



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.10.2012 Patentblatt 2012/40

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

(21) Anmeldenummer: **12155291.3**

(22) Anmeldetag: **14.02.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **HILTI Aktiengesellschaft**
9494 Schaan (LI)

(72) Erfinder:
• **Müller, Thomas**
86836 Klosterlechfeld (DE)
• **Verhaag, Benno**
82256 Fürstenfeldbruck (DE)
• **Imaschewski, Jens**
81245 München (DE)

(30) Priorität: **30.03.2011 DE 102011006385**

(54) **Steuerungsverfahren und Handwerkzeugmaschine**

(57) Die erfindungsgemäße Handwerkzeugmaschine hat eine Werkzeugaufnahme zum Aufnehmen eines Werkzeugs. Ein Motor ist mit der Werkzeugaufnahme zum Antreiben der Werkzeugaufnahme gekoppelt. Der Motor ist in einem Gehäuse angeordnet. Das Gehäuse hat eine Halterung, die mit einer mechanischen Verriegelung zum lösbaren Ankoppeln eines Batteriepakets und einem Stromanschluss zum elektrischen Verbinden

des Batteriepakets mit dem Motor versehen ist. Eine Kommunikationsschnittstelle dient zum Übermitteln von Eigenschaften des Batteriepakets an eine Motorsteuerung. Die Motorsteuerung beinhaltet einen Sanftanlauf, der eine Drehzahl des Motors von einem Stillstand bis zu einer Solldrehzahl mit einer Rate beschleunigt, wobei die Motorsteuerung die Rate in Abhängigkeit einer von dem Batteriepaket übermittelten Eigenschaft des Batteriepakets steuert.

