

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7264255号  
(P7264255)

(45)発行日 令和5年4月25日(2023.4.25)

(24)登録日 令和5年4月17日(2023.4.17)

(51)国際特許分類 F I  
B 2 3 Q 17/00 (2006.01) B 2 3 Q 17/00 A

請求項の数 15 (全42頁)

(21)出願番号	特願2021-541943(P2021-541943)	(73)特許権者	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(86)(22)出願日	令和1年8月30日(2019.8.30)	(74)代理人	110000682 弁理士法人ワンディ - I P パ - ト ナ - ズ
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/034242	(72)発明者	小池 雄介 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内
(87)国際公開番号	WO2021/038859	審査官	久保田 信也
(87)国際公開日	令和3年3月4日(2021.3.4)		
審査請求日	令和4年8月8日(2022.8.8)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 回転加工工具および回転加工システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転加工工具であって、

シャフト部と、

前記シャフト部の端部に設けられる刃取付部または刃部と、

前記シャフト部に取り付けられる第1の加速度センサとを備え、

前記第1の加速度センサは、前記シャフト部の回転軸を法線とする平面および前記回転軸の各々に対して傾斜する第1の計測方向の加速度を計測し、

前記回転加工工具は、さらに、

前記第1の加速度センサを支持する支持部を備え、

前記支持部は、前記第1の加速度センサを取り付け可能な、前記平面に対してなす角度が互いに異なる複数の取付面を有する、回転加工工具。

【請求項2】

前記回転加工工具は、さらに、

前記第1の計測方向の傾斜角度を変更する角度変更部を備える、請求項1に記載の回転加工工具。

【請求項3】

前記第1の加速度センサは、さらに、第2の計測方向の加速度および第3の計測方向の加速度を計測し、

前記第1の計測方向、前記第2の計測方向および前記第3の計測方向は、3次的に互

いに直交し、

前記第 2 の計測方向は、前記平面および前記回転軸の各々に対して傾斜し、

前記第 3 の計測方向は、前記平面に沿った方向であって、前記第 1 の加速度センサと前記回転軸とを結ぶ直線に対して直交する方向に沿う、請求項 1 に記載の回転加工工具。

【請求項 4】

前記回転加工工具は、さらに、

前記第 1 の計測方向の傾斜角度および前記第 2 の計測方向の傾斜角度を変更する角度変更部を備える、請求項 3 に記載の回転加工工具。

【請求項 5】

前記第 1 の加速度センサは、一方向の加速度を計測するセンサであり、

10

前記回転加工工具は、さらに、一方向の加速度を計測するセンサである第 2 の加速度センサを備え、

前記第 2 の加速度センサは、第 4 の計測方向の加速度を計測し、

前記第 4 の計測方向は、前記平面に沿った方向であって、前記第 2 の加速度センサと前記回転軸とを結ぶ直線に対して直交する方向に沿う、請求項 1 または請求項 2 に記載の回転加工工具。

【請求項 6】

前記回転加工工具は、さらに、一方向の加速度を計測するセンサである第 3 の加速度センサを備え、

前記第 3 の加速度センサは、第 5 の計測方向の加速度を計測し、

20

前記第 5 の計測方向は、前記平面に沿った方向であって、前記第 1 の加速度センサと前記回転軸とを結ぶ直線に対して直交する方向に沿う、請求項 3 または請求項 5 に記載の回転加工工具。

【請求項 7】

前記第 1 の加速度センサは、三方向の加速度を計測するセンサであり、

前記第 1 の加速度センサは、前記第 1 の計測方向の加速度、第 2 の計測方向の加速度および第 3 の計測方向の加速度を計測し、

前記第 1 の計測方向、前記第 2 の計測方向および前記第 3 の計測方向は、3 次元的に互いに直交し、

前記第 2 の計測方向および前記第 3 の計測方向は、前記平面および前記回転軸の各々に対して傾斜し、

30

前記第 1 の計測方向、前記第 2 の計測方向および前記第 3 の計測方向の各々が、前記平面において前記第 1 の加速度センサと前記回転軸とを結ぶ直線に対してなす角度のうち、少なくともいずれか 2 つが互いに異なる、請求項 1 に記載の回転加工工具。

【請求項 8】

前記回転加工工具は、さらに、

前記第 1 の計測方向の傾斜角度、前記第 2 の計測方向の傾斜角度および前記第 3 の計測方向の傾斜角度を変更する角度変更部を備える、請求項 7 に記載の回転加工工具。

【請求項 9】

前記角度変更部は、前記第 1 の加速度センサが計測可能な加速度の範囲、前記第 1 の加速度センサおよび前記シャフト部の回転軸間の距離、ならびに前記シャフト部の回転数に基づいて、前記傾斜角度を変更する、請求項 2、請求項 4 および請求項 8 のいずれか 1 項に記載の回転加工工具。

40

【請求項 10】

前記第 1 の計測方向と前記平面とがなす角度は、 $0^\circ$  より大きくかつ  $90^\circ$  未満であり、かつ  $45^\circ$  でない、請求項 3 に記載の回転加工工具。

【請求項 11】

前記角度は、 $70^\circ$  以上かつ  $90^\circ$  未満である、請求項 10 に記載の回転加工工具。

【請求項 12】

前記角度は、 $80^\circ$  以上かつ  $90^\circ$  未満である、請求項 11 に記載の回転加工工具。

50

## 【請求項 1 3】

前記角度変更部は、前記シャフト部に対して着脱可能である、請求項 2、請求項 4 および請求項 8 のいずれか 1 項に記載の回転加工工具。

## 【請求項 1 4】

シャフト部と、

前記シャフト部の端部に設けられる刃取付部または刃部と、

前記シャフト部において第 1 の加速度センサを支持する支持部と備え、

前記支持部は、前記第 1 の加速度センサの第 1 の計測方向が、前記シャフト部の回転軸を法線とする平面および前記回転軸の各々に対して傾斜するように前記第 1 の加速度センサを支持し、

前記支持部は、前記第 1 の加速度センサを取り付け可能な、前記平面に対してなす角度が互いに異なる複数の取付面を有する、回転加工工具。

10

## 【請求項 1 5】

前記第 1 の加速度センサの計測結果を示すセンサ情報を送信する無線通信装置をさらに備える請求項 1 から請求項 1 4 のいずれか 1 項に記載の回転加工工具と、

前記無線通信装置から送信される前記センサ情報を受信し、受信した前記センサ情報を処理する管理装置とを備える、回転加工システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、回転加工工具および回転加工システムに関する。

20

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献 1 (特開 2003 - 62713 号公報) には、以下のような回転加工工具が開示されている。すなわち、径寸法が一定の円柱形状のストレートシャンクと加工部とを同軸上に一体的に有し、該ストレートシャンクがホルダの挿入部に軸方向から挿入されて着脱可能に保持されるとともに、その状態で軸心まわりに回転駆動されることにより、前記加工部によって所定の加工を行うストレートシャンク回転加工工具において、前記ストレートシャンクには、前記ホルダの挿入部に挿入される際に軸方向において該ホルダと係合させられ、該ホルダからの前記加工部の突出寸法を規定するストッパが設けられていること

