



(10) **DE 10 2015 219 979 A1** 2017.04.20

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 219 979.7**

(22) Anmeldetag: **14.10.2015**

(43) Offenlegungstag: **20.04.2017**

(51) Int Cl.: **H01R 12/71 (2011.01)**

H01R 13/50 (2006.01)

H01R 13/02 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Conti Temic microelectronic GmbH, 90411
Nürnberg, DE**

(72) Erfinder:
**Albert, Andreas, 91315 Höchstadt, DE; Henniger,
Jürgen, 91056 Erlangen, DE; Keuten, Matthias,
90518 Altdorf, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2011 013 449 B4

DE 101 19 404 A1

DE 10 2012 218 847 A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

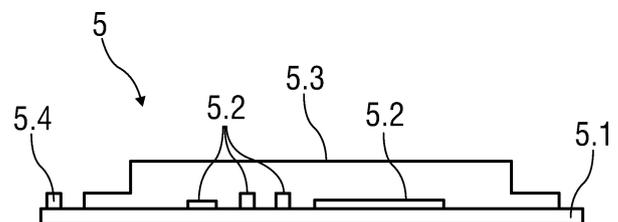
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Entstörmodul für einen elektrisch kommutierten Elektromotor, Verfahren zur Herstellung eines Entstörmoduls und Fahrzeug mit einem solchen Entstörmodul**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Entstörmodul (5) für einen elektrisch kommutierten Elektromotor (2), wobei das Entstörmodul folgende Komponenten aufweist:

- einen Schaltungsträger (5.1),
- eine elektronische Schaltungsanordnung (5.2), die auf dem Schaltungsträger (5.1) angeordnet ist,
- eine Kapselung (5.3), die die elektronische Schaltungsanordnung (5.2) form- und stoffschlüssig umgibt, und
- wenigstens eine Schnittstelle (5.4), welche zur elektrischen Kontaktierung der elektronischen Schaltungsanordnung (5.2) mit einer Steuereinheit (4) des elektrisch kommutierten Elektromotors (2) vorgesehen ist.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Entstörmoduls (5) sowie ein Fahrzeug (1) mit einem solchen Entstörmodul (5).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Entstörmodul für einen elektrisch kommutierten Elektromotor. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Entstörmoduls sowie ein Fahrzeug mit einem solchen Entstörmodul.

[0002] Elektrisch kommutierte Elektromotoren sind hinreichend bekannt und zeichnen sich durch eine gegenüber bürstenkommutierten Elektromotoren verringerte Anzahl von Verschleißteilen aus. Beispielsweise werden derartige Elektromotoren in Fahrzeuggetrieben eingesetzt, die in Kombination miteinander einen Getriebemotor ausbilden.

[0003] Die Ansteuerung eines solchen Elektromotors erfolgt beispielsweise mittels einer pulsweitenmoduliert betriebenen Leistungselektronik, die in einem Steuergerät, z. B. ein Getriebesteuergerät, integriert ist. Eine Schaltung der Leistungselektronik umfasst dabei drei Spannungsteiler, die eine Eingangsspannung, z. B. eine Versorgungsspannung von 12V eines Fahrzeugbordnetzes, in drei Phasenspannungen aufteilen, die jeweils um beispielsweise 120° zueinander zeitlich versetzt sind. D. h., der Elektromotor wird mit einem Dreiphasenwechselstrom betrieben.

[0004] Da die Phasenspannungen aufgrund der Pulsweitenmodulation unerwünschte Spannungsspitzen aufweisen können, ist eine Entstörung zur Glättung der Phasenspannungen erforderlich. Beispielsweise werden als Entstörbauteile Keramikcondensatoren oder Elektrolytkondensatoren eingesetzt, die jedoch eine geringe Temperaturstabilität aufweisen.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Entstörmodul für einen elektrisch kommutierten Elektromotor anzugeben. Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zu Grunde ein geeignetes Verfahren zur Herstellung eines solchen Entstörmoduls sowie ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Fahrzeug mit einem solchen Entstörmodul anzugeben.

