Messobjekts gibt. Typische Genauigkeiten liegen dabei beispielsweise bei circa 1 % des Fahrweges. Sie verringern sich mit einer Erhöhung der Länge des Sensors, da die Spulen bei der Vergrößerung des Gesamtmessbereichs gestreckt werden müssen.

[0004] Die DE10 2018 130 228 B3 offenbart einen Aktuator für ein Fahrzeug, der eine Schubstange umfasst, die innerhalb eines Gehäuses longitudinal verlagert ist, wobei die Schubstange eine Verdrehungssicherung mit einem Führungselement aufweist, das in einer am Gehäuse angeordneten ein- oder mehrteiligen Gleitschiene in axialer Richtung geführt ist, wobei zwischen der Gleitschiene und dem Gehäuse ein Elastomerring angeordnet ist. Der Aktuator ist dazu vorgesehen, durch das axiale Verlagern der Schubstange gegenüber dem Gehäuse eine Einstellung eines Lenkwinkels von mit dem Aktuator wirkverbundenen Fahrzeugrädern an einer Hinterachse des Fahrzeugs auszuführen. Die DE 10 2018 130 228 B3 beschreibt hierfür eine Sensorvorrichtung, umfassend zumindest ein Sensorelement und ein Messobjekt, wobei das Messobjekt am Führungselement angeordnet und mit dem zumindest einen Sensorelement, welches zumindest mit-

telbar am Gehäuse befestigt ist, wirksam verbunden ist. Das zumindest eine Sensorelement kann dabei gehäusefest angeordnet sein, wobei das Messobjekt als Sensorgegenstück im Führungselement integriert ist und mit dem zumindest einen Sensorelement zusammenwirkt.

[0005] Eine Grundanforderung solcher Systeme ergibt sich für das Aufstarten des Fahrzeugs. Beim Aufstarten des Fahrzeugs befindet sich die Lenkung nicht immer in einer Neutralposition und die genaue Stellung der Lenkung ist nicht immer bekannt. Beim Aufstarten des Fahrzeugs, also insbesondere zu Fahrtbeginn, sollte daher zügig eine zuverlässige Kalibration der Lenkung erfolgen.

[0006] Die Druckschrift DE 10 2018 129 119 A1 offenbart eine Hinterachslenkung mit zwei Sensoren zur Positionsbestimmung eines translatorisch bewegbaren Lenkelements, wobei die Messobjekte der beiden Sensoren räumlich getrennt mit dem Lenkelement verbunden sind, sodass die beiden Sensoren verschiedene Messbereiche abdecken.

[0007] Die Druckschrift DE 10 2015 007 375 A1 offenbart eine lineare Sensorvorrichtung, mittels welcher festgestellt werden kann, ob sich ein Messobjekt in einem ersten oder in einem zweiten Bereich befindet.

[0008] Vor diesem Hintergrund stellt sich die Aufgabe, ein vorteilhaftes Verfahren zur Kalibration einer Lenkung bereitzustellen, mit dem insbesondere eine hohe Sicherheit, Zuverlässigkeit und/oder Effizienz erreichbar ist. Entsprechend ergibt sich die Aufgabe eine derartige vorteilhafte Sensoranordnung bereitzustellen.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Kalibration einer Lenkung eines Fahrzeugs mithilfe einer Sensoranordnung, wobei ein Lenkelement der Lenkung zu einer translatorischen Lenkbewegung antreibbar ist, wobei bei einer translatorischen Lenkbewegung des Lenkelements ein Messobjekt relativ zu der Sensoranordnung verschoben wird, wobei die Sensoranordnung ein Linearwegsensoren-system und einen Positionssensor umfasst, wobei das Linearwegsensoren-system und der Positionssensor jeweils zur Messung einer Position des Messobjekts eingerichtet sind, wobei das Linearwegsensoren-system zumindest zur Messung in einem ersten Außenbereich und in einem zweiten Außenbereich eingerichtet ist, wobei der Positionssensor zur Messung in einem Zwischenbereich, der teilweise oder vollständig zwischen dem ersten und zweiten Außenbereich angeordnet ist, eingerichtet ist, wobei das Verfahren zur Kalibration der Lenkung den

folgenden Schritt oder die folgenden Schritte umfasst:

- (a) Ermitteln einer Richtung einer Auslenkung des Messobjekts relativ zum Zwischenbereich mithilfe des Linearwegensorsystems,

Ermitteln mithilfe der Sensoranordnung, ob das Messobjekt im Zwischenbereich angeordnet ist;

- (b) Antreiben des Lenkelements - in Abhängigkeit der ermittelten Richtung der Auslenkung des Messobjekts relativ zum Zwischenbereich - derart, dass das Messobjekt in Richtung des Zwischenbereichs bewegt wird oder der Zwischenbereich in Richtung des Messobjekts bewegt wird.

[0010] Es kann erfindungsgemäß somit eine vorteilhafte zügige und zuverlässige Kalibration der Lenkung, beispielsweise nach dem Aufstarten des Fahrzeugs, erfolgen. Um das System zu kalibrieren, kann die Stellung des Lenkelements mithilfe des Messobjekts und der Sensoranordnung ermittelt werden. Ferner ist es erfindungsgemäß möglich, das Lenkelement so anzusteuern, dass es sich präzise in eine Neutralstellung bewegt.

[0011] Es ist denkbar, dass das Lenkelement innerhalb eines Gehäuses oder zumindest relativ zu einem Gehäuse der Lenkung longitudinal verlagerbar ist und so eine translatorische Lenkbewegung ausführen kann. Das Lenkelement ist insbesondere als Schubstange, Spindel oder Zahnstange der Lenkung ausgebildet.

