(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3945112号
(P3945112)

(45)発行日　平成19年7月18日(2007.7.18)　(24)登録日　平成19年4月20日(2007.4.20)

(51)Int.Cl.　F I
B25B 21/02 (2006.01)　B25B 21/02 F
B25B 23/145 (2006.01)　B25B 23/145 B

請求項の数 8　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2000-28446(P2000-28446)
(22)出願日　平成12年2月4日(2000.2.4)
(65)公開番号　特開2001-219382(P2001-219382A)
(43)公開日　平成13年8月14日(2001.8.14)
審査請求日　平成16年11月19日(2004.11.19)

(73)特許権者　000005832
松下電工株式会社
大阪府門真市大字門真１０４８番地
(74)代理人　100087767
弁理士　西川　惠清
(74)代理人　100085604
弁理士　森　厚夫
(72)発明者　▲松▼本　多津彦
大阪府門真市大字門真１０４８番地松下電工株式会社内
(72)発明者　細川　智弘
大阪府門真市大字門真１０４８番地松下電工株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】インパクト回転工具

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
モータで回転駆動されるハンマによる出力軸の打撃によって出力軸に回転力を加えるインパクト回転工具において、ハンマの打撃によって生じる互いに異なる複数種の変動を、それぞれ各種別に検知して検知信号を出力する複数の検知手段と、複数の検知手段の検知信号から各別に打撃を判別し、打撃検知信号を出力する処理回路と、複数の検知手段の少なくとも１つからの検知信号により打撃と判別されたとき、打撃回数をカウントし、打撃回数が所定の回数に達するとモータを停止させる制御手段とを備えたことを特徴とするインパクト回転工具。
【請求項２】
モータに電力を供給する電池を備え、複数の検知手段は、電池の両端電圧の変動を検知して検知信号を出力する電池電圧検知回路と、モータの回転数に略比例した振幅の検知信号を出力する周波数ジェネレータとであることを特徴とする請求項１記載のインパクト回転工具。
【請求項３】
モータに電力を供給する電池を備え、複数の検知手段は、電池の両端電圧の変動を検知して検知信号を出力する電池電圧検知回路と、ハンマによる打撃音を検知して検知信号を出力するマイクとであることを特徴とする請求項１記載のインパクト回転工具。
【請求項４】
複数の検知手段は、モータの回転数に略比例した振幅の検知信号を出力する周波数ジェネ

レータと、ハンマによる打撃音を検知して検知信号を出力するマイクであることを特徴とする請求項１記載のインパクト回転工具。
【請求項５】
モータに電力を供給する電池を備え、複数の検知手段は、モータの回転数に略比例した振幅の検知信号を出力する周波数ジェネレータと、電池の両端電圧の変動を検知して検知信号を出力する電池電圧検知回路と、ハンマによる打撃音を検知して検知信号を出力するマイクとであり、周波数ジェネレータからの検知信号と、マイク又は電池電力検知回路の少なくとも何れか一方からの検知信号とから処理回路で打撃を略同時に判別したときに、制御回路は打撃回数をカウントすることを特徴とする請求項１記載のインパクト回転工具。
【請求項６】
スイッチング素子を備えてモータを駆動させる駆動回路と、駆動回路をＰＷＭ制御するＰＷＭ回路とを備え、複数の検知手段のうち少なくとも１つは、モータの回転数に略比例した周波数の検知信号を出力するパルスジェネレータであることを特徴とする請求項１記載のインパクト回転工具。
【請求項７】
処理回路は、パルスジェネレータから出力される検知信号を、検知信号の周波数に略比例した電圧値に変換するコンバータ回路と、変換された電圧値を基準電圧値と比較して打撃を判別する比較回路とを備えたことを特徴とする請求項６記載のインパクト回転工具。
【請求項８】
処理回路は、周波数ジェネレータから出力される検知信号のピーク値を検知するピークホールド回路と、検知信号のピーク値を基準電圧値と比較して打撃を判別する比較回路とを備えたことを特徴とする請求項２又は４又は５の何れかに記載のインパクト回転工具。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、ボルトやナット等のねじの締め付け作業及び緩め作業に使用するインパクトレンチやインパクトドライバのようなインパクト回転工具に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
インパクト回転工具は、回転駆動されるハンマによる打撃衝撃を出力軸に加えることで出力軸を回転させてボルトやナット等のねじの締め付け作業や緩め作業を行うものである。このようなインパクト回転工具は、モータの減速出力で出力軸を直接回転させる回転工具に比べて、高い締付トルクを得られるが、その反面、小径のボルトやナットを締め付ける際は、締めすぎて破損させてしまう場合があり、それを恐れた場合は内部に備えられたモータの回転を早めに停止していまい、締付トルクが不足することになる。上述のような締め付けすぎによる破損ならびに締付トルク不足を避けるために、従来のインパクト回転工具では予め所定のトルク設定を行うと共に、例えば図２１に示すように、モータ１を囲むハウジング１ａにマイク５ａを取り付け、ハンマによる打撃音を電気信号に変換し、マイク５ａに接続した処理回路１３により打撃音をカウントし、所定の回数に達するとモータを停止させるようにしている。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
　しかしながら、締め付ける相手部材が軟質であれば打撃音が小さく、その打撃音をマイク５ａで検知できないといった問題があった。
【０００４】
本発明は上記問題点の解決を目的とするものであり、打撃を確実に検知することによって締付トルク精度を向上させたインパクト回転工具を提供する。
【０００５】
【課題を解決するための手段】
　上記目的を達成するために、請求項１の発明は、モータで回転駆動されるハンマによる

出力軸の打撃によって出力軸に回転力を加えるインパクト回転工具において、ハンマの打撃によって生じる互いに異なる複数種の変動を、それぞれ各種別に検知して検知信号を出力する複数の検知手段と、複数の検知手段の検知信号から各別に打撃を判別し、打撃検知信号を出力する処理回路と、複数の検知手段の少なくとも１つからの検知信号により打撃と判別されたとき、打撃回数をカウントし、打撃回数が所定の回数に達するとモータを停止させる制御手段とを備えたことを特徴とし、複数種であるから従来例のように１種類の検知手段と処理回路による打撃の誤検知を防止し、打撃を正確に検知して、締付トルク精度を向上させることができる。