[0006] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Hinsichtlich des Entstörmoduls wird die Aufgabe erfindungsgemäß mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe mit den in Anspruch 9 angegebenen Merkmalen gelöst. Hinsichtlich des Fahrzeugs wird die Aufgabe erfindungsgemäß mit den in Anspruch 10 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0008] Ein Entstörmodul für einen elektrisch kommutierten Elektromotor umfasst einen Schaltungs-

träger, eine elektronische Schaltungsanordnung, die auf dem Schaltungsträger angeordnet ist, eine Kapselung, die die elektronische Schaltungsanordnung form- und stoffschlüssig umgibt, und wenigstens eine Schnittstelle, welche zur elektrischen Kontaktierung der elektronischen Schaltungsanordnung mit einer Steuereinheit des elektrisch kommutierten Elektromotors vorgesehen ist.

[0009] Ein zur Steuereinheit des Elektromotors separates Entstörmodul ermöglicht die Bestückung des Schaltungsträgers mit der elektronischen Schaltungsanordnung, welche insbesondere Entstörbauteile umfasst, außerhalb eines Elektronikraums der Steuereinheit. Da Entstörbauteile, z. B. Elektrolytkondensatoren, üblicherweise sehr viel Platz benötigen und zudem nur eine geringe Temperaturstabilität aufweisen, ist mittels des erfindungsgemäßen separaten Entstörmoduls eine bauraumoptimierte Platzierung der Entstörbauteile sowie eine gegenüber dem Stand der Technik verlängerte Lebensdauer der elektronischen Schaltungsanordnung möglich.

[0010] Des Weiteren kann das Entstörmodul gegenüber dem Stand der Technik wesentlich flacher und dabei modular skalierbar ausgebildet werden. Auch ist ein Austausch im Reparaturfall des Entstörmoduls auf einfache Art und Weise möglich. Darüber hinaus ist das Entstörmodul separat zur Steuereinheit herstellbar und es ist kein separates Gehäuse an der Steuereinheit zum Schutz der Entstörbauteile erforderlich, da die elektronische Schaltungsanordnung durch die Kapselung vor äußeren Einflüssen, z. B. Getriebeöl, geschützt ist.

[0011] Beispielsweise ist das Entstörmodul mit einem Getriebesteuergerät koppelbar, welches einen Getriebemotor eines Fahrzeugs ansteuert. Hierbei ist die Steuereinheit das Getriebesteuergerät und der Elektromotor bildet gemeinsam mit einem Getriebe des Fahrzeugs den Getriebemotor.

[0012] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist die Schnittstelle zur elektrischen Kontaktierung des Entstörmoduls als ein Stanzgitter ausgebildet, das in den Schaltungsträger integriert ist.

[0013] In alternativen Ausgestaltungen umfasst die Schnittstelle eine freiliegende Kontaktfläche, die über ein in den Schaltungsträger integriertes elektrisches Leitungselement elektrisch mit der elektronischen Schaltungsanordnung verbunden ist. Eine der Steuereinheit abgewandte Seite des Entstörmoduls weist zweckmäßigerweise keine offenen elektrischen Kontaktstellen auf, so dass Kurzschlüsse vermieden werden können.

[0014] Weiterhin kann die Schnittstelle gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung als ein Steckermodul ausgebildet sein, welches zumindest einen elektri-

schen Kontaktstift und eine den Kontaktstift form- und stoffschlüssig umgebende weitere Kapselung aufweist. Das Entstörmodul kann hierbei auf einfache Art und Weise mit der Steuereinheit verbunden werden.

[0015] Vorzugsweise sind die Kapselung und die weitere Kapselung einteilig miteinander ausgebildet. Damit ist eine Herstellung des Entstörmoduls mit einem Steckermodul besonders einfach durchführbar, da die Ausbildung eines separaten Gehäuses entfällt.

[0016] Eine Verbindung der elektronischen Schaltungsanordnung mit dem Schaltungsträger erfolgt vorzugsweise mittels Stoffschluss. Beispielsweise ist die elektronische Schaltungsanordnung mit dem Schaltungsträger verklebt, z. B. mittels eines Wärmeleitklebers. Alternativ kann die elektronische Schaltungsanordnung auch auf den Schaltungsträger gelötet oder geschweißt werden. Zudem ist es möglich, zur elektrischen Kontaktierung der elektronischen Schaltungsanordnung mit dem Schaltungsträger Bonddrähte vorzusehen. Darüber hinaus ist eine mechanische Fixierung, z. B. über einen Anschraubpunkt, eine Buchse oder mittels einer Haltegeometrie, z. B. eine Halteklammer, möglich.