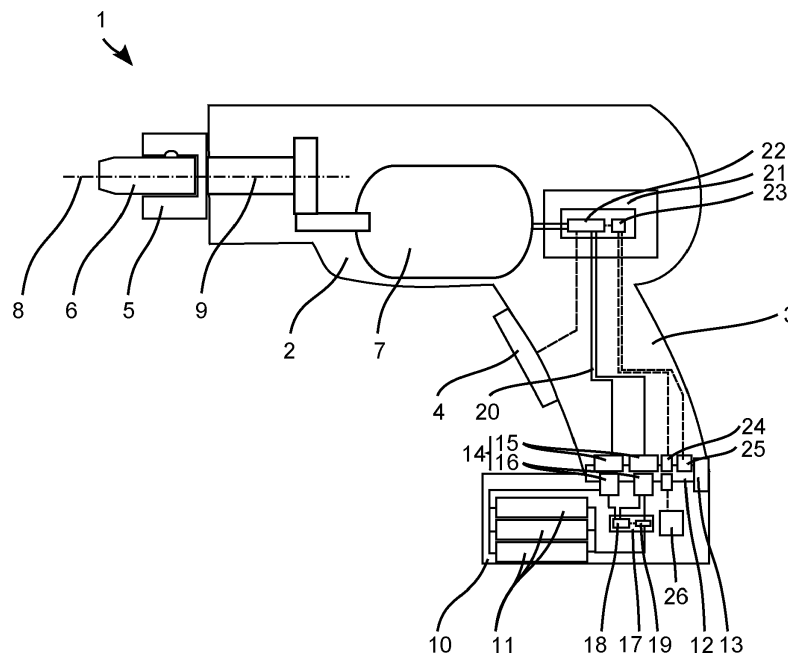


Fig. 1

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Steuerungsverfahren für eine batteriebetriebene Handwerkzeugmaschine und eine batteriebetriebene Handwerkzeugmaschine, insbesondere eine elektrische Handwerkzeugmaschine, wie zum Beispiel einen Elektroschrauber.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0002] Die erfindungsgemäße Handwerkzeugmaschine hat eine Werkzeugaufnahme zum Aufnehmen eines Werkzeugs. Ein Motor ist mit der Werkzeugaufnahme zum Antreiben der Werkzeugaufnahme gekoppelt. Der Motor ist in einem Gehäuse angeordnet. Das Gehäuse hat eine Halterung, die mit einer mechanischen Verriegelung zum lösbaren Ankoppeln eines Batteriepakets und einem Stromanschluss zum elektrischen Verbinden des Batteriepakets mit dem Motor versehen ist. Eine Kommunikationsschnittstelle dient zum Übermitteln von Eigenschaften des Batteriepakets an eine Motorsteuerung. Die Motorsteuerung beinhaltet einen Sanftanlauf, der eine Drehzahl des Motors von einem Stillstand bis zu einer Solldrehzahl mit einer Rate beschleunigt, wobei die Motorsteuerung die Rate in Abhängigkeit einer von dem Batteriepaket übermittelten Eigenschaft des Batteriepakets steuert.

[0003] Das erfindungsgemäße Steuerungsverfahren beinhaltet folgende Schritte: Abfragen von Eigenschaften des an die Handwerkzeugmaschine angekoppelten Batteriepakets, Einstellen einer Rate zum Beschleunigen des Motors in Abhängigkeit der übermittelten Eigenschaften des Batteriepakets und Beschleunigen des Motors mit der eingestellten Rate, wenn der Taster betätigt wird.

[0004] Die übermittelte Eigenschaft des Batteriepakets ist insbesondere ein Maß für einen Innenwiderstand des Batteriepakets. Die Rate kann auf einen ersten Wert eingestellt werden, wenn der Innenwiderstand einen Schwellwert unterschreitet, und auf einen zweiten Wert eingestellt werden, wenn der Innenwiderstand den Schwellwert überschreitet. Der zweite Wert ist größer als der erste Wert. Die Motorsteuerung beschleunigt den Motor in einer kürzeren Zeitspanne auf eine Solldrehzahl, wenn ein übermittelter Innenwiderstand geringerer als der Schwellwert ist. Andernfalls wird der Motor langsamer und entsprechend über eine längere Zeitspanne auf die Solldrehzahl beschleunigt. Das Maß für den Innenwiderstand kann beispielsweise das Vorliegen einer Parallelschaltung oder einer Serienschaltung und/oder eines Typs der Batteriezellen des Batteriepakets sein.

[0005] Ein Batteriepaket für die Handwerkzeugmaschine kann einen Datenspeicher beinhalten, in welchem ein Innenwiderstand des Batteriepakets abgespeichert ist. Der Innenwiderstand ist für eine ausgewählte Tem-

peratur, z.B. bei Raumtemperatur, ermittelt. Eine Weiterbildung der Handwerkzeugmaschine beziehungsweise des Steuerungsverfahrens nutzt einen Temperatursensor, um die Temperatur der Umgebung oder des Batteriepakets zu messen. Die gemessene Temperatur wird herangezogen, um Temperaturabhängigkeiten des Innenwiderstandes des Batteriepakets zu kompensieren. Die Handwerkzeugmaschine kann die Rate zum Beschleunigen des Motors in Abhängigkeit der Temperatur einstellen. Insbesondere wird in die Rate verringert, wenn eine Temperatur unter dem Gefrierpunkt gemessen wird.

[0006] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass die Handwerkzeugmaschine während des Beschleunigens des Motors eine an dem Stromanschluss anliegende Spannung überwacht, und die Rate verringert wird, wenn die anliegende Spannung einen ersten Schwellwert unterschreitet. Insbesondere kann eine Stromaufnahme aus dem Batteriepaket unterbrochen werden, wenn eine an dem Stromanschluss liegenden Spannung einen zweiten Schwellwert unterschreitet, welcher geringer als der erste Schwellwert ist. Das Batteriepaket kann einen autarken Schutzmechanismus enthalten, der eine Überlast des Batteriepakets unterbindet. Der Schutzmechanismus überwacht beispielsweise eine Spannung jeder einzelnen Batteriezelle. Sobald die Spannung einer der Batteriezellen unter dem zweiten Schwellwert von z.B. 2,5 V fällt, wird das Batteriepaket von der Handwerkzeugmaschine umgehend getrennt. Die kurzzeitige hohe Stromaufnahme beim Beschleunigen des Motors könnte einen Einbruch oder den zweiten Schwellwert bewirken. Die Motorsteuerung verringert vorausschauend die Rate der Beschleunigung, um ein vollständiges Abschalten des Motors zu verhindern.

