



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 58 846 A1** 2004.07.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 58 846.5**
(22) Anmeldetag: **17.12.2002**
(43) Offenlegungstag: **01.07.2004**

(51) Int Cl.7: **G01B 7/30**

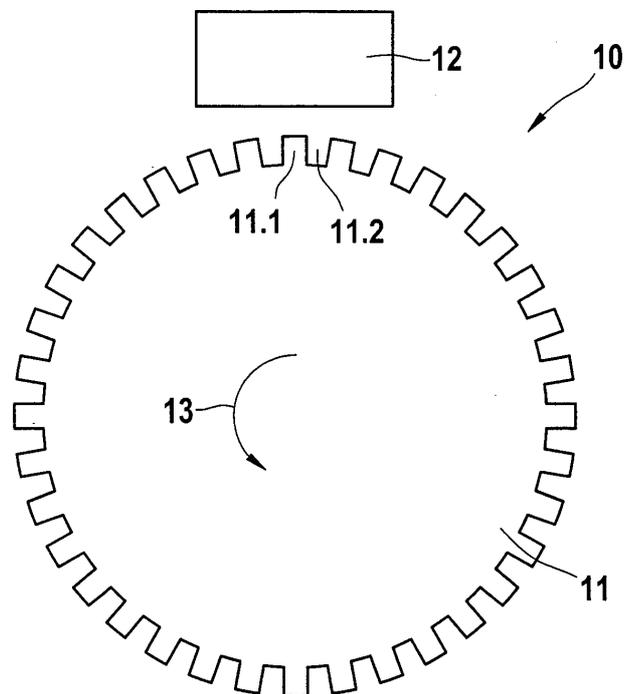
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Rechberger, Klaus, 71638 Ludwigsburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Einrichtung zur Drehwinkelerfassung eines drehbaren Elements**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung 10 zur Erfassung des Drehwinkels eines drehbaren Elements. Die Einrichtung 10 umfasst ein Impulsrad 11 und mindestens einen dem Impulsrad 11 zugeordneten magnetoresistiven Sensor 12. Der Sensor 12 ist in ein Joch 12.1 eingespannt und mit diesem ortsfest derart in Bezug auf das drehbare Impulsrad 11 ausgerichtet, dass sich in einer ersten Drehlage des Impulsrads 11 ein Ausgangssignal des Sensors 11 und in einer zweiten Drehlage kein Ausgangssignal ergibt.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Drehwinkelerfassung eines drehbaren Elements nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Derartige Einrichtungen dienen der möglichst genauen Erfassung der Winkellage eines drehbaren Elements, beispielsweise einer Welle, eines Geber- oder Impulsrads oder dergleichen. Eine genaue Erfassung der Winkelstellung ist beispielsweise dann erforderlich, wenn Steuerungseingriffe winkelabhängig durchgeführt werden müssen. Typische Anwendungen im Automotivbereich sind Zündung, Kraftstoffeinspritzung, Kraftstoffförderung und Kurbelwellenstartergeneratoren.

Stand der Technik

[0002] Für die Drehwinkelerfassung von sich drehenden Elementen, insbesondere bei Fahrzeugen, werden häufig magnetoresistive Sensoren eingesetzt. Dabei werden ein passives Zahnrad und ein Sensor mit einem aufgesetzten Permanentmagnet verwendet. Die Sensoren sind so ausgestattet, dass nur ein Tangentialfeld zu einer Änderung des magnetischen Widerstandswertes führt und damit zu einer gut erkennbaren Schaltflanke im Ausgangssignal des Sensors. Mit einem derartigen Sensor ist eine Lageerkennung in der Regel erst dann möglich, nachdem sich ein von dem Sensor abgetastetes Impulsrad um mindestens eine Zahnteilung gedreht hat. Der Indeximpuls liefert erst dann die absolute Lage (das heißt es ist keine true power-on-Erkennung möglich). Für eine Lageerkennung ab Drehzahl 0 ist ein derartiges System somit nicht geeignet. Soll eine Lageerkennung in einem Drehzahlbereich von 0 bis 7000 U/min, also bereits ab Drehzahl 0, möglich sein, dann werden üblicherweise Sensoren eingesetzt, die mit einem aktiven Impulsrad arbeiten. Ein solches aktives Impulsrad trägt Permanentmagneten, deren Felder von magnetoresistiven Sensoren oder Hallensoren ausgewertet werden. Aus Kostengründen ist jedoch der Durchmesser eines solchen Impulsrades begrenzt.