【０００６】

請求項２の発明は、請求項１の発明において、モータに電力を供給する電池を備え、複数の検知手段は、電池の両端電圧の変動を検知して検知信号を出力する電池電圧検知回路と、モータの回転数に略比例した振幅の検知信号を出力する周波数ジェネレータとであることを特徴とし、請求項１の発明と同様の作用を奏する。

【０００７】

請求項３の発明は、請求項１の発明において、モータに電力を供給する電池を備え、複数の検知手段は、電池の両端電圧の変動を検知して検知信号を出力する電池電圧検知回路と、ハンマによる打撃音を検知して検知信号を出力するマイクとであることを特徴とし、請求項１の発明と同様の作用を奏する。

【０００８】

請求項４の発明は、請求項１の発明において、複数の検知手段は、モータの回転数に略比例した振幅の検知信号を出力する周波数ジェネレータと、ハンマによる打撃音を検知して検知信号を出力するマイクであることを特徴とし、請求項１の発明と同様の作用を奏する。

【０００９】

請求項５の発明は、請求項１の発明において、モータに電力を供給する電池を備え、複数の検知手段は、モータの回転数に略比例した振幅の検知信号を出力する周波数ジェネレータと、電池の両端電圧の変動を検知して検知信号を出力する電池電圧検知回路と、ハンマによる打撃音を検知して検知信号を出力するマイクとであり、周波数ジェネレータからの検知信号と、マイク又は電池電力検知回路の少なくとも何れか一方からの検知信号とから処理回路で打撃を略同時に判別したときに、制御回路は打撃回数をカウントすることを特徴とし、請求項１の発明と同様の作用を奏する。

【００１０】

請求項６の発明は、請求項１記載の発明において、スイッチング素子を備えてモータを駆動させる駆動回路と、駆動回路をＰＷＭ制御するＰＷＭ回路とを備え、複数の検知手段のうち少なくとも１つは、モータの回転数に略比例した周波数の検知信号を出力するパルスジェネレータであることを特徴とし、検知手段をパルスジェネレータとしたことによって、ＰＷＭ制御信号に起因する検知信号波形の歪の発生を防止し、打撃をさらに確実に検知し、締付トルク精度をさらに向上させることができる。

【００１１】

請求項７の発明は、請求項６記載の発明において、処理回路は、パルスジェネレータから出力される検知信号を、検知信号の周波数に略比例した電圧値に変換するコンバータ回路と、変換された電圧値を基準電圧値と比較して打撃を判別する比較回路とを備えたことを特徴とし、検知信号の周波数に略比例した電圧値を基準電圧値と比較することによって、打撃をさらに確実に検知し、締付トルク精度をさらに向上させることができる。

【００１２】

請求項８の発明は、請求項２又は４又は５の何れかに記載の発明において、処理回路は、周波数ジェネレータから出力される検知信号のピーク値を検知するピークホールド回路と、検知信号のピーク値を基準電圧値と比較して打撃を判別する比較回路とを備えたことを特徴とし、検知信号のピーク値を基準電圧値と比較することによって、打撃をさらに確実に検知し、締付トルク精度をさらに向上させることができる。

【００１３】
【発明の実施の形態】
（実施形態１）
本実施形態のインパクト回転工具は、図１に示すように、内部に備えた電池６と、電池６から供給される電力によってハンマを回転させるモータ１と、スイッチング素子たるＦＥＴを備えてモータ１への供給電力を可変しモータ１を駆動する駆動回路２と、駆動回路２をＰＷＭ制御するＰＷＭ回路３と、ＰＷＭ回路３にモータ１の回転数を制御する信号を出力する制御手段たるマイクロコンピュータ（以下「マイコン」と略す）４と、ハンマによる打撃によって生じる互いに異なっる複数種の変動を、それぞれ各種別に検知して打撃検知信号をマイコン４に出力する打撃検知回路５と、ＰＷＭ回路３及びマイコン４並びに打撃検知回路５のそれぞれに応じた電源を、電池６を電源として作成しそれぞれに供給する電源回路７とを備えている。
【００１４】
打撃検知回路５は、ハンマによる打撃音を検知して検知信号を出力するマイク５ａ、モータ１の回転数に略比例した振幅の検知信号を発生する周波数ジェネレータ５ｂ、電池６の両端電圧の変動を検出して検知信号を出力する電池電圧検知回路５ｃからなる３つの検知手段と、それぞれから出力される検知信号を各別に処理する検知ブロック５ｄとを備えている。
【００１５】
マイク５ａは、従来例に示すように、モータ１を囲むハウジング１ａに取り付けられ、マイク５ａから出力される検知信号は、検知ブロック５ｄ内部にあるマイク用の処理回路５ｄ１に入力される。処理回路５ｄ１は、検知信号の電圧値と基準電圧値とを比較し、検知信号の電圧値が基準電圧値よりも大きいとき、打撃があったと判断し、矩形波の打撃検知信号をマイコン４の入力端Ｐに出力するようにしている。
【００１６】
マイク用の処理回路５ｄ１は、図２に示すように、マイコン４の入力端Ｐに出力端子が接続され、マイコン４の出力端ＤＡの基準電圧が反転入力端子に印加されるコンパレータＣｏ１と、コンパレータＣｏ１の反転入力端子に一端を接続されるコンデンサＣ２と、コンパレータＣｏ１の非反転入力端子に接続されるコンデンサＣ１と、一端に動作電圧Ｖｄが印加される抵抗Ｒ２と、抵抗Ｒ２の他端及びコンデンサＣ１の他端にソースが接続されるトランジスタＴｒ１と、トランジスタＴｒ１のドレインに一端を接続され、他端をコンデンサＣ２に接続される抵抗３と、抵抗Ｒ３及びトランジスタＴｒ１のゲートに接続される抵抗Ｒ１と、抵抗Ｒ２の直流電圧Ｖｄが印加される一端及びコンパレータＣｏ１の出力端子に接続される抵抗Ｒ６と、抵抗Ｒ２及びコンデンサＣ１の直列回路に並列接続されるダイオードＤ１並びに抵抗Ｒ４と、コンデンサＣ１及びトランジスタＴｒ１並びに抵抗Ｒ３の直列回路に並列接続されるダイオードＤｒ２並びに抵抗Ｒ５とから成り、マイク５ａはこのマイク用の処理回路５ｄ１の抵抗Ｒ１に並列接続される。
【００１７】
打撃音は、マイク５ａによって電圧信号に変換され、マイク用の処理回路５ｄ１のトランジスタＴｒ１を介して増幅されてコンパレータＣｏ１の非反転入力端に入力する。この非反転入力端に入力する電圧信号は、例えば図３に示すような波形を有し、約３０ｍ秒毎（約３３．３Ｈｚ）の打撃音によって時刻ｔ１〜ｔ７の各々の付近には、他の時刻ｔと比べて大きな振幅を示す波形が現れている。処理回路５ｄ１は、コンパレータＣｏ１で、上述の非反転入力端に入力された電圧信号をマイコン４の基準電圧と比較し、振幅Ｗより大きな電圧信号であれば打撃があったと判断し、矩形波の打撃検知信号をマイコン４の入力端Ｐに出力する。マイコン４は、時刻ｔ１〜ｔ７の各々の付近でハンマによる打撃があったとして打撃回数をカウントし処理することができる。
【００１８】
ところで、マイク５ａによる打撃音の検知では、時刻ｔ２，ｔ３付近での波形の振幅が振幅Ｗよりも小さいために、処理回路５ｄ１では打撃がなかったものとして誤って判断され

