



(10) **DE 10 2014 211 046 A1** 2015.12.17

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 211 046.7**

(22) Anmeldetag: **10.06.2014**

(43) Offenlegungstag: **17.12.2015**

(51) Int Cl.: **B25F 5/00 (2006.01)**

**H01M 2/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Schadow, Joachim, 70563 Stuttgart, DE;  
Esenwein, Florian, 70771 Leinfelden-  
Echterdingen, DE**

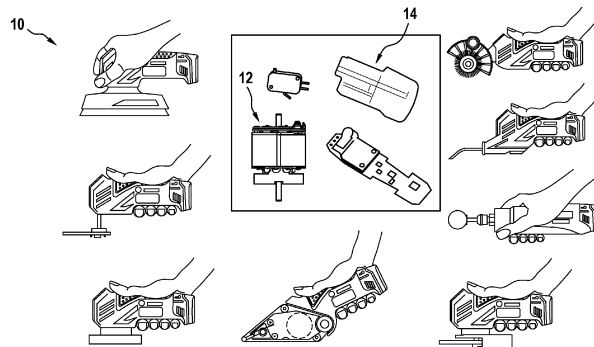
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **System mindestens umfassend einen elektronisch kommutierten Elektromotor einer definierten Baugröße und eine wiederaufladbare Batterie mindestens einer Spannungsklasse**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein System (10), zumindest umfassend:

mindestens eine erste Handwerkzeugmaschine (16a), die mindestens eine erste Schnittstelle für mindestens eine wiederaufladbare Batterie (14) einer Spannungsklasse aufweist, mit mindestens einem elektronisch kommutierten Elektromotor (12a) einer definierten Baugröße, mit mindestens einer ersten Elektronikeinheit (20a), die mindestens dazu vorgesehen ist, den elektronisch kommutierten Elektromotor (12a) zu bestromen, mit mindestens einem ersten Schaltelement (22a) zur Aktivierung des elektronisch kommutierten Elektromotors (12a) und mindestens eine zweite Handwerkzeugmaschine (16b),

die mindestens eine zweite Schnittstelle (18b) für die wiederaufladbare Batterie (14) der Spannungsklasse aufweist, mit mindestens einem elektronisch kommutierten Elektromotor (12b) einer definierten Baugröße, mit mindestens einer zweiten Elektronikeinheit (20b), die mindestens dazu vorgesehen ist, den elektronisch kommutierten Elektromotor (12b) zu bestromen, mit mindestens einem zweiten Schaltelement (22b) zur Aktivierung des elektronisch kommutierten Elektromotors (12b), sowie mit mindestens einer wiederaufladbaren Batterie (14). Es wird vorgeschlagen, dass die wiederaufladbare Batterie (14) sowohl mit der ersten Schnittstelle (18a) als auch mit der zweiten Schnittstelle (18b) korrespondieren kann.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein System mindestens umfassend einen elektronisch kommutierten Elektromotor einer definierten Baugröße und eine wiederaufladbare Batterie mindestens einer Spannungsklasse.

## Stand der Technik

## Offenbarung der Erfindung

**[0002]** Das erfindungsgemäße System mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs umfasst zumindest mindestens eine erste Handwerkzeugmaschine, die mindestens eine erste Schnittstelle aufweist, die mit mindestens einer wiederaufladbaren Batterie einer Spannungsklasse korrespondieren kann. Unter „korrespondieren“ soll hier insbesondere verstanden werden, dass eine wiederaufladbare Batterie zur elektrischen Energieversorgung der Handwerkzeugmaschine vorgesehen ist. Die elektrische Energie kann über die Schnittstelle der Handwerkzeugmaschine übertragen werden. Die Energieübertragung kann kabelgebunden oder kabellos erfolgen. Eine kabellose Energieübertragung kann beispielsweise über induktive Energieübertragung erfolgen.

**[0003]** Das System umfasst des Weiteren mindestens einen elektronisch kommutierten Elektromotor einer definierten Baugröße. Unter einer Baugröße soll hier eine Länge und ein Durchmesser verstanden werden. Die Länge des elektronisch kommutierten Elektromotors ist über eine Paketlänge definiert. Der Durchmesser wird vom Durchmesser eines Motorgehäuses gebildet.

**[0004]** Mindestens eine erste Elektronikeinheit ist zumindest dazu vorgesehen, den elektronisch kommutierten Elektromotor zu steuern und/oder zu regeln. Unter „steuern“ soll insbesondere verstanden werden, dass die Elektronikeinheit unabhängig eines Parameters des elektronisch kommutierten Elektromotors ein Ansteuersignal für den elektronisch kommutierten Elektromotor bereit stellt. Unter „regeln“ soll insbesondere verstanden werden, dass die Elektronikeinheit in Abhängigkeit eines Parameters des elektronisch kommutierten Elektromotors ein Ansteuersignal für den elektronisch kommutierten Elektromotor bereit stellt.

**[0005]** Mindestens ein erstes Schaltelement aktiviert den elektronisch kommutierten Elektromotor. Unter „aktivieren“ soll verstanden werden, dass bei Betätigung des Schaltelements der elektronisch kommutierte Elektromotor zu rotieren beginnt.

**[0006]** Das System umfasst des Weiteren mindestens eine zweite Handwerkzeugmaschine, die mindestens eine zweite Schnittstelle aufweist, die mit der wiederaufladbaren Batterie einer Spannungsklasse

korrespondieren kann. Mindestens eine zweite Elektronikeinheit ist dazu vorgesehen, den elektronisch kommutierten Elektromotor zu steuern und/oder zu regeln. Mindestens ein zweites Schaltelement ist zur Aktivierung des elektronisch kommutierten Elektromotors vorgesehen.

**[0007]** Das System umfasst des Weiteren mindestens eine wiederaufladbare Batterie einer Spannungsklasse. Es wird vorgeschlagen, dass die wiederaufladbare Batterie einer Spannungsklasse entweder mit der ersten Schnittstelle der ersten Handwerkzeugmaschine korrespondieren kann oder mit der zweiten Schnittstelle der zweiten Handwerkzeugmaschine korrespondieren kann. Unter „korrespondieren“ soll hier insbesondere „anschießen“ oder „anbringen“ verstanden werden. Vorteilhafterweise kann die wiederaufladbare Batterie einer Spannungsklasse somit entweder die erste Handwerkzeugmaschine mit elektrischer Energie versorgen oder die zweite Handwerkzeugmaschine mit elektrischer Energie versorgen. Das hat den Vorteil, dass das erfindungsgemäße System flexibel gehandhabt werden kann.

**[0008]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Merkmale sind vorteilhafte Weiterbildungen des Systems nach dem Hauptanspruch möglich.

**[0009]** In einer vorteilhaften Ausführungsform wird der elektronisch kommutierte Elektromotor von einem ersten Gehäuseteil der Handwerkzeugmaschine aufgenommen.

**[0010]** Vorteilhafterweise definiert der elektronisch kommutierte Elektromotor eine erste Achse, die koaxial zu einer Abtriebswelle liegt. Die Abtriebswelle ist mindestens dazu vorgesehen ist, ein Bearbeitungswerkzeug anzutreiben. Vorteilhafterweise treibt der elektronisch kommutierte Elektromotor die Abtriebswelle direkt an. Unter „direkt“ soll hier insbesondere verstanden werden, dass der elektronisch kommutierte Elektromotor über die Abtriebswelle mit dem Bearbeitungswerkzeug ohne Zwischenschaltung eines konventionellen Getriebes verbunden ist. Dadurch wird eine hohe Effizienz bei Minimierung des Verschleißes erreicht. Dadurch, dass die Länge des elektronisch kommutierten Elektromotors eine Länge des ersten Gehäuseteils definiert, kann eine kompakte Bauweise des ersten Gehäuseteils erreicht werden, da Bauraum durch Wegfall eines konventionellen Getriebes gespart werden kann. Dadurch wird Bauraum in der Handwerkzeugmaschine geschaffen, der geeignet ist, Elektromotoren aufzunehmen, die geeignet sind, hohe Drehmomente abzugeben und deshalb unter Verzicht auf ein Getriebe als Direktantrieb arbeiten können.

**[0011]** In einer vorteilhaften Ausführungsform wird die Elektronikeinheit zumindest teilweise von einem

zweiten Gehäuseteil aufgenommen. Die Elektronik-einheit ist in dieser Ausführungsform zumindest in einer x-Richtung des zweiten Gehäuseteils zumindest teilweise zwischen der Schnittstelle und dem ersten Gehäuseteil angeordnet. Unter der „x-Richtung“ soll hier insbesondere die Hauptstreckungsrichtung des zweiten Gehäuseteils verstanden werden. Auf diese Weise wird eine kompakte Bauweise des zweiten Gehäuseteils erreicht.

**[0012]** In einer vorteilhaften Ausführungsform ist die wiederaufladbare Batterie zumindest teilweise in das zweite Gehäuseteil integriert ist. Besonders vorteilhaft ist es, wenn das zweite Gehäuseteil einen Großteil einer Batterielänge  $l_B$  aufnimmt. Unter einem „Großteil einer Batterielänge  $l_B$ “ soll hier insbesondere ein Anteil, der größer als 50% der Batterielänge  $l_B$  entspricht verstanden werden. Dadurch wird eine in Hauptstreckungsrichtung der Handwerkzeugmaschine kompakte Bauweise erreicht.

**[0013]** Vorteilhafterweise definiert die wiederaufladbare Batterie mit dem zweiten Gehäuseteil eine zweite Achse, die koaxial zur Einschubrichtung der wiederaufladbaren Batterie liegt.

**[0014]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die wiederaufladbare Batterie zumindest teilweise am zweiten Gehäuseteil angeordnet und ein Großteil der Batterielänge  $l_B$  liegt außerhalb des zweiten Gehäuseteils, wobei die wiederaufladbare Batterie mit dem zweiten Gehäuseteil eine zweite gemeinsame Achse bildet, die winklig, insbesondere rechtwinklig zur Einschubrichtung der wiederaufladbaren Batterie liegt. Auf diese Weise wird eine weitere in Hauptstreckungsrichtung der Handwerkzeugmaschine kompakte Bauweise erreicht.

**[0015]** In einer vorteilhaften Ausführungsform liegt die erste Achse in einem Winkel  $\alpha$  zur zweiten Achse, der zwischen  $60^\circ$  und  $120^\circ$ , besonders zwischen  $80^\circ$  und  $100^\circ$  liegt, bevorzugt aber ungefähr  $90^\circ$  beträgt.

**[0016]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform liegt die erste Achse in einem Winkel  $\alpha$  zur zweiten Achse, der zwischen  $10^\circ$  und  $20^\circ$ , besonders zwischen  $5^\circ$  und  $10^\circ$  liegt, bevorzugt aber ungefähr  $0^\circ$  beträgt.

**[0017]** Vorteilhafterweise ist das zweite Gehäuseteil als Handgriff ausgebildet. Besonders vorteilhaft dient das zweite Gehäuseteil als Handgriff. Unter dem Begriff "Handgriff" soll hierbei insbesondere ein Bauteil verstanden werden, um das zumindest teilweise mindesten eine Hand eines Bedieners gelegt werden kann, um die Handwerkzeugmaschine zu führen.

**[0018]** Vorteilhafterweise ist eine Handwerkzeugmaschine mit einer mechanischen Schnittstelle ausgestattet, die es erlaubt, die Handwerkzeugmaschine

mit der wiederaufladbaren Batterie zu verbinden beziehungsweise die Verbindung wieder zu lösen. Damit ist die wiederaufladbare Batterie austauschbar, was eine flexible Handhabung des Systems ermöglicht.

**[0019]** Vorteilhafterweise ist das Schaltelement im zweiten Gehäuseteil angeordnet, wobei das Schaltelement als Schaltschieber, als Totmannschalter, als Gasgebeschalter oder als Arretierschalter ausgeführt sein kann. Es ist aber auch denkbar, dass das Schaltelement als elektronischer Schalter, als Sensorschalter oder dergleichen ausgeführt ist. Mehrere Schaltelemente können ein Schaltsystem ausbilden, aus dem flexibel ausgewählt werden kann.

**[0020]** In einer vorteilhaften Ausführungsform des elektronisch kommutierten Elektromotors weist der elektronisch kommutierte Elektromotor eine Länge  $l_1$  auf, die zwischen 12 und 30 mm, besonders zwischen 15 und 25 mm, bevorzugt aber zwischen 18 und 24 mm liegt. Des Weiteren weist in dieser Ausführungsform der elektronisch kommutierte Elektromotor einen Durchmesser  $d_1$  auf, der zwischen 30 und 50 mm, besonders zwischen 35 und 44 mm liegt, bevorzugt aber 38 mm beträgt. Auf diese Weise wird eine leistungsfähige Handwerkzeugmaschine verbunden mit einer kompakten Bauweise des ersten Gehäuseteils erreicht.

**[0021]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des elektronisch kommutierten Elektromotors weist der elektronisch kommutierte Elektromotor eine Länge  $l_2$  auf, die zwischen 10 und 30 mm, besonders zwischen 15 und 25 mm liegt, bevorzugt aber 20 mm beträgt. Des Weiteren weist in dieser Ausführungsform der elektronisch kommutierte Elektromotor einen Durchmesser  $d_2$  auf, der zwischen 30 und 50 mm, besonders zwischen 35 und 45 mm liegt, bevorzugt aber 44 mm beträgt. Auf diese Weise wird eine leistungsfähige Handwerkzeugmaschine verbunden mit einer kompakten Bauweise des ersten Gehäuseteils erreicht.

**[0022]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des elektronisch kommutierten Elektromotors weist der elektronisch kommutierte Elektromotor eine Länge  $l_3$  auf, die zwischen 10 und 35 mm, besonders zwischen 15 und 30 mm liegt, bevorzugt aber 26 mm beträgt. Des Weiteren weist in dieser Ausführungsform der elektronisch kommutierte Elektromotor einen Durchmesser  $d_3$  auf, der zwischen 40 und 60 mm, besonders zwischen 45 und 55 mm liegt, bevorzugt aber 50 mm beträgt. Auf diese Weise wird eine leistungsfähige Handwerkzeugmaschine verbunden mit einer kompakten Bauweise des ersten Gehäuseteils erreicht.

**[0023]** Vorteilhafterweise kann der elektronisch kommutierte Elektromotor als Innenläufermotor oder

als Außenläufermotor ausgebildet sein. Ist der elektronisch kommutierte Elektromotor ein Innenläufermotor, sind hohe Drehzahlen und eine hohe Leistungsdichte erreichbar. Ist der elektronisch kommutierte Elektromotor ein Außenläufermotor, ist der elektromotorische Antrieb robust ausgelegt und kann aus dem Stand heraus hohe Drehmomente liefern. Ein solcher Antrieb eignet sich demnach besonders für Anwendungen, bei denen hohe Drehmomente insbesondere bei geringen Drehzahlen gefordert sind.

**[0024]** Vorteilhafterweise weist der elektronisch kommutierte Elektromotor einen Rotor und ein Sensorelement auf. Das Sensorelement ist vorteilhafterweise dazu vorgesehen, eine Winkelstellung des Rotors zu erkennen, welche von der Elektronikeinheit ausgewertet wird. Damit kann besonders vorteilhaft eine Kommutierung erfolgen und das erforderliche Drehmoment des elektronisch kommutierten Elektromotors erzeugt werden. Es ist aber auch vorstellbar, dass die Kommutierung sensorlos erfolgt.

**[0025]** In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform liegt eine Länge des ersten Gehäuseteils zwischen 50 und 150 mm, insbesondere zwischen 80 und 120 mm. Besonders bevorzugt beträgt die Länge des ersten Gehäuseteils aber 100 mm. Dies wird durch die kompakte Bauweise des elektronisch kommutierten Elektromotors realisiert, der maßgeblich die Länge des ersten Gehäuseteils definiert.

**[0026]** Vorteilhafterweise ist die Elektronikeinheit mit dem elektronisch kommutierten Elektromotor verbunden. Dadurch kann vorteilhafterweise mindestens ein den elektronisch kommutierten Elektromotor betreffender Parameter überwacht werden. Der Parameter kann eine Drehzahl, ein Strom und/oder eine Spannung des elektronisch kommutierten Elektromotors sein. Die Elektronikeinheit errechnet mittels eines Sollwert-Istwert-Vergleichs mindestens eines Wertes des Parameters, der den elektronisch kommutierten Elektromotor betrifft, mindestens ein Ansteuersignal für den elektronisch kommutierten Elektromotor.

**[0027]** Vorteilhafterweise ist die Elektronikeinheit mit einem internen Schalter verbunden. Unter einem internen Schalter soll hier ein Schalter verstanden werden, der durch Betätigung des externen Schaltelements aktiviert wird.

**[0028]** Hierbei kann vorteilhafterweise mindestens ein den internen Schalter betreffender Parameter überwacht werden. Der Parameter kann ein Kurzschlussstrom sein, der über einen Schaltkontakt fließt. Die Elektronikeinheit errechnet mittels eines Sollwert-Istwert-Vergleichs mindestens eines Wertes des Parameters, der den internen Schalter betrifft, mindestens ein Ansteuersignal für den elektronisch kommutierten Elektromotor.

**[0029]** Vorteilhafterweise kann die Elektronikeinheit mit der wiederaufladbaren Batterie verbunden werden. Dadurch kann vorteilhafterweise mindestens ein die wiederaufladbare Batterie betreffender Parameter überwacht werden. Der Parameter ist mindestens eine Kapazität der wiederaufladbaren Batterie und/oder ein Überlastzustand der wiederaufladbaren Batterie. Die Elektronikeinheit errechnet mittels eines Sollwert-Istwert-Vergleichs mindestens eines Wertes des Parameters, der die wiederaufladbare Batterie betrifft, mindestens ein Ansteuersignal für den elektronisch kommutierten Elektromotor.

**[0030]** Bevorzugt liegt die Batteriespannung in einem Bereich zwischen 3,6 und 42 V, insbesondere zwischen 7,2 und 18 V. Besonders bevorzugt beträgt die Batteriespannung aber 10,8 V. Die Werte der Batteriespannung berücksichtigen nicht mögliche Batteriespannungsschwankungen.

**[0031]** Damit der elektronisch kommutierte Elektromotor in einem optimalen Arbeitspunkt betrieben werden beziehungsweise effizient arbeiten kann, kann in einer vorteilhaften Ausführungsform zwischen einem Ecomodus und einem Boostmodus umgeschaltet werden.

**[0032]** Unter einem „Ecomodus“ soll insbesondere eine Modus verstanden werden, in welchem der elektronisch kommutierte Elektromotor besonders effizient betrieben wird. Unter „effizient“ soll hier verstanden werden, dass der elektronisch kommutierte Elektromotor im optimalen Arbeitspunkt betrieben wird.

**[0033]** Unter einem „Boostmodus“ soll ein Modus verstanden werden, in welchem der elektronisch kommutierte Elektromotor besonders leistungsfähig betrieben wird. Die Leistungsanforderung an den elektronisch kommutierten Elektromotor kann dabei zeitlich begrenzt sein und ggf. im Überlastbereich des elektronisch kommutierten Elektromotors liegen. Der Boostmodus ist über einen Schalter aktivierbar. Im Boostmodus liegt die Leistungsüberhöhung des elektronisch kommutierten Elektromotors zwischen 10% und 100%, besonders zwischen 20% und 50%, bevorzugt aber bei 33%. Die zeitliche Begrenzung des Boostmodus liegt zwischen 0 und 5min, besonders zwischen 0 und 2,5 min. Bevorzugt liegt die zeitliche Begrenzung des Boostmodus zwischen 30 s und 1 min.

**[0034]** Bevorzugt ist die Handwerkzeugmaschine mindestens in einer der folgenden Ausführungsform ausgeführt:

- a. Winkelschleifer
- b. Exzentrerschleifer
- c. Geradschleifer
- d. oszillierendes Multitool
- e. Oberfräse
- f. Elektroschaber

- g. Stichtsäge
- h. Kreissäge
- i. Nietgerät
- j. Sander

**[0035]** Weitere Vorteile und zweckmäßige Ausführungen sind der Figurenbeschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen.

Zeichnungen

**[0036]** In den Zeichnungen sind das erfindungsgemäße System, die erfindungsgemäßen Komponenten sowie die erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschinen gezeigt.

**[0037]** Es zeigen:

**[0038]** Fig. 1 das erfindungsgemäße System in schematischer Darstellung,

**[0039]** Fig. 2 eine Teilansicht einer ersten erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0040]** Fig. 3 eine Teilansicht eines zweiten Gehäuseteils in schematischer Darstellung,

**[0041]** Fig. 4 eine Teilansicht einer zweiten erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0042]** Fig. 5 ein erster elektronisch kommutierter Elektromotor definierter Baugröße in schematischer Darstellung,

**[0043]** Fig. 5a eine Teilansicht des ersten elektronisch kommutierten Elektromotors definierter Baugröße in schematischer Darstellung,

**[0044]** Fig. 6 ein zweiter elektronisch kommutierter Elektromotor definierter Baugröße in schematischer Darstellung,

**[0045]** Fig. 6a eine Teilansicht des zweiten elektronisch kommutierten Elektromotors definierter Baugröße in schematischer Darstellung,

**[0046]** Fig. 7 ein dritter elektronisch kommutierter Elektromotor definierter Baugröße in schematischer Darstellung,

**[0047]** Fig. 7a eine Teilansicht des dritten elektronisch kommutierten Elektromotors definierter Baugröße in schematischer Darstellung,

**[0048]** Fig. 8 eine Teilansicht eines Außenläufermotors in schematischer Darstellung,

**[0049]** Fig. 9 eine zweite Ausführungsform der ersten erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0050]** Fig. 10 eine dritte Ausführungsform der ersten erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0051]** Fig. 11 eine dritte erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0052]** Fig. 11a eine Teilansicht der dritten erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0053]** Fig. 12 eine Teilansicht der zweiten erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0054]** Fig. 12a eine Teilansicht einer weiteren Ausführungsform der zweiten erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0055]** Fig. 13 eine Teilansicht einer vierten erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0056]** Fig. 14 eine fünfte erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0057]** Fig. 15 eine Teilansicht einer sechsten erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0058]** Fig. 15a eine Ansicht der sechsten erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschine, teilweise in Explosivdarstellung,

**[0059]** Fig. 15b eine Ansicht einer weiteren Ausführungsform der sechsten erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0060]** Fig. 16 eine siebente erfindungsgemäße Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0061]** Fig. 17 eine achte erfindungsgemäße Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0062]** Fig. 18 eine neunte erfindungsgemäße Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung,

**[0063]** Fig. 19 eine zehnte erfindungsgemäße Handwerkzeugmaschine in schematischer Darstellung.

## Beschreibung

**[0064]** Für die in den unterschiedlichen Ausführungsbeispielen vorkommenden gleichen Bauteile werden dieselben Bezugszahlen verwendet.

