

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5582397号  
(P5582397)

(45) 発行日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日(2014.7.25)

(51) Int. Cl.	F 1	
<b>B 2 5 F 5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 5 F 5/00 C
<b>H 0 1 M 10/44</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 5 F 5/00 H
<b>H 0 1 M 10/48</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 1 M 10/44 P
<b>H 0 2 J 7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 1 M 10/48 P
		H 0 2 J 7/00 S

請求項の数 9 (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-195200 (P2010-195200)	(73) 特許権者	000005094
(22) 出願日	平成22年8月31日 (2010.8.31)		日立工機株式会社
(65) 公開番号	特開2012-51064 (P2012-51064A)		東京都港区港南二丁目15番1号
(43) 公開日	平成24年3月15日 (2012.3.15)	(74) 代理人	100095887
審査請求日	平成25年3月29日 (2013.3.29)		弁理士 鹿久保 伸一
		(72) 発明者	船橋 一彦
			茨城県ひたちなか市武田1060番地 日
			立工機株式会社内
		(72) 発明者	高野 信宏
			茨城県ひたちなか市武田1060番地 日
			立工機株式会社内
		(72) 発明者	嶋 敏洋
			茨城県ひたちなか市武田1060番地 日
			立工機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動工具及び電動工具に用いられる電池パック

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の二次電池セルよりなる電池セル群と、  
前記電池セル群からスイッチング素子及びトリガスイッチを介して電力が供給されるモータと、を備えた電動工具において、  
前記電池セル群、前記スイッチング素子及び前記モータを通る電流路に流れる電流値を検出する電流検出器と、  
前記電流検出器からの検出信号を入力し、前記スイッチング素子のオンオフを制御する制御手段を備え、  
前記制御手段は、  
前記電流検出器により前記電池セル群に流れる電流値が所定値以上で第1の時間継続したときに、作業者に高負荷作業が継続していることを認識させるために、短い時間間隔で前記スイッチング素子のオン又はオフを複数回繰り返すアラーム制御を行い、  
前記第1の時間経過後に前記電流値が所定値以上のままであって第2の時間が経過したときに前記スイッチング素子をオフにすることにより前記電流路を遮断することを特徴とする電動工具。

【請求項2】

前記制御手段はタイマを含んだマイコンであり、  
前記マイコンは前記電流検出器からの信号と前記タイマを用いて、検出された電流値が所定値を超えている状態の継続時間をカウントすることを特徴とする請求項1に記載の電

動工具。

【請求項 3】

前記制御手段は、タイマを内蔵又は外付けした専用の集積回路であり、

前記集積回路は、前記電流検出器からの信号と前記タイマを用いて、検出された電流値が所定の値を超えた状態の継続時間をカウントすることを特徴とする請求項 1 に記載の電動工具。

【請求項 4】

前記電池セル群は、ハウジングに格納されて電池パックとして前記電動工具の本体に着脱可能に構成されることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の電動工具。

【請求項 5】

前記制御手段及び前記スイッチング素子は、前記電池パック内に配置されることを特徴とする請求項 4 に記載の電動工具。

【請求項 6】

前記制御手段及び前記スイッチング素子は、前記電動工具の本体側に配置されることを特徴とする請求項 4 に記載の電動工具。

【請求項 7】

前記制御手段は前記電池パック内に配置され、前記スイッチング素子は前記電動工具の本体側に配置され、

前記電池パックに、前記電動工具の本体側に対して前記スイッチング素子の制御信号を出力する接続端子を設けたことを特徴とする請求項 6 に記載の電動工具。

【請求項 8】

前記スイッチング素子は電界効果トランジスタであることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の電動工具。

【請求項 9】

複数の二次電池セルよりなる電池セル群と、

前記電池セル群からスイッチング素子及びトリガスイッチを介して電力が供給されるモータと、を備えた電動工具において、

前記電池セル群、前記スイッチング素子及び前記モータを通る電流路に流れる電流値を検出する電流検出器と、

前記電流検出器から所定時間以上の過大電流を検出したら前記スイッチング素子をオフにする制御手段を有し、

前記制御手段は、前記スイッチング素子をオフにする前に、作業者に対して前記スイッチング素子をオフにすることを知らせるために短い時間間隔で前記スイッチング素子のオン又はオフを複数回繰り返す予告制御を実行し、

前記予告制御が実行されてから所定時間経過するまでに前記過大電流が解消されない場合に、前記制御手段は前記スイッチング素子をオフにすることを特徴とする電動工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はリチウムイオン電池等を用いたコードレス式の電動工具に関し、特に比較的大電流が、数秒から数十秒ほど持続する過電流状態からの保護回路を備えたコードレス式の電動工具及び電動工具に用いられる電池パックに関する。

【背景技術】

【0002】

電動ドライバ、電動ドリル、インパクト工具などの電動工具は一般に、モータによる回転動力を減速機構により減速した後、先端工具にモータの動力を伝達する。モータの電源としては従来、交流の商用電源が用いられてきたが、近年、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池等に代表される二次電池を電源として用いたコードレス電動工具が多用されるようになった。特に、リチウムイオン電池、リチウムイオンポリマー電池に代表されるリチウムイオン二次電池は、公称電圧が大きいために必要とする電池セル数を少なくするこ

10

20

30

40

50

とができ、この結果、電動工具を軽量小型にできるという利点がある。ここでリチウムイオン二次電池とは、非水電解質二次電池の一種で、電解質中のリチウムイオンが電気伝導を担う二次電池である。リチウムイオン電池は一般に、正極にコバルト酸リチウム、負極に黒鉛を使用し、電解液として有機電解液を用いたものである。

【0003】

リチウムイオン二次電池の公称電圧は、例えば3.6Vと高く、ニッケル水素電池の3本分に相当する電圧が得られるから、電動工具の電源として用いた場合はニッケル水素電池に比べて電池セル本数を大幅に低減することができるという利点がある。その反面、リチウムイオン二次電池は過充電、過放電を行ったり、過大な電流を流すとサイクル寿命が著しく劣化する恐れがある。

10

【0004】

過電流を防ぐために本出願人は特許文献1において、モータの始動時に流れる瞬時の過大電流は許容し、電動工具の使用時に生じるモータのロック時の過大電流は遮断し得る保護回路を備えた電池パックを提案した。また、特許文献2において、過電流や過放電が生じた際に電流の流れを遮断する遮断手段を、必要な個数だけ電動工具側に設けるように構成した。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-281404号公報

20

【特許文献2】特開2010-131749号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

電動工具において、過大電流に対するモータの保護を行うことが重要であるが、一方で所定の大電流（或いは中電流）が所定時間以上流れ続けることによる電池の劣化を防ぐことも重要であることがわかってきた。例えば図15に示すようなモータ及び電池を含む回路において、直流電源たる電池VからスイッチSを介して直流モータMに直流電圧を印加した場合、スイッチSを閉成した直後、つまり始動時には直流モータM及びスイッチSに次式(1)で表わされる電流I<sub>a</sub>が流れる。

30

$$I_a = (V - E) / R_a \dots (1)$$

但しVは直流電源Vの電圧、R<sub>a</sub>は直流モータMの電機子巻線の抵抗値、Eは直流モータの逆起電力である。

【0007】

直流モータMの始動時は回転子が静止した状態であるため逆起電力Eは0となり過大な電流が非常に短時間流れるのは避け難い。一方、電動ドライバ、電動ドリル等の電動工具では、先端工具が被加工物に食い込んだり噛み付いたりすることがあり、その場合にも直流モータMは一時的にロック状態となることがある。モータがロック状態になったときは、直流モータMの逆起電力Eは0になるため、回路には過大な電流が流れることになる。

40

【0008】

また、丸のこ、ハンマドリル、ジグソーなどのコードレス式の電動工具においては、モータがロック状態になることは少ないものの、作業者の電動工具への押圧具合によっては、モータに高い負荷が掛かりモータの回転数が下がって逆起電力Eが低下するため、モータに多大な電流が流れ続ける恐れがある。このようにモータに多大な電流が流れ続けることは、電池から大電力の放電が続くことになり、電池の過放電や、長い時間の大電流によるサイクル寿命低下が懸念される状態となる。

【0009】

本発明は上記背景に鑑みてなされたもので、その目的は、リチウムイオン電池等の二次電池を電源とする電動工具において、使用時に流れる大電流放電の所定時間以上の持続を遮断させる過電流保護回路を備えた電動工具を提供することにある。

50

## 【 0 0 1 0 】

本発明の他の目的は、電池パックの過電流保護回路を、電動工具に着脱可能に設けられる電池パック内に実装することを目的とする。

## 【 0 0 1 1 】

本発明のさらに他の目的は、過電流状態が持続して電流供給が遮断される前に、その状態を作業者に認識させるようにした電動工具を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 2 】

本願において開示される発明のうち代表的なものの特徴を説明すれば次の通りである。

## 【 0 0 1 3 】

本発明の一つの特徴によれば、複数の二次電池セルよりなる電池セル群と、電池セル群からスイッチング素子及びトリガスイッチを介して電力が供給されるモータを備えた電動工具において、電池セル群、スイッチング素子及びモータを通る電流路に流れる電流値を検出する電流検出器と、電流検出器からの検出信号を入力し、スイッチング素子のオンオフを制御する制御手段を備え、制御手段は、電流検出器により電池セル群に流れる電流値が所定値以上で第1の時間継続したときに、作業者に高負荷作業が継続していることを認識させるためのアラーム制御を行い、第1の時間経過後に電流値が所定値以上のままであって第2の時間が経過したときにスイッチング素子をオフにする。アラーム制御は例えばモータに供給する電流をパルス状にする制御である。アラーム制御において制御手段は、第1の時間が経過した際に短い時間間隔でスイッチング素子のオン又はオフを複数回繰り返すアラーム動作を実行する。

## 【 0 0 1 4 】

本発明の他の特徴によれば、制御手段はタイマを含んだマイコン又はタイマを内蔵又は外付けした専用の集積回路であり、制御手段は検出された電流値が所定値を超えている状態の継続時間をカウントする。電池セル群は、ハウジングに格納されて電池パックとして電動工具の本体に着脱可能に構成される。制御手段及びスイッチング素子は、電池パック内に配置するか、電動工具の本体側に配置するか、制御手段を電池パック内でスイッチング素子を電動工具の本体側に配置することができる。スイッチング素子を電動工具の本体側に配置する場合は、電池パックに電動工具の本体側に対してスイッチング素子の制御信号を出力する接続端子を設けると良い。スイッチング素子は、例えば電界効果トランジスタで構成できる。

## 【 0 0 1 5 】

本発明のさらに他の特徴によれば、複数の二次電池セルよりなる電池セル群と、電池セル群からスイッチング素子及びトリガスイッチを介して電力が供給されるモータを備えた電動工具において、電池セル群、スイッチング素子及びモータを通る電流路に流れる電流値を検出する電流検出器と、電流検出器から所定時間以上の過大電流を検出したらスイッチング素子をオフにする制御手段を有し、制御手段は、スイッチング素子をオフにする前に作業者に対してスイッチング素子をオフにすることを知らせる予告制御を実行する。予告制御は、例えば、モータへの供給電源を短い時間間隔でスイッチング動作（パルス駆動）するもので、予告制御が実行されてから所定時間経過するまでに過大電流状態が解消されない場合に、制御手段はスイッチング素子をオフにする。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 7 】

請求項1の発明によれば、電池セル群に流れる電流値が所定値以上のまま第2の時間が経過したときにスイッチング素子が強制的にオフにされるので、電流値の大きさだけで遮断されない大電流又は中電流が所定時間以上継続したときであっても効果的に電流路を遮断することができる。さらに、電池セル群に流れる電流値が所定値以上で第1の時間継続したときに、作業者に高負荷作業が継続していることを認識させるためのアラーム表示又はアラーム制御を行うので、作業者に不測の電流遮断を避けられるので、使いやすい電動工具を実現できる。また、アラーム制御において制御手段は、第1の時間が経過した際に

10

20

30

40

50

短い時間間隔でスイッチング素子のオン又はオフを複数回繰り返すように制御するので、電流路を遮断する素子を用いてアラーム動作を容易に実現できる。

【0018】

請求項2の発明によれば、検出された電流値が所定値を超えている状態の継続時間をマイコンを用いてカウントするので、プログラムを実行することによって容易に大電流の継続放電状態を検出することができる。

【0019】

請求項3の発明によれば、制御手段は、タイマを内蔵又は外付けした専用の集積回路で実現するので、集積回路を用いることによって容易に大電流の継続放電状態を検出することができる。

