

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6811130号  
(P6811130)

(45) 発行日 令和3年1月13日(2021.1.13)

(24) 登録日 令和2年12月16日(2020.12.16)

(51) Int.Cl. F I  
**B 2 5 B 23/14 (2006.01)** B 2 5 B 23/14 6 1 0 E  
**B 2 5 B 21/02 (2006.01)** B 2 5 B 21/02 F

請求項の数 14 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2017-57328 (P2017-57328)	(73) 特許権者	000137292
(22) 出願日	平成29年3月23日 (2017.3.23)		株式会社マキタ
(65) 公開番号	特開2018-158417 (P2018-158417A)		愛知県安城市住吉町3丁目11番8号
(43) 公開日	平成30年10月11日 (2018.10.11)	(74) 代理人	110000110
審査請求日	令和1年12月19日 (2019.12.19)		特許業務法人快友国際特許事務所
		(72) 発明者	酒向 正彦
			ベルギー王国 1040 ブリュッセル
			リュ アベ キュイペール 7 デュオポ
			ーマ エス ペ エール エル 内
		(72) 発明者	長田 高明
			愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株
			株式会社マキタ内
		(72) 発明者	山本 浩克
			愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株
			株式会社マキタ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インパクト締結工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

モータと、

モータにより回転駆動されるハンマと、

ハンマにより回転方向に打撃されるアンビルと、

ハンマの回転数とアンビルに設けられたブレードの個数に応じて基準周波数を設定する基準周波数設定装置と、

ハンマによるアンビルへの打撃に応じて経時的に変化する変動信号を取得する信号取得装置と、

信号取得装置で取得された変動信号に基づいて、締結具が着座したか否かを判定する着座判定装置を備えており、

着座判定装置は、フィルタ部を備えており、

着座判定装置は、

信号取得装置で取得された変動信号について、フィルタ部によって基準周波数を含む周波数帯を選択的に増幅して通過させ、

フィルタ部を通過した信号に基づいて、変動信号の基準周波数に対応する周波数成分の大きさを示す評価信号を算出し、

評価信号が増加し続けることなく変動する場合に、締結具が着座していないと判定し、評価信号が増加し続ける場合に、締結具が着座していると判定する、インパクト締結工具

10

20

## 【請求項 2】

基準周波数が、被締結材の材質に応じて変更可能である、請求項 1 のインパクト締結工具。

## 【請求項 3】

着座判定装置が、変動信号について、周波数変換を行なう周波数変換器をさらに備えており、

周波数変換器が、

基準周波数以上の周波数を有する参照信号を生成する参照信号生成器と、

変動信号について、参照信号を乗算する乗算器を備える、請求項 1 または 2 のインパクト締結工具。

10

## 【請求項 4】

着座判定装置が、変動信号の包絡線を検波して評価信号として出力する検波器をさらに備えている、請求項 1 から 3 の何れか一項のインパクト締結工具。

## 【請求項 5】

着座判定装置が、

基準周波数以上の周波数を有する第 1 参照信号を生成する第 1 参照信号生成器と、

変動信号について、第 1 参照信号を乗算する第 1 乗算器と、

第 1 参照信号と同じ周波数を有しており、第 1 参照信号に対して位相を 90 度シフトした第 2 参照信号を生成する第 2 参照信号生成器と、

変動信号について、第 2 参照信号を乗算する第 2 乗算器と、

第 1 乗算器の出力信号と第 2 乗算器の出力信号に基づいて、変動信号の包絡線を検波して評価信号として出力する検波器をさらに備えている、請求項 1 または 2 のインパクト締結工具。

20

## 【請求項 6】

着座判定装置が、

評価信号に追従する追従信号を生成する追従信号生成器をさらに備えており、

追従信号が評価信号に達する度に、締結具が着座したと仮に判定し、

最後に締結具が着座したと仮に判定されてから、評価信号が所定の判定基準を満たした場合に、最後に締結具が着座したと仮に判定された時点で締結具が着座したと判定する、請求項 4 または 5 のインパクト締結工具。

30

## 【請求項 7】

着座判定装置が、

評価信号と追従信号の偏差を偏差信号として生成し、

偏差信号が所定のしきい値以下となる度に、締結具が着座したと仮に判定する、請求項 6 のインパクト締結工具。

## 【請求項 8】

着座判定装置が、

評価信号と偏差信号に基づいて変動しきい値信号を生成し、

締結具が着座したと仮に判定されてから、偏差信号と変動しきい値信号の偏差が所定値以上となると、締結具が着座したと判定する、請求項 7 のインパクト締結工具。

40

## 【請求項 9】

ハンマによるアンビルへの打撃の継続に伴って増加する停止判断値に基づいて、モータを停止するモータ停止装置をさらに備えており、

モータ停止装置は、着座判定装置が、締結具が着座したと仮に判定した場合に、停止判断値をリセットする、請求項 6 から 8 の何れか一項のインパクト締結工具。

## 【請求項 10】

モータ停止装置が、締結具が着座したと判定されており、かつ停止判断値が所定値に達した場合に、モータを停止する、請求項 9 のインパクト締結工具。

## 【請求項 11】

信号取得装置が、モータを流れる電流の大きさを検出する電流センサを備えており、

50

変動信号が、電流センサの出力に基づいて取得される、請求項 1 から 10 の何れか一項のインパクト締結工具。

【請求項 12】

信号取得装置が、モータの回転数を検出する回転数センサを備えており、  
変動信号が、回転数センサの出力に基づいて取得される、請求項 1 から 11 の何れか一項のインパクト締結工具。

【請求項 13】

信号取得装置が、ハンマがアンビルを打撃する際に生じる振動を検出する加速度センサを備えており、

変動信号が、加速度センサの出力に基づいて取得される、請求項 1 から 12 の何れか一項のインパクト締結工具。

10

【請求項 14】

信号取得装置が、ハンマがアンビルを打撃する際に生じる音を検出するマイクロホンを備えており、

変動信号が、マイクロホンの出力に基づいて取得される、請求項 1 から 13 の何れか一項のインパクト締結工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書で開示する技術は、インパクト締結工具に関する。

20

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、モータと、モータにより回転駆動されるハンマと、ハンマにより回転方向に打撃されるアンビルと、締結具が着座したか否かを判定する着座判定装置を備えるインパクト締結工具が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2005-118911号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1のインパクト締結工具では、モータの回転角又は時間の変化に対するトルク変動率に基づいて、締結具が着座したか否かを判定する。このトルク変動率の算出にあたって、特許文献1のインパクト締結工具では、まず締付けトルクの移動平均の差分を演算することでトルク変動量を算出し、さらにトルク変動量の移動平均の差分を演算することで、トルク変動率を算出している。この場合、ノイズや桁落ちの影響による誤差の増大を抑制するためには、高分解能のトルクセンサや、ハイスペックな演算処理装置を用いる必要がある。少ない演算負荷で、締結具の着座を正確に判定することが可能な技術が期待されている。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

本明細書はインパクト締結工具を開示する。インパクト締結工具は、モータと、モータにより回転駆動されるハンマと、ハンマにより回転方向に打撃されるアンビルと、ハンマによるアンビルへの打撃に応じて変動する変動信号を取得する信号取得装置と、信号取得装置で取得された変動信号に基づいて、締結具が着座したか否かを判定する着座判定装置を備えている。着座判定装置は、信号取得装置で取得された変動信号の、所定の基準周波数に対応する信号成分に基づいて、締結具が着座したか否かを判定する。

