

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年10月31日(31.10.2019)



(10) 国際公開番号
WO 2019/208105 A1

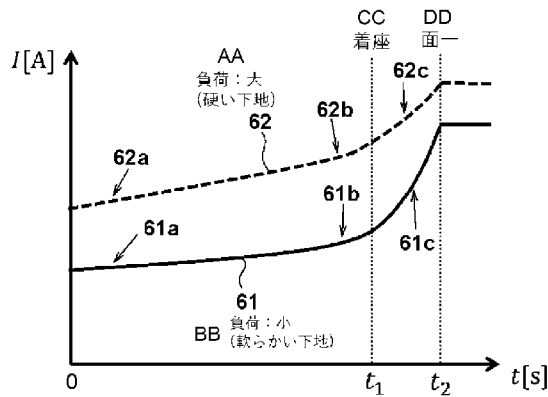
- (51) 国際特許分類:
B25B 21/02 (2006.01) B25B 23/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/014017
- (22) 国際出願日: 2019年3月29日(29.03.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-085978 2018年4月27日(27.04.2018) JP
- (71) 出願人: 工機ホールディングス株式会社(KOKI HOLDINGS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1086020 東京都港区港南二丁目15番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 石川 祐樹 (ISHIKAWA Yuki); 〒3128502 茨城県ひたちなか市武田106

0番地 Ibaraki (JP). 西河 智雅(NISHIKAWA Tomomasa); 〒3128502 茨城県ひたちなか市武田1060番地 Ibaraki (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: ELECTRIC TOOL
(54) 発明の名称: 電動工具

[図6]



AA... LOAD: LARGE (HARD BASE LAYER)
 BB... LOAD: SMALL (SOFT BASE LAYER)
 CC... SEATED
 DD... FLUSH

(57) Abstract: Provided is an electric tool having a tightening mode for soft board added as one operating mode. In addition to an impact mode (first mode) for tightening a screw into a target material by utilizing impacts obtained by means of an impacting mechanism, an impact type electric tool is also provided with a tightening mode (second mode) for use with soft board, in which impacting is not performed. In the second mode, a motor rotates when an operator operates a trigger, a screw 73 is tightened into a target material (71, 72) in a state in which impacting is not being performed, and the rotation of the motor is stopped when the screw 73 is seated. In control thereof, a determination is made to ascertain whether a motor current has exceeded a seating stop threshold, and if the seating stop threshold has been exceeded the



WO 2019/208105 A1

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

motor is stopped irrespective of the trigger operation. If the trigger is then pulled again, the control device stops the rotation of the motor after follow-up tightening has been performed for a prescribed length of time.

(57) 要約 : 動作モードの一つに軟質ボード用の締め付けモードを追加した電動工具を提供する。インパクト式の電動工具において、打撃機構による打撃を利用してネジを相手材に締め付けるインパクトモード(第1モード)に加えて、打撃を行わない軟質ボード用の締め付けモード(第2モード)を設けた。第2モードでは、作業者がトリガを操作するとモータが回転して、打撃しない状態にてネジ73を相手材(71、72)に締め付け、ネジ73が着座したらモータの回転を停止させる。この制御はモータ電流が着座停止閾値を超えたか否かで判断し、越えた場合にトリガ操作にかかわらずにモータを停止する。その後再びトリガが引かれたら、制御装置は所定時間分の追い締めを行った後にモータの回転を停止させる。

明 細 書

発明の名称：電動工具

技術分野

[0001] 本発明は、電動工具に関する。

背景技術

[0002] ネジ等を締め付けるための電動工具として、モータにより回転打撃機構部を駆動し、アンビルに回転と打撃を与えることによって先端工具に回転打撃力を間欠的に伝達してネジ締め等の作業を行うインパクト工具等の電動工具が知られている。インパクト工具は小型軽量ながら高い締め付けトルクを実現できるが、ネジを締め付ける対象材が石膏ボード等の柔らかい材質の場合は、木ネジの締め付けを行うと締め過ぎでネジ頭が石膏ボード表面から深く沈み込ませてしまうリスクが高く、最悪の場合、石膏ボードを貫通してしまう虞がある。このような失態を犯した場合、作業中であった石膏ボードを1枚丸ごと取り付けなおす必要がある。石膏ボード（またはプラスターボード）とは、石膏を主成分とした素材を板状にして、特殊な板紙で包んだ建築材料であって、室内の壁・天井に最も多く使われている。石膏ボードは、断熱性・遮音性が高いという特徴に加えて耐火性に優れている。石膏ボードを合板の上に木ネジで固定するような場合には、木ネジを締め付ける電動工具として、専用の“ボード用ドライバ”を用いることが多い。ボード用ドライバは、特許文献1のように先端のビットの周囲にストップ用のリングを配置し、木ネジのネジ頭がストップ用のリングの先端、即ち、石膏ボードの表面と同一位置に到達した際に自動的にモータによる動力の伝達が遮断されるようにして、木ネジを常に最適な位置まで締め付けことが可能である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平9－174448号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このように石膏ボードに対するねじ締め作業を行う場合は専用の“ボード用ドライバ”が用いられるが、石膏ボードの一部の手直し等、わざわざ“ボード用ドライバ”を準備するのが煩わしい場合、手近にあるインパクトドライバ（インパクト工具）で作業を終了させたい場合がある。そのような場合、作業者はインパクトドライバのトリガ操作に注意を払い、木ネジを締め過ぎないように作業をしていた。従って、インパクトドライバを用いながら容易に石膏ボードに対する締め付け作業を行いたいとの要望があった。

[0005] 本発明は上記背景に鑑みてなされたもので、その目的は電動工具を用いて対象材の堅さに関係なくねじ締め作業を容易にできるようにすることにある。本発明の他の目的は、動作モードの一つに柔らかい相手材にネジを締め付けるためのモードを追加した電動工具を提供することにある。本発明の更に他の目的は、ネジの頭が石膏ボードを貫通する前にモータを停止させることを可能とした電動工具を提供することにある。本発明の更に他の目的は、締め付け途中のネジに対して追加の締め付けを行う自動追い締めモードを追加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

[0006] 本願において開示される発明のうち代表的な特徴を説明すれば次のとおりである。本発明の一つの特徴によれば、モータと、モータの起動及び回転を調整するためのトリガと、モータによって回転される打撃機構と、打撃機構に接続され、ネジを締め付ける出力軸と、モータに流れる電流を検出するための電流検出回路と、モータ、トリガ及び前記電流検出回路に接続され、モータの回転を制御する制御装置と、を有する電動工具において、制御装置は、電流検出回路により検知した電流の変化によって、打撃機構による打撃と、ネジの着座とを、それぞれ検知できるよう構成され、作業者がトリガを操作するとモータを回転させ、打撃機構による打撃が検出されない状態で、ネジを相手材に締め付けるようモータを回転させ、打撃機構による打撃が検出されない状態で、ネジが着座したらモータの回転を停止するよう構成された。

ここで相手材は、石膏ボード等の軟弱な第1材と、軟弱な第1材の下地として設けられ第1材より硬い第2材とを有し、打撃機構が打撃しない状態でネジを第1材及び第2材にそれぞれ締め付けた場合でも、ネジが着座したらモータの回転を停止するように構成した。打撃機構による打撃が開始される前にネジの着座を検知してモータを停止させることで、ネジの頭が石膏ボード等の軟弱な相手材を誤って貫通するのを防ぐことができる。電動工具には、作業者のトリガが操作するとモータが回転し、打撃機構が打撃してネジを相手材に締め付ける第1モード（例えばインパクトモード）に加えて、作業者がトリガを操作するとモータが回転し、打撃機構が打撃しない状態でネジを相手材に締め付け、ネジが着座したらモータの回転を停止する第2モード（例えば石膏ボードモード）を設けるように構成した。さらに、モータに流れる電流を検出する電流検出回路を有し、第2モードにおいて、制御装置は電流検出回路によって検出される電流の所定時間当たりの変化量が着座停止閾値を超えた際にトリガの操作にかかわらずにモータの回転を停止させるようにした。

[0007] 本発明の他の特徴によれば、モータによって回転される打撃機構と、モータの回転を制御する制御装置と、モータに流れる電流を検出する電流検出回路を有する電動工具において、制御装置は、出力軸の回転開始直後のモータに流れる電流値を単位時間毎に検出して、直近の複数単位分の電流値から単位時間に対する一階微分値、二階微分値を計算し、電流値からモータの回転を停止させる着座停止閾値を算出し、二階微分値を用いて算出された着座停止閾値を超えた場合に、トリガの操作にかかわらずにモータの回転を停止させるようにした。着座停止閾値は、出力軸の回転開始直後に電流検出回路により検出されたモータに流れる電流に基づいて設定する。また、着座停止閾値は、出力軸の回転開始からモータの回転を停止させる着座停止に至るまでに測定された電流値が、大きいほど小さく、小さいほど大きくなるように、一次式を用いて算出される。具体的には、着座停止閾値たる TH_S は、出力軸の回転開始から電流値 I を測定し、 $TH_S = -\alpha I + \beta$ （但し α は係数、ベ-

タは初期値)の式にて締め付け作業毎に設定される。また、モータの回転中に、測定された電流値のうち直近の数データ分を記録するメモリを設け、制御装置は記憶された電流値から一階微分値 (dI/dt) を算出する。

[0008] 本発明のさらに他の特徴によれば、打撃機構はモータにより回転されるハンマと、ハンマにより打撃されるアンビルを有し、制御装置は、ハンマがアンビルの後方をすり抜けて打撃動作に移行する際の電流値の急激な低下を検出したら、トリガの引き動作にかかわらずにモータの回転を停止させる。つまり、この機能は“インパクト動作抑制モード”として作用し、打撃動作が行われる直前に電流供給を切るので、強い打撃に追って軟質モードに木ネジを強く打ち込んでしまう現象を抑制できる。また、モータの回転が停止した後に、出力軸に取り付けられた先端工具がネジに押しこまれた状態でトリガが再度引かれたら、制御装置は所定時間分の追い締めを行った後に、トリガの引き動作にかかわらずにモータの回転を停止させる。出力軸に装着される先端工具は例えば木ネジを占めるドライバビットであって、所定時間とは木ネジの1周分の回転に要する回転時間よりも小さく設定される。

[0009] 本発明のさらに他の特徴によれば、モータと、モータの起動及び回転を調整するためのトリガと、モータによって回転される打撃機構と、打撃機構に接続される出力軸と、モータの回転を制御する制御装置を有する電動工具において、作業者がトリガを操作するとモータが回転してネジを相手材に締め付け、ネジが着座したらモータを停止し、その後、出力軸に取り付けられた先端工具をネジに押しつけた状態でトリガが再度引かれたら、所定時間、モータを回転させた後にトリガの引き動作にかかわらずにモータの回転を停止させるようにした。このネジは例えば木ネジであって、所定時間は、木ネジの1周分の回転に要する回転時間よりも小さく、好ましくは半周分に要する回転時間以下に設定される。

[0010] 本発明のさらに他の特徴によれば、モータと、モータの起動及び回転を調整するためのトリガと、モータによって回転される打撃機構と、打撃機構に接続される出力軸と、モータの回転を制御する制御装置を有する電動工具にお

いて、作業者がトリガを操作するとモータが回転してネジを相手材に締め付け、ネジが着座してもモータが停止しなかった場合、打撃機構が最初の打撃を行った後にトリガの操作にかかわらずにモータの回転を停止させるように構成した。

発明の効果

[0011] 本発明の電動工具によれば、相手材の堅さに関係なくねじ締め作業が容易かつ確実にできる。また、締め付け途中のネジに対しては追加の締め付けを自動で行うことができる。このように電動工具を用いて相手材（例えば石膏ボード）の硬さに関係なく締め付け作業を確実に行うことができるので、専用のドライバ（ボード用ドライバ）を準備するほどの作業量でない場合にはインパクト工具だけで作業を完了できる。また、軟弱なボードへの締め過ぎを防止するために、ネジが着座したら早めにモータを停止させるようにしつつ、自動追い締めモードを設けたことにより締め付け不足を補うようにしたので、実用性が高く石膏ボードへの締め付けミスの発生を防ぐことができる電動工具を実現できた。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施例に係るインパクト工具1の外観を示す斜視図である。
[図2]本実施例のインパクト工具1の全体構造を示す縦断面図である。
[図3]本実施例のインパクト工具1を用いて石膏ボードへの木ネジの締め付け手順を説明するための図である。
[図4] (A) ~ (C) は本実施例のインパクト工具1で検知された着座状態と追い締め制御との関係を説明するための図であり、(D) は従来のインパクト工具によって締め過ぎとなった状態を示す図である。
[図5]本実施例のインパクト工具1のモータ3の駆動制御系の回路図である。
[図6]締め付け対象材（石膏ボード+合板）の堅さの違いによる締め付け時間の経過とモータ電流の関係を示す図である。
[図7]本実施例のインパクト工具1の締め付け時間の経過に伴うモータ電流波形の変化量を示す図であって、(A) は電流値Iを示し（図6と同じ）、（

B)は電流値 I の微分値を示し、(C)は電流値 I の二階微分値を示す。

[図8]本実施例のインパクト工具 1 の石膏ボードモードにおける締め付け手順を示すフローチャートである(その1)。

[図9]本実施例のインパクト工具 1 の石膏ボードモードにおける締め付け手順を示すフローチャートである(その2)。

[図10]本実施例のインパクト工具 1 の石膏ボードモードにおける締め付け手順を示すフローチャートである(その3)。

[図11]本実施例のインパクト工具 1 の締め付け開始時における負荷の有無を検知する方法を説明するための図である。

[図12]正転時のハンマ 24 によるアンビル 28 への打撃が行われる状況を示す図である。

[図13]本実施例のインパクト工具 1 の締め付け動作中において、ハンマ 24 がアンビル 28 に対して離脱する際のモータ 3 の電流波形を示す図である。

[図14]本実施例のインパクト工具 1 のソフトウェアによる着座判定の仕方を説明するための図である。

[図15]本実施例のインパクト工具 1 における着座判定用の閾値 TH_s の決定方法を説明するための図である。

発明を実施するための形態

実施例 1

[0013] 以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。以下の説明において、前後左右、上下の方向は、図中に示した方向として説明する。本実施例においては、電動工具の一例としてインパクト工具 1 を用いて説明する。

[0014] 図 1 は、本発明の実施例に係るインパクト工具 1 の外観を示す側面図である。インパクト工具 1 は、充電可能なパック式のバッテリー 90 を電源とし、モータを駆動源として出力軸 10 に回転力と打撃力を与え、装着機構 11 にて取付穴 10a に保持されるドライバビット等の図示しない先端工具に回転打撃力を間欠的に伝達してねじ締めやボルト締め等の作業を行う。インパクト工具 1 のハウジング 2 は、モータや動力伝達機構を収容するための略円筒状