[0012] Gemäß einer ersten Variante der vorliegenden Erfindung ist es denkbar, dass das Messobjekt, insbesondere ein Target, gehäusefest an dem Gehäuse der Lenkung angeordnet ist, wobei das Linearwegensorsystem und der Positionssensor, direkt oder mittelbar mit dem Lenkelement verbunden sind. Bei einer Lenkbewegung des Lenkelements findet somit eine Relativbewegung zwischen dem Messobjekt einerseits und dem Linearwegensorsystem sowie dem Positionssensor andererseits statt. Das Messobjekt kann sich dabei im ersten und zweiten Außenbereich sowie im Zwischenbereich der Sensoranordnung bewegen.

[0013] Gemäß einer zweiten Variante der vorliegenden Erfindung ist es alternativ denkbar, dass das Messobjekt, insbesondere das Target, direkt oder mittelbar mit dem Lenkelement verbunden ist, wobei das Linearwegensorsystem und der Positionssensor gehäusefest an dem Gehäuse angeordnet sind. Bei einer Lenkbewegung des Lenkelements findet somit eine Relativbewegung zwischen dem Messobjekt einerseits und dem Linearwegensorsystem sowie dem Positionssensor andererseits statt. Das Messobjekt kann sich dabei im ersten

und zweiten Außenbereich sowie im Zwischenbereich der Sensoranordnung bewegen.

[0014] Sowohl gemäß der ersten Variante als auch gemäß der zweiten Variante findet bei einer Lenkbewegung des Lenkelements eine Relativbewegung zwischen dem Messobjekt und der Sensoranordnung statt. Diese Relativbewegung ist durch die Sensoranordnung messbar.

[0015] Sowohl gemäß der ersten Variante als auch gemäß der zweiten Variante kann mithilfe der Sensoranordnung, insbesondere durch eine Ermittlung der Position des Messobjekts relativ zu dem Linearwegensorsystem und/oder dem Positionssensor, die Stellung bzw. Verschiebung des Lenkelements gegenüber dem Gehäuse ermittelt werden. Hierdurch ist der Lenkwinkel ermittelbar. Der Lenkwinkel bezieht sich dabei insbesondere auf die Lenkwinkelstellung der Räder der Achse des Fahrzeugs, die der Lenkung zugeordnet ist.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise mithilfe von Computermitteln ausgeführt.

[0017] Der erste Außenbereich und der zweite Außenbereich beziehen sich insbesondere auf den translatorischen Bewegungsbereich des Lenkelements. Der erste Außenbereich betrifft beispielsweise einen linken Außenbereich des Gesamtmessbereichs der Sensoranordnung und der zweite Außenbereich einen rechten Außenbereich des Gesamtmessbereichs der Sensoranordnung oder umgekehrt. Es ist denkbar, dass das Linearwegensorsystem lediglich den ersten und zweiten Außenbereich abdeckt (und nicht den Zwischenbereich, der durch den Positionssensor abgedeckt wird). Alternativ ist es denkbar, dass das Linearwegensorsystem sowohl den ersten und zweiten Außenbereich als auch den Zwischenbereich abdeckt. Es ist denkbar, dass das Linearwegensorsystem den gesamten Verfahrensweg des Lenkelements abdeckt.

[0018] Der Zwischenbereich, der von dem Positionssensor abgedeckt wird, ist typischerweise ein vergleichsweise kleiner Bereich bezüglich des gesamten Verfahrenswegs des Lenkelements. Es ist bevorzugt denkbar, dass der Zwischenbereich lediglich 1% bis 2% des gesamten Lenkbereichs bzw. des gesamten Verfahrenswegs des Lenkelements abdeckt. Es ist beispielsweise möglich, dass der Zwischenbereich eine Breite von 2 mm bis 10 mm aufweist. Die Außenbereiche sind hingegen typischerweise deutlich größer als der Zwischenbereich. Die genauen Dimensionen können für unterschiedliche Lenksysteme und Anwendungsfälle variieren. Es ist denkbar, dass der erste Außenbereich, der zweite Außenbereich und der Zwischenbereich zusammen den gesamten Bewegungsbereich bzw. möglichen Verfahrensweg des Lenkelements abdecken. Es ist denk-

bar, dass der erste und zweite Außenbereich symmetrisch um den Zwischenbereich angeordnet sind. Es ist somit denkbar, dass der Zwischenbereich die Mitte der Lenkbewegung des Lenkelements abdeckt, also insbesondere eine Neutralstellung des Lenkelements. Es ist denkbar, dass erste Außenbereich und der zweite Außenbereich gleich breit sind.

[0019] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass die mithilfe der Sensoranordnung erfassten Messsignale zur weiteren Verwendung und/oder Auswertung einer Steuer- und Auswerteeinheit bereitgestellt werden können. Es ist denkbar, dass die weitere Verwendung und/oder Auswertung der Messsignale computerimplementiert erfolgt.

[0020] Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen können den abhängigen Ansprüchen entnommen werden.