【0006】

図20および図21は、インパクト締結工具のアンビルがハンマにより打撃される際の

50

アンビルAの回転の様子を示している。図20および図21は、アンビルAに180度の間隔で2つのブレードB1、B2が設けられている場合を示している。図20に示すように、締結具の締め付けがまだ完了しておらず、締結具が回転可能である場合には、ハンマがアンビルAの一方のブレードB1を打撃すると、その打撃に応じてアンビルAが回転する。このため、その後ハンマがアンビルAの他方のブレードB2を打撃するまでには、ハンマは180度よりも大きな角度を回転することになる。従って、この場合には、ハンマがアンビルAを打撃する周波数(打撃周波数)は、ハンマの回転周波数にブレードの個数を乗算した周波数よりも低くなる。これに対して、図21に示すように、締結具の締め付けが完了しており、それ以上は締結具が回転できない場合には、ハンマがアンビルAの一方のブレードB1を打撃しても、アンビルAは回転しない。このため、その後ハンマがアンビルAの他方のブレードB2を打撃するまでには、ハンマは180度の角度を回転することになる。従って、この場合には、ハンマの打撃周波数は、ハンマの回転周波数にブレードの個数を乗算した周波数に一致する。このように、ハンマの打撃周波数は、締結具の状態を反映して変化する。

10

#### 【0007】

図22に示すように、締結具が着座する前のハンマの打撃周波数 $f_1$ 、 $f_2$ は、ねじ部に付着した塗料などに起因するかじりの影響で変動しながら、上昇していく。そして、締結具が着座した後のハンマの打撃周波数 $f_1$ 、 $f_2$ は、特定の周波数 $F_1$ 、 $F_2$ に向けて緩やかに漸近していく。上記のインパクト締結工具では、このようなハンマの打撃周波数の着座前と着座後の挙動の違いに着目して、締結具の着座判定を行なう。

20

#### 【0008】

上記のインパクト締結工具では、信号取得装置によって、ハンマによるアンビルへの打撃に応じて変動する変動信号を取得し、着座判定装置によって、変動信号の基準周波数に対応する信号成分に基づいて、締結具が着座したか否かを判定する。このような変動信号の取得処理や、特定の信号成分に基づく判定処理は、それほど大きな演算負荷を必要としない。上記のインパクト締結工具によれば、少ない演算負荷で、締結具の着座を正確に判定することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0009】

【図1】実施例1のインパクト締結工具2の構成を模式的に示すブロック図である。

30

【図2】実施例1のインパクト締結工具2のマイコン22の構成を模式的に示すブロック図である。

【図3】実施例1のインパクト締結工具2の信号変換装置28の構成を模式的に示すブロック図である。

【図4】実施例1のインパクト締結工具2の周波数変換部44、フィルタ部46および検波部48の構成を模式的に示すブロック図である。

【図5】実施例1のインパクト締結工具2の追従信号生成部50および着座判定部52の構成を模式的に示すブロック図である。

【図6】(a)は実施例1のインパクト締結工具2における、電流センサ信号の経時的な変化の例を示す。(b)は実施例1のインパクト締結工具2における、変動信号の経時的な変化の例を示す。

40

【図7】(a)は実施例1のインパクト締結工具2における、着座判定装置30に入力される変動信号の経時的な変化の例を示す。(b)は実施例1のインパクト締結工具2における、フィルタ部46から出力される変動信号の経時的な変化の例を示す。

【図8】実施例1のインパクト締結工具2における、評価信号Eと追従信号T1の経時的な変化の例を示す。

【図9】実施例1のインパクト締結工具2における、偏差信号と変動しきい値信号の差分を示す信号T2の経時的な変化の例を示す。

【図10】実施例1のインパクト締結工具2の周波数変換部44、フィルタ部46および検波部48の別の構成を模式的に示すブロック図である。

50

【図 1 1】実施例 2 のインパクト締結工具 2 0 2 の構成を模式的に示すブロック図である。

【図 1 2】実施例 2 のインパクト締結工具 2 0 2 のマイコン 2 0 8 の構成を模式的に示すブロック図である。

【図 1 3】実施例 2 のインパクト締結工具 2 0 2 の信号変換装置 2 1 0 の構成を模式的に示すブロック図である。

【図 1 4】実施例 3 のインパクト締結工具 3 0 2 の構成を模式的に示すブロック図である。

【図 1 5】実施例 3 のインパクト締結工具 3 0 2 のマイコン 3 0 6 の構成を模式的に示すブロック図である。

【図 1 6】実施例 4 のインパクト締結工具 4 0 2 の構成を模式的に示すブロック図である。

【図 1 7】実施例 4 のインパクト締結工具 4 0 2 のマイコン 4 0 6 の構成を模式的に示すブロック図である。

【図 1 8】実施例 5 のインパクト締結工具 5 0 2 の構成を模式的に示すブロック図である。

【図 1 9】実施例 5 のインパクト締結工具 5 0 2 のマイコン 5 0 6 の構成を模式的に示すブロック図である。

【図 2 0】締結具が回転可能な状態において、ハンマによる打撃を受けるアンビル A の様子を模式的に示す図である。

【図 2 1】締結具が回転不能な状態において、ハンマによる打撃を受けるアンビル A の様子を模式的に示す図である。

【図 2 2】被締結材の材質が硬質である場合と軟質である場合における、ハンマの打撃周波数の経時的な変化の例を示す図である。

【図 2 3】実施例 1 のインパクト締結工具 2 の着座判定部 5 2 の変形例の構成を模式的に示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

1 つまたはそれ以上の実施形態において、基準周波数は、ハンマの回転数に応じて設定してもよい。

【0011】

上述したように、ハンマの打撃周波数は、締結具が回転可能である場合には、ハンマの回転周波数にブレードの個数を乗算した周波数よりも小さく、それ以上締結具が回転できない状態となると、ハンマの回転周波数にブレードの個数を乗算した周波数に一致する。従って、締結具が着座した後、緩やかに漸近していく周波数は、ハンマの回転数に応じたものとなる。上記の構成によれば、基準周波数を、ハンマの回転数に応じて設定することによって、締結具が着座したか否かを正確に判定することができる。

【0012】

1 つまたはそれ以上の実施形態において、基準周波数は、被締結材の材質に応じて変更可能としてもよい。

【0013】

図 2 2 に示すように、被締結材が硬質の材料である場合（図 2 2 のハードジョイントの場合）は、締結具が着座した後、締結具を締め付けていく際に、締結具の締め付けに伴って被締結材がほとんど変形しないので、この場合のハンマの打撃周波数  $f_1$  は、ハンマの回転周波数にアンビルのブレードの個数を乗算した周波数  $F_1$  に漸近していく。これに対して、被締結材が軟質の材料である場合（図 2 2 のソフトジョイントの場合）は、締結具が着座した後、締結具を締め付けていく際に、締結具の締め付けに伴って被締結材が変形していくので、この場合のハンマの打撃周波数  $f_2$  は、ハンマの回転周波数にアンビルのブレードの個数を乗算した周波数  $F_1$  よりも低い周波数  $F_2$  に漸近していく。上記の構成によれば、基準周波数を、被締結材の材質に応じて変更可能としているので、締結具が着

10

20

30

40

50

座したか否かを正確に判定することができる。

【0014】

1つまたはそれ以上の実施形態において、着座判定装置は、変動信号について、基準周波数を含む周波数帯を通過させるフィルタを備えていてもよい。

【0015】

上記の構成によれば、少ない計算負荷で、変動信号の、基準周波数に対応する信号成分を抽出することができる。

【0016】

1つまたはそれ以上の実施形態において、フィルタは、基準周波数を含む周波数帯を選択的に増幅してもよい。

【0017】

上記の構成によれば、変動信号について、基準周波数に対応する信号成分を強調することができ、締結具が着座したか否かを、より正確に判定することができる。

【0018】

1つまたはそれ以上の実施形態において、着座判定装置は、変動信号について、周波数変換を行なう周波数変換器をさらに備えていてもよい。周波数変換器は、基準周波数以上の周波数を有する参照信号を生成する参照信号生成器と、変動信号について、参照信号を乗算する乗算器を備えていてもよい。

