

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6174432号
(P6174432)

(45) 発行日 平成29年8月2日(2017.8.2)

(24) 登録日 平成29年7月14日(2017.7.14)

(51) Int.Cl.
B 2 3 B 45/02 (2006.01)

F 1
B 2 3 B 45/02

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-193285 (P2013-193285)	(73) 特許権者	000227386 日東工器株式会社 東京都大田区仲池上2丁目9番4号
(22) 出願日	平成25年9月18日(2013.9.18)	(74) 代理人	100083895 弁理士 伊藤 茂
(65) 公開番号	特開2014-208393 (P2014-208393A)	(74) 代理人	100175983 弁理士 海老 裕介
(43) 公開日	平成26年11月6日(2014.11.6)	(72) 発明者	大塚 賢二 東京都大田区仲池上2丁目9番4号 日東工器株式会社内
審査請求日	平成28年2月12日(2016.2.12)	(72) 発明者	横山 聡哉 東京都大田区仲池上2丁目9番4号 日東工器株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2013-73102 (P2013-73102)	審査官	亀田 貴志
(32) 優先日	平成25年3月29日(2013.3.29)		最終頁に続く
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

(54) 【発明の名称】 バッテリ式穿孔機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

穿孔機において、

本体部と、

前記本体部に取り付けられ、該本体部を、当該穿孔機による穿孔作業位置に固定保持するための電磁石と、

穿孔工具を回転駆動するためのモータを有し、前記穿孔工具を当該穿孔機によって穿孔加工を行う被加工物に対して近づけたり離したりするために前記本体部に対して往復動するように取り付けられた穿孔駆動部と、

前記本体部に設けられ、前記モータ及び前記電磁石を駆動制御する駆動制御回路と、を備え、

前記本体部は、バッテリー収容部を有し、

前記駆動制御回路は、前記モータ及び前記電磁石を、前記バッテリー収容部に収納されるバッテリーを電源として駆動制御するようにされ、

前記駆動制御回路が、前記バッテリーから前記電磁石に供給される電力を制御する電磁石制御部と、当該穿孔機の傾き角度を検出する傾き検出回路とを備え、

前記駆動制御回路は、当該穿孔機が穿孔作業位置に固定保持されているときに、該傾き検出回路によって検出される当該穿孔機の傾き角度の大きさに基づいて、前記バッテリーから前記電磁石に供給される電力の大きさを前記電磁石制御部によって変更するようにされた、穿孔機。

10

20

【請求項 2】

前記駆動制御回路は、前記モータの駆動を開始したときに前記傾き検出回路によって検出された当該穿孔機の傾き角度を初期傾き角度として記憶し、該初期傾き角度と前記モータの駆動中に検出された傾き角度との差が許容傾き角度を超えたときには前記モータを停止させるようにされた、請求項 1 に記載の穿孔機。

【請求項 3】

前記駆動制御回路が前記バッテリーの残量を検出するバッテリー残量検出部をさらに備え、前記電磁石制御部は、前記バッテリー残量検出部により検出された前記バッテリーの残量に基づいて前記電力が略一定となるように制御するようにされた、請求項 1 又は 2 に記載の穿孔機。

10

【請求項 4】

穿孔機において、
本体部と、
前記本体部に取り付けられ、該本体部を、当該穿孔機による穿孔作業位置に固定保持するための電磁石と、
穿孔工具を回転駆動するためのモータを有し、前記穿孔工具を当該穿孔機によって穿孔加工を行う被加工物に対して近づけたり離したりするために前記本体部に対して往復動するように取り付けられた穿孔駆動部と、
前記本体部に設けられ、前記モータ及び前記電磁石を駆動制御する駆動制御回路と、を
備え、

20

前記本体部は、バッテリー収容部を有し、
前記駆動制御回路は、前記モータ及び前記電磁石を、前記バッテリー収容部に収納されるバッテリーを電源として駆動制御するようにされ、
前記駆動制御回路が、前記バッテリーから前記電磁石に供給される電力を制御する電磁石制御部と、前記バッテリーの残量を検出するバッテリー残量検出部とを備え、
前記電磁石制御部は、前記バッテリー残量検出部により検出された前記バッテリーの残量に基づいて、前記バッテリーの残量が低下したときにも前記電力が略一定となるように制御するようにされた、穿孔機。

【請求項 5】

前記電磁石制御部は、前記モータが駆動されていないときの前記電磁石に供給される電力を前記モータが駆動されているときの電力よりも小さくするようにされた、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の穿孔機。

30

【請求項 6】

前記駆動制御回路は、前記モータを停止させるときに、前記モータへの電力供給を止めるとともに、前記電磁石制御部によって、前記電磁石に供給する電力を前記モータへの電力供給を止める前の状態に所定時間維持し、該所定時間の経過後に前記電磁石に供給する電力を小さくするようにされた、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の穿孔機。

【請求項 7】

前記バッテリー収容部はバッテリーを取り外し可能に受け入れるようにされている、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の穿孔機。

40

【請求項 8】

前記電磁石制御部は、前記バッテリーと前記電磁石との間の導通の開閉を行い前記バッテリーからの直流電流を周期的なパルス電流に変換するとともに該パルス電流のデューティ比を制御するようにされており、前記デューティ比を調整することにより前記電磁石に供給する単位時間当たりの平均の電力を制御するようにされている、請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の穿孔機。

【請求項 9】

前記駆動制御回路は、前記バッテリーから前記モータに供給される電流値を検出するモータ電流検出部をさらに備え、前記電磁石制御部が、前記モータ電流検出部が検出した電流値に基づいて、前記電磁石に供給する電力を制御するようにされた、請求項 1 乃至 8 の何

50

れか一項に記載の穿孔機。

【請求項 1 0】

前記駆動制御回路は、前記モータに供給する電力を制御するモータ制御部を備え、

前記モータ制御部は、前記バッテリーから前記モータへの電力供給開始から所定時間内における前記モータに供給する電力を前記所定時間経過後における電力よりも小さくするようにされた、請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の穿孔機。

【請求項 1 1】

前記モータ制御部は、前記バッテリーと前記モータとの導通の開閉を行い前記モータに供給される前記バッテリーからの直流電流を周期的なパルス電流とするとともに該パルス電流のデューティ比を制御するようにされている、請求項 1 0 に記載の穿孔機。

10

【請求項 1 2】

前記モータ制御部は、前記モータへの前記パルス電流の前記デューティ比を前記所定時間内に 0 から 1 にまで徐々に増加させるようにされた、請求項 1 1 に記載の穿孔機。

【請求項 1 3】

外部電源入力部をさらに備え、該外部電源入力部に外部電源が接続されたときには、前記モータ及び前記電磁石を駆動制御するための電源として、前記バッテリー収容部に収容された前記バッテリーと前記外部電源入力部に接続された前記外部電源とを選択的に使用するようになされた、請求項 1 乃至 1 2 の何れか一項に記載の穿孔機。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明はバッテリーにより駆動される可搬型の穿孔機に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

