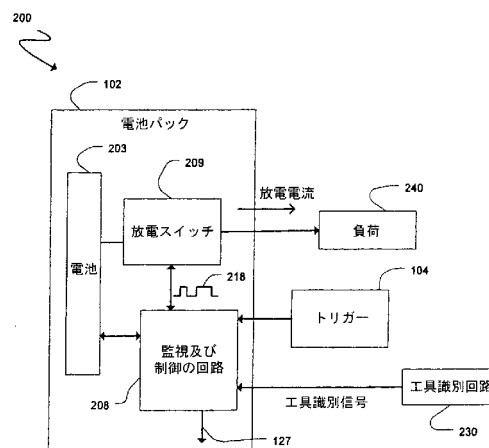




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 つの電池と、
前記少なくとも 1 つの電池に結合される放電スイッチと、
関連するコードレス電力工具のトリガーの位置に応じて前記放電スイッチに制御信号を供給する監視及び制御の回路と、
を備え、
前記放電スイッチは、前記制御信号に応じて前記コードレス電力工具の負荷に与えられる放電電流を制御することを特徴とする電池パック。

【請求項 2】

前記負荷は、前記コードレス電力工具の要素を駆動するモーターを備え、前記モーターは、前記放電スイッチによって制御される前記放電電流を受信し、前記放電スイッチは、前記放電電流を制御することによって、前記モーターにより駆動される前記要素の速度を制御することを特徴とする請求項 1 記載の電池パック。

【請求項 3】

前記制御信号は、パルス幅変調 (PWM) された信号を備え、前記放電スイッチは、前記放電電流を制御するために前記 PWM 信号のデューティサイクルに応じることを特徴とする請求項 1 記載の電池パック。

【請求項 4】

前記監視及び制御の回路は、前記放電電流を監視し、もし前記放電電流が最大放電電流閾値と等しいかそれより大きければ、前記放電スイッチを開けることを特徴とする請求項 1 記載の電池パック。

【請求項 5】

前記放電スイッチは、電界効果トランジスタ (FET) を備えることを特徴とする請求項 1 記載の電池パック。

【請求項 6】

負荷と、
トリガーと、
前記負荷へ電力を供給する少なくとも 1 つの電池を備えた電池パックと
を備え、
前記電池パックは、さらに、前記少なくとも 1 つの電池に結合される放電スイッチと、
前記トリガーの位置に応じて、前記放電スイッチに制御信号を供給する監視及び制御の回路とを備え、前記放電スイッチは、前記制御信号に応じて、前記負荷に供給される放電電流を制御することを特徴とするコードレス電力工具。

【請求項 7】

前記負荷は、前記コードレス電力工具の要素を駆動するモーターを備え、前記モーターは、前記電池パックの前記放電スイッチによって制御される前記放電電流を受信し、前記放電スイッチは、前記放電電流を制御することで前記モーターにより駆動される前記要素の速度を制御することを特徴とする請求項 6 記載のコードレス電力工具。

【請求項 8】

前記トリガーの前記位置に応じて、入力信号を、前記電池パックの前記監視及び制御の回路に提供する速度選択回路を、さらに備えることを特徴とする請求項 7 記載のコードレス電力工具。

【請求項 9】

前記速度選択回路は、1 つの抵抗と直列になった可変抵抗を備え、
前記可変抵抗の抵抗値は、前記トリガーの前記位置に応じて設定され、かつ前記要素の希望する速度を表し、前記 1 つの抵抗の抵抗値は、最大放電電流率を表すことを特徴とする請求項 8 記載のコードレス電力工具。

【請求項 10】

前記制御信号は、パルス幅変調 (PWM) された信号を備え、前記放電スイッチは、前

10

20

30

40

50

記PWM信号のデューティサイクルに応じて前記放電電流を制御することを特徴とする請求項6記載のコードレス電力工具。

【請求項11】

前記監視および制御の回路は、前記放電電流を監視し、もし前記放電電流が最大放電電流閾値と等しいかそれよりも大きければ、前記放電スイッチを開くことを特徴とする請求項6記載のコードレス電力工具。

【請求項12】

コードレス電力工具のトリガーの位置を監視する段階と、
前記トリガーの位置に応じて電池パックの放電スイッチの状態を制御して、前記コードレス電力工具の負荷に与えられる放電電流を制御する段階と
を備えることを特徴とする方法。

10

【請求項13】

前記負荷は、前記コードレス電力工具の要素を駆動するためのモーターを備え、前記モーターは、前記電池パックの前記放電スイッチによって制御される前記放電電流を受信し、前記放電スイッチは、前記放電電流を制御することで前記モーターにより駆動される前記要素の速度を制御することを特徴とする請求項12記載の方法。

【請求項14】

前記放電電流を監視する段階と、
もし、前記放電電流が最大放電電流閾値と等しいかそれよりも大きければ、前記電池パックの前記放電スイッチを開ける段階と
をさらに備えることを特徴とする請求項12記載の方法。

20

【請求項15】

一旦前記電池パックが前記コードレス電力工具に結合されると、工具識別信号を前記電池パックに提供する段階をさらに備え、前記工具識別信号は、前記コードレス電力工具に特有のデータを表すことを特徴とする請求項12記載の方法。

【請求項16】

前記データは、前記コードレス電力工具の最大放電電流を備えることを特徴とする請求項15記載の方法。

【請求項17】

前記データは、前記コードレス電力工具の熱的過負荷点を備えることを特徴とする請求項15記載の方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コードレス電力工具に関し、特に、コードレス電力工具におけるスイッチの削減に関する。

本発明は、2004年5月4日出願の特許文献1の出願日の権利を主張し、その教示するところを、ここに参考のために組み入れる。

【背景技術】

【0002】

様々な広範囲のコードレス電力工具が出回っており、建設分野、火災救助分野等の異なる分野で利用することができる。コードレス電力工具のいくつかの例として、コードレスドリル、コードレス丸鋸、コードレス往復鋸、コードレス研磨機、コードレスねじ回し、懐中電灯などがあるが、これらに限定されるものではない。コードレス電力工具は、工具を動作させる電力を供給するのに、再充電可能な電池パックを利用することになる。再充電可能な電池パックは、簡単にコードレス電力工具から外して、充電の目的で外部の充電器につなげることができる。