[0007] In einer Ausgestaltung wird die Beschleunigung des Motors durch eine Pulsweitenmodulation eingestellt. Ein Taktverhältnis der Pulsweitenmodulation über den Abhängigkeiten der eingestellten Rate festgelegt.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0008] Die nachfolgende Beschreibung erläutert die Erfindung anhand von exemplarischen Ausführungsformen und Figuren. In den Figuren zeigt:

Fig. 1 einen Elektroschrauber.

[0009] Gleiche oder funktionsgleiche Elemente werden durch gleiche Bezugszeichen in den Figuren indiziert, soweit nicht anders angegeben.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0010] Fig. 1 zeigt einen Elektroschrauber **1** als Beispiel für eine Handwerkzeugmaschine. Der Elektroschrauber **1** hat ein Gehäuse **2** mit einem Handgriff **3**, mittels welchem ein Anwender den Elektroschrauber **1** halten und führen kann. Ein Taster **4** an dem Handgriff

3 ermöglicht dem Anwender den Elektroschrauber **1** in Betrieb zunehmen. Typischerweise muss der Anwender den Taster **4** durchgehend gedrückt halten, um den Elektroschrauber **1** in Betrieb zu halten.

[0011] Der Elektroschrauber **1** hat eine Werkzeugaufnahme **5**, in welche der Anwender ein Schrauberbit **6** einsetzen kann. Bei Betätigen des Tasters **4** dreht ein Elektromotor **7** die Werkzeugaufnahme **5** um ihre Achse **8**. Der Elektromotor **7** ist über eine Spindel **9** und ggf. weitere Komponenten eines Antriebsstrangs, z.B. Kuppelung, Getriebe, mit der Werkzeugaufnahme **5** gekoppelt.

[0012] Eine Stromversorgung des Elektromotors **7** erfolgt über ein Batteriepaket **10**. Das Batteriepaket **10** hat eine Mehrzahl von sekundären Batteriezellen **11**, welche beispielsweise Lithium-basierte Chemie, aufweisen.

[0013] Das Gehäuse **2** hat eine Halterung **12** für das Batteriepaket **10**, die beispielhaft an einem Ende des Handgriffs **3** vorgesehen ist. Die Halterung **12** kann Schienen mit einem L-förmigen Profil aufweisen, in welche komplementäre Schienen an dem Batteriepaket **10** gleitend einsetzbar sind. Eine lösbare Verriegelung **13** verhindert ein Herausfallen des Batteriepakets **10** aus der Halterung **12**. In der Halterung **12** ist ein Stromanschluss **14** der Handwerkzeugmaschine **1** angeordnet. Der Stromanschluss **14** beinhaltet beispielsweise zwei oder mehr elektrische Kontakte **15**. Das Batteriepaket **10** hat zu dem Stromanschluss **14** der Handwerkzeugmaschine **1** komplementäre Kontakte **16**, welche bei einem in die Halterung **12** eingesetzten Batteriepaket **10** elektrisch kontaktiert sind.