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【文献】特開 2003 - 62713 号公報

## 【発明の概要】

## 【0004】

本開示の回転加工工具は、シャフト部と、前記シャフト部の端部に設けられる刃取付部または刃部と、前記シャフト部に取り付けられる第 1 の加速度センサとを備え、前記第 1 の加速度センサは、前記シャフト部の回転軸を法線とする平面に対して傾斜し、かつ前記回転軸に対して傾斜する第 1 の計測方向を有する。

40

## 【0005】

本開示の回転加工工具は、シャフト部と、前記シャフト部の端部に設けられる刃取付部または刃部と、前記シャフト部において第 1 の加速度センサを支持する支持部と備え、前記支持部は、前記第 1 の加速度センサの第 1 の計測方向が、前記シャフト部の回転軸を法線とする平面および前記回転軸の各々に対して傾斜するように前記第 1 の加速度センサを支持する。

## 【0006】

本開示の回転加工システムは、回転加工工具と、管理装置とを備え、前記回転加工工具は、シャフト部と、前記シャフト部の端部に設けられる刃取付部または刃部と、前記シャ

50

フト部に取り付けられる第 1 の加速度センサとを含み、前記第 1 の加速度センサは、前記シャフト部の回転軸を法線とする平面に対して傾斜し、かつ前記回転軸に対して傾斜する第 1 の計測方向を有し、前記回転加工工具は、さらに、前記第 1 の加速度センサの計測結果を示すセンサ情報を送信する無線通信装置を含み、前記管理装置は、前記無線通信装置から送信される前記センサ情報を受信し、受信した前記センサ情報を処理する。

【 0 0 0 7 】

本開示の回転加工システムは、回転加工工具と、管理装置とを備え、前記回転加工工具は、シャフト部と、前記シャフト部の端部に設けられる刃取付部または刃部と、前記シャフト部において第 1 の加速度センサを支持する支持部とを含み、前記支持部は、前記第 1 の加速度センサの第 1 の計測方向が、前記シャフト部の回転軸を法線とする平面および前記回転軸の各々に対して傾斜するように前記第 1 の加速度センサを支持し、前記回転加工工具は、さらに、前記第 1 の加速度センサの計測結果を示すセンサ情報を送信する無線通信装置を含み、前記管理装置は、前記無線通信装置から送信される前記センサ情報を受信し、受信した前記センサ情報を処理する。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 図 1 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す側面図である。

【 図 2 】 図 2 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る、回転加工工具に発生する遠心加速度と加速度センサの計測方向との対応関係を模式的に示す断面図である。

20

【 図 3 】 図 3 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る、回転加工工具に発生する遠心加速度と加速度センサの計測方向との対応関係を示す図である。

【 図 4 】 図 4 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る、回転加工工具に発生する遠心加速度と回転加工工具の回転数との対応関係の一例を示す図である。

【 図 5 】 図 5 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す矢視図である。

【 図 6 】 図 6 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工工具における支持部の構成を模式的に示す断面図である。

【 図 7 】 図 7 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す図である。

【 図 8 】 図 8 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工システムの構成を示す図である。

30

【 図 9 】 図 9 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工工具の構成の他の例を示す側面図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工工具の構成の他の例を示す側面図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、本開示の第 2 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す側面図である。

【 図 1 2 】 図 1 2 は、本開示の第 2 の実施の形態に係る回転加工工具における支持部の構成を示す平面図である。

【 図 1 3 】 図 1 3 は、本開示の第 2 の実施の形態に係る回転加工工具の変形例 1 を示す部分断面図である。

40

【 図 1 4 】 図 1 4 は、本開示の第 2 の実施の形態に係る回転加工工具の変形例 1 における制御部の構成を示すブロック図である。

【 図 1 5 】 図 1 5 は、本開示の第 2 の実施の形態の変形例 1 における制御部の処理の手順を定めたフローチャートである。

【 図 1 6 】 図 1 6 は、本開示の第 3 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す側面図である。

【 図 1 7 】 図 1 7 は、本開示の第 3 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を模式的に示す断面図である。

【 図 1 8 】 図 1 8 は、本開示の第 3 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す図であ

50

る。

【図 19】図 19 は、本開示の第 3 の実施の形態に係る回転加工システムの構成を示す図である。

【図 20】図 20 は、本開示の第 3 の実施の形態に係る回転加工工具の変形例 1 を示す部分断面図である。

【図 21】図 21 は、本開示の第 3 の実施の形態に係る回転加工工具の変形例 1 を模式的に示す断面図である。

【図 22】図 22 は、本開示の第 3 の実施の形態の変形例 1 に係る回転加工工具の構成を示す図である。

【図 23】図 23 は、本開示の第 3 の実施の形態に係る回転加工システムの構成を示す図である。

10

【図 24】図 24 は、本開示の第 4 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す側面図である。

【図 25】図 25 は、本開示の第 4 の実施の形態に係る回転加工工具における加速度センサの構成を示す斜視図である。

【図 26】図 26 は、本開示の第 4 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を模式的に示す断面図である。

【図 27】図 27 は、本開示の第 4 の実施の形態に係る回転加工工具を、回転軸を通る平面において切断して B 方向から見た断面図である。

【図 28】図 28 は、本開示の第 4 の実施の形態に係る回転加工工具の変形例 1 を示す部分断面図である。

20

【図 29】図 29 は、本開示の第 5 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す側面図である。

【図 30】図 30 は、本開示の第 5 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を模式的に示す断面図である。

【図 31】図 31 は、本開示の第 6 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す側面図である。

【図 32】図 32 は、本開示の第 6 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を模式的に示す断面図である。

【図 33】図 33 は、本開示の第 6 の実施の形態に係る回転加工工具を、回転軸を通る平面において切断して B 方向から見た断面図である。

30

【図 34】図 34 は、本開示の第 6 の実施の形態に係る、回転加工工具に発生する遠心加速度と回転加工工具の回転数との対応関係の一例を示す図である。

【図 35】図 35 は、本開示の第 6 の実施の形態に係る回転加工工具の変形例 1 を示す部分断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

従来、たとえばフライスカッターおよびドリルのような回転加工工具が開発されている。

【0010】

[本開示が解決しようとする課題]

40

回転加工工具に加速度センサを取り付けることにより、回転によって生じる遠心加速度を計測することができる。このような遠心加速度を計測可能な優れた技術が望まれる。

【0011】

本開示は、上述の課題を解決するためになされたもので、その目的は、加速度センサの計測範囲の制限を超えて、回転加工工具において生じる遠心加速度を計測することができる回転加工工具および回転加工システムを提供することである。

【0012】

[本開示の効果]

本開示によれば、加速度センサの計測範囲の制限を超えて、回転加工工具において生じる遠心加速度を計測することができる。

50

## 【 0 0 1 3 】

[ 本願発明の実施形態の説明 ]