ることがある。このような誤った判断は、周波数ジェネレータ５ｂ及び電池電圧検知回路５ｃ並びに検知ブロック５ｄによって防ぐことができる。以下、周波数ジェネレータ及び電池電圧検知回路５ｃについて詳細に説明する。

【００１９】
周波数ジェネレータ５ｂは、図４に示すように、モータ１に設けられ、周波数ジェネレータ５ｂから出力されるモータ１の回転数に略比例した振幅の検知信号は、処理回路５ｄ内部にある周波数ジェネレータ用の処理回路５ｄ２に入力される。

【００２０】
周波数ジェネレータ用の処理回路５ｄ２は、図５に示すように、マイコン４の入力端Ｐに出力端子が接続されるコンパレータＣｏ２と、コンパレータＣｏ２の反転入力端子に接続されるコンデンサＣ３及び抵抗Ｒ７の直列回路と、コンパレータＣｏ２の非反転入力端子に接続される抵抗Ｒ８，Ｒ９の直列回路と、コンパレータＣｏの出力端子および反転入力端子に接続される抵抗Ｒ１０，Ｒ１１の直列回路と、コンパレータＣｏの出力端子および非反転入力端子に接続される抵抗Ｒ１２と、抵抗Ｒ９の抵抗Ｒ８が接続されていない一端およびコンパレータＣｏの反転入力端子に接続される抵抗Ｒ１３及びダイオードＤ３並びにコンデンサＣ４と、抵抗Ｒ１１に並列接続されるダイオードＤ４と、抵抗Ｒ８，Ｒ９の接続点および抵抗Ｒ１０，Ｒ１１の接続点に接続される抵抗Ｒ１４とから成る。そして周波数ジェネレータ５ｄは、抵抗Ｒ７のコンデンサＣ３に接続されていない一端と抵抗Ｒ９，Ｒ１３の接続点とに接続される。

【００２１】
この処理回路５ｄ２は、図６（ａ）に示すように、振幅Ｖｔ以上の検知信号が周波数ジェネレータ５ｄから入力されると、ハンマによる打撃があったと判断し、図６（ｂ）に示すように、コンパレータＣｏ２の出力端子からマイコン４の入力端Ｐに矩形波の打撃検知信号を出力する。

【００２２】
電池電圧検知回路５ｃは、図７に示すように、電池６の両端に接続され、電池６の両端電圧Ｖを常時計測する。

【００２３】
例えば図８に示すように、電池電圧検知回路５ｃから出力される検知信号の波形は、時刻ｔ８〜ｔ９付近でハンマが略周期的に打撃しているとき、電池６の両端電圧Ｖの値は略周期的に急激に大きくなる。このような急激に立上がるパルス波形は、ハンマの打撃によって生じるものである。

【００２４】
検知ブロック５ｄは、例えばマイク用の処理回路５ｄ１と同様の電池電圧検知回路用の処理回路を備え、この処理回路に設定された振幅より大きな振幅を有する検知信号が入力されると、矩形波の打撃検知信号をマイコン４の入力端Ｐに出力する。

【００２５】
上述のように、マイコン４の入力端Ｐには、検知ブロック５ｄに備えられたマイク用の処理回路５ｄ１及び周波数ジェネレータ用の処理回路５ｄ２ならびに電池電圧検知回路用の処理回路の夫々でハンマによる打撃があったと判断されて出力される矩形波の検知信号が入力されるようにしている。マイコン４は、周波数ジェネレータ用の処理回路５ｄ２又はマイク用の処理回路５ｄ１又は電池電圧検知回路用の処理回路の何れかの検知信号が入力されたとき、ハンマによる打撃があったものと判断し、打撃回数をカウントする。そして、マイコン４は、一定時間内の打撃回数の変化を算出し、打撃回数の変化が所定値よりも大きいとき、ＰＷＭ回路３にモータ１の回転数を制御する信号を出力する。

【００２６】
本実施形態では、互いに異なる３つの検知手段と夫々に対応した処理回路を備えて、そのうちの少なくとも１つの検知信号によって打撃を判別するようにしたことによって、打撃検知を正確にしてトルク管理することができ、締付トルク精度を向上させることができる。