[0014] Das Batteriepaket **10** kann einen autarken Schutzmechanismus **17** aufweisen. Der Schutzmechanismus **17** beinhaltet beispielsweise einen Spannungssensor **18**, welcher die Spannungen der einzelnen Batteriezellen **11** überwacht. Erkennt der Schutzmechanismus **17** einen Abfall einer Spannung einer der Batteriezellen **11** unter einen kritischen Schwellwert, wird eine Stromabgabe des Batteriepakets **10** unterbrochen. Der kritische Schwellwert ist derart gewählt, dass eine unumkehrbare Entladung der Batteriezellen **11** unterbunden wird. Der Schwellwert liegt beispielsweise für Li-Ionen Chemie basierte Batteriezellen **11** bei etwa 2,5 V, insbesondere bei Raumtemperatur. Das Batteriepaket **10** kann beispielsweise mittels einem Schalter **19**, z.B. einen FET in dem Batteriepaket **10** oder in der Handwerkzeugmaschine **1**, einen Strompfad **20** zwischen dem Batteriepaket **10** und dem Elektromotor **7** unterbrechen. Der reversible Schutzmechanismus **17** und der zugehörige Schalter **19** sind autark von anderen Systemen. Dies ist insbesondere bei einer Anordnung des Schalters **19** in dem Batteriepaket **10** der Fall, wenn jegliche Versorgung der Handwerkzeugmaschine **1** durch das Batteriepaket **10** unterbrochen wird.

[0015] Die Handwerkzeugmaschine **1** kann mit einer geregelten Drehzahl betrieben werden. Die Drehzahl kann durch einen Benutzer einstellbar oder für die Handwerkzeugmaschine **1** unveränderbar vorgegeben sein. Eine Motorsteuerung **21** mit ein oder mehreren Schal-

telementen **22** stellt eine Leistungsaufnahme der Handwerkzeugmaschine **1** ein, um die Drehzahl auf den Sollwert auszuregulieren. Eine Ausgestaltung einer Handwerkzeugmaschine **1** sieht keine geregelte Drehzahl vor, sondern die Drehzahl wird durch eine maximale Leistungsaufnahme des Elektromotors **7** begrenzt, z.B. durch die nominelle Leistung des Elektromotors **7** oder eine nominell maximale Leistungsabgabe des Batteriepakets **10**.

[0016] Die Motorsteuerung **21** beinhaltet ein Modul für einen Sanftanlauf **23**. Der Sanftanlauf **23** wird mit dem Betätigen des Tasters **4** aktiviert. Der Sanftanlauf **23** begrenzt eine mittlere Leistungsaufnahme des Elektromotors **7**. Beispielsweise kann ein Schaltelement in dem Strompfad zu dem Elektromotor **7** mittels einer Pulsweitenmodulation angesteuert werden. Ein Tastverhältnis der Pulsweitenmodulation wird durch den Sanftanlauf **23** entsprechend einer gewünschten mittleren Leistungsaufnahme festgelegt. Der Sanftanlauf **23** legt die Dauer fest, über welche der Elektromotor **7** auf die Solldrehzahl beschleunigt wird. Die ansonsten durch das von dem Elektromotor **7** aufbringbare Drehmoment und die anliegende Last sich einstellenden Beschleunigungswert (Beschleunigungsrate), wird durch der Sanftanlauf **23** auf eine eingestellte Rate begrenzt. Sobald der Elektromotor **7** die Solldrehzahl erreicht, wird der Sanftanlauf **23** deaktiviert und ggf. die Drehzahl auf die Solldrehzahl ausgeregelt. Alternativ kann der Sanftanlauf **23** nach einer definierten Zeitspanne beendet werden.

[0017] Die Motorsteuerung **21** kommuniziert mit dem Batteriepaket **10**, um dessen Eigenschaften zu ermitteln. Eine Kommunikationsschnittstelle **24** der Motorsteuerung **21** fragt unter Anderem einen Innenwiderstand des Batteriepakets **10** ab. Das Batteriepaket **10** hat beispielsweise einen Informationsspeicher, in dem der Innenwiderstand des Batteriepakets **10** abgelegt ist. Der Innenwiderstand kann in Ohm oder einer sonstigen Maßeinheit abgelegt sein. Alternativ kann der Innenwiderstand implizit durch die Angabe, ob Batteriezellen in einer Parallelschaltung und ggf. wieviele parallele Reihen von Batteriezellen **11** vorhanden sind, abgelegt sein. Das Batteriepaket **10** kann auch einen Typ der verwendeten Batteriezellen **11** übermitteln, an die angepasst der Sanftanlauf **23** die Rate einstellt.