40

【0003】

電池パックには、1つ或いは2つ以上の電池が含まれる。電池パックには、電池の電圧レベルや放電電流や充電電流などのスイッチも含まれよう。電池パックには、何らかの過

50

負荷状態を検出する監視回路に応答して開く放電スイッチのようなスイッチも含まれよう。他の制御スイッチをコードレス電力工具に利用して、コードレス電力工具の負荷に与えられる放電電流のレベルを制御することができる。例えば、制御スイッチを、コードレス電力工具の要素の速度を制御する速度制御スイッチにすることができる。このスイッチは、過負荷保護を要する、比較的高価なスイッチであろう。従って、この分野には、変わらず類似の機能を提供するような速度制御スイッチを除く必要がある。

【0004】

【特許文献1】米国仮出願第60/568,038号明細書

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

10

【0005】

本発明の一態様によると、電池パックが提供される。電池パックには、少なくとも1つの電池と、少なくとも1つの電池に結合される放電スイッチと、関連するコードレス電力工具のトリガーの位置に応じて放電スイッチに制御信号を供給する監視及び制御の回路と、制御信号に応じて、コードレス電力工具の負荷に与えられる放電電流を制御する放電スイッチとを含んでいよう。

【0006】

本発明の他の一態様によると、コードレス電力工具が提供される。コードレス電力工具には、負荷とトリガーと電池パックとが含まれよう。電池パックには、負荷へ電力を供給する少なくとも1つの電池が含まれよう。電池パックには、さらに、少なくとも1つの電池に結合される放電スイッチと、トリガーの位置に応じて放電スイッチに制御信号を供給する監視及び制御の回路とが、さらに含まれるだろう。放電スイッチは、制御信号に応じて、負荷に供給される放電電流を制御することができる。

20

【0007】

本発明の更に別の一態様によると、一方法が提供される。その方法には、コードレス電力工具のトリガーの位置を監視する段階と、トリガーの位置に応じて電池パックの放電スイッチの状態を制御して、コードレス電力工具の負荷に与えられる放電電流を制御する段階とが含まれるだろう。

【0008】

特許の主要部の実施形態の特徴と利点とは、以下の詳細な説明が進むにつれて、また類似の番号が類似の部品を示している図面を参照することで明らかになるだろう。

30

【0009】

以下の詳細な説明は、例示的な実施形態に対して作られたものを参考に進めるが、多くの改変と変更と変種は、当業者には明らかであろう。従って、特許の主要部は、様々な面から考えられることを想定している。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

図1は、コードレス電力工具100の斜視図である。コードレス電力工具100は、コードレスドリルとして図示されており、ここで、実施形態に関するものとして説明する。しかし、コードレス電力工具100は、コードレス丸鋸、コードレス往復鋸、コードレス研磨機、コードレスねじ回し、コードレス懐中電灯を含む、なんらかの種類のコードレス電力工具であって良いが、それに限定されるものではない。コードレス電力工具には、工具100を動作させる電力を供給するために、再充電可能な電池パック102も含まれる。再充電可能な電池パック102は、簡単にコードレス電力工具100から外して、充電の目的で外部の充電器につなげることができる。コードレス電力工具100は、トリガー104も含んでいよう。ドリルに対して、使用者はトリガー104を押したり離したりして、チャック142の速度を制御することができる。懐中電灯のような他の道具に対して、使用者は、トリガーの位置によって、懐中電灯から照明の強さを制御することができる。

40

【0011】

50

図2は、図1のコードレス電力工具の電源システム200の図である。電源システム200には、電池パック102と負荷240とトリガー104と工具識別(ID)回路230が含まれよう。ここで、いずれの実施形態で使用されようと、「回路」は、例えば、接続された回路、プログラム可能な回路、ステートマシン回路、および／またはプログラム可能な回路によって実行される命令を貯蔵したファームウェアを単独で、あるいは幾つか組み合わせて備える。

【0012】

電池パック102には、電力をシステム200のために供給する、1つあるいは2つ以上の電池203が含まれよう。電池103は、一実施形態において、リチウムイオンであって良い。電池パック102は、電力を放電スイッチ209を介して負荷240に供給することができる。一実施形態において、放電スイッチは、電界効果トランジスタ(FET)で良い。電池パック102には、監視及び制御の回路208も含まれよう。監視と制御の回路208は、1つ或いは2つ以上の電池パックの電流と温度と各電池の電圧レベルを測定するだろう。

【0013】

監視及び制御の回路208は、測定値に関連した閾値と比較し、測定した大きさの内の1つが関連する閾値に等しいかそれより大きければ、過負荷の状態であると識別するだろう。例えば、過負荷の状態は、放電電流が、最大放電電流を表す閾値に等しいかそれより大きいことであろう。他の例では、過負荷状態は、電池203への充電電流が、最大充電電流を表す閾値に等しいかそれより大きいことであろう。さらに他の例では、過負荷の状態は、電池の電圧レベルが電圧閾値と等しいかそれより大きいことであろう。さらに他の例では、過負荷の状態は、部品の温度が温度の閾値に等しいかそれより大きいことであろう。過負荷の状態を検出すると、監視と制御の回路208は、出力制御信号を与えて、電源システム200の部品を保護する。出力制御信号は、電池パック102内部の1つ或いは2つ以上のスイッチに供給されるか、制御入力として電池パック102外部の他の回路へパス127を経由して供給されるだろう。一実施形態では、電池203からの放電電流が、最大放電電流の閾値に等しいかそれより大きいような過負荷状態で、出力制御信号が、放電スイッチ209に供給されてスイッチ209を開くことができる。

【0014】

監視と制御の回路208は、トリガー104の位置に応じて、放電スイッチ209に制御信号を供給することができる。制御信号は、一実施形態においてパルス幅変調(PWM)信号218であって良く、放電スイッチ209はPWM信号218のデューティサイクルに応じて、放電電流を制御することができる。PWM信号218は、例えば5～10キロヘルツ(KHz)の固定周波数で動作することができる。PWM信号のデューティサイクルが増加すると、放電スイッチ209のオン時間は増加し、それゆえ負荷240に与えられる放電電流のレベルは増加するだろう。同様に、PWM信号のデューティサイクルが減少すると、放電スイッチのオン時間は減少し、負荷240に与えられる放電電流のレベルは減少するだろう。

【0015】

工具識別(ID)回路230は、工具識別信号を監視及び制御の回路208に供給するだろう。工具識別信号は、特定のコードレス電力工具の様々な電力パラメータのような、コードレス電力工具に特定のデータを表すだろう。例えば、工具識別信号は、特定のコードレス電力工具の最大放電電流を示すだろう。他の例として、工具識別信号は、コードレス電力工具の熱的過負荷点を示すだろう。工具識別回路230には、一実施形態において並列の抵抗あるいはコンデンサのような安価な受動部品が含まれたり、他の実施形態においては、単純な固定抵抗が含まれるだろう。加えて、工具識別回路230は、電池パック102が適切なコードレス電力工具に正しく差し込まれたことを示す、便利な第2識別子を供給するだろう。正しい工具識別信号が無い場合、電池パック102は、充電を拒否し、それによってシステムの安全性を向上させる。