【００２７】
ところで、周波数ジェネレータ用の処理回路５ｄ２からの検知信号と、マイク用の処理回路５ｄ１又は電池電圧検知回路用の処理回路の何れか一方からの検知信号とが、略同時にマイコン４に入力したとき、総合的にハンマによる打撃があったものと判断し、打撃回数をカウントしても良い。
【００２８】
さらに、マイク５ａ，周波数ジェネレータ５ｂ，電池電圧検知回路５ｃの何れか２つと、夫々の検知手段に対応する処理回路とを備えて、マイコン４は、何れか一方の処理回路から打撃検知信号がマイコン４に出力されたとき、ハンマによる打撃があったとして判断し、打撃回数をカウントするようにしても良い。また、電池電圧検知回路５ｃの代わりに、電池６からモータ１に流す電流値の変動を検知して検知信号を出力する電流検出回路を備えても良い。
【００２９】
なお、マイク５ａの取付作業は取付精度を要求されるため、本工具の製造が困難となり、さらに取り付けられたマイク５ａは、モータ１の回転機構の潤滑油や粉塵の影響を受けてしまう。そこでマイク５ａを用いずに、周波数ジェネレータ５ｂと電池電圧検知回路５ｃを用いたときには、本工具を容易に製造することができるとともに、潤滑油や粉塵の影響を受けない場所に設置することができる。（実施形態２）
本実施形態は、周波数ジェネレータ用の処理回路５ｄ２に特徴があり、それ以外の構成は実施形態１と共通するので、共通する部分については同一の符号を付して説明を省略する。
【００３０】
本実施形態の処理回路５ｄ２は、図９に示すように、周波数ジェネレータ５ｂから出力される検知信号の電圧のピーク値を保持するピークホールド回路５ｅと、ピークホールド回路５ｅによって保持されたピーク値を基準電圧値と比較し、ピーク値が基準電圧値より小さいとき、矩形波の打撃検知信号を出力する比較回路５ｆとを備えている。
【００３１】
ピークホールド回路５ｅは、図１０に示すように、周波数ジェネレータ５ｂからの検知信号が入力される入力端Ｉ１にアノードが接続されるダイオードＤ５と、ダイオードＤ５のカソードに非反転入力端子が接続されるオペアンプＡ１と、入力端Ｉ１及びオペアンプＡ１の出力端子に接続されるダイオードＤ６及び抵抗Ｒ１５の直列回路と、ダイオードＤ５及びオペアンプＡ１の接続点に一端が接続され、他端側が接地されたコンデンサＣ４ならびに抵抗Ｒ１６及びスイッチＳＷの直列回路とから成る。なお、ダイオードＤ６及び抵抗Ｒ１５の直列回路により、ダイオードＤ５の逆方向のリーク電流を減少させ、オペアンプＡ１の出力応答時間の改善を図っている。
【００３２】
比較回路５ｆは、オペアンプＡ１の出力端子に反転入力端子が接続されるコンパレータＣｏ３と、コンパレータＣｏ３の非反転入力端子に正極が接続され、負極を接地した基準電源Ｅ１とを備えている。
【００３３】
このような処理回路５ｄ２では、周波数ジェネレータ５ｂのモータ１の回転速度に応じて出力される検知信号の波形の振幅が常に変化することを利用している。例えば、予めピークホールド回路５のスイッチＳＷをオフにしておき、図１１に示すような波形の検知信号が周波数ジェネレータ５ｂから出力され入力端Ｉ１に入力されると、ピークホールド回路５は、時刻ｔ１０付近でピークとなる電圧値Ｖｐ１に応じた電荷を保持し、電圧値Ｖｐ１に応じた電圧信号を比較回路５ｆのコンパレータＣｏ３に出力する。そして、ピークホールド回路５のスイッチＳＷは、マイコン４の制御によってオンされ、ピークホールド回路５が保持していた電荷をリセットし、その後再びオフされる。このように、スイッチＳＷは定期的にオン／オフされて、ピークホールド回路５で保持している電荷を引き抜くようにしているので、次に時刻ｔ１１付近でピークとなる電圧値Ｖｐ２を有する検知信号が入