10

【0020】

請求項4の発明によれば、電池セル群は、ハウジングに格納されて電池パックとして電動工具の本体に着脱可能に構成されるので、電池パックの交換が容易であって、専用の充電器にセットして容易に電池パックを充電することができる。

【0021】

請求項5の発明によれば、制御手段及びスイッチング素子は電池パック内に配置されるので、電動工具側の構成にも拘わらずに電池パックだけで効果的に大電流の継続放電状態を防止することができる。

【0022】

請求項6の発明によれば、制御手段及びスイッチング素子は、電動工具の本体側に配置されるので、電動工具にどのようなタイプの電池パックが装着されても大電流の継続放電状態を防止することができる。

20

【0023】

請求項7の発明によれば、制御手段は電池パック内に配置され、スイッチング素子は電動工具の本体側に配置されるので、電池パック側の構成をシンプルに構成することができる。また、電池パックに、電動工具の本体側に対してスイッチング素子の制御信号を出力する接続端子を設けたので、電池パック側から電流路を遮断させることができる。

【0024】

請求項8の発明によれば、スイッチング素子は電界効果トランジスタであるのでアラーム動作を容易に実現できる。

30

【0025】

請求項9の発明によれば、電流路に流れる電流値を検出する電流検出器と、電流検出器から所定時間以上の過大電流を検出したらスイッチング素子をオフにする制御手段を有し、制御手段はスイッチング素子をオフにする前に、作業者に対してスイッチング素子をオフにすることを知らせる予告制御を実行するので、何の予告もなくモータが停止することを防止でき、使い勝手の良い電動工具を実現できる。また、予告制御が実行されてから所定時間経過するまでに過大電流が解消されない場合に、制御手段はスイッチング素子をオフにするので、過大電流が解消されれば作業をそのまま継続することができる。さらに、作業者は予告制御があったら電動工具の作動状態を変える、例えば押しつけ負荷を弱める等によって大電流放電状態の回避をする等の対策が可能となる。さらに、予告制御は、短い時間間隔でスイッチング素子のオン又はオフを複数回繰り返すので、新たな電子素子や部材を追加することなく既存の素子を用いて容易に実現でき、製造コストアップを最小に押さえることが可能となる。

40

【0031】

本発明の上記及び他の目的ならびに新規な特徴は、以下の明細書の記載及び図面から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明の実施例に係るコードレス式の電動工具の外観を示す斜視図である。

50

【図 2】本発明の実施例に係るコードレス式の電動工具の外観を示す別の角度からの斜視図であって、電池パック 10 を取り外した状態を示す。

【図 3】本発明の実施例に係る電池パック 10 の外観を示す斜視図である。

【図 4】図 3 に示す電池パック 10 の充電時の状態を示す斜視図である。

【図 5】図 3 に示す電池パック 10 の分解斜視図である。

【図 6】上側ハウジング 21 を外した状態の電池パック 10 の平面図である。

【図 7】本発明の実施例に係る過電流保護回路の回路図である。

【図 8】図 7 の過電流保護回路の動作を示すフローチャートである。

【図 9】図 7 の過電流保護回路動作時の電流波形図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施例に係る過電流保護回路の動作時の電流波形図である。

10

【図 11】本発明の第 2 の実施例に係る過電流保護回路の動作を示すフローチャートである。

【図 12】本発明の第 3 の実施例に係る電池パックの断面図である。

【図 13】本発明の第 3 の実施例に係る過電流保護回路の回路図である。

【図 14】本発明の第 4 の実施例に係る過電流保護回路の回路図である。

【図 15】直流モータの動作を説明する説明図である。

【図 16】電動工具の一例であるコードレス丸のこを示す斜視図である。

【図 17】図 16 のコードレス丸のこの正面部分断面図である。

【図 18】電動工具の一例であるコードレスハンマドリルを示す斜視図である。

【図 19】電動工具の一例であるコードレスジグソーを示す斜視図である。

20

【発明を実施するための形態】

【実施例 1】

【0033】

以下、本発明の実施例を添付図面を用いて説明する。なお、以下の説明において、上下、左右及び前後の方向は、参照する図面にて示した方向を示すものとして説明する。

【0034】

図 1 に、本発明による電池パックを装着した電動工具の一例を示す。図 1 の例では電動工具 1 としてコードレスドリルを用いた例を示している。電動工具 1 は、機器本体としての本体部 2 と、本体部 2 に対して着脱可能な電池パック 10 を有する。電池パック 10 は、本体部 2 の前後方向に沿って、ハンドル部 3 の延出方向先端部（下端部）に着脱可能に設けられる。電池パック 10 には操作部 23 が設けられ、操作部 23 は電池パック 10 を装着した際のロック機構として作用し、また電池パック 10 を取り外す際のリリースボタンとして作用する。図 1 に示すように、本体部 2 の前後方向に沿う矢印 A で示す方向を差し込み方向として、電池パック 10 をハンドル部 3 に差し込むと、電池パック 10 は電動工具 1 に装着される。一方、操作部 23 を押しながら矢印 A で示す方向と反対方向に電池パック 10 を移動させると、電池パック 10 をハンドル部 3 から取り外すことができる。

30

【0035】

本体部 2 は、図示せぬモータと、モータの駆動を制御する図示せぬ制御部を内蔵し、先端部分にドリルビット等の先端工具 6 を装着可能とする工具保持部 2A を有する。筒状の本体部 2 から、ハンドル部 3 が下方に延出し、その延出部分の基端部分には、トリガ 8A が設けられる。トリガ 8A は、図示せぬモータに電力供給するスイッチ（トリガスイッチ）となるもので、作業者がトリガ 8A を引くことによってモータの回転が開始する。

40

【0036】

図 2 は、本発明の実施例に係るコードレス式の電動工具 1 の外観を示す別の角度からの斜視図であって、電池パック 10 を取り外して、上下を反転して下方向から見た状態を示す。ハンドル部 3 の延出方向端部（下端部）には、板状の複数の端子 4（4A、4B、4C）が前方及び下方に向けて突出するように設けられる。複数の端子のうち、モータを駆動するための電流が流れる電力端子として、正極端子 4A 及び負極端子 4B が設けられる。さらに、過電流や過放電が生じた際に電動工具側の電流の流れを遮断させるための遮断制御信号を電動工具側に伝達するための信号伝達端子 4C が設けられる。

50

## 【0037】

図3は図1に示す電池パック10の外観を示す斜視図である。電池パック10の装着方向は、図中Aにて示す方向である。電池パック10は、ハウジング20の内部に、複数の電池セルと、充電及び放電の制御を行う制御基板を収容したものであり、ハウジング20は上側ハウジング21と下側ハウジング22により上下分割式に構成される。上側ハウジング21の前方側の側面には操作部23が設けられる。上側ハウジング21の上面ほぼ中央付近には、端子挿入部24が形成され、電池パック10を端子4に対して前方側からスライドさせながら移動させる事によって、本体部2の端子4が端子挿入部24に差し込まれることによって、電池パック10と電動工具1が電氣的に接続される。上側ハウジング21の端子挿入部24には、端子を挿入するための8つのスリット24Aが形成されるが、これらスリット24Aのすべてに接続端子を設ける必要はなく、これらのスリット24Aのうち必要な数だけ接続端子が設けられる。

10

## 【0038】

図4は、図3に示す電池パック10の充電時の状態を示す斜視図である。電池パック10を充電する際には、図4に示すように、電池パック10を電動工具1から取り外して充電器99に装着する。充電器99は、交流100V等の商用電源を用いて、充電用の所定の電圧、所定の電流の直流を生成し、セットされた電池パック10に収納された電池セルを充電する。充電器99については、市販されている公知の充電器を用いることができ、本発明とは直接関係がないので、ここでの説明は省略する。

20

## 【0039】

図5は、図3に示す電池パック10の分解斜視図である。電池パック10は、非導電性の部材で製造されたハウジング20を有し、ハウジング20の内部にケース30が収容される。ハウジング20は、プラスチック等の高分子樹脂を用いた一体成型で製造すると、強度的にも重量的にも好ましい。ハウジング20は主に、上側ハウジング21と、下側ハウジング22とからなり、これらはボス21Aとボス22Aを介して互いに嵌合される。ハウジング20には、下側ハウジング22の内部に、下から順に、ケース30、基板40及び端子カバー49が収容され、上側ハウジング21が被される。ハウジング20の前方両側部には、ハウジング20をハンドル部3に係止させるための一对の操作部23が取り付けられる。端子挿入部24は、端子カバー49によって基板40が外部に露出しないように覆われる。

30

## 【0040】

ケース30は、複数の電池セル収容部として、複数の電池セル32を保持するセルフフレーム31と、複数の電池セル32の電極間を電氣的に接続する電極部(図示せず)と、接続された電池セル32への2つの接続端子(図示せず)を有し、接続端子は基板40に接続される。電池セル32は、リチウムイオン電池等の二次電池であり、複数回充放電可能である。本実施例では、公称3.6Vのリチウムイオン電池を2本一組とし、これらを四組直列に接続して14.4Vの電圧を得ている。

## 【0041】

基板40は、上側ハウジング21の内部に位置するように、ケース30の上方に固定される。基板40には、電池セル32への充電及び放電を制御するための制御回路が搭載される。基板40の上面には複数の端子42が配設される。本実施例においては、7本の端子42が適度な間隔を介して配設され、端子挿入部24を介して差し込まれた本体部2の端子4A~4Cが対応する端子に嵌合される。尚、電池パック10の端子42は、様々な電動工具に装着する場合を考慮して複数分準備されるが(本実施例では7本)、電動工具に装着した際にこれらすべての端子42が用いられる訳ではなく、必要な端子42のみが接続される。

40

## 【0042】

図6は、上側ハウジング21を外した状態の電池パック10の平面図である。7本の端子42(42A~42G)は、基板40の一端から順に、充電用の正極端子42Aと、放電用の正極端子42Bと、信号伝達端子42C、42D、42Eと、充放電用の負極端子

50

4 2 F と、信号伝達端子 4 2 G とから構成される。正極端子 4 2 A、4 2 B は、ケース 3 0 の一方（プラス側）の電極部と接続され、負極端子 4 2 F は、電池セル 3 2 の他方（マイナス側）の電極部と接続される。従って、電池セル 3 2 を充電するときは、正極端子 4 2 A と負極端子 4 2 F には充電電圧に応じた電流を流し、電池セル 3 2 を放電させるときは、正極端子 4 2 B と負極端子 4 2 F から、電動工具 1 の負荷に応じた電流を放電するように構成される。このように、正極端子 4 2 A、4 2 B 及び負極端子 4 2 F は、電池セル 3 2 の充放電に応じた電流を、電池パック 1 0 と電動工具 1 との間で流すために使用される。

#### 【 0 0 4 3 】

信号伝達端子 4 2 C ~ 4 2 E 及び 4 2 G は、それぞれ、収容される電池セルの種類や本数を識別するために使用される端子、過充電を検出するために使用される端子、サーミスタからの出力を伝達するための端子、過放電あるいは過電流を防止するために使用される端子である。信号伝達端子 4 2 C ~ 4 2 E 及び 4 2 G を介して、電池パック 1 0 の充電や放電を制御する制御信号が伝達される。

#### 【 0 0 4 4 】

正極端子 4 2 A、4 2 B は、基板 4 0 の幅 L の中心を通過して差し込み方向 A と平行に延在する仮想の中心線 K - K によって分割される一方の領域 4 0 A に配置される。一方、負極端子 4 2 F は、中心線 K - K によって分割された他方の領域 4 0 B に配置される。すなわち、負極端子 4 2 F は、正極端子 4 2 A、4 2 B のいずれか一方と、必ず中心線 K - K を間に介在させるように配設される。信号伝達端子 4 2 C ~ 4 2 E 及び 4 2 G は、基板 4 0 において、正極端子 4 2 A、4 2 B 及び負極端子 4 2 F の配置場所に対して適切な距離を介して配置される。本実施例では、基板 4 0 として両面基板を用い、基板 4 0 の上面及び下面には、後述する制御回路を構成する各種電子素子が搭載される。

