



(10) **DE 10 2017 212 905 A1** 2019.01.31

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 212 905.0**
(22) Anmeldetag: **27.07.2017**
(43) Offenlegungstag: **31.01.2019**

(51) Int Cl.: **G01P 13/04 (2006.01)**
G01P 3/487 (2006.01)
B62M 6/45 (2010.01)

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Stegmaier, Juergen, 72074 Tübingen, DE; Schnee,
Jan, 71093 Weil im Schönbuch, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

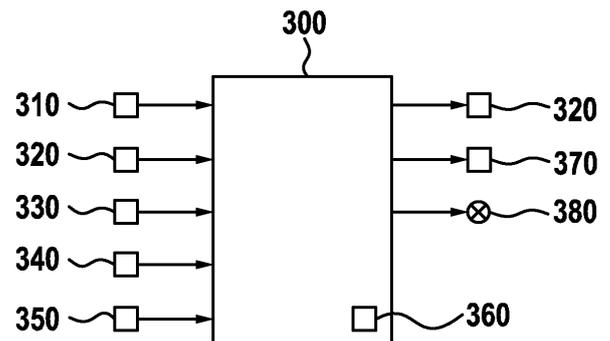
DE	11 38 240	A
US	2009 / 0 295 376	A1
JP	2010- 179 877	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung der Drehrichtung eines Rades**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beansprucht mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Drehrichtung eines Rades an einem Zweirad sowie ein Zweirad, welches ein derartiges Verfahren ausführt, beispielsweise in einer Recheneinheit oder der Vorrichtung. Hierzu ist vorgesehen, dass an dem Zweirad ein Magnetfeldsensor angeordnet ist, z.B. am oder im Rahmen oder einer rahmennahen Zweiradkomponenten. Weiterhin ist vorgesehen, dass das Rad, dessen Drehrichtung bestimmt werden soll, einen Magneten aufweist, z.B. im oder am Reifenmantel oder an oder in der Felge. Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. zur Nutzung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird zunächst eine Information über die Bewegung des Zweirads erfasst. Anschließend werden in Abhängigkeit von der Kenntnis über die Bewegung des Zweirads erste Magnetfeldsensordesignale erfasst, die die Bewegung des Magneten an dem bewegten bzw. drehenden Rad repräsentieren. Zu einem späteren Zeitpunkt können dann zweite Magnetfeldsensordesignale erfasst werden, unabhängig von der Vorlage der Information über die Bewegung des Zweirads. Aus dem Vergleich der ersten und zweiten Magnetfeldsensordesignale kann abschließend eine Information über die Drehrichtung des Rades gewonnen werden. Diese Information kann im Folgenden für weitere Systeme zur Verfügung gestellt werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Erfassung der Drehrichtung eines Zweirads, insbesondere eines Rades an einem Fahrrad, sowie ein mit dieser Vorrichtung ausgestattetes Zweirad.

Stand der Technik

[0002] Zur berührungslosen Abstands- und Einbaulagenmessung von rotierenden Teilen werden sowohl optische als auch magnetische Sensoren verwendet. So erfolgt beispielsweise die Geschwindigkeitsmessung bei Fahrrädern während der Fahrt mittels magnetischer Raddrehzahlsensoren, bei dem die Drehung der Fahrradreifen erfasst wird. Dabei sind die Raddrehzahlsensoren als Magnetsensoren beispielsweise ortsfest an der Vorderradgabel vorgesehen, die bei jedem Durchlauf eines Magneten an der Speicher einen Impuls liefern. Aus dem zeitlichen Abstand zweier Impulse kann so auf die Drehgeschwindigkeit des Rads und mittels eines Umrechnungsfaktors auf die Geschwindigkeit des Fahrzeugs bzw. Fahrrads geschlossen werden. Nachteilig bei einer derartigen Geschwindigkeitserfassung ist die notwendige Zeitdauer, da zumindest zwei Impulse registriert werden müssen. Bei sehr langsamen Drehbewegungen ist daher die Erfassung sehr ungenau. Weiterhin besteht bei dieser Form der Geschwindigkeitserfassung sehr leicht die Möglichkeit einer Manipulation. Auch die Erfassung der Bewegungsrichtung des Rades ist alleine aus diesen Signalen nicht ableitbar, da sowohl eine Vorwärts- als auch eine Rückwärtsfahrt die gleichen Messsignale liefern würde.

[0003] Als Alternative können Beschleunigungssensoren verwendet werden, die ebenfalls eine Geschwindigkeitsinformation erzeugen können. Zusätzlich können durch derartige Beschleunigungssensoren auch die Bewegungsrichtungen erfasst werden, so dass eine Unterscheidung zwischen einer Vorwärtsfahrt und einer Rückwärtsfahrt erfolgen kann. Der Betrieb derartiger Beschleunigungssensoren ist jedoch energieaufwändiger, so dass diese Art der Erfassung eher bei elektrifizierten Fahrzeugen zum Einsatz kommt.

[0004] Mit der vorliegenden Erfindung wird ein System beschrieben, bei dem mittels der Erfassung von Sensorsignalen eines Magnetsensors auf die Einbaulage bzw. Orientierung eines Rades geschlossen werden kann.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Die Erfindung beansprucht mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Drehrichtung eines Rades an einem Zweirad sowie ein Zweirad,

welches ein derartiges Verfahren ausführt, beispielsweise in einer Recheneinheit oder der Vorrichtung. Hierzu ist vorgesehen, dass an dem Zweirad ein Magnetfeldsensor angeordnet ist, z.B. am oder im Rahmen oder einer rahmennahen Zweiradkomponenten. Weiterhin ist vorgesehen, dass das Rad, dessen Drehrichtung bestimmt werden soll, einen Magneten aufweist, z.B. im oder am Reifenmantel oder an oder in der Felge. Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. zur Nutzung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird zunächst eine Information über die Bewegung des Zweirads erfasst. Anschließend werden in Abhängigkeit von der Kenntnis über die Bewegung des Zweirads erste Magnetfeldsensordesignale erfasst, die die Bewegung des Magneten an dem bewegten bzw. drehenden Rad repräsentieren. Zu einem späteren Zeitpunkt können dann zweite Magnetfeldsensordesignale erfasst werden, unabhängig von der Vorlage der Information über die Bewegung des Zweirads. Aus dem Vergleich der ersten und zweiten Magnetfeldsensordesignale kann abschließend eine Information über die Drehrichtung des Rades gewonnen werden. Diese Information kann im Folgenden für weitere Systeme zur Verfügung gestellt werden.

