



(10) **DE 10 2019 202 115 A1** 2020.08.20

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 202 115.8**  
(22) Anmeldetag: **18.02.2019**  
(43) Offenlegungstag: **20.08.2020**

(51) Int Cl.: **H02K 29/08 (2006.01)**  
**H02K 11/215 (2016.01)**

(71) Anmelder:  
**Brose Fahrzeugteile SE & Co.  
Kommanditgesellschaft, Würzburg, 97076  
Würzburg, DE**

(72) Erfinder:  
**Büchner, Sven Anton, 97723 Oberthulba, DE;  
Kamm, Gabriel, 97318 Biebelried, DE; Nelson,  
Benjamin, 97337 Dettelbach, DE**

(74) Vertreter:  
**FDST Patentanwälte Freier Dörr Stammler  
Tschirwitz Partnerschaft mbB, 90411 Nürnberg,  
DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

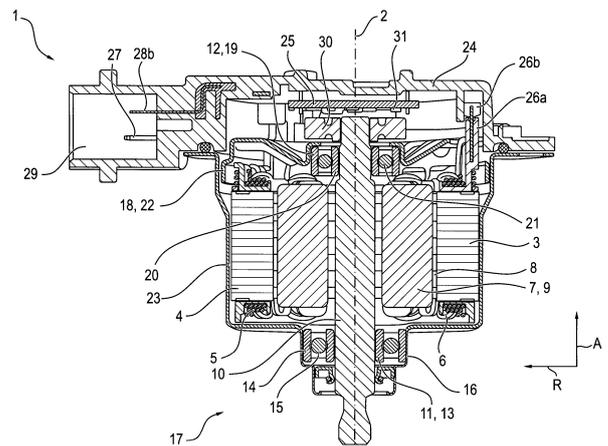
DE	103 12 869	A1
DE	10 2004 059 181	A1
DE	10 2008 040 318	A1
DE	10 2015 002 562	A1
DE	10 2016 213 110	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Einstellung eines Sensorsystems eines Elektromotor sowie Elektromotor**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung eines Sensorsystems (31) eines Elektromotors (1) sowie einen solchen Elektromotor (1), der einen Stator (3) mit einer Anzahl von Phasenwicklungen (6) und einen Rotor (9) sowie einen an einem B-seitigen Lagerschild (18) drehfest angebundenen Elektronikträger (24) umfasst, in dem eine zum Rotor (9) entlang einer Rotorachse (2) axial beabstandete Leiterplatte (25) mit einer Anzahl von Anschlusskontakten (28a) und mit einem Sensorsystem (31) angeordnet ist, dessen Position zu einem rotorseitigen Positionsgeber (30) durch Verstellen der Leiterplatte (25) innerhalb des Elektronikträgers (24) eingestellt wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung eines Sensorsystems eines Elektromotors. Der Elektromotor ist insbesondere Bestandteil eines Kraftfahrzeugs und vorzugsweise ein bürstenloser Gleichstrommotor.

**[0002]** Derartige Elektromotoren werden beispielsweise auch als Antriebe für Schaltkinematiken oder Hydraulikaktuatoren in Schaltgetrieben von Kraftfahrzeugen eingesetzt. So werden beispielsweise bei zumindest teilweise automatisierten Schaltgetrieben eines Kraftfahrzeugs die einzelnen Schaltstufen (Gänge) und somit das gewünscht Übersetzungsverhältnis des Getriebes mittels eines elektromotorischen Getriebeaktuators eingestellt.

**[0003]** Als Elektromotor wird üblicherweise ein bürstenloser Elektromotor verwendet, dessen in einem Gehäuse (Motor- oder Statorgehäuse) angeordneter Stator mittels einer Elektronik bestromt wird. Die Elektronik umfasst eine Anzahl von Halbleiterbauelementen, die in einer Brückenschaltung, beispielsweise einer B6-Schaltung, verschaltet sind. Der Stator weist eine mehrphasige, typischerweise dreiphasige Drehfeldwicklung, in der Regel in Dreiecks- oder Sternschaltung, auf.

**[0004]** Bei einem aus der DE 10 2016 213 110 A1 bekannten Elektromotor befindet sich das Statorgehäuse zwischen einem A-seitigen und einem B-seitigen Lagerschild, sodass die beiden Lagerschilde das Statorgehäuse stirnseitig verschließen. Der B-seitigen Lagerschild weist Aussparungen auf, durch welche elektrische Kontakte zur Kontaktierung eines Verschaltungsringes für die Phasenanschlüsse der Drehfeldwicklung mit der außerhalb des Statorgehäuses angeordneten Elektronik geführt sind. Der Elektromotor weist ferner einen Rotor mit einer Welle auf, die mittels Lagern drehbar gelagert ist, von denen jeweils eines an dem A-seitigen und an dem B-seitigen Lagerschild angebunden ist. An der Welle ist ein Rotor (Rotorpaket) mit Permanentmagneten befestigt, mittels derer der Rotor in eine Rotationsbewegung versetzt wird. Hierfür wirken die mittels der Magneten des Rotors erstellten Magnetfelder mit geeigneten Magnetfeldern des Stators zusammen.

**[0005]** Um eine ordnungsgemäße Funktion des Getriebeaktuators zu gewährleisten, ist es erforderlich, dass die Bestromung der Drehfeldwicklungen exakt erfolgt, was wiederum die Kenntnis der Winkelposition des Rotors bezüglich des Stators erfordert. Insbesondere bei der Ansteuerung eines bürstenlosen, elektronisch kommutierten Elektromotors ist ein Sensorsystem mit einem Geber (Positionsgeber) und mit einem Sensor (Positionssensor) notwendig, dessen Sensorsignal die Schaltzeiten für die Phasenströme

der Phasenwicklungen einstellen, vorgeben und/oder bestimmen.

**[0006]** Aus der DE 10 2015 002 562 A1 ist ein Elektromotor, insbesondere als Bestandteil eines Kraftfahrzeugs, bekannt, der einen drehfesten, magnetfeldsensitiven Sensor in Form eines Hall-Sensors zur Messung eines veränderlichen magnetischen Feldes und einen auf der Rotorwelle wellenfest angeordneten und einen Dipolmagnet enthaltenden Geber aufweist, der als Kunststoffspritzteil mit der Rotorwelle mittels einer formschlüssigen Verbindung, insbesondere in axialer und in radialer Richtung, gefügt ist.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein geeignetes Verfahren zur Einstellung (Justierung) eines Sensorsystems anzugeben, mit dem die Rotorposition eines Elektromotors erfasst wird. Insbesondere soll eine geeignete Möglichkeit geschaffen werden, beispielsweise fertigungs- oder montagebedingte, mechanische Toleranzen zwischen dem Sensor und dem Rotor des Elektromotors auszugleichen, um fehlerhafte Sensorsignale, beispielsweise einen unerwünscht großen Signalversatz, zu vermeiden. Des Weiteren soll ein, insbesondere für einen Getriebeaktor (Drive Train Actuator, DTA) besonders geeigneter, Elektromotor, vorzugsweise bürstenloser Gleichstrommotor (BLDC), mit einem solchen Sensorsystem angegeben werden.

**[0008]** Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 und hinsichtlich des Elektromotors durch die Merkmale des Anspruchs 6 erfindungsgemäß gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

**[0009]** Der Elektromotor weist einen Stator mit einer Anzahl von Phasenwicklungen und einen Rotor auf, der eine konzentrisch zu einer Rotorachse angeordnete sowie in einem A-seitigen Lagerschild und in einem B-seitigen Lagerschild drehbar gelagerte Welle umfasst. An das B-seitige Lagerschild ist ein Elektronikträger drehfest angebunden, in dem eine zum Rotor entlang einer Rotorachse axial beabstandete Leiterplatte einer Motorelektronik mit einer Anzahl von Anschlusskontakten und mit einem Sensorsystem, dessen Position zum rotorseitigen Positionsgeber durch Verstellen der Leiterplatte, insbesondere durch Drehung um die Rotorachse, innerhalb des Elektronikträgers eingestellt wird.

**[0010]** Das Sensorsystem umfasst vorzugsweise eine Anzahl von magnetfeldsensitiven Sensoren, die auf der Leiterplatte beabstandet, insbesondere zueinander äquidistant, angeordnet sind. Unter „Anzahl“ wird auch ein einzelner Sensor verstanden. Geeigneter Weise sind bei einer bevorzugt dreiphasigen Drehfeldwicklung mit drei Phasenwicklungen drei Sensoren zueinander beabstandet auf der Leiter-

platte montiert. Als Sensorsystem bzw. als jeweiliger Sensor ist ein Hall-Sensor besonders geeignet, der die Polarität des Magnetfeldes des Geberelements detektiert. Geeignet ist jedoch auch ein Sensorsystem mit mindestens einem magnetoresistives Sensor (MR-Sensor), der die Winkelposition des Magnetfeldes des Geberelements detektiert.