可搬型の穿孔機は、通常、本体部と、ドリル等の穿孔工具を回転駆動するモータを有し本体部に対して上下動するように取り付けられた穿孔駆動部と、本体部の下方に設けられていて当該穿孔機を加工対象物に対して固定保持する固定部とを備えている。固定部としては永久磁石の磁力を利用して磁性体からなる加工対象物に磁気吸着するようにしたものがあるが、操作性や位置合わせのしやすさ等を考慮して電磁石を利用したものも開発されてきた。また、特に電磁石を利用したものにおいては、電源として商用電源を使用していた（特許文献 1）。しかしながら、電源として商用電源を使用した場合、穿孔機を使用できる場所が電源を確保できる場所に限られてしまうことになる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特許第 4 7 8 7 7 6 8 号

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

そこで本発明は、穿孔機本体部の固定保持をするための電磁石および穿孔工具を回転駆動するモータの駆動をバッテリーで行うようにすることにより、上記従来技術の問題を解決するようにした穿孔機を提供することを目的とする。また、当該穿孔機において、バッテリーの消費電力を抑えて長時間使用できるようにすること、及びバッテリーの消費電力を抑えつつ穿孔機の安全性を十分に確保できるようにすることも一つの目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 5】

すなわち本発明は、

50

穿孔機において、
 本体部と、
 前記本体部に取り付けられ、該本体部を、当該穿孔機による穿孔作業位置に固定保持するための電磁石と、
 穿孔工具を回転駆動するためのモータを有し、前記穿孔工具を当該穿孔機によって穿孔加工を行う被加工物に対して近づけたり離したりするために前記本体部に対して往復動するように取り付けられた穿孔駆動部と、
 前記本体部に設けられ、前記モータ及び前記電磁石を駆動制御する駆動制御回路と、を備え、

前記本体部は、バッテリー収容部を有し、
 前記駆動制御回路は、前記モータ及び前記電磁石を、前記バッテリー収容部に収納されるバッテリーを電源として駆動制御するようにされた、穿孔機を提供する。

【0006】

この穿孔機においては、モータと電磁石とをバッテリーで駆動するようになっているので、外部電源が確保できないような場所においても使用することが可能となる。

【0007】

好ましくは、前記バッテリー収容部はバッテリーを取り外し可能に受け入れるようにされているようにすることができる。

【0008】

さらに好ましくは、前記駆動制御回路が、前記バッテリーから前記電磁石に供給される電力を制御する電磁石制御部を備えるようにすることができる。

【0009】

さらに好ましくは、前記駆動制御回路が前記バッテリーの残量を検出するバッテリー残量検出部をさらに備え、

前記電磁石制御部は、前記バッテリー残量検出部により検出された前記バッテリーの残量に基づいて前記電力が略一定となるように制御するようすることができる。

【0010】

このようにすることにより、バッテリーの残量の低下に伴い電圧が低下したとしても、電磁石への供給電力を所定の値に維持することができるようになる。すなわち、バッテリーの残量の変化に関わらず、電磁石の磁気吸着力を一定に保つことが可能となる。

【0011】

より好ましくは、前記電磁石制御部は、前記モータが駆動されていないときの前記電磁石に供給される電力を前記モータが駆動されているときの電力よりも小さくすることができる。

【0012】

モータが駆動されていないときには、穿孔機には穿孔工具からの大きな外力が働かないので、穿孔加工を行っているときほど大きな磁気吸着力で穿孔機を固定保持しておく必要はないが、当該穿孔機はモータが駆動していないときには電磁石に供給される電力を小さくすることができるので、バッテリーの無駄な消費を抑えて当該穿孔機の使用可能な時間をより長くすることが可能となる。

【0013】

好ましくは、前記駆動制御回路は、前記モータを停止させるときに、前記モータへの電力供給を止めるとともに、前記電磁石制御部によって、前記電磁石に供給する電力を前記モータへの電力供給を止める前の状態に所定時間維持し、該所定時間の経過後に前記電磁石に供給する電力を小さくするようすることもできる。

【0014】

モータへの電力供給を停止させた直後は、穿孔工具は慣性によりまだ回り続けようとしているため該穿孔工具から大きな外力を受ける可能性があり、また作業者が当該穿孔機を操作するために外力を加えている可能性もあるため、モータへの電力供給の停止と同時に電磁石への電力供給も停止もしくは低下させると、それら外力によって電磁石の磁気吸着

10

20

30

40

50

が外れて穿孔機が倒れるなどの危険性がある。それに対して当該穿孔機は、モータへの電力供給を止めてからしばらくの間は電磁石への電力供給をそのまま維持するようにしているので、上記危険性を低減させることが可能となる。

【 0 0 1 5 】

より好ましくは、前記電磁石制御部は、前記バッテリーと前記電磁石との間の導通の開閉を行い前記バッテリーからの直流電流を周期的なパルス電流に変換するとともに該パルス電流のデューティ比を制御するようにされており、前記デューティ比を調整することにより前記電磁石に供給する単位時間当たりの平均の電力を制御することができる。

【 0 0 1 6 】

好ましくは、前記駆動制御回路は、前記バッテリーから前記モータに供給される電流値を検出するモータ電流検出部をさらに備え、前記電磁石制御部が、前記モータ電流検出部が検出した電流値に基づいて、前記電磁石に供給する電力を制御することができる。

10

【 0 0 1 7 】

モータに流れる電流値を検出することでモータの負荷状態、すなわち穿孔工具が受けている外力を推測し、その外力の大きさに合わせて電磁石に供給する電力を調整することができるようになる。これにより、外力が小さいときには電磁石に供給する電力をさらに小さくして無駄な電力消費を抑え、更なる低消費電力化を実現することも可能となる。

【 0 0 1 8 】

好ましくは、前記駆動制御回路は、当該穿孔機の傾き角度を検出する傾き検出回路をさらに備え、前記駆動制御回路は、当該穿孔機が穿孔作業位置に固定保持されているときに、該傾き検出回路によって検出される当該穿孔機の傾き角度の大きさに基づいて、前記バッテリーから前記電磁石に供給される電力の大きさを前記電磁石制御部によって変更することができる。

20

【 0 0 1 9 】

バッテリーにより駆動される当該穿孔機は、水平な場所だけではなく傾斜した面や垂直な壁、ときには天井に固定保持して使用することもあるが、水平でない場所に固定保持したときには電磁石はその磁気吸着力によって穿孔機の自重による力も受けなければならなくなるので、穿孔機を安全に固定保持しておくために必要とされる磁気吸着力は穿孔機の傾き角度の増加に伴って増加することになる。当該穿孔機においては、穿孔機の傾き角度の大きさに基づいて電磁石に供給される電力の大きさを変更するようになっているので、傾き角度が大きいときには十分に大きな電力を供給して大きな磁気吸着力を発生させるようにし、傾き角度が小さいときには電磁石に供給する電力を小さくして無駄な消費電力を低減することが可能となる。

30

【 0 0 2 0 】

好ましくは、前記駆動制御回路は、前記モータの駆動を開始したときに前記傾き検出回路によって検出された当該穿孔機の傾き角度を初期傾き角度として記憶し、該初期傾き角度と前記モータの駆動中に検出された傾き角度との差が許容傾き角度を超えたときには前記モータを停止させるようにすることができる。

【 0 0 2 1 】

モータの駆動中に穿孔機の傾き角度が変化したときは、電磁石の磁気吸着が外れて穿孔機が倒れている虞があるため、そのような場合にはモータを自動的に停止させることで作業者に危険がおよぶのを防止することができる。