力されても、同様の動作を繰り返す。
【００３４】
コンパレータＣｏ３は、オペアンプＡ１の出力端子から出力される電圧値Ｖｐ１，Ｖｐ２に対応する電圧信号を入力し、電圧信号の電圧値を基準電源Ｅ１の基準電圧値と比較し、基準電圧値よりも小さいとき、矩形波の打撃検知信号を出力端Ｏ１から出力するようにしている。このように基準電圧値と比較して打撃を判別することにより、打撃検知をさらに正確にして、締付トルク精度をさらに向上させることができる。
（実施形態３）
本実施形態は、周波数ジェネレータ５ｂと処理回路５ｄ２の代わりに、光学的エンコーダであるパルスジェネレータ８とパルスジェネレータ用の処理回路８ａを用いた点に特徴があり、それ以外の構成は実施形態１と共通するので、共通する部分については同一の符号を付して説明を省略する。
【００３５】
パルスジェネレータ８は、図１２及び図１３に示すように、略中央部に形成された貫通穴１１にモータ１の回転軸１ｂを通して取り付けられ、略等間隔に配置される複数のスリット１２が周部に形成された略円盤状の検出盤８ｂと、検出盤８ｂのスリット１２が形成された部位を挟むように配置されたフォトインタラプタ８ｃとを備えている。
【００３６】
フォトインタラプタ８ｃは、図１４に示すように、互いに略対向して配置された発光ダイオードＤ７とフォトトランジスタＴｒ２とを備えて、フォトトランジスタＴｒ２は、発光ダイオードＤ７からの光を受光したとき、コレクターエミッタ間を導通させる。
【００３７】
処理回路８ａは、マイコン４の入力端Ｐに出力端子が接続されるコンパレータＣｏ４と、コンパレータＣｏ４の反転入力端子及びフォトトランジスタＴｒ２のコレクタに接続される抵抗Ｒ１７と、コンパレータＣｏ４の非反転入力端子及びフォトトランジスタＴｒ２のコレクタに接続される抵抗Ｒ１８、Ｒ１９，Ｒ２０の直列回路と、コンパレータＣｏ４の出力端子及びフォトトランジスタＴｒ２のコレクタに接続される抵抗Ｒ２１と、フォトトランジスタＴｒ２及び抵抗Ｒ１７の直列回路に並列接続されるダイオードＤ８と、抵抗Ｒ１７，Ｒ２０の直列回路に並列接続されるダイオードＤ９と、抵抗Ｒ１８，Ｒ１９の接続点及びフォトトランジスタＴｒ２のコレクタに接続される抵抗Ｒ２２と、抵抗Ｒ１９，Ｒ２０の接続点及び発光ダイオードＤ７のカソードに接続される抵抗Ｒ２３とを備えて、発光ダイオードＤ７のアノードはフォトトランジスタＴｒ２のコレクタに接続される。
【００３８】
上述のようなパルスジェネレータ８と処理回路８ａを用いることにより、モータ１の回転軸１ｂの回転とともに検出盤８ｂが回転し、検出盤８ｂのスリット１２がフォトトランジスタＴｒ２に略対向したとき、発光ダイオードＤ７から発する光は、スリット１２を通ってフォトトランジスタＴｒ２に受光される。このとき、フォトトランジスタＴｒ２のコレクターエミッタ間が導通し、回転軸１ｂが略一定の速度で回転している場合、コンパレータＣｏ４の出力端子からは、図１５に示すような、略一定周期の矩形波の検知信号が出力される。
【００３９】
例えば、図１６（ａ）に示すように打撃がない場合、回転軸１ｂは、フル・スロットル（ＰＷＭ制御なしの状態）のとき約１８０００ｒｐｍの回転数で回転し、矩形波間の時間差ｔｗ１は約１７０～１９５μ秒となる。一方、図１６（ｂ）に示すように打撃がある場合、回転軸１ｂは、フル・スロットルのとき約１１０００ｒｐｍの回転数で回転し、矩形波間の時間差ｔｗ２は約２９０～３４０μ秒となる。なお、図１６（ａ），（ｂ）のそれぞれの波形のＤｕｔｙ比は、例えば約３６～３８％としている。このように、打撃があった場合と無かった場合とで、矩形波間の時間差ｔｗ１，ｔｗ２が異なって、一定時間内に出力される矩形波の数が異なる。マイコン４は、この一定時間内の矩形波をカウントすることによって、カウント数が少なければ打撃があったと検知することができる。

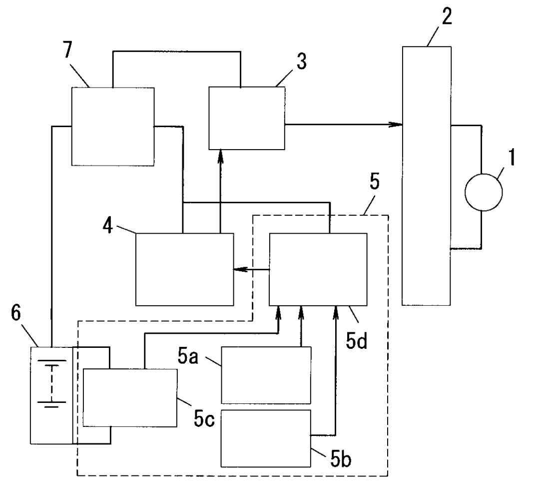
【００４０】
ところで、ＰＷＭ回路３からは、駆動回路２のＦＥＴを任意のオンデューティでオン／オフするＰＷＭ制御信号が出力される。実施形態１及び２では、例えば図１７（ｂ）に示すように、時刻ｔ１２～ｔ１３付近の間と、時刻ｔ１４～ｔ１５付近の間にＰＷＭ制御信号が出力されたとき、図１７（ａ）に示すように、周波数ジェネレータ５ｂから出力される検知信号の波形には歪が発生してしまう。
【００４１】
一方、本実施形態では、パルスジェネレータ８から出力される検知信号のＰＷＭ制御信号による歪は抑えられ、打撃検知をさらに正確にして締付トルク制度を向上させることができる。
（実施形態４）
本実施形態では、パルスジェネレータ用の処理回路８ａに特徴があり、それ以外の構成は実施形態３と共通するので、共通する部分については同一の符号を付して説明を省略する。
【００４２】
本実施形態の処理回路８ａは、図１８に示すように、パルスジェネレータ８から出力される検知信号を入力し、この検知信号の周波数を電圧値に変換するＦ／Ｖコンバータ回路８ａ１と、必要な周波数帯域のみを取り出すバンドパスフィルタ回路８ａ２と、バンドパスフィルタ回路８ａ２から出力される電圧信号の電圧値を基準電圧値と比較し、基準電圧値よりも小さいとき、矩形波の打撃検知信号を出力する比較回路８ａ３とを備えている。
【００４３】
Ｆ／Ｖコンバータ回路８ａ１は、図１９に示すように、オペアンプＡ２と、パルスジェネレータ８からの信号を入力する入力端Ｉ２及びオペアンプＡ２の反転入力端子に接続される抵抗２４及びコンデンサＣ６並びにダイオードＤ１０の直列回路と、オペアンプＡ２の反転入力端子と出力端子に接続される抵抗Ｒ２５並びにコンデンサＣ７と、コンデンサＣ６及びダイオードＤ１０の接続点にアノードが接続され、カソードが接地されたダイオードＤ１１とからなり、オペアンプＡ２の非反転入力端子は接地されている。このＦ／Ｖコンバータ回路８ａ１の入力端Ｉ２には、図２０に示すように、パルスジェネレータ８から出力される電圧値Ｖｓの検知信号が入力される。この検知信号のパルスは積分され、コンデンサＣ７に、コンデンサＣ６の容量値Ｃ６ｎと電圧値Ｖｓとを乗算した電荷Ｑが蓄積される。その結果、検知信号の周波数に略比例した電圧値を有する電圧信号がオペアンプＡ１の出力端子から出力される。
【００４４】
バンドパスフィルタ回路８ａ２は、オペアンプＡ３と、Ｆ／Ｖコンバータ回路８ａ１のオペアンプＡ２の出力端子及びオペアンプＡ３の非反転入力端子に接続される抵抗Ｒ２６及びコンデンサＣ８の直列回路と、抵抗Ｒ２６及びコンデンサＣ８の接続点に一端が接続され、他端がオペアンプＡ３の出力端子に接続された抵抗Ｒ２７と、コンデンサＣ８及びオペアンプＡ３の非反転入力端子の接続点に一端が接続され、他端が接地されたコンデンサＣ９並びに抵抗２８とから成り、オペアンプＡ３の反転入力端子は出力端子に接続されている。
【００４５】
このバンドパスフィルタ回路８ａ２は、オペアンプＡ３及びコンデンサＣ８，Ｃ９並びに抵抗Ｒ２６，Ｒ２７，Ｒ２８を用いることにより、反転増幅器による多重帰還タイプに構成され、中心周波数並びにバンド幅を設定することにより、Ｆ／Ｖコンバータ回路８ａ１から出力される電圧信号の必要とする周波数帯域の電圧信号をオペアンプＡ３の出力端子から出力させることができる。例えば、マイク用の処理回路５ｄ１から出力される打撃音の周波数から、中心周波数を約３３．３Ｈｚ、バンド幅を約２０～５０Ｈｚとして、その間の周波数の電圧信号を出力させることにより、打撃検知をより正確に検知することができる。また、ＰＷＭ回路３から出力されるＰＷＭ制御信号の影響を受けない周波数帯域の電圧信号を出力させたときには、打撃検知をさらに正確にして、締付トルク精度を向上さ