[0021] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es denkbar, dass - insbesondere für den Fall, dass in Schritt (a) ermittelt wird, dass das Messobjekt außerhalb des Zwischenbereichs angeordnet ist - das Lenkelement in Schritt (b) in Abhängigkeit der in Schritt (a) ermittelten Richtung der Auslenkung des Messobjekts relativ zum Zwischenbereich derart angetrieben wird, dass das Messobjekt in Richtung des Zwischenbereichs bewegt wird oder der Zwischenbereich in Richtung des Messobjekts bewegt wird. Es kann somit eine Referenzfahrt in den Zwischenbereich durchgeführt werden, wodurch eine präzise Kalibration sichergestellt werden kann. Mithilfe der groben Positionsbestimmung durch das Linearwegensensorsystem wird ermittelt, ob sich das Messobjekt in einem der beiden Außenbereiche befindet. Ist dies der Fall, wird das Lenkelement vorzugsweise auf Grundlage dieser Ermittlung derart bewegt, insbesondere mithilfe des Motors der Lenkung, dass das Messobjekt sich in Richtung des Zwischenbereichs bewegt (oder äquivalent der Zwischenbereich in Richtung des Messobjekts). Hierbei wird vorzugsweise die relative Positionsänderung zwischen dem Messobjekt und der Sensoranordnung mithilfe der Sensoranordnung überwacht. Somit kann auf die Positionsänderung des Lenkelements geschlossen werden.

[0022] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es denkbar, dass für den Fall, dass das Messobjekt

- in Schritt a) oder Schritt b) im Zwischenbereich angeordnet ist oder
- den Zwischenbereich in Schritt b) erreicht,

eine Position des Messobjekts relativ zur Sensoranordnung zumindest mithilfe des Positionssensors ermittelt wird. Innerhalb des Zwischenbereichs wird

vorzugsweise das präzisere Messsignal des Positionssensors verwendet, um das Lenkelement präzise und sicher in seine Neutralstellung zu bewegen. Hierdurch kann eine besonders, genaue, sichere und zügige Kalibrierung der Lenkung erfolgen. Die Neutralstellung des Messobjekts bezieht sich insbesondere auf eine Neutralstellung der Lenkung, insbesondere auf eine Neutralstellung des Lenkelements. In der Neutralstellung des Messobjekts ist das Messobjekt bevorzugt relativ zu der Sensoranordnung so angeordnet, dass das Messobjekt sich teilweise oder vollständig innerhalb des Zwischenbereichs befindet, der von dem Positionssensor abgedeckt wird. Die Neutralstellung bezieht sich insbesondere auf eine festgelegte Referenzstellung des Lenkelements. Bevorzugt befindet sich das Lenkelement in der Neutralstellung des Messobjekts in einer Stellung, in der die zu der Lenkung gehörenden Räder in einer Geradeausstellung angeordnet sind und insbesondere nicht eingeschlagen sind. Wird in Schritt a) mithilfe der Sensoranordnung ermittelt, dass das Messobjekt im Zwischenbereich angeordnet ist, findet der optionale Schritt (b) vorzugsweise nicht statt, da sich das Lenkelement bereits im Zwischenbereich befindet und nicht erst in den Zwischenbereich bewegt werden muss. Vorzugsweise wird zumindest das Messsignal des Positionssensors verwendet, um das Lenkelement, das sich bereits im Zwischenbereich befindet, in seine Neutralstellung zu bewegen. Da der Positionssensor im Zwischenbereich bevorzugt eine hohe Genauigkeit aufweist, kann das Messsignal des Positionssensors im Zwischenbereich besonders vorteilhaft dazu verwendet werden, das Lenkelement in seine Neutralstellung zu bewegen. Hierdurch wird eine präzise Kalibrierung möglich.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es dementsprechend denkbar, dass das Lenkelement in Abhängigkeit der zumindest mithilfe des Positionssensors ermittelten Position des Messobjekts im Zwischenbereich derart angetrieben wird, dass das Lenkelement in eine Neutralstellung bewegt wird.

[0024] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es denkbar, dass der Positionssensor, betreffend die Messung der Position des Messobjekts, eine höhere Auflösung und/oder Genauigkeit aufweist als das Linearwegensensorsystem. Dies wird besonders vorteilhaft dadurch möglich, dass der Positionssensor nur den vergleichsweise kleinen Zwischenbereich abdeckt, während das Linearwegensensorsystem zumindest die beiden Außenbereiche oder sogar den gesamten translatorischen Verfahrensweg des Lenkelements abdeckt.

[0025] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es denkbar, dass eine Bewegungsgeschwindigkeit des Lenkelements

- beim Bewegen des Messobjekts in Richtung des Zwischenbereichs in Schritt (b) oder

- beim Bewegen des Zwischenbereichs in Richtung des Messobjekts in Schritt (b) in Abhängigkeit einer mithilfe des Linearwegensorsystems ermittelten Position des Messobjekts, vorzugsweise in Abhängigkeit einer mithilfe des Linearwegensorsystems ermittelten Entfernung des Messobjekts zum Zwischenbereich, eingestellt wird. Beispielsweise kann das Lenkelement zu einer schnelleren Bewegung angetrieben werden, wenn die grobe Positionsermittlung mithilfe des Linearwegensorsystems ergibt, dass das Lenkelement weit von dem Zwischenbereich entfernt ist, als wenn die grobe Positionsermittlung mithilfe des Linearwegensorsystems ergibt, dass das Lenkelement bereits nah an dem Zwischenbereich angeordnet ist. Hierdurch kann eine besonders effiziente und zügige Kalibration erfolgen.