**[0065]** Fig. 1 zeigt ein System **10**, das einen elektronisch kommutierten Elektromotor **12** einer definierten Baugröße und eine wiederaufladbare Batterie **14** einer Spannungsklasse umfasst. Die wiederaufladbare Batterie **14** dient als elektrische Energiequelle für verschiedene Handwerkzeugmaschinen **16a** bis **16j**, mindestens aber für eine erste Handwerkzeugmaschine **16a**, wie in Fig. 2 dargestellt. Im Ausführungsbeispiel in Fig. 2 ist die Handwerkzeugmaschine **16a** als Winkelschleifer ausgebildet. In einer anderen Ausführungsform ist die Handwerkzeugmaschine **16b** bis **16j** als Exzentrerschleifer, als Geradschleifer, als oszillierendes Multitool, als Oberfräse, als Elektroschaber, als Stichsäge, als Kreissäge, als Nietgerät oder als Sander ausgebildet. Die erste Handwerkzeugmaschine **16a** ist mit einem elektronisch kommutierten Elektromotor **12a** und einer wiederaufladbaren Batterie **14** ausgestattet. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12a** weist in gewissen Fertigungstoleranzgrenzen eine definierte Baugröße auf. Zwischen dem elektronisch kommutierten Elektromotor **12a** und der wiederaufladbaren Batterie **14** ist eine erste Schnittstelle **18a** für die wiederaufladbare Batterie **14** angeordnet. Eine Elektronikeinheit **20a** ist dazu vorgesehen, den elektronisch kommutierten Motor **12a** zu steuern und/oder zu regeln. Bei Betätigung eines Schaltelements **22a** wird der elektronisch kommutierte Elektromotor **12a** aktiviert.

**[0066]** Eine zweite Handwerkzeugmaschine **16b** ist in Fig. 4 als Exzentrerschleifer dargestellt. Die zweite Handwerkzeugmaschine **16b** ist mit einem elektronisch kommutierten Elektromotor **12b** definierter Baugröße und einer wiederaufladbaren Batterie **14** ausgestattet. Zwischen dem elektronisch kommutierten Elektromotor **12b** und der wiederaufladbaren Batterie **14** ist eine zweite Schnittstelle **18b** angeordnet. Eine zweite Elektronikeinheit **20b** ist dazu vorgesehen, den elektronisch kommutierten Elektromotor **12b** zu steuern und/oder zu regeln. Bei Betätigung eines zweiten Schaltelements **22b** wird der elektronisch kommutierte Elektromotor **12b** aktiviert. Die wiederaufladbare Batterie **14** ist dazu vorgesehen, sowohl an der ersten Schnittstelle **18a** anbringbar zu sein und als Energiequelle für die erste Handwerkzeugmaschine **16a** zu dienen, als auch an der zweiten Schnittstelle **18b** anbringbar zu sein und als Energiequelle für die zweite Handwerkzeugmaschine **16b** zu dienen. Das heißt, dass die wiederaufladbare Batterie **14** als Energiequelle für die Handwerkzeugmaschinen **16a** bis **16j** unterschiedlichen Typs dienen kann.

**[0067]** Wie in Fig. 2 ersichtlich wird der elektronisch kommutierte Elektromotor **12a** von einem ersten Gehäuseteil **30a** aufgenommen. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12a** treibt eine Abtriebswelle **32a** an, die ebenfalls vom ersten Gehäuseteil **30a** aufgenommen wird. Die Abtriebswelle **32a** setzt sich in einer Werkzeugspindel **24a** fort. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12a** treibt die Werkzeugspindel **24a** direkt an. Direkt heißt, dass der elektronisch kommutierte Elektromotor **12a** mit der Werkzeugspindel **24a** ohne Zwischenschaltung eines konventionellen Getriebes verbunden ist. Aufgrund dieser konstruktiven Ausgestaltung definiert die Länge des elektronisch kommutierten Elektromotors **12a** maßgeblich die Länge  $l_{G1}$  des ersten Gehäuseteils **30a**. Das heißt, dass durch Wegfall eines konventionellen Getriebes, Bauraum gespart werden kann. Anforderungen an Bauraum werden zumindest noch durch den Einbau von Motorenlagern **23<sub>a1</sub>**, **23<sub>a2</sub>** gestellt.

**[0068]** Ein Bearbeitungswerkzeug **25a** ist abtriebsseitig angeordnet. Das Bearbeitungswerkzeug **25a** ist im Ausführungsbeispiel in den Fig. 2 und Fig. 3 beispielsweise eine Schleif-, Schrupp- oder Trennscheibe. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12a** bildet mit dem ersten Gehäuseteil **30a** eine erste Achse **26a**. Die erste Achse **26a** liegt coaxial zur Abtriebswelle **32a**.

**[0069]** Die Elektronikeinheit **20a** wird von einem zweiten Gehäuseteil **34a** aufgenommen. Das zweite Gehäuseteil **34a** ist zwischen dem ersten Gehäuseteil **30a** und wiederaufladbaren Batterie **14** angeordnet. Die beiden Gehäuseteile **30a** und **34a** können einstückig oder als separate Bauteileinheiten ausgeführt sein. Als separate Bauteileinheiten können die beiden Gehäuseteile verschraubt oder verschweißt oder dergleichen sein. Die beiden Gehäuseteile können gegeneinander drehbar miteinander verbunden sein. Die Elektronikeinheit **20a** ist so im zweiten Gehäuseteil **34a** angeordnet, dass sich die geometrische Abmessung der Elektronikeinheit **20a** in x-Richtung des zweiten Gehäuseteils **34a** mit einem Großteil einer Batterielänge  $l_B$  der wiederaufladbaren Batterie **14** in x-Richtung des zweiten Gehäuseteils **34a** überschneidet. Dadurch kann maximal Bauraum gespart werden. Der Anteil des „Großteils einer Batterielänge  $l_B$ “ ist im Ausführungsbeispiel in den Fig. 2 und Fig. 3 größer als 50% der Batterielänge  $l_B$ .

**[0070]** Zusammen mit dem zweiten Gehäuseteil **34a** bildet die wiederaufladbare Batterie **14** eine zweite Achse **28a**. Die zweite Achse **28a** durchdringt dabei die wiederaufladbare Batterie **14** und erstreckt sich entlang des zweiten Gehäuseteils **34a** in einer axialen Richtung des zweiten Gehäuseteils **34a**. Die axiale Richtung ist hierbei als x-Richtung der Handwerkzeugmaschine **10a** definiert.

**[0071]** Die beiden Achsen **26a** und **28a** stehen in einem Winkel  $\alpha$  zueinander, der zwischen  $60^\circ$  und  $120^\circ$ , besonders aber zwischen  $80^\circ$  und  $100^\circ$  liegt. Bevorzugt beträgt der Winkel  $\alpha$  zwischen der ersten Achse **26a** und der zweiten Achse **28a** aber ungefähr  $90^\circ$ . Die Winkelangabe berücksichtigt keine Fertigungstoleranzen.

**[0072]** In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform stehen die beiden Achsen **26a** und **28a** in einem Winkel  $\alpha$  zueinander, der zwischen  $10^\circ$  und  $20^\circ$ , besonders zwischen  $5^\circ$  und  $10^\circ$  liegt, bevorzugt aber ungefähr  $0^\circ$  beträgt.

**[0073]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform (**Fig. 3**) ist die wiederaufladbare Batterie **14** derart am zweiten Gehäuseteil **34a** angeordnet, dass ein Großteil der Batterielänge  $l_B$  außerhalb des zweiten Gehäuseteils **34a** liegt. Die zweite Achse **28a** liegt hier winklig, insbesondere rechtwinklig zur Einschubrichtung der wiederaufladbaren Batterie **14**.

**[0074]** Das zweite Gehäuseteil **34a** ist als ein Handgriff ausgebildet beziehungsweise dient als Handgriff. Unter dem Begriff "Handgriff" soll ein Bauteil verstanden werden, um das mindestens eine Hand eines Bedieners zumindest teilweise gelegt werden kann, um die Handwerkzeugmaschine **16a** zu führen.

**[0075]** Die erste Schnittstelle **18a** ist im Ausführungsbeispiel eine mechanische Schnittstelle. Die mechanische Schnittstelle stellt eine mechanisch feste, jedoch lösbare Verbindung der beiden Gehäuseteile **30a**, **34a** her. Das erste Gehäuseteil **30a** ist mit dem zweiten Gehäuseteil **34a** über die mechanische Schnittstelle **18a** fest, jedoch manuell oder durch ein geeignetes Werkzeug lösbar verbunden.

**[0076]** Bei Betätigung des Schaltelementes **22a** wird ein interner Schalter **36a** betätigt, der die Elektronikeneinheit **20a** einschaltet. Die Elektronikeneinheit **20a** bestromt und/oder regelt und/oder steuert den elektronisch kommutierten Elektromotor **12a**. Das Schaltelement **22a** und die Elektronikeneinheit **20a** werden vom zweiten Gehäuseteil **34a** aufgenommen. Im Ausführungsbeispiel in **Fig. 2** ist das Schaltelement **22a** als Schaltschieber ausgeführt.

**[0077]** Es ist aber auch möglich, dass das Schaltelement **22a** als Totmannschalter, Gasgebeschalter oder Arretierschalter ausgeführt ist.

**[0078]** Ein Schaltsystem kann mindestens einen Schiebeschalter, einen Totmannschalter, einen Gasgebeschalter und einen Arretierschalter umfassen.

**[0079]** Die **Fig. 5** und **Fig. 5a** zeigen einen elektronisch kommutierten Elektromotor **12** einer ersten Baugröße. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12** weist eine Länge  $l_1$  auf, die zwischen 12 und

30 mm, besonders zwischen 15 und 25 mm, bevorzugt aber zwischen 18 und 24 mm liegt. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12** kann mit der Länge  $l_1$  in den verschiedenen Handwerkzeugmaschinen **16a** bis **16j** eingesetzt werden. Die Werte für die Länge  $l_1$  des elektronisch kommutierten Elektromotors **12** berücksichtigen keine im Motorfertigungsprozess auftretenden Fertigungstoleranzen.

**[0080]** Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12** der ersten Baugröße weist einen Durchmesser  $d_1$  auf, der zwischen 30 und 50 mm, besonders zwischen 35 und 44 mm liegt, bevorzugt aber 38 mm beträgt. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12** kann mit dem Durchmesser  $d_1$  in den verschiedenen Handwerkzeugmaschinen **16a** bis **16j** eingesetzt werden. Die Werte für den Durchmesser  $d_1$  des elektronisch kommutierten Elektromotors **12a** berücksichtigen keine im Motorfertigungsprozess auftretenden Fertigungstoleranzen.

**[0081]** Die **Fig. 6** und **Fig. 6a** zeigen einen elektronisch kommutierten Elektromotor **12** einer zweiten Baugröße. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12** weist eine Länge  $l_2$  auf, die zwischen 10 und 30 mm, besonders zwischen 15 und 25 mm liegt, bevorzugt aber 20 mm beträgt. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12** kann mit der Länge  $l_2$  in den verschiedenen Handwerkzeugmaschinen **16a** bis **16j** eingesetzt werden. Die Werte für die Länge  $l_2$  des elektronisch kommutierten Elektromotors **12** berücksichtigen keine im Motorfertigungsprozess auftretenden Fertigungstoleranzen.

**[0082]** Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12** der zweiten Baugröße weist einen Durchmesser  $d_2$  auf, der zwischen 30 und 50 mm, besonders zwischen 35 und 45 mm liegt, bevorzugt aber 44 mm beträgt. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12** kann mit dem Durchmesser  $d_2$  in den verschiedenen Handwerkzeugmaschinen **16a** bis **16j** eingesetzt werden. Die Werte für den Durchmesser  $d_2$  des elektronisch kommutierten Elektromotors **12** berücksichtigen keine im Motorfertigungsprozess auftretenden Fertigungstoleranzen.

**[0083]** Die **Fig. 7** und **Fig. 7a** zeigen einen elektronisch kommutierten Elektromotor **12** einer dritten Baugröße. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12** weist eine Länge  $l_3$  auf, die zwischen 10 und 35 mm, besonders zwischen 15 und 30 mm liegt, bevorzugt aber 26 mm beträgt. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12** kann mit der Länge  $l_3$  in den verschiedenen Handwerkzeugmaschinen **16a** bis **16j** eingesetzt werden. Die Werte für die Länge  $l_3$  des elektronisch kommutierten Elektromotors **12** berücksichtigen keine im Motorfertigungsprozess auftretenden Fertigungstoleranzen.

**[0084]** Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12** der dritten Baugröße weist einen Durchmesser  $d_3$  auf, der zwischen 40 und 60 mm, besonders zwischen 45 und 55 mm liegt, bevorzugt aber 50 mm beträgt. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12** kann mit dem Durchmesser  $d_3$  in den verschiedenen Handwerkzeugmaschinen **16a** bis **16j** eingesetzt werden. Die Werte für den Durchmesser  $d_3$  des elektronisch kommutierten Elektromotors **12** berücksichtigen keine im Motorfertigungsprozess auftretenden Fertigungstoleranzen.

**[0085]** In den **Fig. 5**, **Fig. 5a**, **Fig. 6**, **Fig. 6a**, **Fig. 7** und **Fig. 7a** sind die elektronisch kommutierten Elektromotoren als Innenläufermotoren ausgeführt. Bei Motoren dieser Art befindet sich ein Stator, der die stromführenden Wicklungen trägt, am Motorgehäuse. Ein Rotor, der die Permanentmagnete trägt, ist mit der Abtriebswelle verbunden. Die Vorteile des Innenläufermotors sind eine hohe zu erreichende Drehzahl bei hoher Leistungsdichte.

**[0086]** **Fig. 8** zeigt einen Schnitt durch einen Außenläufermotor. Bei Motoren dieser Art wird der Stator **42**, der die Wicklungen **44** trägt vom Rotor **46** umschlossen. Das Magnetfeld wird durch Permanentmagnete **48** erzeugt, die im Rotor **46** angeordnet sind. Der Rotor **46** ist üblicherweise an der Abtriebswelle **32** befestigt, während der Stator **42** auf einem Statorträger angeordnet ist. Mögliche Vorteile dieser Motoren sind die zu erreichenden hohen Drehmomente. Der Außenläufermotor **12** kann die Längen  $l_1$  bis  $l_3$  aufweisen. Der Außenläufermotor **12** kann die Durchmesser  $d_1$  bis  $d_3$  aufweisen.

**[0087]** Für eine erforderliche Kommutierung wird die Winkelstellung des Permanentmagneten **48** im Rotor **46** über einen oder mehrere Sensoren **50** erfasst und von der Elektronikeinheit ausgewertet. Anhand der Winkelstellung des Rotors **46** und der gewünschten Drehrichtung werden von der Elektronikeinheit die entsprechenden Wicklungen **44** bestromt, um das erforderliche Drehmoment zu erzeugen. Es ist aber auch denkbar, dass die Kommutierung sensorlos durch die Erfassung einer in den Windungen des Stators ausgelöste Gegenspannung, erfolgt.

**[0088]** Des Weiteren kann eine Sensorvorrichtung dazu vorgesehen sein, einen Kickback und/oder eine Fehlmontage des Bearbeitungswerkzeugs und/oder ein Bersten des Bearbeitungswerkzeugs im Betrieb der Handwerkzeugmaschine **16a** bis **16j** und/oder einen Fall Handwerkzeugmaschine **16a** bis **16j** zu detektieren.

**[0089]** Da bei Handwerkzeugmaschinen **10a** bis **10j** mit elektronisch kommutierten Elektromotoren **12a** bis **12j** die Elektronikeinheiten **20a** bis **20j** immer leistungsfähiger und von Größe und Volumen größer ausgelegt sind als bei Bürstenmotoren, spielt

die Kühlung eine immer wichtigere Rolle und hat die Notwendigkeit einer optimalen Kühlung zur Folge. Die Kühlung kann passiv oder aktiv ausgeführt sein. Bei der passiven Kühlung erfolgt der Abtransport der thermischen Energie durch Konvektion. Bei aktiver Kühlung wird die thermische Energie der zu kühlenden Komponente mit Hilfe eines Kühlsystems abtransportiert.

**[0090]** Im Ausführungsbeispiel in **Fig. 2** ist das Kühlsystem ein Lüfter **52a**. Der Lüfter **52a** ist auf der Abtriebswelle **32a** angebracht und zwischen dem elektronisch kommutierten Elektromotor **12a** und dem Bearbeitungswerkzeug **25a** angeordnet. Es ist aber auch denkbar, dass der Lüfter **52a** nicht an der Abtriebswelle **32a** angebracht ist, sondern über Elemente wie Riemen oder Zahnräder mit der Abtriebswelle **32a** verbunden ist. Genauso gut ist es denkbar, dass andere Kühlsysteme wie Peltierelemente, Kühlkörper, zusätzliche Aktoren mit Luftführungselementen oder dergleichen zum Einsatz kommen.

**[0091]** Die Elektronikeinheit **20a** ist mit dem elektronisch kommutierten Elektromotor **12a** verbunden. Die Elektronikeinheit **20a** überwacht mindestens einen den elektronisch kommutierten Elektromotor **12a** betreffenden Parameter. Unter dem den elektronisch kommutierten Elektromotor **12a** betreffenden Parameter soll mindestens einer der folgenden Parameter des elektronisch kommutierten Elektromotors **12a** verstanden werden: ein Lastmoment, ein Überlastmoment, eine Drehzahl, ein Strom, eine Ankerspannung und/oder eine Temperatur des elektronisch kommutierten Elektromotors **12a**. Das Lastmoment beschreibt ein Moment, das durch ein Werkstück als Gegenmoment zu einem Antriebsmoment erzeugt wird. Ein Ansteigen des Lastmoments im laufenden Betrieb führt zu einem Absinken der Drehzahl. Ein Absinken der Drehzahl erhöht den durch den elektronisch kommutierten Elektromotor **12a** aufgenommenen Strom und/oder die Spannung und verringert dabei die Kühlwirkung des Lüfters **52a**, sodass die Temperatur, gemessen im elektronisch kommutierten Elektromotor **12a**, steigt. Demzufolge kann mindestens einer der folgenden Parameter überwacht werden: ein Überschreiten des Überlastmomentes, ein Unterschreiten eines Grenzwertes der Drehzahl, ein Überschreiten eines Grenzwertes des Stroms, ein Überschreiten eines Grenzwertes der Ankerspannung und/oder einer Überschreitung eines Grenzwertes der Temperatur. Es können ein oder mehrere Parameter parallel überwacht werden. Unter dem Überlastmoment soll das Moment verstanden werden, bei dessen Überschreitung die Temperaturerhöhung kritisch für die Komponenten des elektronisch kommutierten Elektromotors **12a** wird, d.h. dass eine Zerstörung des elektronisch kommutierten Elektromotors **12a** nicht mehr ausgeschlossen werden kann. Die Elektronikeinheit **20a** errechnet mittels eines Sollwert-Istwert-Vergleichs mindestens eines Wertes des



Parameters mindestens ein Ansteuersignal für den elektronisch kommutierten Elektromotor **12a**.

**[0092]** Des Weiteren ist die Elektronikeinheit **20a** mit dem internen Schalter **36a** verbunden. Dabei überwacht die Elektronikeinheit **20a** mindestens einen den internen Schalter **36a** betreffenden Parameter. Unter dem Parameter soll mindestens der folgende Parameter verstanden werden: ein Kurzschlussstrom, der über einen Schaltkontakt **37a** fließt. Der Schaltkontakt **37a** befindet sich zwischen dem internen Schalter **36a** und der Elektronikeinheit **20a**.

**[0093]** Die Elektronikeinheit **20a** errechnet mittels eines Sollwert-Istwert-Vergleichs mindestens eines Wertes des Parameters mindestens ein Ansteuersignal für den elektronisch kommutierten Elektromotor **12a**.

**[0094]** Des Weiteren ist die Elektronikeinheit **20a** mit der wiederaufladbaren Batterie **14** verbunden. Die Elektronikeinheit **20a** überwacht mindestens einen die wiederaufladbare Batterie **14** betreffenden Parameter. Unter dem Parameter soll mindestens einer der folgenden Parameter der wiederaufladbaren Batterie **14** verstanden werden: eine Kapazität der wiederaufladbaren Batterie **14** und/oder ein Überlastzustand der wiederaufladbaren Batterie **14**.

**[0095]** Die Elektronikeinheit **20a** errechnet mittels eines Sollwert-Istwert-Vergleichs des Wertes des Parameters mindestens ein Ansteuersignal für den elektronisch kommutierten Elektromotor **12a**.

**[0096]** Die Batteriespannung liegt in einem Bereich zwischen 3,6 und 42 V, besonders zwischen 7, 2 und 14,4 V, beträgt bevorzugt aber 10,8 V. Die Batteriespannungswerte sind hierbei Nennspannungswerte der Batteriespannung und berücksichtigen nicht mögliche Batteriespannungsschwankungen. Die Nennspannung einer Batterie ergibt sich aus der Anzahl der in Reihe geschalteten Zellen. Die Die Nennspannung der wiederaufladbaren Batterie **14** ist ungleich der Leerlaufspannung der wiederaufladbaren Batterie **14**.

**[0097]** Die wiederaufladbare Batterie **14** besteht insbesondere aus Lithium Ionen Batteriezellen. Die wiederaufladbare Batterie **14** umfasst dabei eine oder mehrere Reihen von Batteriezellen, die wiederum parallel zueinander geschaltet sind. Jede einzelne Zelle weist eine Länge von ungefähr 65 mm und einen Durchmesser von ungefähr 18 mm auf. Es ist aber auch denkbar, dass eine Zelle eine Länge von 65 bis 70 mm und einen Durchmesser von 14 bis ungefähr 20 mm aufweist. Diese Angaben berücksichtigen keine möglichen Fertigungstoleranzen. Lithium Ionen Akkus zeichnen sich durch eine hohe Energiedichte und eine thermische Stabilität auch bei hohen Belastungen aus, was eine hohe Leistung bedeutet.

Ein weiterer großer Vorteil ist die geringe Selbstentladung, die bewirkt, dass auch die Akkus auch bei längeren Standzeiten einsatzbereit sind. Aus diesen Vorteilen ergeben sich die Vorteile der erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschinen **16a** bis **16j**, insbesondere die Kompaktheit der Handwerkzeugmaschinen **16a** bis **16j** verbunden mit einer hohen Leistungsfähigkeit.

**[0098]** Es ist aber auch denkbar, dass die wiederaufladbare Batterie **14** aus Lithium-Luft-Zellen, aus Lithium-Schwefel-Zellen, Lithium-Polymer-Zellen oder dergleichen besteht. Des Weiteren kann die wiederaufladbare Batterie **14** in einer anderen als der gezeigten geometrischen Ausführung realisiert sein, wie zum Beispiel einer eckigen Ausführung.

**[0099]** In einem Ausführungsbeispiel ist die Handwerkzeugmaschine **16a** bis **16j** sowohl in einem Ecomodus, als auch in einem Boostmodus betreibbar.

**[0100]** Im Ecomodus wird der elektronisch kommutierte Elektromotor **12a** bis **12j** der Handwerkzeugmaschinen **16a** bis **16j** im optimalen Arbeitspunkt betrieben.

**[0101]** Im Boostmodus arbeitet der elektronisch kommutierte Elektromotor **12a** bis **12j** besonders leistungsfähig. Im Boostmodus liegt die Leistungsüberhöhung des elektronisch kommutierten Elektromotors **12a** bis **12j** zwischen 10% und 100%, besonders zwischen 20% und 50%, bevorzugt aber bei 33% der Nennleistung. Die zeitliche Begrenzung des Boostmodus liegt zwischen 0 und 5 min, besonders zwischen 0 und 2,5 min. Bevorzugt liegt die zeitliche Begrenzung des Boostmodus zwischen 30s und 1min.