**[0011]** Bei dem Verfahren wird die Position des Sensorsystems bzw. des mindestens einen Sensors zum rotorseitigen Positionsgeber (Geberelement) durch Drehung der Leiterplatte innerhalb des stator- bzw. motorfesten (ortsfesten) Elektronikträgers um die Rotorachse eingestellt. Diese Einstellung des Sensorsystems erfolgt zweckmäßigerweise während eines Probe- oder Justierbetriebs des Elektromotors, um eine gegebenenfalls fehlerhafte Phasenlage eines oder mehrerer Phasenströme in den einzelnen Phasenwicklungen der Drehfeldwicklung zu erfassen und anhand der zum Schalten der Phasenspannungen bzw. -ströme dienenden Sensorsignale zu korrigieren, indem die Position des jeweiligen Sensors zum rotorseitigen Positionsgeber (magnetisches Geberelement) unter möglichst weitgehender Optimierung der Phasenlagen eingestellt (justiert) wird.

**[0012]** Bei der bevorzugt dreiphasigen Drehfeldwicklung des Elektromotors sind auf der Leiterplatte zweckmäßigerweise drei Sensoren zueinander beabstandet angeordnet, vorzugsweise an den Spitzen eines gedachten Dreiecks. Die Position der Sensoren zum rotorseitigen Positionsgeber wird derart eingestellt, dass die Phasenlage der zur Bestromung der Drehfeldwicklung herangezogenen Phasenströme zueinander  $120^\circ$  beträgt. Mit anderen Worten sind die Sensoren auf der Leiterplatte zueinander beabstandet angeordnet, wobei die Position der Sensoren zum rotorseitigen Positionsgeber derart eingestellt wird, dass die Phasenlage der zur Bestromung der Drehfeldwicklung herangezogenen Phasenströme zueinander einem Winkel entspricht, der durch den Quotienten aus einem Vollkreis ( $360^\circ$ ) und der Anzahl der Phasenströme bestimmt ist. Hinsichtlich der Anordnung der Sensoren ist es wichtig, dass das Signalmuster der Sensoren mit dem Bestromungsmuster der Drehfeldwicklung korreliert, beispielsweise indem sich die Anordnung der Sensoren pro Motor- bzw. Rotor-Umdrehung ( $360^\circ$ ) mehrmals, beispielsweise zwei- oder viermal, wiederholt.

**[0013]** In einer bevorzugten Weiterbildung ist die Leiterplatte in einem ringförmigen Rahmenteil mit einem Ringausschnitt aufgenommen. In diesem befinden sich die Anschlusskontakten der Leiterplatte. Das Rahmenteil wird nun zusammen mit der Leiterplatte innerhalb des feststehenden, insbesondere gehäusefesten, Elektronikträgers um die Rotorachse gedreht, um die Justage der optimalen Position des mindestens einen Sensors zum rotorseitigen Positionsgeber vorzunehmen.

**[0014]** In zweckmäßiger Ausgestaltung sind in den Elektronikträger geführte Motoranschlüsse während der Drehung der Leiterplatte innerhalb des Elektronikträgers um die Rotorachse mit den Anschlusskontakten elektrisch kontaktiert sind. Wenn starre Motoranschlüsse vorgesehen sind, werden diese an den Anschlusskontakten erst dann mechanisch befestigt, wenn die gewünschte (optimale) Position des mindestens einen Sensors zum rotorseitigen Positionsgeber eingestellt ist. Bei dieser Variante umfasst der jeweilige Motoranschluss ein starres, flachleiterartiges Anschlussstück mit einem Anschlusschaft und mit einem vorzugsweise ovalen oder rechteckförmigen Anschlussauge, welches den zugeordneten Anschlusskontakt auf der Leiterplatte überdeckt.

**[0015]** Beim Verdrehen der Leiterplatte zur Justage des oder jedes Sensors bleibt das Anschlussauge aufgrund dessen Form bzw. Geometrie stets in Überdeckung mit dem zugeordneten Anschlusskontakt auf der Leiterplatte. Alternativ ist der jeweilige Motoranschluss als flexibler Leiter ausgeführt. Dieser ist dann vorzugsweise bereits während der Justage mechanisch und elektrisch mit dem leiterplatten-seitig zugeordneten Anschlusskontakt, beispielsweise durch Löten oder Schweißen, kontaktiert.

**[0016]** Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

**Fig. 1** in einer Schnittdarstellung einen Elektromotor mit stirnseitig dessen B-seitigen Lager Schildes einem Elektronikträger mit einliegender Leiterplatte und mit einem Sensorsystem,

**Fig. 2** und **Fig. 3** in perspektivischer Vorder- bzw. Rückseitenansicht ein ringförmiges Rahmenteil mit einliegender Leiterplatte,

**Fig. 4** und **Fig. 5** den Elektronikträger in perspektivischer Vorder- bzw. Rückseitenansicht,

**Fig. 6** und **Fig. 7** den Elektronikträger mit einliegendem Rahmenteil und darin einliegender Leiterplatte in perspektivischer Vorder- bzw. Rückseitenansicht,

**Fig. 8** in einer Draufsicht die Leiterplatte mit darauf an den Ecken eines gedachten Dreiecks angeordneten Sensoren in einer Ausgangsposition und in einer gegenüber dieser gedrehten Justageposition, und

**Fig. 9** in perspektivischer Darstellung den Elektromotor mit gehäusefest montiertem Elektronikträger und darin endmontierter Leiterplatte.

**[0017]** Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0018]** In **Fig. 1** ist ein Elektromotor **1** in einer Schnittdarstellung entlang dessen Rotor- oder Rotations-

achse **2** dargestellt. Der Elektromotor **1** weist einen hohlzylindrischen Stator **3** auf, der ein Statorblechpaket **4** umfasst, welches aus einer in Axialrichtung **A**, die parallel zur Rotorachse **2** ist, übereinander gestapelter und gegeneinander elektrisch isolierter Blechlagen besteht. Das Statorblechpaket **4** umfasst einzelne in einer Radialrichtung **R**, also senkrecht zur Rotorachse **2**, verlaufende Zähne, die jeweils mittels einer elektrischen Spule **5** bewickelt sind. Der Elektromotor **1** umfasst somit eine Anzahl an elektrischen Spulen **5**, die drehsymmetrisch um die Rotorachse **2** verteilt sind, wobei die Anzahl ein ganzzahliges Vielfaches von drei ist. Jeweils ein Drittel der elektrischen Spulen **5** ist zu einer Phasenwicklung **6** verbunden oder miteinander verschaltet.

**[0019]** Innerhalb des hohlzylindrisch ausgestalteten Stators **3** ist ein Rotorblechpaket **7** angeordnet, wobei zwischen dem Stator **3** und dem Rotorblechpaket **7** ein Luftspalt **8** ausgebildet ist. Das Rotorblechpaket **7** ist ebenfalls aus einzelnen in Axialrichtung **A** übereinander gestapelter und gegeneinander elektrisch isolierter Einzelbleche erstellt, und in dem Blechpaket **7** sind nicht näher dargestellte Permanentmagnete angeordnet, die ebenfalls drehsymmetrisch bezüglich der Rotorachse **2** angeordnet sind. Das Rotorblechpaket **7** ist Bestandteil eines Rotors **9**, der eine Welle **10** umfasst, an der das Rotorblechpaket **7** drehfest angebunden ist. Die Welle **10** ist konzentrisch zur Rotorachse **2** angeordnet und mittels eines A-seitigen Lagers **11** sowie eines B-seitigen Lagers **12** drehbar um die Rotationsachse **2** gelagert. Das A-seitige Lager **11** und das B-seitige Lager **12** sind jeweils Kugellager.

**[0020]** Das A-seitige Lager **11** weist somit einen Innenring **13** auf, der drehfest an der Welle **10** angebunden ist. Ferner umfasst das A-seitige Lager **11** einen Außenring **14** sowie zwischen dem Innenring **13** und dem Außenring **14** angeordnete Kugeln **15**. Der Außenring **14** des A-seitigen Lagers **11** ist drehfest an einem A-seitigen Lagerschild **16** angebunden, das auf einer Antriebsseite **17** auf den Stator **3** aufgesetzt und an diesem befestigt ist. Die Ausdehnung des A-seitigen Lagerschildes **16** ist im Wesentlichen senkrecht zur Rotorachse **2**.

**[0021]** Die Antriebsseite **17** ist beispielsweise einem nicht dargestellten Getriebe zugewandt, und der auf diese Seite austretende Teil der Welle **10** ist in nicht näher dargestellter Weise beispielsweise an einem Schalfinger des Getriebes mittelbar über weitere Bestandteile eines Getriebeaktuators angebunden.