最初に、本開示の実施形態の内容を列記して説明する。

## 【 0 0 1 4 】

( 1 ) 本開示の実施の形態に係る回転加工工具は、シャフト部と、前記シャフト部の端部に設けられる刃取付部または刃部と、前記シャフト部に取り付けられる第 1 の加速度センサとを備え、前記第 1 の加速度センサは、前記シャフト部の回転軸を法線とする平面および前記回転軸の各々に対して傾斜する第 1 の計測方向の加速度を計測する。

## 【 0 0 1 5 】

このように、第 1 の加速度センサの計測方向を、シャフト部の回転によって生じる遠心加速度の方向からずらす構成により、遠心加速度に対する第 1 の加速度センサの計測方向における感度を低下させることができる。したがって、加速度センサの計測範囲の制限を超えて、回転加工工具において生じる遠心加速度を計測することができる。

10

## 【 0 0 1 6 】

( 2 ) 好ましくは、前記回転加工工具は、さらに、前記第 1 の計測方向の傾斜角度を変更する角度変更部を備える。

## 【 0 0 1 7 】

このような構成により、たとえばユーザが所望するシャフト部の回転数に応じて遠心加速度の計測範囲を変更することができるため、ユーザの要望に応じた計測範囲において遠心加速度をより確実に計測することができる。

20

## 【 0 0 1 8 】

( 3 ) 好ましくは、前記第 1 の加速度センサは、さらに、第 2 の計測方向の加速度および第 3 の計測方向の加速度を計測し、前記第 1 の計測方向、前記第 2 の計測方向および前記第 3 の計測方向は、3 次元的に互いに直交し、前記第 2 の計測方向は、前記平面および前記回転軸の各々に対して傾斜し、前記第 3 の計測方向は、前記平面に沿った方向であって、前記第 1 の加速度センサと前記回転軸とを結ぶ直線に対して直交する方向に沿う。

## 【 0 0 1 9 】

このような構成により、3 つの計測方向において加速度を計測する加速度センサをたとえば 1 つ用いて、遠心加速度を計測するとともに、切削に伴う振動等の加速度を計測することができ、より多様な加速度を計測することができる。また、たとえば 1 つの加速度センサによって広範な遠心加速度を計測することができ、加速度センサのシャフト部への取り付け数をより少なくすることができる。

30

## 【 0 0 2 0 】

( 4 ) 好ましくは、前記回転加工工具は、さらに、前記第 1 の計測方向の傾斜角度および前記第 2 の計測方向の傾斜角度を変更する角度変更部を備える。

## 【 0 0 2 1 】

このような構成により、たとえばユーザが所望するシャフト部の回転数に応じて遠心加速度の計測範囲を変更することができるため、ユーザの要望に応じた計測範囲において遠心加速度をより確実に計測することができる。

## 【 0 0 2 2 】

( 5 ) 好ましくは、前記第 1 の加速度センサは、一方向の加速度を計測するセンサであり、前記回転加工工具は、さらに、一方向の加速度を計測するセンサである第 2 の加速度センサを備え、前記第 2 の加速度センサは、第 4 の計測方向の加速度を計測し、前記第 4 の計測方向は、前記平面に沿った方向であって、前記第 2 の加速度センサと前記回転軸とを結ぶ直線に対して直交する方向に沿う。

40

## 【 0 0 2 3 】

このような構成により、第 1 の加速度センサにより遠心加速度を計測するとともに、第 2 の加速度センサにより、切削に伴う振動等の加速度を計測することができ、より多様な加速度を計測することができる。

## 【 0 0 2 4 】

50

(6) より好ましくは、前記回転加工工具は、さらに、一方向の加速度を計測するセンサである第3の加速度センサを備え、前記第3の加速度センサは、第5の計測方向の加速度を計測し、前記第5の計測方向は、前記平面に沿った方向であって、前記第1の加速度センサと前記回転軸とを結ぶ直線に対して直交する方向に沿う。

【0025】

このような構成により、第1の加速度センサにより遠心加速度を計測するとともに、第3の加速度センサにより、切削に伴う振動等の加速度を計測することができ、より多様な加速度を計測することができる。

【0026】

(7) 好ましくは、前記第1の加速度センサは、三方向の加速度を計測するセンサであり、前記第1の加速度センサは、前記第1の計測方向の加速度、第2の計測方向の加速度および第3の計測方向の加速度を計測し、前記第1の計測方向、前記第2の計測方向および前記第3の計測方向は、3次元的に互いに直交し、前記第2の計測方向および前記第3の計測方向は、前記平面および前記回転軸の各々に対して傾斜し、前記第1の計測方向、前記第2の計測方向および前記第3の計測方向の各々が、前記平面において前記第1の加速度センサと前記回転軸とを結ぶ直線に対してなす角度のうち、少なくともいずれか2つが互いに異なる。

10

【0027】

このような構成により、1つの加速度センサを用いて、少なくとも2つの異なる計測範囲において遠心加速度を計測することができる。これにより、たとえば1つの加速度センサによって広範な遠心加速度を計測することができ、加速度センサのシャフト部への取り付け数をより少なくすることができる。

20

【0028】

(8) 好ましくは、前記回転加工工具は、さらに、前記第1の計測方向の傾斜角度、前記第2の計測方向の傾斜角度および前記第3の計測方向の傾斜角度を変更する角度変更部を備える。

【0029】

このような構成により、たとえばユーザが所望するシャフト部の回転数に応じて遠心加速度の計測範囲を変更することができるため、ユーザの要望に応じた計測範囲において遠心加速度をより確実に計測することができる。

30

【0030】

(9) より好ましくは、前記角度変更部は、前記第1の加速度センサが計測可能な加速度の範囲、前記第1の加速度センサおよび前記シャフト部の回転軸間の距離、ならびに前記シャフト部の回転数に基づいて、前記傾斜角度を変更する。

【0031】

このような構成により、加速度センサにおいて生じる、計測方向における加速度が、当該加速度センサの計測可能な範囲を超えないような傾斜角度により確実に変更することができる。

【0032】

(10) より好ましくは、前記第1の計測方向と前記平面とがなす角度は、 $0^\circ$ より大きくかつ $90^\circ$ 未満であり、かつ $45^\circ$ でない。

40

【0033】

このような構成により、3つの計測方向において加速度を計測する加速度センサをたとえば1つ用いて、2つの異なる計測範囲において遠心加速度を計測することができる。これにより、たとえば1つの加速度センサによってより広範な遠心加速度を計測することができる。