[0006] Durch das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung kann auf einfache Weise die Bewegungsrichtung des Zweirads alleine aus einem einzelnen Magnetsignal abgeleitet werden, indem in einem ersten Schritt die Drehrichtung eingelernt wird.

[0007] Typischerweise wird bei der Erfassung der ersten und zweiten Magnetfeldsensordesignale eine zeitaufgelöste Erfassung durchgeführt, die wenigstens einen kompletten Durchlauf des Magneten am Magnetfeldsensor enthält.

[0008] Optional kann vorgesehen sein, dass das Zweirad einen Motor aufweist, der wenigstens teilweise das Zweirad antreiben kann. In diesem Fall kann die Information über die Bewegung des Zweirads durch die Ansteuerung des Motors zum Antrieb in Vorwärtsrichtung oder Rückwärtsrichtung bereitgestellt werden. Somit ist den ersten Magnetfeldsensordesignalen eine bevorzugte Richtung der Bewegung zugeordnet, so dass mittels der zweiten Magnetfeldsensordesignale auf die Bewegungsrichtung und somit die Drehrichtung geschlossen werden kann.

[0009] Zur Erkennung der Bewegung und der Ableitung der Drehrichtung des bewegten bzw. rotierenden Rades reicht es aus, wenn der Magnetfeldsensor die Veränderung der Magnetfeldkomponenten in einer Richtung des Zweirads erfasst wird. Beispielsweise kann hierzu die Magnetfeldkomponente B_y in Richtung der Hochachse des Zweirads erfasst. Dies liegt darin begründet, dass die Bewegung des Magneten am oder im Rad im Wesentlichen in der Y -

Richtung stattfindet. Denkbar ist jedoch gerade bei einer Anordnung des Magneten mit seiner Polarisierung in Umfangsrichtung auch die Erfassung der Magnetfeldkomponenten B_x in Fahrtrichtung, um daraus die Drehrichtung abzuleiten.

[0010] Besonders vorteilhaft ist die Erfindung bei einer Ausgestaltung, bei der ein Verfahren oder ein System am Zweirad eine Geschwindigkeit erfasst oder ableitet. So kann beispielsweise über eine weitere Erfassung des Magnetsignals oder eine zusätzliche Sensoreinheit die Geschwindigkeit erfasst werden. Zusammen mit der Information über die Drehrichtung des (Lauf-) Rades bzw. die Fortbewegungsrichtung des Zweirads können Strecken erfasst oder Komponenten am Zweirad in bestimmten Situationen angesteuert werden. So ist denkbar, bei einer Rückwärtsfahrt Leuchtmittel am Zweirad anzusteuern oder die gefahrenen Kilometer bzw. die zurückgelegte Strecke nur bei einer Vorwärtsbewegung aufzuzeichnen. Darüber hinaus ist auch möglich, zusätzliche Sensorsignale, wie beispielsweise den Lenkwinkel nur bei Vorliegen einer vorbestimmten Bewegungsrichtung auszuwerten. Denkbar ist auch, z.B. die Schiebehilfe nur dann zu aktivieren, wenn eine Vorwärtsbewegung erkannt wird.

[0011] Optional ist auch vorstellbar, dass aus den erfassten Magnetfeldsensordaten direkt die Drehgeschwindigkeit des überwachten Rades und gegebenenfalls mit der Kenntnis über den Radumfang daraus abgeleitet die Geschwindigkeit des Zweirads, zum Beispiel eines Elektrofahrrads ermittelt wird. Dies kann beispielsweise durch die Berücksichtigung der zeitlichen Abstände der Magnetfeldsensordaten aufeinander folgender Magnetdurchläufe an dem Rad erfolgen. Falls an dem Rad nur ein Magnet vorhanden ist, wird ein vollständiger Umlauf benötigt, um die Geschwindigkeit ableiten zu können. Sind in dem überwachten Rad jedoch mehr Magnete angeordnet, kann in Abhängigkeit der Kenntnis der Anzahl und der Anbringung im Rad auch bei einer Teilumdrehung des Rades eine Drehgeschwindigkeit und/oder eine Zweirad-Geschwindigkeitsinformation abgeleitet werden. Hierzu kann beispielsweise in der Auswerteeinheit zur Auswertung der Magnetfeldsensordaten eine Datenbank mit der verwendeten Anzahl an Magneten, deren Anbringungsorte im Rad sowie dem Umfang hinterlegt sein. Optional oder zusätzlich kann auch vorgesehen sein, dass diese Datenbank durch den Fahrer des Zweirads bei der Bestückung des Rades mit den Magneten manuell über eine entsprechende Eingabe erzeugt wird.

[0012] Weiterhin ist möglich, die Drehgeschwindigkeit des Rades und somit die Fortbewegungsgeschwindigkeit des Zweirads aus der Form oder der Magnetfeldstärke der Magnetfeldsensordaten zu ermitteln. So ist denkbar, dass bei einer bekannten Länge des Magneten in Umfangsrichtung alleine aus

dem Beginn und dem Ende der erfassbaren Magnetfeldsensordaten auf die Geschwindigkeit geschlossen werden kann. Hierzu ist daher nur eine minimale Umdrehung des Rades notwendig. Werden beispielsweise zwei Magnete in Umfangsrichtung des Rades verwendet, lassen sich so vier Drehgeschwindigkeitsinformationen ableiten, jeweils zwei während der Erfassung der Magnetfeldsensordaten und zwei durch den Abstand der erfassten Magnetfeldsensordaten. Dieses Verfahren erlaubt eine schnelle Erfassung der Zweiradgeschwindigkeit, so dass auch kurzfristige Änderungen erkannt und für die Steuerung zum Beispiel eines Antriebs eines Elektrofahrrads verwendet werden können. Optional kann zur Erkennung der relevanten Zeitpunkte des Beginns und des Endes der Magnetfeldsensordaten auch ein Schwellenwert verwendet werden, um eine einheitliche Messwerterfassung zu ermöglichen.