[0017] Als Entstörbauteile weist die elektronische Schaltungsanordnung mindestens einen Kondensator, z. B. einen Keramik Kondensator oder einen Elektrolytkondensator, auf.

[0018] Es ist weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines Entstörmoduls für einen elektrisch kommutierten Elektromotor anzugeben, wobei auf zumindest eine Flachseite eines Schaltungsträgers eine elektronische Schaltungsanordnung angeordnet und fixiert wird, wobei wenigstens eine Schnittstelle zur elektrischen Kontaktierung der elektronischen Schaltungsanordnung mit einem Steuergerät des elektrisch kommutierten Elektromotors in den Schaltungsträger integriert wird, und wobei zumindest die elektronische Schaltungsanordnung mit einem aushärtbaren Kapselungsmaterial versehen wird, welches sich beim Aushärten mit der elektronischen Schaltungsanordnung form- und stoffschlüssig verbindet und diese einteilig kapselt.

[0019] Das Verfahren ermöglicht eine einfache und kostengünstige Herstellung eines Entstörmoduls, welches auf einfache Art und Weise mit einer Steuereinheit zur Ansteuerung des Elektromotors koppelbar ist.

[0020] Darüber hinaus ist ein Fahrzeug vorgesehen, welches einen elektrisch kommutierten Elektromotor, eine Steuereinheit zur Ansteuerung des Elektromotors und ein erfindungsgemäßes Entstörmodul umfasst, welches mit der Steuereinheit zumindest elektrisch verbunden ist.

[0021] Dadurch, dass mittels des Entstörmoduls eine Lebensdauer der elektronischen Schaltungsanordnung erhöht wird, kann eine Funktion des Elektromotors und somit z. B. eines Getriebemotors des Fahrzeugs langfristig erhalten werden. Das Fahrzeug ist somit hinsichtlich einer Lebensdauer und Funktion gegenüber dem Stand der Technik verbessert.

[0022] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

[0023] Dabei zeigen:

[0024] Fig. 1 schematisch ein Fahrzeug mit einem Elektromotor, einer Steuereinheit zur Ansteuerung des Elektromotors und einem erfindungsgemäßen Entstörmodul,

[0025] Fig. 2 schematisch das Entstörmodul in einer allgemeinen Ausführung, und

[0026] Fig. 3 bis Fig. 6 schematisch Schnittdarstellungen des Entstörmoduls in verschiedenen beispielhaften Ausgestaltungen.

[0027] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0028] Fig. 1 zeigt schematisch ein Fahrzeug **1** in stark vereinfachter Art und Weise.

[0029] Das Fahrzeug **1** umfasst einen elektrisch kommutierten Elektromotor **2**, welcher im vorliegenden Ausführungsbeispiel mit einem Getriebe **3** des Fahrzeugs **1** einen Getriebemotor GM bildet und von einer Steuereinheit **4** angesteuert wird.

[0030] Beispielsweise ist das Getriebe **3** ein automatisches Fahrzeuggetriebe, dessen Fahrstufen mittels des Elektromotors **2** verstellt werden.

[0031] Der Elektromotor **2** wird elektrisch kommutiert und ist somit als bürstenloser Motor ausgebildet. Die Ansteuerung des Elektromotors **2** erfolgt über die Steuereinheit **4**, welche dazu beispielsweise eine pulsweitenmoduliert betriebene Leistungselektronik (hier nicht dargestellt) aufweist.

[0032] Wie bereits eingangs beschrieben, umfasst die Leistungselektronik drei Spannungsteiler, die eine Eingangsspannung, z. B. eine Versorgungsspannung von 12V eines Bordnetzes des Fahrzeugs **1**, in drei Phasenspannungen aufteilen, die jeweils um beispielsweise 120° zueinander zeitlich versetzt sind. D. h., der Elektromotor **2** wird mit einem Dreiphasenwechselstrom betrieben.