【0019】

上記の構成によれば、変動信号と参照信号のヘテロダインを利用して、変動信号の、基準周波数に対応する信号成分の処理を、少ない計算負荷で行なうことができる。

【0020】

1つまたはそれ以上の実施形態において、着座判定装置は、変動信号の包絡線を検波して評価信号として出力する検波器をさらに備えていてもよい。

【0021】

上記の構成によれば、少ない計算負荷で、締結具が着座したか否かの判定処理を行なうことができる。

【0022】

1つまたはそれ以上の実施形態において、着座判定装置は、基準周波数以上の周波数を有する第1参照信号を生成する第1参照信号生成器と、変動信号について、第1参照信号を乗算する第1乗算器と、第1参照信号と同じ周波数を有しており、第1参照信号に対して位相を90度シフトした第2参照信号を生成する第2参照信号生成器と、変動信号について、第2参照信号を乗算する第2乗算器と、第1乗算器の出力信号と第2乗算器の出力信号に基づいて、変動信号の包絡線を検波して評価信号として出力する検波器をさらに備えていてもよい。

【0023】

上記の構成によれば、少ない計算負荷で、締結具が着座したか否かの判定処理を行なうことができる。

【0024】

1つまたはそれ以上の実施形態において、着座判定装置は、評価信号に追従する追従信号を生成する追従信号生成器をさらに備えており、追従信号が評価信号に達する度に、締結具が着座したと仮に判定し、最後に締結具が着座したと仮に判定されてから、評価信号が所定の判定基準を満たした場合に、最後に締結具が着座したと仮に判定された時点で締結具が着座したと判定してもよい。

【0025】

上述したように、締結具が着座する前のハンマの打撃周波数は、ねじ部に付着した塗料などに起因するかじりの影響で変動しながら、上昇していく。そして、締結具が着座した後のハンマの打撃周波数は、特定の周波数に向けて緩やかに漸近していく。上記の構成によれば、締結具が着座する前に、着座判定装置が、締結具が着座したと誤判定してしまうことを抑制することができる。

10

20

30

40

50

## 【0026】

1つまたはそれ以上の実施形態において、着座判定装置は、評価信号と追従信号の偏差を偏差信号として生成し、偏差信号が所定のしきい値以下となる度に、締結具が着座したと仮に判定してもよい。

## 【0027】

上記の構成によれば、少ない計算負荷で、締結具の着座の仮判定を行なうことができる。

## 【0028】

1つまたはそれ以上の実施形態において、着座判定装置は、評価信号と偏差信号に基づいて変動しきい値信号を生成し、締結具が着座したと仮に判定されてから、偏差信号と変動しきい値信号の偏差が所定値以上となると、締結具が着座したと判定してもよい。

10

## 【0029】

上記の構成によれば、少ない計算負荷で、締結具が着座したか否かを正確に判定することができる。

## 【0030】

1つまたはそれ以上の実施形態において、インパクト締結工具は、ハンマによるアンビルへの打撃の継続に伴って増加する停止判断値に基づいて、モータを停止するモータ停止装置をさらに備えており、モータ停止装置は、着座判定装置が、締結具が着座したと仮に判定した場合に、停止判断値をリセットしてもよい。

## 【0031】

20

上記の構成によれば、モータ停止装置は、締結具が着座したと仮に判定される度に、停止判断値をリセットし、その後に締結具が着座したと仮に判定されなくなると、すなわち最後に締結具が着座したと仮に判定された時点で締結具が着座したと判定されると、停止判断値に基づいてモータを停止する。上記の構成によれば、モータの停止判断値のカウントを、締結具の着座のタイミングを起点として行なうことができる。

## 【0032】

1つまたはそれ以上の実施形態において、モータ停止装置は、締結具が着座したと判定されており、かつ停止判断値が所定値に達した場合に、モータを停止してもよい。

## 【0033】

上記の構成によれば、モータの停止判断を正確に行なうことができる。

30

## 【0034】

1つまたはそれ以上の実施形態において、信号取得装置は、モータを流れる電流の大きさを検出する電流センサを備えていてもよく、変動信号は、電流センサの出力に基づいて取得されてもよい。

## 【0035】

上記の構成によれば、モータを流れる電流に基づいて、締結具が着座したか否かを正確に判定することができる。

## 【0036】

1つまたはそれ以上の実施形態において、信号取得装置は、モータの回転数を検出する回転数センサを備えていてもよく、変動信号は、回転数センサの出力に基づいて取得されてもよい。

40

## 【0037】

上記の構成によれば、モータの回転数に基づいて、締結具が着座したか否かを正確に判定することができる。

## 【0038】

1つまたはそれ以上の実施形態において、信号取得装置は、ハンマがアンビルを打撃する際に生じる振動を検出する加速度センサを備えていてもよく、変動信号は、加速度センサの出力に基づいて取得されてもよい。

## 【0039】

上記の構成によれば、加速度センサの出力に基づいて、締結具が着座したか否かを正確

50

に判定することができる。

【0040】

1つまたはそれ以上の実施形態において、信号取得装置は、ハンマがアンビルを打撃する際に生じる音を検出するマイクロホンを備えていてもよく、変動信号は、マイクロホンの出力に基づいて取得されてもよい。

【0041】

上記の構成によれば、マイクロホンの出力に基づいて、締結具が着座したか否かを正確に判定することができる。

【0042】

(実施例1)

図1は本実施例に係るインパクト締結工具2の構成を模式的に示している。インパクト締結工具2は、モータ4と、モータ4により回転駆動されるハンマ6と、ハンマ6により回転方向に打撃されるアンビル8と、アンビル8に取り付けられたビット10と、モータ4の回転数を検出する回転数センサ12と、コントローラ14を備えている。インパクト締結工具2は、ビット10を介して締結具16を締め付けることで、被締結材18a、18bを締結する。本実施例では、締結具16はボルトおよびナットであって、ビット10はナットを回転させるソケットビットである。また、本実施例において締結具16が着座するとは、ナットの座面がナット側の被締結材18aの表面と当接することをいう。本実施例では、アンビル8には回転方向に180度の間隔で2つのブレードが設けられており、ハンマ6にはアンビル8の2つのブレードに対応して2つの打撃片が設けられている。なお、インパクト締結工具2が締結する締結具16は、ボルトおよびナットに限られるものではなく、例えば、木ネジ等のネジであってもよい。この場合、ビット10はネジを回転させるドライバビットであり、締結具16が着座するとは、ネジの皿の座面が被締結材18aの表面と当接することをいう。

【0043】

コントローラ14は、モータ4を駆動するモータドライバ20と、モータドライバ20にモータ制御信号を出力することでモータ4の動作を制御するマイコン22を備えている。モータドライバ20は、モータ4に流れる電流を検出する電流センサ24を備えている。

【0044】

図2に示すように、マイコン22は、基準周波数設定装置26、信号変換装置28、着座判定装置30、モータ停止装置32、モータ制御装置34を備えている。マイコン22は、これらの装置の機能を実現するハードウェア、ソフトウェア、またはハードウェアとソフトウェアの組み合わせを備える処理装置として実装することができる。本実施例のインパクト締結工具2では、マイコン22は、これらの装置の機能を実現するように構成されたシングルチップマイコンである。

【0045】

基準周波数設定装置26は、回転数センサ12からの回転数センサ信号に基づいて、基準周波数を設定する。本実施例のインパクト締結工具2では、基準周波数設定装置26は、回転数センサ信号からモータ4の回転数を取得し、モータ4の回転数からハンマ6の回転数を演算する。そして、基準周波数設定装置26は、ハンマ6の回転数の2倍の周波数を、基準周波数として出力する。

【0046】

インパクト締結工具2は、ユーザが被締結材18a、18bの材質を選択可能なスイッチ(図示せず)を備えていてもよい。この場合、基準周波数設定装置26は、スイッチにより選択された被締結材18a、18bの材質が硬質である場合には、上記のように回転数センサ信号に基づいて演算された基準周波数をそのまま使用する。また、基準周波数設定装置26は、スイッチにより選択された被締結材18a、18bの材質が軟質である場合には、上記のように回転数センサ信号に基づいて演算された基準周波数から、所定のオフセット周波数を減算した値を、基準周波数として設定する。