[0013] Generell kann der Magnetfeldsensor am oder im Rahmen des Zweirads angeordnet sein. Er kann jedoch auch auf andere Art und Weise im Wesentlichen starr mit dem Rahmen gekoppelt sein, indem der Magnetfeldsensor an einer am Rahmen befestigten Komponente angeordnet ist. Denkbar ist hier beispielsweise ein Motor am Zweirad, mit dem das Zweirad zumindest teilweise antreibbar ist. Der Motor kann dabei im Bereich der Tretkurbel angebracht sein, so dass ein Magnetfeldsensor im Inneren des Motors oder am Gehäuse möglichst nah zum Rad, z.B. dem Hinterrad bzw. dem Laufrad angeordnet ist. Dadurch wird ermöglicht, dass der Magnet im Rad bei der Drehung des Rades möglichst nahe am Magnetfeldsensor vorbeikommt, um eine gute Messsignalauflösung zu erhalten.

[0014] Der Magnet ist vorteilhafterweise im Außenbereich des Rades untergebracht, z.B. am oder im Mantel. Alternativ kann der Magnet aber auch an der Felge angebracht oder integriert sein.

[0015] Besonders vorteilhaft ist der Magnet mit seiner Nord-Süd-Ausrichtung radial nach außen am Rad angebracht. Hierdurch liegt ein möglichst starkes nach außen gerichtetes Magnetfeld vor, welches vom Magnetfeldsensor besonders gut erfasst werden kann. Alternativ kann der Magnet mit seiner Nord-Süd-Ausrichtung auch in Umfangsrichtung des Rades angeordnet sein.

[0016] Das Zweirad, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ausgestattet ist, kann beispielsweise ein Elektrofahrrad sein, bei dem der Motor nur unterstützend tätig ist.

[0017] Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

Figurenliste

Figur 1a zeigt ein Zweirad, an dem die Erfindung eingesetzt werden kann. Mit der **Fig. 1b** wird eine Detailansicht des Zweirads dargestellt. Die Diagramme der **Fig. 2** zeigen beispielhaft die erfassten Magnetfeldsensordesignale in den drei Raumrichtungen. In der **Fig. 3** ist eine Vorrichtung abgebildet, mit der das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann. Mit den **Fig. 4a** und **b** werden beispielhaft zwei mögliche Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens mittels jeweils einem Flussdiagramm gezeigt.

Ausführung der Erfindung

[0018] Die vorliegende Erfindung stellt eine Technologie zur Verfügung, um die Drehrichtung eines Rades eines Zweirads festzustellen bzw. zu bestimmen. Aus dieser Drehrichtung des wenigstens einen Rads des Zweirads kann im Folgenden die Bewegungsrichtung des Zweirads abgeleitet werden. Diese Information kann dann für weitere Auswerte- oder Steuerungsverfahren zur Verfügung gestellt oder als Grundlage heran gezogen werden.

[0019] In der Figur 1a ist beispielhaft ein Fahrrads **100** als Zweirad dargestellt, an dem die Erfindung gezeigt werden soll. Darüber hinaus kann die Erfindung auch an jedem anderen Zweirad, z.B. einem Motorrad oder einem Elektrofahrrad angewandt werden. Es ist sogar möglich, das Verfahren an einem einachsigen zweirädrigen Fahrzeug anzuwenden, z.B. einem Segway. Der Einsatz bei einem Kraftfahrzeug, z.B. einem Pkw oder Lkw ist ebenfalls möglich.

[0020] Das Fahrrad **100** gemäß der Figur 1a ist mit einem Rahmen, bestehend aus Unterrohr **110**, Sattelrohr **120** und Oberrohr **130** ausgestattet. Weiterhin weist es eine Tretkurbeleinheit **140** auf, die ein Hinterrad **150** als Antriebs- oder auch Laufrad antreibt. Das Vorderrad **160** dient über den Lenker als Steuerrad, um die Richtung der Bewegung des Fahrrads vorzugeben.

[0021] In der **Fig. 1b** ist beispielhaft das Hinterrad **150** mit der Tretkurbeleinheit **140** dargestellt, um die Funktionsweise der Erfindung deutlich zu machen. Statt einer einfachen Tretkurbeleinheit **140**, bei der lediglich der Radfahrer den Antrieb des Fahrrads mittels der Betätigung der Tretkurbeln aufbringt, kann auch eine Motoreinheit **145** vorgesehen sein, die ganz oder teilweise den Antrieb bzw. Vortrieb des Fahrrads mittels Motorkraft erzeugt. Diese Motoreinheit **145** kann jedoch auch an einer anderen Stelle des Rahmens oder des Fahrradaufbaus angeordnet sein. Denkbar sind hier insbesondere Vorderrad- oder Hinterradantriebe sowie eine Unterbringung im Rahmen. Am Hinterrad **150** ist wenigstens ein Ma-

gnet **170** angeordnet, der sich bei der drehenden Bewegung des angetriebenen Rades mit dreht. In einer ersten Varianten ist der Magnet **170** mit seiner Nord-Süd-Richtung radial nach außen am Hinterrad **150** befestigt. Der Vorteil bei dieser Anordnung besteht darin, dass ein größeres Magnetfeld radial nach Außen erzeugt wird, welches vom Magnetsensor **180** deutlicher erfasst werden kann. Die konkrete Ausrichtung des Nordpols oder des Südpols nach außen spielt für das erfindungsgemäße Verfahren jedoch keine Rolle. In einer zweiten, alternativen Varianten kann der Magnet **175** mit seiner Nord-Süd-Richtung auch in Umfangsrichtung angeordnet werden. Generell sollte der Magnet **170** bzw. **175** im äußeren Bereich des Hinterrads **150** angeordnet sein. Dies kann dadurch realisiert werden, dass der Magnet **170** bzw. **175** am oder im Mantel untergebracht ist. Alternativ kann der Magnet **170** bzw. **175** jedoch auch an oder in der Felge angebracht sein. Letzteres hätte den Vorteil, dass der Magnet einem geringeren Verschleiß unterliegt, da er gegenüber der Fahrbahn und der Verwalkung des Mantels geschützt ist. Optional kann vorgesehen sein, mehrere Magnete **170** bzw. **175** im oder am Hinterrad unterzubringen. Hierdurch kann schneller auf die Drehrichtung geschlossen werden, da kein vollständiger Umlauf des Hinterrads **150** notwendig ist. Voraussetzung ist hierbei jedoch, dass die Magnete **170** bzw. **175** in gleicher Nord-Süd-Ausrichtung eingebaut werden.