**[0022]** Auf der verbleibenden Stirnseite des Stators **3** ist ein B-seitiges Lagerschild **18** aufgesetzt und an einem Stator **3** angebunden. Ein Außenring **19** des B-seitigen Lagers **12** ist drehfest an dem B-seitigen Lagerschild **18** angebunden, und ein Innenring **20** des B-seitigen Lagers **12** ist an der Welle **10** befestigt.

Zwischen dem Innenring **20** und dem Außenring **19** des B-seitigen Lagers **12** sind Kugeln **21** des B-seitigen Lagers **12** angeordnet. Das B-seitige Lagerschild **18** weist umfangsseitig einen in Axialrichtung **A** verlaufenden Kragen **22** auf, mit dem das B-seitige Lagerschildes **18** in ein Motorgehäuse **23** eingesetzt ist.

**[0023]** Axial oberhalb des B-seitigen Lagerschildes **18** ist ein Elektronikträger **24** angeordnet, in den eine Leiterplatte **25** mit elektrischen bzw. elektronischen Bauteilen, beispielsweise zur Signalauswertung, zur Motorsteuerung und/oder zur Bestromung der Phasenwicklungen **6**, aufgenommen ist. Die Leiterplatte **25** kann in nicht näher dargestellter Art und Weise mit einer weiteren Elektronik verbunden sein, die beispielsweise eine Brückenschaltung (B6-Schaltung) mit Halbleiterschaltern, insbesondere MOS-FETs, aufweist.

**[0024]** In den Elektronikträger **24** führt eine zur Anzahl der Phasenwicklungen **6** korrespondierende Anzahl von Anschlusskontakten **26a**, die beispielsweise als Messerkontakte oder Schneid-Klemm-Kontakte ausgebildet sind und mit im Elektronikträger **24** angeordneten Phasenkontakten **26b** korrespondieren. Diese wiederum sind elektrisch mit korrespondierenden Anschlüssen **27** verbunden. Das B-seitige Lagerschild **18** umfasst drei derartige elektrische Phasenkontakte **26b**, die rotationssymmetrisch bezüglich der Rotorachse **2** angeordnet sind (**Fig. 5**), und welche die drei Phasen **u**, **v**, **w** repräsentieren.

**[0025]** Im Ausführungsbeispiel ist Jeder elektrische Anschluss **26a** in nicht näher dargestellter Art und Weise mit zwei Spulenden von vier in Reihe oder parallel geschalteten elektrischen Spulen **5** kontaktiert, die in Dreiecks- oder Sternschaltung verschaltet und unterschiedlichen Phasenwicklungen **6** zugeordnet sind. Hierbei werden Enden der elektrischen Spulen **5** mittels des jeweiligen elektrischen Anschlusses **26a** gehalten und an diesem festgelegt.

**[0026]** Die in dem Elektronikträger **24** angeordnete Leiterplatte **25** ist entlang der Rotorachse **2** zum Rotor **9** axial beabstandet, erstreckt sich in Radialrichtung **R** und überspannt die Welle **10**. Die Leiterplatte **25** weist eine Anzahl von Anschlusskontakten **28a** (**Fig. 2** und **Fig. 8**) auf. An diese sind nachfolgend einfach als Anschlüsse bezeichnete Sensorsystem-Anschlüsse **28b** über eine Anschlussmanschette **29** (**Fig. 4** und **Fig. 5**) des Elektronikträgers **24** geführt. Auf der das B-seitige Lagerschild **18** durchragenden Welle **10** ist wellenendseitig ein magnetischer Positionsgeber **30** angeordnet. Auf der Leiterplatte **25** ist auf deren dem Positionsgeber **30** zugewandten Plattenseite ein Sensorsystem **31** mit einer Anzahl von magnetfeldsensitiven Sensoren **H1**, **H2**, **H3** montiert, die mit dem rotorseitigen Positionsgeber **30** zur Bestimmung der Drehposition des Rotors **9** berührungslos zusammenwirken.

**[0027]** Der Positionsgeber **30** ist zweckmäßigerweise ein mehrpoliger Ringmagnet. Als Sensoren **H1** bis **H3** sind geeigneter Weise Hall-Sensoren vorgesehen, welche die Polarität des Magnetfeldes des Positionsgebers **30** in Form des Ringmagneten als Geberelement detektieren.

**[0028]** Die **Fig. 2** und **Fig. 3** zeigen die Leiterplatte **25** in einem ringförmigen Rahmenteil **32** in Draufsicht auf die Leiterplatte **25** beziehungsweise in Rückansicht auf eine transparent dargestellte Auflageplatte **33** als Bestandteil des Rahmenteils **32**. Das Rahmenteil **32** weist einen Ringausschnitt **34** auf, in dem die Anschlusskontakte **28a** der Leiterplatte **25** einliegen oder angeordnet sind.

**[0029]** Im Ausführungsbeispiel sind auf der Leiterplatte **25**, der Anzahl der Phasenwicklungen **6** entsprechend, drei Sensoren **H1**, **H2**, **H3** zueinander beabstandet angeordnet. Dabei entsprechen die Positionen der Sensoren **H1**, **H2**, **H3** auf der Leiterplatte **25** den Ecken eines gedachten Dreiecks.

**[0030]** Die **Fig. 4** und **Fig. 5** zeigen den Elektronikträger **24** in perspektivischer Vorder- oder Draufsicht bzw. in Rückseitenansicht mit Blick in den dem B-seitigen Lagerschild **18**, dem Rotor **9**, dem Stator **3** und dem Positionsgeber **30** am Wellenende der Welle **10** zugewandten und dorthin offenen Trägerraum **35**. Die Anschlussmanschette **29**, die als Hülse mit ovalem Querschnitt ausgeführt und an einen Grundkörper **36** des Elektronikträgers **24** angeformt ist, dient zur Aufnahme eines (nicht dargestellten) Anschlusssteckers eines Anschlusskabels mit einer der Anzahl der Anschlüsse **28b** entsprechenden Anzahl von Anschlussleitungen (nicht dargestellt), die für die Ansteuerung des Elektromotors **1** bzw. dessen die Phasenwicklungen **6** aufweisenden Stator- oder Drehfeldwicklung mit den Anschlüssen **28b** elektrisch leitend und mechanisch fest verbunden sind.

**[0031]** In dem Elektronikträger **24**, d. h. in dessen Grundkörper **36** ist eine (zentrale) kreisförmige Durchgangsöffnung **37** vorgesehen. Diese ist auf der in **Fig. 4** ersichtlichen Deckseite des Elektronikträgers **24** von einer ringförmigen Einlegekontur oder -stufe **38** umgeben. In diese Durchgangsöffnung **37** ragen die Anschlüsse **28b** am der Anschlussmanschette **29** zugewandten Kreisumfangsabschnitt hinein. Die Anschlüsse **28b** sind als starre, flachleiterartige Anschlusssteile mit einem Anschlusschaft **28c** und am in die Durchgangsöffnung **37** ragenden Schaftende mit einem im Ausführungsbeispiel nach den **Fig. 4** und **Fig. 5** rechteckigem Anschlussauge **28d** ausgeführt.

**[0032]** Die **Fig. 6** und **Fig. 7** zeigen den Elektronikträger **24** in einer Darstellung gemäß den **Fig. 5** bzw. **Fig. 4**. Dabei zeigen die **Fig. 6** und **Fig. 7** den Elektronikträger **24** mit von diesem aufgenommenem Rah-

menteil **32** und von diesem wiederum aufgenommenen Leiterplatte **24**. Diese überdeckt die Durchgangsöffnung **37**, wobei sich das Rahmenteil **32** in der Einlegekontur **38** abstützt. In **Fig. 7** ist die Auflageplatte **33** des Rahmenteils **32** wiederum transparent dargestellt. Erkennbar befinden sich die Anschlussaugen **28d** der Anschlüsse **28b** an der Position der entsprechenden Anschlusskontakte **28a** und liegen dort auf diesen elektrisch kontaktierend an.

**[0033]** Die Leiterplatte **25** ist innerhalb des Elektronikträgers **24** verstellbar, d. h. um die Rotorachse **2** verdrehbar angeordnet, um die Sensoren **H1**, **H2**, **H3** gegenüber dem rotorseitigen Positionsgeber **30** zu positionieren. Dabei sind die in den Elektronikträger **24** geführten Anschlüsse **28b** mit den Anschlusskontakten **28a** auf der Leiterplatte **25** bereits elektrisch kontaktiert, jedoch noch nicht mechanisch verbunden.

**[0034]** Dieses Verfahren zur Einstellung des Sensorsystems **31** des Elektromotors **1** wird nachfolgen anhand der **Fig. 8** und **Fig. 9** näher erläutert.