[0033] Da die Phasenspannungen aufgrund der Pulsweitenmodulation unerwünschte Spannungs-

spitzen aufweisen können, ist ein erfindungsgemäßes Entstörmodul **5** vorgesehen, welches zur Glättung der Phasenspannungen erforderlich ist.

[0034] Das Entstörmodul **5** ist mit der Steuereinheit **4** elektrisch und gegebenenfalls zusätzlich mechanisch verbunden und wird als separates Modul hergestellt und montiert.

[0035] Fig. 2 zeigt das Entstörmodul **5** in einer allgemeinen Ausführung in stark vereinfachter Weise.

[0036] Das Entstörmodul **5** umfasst einen Schaltungsträger **5.1**, z. B. eine sogenannte HDI-Leiterplatte, auf dem eine elektronische Schaltungsanordnung **5.2** angeordnet und stoffschlüssig, z. B. mittels Kleben, Schweißen oder Löten, befestigt ist.

[0037] Die elektronische Schaltungsanordnung **5.2** umfasst als Entstörbauteile eine vorgegebene Anzahl von Kondensatoren, insbesondere Elektrolytkondensatoren und/oder Keramikkondensatoren. Eine elektrische Kontaktierung der Entstörbauteile mit dem Schaltungsträger **5.1** erfolgt beispielsweise mittels Drahtbonden, Löten, Schweißen und/oder mittels Verwendung eines Wärmeleitklebers.

[0038] Die Kapselung **5.3** umgibt alle Komponenten auf dem Schaltungsträger **5.1**, also insbesondere die elektronische Schaltungsanordnung **5.2**, vollständig und einteilig, so dass diese vor äußeren Einflüssen, wie z. B. Späne, Getriebeöl, geschützt sind.

[0039] Aufgrund der einteiligen Ausbildung der Kapselung **5.3** sind auch die Zwischenräume in der elektronischen Schaltungsanordnung **5.2** verschlossen, so dass offene Schnittstellen vermieden sind. Mittels der Kapselung **5.3** ist eine optimale Kombination von Elektronikschutz und einem Gehäusekonzept mit einem gegenüber dem Stand der Technik verringerten Bauraumbedarf ermöglicht. Des Weiteren ist aufgrund der Kapselung **5.3** kein separates Gehäuse erforderlich.

[0040] Vorzugsweise ist die Kapselung **5.3** aus einem aushärtbaren Material, z. B. ein Duroplast, gebildet, so dass der Form- und Stoffschluss zwischen der Kapselung und der elektronischen Schaltungsanordnung **5.2** besonders einfach herstellbar ist. Das aushärtbare Material kann hierbei mittels Formpressen, Spritzpressen oder alternativ mittels Spritzguss aufgebracht werden.

[0041] Weiterhin umfasst das Entstörmodul **5** wenigstens eine Schnittstelle **5.4**, die zur elektrischen Kontaktierung der elektronischen Schaltungsanordnung **5.2** mit der Leistungselektronik der Steuereinheit **4** vorgesehen ist.

[0042] Die Schnittstelle **5.4** kann auf verschiedene Art und Weise ausgebildet sein, worauf in den nachfolgenden Fig. 3 bis Fig. 6 näher eingegangen wird.

[0043] Die Fig. 3 bis Fig. 6 zeigen dabei verschiedene beispielhafte Ausgestaltungen des Entstörmoduls **5**, wobei das Entstörmodul **5** jeweils in einer Schnittdarstellung, insbesondere in einem Längsschnitt gezeigt ist.

[0044] In Fig. 3 ist die Schnittstelle **5.4** als ein Stanzgitter **S** ausgebildet, wobei zwei parallel zueinander verlaufende elektrische Leiter durch den Schaltungsträger **5.1** hindurch geführt sind und von einer bestückten Flachseite des Schaltungsträgers **5.1** nach oben abragen. Das Stanzgitter **S** ist elektrisch leitend mit der elektronischen Schaltungsanordnung **5.2** verbunden, z. B. über in dem Schaltungsträger **5.1** verlaufende Stanzgitterabschnitte.