[0022] Der Magnetsensor **180**, mit dem die Bewegung des Magnets **170** bzw. **175** über die Änderungen dessen Magnetfelds bei einer Vorwärtsbewegung **190** oder einer Rückwärtsbewegung **195** erfasst wird, kann an unterschiedlichen Stellen am Zweirad bzw. Fahrrad **100** untergebracht, d.h. gekoppelt sein. Zur Erfassung des veränderten Magnetfelds ist eine Anordnung möglichst nahe am Hinterrad **150** zu empfehlen. So kann der Magnetsensor **180** im Bereich der Tretkurbeleinheit **140** aber auch am oder im Gehäuse des Motors **145** angebracht oder integriert sein. Daneben besteht jedoch auch die Möglichkeit, den Magnetsensor **180** an einem anderen Teil des Fahrrads, z.B. dem Rahmen, insbesondere am Unterrohr **110**, am Gepäckträger, am Akkumulator oder an der Hinterradspeiche zu befestigen. Der Magnetsensor **180** kann dabei derart gestaltet sein, dass er alle drei Raumrichtungen **Bx**, **By** und **Bz** erfassen kann. Zur Ableitung der Drehrichtungsinformation aus der Bewegung des Magneten **170** bzw. **175** am Laufrad ist jedoch die Erfassung wenigstens der By-Komponenten, d.h. einer Magnetfeldkomponenten zur Hochachse des Fahrrads notwendig. Alternativ kann bei einer Anordnung des Magneten **170** bzw. **175** mit seiner Polarisation entlang des Umfangs des Rads auch die Erfassung der Magnetfeldkomponenten **Bx**, d.h. in Fahrtrichtung, ausreichend sein, um auf die Drehrichtungsinformation schließen zu können.

[0023] In den Diagrammen der **Fig. 2** sind typische Messsignalverläufe der Magnetfeldsensordaten in drei Raumrichtungen **x**, **y** und **z** dargestellt. Die **x**-Richtung stellt dabei die Richtung dar, in der sich das Fahrrad vorwärts bewegt. Wie bereits erwähnt, repräsentiert die **y**-Richtung die Hochachse des Fahrrads, während die **z**-Achse die Querachse abbildet. Wie bereits ausgeführt, ist für die Erfindung wesentlich, die **By**-Komponente zu erfassen, bei der sich im mittleren Diagramm der **Fig. 2** im Zeitverlauf bei einer Vorwärtsbewegung **190** eine gegenüber der Rückwärtsbewegung **195** spiegelbildlich unterschiedliche Messwertverläufe ergibt. Dies liegt darin, dass die Magnetfeldlinien unterschiedlich gerichtet sind und somit einen gegenpoligen Sensorwert erzeugen. Aus der zusätzlichen Information, dass sich das Fahrzeug nach vorne oder nach hinten bewegt, lässt sich somit eine eindeutige Zuordnung des Messwertsignals zu einer Drehrichtung und damit einer Bewegungsrichtung des Fahrrads erzeugen. Die **Bx**-Komponente im ersten Diagramm zeigt gegenüber der **By**-Komponente lediglich die Annäherung bzw. die Entfernung des Magneten **170** bzw. **175** vom Magnetfeldsensor **180** an. Die Erfassung der **Bz**-Komponenten zeigt im unteren Diagramm einen Versatz zwischen der Vorwärtsbewegung **190** und der Rückwärtsbewegung **195**. Dieser Versatz ist auf die Einbauposition des Magnetfeldsensors **180** am Motor **145** zurückzuführen. Eine Auswertung dieser Information für die vorliegende Erfindung ist nicht erforderlich.

[0024] Aus der Kenntnis des zeitlichen Verlaufs der Magnetfeldsensordaten in den drei Raumrichtungen lässt sich erkennen, dass eine Erfassung des Magnetfelds in **y**-Richtung für die Erfindung ausreichend ist. Dementsprechend kann ein kostengünstiger Magnetfeldsensor **180** gewählt werden, der nur auf eine Raumrichtung empfindlich genug ist.

[0025] Mit der **Fig. 3** wird eine Vorrichtung **300** gezeigt, z.B. eine Verarbeitungseinheit oder eine Steuereinheit, die aus den erfassten Sensordaten eine Drehrichtungsinformation ableitet. Hierzu werde in der Vorrichtung **300**, die typischerweise eine Recheneinheit und einen Speicher **360** aufweist, die Sensordaten des Magnetfeldsensors **310** bzw. **180** eingelesen. Weiterhin ist für das erfindungsgemäße Verfahren erforderlich, dass die Vorrichtung **300** eine Information darüber erhält, dass sich das Fahrrad bewegt bzw. in welcher Richtung es sich bewegt. Hierzu können interne Informationen herangezogen oder extern abgefragt werden. So ist denkbar, dass eine Information über die Tätigkeit einer Antriebseinheit **320** (bzw. des Motors **145** gemäß der **Fig. 1b**) erfasst wird. Indem erfasst wird, dass sich die Antriebseinheit **320** im regulären Antriebsmodus befindet, kann davon ausgegangen werden, dass sich das Fahrrad vorwärts bewegt. Entsprechend kann auch eine Information über eine Betätigung der Antriebseinheit **320** bei einem Rückwärtsfahren dazu genutzt werden, die

Bewegungsrichtung der erfassten Messsignale zuzuordnen. Darüber hinaus können noch weitere Informationen erfasst werden, die für die weitere Auswertung oder eine Steuerung/Regelung in Abhängigkeit der erfassten Drehrichtungsinformation hilfreich sind. So kann die manuelle oder elektrische Betätigung eines Start- bzw. Initiierungsbuttons **330** erfasst werden. Optional können ebenfalls zusätzliche Sensordaten von einem Lenkwinkelsensor **340** oder einem Beschleunigungssensor **350** erfasst werden.

[0026] Nach der Erfassung der Bewegungsrichtung und der Auswertung der Magnetfeldsensordaten in einer definierten Einlernphase, kann diese Zuordnung für spätere Auswertungen und Vergleiche in dem Speicher **360** abgelegt werden. So können anschließend die erneut erfassten Magnetfeldsensordaten des Magnetfeldsensors **310** ohne zusätzliche Bewegungsdaten dazu genutzt werden, die Drehrichtung des Hinterrads **150** sowie die Bewegungsrichtung des Fahrrads zu erkennen. Diese Information kann dazu genutzt werden, verschiedene Komponenten **370** des Fahrrads anzusteuern oder zu optimieren. Auch eine Ausgabe über eine Anzeige **380** ist möglich.