【0034】

(11) より好ましくは、前記角度は、 $70^\circ$ 以上かつ $90^\circ$ 未満である。

【0035】

このような構成により、角度が $0^\circ$ である場合と比べて、加速度センサは、より大き

50

な回転数に対応する遠心加速度を計測することができる。

【 0 0 3 6 】

( 1 2 ) より好ましくは、前記角度 は、80°以上かつ90°未満である。

【 0 0 3 7 】

このような構成により、角度 が70°以上かつ90°未満である場合と比べて、加速度センサは、より大きな回転数に対応する遠心加速度を計測することができる。

【 0 0 3 8 】

( 1 3 ) 前記角度変更部は、前記シャフト部に対して着脱可能である。

【 0 0 3 9 】

このような構成により、必要に応じて角度変更部を着脱することができ、ユーザの利便性を高めることができる。

10

【 0 0 4 0 】

( 1 4 ) 本開示の実施の形態に係る回転加工工具は、シャフト部と、前記シャフト部の端部に設けられる刃取付部または刃部と、前記シャフト部において第1の加速度センサを支持する支持部と備え、前記支持部は、前記第1の加速度センサの第1の計測方向が、前記シャフト部の回転軸を法線とする平面および前記回転軸の各々に対して傾斜するように前記第1の加速度センサを支持する。

【 0 0 4 1 】

このように、第1の加速度センサの計測方向を、シャフト部の回転において生じる遠心加速度の方向からずらす構成により、遠心加速度に対する第1の加速度センサの計測方向における感度を低下させることができる。したがって、加速度センサの計測範囲の制限を超えて、回転加工工具において生じる遠心加速度を計測することができる。

20

【 0 0 4 2 】

( 1 5 ) 本開示の実施の形態に係る回転加工システムは、前記第1の加速度センサの計測結果を示すセンサ情報を送信する無線通信装置をさらに備える上記( 1 )から上記( 1 4 )のいずれか1つに記載の回転加工工具と、前記無線通信装置から送信される前記センサ情報を受信し、受信した前記センサ情報を処理する管理装置とを備える。

【 0 0 4 3 】

このように、第1の加速度センサの計測方向を、シャフト部の回転によって生じる遠心加速度の方向からずらす構成により、遠心加速度に対する第1の加速度センサの計測方向における感度を低下させることができる。したがって、加速度センサの計測範囲の制限を超えて、回転加工工具において生じる遠心加速度を計測することができる。また、第1の加速度センサの計測結果を処理する構成により、たとえば、シャフト部の角速度および回転数を算出したり、刃取付部または刃部に異常があるかどうかを判断したりすることができる。すなわち、ユーザは、回転加工工具が適正な状態にあるかどうかを把握することができる。

30

【 0 0 4 4 】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。また、以下に記載する実施の形態の少なくとも一部を任意に組み合わせてもよい。

40

【 0 0 4 5 】

< 第1の実施の形態 >

図1は、本開示の第1の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す側面図である。

【 0 0 4 6 】

回転加工工具101は、たとえば、フライス盤等において使用されるエンドミルであり、金属等からなる切削対象物を切削するために使用される。

【 0 0 4 7 】

図1を参照して、回転加工工具101は、シャフト部の一例であるシャンク部11と、刃取付部12と、図示しない刃部と、加速度センサ14と、支持部16とを備える。図1では、支持部16を想像線である二点鎖線により示している。

50

## 【 0 0 4 8 】

なお、回転加工工具 1 0 1 は、刃部を備えない構成であってもよい。また、刃部は、刃取付部 1 2 に一体に固定されてもよいし、刃取付部 1 2 に着脱可能に取り付けられてもよい。

## 【 0 0 4 9 】

シャンク部 1 1 の基材は、たとえば、切削工具用の超硬合金または金型用鋼により構成されている。

## 【 0 0 5 0 】

## 〔 課題 〕

回転加工工具に加速度センサを取り付けることにより、回転加工工具の回転によって生じる遠心加速度を計測することができる。このような遠心加速度を計測可能な優れた技術が望まれる。しかしながら、シャンク部等の回転体に加速度センサを取り付けると、当該回転体の回転によって生じる遠心加速度が、加速度センサの計測可能範囲を超えてしまい、遠心加速度を計測できないことがある。

10

## 【 0 0 5 1 】

そこで、本開示の実施の形態に係る回転加工工具では、以下のような構成により、このような課題を解決する。

## 【 0 0 5 2 】

図 2 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る、回転加工工具に発生する遠心加速度と加速度センサの計測方向との対応関係を模式的に示す断面図である。詳細には、図 2 は、図 1 に示す回転加工工具 1 0 1 を、回転軸 1 7 および加速度センサ 1 4 を通る平面において切断し、B 方向から見たときの模式的断面図である。

20

## 【 0 0 5 3 】

図 2 を参照して、加速度センサ 1 4 は、シャンク部 1 1 の回転軸 1 7 を法線とする平面 1 8 および回転軸 1 7 の各々に対して傾斜する第 1 の計測方向 1 4 1 の加速度を計測する。すなわち、加速度センサ 1 4 は、第 1 の計測方向 1 4 1 に感度を有している。図 2 では、平面 1 8 および支持部 1 6 を想像線である二点鎖線により示している。

## 【 0 0 5 4 】

加速度センサ 1 4 は、一方向の加速度を計測する、いわゆる一軸の加速度センサである。加速度センサ 1 4 は、たとえば、センサ素子 2 7 と、センサ素子 2 7 を支持する台座部 2 8 と、センサ素子 2 7 および台座部 2 8 を収容するハウジング 2 9 とを含む。加速度センサ 1 4 は、上記一方向が第 1 の計測方向 1 4 1 に沿うように配置される。上記一方向は、たとえば、センサ素子 2 7 が台座部 2 8 によって支持される面に対して垂直な方向である。

30

## 【 0 0 5 5 】

図 2 に示す例では、半径  $r$  のシャンク部 1 1 が角速度  $[\text{rad} / \text{s}]$  で回転しているときに、加速度センサ 1 4 に遠心加速度  $a$  が生じている。遠心加速度  $a$  が生じる方向は、平面 1 8 に沿っている。たとえば、遠心加速度  $a$  が生じる方向は、平面 1 8 に対して平行である。

## 【 0 0 5 6 】

遠心加速度  $a [\text{mm} / \text{s}^2]$  は、以下の式 ( 1 ) で表される。

40

## 【 0 0 5 7 】

$$a = ( r + d )^2 \cdot \dots ( 1 )$$

## 【 0 0 5 8 】

ここで、 $d$  は、シャンク部 1 1 の径方向における、シャンク部 1 1 の周面から加速度センサ 1 4 におけるセンサ素子までの距離  $[\text{mm}]$  である。つまり、 $( r + d )$  は、シャンク部 1 1 の回転軸 1 7 および加速度センサ 1 4 のセンサ素子間の距離  $[\text{mm}]$  である。また、演算子「 $\wedge$ 」は、べき乗を表す。

## 【 0 0 5 9 】

図 3 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る、回転加工工具に発生する遠心加速度と加速

50

度センサの計測方向との対応関係を示す図である。

【 0 0 6 0 】

図 3 を参照して、第 1 の計測方向 1 4 1 は、平面 1 8 に対して角度  $\theta$ （以下、傾斜角度とも称する）で傾斜する。詳細には、第 1 の計測方向 1 4 1 は、加速度センサ 1 4 および回転軸 1 7 を含む平面 1 5 において、平面 1 8 に対して傾斜角度  $\theta$  で傾斜する。ここで、 $\theta$  は、 $0^\circ$  より大きく、かつ  $90^\circ$  より小さい値である。