## 【 0 0 4 7 】

図 3 に示すように、信号変換装置 2 8 は、電流センサ 2 4 からの電流センサ信号と、モータ制御装置 3 4 からのモータ制御信号に基づいて、ハンマ 6 によるアンビル 8 への打撃に応じて変動する変動信号を取得する。信号変換装置 2 8 は、モータモデル 3 6 と、減算器 3 8 と、増幅器 4 0 と、位相シフタ 4 2 を備えている。

## 【 0 0 4 8 】

モータモデル 3 6 は、モータ 4 の特性を 2 入力 2 出力の伝達系としてモデル化したものである。モータモデル 3 6 では、モータ 4 に印加される電圧  $V$  と、モータ 4 に作用するトルク  $T$  を入力とし、モータ 4 に流れる電流  $i$  と、モータ 4 の回転数  $n$  を出力としている。モータモデル 3 6 の電圧入力には、モータ制御装置 3 4 からのモータ制御信号に含まれるモータ電圧信号が入力される。モータ電圧信号は、モータ 4 への印加電圧を示している。

10

## 【 0 0 4 9 】

モータモデル 3 6 の電流出力は、減算器 3 8 へ提供される。減算器 3 8 では、モータ 4 の電流実測値と、モータモデル 3 6 の電流出力の差分  $\Delta i$  を算出する。算出された差分は、増幅器 4 0 において所定のゲイン  $G$  で増幅された後、モータ 4 の推定トルク  $T_e$  として位相シフタ 4 2 に入力される。位相シフタ 4 2 は、例えば 2 次ローパスフィルタである。位相シフタ 4 2 は、推定トルク  $T_e$  の位相を 90 度シフトして、モータモデル 3 6 のトルク入力に提供する。

## 【 0 0 5 0 】

信号変換装置 2 8 は、上記のフィードバックループによって算出されるモータ 4 の推定トルク  $T_e$  を、ハンマ 6 によるアンビル 8 への打撃に応じて変動する変動信号として出力する。これによって、図 6 に示すように、電流センサ 2 4 からの電流センサ信号（図 6 の (a) に示す）から、ハンマ 6 によるアンビル 8 への打撃に応じて変動する変動信号（図 6 の (b) に示す）を得ることができる。

20

## 【 0 0 5 1 】

図 2 に示すように、着座判定装置 3 0 は、周波数変換部 4 4 と、フィルタ部 4 6 と、検波部 4 8 と、追従信号生成部 5 0 と、着座判定部 5 2 を備えている。

## 【 0 0 5 2 】

図 4 に示すように、周波数変換部 4 4 は、参照信号生成器 5 4 と、乗算器 5 6 を備えている。参照信号生成器 5 4 は、基準周波数設定装置 2 6 から出力される基準周波数に基づいて、参照信号を生成する。本実施例では、参照信号は、基準周波数の 2 倍の周波数を有する正弦波信号である。なお、参照信号の周波数は、基準周波数の 2 倍の周波数に限定されるものではなく、基準周波数以上の周波数であれば、どのような周波数であってもよい。乗算器 5 6 は、信号変換装置 2 8 から出力される変動信号に、参照信号生成器 5 4 から出力される参照信号を乗算する。参照信号が乗算された変動信号は、フィルタ部 4 6 に提供される。

30

## 【 0 0 5 3 】

フィルタ部 4 6 は、周波数変換部 4 4 で処理された変動信号について、基準周波数を含む周波数帯をフィルタリングする。フィルタ部 4 6 は、例えば、バンドパスフィルタ、逆ノッチフィルタ、ローパスフィルタ、2 次ローパスフィルタである。フィルタ部 4 6 での処理によって、変動信号について、基準周波数に対応しない信号成分が抑制される。本実施例では、信号変換装置 2 8 において、変動信号に参照信号が乗算されているので、変動信号に含まれるかじり等の影響による信号成分を、簡素なフィルタを用いて抑制することができる。

40

## 【 0 0 5 4 】

本実施例のインパクト締結工具 2 では、フィルタ部 4 6 として、基準周波数を共振周波数とする 2 次ローパスフィルタを使用している。この場合、フィルタ部 4 6 は、基準周波数に対応する信号成分を選択的に増幅することができる。これによって、変動信号について、基準周波数に対応する信号成分を強調することができる。なお、フィルタ部 4 6 として他のフィルタを用いる場合でも、基準周波数に対応する信号成分を選択的に増幅する選

50

増幅器を別途設けることで、上記と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 5 5 】

図 7 に示すように、周波数変換部 4 4 およびフィルタ部 4 6 の処理によって、信号変換装置 2 8 から着座判定装置 3 0 に入力される変動信号（図 7 の（ a ）に示す）から、基準周波数に対応する信号成分を強調し、基準周波数に対応しない信号成分を抑制した変動信号（図 7 の（ b ）に示す）を得ることができる。

【 0 0 5 6 】

図 4 に示す検波部 4 8 は、周波数変換部 4 4 およびフィルタ部 4 6 で処理された変動信号について、包絡線を検波して評価信号として出力する。本実施例のインパクト締結工具 2 では、検波部 4 8 は、半波整流器 5 8 と、ローパスフィルタ 6 0 を備えている。半波整流器 5 8 は、例えばダイオードであり、ローパスフィルタ 6 0 は、例えばキャパシタである。検波部 4 8 から出力される評価信号は、追従信号生成部 5 0 と着座判定部 5 2 に入力される。

【 0 0 5 7 】

図 5 に示すように、追従信号生成部 5 0 は、フィードフォワード制御器 6 2 と、フィードバック制御器 6 4 と、加算器 6 6 と、減算器 6 8 と、レジスタ 7 0 を備えている。

【 0 0 5 8 】

フィードフォワード制御器 6 2 には、評価信号が入力される。フィードフォワード制御器 6 2 は、評価信号から所定のオフセットを減算した初期値から、所定の変化速度で評価信号に接近していく信号を出力する。フィードフォワード制御器 6 2 には、後述する着座判定部 5 2 からリセット信号が入力される。フィードフォワード制御器 6 2 は、リセット信号が入力されると、出力する信号を初期値にリセットする。フィードバック制御器 6 4 には、減算器 6 8 からの信号が入力される。減算器 6 8 では、評価信号と追従信号の偏差である偏差信号から、レジスタ 7 0 に記憶されたオフセット値を減算した信号が出力される。偏差信号は、後述する着座判定部 5 2 から減算器 6 8 に入力される。フィードバック制御器 6 4 からは、評価信号と追従信号の偏差を比例ゲインでフィードバックする信号が出力される。加算器 6 6 は、フィードフォワード制御器 6 2 の出力とフィードバック制御器 6 4 の出力を加算して、追従信号として出力する。

【 0 0 5 9 】

着座判定部 5 2 は、減算器 7 4 と、上下限リミッタ 7 6 と、除算器 7 8 と、ローパスフィルタ 8 0 と、加算器 8 2 と、微分器 8 4 と、反転増幅器 8 6 と、ローパスフィルタ 8 8 と、加算器 9 0 と、第 1 比較器 9 2 と、第 2 比較器 9 4 と、レジスタ 9 8 と、レジスタ 1 0 0 と、レジスタ 1 0 2 を備えている。

【 0 0 6 0 】

減算器 7 4 は、検波部 4 8 から入力される評価信号から、追従信号生成部 5 0 から入力される追従信号を減算して、偏差信号として出力する。上述したように、減算器 7 4 から出力される偏差信号は、追従信号生成部 5 0 の減算器 6 8 に入力される。また、減算器 7 4 から出力される偏差信号は、第 1 比較器 9 2 と第 2 比較器 9 4 にも入力される。