【0016】

10

20

30

40

50

図3は、図2の電源システム200と整合する電源システム300の図である。図2と似た図3の部品は、そのようなものとして参照番号が振られ、その結果、ここでは繰り返しの説明は簡略化のために省く。図3の負荷240aは、関連する歯車のつながり（図示せず）を通して要素142を駆動するように構成されたモーター340であろう。一例として、要素142は、ドリルビットを支える図1のドリルのチャックであって良い。有利なことに、コードレス電力工具においてモーター340への入力側に置かれるだろう従来の速度制御スイッチは、除かれた。その場所では、放電スイッチ209が放電電流を制御して、それによって、モーター340に駆動される要素142の速度を制御するだろう。

【0017】

速度選択回路316は、トリガー104の位置、すなわちコードレス電力工具の要素142の希望する速度を表すトリガー104からの信号を受け取ることになる。速度選択回路316は、入力信号を、希望する速度を表す電池102の監視及び制御の回路208に供給するだろう。その後、監視及び制御の回路208は、制御信号を、放電スイッチ209に供給して、モーター340に与えられる放電電流を制御することによって、要素142の速度を制御することができる。

【0018】

動作において、コードレス電力工具の使用者は、希望する量だけトリガー104を押して、要素142の速度を制御することができる。トリガー104の位置に応じて、速度選択回路316は、入力信号を監視及び制御の回路208に提供することになる。監視と制御の回路208には、速度選択回路316からの入力信号に応じて、PWM信号218のデューティサイクルを変更するPWM生成器が含まれる。PWM信号218は、例えば5～10KHzの固定した周波数で動作することができる。PWM信号のデューティサイクルが増加するにつれて、放電スイッチ209のオン時間は増加し、コードレス電力工具の要素142の速度も増加するだろう。同様に、PWM信号のデューティサイクルが減少するにつれて、放電スイッチ209のオン時間は減少し、電力工具の要素142の速度は減少するだろう。一例として、PWM信号のデューティサイクルは、およそ10%（低速）から75%（高速）まで変化するだろう。

【0019】

図4は、図1のコードレス電力工具に対する、他の電源システムである。放電スイッチ209はFET・Q1で良い。FET・Q1は、pチャネルMOSFET（PMOS）或いはnチャネルMOSFET（NMOS）のような金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ（MOSFET）で良い。電池パック102aは、複数の電池203-1, 203-2, 203-(n-1), 203-nの複数の電池も含んでいよう。電池102aは、モーター巻き線として描かれる負荷240bを含む多くの負荷に電力を供給することができる。ダイオード410は、FET・Q1と並列に接続されて、充電電流を電池203-1, 203-2, 203-(n-1)に流すことができ、また電池からの放電電流を防ぐことができる。電池パック102aには、動作状態指示器406が含まれ、様々な検出状態の指示信号を、管理及び制御回路208から提供する。

【0020】

速度選択回路316aは、他の抵抗452と直列に可変抵抗454を含んでいよう。可変抵抗454は、ポテンショメータでよい。可変抵抗454の抵抗値は、トリガー104の位置に応じて設定することができる。従って、可変抵抗454の抵抗値は、要素142（図3参照）希望する速度を表していよう。抵抗452の抵抗値は、最大放電電流率を表していよう。この速度選択回路316aによって、懐中電灯のようなコードレス電力工具に対する、安価な放電制限および／または可変電力制御が可能になる。第3電池パック端子422は、希望する速度で速度選択回路316aからの情報を受信するのに、監視及び制御の回路208によって使用されるだろう。同様に、監視及び制御の回路208は、希望する速度を得るのに、特定のデューティサイクルにおいてPWM信号218を提供することができる。

10

20

30

40

50

【0021】

図5は、監視と制御の回路208の一実施形態208aである。監視と制御の回路208aは、スイッチネットワーク502と、アナログディジタル変換器(ADC)504と、プロセッサ506と、ドライバ508と、保護回路524と、PWM生成器510を含んでいよう。プロセッサ506は、スイッチネットワーク502に命じて、特定の電池203-1または203-2または203-(n-1)または203-nを選択することができる。そして、各電池に対する個々のアナログセル電圧レベルは、スイッチネットワーク502を通して標準化することができる。標準化されたアナログ信号は、その後、ADC504によって関連するディジタル信号へ変換され、プロセッサ506に提供される。従って、プロセッサ506は、各電池203-1と203-2と203-(n-1)と203-nの電圧レベルを表すディジタル信号をADC504から受信して、様々な電圧閾値と比較を行うことになる。

【0022】

例えば、電池パック102の充電中に、監視及び制御回路208aは、電圧レベルが過電圧閾値を超える電池があるかどうかを決定するために、電池の電圧レベルを監視することになる。もしそのような閾値が超過されると、プロセッサ506は、なんらかの予防措置を執るように指示するだろう。一例では、そのような予防措置は、特定のスイッチを開放へと駆動するために、信号をドライバ508に与えることで充電を停止するものであろう。他の例では、電池パック102の放電中に、監視と制御の回路208aは、電圧レベルが不足電圧閾値よりも小さい電池があるかどうかを決定するために、電池の電圧レベルを監視することになる。もし、そのような不足電圧閾値レベルに達すると、プロセッサ506は、なんらかの予防措置を執るように指示するだろう。一例では、そのような予防措置は、特定のスイッチを開放へと駆動するために、信号をドライバ508に与えることで放電を停止するものであろう。

【0023】

プロセッサ506は、保護回路524から他の信号を受信することもあるだろう。保護回路524は、一般的に、例えば過電流や短絡回路状態のような様々な電流過負荷状態に対して、電池パック102の電流の流入(充電モード)あるいは流出(放電モード)を監視し、プロセッサ506は、予防措置を取ることができるように、そのような状態を警告することになる。例えば、検知抵抗404(図4)のような電流検知素子は、保護回路524に、電流レベルが変化するにつれて、電池パックへ／からの電流レベルを表す信号を提供するだろう。保護回路524は、電流レベルと様々な閾値を比較し、信号をプロセッサに供給して、プロセッサ506が予防措置を取れるように、プロセッサに対して過電流状態あるいは短絡状態を知らせることができる。