【 0 0 6 1 】

第 1 の計測方向 1 4 1 には、遠心加速度  $a$  の余弦に相当する大きさの遠心加速度  $a_1$  が生じる。すなわち、第 1 の計測方向 1 4 1 において生じる遠心加速度  $a_1$  [  $\text{mm} / \text{s}^2$  ] は、以下の式 ( 2 ) で表される。

【 0 0 6 2 】

$$a_1 = (r + d) \cdot \omega^2 \cdot \cos \theta \quad \dots (2)$$

【 0 0 6 3 】

すなわち、遠心加速度  $a_1$  は、第 1 の計測方向 1 4 1 と平面 1 8 とがなす傾斜角度  $\theta$  に応じて変化する。また、 $\theta$  が  $0^\circ$  より大きくかつ  $90^\circ$  より小さい範囲において、遠心加速度  $a_1$  は、遠心加速度  $a$  よりも小さい。つまり、傾斜角度  $\theta$  が大きくなるにつれて、遠心加速度  $a_1$  は小さくなる。

【 0 0 6 4 】

したがって、傾斜角度  $\theta$  を変化させることにより、遠心加速度  $a$  に対する加速度センサ 1 4 の第 1 の計測方向 1 4 1 における感度を変化させることができる。具体的には、傾斜角度  $\theta$  を  $0^\circ$  より大きくかつ  $90^\circ$  より小さい範囲において増加させることにより、遠心加速度  $a$  に対する加速度センサ 1 4 の第 1 の計測方向 1 4 1 における感度を低下させることができる。

【 0 0 6 5 】

図 4 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る、回転加工工具に発生する遠心加速度と回転加工工具の回転数との対応関係の一例を示す図である。

【 0 0 6 6 】

図 4 において、横軸はシャンク部 1 1 の回転数、縦軸はシャンク部 1 1 において生じる遠心加速度を示す。また、グラフ  $g_1$  ,  $g_2$  ,  $g_3$  は、それぞれ、傾斜角度  $\theta$  が  $0^\circ$  ,  $45^\circ$  ,  $60^\circ$  である場合の遠心加速度と回転数との対応関係を示す。また、グラフ  $g_5$  ,  $g_6$  ,  $g_7$  は、それぞれ、傾斜角度  $\theta$  が  $70^\circ$  ,  $80^\circ$  ,  $89^\circ$  である場合の遠心加速度と回転数との対応関係を示す。

【 0 0 6 7 】

図 4 に示す例では、加速度センサ 1 4 は、遠心加速度が  $0 \text{ G} \sim 200 \text{ G}$  の値である場合に遠心加速度を正確に計測することができる。また、加速度センサ 1 4 は、遠心加速度が  $200 \text{ G}$  を超えると、遠心加速度を正確に計測することが困難となる。

【 0 0 6 8 】

図 4 を参照して、傾斜角度  $\theta$  が  $0^\circ$  である場合、回転数が約  $3000 \text{ rpm}$  まで増加した時点で遠心加速度が  $200 \text{ G}$  に達する ( グラフ  $g_1$  ) 。また、角度  $\theta$  が  $30^\circ$  である場合、回転数が約  $3200 \text{ rpm}$  まで増加した時点で遠心加速度が  $200 \text{ G}$  に達する ( グラフ  $g_2$  ) 。

【 0 0 6 9 】

また、傾斜角度  $\theta$  が  $45^\circ$  である場合、回転数が約  $3500 \text{ rpm}$  まで増加した時点で遠心加速度が  $200 \text{ G}$  に達する ( グラフ  $g_3$  ) 。傾斜角度  $\theta$  が  $60^\circ$  である場合、回転数が約  $4000 \text{ rpm}$  まで増加した時点で遠心加速度が  $200 \text{ G}$  に達する ( グラフ  $g_4$  ) 。

【 0 0 7 0 】

また、傾斜角度  $\theta$  が  $70^\circ$  である場合、回転数が約  $5000 \text{ rpm}$  まで増加した時点で遠心加速度が  $200 \text{ G}$  に達する ( グラフ  $g_5$  ) 。傾斜角度  $\theta$  が  $80^\circ$  である場合、回転数が約  $7000 \text{ rpm}$  まで増加した時点で遠心加速度が  $200 \text{ G}$  に達する ( グラフ  $g_6$  ) 。

【 0 0 7 1 】

10

20

30

40

50

また、傾斜角度 が  $85^\circ$  である場合、回転数が約  $10000 \text{ rpm}$  まで増加した時点で遠心加速度が  $200 \text{ G}$  に達する（グラフ  $g7$ ）。傾斜角度 が  $89^\circ$  である場合、回転数が約  $20000 \text{ rpm}$  より大きい回転数まで増加した時点で遠心加速度が  $200 \text{ G}$  に達する（グラフ  $g8$ ）。

【0072】

このように、傾斜角度 が大きくなるにつれて、グラフの傾きが小さくなる。つまり、傾斜角度 が大きくなるにつれて、遠心加速度  $a$  に対する加速度センサ 14 の第 1 の計測方向 141 におけるみかけの感度が低下し、加速度センサ 14 は、より大きな回転数において遠心加速度を計測することができる。

【0073】

たとえば、図 4 に示す例では、傾斜角度 が  $70^\circ$  である場合、傾斜角度 が  $0^\circ$  である場合と比べて、加速度センサ 14 は、2 倍近い回転数まで遠心加速度を計測することができる。また、傾斜角度 が  $80^\circ$  である場合、傾斜角度 が  $0^\circ$  である場合と比べて、加速度センサ 14 は、3 倍近い回転数まで遠心加速度を計測することができる。

【0074】

また、傾斜角度 が  $85^\circ$  である場合、傾斜角度 が  $0^\circ$  である場合と比べて、4 倍近い回転数まで遠心加速度を計測することができる。また、傾斜角度 が  $89^\circ$  である場合、傾斜角度 が  $0^\circ$  である場合と比べて、8 倍以上の回転数まで遠心加速度を計測することができる。

【0075】

遠心加速度、回転数および傾斜角度 間のこのような関係から、傾斜角度 は、好ましくは  $70^\circ$  以上かつ  $90^\circ$  未満であり、さらに好ましくは  $80^\circ$  以上かつ  $90^\circ$  未満である。

【0076】

すなわち、傾斜角度 が  $70^\circ$  以上かつ  $90^\circ$  未満である場合、傾斜角度 が  $0^\circ$  である場合と比べて、加速度センサ 14 は、2 倍近い回転数以上の遠心加速度を計測することができる。また、傾斜角度 が  $80^\circ$  以上かつ  $90^\circ$  未満である場合、傾斜角度 が  $0^\circ$  である場合と比べて、加速度センサ 14 は、3 倍近い回転数以上の遠心加速度を計測することができる。