**[0035]** **Fig. 9** zeigt die statorfeste Montagesituation des Elektronikträgers **24** am B-seitigen Lagerschild **18**. Mit anderen Worten ist der Elektronikträger **24** drehfest mit dem die Phasenwicklungen **6** tragenden Stator **3** des Elektromotors **1**. Auch ist der Elektronikträger **24** gegenüber dem Rotor **4** weder axial noch radial verstellbar. Lediglich die Leiterplatte **25** kann innerhalb des Elektronikträgers **24** zumindest geringfügig verdreht werden.

**[0036]** In der in **Fig. 8** schematisch dargestellten Justiersituation sind die Sensorsystem-Anschlüsse **28b** mit den Anschlusskontakten **28a** auf der Leiterplatte **25** bereits elektrisch kontaktiert sind, so dass durch eine Auswertung der Sensorsignale **S<sub>1</sub>**, **S<sub>2</sub>** und **S<sub>3</sub>** der Sensoren **H1**, **H2** bzw. **H3** deren jeweilige Position zum Positionsgeber **30** eingestellt werden kann. Die relative Geberposition **P<sub>G</sub>** des Positionsgebers **30** in Bezug auf die Positionen der Sensoren **H1**, **H2**, **H3** ist in **Fig. 8** mit einem Kreuz symbolisiert.

**[0037]** Hierzu wird die Leiterplatte **25** - im Ausführungsbeispiel zusammen mit dem Rahmenteil **32** - innerhalb des stator- bzw. motorfesten Elektronikträgers **24** um die Rotorachse **2** (oder um ein Drehachse parallel hierzu) in Richtung oder in Gegenrichtung des Pfeils **39** gedreht. Die strichliniert angedeuteten Positionen **P<sub>1</sub>** bis **P<sub>5</sub>** veranschaulichen, dass die Kontaktierung der Anschlussaugen **28d** der Anschlüsse **28b** auf der Leiterplatte **25** auch während deren Drehung beibehalten bleibt. Dies ist durch die Geometrie der Anschlussaugen **28d** erreicht, die in diesem Ausführungsbeispiel ovale anstelle von rechteckförmig ist.

**[0038]** Die Positionen  $P_1$  bis  $P_5$  symbolisieren die zugeordneten Paare (**28a**, **28b** jeweils eines der Anschlusskontakte **28a** und eines der Sensorsystem-Anschlüsse **28b**). Hierzu gehören auch die Signalanschlüsse der Sensoren **H1**, **H2** und **H3** sowie deren Versorgungsanschluss und Masse. Die in **Fig. 8** mit  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  bezeichneten Linien, die separat gezeichnet sind, repräsentieren die drei der fünf Sensorsystem-Anschlüsse **28b** als Signalanschlüsse des Sensorsystems (**H1**, **H2**, **H3**).

**[0039]** Die Auswertung der Sensorsignale  $S_1$  bis  $S_3$  erfolgt mittels einer Steuerschaltung (Controller) **42** der auf der Leiterplatte **25** montierten Motorelektronik. Die hier schematisch außerhalb der Leiterplatte **25** dargestellte Steuerschaltung **40** erzeugt die Phasenströme  $I_u$ ,  $I_v$ ,  $I_w$  für die Phasenwicklungen **6**, deren Phasenlage von der Drehstellung des Rotors **4** abhängig ist und eingestellt werden soll. Dabei werden die Sensorsignale  $S_1$  bis  $S_3$  für die Einstellung der Schaltzeiten der in Brückenschaltung verschalteten Halbleiterschalter (MOSFETs) herangezogen. Die Einstellung der Leiterplatte **25** ist beendet, wenn die optimale Position der Sensoren **H1**, **H2**, **H3** gegenüber dem Positionsgeber **30** dahingehend erreicht ist, dass die Phasenlage der Phasenströme  $I_u$ ,  $I_v$ ,  $I_w$  in den Phasenwicklungen **6** zueinander  $120^\circ$  entspricht, die Phasenlage der Phasenströme  $I_u$ ,  $I_v$ ,  $I_w$  also optimiert ist.

**[0040]** Nachdem die Position des Sensorsystems **31** zum rotorseitigen Positionsgeber **30** eingestellt worden ist, werden die Anschlüsse **28b** an den Anschlusskontakten **28a** auf der Leiterplatte **25** auch mechanisch befestigt, z. B. mittels Löten oder Schweißen. Anschließend wird auf den Elektronikträger **24** ein in **Fig. 9** wiederum transparent dargestellter Deckel **41**, beispielsweise aus Kunststoff, als Abdichtung des Elektronikträgers **24** gegen Feuchtigkeit oder lediglich als Wärmeschutz aufgesetzt und beispielsweise durch Kleben oder mittels Laserschweißen am Elektronikträger **24** befestigt.

**[0041]** Zusammenfassend betrifft sie Erfindung ein Verfahren zur Einstellung eines Sensorsystems **33** eines Elektromotors **1** sowie einen solchen, der einen Stator **3** mit einer Anzahl von Phasenwicklungen **6** und einen Rotor **9** sowie einen drehfesten Elektronikträger **24** umfasst, in dem eine zum Rotor **9** entlang einer Rotorachse **2** axial beabstandete Leiterplatte **25** mit einer Anzahl von Anschlusskontakten **29** und mit einem Sensorsystem **31** angeordnet ist, dessen Position zu einem rotorseitigen Positionsgeber **30** durch Verstellen der Leiterplatte **25** innerhalb des Elektronikträgers **24** eingestellt wird.

**[0042]** Die beanspruchte Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr können auch andere Varianten der Erfindung von dem Fachmann hieraus im Rah-

men der offenbarten Ansprüche abgeleitet werden, ohne den Gegenstand der beanspruchten Erfindung zu verlassen. Insbesondere sind ferner alle im Zusammenhang mit den verschiedenen Ausführungsbeispielen beschriebenen Einzelmerkmale im Rahmen der offenbarten Ansprüche auch auf andere Weise kombinierbar, ohne den Gegenstand der beanspruchten Erfindung zu verlassen.

**[0043]** So kann der jeweilige Motoranschluss auch als flexibler Leiter ausgeführt sein. Zudem kann der Positionsgeber **30** auch ein auf die Welle **10** wellenfest aufgesetzter Dipolmagnet (mit RPS oder GMR) sein. Des Weiteren können als Sensorsystem **31** auch ein oder mehrere MR-Sensoren (magneto-resistiver Sensor) vorgesehen sein, welcher bzw. welche die Winkelposition des Magnetfeldes des Positionsgebers als Geberelement detektiert (detektieren).

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Elektromotor
<b>2</b>	Rotor-/Rotationsachse
<b>3</b>	Stator
<b>4</b>	Statorblechpaket
<b>5</b>	Spule
<b>6</b>	Phasenwicklung
<b>7</b>	Rotorblechpaket
<b>8</b>	Luftspalt
<b>9</b>	Rotor
<b>10</b>	Welle
<b>11</b>	A-seitiges Lager
<b>12</b>	B-seitiges Lager
<b>13</b>	Innenring des A-seitigen Lagers
<b>14</b>	Außenring des A-seitigen Lagers
<b>15</b>	Kugel des A-seitigen Lagers
<b>16</b>	A-seitiges Lagerschild
<b>17</b>	Antriebsseite
<b>18</b>	B-seitiges Lagerschild
<b>19</b>	Außenring des B-seitigen Lagers
<b>20</b>	Innenring des B-seitigen Lagers
<b>21</b>	Kugel des B-seitigen Lagers
<b>22</b>	Kragen
<b>23</b>	Motorgehäuse
<b>24</b>	Elektronikträger
<b>25</b>	Leiterplatte
<b>26a</b>	Anschluss

<b>26b</b>	Phasenkontakt
<b>27</b>	Anschluss
<b>28a</b>	Anschlusskontakt
<b>28b</b>	Sensorsystem-/Anschluss
<b>28b</b>	Anschlusschaft
<b>28c</b>	Anschlusauge
<b>29</b>	Anschlussmanschette
<b>30</b>	Positionsgeber
<b>31</b>	Sensorsystem
<b>32</b>	Rahmenteil
<b>33</b>	Auflageplatte
<b>34</b>	Ringausschnitt
<b>35</b>	Trägerraum
<b>36</b>	Grundkörper
<b>37</b>	Durchgangsöffnung
<b>38</b>	Einlegekontur/-stufe
<b>39</b>	Richtungspfeil
<b>40</b>	Steuerschaltung
<b>41</b>	Deckel
<b>A</b>	Axialrichtung
<b>R</b>	Radialrichtung
<b>H1</b>	Hall-/Sensor
<b>H2</b>	Hall-/Sensor
<b>H3</b>	Hall-/Sensor
<b>S<sub>1-3</sub></b>	Sensorsignal
<b>P<sub>1-4</sub></b>	Position
<b>P<sub>G</sub></b>	Geberposition