[0027] In einer Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Einlernphase gezielt vom Fahrer oder einem im Fahrrad befindlichen System gestartet bzw. initiiert wird. Hierzu kann die Antriebseinheit **320** gezielt angesteuert werden, um eine Vorwärtsbewegung **190** zu erzeugen. Entsprechend könnte hier auch eine gezielte Rückwärtsbewegung gestartet werden.

[0028] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist keine separate Einlernphase notwendig, wenn die Polarisation des Magneten, d.h. die Ausrichtung der Polarisation beim Einbau bekannt und in der Vorrichtung **300** bzw. dem Speicher **360** gespeichert ist.

[0029] Gemäß der **Fig. 4a** soll im Folgenden ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben werden, welches beispielsweise in der Vorrichtung **300** ablaufen kann. Hierzu wird nach dem Start des Verfahrens in einem ersten Schritt **400** die Antriebseinheit **320** mit dem Ziel gestartet, eine bevorzugte Fortbewegungsrichtung zu erzeugen, z.B. einer Vorwärtsfahrt. Anschließend werden im nächsten Schritt **420** die Sensordaten des Magnetfeldsensors **310** erfasst. Hier kann vorgesehen sein, dass dieser Schritt so lange ausgeführt wird, bis genügend auswertbare Daten vorliegen, z.B. über einen kompletten Umlauf des Hinterrads. Optional kann ein nachfolgender weiterer Schritt **430** vorgesehen sein, bei dem überprüft wird, ob genügend Sensordaten vorliegen, um eine Zuordnung zur Drehrichtung treffen zu können.

[0030] Falls nicht, wird der Schritt **420** erneut durchlaufen. Mit dem nächsten Schritt **440** wird eine Zuordnung der Drehrichtung zu dem erfassten zeitlichen Verlauf der Magnetfeldsensordaten durchgeführt. Diese Information wird für weitere Verarbeitungsschritte abgespeichert oder anderen Steuer- oder Regelungssystemen zur Verfügung gestellt, bevor das Verfahren beendet wird. Durch die Festlegung der Drehrichtung in Abhängigkeit der erfassten Magnetfeldsensordaten kann anschließend ohne die Erfassung der Bewegung auf die Richtung geschlossen werden, in der sich das Fahrrad bewegt.

[0031] Optional kann in diesem Ausführungsbeispiel auch ein weiterer Schritt **410** nach dem Starten der Antriebseinheit **320** im Schritt **400** eingefügt werden. In diesem Schritt wird explizit die Bewegung des Fahrrads erfasst und das Verfahren mit Schritt **420** nur fortgeführt, wenn sich das Fahrrad auch tatsächlich bewegt. Diese Abfrage kann dabei erkennen, ob das Fahrrad sich tatsächlich in einem Fortbewegungsmodus befindet und nicht z.B. für Wartungszwecke aufgebockt ist.

[0032] Die Fig. **4b** zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem die Einlernphase während des normalen Betriebs des Fahrrads durchgeführt werden kann. Hierbei wird nach dem Start des Verfahrens in einem ersten Schritt **500** überprüft, ob die Antriebseinheit **320** überhaupt in Betrieb ist. Falls dies nicht der Fall ist, wird das Verfahren beendet. Entsprechend des Schritts **420** bzw. des optionalen Schritts **430** werden in den nachfolgenden Schritten **510** und **520** die Magnetfeldsensordaten erfasst, die zu einer Zuordnung der Drehrichtung erforderlich sind. Der nächste Schritt **530** entspricht in diesem Ausführungsbeispiel dem Schritt **440**, in dem den erfassten zeitabhängigen Magnetfeldsensordaten eine Drehrichtung zugeordnet und diese Information abgespeichert wird.

[0033] Generell kann so nach der Einlernphase eine Drehrichtungszuordnung herangezogen werden, um alleine auf der Basis weiterer zeitaufgelöster Magnetfeldsensordaten die Bewegungsrichtung des Fahrrads zu erkennen. Diese daraus dann abgeleitete Drehrichtungsinformation kann anschließend für verschiedene Steuer- und/oder Regelungsverfahren verwendet werden. Es ist jedoch auch möglich, basierend auf dieser Drehrichtungsinformation eine für das Fahrrad untypische Rückwärtsfahrt zu erkennen, um gegebenenfalls Gegenmaßnahmen einzuleiten, z.B. die Aktivierung einer Bremse bei der Vermutung eines Hangabtriebs. Weiterhin kann diese Drehrichtungsinformation und damit die Erkennung der Bewegungsrichtung in Abhängigkeit alleine von den Magnetfeldsensordaten für Navigationszwecke oder Streckenaufzeichnungen verwendet werden. Hierzu kann sinnvoll sein, weitere Informationen zu erfassen, z.B. GPS-Daten, Sensordaten eines Lenkwinkel-

sensors oder einer Geschwindigkeit. Die Drehrichtungsinformation kann auch dazu genutzt werden, um anderweitige Geschwindigkeitserfassungen zu überprüfen, um so Manipulationen oder falsche Werte zu erkennen.

[0034] Optional können die Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. **4a** und Fig. **4b** auch ohne separate Einlernphase durchgeführt werden. Hierzu ist jedoch notwendig, dass die Auswerteeinheit bzw. der Auswertalgorithmus eine Information über die Einbaulage, d.h. die Polarisation des Magneten, enthält.