[0018] Die Kommunikationsschnittstelle **24** ist vorzugsweise eine elektrische Kommunikationsschnittstelle, deren Empfangseinheit von dem Batteriepaket **10** als elektrische Signale aus einem Speicherbauelement **26** übertragene Informationseinheiten empfängt. Alternativ kann die Kommunikationsschnittstelle **24** einen Detektor beinhalten, welcher von dem Batteriepaket **10** passiv bereitgestellte Informationseinheiten ermittelt. Beispielsweise können auf dem Batteriepaket **10** die Informationseinheiten in Form eines Barcodes, einer mechanischen Codierung etc. bereitgestellt sein.

[0019] Die Motorsteuerung **21** stellt der Sanftanlauf **23** in Abhängigkeit des von dem Batteriepakets **10** übermittelten Innenwiderstands ein. Die Motorsteuerung **21** kann den übermittelten Innenwiderstand mit einem

Schwellwert vergleichen. Überschreitet der Innenwiderstand einen Schwellwert, wird eine geringere Rate für die Beschleunigung angesetzt. Die geringere Rate kann auch eingestellt werden, wenn das Batteriepaket **10** eine reine Serienschaltung der Batteriezellen **11** übermittelt. Ein Tastverhältnis der Pulsweitenmodulation kann beispielsweise anfänglich in einem Bereich zwischen 40 % und 60 % eingestellt werden und durch den Sanftanlauf **23** kontinuierlich auf 100 % erhöht werden. Die Rate legt die Dauer fest, über welche das Tastverhältnis auf die 100 % anwächst. Wird ein geringer Innenwiderstand oder eine Parallelschaltung der Batteriezellen **11** übermittelt, kann der Motor **7** stark beschleunigt werden. Das Tastverhältnis kann mit einer hohen Rate und damit in einer kurzen Zeit auf 100 % anwachsen. Weiters kann ein Anfangswert für das Tastverhältnis auf einen Wert zwischen 60 % und 75 % eingestellt werden. Eine geringe Rate für den ersten Fall kann beispielsweise den Elektromotor **7** innerhalb von 0,6 Sekunden eine hohe Rate für den zweiten Fall, z.B. doppelt so groß wie die geringe Rate sein, d.h. den Elektromotor **7** innerhalb von 0,3 Sekunden auf Solldrehzahl beschleunigen.

[0020] Eine Weiterbildung sieht einen Temperatursensor **25** vor, welcher die Temperatur des Batteriepakets **10** erfasst. Falls die Temperatur einen Schwellwert unterschreitet, wird die Rate für die Beschleunigung verringert. Beispielsweise kann die Rate um 10 % für jede 5 Grad verringert werden, die die Temperatur geringer als 10 Celsius ist. Gleichfalls kann beispielsweise ein Startwert für das Tastverhältnis auf 20 % abgesenkt werden, z.B. falls die Temperatur unter dem Gefrierpunkt liegt.