の筒状の胴体部 2 a と、胴体部 2 a の略中央付近から軸線 A 1 と略直交方向に延在するものであって、作業者が片手で把持するためのハンドル部 2 b と、ハンドル部 2 b の端部のうち、胴体部 2 a と反対側に位置する下方側端部（反胴体部側端部）に設けられるバッテリー取付部 2 c により構成される。ハンドル部 2 b 内の上部にはトリガレバー 7 a が前方側に突出するように配設され、トリガレバー 7 a の後方側には、出力軸 10 の回転方向を正方向又は逆方向に切り換えるための正逆切替レバー 8 が設けられる。

[0015] バッテリー取付部 2 c はバッテリー 90 の上面とほぼ同じ横面積を有し、その内部には、リチウムイオン電池等の 2 次電池からなるバッテリー 90 が装着される。バッテリー 90 は着脱可能であって、図 1 の状態から取り外す際には、左右両側にあるラッチボタン 91 を押し込みながらバッテリー 90 を電動工具本体に対して前方側に相対移動させる。バッテリー取付部 2 c の内部には前後、左右方向にほぼ水平に配置される制御回路基板（図 2 で後述）が配置される。バッテリー取付部 2 c の上面部分であってハンドル部 2 b の下端よりも前方部分には、第 1 のスイッチパネル 36 が設けられる。第 1 のスイッチパネル 36 には、照明装置 9 を点灯するためのライトスイッチ、バッテリー 90 の残量を表示するための電池残量表示スイッチと電池残量表示ランプ、打撃強さを表示するための強弱表示ランプが配置される。また、バッテリー取付部 2 c の左側面部分にも第 2 のスイッチパネル 37 が設けられ、打撃強さ（締め付けの強さ）を調整するための強弱切替スイッチ 38 が設けられる。強弱切替スイッチ 38 の斜め後下方には、インパクト工具 1 を作業者の腰ベルトに吊り下げるためのフック 50 が設けられる。フック 50 は着脱式であり、図 1 のようにバッテリー取付部 2 c の左側側面に取りつけるだけでなく、右側側面に取りつけることも可能であり、さらには取り外したままとしても良い。

[0016] ハウジング 2 の胴体部 2 a の後端側付近には、スリット状の空気取入口 17 b が形成され、その前方側であってロータファン 15（図 2 で後述）の外周付近には、空気排出用のスリット 17 c が形成される。ハウジング 2 の前方側には金属製であってカップ状に形成され、先端に出力軸 10 を貫通させる

貫通穴が形成されたハンマケース5が設けられる。ハンマケース5の前方端付近の下側には、LEDを用いた照明装置9が設けられる。

[0017] 図2は本実施例のインパクト工具1の内部構造を示す縦断面図である。モータ3は側面視で略T字状の形状を成すハウジング2の筒状の胴体部2a内に收容される。モータ3はブラシ（整流用刷子）の無いDC（直流）モータであり、4極6スロットのブラシレスDCモータである。モータ3は永久磁石を備えたロータ（回転子）3aと、3相巻線等の複数相の電機子巻線（固定子巻線）を備えたステータ（固定子）3bを含む。モータ3は、ロータ3aの永久磁石の磁力を検出してロータ位置を検出する複数のホールICより構成された位置検出素子13の出力を用いて、バッテリー等から供給される直流電圧を複数の半導体スイッチング素子14によってスイッチングされることにより動作する。モータ3の回転軸4は筒状の胴体部2aの軸線A1と同心に配置され、前側及び後側において2つの軸受16a、16bによってハウジング2に軸支される。ステータ3bの後方側には、3つの位置検出素子13や6つの半導体スイッチング素子14等を搭載するための略円環状のインバータ回路基板12が配置される。インバータ回路基板12はモータ3の外径とほぼ同径の略円環状の両面基板である。半導体スイッチング素子14は6つ設けられてインバータ回路を形成し、各相の固定子巻線への通電を切換える。半導体スイッチング素子14としてFET（電界効果トランジスタ）やIGBT（絶縁ゲート・バイポーラ・トランジスタ）等が用いられる。インバータ回路はマイクロコンピュータ（マイコン）により制御され、位置検出素子13によるロータ3aの位置検出結果に基づいて各相の電機子巻線の通電タイミングを設定するので、高度な回転制御が容易となる。

[0018] ハンマケース5は、内部に減速機構20とインパクト機構21を收容するものであって、ハウジング2の胴体部2aの前方側に設けられる。ハンマケース5は金属の一体品にて製造され、カップ状の底部にあたる前方部分には出力軸10を貫通させるための貫通穴5aが形成される。ハンマケース5の外側であって、出力軸10の先端部分に図示しない先端工具を装着又は取り外

し得るための装着機構 11 が設けられる。

[0019] ロータ 3 a と軸受 16 a の間には、ロータファン 15 が回転軸 4 と同軸に取り付けられる。ロータファン 15 は、例えばプラスチックのモールドにより一体成形されるものであり、後方の内周側から空気を吸引し、前方側の半径方向外側に排出する、いわば遠心ファンである。ロータファン 15 によって起こされる空気流は、空気取入口 17 a 及びインバータ回路基板 12 の周囲のハウジング部分に形成された空気取入口 17 b (図 1 参照) から胴体部 2 a の内部に取り込まれ、主にロータ 3 a とステータ 3 b の間を通過するように前方側に流れ、ロータファン 15 により、ロータファン 15 の周囲のハウジング部分に形成された後述するスリット 17 c (図 1 参照) からハウジング 2 の外部に排出される。

[0020] ロータ 3 a は、永久磁石によって形成される磁路を形成する。ステータ 3 b は、円環状の薄い鉄板の積層構造で製造され、内周側には 6 つのティース (図示せず) が形成され、各ティースにはエナメル線が巻かれてコイルが形成される。本実施例では、コイルを U、V、W 相の 3 相を有するスター結線としている。

[0021] ハウジング 2 の胴体部 2 a から略直角に一体に延びるハンドル部 2 b 内の上部にはトリガレバー 7 a が前方側に突出するように配設され、トリガレバー 7 a の後方にはトリガスイッチ 7 が設けられる。使用者はハンドル部 2 b を片手で把持し、人差し指等によってトリガレバー 7 a を後方に引くことによって、トリガ押込量 (操作量) を調整し、モータ 3 の回転数を制御できる。モータ 3 の回転方向は、正逆切替レバー 8 を操作することによって切り替えることができる。ハンドル部 2 b 内の下部は、ハンドル部 2 b の軸線 B1 方向と略直交方向に拡径するバッテリー取付部 2 c が設けられる。バッテリー取付部 2 c には、モータ 3 の駆動電源となるバッテリー 90 が着脱可能に装着される。バッテリー 90 の上部には、モータ 3 のインバータ回路基板 12 を制御するための制御回路部 30 が設けられる。制御回路部 30 には、前後左右方向に延びるように設けられる図示しない制御回路基板が収容される。制御回路

基板には図5にて後述するマイコン40が搭載される。制御回路基板31は、信号線を介してインバータ回路基板12と接続される。制御回路基板31の近傍であって、バッテリー取付部2cの上面には、バッテリー90の残量チェックスイッチと残量表示用のLED表示装置と、照明装置9の点灯スイッチを配置するためのスイッチパネル36が設けられる。

[0022] ハウジング2の胴体部2aは、ハンドル部2b及びバッテリー取付部2cと共に合成樹脂材料の一体成形により製造され、モータ3の回転軸4を通る鉛直面で左右に2分割されるように形成される。組立の際にはハウジング2の左側部材と右側部材を準備し、予め、図2の断面図で示すような一方のハウジング2（例えば左側のハウジング）に、減速機構20、インパクト機構21を組み込んだハンマケース5とモータ3等の組込みを行い、しかる後、他方のハウジング2（例えば右側のハウジング）を重ねて、複数のネジで締め付ける方法が取られる。

[0023] インパクト機構21は遊星歯車による減速機構20の出力側に設けられるもので、スピンドル22とハンマ24を備え、後端が軸受18b、前端がメタル18aにより回転可能に保持される。減速機構20とインパクト機構21が、モータ3によって先端工具を駆動するための動力伝達機構を構成する。トリガレバー7aが引かれてモータ3が起動されると、正逆切替レバー8で設定された方向にモータ3が回転を始め、その回転力は減速機構20によって減速されてスピンドル22に伝達され、スピンドル22が所定の速度で回転する。ここで、スピンドル22とハンマ24とはカム機構によって連結され、このカム機構は、スピンドル22の外周面に形成されたV字状のスピンドルカム溝23と、ハンマ24の内周面に形成されたハンマカム溝25と、これらのカム溝23、25に係合する2つのスチールボール26によって構成される。ハンマ24は、ハンマスプリング27によって常に前方に付勢されている。ハンマ24とアンビル28の対向する回転平面上の2箇所には軸線A1方向に凸状に突出する打撃爪（図12で後述するハンマ爪24a、24b）と、打撃爪によって打撃される被打撃爪（図12で後述するアンビル

爪 28 a、28 b) が回転対称に形成されている。

[0024] スピンドル 22 が回転駆動されると、その回転はカム機構を介してハンマ 24 に伝達され、ハンマ 24 が半回転しないうちにハンマ 24 の打撃爪がアンビル 28 の被打撃爪に係合してアンビル 28 を回転させる。回転時のハンマ 24 とアンビル 28 の係合反力によってスピンドル 22 とハンマ 24 との間に相対回転が生ずると、ハンマ 24 はカム機構のスピンドルカム溝 23 に沿ってハンマスプリング 27 を圧縮しながらモータ 3 側へと後退を始める。そして、ハンマ 24 の後退動によってハンマ 24 の打撃爪がアンビル 28 の被打撃爪を乗り越えて両者の係合が解除されると、ハンマ 24 は、スピンドル 22 の回転力に加え、ハンマスプリング 27 に蓄積されていた弾性エネルギーとカム機構の作用によって回転方向及び前方に急速に加速されつつ、ハンマスプリング 27 の付勢力によって前方へ移動し、ハンマ 24 の打撃爪がアンビル 28 の被打撃爪に再び係合して一体に回転し始める。このように強力な回転打撃力がアンビル 28 に加えられるため、アンビル 28 と一体に形成された出力軸 10 の取付穴 10 a に装着される図示しない先端工具に回転打撃力が伝達される。以後、同様の動作が繰り返されて先端工具に回転打撃力が間欠的に繰り返し伝達され、例えば、木ネジが木材等の図示しない被締め付け部材にねじ込まれる。

[0025] 図 3 (A) ~ (E) は本実施例のインパクト工具 1 を用いて第 1 材たる石膏ボードへの木ネジの締め付け手順を説明するための図である。石膏ボード 71 は、石膏をしん材とし、両面を石膏ボード用原紙で被覆して成型したもので、防火性、遮音性、寸法安定性、工事の容易性等の特徴をもつ建築用内装材料であり、建築物の壁、天井などに広く用いられている。石膏ボードのような軟質のボードは単体の使用では壁材としての強度が不足するため、第 2 材たる合板の上に石膏ボード 71 を重ね貼りすることが多い。図 3 (A) は合板による下地の上に例えば板厚 10 mm の石膏ボード 71 を重ねて、長さ 25 mm の木ネジ 73 を締め付ける直前の状態である。ここでは作業者は木ネジ 73 の先端 73 d を石膏ボード 71 に位置決めし、先端工具 70 を木ネ

ジ73の頭頂面73aの十字溝（図示せず）に嵌合させる。木ネジ73は、径方向に広がる皿部73bと、外周側にネジ山が形成されたネジ部73cにより形成される。ここでは皿部73bの上面たる頭頂面73aは十字溝部分を除いて平坦な形状である。皿部73bの外周面は頭頂面73aから漏斗状になるように軸方向を含む断面外縁が二次曲線状に絞り込まれる形状である。

[0026] 図3（A）の状態にて作業者がトリガレバー7aを引くとモータ3が起動する。モータ3が回転を開始すると先端工具70が回転し、先端工具70と嵌合している木ネジ73が回転し、木ネジ73の先端73dが石膏ボード71にねじ込まれる。図3（B）は木ネジ73の先端73dが石膏ボード71内に位置する状態である。図3（B）から先端工具70がさらに回転して木ネジ73が回転すると、木ネジ73の先端73dが合板等の下地72に到達するので、木ネジ73は下地72にねじ込まれるため、先端工具70に必要な締め付け負荷が増大する。尚、本実施例の木ネジ73のネジ部73cは、ネジ山部分を除くと軸線方向にみて径がほぼ一定であるため、締め付けが進むにつれて増大する負荷は、石膏ボード71と下地72との貫通長さにほぼ比例するように徐々に増大する。

[0027] 図3（D）は皿部73bの漏斗状の外周面が石膏ボード71の表面に当接した状態である。このように皿部73bの漏斗状の外周面が石膏ボード71の表面に当接すると、締め付け負荷が急激に増大する。そこでインパクト工具1のマイコン40は、皿部73bの外周面の一部が石膏ボード71の表面に当接した状態（着座状態）になったと検知して、モータ3を停止させる。着座検出のための具体的な方法は、図6、7にて後述する。ここで、図3（D）に示すような着座状態が検出されて停止した木ネジ73の状態は、頭頂面73aが石膏ボード71の表面よりも高さSだけ突出している状態にある。理想的には $S=0$ の時にマイコン40が木ネジ73の回転を停止させるのが好ましい。しかしながら、被締め付け材（石膏ボード71及び下地72）に対する締め付け負荷は一定では無いので、常に $S=0$ に保つのは先端工具7

0と石膏ボード71の表面の相対位置を検出しない限り困難である。一方で、木ネジ73を締め付けすぎで $S < 0$ となることは絶対に避けねばならない。木ネジ73の締め過ぎによって石膏ボード71の板厚が部分的に規定量に満たなくなると木ネジ73による固定力が不足してしまうためである。また、石膏ボードはもろいので、表面の紙を貫いてしまうと固定力がほとんど生まれられないためである。そこで、本実施例では、皿部73bの軸方向の長さを T_s とすると、 $0 \leq S < T_s$ を満たす状態であって、できるだけ $S = 0$ に近づく範囲でマイコン40がモータ3を停止できるように制御した。マイコン40は、作業者がトリガレバー7aを引いたままであっても着座状態となって一定の締め付け状態を検知したら、モータ3を強制的に停止させる。すなわち、インパクト機構21が打撃を行う前、言い換えるとインパクト機構21が打撃をせずにハンマとアンビルが接触した状態で回転した状態で木ネジ73を締め付け、木ネジ73が着座したらモータ3を停止させている。