40

【 0 0 2 2 】

より好ましくは、前記駆動制御回路は、前記モータに供給する電力を制御するモータ制御部を備え、

前記モータ制御部は、前記バッテリーから前記モータへの電力供給開始から所定時間内における前記モータに供給する電力を前記所定時間経過後における電力よりも小さくするようにすることができる。

【 0 0 2 3 】

50

具体的には、前記モータ制御部は、前記バッテリーと前記モータとの導通の開閉を行い前記モータに供給される前記バッテリーからの直流電流を周期的なパルス電流とするとともに該パルス電流のデューティ比を制御するようにすることができる。

【0024】

より具体的には、前記モータ制御部は、前記モータへの前記パルス電流の前記デューティ比を前記所定時間内に0から1にまで徐々に増加させるようにすることができる。

【0025】

起動時にモータに供給される電力を小さくすることにより、大きな突入電流が発生することを防止することが可能となる。またモータ電流検出部も備えている場合には、起動時の電流値が過大になっていないかを測定することでモータ制御部の故障を診断することも可能となる。

10

【0026】

好ましくは、外部電源入力部をさらに備え、該外部電源入力部に外部電源が接続されたときには、前記モータ及び前記電磁石を駆動制御するための電源として、前記バッテリー収容部に収容された前記バッテリーと前記外部電源入力部に接続された前記外部電源とを選択的に使用するようにすることができる。

【0027】

当該穿孔機は基本的にはバッテリーにより駆動されるものであるが、外部電源も利用できるようにすることで、外部電源が確保できる環境においては外部電源を利用して、バッテリーに充電された電力の消費を抑えることが可能となる。また、外部電源によって当該穿孔機に取り付けられた状態のバッテリーを充電することも可能となる。

20

【0028】

以下、本発明に係る穿孔機の実施形態を添付図面に基づき説明する。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の一実施形態に係る穿孔機の前方左側面側の斜視図である。

【図2】図1に示す穿孔機の前方右側面側の斜視図である。

【図3】図1に示す穿孔機の部分断面図である。

【図4】図1に示す穿孔機のバッテリーが装着された状態の後方斜視図である。

【図5】図4に示す穿孔機のバッテリーが外された状態の図である。

30

【図6】駆動制御回路を示す回路ブロック図である。

【図7】穿孔機の動作を示すフローチャートである。

【図8】駆動制御回路を示す別の回路ブロック図である。

【図9】駆動制御回路を示すさらに別の回路ブロック図である。

【図10】駆動制御回路を示すさらに別の回路ブロック図である。

【図11】駆動制御回路を示すさらに別の回路ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

本発明に係る穿孔機10は、図1乃至図5に示すように、本体部12と、本体部12に対して上下方向に往復動するように該本体部12の前方に取り付けられた穿孔駆動部14と、本体部12の後方上部に装着されたバッテリー16と、本体部12の下方に取り付けられ、本体部を当該穿孔機による穿孔作業位置に固定保持するための電磁石18と、を備えたバッテリー式の可搬型の穿孔機10である。

40

【0031】

本体部12は、図3に示すように、穿孔駆動部14が取り付けられる前面壁部20-1と電磁石18が取り付けられる下面壁部20-2とからなるL字状の本体ベース20と、該本体ベース20に取り付けられて内部空間を形成する本体ハウジング22とを有する構造とされており、本体ベース20をアルミニウム製として必要十分な強度を確保しつつ、本体ハウジング22は樹脂製として軽量化を図っている。また、本体ベース20と本体ハウジング22の接続部分は、本体ベース20の接続凸部20-3が本体ハウジング22の

50

接続凹部 22 - 1 に嵌め込まれるようにされた、いわゆるラビリンス構造とされており、埃や水などがつなぎ目から内部空間に侵入しにくい構造となっている。また、本体部 12 の上面の取っ手 24 の近くには、緑、黄、赤の LED からなる LED 表示部 28 が設けられており、後述するように、穿孔機 10 の状態を色や点滅状態に表示し作業者に知らせるようになっている。

【0032】

穿孔駆動部 14 は、本体部 12 との間に設けられたアリ溝構造を有するスライド機構 30 により本体部 12 に対して上下動可能に取り付けられている。このスライド機構 30 は、穿孔駆動部 14 側に設定されたラック（図示しない）と本体部 12 側に設定されたピニオン（図示しない）とによるラック・アンド・ピニオン構造を構成しており、本体部 12 の右側面 32（図 2）に取り外し可能に取り付けられた送りハンドル 36 を手で回転させることでピニオンを回転させて、穿孔駆動部 14 を本体部 12 に対して上下動させるようになっている。なお、この送りハンドル 36 は本体部 12 の左側面 34（図 1）に設けられたハンドル取付部 38 に取り付けられることもでき、状況に応じて左右どちらにでも取り付けられるようになっている。穿孔駆動部 14 の下部にはアーバ 40 に接続された穿孔工具取付部 42 が設けられ、該穿孔工具取付部 42 にはドリルや環状カッターなどの穿孔工具 44 が装着されるようになっている。アーバ 40 は減速機 45 介して穿孔駆動部 14 の上部のモータカバー 46 内に設けられたモータ 48 に連結されており（図 3）、このモータ 48 を駆動することで穿孔工具 44 を回転駆動するようになっている。モータカバー 46 の側面 50 には複数の通気孔 52 が設けられており、該通気孔 52 から内部に流入する空気によりモータ 48 を冷却するようになっている。通気孔 52 を上面 54 ではなく側面 50 に設けているのは、水や切粉、粉塵等のゴミができるだけ内部に入らないようにするためである。穿孔駆動部 14 の左側面には、切削油の注入口となるプラグ 56 が設けられており、該プラグ 56 にホース付のワンタッチ式ソケットを取り付けることで、穿孔加工中の穿孔工具 44 に切削油を供給するようになっている。

【0033】

本体部 12 の下方に取り付けられた電磁石 18 は、接地面 19 を鉄などの磁性体からなる穿孔作業位置に載置した状態で電力を供給することにより、磁界を発生して穿孔作業位置に磁気吸着し、当該穿孔機 10 を固定保持するようになっている。電磁石 18 と本体部 12 との間には位置調整機構 58 が設けられており、位置調整機構 58 に着脱可能に取り付けられた位置調整ハンドル 60 を回すことにより本体部 12 の位置を電磁石 18 に対して前後左右に位置調整可能になっている。なお、この位置調整ハンドル 60 は位置調整機構 58 の右側面に取り付けることもできる。