[0035] In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird aus den erfassten Magnetfeldsensordaten direkt die Drehgeschwindigkeit des überwachten Rades und gegebenenfalls mit der Kenntnis über den Radumfang daraus abgeleitet die Geschwindigkeit des Zweirads, zum Beispiel eines Elektrofahrrads ermittelt. Hierzu werden aufeinander folgende Magnetfeldsensordaten verwendet, die durch den wenigstens einen Magneten **160** bzw. **170** im überwachten Rad im Magnetfeldsensorelement **180** erzeugt werden. Sind mehrere Magnete im Rad angeordnet, ist nur eine Teilumdrehung des Rades notwendig, um die Drehgeschwindigkeit abzuleiten. Vorteilhafterweise werden die Magnete dabei gleichmäßig entsprechend der Radumfangsfläche verteilt. Eine derartige Verteilung hat auch den Vorteil, dass Änderungen in der Drehgeschwindigkeit zu jedem Zeitpunkt schneller erkannt werden können, da kein vollständiger Umlauf des Rades erforderlich ist. Zur korrekten Auswertung der Zeitabstände zwischen den Magnetfeldsensordaten ist jedoch erforderlich, dass die Auswerteeinheit, z.B. die Vorrichtung **300**, Zugriff auf die Anzahl, den Anbringungsort am Rad sowie den Umfang des Rades hat. Derartige Daten können im Speicher **360** abgelegt sein und gegebenenfalls auch durch den Fahrer eingegabbar gestaltet sein.

[0036] Die erfassten Magnetfeldsensordaten können auch hinsichtlich ihres zeitlichen Verhaltens dazu verwendet werden, die Drehgeschwindigkeit des Rades und daraus die Geschwindigkeit des Zweirads zu abzuleiten. So kann bei der Kenntnis der Umfangsbreite des wenigstens einen Magneten aus der Signalfrequenz der Magnetfeldsensordaten ein Maß für die Drehgeschwindigkeit abgeleitet werden. Hierbei kann vorgesehen sein, dass ein Schwellenwert vorgesehen ist, der bei Überschreiten das Vorliegen eines Magnetfeldsensordaten in Abhängigkeit des Durchgangs des Magneten in Erfassungsreichweite anzeigt. Entsprechend kann der gleiche Schwellenwert verwendet werden, um bei einem nachfolgenden Unterschreiten das Heraustreten des Magneten aus dem Erfassungsbereich anzeigt. Aus der zeitlichen Differenz beider Schwellenwertvergleiche kann so in Abhängigkeit von der Umfangslänge des Magneten auf die Drehgeschwindigkeit geschlossen werden. Hierzu können zusätzlich noch der geringste Ab-

stand zwischen Magnet und Magnetfeldsensor als auch der Reifenumfang herangezogen werden.

[0037] Optional kann auch vorgesehen sein, dass die Schwellenwerte zur Feststellung des Erreichens und des Verlassens der Erfassungsreichweite unterschiedlich ausgestaltet sind. So ist beispielsweise anhand der Magnetfeldsignale B_y in **Fig. 2** deutlich erkennbar, dass je nach Ausrichtung des Magneten am oder im Rad unterschiedliche Schwellenwerte gewählt werden müssen. Bei der Verwendung der B_x - oder B_z -Komponenten des Magnetfeldsignals kann dagegen jeweils ein einheitlicher Schwellenwert Festlegung der Zeitdauer im Erfassungsbereich ausreichen.

[0038] Die Schwellenwerte können fest gewählt oder in Abhängigkeit von den Eigenschaften des verwendeten Magneten, den Eigenschaften des Magnetfeldsensor, dem maximalen Wert der erfassten Magnetfeldstärke und/oder dem Abstand zwischen Magnet bzw. Hinterrad und Magnetfeldsensor eingestellt werden.

[0039] Mit der Erfassung der Signalbreite der Magnetfeldsignale können bei der Verwendung jeweils eines Magneten zwei unterschiedliche Geschwindigkeitserfassungen während eines Umlaufs realisiert werden. Neben der üblichen (langsamen) Drehbewegungserfassung durch die Sensorsignalerfassung nach einem vollständigen Umlauf ergibt sich so auch eine (schnelle) Drehbewegungserfassung während sich der eine Magnet in der Erfassungsreichweite des Magnetfeldsensors befindet. Werden mehrere Magnete in dem Rad angeordnet, kann somit die Erfassungszeit für die Drehgeschwindigkeit des Rades bzw. die Fortbewegungsgeschwindigkeit des Zweirads deutlich erhöht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Drehrichtung eines Rades (150) eines Zweirads (100), insbesondere eines Fahrrads, wobei das Zweirad (100) einen mit dem Rahmen (110, 120, 130, 140) gekoppelten Magnetfeldsensor (180) und ein Rad (150) mit einem Magneten (170, 175) aufweist, wobei

- eine Information über die Bewegung des Zweirads (100) erfasst wird, und
- erste Magnetfeldsensordesignale des Magneten (170, 175) erfasst werden, welche die Drehbewegung des Rades (150) in Abhängigkeit der Bewegung des Zweirads (100) repräsentieren, und
- zweite Magnetfeldsensordesignale des Magneten (170, 175) erfasst werden, und
- eine Drehrichtungsinformation in Abhängigkeit von einem Vergleich der ersten und zweiten Magnetfeldsensordesignale erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zweirad (100) einen Motor (145, 320) zur Erzeugung eines Vortriebs des Zweirads (100) aufweist, wobei während der Erfassung der ersten Magnetfeldsensordesignale der Motor (145, 320) zur Erzeugung des Vortriebs angesteuert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass lediglich die Magnetfeldkomponente in einer Richtung des Zweirads (100), insbesondere die Magnetfeldkomponente (B_y) in Richtung der Hochachse (y), für die ersten und zweiten Magnetfeldsensordesignale erfasst werden.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Geschwindigkeitsinformation, welche die Fortbewegung des Zweirads (100) repräsentiert, in Abhängigkeit der Drehrichtung erzeugt wird.

5. Vorrichtung (300) zur Bestimmung der Drehrichtung eines Rades (150) eines Zweirads (100), insbesondere eines Fahrrads, wobei das Zweirad (100) einen mit dem Rahmen (110, 120, 130, 140) gekoppelten Magnetfeldsensor (180, 310) und ein Rad (150) mit einem Magneten (170, 175) aufweist, wobei die Vorrichtung (300)

- eine Information über die Bewegung des Zweirads (100) erfasst, und
- erste Magnetfeldsensordesignale des Magneten (170, 175) erfasst, welche die Drehbewegung des Rades (150) in Abhängigkeit der Bewegung des Zweirads (100) repräsentieren, und
- zweite Magnetfeldsensordesignale des Magneten (170, 175) erfasst, und
- eine Drehrichtungsinformation in Abhängigkeit von einem Vergleich der ersten und zweiten Magnetfeldsensordesignale erzeugt.