【 0 0 6 1 】

第 2 比較器 9 4 は、減算器 7 4 から入力される偏差信号を、レジスタ 1 0 2 に格納された所定のしきい値と比較し、評価信号と追従信号の差分がしきい値以下となると、締結具 1 6 が着座したものと仮に判定して、リセット信号を出力する。本実施例のインパクト締結工具 2 では、レジスタ 1 0 2 に格納されたしきい値はゼロである。この場合、第 2 比較器 9 4 は、追従信号が評価信号に追いつく度に、締結具 1 6 が着座したものと仮に判定して、リセット信号を出力する。上述したように、第 2 比較器 9 4 から出力されるリセット信号は、追従信号生成部 5 0 のフィードフォワード制御器 6 2 に入力される。また、第 2 比較器 9 4 から出力されるリセット信号は、後述するモータ停止装置 3 2 にも入力される。

【 0 0 6 2 】

図 8 は、検波部 4 8 から出力される評価信号 E と、その評価信号 E に基づいて追従信号

10

20

30

40

50

生成部 50 で生成される追従信号 T1 の経時的な変化の例を示している。検波部 48 から出力される評価信号 E の大きさは、変動信号における基準周波数に対応する信号成分の大きさを示している。図 8 に示すように、締結具 16 が着座する前は、評価信号 E は、かじり等の影響により変動するものの、増加し続けていくことはない。そして、締結具 16 が着座した後は、評価信号 E は、所定の傾きで増加し続ける。これは、締結具 16 が着座する前は、変動信号には基準周波数に対応する信号成分がほとんど含まれていないのに対して、締結具 16 が着座した後は、変動信号において基準周波数に対応する信号成分が増加していくからである。

#### 【0063】

このような評価信号 E の挙動に対して、追従信号 T1 は、締結具 16 が着座する前は、評価信号 E に頻繁に追いつき、その度にリセットされる動作を繰り返す。そして、締結具 16 が着座した後は、追従信号 T1 は、評価信号 E に追いつくことができなくなり、リセットされることなく評価信号 E よりも小さな傾きで増加し続ける。

10

#### 【0064】

着座判定部 52 では、このような評価信号 E と追従信号 T1 の挙動に着目して、追従信号 T1 が評価信号 E に追いつく度に、締結具 16 が着座したものと仮に判定し、追従信号 T1 のリセットを行なう。その後、追従信号 T1 が評価信号 E に追いつくことなく、後述する第 1 比較器 92 による判定基準が満たされると、最後に締結具 16 が着座したと仮に判定した時点で、締結具 16 が着座したものと正式に判定する。以下では、第 1 比較器 92 における判定に用いる変動しきい値信号の生成について説明する。

20

#### 【0065】

上下限リミッタ 76 は、評価信号が所定の上限値および下限値の間にある場合は、評価信号をそのまま出力し、評価信号が上限値を超える場合は、評価信号の代わりに上限値を出力し、評価信号が下限値を下回る場合は、評価信号の代わりに下限値を出力する。除算器 78 は、レジスタ 98 に格納された定数値を上下限リミッタ 76 の出力で除した値を出力する。これによって、除算器 78 からは、評価信号の逆数に相当する信号が出力される。

#### 【0066】

ローパスフィルタ 80 は、レジスタ 100 に格納された初期値から所定の時定数で減衰する信号を出力する。ローパスフィルタ 80 から出力された信号は、加算器 82 によって、除算器 78 から出力された信号に加算される。

30

#### 【0067】

微分器 84 は、評価信号と追従信号の偏差を時間について微分した信号を出力する。反転増幅器 86 は、微分器 84 から出力される信号について、符号を反転させる。ローパスフィルタ 88 は、反転増幅器 86 から出力される信号を、所定の時定数で減衰させた信号を出力する。ローパスフィルタ 88 から出力された信号は、加算器 90 によって、加算器 82 から出力された信号に加算される。加算器 90 からは、除算器 78 から出力された信号と、ローパスフィルタ 80 から出力された信号と、ローパスフィルタ 88 から出力された信号を合計した信号が、変動しきい値信号として出力される。

#### 【0068】

上記のように生成される変動しきい値信号は、評価信号が小さいときや、打撃開始直後や、リセット作動時において大きな値となるので、この変動しきい値信号を着座の判定に用いることで、これらの状況においては締結具 16 が着座したと判定されにくくすることができる。これによって、締結具 16 が着座したか否かを、より正確に判定することができる。

40

#### 【0069】

第 1 比較器 92 は、減算器 74 から入力される偏差信号を、加算器 90 から出力された変動しきい値信号と比較し、両者の差が所定値に達した場合に、締結具 16 が着座したものと判定して、着座判定信号を出力する。

#### 【0070】

50

図9は、第1比較器92が着座判定信号を出力する状況を示す図である。図9において、信号T2は、減算器74から入力される偏差信号から、加算器90から出力された変動しきい値信号を減算した信号を示している。第1比較器92は、この信号T2が所定値に達した場合に、着座判定信号を出力する。

【0071】

上記したように、着座判定部52では、第2比較器94からリセット信号が出力される度に、締結具16が着座したと仮に判定しており、その後に第1比較器92で判定基準が満たされると、最後に締結具16が着座したと仮に判定した時点で締結具16が着座したと正式に判定する。このような構成とすることによって、締結具16が着座したか否かを正確に判定することができる。

10

【0072】

なお、図23に示すように、着座判定部52は、さらに、第3比較器104と、リセット判定部106を備えていてもよい。第3比較器104は、偏差信号が変動しきい値信号以下となった場合に、リセット信号を出力する。リセット判定部106は、第2比較器94からリセット信号が出力された場合（すなわち、偏差信号がしきい値以下となった場合）だけでなく、第3比較器104からリセット信号が出力された場合（すなわち、偏差信号が変動しきい値信号以下となった場合）についても、締結具16が着座したと仮に判定して、後述するモータ停止装置32にリセット信号を出力する。このような構成とすることによって、かじりが生じているにも関わらず、評価信号に変動がなく、従って偏差信号がしきい値以下とならない期間が継続してしまう場合であっても、偏差信号が変動しきい値信号以下となった時点で、モータ停止装置32にリセット信号を出力することができる。これによって、モータ停止装置32におけるモータ4の停止判定をより精度良く行うことができる。

20

【0073】

図2に示すように、モータ停止装置32は、カウント部108と、停止判定部110を備えている。

【0074】

カウント部108は、変動信号に基づいてハンマ6によるアンビル8への打撃を検出して、打撃時間のカウントを行なう。本実施例では、カウント部108は、変動信号の立ち上がりを検出することで、ハンマ6によるアンビル8への打撃を検出する。カウント部108は、ハンマ6によるアンビル8への打撃が開始されると、打撃時間のカウントを開始する。カウント部108は、着座判定部52からリセット信号が入力される度に、カウントしている打撃時間をリセットする。カウント部108は、カウントしている打撃時間が所定の時間に達すると、停止判定信号を出力する。すなわち、カウント部108は、停止判断値として打撃時間を用いて、停止判断値が所定値に達すると、停止判定信号を出力する。

30

【0075】

停止判定部110は、着座判定部52から着座判定信号が出力されており、かつカウント部108から停止判定信号が出力された場合に、モータ停止信号を出力する。

【0076】

モータ制御装置34は、モータドライバ20に、モータ制御信号を出力する。モータ制御装置34は、モータ停止装置32からモータ停止信号が入力されると、モータドライバ20に、モータ4を停止するためのモータ制御信号を出力する。

40

【0077】

上記のインパクト締結工具2によれば、締結具16が着座したと判定された時点からの打撃時間が所定の時間に達した時に、モータ4を停止させることができる。このような構成とすることによって、締結具16が着座した後の打撃時間を正確に管理することができる。