せることができる。
【００４６】
比較回路８ａ３は、バンドパスフィルタ回路８ａ２のオペアンプＡ３の出力端子を反転入力端子に接続するコンパレータＣｏ５と、コンパレータＣｏ５の非反転入力端子に正極を接続し、負極を接地する基準電源Ｅ２とから成る。バンドパスフィルタ回路８ａを通して出力された電圧信号の電圧値は、コンパレータＣｏ５により基準電源Ｅ２の基準電圧値と比較され、基準電圧値より小さいとき、打撃があったとして判断し、矩形波の電圧信号をマイコン４の入力端Ｐに出力する。
【００４７】
ところで、パルスジェネレータ８の代わりに、周波数ジェネレータ５ｂを用いても良い。さらに、電池電圧検知回路用の処理回路に、バンドパスフィルタ回路８ａ２を備えても良い。
【００４８】
【発明の効果】
　請求項１の発明は、モータで回転駆動されるハンマによる出力軸の打撃によって出力軸に回転力を加えるインパクト回転工具において、ハンマの打撃によって生じる互いに異なる複数種の変動を、それぞれ各種別に検知して検知信号を出力する複数の検知手段と、複数の検知手段の検知信号から各別に打撃を判別し、打撃検知信号を出力する処理回路と、複数の検知手段の少なくとも１つからの検知信号により打撃と判別されたとき、打撃回数をカウントし、打撃回数が所定の回数に達するとモータを停止させる制御手段とを備えたので、複数種であるから従来例のように１種類の検知手段と処理回路による打撃の誤検知を防止し、打撃を正確に検知して、締付トルク精度を向上させることができるという効果がある。
【００４９】
請求項２の発明は、モータに電力を供給する電池を備え、複数の検知手段は、電池の両端電圧の変動を検知して検知信号を出力する電池電圧検知回路と、モータの回転数に略比例した振幅の検知信号を出力する周波数ジェネレータとであるので、請求項１の発明と同様の効果を奏する。
【００５０】
請求項３の発明は、モータに電力を供給する電池を備え、複数の検知手段は、電池の両端電圧の変動を検知して検知信号を出力する電池電圧検知回路と、ハンマによる打撃音を検知して検知信号を出力するマイクとであるので、請求項１の発明と同様の効果を奏する。
【００５１】
請求項４の発明は、複数の検知手段は、モータの回転数に略比例した振幅の検知信号を出力する周波数ジェネレータと、ハンマによる打撃音を検知して検知信号を出力するマイクであることを特徴とし、請求項１の発明と同様の効果を奏する。
【００５２】
請求項５の発明は、モータに電力を供給する電池を備え、複数の検知手段は、モータの回転数に略比例した振幅の検知信号を出力する周波数ジェネレータと、電池の両端電圧の変動を検知して検知信号を出力する電池電圧検知回路と、ハンマによる打撃音を検知して検知信号を出力するマイクとであり、周波数ジェネレータからの検知信号と、マイク又は電池電力検知回路の少なくとも何れか一方からの検知信号とから処理回路で打撃を略同時に判別したときに、制御回路は打撃回数をカウントするので、請求項１の発明と同様の効果を奏する。
【００５３】
請求項６の発明は、スイッチング素子を備えてモータを駆動させる駆動回路と、駆動回路をＰＷＭ制御するＰＷＭ回路とを備え、複数の検知手段のうち少なくとも１つは、モータの回転数に略比例した周波数の検知信号を出力するパルスジェネレータであるので、ＰＷＭ制御信号に起因する検知信号波形の歪の発生を防止し、打撃をさらに確実に検知し、締付トルク精度をさらに向上させることができるという効果がある。