[0026] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Sensoranordnung zur Kalibration einer Lenkung eines Fahrzeugs, wobei ein Lenkelement der Lenkung zu einer translatorischen Lenkbewegung antreibbar ist, wobei bei einer translatorischen Lenkbewegung des Lenkelements ein Messobjekt relativ zu der Sensoranordnung verschoben wird,

wobei die Sensoranordnung ein Linearwegensorsystem und einen Positionssensor umfasst, wobei das Linearwegensorsystem und der Positionssensor jeweils zur Messung einer Position des Messobjekts eingerichtet sind,

wobei das Linearwegensorsystem zumindest zur Messung in einem ersten Außenbereich und in einem zweiten Außenbereich eingerichtet ist,

wobei der Positionssensor zur Messung in einem Zwischenbereich, der teilweise oder vollständig zwischen dem ersten und zweiten Außenbereich angeordnet ist, eingerichtet ist,

wobei die Sensoranordnung zur Kalibration der Lenkung, vorzugsweise mithilfe von Computermitteln, derart konfiguriert ist, dass

- eine Richtung einer Auslenkung des Messobjekts relativ zum Zwischenbereich mithilfe des Linearwegensorsystems ermittelt wird,

mithilfe der Sensoranordnung ermittelt wird, ob das Messobjekt im Zwischenbereich angeordnet ist;

- das Lenkelement - in Abhängigkeit der ermittelten Richtung der Auslenkung des Messobjekts relativ zum Zwischenbereich - derart angetrieben wird, dass das Messobjekt in Richtung des Zwischenbereichs bewegt wird oder der Zwischenbereich in Richtung des Messobjekts bewegt wird.

[0027] Die erfindungsgemäße Sensoranordnung ist insbesondere für eine Hinterachslenkung, eine Electric-power-steering-Lenkung oder eine Steer-by-wire-Lenkung verwendbar. Bei einer Steer-by-wire-Lenkung handelt es sich insbesondere um eine Lenkung, bei der ein Lenkbefehl von einem Sensor, insbesondere dem Lenkrad, über ein Steuergerät, vorzugsweise ausschließlich, elektrisch zum elektromechanischen Aktor, der den Lenkbefehl ausführt, weitergeleitet wird. Es besteht bei einem solchen System insbesondere keine mechanische Verbindung zwischen Lenkrad und gelenkten Rädern.

[0028] Gemäß einer Ausführungsform ist es denkbar, dass das Linearwegensorsystem einen oder mehrere Linearwegensensoren aufweist; und/oder dass der Positionssensor einen Näherungsschalter und/oder -sensor und/oder einen weiteren Linearwegensensor aufweist. Es ist beispielsweise denkbar, dass das Linearwegensorsystem einen ersten Linearwegensensor zur Messung des ersten Außenbereichs aufweist und einen zweiten Linearwegensensor zur Messung des zweiten Außenbereichs. Alternativ ist es denkbar, dass das Linearwegensorsystem nur einen einzigen Linearwegensensor aufweist, der sowohl den ersten als auch den zweiten Außenbereich und optional den Zwischenbereich abdeckt. Das Linearwegensorsystem und/oder der Positionssensor können redundant ausgeführt sein, um die Sicherheit weiter zu erhöhen. Es ist alternativ oder zusätzlich denkbar, dass der Positionssensor mithilfe einer integrierten Schaltung ausgebildet ist. Das Linearwegensorsystem ist vorzugsweise als Wirbelstromsensoren-system ausgebildet.

[0029] Das Linearwegensorsystem und der Positionssensor sind insbesondere zur Detektion einer Position des Messobjekts, insbesondere eines Targets, eingerichtet. Das Messobjekt ist vorzugsweise elektrisch leitfähig ausgebildet. Beispielsweise ist das Messobjekt aus Metall, insbesondere Aluminium, gefertigt. Das Messobjekt ist relativ zu dem Linearwegensorsystem, insbesondere relativ einer oder mehreren Spulenordnungen des Linearwegensorsystems, und relativ zum Positionssensor, insbesondere relativ zu einer Spulenordnung des Positionssensors oder zu einer integrierten Schaltung des Positionssensors, beweglich angeordnet. Die Position des Messobjekts kann mithilfe des Linearwegensorsystems und mithilfe des Positionssensors ermittelt werden. Somit kann insbesondere ein Lenkwinkel einer Lenkung mithilfe der Sensoranordnung ermittelt werden. Für den Positionssensor kommen dabei diverse Sensortypen infrage, auch solche, die keine Spulenordnung aufweisen.

[0030] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es denkbar, dass die Sensoranordnung eine oder mehrere Spulen aufweist. Im Betrieb wird ein Wechselstrom durch die Spule oder

die Spulen geleitet, wodurch ein magnetisches Feld erzeugt wird. Das so erzeugte magnetische Feld wirkt auf das Messobjekt bzw. das Target und induziert einen Wirbelstrom im Messobjekt bzw. Target. Dieser erzeugte Wirbelstrom erzeugt wiederum ein Magnetfeld, das mithilfe des Linearwegensors, insbesondere mithilfe von einer Spulenordnung des Linearwegensors, und mithilfe des Positionssensors, insbesondere mithilfe einer weiteren Spulenordnung des Positionssensors, detektierbar ist.

[0031] Es ist denkbar, dass das Linearwegensensorsystem und der Positionssensor mithilfe einer oder mehrerer Leiterplatten ausgebildet sind.

[0032] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Lenkung - insbesondere Hinterachslenkung, Electric-power-steering-Lenkung oder Steer-by-wire-Lenkung -, wobei die Lenkung eine Sensoranordnung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst.