**[0102]** In Fig. 9 ist eine zweite Ausführungsform der ersten Handwerkzeugmaschine **16a** dargestellt. Am ersten Gehäuseteil **30a** der Handwerkzeugmaschine **16a** ist eine Beleuchtungsvorrichtung **56a** angeordnet. Die Beleuchtungsvorrichtung **56a** kann aber auch am zweiten Gehäuseteil **34a** angeordnet sein. Die Beleuchtungsvorrichtung **56a** kann ein Arbeitsfeld ausleuchten, aber auch optische Informationen auf ein Werkstück und/oder eine Umgebung projizieren. Die Beleuchtungsvorrichtung **56a** kann sowohl aus einzelnen Beleuchtungsmitteln als auch aus mehreren Beleuchtungsmitteln bestehen und beispielsweise eine einzelne LED, als auch mehrere LEDs aufweisen. Die Beleuchtungsmittel können in verschiedenen Bauformen und Größen vorgesehen sein. Die Beleuchtungsvorrichtung **56a** kann aber auch als punktförmige Lichtquelle ausgeführt sein. Es ist aber auch denkbar, dass die Beleuchtungsvorrichtung **56a** als Projektionsvorrichtung ausgeführt ist. Die Beleuchtungsvorrichtung **56a** kann Beleuchtungselemente aufweisen, die verschiedengestaltig am ersten Gehäuseteil **30a** und/oder am zweiten Gehäuseteil **34a** angeordnet sein können.

**[0103]** Die Beleuchtungsvorrichtung **56a** kann als geschlossener Leuchtring ausgebildet sein. Das ausgesendete Licht kann unterschiedliche Farben aufweisen. Das vom Leuchtring ausgesendete Licht kann in der Helligkeit variieren. Das vom Leuchtring ausgesendete Licht kann ein Blinklicht sein, das periodisch die Helligkeit ändert. Der Leuchtring kann mit dem ersten Gehäuseteil **30a** und/oder dem zweiten Gehäuseteil **34a** durch Kleben, Rasten, Klemmen, Clipsen oder dergleichen verbunden sein.

**[0104]** Die Beleuchtungsvorrichtung **56a** kann als Lauflicht ausgebildet sein. Das vom Lauflicht ausgesendete Licht kann unterschiedliche Farben aufweisen. Das vom Lauflicht ausgesendete Licht kann in der Helligkeit variieren. Das Lauflicht kann mit dem ersten Gehäuseteil **30a** und/oder dem zweiten Gehäuseteil **34a** durch Kleben, Rasten, Klemmen, Clipsen oder dergleichen verbunden sein.

**[0105]** Des Weiteren ist die Beleuchtungsvorrichtung **56a** in der **Fig. 9** dazu vorgesehen, dem Bediener der Handwerkzeugmaschine **16a** eine die Parameter der Handwerkzeugmaschine **16a** betreffende Anzeige bereitzustellen. Die zur Handwerkzeugmaschine **16a** zugehörigen Parameters sind mindestens folgende:

- Eine Kapazität der wiederaufladbaren Batterie **14**
- Ein Überlastzustand der Handwerkzeugmaschine **16a**, insbesondere des elektronisch kommutierten Elektromotors **12a**, der Elektronik **20a** und/oder der wiederaufladbaren Batterie **14**
- Eine Drehzahl des elektronisch kommutierten Elektromotors **12a**
- Ein Strom, eine Spannung und/oder eine Temperatur des elektronisch kommutierten Elektromotors **12a**
- Eine Temperatur des elektronisch kommutierten Elektromotors **12a** und/oder der Elektronik **20a**

**[0106]** Die Anzeige der Parameter der Handwerkzeugmaschine **16a** kann beispielsweise durch folgende Anzeigemöglichkeiten realisiert werden:

- Eine Änderung der Lichtfarbe
- Eine Änderung der Lichtintensität
- Lichtpulse unterschiedlicher Länge
- Lichtpulse unterschiedlicher Helligkeit
- Lauflicht mit Änderung der Laufrichtung des Lichts
- Lichtpulse, variierend in Pulsfrequenz und/oder Helligkeit

**[0107]** Des Weiteren sind weitere dem Fachmann als sinnvoll erscheinende Anzeigen der Parameter der Handwerkzeugmaschine **16a** möglich.

**[0108]** **Fig. 10** zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Handwerkzeugmaschine **16a**. Die Handwerkzeugmaschine **16a** ist mit ei-

ner Schnittstelle **58a** ausgestattet, die dazu vorgesehen ist, einen Datenaustausch, insbesondere einen elektronischen Datenaustausch zwischen der Handwerkzeugmaschine **16a**, insbesondere der Elektronik **20a** der Handwerkzeugmaschine **16a** und einer externen Kommunikations- und/oder Datenverarbeitungseinheit **60** zu ermöglichen. Der Datenaustausch zwischen der Elektronik **20a** und der externen Kommunikations- und/oder Datenverarbeitungseinheit **60** erfolgt bevorzugt kabellos, beispielsweise mit Hilfe einer Bluetoothverbindung, Bluetooth Low Energy, einer WLAN-Verbindung, einer NFC-Verbindung, einer Infrarotverbindung oder dergleichen. Die Elektronik **20a** steuert und/oder regelt den elektronisch kommutierten Elektromotor **12a** bevorzugt in Abhängigkeit der Parameter der Handwerkzeugmaschine **16a**.

**[0109]** Die externe Kommunikations- und/oder Datenverarbeitungseinheit **60** ist vorzugsweise als Smart Interface, beispielsweise als Smartphone ausgebildet, das eine App zu einer Kommunikation mit der Schnittstelle **58a** aufweist. Es ist jedoch auch denkbar, dass die externe Kommunikations- und/oder Datenverarbeitungseinheit **60** als externe, transportable Kommunikations- und/oder Datenverarbeitungseinheit, als fest installierte Kommunikations- und/oder Datenverarbeitungseinheit oder als weitere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende zentrale oder dezentrale Kommunikations- und/oder Datenverarbeitungseinheit ausgebildet ist. Es kann somit vorteilhaft eine Synchronisation von elektronischen Daten ermöglicht werden. In der externen Kommunikations- und/oder Datenverarbeitungseinheit **60** hinterlegte Einstellungen können beispielsweise direkt auf die Handwerkzeugmaschine **16a** übertragen werden, wie beispielsweise eine eingestellte Drehzahl, eine maximale Leistung oder dergleichen.

**[0110]** In **Fig. 11** ist die Handwerkzeugmaschine **16c** als Geradschleifer **16c** ausgebildet. Ein zweites Gehäuseteil **34c** ist als Handgriff ausgebildet. In einer weiteren Ausführungsform kann das Gehäuseteil **34c** auch als Topfgehäuse ausgebildet sein. Es ist aber auch denkbar, dass das erste Gehäuse **34c** aus einem weiteren Gehäuseteil, beispielsweise aus einem Deckel besteht.

**[0111]** Im Gehäuseteil **34c** ist der elektronisch kommutierten Elektromotor **12c** angeordnet. Der elektronisch kommutierten Elektromotor **12** ist zwischen einer wiederaufladbaren Batterie **14** und einer Werkzeugaufnahme **64c** angeordnet. Der elektronisch kommutierten Elektromotor **12c** kann über eine Bremse, insbesondere über eine elektronische Bremse, aktiv abgebremst werden. Die Elektronik **14c** ist ebenfalls im Gehäuseteil **34c** angeordnet. Die Elektronik **20c** bestromt den elektronisch kommutierten Elektromotor **12c**. Die wiederaufladbare Batterie **14** dient als Energiequelle für den elektronisch kommutierten Elektromotor **12c**. Der elektronisch kommu-

tierten Elektromotor **12c** treibt eine Werkzeugspindel an. Die Werkzeugaufnahme **64c** dient dazu, ein nicht näher dargestelltes Bearbeitungswerkzeug für den Geradschleifer **16c** aufzunehmen. Die Werkzeugaufnahme **24c** ist als Spannzange ausgebildet. Das Bearbeitungswerkzeug kann ein nicht näher dargestellter Fräs-, Polier-, Schleifkörper oder dergleichen sein.

**[0112]** Die Werkzeugaufnahme **64c** weist einen Durchmesser  $d$  auf, der zwischen 4,0 und 8,0 mm liegt. Bevorzugt beträgt der Durchmesser  $d$  6,0 mm beträgt. Diese Angabe berücksichtigt keine Fertigungstoleranzen.

**[0113]** In Fig. 11a ist der erfindungsgemäße Geradschleifer **16c** in Teilansicht schematisch dargestellt.

**[0114]** Wie in Fig. 11a ersichtlich, ist der elektronisch kommutierte Elektromotor **12c** ein Innenläufermotor. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12c** kann der elektronisch kommutierte Elektromotor sein, der in Fig. 5 gezeigt ist.

**[0115]** Über ein Stellelement **70c** wird die Drehzahl, die an der Werkzeugspindel gemessen werden kann, gestellt. Im Ausführungsbeispiel beträgt die Nenn-drehzahl an der Werkzeugspindel mindestens  $15\,000\text{ min}^{-1}$ . Die Drehzahl kann bis  $50\,000\text{ min}^{-1}$  erhöht werden.

**[0116]** Ein Lüfter **52c** ist im zweiten Gehäuseteil **34c** integriert. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Lüfter **52c** zwischen dem elektronisch kommutierten Elektromotor **12** und der Werkzeugaufnahme **64c** integriert. Der Lüfter **52c** kann aber auch zwischen dem elektronisch kommutierten Elektromotor **12** und der Elektronik **20c** angeordnet sein. Genauso gut ist es denkbar, auf den Lüfter **52c** zu verzichten und die Kühlung zum Beispiel über intelligent angeordnete Kühlrippen und/oder Kühlkörper zu realisieren.

**[0117]** Wie in Fig. 11 ersichtlich, sind in einer ringscheibenförmigen Gehäusewand **68c** vier Luftaustrittsöffnungen **72c** eingebracht. Genauso gut ist es denkbar, dass weniger oder mehr als vier Luftaustrittsöffnungen **72c** in der ringscheibenförmigen Gehäusewand **68c** eingebracht sind.

**[0118]** In das zweite Gehäuseteil **34c** sind Lufteintrittsöffnungen **74c** eingebracht. Ein Kühlstrom wird vom Lüfter **52c** erzeugt und verläuft von den Lufteintrittsöffnungen **74c** zu den Luftaustrittsöffnungen **72c**.

**[0119]** Im Ausführungsbeispiel ist an einer, der Werkzeugaufnahme **64c** abgewandten hinteren Seite **75c** des Geradschleifers **16c**, die wiederaufladbare Batterie **14** angeschlossen. Die Batteriespannung liegt in einem Bereich zwischen 3,6 und 42 V, besonders zwischen 7,2 und 14,4 V, beträgt bevorzugt aber

10,8 V. Die Werte der Batteriespannung berücksichtigen nicht mögliche Batteriespannungsschwankungen. Die wiederaufladbare Batterie **14** ist hierbei mit dem Geradschleifer **10c** derart verbunden, dass ein großer Teil der wiederaufladbaren Batterie **14** im Gehäuse inneren des Geradschleifers **16c** liegt und somit zu einer kompakten Bauweise beiträgt.

**[0120]** Weiterhin ist es möglich, durch Betätigung eines Schaltelements eine Blockiervorrichtung zu aktivieren, um eine Werkzeugspindel zu arretieren. Die Blockiervorrichtung kann als Schieber, Stift oder Hebel ausgeführt sein. Die Spindel-arretierung kann form- und /oder kraftschlüssig erfolgen. Dabei ist es denkbar, dass auf der Abtriebswelle **32c** Elemente, wie beispielsweise Rast- oder Reibscheiben aufgebracht sind. Die Blockiervorrichtung kann als separates Bauteil ausgeführt sein. Es ist aber auch denkbar, dass die Blockiervorrichtung in ein bestehendes Bauteil integriert ist oder mit diesem kombiniert ist. Ein solches Bauteil kann ein Schaltelement, ein Stellelement oder dergleichen sein. Die Spindel-arretierung kann automatisch erfolgen. Es ist aber auch vorstellbar, dass die Spindel-arretierung manuell zu betätigen ist.

**[0121]** In Fig. 12 ist die als Exzentrerschleifer **16b** ausgebildeter zweiter Handwerkzeugmaschine **16b** in schematischer Darstellung gezeigt. Im ersten Gehäuseteil **30b** ist der elektronisch kommutierte Elektromotor **12b** angeordnet. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12b** ist mit der Abtriebswelle **32b** verbunden. Die Abtriebswelle **32b** ist über ein exzentrisch angeordnetes Lager mit einer Tragwelle verbunden, die das Bearbeitungswerkzeug **25b** trägt. Das Bearbeitungswerkzeug **25b** der Handwerkzeugmaschine **16b** ist im Ausführungsbeispiel ein Schleifteller, an dessen Unterseite ein Schleifmittel zur Oberflächenbearbeitung eines Werkstücks befestigbar ist. Das Bearbeitungswerkzeug **25b** der Handwerkzeugmaschine **16b** weist einen Durchmesser  $d_b$  auf, der zwischen 75 und 150 mm, bevorzugt aber zwischen 115 und 125 mm liegt. Das Lager kann als Kugellager ausgeführt sein und ermöglicht eine Eigendrehung der Tragwelle um eine Drehachse, die zugleich die Rotationsachse des Bearbeitungswerkzeugs **25b** darstellt. Die Rotationsachse der Tragwelle liegt in einem exzentrischen Abstand parallel zu einer Drehachse **78b** der Abtriebswelle **32b**.

**[0122]** Das zweite Gehäuseteil **34b** ist als ein Handgriff **76b** ausgebildet beziehungsweise dient einem Bediener der en Handwerkzeugmaschine **16b** als Handgriff. Das erste Gehäuseteil **30b** und der Handgriff **76b** sind winklig zueinander angeordnet. Bevorzugt stehen erste Gehäuseteil **30b** und der Handgriff **76b** in einem Winkel von ungefähr  $90^\circ$  zueinander. Die Winkelangabe berücksichtigt keine Fertigungstoleranzen.

[0123] Im zweiten Gehäuseteil **34b** ist die Elektronik **20b** angeordnet. Die Elektronik **20b** ist dazu vorgesehen, den elektronisch kommutierten Elektromotor **12b** zu bestromen. Im Ausführungsbeispiel ist die Elektronik **20b** im zweiten Gehäuseteil **34b** angeordnet. Es ist aber auch denkbar, dass die Elektronik **20b** beispielsweise im elektronisch kommutierten Elektromotor **12b** integriert oder separat ausgeführt ist.

[0124] Um eine besonders handliche Führung der Handwerkzeugmaschine **16b** zu erreichen, ist es von Vorteil, am ersten Gehäuseteil **30b** einen zweiten Griffbereich **80b** anzuordnen. Der zweite Griffbereich **80b** ist insbesondere als Knauf ausgebildet, was auch in optischer Hinsicht ein ansprechendes Erscheinungsbild ergibt. Der zweite Griffbereich **80b** ist derart ausgestaltet, dass er besonders ergonomisch in der Hand des Bedieners liegt. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12b** treibt die Tragwelle insbesondere direkt an. Unter „direkt“ soll verstanden werden, dass der elektronisch kommutierte Elektromotor **12b** mit der Tragwelle ohne Zwischenschaltung eines konventionellen Getriebes, wie beispielsweise ein Planetengetriebe, Kegelgetriebe oder Stirnrad verbunden ist.

[0125] Das exzentrisch angeordnete Bearbeitungswerkzeug **25b** der Handwerkzeugmaschine **16b** führt eine schwingende Bewegung aus. Der dabei entstehende Hub ist hierbei doppelt so groß wie der exzentrische Abstand zwischen der Rotationsachse der Tragwelle und der Achse **78b**.

[0126] Wie in Fig. 12 ersichtlich, ist der elektronisch kommutierte Elektromotor **12b** ein Innenläufermotor. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12b** kann der elektronisch kommutierte Elektromotor sein, der in Fig. 5 gezeigt ist.

[0127] Eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform der Handwerkzeugmaschine **16b** ist in Fig. 12a dargestellt. Wie in Fig. 12a ersichtlich, ist der elektronisch kommutierte Elektromotor **12b** ein Außenläufermotor.

[0128] In den Ausführungsbeispielen beträgt die Drehzahl zwischen 3.000min<sup>-1</sup> bis 15.000 min<sup>-1</sup>, insbesondere bevorzugt 8.000rpm bis 11.000rpm. Desweiteren kann die Drehzahl über ein Stellelement reduziert werden.

[0129] Der Lüfter **52b** ist im ersten Gehäuseteil **30b** integriert. Im Ausführungsbeispiel in Fig. 12 ist der Lüfter **52b** zwischen dem elektronisch kommutierten Elektromotor **12** und dem Bearbeitungswerkzeug **25b** integriert. Es ist aber auch denkbar, dass andere Kühlsysteme wie Peltierelemente, geschlossene Kühlkreisläufe oder dergleichen zum Einsatz kommen. Genauso gut ist es denkbar, auf den Lüfter zu verzichten und die Kühlung zum Beispiel über intelli-

gent angeordnete Kühlrippen und/oder Kühlkörper zu realisieren.

[0130] Eine Staubabsaugvorrichtung **82b** ist am ersten Gehäuseteil **30b** befestigt. Im Bearbeitungswerkzeug **25b** sind über den Umfang verteilt Bohrungen eingebracht, über die bei der Bearbeitung des Werkstückes anfallender Schleifstaub mithilfe eines Staublüfters **83b** in das erste Gehäuseteil **30b** eingesaugt wird, wobei der Staublüfter **83b** fest mit der Abtriebswelle **32b** verbunden ist. Der durch die Bohrungen des Bearbeitungswerkzeugs **25b** transportierte Schleifstaub wird über die Staubabsaugvorrichtung **82b** in einen nicht dargestellten Staubfangbehälter geleitet.

[0131] Die Batteriespannung liegt in einem Bereich zwischen 3,6 und 42 V, insbesondere zwischen 7,2 und 14,4 V, beträgt bevorzugt aber 10,8 V. Die Werte der Batteriespannung berücksichtigen nicht mögliche Batteriespannungsschwankungen.

[0132] In Fig. 13 ist die Handwerkzeugmaschine **16d** als oszillierendes Multitool **16d** ausgebildet.

[0133] Im ersten Gehäuseteil **30d** ist ein elektronisch kommutierter Elektromotor **12d** angeordnet, der die Abtriebswelle **32d** antreibt. Eine Werkzeugwelle **84d** trägt ein nicht näher dargestelltes oszillierend anzutreibendes Werkzeug. Das zweite Gehäuseteil **34d** schließt sich an das erste Gehäuseteil **32d** an. Das erste Gehäuseteil **32d** und das zweite Gehäuseteil **34d** können einstückig oder als separate Bauteileinheiten ausgeführt sein.

[0134] Das zweite Gehäuseteil **34d** dient einem Benutzer der Handwerkzeugmaschine **16d** als Handgriff oder ist als Handgriff ausgebildet. Das zweite Gehäuseteil **34d** ist außerdem zum Einschub der wiederaufladbaren Batterie **14** vorgesehen.

[0135] Im Ausführungsbeispiel in Fig. 13 ist der elektronisch kommutierte Elektromotor **12d** ein Innenläufermotor. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12** kann der elektronisch kommutierte Elektromotor sein, der in Fig. 5 gezeigt ist.

[0136] Die Abtriebswelle **32d** und die Werkzeugwelle **84d** sind parallel zueinander angeordnet. Die Abtriebswelle **32d** und die Werkzeugwelle **84d** können aber auch in einem Winkel zueinander angeordnet sein, der zwischen -30 und 30°, besonders zwischen -10 und 10°, bevorzugt aber zwischen -3,0 und 3,0° liegt. Die Winkelangabe berücksichtigt keine möglichen Toleranzen in der Winkelangabe.

[0137] Die Drehbewegung der Abtriebswelle **32d** wird über ein Koppel-/Verbindungselement **86d** auf die Werkzeugwelle **84d** übertragen. Das Koppel-/Verbindungselement **86d** ist zwischen der Abtriebs-

welle **32d** und der Werkzeugwelle **84d** angeordnet. Mit Hilfe des Koppel-/Verbindungselement **86d** wird die rotierende Bewegung der Abtriebswelle **32d** in eine oszillierende Pendelbewegung der Werkzeugwelle **84d** übertragen.

**[0138]** Die oszillierende Pendelbewegung liegt in einem Winkelbereich zwischen  $0,4$  und  $2,5^\circ$ , besonders zwischen  $0,8$  und  $1,6^\circ$ , bevorzugt aber zwischen  $1$  und  $1,4^\circ$ . Es werden bis zu 30000 Pendelbewegungen in einer Sekunde ausgeführt, besonders aber 25000 Pendelbewegungen in einer Sekunde, bevorzugt aber bis zu 20000 Pendelbewegungen in einer Sekunde.

**[0139]** Wie aus **Fig. 13** ersichtlich, wird die Abtriebswelle **32d** an ihrer dem Werkzeug zugewandten Stirnseite in einem ersten Lager **88d** drehbar aufgenommen und auf ihrer dem Werkzeug abgewandten Seite in einem zweiten Lager **89d** drehbar aufgenommen. Die Werkzeugwelle **84d** ist an ihrer dem Werkzeug zugewandten Stirnseite in einem dritten Lager **90d** drehbar aufgenommen und auf ihrer dem Werkzeug abgewandten Seite in einem vierten Lager **91d** drehbar aufgenommen.

**[0140]** Die beiden Lager **88d**, **90d** sind insbesondere über eine Lagerplatte **92d** miteinander verbunden. Die Lagerplatte **92d** ist dabei als separates Bauteil gegenüber dem ersten Gehäuseteil **30d** ausgeführt. Die Lagerplatte **92d** ist aus einem Metall- oder einem Verbundwerkstoff aufgebaut, womit die Festigkeit erhöht werden kann.

**[0141]** Die vier Lager **88d**, **89d**, **90d**, **91d** können als Fest- oder Loslager ausgeführt sein.

**[0142]** Der Lüfter **52d** ist im ersten Gehäuseteil **30d** angeordnet. Der Lüfter **52d** ist auf der Abtriebswelle **32d** angebracht und zwischen dem elektronisch kommutierten Elektromotor **12d** und dem Exzenterelement **94d** angeordnet. Es ist aber auch denkbar, dass der Lüfter **52d** nicht an der Abtriebswelle **32d** angebracht ist, sondern über Elemente wie Riemen oder Zahnräder mit der Abtriebswelle **32d** verbunden ist. Genauso gut ist es denkbar, dass andere Kühlsysteme wie Peltierelemente, Kühlkörper, zusätzliche Aktoren mit Luftführungselementen oder dergleichen zum Einsatz kommen.

**[0143]** Am zweiten Gehäuseteil **34d** der Handwerkzeugmaschine **16d** ist zumindest teilweise die wiederaufladbare Batterie **14** angeordnet. Dabei ist ein Großteil einer Batterielänge  $l_B$  in das zweite Gehäuseteil **34d** integriert. Die Einschubrichtung der wiederaufladbaren Batterie **14** liegt hierbei koaxial zur Haupterstreckungsrichtung des zweiten Gehäuseteils **34d**.

**[0144]** Die Batteriespannung liegt in einem Bereich zwischen  $3,6$  und  $42$  V, insbesondere zwischen  $7$ ,  $2$  und  $18$  V. Bevorzugt beträgt die Batteriespannung aber  $10,8$  V. Die Werte der Batteriespannung berücksichtigen nicht mögliche Batteriespannungsschwankungen.

**[0145]** Ein Stellelement **70d** ist an einer unteren Seite des zweiten Gehäuseteils **34d** angeordnet. Das Stellelement **70d** ist dazu vorgesehen, eine Drehzahl und/oder einen Betriebsmodus, wie beispielsweise einen Ecomodus oder einen Boostmodus zu stellen.