【0078】

なお、上記の実施例において、カウント部108において、ハンマ6によるアンビル8

50

の打撃時間をカウントする代わりに、ハンマ6によるアンビル8の打撃回数をカウントしてもよい。この場合も、カウント部108は、着座判定部52からリセット信号が入力される度に、カウントしている打撃回数をリセットする。カウント部108は、カウントしている打撃回数が所定の回数に達すると、停止判定信号を出力する。すなわち、カウント部108は、停止判断値として打撃回数を用いて、停止判断値が所定値に達すると、停止判定信号を出力する。このような構成とした場合、インパクト締結工具2は、締結具16が着座したと判定された時点からの打撃回数が所定の回数に達した時に、モータ4を停止させることができる。このような構成とすることによって、締結具16が着座した後の打撃回数を正確に管理することができる。

【0079】

上記の実施例において、周波数変換部44、フィルタ部46および検波部48について、図4に示す構成に替えて、図10に示す構成としてもよい。

【0080】

図10に示す構成では、周波数変換部44は、第1参照信号生成器112と、乗算器114と、第2参照信号生成器116と、乗算器118を備えている。フィルタ部46は、第1フィルタ120と、第2フィルタ122を備えている。検波部48は、自乗演算器124と、自乗演算器126と、加算器128と、平方根演算器130を備えている。

【0081】

周波数変換部44の第1参照信号生成器112は、基準周波数設定装置26から出力される基準周波数に基づいて、第1参照信号を生成する。本実施例では、第1参照信号は、基準周波数の2倍の周波数を有する正弦波信号である。乗算器114は、信号変換装置28から出力される変動信号に、第1参照信号生成器112から出力される第1参照信号を乗算する。第1参照信号が乗算された変動信号は、フィルタ部46の第1フィルタ120に提供される。

【0082】

周波数変換部44の第2参照信号生成器116は、基準周波数設定装置26から出力される基準周波数に基づいて、第2参照信号を生成する。第2参照信号は、第1参照信号と同じ周波数を有し、かつ位相が90度シフトした信号である。本実施例では、第2参照信号は、基準周波数の2倍の周波数を有する余弦波信号である。乗算器118は、信号変換装置28から出力される変動信号に、第2参照信号生成器116から出力される第2参照信号を乗算する。第2参照信号が乗算された変動信号は、フィルタ部46の第2フィルタ122に提供される。なお、第1参照信号および第2参照信号の周波数は、基準周波数の2倍の周波数に限定されるものではなく、基準周波数以上の周波数であれば、どのような周波数であってもよい。

【0083】

フィルタ部46の第1フィルタ120は、乗算器114から出力される信号について、基準周波数を含む周波数帯をフィルタリングする。第1フィルタ120は、例えば、バンドパスフィルタ、逆ノッチフィルタ、ローパスフィルタ、2次ローパスフィルタである。本実施例のインパクト締結工具2では、第1フィルタ120として、基準周波数を共振周波数とする2次ローパスフィルタを使用している。第1フィルタ120から出力される信号は、検波部48の自乗演算器124に提供される。

【0084】

フィルタ部46の第2フィルタ122は、乗算器118から出力される信号について、基準周波数を含む周波数帯をフィルタリングする。第2フィルタ122は、例えば、バンドパスフィルタ、逆ノッチフィルタ、ローパスフィルタ、2次ローパスフィルタである。本実施例のインパクト締結工具2では、第2フィルタ122として、基準周波数を共振周波数とする2次ローパスフィルタを使用している。特に、本実施例のインパクト締結工具2では、第2フィルタ122は、第1フィルタ120と同じ特性を有するフィルタである。第2フィルタ122から出力される信号は、検波部48の自乗演算器126に提供される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 5 】

検波部 4 8 の自乗演算器 1 2 4 では、第 1 フィルタ 1 2 0 から出力される信号の自乗を演算して、加算器 1 2 8 に出力する。同様に、自乗演算器 1 2 6 では、第 2 フィルタ 1 2 2 から出力される信号の自乗を演算して、加算器 1 2 8 に出力する。加算器 1 2 8 では、自乗演算器 1 2 4 から出力される信号と、自乗演算器 1 2 6 から出力される信号の和を演算して、平方根演算器 1 3 0 に出力する。平方根演算器 1 3 0 は、加算器 1 2 8 から出力される信号の平方根を演算して、評価信号として出力する。

## 【 0 0 8 6 】

図 1 0 に示す周波数変換部 4 4、フィルタ部 4 6 および検波部 4 8 の処理によっても、信号変換装置 2 8 から出力される変動信号から、基準周波数に対応する信号成分についての包絡線である評価信号を得ることができる。

10

## 【 0 0 8 7 】

(実施例 2)

図 1 1 は本実施例に係るインパクト締結工具 2 0 2 の構成を模式的に示している。本実施例のインパクト締結工具 2 0 2 は、実施例 1 のインパクト締結工具 2 とほぼ同様の構成を備えている。以下では本実施例のインパクト締結工具 2 0 2 について、実施例 1 のインパクト締結工具 2 と相違する点について詳細に説明する。

## 【 0 0 8 8 】

本実施例のインパクト締結工具 2 0 2 は、モータ 4 と、ハンマ 6 と、アンビル 8 と、ビット 1 0 と、回転数センサ 1 2 と、コントローラ 2 0 4 を備えている。モータ 4 と、ハンマ 6 と、アンビル 8 と、ビット 1 0 と、回転数センサ 1 2 については、実施例 1 のインパクト締結工具 2 と同様である。コントローラ 2 0 4 は、モータドライバ 2 0 6 とマイコン 2 0 8 を備えている。モータドライバ 2 0 6 は、電流センサを備えていない。

20

## 【 0 0 8 9 】

図 1 2 に示すように、マイコン 2 0 8 は、基準周波数設定装置 2 6、信号変換装置 2 1 0、着座判定装置 3 0、モータ停止装置 3 2、モータ制御装置 3 4 を備えている。マイコン 2 0 8 は、これらの装置の機能を実現するハードウェア、ソフトウェア、またはハードウェアとソフトウェアの組み合わせを備える処理装置として実装することができる。基準周波数設定装置 2 6 と、着座判定装置 3 0 と、モータ停止装置 3 2 と、モータ制御装置 3 4 については、実施例 1 のインパクト締結工具 2 と同様である。

30

## 【 0 0 9 0 】

図 1 3 に示すように、信号変換装置 2 1 0 は、回転数センサ 1 2 からの回転数センサ信号と、モータ制御装置 3 4 からのモータ制御信号に基づいて、ハンマ 6 によるアンビル 8 への打撃に応じて変動する変動信号を取得する。信号変換装置 2 1 0 は、モータモデル 3 6 と、減算器 3 8 と、増幅器 4 0 と、位相シフタ 4 2 を備えている。モータモデル 3 6 と、減算器 3 8 と、増幅器 4 0 と、位相シフタ 4 2 は、実施例 1 のインパクト締結工具 2 と同様であるが、本実施例のインパクト締結工具 2 0 2 では、減算器 3 8 において、モータ 4 の回転数実測値と、モータモデル 3 6 の回転数出力の差分  $\Delta$  を算出する。算出された差分は、増幅器 4 0 において所定のゲイン  $G$  で増幅された後、モータ 4 の推定トルク  $e$  として位相シフタ 4 2 に入力される。信号変換装置 2 1 0 は、上記のフィードバックループによって算出されるモータ 4 の推定トルク  $e$  を、ハンマ 6 によるアンビル 8 への打撃に応じて変動する変動信号として出力する。

40

## 【 0 0 9 1 】

本実施例のインパクト締結工具 2 0 2 によれば、モータ 4 に流れる電流を検出する電流センサを用いることなく、変動信号を取得することができ、その変動信号に基づいて、締結具 1 6 が着座したか否かを判定することができる。

## 【 0 0 9 2 】

(実施例 3)

図 1 4 は本実施例に係るインパクト締結工具 3 0 2 の構成を模式的に示している。本実施例のインパクト締結工具 3 0 2 は、実施例 1 のインパクト締結工具 2 とほぼ同様の構成