【0034】

図 4 及び図 5 に示すように、本体部 12 の後方上部にはバッテリー 16 を受け入れるためのバッテリー収容部 62 が設けられており、このバッテリー収容部 62 にバッテリー 16 が着脱可能に装着されるようになっている。バッテリーは装着された状態において接続端子（図示しない）が下を向くようになっている。バッテリー内に水が侵入しにくくなっている。バッテリー 16 が装着された状態では、バッテリー収容部 62 の上部に前後方向に摺動可能に設けられたバッテリーカバー 64 が本体部 12 から後方に突出してバッテリー 16 の傾斜したカバー係合面 16 - 1（図 3）に当接する。バッテリーカバー 64 が後方に突出している状態では、バッテリーカバー 64 が本体部 12 とバッテリー 16 との間の隙間を上部から覆い隠すので、切粉や水などがバッテリー 16 の端子部に侵入することが防止される。また、バッテリー 16 はバッテリーカバー 64 に干渉して上方に動かすことができないので、バッテリー 16 を本体部 12 から取り外すことができない状態となる。バッテリー 16 を取り外す際には、バッテリーカバー 64 を前方に押し本体部 12 内に退避させてから、バッテリー 16 を上方に引き出すようにする。このようなバッテリーカバー 64 を設けることによって、バッテリー 16 が不用意に外れてしまうことが防止される。また、バッテリーカバー 64 の本体部 12 内に位置する部分には、下方に突出したスイッチ係合突起部 64 - 1（図 3）が設けられており、バッテリーカバー 64 が後方に突出してバッテリー 16 に当接しているときには本体部

10

20

30

40

50

12に設けられたリミットスイッチ66(図3)を押してONにし、前方に退避した状態ではリミットスイッチ66(図3)をOFFにするようになっている。このリミットスイッチ66は本体部12内に配置された駆動制御回路68(図3)に接続されていて、バッテリー16が正しく装着されているか及びバッテリー16が外されようとしていないかを監視するために使用される。バッテリー収容部62の底面62-1は前方から後方に向かって緩やかな斜面を形成しており、水などがたまらないようになっている。装着されたバッテリー16は、本体部12の内部空間内に備えられた駆動制御回路68に電氣的に接続され、該駆動制御回路68を介してモータ48及び電磁石18に電力を供給する。バッテリー16からモータ48及び電磁石18に供給される電力は、後に詳細に説明するように、穿孔機10の状況に合わせて、駆動制御回路68によって電力消費量を抑えつつも安全性を十分に確保できるように適宜制御される。

10

【0035】

図1及び図2に示すように、本体部12の左側面34には、電磁石18を起動するための電磁石スイッチ70が設けられている。電磁石スイッチ70の周囲には壁72が設けられており、電磁石スイッチ70が不用意に操作されにくくなっている。電磁石スイッチ70は後方側(図1で見て左側)の部分を押すとOFFとなるようになっているが、壁72はその後方側の部分が高くなっており、電磁石スイッチ70が特にONからOFFに誤って切り替わりにくくなっている。また本体部12の右側面32には、モータ48を起動するためのモータスイッチ74が設けられている。モータスイッチ74の周囲にも壁76が設けられており、モータスイッチ74が不用意に操作されにくくなっている。

20

【0036】

本体部12内に備えられ、モータ48及び電磁石18の駆動を制御する駆動制御回路68は、図6に示すように、CPUを有するメイン制御部78と、このメイン制御部78からの制御信号に基づいて電磁石18を制御する電磁石制御部80及びモータ48を制御するモータ制御部82とを備える。電磁石制御部80には電界効果トランジスタ(FET)が搭載されており、このFETがスイッチング素子として機能して、バッテリー16と電磁石18との間の導通の開閉を連続的に行い、バッテリー16からの直流電流を周期的なパルス列からなるパルス電流に変換する。電磁石制御部80は、メイン制御部78からの制御信号に基づいて、パルス電流のパルス幅を変調するようにFETのスイッチングタイミングを変更して、電磁石18に供給する平均電力を制御する。すなわち、パルス幅変調(PWM)制御を用いて電磁石18に供給する単位時間当たりの平均電力を制御する。このようにして電磁石18に供給する平均電力を調整し、その状況に必要な大きさの磁力を発生させるようにしている。モータ制御部82にも、電磁石制御部80と同様に、電界効果トランジスタ(FET)が搭載されており、同様にパルス幅変調によりモータ48に供給する平均電力を制御する。電磁石18及びモータ48の電力量の制御の詳細については後述する。

30

【0037】

駆動制御回路68はDC/DCコンバータ84を有し、駆動制御回路68を駆動する電力は、バッテリー16に接続されたDC/DCコンバータ84によりバッテリー16の24V電圧を5V電圧に降圧して供給される。バッテリー16と駆動制御回路68の間には電磁石スイッチ70が介在しており、電磁石スイッチ70が切られている状態では駆動制御回路68には電力が供給されず、従って、モータ48も駆動しないようになっている。また、バッテリー16とDC/DCコンバータ84の間には、トランジスタにより構成された過放電防止回路部86が設けられており、バッテリー16の電圧が一定値以下に下がった場合にはそれ以上電流が流れないように遮断して過放電によるバッテリー16の劣化を防ぐようにしている。駆動制御回路68にはバッテリー16の残量を検出するバッテリー残量検出部88も設けられている。このバッテリー残量検出部88はバッテリー16の電圧を測定することによりバッテリー16の残量を検出するようになっており、測定したバッテリー16の電圧値に対応するアナログ信号を出力する。このアナログ信号はA/Dコンバータ90によってデジタル信号に変換された後にメイン制御部78に送られる。メイン制御部78は受信

40

50

したバッテリー電圧値に基づいて後述するように電磁石制御部 80 を制御して電磁石 18 に供給する電力を調整する。なお、バッテリー残量検出部 88 はバッテリー 16 からの電流値を測定することによりバッテリー 16 の残量を検出するようにすることもできる。駆動制御回路 68 にはさらにモータ 48 に流れる電流値を測定するためのモータ電流検出部 92 も設けられている。このモータ電流検出部 92 は測定した電流値に対応するアナログ信号を出力し、このアナログ信号は A/D コンバータ 94 によってデジタル信号に変換された後にメイン制御部 78 に送られる。メイン制御部 78 は、受信したモータ電流値に基づいてモータ 48 の状態を判断し、電磁石 18 への供給電力を変更したり、モータ 48 を停止させたりと行った処理を行う。駆動制御回路 68 にはさらに、モータスイッチ 74 の ON/OFF 状態を監視するモータスイッチ状態監視回路 96 と、3 軸加速度センサ 101 によって接地面 19 が水平な状態を基準 (0 度) としたときの当該穿孔機 10 の傾き角度を検出する傾き検出回路 100 と、傾き検出回路 100 と 3 軸加速度センサ 101 を共有して、この 3 軸加速度センサ 101 の出力に基づいて当該穿孔機 10 の横ズレを検出する横ズレ検出回路 99 と、が設けられている。

10

【0038】

図 7 のフローチャートに基づいて、当該穿孔機 10 の動作について説明する。電磁石スイッチ 70 を ON にすると、駆動制御回路 68 に電源が供給され制御が開始される (S10)。駆動制御回路 68 は、まずバッテリー 16 の電圧をバッテリー残量検出部 88 により測定する (S12)。駆動制御回路 68 は続いて、検出したバッテリー 16 の電圧値が所定の値 (15V) 以上であるかを確認し (S16)、15V 未満である場合には通常制御モードから NG 制御モードに移行する (S17)。NG 制御モードには、当該穿孔機 10 に何らかの異常が発生したときや不適切な操作がされたと判断されたときに移行し、モータ 48 を停止させる等の安全処置を行ったり LED 表示部 28 により作業者に異常を知らせたりする。バッテリー電圧低下時の NG 制御モード (S17) では、モータスイッチ 74 が ON にされてもモータ 48 が駆動されないようにするとともに LED 表示部 28 の赤の LED を点滅させてその状態を作業者に知らせる。バッテリー 16 の電圧値が 15V 以上であった場合には、電圧値に基づいて LED 表示部 28 を異なる形態で点滅させてバッテリー 16 の残量を知らせる (S18)。具体的には、15V 以上 17V 未満の時には赤の LED、17V 以上 19V 未満の時には赤と黄の LED、19V 以上の時には赤と黄と緑の LED を点滅させる。