#### 【 0 0 4 5 】

次に図 7 を用いて過電流保護回路の具体例について説明する。本発明に係る電動工具において、リチウムイオン二次電池からの過電流を防止する回路としては、電池パック 1 0 の内部の基板 4 0 に過電流保護回路を搭載する方法と、電動工具 1 の内部に過電流保護回路を搭載する方法と、電池パック 1 0 及び電動工具 1 の双方の内部に過電流保護回路を搭載する方法の 3 通りが考えられる。図 7 に示す例は、電池パック 1 0 の内部の基板 4 0 に過電流保護回路を搭載する例である。尚、本明細書では「過電流」とは、( 1 ) 放電するピーク電流が最大許容電流値を超える場合（ピーク許容電流）と、( 2 ) 放電する電流値が最大許容電流値より小さいものの、そのような大きな電流が所定許容時間以上（例えば十数秒から数十秒程度）流れ続ける場合（大電流許容持続時間）の二種類の状態がある。本実施例では主に ( 2 ) の大電流許容持続時間に着目し、本実施例による過電流保護回路は、例えば 2 0 A 以上の電流が 3 0 ~ 5 0 秒程度連続した場合に保護回路を作動させるように構成した。

#### 【 0 0 4 6 】

図 7 は、本発明の実施例に係る過電流保護回路の回路図である。電池パック 1 0 の放電用の正極端子 4 2 B と負極端子 4 2 F は、電動工具 1 に設けられる正極端子 4 A と負極端子 4 B にそれぞれ接続される。電動工具 1 の正極端子 4 A と負極端子 4 B の間には、直流式のモータ 5 とトリガスイッチ 8 が直列に接続される。実際の電動工具 1 の回路上には、何らかの制御回路が介在されることが多いが、本実施例では説明を簡略化するために電動工具 1 の内部の回路構成はモータ 5 とトリガスイッチ 8 だけを記載している。

#### 【 0 0 4 7 】

電池パック 1 0 には、電池セル組 3 2 A ~ 3 2 D を接続板で直列接続してなる複数の電池セルを収容するケース 3 0 が内包される。電池セル組 3 2 A ~ 3 2 D はそれぞれ 2 本の電池セルの並列接続で構成されるが、電池セル組 3 2 A ~ 3 2 D をそれぞれ 1 本の電池セルで構成しても良いし、3 つ以上の電池セルの並列接続で構成するようにしても良い。電池パック 1 0 と電動工具 1 を接続して、電動工具 1 のトリガスイッチ 8 をオンにした場合に、ケース 3 0 の正極端子から電動工具 1 を介してケース 3 0 の負極端子に流れる放電電

10

20

30

40

50

流経路が形成される。尚、電動工具 1 側の経路には、モータ 5 の回転速度を調整するための抵抗回路又は調速回路が含まれるのが通常であるが、本実施例では図示及び説明を省略している。

#### 【 0 0 4 8 】

形成される放電電流経路のうち、電池パック 1 0 側の経路には、スイッチング部 5 0、定電圧電源 5 5、電池電圧検出部 7 0、トリガ検出部 8 3 が接続される。これら各部は制御手段たるマイコン（マイクロコンピュータ）6 0 に接続される。電池パック 1 0 には、更に、電池温度検出部 7 5 と表示部 8 6 が含まれ、これらもマイコン 6 0 に接続される。

#### 【 0 0 4 9 】

マイコン 6 0 は、中央処理装置（CPU）6 1、ROM（Read Only Memory）6 2、RAM（Random Access Memory）6 3、タイマ 6 4、A/Dコンバータ 6 5、出力ポート 6 6、リセット入力ポート 6 7 を含んで構成され、これらは内部バスにより相互に接続される。

10

#### 【 0 0 5 0 】

スイッチング部 5 0 は、ケース 3 0 の負極側と電池パック 1 0 の負極端子 4 2 F の間に接続され、マイコン 6 0 の制御により、電動工具 1 に流れる負荷電流をスイッチングする。スイッチング部 5 0 は、FET（電界効果トランジスタ）5 1、ダイオード 5 2 及び抵抗 5 3、5 4 から構成され、FET 5 1 のゲートには抵抗 5 4 を介してマイコン 6 0 の出力ポート 6 6 より制御信号が印加されるように接続される。FET 5 1 のソース・ドレイン間にはダイオード 5 2 が接続され、電池セル組 3 2 A ~ 3 2 D の充電時の充電電流経路を構成する。

20

#### 【 0 0 5 1 】

電流検出部 8 0 は、FET 5 1 に流れる電流を検出するもので、入力側はダイオード 5 2 のカソードと FET 5 1 のドレインの接続点に接続され、出力側はマイコン 6 0 の A/Dコンバータ 6 5 に接続される。電流検出部 8 0 は、反転増幅回路と非反転増幅回路の両方を備えた構成で、FET 5 1 のオン抵抗及びダイオード 5 2 のオン電圧に基づき、その流れる電流の方向によって生じる電位を、反転増幅及び非反転増幅する。充電及び放電に対応して反転増幅回路または非反転増幅回路に出力が生じ、この出力に基づきマイコン 6 0 の A/Dコンバータ 6 5 は A/D変換を行う。

#### 【 0 0 5 2 】

定電圧電源 5 5 は、3端子レギュレータ 5 6、平滑コンデンサ 5 7、5 8、リセット IC 5 9 から構成されており、定電圧電源 5 5 から出力される定電圧 VCC は、電池温度検出部 7 5、マイコン 6 0 及び電流検出部 8 0、表示部 8 6 の電源となる。リセット IC 5 9 はマイコン 6 0 のリセット入力ポート 6 7 に接続され、マイコン 6 0 を初期状態にするためにリセット信号を出力する。

30

#### 【 0 0 5 3 】

電池電圧検出部 7 0 は、ケース 3 0 の電池電圧を検出するためのもので、3つの抵抗 7 1 ~ 7 3 からなる。ケース 3 0 の正極端子とアース間に直列接続された抵抗 7 1、7 2 の接続点は、抵抗 7 3 を介してマイコン 6 0 の A/Dコンバータ 6 5 に接続される。A/Dコンバータ 6 5 からは、検出した電池電圧に対応するデジタル値が出力され、マイコン 6 0 の CPU 6 1 は、変換されたデジタル値と第一所定電圧及び第二所定電圧とを比較する。第一所定電圧と第二所定電圧はマイコン 6 0 の ROM 6 2 に予め記憶されているもので、第一所定電圧は過充電と見なす電圧値であり、第二所定電圧は過放電と見なす電圧値である。

40

#### 【 0 0 5 4 】

電池温度検出部 7 5 は、ケース 3 0 の近傍に配置して電池セル 3 2 A ~ 3 2 D の温度を検出するものであり、感温素子のサーミスタ 7 6 及び、抵抗 7 7 ~ 7 9 から構成される。サーミスタ 7 6 は抵抗 7 8 を介してマイコン 6 0 の A/Dコンバータ 6 5 に接続される。A/Dコンバータ 6 5 からは、検出した電池温度に対応するデジタル値が出力され、マイコン 6 0 の CPU 6 1 は、出力されたデジタル値と予め設定した所定値とを比較し、電池

50

温度が異常高温であるかどうかの判断を行う。

【 0 0 5 5 】

トリガ検出部 8 3 は抵抗 8 4 と抵抗 8 5 とからなり、電動工具 1 のトリガスイッチ 8 のオン動作を検出する。トリガスイッチ 8 がオン状態になると、モータ 5 の直流抵抗は非常に小さい（数オーム程度）ために、F E T 5 1 のドレイン・ソース間にはほぼ電池電圧が印加され、この電圧を抵抗 8 4、8 5 で分圧して A / D コンバータ 6 5 へ入力することにより、C P U 6 1 はトリガスイッチ 8 のオン動作を検出することができる。

【 0 0 5 6 】

表示部 8 6 は L E D（発光ダイオード）8 7 と抵抗 8 8 からなり、マイコン 6 0 の出力ポート 6 6 の出力に応じて L E D 8 7 を点灯又は点滅させる。表示部 8 6 は、たとえば、電池温度検出部 7 5 で検出した電池温度が所定温度よりも高い場合には、電池温度異常表示を行う。この L E D 8 7 は図 3 では図示されていないが、例えば電池パック 1 0 の前面の任意の位置に設けるようにすれば良いし、作業者の目に付きやすいその他の任意の位置に設ければ良い。

10

【 0 0 5 7 】

次に図 8 を用いて、本発明に係る電動工具に用いられるリチウムイオン二次電池を過電流から保護するための制御手順を説明する。図 8 のフローチャートで示す制御は、マイコン 6 0 の C P U 6 1 を用いてプログラムを実行することによりソフトウェア的に実行できる。

【 0 0 5 8 】

電動工具 1 に電池パック 1 0 が装着され、トリガ 8 A が引かれるとトリガスイッチ 8 がオンになる。C P U 6 1 は、まずトリガスイッチ 8 がオンになったかどうかを検出し、オンになるまで待機する（ステップ 4 0 1）。トリガスイッチ 8 がオンになったら、C P U 6 1 は出力ポート 6 6 から所定の電圧を F E T 5 1 のゲートに出力することにより、F E T 5 1 をオン（ソース・ドレイン間が導通）にする（ステップ 4 0 2）。これによって、モータ 5 に直流電力が供給され、モータ 5 が起動する。次に、C P U 6 1 はタイマ 6 4 を使って時間間隔の測定を開始する（ステップ 4 0 3）。

20

【 0 0 5 9 】

本実施例においては、C P U 6 1 は 3 つの時間間隔を測定するために、 $T_1$  タイマ、 $T_2$  タイマ、 $T_3$  タイマを設定する。 $T_1$  タイマは、電流検出部 8 0 の出力を用いて電流を検出するサンプリング間隔（10 ミリ秒）をカウントするためのタイマである。 $T_2$  タイマは、所定の大電流又は中電流（例えば平均 20 A 以上）が所定時間（例えば 50 秒）連続して流れたか否かの継続時間をカウントするためのタイマである。 $T_3$  タイマは、 $T_2$  タイマでカウントする所定電流値が所定電流以下に低下してから所定時間（例えば 5 秒）経過したか否かをカウントするためのタイマであり、いわば過電流監視状態から通常の状態への復帰時間をカウントするためのタイマである。

30

【 0 0 6 0 】

F E T 5 1 がオンになりモータ 5 が始動すると、C P U 6 1 は  $T_1$  タイマのカウントを開始する（ステップ 4 0 3）。次に C P U 6 1 は、 $T_1$  タイマのカウントを更新し（ステップ 4 0 4）、 $T_1$  タイマのカウント値が 10 ミリ秒（m S）経過したか否かを判定する（ステップ 4 0 5）。 $T_1$  タイマのカウント値が 10 ミリ秒経過していない場合はステップ 4 0 4 に戻り、経過している場合、C P U 6 1 は電流検出部 8 0 の出力を用いて電流を検出し（ステップ 4 0 6）、検出された電流値を R A M 6 3 に格納することにより、平均電流算出のための放電電流値を順次累積する。（ステップ 4 0 7）。

40

【 0 0 6 1 】

次に、 $T_1$  タイマのカウント値が時間  $T$  を経過したか否かを検出する（ステップ 4 0 8）。時間  $T$  はいわゆる不感時間と言われるもので、この  $T$  以下の時間間隔では電流の平均値を算出しないことを意味する。時間  $T$  が経過していないときはステップ 4 0 4 に戻り、経過しているときは R A M 6 3 に格納された放電電流値を用いて放電電流の平均値を算出する（ステップ 4 0 9）。放電電流の平均値は、R A M 6 3 に格納された放電電

50

流値のうち直近  $T$  時間分のデータを取り出して平均値を求めることによって算出できる。従って、本実施例では、 $T > 10$  ミリ秒とすることが重要である。また、不感時間たる時間  $T$  は、例えばモータ 5 の始動電流の流れる期間よりも十分大きく設定し、時間  $T$  毎に放電電流の平均値を算出しても、始動電流の平均値が所定の電流（例えば  $20\text{ A}$ ）を越えないような時間間隔とすると、モータ 5 の始動電流が以降のステップで検出されないので、実質的に始動電流を過電流として検出することを排除できる。

#### 【0062】

次に、CPU 61 は算出された放電電流平均値が所定の電流たる  $20\text{ A}$  を越えたか否かを判定する（ステップ 410）。この所定の電流は、電動工具又は電池パックの設計者が任意に設定できるものであり、二次電池の放電特性やモータ 5 の特性に応じて設定できる。本実施例では、一つの基準として所定電流を  $20\text{ A}$  と設定したが、これだけに限られない。尚、連続放電を許容する基準放電電流だけでなく、一瞬の放電がおこっても即座に遮断させる許容最大電流値をも設定することができるので（本実施例では説明されていない）、連続放電を許容する基準放電電流は、許容最大電流値の  $20\% \sim 90\%$  程度に設定すると好ましい。