[0028] 図3(D)の状態では先端工具70の回転が停止すると、頭頂面73aが石膏ボード71の表面よりも突出している状態であるため、追加の締め付け（増し締め）が必要となる。そこで、本実施例のインパクト工具1では追加で木ネジ73を締め付けるための新たな制御、即ち“追い締め制御”を追加した。“追い締め制御”は、マイコン40が先端工具70を一定量だけ回転させた後に自動停止させる制御であり、“追い締め制御”における回転量が一定となるように制御される。ここでは、モータ3の駆動時間で追い締め制御の回転量を規定する。マイコン40は、作業者がトリガレバー7aを引いたことで先端工具70の回転を開始し、モータ3が所定の微小時間だけ駆動されたら、作業者のトリガレバー7aの引き状態にかかわらずにモータ3の回転を停止させる。この際の回転量は、木ネジ73の不足する締め付け量を1～3回の追い締めで完了できる程度とする。図3(D)から(E)の状態は、先端工具70を頭頂面73aに押し当てたままでトリガレバー7aを引くようにしても良いし、一旦先端工具70を頭頂面73aから離反させて、再び先端工具70を頭頂面73aに押し当ててからトリガレバー7aを再度引く

ような動作であっても良い。尚、図3 (D) の追い締め制御を実現するために、マイコン40はトリガレバー7aが引かれた直後の初期負荷の量を検出し、大きな負荷があるか否かを判定する。大きな負荷の有無によって、トリガレバー7aが引かれた時の状況が図3 (A) の状態に該当するか、図3 (D) の状態で再度トリガレバー7aが引かれたのかを判定する。この判定の仕方は図11にて後述する。

- [0029] 図4 (A) ~ (C) は本実施例のインパクト工具1で検知された着座状態と追い締め制御との関係を説明するための図である。また、比較のために図4 (D) に従来のインパクト工具によって締め過ぎとなった状態も示す。図4 (A) は、本実施例のインパクト工具1で検知された着座が最適ネジ締め位置に到達している状態を示すもので、本実施例のインパクト工具1を用いて締め付けをした際に7~9割程度の締め付けがこの状態になるように制御すると良い。ここでは石膏ボード71の表面と木ネジ73の頭頂面73aが同一面になっている。
- [0030] 図4 (B) の左側の状態は、インパクト工具1で検知された着座位置が不足している状態を示し、木ネジ73の頭頂面73aが石膏ボード71の表面から距離 S_1 だけ浮いている。その後1度だけ追い締めを行うことで右側に図示した最適ネジ締め位置に到達する。図4 (C) の左側の状態は、インパクト工具1で検知された着座位置がさらに不足している別の状態を示し、木ネジ73の頭頂面73aが石膏ボード71の表面から距離 S_2 ($S_2 > S_1$) だけ浮いている。この場合は1度の追い締めだけでは足りないので、2度の追い締めを行うことで右側のような最適ネジ締め位置に到達する。ここでは先端工具70を頭頂面73aに押し当てたままトリガレバー7aを引く操作が2回必要になり煩わしさも否めない。しかしながら、図4 (D) のように締め過ぎとなってしまうと石膏ボード71一枚分を張り替えねばならない虞が高いので、トリガレバー7aを再び引く操作が増えるデメリットよりも、締め過ぎが発生するデメリットの方が遙かに大きい。本実施例では、図4 (A) の状態が7~9割程度、(B) の状態が2~0.5割程度、(C) の状態

が1〜0.5割程度、(D)の状況の発生がゼロとなるようにマイコン40がモータ3の回転制御を行うようにできれば好ましい。木ネジ73が着座するとモータ3を停止するが、トリガレバー7aを再操作することで追い締めを行うことができる。この際、木ネジ73の着座が検出できずにモータ3が停止しなかった場合、最初の打撃を検出した後にモータ3を停止するようにしても良い。この構成によれば、最初のトリガレバー7の操作で追い締めまでの動作を実行することができ、木ネジ73の締め過ぎを抑制することができる。

[0031] 次に、モータ3の駆動制御系の構成と作用を図5を用いて説明する。図5は本実施例のインパクト工具1の概略ブロック図である。本実施例では電源として二次電池で構成されたバッテリー90を用い、ブラシレスDCモータを制御するために制御回路部(制御装置)30はマイコン40を含み、複数の半導体スイッチング素子Q1〜Q6により構成されるインバータ回路を駆動する。モータ3は、いわゆるインナーロータ型で、一对のN極およびS極を含むマグネット(永久磁石)を埋め込んで構成されたロータ3aに対向するように、60°毎に配置された3つの位置検出素子13が設けられる。ステータ3bにはスター結線された3相巻線U、V、Wが含まれる。

[0032] インバータ回路基板12上には、3相ブリッジ形式に接続されたFETなどの6個のスイッチング素子Q1〜Q6が搭載される。制御回路基板31に搭載されるマイコン40は、制御信号出力回路48を介してスイッチング素子Q1〜Q6の駆動制御をする。ブリッジ接続された6個のスイッチング素子Q1〜Q6の各ゲートは、制御信号出力回路48に接続され、6個のスイッチング素子Q1〜Q6の各ドレインまたは各ソースは、スター結線された固定子巻線U、V、Wに接続される。これによって、6個のスイッチング素子Q1〜Q6は、制御信号出力回路48から入力されたスイッチング素子駆動信号(H4、H5、H6等の駆動信号)によってスイッチング動作を行い、インバータ回路に印加されるバッテリー90の直流電圧を3相(U相、V相及びW相)電圧Vu、Vv、Vwとして固定子巻線U、V、Wに電力を供給す

る。

- [0033] 6個のスイッチング素子Q1～Q6の各ゲートを駆動するスイッチング素子駆動信号（3相信号）のうち、3個の負電源側のスイッチング素子Q4、Q5、Q6をパルス幅変調信号（PWM信号）H4、H5、H6として供給し、制御回路基板31上に搭載されたマイコン40によって、トリガスイッチ7のトリガレバー7aの操作量（ストローク）の検出信号に基づいてPWM信号のパルス幅（デューティ比）を変化させることによってモータ3への電力供給量を調整し、モータ3の起動／停止と回転速度を制御する。
- [0034] 制御回路部30には、マイコン40、電流検出回路41、スイッチ操作検出回路42、印加電圧設定回路43、回転方向設定回路44、回転子位置検出回路45、回転数検出回路46、及び、入出力部49が搭載される。制御回路部30の中核をなすマイコン40は、図示されていないが、処理プログラムとデータに基づいて駆動信号を出力するためのCPUと、後述するフローチャートに相当するプログラムや制御データを記憶するためのROMと、データを一時記憶するためのRAMと、タイマ等を内蔵するマイコンを含んで構成される。電流検出回路41はシャント抵抗32の両端電圧を測定することによりモータ3に流れる電流を検出する電圧検出手段であって、検出電流はマイコン40に入力される。本実施例ではシャント抵抗32をバッテリー90とインバータ回路の間に設けて半導体スイッチング素子Q1～Q6に流れる電流値を検出する方式であるが、シャント抵抗32をインバータ回路とモータ3の間に設けてモータ3に流れる電流値を検出するようにしても良い。
- [0035] スwitch操作検出回路42はトリガレバー7aが引かれているかどうかを検出するもので、少しでも引かれていればオン信号をマイコン40に出力する。印加電圧設定回路43は、トリガレバー7aの移動ストロークに応答してモータ3の印加電圧、すなわちPWM信号のデューティ比を設定するための回路である。回転方向設定回路44は、モータの正逆切替レバー8による正方向回転または逆方向回転の操作を検出してモータ3の回転方向を設定するための回路である。回転子位置検出回路45は、3つの位置検出素子13の

出力信号に基づいてロータ 3 a とステータ 3 b の電機子巻線 U、V、W との関係位置を検出するための回路である。回転数検出回路 4 6 は、単位時間内にカウントされる回転子位置検出回路 4 5 からの検出信号の数に基づいてモータの回転数を検出する回路である。制御信号出力回路 4 8 は、マイコン 4 0 からの出力に基づいてスイッチング素子 Q 1 ~ Q 6 に PWM 信号を供給する。PWM 信号のパルス幅の制御によって各電機子巻線 U、V、W へ供給する電力を調整する。

[0036] マイコン 4 0 には動作モードを切り換えるための入出力部 4 9 からの信号が入力される。入出力部 4 9 から入力される信号は、第 1 のスイッチパネル 3 6 と第 2 のスイッチパネル 3 7 からの入力信号や、その他のセンサ類の入力信号がある。また、マイコン 4 0 から入出力部 4 9 へ出力される信号は、先端工具付近を照らすための照明装置 9 を駆動する駆動回路への点灯又は消灯指示信号、第 1 のスイッチパネル 3 6 上の LED 表示の点灯信号を含む。

[0037] 図 6 は、締め付け対象材（石膏ボード+合板）の堅さの違いによる締め付け時間の経過とモータ電流の関係を示す図である。縦軸は電流値 I（単位：A）であり、横軸は時間の経過（単位：ミリ秒）である。ここでは、1 回の締め付けだけで木ネジ 7 3 が図 3（E）の状態まで理想的に締め付けられる場合を示しており、実線で示す電流値 6 1 が、石膏ボード 7 1 に加えて柔らかい下地 7 2 に対する締め付けの状況を示す。また、点線で示す電流値 6 2 が、石膏ボード 7 1 に加えて硬い下地 7 2 に対する締め付けの状況を示す。軟らかい下地の場合、時刻 0 にて作業者が図 3（A）に示す状態から木ネジ 7 3 を締め付けるべくトリガレバー 7 a を引くと、締め付けの進行と共に電流値 6 1 は矢印 6 1 a から 6 1 b のようにわずかに上昇する。ここではモータ 3 の始動直後の始動電流の影響の図示を省略しているので注意されたい（後述する図 7 でも同じ）。そして、時刻 t_1 において着座初期状態（木ネジ 7 3 の皿部 7 3 b とネジ部 7 3 c の境界位置が石膏ボード 7 1 の表面に到達した状態）になると、矢印 6 1 c のように急激に電流値が増加する。

[0038] マイコン 4 0 は、着座初期状態を検出した後の適切なタイミング、即ち時刻

t_2 でモータ3の回転を停止する。硬い下地の場合も同様に、時刻0にて作業者がトリガレバー7aを引くと、締め付けの進行と共に電流値62は矢印62aから62bのように直線的に上昇する。そして、時刻 t_1 において着座状態になると、矢印62cのように大きく電流値が増加する。マイコン40は着座を検出した後の適切なタイミング、即ち時刻 t_2 でモータ3の回転を停止する。実際の締め付け動作では、硬い下地と軟らかい下地の場合に出力軸10の回転速度が同じとは限らないため、時刻 t_1 、 t_2 がばらつくので、図6で示したのはあくまでも一例である。この波形図からわかるように、軟らかい下地の場合、矢印61a~61bに示すような着座前の電流値61の小さい傾きに比べて、矢印61cに示す着座後の傾きの上昇度合いが大きい。一方、硬い下地の場合、矢印62a~62bに示す着座初期状態よりも前の電流値62の傾きに比べて、矢印62cに示す着座初期状態よりも後の電流値62傾きの上昇度合いが小さい。本実施例では、この着座初期状態前の電流値の傾きに対する、着座初期状態後の電流値の傾きの比率の違いに考慮しながら、モータ3を停止させるための停止閾値TH_s（後述）を最適に設定するようにした。このように本実施例では、締め付け対象材の堅さが異なっても確実に着座を検出してモータ3を停止することができる。

[0039] 図7は締め付け対象材（第1材たる石膏ボード+第2材たる合板）の堅さの違いによる締め付け時間の経過に伴うモータ電流の関係を示す図であって、図7（A）の縦軸は電流値Iを示し、（B）の縦軸は電流値Iの微分値を示し、（C）の縦軸は電流値Iの二階微分値を示す。図7（A）は図6と同一の図である。図7（B）は図7（A）の電流値61、62をそれぞれ時間で微分して、 dI/dt による微分値63、64を算出したものである。 dI/dt は、図7（A）のグラフの傾きの大きさを示し、実線で示す軟らかい下地の場合の微分値63は着座前には矢印63aの状態であり、点線で示す硬い下地の場合の微分値64の矢印64aよりも小さい。また、時刻 t_1 の着座初期位置に到達してから木ネジ73の頭頂面73aが石膏ボード71と同一面に至るまでの間における dI/dt は、軟らかい下地の場合の微分値

63の立ち上がり（矢印63b）が、硬い下地の場合の微分値64の立ち上がり（矢印64b）よりも明らかに大きくなる。本発明者らはこの矢印63aと64aの関係（ $63a < 64a$ ）と、矢印63bと64bの関係（ $63b > 64b$ ）が逆転する事実に注目して、停止閾値 TH_s を設定するようにした。この結果、第2材たる下地材の硬さの違いに応じた最適な停止閾値 TH_s （後述）を、各締め付け毎に個別に設定することが可能となった。

[0040] 図7（C）は微分値63、64をさらに微分して、図7（B）の微分値63、64のグラフの傾きを算出したものである。つまり、図7（A）からみて二階微分値となり、二階微分値65、66は d^2l/dt^2 にて算出される。ここで理解できるように、時刻0から時刻 t_1 においては、二階微分値65、66はほとんど0であり双方に変わりがない。一方、時刻 t_1 から時刻 t_2 において二階微分値65、66が急激に立ちあがる。この立ち上がり具合に応じてモータ3を停止させるための停止閾値 TH_s を変動させる。考え方としては、下地材が硬くて締め付け負荷が大きい場合は、二階微分値66のように d^2l/dt^2 が時刻 t_1 から t_2 の範囲において小さくなるので、停止閾値 TH_s が小さくなるように設定する。他方、下地材が軟らかくて締め付け負荷が小さい場合は、二階微分値65のように d^2l/dt^2 が時刻 t_1 から t_2 の範囲において大きくなるので、停止閾値 TH_s が大きくなるように設定する。以上のように本実施例では停止閾値 TH_s を着座初期位置到達後の d^2l/dt^2 の大きさに応じて矢印81のように上下させる。この上下させることにより、時刻0～時刻 t_1 までの微分値63、64の大きさに合わせて停止閾値 TH_s を変動させることができるので、トリガレバー7aを引いてから着座初期位置に到達する間の区間で、停止閾値 TH_s を変動させることが可能となる。

[0041] 図8～図10は本実施例のインパクト工具1の石膏ボードモードにおける締め付け手順を示すフローチャートである。インパクト工具1は、バッテリー90が装着され、最初にトリガレバー7aが引かれてトリガスイッチ7がオンになると、マイコン40に電源が供給されるため、マイコン40が起動して図8～図10にて示す各ステップを実行する。図8～図10にて示す各ステ