6. Vorrichtung (300) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zweirad einen am oder im Rahmen (110, 120, 130, 140) angeordneten Motor (145, 320) zur Erzeugung eines Vortriebs des Zweirads (100) aufweist, wobei die Vorrichtung (300) während der Erfassung der ersten Magnetfeldsensordesignale den Motor (145, 320) zur Erzeugung eines Vortriebs ansteuert.

7. Vorrichtung (300) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (300) lediglich die Magnetfeldkomponente in einer Richtung des Zweirads (100), insbesondere die Magnetfeldkomponente (B_y) in Richtung der Hochachse (y), für die ersten und zweiten Magnetfeldsensordesignale erfasst.

8. Vorrichtung (300) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (300) eine Geschwindigkeitsinformation, welche

die Fortbewegung des Zweirads (100) repräsentiert, in Abhängigkeit der Drehrichtung erzeugt.

9. Zweirad (100), insbesondere ein Fahrrad, mit einer Vorrichtung (300) nach einem der Ansprüche 5 bis 8 oder einer Verarbeitungseinheit, welche ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 durchführt, wobei das Zweirad (100) einen mit dem Rahmen (110, 120, 130, 140) gekoppelten Magnetfeldsensor (180, 310) und ein Rad (150) mit einem Magneten (160, 170) aufweist, wobei die Vorrichtung (300) oder die Verarbeitungseinheit

- eine Information über die Bewegung des Zweirads (100) erfasst, und
- erste Magnetfeldsensordaten des Magneten (170, 175) erfasst, welche die Drehbewegung des Rades (150) in Abhängigkeit der Bewegung des Zweirads (100) repräsentieren, und
- zweite Magnetfeldsensordaten des Magneten (170, 175) erfasst, und
- eine Drehrichtungsinformation in Abhängigkeit von einem Vergleich der ersten und zweiten Magnetfeldsensordaten erzeugt.

10. Zweirad (100) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zweirad (100) einen am oder im Rahmen (110, 120, 130, 140) angeordneten Motor (145, 320) zur Erzeugung eines Vortriebs des Zweirads (100) aufweist, wobei die Zweirad (100) oder die Verarbeitungseinheit während der Erfassung der ersten Magnetfeldsensordaten den Motor (145, 320) zur Erzeugung eines Vortriebs ansteuert.

11. Zweirad (100) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Magnetfeldsensor (180, 310) im oder am Motor (145, 320) angeordnet ist.

12. Zweirad (100) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Magnet (170, 175) im Außenbereich des Rades (150) untergebracht ist, insbesondere in oder an der Felge.

13. Zweirad (100) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausrichtung des Magneten (170, 175) radial erfolgt.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Fig. 1a