10

#### 【0063】

次に、ステップ 411 において、CPU 61 は  $T_2$  タイマを更新し（ステップ 411）、 $T_3$  タイマをクリアする（ステップ 412）。次に、CPU 61 は  $T_2$  タイマの積算値が  $30$  秒以上になったか否かを判定する（ステップ 413）。 $T_2$  タイマの積算値が  $30$  秒に達していない場合は、ステップ 404 に戻る。

20

#### 【0064】

ステップ 410 において、算出された放電電流平均値が所定の電流たる  $20\text{ A}$  以下の場合は、CPU 61 は  $T_3$  タイマのカウントを更新し（ステップ 419）、 $T_3$  タイマのカウント値が  $5$  秒以上、即ち、算出された放電電流平均値  $20\text{ A}$  以下の状態が  $5$  秒以上続いたかを判定し（ステップ 420）、 $5$  秒以上続いた場合には大電流の連続放電状態が停止したとして  $T_2$  タイマをクリアしてステップ 404 に戻る（ステップ 421）。ステップ 420 において、算出された放電電流平均値  $20\text{ A}$  以下の状態が  $5$  秒未満の場合は、ステップ 404 に戻る。

#### 【0065】

ステップ 413 において、算出された放電電流平均値  $20\text{ A}$  以上が  $30$  秒以上経過の場合は、作業員に対して大電流の連続放電状態（過電流状態）が継続していることを知らせるためのアラームを発する。このアラームの発し方は種々考えられるが、本実施例では、CPU 61 が、 $5$  秒のうち  $1$  秒間だけ FET 51 に対して供給する電流値を下げるようにパルス駆動を行う。このパルス駆動時の駆動状態を示すのが図 9 である。

30

#### 【0066】

図 9 は、図 7 の過電流保護回路動作時の電流波形図である。横軸が経過時間（秒）、縦軸が電池パック 10 からの放電電流値（単位  $\text{A}$ ）であり、経過時間に伴う放電電流の例を示すのが放電曲線 90 である。時間  $t_0$  にてトリガ  $8\text{ A}$  が引かれると、モータ 5 には多大な始動電流が流れ、その電流値は時間  $t_1$  にて矢印 91 に示すように  $20\text{ A}$  を遙かに超える。モータ 5 の種類によっては、この始動電流が  $100\text{ A}$  を越える場合もある。しかしながら、始動電流の流れる時間は短く、 $20\text{ A}$  以上となる  $T$  はせいぜい  $100$  ミリ秒以内である。ここで、不感時間  $T$  は、 $T$  の  $2 \sim 4$  倍程度の時間とすることが好ましく、このように不感時間  $T$  を長めに取ることによって始動電流と継続的に流れる大電流とを区別することができる。

40

#### 【0067】

時間  $t_1$  においてモータ 5 に始動電流が流れてモータ 5 が加速し始めると、モータ 5 に流れる電流は低下し、矢印 92 の点で再び増加を始める。その後、モータ 5 の回転数や負荷の大きさに応じて電流値は変動するが、矢印 93 の時点で所定の電流、本実施例では放電電流  $20\text{ A}$  を越えることになり、この時点で  $T_2$  タイマによる大電流の継続時間のカウントを開始する。尚、実際の電動工具 1 において測定した放電電流をそのままグラフ化す

50

ると電流の変動があり図9のような滑らかな放電曲線にならないが、本実施例では直近のT 時間の放電平均電流値を用いてグラフ化しているので、電流変動の影響を少なくすることができる。

**【0068】**

そして、時間 $t_3$ （矢印94の時点）で20A以上の放電電流が30秒続いたので、図8のステップ414で示したようにアラーム動作として1秒間だけ放電電流をスイッチングする。このスイッチング動作は、1秒間という短い時間だけ放電電流の平均値を低下させることにより電動工具の出力を低下させ、作業者に過電流状態であることを認識させるものである。スイッチング動作は、マイコン60がFET51を制御することにより実行される。

10

**【0069】**

図9の下側の放電曲線90は、スイッチング動作時の電流波形を拡大したものである。ここでは、時間 $t_3$ 秒から( $t_3 + 1$ )秒までの1秒間の放電曲線90を示す。CPU61（図7参照）は、スイッチング動作時に10ミリ秒（mS）毎にFET51（図7参照）をオン又はオフを周期的に繰り返すように制御する。この結果、時間 $t_3$ 秒から( $t_3 + 1$ )秒までの1秒間にFET51がオンの状態が50回、オフの状態が50回、交互に存在することになる。このように、本実施例では5秒間隔毎に最初の1秒間だけFET51のスイッチング動作を行うことにより、スイッチング動作中の平均放電電流を約半分に低下させることができる。スイッチング動作を行うことによって、作業者は若干の出力低下が起こったことを感じ取ることができ、このスイッチング動作は作業者へのアラーム機能として役に立つ。このように、作業者が電動工具の動作状態に違和感を覚えることができるように構成したので、作業者は電池パック10からの大電流（又は中電流）放電状態が続いていること、そのままトリガ8Aを引き続けるとまもなくモータ5が強制的に停止される状態にあることを容易に知ることができる。

20

**【0070】**

本実施例で示した、アラーム動作を行う開始時点（ $t_2$ から30秒後）や、アラーム動作の実行間隔（5秒毎）や、スイッチング動作時間（1秒間）は例示であって、これらの時間は任意に設定できる。また、FET51をオン又はオフさせる時間間隔（オンが10ミリ秒、オフが10ミリ秒）も同様に例示であって、任意の間隔、任意の時間比率で行うようにしても良い。これらの時間は、電池パック10に内蔵する電池セル32の特性や、電動工具1のモータ5の特性、考えられる電動工具1の使用条件などを考慮の上、適宜設定すればよい。

30

**【0071】**

本実施例では、アラーム動作が行われたにも拘わらずに、作業者がトリガ8Aを引き続けて作業を継続した場合には、所定の時間（ $t_3$ から50秒）を経過した時間 $t_4$ （矢印95の時点）において、CPU61がFET51をオフさせるように制御することによってモータ5が強制的に停止される。

**【0072】**

再び図8に戻り、ステップ415において算出された放電電流平均値20A以上が50秒以上経過の場合は、CPU61はFET51をオフにする（ステップ416）。そして、作業者によってトリガスイッチ8がオフにされるまで待機し（ステップ417）、オフにされたらCPU61はFET51を再びオンにしてからステップ403に戻る（ステップ418）。

40

**【0073】**

以上、本実施例によれば、過大なピーク放電電流時の遮断機能によって遮断できないような、大電流又は中電流の長時間放電の場合にも、電動工具のモータを強制的に停止することができるので、電池パックの過電流状態、特に大電流連続放電状態を避けることができ、電池パックの劣化を効果的に防止することができる。

**【実施例2】****【0074】**

50

次に、図 10 及び図 11 を用いて本発明の第 2 の実施例に係る過電流保護回路について説明する。第 2 の実施例も第 1 の実施例と同様に、電池パック 10 の基板 40 に搭載されたマイコン 60 を用いて電池パック 10 内で過電流状態を検出するように構成した。しかしながら、マイコン 60 で実行するプログラムが異なり、第 1 の実施例に比べてより高度な過電流保護を行うように構成した。

【 0075 】

図 10 は、第 2 の実施例に係る過電流保護回路の動作時の電流波形図である。横軸が経過時間（秒）、縦軸が電池パック 10 からの放電電流値（単位 A）であり、放電電流値を示すのが放電曲線 450 である。本図では、放電を示す放電曲線 450 が矢印 452 又は 453 から別れて、曲線 A ~ 曲線 F の 6 つの放電パターンとなる例を示している。まず時間  $t_0$  にてトリガ 8 A が引かれると、モータ 5 には多大な始動電流が流れ、その電流値は時間  $t_1$  にて矢印 451 に示すように 80 A を超える。モータ 5 の種類によっては、この始動電流が 100 A を越える場合もある。しかしながら、始動電流の流れる継続時間は短く、10 A 以上となる  $T_1$  はせいぜい 0.5 秒程度である。ここで、 $T_0$  から  $T_1$  においては、本実施例における過電流保護回路の不感時間に設定すれば、モータ 5 の始動電流と、監視すべき過電流とを区別することができる。

10

【 0076 】

時間  $t_1$  においてモータ 5 に始動電流が流れてモータ 5 が加速し始めると、モータ 5 に流れる電流は低下し、矢印 452 の点で再び増加を始める。電動工具 1 が、図 1 に示したようなコードレスドリルであって先端工具が木工用ドリルの場合のように、負荷が小さい場合は、曲線 A のように  $t_2$  から  $t_3$  に至り僅かに放電電流が上昇するだけで、その後はそのままの状態に継続する（但し、木工用ドリルの場合は作業が 10 秒以内に終わるのが普通である）。この場合は、放電電流値が本実施例における過電流保護を行うための最低の閾値（20 A）に到達しないのでマイコン 60 による過電流保護動作は何ら行われない。

20

【 0077 】

曲線 C は、第 1 の実施例で説明した状態と同じ制御の放電電流パターンである。時間  $t_1$  においてモータ 5 に始動電流が流れてモータ 5 が加速し始めると、モータ 5 に流れる電流は低下し、矢印 452 の点で再び電流値が増加を始め、矢印 453 で放電電流値が 20 A を越える。すると、マイコン 60 は過大電流の遮断時間  $T_{20}$ （過大電流 20 A 時の遮断時間  $T$  という意味）を 50 秒（ $= t_8 - t_3$ ）と設定する。この場合、曲線 C のような放電パターンの場合は、 $t_3$  から 40 秒経過後に、マイコン 60 は FET 51 を 10 ミリ秒ごとにオン及びオフの制御を行うアラーム動作を 1 秒間行う。尚、第 2 の実施例ではアラーム動作を行う時間を 30 秒でなく 40 秒に設定している。

30

【 0078 】

一方、曲線 B の場合は、マイコン 60 は時間  $t_3$  にて過大電流の遮断時間  $T_{20}$  を設定するものの、 $T_{20}$  が経過する前（ $t_7$  の直後）に、矢印 454 に示すように再び電流値が 20 A 以下に低下するので大電流状態が脱却され、この脱却状態が  $T_3$  秒（ $> 5$  秒）続くので、時間  $t_3$  を基点とした遮断時間  $T_{20}$  のカウントがクリアされる。しかしながら、矢印 455 で示す時間  $t_9$  にて再び電流値が 20 A を越えるので、時間  $t_9$  を基点に再び過大電流の遮断時間  $T_{20}$  が設定され、トリガ 8 A が離されるまで同様の制御が繰り返される。

40

【 0079 】

次に、曲線 D の場合は、矢印 452 の点で電流値が再び増加を始め矢印 453 で、放電電流値が 20 A を越え過大電流の遮断時間として  $T_{20}$  が設定される。その後さらに放電電流値が上昇し、矢印 456 の点で 40 A を越える。そこで、マイコン 60 は過大電流の遮断時間を  $T_{20}$  から  $T_{40}$  に置き換える。 $T_{40}$  は連続放電電流値が 40 A を越える場合の遮断時間であり、 $T_{40}$  は  $T_{20}$  に比べて短くなるように設定され、本実施例では 30 秒である。尚、 $T_{40}$  の測定の基点は、矢印 456 の時点（時間  $t_6$ ）ではなく時間  $t_3$  のままとすると良い。過大電流の遮断時間  $T_{40}$  を置き換えると、FET 51 を 10 ミ

50

リ秒ごとにオン及びオフ制御するアラーム動作の実施タイミングも早くする必要がある。例えば、 $T_{40}$ を40秒とすると、アラーム動作の実施タイミングを $t_3$ から30秒とすれば良い。アラーム動作の実施間隔は5秒毎とし、最初の1秒間だけ10ミリ秒毎のFET51のオン又はオフの動作を繰り返すと良い。

#### 【0080】

次に、曲線Eの場合は、矢印453で放電電流値が20Aを越え過大電流の遮断時間として $T_{20}$ が設定され、矢印457の点で放電電流値が40Aを越えたので遮断時間 $T_{20}$ が $T_{40}$ に置き換えられ、矢印458の点で放電電流値が60Aを越えたので遮断時間 $T_{40}$ が $T_{60}$ に置き換えられる。 $T_{60}$ は $T_{40}$ に比べて短くなるように設定され、本実施例では10秒である。 $T_{60}$ の測定の基点は $t_3$ のままとして変更しない。このように基点を時間 $t_3$ で変えないようにすれば、 $T_2$ タイマによるカウント値をそのまま用いることができるので、時間管理がし易い。遮断時間 $T_{60}$ を設定した場合であっても、遮断時間 $T_{60}$ が経過する前に、遮断をする前のアラーム動作として1秒間だけ放電電流をスイッチングする。遮断時間 $T_{60}$ を10秒とした場合は、アラーム動作の開始時刻を5秒とすると良い。