[0045] Die bestückte Flachseite des Schaltungsträgers **5.1** ist hierbei beispielsweise eine der Steuereinheit **4** zugewandte Seite. Eine unbestückte Flachseite des Schaltungsträgers **5.1** ist der Steuereinheit **4** abgewandt, wobei über die unbestückte Flachseite des Schaltungsträgers **5.1** abragende Abschnitte der Leiter mit einem elektrisch isolierenden Material abgedichtet sind. Alternativ kann der Schaltungsträger **5.1** auch anders relativ zur Steuereinheit **4** ausgerichtet sein.

[0046] Alternativ dazu kann in ähnlicher Art und Weise als Schnittstelle **5.4** ein Kabel oder ein Einpresskontakt angeordnet oder eingebracht werden, wobei diese mit der elektronischen Schaltungsanordnung **5.2** jeweils z. B. über eine in dem Schaltungsträger **5.1** integrierte Leiterbahn elektrisch leitend verbunden sind.

[0047] In Fig. 4 umfasst die Schnittstelle **5.4** eine freiliegende Kontaktfläche **K** auf der bestückten Flachseite oder alternativ auf einer gegenüberliegenden Flachseite des Schaltungsträgers **5.1**, die mit einem in den Schaltungsträger **5.1** integrierten Leitungselement **L** verbunden ist. Das Leitungselement **L** kann hierbei ebenfalls eine Leiterbahn sein und ist elektrisch mit der elektronischen Schaltungsanordnung **5.2** verbunden.

[0048] Die elektrische Kontaktfläche **K** ist hierbei entweder in Form eines oberflächenmontierten Bauelements ausgebildet und direkt auf den Schaltungsträger **5.1** gelötet oder als offene Leiterfläche des Schaltungsträgers **5.1**, z. B. als galvanisiertes Plättchen oder als Kupferfläche, ausgebildet. Die Kontaktfläche **K** ist zweckmäßigerweise aus einem elektrisch leitenden Material, z. B. aus Metall oder einer elektrisch leitenden Keramik, gebildet.

[0049] Vorzugsweise weist hierbei die unbestückte Flachseite des Schaltungsträgers **5.1** keine offenen elektrischen Kontaktstellen auf.

[0050] In den **Fig. 5** und **Fig. 6** ist die Schnittstelle **5.4** jeweils als ein integriertes Steckermodul **SM** ausgebildet, welches zwei parallel zueinander verlaufende Kontaktstifte **KS** aufweist, die jeweils oberhalb oder in Abhängigkeit eines Bauraums auch unterhalb der bestückten Flachseite des Schaltungsträgers **5.1** rechtwinklig abgewinkelt sind.

[0051] In **Fig. 5** sind die Kontaktstifte **KS** von einer weiteren Kapselung **KP** umgeben, die separat zur Kapselung **5.3** der elektronischen Schaltungsanordnung **5.2** ausgebildet ist.

[0052] In **Fig. 6** sind die Kapselung **5.3** und die weitere Kapselung **KP** einteilig miteinander ausgebildet, so dass diese bei der Herstellung des Entstörmoduls **5** in einem gemeinsamen Verfahrensschritt aufgebracht werden können.

[0053] Mittels des Steckermoduls **SM** als Schnittstelle **5.4** kann das Entstörmodul **5** auf besonders einfache Art und Weise mit der Steuereinheit **4** verbunden werden. Die Steuereinheit **4** weist dazu eine mit dem Steckermodul **SM** korrespondierende Steckerbuchse auf.

[0054] Die elektrischen Kontaktstifte **KS** können hierbei von beiden Seiten angeordnet werden, z. B. mittels Durchstecken und anschließend beidseitig Löten, Schweißen oder Kleben. Alternativ können die elektrischen Kontaktstifte **KS** auch einseitig gelötet, geschweißt oder geklebt werden.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	Elektromotor
3	Getriebe
4	Steuereinheit
5	Entstörmodul
5.1	Schaltungsträger
5.2	elektronische Schaltungsanordnung
5.3	Kapselung
5.4	Schnittstelle
GM	Getriebemotor
K	Kontaktfläche
KS	Kontaktstift
KP	weitere Kapselung
L	Leitungselement
S	Stanzgitter
SM	Steckermodul