50

を備えている。以下では本実施例のインパクト締結工具302について、実施例1のインパクト締結工具2と相違する点について詳細に説明する。

【0093】

本実施例のインパクト締結工具302は、モータ4と、ハンマ6と、アンビル8と、ビット10と、コントローラ304を備えている。モータ4と、ハンマ6と、アンビル8と、ビット10については、実施例1のインパクト締結工具2と同様である。本実施例のインパクト締結工具302は、モータ4の回転数を検出する回転数センサを備えていない。コントローラ304は、モータドライバ20とマイコン306を備えている。モータドライバ20は、電流センサ24を備えている。

【0094】

図15に示すように、マイコン306は、基準周波数設定装置310、信号変換装置28、着座判定装置30、モータ停止装置32、モータ制御装置34を備えている。マイコン306は、これらの装置の機能を実現するハードウェア、ソフトウェア、またはハードウェアとソフトウェアの組み合わせを備える処理装置として実装することができる。信号変換装置28と、着座判定装置30と、モータ停止装置32と、モータ制御装置34については、実施例1のインパクト締結工具2と同様である。

【0095】

基準周波数設定装置310は、モータ制御装置34からのモータ制御信号に基づいて、基準周波数を設定する。本実施例のインパクト締結工具302では、基準周波数設定装置310は、モータ制御信号に含まれるモータ4の目標回転数を取得し、モータ4の目標回転数からハンマ6の目標回転数を演算する。そして、基準周波数設定装置26は、ハンマ6の目標回転数の2倍の周波数を、基準周波数として出力する。

【0096】

インパクト締結工具302は、ユーザが被締結材18a、18bの材質を選択可能なスイッチ(図示せず)を備えていてもよい。この場合、基準周波数設定装置310は、スイッチにより選択された被締結材18a、18bの材質が硬質である場合には、モータ4の目標回転数に基づいて演算された基準周波数をそのまま使用する。また、基準周波数設定装置310は、スイッチにより選択された被締結材18a、18bの材質が軟質である場合には、モータ4の目標回転数に基づいて演算された基準周波数から、所定のオフセット周波数を減算した値を、基準周波数として設定する。

【0097】

本実施例のインパクト締結工具302によれば、モータ4の回転数を検出する回転数センサを用いることなく、基準周波数を設定することができ、その基準周波数に基づいて、締結具16が着座したか否かを判定することができる。

【0098】

(実施例4)

図16は本実施例に係るインパクト締結工具402の構成を模式的に示している。本実施例のインパクト締結工具402は、実施例1のインパクト締結工具2や、実施例2のインパクト締結工具202とほぼ同様の構成を備えている。以下では本実施例のインパクト締結工具402について、実施例1のインパクト締結工具2や、実施例2のインパクト締結工具202と相違する点について詳細に説明する。

【0099】

本実施例のインパクト締結工具402は、モータ4と、ハンマ6と、アンビル8と、ビット10と、回転数センサ12と、コントローラ404を備えている。モータ4と、ハンマ6と、アンビル8と、ビット10と、回転数センサ12については、実施例1のインパクト締結工具2と同様である。本実施例のインパクト締結工具402はさらに、ハンマ6に設けられており、ハンマ6がアンビル8を打撃する際の衝撃を検出する加速度センサ408を備えている。コントローラ404は、モータドライバ206とマイコン406を備えている。モータドライバ206は、実施例2のインパクト締結工具202と同様に、電流センサを備えていない。

10

20

30

40

50

## 【0100】

図17に示すように、マイコン406は、基準周波数設定装置26、着座判定装置30、モータ停止装置32、モータ制御装置34を備えている。基準周波数設定装置26と、着座判定装置30と、モータ停止装置32と、モータ制御装置34については、実施例1のインパクト締結工具2と同様である。マイコン406は、電流センサからの電流センサ信号や、回転数センサからの回転数センサ信号を、変動信号に変換する、信号変換装置を備えていない。本実施例のインパクト締結工具402では、加速度センサ408からの加速度センサ信号を、ハンマ6によるアンビル8への打撃に応じて変動する変動信号として、着座判定装置30およびモータ停止装置32に入力する。

## 【0101】

本実施例のインパクト締結工具402によれば、モータ4に流れる電流を検出する電流センサからの電流センサ信号や、モータ4の回転数を検出する回転数センサからの回転数センサ信号を用いることなく、加速度センサ408からの加速度センサ信号から変動信号を取得することができ、その変動信号に基づいて、締結具16が着座したか否かを判定することができる。変動信号を取得するための演算負荷を軽減することができる。

## 【0102】

(実施例5)

図18は本実施例に係るインパクト締結工具502の構成を模式的に示している。本実施例のインパクト締結工具502は、実施例1のインパクト締結工具2や、実施例2のインパクト締結工具202とほぼ同様の構成を備えている。以下では本実施例のインパクト締結工具502について、実施例1のインパクト締結工具2や、実施例2のインパクト締結工具202と相違する点について詳細に説明する。

## 【0103】

本実施例のインパクト締結工具502は、モータ4と、ハンマ6と、アンビル8と、ビット10と、回転数センサ12と、コントローラ504を備えている。モータ4と、ハンマ6と、アンビル8と、ビット10と、回転数センサ12については、実施例1のインパクト締結工具2と同様である。本実施例のインパクト締結工具502はさらに、ハンマ6の近傍に設けられており、ハンマ6がアンビル8を打撃する際の打撃音を検出するマイクロホン508を備えている。コントローラ504は、モータドライバ206とマイコン506を備えている。モータドライバ206は、実施例2のインパクト締結工具202と同様に、電流センサを備えていない。

## 【0104】

図19に示すように、マイコン506は、基準周波数設定装置26、着座判定装置30、モータ停止装置32、モータ制御装置34を備えている。基準周波数設定装置26と、着座判定装置30と、モータ停止装置32と、モータ制御装置34については、実施例1のインパクト締結工具2と同様である。マイコン506は、電流センサからの電流センサ信号や、回転数センサからの回転数センサ信号を、変動信号に変換する、信号変換装置を備えていない。本実施例のインパクト締結工具502では、マイクロホン508からの加速度センサ信号を、ハンマ6によるアンビル8への打撃に応じて変動する変動信号として、着座判定装置30およびモータ停止装置32に入力する。

## 【0105】

本実施例のインパクト締結工具502によれば、モータ4に流れる電流を検出する電流センサからの電流センサ信号や、モータ4の回転数を検出する回転数センサからの回転数センサ信号を用いることなく、マイクロホン508からのマイクロホン信号から変動信号を取得することができ、その変動信号に基づいて、締結具16が着座したか否かを判定することができる。変動信号を取得するための演算負荷を軽減することができる。

## 【0106】

以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々な変形、変更したものが含まれる。本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であ

10

20

30

40

50

るいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組合せに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数目的を同時に達成し得るものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