10

#### 【0081】

次に、曲線Fの場合は、矢印453で放電電流値が20Aを越え過大電流の遮断時間として $T_{20}$ が設定され、矢印459の時点で放電電流値が40Aを越えたので遮断時間 $T_{20}$ が $T_{40}$ に置き換えられ、矢印460の時点で放電電流値が60Aを越えたので遮断時間 $T_{40}$ が $T_{60}$ に置き換えられ、矢印461の時点で放電電流値が80Aを越えたので遮断時間 $T_{60}$ が $T_{80}$ に置き換えられる。放電電流値が80Aを越えるということは、ほとんど即時に遮断すべき過大な電流であるので、 $T_{80}$ は十分短い時間に設定され、例えば0.5秒に設定される。また、遮断時間 $T_{80}$ を用いて遮断する場合には、遮断をする前のアラーム動作を行う時間的余裕はないので、CPU61はアラーム動作による事前予告無しにいきなり放電電流を遮断させる。 $T_{80}$ の測定の基点は、 $t_3$ のままとするので、矢印461の時点で $t_3$ から $T_{80}$ 秒以上経過している場合には、CPU61は即座にFET51をオフにして放電電流を遮断する。

20

#### 【0082】

以上のように、第2の実施例では放電電流の大きさに基づいて、許容持続時間を変化させるように制御するので、放電電流の大きさに基づいた高精度の過電流保護を行うことができる。尚、上述の実施例では、 $T_{20}$   $T_{40}$   $T_{60}$ のように変更した際に、変更後の時間カウントの起点(図では $t_3$ )をそのまま維持するようにしたが、維持しないで $T_{20}$   $T_{40}$   $T_{60}$ のように変更する毎に $T_2$ タイマによるカウントを開始させるようにしても良い。また、 $T_{20}$   $T_{40}$   $T_{60}$ のように変更した遮断時間の経過前に、電流値が設定した遮断時間に対する基準電流値を一定時間下回った場合は、再び $T_{60}$   $T_{40}$   $T_{40}$ のように遮断時間を再設定するように制御しても良い。

30

#### 【0083】

次に、図11のフローチャートを用いて、本発明の第2の実施例に係る過電流保護回路の動作を説明する。図11のフローチャートで示す制御は、図8で示したフローチャートと同様に、マイコン60を用いてプログラムを実行することによりソフトウェア的に実行できる。第1の実施例では、マイコン60は、 $T_1$ タイマ、 $T_2$ タイマ、 $T_3$ タイマの3つのタイマを用いる。 $T_2$ タイマ、 $T_3$ タイマは第1の実施例と同じ用途で用いられるが、 $T_1$ タイマは第1の実施例の $T_1$ タイマと異なる。 $T_1$ タイマは、始動電流を検出しないために、トリガを引いてから一定の時間だけ電流検出を行わない不感時間を検出するためのタイマである。 $T_2$ タイマは、所定電流以上が継続して流れる時間をカウントするためのタイマである。 $T_3$ タイマは、所定電流以上流れていた電流が所定値以下に低下してから一定の時間経過したか否かをカウントするためのタイマであり、復帰時間をカウントするためのタイマである。

40

#### 【0084】

電動工具1に電池パック10が装着され、トリガ8Aが引かれてトリガスイッチ8がオ

50

ンになると(ステップ501)、CPU61は出力ポート66から所定の電圧をFET51のゲートに出力することにより、FET51をオン(ソース-ドレイン間が導通)させる(ステップ502)。これによって、モータ5には電池パック10からの直流電力が供給され、モータ5が始動する。次に、CPU61は始動電流に起因するピーク電流を許容するため、不感時間の経過をカウントする $T_1$ タイマのカウントを始める(ステップ503)。本実施例では、不感時間として0.5秒とする。ステップ504において $T_1$ タイマが0.5秒に到達していなければ、ステップ521に進みトリガスイッチ8の動作に変化があったか否かを判定し、トリガスイッチ8がオンのままであったらステップ503に移り、トリガスイッチ8がオフになったらステップ501に戻る(ステップ521)。

【0085】

ステップ504で、 $T_1$ タイマが0.5秒に到達した場合は $T_1$ タイマをクリアし(ステップ505)、CPU61は放電電流平均値 $I_1$ を算出する(ステップ506)。放電電流は、所定のサンプリング間隔(例えば10ミリ秒間隔)毎に計測され、計測値が順次RAM63(図7参照)に格納される。放電電流平均値 $I_1$ は取得された複数の計測値のうち、直近50ミリ秒の間に計測された電流値の平均である。同様にしてCPU61は、取得された複数の電流値のうち、直近3秒の間に計測された電流値から放電電流平均値 $I_2$ を算出する(ステップ507)。尚、放電電流平均値 $I_1$ 、 $I_2$ を算出するための時間50ミリ秒、3秒が未経過の場合は放電電流平均値 $I_1$ 、 $I_2$ を計算しないでゼロのままとするか、少ない計測値の平均を取るようにしても良い。

【0086】

次に、CPU61は放電電流平均値 $I_1$ が80A以上か否かを判断し(ステップ508)、以上の場合は、アラーム動作(パルス駆動)をするまでの時間 $T_p$ を0.5秒、FET51を遮断させるための時間 $T_s$ を0.5秒に設定し(ステップ509)、ステップ516に進む。ここで $T_p = T_s$ としたのは、 $I_1 \geq 80A$ の場合にはアラーム動作を行うことなくFET51をほぼ瞬時にオフさせるためである。

【0087】

ステップ508で $I_1 < 80A$ の場合は、放電電流平均値 $I_2$ が60A以上か否かを判断し(ステップ510)、 $I_2 \geq 60A$ の場合はアラーム動作(パルス駆動)をするまでの時間 $T_p$ を5秒、FET51を遮断させるための時間 $T_s$ を10秒に設定し(ステップ511)、ステップ516に進む。このように設定すると、放電電流平均値 $I_2$ が20Aを越えてから5秒後に1秒間だけアラーム動作(パルス駆動)が実行され、アラーム動作が終了して4秒後( $I_2$ が20Aを越えてから10秒後)にFET51がオフになるように設定される。

【0088】

ステップ510で $I_2 < 60A$ の場合は、放電電流平均値 $I_2$ が40A以上か否かを判断し(ステップ512)、 $I_2 \geq 40A$ の場合はアラーム動作(パルス駆動)をするまでの時間 $T_p$ を20秒、FET51を遮断させるための時間 $T_s$ を30秒に設定し(ステップ513)、ステップ516に進む。同様にして、ステップ512で $I_2 < 40A$ の場合は、放電電流平均値 $I_2$ が20A以上か否かを判断し(ステップ514)、 $I_2 \geq 20A$ の場合はアラーム動作(パルス駆動)をするまでの時間 $T_p$ を40秒、FET51を遮断させるための時間 $T_s$ を50秒に設定し(ステップ515)、ステップ516に進む。

【0089】

ステップ514で放電電流平均値 $I_2$ が20Aを下回ったときは、放電平均電流が小さくなったときにタイマ $T_2$ をクリアするための $T_3$ タイマのカウントを開始し(ステップ523)、 $T_3$ タイマが5秒を越えていたら、 $T_2$ タイマをクリアしてステップ522に進む(ステップ524、525)。ステップ524で、 $T_3$ タイマが5秒未満の場合は、ステップ522に進む。ステップ522では、トリガスイッチ8がオンのままで有るかを判断し、オンのままであったらステップ506に進み、オフであったらステップ501に進む。

【0090】

10

20

30

40

50

ステップ516において $T_3$ タイマをクリアしたのち(ステップ516)、 $T_2$ タイマのカウント値を更新する(ステップ517)。次に、 $T_2$ タイマのカウント値が、アラーム動作を行うための設定値 $T_5$ 以上であるか否かを判定し(ステップ518)、FET51を遮断させるための時間 $T_5$ に到達していたら、CPU61はFET51をオフにすることによってモータ5に供給される直流電力を遮断する(ステップ519)。そして、作業者によってトリガ8Aが戻されてトリガスイッチ8がオフになるまで待機し(ステップ520)、オフにされたらステップ501に戻る。

【0091】

ステップ518において、 $T_2$ タイマのカウント値が $T_5$ 未満の場合は、CPU61は $T_2$ タイマの値が $T_p$ 以上であるかを判定し、 $T_p$ 以上の場合は、CPU61はFET51をパルス動作させることによって、作業者に対して大電流の連続放電状態(過電流状態)が継続していることを知らせるためのアラームを発する(ステップ527)。このパルス駆動の状態は、図9の下側の図で示したのと同様に、5秒間隔毎に、最初の1秒間だけ10ミリ秒ごとにFET51をオン又はオフさせるスイッチング動作を行う制御である。

【0092】

以上、第2の実施例によれば電池パック10からの放電電流の大きさに応じて、許容連続放電時間を可変に設定できるので、ロック電流など過大な電流が流れる場合は即座にFET51をオフさせることにより確実に電池パック10及び電動工具1を保護することができる。また、電池パック10からの放電を遮断させるための閾値を複数設けたので、電動工具の特性や使用状態に応じたきめ細かな大電流連続放電状態からの保護ができ、電池パック10の劣化を防止するだけでなくモータ5の損傷を未然に防止することができる。さらに、第2の実施例の制御は電池パック10に含まれるマイコン60でプログラムを実行することにより実現しているので、プログラムの変更だけで多彩な過電流保護制御を実現できる。

【実施例3】

【0093】

次に図12及び図13を用いて本発明の第3の実施例に係る過電流保護回路について説明する。第1の実施例においては、電池パック10の基板40にマイコン60が搭載され、このマイコン60を用いて電池パック10内で過電流状態を検出するように構成した。第3の実施例は、電池パック210の基板240に過電流保護回路を搭載する点では第1の実施例と同じであるものの、マイコンを用いないで専用の電池保護IC253を用いた回路で実現した点にある。また、過電流を遮断するためのFETを電池パック210の内部に設けるのではなく電動工具101側に設け、そのFETを外部から制御可能として、電池パック210側からFETのオン又はオフを制御するようにした。第2の実施例と同じ構成の部分には同じ参照符号を付している。

【0094】

図12は、本発明の第3の実施例に係る電池パック210の断面図である。電池パック210は図5で説明した電池パック10と、収容する電池セル250の本数を除いて基本的に同じ構成である。収容する電池セル250は、公称電圧3.6Vのリチウムイオン電池を4本直列に接続したものである。電池セル250は、4本並べてケース225に収容され、ハウジング220の上側ハウジング221と下側ハウジング222の間に配置される。ケース225の上側と、上側ハウジング221の間には基板240が配置され、基板240には正極端子147と負極端子143が設けられる。

【0095】

図13は、本発明の第3の実施例に係る過電流保護回路の回路図である。図13において、電動工具101と電池パック210とは、正極端子147、負極端子143、過電流過放電出力端子156を介して着脱可能に接続される。電池パック210には、過充電出力端子157も設けられるが、この端子は充電器99と接続されるものであり、電動工具101には接続されない。電動工具101は、電池パック10から供給される電力により駆動されるモータ105と、手動で切換可能なトリガスイッチ108を有するスイッチユ

10

20

30

40

50

ニット103と、モータ105の回転を停止させるコントローラ104を含んで構成される。

【0096】

電池パック210は、予め所定電圧以上に充電された状態で電動工具101に接続されることにより、正極端子147と負極端子143との間に所定電圧を供給する。トリガスイッチ108が閉じてFET121がオンとなると、正極端子147と負極端子143との間にモータ105を経由する閉回路が形成され、モータ105は、所定の電力が供給されて駆動される。

【0097】

電池パック210は、複数の電池セル250を直列に接続した電池セル群251と、正極端子147と電池セル群251との間に接続された抵抗252と、各電池セル250の過放電、過電流、および過電圧を検出して検出結果に応じた信号を電動工具101あるいは充電器に出力する電池保護IC253を含んで構成される。電池保護IC253や抵抗252は、図11で示した基板240上に搭載される。