Patentansprüche

1. Entstörmodul (**5**) für einen elektrisch kommutierten Elektromotor (**2**) mit

– einem Schaltungsträger (**5.1**),
 – einer elektronische Schaltungsanordnung (**5.2**), die auf dem Schaltungsträger (**5.1**) angeordnet ist,
 – einer Kapselung (**5.3**), die die elektronische Schaltungsanordnung (**5.2**) form- und stoffschlüssig umgibt, und
 – wenigstens einer Schnittstelle (**5.4**), welche zur elektrischen Kontaktierung der elektronischen Schaltungsanordnung (**5.2**) mit einer Steuereinheit (**4**) des elektrisch kommutierten Elektromotors (**2**) vorgesehen ist.

2. Entstörmodul (**5**) nach Anspruch 1, wobei die Schnittstelle (**5.4**) als ein Stanzgitter (**S**) ausgebildet ist.

3. Entstörmodul (**5**) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schnittstelle (**5.4**) eine freiliegende Kontaktfläche (**K**) umfasst, die über ein in den Schaltungsträger (**5.1**) integriertes elektrisches Leitungselement (**L**) elektrisch mit der elektronischen Schaltungsanordnung (**5.2**) verbunden ist.

4. Entstörmodul (**5**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schnittstelle (**5.4**) als ein Steckermodul (**SM**) ausgebildet ist, welches zumindest einen elektrischen Kontaktstift (**KS**) und einen zumindest einen elektrischen Kontaktstift (**KS**) form- und stoffschlüssig umgebende weitere Kapselung (**KP**) aufweist.

5. Entstörmodul (**5**) nach Anspruch 4, wobei die Kapselung (**5.3**) und die weitere Kapselung (**KP**) einteilig miteinander ausgebildet sind.

6. Entstörmodul (**5**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektronische Schaltungsanordnung (**5.2**) mit dem Schaltungsträger (**5.1**) stoffschlüssig verbunden ist.

7. Entstörmodul (**5**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektronische Schaltungsanordnung (**5.2**) mindestens einen Kondensator aufweist.

8. Entstörmodul (**5**) nach Anspruch 7, wobei der mindestens eine Kondensator als ein Elektrolytkondensator ausgebildet ist.

9. Verfahren zur Herstellung eines Entstörmoduls (**5**) für einen elektrisch kommutierten Elektromotor (**2**), wobei
 – auf zumindest eine Flachseite eines Schaltungsträgers (**5.1**) eine elektronische Schaltungsanordnung (**5.2**) angeordnet und befestigt wird,
 – wenigstens eine Schnittstelle (**5.4**) zur elektrischen Kontaktierung der elektronischen Schaltungsanordnung (**5.2**) mit einer Steuereinheit (**4**) des Elektromotors (**2**) in den Schaltungsträger (**5.1**) integriert wird, und

– zumindest die elektronische Schaltungsanordnung (5.2) mit einem aushärtbaren Kapselungsmaterial versehen wird, welches sich beim Aushärten mit der elektronischen Schaltungsanordnung (5.2) form- und stoffschlüssig verbindet und diese einteilig kapselt.

10. Fahrzeug (1), umfassend

- einen elektrisch kommutierten Elektromotor (2),
- eine Steuereinheit (4) zur Ansteuerung des Elektromotors (2) und
- ein Entstörmodul (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, welches mit der Steuereinheit (4) zumindest elektrisch verbunden ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