[0033] Gemäß einer Ausführungsform ist es denkbar, dass die Lenkung einen Aktuator aufweist, der ein Lenkelement umfasst, das innerhalb eines Gehäuses oder zumindest relativ zu einem Gehäuse longitudinal verlagerbar ist. Das Lenkelement ist insbesondere als Schubstange, Spindel oder Zahnstange ausgebildet. Gemäß einer Ausgestaltung ist es denkbar, dass das Messobjekt gehäusefest angeordnet ist, wobei eine oder mehrere Leiterplatten, aufweisend das Linearwegensensorsystem und den Positionssensor, direkt oder mittelbar mit dem Lenkelement verbunden sind. Alternativ ist es denkbar, dass das Messobjekt direkt oder mittelbar mit dem Lenkelement verbunden ist, wobei die eine oder die mehreren Leiterplatten, aufweisend das Linearwegensensorsystem und den Positionssensor, gehäusefest angeordnet sind. In beiden Fällen kann mithilfe der Sensoranordnung die relative axiale Position des Lenkelements gegenüber dem Gehäuse ermittelt werden. Hierdurch ist der Lenkwinkel ermittelbar. Der Lenkwinkel bezieht sich dabei insbesondere auf die Lenkwinkelstellung der Räder der Achse des Fahrzeugs, die der Lenkung zugeordnet ist.

[0034] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Fahrzeug, aufweisend eine Sensoranordnung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung oder eine Lenkung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0035] Für die erfindungsgemäße Sensoranordnung, die erfindungsgemäße Lenkung und das erfindungsgemäße Fahrzeug können dabei die Merkmale, Ausführungsformen und Vorteile Anwendung finden, die bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren oder im Zusammenhang mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben worden sind. Für das erfindungsgemäße Verfahren können dabei die Merkmale, Ausführungsformen und Vorteile Anwendung finden, die bereits im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Sensoranordnung, der erfindungsgemäßen Lenkung oder dem erfindungsgemäßen Fahrzeug oder im Zusammenhang mit einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sensoranordnung, der erfindungsgemäßen Lenkung oder des erfindungsgemäßen Fahrzeugs beschrieben worden sind.

gemäße Verfahren können dabei die Merkmale, Ausführungsformen und Vorteile Anwendung finden, die bereits im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Sensoranordnung, der erfindungsgemäßen Lenkung oder dem erfindungsgemäßen Fahrzeug oder im Zusammenhang mit einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sensoranordnung, der erfindungsgemäßen Lenkung oder des erfindungsgemäßen Fahrzeugs beschrieben worden sind.

[0036] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sollen nachfolgend anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert werden. Hierin zeigen:

Fig. 1 und **Fig. 2** schematische Darstellungen einer Sensoranordnung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0037] In **Fig. 1** und **Fig. 2** sind schematische Darstellungen einer Sensoranordnung 10 und deren Messbereich gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. **Fig. 1** zeigt dabei eine Aufsicht und **Fig. 2** eine Schnittdarstellung. Mithilfe der Sensoranordnung 10 ist ein Verfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchführbar. Die Sensoranordnung 10 umfasst ein Linearwegensensorsystem 1, das den gesamten Hub 40 der Sensoranordnung abdeckt, also insbesondere einen ersten und zweiten Außenbereich 41, 42 sowie einen Zwischenbereich 43. Das Linearwegensensorsystem 1 umfasst beispielsweise eine oder mehrere Spulenordnungen, die auf einer Leiterplatte, insbesondere einem PCB (printed circuit board) ausgebildet sind. Das Linearwegensensorsystem 1 ist insbesondere zur Positionsmessung mithilfe eines Messobjekts 11 ausgebildet, das relativ zum Linearwegensensorsystem 1 beweglich angeordnet ist. Ferner umfasst die Sensoranordnung 10 einen Positionssensor 2, der ebenfalls zur Positionsmessung mithilfe des Messobjekts 11 ausgebildet ist. Der Positionssensor deckt lediglich den Zwischenbereich 43, also einen kleinen Bereich des Gesamtmessbereichs der Sensoranordnung 1, ab. Hierdurch ist die Messgenauigkeit des Positionssensors 2 in diesem Zwischenbereich 43 größer bzw. besser als die des Linearwegensensorsystems 1. Der Zwischenbereich 43 ist beispielsweise lediglich zwischen 2 und 10 mm breit. Er macht beispielsweise lediglich bis zu 2% oder sogar nur bis zu 1% der gesamten Hubs 40 aus.

[0038] Die Sensoranordnung 10 ist insbesondere Teil einer Lenkung eines Fahrzeugs, vorzugsweise einer Hinterachslenkung oder einer Steer-by-wire-Lenkung. Die Lenkung umfasst ein Lenkelement, insbesondere eine Schubstange, Spindel oder Zahnstange, die innerhalb eines Gehäuses oder zumindest relativ zu einem Gehäuse der Lenkung verlagerbar ist und so eine translatorische Lenkbewegung

100 ausführen kann. Gemäß einer ersten Variante der vorliegenden Erfindung ist es denkbar, dass das Messobjekt 11 gehäusefest an dem Gehäuse der Lenkung angeordnet ist, wobei das Linearwegensensorsystem 1 und der Positionssensor 2 direkt oder mittelbar mit dem Lenkelement verbunden sind. Bei einer Lenkbewegung 100 des Lenkelements findet somit eine Relativbewegung zwischen dem Messobjekt 11 einerseits und dem Linearwegensensorsystem 1 sowie dem Positionssensor 2 andererseits statt. Das Messobjekt 11 kann sich dabei im ersten und zweiten Außenbereich sowie im Zwischenbereich der Sensoranordnung 10 bewegen. Gemäß einer zweiten Variante der vorliegenden Erfindung ist es alternativ denkbar, dass das Messobjekt 11 direkt oder mittelbar mit dem Lenkelement verbunden ist, wobei das Linearwegensensorsystem 1 und der Positionssensor 2 gehäusefest an dem Gehäuse angeordnet sind. Bei einer Lenkbewegung 100 des Lenkelements findet somit auch in dieser Variante eine Relativbewegung zwischen dem Messobjekt 11 einerseits und dem Linearwegensensorsystem 1 sowie dem Positionssensor 2 andererseits statt. Das Messobjekt 11 kann sich im ersten und zweiten Außenbereich sowie im Zwischenbereich der Sensoranordnung 10 bewegen.