Aufgabenstellung

[0003] Die Erfindung beschreibt eine Einrichtung, die eine Drehwinkelerfassung bereits ab Drehzahl Null ermöglicht. Die Einrichtung gestattet nämlich schon bei Drehzahl Null zu erkennen, ob ein Zahn oder eine Lücke eines Impulsrades sich gerade unter dem Sensor befindet.

[0004] Als besonders bevorzugter Anwendungsbereich der Einrichtung bietet sich die Drehwinkelerfassung bei einer durch Permanentmagnete erregten Synchronmaschine an, die als Kurbelwellenstartergenerator eingesetzt wird. Um einen derartigen Kur-

belwellenstartergenerator mit vollem Drehmoment starten zu können, ist es notwendig, die Drehlage der Kurbelwelle bereits im Stillstand zu erkennen, um die Bestromung des Kurbelwellenstartergenerators mit dem geeigneten Stromraumzeiger zu ermöglichen. Die Lageerkennung muss dabei nicht allzu genau sein. Für die Praxis ist es völlig ausreichend, zu wissen, ob ein magnetischer Nordpol oder ein magnetischer Südpol unter der Sensorachse liegt. Man verwendet zweckmäßig ein passives, weichmagnetisches Impulsrad mit p Zähnen und p Lücken. Die Zahl p entspricht dabei der Polpaarzahl der als Kurbelwellenstartergenerator verwendeten permanentmagneterregten Synchronmaschine. So ist es möglich, bereits mit einem einzigen Sensor zu erkennen, ob ein magnetischer Nordpol oder ein magnetischer Südpol unter der Sensorachse liegt. Wird zusätzlich noch ein zweiter Sensor eingesetzt, der um einen Winkelabstand von $90^\circ/p$ am Umfang versetzt ist, so kann man damit bereits im Stillstand die Lage des Impulsrades bis auf einen maximalen Fehler von 90° genau elektrisch ermitteln. Diese Genauigkeit ist für den erfolgreichen Start eines Kurbelwellenstartergenerators ausreichend.

[0005] Das passive Impulsrad lässt sich einfach und kostengünstig herstellen.

Ausführungsbeispiel

[0006] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nahestehend näher erläutert.

[0007] Es zeigt:

[0008] **Fig. 1** eine schematische Darstellung einer Einrichtung zur Erfassung der Drehlage mit einem Impulsrad und einem Sensor,

[0009] **Fig. 2** in einer vergrößerten Darstellung den Ausschnitt eines Impulsrades, dessen Zähne eine unterschiedliche Position zu einem Sensor einnehmen, bei einer bekannten Einrichtung,

[0010] **Fig. 3** in einer vergrößerten Darstellung den Ausschnitt eines Impulsrades dessen Zähne eine unterschiedliche Position zu einem Sensor einnehmen, bei einer erfindungsgemäß ausgestalteten Einrichtung,

[0011] **Fig. 4** ein Impulsrad mit zwei um 90° zueinander versetzten Sensoren.

[0012] Ausführungsvarianten

[0013] **Fig. 1** zeigt zunächst, in einer schematischen Darstellung, eine Einrichtung **10** zur Erfassung des Drehwinkels eines drehbaren Elements **11**. Bei diesem drehbaren Element kann es sich beispielsweise um die Welle einer elektrischen Maschine oder einer Brennkraftmaschine handeln. Insbesondere handelt es sich um ein mit einer drehbaren Welle drehfest verbundenes Impulsrad **11**. Das Impulsrad **11** verfügt über auf seinem Außenumfang angeordnete Zähne **11.1**, die durch Zahnlücken **11.2** voneinander getrennt sind. Beispielsweise verfügt das Impulsrad **11** über eine Anzahl p Zähne und eine Anzahl p Zahnlücken. Die Anzahl p wird üblicherweise als

Polpaarzahl bezeichnet. In Nachbarschaft des Impulsrades **11** ist ein Sensor **12** ortsfest angeordnet, der bei einer Drehbewegung des Impulsrades **11**, die sich an ihm vorbei bewegenden Zähne **11.1** und Zahnlücken **11.2** abtastet. Es ist bekannt, dafür sogenannte AMR-Sensoren einzusetzen, also Sensoren, die sich den anisotropen magnetoresistiven Effekt zunutze machen. Jedoch kann ein solches Impulsrad auch mit anderen Sensoren abgetastet werden, die beispielsweise den Hall-Effekt ausnutzen.