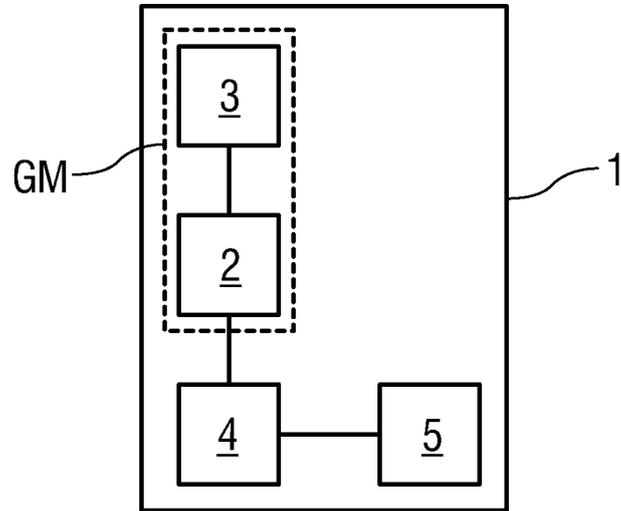


FIG 1

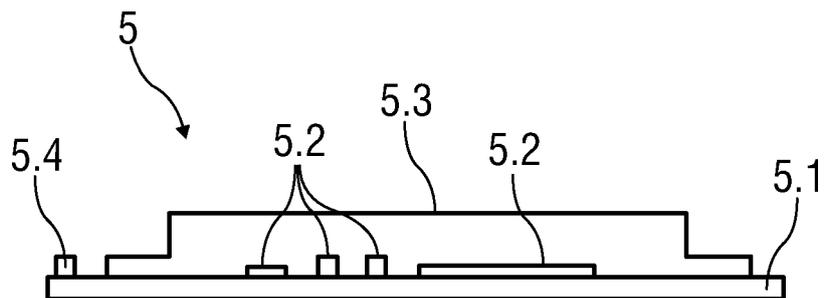


FIG 2

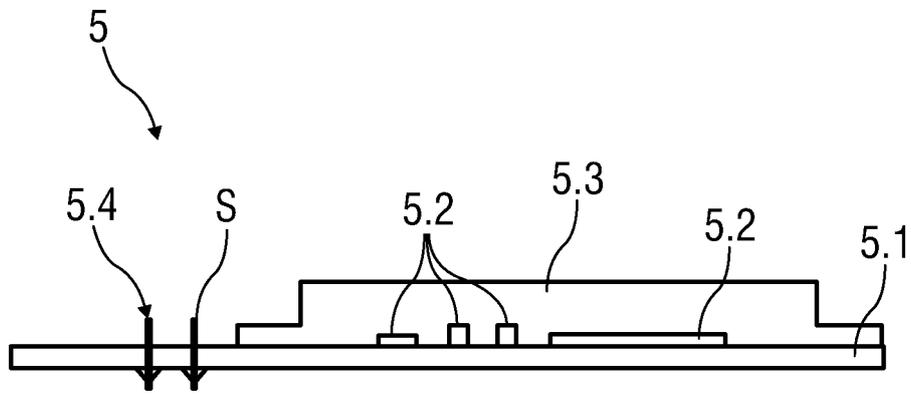


FIG 3

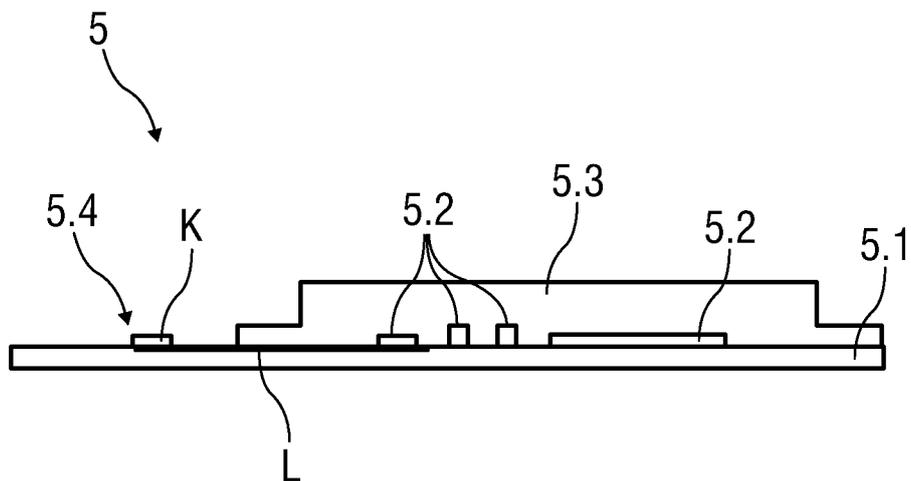


FIG 4