**[0146]** Eine Aufnahmeelement **96d** ist ebenfalls an der unteren Seite des zweiten Gehäuseteils **34d** angeordnet. Das Aufnahmeelement nimmt ein Werkzeug **98d** auf, das für einen Wechsel eines Bearbeitungswerkzeugs vorgesehen ist.

**[0147]** Ein Druckelement **100d** ist am ersten Gehäuseteil **30d** angeordnet und dazu vorgesehen, einen werkzeuglosen Wechsel des Bearbeitungswerkzeugs zu ermöglichen.

**[0148]** **Fig. 14** zeigt die Handwerkzeugmaschine **16e** als Oberfräse **16e** ausgebildet. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12e** ist im ersten Gehäuseteil **30e** angeordnet. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12e** ist mit einer Abtriebswelle **32e** verbunden. Die Abtriebswelle **32e** setzt sich in einer Werkzeugspindel **102e** fort. Es ist aber auch denkbar, dass die Abtriebswelle **32e** über eine Kupplung mit der Werkzeugspindel **102e** verbunden ist. Es ist aber auch denkbar, dass die Abtriebswelle **32e** über ein konventionelles Getriebe oder einen Riementrieb mit der Werkzeugspindel **102e** verbunden ist. Die Werkzeugspindel **102e** trägt einen nicht näher dargestellten Werkzeughalter. Der Werkzeughalter ist beispielsweise eine Spannzange. In die Spannzange wird ein Bearbeitungswerkzeug gesteckt und mittels einer Überwurfmutter festgespannt. Das Bearbeitungswerkzeug ist beispielsweise ein Fräs Werkzeug. Die Oberfräse **16e** ist beispielsweise geeignet zum Fräsen von Nuten beziehungsweise zum Kantenfräsen.

**[0149]** Die Elektronik **20e** ist unter anderem dazu vorgesehen, den elektronisch kommutierten Elektromotor **12e** zu bestromen. Die Elektronik **20e** ist im ersten Gehäuseteil **30e** angeordnet.

**[0150]** Die Elektronikeinheit **20e** wertet einen Wert eines Parameters, der die Oberfräse **16e** charakterisiert oder mehrere die Oberfräse **16e** charakterisierenden Parameter aus.

**[0151]** Es können ein oder mehrere der Parameter gemessen und ausgewertet werden. Weicht ein Istwert eines der Parameter in unzulässiger Weise von dessen Sollwert ab, wird insbesondere ein Ansteuer-

signal für eine Spannung des elektronisch kommutierten Elektromotor **12e** derart gewählt, dass eine Leistungsabgabe an den elektronisch kommutierten Elektromotor **12e** reduziert wird.

**[0152]** Im Ausführungsbeispiel ist der elektronisch kommutierte Elektromotor **12e** ein Innenläufermotor. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12e** kann der elektronisch kommutierte Elektromotor sein, der in **Fig. 5** gezeigt ist.

**[0153]** Wie in der **Fig. 14** ersichtlich, wird die Abtriebswelle **32e** an ihrer dem Werkzeug zugewandten Seite in einem ersten Lager **88e** drehbar aufgenommen und auf ihrer dem Werkzeug abgewandten Seite in einem zweiten Lager **89e** drehbar aufgenommen.

**[0154]** Am ersten Gehäuseteil **30e** ist zumindest teilweise die wiederaufladbare Batterie **14** angeschlossen. Dabei ist ein Großteil einer Batterielänge  $l_B$  in das erste Gehäuseteil **30e** integriert. Die Einschubrichtung der wiederaufladbaren Batterie **14** erstreckt sich entlang einer y-Richtung der Oberfräse **16e**.

**[0155]** Die Batteriespannung liegt in einem Bereich zwischen 3,6 und 42 V, insbesondere zwischen 7, 2 und 18 V. Bevorzugt beträgt die Batteriespannung aber 10,8 V. Die Werte der Batteriespannung berücksichtigen nicht mögliche Batteriespannungsschwankungen.

**[0156]** Eine Stellvorrichtung ist dazu vorgesehen, eine Drehzahl und/oder einen Betriebsmodus, wie beispielsweise einen Ecomodus oder einen Boostmodus zu stellen.

**[0157]** Die Drehzahl der erfindungsgemäßen en Oberfräse **16e** liegt zwischen 8000 und 35000  $\text{min}^{-1}$ , besonders zwischen 10000 und 25000  $\text{min}^{-1}$ . Bevorzugt beträgt die Drehzahl 20000  $\text{min}^{-1}$ .

**[0158]** Des Weiteren ist die Oberfräse **16e** in einem Automatikmodus betreibbar. Im Automatikmodus wird die Drehzahl automatisch in Abhängigkeit eines bearbeitungswerkzeug- und/oder anwendungsspezifischen Parameters geregelt.

**[0159]** Ein bearbeitungswerkzeug- und/oder anwendungsspezifischer Parameter ist beispielsweise eine Vorschubgeschwindigkeit, ein Durchmesser und/oder eine geometrische Abmessung des Bearbeitungswerkzeugs beziehungsweise ein Material eines Bearbeitungswerkstücks.

**[0160]** Im Ausführungsbeispiel in **Fig. 14** ist an einem zweiten Gehäuseteil **34e** der Oberfräse **16e** die Beleuchtungsvorrichtung **56e** angeordnet. Die Beleuchtungsvorrichtung **56e** kann aber auch am ersten Gehäuseteil **30e** angeordnet sein. Die Beleuchtungsvorrichtung **56e** kann aber auch am Werkzeug-

halter angeordnet sein. Die Beleuchtungsvorrichtung **56e** kann ein Arbeitsfeld ausleuchten, aber auch optische Informationen auf eine Umgebung projizieren. Die Beleuchtungsvorrichtung **56e** kann sowohl eine einzelne LED, als auch mehrere LEDs aufweisen. Die LEDs können in verschiedenen Bauformen und Größen vorgesehen sein. Die Beleuchtungsvorrichtung **56e** kann aber auch als punktförmige Lichtquelle ausgeführt sein. Es ist aber auch denkbar, dass die Beleuchtungsvorrichtung **56e** als Projektionsvorrichtung ausgeführt ist. Die Beleuchtungsvorrichtung **56e** kann Beleuchtungselemente aufweisen, die verschiedengestaltig am ersten Gehäuseteil **30e** und/oder am zweiten Gehäuseteil **34e** angeordnet sein können.

**[0161]** Der Lüfter **52e** ist auf der Abtriebswelle **32e** angebracht und zwischen dem elektronisch kommutierten Elektromotor **12e** und der Werkzeugspindel **102e** angeordnet. Es ist aber auch denkbar, dass der Lüfter **52e** nicht auf der Abtriebswelle **32e** angebracht ist, sondern über Elemente wie Riemen oder Zahnräder mit der Abtriebswelle **32e** verbunden ist. Genauso gut ist es denkbar, dass andere Kühlsysteme wie Peltierelemente, Kühlkörper, zusätzliche Aktoren mit Luftführungselementen oder dergleichen zum Einsatz kommen.

**[0162]** **Fig. 15** zeigt eine als Elektroschaber **16f** ausgebildete Handwerkzeugmaschine **16f** zur schabenden Bearbeitung von Oberflächen. Der Elektroschaber **16f** besitzt einen im ersten Gehäuseteil **30f** angeordneten elektronisch kommutierten Elektromotor **12f**, der dazu vorgesehen ist, das Bearbeitungswerkzeug **25f** anzutreiben. Das Bearbeitungswerkzeug **25f** kann ein Schaber, Spachtel, Messer oder dergleichen sein. Der elektronisch kommutierten Elektromotor **12f** ist mit einer Abtriebswelle **32f** verbunden. Die Abtriebswelle **32f** trägt ein Exzenterelement **94f**. Auf das Exzenterelement **94f** ist, wie in **Fig. 15a** dargestellt, ein Kugellager **104f** montiert. Ein dem Bearbeitungswerkzeug **25f** zugewandtes Ende des Exzenterelements **94f** greift in eine Durchgangsöffnung **106f** eines Mitnahmeelements **108f**.

**[0163]** Wie in **Fig. 15a** ersichtlich, ist zwischen dem Mitnahmeelement **108f** und dem Kugellager **104f** eine Scheibe **110f** und ein Federelement **112f** angeordnet. Ein Verschlusselement **114f** verschließt eine untere Öffnung **116f** des ersten Gehäuseteils **30f**. Bei Betätigung des Verschlusselementes **114f** kann das Bearbeitungswerkzeug **25f** des er Elektroschabers **16f** entnommen werden. Das Mitnahmeelement **108f** greift mit einer Nase **118f** in eine Ausnehmung **120f** eines Einspann-Endes eines Schafts **122f** des Bearbeitungswerkzeugs **25f**. Sobald die Abtriebswelle **32f** rotiert, kreist das Exzenterelement **94f** um seine Drehachse, wobei ihm das Mitnahmeelement **108f** folgt.

**[0164]** Weiterhin ist in **Fig. 15a** gezeigt, dass das Bearbeitungswerkzeug **25f** in einer Längsführung **124f** geführt ist. Die Längsführung **124f** ist so ausgebildet, dass sie den Schaft **122f** des Bearbeitungswerkzeugs **25f** umgreift. Die Längsführung **124f** ist mit einem durchgehenden, rechteckigen Führungsschlitz **126f** ausgestattet. Durch den Führungsschlitz **126f** tritt der Schaft **122f** des Bearbeitungswerkzeugs **25f** hindurch. Ein Dichtelement **128f** verschließt eine vordere Öffnung des ersten Gehäuseteils **30f**. Durch die vordere Öffnung des ersten Gehäuseteils **30f** tritt der Schaft **122f** des Bearbeitungswerkzeugs **25f** hindurch.

**[0165]** Das Federelement **112f**, die Scheibe **110f**, das Mitnahmeelement **108f**, das Verschlusselement **114f**, das Bearbeitungswerkzeug **25f**, die Längsführung **124f** und das Dichtelement **128f** sind in **Fig. 15a** in Explosivdarstellung gezeigt.

**[0166]** Im Ausführungsbeispiel ist der elektronisch kommutierte Elektromotor **12f** ein Innenläufermotor. Der elektronisch kommutierte Elektromotor **12f** kann der elektronisch kommutierte Elektromotor sein, der in **Fig. 6** gezeigt ist.

**[0167]** Am zweiten Gehäuseteil **34f** ist zumindest teilweise die wiederaufladbare Batterie **14** angeschlossen. Dabei ist ein Großteil einer Batterielänge  $l_B$  in das zweite Gehäuseteil **34f** integriert und bildet mit diesem eine gemeinsame Achse, die coaxial zur Einschubrichtung der wiederaufladbaren Batterie **14** liegt.

**[0168]** Die Batteriespannung liegt in einem Bereich zwischen 3,6 und 42 V, insbesondere zwischen 7, 2 und 18 V. Bevorzugt beträgt die Batteriespannung aber 10,8 V. Die Werte der Batteriespannung berücksichtigen nicht mögliche Batteriespannungsschwankungen.

**[0169]** Das zweite Gehäuseteil **34f** dient einem Benutzer des Elektroschabers **16f** als Handgriff oder ist als Handgriff ausgebildet.

**[0170]** Der Lüfter **52f** ist auf der Abtriebswelle **32f** angebracht und zwischen dem elektronisch kommutierten Elektromotor **12f** und dem Exzenterelement **94f** angeordnet. Es ist aber auch denkbar, dass der Lüfter **52f** nicht auf der Abtriebswelle **32f** angebracht ist, sondern über Elemente wie Riemen oder Zahnräder mit der Abtriebswelle **32f** verbunden ist. Genauso gut ist es denkbar, dass andere Kühlsysteme wie Peltierelemente, Kühlkörper, zusätzliche Aktoren mit Luftführungselementen oder dergleichen zum Einsatz kommen.

**[0171]** **Fig. 15b** zeigt eine Ausführungsform Elektroschabers **16f** mit einer Vorrichtung **130f** zum Verstellen und/oder Feststellen einer Höhe  $h$ . Die Vor-

richtung **130f** ist am ersten Gehäuseteil **34f** angeordnet. Die Höhe  $h$  ist hierbei der Abstand zwischen einem Arbeitsende **132f** des Bearbeitungswerkzeugs **25f** und einer gedachten Verlängerungslinie, die entlang einer unteren Gehäusewand **134f** des ersten Gehäuseteils **30f** in x-Richtung des Elektroschabers **16f** verläuft. Das Bearbeitungswerkzeug **25f** wird bezüglich der Höhe  $h$  geführt und fixiert, sodass das Bearbeitungswerkzeug **25f** in ein Arbeitsmaterial, begrenzt auf eine vorbestimmte Schnitttiefe, eindringen kann. Die Vorrichtung **130f** umfasst mindestens ein erstes Höhenverstellmittel **136f** und ein zweites Höhenverstellmittel **138f**. Die Höhenverstellmittel **136f**, **138f** sind mit Hilfe mindestens eines höhenverstellbaren Befestigungsmittels **140f** verstell- und fixierbar. Das erste Höhenverstellmittel **136f** und das zweite Höhenverstellmittel **138f** sind über eine Achse **142f** miteinander verbunden. Eine Ableseeinheit **144f** dient dazu, dem Bediener des Elektroschabers **16f** die Schnitttiefe anzuzeigen.

**[0172]** Wie in **Fig. 16** ersichtlich ist die Handwerkzeugmaschine **16g** als Stichsäge **16g** ausgebildet.

**[0173]** Wie in **Fig. 17** ersichtlich ist die Handwerkzeugmaschine **16h** als Kreissäge **16h** ausgebildet.

**[0174]** Wie in **Fig. 18** ersichtlich ist die Handwerkzeugmaschine **16i** als es Nietgerät **16i** ausgebildet.

**[0175]** Wie in **Fig. 19** ersichtlich ist die Handwerkzeugmaschine **16j** als es Rollersander **16j** ausgebildet.

## Patentansprüche

1. System (**10**) zumindest umfassend:  
mindestens eine erste Handwerkzeugmaschine (**16a**), die mindestens eine erste Schnittstelle für mindestens eine wiederaufladbare Batterie (**14**) einer Spannungsklasse aufweist, mit mindestens einem elektronisch kommutierten Elektromotor (**12a**) einer definierten Baugröße, mit mindestens einer ersten Elektronikeinheit (**20a**), die mindestens dazu vorgesehen ist, den elektronisch kommutierten Elektromotor (**12a**) zu steuern und/oder regeln, mit mindestens einem ersten Schaltelement (**22a**) zur Aktivierung des elektronisch kommutierten Elektromotors (**12a**) und mindestens eine zweite Handwerkzeugmaschine (**16b**), die mindestens eine zweite Schnittstelle (**18b**) für die wiederaufladbare Batterie (**14**) der Spannungsklasse aufweist, mit mindestens einem elektronisch kommutierten Elektromotor (**12b**) einer definierten Baugröße, mit mindestens einer zweiten Elektronikeinheit (**20b**), die mindestens dazu vorgesehen ist, den elektronisch kommutierten Elektromotor (**12b**) zu bestromen, mit mindestens einem zweiten Schaltelement (**22b**) zur Aktivierung des elektronisch kommutierten Elektromotors (**12b**), sowie mit mindestens einer wie-

deraufladbaren Batterie (14), wobei die wiederaufladbare Batterie (14) sowohl mit der ersten Schnittstelle (18a) als auch mit der zweiten Schnittstelle (18b) korrespondieren kann.

2. System (10) nach Anspruch 1, wobei der elektronisch kommutierte Elektromotor (12a, 12b) von einem ersten Gehäuseteil (30a, 30b) der Handwerkzeugmaschine (16a, 16b) aufgenommen wird.

3. System (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der elektronisch kommutierte Elektromotor (12a, 12b) eine erste Achse (26a, 26b) definiert, die koaxial zu einer Abtriebswelle (32a, 32b) liegt, die dazu vorgesehen ist, ein Bearbeitungswerkzeug ( ) anzutreiben und die vom elektronisch kommutierten Elektromotor (12a, 12b) antreibbar, insbesondere direkt antreibbar ist.

4. System (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Elektronikeinheit (20a, 20b) zumindest teilweise von einem zweiten Gehäuseteil (34a, 34b) aufgenommen wird und, zumindest in einer x-Richtung des zweiten Gehäuseteils (34a, 34b), zumindest teilweise zwischen der Schnittstelle (18a, 18b) und dem ersten Gehäuseteil (30a, 30b) angeordnet ist.

5. System (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wiederaufladbare Batterie (14) zumindest teilweise in das zweite Gehäuseteil (34a, 34b) integriert ist, wobei das zweite Gehäuseteil (34a, 34b) einen Großteil einer Batterielänge  $l_B$  aufnimmt. System (10) nach Anspruch 5, wobei die wiederaufladbare Batterie (14) mit dem zweiten Gehäuseteil (34a, 34b) eine zweite Achse (28a, 28b) definiert, die koaxial zur Einschubrichtung der wiederaufladbaren Batterie (14) liegt.

6. System (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die wiederaufladbare Batterie (14) zumindest teilweise am zweiten Gehäuseteil (34a, 34b) angeordnet ist, wobei ein Großteil einer Batterielänge  $l_B$  außerhalb des zweiten Gehäuseteils (34a, 34b) liegt.

7. System (10) nach Anspruch 7, wobei die wiederaufladbare Batterie (14) mit dem zweiten Gehäuseteil (34a, 34b) eine zweite gemeinsame Achse (28a, 28b) definiert, die winklig, insbesondere rechtwinklig zur Einschubrichtung der wiederaufladbaren Batterie (14) liegt.

8. System (10) nach Anspruch 6 oder 8, wobei die erste Achse (26a, 26b) und die zweite Achse (28a, 28b) in einem Winkel  $\alpha$  zueinander stehen, der zwischen  $60^\circ$  und  $120^\circ$ , besonders zwischen  $80^\circ$  und  $100^\circ$  liegt, bevorzugt aber ungefähr  $90^\circ$  beträgt.

9. System (10) nach Anspruch 6 oder 8, wobei die erste Achse (26a, 26b) und die zweite Achse (28a, 28b) in einem Winkel  $\alpha$  zueinander stehen, der zwi-

schen  $10^\circ$  und  $20^\circ$ , besonders zwischen  $5^\circ$  und  $10^\circ$  liegt, bevorzugt aber ungefähr  $0^\circ$  beträgt.

10. System (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens das zweite Gehäuseteil (34a, 36b) als Handgriff ausgebildet ist und/oder als Handgriff dient.

11. System (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schnittstelle (18a, 18b) eine mechanische Schnittstelle ist.

12. System (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schaltelement (22a, 22b) im zweiten Gehäuseteil (34a, 34b) angeordnet ist.

13. System (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schaltelement (22a, 22b) als Schaltschieber, als Totmannschalter, als Gasbeschalter oder als Arretierschalter ausgeführt sein kann.

14. System (10) nach Anspruch 14, wobei mehrere Schaltelemente (22a, 22b) ein Schaltsystem (38) bilden können.

15. System (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der elektronisch kommutierte Elektromotor (12a, 12b) eine Länge  $l_1$  aufweist, die zwischen 12 und 30 mm, besonders zwischen 15 und 25 mm, bevorzugt aber zwischen 18 und 24 mm liegt.

16. System (10) nach Anspruch 16, wobei der elektronisch kommutierte Elektromotor (12a, 12b) einen Durchmesser  $d_1$  aufweist, der zwischen 30 und 50 mm, besonders zwischen 35 und 44 mm liegt, bevorzugt aber 38 mm beträgt.

17. System (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei der elektronisch kommutierte Elektromotor (12a, 12b) eine Länge  $l_2$  aufweist, die zwischen 10 und 30 mm, besonders zwischen 15 und 25 mm liegt, bevorzugt aber 20 mm beträgt.

18. System (10) nach Anspruch 18, wobei der elektronisch kommutierte Elektromotor (12a, 12b) einen Durchmesser  $d_2$  aufweist, der zwischen 30 und 50 mm, besonders zwischen 35 und 45 mm liegt, bevorzugt aber 44 mm beträgt.

19. System (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei der elektronisch kommutierte Elektromotor (12a, 12b) eine Länge  $l_3$  aufweist, die zwischen 10 und 35 mm, besonders zwischen 15 und 30 mm liegt, bevorzugt aber 26 mm beträgt.

20. System (10) nach Anspruch 20, wobei der elektronisch kommutierte Elektromotor (12a, 12b) einen Durchmesser  $d_3$  aufweist, der zwischen 40 und 60



mm, besonders zwischen 45 und 55 mm liegt, bevorzugt aber 50 mm beträgt.

21. System **(10)** nach einem der Ansprüche 16 bis 21, wobei der elektronisch kommutierte Elektromotor **(12a, 12b)** als Innenläufermotor oder als Außenläufermotor ausgebildet ist.

22. System **(10)** nach einem der Ansprüche 16 bis 22, wobei der elektronisch kommutierte Elektromotor **(12a, 12b)** einen Rotor **(46)** und ein Sensorelement **(50)** aufweist, welches dazu vorgesehen ist, eine Winkelstellung des Rotors **(46)** zu erkennen.

23. System **(10)** nach einem der Ansprüche 2 bis 23, wobei eine Länge des ersten Gehäuseteil zwischen 50 und 150 mm, insbesondere zwischen 80 und 120 mm liegt, bevorzugt aber 100 mm beträgt.

24. System **(10)** nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Elektronikeinheit **(20a, 20b)** mit dem elektronisch kommutierten Elektromotor **(12a, 12b)** verbunden ist und mindestens einen den elektronisch kommutierten Elektromotor **(12a, 12b)** betreffenden Parameter überwacht und/oder diesen Parameter regelt oder steuert, wobei der Parameter eine Drehzahl, ein Strom oder eine Spannung des elektronisch kommutierten Elektromotors **(12a, 12b)** ist.

25. System **(10)** nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Elektronikeinheit **(20a, 20b)** mit einem internen Schalter **(36a, 36b)** verbunden ist und mindestens einen den internen Schalter **(36a, 36b)** betreffenden Parameter überwacht und/oder diesen Parameter regelt oder steuert, wobei der Parameter mindestens ein Kurzschlussstrom sein kann, der über einen Schaltkontakt **(37a, 37b)** fließt.

26. System **(10)** nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Elektronikeinheit **(20a, 20b)** mit der wiederaufladbaren Batterie **(14)** verbindbar ist und mindestens einen die wiederaufladbare Batterie **(14)** betreffenden Parameter überwacht und/oder diesen Parameter regelt oder steuert, wobei der Parameter mindestens eine Kapazität der wiederaufladbaren Batterie **(14)** und/oder ein Überlastzustand der wiederaufladbaren Batterie **(14)** sein kann.

27. System **(10)** nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wiederaufladbare Batterie **(14)** eine Batteriespannung aufweist, die zwischen 3, 6 und 42,0 V liegt, insbesondere zwischen 7,2 und 18 V liegt, bevorzugt aber 10,8 V beträgt.

28. System **(10)** nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Handwerkzeugmaschine **(16a, 16b)** in einem Energiesparmodus und/oder in einem Boostmodus betreibbar ist.