【符号の説明】

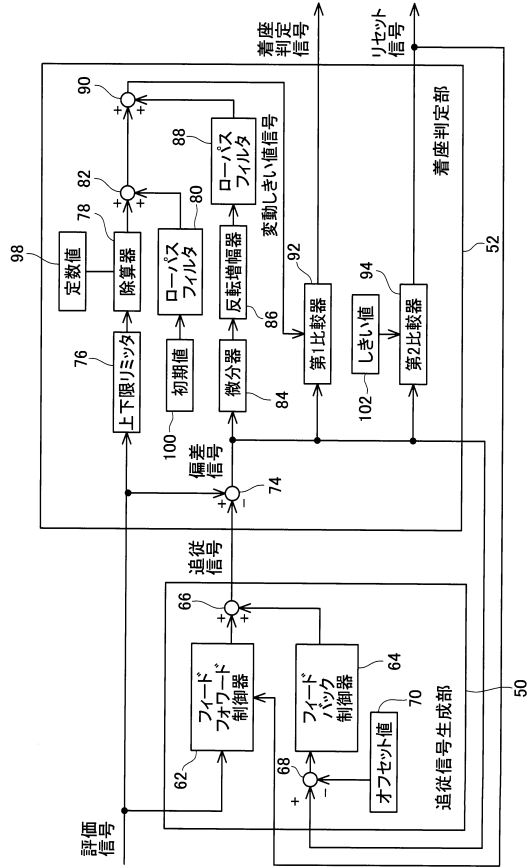
【 0 1 0 7 】

2	: インパクト締結工具	
4	: モータ	
6	: ハンマ	
8	: アンビル	10
10	: ビット	
12	: 回転数センサ	
14	: コントローラ	
16	: 締結具	
18 a	: 被締結材	
18 b	: 被締結材	
20	: モータドライバ	
22	: マイコン	
24	: 電流センサ	
26	: 基準周波数設定装置	20
28	: 信号変換装置	
30	: 着座判定装置	
32	: モータ停止装置	
34	: モータ制御装置	
36	: モータモデル	
38	: 減算器	
40	: 増幅器	
42	: 位相シフタ	
44	: 周波数変換部	
46	: フィルタ部	30
48	: 検波部	
50	: 追従信号生成部	
52	: 着座判定部	
54	: 参照信号生成器	
56	: 乗算器	
58	: 半波整流器	
60	: ローパスフィルタ	
62	: フィードフォワード制御器	
64	: フィードバック制御器	
66	: 加算器	40
68	: 減算器	
70	: レジスタ	
74	: 減算器	
76	: 上下限リミッタ	
78	: 除算器	
80	: ローパスフィルタ	
82	: 加算器	
84	: 微分器	
86	: 反転増幅器	
88	: ローパスフィルタ	50

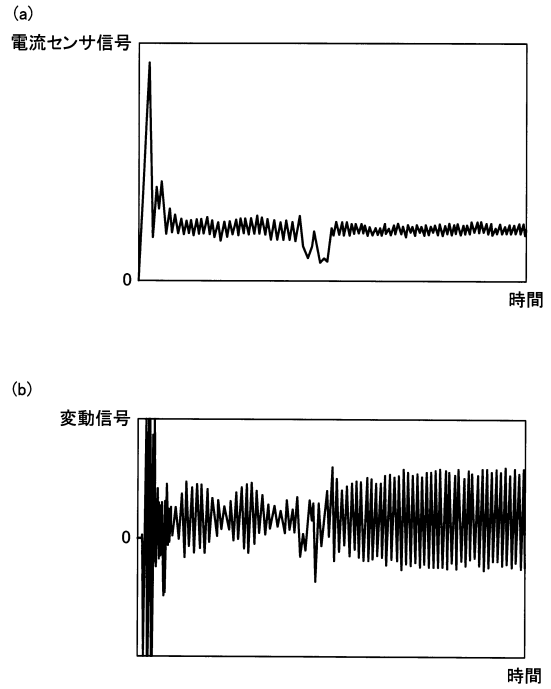
9 0	: 加算器	
9 2	: 第 1 比較器	
9 4	: 第 2 比較器	
9 8	: レジスタ	
1 0 0	: レジスタ	
1 0 2	: レジスタ	
1 0 4	: 第 3 比較器	
1 0 6	: リセット判定部	
1 0 8	: カウント部	
1 1 0	: 停止判定部	10
1 1 2	: 第 1 参照信号生成器	
1 1 4	: 乗算器	
1 1 6	: 第 2 参照信号生成器	
1 1 8	: 乗算器	
1 2 0	: 第 1 フィルタ	
1 2 2	: 第 2 フィルタ	
1 2 4	: 自乗演算器	
1 2 6	: 自乗演算器	
1 2 8	: 加算器	
1 3 0	: 平方根演算器	20
2 0 2	: インパクト締結工具	
2 0 4	: コントローラ	
2 0 6	: モータドライバ	
2 0 8	: マイコン	
2 1 0	: 信号変換装置	
3 0 2	: インパクト締結工具	
3 0 4	: コントローラ	
3 0 6	: マイコン	
3 1 0	: 基準周波数設定装置	
4 0 2	: インパクト締結工具	30
4 0 4	: コントローラ	
4 0 6	: マイコン	
4 0 8	: 加速度センサ	
5 0 2	: インパクト締結工具	
5 0 4	: コントローラ	
5 0 6	: マイコン	
5 0 8	: マイクロホン	



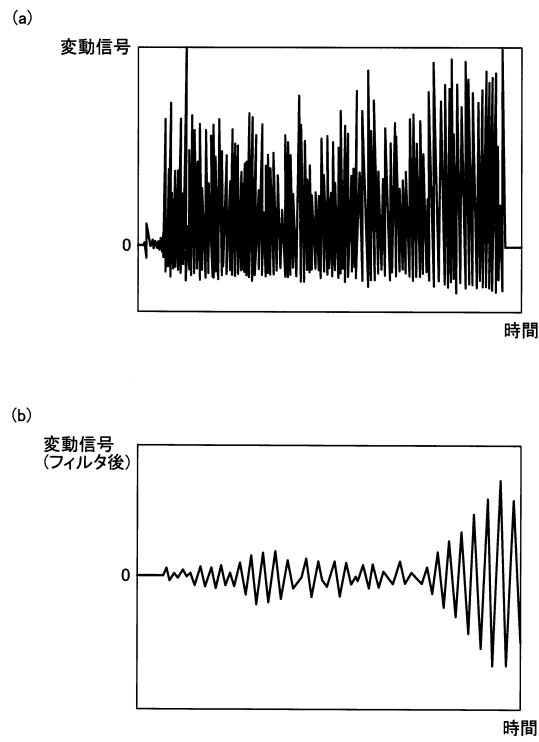
【図5】



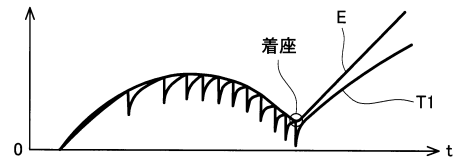
【図6】



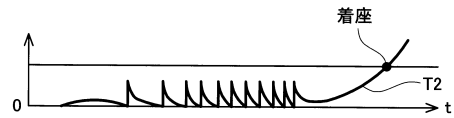
【図7】



【図8】



【図9】

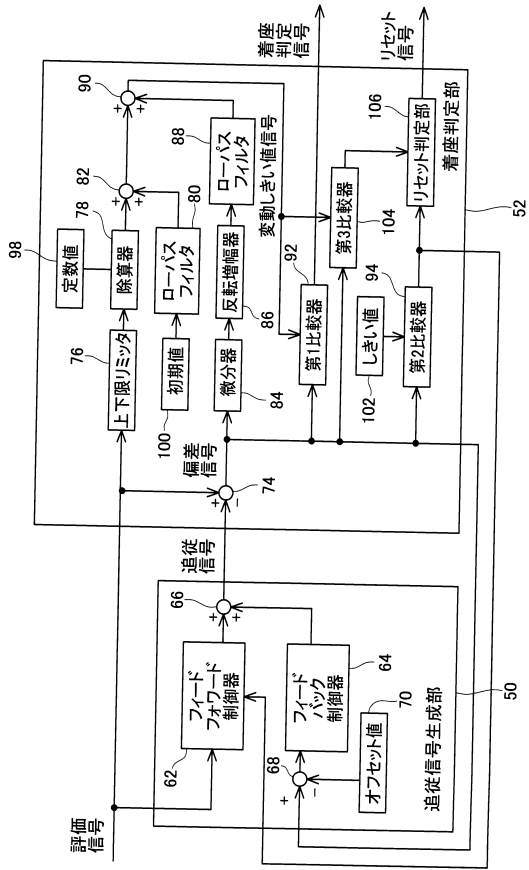








【図23】



---

フロントページの続き

審査官 山本 忠博

- (56)参考文献 特開2002-154063(JP,A)  
特開2000-210877(JP,A)  
特開2005-118910(JP,A)  
特開平6-182638(JP,A)  
特開2013-252575(JP,A)  
特開2015-128802(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25B 21/00 - 21/02, 23/14