20

30

【0039】

駆動制御回路 68 は続いて、モータスイッチ状態監視回路 96 でモータスイッチ 74 の ON/OFF の状態を確認する (S19)。電磁石スイッチ 70 の ON と同時にモータ 48 が不意に駆動されると危険であるので、電磁石スイッチ 70 を ON にしたときに既にモータスイッチ 74 が ON になっている場合には NG 制御モードに移行し (S20)、モータスイッチ 74 が ON であってもモータ 48 が駆動されないようにするとともに緑の LED を点滅させて作業者にその状態を知らせる。一端モータスイッチ 74 を OFF にすると該 NG 制御モードから抜け出し通常制御モードに戻る。

【0040】

電磁石スイッチ 70 が ON にされて電磁石 18 が駆動されモータスイッチ 74 が OFF であった場合には、モータスイッチ 74 が ON になるまでバッテリー 16 の電圧値を測定すると共に (S21)、傾き検出回路 100 で当該穿孔機 10 の傾き角度の測定を行う (S22)。電磁石制御部 80 は、測定されたバッテリー 16 の電圧値と傾き角度に基づいて電磁石 18 に供給される電力を調整する (S23)。具体的には、電磁石制御部 80 は、上述のようにパルス幅変調 (PWM) により電磁石 18 に供給される電力を調整する。すなわち、内蔵する FET の ON と OFF の時間の比 (デューティ比) を変更することにより、パルス電流のパルス幅を変更して単位時間当たりの平均電力を制御して電磁石 18 に供給される電力を制御する。モータ 48 がまだ駆動されていない状態においては、加工に伴う大きな外力が働かないので穿孔機 10 を固定保持する力はそれほど大きくなくて良い。従って、電磁石 18 に供給する電力もそれほど大きくする必要がないので、デューティ比

40

50

を小さくして必要以上に大きな電力を消費しないようにした待機状態とする。本実施形態においては、この待機状態において当該穿孔機 10 の傾き角度が 30 度未満であるときには、バッテリー 16 がフル充電されている状態、すなわちバッテリー電圧が 24 V である状態においてデューティ比を 0.5 に設定するようにしている。ただし、バッテリー 16 の電圧は使用を続けて残量が減るに従って徐々に低下していくので、同じデューティ比で制御していると電磁石 18 に供給される電力も徐々に小さくなり、やがては穿孔機 10 を保持しておくのに十分な大きさの磁気吸着力が得られなくなる。また、電圧の低下を見越して最初から大きめのデューティ比に設定をするとその分だけ無駄な電力を消費することになってしまう。そのため、当該穿孔機 10 は、バッテリー残量検出部 88 で測定したバッテリー 16 の電圧値に基づいてデューティ比を変更するようにしている。例えば、バッテリー 16 の電圧が 24 V から 20 V にまで下がったときにはデューティ比を 0.5 から 0.6 にまで増加させて、電磁石 18 に供給される平均電力が概ね一定となるようにしている。このようにすることによって、バッテリー 16 の電圧に拘わらず最適な電力が供給されるようになるので、必要以上に大きな電力を消費することがないようにして省電力化を図るとともに、一方で磁気吸着力の低下により穿孔機 10 が外れてしまうことがないようにして安全性も確保するようにしている。当該穿孔機 10 の傾き角度が 30 度以上のときにはバッテリー 16 の電圧値に基づいて上述のように決められたデューティ比をより大きな値にさらに変更して電磁石 18 の磁気吸着力を大きくするようにする。次に、駆動制御回路 68 はモータスイッチ 74 が ON にされるまで時間をカウントし (S 24)、10 秒以上経過したところで LED 表示部 28 の緑 LED を高速点滅させて、電磁石 18 が ON にされたままであることを知らせる (S 25)。

【0041】

正常に起動して通常制御モードにある状態でモータスイッチ 74 を ON にすると (S 26)、傾き検出回路 100 が当該穿孔機 10 の傾き角度を測定し、駆動制御回路 68 はその傾き角度を初期傾き角度として記憶する (S 27)。続いて電磁石制御部 80 が電磁石 18 に供給されるパルス電流のデューティ比を 1 にまで増加させる (S 28)。すなわちバッテリー 16 からの直流電流を直接供給して磁気吸着力を最大とする。一方で、モータ制御部 82 はモータ 48 の制御を開始し、それによりモータ 48 に電力が供給されてモータ 48 が回転駆動されはじめるが、モータスイッチ 74 を ON にした直後はモータ 48 に供給される電力が徐々に大きくなるように制御される (S 29)。具体的には、モータスイッチ 74 を ON にしてからおよそ 2 秒間かけてモータ 48 に供給されるパルス電流のデューティ比を 0 から 1 にまで徐々に増加させていく。このような、いわゆるソフトスタート制御を行うことで大きな突入電流の発生を抑えて回路やバッテリーの損傷を防ぐことができる。また、モータ制御部 82 の FET の故障を診断することもできる。つまり、モータ制御部 82 内の FET が正常に動作している場合には、モータスイッチ 74 を ON にした直後はパルス電流のデューティ比が小さいので、モータ電流検出部 92 で検出される電流値は小さなものとなるはずであるが、FET が短絡している場合にはパルス電流を形成できずバッテリー 16 からの直流電流が直接流れて大きな電流値 (15 A 以上) が検出されるので、それにより FET が故障していると判断することができる (S 30)。FET が故障していると判断された場合には、NG 制御モードに移行して赤と緑の LED を交互に点滅させて作業者にその異常を知らせる (S 31)。

【0042】

モータ制御部 82 の FET が正常に動作してモータ 48 へのパルス電流のデューティ比が 1 にまで増加すると LED 表示部 28 の緑の LED が点灯して、正常にモータ 48 が駆動されていることを示す (S 32)。モータ 48 の回転駆動が正常に開始された後もモータ電流検出部 92 はモータ 48 に流れる電流値の検出を続けてモータ 48 の負荷状態を監視し続ける。モータ 48 の駆動直後は通常、無負荷状態であるので、モータ 48 に流れる電流は小さく、当該穿孔機 10 では 10 A 未満となる。穿孔工具 44 が加工対象物に接触して加工を開始するとモータ 48 への負荷が大きくなるので 10 A 以上の大きな電流が流れるようになる。すなわち、モータ 48 に流れる電流を検出することで穿孔機 10 の加工