Patentansprüche

1. Steuerungsverfahren einer Handwerkzeugmaschine (1), die eine Werkzeugaufnahme (5) zum Aufnehmen eines Werkzeugs (6), einen Motor (7), der mit der Werkzeugaufnahme (5) zum Antreiben der Werkzeugaufnahme (5) gekoppelt ist, ein Gehäuse (2), in der Motor (7) angeordnet ist, eine Halterung (12) an dem Gehäuse (2), die mit einer mechanischen Verriegelung (13) zum lösbaren Ankoppeln eines Batteriepakets (10) und einem Stromanschluss (14) zum elektrischen Verbinden des Batteriepakets (5) mit dem Motor (7) versehen ist, eine Kommunikationsschnittstelle (24) zum Übertragen von Eigenschaften des Batteriepakets (10) an eine Motorsteuerung (21) und einen durch einen Anwender bedienbaren Taster (4) zum Aktivieren der Handwerkzeugmaschine (1) beinhaltet, mit den Schritten:

Abfragen von Eigenschaften des an die Handwerkzeugmaschine (1) angekoppelten Batteriepakets (10),
Einstellen einer Rate zum Beschleunigen des Motors (7) in Abhängigkeit der übermittelten Eigenschaften des Batteriepakets (10),

Beschleunigen des Motors (7) mit der eingestellten Rate, wenn der Taster (4) betätigt wird.

2. Steuerungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eigenschaften ein Maß für einen Innenwiderstand des Batteriepakets beinhalten.
3. Steuerungsverfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Wert für die Rate eingestellt wird, wenn der Innenwiderstand einen Schwellwert unterschreitet, und ein zweiter Wert, der größer als der erste Wert ist, eingestellt wird, wenn der Innenwiderstand den Schwellwert überschreitet.
4. Steuerungsverfahren nach einen der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Maß des Innenwiderstands das Vorliegen einer reinen Serienschaltung, einer Parallelschaltung von Batteriezellen und/oder einen Typ von Batteriezellen beinhaltet.
5. Steuerungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Temperatur des Batteriepakets bestimmt wird und die Rate in Abhängigkeit der Temperatur einstellt.
6. Steuerungsverfahren nach einen der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Handwerkzeugmaschine während des Beschleunigens des Motors eine an dem Stromanschluss anliegende Spannung überwacht, und die Rate verringert wird, wenn die anliegende Spannung einen Schwellwert unterschreitet.
7. Steuerungsverfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Stromaufnahme aus dem Batteriepaket unterbrochen wird, wenn eine an dem Stromanschluss liegenden Spannung einen weiteren Schwellwert unterschreitet, welcher geringer als der eine Schwellwert ist.
8. Steuerungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Motorsteuerung einen Stromfluss in den Motor mittels einer Pulsweitenmodulation einstellt und das Taktverhältnis in Abhängigkeit der Rate geändert wird.
9. Handwerkzeugmaschine (1) mit einer Werkzeugaufnahme (5) zum Aufnehmen eines Werkzeugs (6), einem Motor (7), der mit der Werkzeugaufnahme (5) zum Antreiben der Werkzeugaufnahme (5) gekoppelt ist, einem Gehäuse (2), in der Motor (7) angeordnet ist, einer Halterung (12) an dem Gehäuse (2), die mit einer mechanischen Verriegelung (13) zum lösbaren Ankoppeln eines Batteriepakets (10) und

einem Stromanschluss (14) zum elektrischen Verbinden des Batteriepakets (10) mit dem Motor (7) versehen ist, einer Kommunikationsschnittstelle (24) zum Übermitteln von Eigenschaften des Batteriepakets (10) an eine Motorsteuerung (21), wobei die Motorsteuerung (21) einen Sanftanlauf (23) beinhaltet, die eine Drehzahl des Motors (7) von einem Stillstand bis zu einer Solldrehzahl mit einer Rate beschleunigt, wobei die Motorsteuerung (23) die Rate in Abhängigkeit einer von dem Batteriepaket (10) übermittelten Eigenschaft des Batteriepakets (10) steuert.

10. Handwerkzeugmaschine (1) nach Anspruch 9 mit einem Batteriepaket (10), das einen Informationsspeicher, in dem eine ein Maß für einen Innenwiderstand des Batteriepakets (10) enthaltene Informationseinheit abgespeichert ist, und eine Kommunikationsschnittstelle (24) zum Übertragen der Informationseinheit an die Handwerkzeugmaschine (1) aufweist.