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102016213110 A1 [0004]
- DE 102015002562 A1 [0006]

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung eines Sensorsystems (33) eines Elektromotors (1) aufweisend

- einen Stator (3) mit einer Anzahl von Phasenwicklungen (6),
- einen Rotor (9), der eine konzentrisch zu einer Rotorachse (2) angeordnete sowie in einem A-seitigen Lagerschild (16) und in einem B-seitigen Lageschild (18) drehbar gelagerte Welle (10) umfasst, und
- einen am B-seitigen Lagerschild (18) drehfest angeordneten Elektronikträger (24), in dem eine zum Rotor (9) entlang einer Rotorachse (2) axial beabstandete Leiterplatte (25) mit einer Anzahl von Anschlusskontakten (28a) und mit einem Sensorsystem (31), insbesondere mit einer Anzahl von magnetfeldsensitiven Sensoren (H1, H2, H3), angeordnet ist, das mit einem rotorseitigen Positionsgeber (30) zusammenwirkt, wobei die Position des Sensorsystems (31) zum rotorseitigen Positionsgeber (30) durch Verstellen der Leiterplatte (25), insbesondere durch Drehung um die Rotorachse (2), innerhalb des Elektronikträgers (24) eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Position des Sensorsystems (31) zum rotorseitigen Positionsgeber (30) derart eingestellt wird, dass die Phasenlage der zur Bestromung der Phasenwicklungen (6) herangezogenen Phasenströme ( $I_U$ ,  $I_V$ ,  $I_W$ ) zueinander einem Winkel entspricht, der durch den Quotienten aus  $360^\circ$  und der Anzahl der Phasenströme ( $I_U$ ,  $I_V$ ,  $I_W$ ) bestimmt ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leiterplatte (25) in einem ringförmigen Rahmenteil (32) mit einem Ringausschnitt (34) aufgenommen ist, in dem die Anschlusskontakte (28a) der Leiterplatte (25) einliegen, wobei das Rahmenteil (32) mit der Leiterplatte (25) innerhalb des Elektronikträgers (24) um die Rotorachse (2) gedreht wird, um die Position des Sensorsystems (31) zum rotorseitigen Positionsgeber (30) einzustellen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Elektronikträger (24) eine Anzahl von Sensorsystem-Anschlüssen (28b) geführt sind, die während der Drehung der Leiterplatte (25) innerhalb des Elektronikträgers (24) um die Rotorachse (2) mit den Anschlusskontakten (28a) elektrisch kontaktiert sind.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensorsystem-Anschlüsse (28b) an den Anschlusskontakten (28a) mechanisch befestigt werden, nachdem die Position des mindestens einen Sensors (H1, H2, H3) zum rotorseitigen Positionsgeber (30) eingestellt worden ist.

6. Elektromotor (1), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, aufweisend

- einen Stator (3) mit einer Anzahl von Phasenwicklungen (6),
- einen Rotor (9), der eine konzentrisch zu einer Rotorachse (2) angeordnete sowie in einem A-seitigen Lagerschild (16) und in einem B-seitigen Lageschild (18) drehbar gelagerte Welle (10) umfasst, und
- einen am B-seitigen Lageschild (18) drehfest angeordneten Elektronikträger (24), in dem eine zum Rotor (9) entlang einer Rotorachse (2) axial beabstandete Leiterplatte (25) mit einer Anzahl von Anschlusskontakten (28a) und mit einem Sensorsystem (31) angeordnet ist, das mit einem rotorseitigen Positionsgeber (30) zusammenwirkt, wobei Leiterplatte (25) innerhalb des Elektronikträgers (24) verstellbar, insbesondere um die Rotorachse (2) verdrehbar oder schwenkbar, angeordnet ist, um die Position des Sensorsystems (31) zum rotorseitigen Positionsgeber (30) einzustellen.

7. Elektromotor (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leiterplatte (25) in einem ringförmigen Rahmenteil (32) mit einem Ringausschnitt (34) aufgenommen ist.

8. Elektromotor (1) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der Leiterplatte (25) eine der Anzahl der Phasenwicklungen (6) entsprechende Anzahl von, insbesondere drei, Sensoren (H1, H2, H3) zueinander beabstandet angeordnet sind.

9. Elektromotor (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Anzahl von in den Elektronikträger (24) geführten Sensorsystem-Anschlüssen (28b) mit den Anschlusskontakten (28a) auf der Leiterplatte (25) elektrisch kontaktiert ist.

10. Elektromotor (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der jeweilige Sensorsystem-Anschluss (28b) als flexibler Leiter oder als vergleichsweise starres Anschlussstück mit einem Anschlussschaft (28c) und mit einem, insbesondere ovalen oder rechteckförmigen, den zugeordneten Anschlusskontakt (28a) auf der Leiterplatte (25) überdeckenden Anschlusssauge (28d) an einem Schaftende ausgeführt ist.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