[0039] Insbesondere beim Aufstarten des Fahrzeugs ist in vielen Fällen eine Kalibration der Lenkung notwendig, um die Stellung des Lenkelements exakt zu bestimmen. Diese Kalibration wird mithilfe der Sensoranordnung 10 durchgeführt. Insbesondere für den Fall, dass sich das Messobjekt 11 nicht bereits im Zwischenbereich 43 befindet, bzw. für den Fall, dass sich das Messobjekt 11 im ersten Außenbereich 41 oder im zweiten Außenbereich 42 befindet, wird eine Richtung einer Auslenkung des Messobjekts 11 relativ zum Zwischenbereich 43 mithilfe des Linearwegensensorsystems 1 bestimmt. In Abhängigkeit der ermittelten Richtung, wird das Lenkelement derart angetrieben, dass sich das Messobjekt 11 zum Zwischenbereich 43 bewegt bzw. sich der Zwischenbereich 43 zum Messobjekt 11 bewegt. Das Lenkelement wird dabei beispielsweise mithilfe eines Elektromotors der Lenkung angetrieben. Die Bewegung des Lenkelements wird vorzugsweise durch das Linearwegensensorsystem 1 überwacht. Die Bewegungsgeschwindigkeit des Lenkelements wird vorzugsweise in Abhängigkeit der verbleibenden Entfernung des Messobjekts 11 zum Zwischenbereich 43 angepasst, wobei die Geschwindigkeit bei einer Annäherung an den Zwischenbereich 43 vorzugsweise reduziert wird. Wenn das Messobjekt 11 den Zwischenbereich 43 erreicht (oder wenn der Zwischenbereich 43 das Messobjekt 11 erreicht), wird die Position des Messobjekts 11 mithilfe des genaueren Positionssensors 2 ermittelt und überwacht. Vorzugsweise wird das Lenkelement weiterbewegt, bis das Lenkelement eine Neutralstellung, insbesondere eine Geradeausstellung der Lenkung, erreicht. Die Fahrt des Lenkelements in die Neutralstellung wird

dabei innerhalb des Zwischenbereichs zumindest mithilfe des Positionssensors 2 überwacht. Es ist denkbar, dass das Messsignal des Linearwegensensorsystems 1 auch im Zwischenbereich 43 zusätzlich zum Messsignal des Positionssensors 2 ausgewertet und/oder zur Positionsermittlung des Messobjekts 11 verwendet wird.

[0040] Insbesondere für den Fall, dass eine Ermittlung der Position des Messobjekts 11 (beispielsweise beim oder unmittelbar nach dem Aufstarten des Fahrzeugs) ergibt, dass sich das Messobjekt 11 bereits im Zwischenbereich 43 befindet, die Lenkung aber nicht in ihrer Neutralstellung ist, wird das Lenkelement zu einer Bewegung in Richtung seiner Neutralstellung angetrieben. Da das Messobjekt 11 bereits im Zwischenbereich 43 angeordnet ist, wird die Position des Messobjekts 11 bei dieser Bewegung zumindest mithilfe des Positionssensors 2 ermittelt. Das Lenkelement wird vorzugsweise bewegt, bis das Lenkelement seine Neutralstellung erreicht hat. Diese Fahrt des Lenkelements in die Neutralstellung wird dabei innerhalb des Zwischenbereichs 43 mithilfe des Positionssensors 2 überwacht. Es ist denkbar, dass das Messsignal des Linearwegensensorsystems 1 auch in diesem Fall im Zwischenbereich 43 zusätzlich zum Messsignal des Positionssensors 2 ausgewertet und/oder zur Positionsermittlung des Messobjekts 11 verwendet wird.

[0041] Es kann somit eine zuverlässige und zügige Kalibration der Lenkung, beispielsweise beim Aufstarten des Fahrzeugs und/oder zu Fahrtbeginn erfolgen.

Bezugszeichenliste

1	Linearwegensensorsystem
2	Positionssensor
10	Sensoranordnung
11	Messobjekt
40	gesamter Hub der Sensoranordnung
41	erster Außenbereich
42	zweiter Außenbereich
43	Zwischenbereich
100	Lenkbewegung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kalibration einer Lenkung eines Fahrzeugs mithilfe einer Sensoranordnung (10), wobei ein Lenkelement der Lenkung zu einer translatorischen Lenkbewegung (100) antreibbar ist, wobei bei einer translatorischen Lenkbewegung (100) des Lenkelements ein Messobjekt (11) relativ zu der Sensoranordnung (10) verschoben wird,

wobei die Sensoranordnung (10) ein Linearwegsensoren-system (1) und einen Positionssensor (2) umfasst, wobei das Linearwegsensoren-system (1) und der Positionssensor (2) jeweils zur Messung einer Position des Messobjekts (11) eingerichtet sind,

wobei das Linearwegsensoren-system (1) zumindest zur Messung in einem ersten Außenbereich (41) und in einem zweiten Außenbereich (42) eingerichtet ist,

wobei der Positionssensor (2) zur Messung in einem Zwischenbereich (43), der teilweise oder vollständig zwischen dem ersten und zweiten Außenbereich (41, 42) angeordnet ist, eingerichtet ist,

wobei das Verfahren zur Kalibration der Lenkung den folgenden Schritt oder die folgenden Schritte umfasst:

- (a) Ermitteln einer Richtung einer Auslenkung des Messobjekts (11) relativ zum Zwischenbereich (43) mithilfe des Linearwegsensoren-systems (1), Ermitteln mithilfe der Sensoranordnung (10), ob das Messobjekt (11) im Zwischenbereich (43) angeordnet ist;
- (b) Antreiben des Lenkelements - in Abhängigkeit der ermittelten Richtung der Auslenkung des Messobjekts (11) relativ zum Zwischenbereich (43) - derart, dass das Messobjekt (11) in Richtung des Zwischenbereichs (43) bewegt wird oder der Zwischenbereich (43) in Richtung des Messobjekts (11) bewegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass -für den Fall, dass in Schritt (a) ermittelt wird, dass das Messobjekt (11) außerhalb des Zwischenbereichs (43) angeordnet ist - das Lenkelement in Schritt (b) in Abhängigkeit der in Schritt (a) ermittelten Richtung der Auslenkung des Messobjekts (11) relativ zum Zwischenbereich (43) derart angetrieben wird, dass das Messobjekt (11) in Richtung des Zwischenbereichs (43) bewegt wird oder der Zwischenbereich (43) in Richtung des Messobjekts (11) bewegt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass für den Fall, dass das Messobjekt (11)

- in Schritt a) oder Schritt b) im Zwischenbereich (43) angeordnet ist oder
- den Zwischenbereich (43) in Schritt b) erreicht, eine Position des Messobjekts (11) relativ zur Sensoranordnung (10) zumindest mithilfe des Positionssensors (2) ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lenkelement in Abhängigkeit der zumindest mithilfe des Positionssensors (2) ermittelten Position des Messobjekts (11) im Zwischenbereich (43) derart angetrieben wird, dass das Lenkelement in eine Neutralstellung bewegt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Positionssensor (2), betreffend die Messung der Position des Messobjekts (11), eine höhere Auflösung und/oder Genauigkeit aufweist als das Linearwegsensoren-system (1).

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Bewegungsgeschwindigkeit des Lenkelements

- beim Bewegen des Messobjekts (11) in Richtung des Zwischenbereichs (43) in Schritt (b) oder
- beim Bewegen des Zwischenbereichs (43) in Richtung des Messobjekts (11) in Schritt (b) in Abhängigkeit einer mithilfe des Linearwegsensoren-systems (1) ermittelten Position des Messobjekts (11), vorzugsweise in Abhängigkeit einer mithilfe des Linearwegsensoren-systems (1) ermittelten Entfernung des Messobjekts (11) zum Zwischenbereich (43), eingestellt wird.

7. Sensoranordnung (10) zur Kalibration einer Lenkung eines Fahrzeugs, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Lenkelement der Lenkung zu einer translatorischen Lenkbewegung (100) antreibbar ist, wobei bei einer translatorischen Lenkbewegung (100) des Lenkelements ein Messobjekt (11) relativ zu der Sensoranordnung (10) verschoben wird,

wobei die Sensoranordnung (10) ein Linearwegsensoren-system (1) und einen Positionssensor (2) umfasst, wobei das Linearwegsensoren-system (1) und der Positionssensor (2) jeweils zur Messung einer Position des Messobjekts (11) eingerichtet sind,

wobei das Linearwegsensoren-system (1) zumindest zur Messung in einem ersten Außenbereich (41) und in einem zweiten Außenbereich (42) eingerichtet ist,

wobei der Positionssensor (2) zur Messung in einem Zwischenbereich (43), der teilweise oder vollständig zwischen dem ersten und zweiten Außenbereich (41, 42) angeordnet ist, eingerichtet ist,

wobei die Sensoranordnung (10) zur Kalibration der Lenkung, vorzugsweise mithilfe von Computermitteln, derart konfiguriert ist, dass:

- eine Richtung einer Auslenkung des Messobjekts (11) relativ zum Zwischenbereich (43) mithilfe des Linearwegsensoren-systems (1) ermittelt wird, wobei mithilfe der Sensoranordnung (10) ermittelt wird, ob das Messobjekt (11) im Zwischenbereich (43) angeordnet ist;
- das Lenkelement - in Abhängigkeit der ermittelten Richtung der Auslenkung des Messobjekts (11) relativ zum Zwischenbereich (43) - derart angetrieben wird, dass das Messobjekt (11) in Richtung des Zwischenbereichs (43) bewegt wird oder der Zwischenbereich (43) in Richtung des Messobjekts (11) bewegt wird.

8. Sensoranordnung (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Linearwegensensorsystem (1) einen oder mehrere Linearwegensensoren aufweist; wobei der Positionssensor (2) einen Näherungsschalter und/oder -sensor und/oder einen weiteren Linearwegensensor aufweist.

9. Lenkung - insbesondere Hinterachslenkung, Electric-power-steering-Lenkung oder Steer-by-wire-Lenkung -, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lenkung eine Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 7 oder 8 umfasst.