【００５４】
請求項７の発明は、処理回路は、パルスジェネレータから出力される検知信号を、検知信号の周波数に略比例した電圧値に変換するコンバータ回路と、変換された電圧値を基準電圧値と比較して打撃を判別する比較回路とを備えたので、検知信号の周波数に略比例した電圧値を基準電圧値と比較することによって、打撃をさらに確実に検知し、締付トルク精度をさらに向上させることができるという効果がある。
【００５５】
請求項８の発明は、処理回路は、周波数ジェネレータから出力される検知信号のピーク値を検知するピークホールド回路と、検知信号のピーク値を基準電圧値と比較して打撃を判別する比較回路とを備えたので、検知信号のピーク値を基準電圧値と比較することによって、打撃をさらに確実に検知し、締付トルク精度をさらに向上させることができるという効果がある。
【図面の簡単な説明】
【図１】実施形態１を示すブロック図である。
【図２】同上のマイク用の処理回路を示す回路図である。
【図３】同上のマイク用の処理回路内部の電圧信号を示す波形図である。
【図４】同上のモータと周波数ジェネレータ用の処理回路とを示す構成図である。
【図５】同上の周波数ジェネレータ用の処理回路を示す回路図である。
【図６】同上の周波数ジェネレータ用の処理回路を示す（ａ）は検知信号の波形図、（ｂ）は打撃検知信号の波形図である。
【図７】同上の電池と電池電圧検知回路とを示すブロック図である。
【図８】同上の電池電圧検知回路から出力される検知信号を示す波形図である。
【図９】実施形態２の周波数ジェネレータ用の処理回路を示すブロック図である。
【図１０】同上の周波数ジェネレータ用の処理回路を示す回路図である。
【図１１】同上の周波数ジェネレータ用の処理回路に入力される検知信号を示す波形図である。
【図１２】実施形態３を示すモータとパルスジェネレータの構成図である。
【図１３】同上の検出盤を示す正面図である。
【図１４】同上のパルスジェネレータ用の処理回路を示す回路図である。
【図１５】同上のパルスジェネレータ用の処理回路から出力される打撃検知信号を示す波形図である。
【図１６】同上のパルスジェネレータ用の処理回路から出力される他の打撃検知信号を示す波形図である。
【図１７】（ａ）は実施形態１又は２の周波数ジェネレータから出力される検知信号を示す波形図、（ｂ）は実施形態１又は２のＰＷＭ回路から出力されるＰＷＭ制御信号を示す波形図である。
【図１８】実施形態４のパルスジェネレータ用の処理回路を示すブロック図である。
【図１９】同上のパルスジェネレータ用の処理回路を示す回路図である。
【図２０】同上のＦ／Ｖコンバータ回路に入力される検知信号を示す波形図である。
【図２１】従来例のマイク取付例を示す構成図である。
【符号の説明】
１　モータ
２　駆動回路
３　ＰＷＭ回路
４　マイコン
５　打撃検知回路
５ａ　マイク
５ｂ　周波数ジェネレータ
５ｃ　電池電圧検知回路
５ｄ　検知ブロック

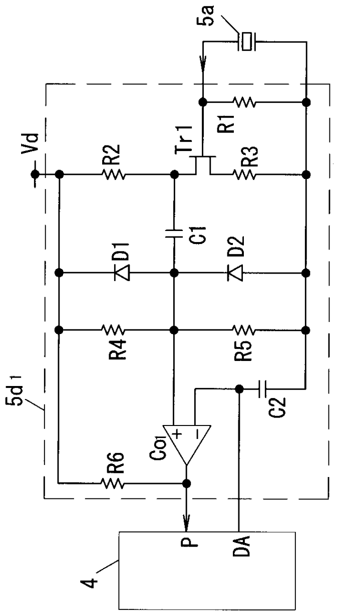
6　電池
7　電源回路

【図１】

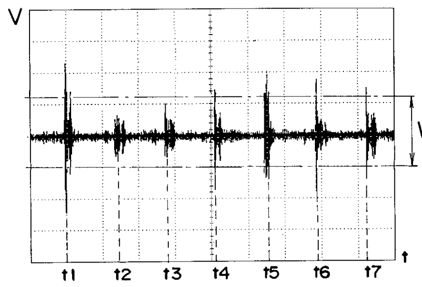


1　モータ
2　駆動回路
3　PWM回路
4　マイコン
5　打撃検知回路
5a　マイク
5b　周波数ジェネレータ
5c　電池電圧検出回路
5d　検知ブロック
6　電池
7　電源回路