【0077】

図 5 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す矢視図である。詳細には、図 5 は、図 1 における A 方向から見た矢視図である。図 5 では、支持部 16 を想像線である二点鎖線により示している。

【0078】

図 5 を参照して、加速度センサ 14 は、シャンク部 11 の周面または周面付近に 1 つ設けられている。加速度センサ 14 は、シャンク部 11 の周面と接する位置に設けられてもよいし、シャンク部 11 の周面から離間した位置に設けられてもよい。

【0079】

図 5 に示す例では、支持部 16 は、加速度センサ 14 を支持する筒状体である。詳細には、支持部 16 は、合成樹脂製の筒状体である。支持部 16 は、たとえば円筒状に形成されている。加速度センサ 14 は、支持部 16 に埋め込まれた状態で支持される。

【0080】

また、支持部 16 は、2 つに分割可能に構成されている。具体的には、支持部 16 は、本体 161 と、図示しない連結機構とを含む。

【0081】

本体 161 は、筒状に形成されている。また、本体 161 は、シャンク部 11 が挿通するようにシャンク部 11 の周面に取り付け可能であり、かつシャンク部 11 の直径よりも大きい外径を有する。加速度センサ 14 は、本体 161 に埋め込まれている。

【0082】

本体 161 は、平面 18 において複数の部分に分割可能に構成されている。図 5 に示す

10

20

30

40

50

例では、本体 161 は、2つの部分、すなわち A 方向から見て略半円状をなす 2つの弧状部 161a, 161b に分割可能に構成されている。

【0083】

弧状部 161a および弧状部 161b は、図示しない連結機構により互いに連結される。具体的には、たとえば、弧状部 161a および弧状部 161b は、ボルトおよびナットにより連結される。弧状部 161a および弧状部 161b は、互いに連結された状態においてシャンク部 11 の周面に密着して固定されるような寸法を有する。

【0084】

連結機構により弧状部 161a および弧状部 161b を連結することにより、支持部 16 および加速度センサ 14 をシャンク部 11 に取り付けることができる。また、連結機構による弧状部 161a および弧状部 161b の連結を解除することにより、支持部 16 および加速度センサ 14 をシャンク部 11 から取り外すことができる。

10

【0085】

図 6 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工工具における支持部の構成を模式的に示す断面図である。詳細には、図 6 は、図 1 における B 方向の部分断面図である。

【0086】

図 6 を参照して、支持部 16 は、シャンク部 11 において加速度センサ 14 を支持する。具体的には、支持部 16 は、加速度センサ 14 の第 1 の計測方向 141 が、平面 18 および回転軸 17 に対して傾斜するように加速度センサ 14 を支持する。

【0087】

具体的には、加速度センサ 14 は、第 1 の計測方向 141 が平面 18 に対して傾斜角度で傾斜するように、支持部 16 に支持される。

20

【0088】

また、図 6 に示す例では、支持部 16 は、合成樹脂により構成される。支持部 16 は、たとえば、図示しない金型内に加速度センサ 14 が配置された状態で、当該金型内に液状の合成樹脂が射出され、射出された合成樹脂が硬化し、当該金型が取り外されることにより構成される。加速度センサ 14 が上記金型内に配置されることにより、第 1 の計測方向 141 が平面 18 に対して傾斜角度で傾斜する。

【0089】

図 7 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す図である。詳細には、図 7 は、回転加工工具が、図 1 に示す構成要素に加えて、さらに、電池、無線通信装置およびハウジングを備えた状態を示す図である。なお、図 7 においては、電池、無線通信装置およびハウジングを想像線である二点鎖線により示している。

30

【0090】

図 7 を参照して、回転加工工具 101 は、図 1 に示す構成に加えて、さらに、電池 22 と、無線通信装置 23 と、ハウジング 24 とを備える。

【0091】

電池 22 は、図示しない電力線を介して、加速度センサ 14 および無線通信装置 23 と接続されている。電池 22 は、電力線を介して、加速度センサ 14 および無線通信装置 23 へ電力を供給する。電力線には、電力供給のオンおよびオフを切り替えるスイッチが設けられている。

40

【0092】

無線通信装置 23 は、図示しない信号線を介して、加速度センサ 14 と接続されている。加速度センサ 14 は、加速度センサ 14 において生じる遠心加速度を示す計測信号を信号線経由で無線通信装置 23 へ出力する。

【0093】

無線通信装置 23 は、加速度センサ 14 から計測信号を受けると、受けた計測信号の示す計測結果を無線信号に含めて外部のパーソナルコンピュータ等の管理装置へ送信する。管理装置は、たとえば、受信した計測結果を蓄積し、蓄積した計測結果を解析する。なお、管理装置は、計測結果の解析に限らず、他の種類の処理を行ってもよい。

50

## 【 0 0 9 4 】

ハウジング 2 4 は、底板部 2 5 と、側壁部 2 6 とを含む。ハウジング 2 4 は、たとえば、支持部 1 6 の下面に固定される。ハウジング 2 4 は、支持部 1 6、電池 2 2、無線通信装置 2 3、電力線および信号線を収容した状態、具体的には、支持部 1 6 および電池 2 2 等をこれらの下方および側方から覆った状態において、電池 2 2 および無線通信装置 2 3 を保持する。

## 【 0 0 9 5 】

底板部 2 5 は、たとえば、円板状に形成されている。底板部 2 5 には、支持部 1 6 に対応する位置に、図示しない複数のネジ穴が形成されている。また、支持部 1 6 の下面にも複数のネジ穴が形成されている。

10

## 【 0 0 9 6 】

底板部 2 5 のネジ穴と支持部 1 6 のネジ穴とを位置合わせした状態で、底板部 2 5 および支持部 1 6 の各ネジ穴にネジを螺合することにより、底板部 2 5 を支持部 1 6 に固定することができる。

## 【 0 0 9 7 】

側壁部 2 6 は、たとえば、円筒状に形成されている。側壁部 2 6 の下端部には、底板部 2 5 の周縁部に対応する位置に、図示しない複数のネジ穴が形成されている。また、底板部 2 5 の周縁部にも複数のネジ穴が形成されている。

## 【 0 0 9 8 】

底板部 2 5 のネジ穴と側壁部 2 6 のネジ穴とを位置合わせした状態で、底板部 2 5 および側壁部 2 6 の各ネジ穴にネジを螺合することにより、側壁部 2 6 を底板部 2 5 に固定することができる。

20

## 【 0 0 9 9 】

図 8 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工システムの構成を示す図である。

## 【 0 1 0 0 】

図 8 を参照して、回転加工システム 2 0 1 は、フライス盤等の回転加工装置 2 0 2 と、管理装置 3 0 1 とを備える。

## 【 0 1 0 1 】

回転加工装置 2 0 2 は、回転加工工具 1 0 1 と、駆動部と、駆動部を制御する制御部とを備える。駆動部は、回転加工工具 1 0 1 を駆動するモータ等である。制御部は、駆動部の回転数等を制御する。