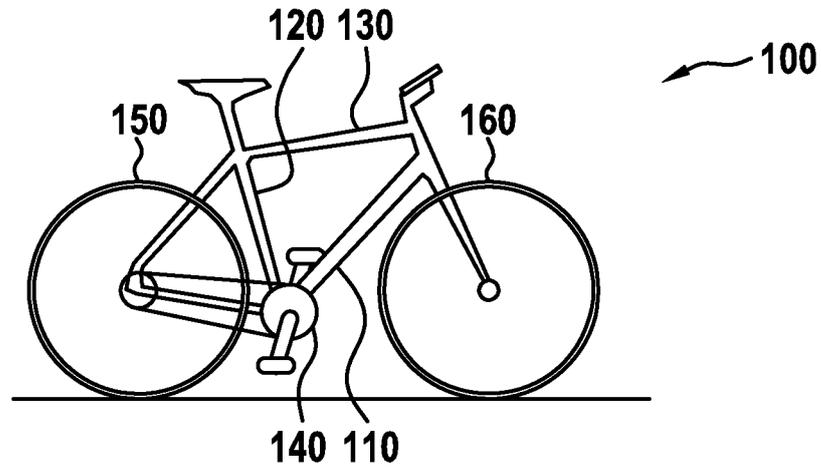


Fig. 1b

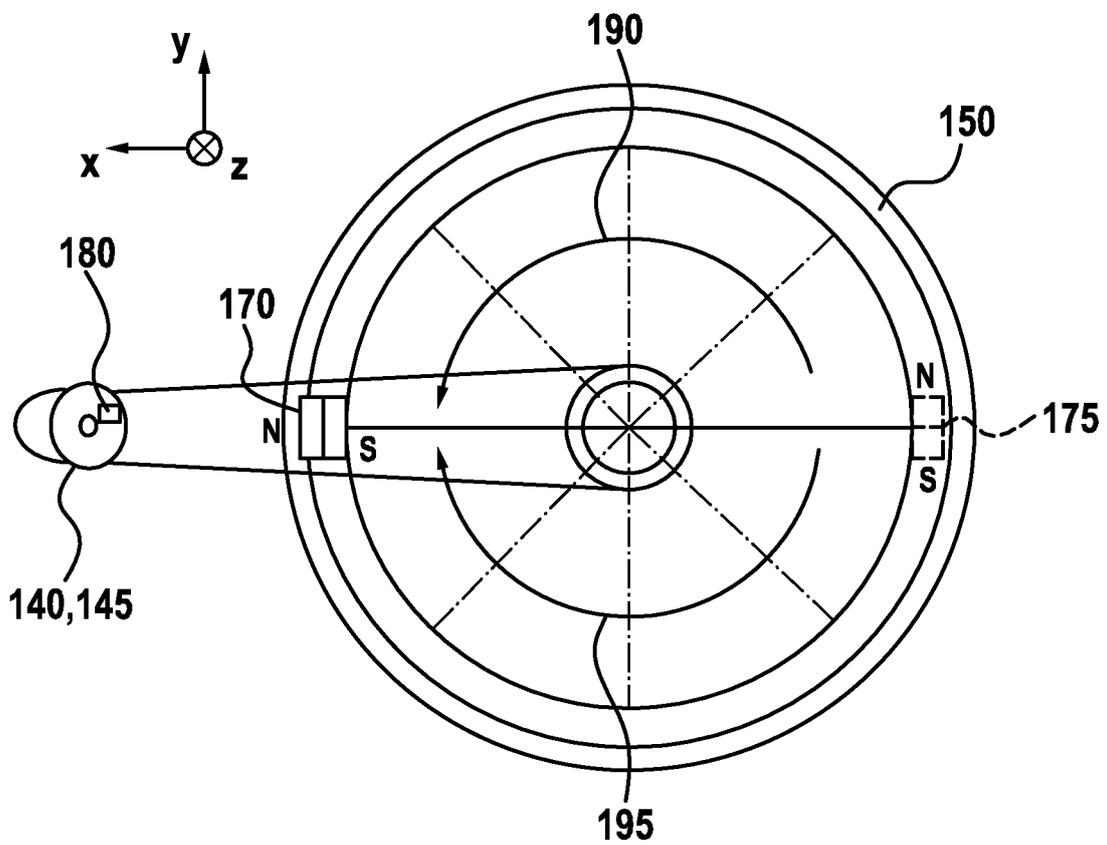


Fig. 2

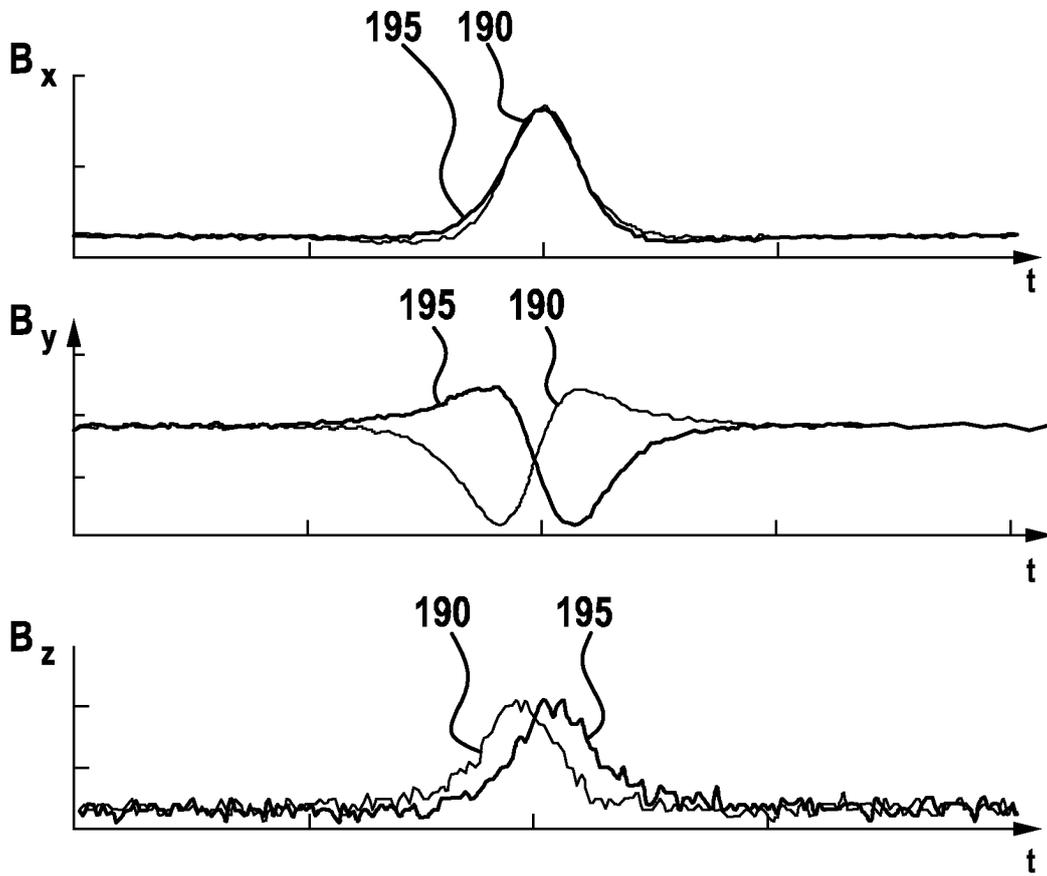


Fig. 3

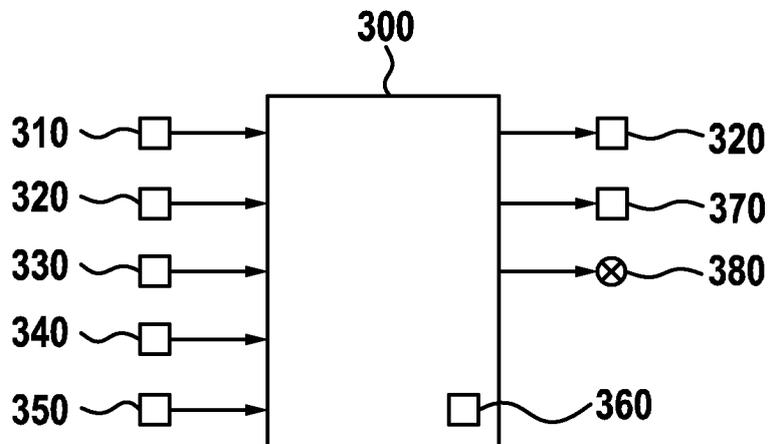


Fig. 4a

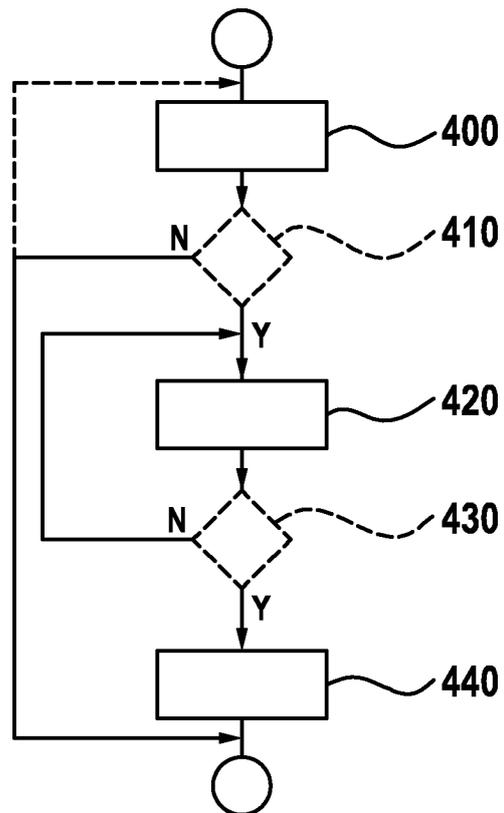


Fig. 4b