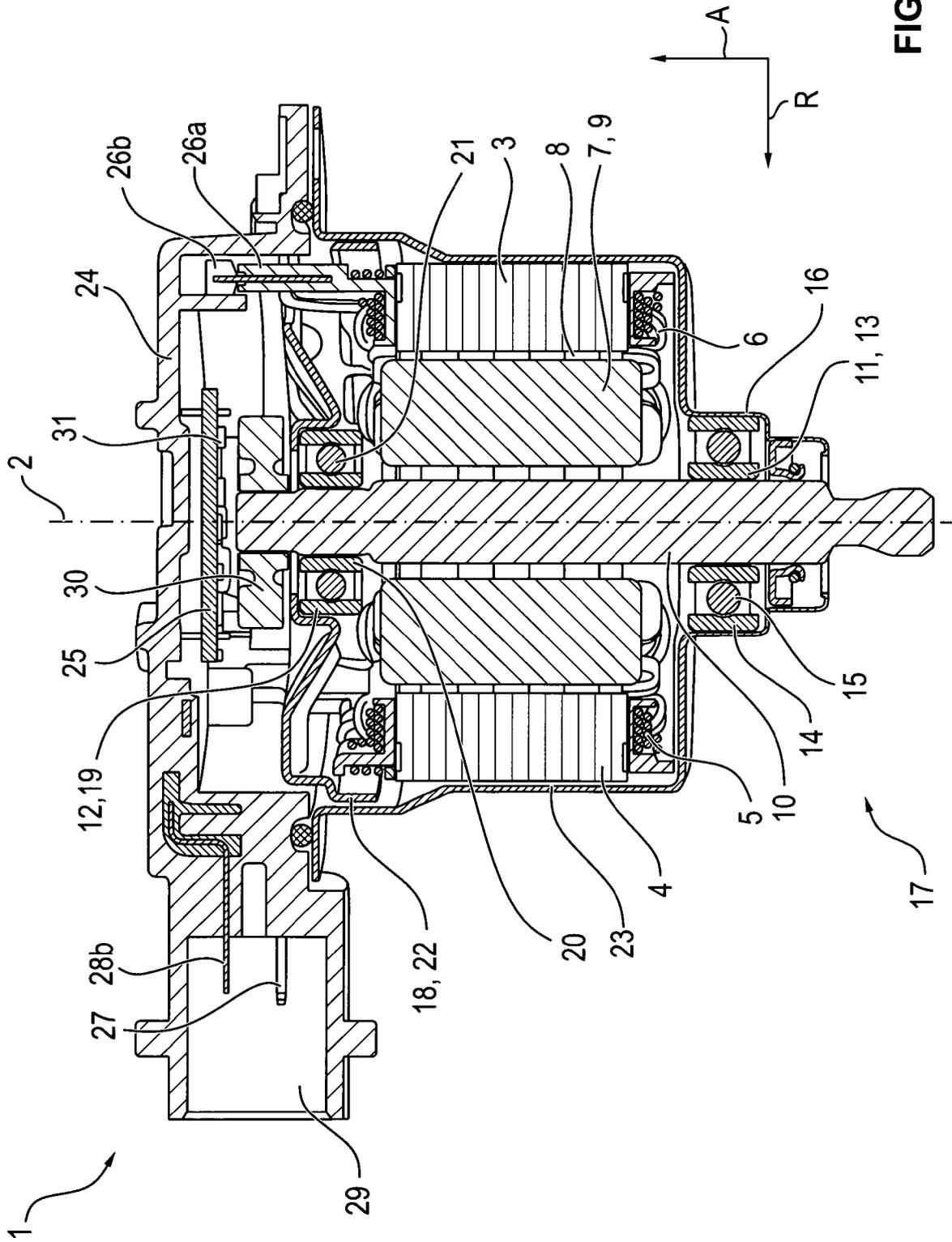


FIG. 1

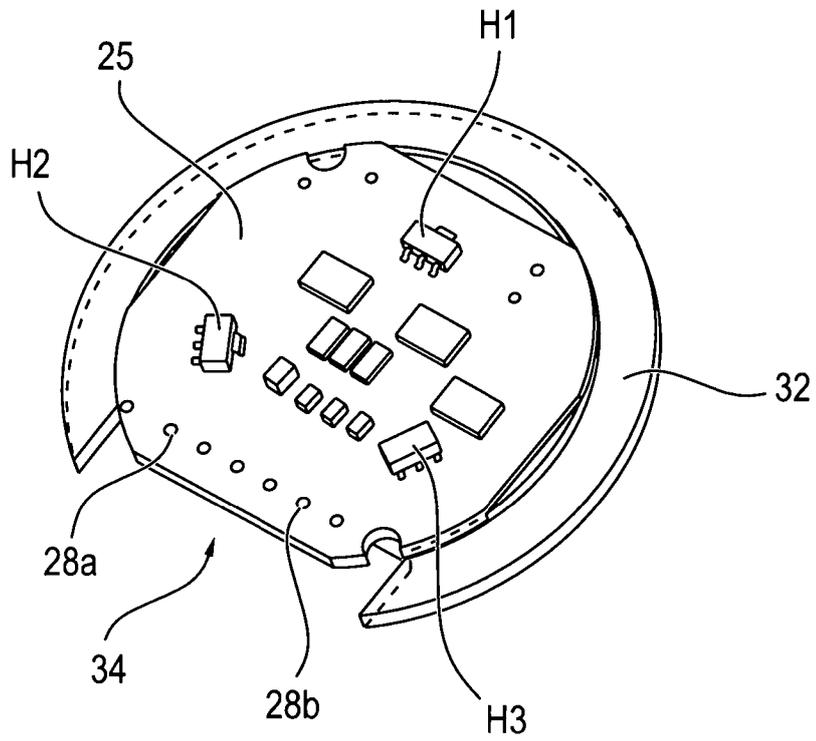


FIG. 2

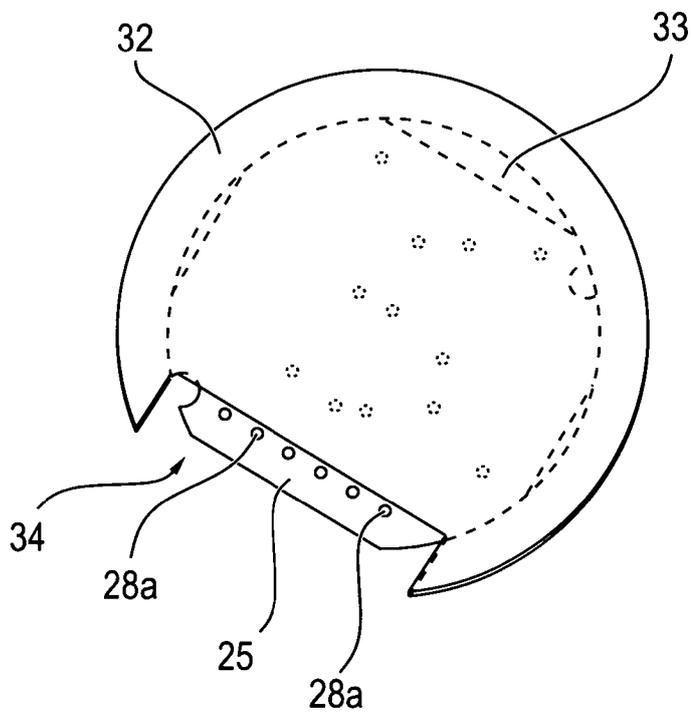
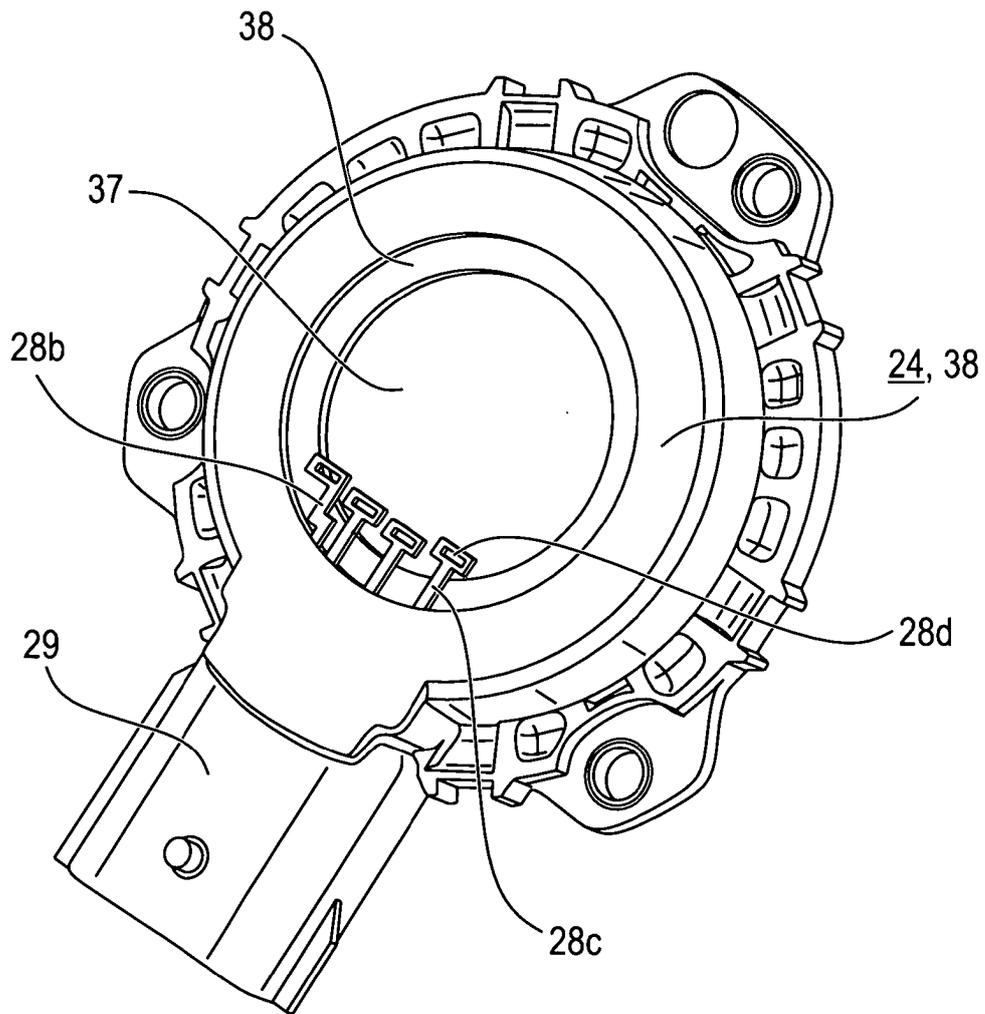
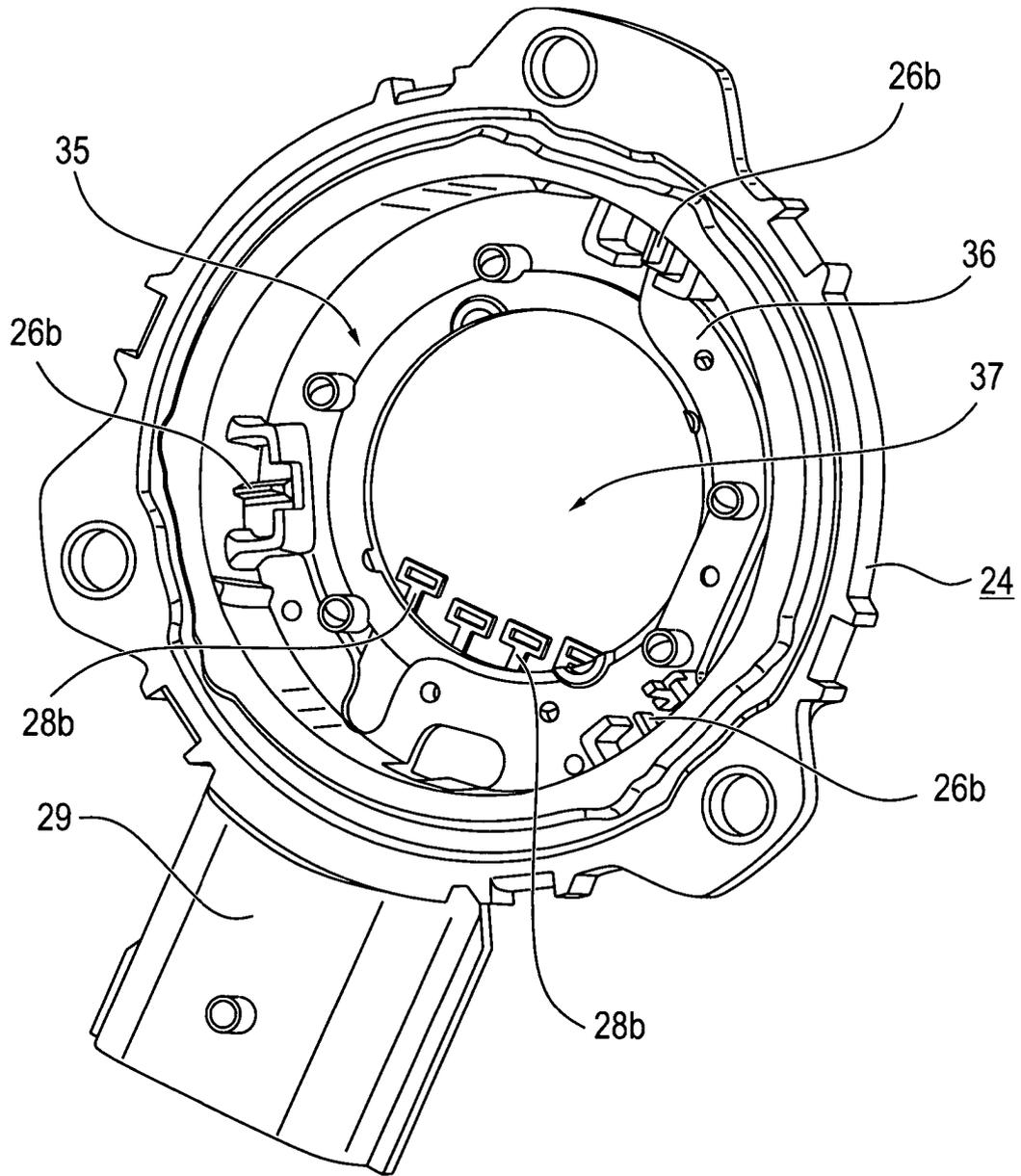