【0024】

PWM生成器510は、速度選択回路316, 316aから信号を受信して、出力PWM信号をFET・Q1(図4参照)のような放電スイッチへ提供することができる。プロセッサ506によって、PWM信号は、過負荷状態が発生するまで、放電スイッチの状態を制御することができる。例えば過度の放電電流のような過負荷状態が発生すると、プロセッサ506は、PWM信号生成器510をディスエーブルにして、ドライバ508に放電スイッチを開くように命じるだろう。そのようなものとして、監視と制御の回路208aは、有利なことに、PWM制御器510をイネーブルにし、適当な時に放電スイッチ209を制御することができるし、またPWM制御器510をディスエーブルにして、過負荷状態が検出されると、放電スイッチを開くこともできる。

【0025】

図6は、一実施形態による処理600を示している。処理602は、コードレス電力工具のトリガーの位置を監視する段階を含むだろう。処理604は、コードレス電力工具の負荷に与えられる放電電流を制御するために、トリガーの位置に応じて電池パックの放電スイッチの状態を制御する段階を含むだろう。

【0026】

有利なことに、従来の速度制御あるいは負荷制御スイッチを除くことで、費用が節約され、複雑な構成が簡素化される。そのような速度制御或いは負荷制御は、電池パック内の放電スイッチによって達成される。加えて、コードレス電力工具は、工具識別回路を含むだろう。この工具識別回路によって、電池パックは、そうでなければ気付かない特定の工具についてのデータを受信することができる。そのようなデータは、特定のコードレス電力工具の最大放電電流や、特定の工具の熱的過負荷点の、2つを指定するためのデータが含まれる。加えて、工具識別回路は、電池パックが適切なコードレス電力工具に正しく差し込まれたかを示す補助的な指針を提供することができる。正しい工具識別信号が無い時は、電池パックは放電を拒否し、従ってシステムの安全性を向上させることができる。

【0027】

ここで使用された用語と表現は、説明の用語として使用されたものであり、限定をするものではなく、またその様な用語と表現にはここで示したり説明した特徴と等価である何かを排除する意図は無く、様々な変更が特許請求の範囲の範囲内で可能であることは理解されよう。他の変更と変形と改変も可能である。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】コードレス電力工具の斜視図である。

【図2】図1のコードレス電力工具の電源システムの図である。

【図3】負荷が、コードレス電力工具の要素を駆動するモーターである、図2と同一の図である。

【図4】図1のコードレス電力工具用の電源システムの他の図である。

【図5】監視及び制御の回路の一実施形態の図である。

【図6】一実施形態と整合する動作のフローチャートである。

【符号の説明】

【0029】

- 100…コードレス電力工具
- 102…電池パック
- 104…トリガー
- 127…パス
- 142…要素
- 200…電源システム
- 203, 203-x…電池
- 208, 208a…監視及び制御の回路
- 209…放電スイッチ
- 218…PWM信号
- 230…工具識別(ID)回路
- 240, 240a…負荷
- 316, 316a…速度選択回路
- 340…モーター
- 404…検知抵抗
- 406…動作状態指示器
- 410…ダイオード
- 422…第3電池パック端子
- 452…抵抗
- 454…可変抵抗
- 502…スイッチネットワーク
- 504…アナログデジタル変換器(ADC)
- 506…プロセッサ
- 508…ドライバ
- 510…PWM生成器