[0014] Aus Kostengründen werden bevorzugt passive Impulsräder eingesetzt, bei denen wenigstens die Zähne aus einem weichmagnetischen Material bestehen, die jedoch keine aktiven magnetischen Komponenten, wie beispielsweise einen Permanentmagneten, tragen. Als Sensor werden bevorzugt AMR-Sensoren eingesetzt, die selbst einen Permanentmagneten tragen. Derartige Sensoren sind so ausgestaltet, dass nur ein Tangentialfeld zu einer messtechnisch erfassbaren Änderung des magnetischen Widerstands führt, die sich beispielsweise in einer leicht auswertbaren Flanke des Sensorausgangssignals äußert. Dies wird an einer bekannten Einrichtung der gattungsgemäßen Art erläutert, die in **Fig. 2** dargestellt ist.

[0015] **Fig. 2** zeigt in einer vergrößerten Darstellung den Ausschnitt eines Impulsrades **11**, dessen Zähne eine unterschiedliche Position zu einem Sensor **100** einnehmen. Der Sensor **100** umfasst einen Sensorkopf **110**, welcher in einem geringen Abstand zur Oberseite einzelner Zähne **11.1** des Impulsrades **11** aufgenommen ist. In Stellung A des Impulsrades **11** befindet sich unterhalb des Sensors **100** gerade eine Zahnlücke **11.2**. In Stellung B des Impulsrades befindet sich unter dem Sensor **100** gerade ein Zahn **11.1** des Impulsrades **11**. Aus dem Verlauf der durch Pfeile **111** dargestellten Feldlinien ist erkennbar, dass in beiden Positionen A und B des Impulsrades **11** keine Tangentialkomponente des Feldes vorliegt und demzufolge in beiden Positionen A und B des Impulsrades kein auswertbares Sensorausgangssignal des Sensors **100** zu erwarten ist. Erst in Position C des Impulsrades **11** dagegen ist, wie die Darstellung in **Fig. 2** zeigt, eine merkliche Tangentialkomponente des Feldes gegeben, die zu einem verwertbaren Ausgangssignal des Sensors **100** führt. Diese Art der Lageerkennung funktioniert also erst dann, nachdem das Impulsrad **11** sich erst um mindestens eine Zahnteilung gedreht hat. Der dann auswertbare Indeximpuls liefert erst dann eine Information über die absolute Drehlage des Impulsrades **11**. Für eine Lageerkennung des Impulsrades ab Drehzahl Null, also schon bei Stillstand, ist diese bekannte Einrichtung also nicht anwendbar. Unter Bezug auf **Fig. 3** wird nun eine erfindungsgemäße Einrichtung beschrieben, mit der eine Erkennung der Drehlage eines drehbaren Elements bereits in Ruhelage des drehbaren Elements ermöglicht wird. **Fig. 3** zeigt in einer vergrößerten Darstellung den Ausschnitt eines Impulsrades **11**, dessen Zähne **11.1** eine unterschiedliche Position zu einem Sensor