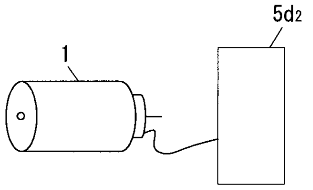
【図２】



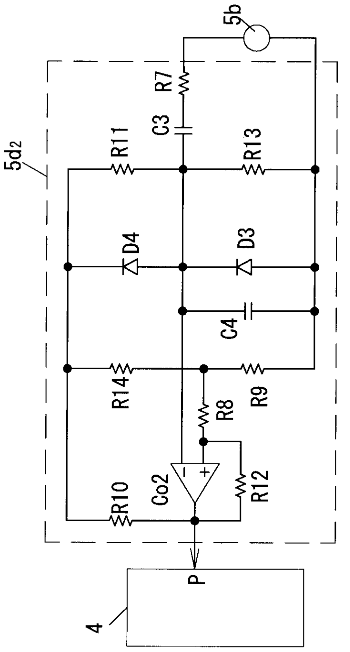
【図３】



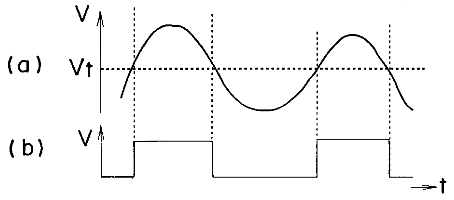
【図４】



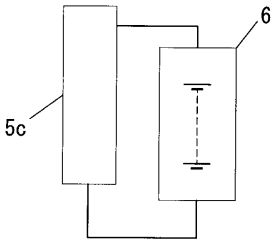
【図５】



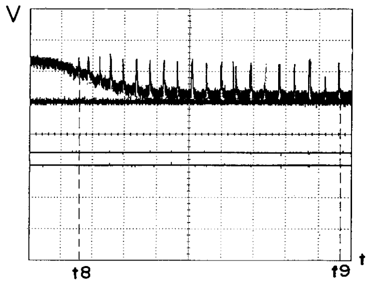
【図６】



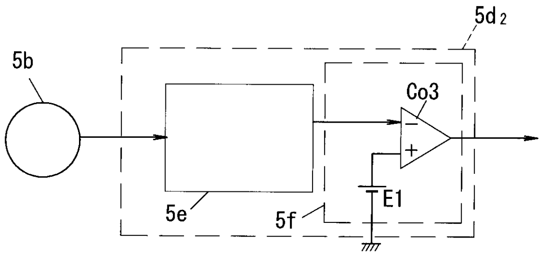
【図７】



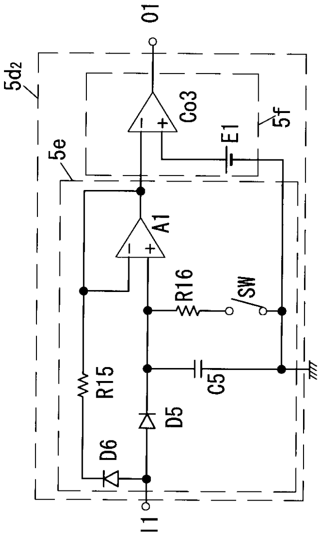
【図８】



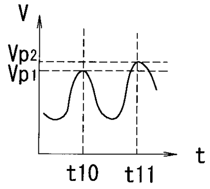
【図９】



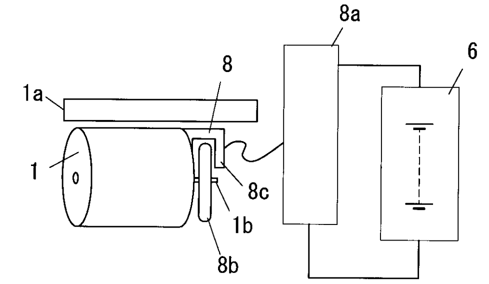
【図１０】



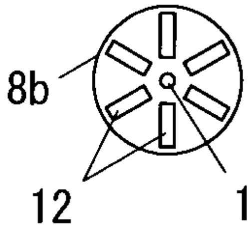
【図１１】



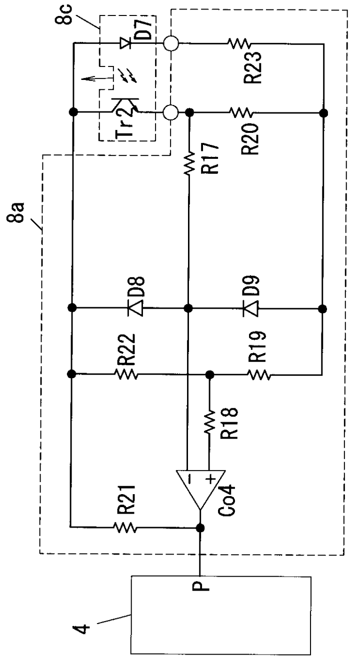
【図１２】



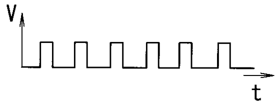
【図１３】



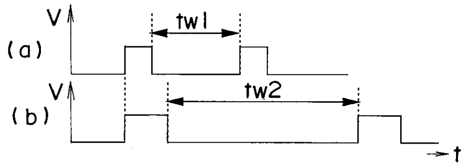
【図１４】



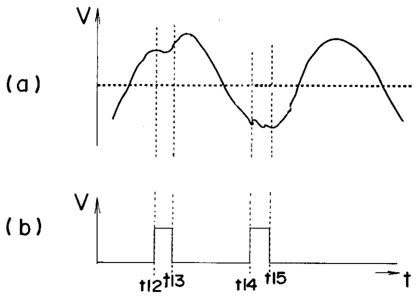
【図１５】



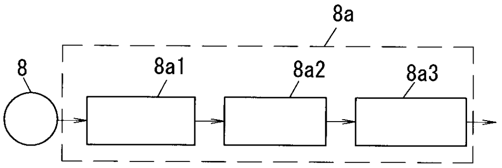
【図１６】



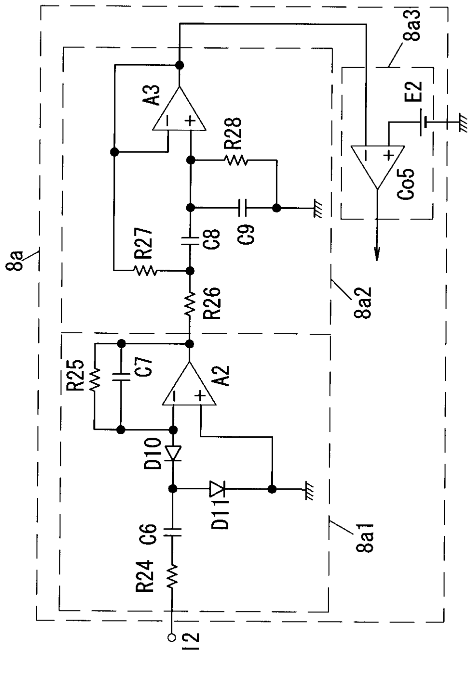
【図１７】



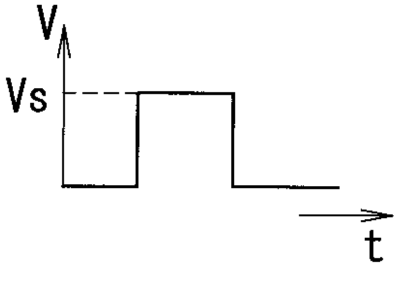
【図１８】



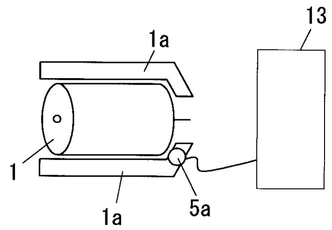
【図１９】



【図２０】



【図２１】



フロントページの続き

(72)発明者　天野　昌幸
大阪府門真市大字門真１０４８番地松下電工株式会社内
(72)発明者　吉田　稔
大阪府門真市大字門真１０４８番地松下電工株式会社内

審査官　今関　雅子

(56)参考文献　特開平０７－３１４３４２（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２００６７７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２５９７８３（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２０６１７２（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－０７４５７６（ＪＰ，Ａ）
実開平０６－０２１８６０（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B25B 21/02
B25B 23/145
B25B 23/151