10

20

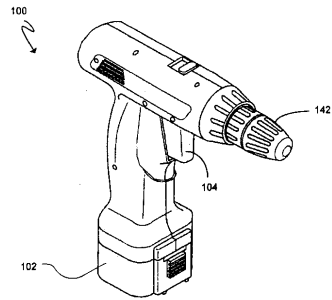
30

40

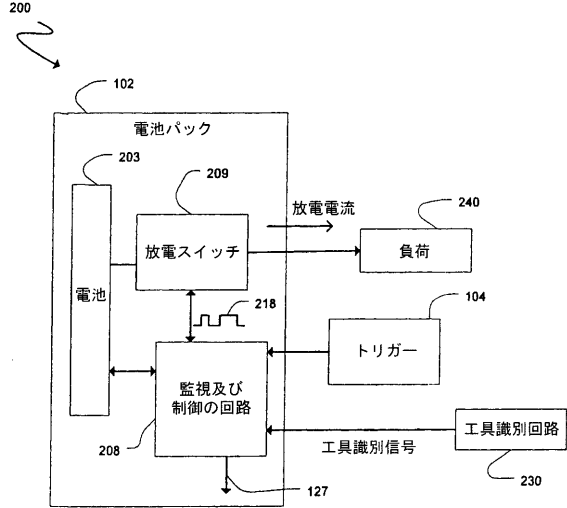
50

5 2 4 … 保護回路

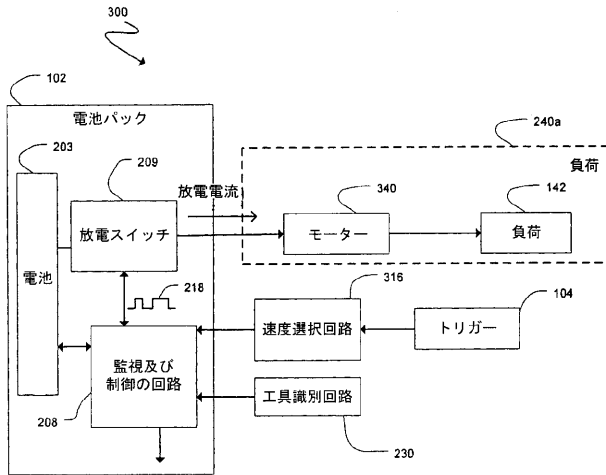
【図 1】



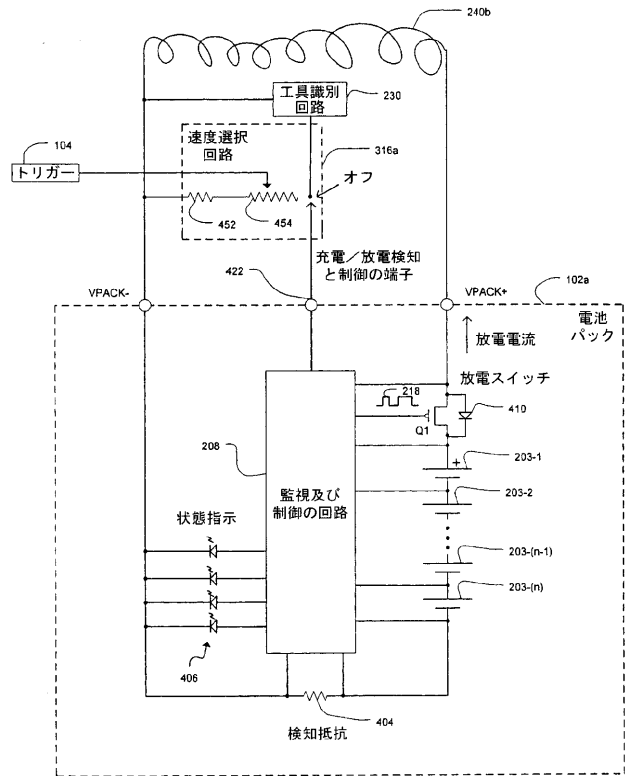
【図 2】



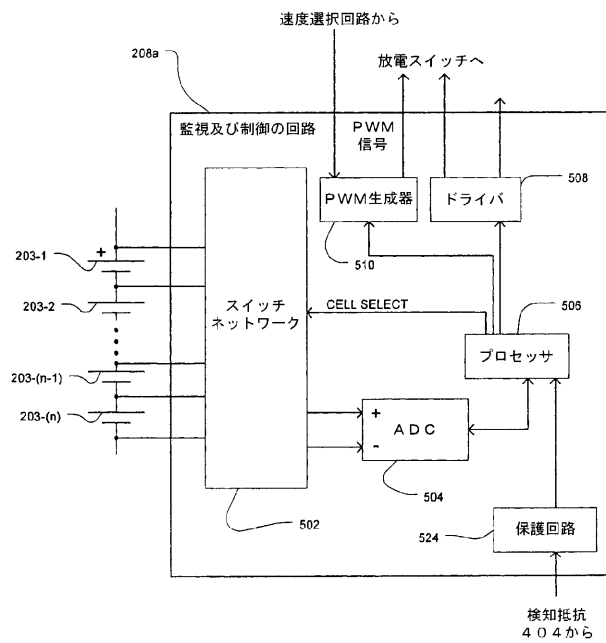
【図 3】



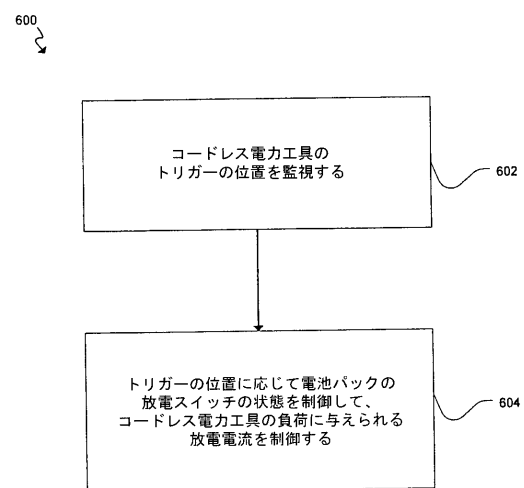
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H 0 2 H 7/18

(72)発明者 ブルース・エス・デニング

アメリカ合衆国・9 2 0 2 8・カリフォルニア・フォールブルック・インバーロッキー・ドライブ
・8 0 8

Fターム(参考) 5G003 BA01 DA02 DA15 FA04 FA08 GA01 GC05

5G053 AA00 BA00 CA01 EA01 EC03 FA04

5H030 AA09 AS12 BB00

【外国語明細書】

SWITCH REDUCTION IN A CORDLESS POWER TOOL

CROSS REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This application claims the benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial No. 60/568,038, filed May 4, 2004, the teachings of which are incorporated herein by reference.

FIELD

The present disclosure relates to cordless power tools and, more particularly, to reduction of switches in a cordless power tool.

BACKGROUND

A wide variety of cordless power tools are available that may be utilized in different applications such as construction applications, fire and rescue applications, etc. Some examples of cordless power tools include, but are not limited to, cordless drills, cordless circular saws, cordless reciprocating saws, cordless sanders, cordless screwdrivers, and flashlights. Cordless power tools may utilize a rechargeable battery pack for providing power to operate the tool. The rechargeable battery pack may be readily removed from the cordless power tool and coupled to an external battery charger for charging purposes.

The battery pack may include one or more battery cells. The battery pack may also include monitoring circuitry to monitor parameters such as cell voltage levels, discharge current, and charging current. The battery pack may also include switches such as a discharge switch which may be opened in response to the monitoring circuitry detecting some overload condition.

Another control switch may be utilized in the cordless power tool to control a level of discharge current supplied to a load of the cordless power tool. For example, the control switch may be a speed control switch to control the speed of an element of the cordless power tool. This switch may be a relatively expensive switch requiring overload protection. Accordingly, there is a need in the art to eliminate the speed control switch yet still provide similar functionality.

BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

According to one aspect of the invention, there is provided a battery pack. The battery pack may include at least one battery cell, a discharge switch coupled to the at least one battery cell, and monitoring and control circuitry responsive to a position of a trigger of an associated cordless power tool to provide a control signal to the discharge switch, the discharge switch responsive to the control signal to control a discharge current provided to a load of the cordless power tool.

According to another aspect of the invention, there is provided a cordless power tool. The cordless power tool may include a load, a trigger, and a battery pack. The battery pack may include at least one battery cell to provide power to the load. The battery pack may further include a discharge switch coupled to the at least one battery cell, and monitoring and control circuitry responsive to a position of the trigger to provide a control signal to the discharge switch. The discharge switch may be responsive to the control signal to control a discharge current provided to the load.

According to yet another aspect of the invention there is provided a method. The method may include monitoring a position of a trigger of a cordless power tool, and controlling a state of a discharge switch of a battery pack in response to the position of the trigger to control a discharge current provided to a load of the cordless power tool.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Features and advantages of embodiments of the claimed subject matter will become apparent as the following Detailed Description proceeds, and upon reference to the Drawings, where like numerals depict like parts, and in which:

FIG. 1 is a perspective view of a cordless power tool;

FIG. 2 is a diagram of a power supply system of the cordless power tool of FIG. 1;

FIG. 3 is a diagram consistent with FIG. 2 where the load is a motor driving an element of the cordless power tool;

FIG. 4 is another diagram a power supply system for the cordless power tool of FIG. 1;

FIG. 5 is a diagram of an embodiment of the monitoring and control circuitry; and

FIG. 6 is a flow chart of operations consistent with an embodiment.

Although the following Detailed Description will proceed with reference being made to illustrative embodiments, many alternatives, modifications, and variations thereof will be apparent to those skilled in the art. Accordingly, it is intended that the claimed subject matter be viewed broadly.