10

20

30

40

50

状況を判断することができる。駆動制御回路68は、モータ電流検出部92によりモータ48の電流値を検出し(S33)、モータ48の駆動が開始され電流値が10A未満であるときには時間をカウントし(S34)、その状態が7秒以上続いたときには緑LEDを高速点滅させる(S35)。そして、10秒以上続くと(S36)NG制御モードに移行する(S37)。NG制御モードに移行するとモータ制御部82がデューティ比を0にしてモータ48への電力供給を停止しモータ48を停止させる。このようにして、加工を行わない状態で長時間モータ48が駆動され続けて無駄に電力が消費されないようにしている。

【0043】

モータ48が駆動されてから10秒経過する前に穿孔加工を開始して電流値が10A以上10
以上にまで上昇すると、傾き検出回路100で当該穿孔機10の傾き角度を測定し、ステップS27で設定した初期傾き角度に対して30度以上傾いていないかを確認する(S38)。初期傾き角度に対する傾きが30度未満であったときには、横ズレ検出回路99で当該穿孔機10が位置ずれしていないかを確認する(S40)。当該穿孔機10が30度以上傾いたか又は位置ずれしている場合には、電磁石18の磁気吸着力による固定が外れた可能性が高いので電磁石外れNGモードへと移行してモータ48の駆動を強制的に停止させる(S39、S41)。当該穿孔機10の傾き角度及び位置ずれに異常がない場合には、モータ48を流れる電流値の大きさに基づいてLED表示部28を異なる形態で点灯もしくはは点滅させて、モータ48への負荷状況を示す(S42)。具体的には、18A未満のときは緑のLEDが点灯、18A以上22A未満の時には緑と黄のLEDが点灯、22
20 A以上25A未満の時には緑と黄と赤のLEDが点灯、そして25A以上30A未満の時には緑と黄と赤のLEDが高速点滅する。モータスイッチ74がOFFにされると(S44)、モータ48への電力供給が止まり、モータ48が停止される(S45)。モータスイッチ74がONになっている状態において、検出された電流値が0Aとなった場合には(S46)、回路が断線している可能性やモータ48のブラシが摩耗して通電できない状態となっている可能性が高いのでNG制御モードに移行してモータ制御部82におけるデューティ比を0にするとともに、緑と赤のLEDを交互に点滅させて異常を知らせる(S47)。電流値が再び10A未満に低下した場合には(S48)無負荷状態となったと判断して、時間カウントを行うステップ(S34)に戻る。穿孔加工をしていて電流値が30
30 A以上にまで上昇したときには(S50)、モータ48への負荷が高すぎてモータ48が故障したり、大きな電流により基板や電線、バッテリー等が故障したりする可能性があるため、NG制御モードへと移行し、モータ48を停止させる(S51)。モータ48を停止させる際にはモータ48への電力供給を止めるが、モータ48への電力供給を止めた直後はモータ48及び穿孔工具44が慣性によりしばらく回り続けようとし、また作業者が送りハンドル36により穿孔工具44を加工対象物に対して押し付けるように力を加えている可能性もあるので、電磁石18はモータ48への電力供給が止められてからの最初の2秒間はそのままデューティ比1の状態を維持して強い磁気吸着力による吸着状態を維持し穿孔機10が外れないようにする。そして、2秒経過後にデューティ比をおよそ半分
40 までに小さくして上述の待機状態とする。このようにすることで、モータ48の緊急停止時の安全性を確保しつつ、無駄な消費電力を抑えるようにしている。電流値が25A以上30A未満の時には(S52)、モータ48への負荷がやや高い状態であり、2秒以上その状態が続くと(S54)、モータ制御部82が徐々にモータ48へのパルス電流のデューティ比を下げていき(S56)、モータ48への負荷が低減して電流値が25A未満にまで下がったかをモータ電流検出部92で確認する(S58)。デューティ比を0.5にまで下げて過負荷状態が解消されず電流値が25A未満にまで下がらない場合には(S60、S62)、30A以上の電流を検出したときと同じようにNG制御モードに移行し、モータ48への供給電力を止めるとともに電磁石18を上述のようにモータ48への電力供給停止直後の所定時間はデューティ比1の状態を維持し、所定時間経過後にデューティ比をおよそ半分まで小さくするように制御する(S65)。ステップS52からS65においてすぐにモータ48を停止させないのは、頻繁に停止することによる作業性低下を防
50

止するためである。また、モータ48への供給電力を徐々に低下させていくのは、モータ48を急停止させたときにモータ48等の慣性が穿孔工具44の刃先に伝わって刃先が損傷する可能性があるためである。

【0044】

本体部12に設けられたバッテリーカバー64は、上述のように、バッテリー16が正常に装着されている状態では後方に突出してバッテリー16が外れないように保持するとともに、スイッチ係合突起部64-1によりリミットスイッチ66をONにする。このリミットスイッチ66は、駆動制御回路68に接続されたインターロック入力部98として機能し、モータ48が駆動されている状態でバッテリーカバー64が前方にスライドされてリミットスイッチ66がOFFになると、駆動制御回路68はリミットスイッチ66がOFFになったことを検知しNG制御モードに移行してモータ48の駆動を停止する。インターロックのNG制御モードにおいても、駆動制御回路68は、モータ48への電力供給を止めるとともに、電磁石18はモータ48への電力供給を止めてからの最初の2秒間はデューティ比1の状態を維持して強い磁気吸着力による吸着状態を維持し、2秒経過後にデューティ比を小さくして上述の待機状態とする。

10

【0045】

当該穿孔機10においては、図8に示すように、外部電源入力部102と、AC/DCコンバータ106と、電源切替回路110とをさらに備えるようにして、商用電源104を外部電源入力部102に接続することにより外部から電源を確保することができるようにすることもできる。電源切替回路110は作業者が操作できる手動スイッチとしてもよく、これにより作業者が電源切替回路110を手動で切り替えることで当該穿孔機10の電源をバッテリー16と商用電源104とから任意に選択して使用できるようにしてもよい。または、電源切替回路110は、商用電源104が外部電源入力部102に接続されると、バッテリー16ではなく外部電源108を電源として自動的に選択するようにしてもよい。

20

【0046】

当該穿孔機10においては、図9に示すように、図8の構成に加えてさらに充電回路112を備えるようにすることもできる。この充電回路112は、外部電源108が外部電源入力部102に接続されている状態において、バッテリー残量検出部88が検出したバッテリー残量が所定の値以下に低下しているときには、外部電源108の電力を利用してバッテリー16を充電するようになっている。なお、バッテリー16の充電中は、商用電源104を当該穿孔機10の電源として使用する。

30

【0047】

当該穿孔機10においては、図10に示すように、外部電源入力部102、AC/DCコンバータ106、充電回路112が備えられており、外部電源入力部102に商用電源104が接続されると、当該穿孔機10はバッテリー16に代えて商用電源104を電源として使用するようになるとともに、充電回路112によってバッテリー16の充電を行うようになっている。このときのバッテリー16は、本体部12に固定されている。

【0048】

当該穿孔機10においては、図11に示すように、バッテリー16が接続される電源端子114が図8乃至図10における外部電源入力部102の機能を兼ね備えていて、電源端子114に外部電源108を接続できるようにすることもできる。電源端子114からバッテリー16を一旦外して外部電源108を接続することで、外部電源108により当該穿孔機10を駆動することができるようになる。