29. System **(10)** nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Handwerkzeugmaschine **(16a bis 16j)** als mindestens eine Handwerkzeugmaschine der folgenden Gruppe ausgebildet ist:

- a. Winkelschleifer **(16a)**
- b. Exzentrerschleifer **(16b)**
- c. Geradschleifer **(16c)**
- d. oszillierendes Multitool **(16d)**
- e. Oberfräse **(16e)**
- f. Elektroschaber **(16f)**
- g. Stichsäge **(16g)**
- h. Kreissäge **(16h)**
- i. Nietgerät **(16i)**
- j. Rollersander **(16j)**

Es folgen 26 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

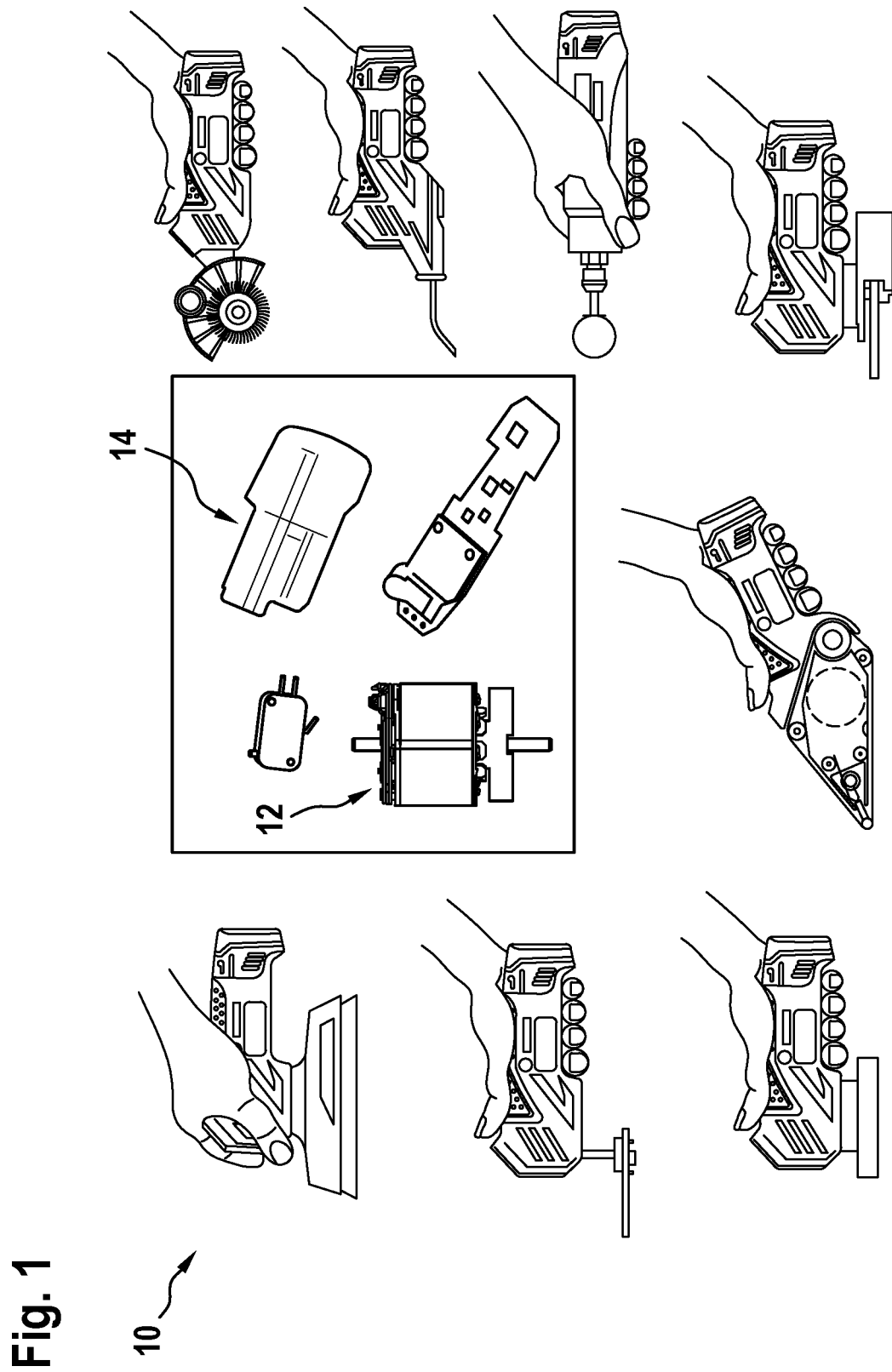


Fig. 2

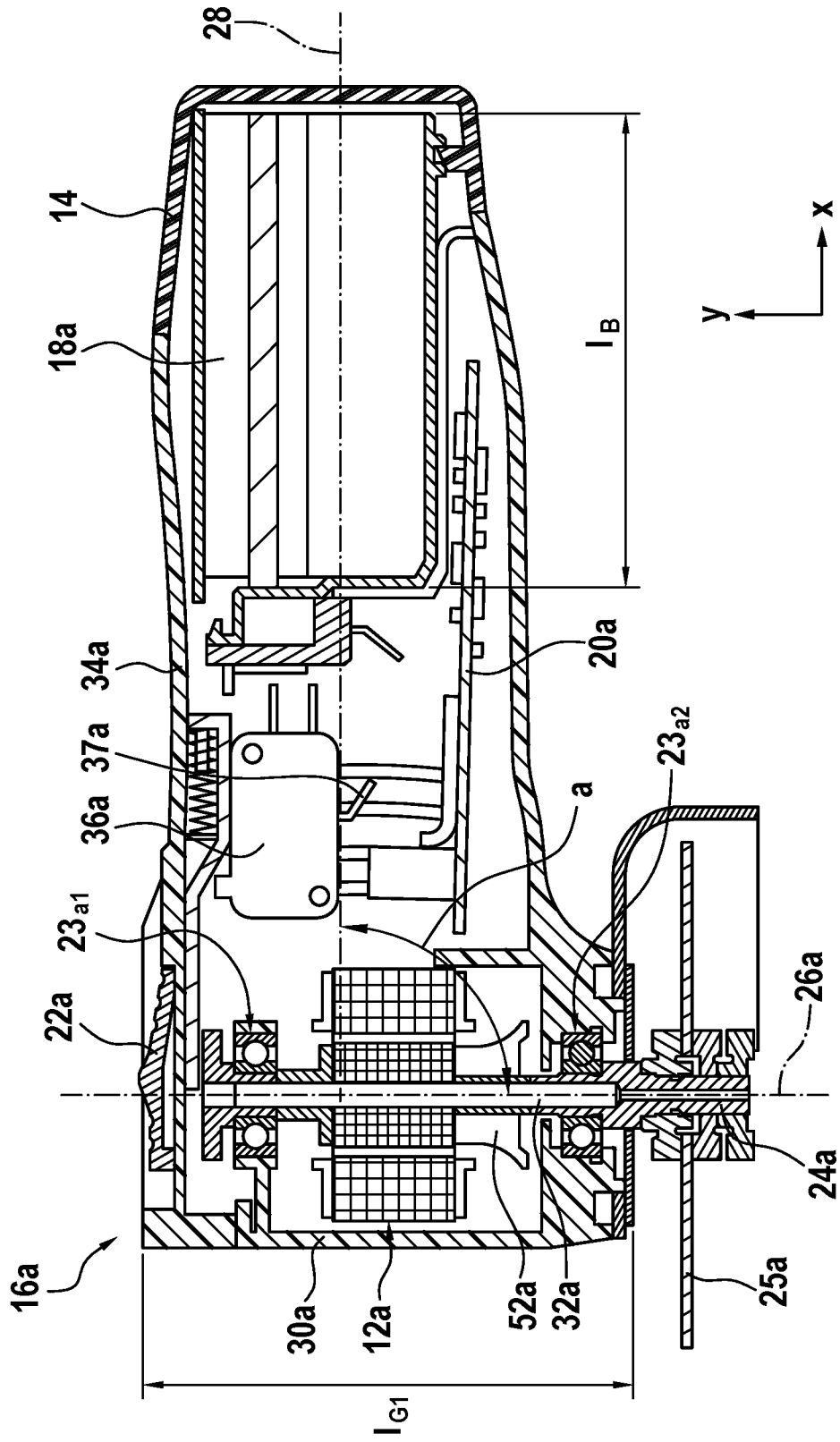


Fig. 3

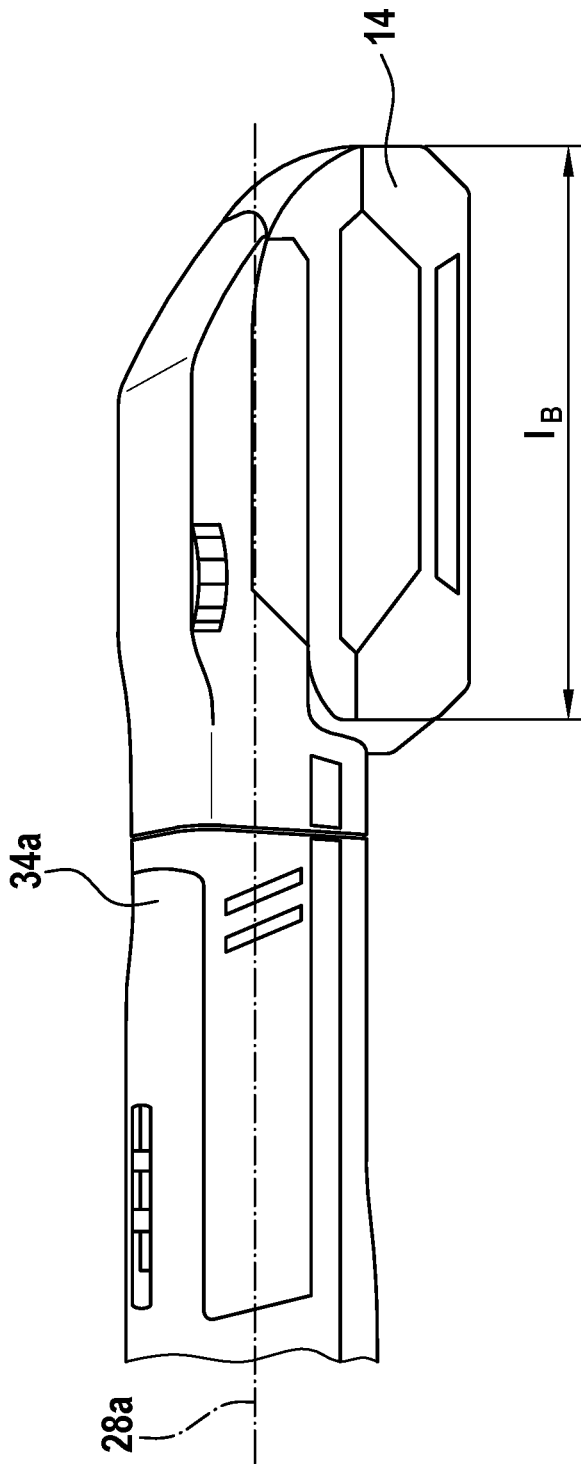
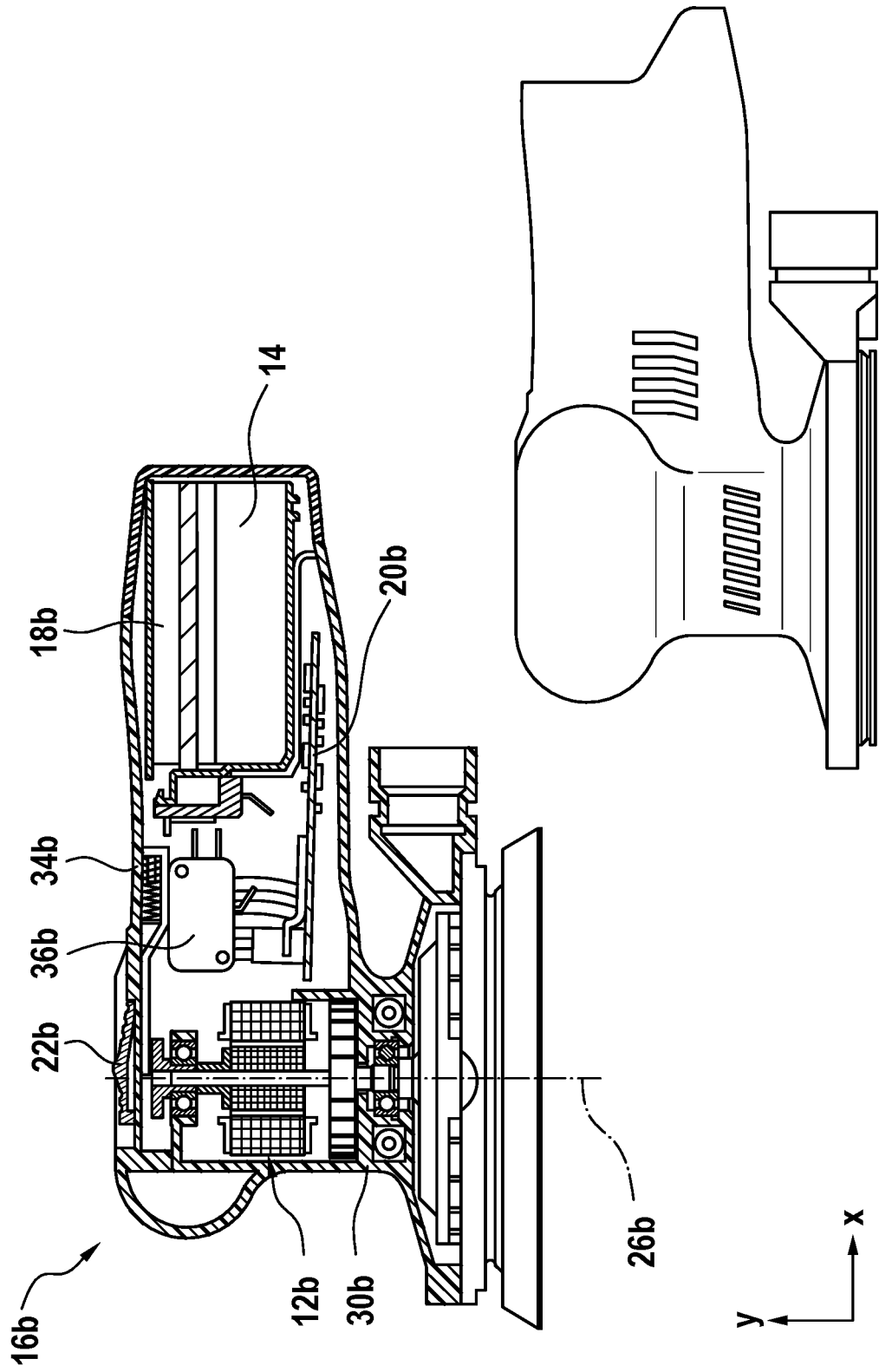


Fig. 4



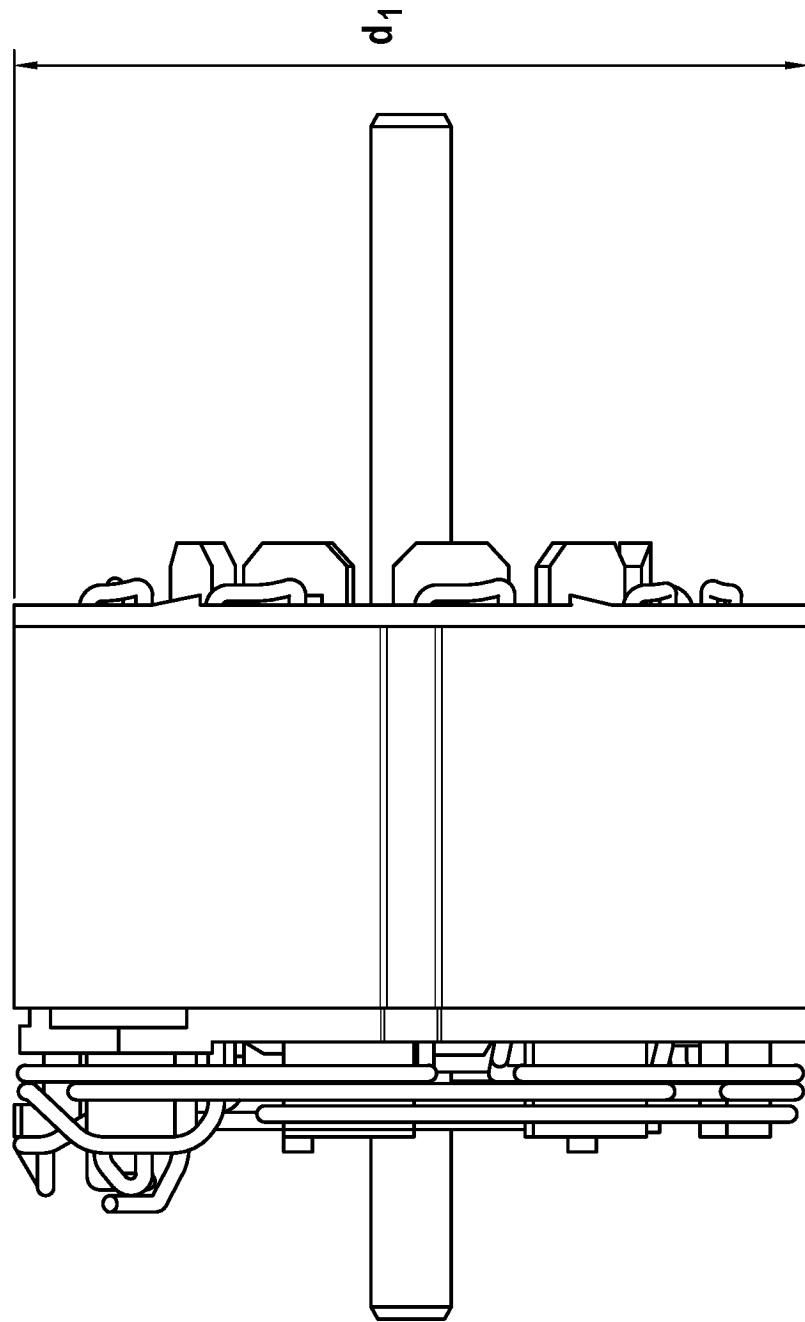
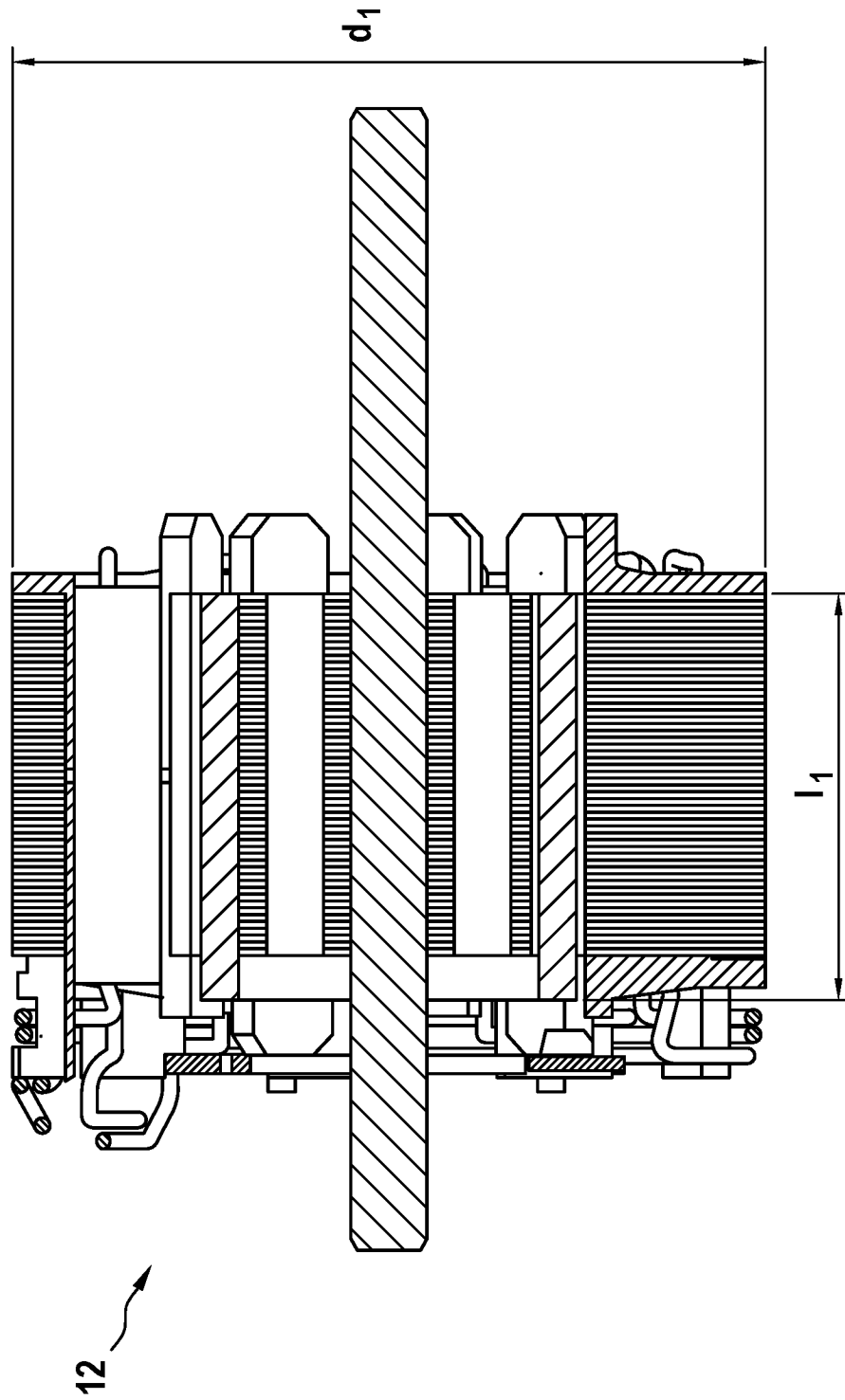