12 einnehmen, bei einer erfindungsgemäß ausgestatteten Einrichtung **10**. Bei dem Sensor **12** handelt es sich bevorzugt um einen magnetoresistiven Sensor. Der Sensor **12** ist in aus einem weichmagnetischen Material bestehendes Joch **12.1** eingespannt. Das Joch **12.1** ist derart ortsfest in Bezug auf das Impulsrad **11** befestigt, dass sich die Feldlinien **12.2** des Sensors **12** im Wesentlichen senkrecht zu einem Radius des Impulsrades **11** erstrecken. In **Fig. 3** der Zeichnung sind zwei unterschiedliche Positionen oder Drehlagen des Impulsrades **11** in Bezug auf den Sensor **12** dargestellt. Nämlich die Positionen A und B. In Position B befindet sich gerade eine Zahnlücke **11.2** des Impulsrades **11** unter dem Sensor **12**. Wie die schematisch durch Pfeile angedeuteten Feldlinien **12.2** zeigen, wird der magnetische Fluss ausschließlich über das Joch **12.1** und den Luftspalt des Jochs geführt. Der Sensor **12** „sieht“ also keine Tangentialkomponente des Felds. In Position A des Impulsrades **11** befindet sich gerade ein Zahn **11.1** des Impulsrades **11** unter dem Sensor **12**. Wie **Fig. 3** zeigt, wird der durch die Feldlinien **12.2**, **12.3** repräsentierte magnetische Fluss wenigstens zum Teil (Feldlinien **12.3**) in Tangentialrichtung des Sensors **12** abgelenkt. Der Sensor **12** erkennt diese Tangentialkomponente des magnetischen Flusses und gibt ein entsprechendes Ausgangssignal ab. Sowohl in Position A als auch in Position B des Impulsrades **11** sind somit eindeutige Signalzustände gegeben, die eine eindeutige Erkennung der Drehlage des Impulsrades **11** bereits in Ruhelage, also bei Drehzahl Null, ermöglichen.

[0016] Die erfindungsgemäße Einrichtung ist besonders geeignet für die Erkennung der Drehwinkel Lage bei einem Kurbelwellenstartergenerator. Um nämlich einen Kurbelwellenstartergenerator mit vollem Drehmoment starten zu können, ist es notwendig, die Lage der Kurbelwelle bereits im Stillstand, also bei Drehzahl Null, erkennen zu können, um die Bestromung des Kurbelwellenstartergenerators mit dem passenden Stromraumzeiger zu ermöglichen. Die Lageerkennung muss dabei nicht einmal extrem genau sein. Es ist hinreichend zu wissen, ob in der Maschine ein magnetischer Nordpol oder ein magnetischer Südpol unter der Sensorachse liegt. In dem schon beschriebenen Ausführungsbeispiel einer Einrichtung gemäß **Fig. 3** werde ein passives Impulsrad **11** mit einer Polpaarzahl p , also mit p Zähnen und p Zahnlücken, eingesetzt. Mit einem einzigen erfindungsgemäß ausgestatteten Sensor **12** ist es jetzt ohne weiteres möglich zu erkennen, ob sich ein Zahn **11.1** oder eine Zahnlücke **11.2** des Impulsrades **11** unter dem Sensor **12** befindet. Diese Information ist ausreichend, um den geeigneten Stromraumzeiger für die Ansteuerung des Kurbelwellenstartergenerators auszuwählen.

[0017] Anhand von **Fig. 4** wird ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert. In **Fig. 4** ist ein Impulsrad **11** mit zwei um 90° zueinander versetzten Sensoren. **12**, **14** dargestellt. Mit einer derartigen Einrichtung kann bereits im Stillstand die absolute Dreh-

winkellage des Impulsrads **11** durch Auswertung der Ausgangssignale der Sensoren **12**, **14** auf elektrischem Wege mit einem maximalen Fehler von 90° ermittelt werden. Das ist aber für einen erfolgreichen Start eines Kurbelwellenstartergenerators völlig ausreichend. Der Einsatz eines zweiten Sensors bietet darüber hinaus die Möglichkeit, die Drehrichtung des sich in Bewegung setzenden Impulsrads schnellstmöglich zu erkennen.

[0018] Da das Impulsrad **11** aus einfachem weichmagnetischem Material bestehen kann und keinerlei magnetische Komponenten aufweist, ist es vergleichsweise einfach und preiswert herzustellen. Als Sensoren **12**, **14** werden vorzugsweise magnetoresistive Sensoren eingesetzt, die sich bei den rauen Umgebungsbedingungen im Automotivbereich bereits gut bewährt haben.