ップは、マイコン40にあらかじめ格納されたプログラムによってソフトウェア的に実行される。最初に、マイコン40はインパクト工具1の設定されている動作モードを検出する(ステップ101)。本実施例のインパクト工具1の動作モードは、従来から設けられるインパクト動作モード(第1モード)に加えて、「石膏ボードモード(第2モードであって、軟質ボード用の動作モード)」が追加されている。インパクト動作モードでは締め付け強さを複数段階(例えば4段階)にて設定できる。インパクト工具の動作モードは第1モードと第2モードの2つだけに限らずに、その他の動作モード、例えばテクスネジ締め付けモード(第3モード)やその他の動作モードが設けられても良いが、ここでの第3モードやその他の動作モードの説明は省略する。ステップ101では、これらのモードのうち、いずれかが設定されているかをマイコン40が判定する。

[0042] 次にマイコン40は、正逆切替レバー8の設定を検出することによりモータ3の回転方向を設定する(ステップ102)。次にマイコン40は、ステップ101にて検出された動作モードが、「通常モード(通常のインパクト動作モード)」か、本実施例によって追加された新たな「石膏ボードモード」であるかを判定する(ステップ103)。動作モードが「通常モード」である場合は、マイコン40は従来のインパクト工具と同じ制御たるステップ104~110の制御を行う。即ち、マイコン40は設定されているインパクト動作による締め付け強さに応じてモータ3の目標回転数を設定し(ステップ104)、トリガレバー7aが引かれてトリガスイッチ7がオンになったか否かを判定する(ステップ105)。ステップ105にてトリガレバー7aが引かれていない場合は、ステップ101に戻り、トリガレバー7aが引かれている場合は、モータ3の駆動を開始する(ステップ106)。次に、マイコン40はモータ3の回転中においてトリガスイッチ7がオフになったか否かを判定し(ステップ107)、オフになっていなかったらモータ3の回転数を検出し(ステップ109)、ステップ104で設定された目標回転数と検出された現在の回転数を比較し、PWM制御におけるデューティ比

を設定し、そのデューティ比となるようにインバータ回路を制御し、ステップ107に戻る（ステップ110）。ステップ107にてトリガレバー7aが戻されてトリガスイッチ7がオフになったら、モータ3の駆動を停止させて締め付け動作を終了する（ステップ108）。以上が、従来から行われてきた通常のインパクト動作モードである。

[0043] ステップ103において、マイコン40が「石膏ボードモード」に設定されていると判定したら、ステップ111以降のステップを実行する。ステップ111では、マイコン40はモータ3の回転方向が「逆転」に設定されているかを判定する。逆転の場合は、石膏ボード特有の着座検出や追い締め制御は不要なので、ステップ104に進む。ステップ114でマイコン40は、石膏ボードの締め付け用に適するモータ3の目標回転数を設定し（ステップ112）、トリガレバー7aが引かれてトリガスイッチ7がオンになったか否かを判定する（ステップ113）。ステップ113にてトリガレバー7aが引かれていない場合は、ステップ101に戻り、トリガレバー7aが引かれている場合は、モータ3の駆動を開始する（ステップ114）。次に、マイコン40はモータ3の回転中においてトリガスイッチ7がオフになったか否かを判定し（ステップ115）、オフになっていなかったらモータ3の回転数を検出し（ステップ117）、ステップ112で設定された目標回転数と検出された現在の回転数を比較し、PWM制御におけるデューティ比を設定し、そのデューティ比となるようにインバータ回路を制御し、図9のステップ121に移行する（ステップ118）。ステップ115にてトリガレバー7aが戻されてトリガスイッチ7がオフになったら、モータ3の駆動を停止させて（ステップ116）、締め付け動作を終了する。

[0044] 図9は図8のステップ118に続く処理手順である。「石膏ボードモード」では、最初にマイコン40が駆動時間の検出を行う（ステップ119）。この検出は一定の間隔毎（例えば1ミリ秒ごと）に行うもので、間隔の計測はマイコン40が有するタイマ機能を用いて行われる。次に、マイコン40は、電流検出回路41（図5参照）を用いてモータ3に流れる電流値Iを測定

する（ステップ120）。次にマイコン40は、測定された電流値 I （例えば時刻 t_n の電流値 I_n ）を図示しない内部メモリに一時的に記憶する（ステップ121）。次にマイコン40は、石膏ボードモードにおける「初期負荷判定終了フラグ」が、設定済み（＝“1”）であるか未設定（＝“0”）であるかを判定する（ステップ122）。ここで、「初期負荷判定終了フラグ」は、石膏ボードモードにおいてトリガレバー7aが引かれた後に、図3（A）のような締め付け前の状態であるか、図3（D）の後の状態のような追い締め制御であるかを示す負荷判定が実行されたか否かを示すフラグである。初期負荷判定終了フラグの“1”が検出された場合は、締め付け前の状態か追い締め制御かの判定が済んでいることを示す。初期負荷判定終了フラグ“1”が未検出の場合は、締め付け前の状態か追い締め制御かの判定が済んでいないことを示す。尚、初期負荷判定終了フラグは、作業者がトリガレバー7aを離した際にクリアされて“0”が入力される。

[0045] ステップ122で初期負荷判定が終了していない場合、即ち初期負荷判定終了フラグの“1”が未検出の場合は、マイコン40が初期負荷状態を検出するための時間が適正範囲（判定時間領域内）であるか否かを判定する（ステップ126）。ここで、図11を用いて、追い締め制御を実行すべきか否かの負荷検知方法を説明する。図11はインパクト工具1の締め付け開始時における負荷の有無を検知する方法を説明するための図であり、「石膏ボードモード」において作業者がトリガレバー7aを引いた直後に毎回実行される。グラフの縦軸は電流検出回路41（図5参照）によって検出される電流値 I （単位A）であり、横軸は時間の経過（単位ミリ秒）である。ここでは、電流値68、69の2つの波形を示している。電流値68は図3（E）の締め付け時のように追い締め用の負荷がある状態であり、電流値69は図3（A）のように追い締め用の負荷が無い状態である。時刻0において作業者がトリガレバー7aを引くと、モータ3が起動して回転を開始する。モータ3の始動直後には矢印68a、68bのように大きな始動電流が流れるので、この時間内に測定された電流値 I は判断には用いないようにして（不感期間）、

始動電流が無くなってモータ3に流れる電流値68、69が安定した頃の所定区間（負荷検知区間）、即ち、矢印68b、69bのように時刻 $t_a \sim t_b$ の区間の電流値68、69を測定し、それらの値が閾値 TH_1 を越えているか否かを判定する。ここで、閾値 TH_1 は負荷検知のために予め設定された閾値であり、閾値 TH_1 を越えていたら負荷がある、即ち図3（D）から（E）に至る“追い締め状態”であると判定され、閾値 TH_1 以下であったら、図3（A）に示す木ネジ73の締め付け開始時の負荷無しの状態であると判定される。閾値 TH_1 を越えているか否かは、時刻 $t_a \sim t_b$ に至る電流値68、69のピーク値で判定しても良いし、平均値で判定しても良いし、フィルタリング処理をしてノイズを除去した後に判定しても良い。この負荷検知区間は、着座が検知される時刻 t_1 （ $t_1 > t_0$ ）よりも十分前の区間にあるので、木ネジ73のそれぞれの締め付けの初期段階でマイコン40は負荷あり、負荷無しの状態を判断できる。尚、“負荷あり”であって時刻 t_b を越えた後、一定の時間経過後の時刻 t_0 に、マイコン40はモータ3を停止させる。ここで、時刻0から時刻 t_0 に至る所定時間の設定値は80ms程度であり、木ネジを約90度回転させる程度である。“負荷なし”と判断された場合は、マイコン40は図7で示したように着座検出をして時刻 t_2 にてモータ3を停止する。

[0046] 図8のステップ126に戻る。ステップ126にて、電流値が検出された時刻が初期負荷検出のための検知時間内であるかを判断し、負荷検知時間未満にあるとき、即ち図12の時刻0から t_a の間にあるときは図8のステップ115に戻る。ステップ126にて、電流値が検知時間内である時は、検出された電流値Iが、負荷検知の閾値 TH_1 を越えているか否かを判定する（ステップ127）。負荷検知の閾値 TH_1 を越えている場合にマイコン40は、初期負荷状態（負荷あり）が検出されたと判定して、初期負荷の判定フラグを“1（＝負荷あり）”と判定するとともに、初期負荷の判定終了フラグを“1（＝判定済み）”に変更し（ステップ128、129）、図8のステップ115に戻る。ステップ127において負荷検知の閾値 TH_1 を越えていない

場合は、マイコン40は初期負荷状態（負荷なし）が検出されたと判定して、初期負荷の判定フラグを“0（＝負荷なし）”と判定する（ステップ130）とともに、初期負荷の判定終了フラグを“1（＝判定済み）”に変更し（ステップ129）、図8のステップ115に戻る。

[0047] 図9のステップ122にて、初期負荷の判定終了フラグが“1（＝判定済み）”である場合は、判定された結果が負荷ありか、負荷無しかを判定し（ステップ123）、負荷が無い場合は石膏ボードモードによる追い締めでない通常の締め付けを実行すべく図10のステップ131に移行する。ステップ123にて負荷がある場合は、マイコン40は追い締めを行うためにモータ3を一定時間だけ駆動し、一定時間に到達しない間は図8のステップ115に戻る。一定時間が経過したら、マイコン40はモータの回転を停止し、石膏ボードモードによる締め付け動作を終了する。尚、ステップ125でモータを停止する場合であっても、図4（C）の中央の状態である場合もある。その場合は、作業者は再度トリガレバー7aを引くことによって更なるの追い締めを行う。

[0048] 図10は、図9のステップ123の“負荷無し”の場合の続きの処理手順を示すフローチャートである。ここでマイコン40は、ハンマ24によるアンビル28への打撃が行われそうか否かを検出する（ステップ131）。ここでは加速度センサを用いて実際に打撃が行われた後に検出する方法としても良いが、モータ3の電流値Iを検出することにより、ハンマ24が後退してアンビル28との係合状態が外れた離脱状態になったことを検出する。この離脱状態の検出について、図12と図13を用いて説明する。

[0049] 図12は、正転時のハンマ24によるアンビル28への打撃が行われる状況を示す図であって、アンビル28とハンマ24の2つを軸線A1（図2参照）の前方側から見た図である。図12（A）は、モータ3が回転してハンマ24が正転方向に回転し、ハンマ爪（打撃爪）24a、24bがアンビル28のアンビル爪（被打撃爪）28a、28bを回転方向後方から押すような形となるためアンビル28がハンマ24と同じ方向に回転する。この状態で

先端工具 70 (図 3 参照) から受ける負荷が増加すると、スピンドルカム機構によってハンマ 24 がハンマスプリング 27 (図 2 参照) を圧縮しながら後退を初めて、ついにはハンマ爪 24 a、24 b とアンビル爪 28 a、28 b の軸線 A1 方向の接触長さが 0 となる。この結果、図 12 (B) に示すようにハンマ爪 24 a、24 b がアンビル爪 28 a、28 b の後方側をすり抜けるようにして、図中の“ハンマ駆動”で示す矢印方向に回転する。この際、ハンマ爪 24 a、24 b はアンビル爪 28 a、28 b と回転方向に接触していないため、図 12 (B) に示すハンマ 24 の後退時のモータ 3 の負荷は大きく低下するので、その時の電流値 I も小さくなる。図 12 (C) は、ハンマ爪 24 a、24 b がアンビル爪 28 a、28 b の後方側をすり抜けて、ハンマスプリング 27 (図 2 参照) の付勢力によって前方側に移動しながら矢印方向に回転する。この回転は、ハンマ爪 24 a、24 b がアンビル爪 28 a、28 b と接触していない空転状態にあるため、モータ 3 には締め付けの負荷がかからないことになり、電流値 I がさらに低下する。この図 12 (A) ~ (C) に至る際のモータ 3 の電流値 I を示すのが図 13 である。

[0050] 図 13 は本実施例のインパクト工具 1 の締め付け動作中において、ハンマ 24 がアンビル 28 に対して離脱する際のモータ 3 の電流波形を示す図である。縦軸は電流検出回路 41 (図 5 参照) で検出されるモータ 3 の電流値 I (単位 A) であり、横軸は時間の経過である。横軸の時刻 t_A 、 t_B は、図 12 (A)、(B) の状態の時刻である。図 3 (A) ~ (C) で示したように、木ネジ 73 (図 3 参照) の締め付け時には着座に至るまでにモータ 3 の電流値 69 は、矢印 69 c のように徐々に増加する。矢印 69 c で示す電流値 69 の上昇は、ハンマ爪 24 a、24 b がアンビル爪 28 a、28 b を回転方向後方から押すようにして回転するためである。この状態で図 12 (B) で示すようにハンマ爪 24 a、24 b が後方側に離脱して、アンビル爪 28 a、28 b との係合が解消されると、ハンマ 24 に加わる負荷が急激に減少するため、矢印 69 d のように電流値 69 が急激に低下する。この矢印 69 d の時点でモータ 3 への電流の供給を続けると、モータ 3 は加速してハンマ爪 2

4 a、24 bをアンビル爪28 a、28 bに勢いよく打撃させることとなる。しかしながら、本実施例では石膏ボード71（図3参照）という軟質部材への締め付けであるため、インパクト工具1の打撃動作を伴う締め付け作業はトルクが高すぎて締め過ぎ状態（図4（4））を招く恐れが高い。そこで本実施例では、マイコン40が電流値69の急激な低下を検出することによって、打撃が行われる状態を事前に検知し、打撃が行われる前、例えば時刻 t_f において、モータ3への駆動電流の供給を停止するようにした。

[0051] 再び図12に戻る。図12（C）に示すようにハンマ24が空転しているときにマイコン40がモータ3への駆動電流の供給を停止したとしても、モータ3は慣性により回転を続けるため、図12（D）に示すようにハンマ爪24 a、24 bがアンビル爪28 b、28 aを打撃することになる。しかしながら、この打撃の際にはモータ3には駆動電流が流れていないため、打撃の力は弱くなり、被締め付け材（図4に示す石膏ボード71）に加わる締め付け力も小さくなるため、締め過ぎ状態の発生を効果的に防止できる。以上のように制御してハンマ爪24 a、24 bがアンビル爪28 a、28 bを乗り上げて後退するようなハンマバック状態が起きたらマイコン40はモータ3への駆動電流の供給を停止して、通常の打撃動作が行われないように制御する。この制御により、打撃動作では締め付けトルクが高すぎてしまうような軟弱部材へのネジの締め付けを良好に行うことができる。尚、図13に示したように、本実施例ではハンマ24の後退時にモータ3への駆動電流の供給を完全に停止しているが、完全に停止しなくても大幅に低減させて、例えば図11の電流値69が30%未満となるように低減させるように回転を継続するように構成しても良い。