DETAILED DESCRIPTION

FIG. 1 is a perspective view of a cordless power tool 100. The cordless power tool 100 is illustrated as a cordless drill and may be described as such in relation to embodiments herein. However, the cordless power tool 100 may be any type of cordless power tool including, but not limited to, a cordless circular saw, a cordless reciprocating saw, a cordless sander, a cordless screwdriver, and a flashlight. The cordless power tool may include a rechargeable battery pack 102 for providing power to operate the tool 100. The rechargeable battery pack 102 may be readily removed from the cordless power tool 100 and coupled to an external battery charger for charging purposes. The cordless power tool 100 may also include a trigger 104. For the drill, a user may depress and release the trigger 104 to control the speed of the chuck 142. For other tools such as a flashlight, a user may position a trigger to control a level of illumination from the flashlight.

FIG. 2 is a diagram of a power supply system 200 of the cordless power tool of FIG. 1. The power supply system 200 may include the battery pack 102, a load 240, the trigger 104, and tool identification (ID) circuitry 230. As used in any embodiment herein, "circuitry" may comprise, for example, singly or in any combination, hardwired circuitry, programmable circuitry, state machine circuitry, and/or firmware that stores instructions executed by programmable circuitry.

The battery pack 102 may include one or more battery cells 203 to provide power for the system 200. The battery cells 103 may be lithium ion cells in one embodiment. The battery pack 102 may provide power to the load 240 via the discharge switch 209. In one embodiment, the discharge switch may be a field effect transistor (FET). The battery pack 102 may also include monitoring and control circuitry 208. The monitoring and control circuitry 208 may

measure one or more of battery pack current, temperature, and cell voltage levels for each battery cell.

The monitoring and control circuitry 208 may compare measured values to associated threshold levels and identify an overload condition if one of the measured quantities is greater than or equal to the associated threshold level. For example, an overload condition may be a discharge current greater than or equal to a threshold representative of a maximum discharge current. In another example, an overload condition may be a charging current level to the battery cells 203 greater than or equal to a threshold representative of a maximum charging current. In yet another example, an overload condition may be a voltage level of a battery cell greater than or equal to a voltage threshold. In yet another embodiment, an overload condition may be a temperature of a component greater than or equal to a temperature threshold. Upon detection of an overload condition, the monitoring and control circuitry 208 may provide an output control signal to protect components of the power supply system 200. The output control signal may be provided to one or more switches within the battery pack 102 or may be provided as a control input to other circuitry located outside the battery pack 102 via path 127. In one embodiment, the output control signal may be provided to the discharge switch 209 to open the switch 209 where the overload condition is a discharge current from the battery cells 203 greater than or equal to a maximum discharge current threshold.

The monitoring and control circuitry 208 may also be responsive to the position of the trigger 104 to provide a control signal to the discharge switch 209. The control signal may be a pulse width modulated (PWM) signal 218 in one embodiment and the discharge switch 209 may be responsive to the duty cycle of the PWM signal 218 to control the discharge current. The PWM signal 218 may operate at a fixed frequency, e.g., such as 5 to 10 kilohertz (KHz). As the

duty cycle of the PWM signal is increased, the ON time of the discharge switch 209 may be increased and hence the level of discharge current provided to the load 240 may be increased. Similarly, as the duty cycle of the PWM signal is decreased, the ON time of the discharge switch may be decreased and hence the level of discharge current provided to the load 240 may be decreased.

The tool ID circuitry 230 may provide a tool identification signal to the monitoring and control circuitry 208. The tool identification signal may be representative of data particular to the cordless power tool such as a variety of power parameters of the particular cordless power tool. For example, the tool identification signal may specify a maximum discharge current of the particular cordless power tool. As another example, the tool identification signal may specify a thermal overload point of the cordless power tool. The tool ID circuitry 230 may include inexpensive passive components such as a paralleled resistor and capacitor in one embodiment or a simple fixed resistor in another embodiment. In addition, the tool ID circuitry 230 may provide a useful secondary indication that the battery pack 102 has been correctly plugged into the appropriate cordless power tool. In the absence of a proper tool identification signal, the battery pack 102 may deny discharge thereby improving system safety.

FIG. 3 is a diagram of a power supply system 300 consistent with the power supply system 200 of FIG. 2. Components of FIG. 3 similar to FIG. 2 are labeled as such and hence any repetitive description is omitted herein for clarity. The load 240a in FIG. 3 may be a motor 340 configured to drive an element 142 through an associated gear train (not illustrated). As one example, the element 142 may be the chuck of the drill of FIG. 1 that holds a drill bit. Advantageously, a conventional speed control switch that may be located in the cordless power

tool at the input side to the motor 340 has been eliminated. In its place, the discharge switch 209 may control a discharge current and hence a speed of the element 142 driven by the motor 340.

Speed select circuitry 316 may receive a signal from the trigger 104 representative of a position of the trigger 104 and hence a desired speed of the element 142 of the cordless power tool. The speed select circuitry 316 may then provide an input signal to the monitoring and control circuitry 208 of the battery pack 102 representative of the desired speed. The monitoring and control circuitry 208 may then provide a control signal to the discharge switch 209 to control the speed of the element 142 by controlling the discharge current provided to the motor 340.

In operation, a user of the cordless power tool may depress the trigger 104 a desired amount to control the speed of the element 142. In response to the position of the trigger 104, the speed select circuitry 316 may provide an input signal to the monitoring and control circuitry 208. The monitoring and control circuitry 208 may include a PWM generator that modifies the duty cycle of the PWM signal 218 in response to the input signal from the speed select circuitry 316. The PWM signal 218 may operate at a fixed frequency, e.g., such as 5 to 10 KHz. As the duty cycle of the PWM signal is increased, the ON time the discharge switch 209 may be increased and hence the speed of the element 142 of the cordless power tool is also increased. Similarly, as the duty cycle of the PWM signal is decreased, the ON time of the discharge switch 209 may be decreased and hence the speed of the element 142 of the power tool may be decreased. In one example, the duty cycle of the PWM signal may vary from about 10% (slow speed) to 75% (fast speed).

FIG. 4 is another diagram a power supply system for the cordless power tool of FIG. 1. The discharge switch 209 may be an FET Q1. The FET Q1 may be a metal oxide semiconductor field effect transistor (MOSFET) such as a p-channel MOSFET (PMOS) or n-channel MOSFET

(NMOS). The battery pack 102a may also include a plurality of battery cells 203-1, 203-2, 203-(n-1), and 203-n. The battery pack 102a may supply power to a number of loads including a load 240b illustrated as a motor winding. A diode 410 may be connected in parallel with the FET Q1 to permit charging current flow into the battery cells 203-1, 203-2, 203-(n-1), and 203-n and to prevent discharge current from the battery cells. The battery pack 102a may include optional status indicators 406 to provide indication signals from the monitoring and control circuitry 208 of various detected conditions.