Bezugszeichenliste

10.1	Einrichtung
11	Impulsrad
11.1	Zahn
11.2	Zahnlücke
12	Sensor
12.1	Joch
12.2	Flusslinie
12.3	Flusslinie (Tangentialkomponente)
13	Pfeil (Drehrichtung Sensor)
14	weiterer Sensor
100	Sensor
110	Sensorkopf
111	Verlauf der Feldlinien

Patentansprüche

1. Einrichtung (**10**) zur Drehwinkelerfassung eines drehbaren Elements (Impulsrad **11**) unter Verwendung eines Sensors (**12**, **14**), der ein oder mehrere von der Stellung des drehbaren Elements (Impulsrad **11**) abhängende Signale erzeugt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (**12**) derart in Bezug auf das drehbare Element (Impulsrad **11**) ausgerichtet ist, dass bei Passieren eines ersten Teilbereichs (Zahnlücke **11.2**) des drehbaren Elements (Impulsrad **11**) der magnetische Fluss des Sensors (**12**) im wesentlichen ungestört verläuft, und dass bei Passieren eines zweiten Teilbereichs (Zahn **11.1**) des drehbaren Elements (Impulsrad **11**) der magnetische Fluss des Sensors (**12**) derart in Richtung auf den zweiten Teilbereich (Zahn **11.1**) des drehbaren Elements (Impulsrad **11**) abgelenkt wird, dass sich eine Tangentialkomponente (Feldlinie **12.3**) des magnetischen Flusses ergibt.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (**12**) in ein weichmagnetisches Joch (**12.1**) eingespannt ist und derart ortsfest in Bezug auf das drehbare Element (Impulsrad **11**) ausgerichtet ist, dass der magnetische Fluss

(Feldlinien **12.2**) im Wesentlichen senkrecht zu einem Radius des drehbaren Elements (Impulsrad **11**) ausgerichtet ist.

3. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das drehbare Element ein auf dem Außenumfang eine Anzahl (p) Zähne (**11.1**) und eine Anzahl (p) Zahnlücken (**11.2**) tragendes Impulsrad (**11**) ist.

4. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Impulsrad (**112**) ein passives Impulsrad ist.

5. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Impulsrad (**11**) aus einem weichmagnetischen Material besteht.

6. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie Bestandteil eines Kurbelwellenstartergenerators ist.

7. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zwei Sensoren (**12**, **14**) umfasst, die um einen Winkel von 90° zueinander versetzt angeordnet sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