[0052] 図10に戻る。図10のステップ132において、マイコン40は打撃の検出を行うと、駆動電流の供給を停止することによって、モータ3の駆動を停止して処理を終了する（ステップ139）。尚、モータ3は急に停止せずに慣性にて回転するため1回だけ打撃が行われることになるが、打撃直前に電源が遮断されているので、打撃の実行による木ネジ73の締め過ぎ状態が発

生する虞はない。

[0053] ステップ132において、マイコン40は打撃の検出ができない場合、即ち図13の矢印69dのように電流値Iの大幅な低下が検出できない場合は、検出された現在の電流値Iの変化量を検出する(ステップ133)。図7で示した本実施例での原理では、電流値Iの微分値と、二階微分値を算出して、それらを元に判定しているが、マイコン40での実際異の判定は図14に示すような方法で行う。図14は、本実施例のインパクト工具1のソフトウェアによる着座判定の仕方を説明するための図である。ここでは電流値60が図13のように上昇したとする。この際、マイコン40は一定の時間間隔毎、ここでは時間Tごとにモータ3へ流れる電流値を測定し、測定したn番目の電流値(nは自然数)を I_n とする。つまり I_n が測定された電流値であり、電流値 I_{n-1} が時間Tだけ前の時刻 t_{n-1} に測定されたものであり、電流値 I_{n-2} が時間2Tだけ前の時刻 t_{n-2} に測定されたものである。これら I_n 、 I_{n-1} 、 I_{n-2} は、マイコン40の内部メモリ内に一時的に格納される。時刻 t_n において電流値 I_n の測定が終了したら、マイコン40は $(I_n - I_{n-1}) - (I_{n-1} - I_{n-2})$ の値を算出することにより、電流値60の単位時間あたりの傾きを検出する。この検出結果が、閾値 TH_S を越えたらマイコン40は木ネジ73が着座していると判断してモータ3の駆動を停止させる。

[0054] 図14において、ステップ133では現在の電流 I_n と、その直前に測定された電流 I_{n-1} を比較する。次にマイコン40の内部メモリ内に一次記憶されている電流 I_{n-1} が測定された直前に測定された電流値 I_{n-2} の電流量を検出する(ステップ134)。次に、現測定区間の電流値の変化量 $(I_n - I_{n-1})$ と、現測定区間の1つ前の測定区間の電流値の変化量、即ち過去の電流値の変化量 $(I_{n-1} - I_{n-2})$ の差を算出する(ステップ135)。次にマイコン40は、ステップ135で算出された電流値の変化量からモータ3を停止させるための閾値(停止閾値 TH_S)を設定する。この停止閾値 TH_S の設定方法を図15を用いて説明する。

[0055] 図15は縦軸が閾値 TH_S の大きさであり、横軸が電流値Iの値(単位A)で

ある。ネジが着座をしたとしてモータ3を停止させるための停止閾値80は、電流 $I_{min} \sim I_{max}$ の範囲の内でリニアに変更する。ここでは $I_{min} < I < I_{max}$ の範囲においては、 $TH_s = \alpha I + \beta$ の式で閾値 TH_s を設定するようにした。 α 、 β は係数である。 TH_s を算出するための電流値 I は、時刻1～ n までのうち所定の範囲内の任意の電流値を用いることができるが、例えば、複数区間の電流の平均値を用いるようにすれば良い。

[0056] 図10のステップ136に戻り、ステップ136において、図15で示した式を用いてモータ3の停止閾値80が決定したら、ステップ135にて算出した変化量の差が、設定された停止閾値 TH_s を越えたか否かを判定する（ステップ137）。ステップ135にて算出した変化量の差が停止閾値 TH_s を越えていない場合は、図8のステップ115に戻り、停止閾値 TH_s を越えている場合はマイコン40はモータ3の駆動を停止して処理を終了する（ステップ138）。以上のようにマイコン40が停止閾値 TH_s を用いて締め付け制御をするので、木ネジ73が着座をしていて、かつ締め過ぎにならない状態でモータ3を停止させることができる。しかも、作業者がトリガレバー7aを引いたままであってもマイコン40が自動的にモータを停止するので、石膏ボード71のような軟質部材に対してのねじ締めであっても理想的な締め付けを実施できる。また、作業者は締め付けが不足しているような場合には、再度トリガレバー7aを引くことで、一定回転分の追い締めができるので、理想的な締め付け状態に到達させることができる。

[0057] 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、上述の実施例では軟質ボードの締め付けモードとして、石膏ボードを締め付ける例で説明したが、石膏ボード以外の軟質のボードや、軟質の部材をねじ締める場合にも同様に適用できる。また、電動工具としてはバッテリーを用いたインパクト工具だけに限られずに、AC商用電源を用いたインパクト工具であっても良い。また、打撃機構（インパクト機構）は、ハンマとアンビルを用いた機械的なインパクト機構だけでなく、オイルパルス機

構を用いた電動工具であっても良い。

符号の説明

[0058] 1…インパクト工具、2…ハウジング、2 a…胴体部、2 b…ハンドル部、2 c…バッテリー取付部、3…モータ、3 a…ロータ、3 b…ステータ、4…回転軸、5…ハンマケース、5 a…貫通穴、7…トリガスイッチ、7 a…トリガレバー、8…正逆切替レバー、9…照明装置、10…出力軸、10 a…取付穴、11…装着機構、12…インバータ回路基板、13…位置検出素子、14…半導体スイッチング素子、15…ロータファン、16 a, 16 b…軸受、17 a, 17 b…空気取入口、17 c…スリット（空気排出口）、18 a…メタル、18 b…軸受、20…減速機構、21…インパクト機構、22…スピンドル、23…スピンドルカム溝、24…ハンマ、24 a, 24 b…ハンマ爪、25…ハンマカム溝、26…スチールボール、27…ハンマスプリング、28…アンビル、28 a, 28 b…アンビル爪、30…制御回路部（制御装置）、31…制御回路基板、32…シャント抵抗、36…スイッチパネル、37…（第2の）スイッチパネル、38…強弱切替スイッチ、40…マイコン（演算部）、41…電流検出回路、42…スイッチ操作検出回路、43…印加電圧設定回路、44…回転方向設定回路、45…回転子位置検出回路、46…回転数検出回路、48…制御信号出力回路、49…入出力部、50…フック、60, 61, 62…電流値、63, 64…（電流の）微分値、65, 66…（電流の）二階微分値、68, 69…電流値、70…先端工具、71…石膏ボード（第1材）、72…下地（第2材）、73…木ネジ、73 a…頭頂面、73 b…皿部、73 c…ネジ部、73 d…先端、80…停止閾値、90…バッテリー、91…ラッチボタン TH_1 …（負荷検知用の）閾値 TH_S …停止閾値

請求の範囲

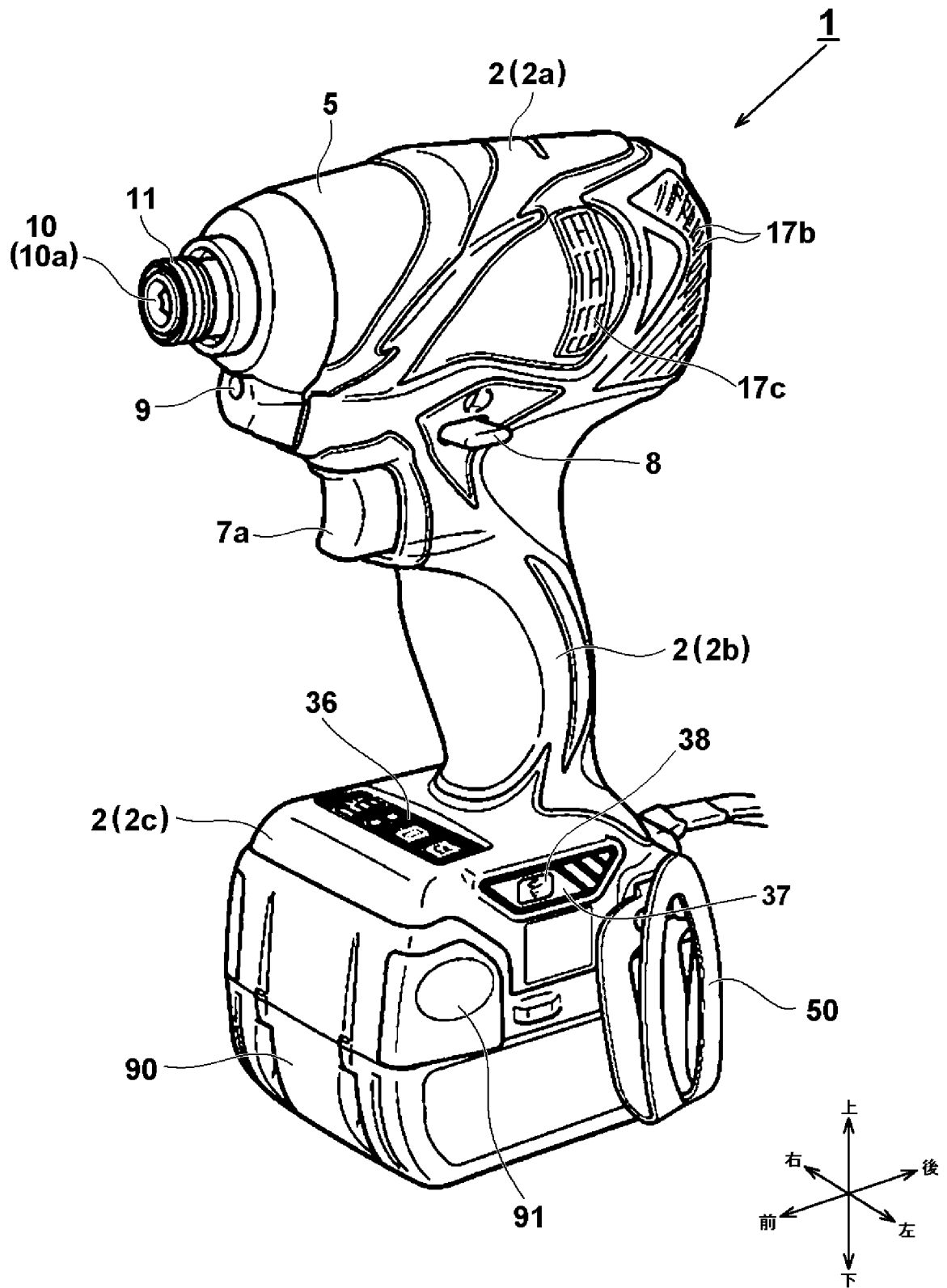
- [請求項1] モータと、前記モータの起動及び回転を調整するためのトリガと、前記モータによって回転される打撃機構と、前記打撃機構に接続され、ネジを締め付ける出力軸と、前記モータに流れる電流を検出するための電流検出回路と、前記モータ、前記トリガ及び前記電流検出回路に接続され、前記モータの回転を制御する制御装置と、を有する電動工具において、前記制御装置は、前記電流検出回路により検知した電流の変化によって、前記打撃機構による打撃と、前記ネジの着座とを、それぞれ検知できるように構成され、作業者が前記トリガを操作すると前記モータを回転させ、前記打撃機構による打撃が検出されない状態で、前記ネジを相手材に締め付けるよう前記モータを回転させ、前記打撃機構による打撃が検出されない状態で、前記ネジが着座したら前記モータの回転を停止するよう構成されたことを特徴とする電動工具。
- [請求項2] 前記相手材は、第1材と、前記第1材より硬い第2材とを有し、前記打撃機構が打撃しない状態で前記ネジを前記第1材及び前記第2材にそれぞれ締め付けた場合でも、前記ネジが着座したら前記モータの回転を停止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] 作業者の前記トリガが操作すると前記モータが回転し、前記打撃機構が打撃して前記ネジを前記相手材に締め付ける第1モードと、作業者が前記トリガを操作すると前記モータが回転し、前記打撃機構が打撃しない状態で前記ネジを前記相手材に締め付け、前記ネジが着座したら前記モータの回転を停止する第2モードと、を有することを特徴とする請求項1又は2に記載の電動工具。
- [請求項4] 前記第2モードにおいて、前記制御装置は前記電流検出回路によって検出される電流の所定時間当たりの変化量が着座停止閾値を超えた際に前記トリガの操作にかかわらずに前記モータの回転を停止させることを特徴とする請求項3に記載の電動工具。

- [請求項5] 前記制御装置は、前記出力軸の回転開始直後の前記モータに流れる電流値を単位時間毎に検出して、直近の複数単位分の前記電流値から単位時間に対する一階微分値、二階微分値を計算し、前記電流値から前記モータの回転を停止させる前記着座停止閾値を算出し、前記二階微分値を用いて算出された前記着座停止閾値を超えた場合に、前記トリガの操作にかかわらずに前記モータの回転を停止させ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] 前記着座停止閾値は、前記出力軸の回転開始直後に前記電流検出回路により検出された前記モータに流れる電流に基づいて設定することを特徴とする請求項5に記載の電動工具。
- [請求項7] 前記着座停止閾値は、前記出力軸の回転開始から前記モータの回転を停止させる着座停止に至るまでに測定された前記電流値が、大きいほど小さく、小さいほど大きくなるように、一次式を用いて算出されることを特徴とする請求項6に記載の電動工具。
- [請求項8] 前記着座停止閾値たる THS は、前記出力軸の回転開始から前記電流値 I を測定し、 $THS = -\alpha I + \beta$ (但し α は係数、ベータは初期値) の式にて締め付け作業毎に設定されることを特徴とする請求項7に記載の電動工具。
- [請求項9] 前記モータの回転中に、測定された前記電流値のうち直近の数データを記録するメモリを設け、前記制御装置は記憶された前記電流値から前記一階微分値 (dI/dt) を算出することを特徴とする請求項8に記載の電動工具。
- [請求項10] 前記打撃機構は前記モータにより回転されるハンマと、前記ハンマにより打撃されるアンビルと、を有し、前記制御装置は、前記ハンマが前記アンビルの後方をすり抜けて打撃動作に移行する際の前記電流値の急激な低下を検出したら、前記トリガの引き動作にかかわらずに前記モータの回転を停止させることを特徴とする請求項5から9のいずれか一項に記載の電動工具。