FIG. 3



**FIG. 4**



**FIG. 5**

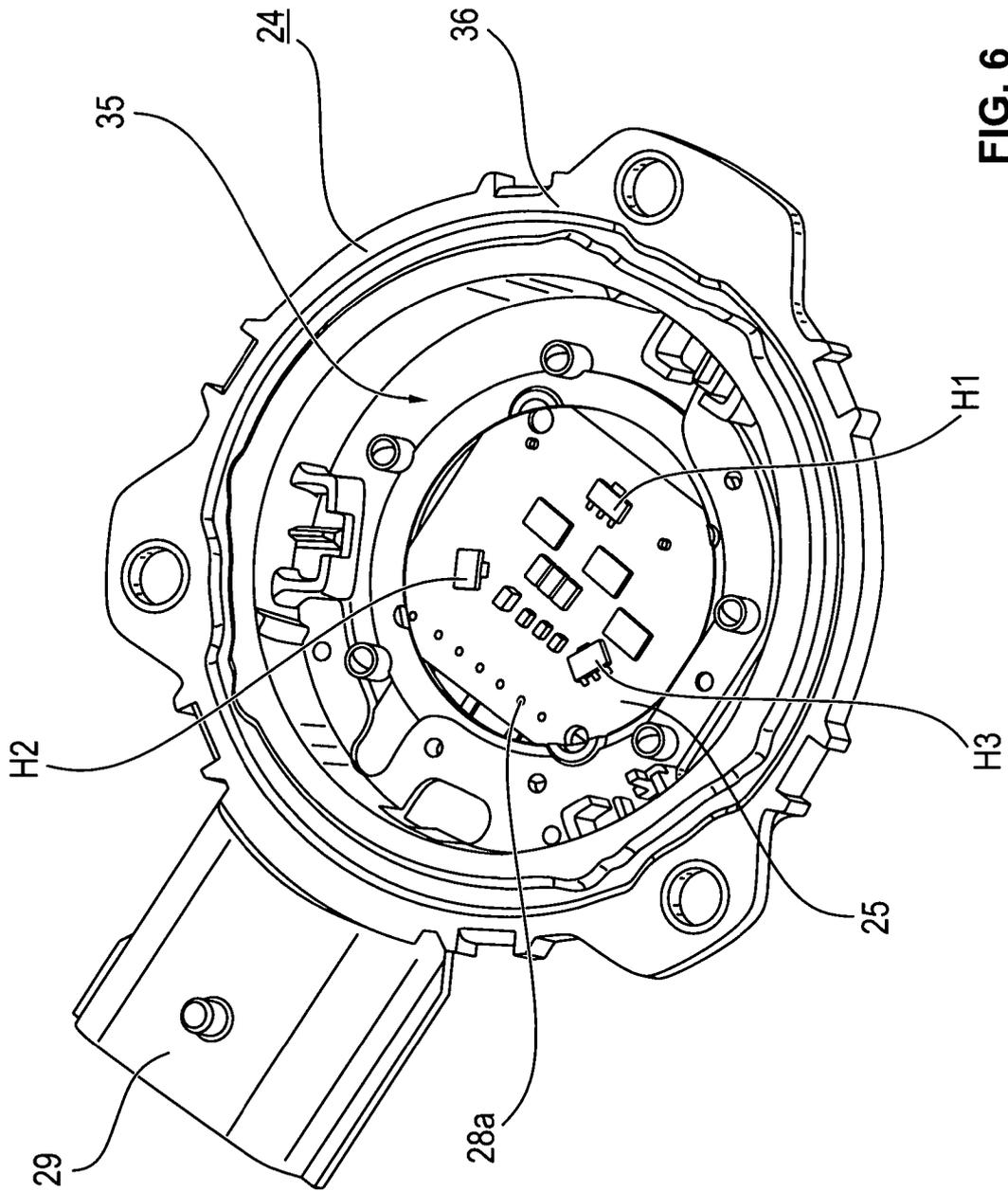


FIG. 6

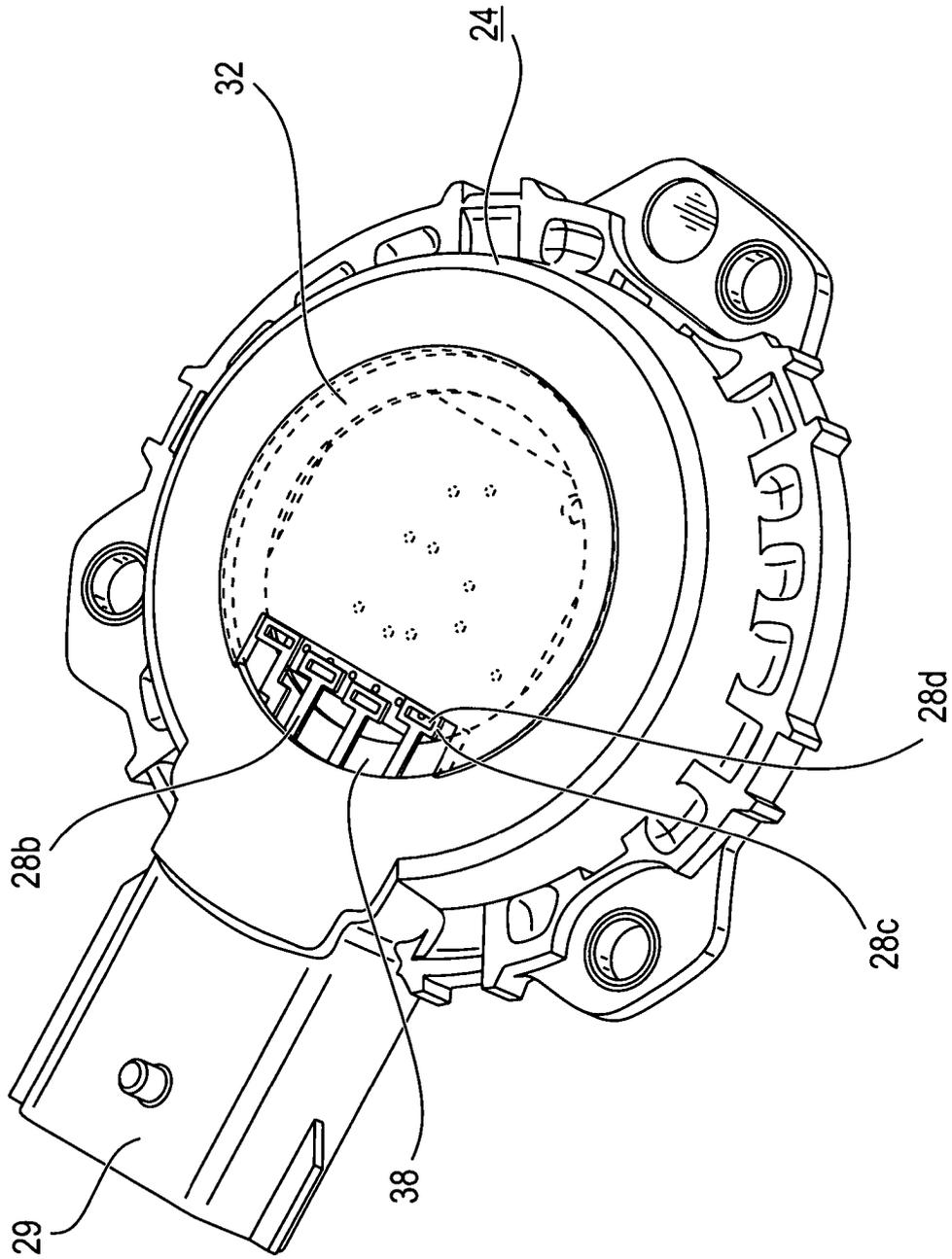