25

30

35

40

45

50

55

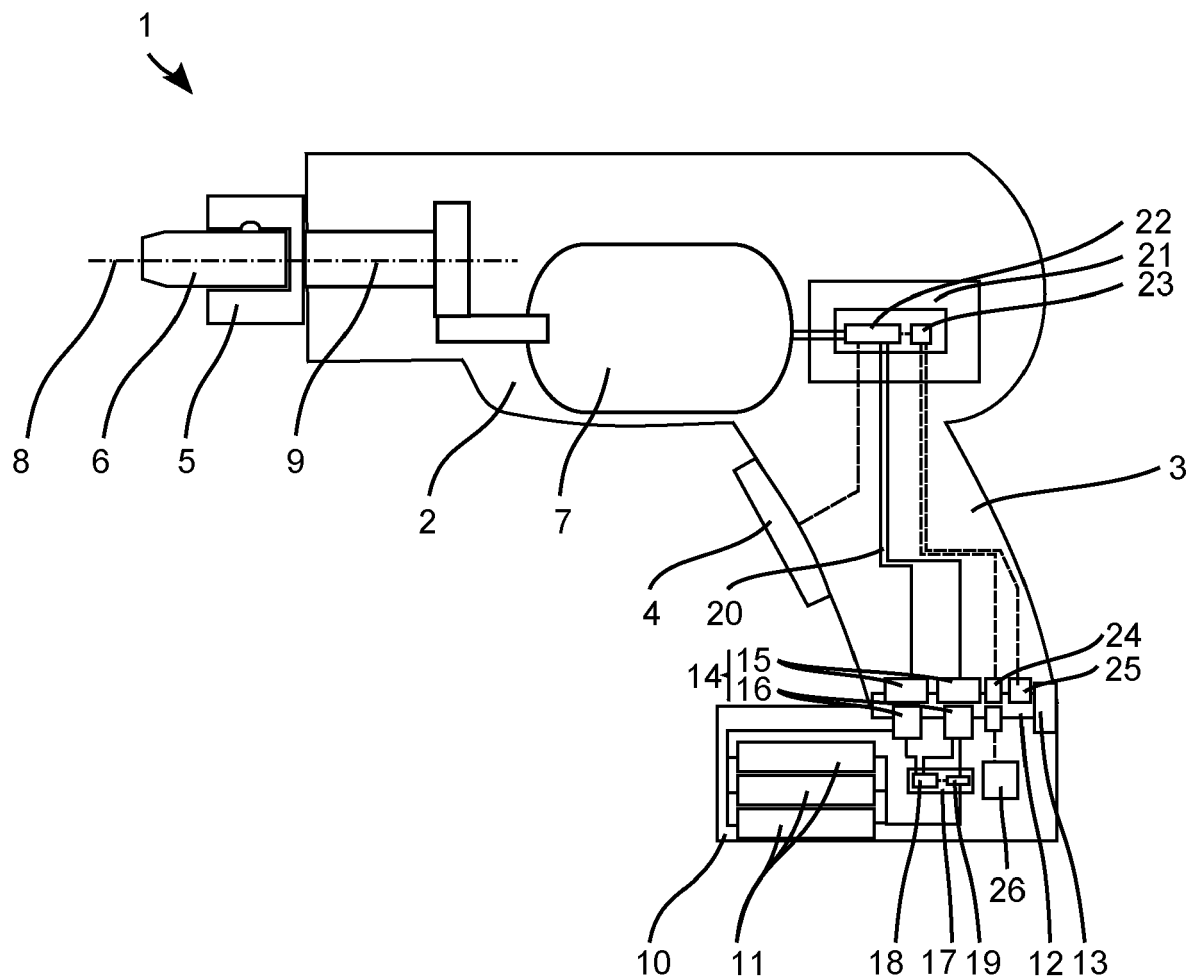


Fig. 1