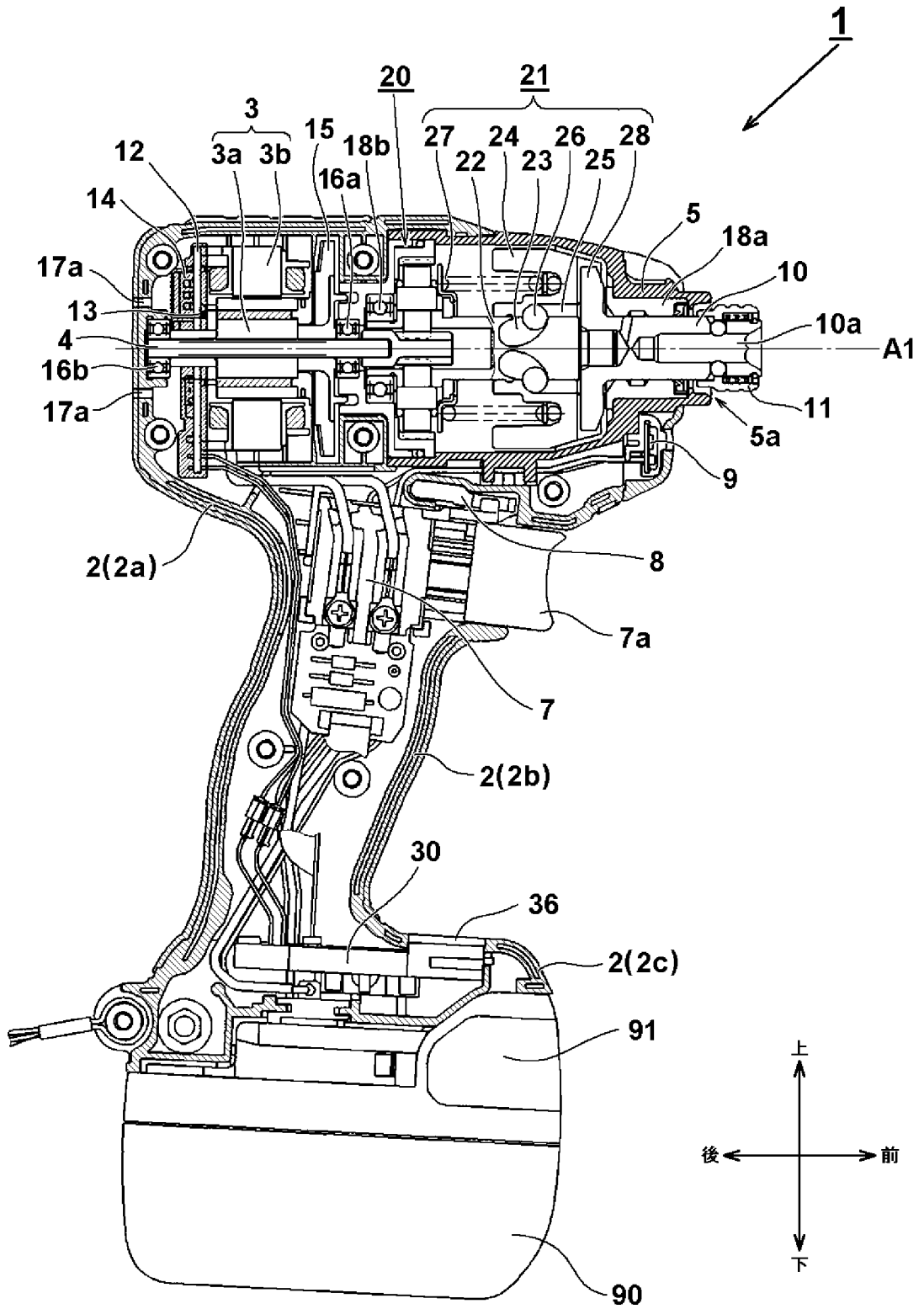
- [請求項11] 前記モータの回転が停止した後に、前記出力軸に取りつけられた先端工具をネジに押しつけた状態で前記トリガが再度引かれたら、前記制御装置は所定時間分の追い締めを行った後に前記トリガの引き動作にかかわらずに前記モータの回転を停止させることを特徴とする請求項1から10のいずれか一項に記載の電動工具。
- [請求項12] モータと、前記モータの起動及び回転を調整するためのトリガと、前記モータによって回転される打撃機構と、前記打撃機構に接続される出力軸と、前記モータの回転を制御する制御装置と、を有する電動工具において、作業者が前記トリガを操作すると前記モータが回転してネジを相手材に締め付け、前記ネジが着座したら前記モータを停止し、その後、前記出力軸に取り付けられた先端工具を前記ネジに押しつけた状態で前記トリガが再度引かれたら、所定時間、前記モータを回転させた後に前記トリガの引き動作にかかわらずに前記モータの回転を停止させることを特徴とする電動工具。
- [請求項13] 前記ネジは木ネジであって、前記所定時間は、前記木ネジの1周分の回転に要する回転時間よりも小さく設定されることを特徴とする請求項11又は12に記載の電動工具。
- [請求項14] 作業者が前記トリガを操作すると前記モータが回転してネジを相手材に締め付け、前記ネジが着座しても前記モータが停止しなかった場合、前記打撃機構が最初の打撃を行った後に前記トリガの操作にかかわらずに前記モータの回転を停止させることを特徴とする請求項1又は12に記載の電動工具。
- [請求項15] モータと、前記モータの起動及び回転を調整するためのトリガと、前記モータによって回転される打撃機構と、前記打撃機構に接続され、ネジを締め付ける出力軸と、前記モータに流れる電流を検出するための電流検出回路と、前記モータ、前記トリガ及び前記電流検出回路に接続され、前記モータの回転を制御する制御装置と、を有する電動工具において、前記制御装置は、前記電流検出回路により検知した電流

の変化によって、前記打撃機構による打撃と、前記ネジの着座とを、それぞれ検知できるよう構成され、作業者が前記トリガを操作すると前記モータを回転させ、前記ネジが着座したら前記モータの回転を停止させ、その後、前記出力軸に取り付けられた先端工具を前記ネジに押しつけた状態で前記トリガが再度引かれたら前記モータを回転させ、所定時間後に前記トリガの引き動作にかかわらず前記モータの回転を停止させるよう構成されたことを特徴とする電動工具。

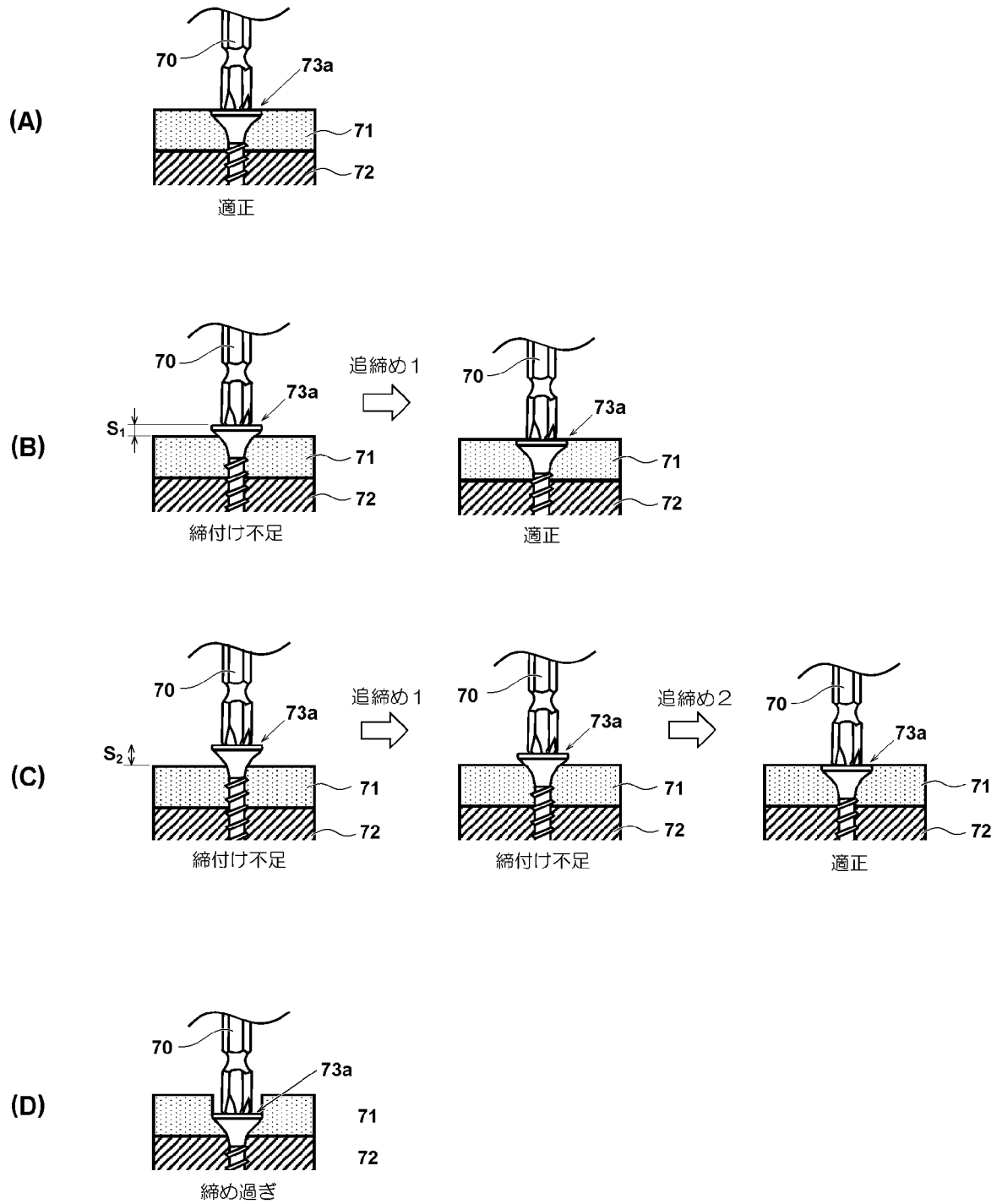
[図1]



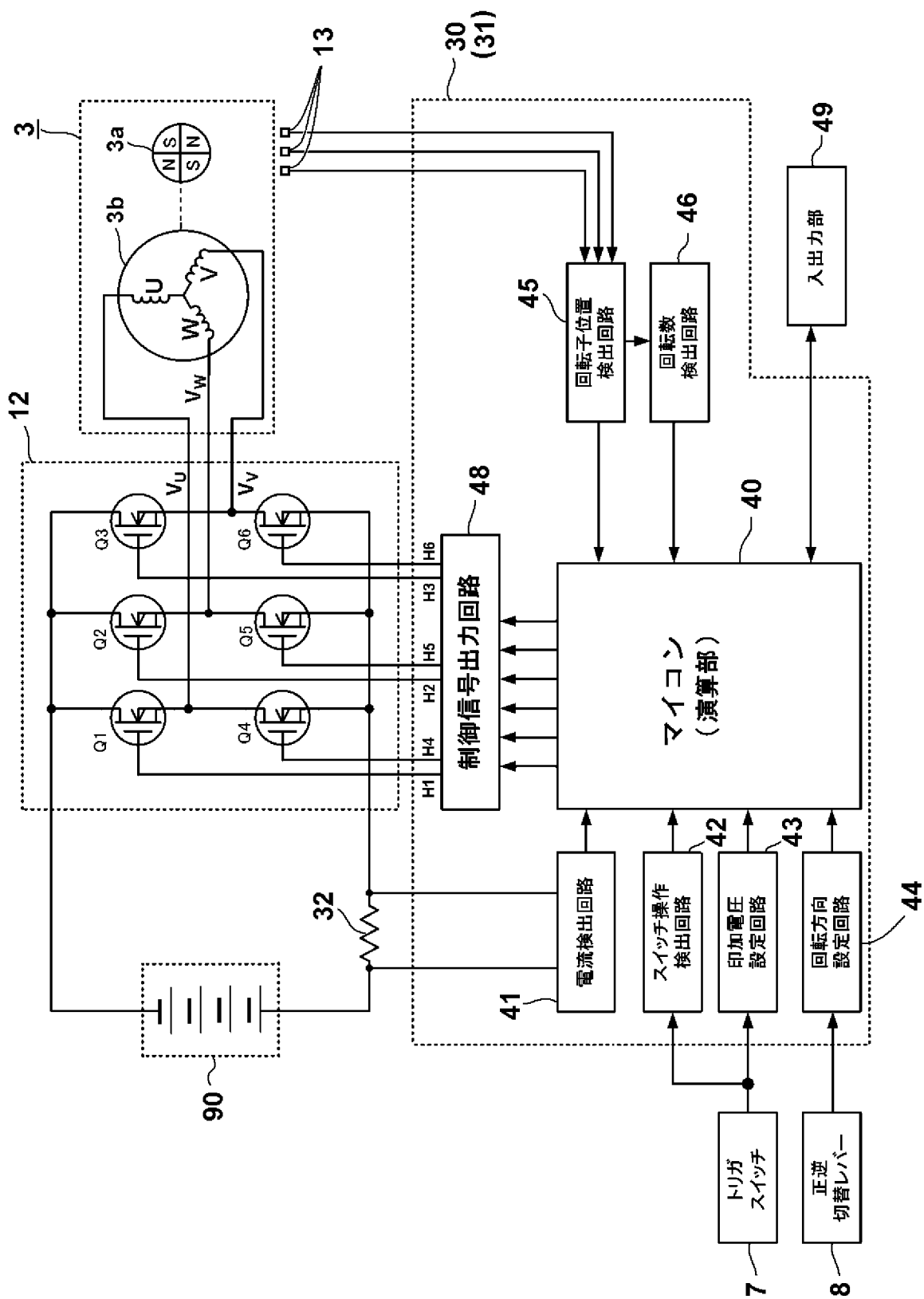
[図2]



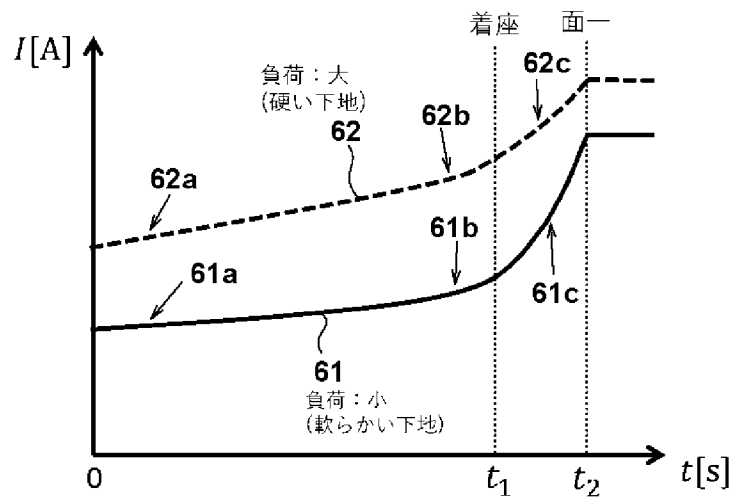
[図4]