【0098】

抵抗252及び電池セル群251は、正極端子147と負極端子143との間に、直列に接続される。電池セル群251を構成する電池セル250は、例えばリチウムイオン電池等の二次電池である。電池保護IC253は、各電池セル250の過放電および過電流を監視し、いずれかの電池セル250で過放電または過電流を検出すると、過電流過放電出力端子156を介してモータ105への電力供給を遮断するための信号をコントローラ104に出力する。また、電池保護IC253は、電池セル250が過充電であることを検出すると、過充電出力端子157を介して充電器へ充電を停止するための信号を出力する。本実施例では、リチウムイオン電池の定格は、電池セル250の1個当たり3.6Vで最大充電電圧が4.2Vであり、4.35V以上となったときに過充電であると判断される。また、過電流とは、負荷に流れる電流が所定値を超えた状態のことを指し、本実施例では過電流となる電流は20A以上の放電電流が所定時間（例えば十数秒から数十秒）継続することをも含む。過放電とは、各電池セル250の残電圧が所定値を下回った状態のことを指し、本実施例では過放電となる1つの電池セル250の電圧を2Vとする。

【0099】

電池保護IC253は、素電池電圧検出部230、過電圧検出部235、過放電検出部234、過電流検出部233およびスイッチ238を含んで構成される。素電池電圧検出部230は、各電池セル250の個々の電圧を検出し、検出結果を過電圧検出部235および過放電検出部234に出力する。

【0100】

過電圧検出部235は、素電池電圧検出部230から各電池セル250の電圧を入力され、いずれかの電池セル250の電圧が一定値以上の場合には過電圧が生じていると判断する。過放電検出部234は、素電池電圧検出部230から各電池セル250の電圧を入力され、いずれかの電池セル250の電圧が一定値以下の場合には過放電が生じていると判断し、スイッチ238を閉じる（オン）ための信号を出力する。

【0101】

過電流検出部233は、抵抗252を流れる電流値を検出し、検出した電流が許容最大電流値を超えた場合には過電流が生じていると判断し、スイッチ238を閉じるための信号を出力する。過放電検出部234又は過電流検出部233からの信号によりスイッチ238が閉じられると、過電流過放電出力端子156とグラウンドラインとが接続される。従って、その場合には、電池保護IC253は、電動工具101のコントローラ104に0ボルト（Lo信号）を出力することとなる。

【0102】

大電流検出回路241は抵抗252を流れる電流が20A以上か否かを検知し、20A以上であれば、タイマカウンタ242に信号を出力する。タイマカウンタ242はその信号が入力されると、タイマのカウントを開始し、50秒が経過するとスイッチ238にス

10

20

30

40

50

スイッチ238を閉じる(オン)ための信号を出力する。スイッチ238が閉じると上述のように電池保護IC253は、過電流過放電出力端子156を介して電動工具101のコントローラ104に0ボルト(L0信号)を出力する。大電流検出回路241が検出した電流が20Aを下回った場合は、大電流検出回路241は復帰回路243に信号を出力する。復帰回路243はその信号が入力されると、上述とは別のタイマのカウントを開始し、5秒が経過するとタイマカウンタ242にタイマをリセットするための信号を出力する。

#### 【0103】

このように、電流が20A以上である状態が50秒間継続すると、電池保護IC253は電動工具101のコントローラ104に0ボルト(L0信号)を出力する。電流が20A以上となってもその状態が50秒間経過する前に電流が20Aを下回ると、タイマカウンタ242のタイマのカウントは一時停止される。電流が20Aを下回る状態が5秒間継続すると、復帰回路243によってタイマカウンタ242のタイマのカウントがリセットされる。これにより、再び電流が20A以上となってもその状態がさらに50秒間継続しない限りは、電動工具101のコントローラ104に0ボルト(L0信号)は出力されない。

10

#### 【0104】

電動工具101のモータ105は、スイッチユニット103およびコントローラ104を介して正極端子147および負極端子143に接続される。スイッチユニット103はモータ105に接続され、トリガスイッチ108と、正逆スイッチ109を備える。トリガスイッチ108は、モータ105と直列に接続され、作業者に操作されることにより、モータ105のオン又はオフする。正逆スイッチ109は、正極端子147と負極端子143に接続されるモータ105の極性を反転させ、回転方向を変更するためのスイッチである。

20

#### 【0105】

コントローラ104は、電池保護IC253から電力供給遮断のための信号が入力されると、FET121をオフにすることによりモータ105への電力供給のための閉回路を遮断し、電動工具101を停止させる。コントローラ104は、メイン電流スイッチ回路120、メイン電流スイッチオフ保持回路130および表示部140で構成される。

#### 【0106】

メイン電流スイッチ回路120は、FET121、抵抗122、およびコンデンサ123で構成される。FET121は、ドレインがモータ105に、ゲートが過電流過放電出力端子156に、ソースが負極端子143にそれぞれ接続される。抵抗122は、正極端子147とFET121のゲートとの間に接続される。コンデンサ123は、FET121のゲートとソースとの間に接続される。FET121のゲートと、抵抗122と、コンデンサ123との接点を接点124とする。

30

#### 【0107】

FET121は、電池パック210からモータ105に正常に電力が供給されている間はオン状態である。すなわち、電動工具101と電池パック210が接続されると電池電圧が抵抗122を介して接点124(FET121のゲート)に印加されるためFET121はオンとなる。一方、電池保護IC253で過放電または過電流が検出されて、過電流過放電出力端子156からFET121のゲートに0ボルト(L0信号)が入力されると、FET121はオフし、モータ105への電力供給を遮断する。

40

#### 【0108】

メイン電流スイッチオフ保持回路130は、FET132、抵抗131、133、及びコンデンサ134で構成される。FET132は、ドレインがFET121のゲートおよび過電流過放電出力端子156に接続され、ソースが負極端子143に接続される。また、ゲートは、抵抗131を介してモータ105およびFET121のドレインと接続されると共に、互いに並列に接続された抵抗133およびコンデンサ134を介して負極端子143に接続される。FET132のゲート側の接点135に電圧が生ずると、FET1

50

32がオンし、FET132のドレインと接続されている接点124は、負極端子(グラウンドライン)143と接続される。接点124は、FET121のゲートと接続されているため、FET121のゲートも負極端子143と接続され、FET132のオンによりFET121がオフになる。

#### 【0109】

表示部140は、抵抗141とLED142で構成され、FET121のドレインとソースの間に、並列に接続される。トリガスイッチ108がオフ状態、もしくは、FET121がオンして、トリガスイッチ108がオンしてモータ105に電力が供給されている場合には、表示部140の両端には電位差がないので、LED142は点灯しない。一方、過放電または過電流が検出されてFET121がオフ状態になると、ドレインとソースとの間に電位差が生じるので、電流が抵抗141を介して流れてLED142が点灯し、過放電または過電流が検出されている状態であることを表示する。これにより、作業者は、過放電により電動工具101を動作させることができない状態であることを容易に認識することができる。

10

#### 【0110】

以上のように、第3の実施例においては、電池パック210内に設けた電池保護IC253によって、電動工具の使用時に生じる過大電流の所定時間以上の持続を遮断するように電動工具に指示することができる。この結果、電池パック210の異常な温度上昇を防止し、長寿命化を図ることができる。第3の実施例においては、電池パック210は4本の電池セル250を直列に接続しただけであり、第1の実施例のように並列接続された電池パック10よりも、各電池セル250から放電される電流量が大きくなる傾向にある。従って、本実施例のように電池パック210に設けた電池保護IC253を用いて放電電流を規制するようにすれば、電池セル250の寿命を大幅に延ばすことが可能となる。

20

#### 【実施例4】

#### 【0111】

次に図14を用いて本発明の第4の実施例に係る過電流保護回路について説明する。まず第4の実施例を説明する前に、図16～図19を用いて電動工具の別の例を説明する。第1の実施例においては、電動工具としてコードレスドリルの例を示した。コードレスドリルは、穿孔作業等の作業時間は通常数秒程度で終了することがほとんどであり、第1～第3の実施例で説明したような過電流保護回路はほとんど必要とされないのが現実である。従って、コードレスドリルのような電動工具には、過電流保護回路無しの電池パックでも実用上十分である。しかしながら、電動工具の中には過電流保護回路を有する方が良いものもある。

30

#### 【0112】

図16は、過電流保護回路を必要とされるコードレス式の電動工具を示す図であり、電動工具としてコードレス丸のこ601を示す。図16は電動丸のこ601を斜め前方から見た斜視図である。コードレス丸のこ601は、電池パック10を用いてモータを回転させて、丸のこ刃612を回転させるものである。コードレス丸のこ601は、外枠であるハウジング602を有し、ハウジング602の後方には電池パック10が装着される。電池パック10は、制御回路部を除いて、図3～図6又は図12で説明したものと同一構造のものを用いることができる。丸のこ刃612の外側には、ほぼ上側前方半分を覆う形状をした外枠であるソーカバ606と、丸のこ刃612の外周のほぼ下側半分を覆う形状をした丸のこ刃612を保護するセーフティカバー607と、丸のこ刃612を底面より下方向に突出可能な開口部を有するベース608を有する。ハウジング602の上方には、一部にトリガ613が収容されたハンドル部604が形成され、ハンドル部604の下端付近に電池パック10が装着される。

40

#### 【0113】

図17は、図16のコードレス丸のこ601の正面部分を断面図で示したものである。ハウジング602の内部にはモータ609が収容され、モータ609の回転力は、減速機構610を介して所定の比率で減速され出力軸611に伝達される。出力軸611の先端

50

には丸のこ刃 6 1 2 が取付けられ、丸のこ刃 6 1 2 がモータ 6 0 9 によって回転駆動される。

【 0 1 1 4 】

このようなコードレス丸のこ 6 0 1 においては、切断する対象の切断距離が長い場合には、十秒以上モータ 6 0 9 を連続回転させることがあり得る。また、丸のこの場合は、作業者がハンドル部 6 0 4 を木材等に押しつける力の大きさによってモータ 6 0 9 に係る負荷の大きさが変わってくる。特に、切断対象の木材が堅かったり、節が多いような場合であって、作業者がハンドル部 6 0 4 に強い力を加えながら切断すると、モータ 6 0 9 に流れる電流、即ち電池パック 1 0 からの放電電流が大きくなり、その大電流が長く続くこともある。

10

【 0 1 1 5 】

図 1 8 は、過電流保護回路を必要とされる他の電動工具、コードレスハンマドリル 7 0 1 を示す図であり、斜め後方から見た斜視図である。図 1 8 において、コードレスハンマドリル 7 0 1 はハウジング 7 0 2 の後方側にハンドル部 7 0 4 が形成される。ハンドル部 7 0 4 の一部にはトリガ 7 1 3 が設けられる。ハウジング 7 0 2 の前方側下方にはバッテリー装着部 7 1 4 が設けられ、電池パック 1 0 が取り付けられる。コードレスハンマドリル 7 0 1 は、コンクリートの穴あけ、アンカの下穴あけ、コアビット作業、ハツリ、溝堀り等の作業に用いられ、1回の作業時間が十秒を越えることもあり得る。従って、コードレスハンマドリル 7 0 1 においては、本発明の過電流保護回路を用いることは電池パック 1 0 の保護だけでなく、モータ保護の観点からも好ましい。

20

【 0 1 1 6 】

図 1 9 は、過電流保護回路を必要とされるさらに他の電動工具、コードレスジグソー 8 0 1 を斜め前方から見た斜視図である。図 1 9 において、コードレスジグソー 8 0 1 は、ハウジング 8 0 2 の上方にハンドル部 8 0 4 を備え、ハンドル部 8 0 4 にはトリガ 8 1 3 が設けられる。ハンドル部 8 0 4 の後方には、電池パック 1 0 が装着される。ハウジング 8 0 2 の下方には丸のこ刃（図示せず）を底面より下方向に突出可能な開口部を有するベース 6 0 8 を有する。

【 0 1 1 7 】

コードレスジグソー 8 0 1 は、木材の曲線切りの作業に用いられ、1回の作業時間が十数秒から数十秒に渡ることもある。また、曲線切りの際に作業者がハンドル部 8 0 4 を介して強い力で押しつけると、モータにかかる負荷が増大し、流れる電流が大きくなる傾向にある。従って、コードレスジグソー 8 0 1 においては、本発明の過電流保護回路を用いることは電池パック 1 0 の保護だけでなく、モータ保護の観点からも好ましい。

30

【 0 1 1 8 】

以上のように図 1 6 ~ 図 1 9 で示した電動工具においては、過電流保護回路を有する電池パックを用いることは、電池パック 1 0 の劣化防止、長寿命化のために大変効果的である。しかしながら、電動工具に装着できる電池パックには、同一電圧の電池パックでも容量の差や、電池セルの違い等でいくつかの種類があり、電池パック内に過電流保護回路を持たないものもある。そこで第 4 の実施例では、過電流保護回路を電動工具の内部に設けるように構成したものである。