Fig. 5

12 ↗



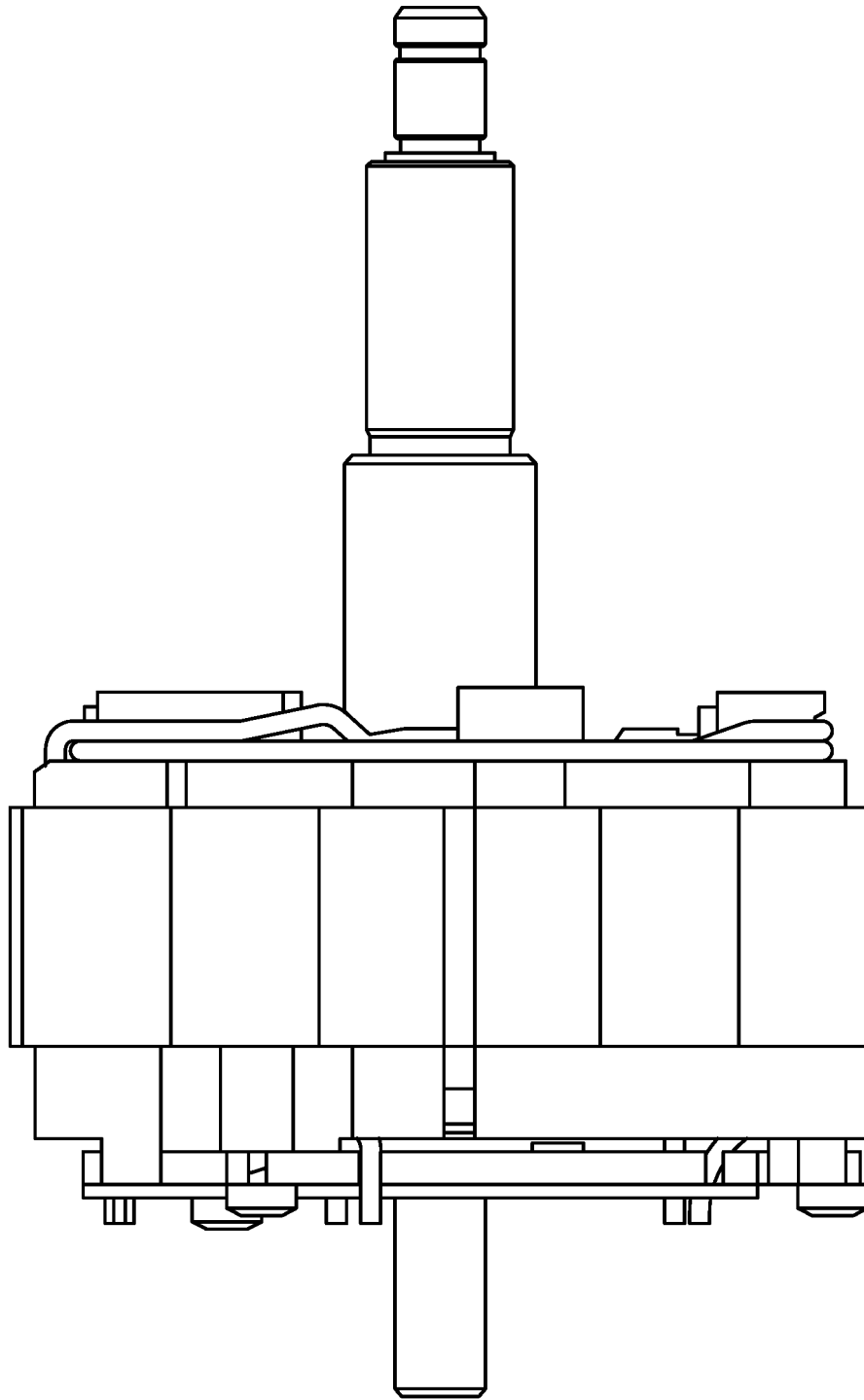
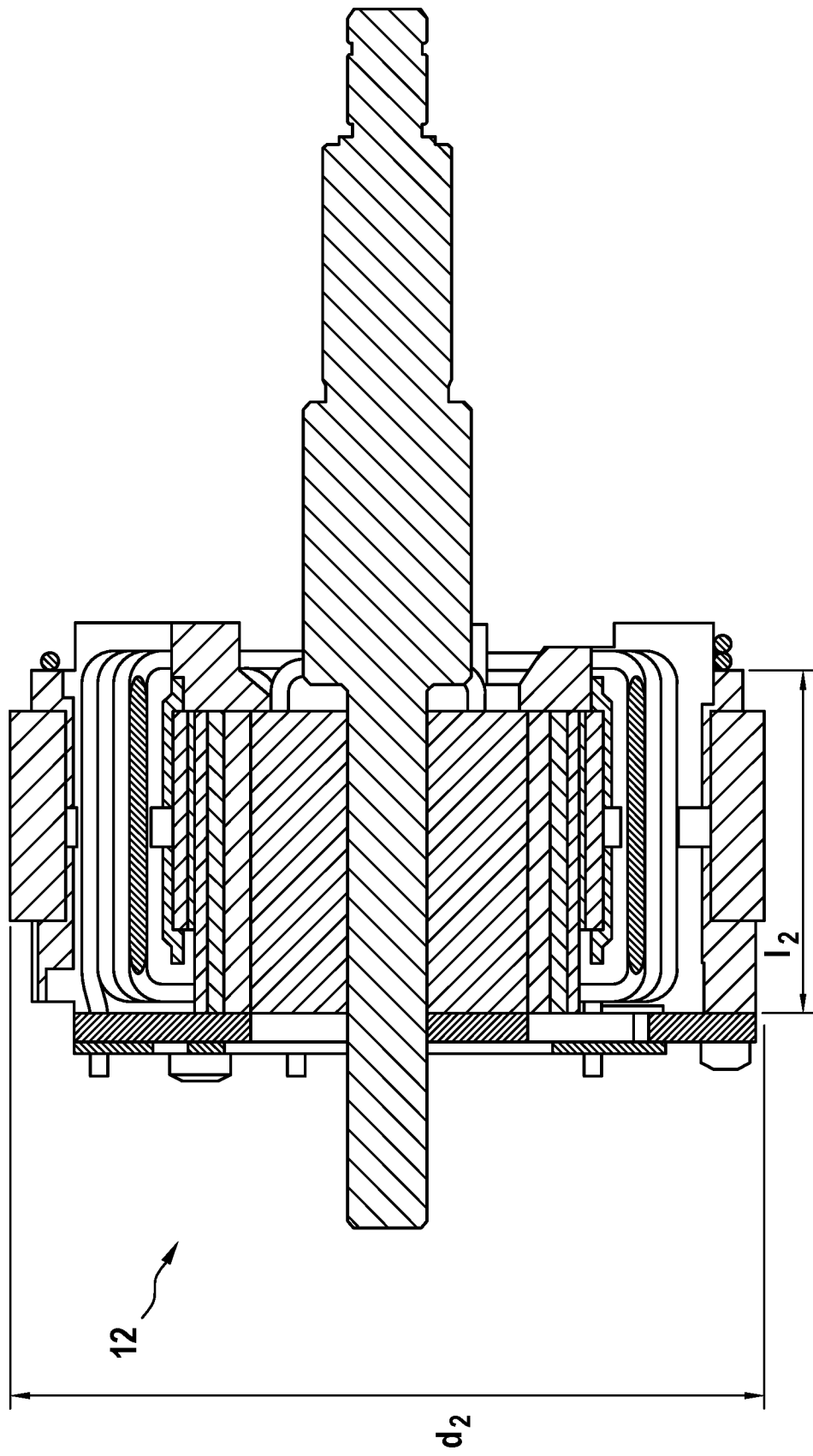


Fig. 6

12 ↗



Fig. 6a



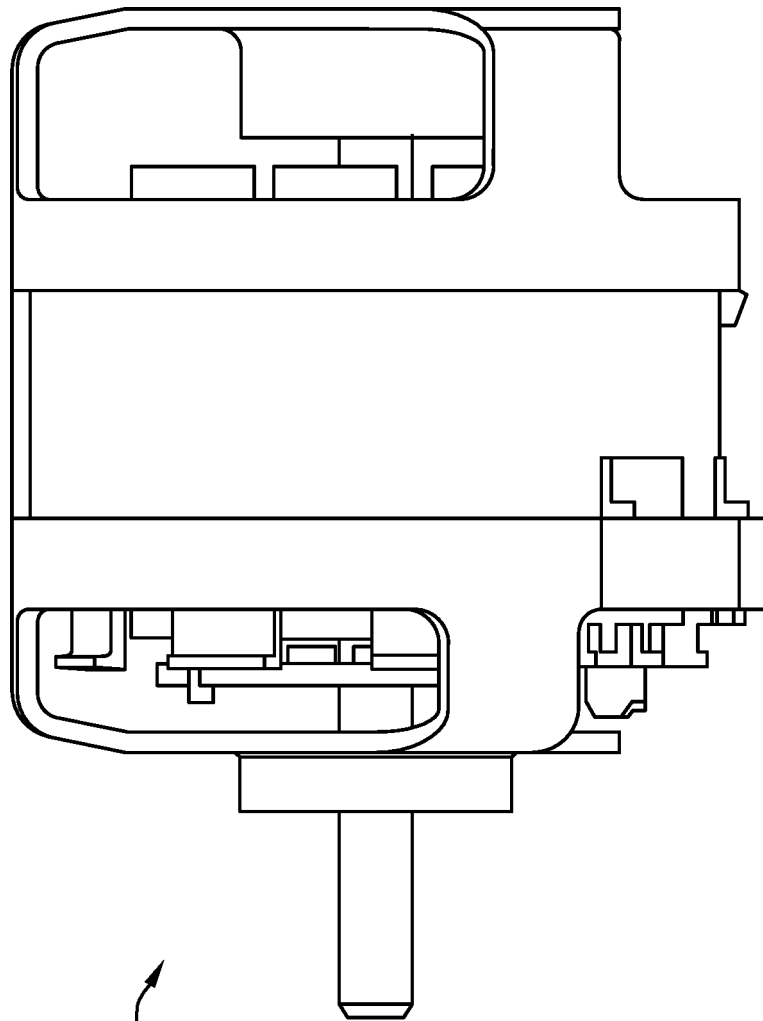


Fig. 7

12 ↗

Fig. 7a

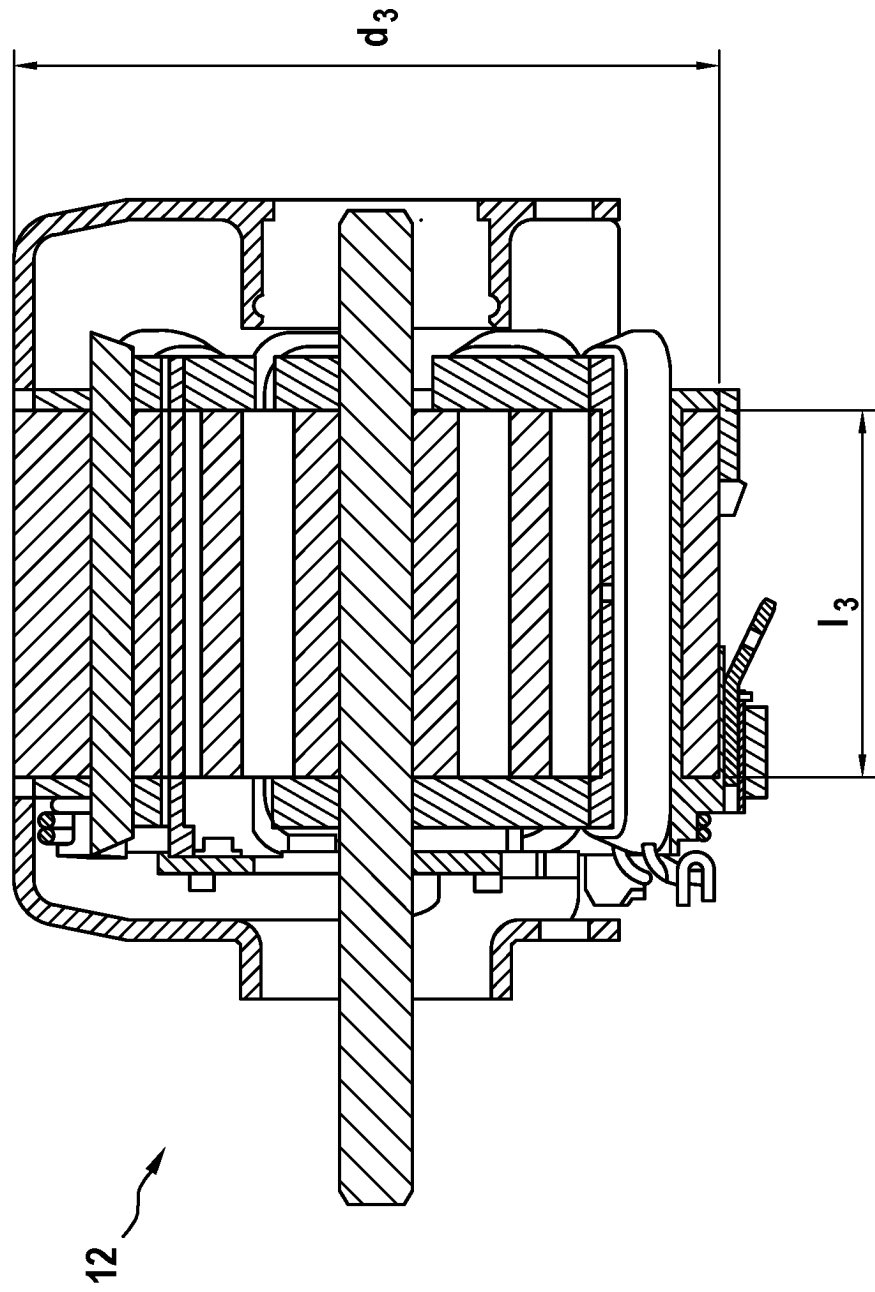
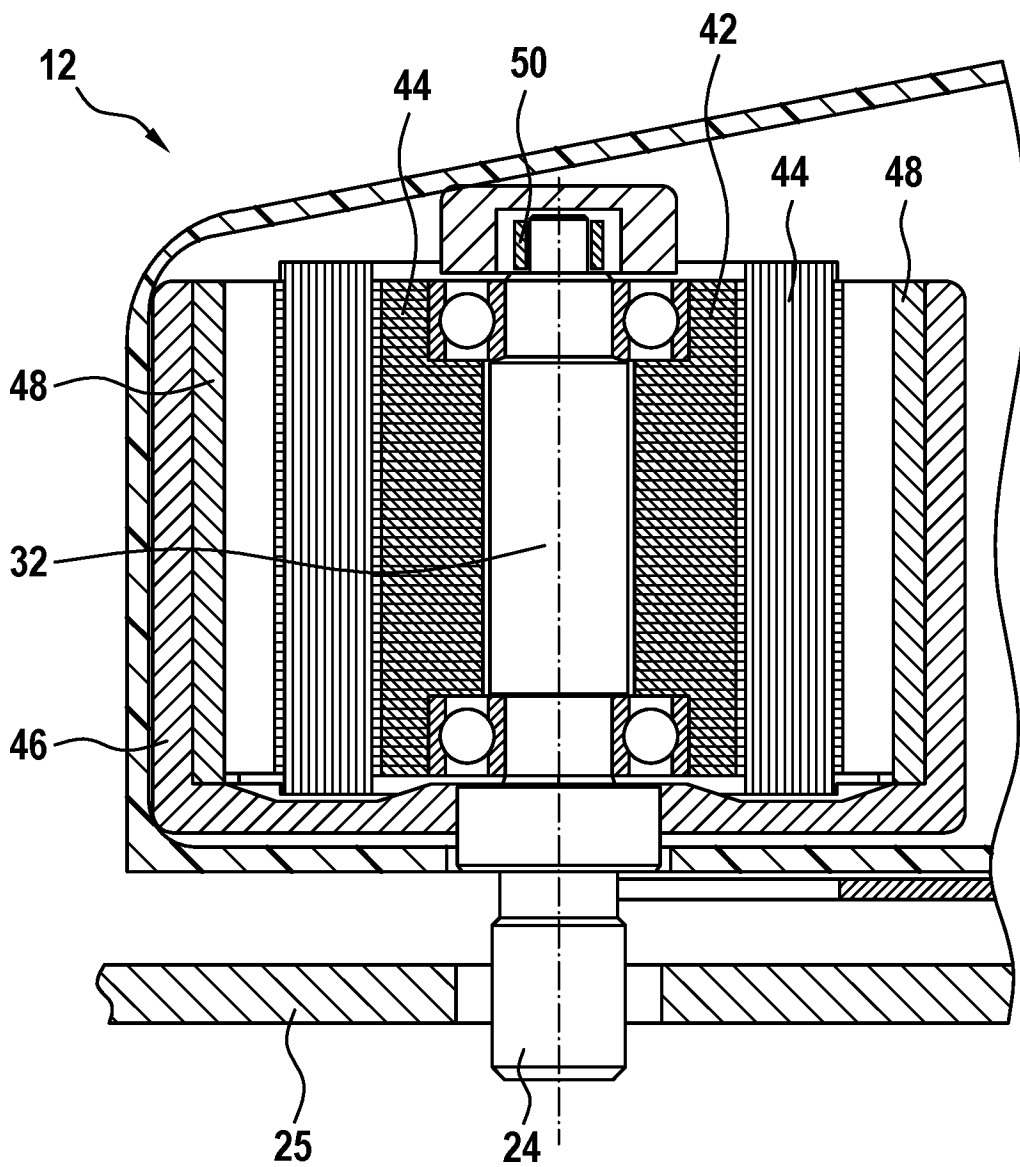
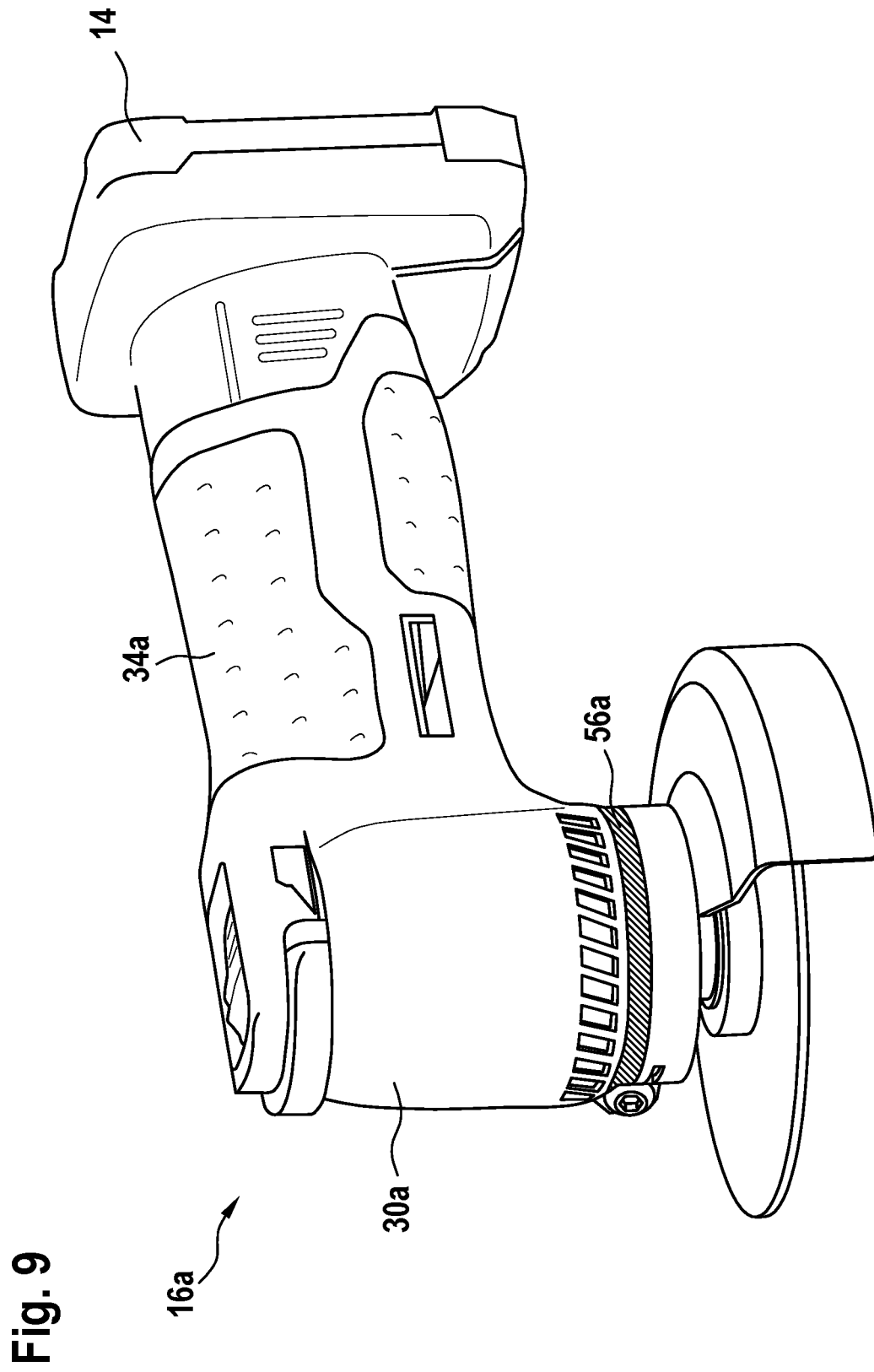