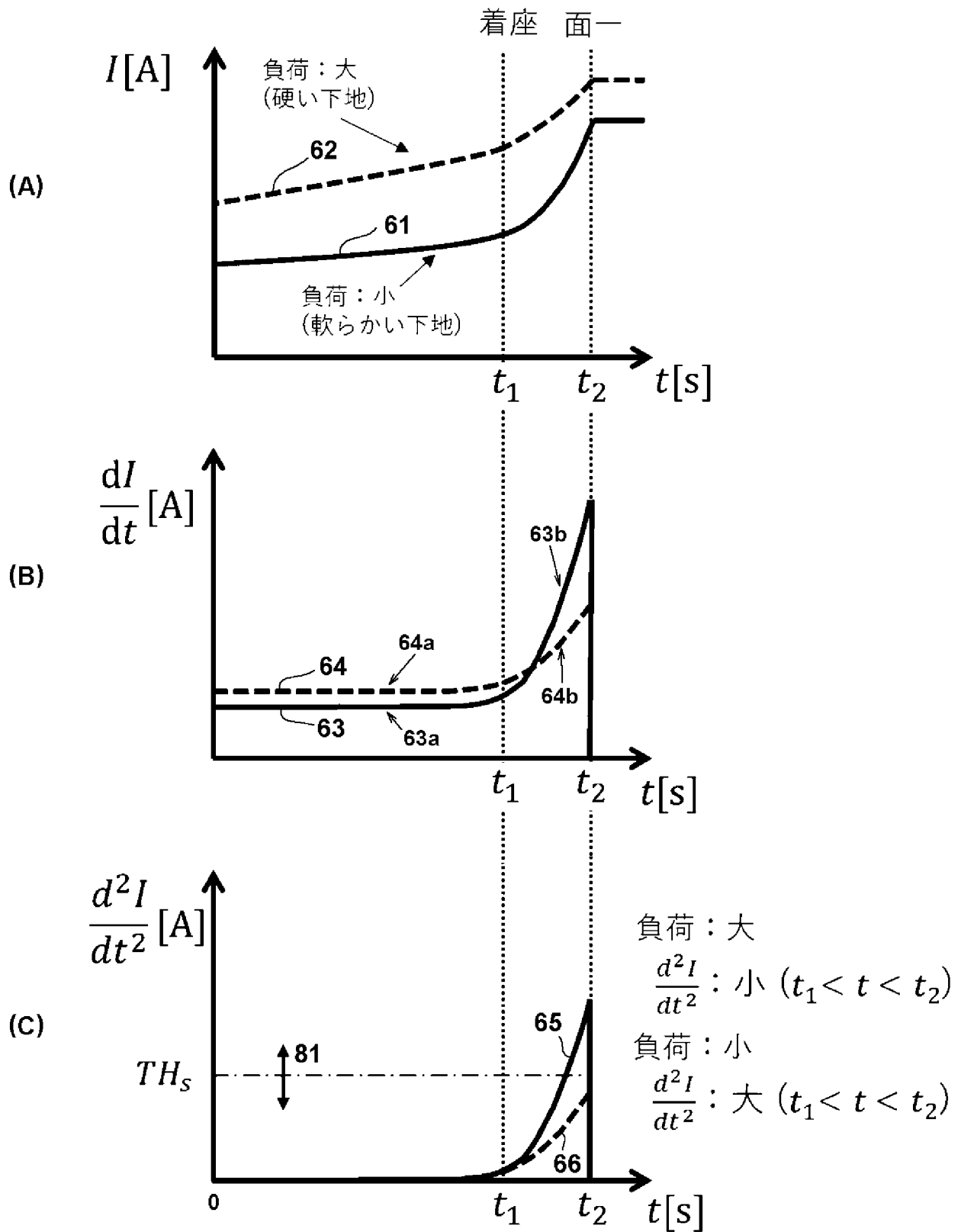
[図5]



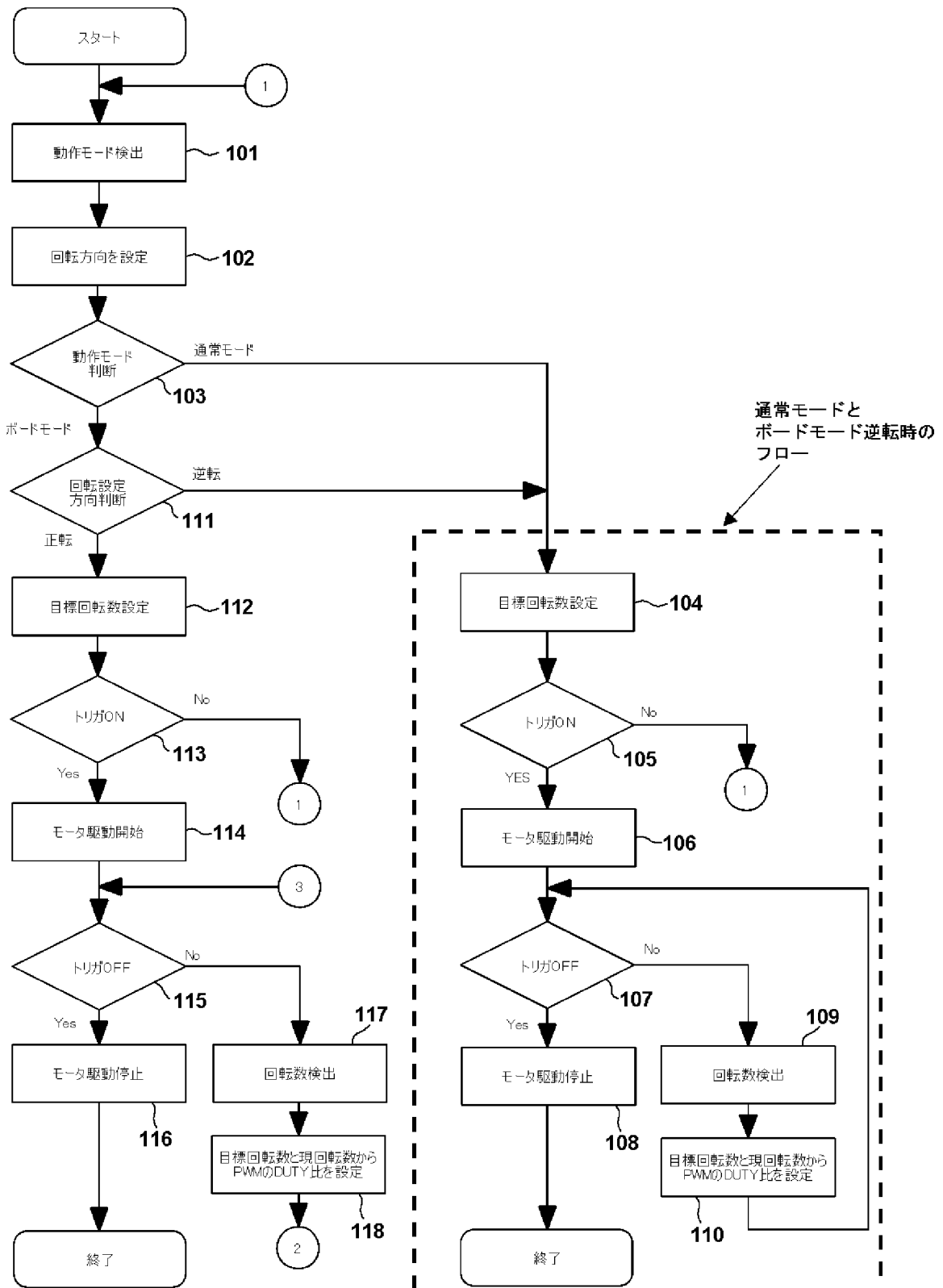
[図6]



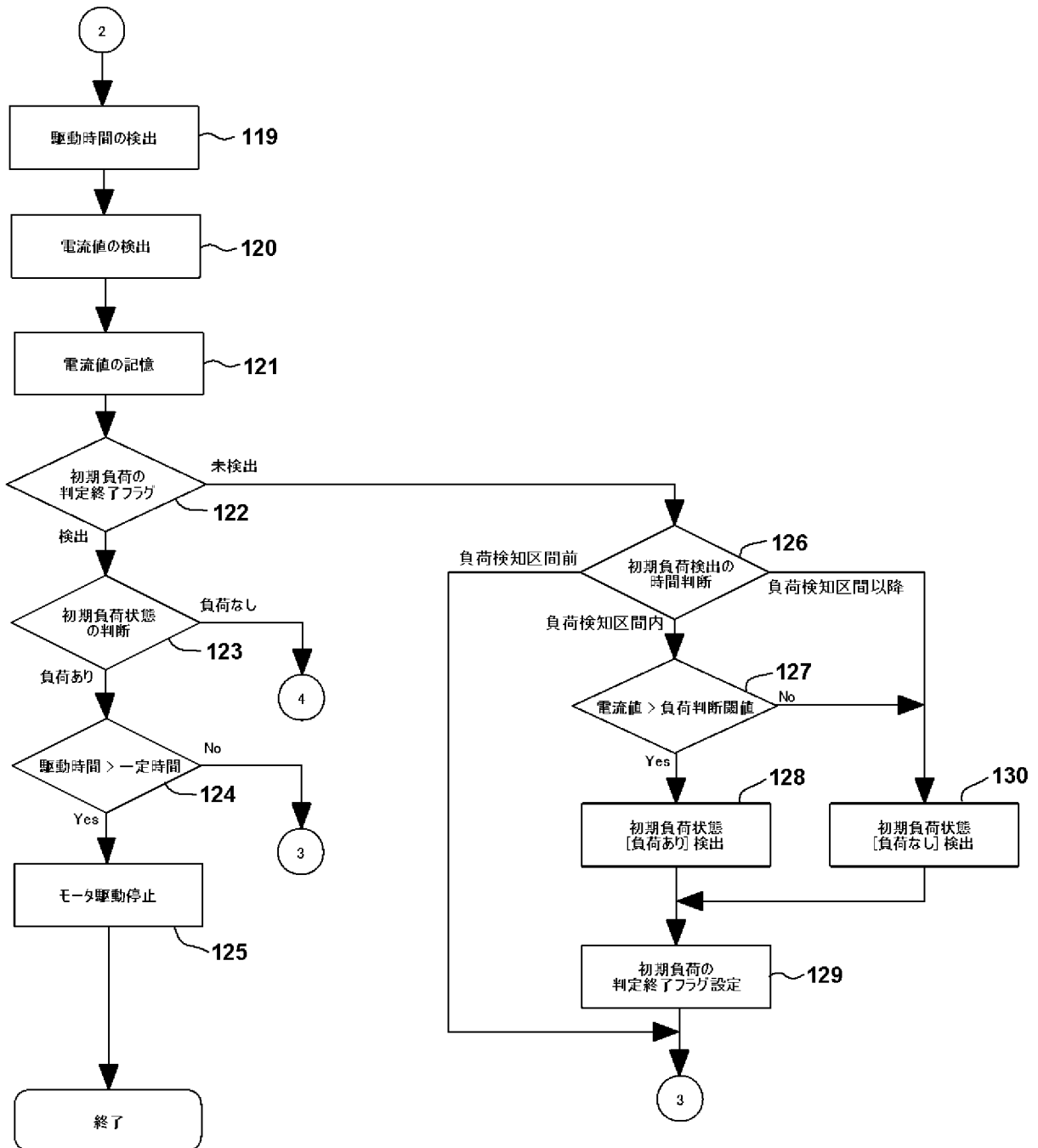
[図7]



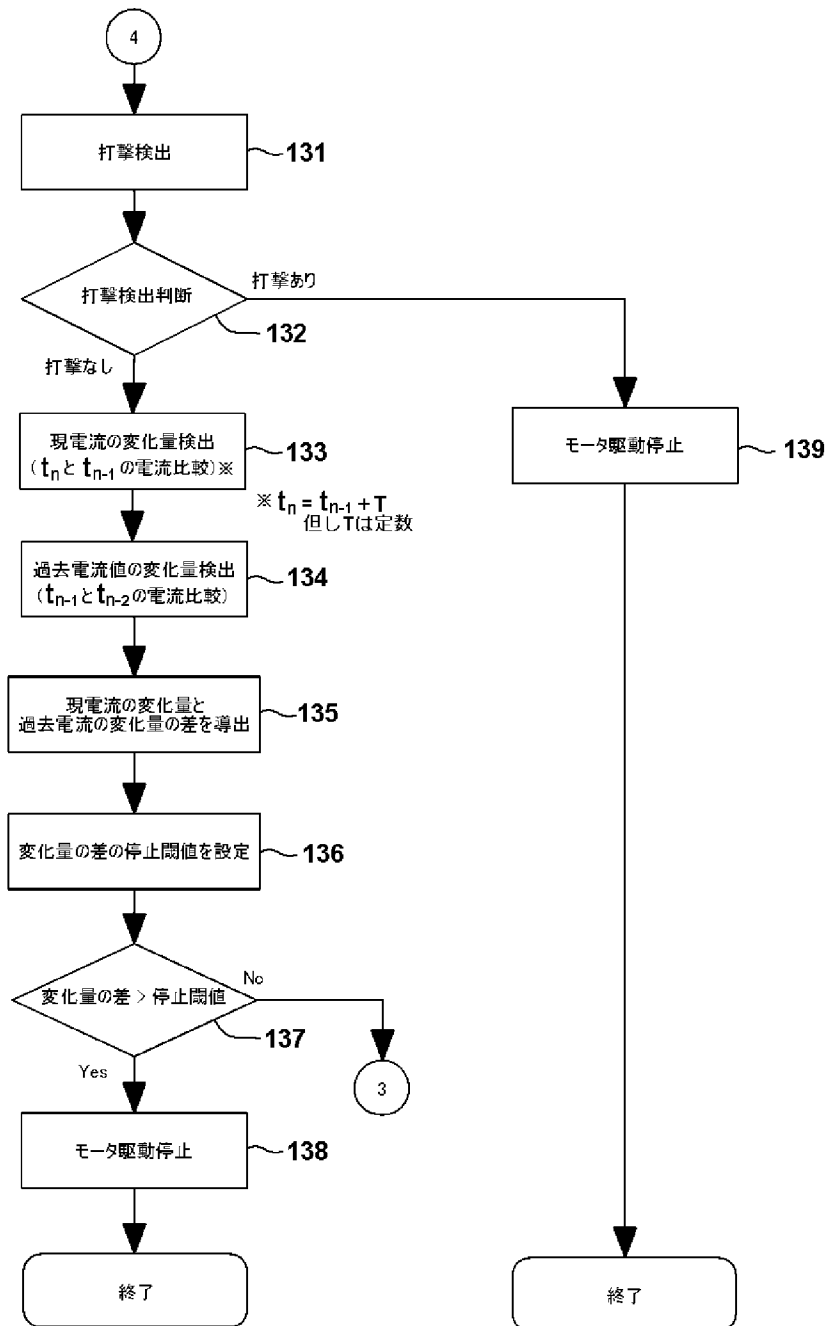
[図8]