40

【0049】

本発明に係る穿孔機10は、バッテリー16を電源としてモータ48と電磁石18とを駆動するようにしたものである。商用電源などの外部電源を確保できないような場所においても使用することができ、その使用範囲を大きく広げることが可能となる。また、電磁石18によって本体部を固定保持するようにすると、永久磁石を使用した場合に比べて、コストが安くまた簡単な構造で実現できる利点がある。すなわち、永久磁石で穿孔機1

50

0を固定保持するのに必要な磁力を得ようとする場合には、高価な磁性材料（例えばネオジウム）を使用せざると得ずコストが高くなる。また、磁束を遮るための仕切り板及びそれを動かすためのギアやレバー等の機械的構造を設ける必要があり装置が複雑化する。バッテリー16により電磁石18を駆動する場合には、バッテリー16の消費電力の問題が生じるが、本発明に係る穿孔機10においては、これまで述べてきたように、電磁石18に供給する電力を適宜制御して無駄な電力をできるだけ消費しない制御が組み込まれているので、実使用において十分な駆動時間を確保することが可能となっている。また同時に、装置の異常を検知した際には、安全に駆動を停止させるようになっている。

【0050】

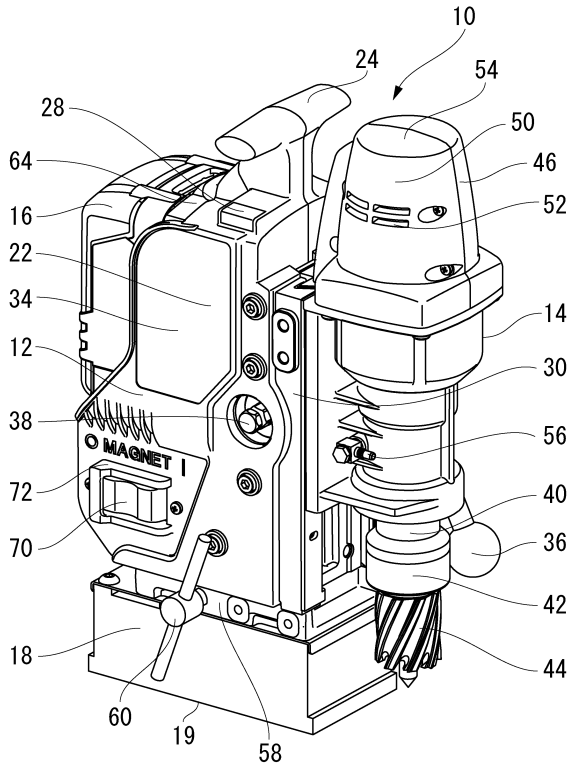
上記実施形態においては、モータ48が駆動しているときの電磁石18に供給されるパルス電流のデューティ比は異常時を除いて最大の1となるようにしているが、必ずしもそうする必要はなく、モータ48への負荷状態をモータ48に流れる電流値から判断して、モータ48への負荷状況に応じてデューティ比を増減させるようにしてもよい。例えば、穿孔工具44が加工対象物を加工し始めた時には比較的に大きな負荷がかかるのでデューティ比を大きくし、その後加工状態が安定すると負荷がやや小さくなるのでそれに合わせてデューティ比を小さくするように制御して、さらに消費電力を抑えるようにしても良い。また、電磁石制御部およびモータ制御部における制御はパルス幅変調制御ではなく、アンプによるリニア電流制御によって行うようにしても良い。なお、上記実施形態におけるデューティ比や電圧値などの具体的な数値は一実施形態における例示的な値に過ぎず、適宜値を変更することも当然に可能である。

【符号の説明】

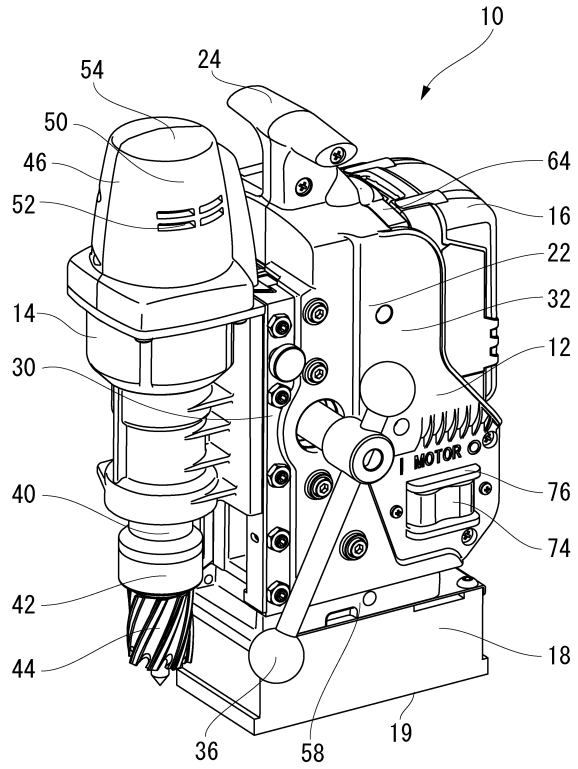
【0051】

穿孔機10；本体部12；穿孔駆動部14；バッテリー16；カバー係合面16-1；電磁石18；接地面19；本体ベース20；前面壁部20-1；下面壁部20-2；接続凸部20-3；本体ハウジング22；接続凹部22-1；取っ手24；LED表示部28；スライド機構30；右側面32；左側面34；送りハンドル36；ハンドル取付部38；アーバ40；穿孔工具取付部42；穿孔工具44；減速機45；モータカバー46；モータ48；側面50；通気孔52；上面54；プラグ56；位置調整機構58；位置調整ハンドル60；バッテリー収容部62；底面62-1；バッテリーカバー64；スイッチ係合突起部64-1；リミットスイッチ66；駆動制御回路68；電磁石スイッチ70；壁72；モータスイッチ74；壁76；メイン制御部78；電磁石制御部80；モータ制御部82；DC/DCコンバータ84；過放電防止回路部86；バッテリー残量検出部88；A/Dコンバータ90；モータ電流検出部92；A/Dコンバータ94；モータスイッチ状態監視回路96；インターロック入力部98；横ズレ検出回路99；傾き角検出回路100；3軸加速度センサ101；外部電源入力部102；商用電源104；AC/DCコンバータ106；外部電源108；電源切替回路110；充電回路112；電源端子114