40

【 0 1 1 9 】

図 1 4 は本発明の第 4 の実施例に係る過電流保護回路の回路図である。図 1 4 において、図 1 3 と同じ回路素子の部分には同じ参照符号を付しており、繰り返しの説明は省略する。第 4 の実施例においては、電池パック 2 6 0 側に所定電流で所定時間以上の過電流を検出するのではなく、電動工具 3 0 1 の内部にマイコン（マイクロコンピュータ）3 6 0 を設けて、マイコン 3 6 0 によって過電流状態の検出及びモータ 1 0 5 への電流遮断の制御を行うようにした。

【 0 1 2 0 】

マイコン 3 6 0 は、中央処理装置（CPU）3 6 1、ROM 3 6 2、RAM 3 6 3、タイマ 3 6 4、A/Dコンバータ 3 6 5、出力ポート 3 6 6、リセット入力ポート 3 6 7 を

50

含んで構成され、これらは内部バスにより相互に接続される。

【0121】

電流検出部350は、FET121に流れる電流を検出するもので、入力側はFET121のドレインの接続点に接続され、出力側はマイコン360のA/Dコンバータ365に接続される。電流検出部350は増幅回路を備えた構成で、FET121のオン抵抗に基づき、その流れる電流の方向によって生じる電位を増幅する。このように放電に対応して増幅回路に出力が生じ、この出力に基づきマイコン360のA/Dコンバータ365はデジタル信号に変換する。

【0122】

電源回路部370は3端子レギュレータを含んで構成され、マイコン360に供給するための定電圧 $V_{CC}$ を生成する。電源回路部370には、平滑コンデンサ371、372が並列に接続される。さらに電源回路部370はマイコン360のリセット入力ポート367に接続され、マイコン360を初期状態にするためにリセット入力ポート367にリセット信号を出力する。

【0123】

このような回路構成において、マイコン360はトリガスイッチ108が引かれたことを検出すると、電流検出部350により電流値を取得し、図8で示した手順に従ってモータ105に流れる大電流の継続状況を監視し、継続時間が所定時間以上になったら作業者に対してアラーム動作を行う。さらに大電流が続いた場合には、マイコン360は出力ポート366を介してFET132のゲートにハイ信号を出力することにより、FET132をオンとして、FET132のソース-ゲート間電圧を0ボルトとする。この結果、FET121のゲート信号が0ボルト(L0信号)になり、FET121のゲート信号がオフとなり、モータ105に供給される電流路が遮断され、モータ105の回転が停止する。

【0124】

以上のように第4の実施例では電動工具301側にマイコン360を設けて過電流に対する保護を行うようにしたので、電池パック260には所定時間以上の過電流を検出する手段を設ける必要はない。従って、電池保護IC283は、図13で示すような大電流検出回路241、タイマカウンタ242、復帰回路243を有しない。図14の電池パック260に含まれる電池保護IC283は、過大なピーク電流保護の為の回路と、充電時の過充電保護のための回路を含む市販されている汎用ICを用いることができ、大電流が十数秒から数十秒にわたって続くことを監視するために専用の回路を設ける必要はない。

【0125】

以上、本発明を実施例に基づいて説明したが、本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲内で種々の変更が可能である。例えば、図14で示す電動工具301に、図13で示した電池パック210をそのまま接続しても良い。この場合は、電動工具301側に設けられた過電流保護回路及び電池パック210に設けられた過電流保護回路の双方が働くことになるが、先に働くいずれかの過電流保護回路によってモータ105が停止されることになり、過電流保護回路の冗長性が高まり、より信頼性が高い電動工具を実現できる。

【0126】

上述した電池パックは、電動工具に用いるだけでなく、コードレス掃除機、コードレス作業ライト、コードレス噴霧器、その他のコードレス電動機器、コードレス作業機器に用いることができる。また、大電流連続放電に対する保護のための制御条件(遮断時間、アラーム動作時間)については上述した例に限られず、用いられる電動工具や作業特性に応じて任意に設定すれば良い。さらに、アラーム動作においては、上述の実施例では1秒間だけ高速なスイッチング動作(パルス駆動)を行うことによって実現したが、これだけに限られずにその他の任意の方法にて作業者に警告を発するようにしても良い。

【符号の説明】

【0127】

10

20

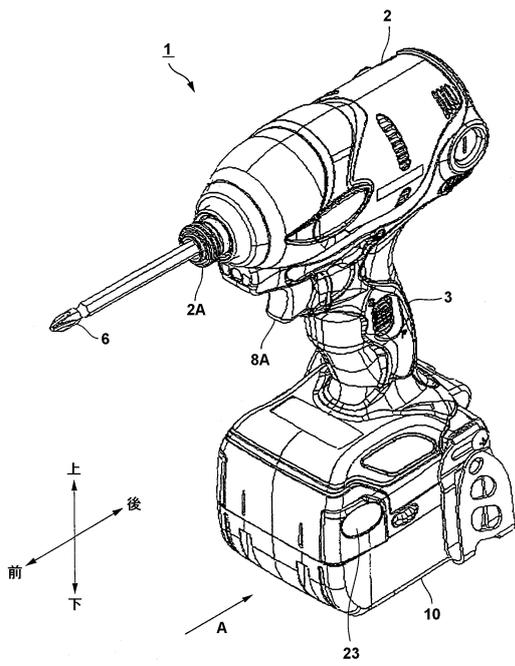
30

40

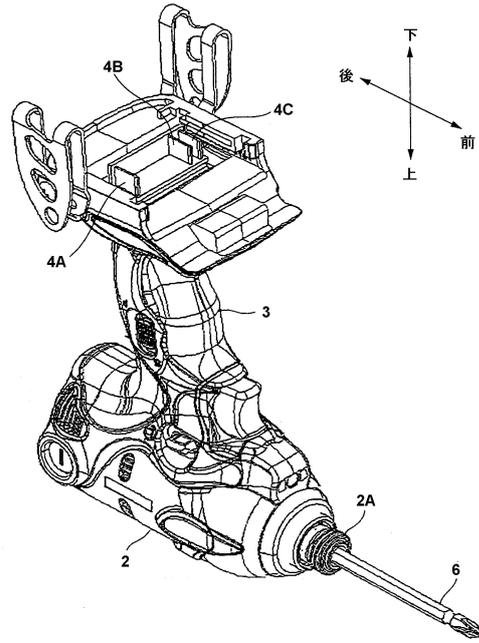
50

1	電動工具	2	本体部	2 A	工具保持部	3	ハンドル部	
4	端子	4 A	正極端子	4 B	負極端子	4 C	信号伝達端子	
5	モータ	6	先端工具	8	トリガスイッチ	8 A	トリガ	
10	電池パック	20	ハウジング	21	上側ハウジング			
21 A	ボス	22	下側ハウジング	22 A	ボス	23	操作部	
24	端子挿入部	24 A	スリット	30	ケース			
31	セルフフレーム	32	電池セル	32 A ~ 32 D	電池セル組			
40	基板	40 A、40 B	領域	42	端子			
42 A	(充電用)正極端子	42 B	(放電用)正極端子					
42 C、42 D	信号伝達端子	42 F	(充放電用)負極端子					10
42 G	信号伝達端子	49	端子カバー	50	スイッチング部			
51	F E T	52	ダイオード	53、54	抵抗			
55	定電圧電源	56	三端子レギュレータ					
57、58	平滑コンデンサ	59	リセット I C	60	マイコン			
61	C P U	62	R O M	63	R A M	64	タイマ	
65	A / Dコンバータ	66	出力ポート	67	リセット入力ポート			
70	電池電圧検出部	71 ~ 73	抵抗	75	電池温度検出部			
76	サーミスタ	77、78	抵抗	80	電流検出部			
83	トリガ検出部	84、85	抵抗	86	表示部			
87	L E D	88	抵抗	90	放電曲線	99	充電器	20
101	電動工具	103	スイッチユニット	104	コントローラ			
105	モータ	108	トリガスイッチ	109	正逆スイッチ			
120	メイン電流スイッチ回路	121	F E T	122	抵抗			
123	コンデンサ	124	接点					
130	メイン電流スイッチオフ保持回路	131	抵抗	132	F E T			
133	抵抗	134	コンデンサ	135	接点	140	表示部	
141	抵抗	142	L E D	143	負極端子	147	正極端子	
156	過電流過放電出力端子	157	過充電出力端子					
210	電池パック	220	ハウジング	221	上側ハウジング			
222	下側ハウジング	225	ケース	230	素電池電圧検出部			30
233	過電流検出部	234	過放電検出部	235	過電圧検出部			
238	スイッチ	240	基板	241	大電流検出回路			
242	タイマカウンタ	243	復帰回路	250	電池セル			
251	電池セル群	252	抵抗	253	電池保護 I C			
260	電池パック	283	電池保護 I C	301	電動工具			
350	電流検出部	360	マイコン	361	C P U			
362	R O M	363	R A M	364	タイマ			
365	A / Dコンバータ	366	出力ポート					
367	リセット入力ポート	370	電源回路部					
371	平滑コンデンサ	450	放電曲線					40
601	コードレス丸のこ	602	ハウジング	604	ハンドル部			
606	ソーカバー	607	セーフティカバー	608	ベース			
609	モータ	610	減速機構	611	出力軸			
612	丸のこ刃	613	トリガ	701	コードレスハンマドリル			
702	ハウジング	704	ハンドル部	713	トリガ			
714	バッテリー装着部	801	コードレスジグソー					
802	ハウジング	804	ハンドル部	813	トリガ			