The speed select circuitry 316a may include a variable resistor 454 in series with another resistor 452. The variable resistor 454 may be a potentiometer. A resistance value of the variable resistor 454 may be set in response to the position of the trigger 104. The resistance value of the variable resistor 454 may therefore be representative of a desired speed of the element 142 (see FIG. 3). The resistance value of the resistor 452 may be representative of a maximum discharge current rate. This speed select circuitry 316a allows for inexpensive discharge limiting and/or variable power control for low cost cordless power tools such as flashlights. A third battery pack terminal 422 may be used by the monitoring and control circuitry 208 to receive information from the speed select circuitry 316a on the desired speed. In turn, the monitoring and control circuitry 208 may provide a PWM signal 218 at a particular duty cycle to achieve the desired speed.

FIG. 5 is one embodiment 208a of the monitoring and control circuitry 208. The monitoring and control circuitry 208a may include a switch network 502, an analog to digital converter (ADC) 504, a processor 506, a driver 508, protection circuitry 524, and a PWM generator 510. The processor 506 may instruct the switch network 502 to select a particular battery cell 203-1, 203-2, 203-(n-1), or 203-n for monitoring. Individual analog cell voltage

levels for each battery cell may then be sampled through the switch network 502. The sampled analog signals may then be converted into associated digital signals by the ADC 504 and provided to the processor 506. The processor 506 therefore receives digital signals from the ADC 504 representative of the voltage level of each battery cell 203-1, 203-2, 203-(n-1), and 203-n and may make comparisons to various voltage thresholds.

For example, during charging of the battery pack 102, the monitoring and control circuitry 208a may monitor the cell voltage levels to determine if any of the cell voltage levels exceeds an over voltage threshold. If such a threshold is exceeded, the processor 506 may instruct some preventative action to be taken. In one instance, such preventative action may be to stop charging by providing a signal to the driver 508 to drive a particular switch open. In another example, during discharging of the battery pack 102, the monitoring and control circuitry 208a may monitor the cell voltage levels to determine if any of the cell voltage levels is less than an under voltage threshold. If such an under voltage threshold level is reached, the processor 506 may instruct some preventative action to be taken. In one instance, such preventative action may be to stop discharging by providing a signal to the driver 508 to drive a particular switch open.

The processor 506 may also receive other signals from the protection circuitry 524. The protection circuitry 524 may generally monitor the current flowing into (charging mode) or out of (discharging mode) the battery pack 102 for various current overload conditions, e.g., over current or short circuit conditions, and alert the processor 506 of such conditions so that preventative action can be taken. For instance, a current sensing element such as sense resistor 404 (FIG. 4) may provide the protection circuitry 524 with a signal representative of the current level to or from the battery pack as that current level varies. The protection circuitry 524 may

compare the current level to various thresholds and provide a signal to the processor notifying the processor of an over current condition or a short circuit condition so the processor 506 can take preventative action.

The PWM generator 510 may receive a signal from the speed select circuitry 316, 316a and provide an output PWM signal to the discharge switch such as FET Q1 (see FIG. 4). The processor 506 may allow the PWM signal to control the state of the discharge switch until an overload condition occurs. When the overload condition occurs, e.g., excessive discharge current, the processor 506 may disable the PWM generator 510 and may instruct the driver 508 to open the discharge switch. As such, the monitoring and control circuitry 208a can advantageously enable the PWM generator 510 to control the discharge switch 209 when appropriate and it can also disable the PWM generator 510 and open the discharge switch if an overload condition is detected.

FIG. 6 illustrates operations 600 according to an embodiment. Operation 602 may include monitoring a position of a trigger of a cordless power tool. Operation 604 may include controlling a state of a discharge switch of a battery pack in response to the position of the trigger to control a discharge current provided to a load of the cordless power tool.

Advantageously, elimination of a conventional speed control or load control switch provides cost savings and simplifies configuration complexity. Such speed or load control may be accomplished by a discharge switch in the battery pack. In addition, a cordless power tool may include tool ID circuitry. The tool ID circuitry may enable the battery pack to receive data about a particular tool that it may otherwise not be aware. Such data may include data of the maximum discharge current of the particular cordless power tool or a thermal overload point of the particular tool to name a couple. In addition, the tool ID circuitry could provide a useful

secondary indication that the battery pack has been correctly plugged into the appropriate cordless power tool. In the absence of a proper tool identification signal, the battery pack could deny discharge thereby improving system safety

The terms and expressions which have been employed herein are used as terms of description and not of limitation, and there is no intention, in the use of such terms and expressions, of excluding any equivalents of the features shown and described (or portions thereof), and it is recognized that various modifications are possible within the scope of the claims. Other modifications, variations, and alternatives are also possible.

What is claimed is:

1. A battery pack comprising:
at least one battery cell;
a discharge switch coupled to said at least one battery cell; and
monitoring and control circuitry responsive to a position of a trigger of an associated cordless power tool to provide a control signal to said discharge switch, said discharge switch responsive to said control signal to control a discharge current provided to a load of said cordless power tool.
2. The battery pack of claim 1, wherein said load comprises a motor to drive an element of said cordless power tool, said motor receiving said discharge current controlled by said discharge switch, said discharge switch controlling a speed of said element driven by said motor by controlling said discharge current.
3. The battery pack of claim 1, wherein said control signal comprises a pulse width modulated (PWM) signal and said discharge switch is responsive to a duty cycle of said PWM signal to control said discharge current.
4. The battery pack of claim 1, wherein said monitoring and control circuitry monitors said discharge current and open said discharge switch if said discharge current is greater than or equal to a maximum discharge current threshold.

5. The battery pack of claim 1, wherein said discharge switch comprises a field effect transistor (FET).

6. A cordless power tool comprising:
a load;
a trigger; and
a battery pack comprising at least one battery cell to provide power to said load, said battery pack further comprising a discharge switch coupled to said at least one battery cell, and monitoring and control circuitry responsive to a position of said trigger to provide a control signal to said discharge switch, said discharge switch responsive to said control signal to control a discharge current provided to said load.

7. The cordless power tool of claim 6, wherein said load comprises a motor to drive an element of said cordless power tool, said motor receiving said discharge current controlled by said discharge switch of said battery pack, said discharge switch controlling a speed of said element driven by said motor by controlling said discharge current.

8. The cordless power tool of claim 7, further comprising speed select circuitry responsive to said position of said trigger to provide an input signal to said monitoring and control circuitry of said battery pack.