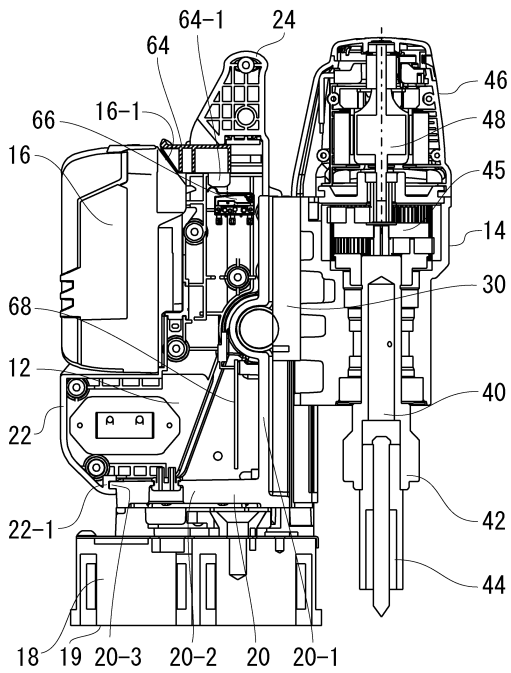
【図1】



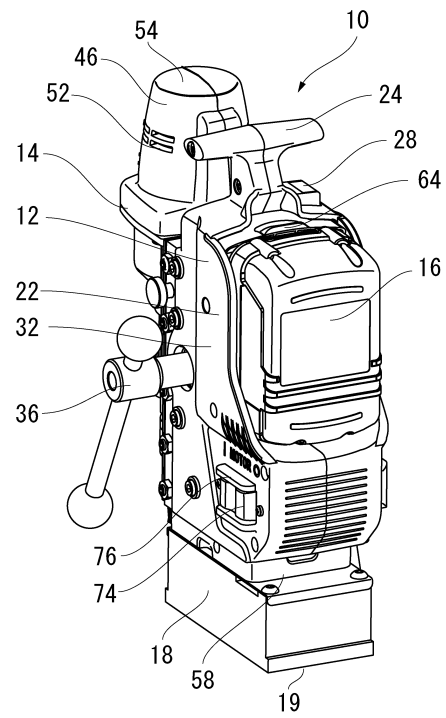
【図2】



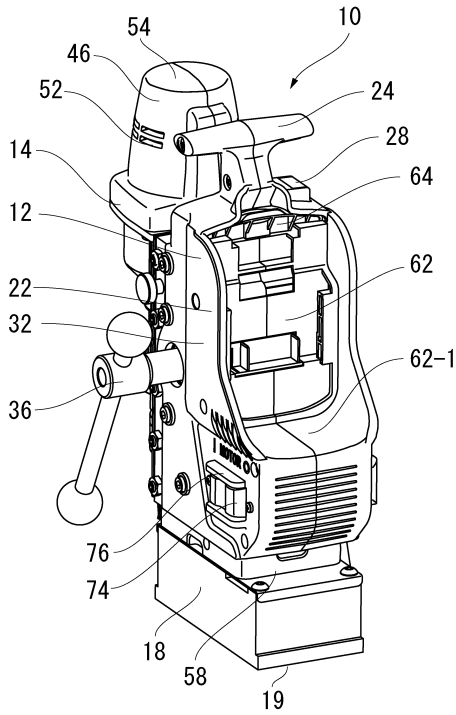
【図3】



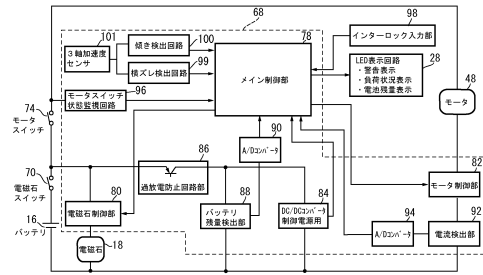
【図4】



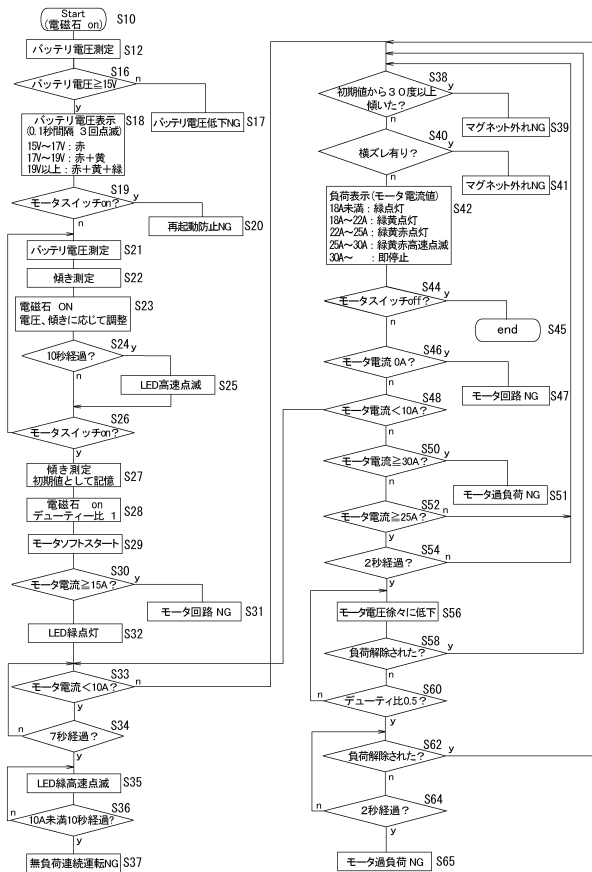
【図5】



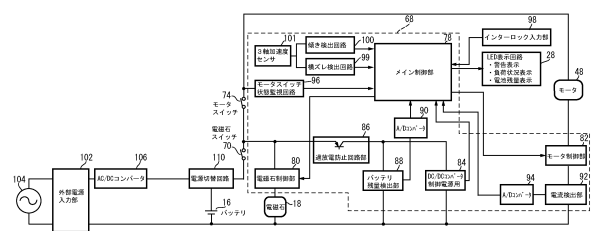
【図6】



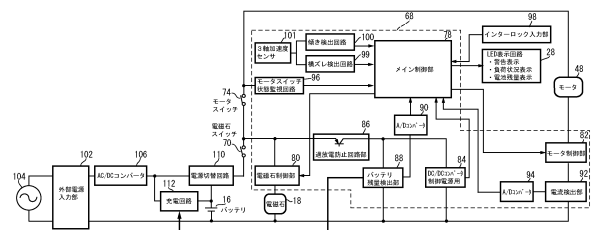
【図7】



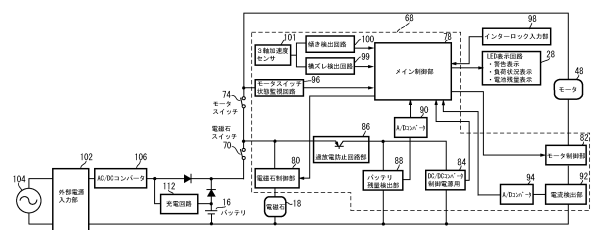
【図8】



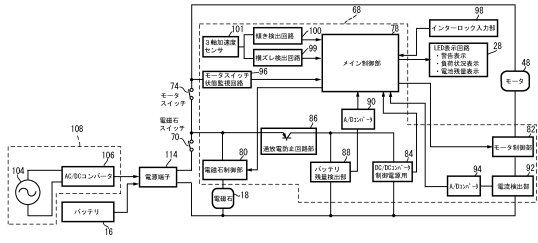
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 欧州特許出願公開第02554307(E P, A1)
特開平09-314409(J P, A)
米国特許出願公開第2009/0028653(U S, A1)
特開平09-045529(J P, A)
特開昭57-184614(J P, A)
特開2003-159669(J P, A)
米国特許第05342153(U S, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 3 B 4 5 / 0 2
B 2 3 B 4 5 / 1 4
B 2 3 B 4 7 / 0 0
B 2 3 D 7 5 / 0 0
D W P I (T h o m s o n I n n o v a t i o n)