Fig. 8





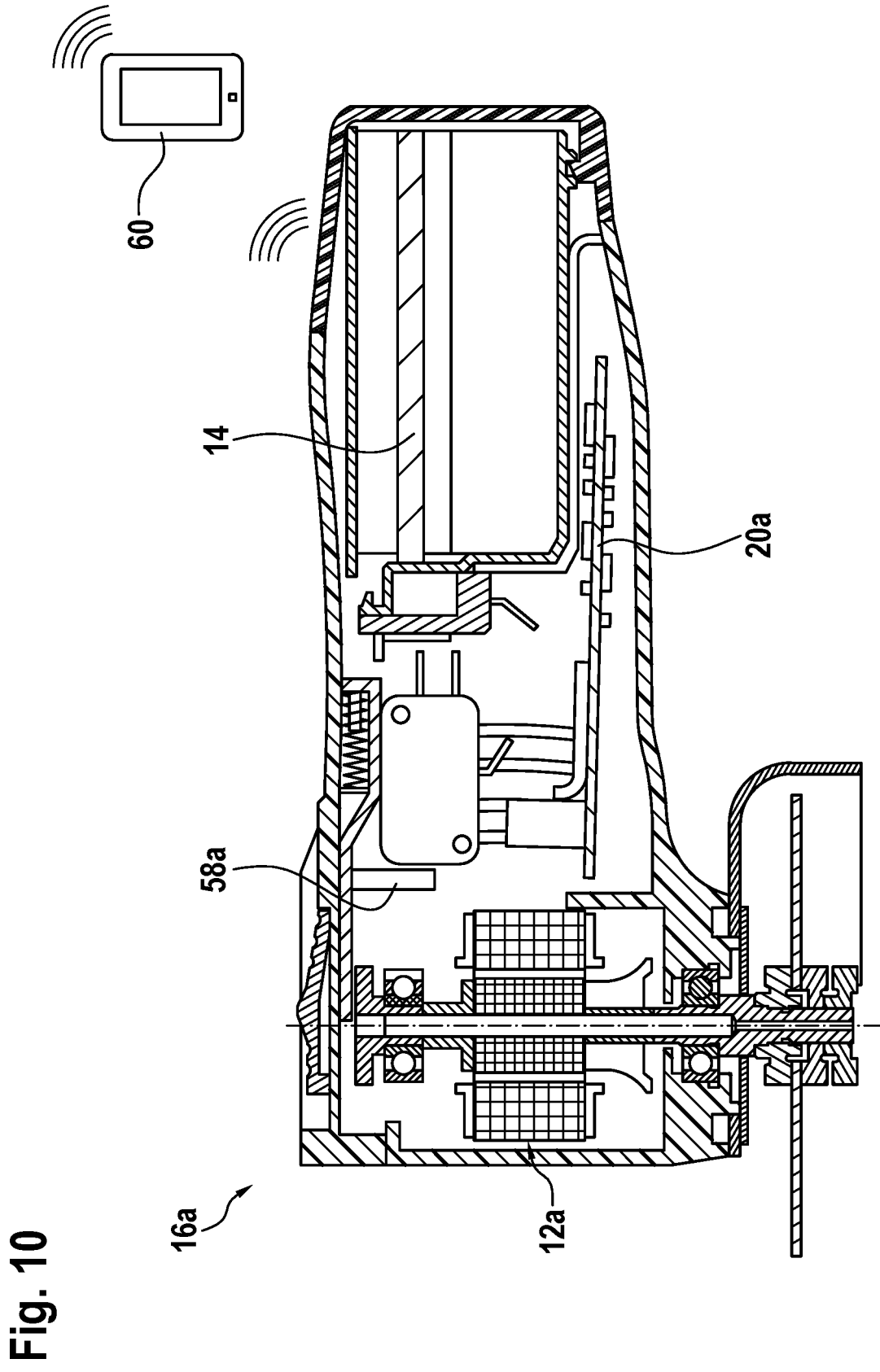


Fig. 10

Fig. 11

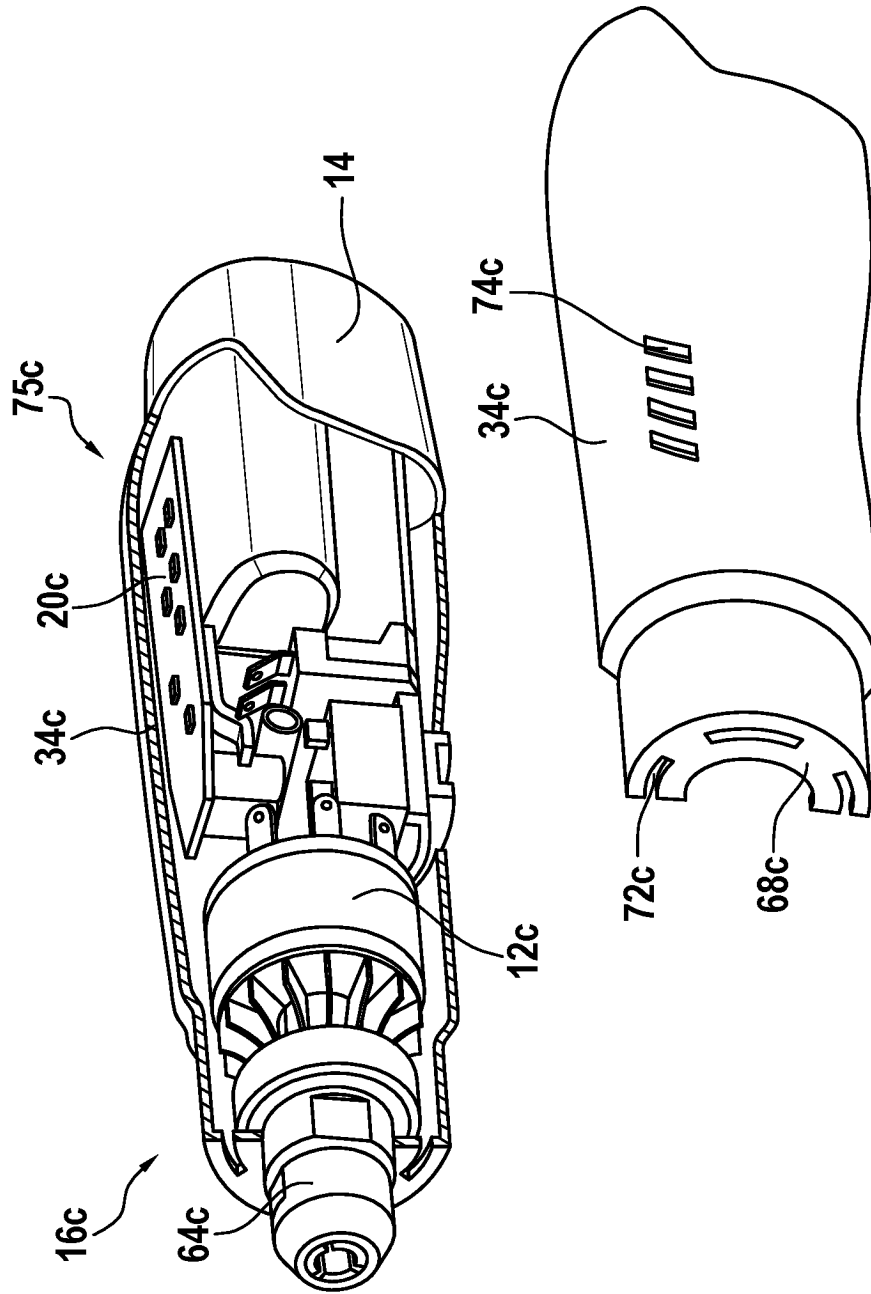
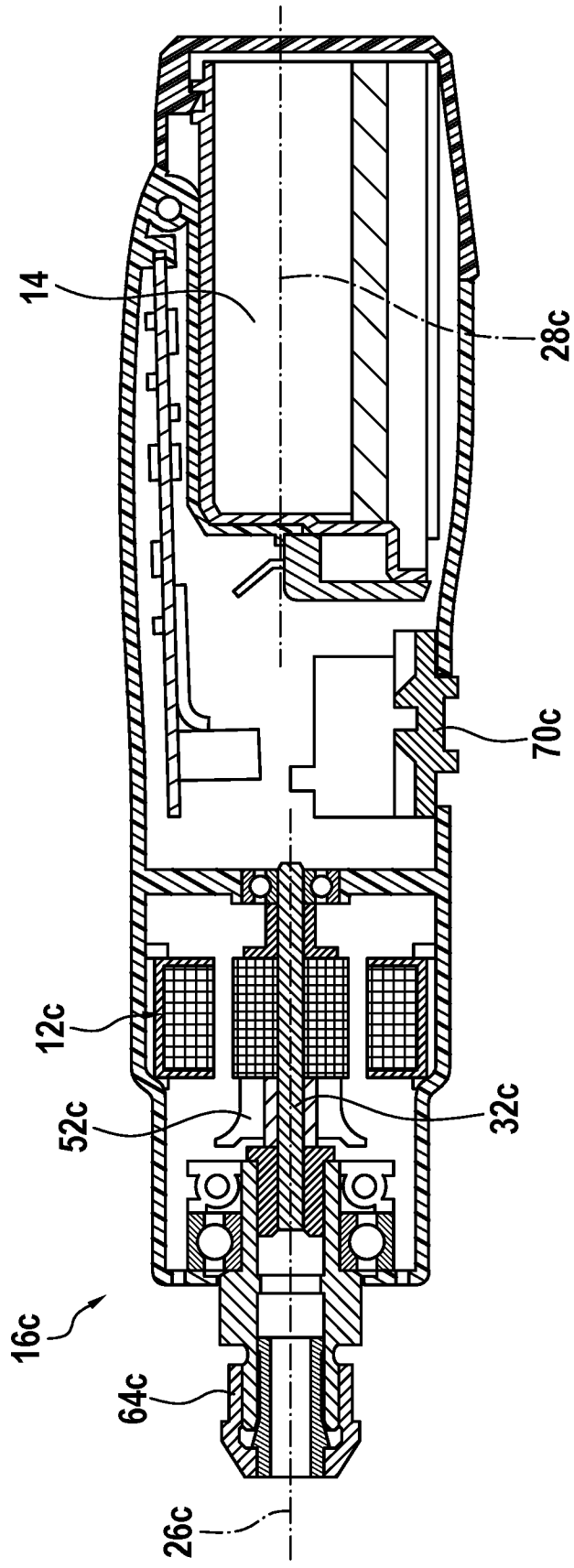


Fig. 11a





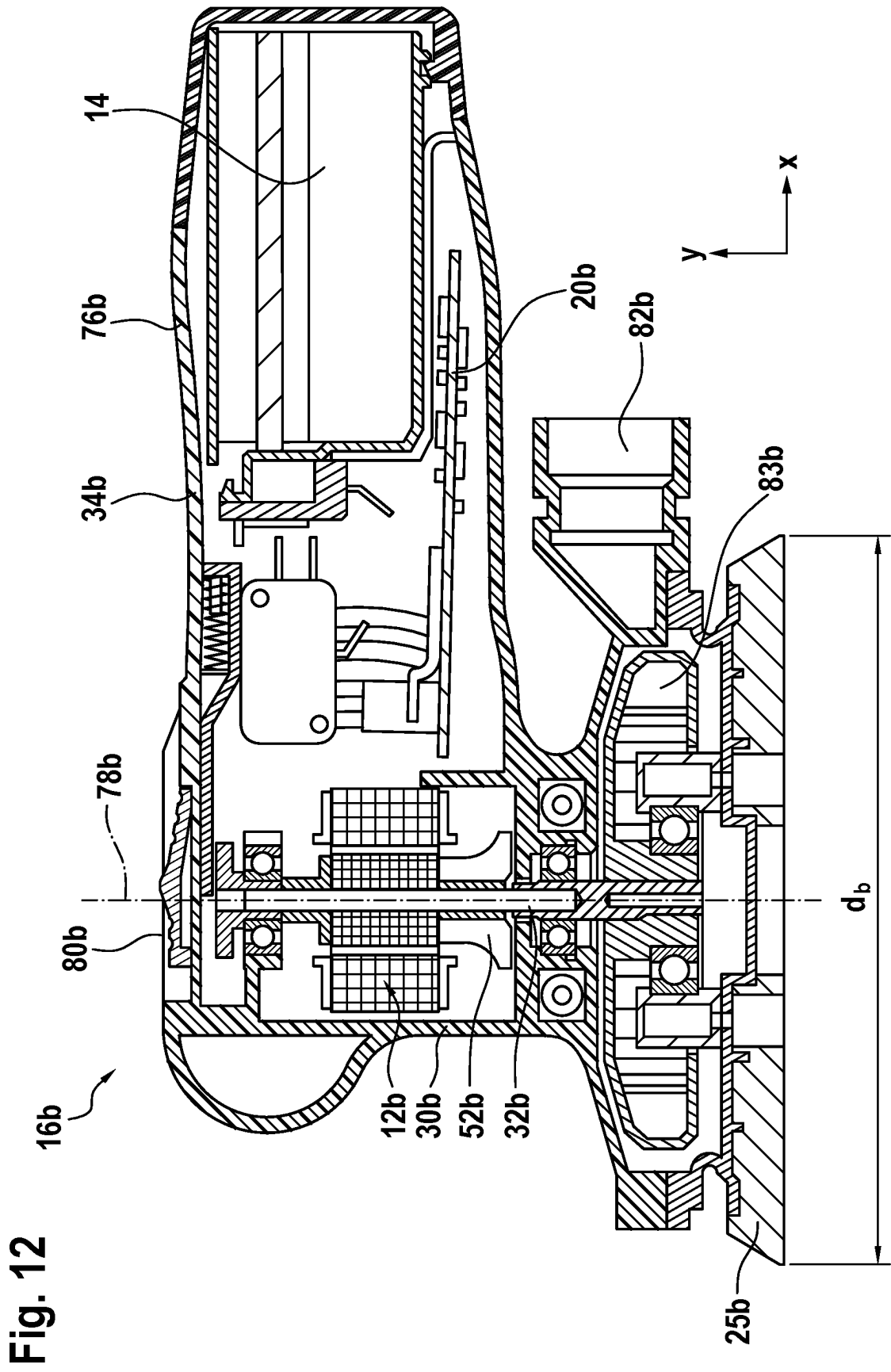


Fig. 12a

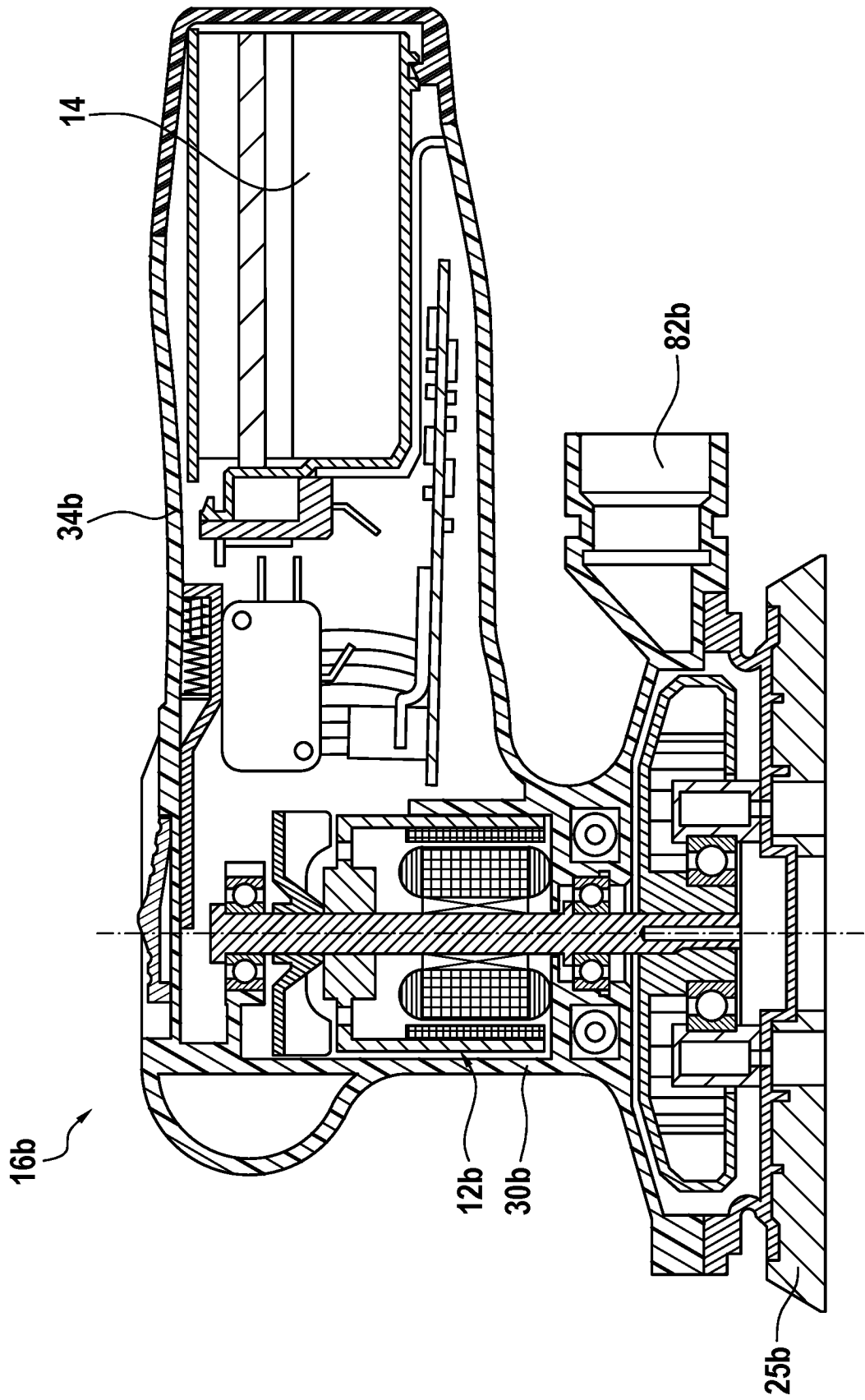


Fig. 13

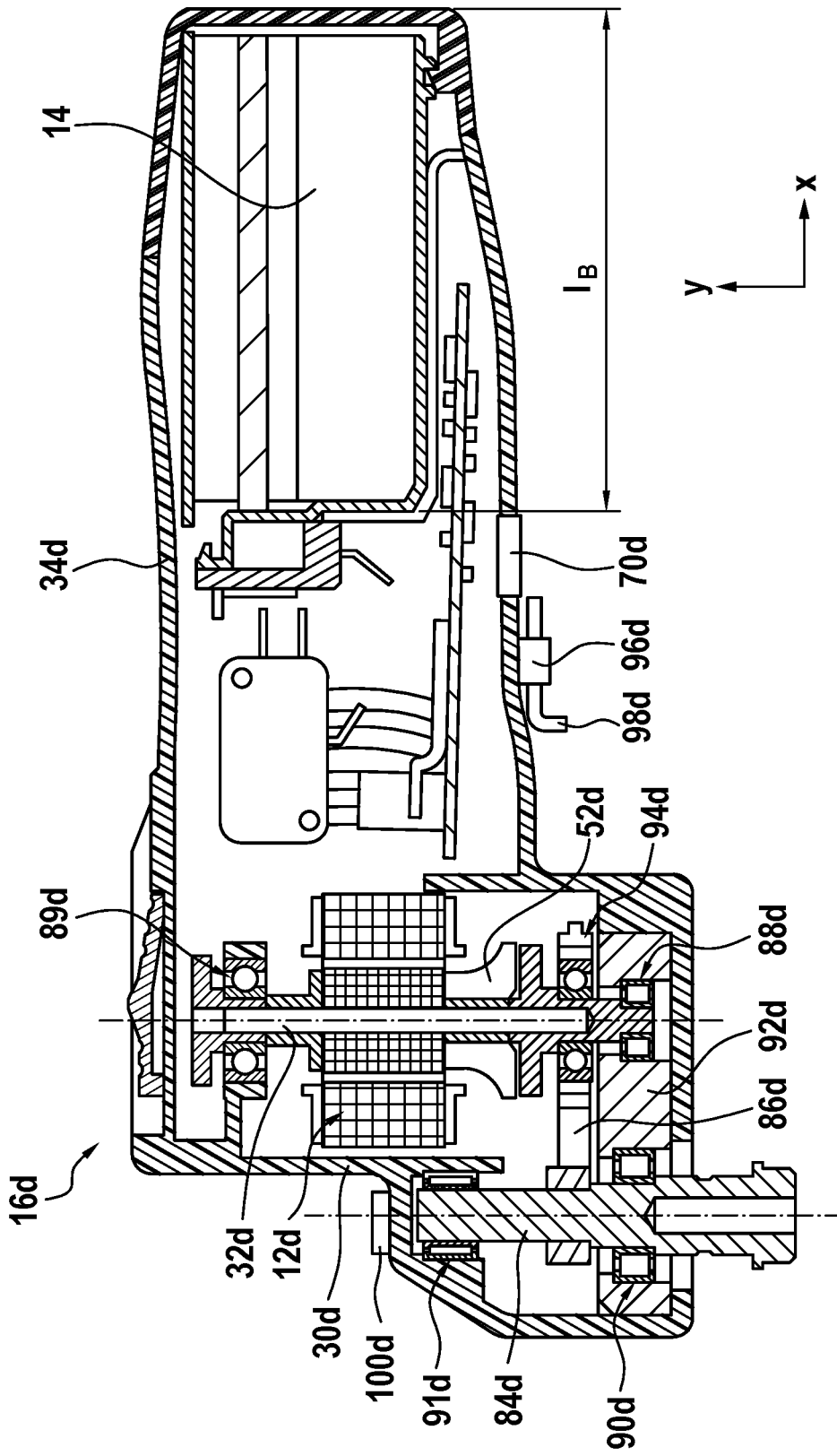
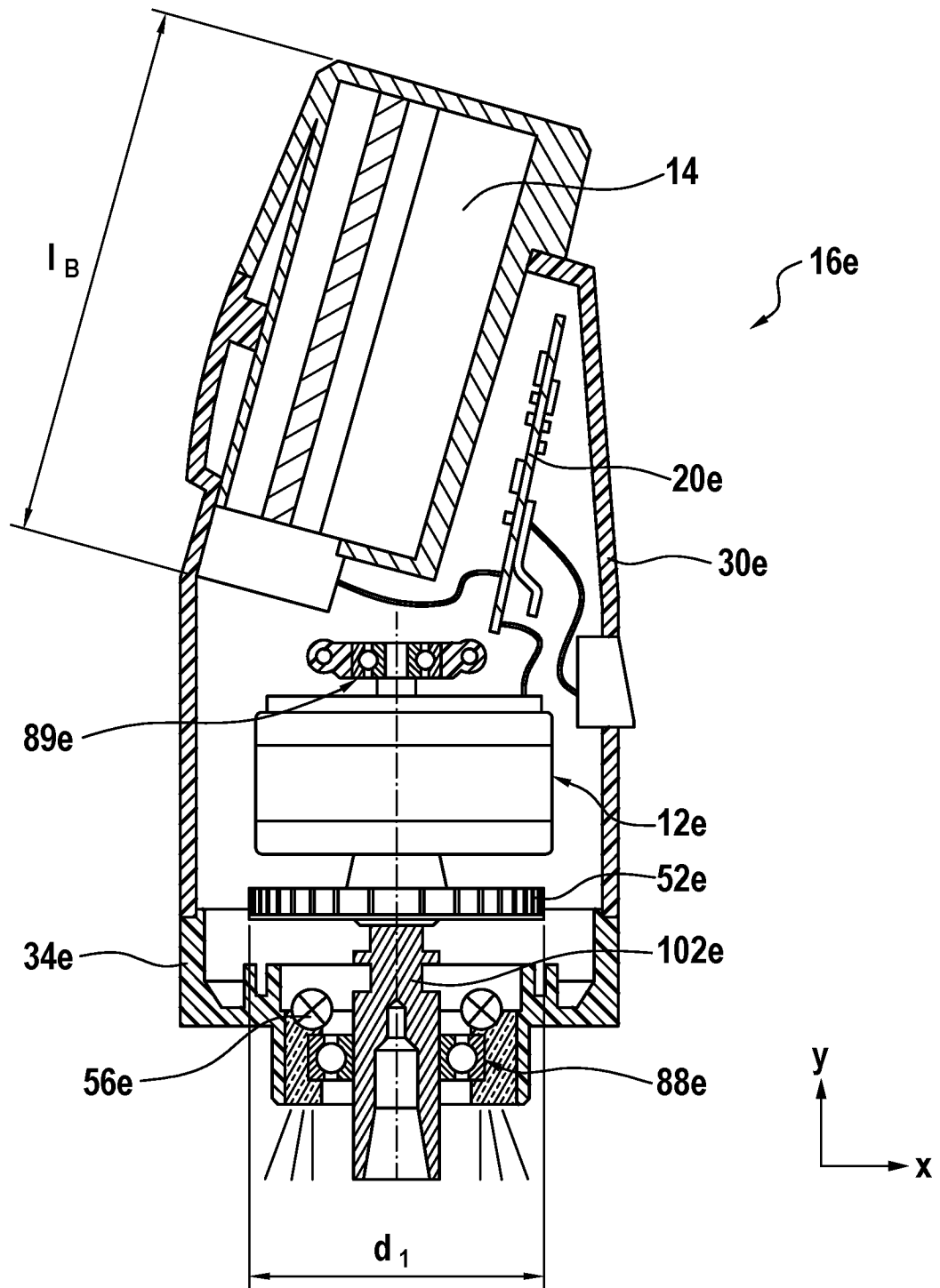