9. The cordless power tool of claim 8, wherein said speed select circuitry comprises a variable resistor in series with a resistor, wherein a resistance value of said

variable resistor is set in response to said position of said trigger and is representative of a desired speed of said element, and wherein a resistance value of said resistor is representative of a maximum discharge current rate.

10. The cordless power tool of claim 6, wherein said control signal comprises a pulse width modulated (PWM) signal and said discharge switch is responsive to a duty cycle of said PWM signal to control said discharge current.

11. The cordless power tool of claim 6, wherein said monitoring and control circuitry monitors said discharge current and opens said discharge switch if said discharge current is greater than or equal to a maximum discharge current threshold.

12. A method comprising:
monitoring a position of a trigger of a cordless power tool; and
controlling a state of a discharge switch of a battery pack in response to said position of said trigger to control a discharge current provided to a load of said cordless power tool.

13. The method of claim 12, wherein said load comprises a motor to drive an element of said cordless power tool, said motor receiving said discharge current controlled by said discharge switch of said battery pack, said discharge switch controlling a speed of said element driven by said motor by controlling said discharge current.

14. The method of claim 12, further comprising:
monitoring said discharge current; and
opening said discharge switch of said battery pack if said discharge current is greater than or equal to a maximum discharge current threshold.
15. The method of claim 12, further comprising providing a tool identification signal to said battery pack once said battery pack is coupled to said cordless power tool, said tool identification signal representative of data particular to said cordless power tool.
16. The method of claim of claim 15, wherein said data comprises a maximum discharge current of said cordless power tool.
17. The method of claim of claim 15, wherein said data comprises a thermal overload point of said cordless power tool.

1 Abstract

A battery pack may include at least one battery cell, a discharge switch coupled to the at least one battery cell, and monitoring and control circuitry responsive to a position of a trigger of an associated cordless power tool to provide a control signal to the discharge switch. The discharge switch may be responsive to the control signal to control a discharge current provided to a load of the cordless power tool. The load may be a motor driving an element of the cordless power tool.

2 Representative Drawing

Fig. 2

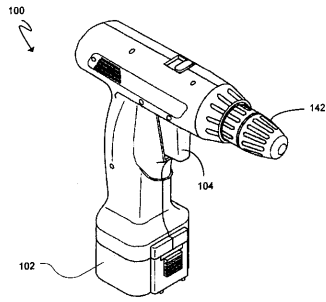


FIG. 1

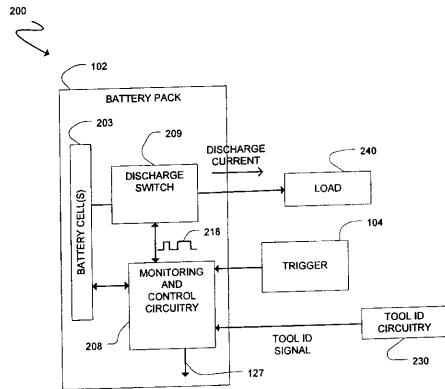


FIG. 2

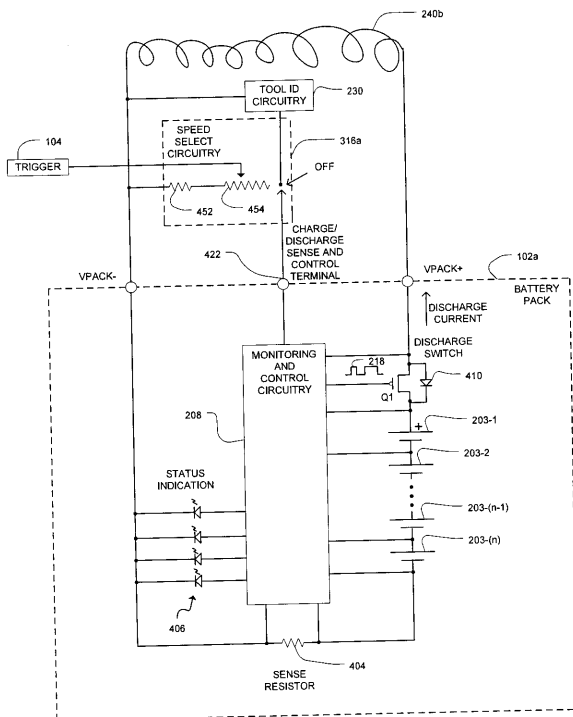


FIG. 4

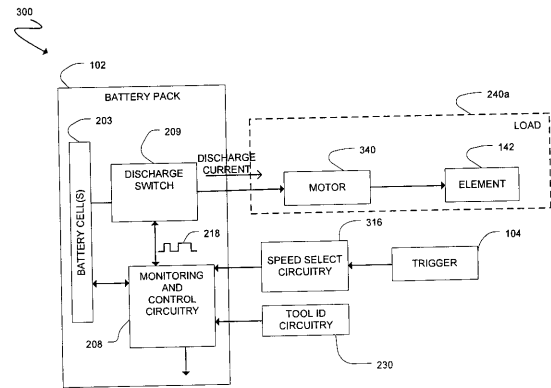


FIG. 3

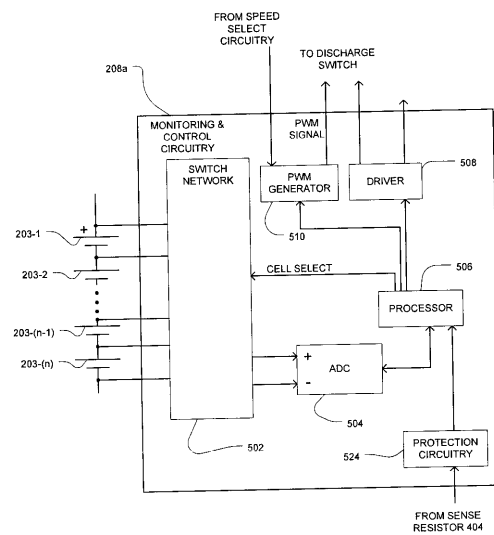


FIG. 5

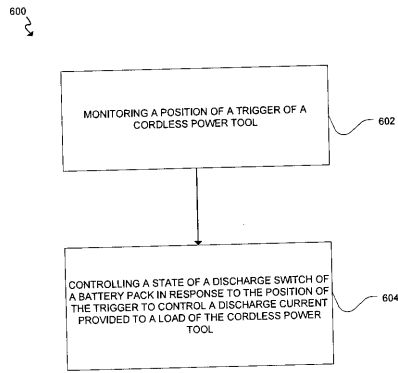


FIG. 6