30

## 【 0 1 0 2 】

回転加工工具 1 0 1 は、加速度センサ 1 4 の計測結果を示すセンサ情報を含む無線信号を送信する。

## 【 0 1 0 3 】

管理装置 3 0 1 は、回転加工工具 1 0 1 からセンサ情報を含む無線信号を受信し、受信したセンサ情報が示す計測結果を処理する。

## 【 0 1 0 4 】

具体的には、管理装置 3 0 1 は、無線通信部 3 1 と、制御部 3 2 と、記憶部 3 5 と、操作入力部 3 6 と、表示部 3 3 とを含む。

40

## 【 0 1 0 5 】

無線通信部 3 1 は、回転加工工具 1 0 1 の無線通信装置 2 3 と無線による通信を行う。具体的には、無線通信部 3 1 は、回転加工工具 1 0 1 の無線通信装置 2 3 から、センサ情報を含む無線信号を受信して、当該無線信号に含まれるセンサ情報の示す計測結果を記憶部 3 5 に保存する。

## 【 0 1 0 6 】

操作入力部 3 6 は、キーボードおよびマウス等のユーザインタフェースを含む。操作入力部 3 6 は、ユーザからの指示およびデータ入力を受け付ける。

## 【 0 1 0 7 】

記憶部 3 5 は、たとえば、HDD ( H a r d D i s k D r i v e ) 等の記憶装置を含

50

む。また、たとえば、記憶部 35 は、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)、DVD-ROM (Digital Versatile Disk Read Only Memory) または BD-ROM (Blu-ray (登録商標) Disc Read Only Memory) 等の補助記憶装置を含む。また、たとえば、記憶部 35 は、RAM (Random Access Memory) および ROM (Read Only Memory) 等の半導体メモリを含む。

【0108】

記憶部 35 には、制御部 32 を動作させるためのプログラムおよびデータ、無線通信部 31 が回転加工工具 101 から受信した計測結果、ならびに制御部 32 の算出結果等が保存される。

10

【0109】

制御部 32 は、たとえば、CPU (Central Processing Unit) を含む。制御部 32 は、記憶部 35 に蓄積された加速度センサ 14 の計測結果を解析し、解析結果を記憶部 35 に保存する。また、制御部 32 は、管理装置 301 における各ユニットの制御を行う。

【0110】

表示部 33 は、たとえば、ディスプレイである。表示部 33 は、記憶部 35 に蓄積された制御部 32 の算出結果を表示する。なお、表示部 33 は、管理装置 301 の外部に設けられてもよい。

【0111】

20

また、回転加工システム 201 は、回転加工装置 202 および管理装置 301 間の距離が長い等の理由により、両者の間において無線信号の送受信を直接行うことが困難である場合には、両者の間に中継装置を備えてもよい。この場合、回転加工装置 202 は、無線信号を中継装置経由で管理装置 301 へ送信する。

【0112】

[使用方法]

図 8 を参照して、回転加工工具 101 の使用方法について説明する。

【0113】

まず、回転加工工具 101 のシャンク部 11 を、たとえば、回転加工装置 202 における、シャンク部 11 を保持する保持部に固定する。

30

【0114】

次に、電力線に設けられたスイッチをオフからオンへ切り替えることにより、電池 22 から加速度センサ 14 および無線通信装置 23 へ電力を供給する。

【0115】

次に、回転加工工具 101 を回転駆動することにより、シャンク部 11 に遠心加速度が生じる。

【0116】

加速度センサ 14 は、シャンク部 11 に生じた遠心加速度を示す計測信号を無線通信装置 23 へ出力する。

【0117】

40

次に、無線通信装置 23 は、加速度センサ 14 から受けた計測信号を示すセンサ情報を無線信号に含めて外部の管理装置 301 へ送信する。

【0118】

管理装置 301 において、無線通信部 31 は、無線通信装置 23 から受信した無線信号に含まれるセンサ情報の示す計測結果を記憶部 35 に保存する。記憶部 35 は、無線通信部 31 が回転加工工具 101 から受信した計測結果を蓄積する。制御部 32 は、ユーザから操作入力部 36 を介して入力された指示に応じて、記憶部 35 に蓄積された計測結果を解析する。

【0119】

具体的には、たとえば、制御部 32 は、無線通信部 31 経由で無線通信装置 23 から受

50

信した加速度センサ 1 4 の計測結果、第 1 の計測方向 1 4 1 の傾斜角度、ならびに加速度センサ 1 4 におけるセンサ素子および回転軸 1 7 間の距離 (  $r + d$  ) に基づいて、シャンク部 1 1 の角速度 および回転数  $n$  を算出する。なお、制御部 3 2 は、角速度 および回転数  $n$  のいずれか一方を算出する構成であってもよい。また、制御部 3 2 は、計測結果の解析に限らず、他の種類の処理を行ってもよい。

【 0 1 2 0 】

表示部 3 3 は、制御部 3 2 の算出結果を表示する。表示部 3 3 により表示された角速度 および回転数  $n$  は、たとえば、回転加工工具 1 0 1 が適正な状態にあるかどうかをユーザが把握するために活用される。

【 0 1 2 1 】

図 9 および図 1 0 は、それぞれ、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工工具の構成の他の例を示す側面図である。

【 0 1 2 2 】

図 1 に示す例は、加速度センサ 1 4 が転削工具の一種であるエンドミルに取り付けられる構成であるが、これに限定されるものではない。たとえば、図 9 を参照して、加速度センサ 1 4 は、転削工具の一種であるドリル 1 0 2 におけるシャフト部の一例であるボディ部 1 1 8 に取り付けられてもよい。

【 0 1 2 3 】

また、図 1 0 を参照して、加速度センサ 1 4 は、転削工具の一種であるフライスカッター 1 0 3 におけるシャフト部の一例であるボス部 1 1 9 に取り付けられてもよい。

【 0 1 2 4 】

図 1 0 に示す例では、ボス部 1 1 9 における刃取付部 1 2 とは反対側の端部に、シャンク部 1 1 3 が連結されている。なお、フライスカッター 1 0 3 において、シャンク部 1 1 3 が設けられなくてもよい。

【 0 1 2 5 】

ところで、回転加工工具に加速度センサを取り付けることにより、回転によって生じる遠心加速度を計測することができる。このような遠心加速度を計測可能な優れた技術が望まれる。

【 0 1 2 6 】

これに対して、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工工具 1 0 1 は、シャンク部 1 1 と、シャンク部 1 1 の端部に設けられる刃取付部 1 2 または刃部と、シャンク部 1 1 に取り付けられる加速度センサ 1 4 とを備える。加速度センサ 1 4 は、シャンク部 1 1 の回転軸 1 7 を法線とする平面 1 8 および回転軸 1 7 の各々に対して傾斜する第 1 の計測方向 1 4 1 の加速度を計測する。