FIG. 7

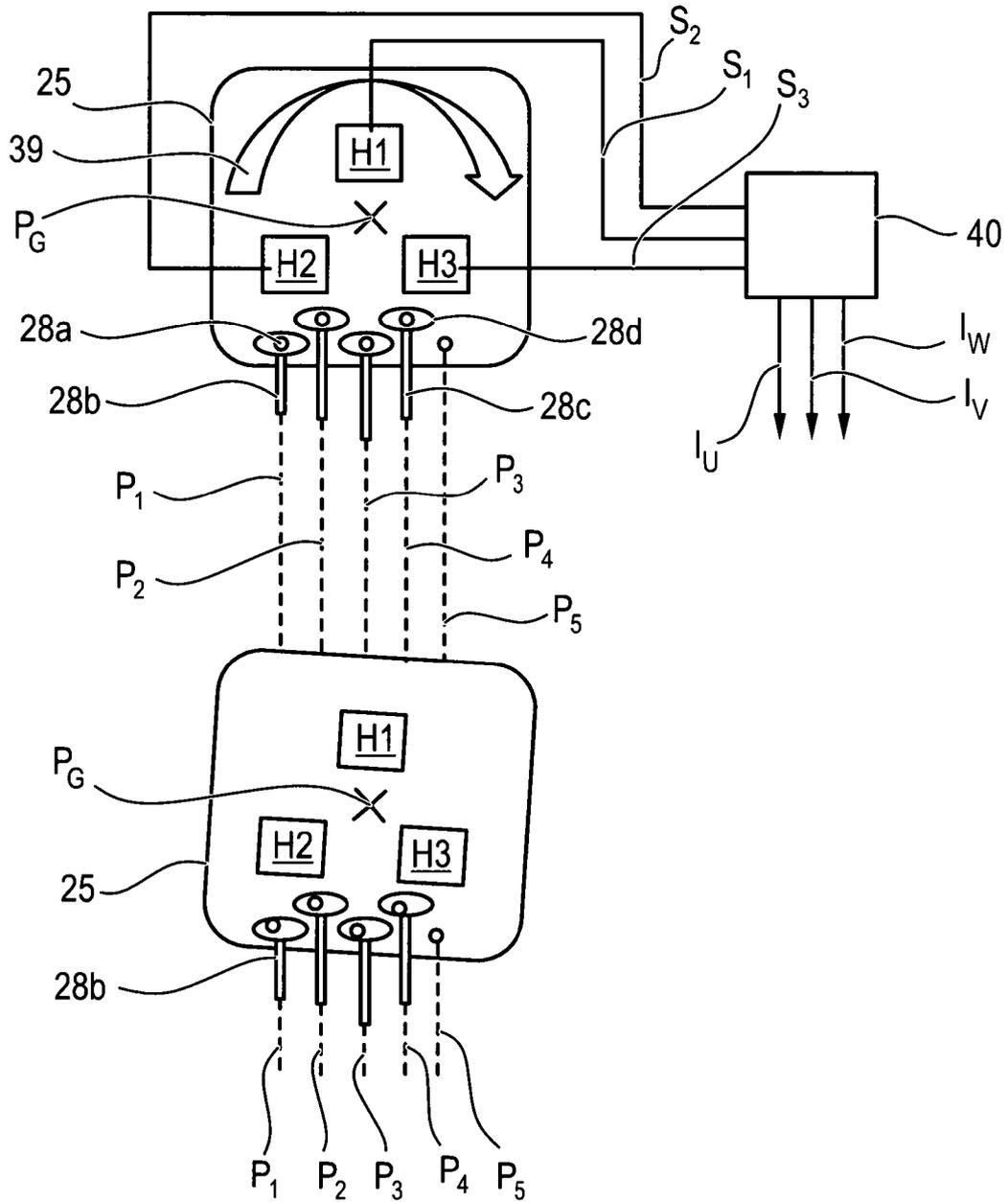


FIG. 8

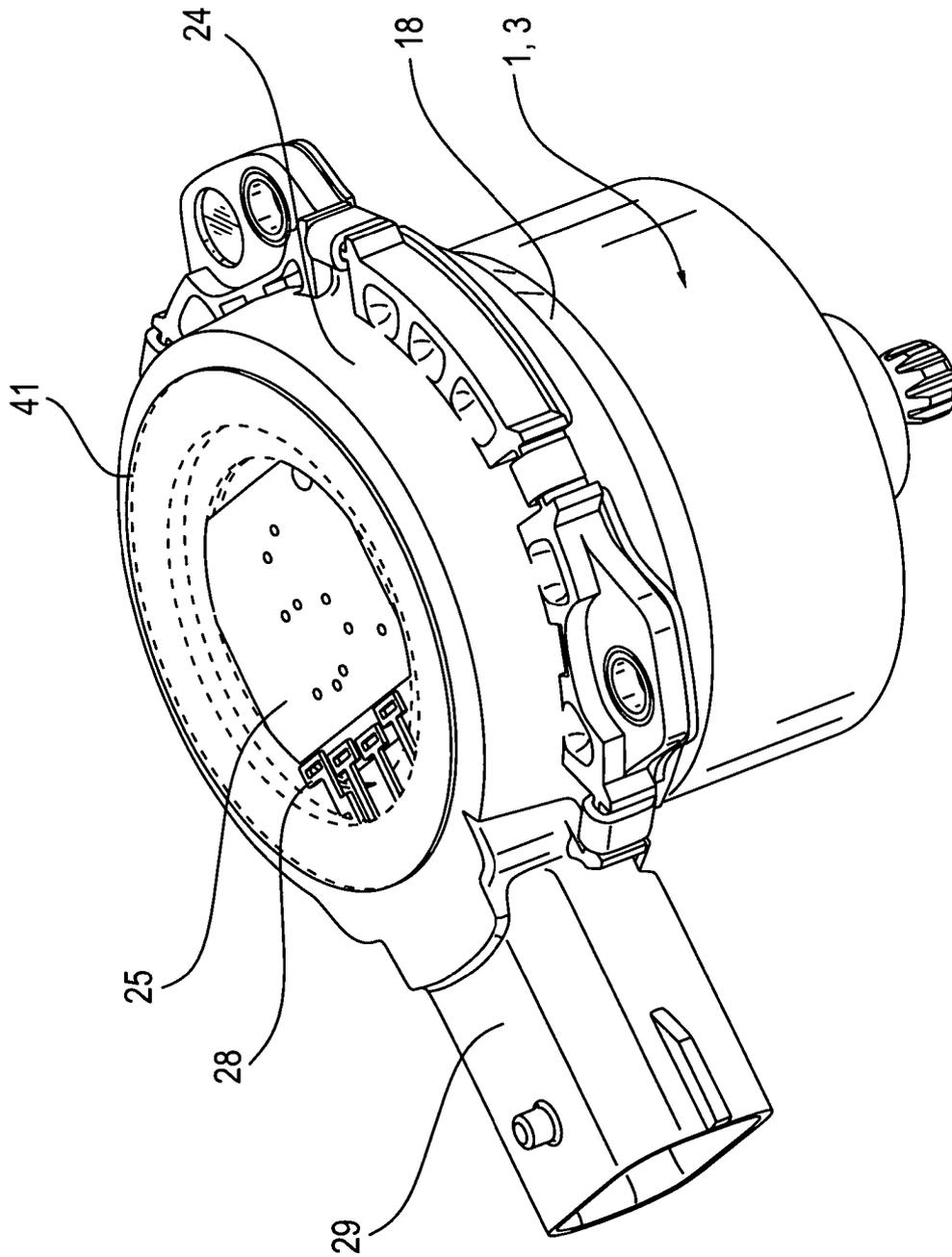


FIG. 9