10. Fahrzeug, aufweisend eine Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 7 oder 8 oder eine Lenkung nach Anspruch 9.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

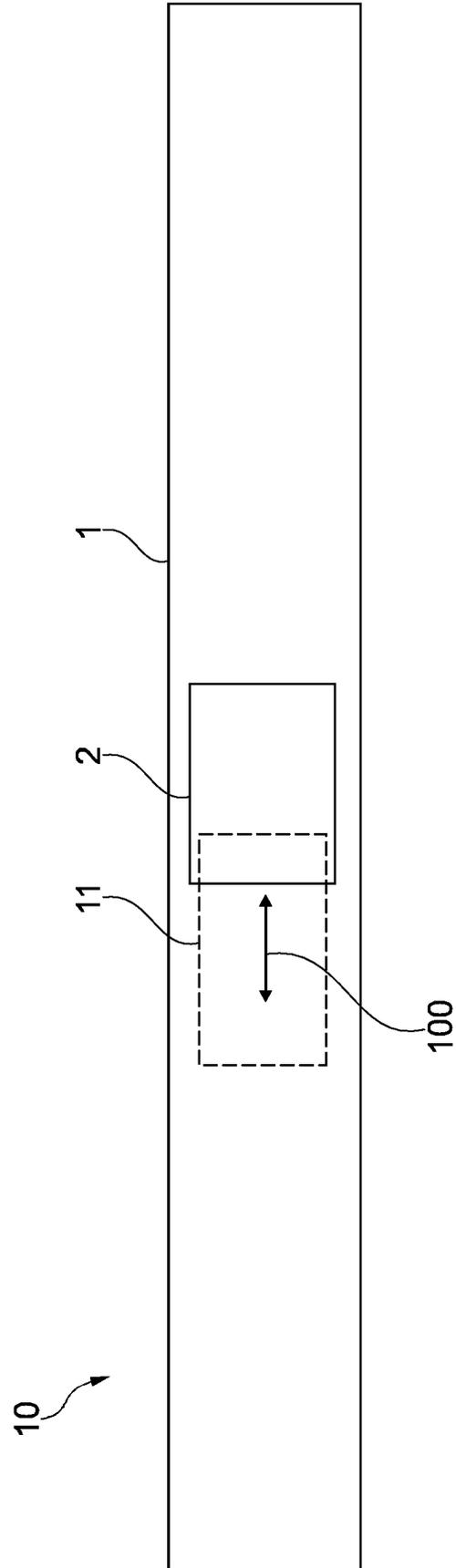


Fig. 1

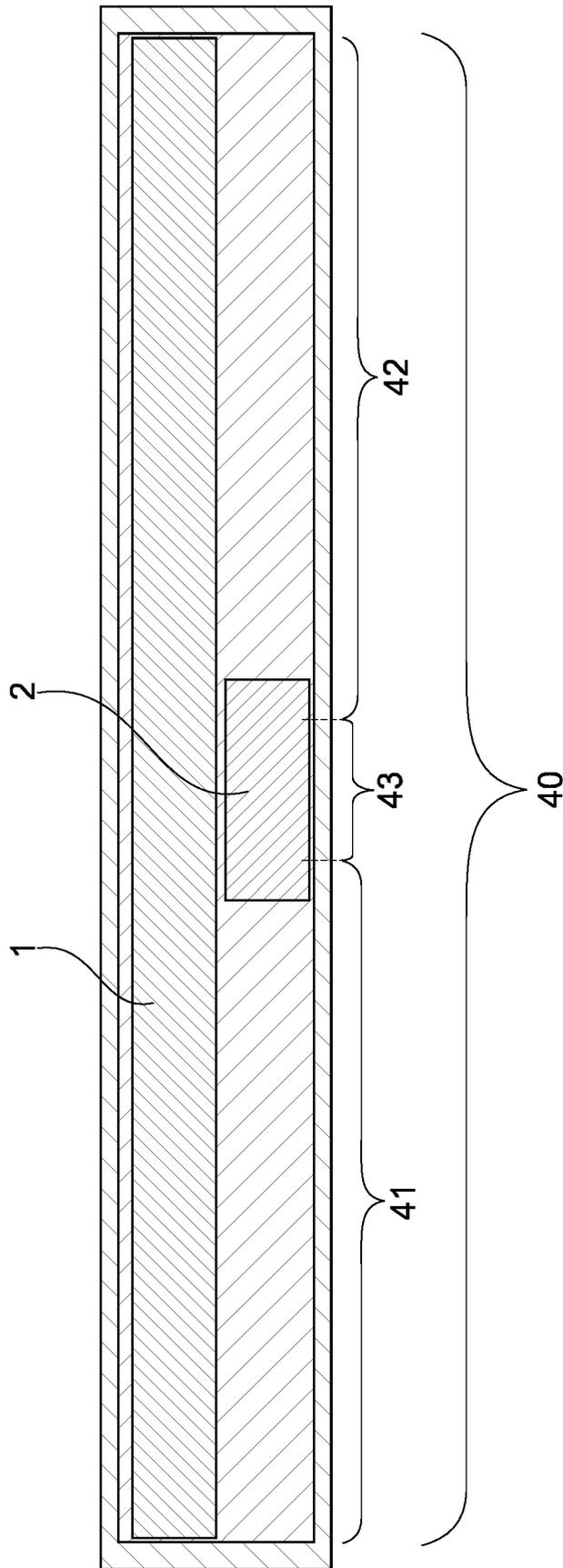


Fig. 2