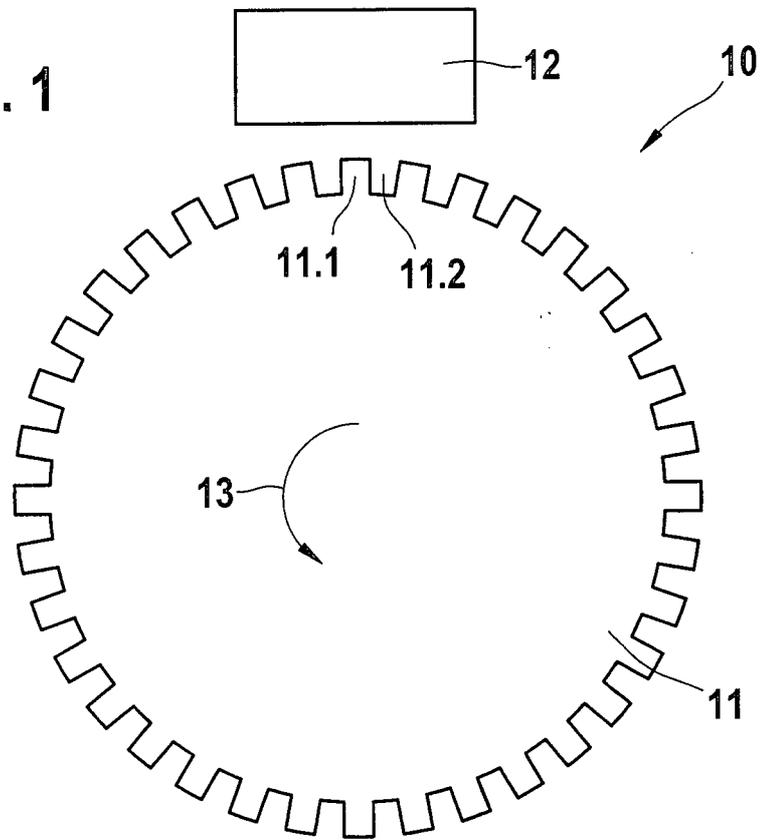


Fig. 2

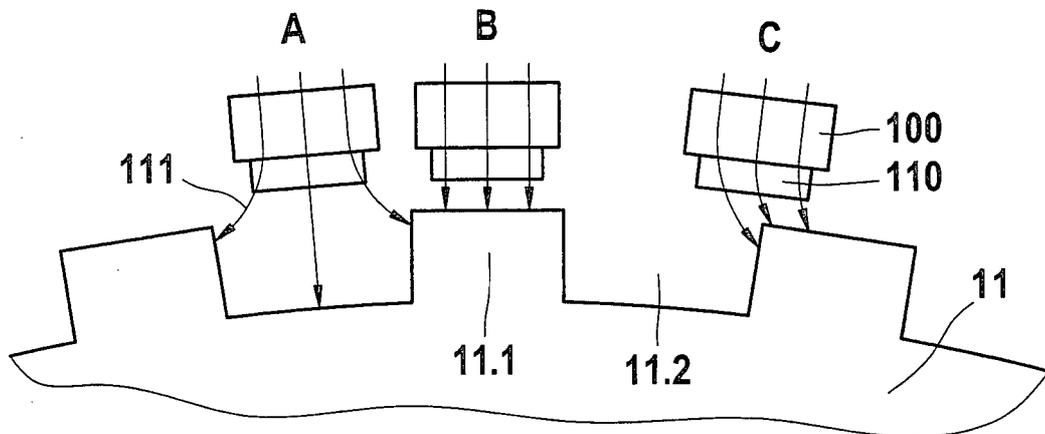


Fig. 3

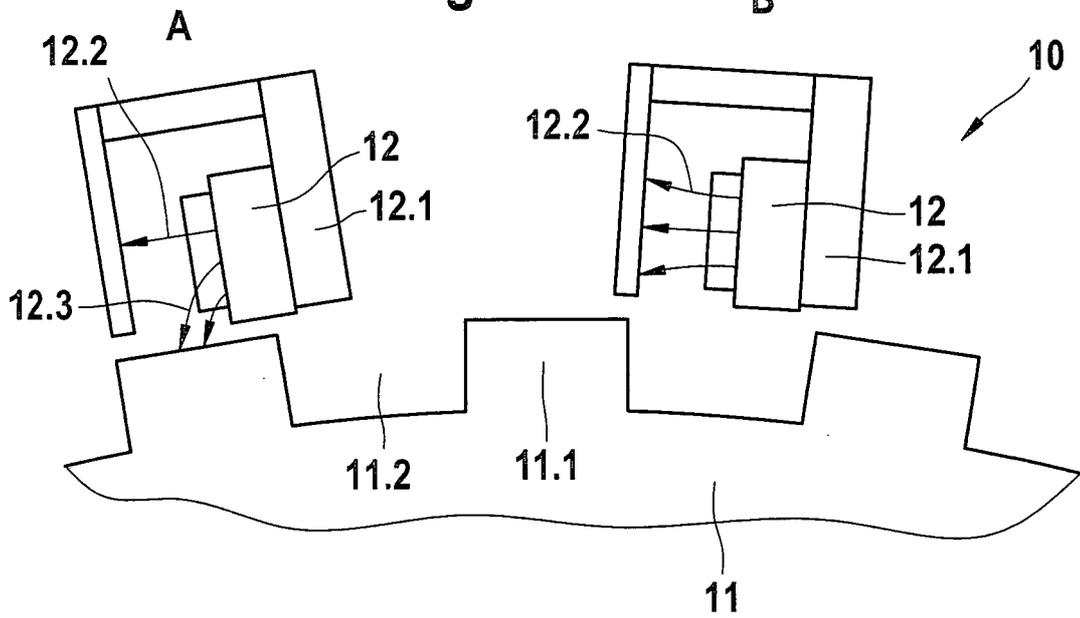


Fig. 4