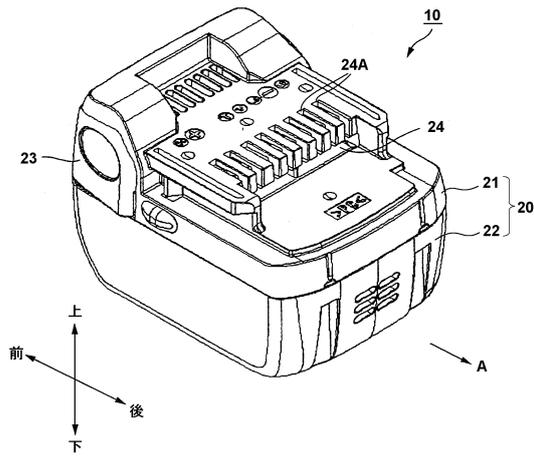
【図1】



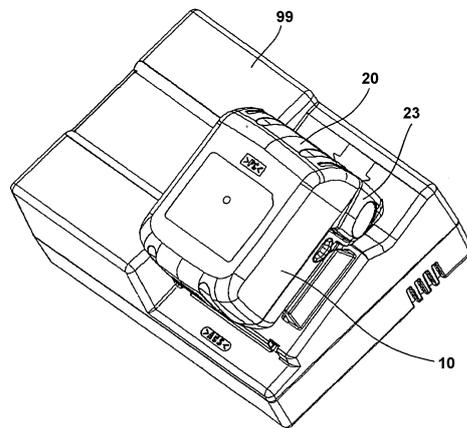
【図2】



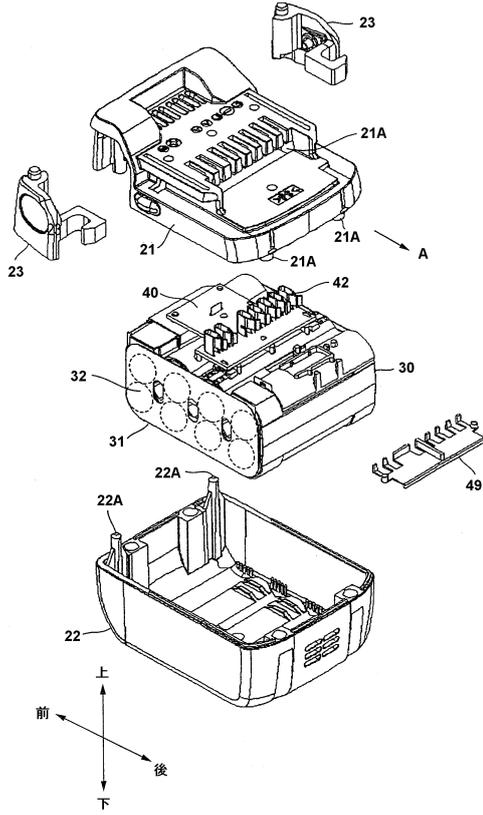
【図3】



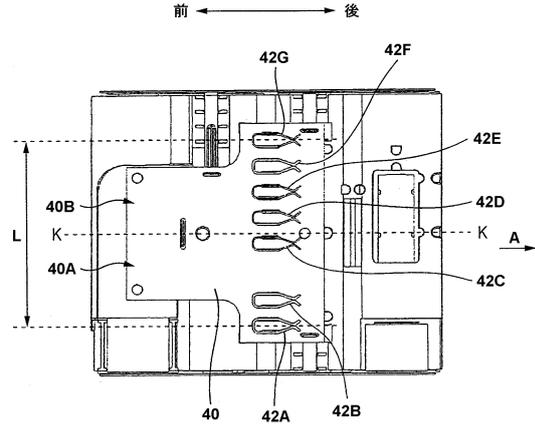
【図4】



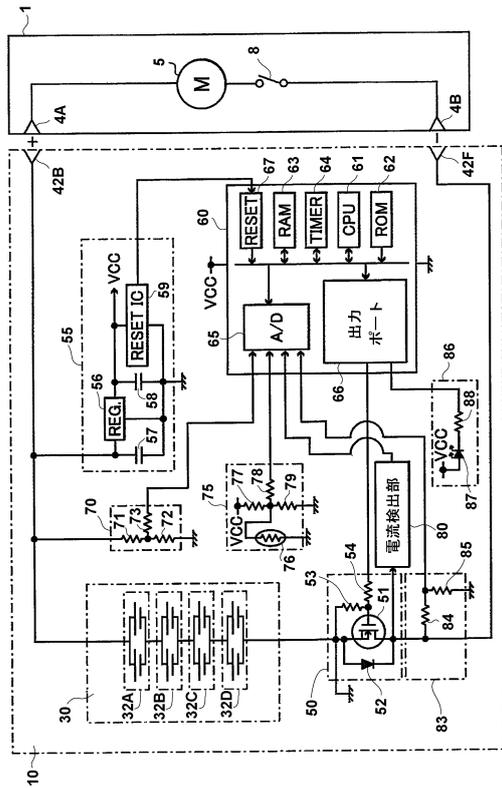
【図5】



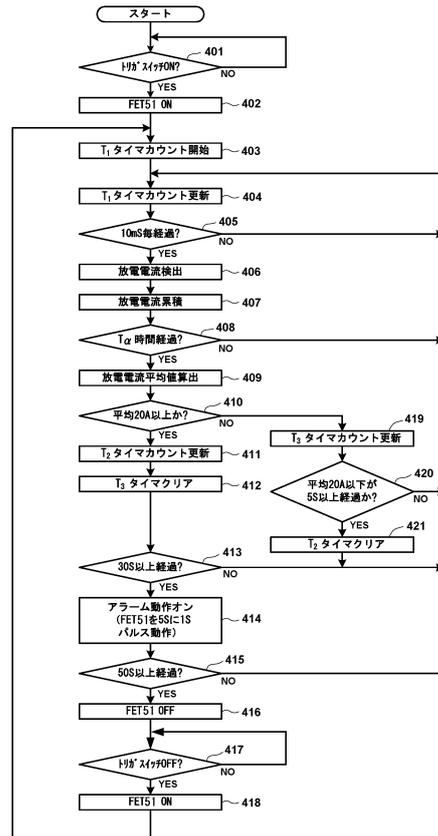
【図6】



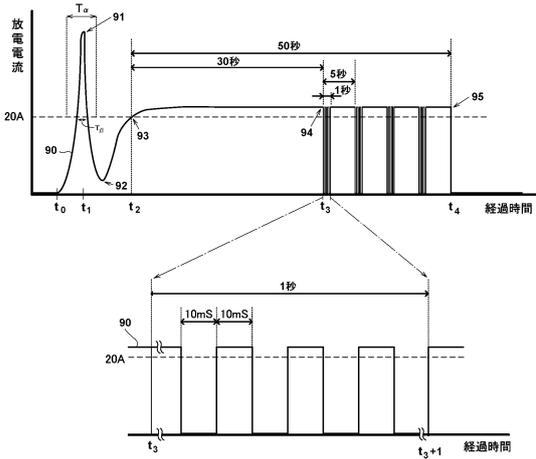
【図7】



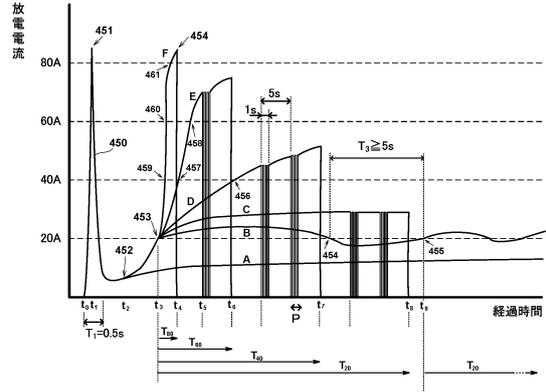
【図8】



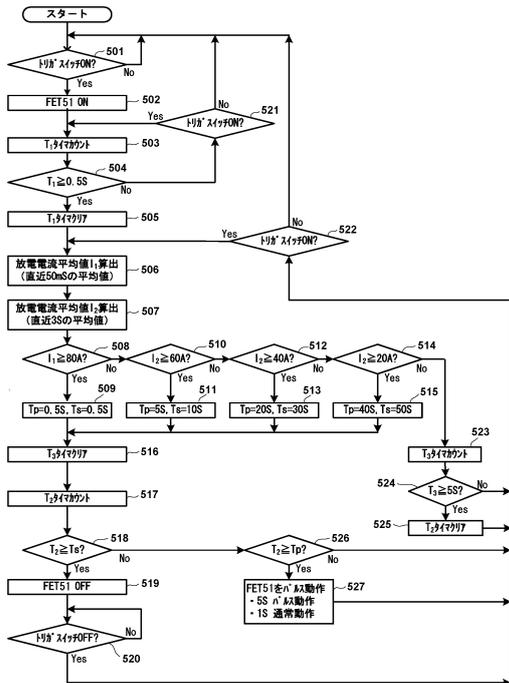
【図9】



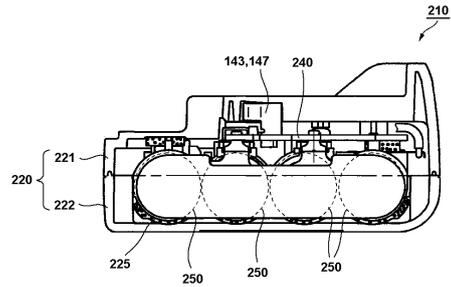
【図10】



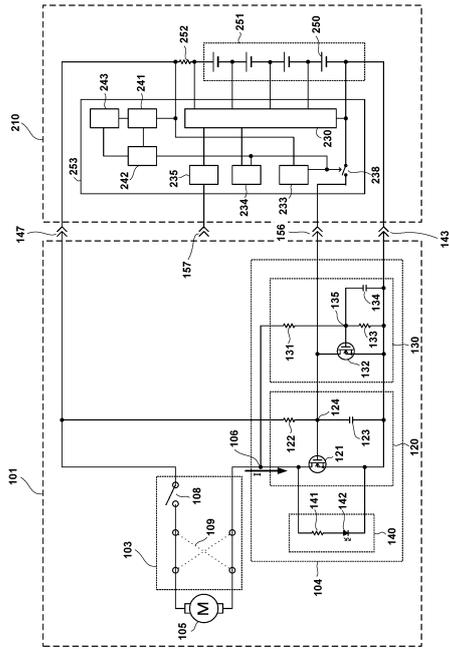
【図11】



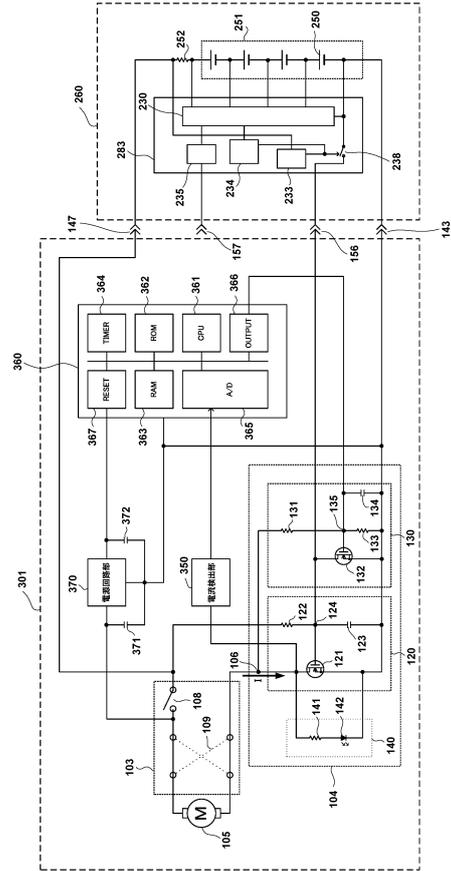
【図12】



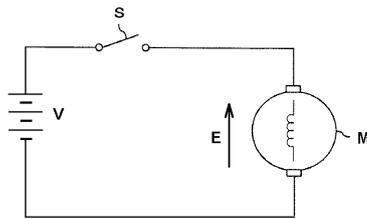
【 図 13 】



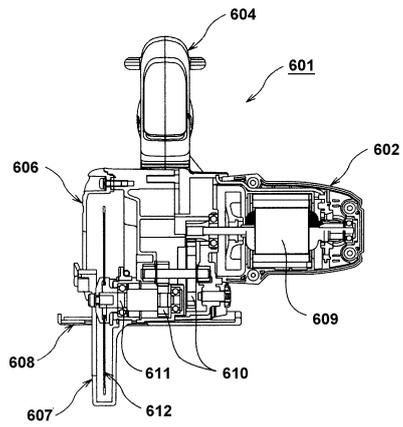
【 図 14 】



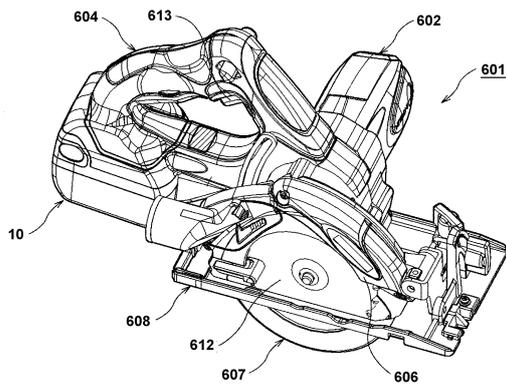
【 図 15 】



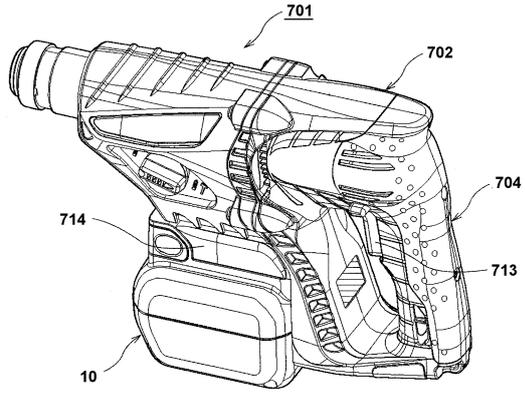
【 図 17 】



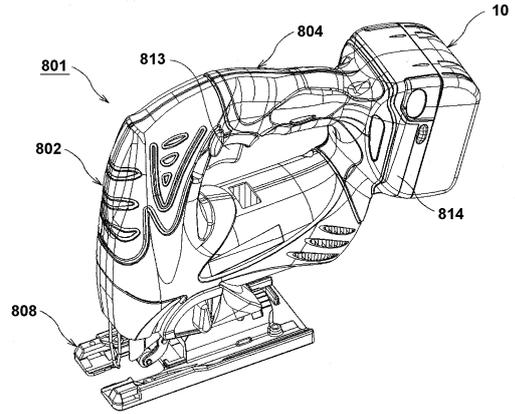
【 図 16 】



【 18】



【 19】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 2 J 7/00 3 0 2 A

審査官 中野 裕之

(56)参考文献 特開2007-203387(JP,A)  
特開2010-110882(JP,A)  
特開2005-525939(JP,A)  
特開2010-131749(JP,A)  
特開2010-158743(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 5 F 5 / 0 0  
H 0 1 M 1 0 / 4 4  
H 0 1 M 1 0 / 4 8  
H 0 2 J 7 / 0 0