Fig. 14



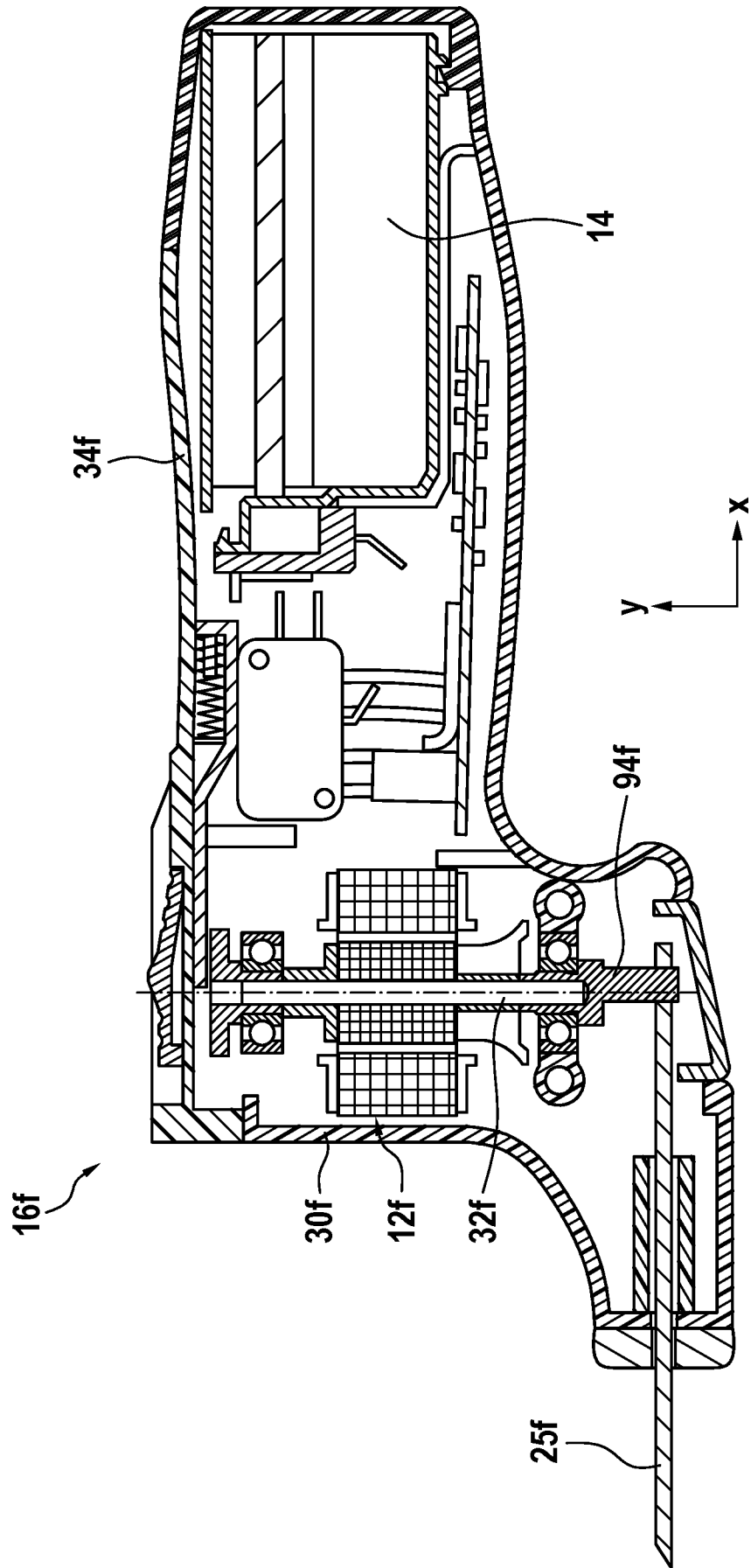


Fig. 15

Fig. 15a

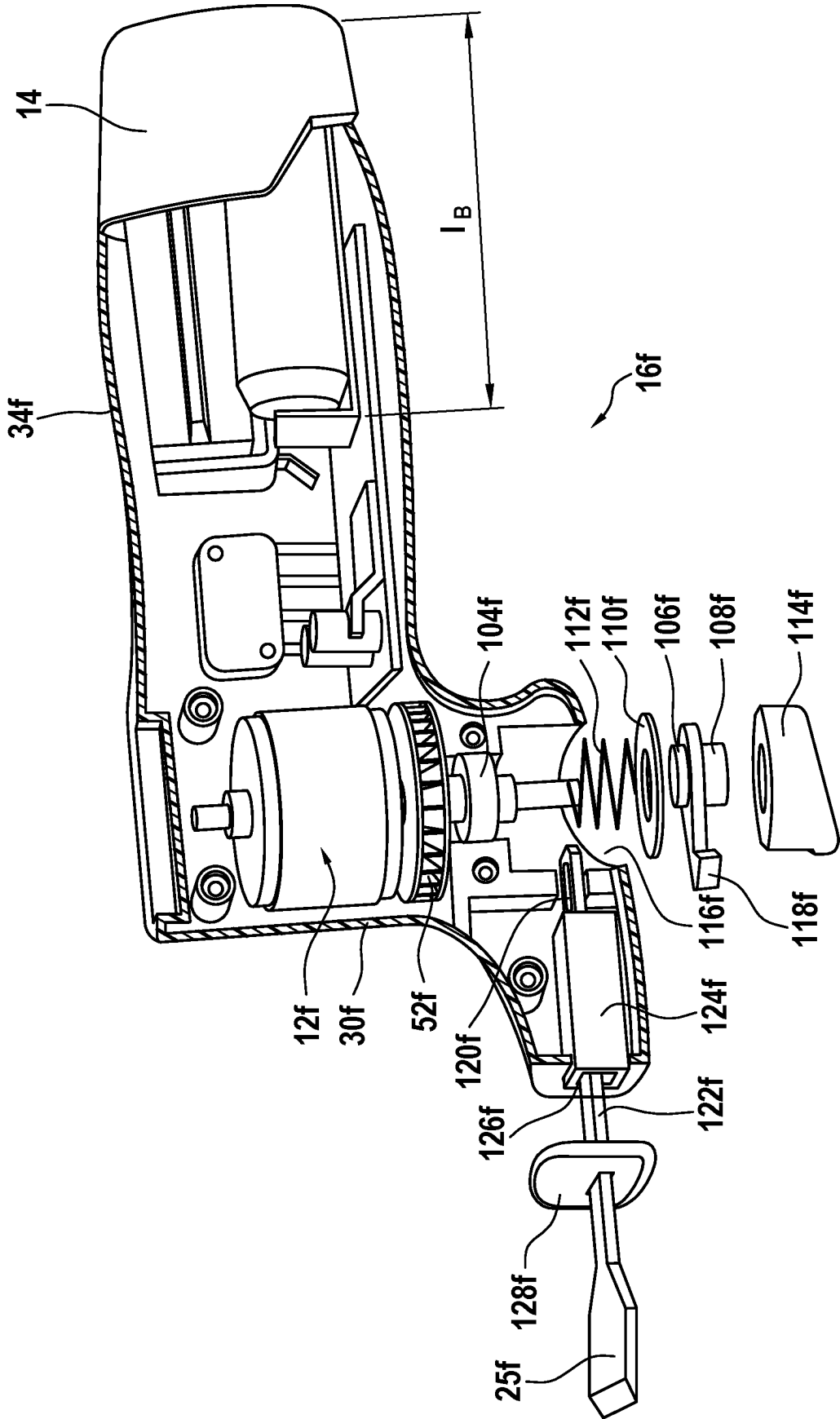
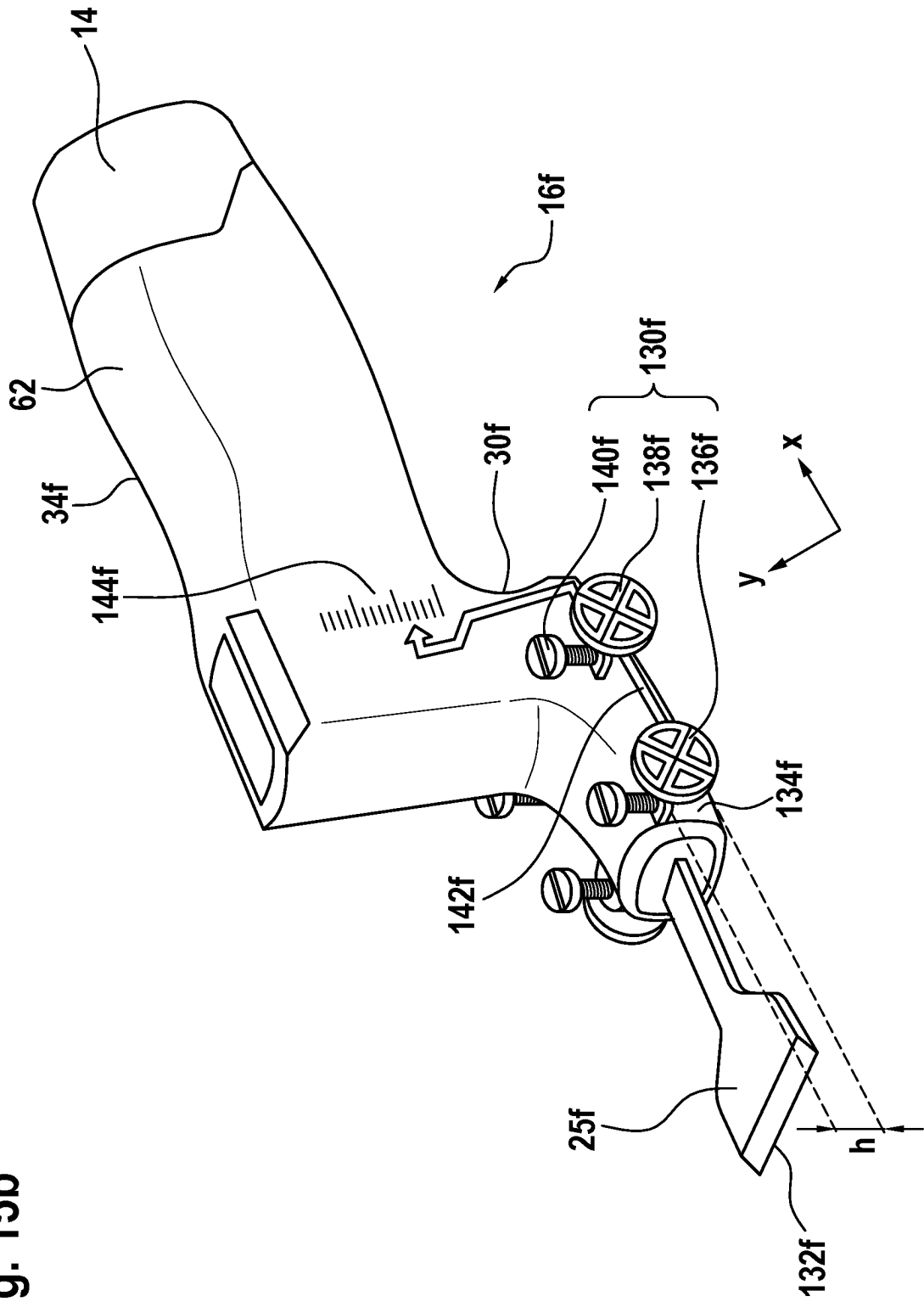
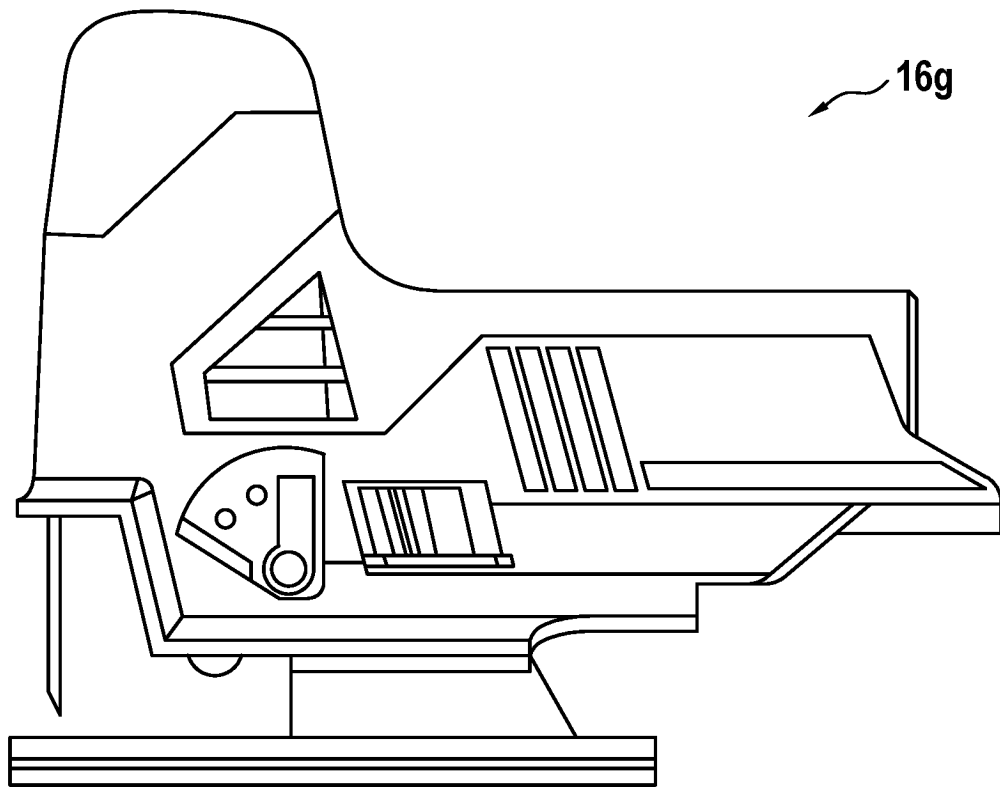


Fig. 15b



**Fig. 16**





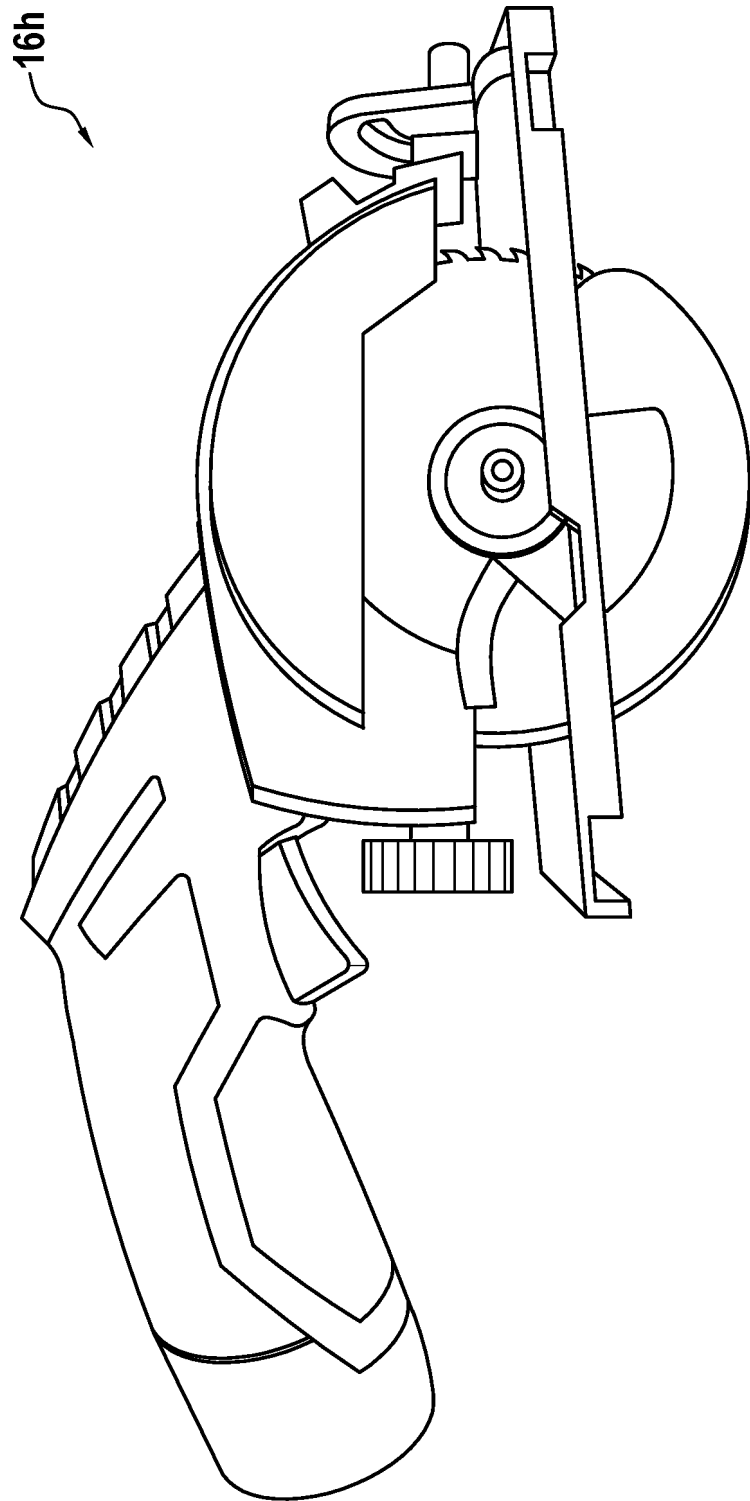
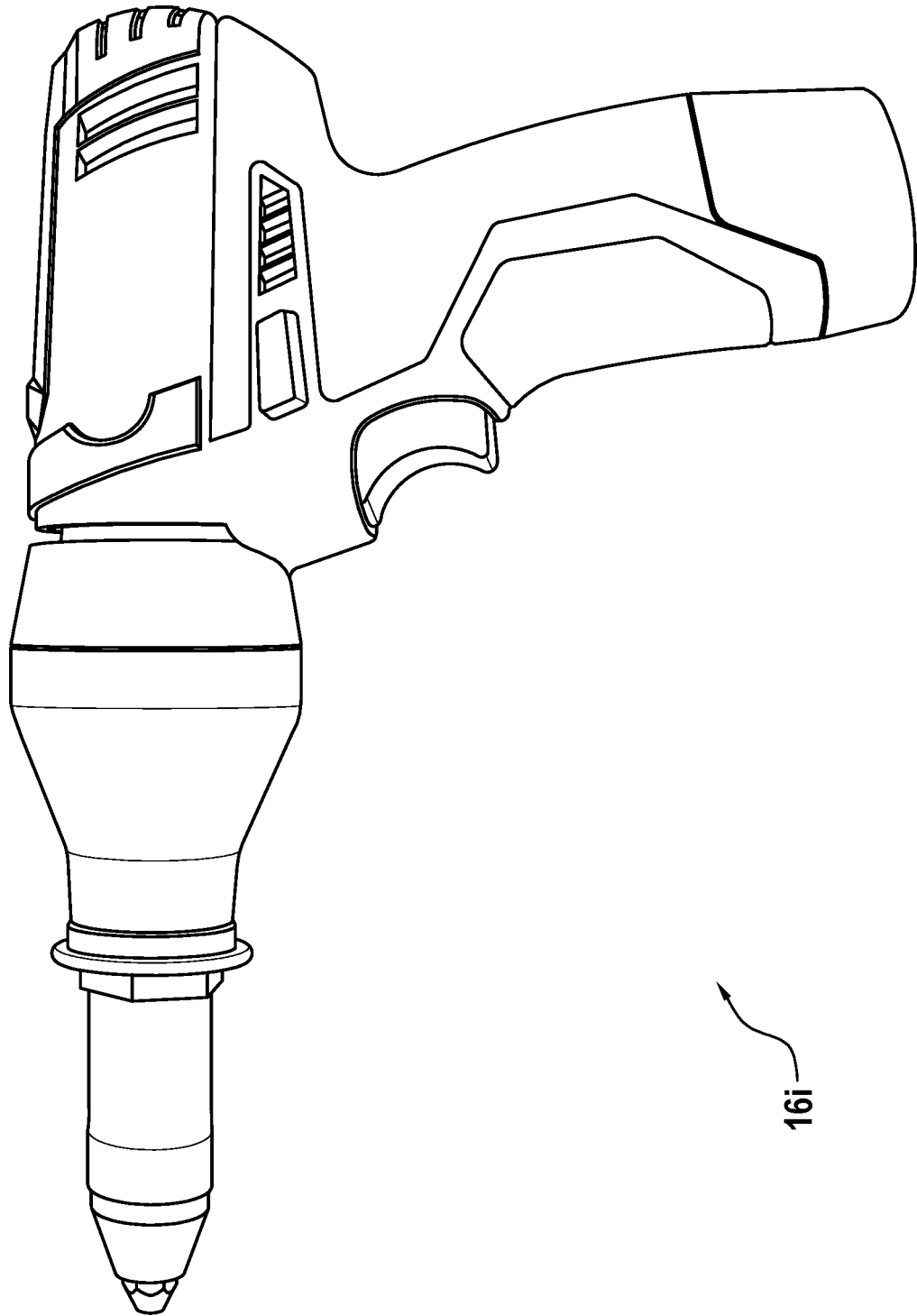


Fig. 17

Fig. 18



16i

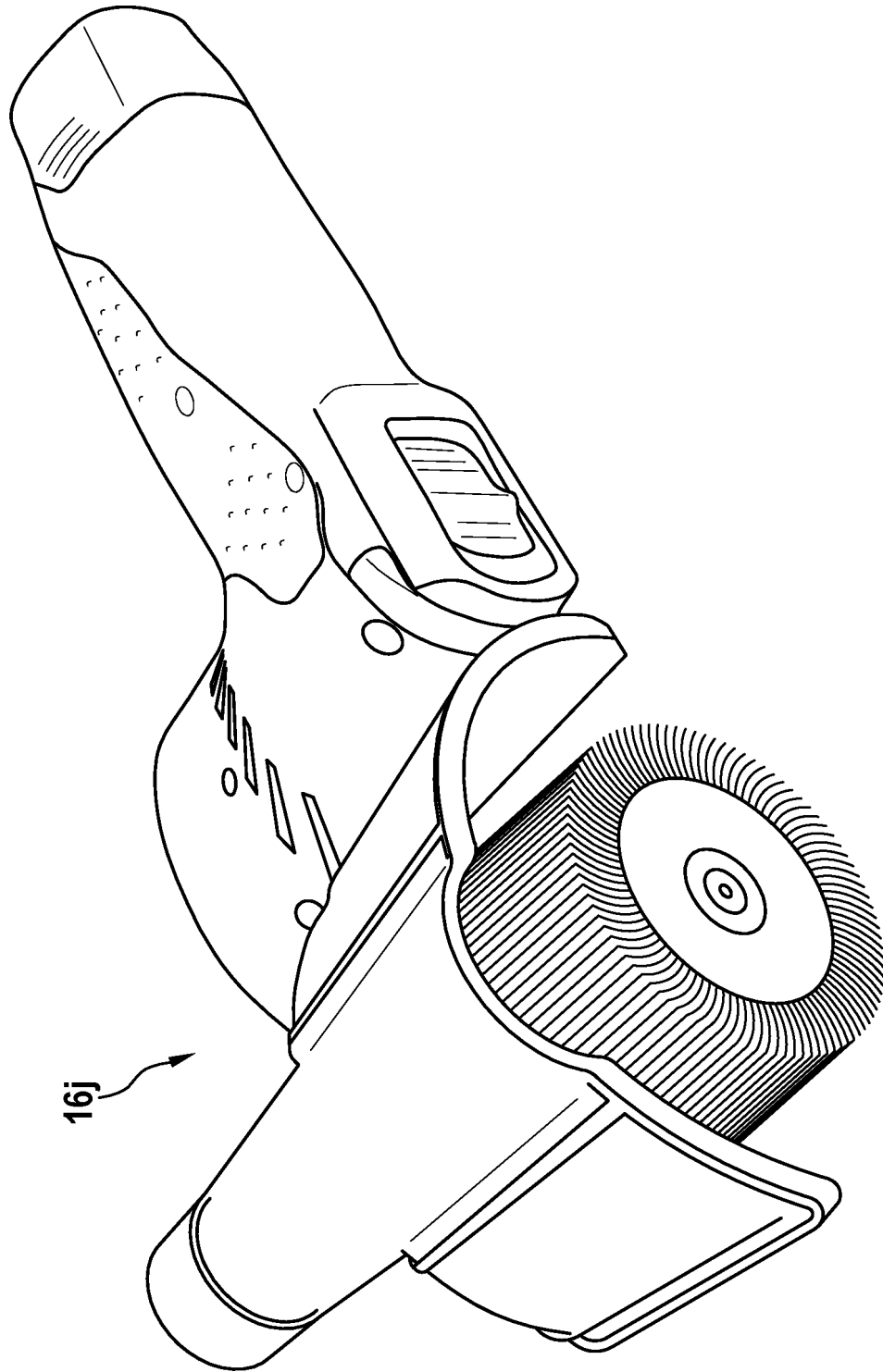


Fig. 19