[図9]

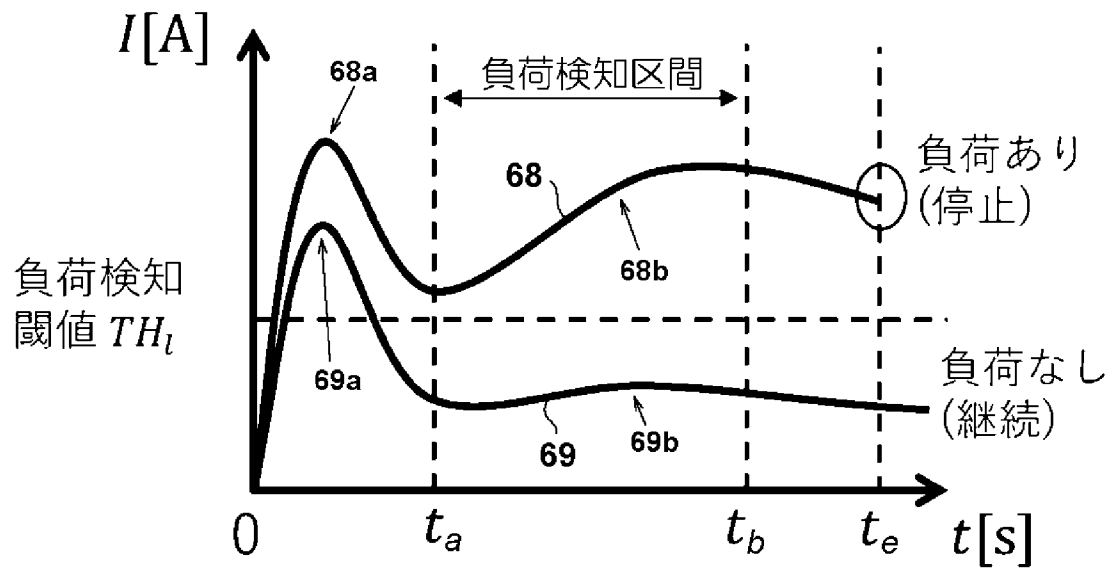


[図10]

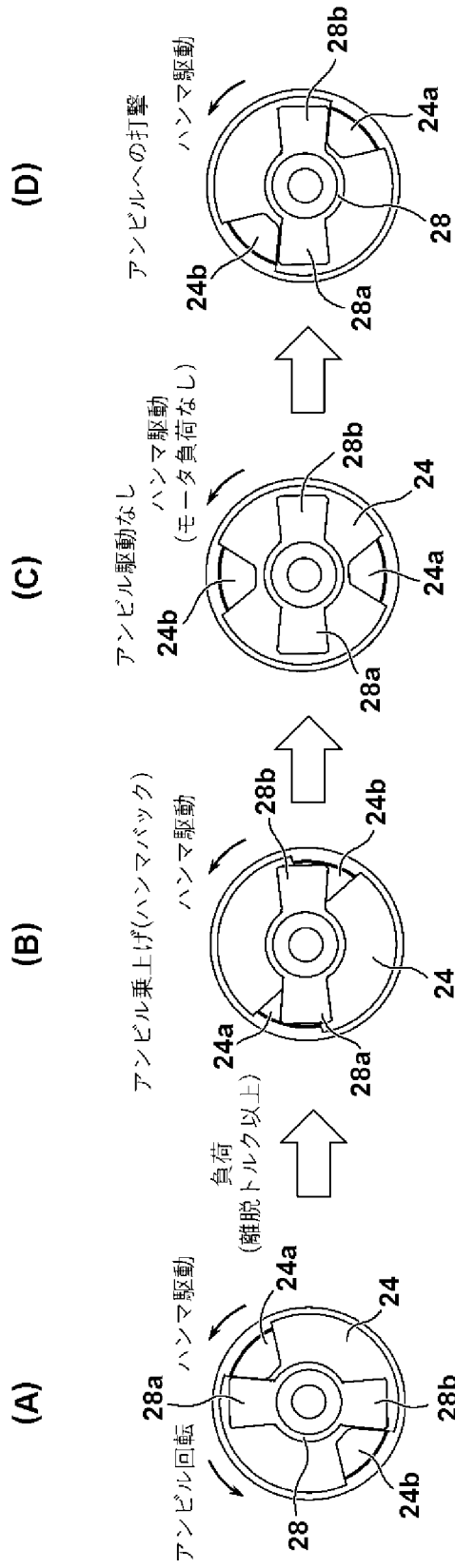


[図11]

追い締め制御への移行の負荷検知

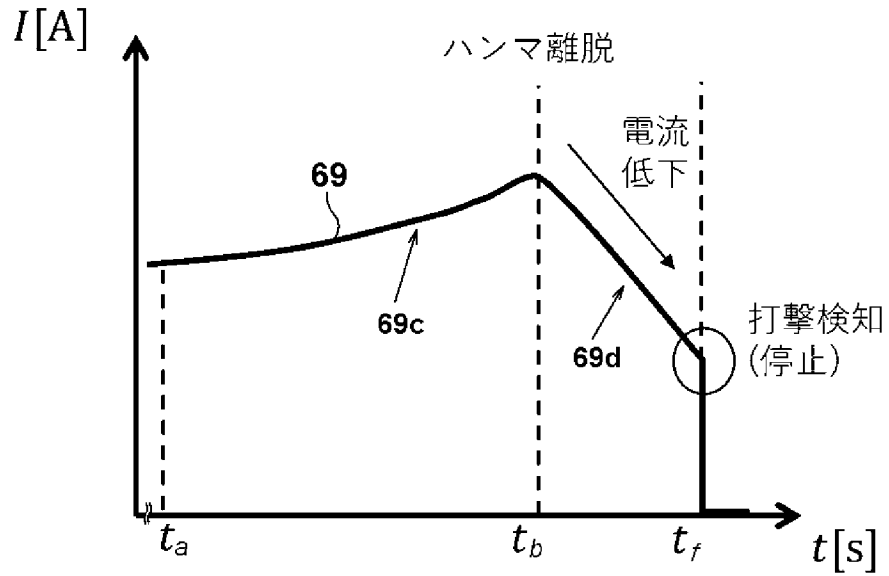


[図12]

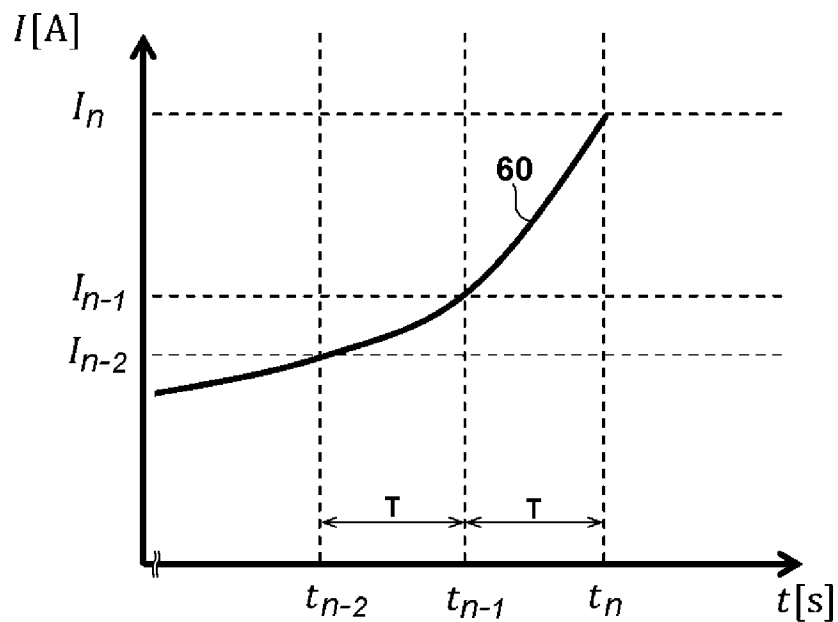


[図13]

・ハンマ離脱時の電流波形

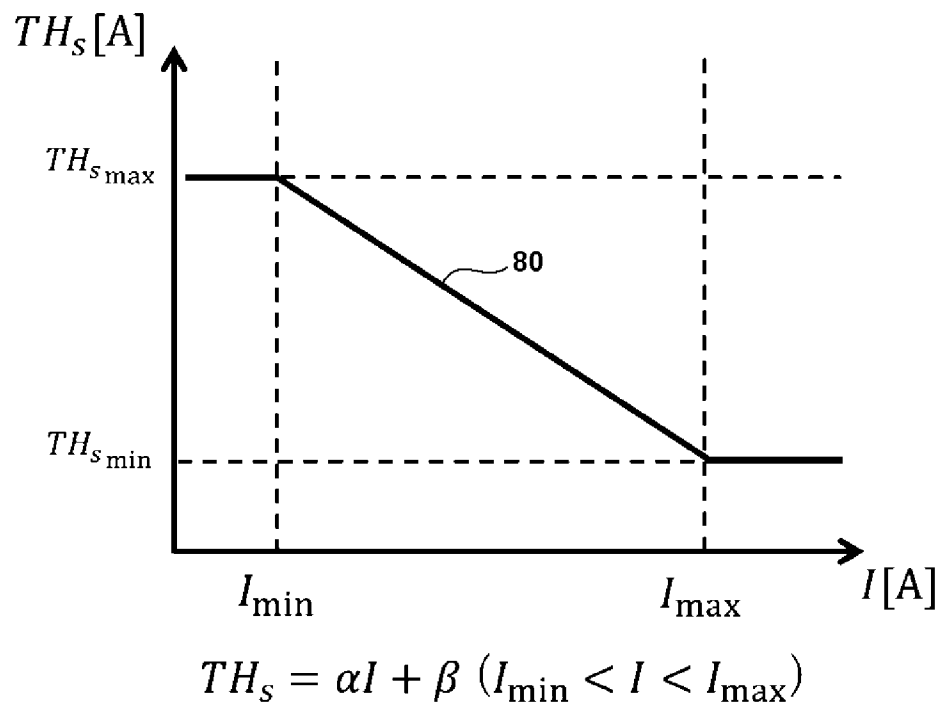


[図14]



$$(I_n - I_{n-1}) - (I_{n-1} - I_{n-2}) > TH_s \cdots \text{停止}$$

[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/014017

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. B25B21/02 (2006.01) i, B25B23/14 (2006.01) i</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. B25B21/02, B25B23/14</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:70%;">Published examined utility model applications of Japan</td> <td style="width:30%;">1922-1996</td> </tr> <tr> <td>Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td>1971-2019</td> </tr> <tr> <td>Registered utility model specifications of Japan</td> <td>1996-2019</td> </tr> <tr> <td>Published registered utility model applications of Japan</td> <td>1994-2019</td> </tr> </table> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019	Registered utility model specifications of Japan	1996-2019	Published registered utility model applications of Japan	1994-2019				
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996													
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019													
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019													
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019													
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y A</td> <td>JP 2017-213619 A (MAX CO., LTD.) 07 December 2017, paragraphs [0007]-[0052], fig. 1-4 (Family: none)</td> <td>1-4, 11-13, 15 5-10, 14</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2015-208784 A (HITACHI KOKI CO., LTD.) 24 November 2015, paragraph [0003] (Family: none)</td> <td>1-4, 11, 15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2009/001678 A1 (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 31 December 2008, paragraphs [0013]-[0015], fig. 13 & US 2010/0039053 A1</td> <td>1-4, 11-13, 15</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y A	JP 2017-213619 A (MAX CO., LTD.) 07 December 2017, paragraphs [0007]-[0052], fig. 1-4 (Family: none)	1-4, 11-13, 15 5-10, 14	Y	JP 2015-208784 A (HITACHI KOKI CO., LTD.) 24 November 2015, paragraph [0003] (Family: none)	1-4, 11, 15	Y	WO 2009/001678 A1 (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 31 December 2008, paragraphs [0013]-[0015], fig. 13 & US 2010/0039053 A1	1-4, 11-13, 15
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y A	JP 2017-213619 A (MAX CO., LTD.) 07 December 2017, paragraphs [0007]-[0052], fig. 1-4 (Family: none)	1-4, 11-13, 15 5-10, 14												
Y	JP 2015-208784 A (HITACHI KOKI CO., LTD.) 24 November 2015, paragraph [0003] (Family: none)	1-4, 11, 15												
Y	WO 2009/001678 A1 (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 31 December 2008, paragraphs [0013]-[0015], fig. 13 & US 2010/0039053 A1	1-4, 11-13, 15												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family										
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family													
Date of the actual completion of the international search 05 June 2019 (05.06.2019)		Date of mailing of the international search report 18 June 2019 (18.06.2019)												
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/014017

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-132425 A (MAZDA MOTOR CORPORATION) 23 May 1995, paragraphs [0022]-[0023], fig. 1 (Family: none)	1-4, 11-13, 15
Y	JP 8-141928 A (TOHNICHI MFG. CO., LTD.) 04 June 1996, paragraphs [0017]-[0018] (Family: none)	4, 11
Y	JP 2013-255987 A (BLACK & DECKER INC.) 26 December 2013, paragraphs [0068]-[0069] & US 2013/0327552 A1, paragraphs [0099]-[0100] & US 2013/0331994 A1 & US 2014/0284070 A1 & EP 2671681 A2 & EP 2671682 A2	11-13, 15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B25B21/02(2006.01)i, B25B23/14(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B25B21/02, B25B23/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2017-213619 A (マックス株式会社) 2017.12.07, 段落[0007]-[0052], 図 1-4 (ファミリーなし)	1-4, 11-13, 15 5-10, 14
Y	JP 2015-208784 A (日立工機株式会社) 2015.11.24, 段落[0003] (ファミリーなし)	1-4, 11, 15
Y	WO 2009/001678 A1 (株式会社安川電機) 2008.12.31, 段落[0013]-[0015], 図 13 & US 2010/0039053 A1	1-4, 11-13, 15

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.06.2019

国際調査報告の発送日

18.06.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山村 和人

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

3C

3221

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 7-132425 A (マツダ株式会社) 1995. 05. 23, 段落[0022]-[0023], 図1 (ファミリーなし)	1-4, 11-13, 15
Y	JP 8-141928 A (株式会社東日製作所) 1996. 06. 04, 段落[0017]-[0018] (ファミリーなし)	4, 11
Y	JP 2013-255987 A (ブラック アンド デッカー インク) 2013. 12. 26, 段落[0068]-[0069] & US 2013/0327552 A1, 段落[0099]-[0100] & US 2013/0331994 A1 & US 2014/0284070 A1 & EP 2671681 A2 & EP 2671682 A2	11-13, 15