【 0 1 2 7 】

このように、加速度センサ 1 4 の第 1 の計測方向 1 4 1 を、シャンク部 1 1 の回転において生じる遠心加速度の方向からずらす構成により、遠心加速度に対する加速度センサ 1 4 の第 1 の計測方向 1 4 1 における感度を低下させることができる。

【 0 1 2 8 】

したがって、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工工具 1 0 1 では、加速度センサ 1 4 の計測範囲の制限を超えて、回転加工工具 1 0 1 において生じる遠心加速度を計測することができる。

【 0 1 2 9 】

また、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工工具 1 0 1 は、シャンク部 1 1 と、シャンク部 1 1 の端部に設けられる刃取付部 1 2 または刃部と、シャンク部 1 1 において加速度センサ 1 4 を支持する支持部 1 6 と備える。支持部 1 6 は、加速度センサ 1 4 の第 1 の計測方向 1 4 1 が、シャンク部 1 1 の回転軸 1 7 を法線とする平面 1 8 および回転軸 1 7 の各々に対して傾斜するように加速度センサ 1 4 を支持する。

【 0 1 3 0 】

このように、本開示の第 1 の実施の形態に係る回転加工工具 1 0 1 では、加速度センサ

10

20

30

40

50

14の第1の計測方向141を、シャンク部11の回転において生じる遠心加速度の方向からずらす構成により、遠心加速度に対する加速度センサ14の第1の計測方向141における感度を低下させることができる。

【0131】

したがって、本開示の第1の実施の形態に係る回転加工工具101では、加速度センサ14の計測範囲の制限を超えて、回転加工工具101において生じる遠心加速度を計測することができる。

【0132】

また、本開示の第1の実施の形態に係る回転加工システム201は、加速度センサ14の計測結果を示すセンサ情報を送信する無線通信装置23をさらに備える回転加工工具101と、無線通信装置23から送信されるセンサ情報を受信し、受信したセンサ情報を処理する管理装置301とを備える。

10

【0133】

このように、加速度センサ14の第1の計測方向141を、シャンク部11の回転において生じる遠心加速度の方向からずらす構成により、遠心加速度に対する加速度センサ14の第1の計測方向141における感度を低下させることができる。

【0134】

したがって、本開示の第1の実施の形態に係る回転加工システム201では、加速度センサ14の計測範囲の制限を超えて、回転加工工具101において生じる遠心加速度を計測することができる。

20

【0135】

また、加速度センサ14の計測結果を処理する構成により、たとえば、シャンク部11の角速度および回転数 $n$ を算出することができる。

【0136】

すなわち、本開示の第1の実施の形態に係る回転加工システム201では、ユーザは、回転加工工具101が適正な状態にあるかどうかを把握することができる。

【0137】

その他の構成は、上述した回転加工工具101と同様であるため、ここでは詳細な説明を繰り返さない。

【0138】

次に、本発明の他の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

30

【0139】

<第2の実施の形態>

本実施の形態は、第1の実施の形態に係る回転加工工具101と比べて、支持部の形態が異なる回転加工工具に関する。以下で説明する内容以外は第1の実施の形態に係る回転加工工具101と同様である。

【0140】

図11は、本開示の第2の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す側面図である。

【0141】

図11を参照して、回転加工工具104は、図1に示す回転加工工具101と比べて、支持部16の代わりに支持部162を備える。

40

【0142】

支持部162は、加速度センサ14を支持する機能に加えて、加速度センサ14の計測方向の傾斜角度を変更する機能を有する。すなわち、支持部162は、角度変更部としても機能する。

【0143】

加速度センサ14は、一方向の加速度を計測する、いわゆる一軸の加速度センサである。加速度センサ14は、たとえば、図2に示すセンサ素子27と、センサ素子27を支持する台座部28と、センサ素子27および台座部28を収容するハウジング29とを含む

50

。上記一方向は、たとえば、センサ素子 27 が台座部 28 によって支持される面に対して垂直な方向である。加速度センサ 14 は、上記一方向が第 1 の計測方向 141 に沿うように、支持部 162 に支持される。

【0144】

図 12 は、本開示の第 2 の実施の形態に係る回転加工工具における支持部の構成を示す平面図である。詳細には、図 12 は、図 11 における支持部を A 方向から見た矢視図である。

【0145】

図 12 を参照して、支持部 162 は、加速度センサ 14 を支持する筒状体である。具体的には、支持部 162 は、合成樹脂製または金属製の筒状体である。支持部 162 は、たとえば、異形の八角筒状に形成される。支持部 162 には、シャンク部 11 が挿通する貫通孔 163 が形成されている。

10

【0146】

具体的には、支持部 162 は、8 つの側面 1621 ~ 1628 を有する。各側面は平面である。側面 1621 および側面 1625 は、貫通孔 163 を介して互いに反対側に位置する。側面 1622 および側面 1626 は、貫通孔 163 を介して互いに反対側に位置する。側面 1623 および側面 1627 は、貫通孔 163 を介して互いに反対側に位置する。側面 1624 および側面 1628 は、貫通孔 163 を介して互いに反対側に位置する。

【0147】

側面 1621 および側面 1625 は、平面 18 に対してなす角度が同じである。当該角度は、たとえば 90° である。側面 1622 および側面 1626 は、平面 18 に対してなす角度が同じである。当該角度は、たとえば 85° である。側面 1623 および側面 1627 は、平面 18 に対してなす角度が同じである。当該角度は、たとえば 80° である。側面 1624 および側面 1628 は、平面 18 に対してなす角度が同じである。当該角度は、たとえば 70° である。

20

【0148】

支持部 162 は、2 つに分割可能に構成されている。具体的には、支持部 162 は、本体 164 と、図示しない連結機構とを含む。

【0149】

本体 164 は、筒状に形成されている。具体的には、本体 164 には、貫通孔 163 が形成されている。また、本体 164 は、シャンク部 11 が貫通孔 163 を挿通するようにシャンク部 11 の周面に取り付け可能であり、かつシャンク部 11 の直径よりも大きい外径を有する。

30

【0150】

本体 164 は、平面 18 において複数の部分に分割可能に構成されている。図 12 に示す例では、本体 164 は、2 つの部分、すなわち A 方向から見て略半円状をなす 2 つの弧状部 164a, 164b に分割可能に構成されている。

【0151】

弧状部 164a および弧状部 164b は、図示しない連結機構により互いに連結される。弧状部 164a および弧状部 164b が連結されることにより、貫通孔 163 が形成される。具体的には、たとえば、弧状部 164a および弧状部 164b は、ボルトおよびナットにより連結される。弧状部 164a および弧状部 164b は、互いに連結された状態においてシャンク部 11 の周面に密着して固定されるような寸法を有する。

40

【0152】

連結機構により弧状部 164a および弧状部 164b を連結することにより、支持部 162 および加速度センサ 14 をシャンク部 11 に取り付けることができる。また、連結機構による弧状部 164a および弧状部 164b の連結を解除することにより、支持部 162 および加速度センサ 14 をシャンク部 11 から取り外すことができる。

【0153】

また、ユーザは、加速度センサ 14 を支持部 162 に取り付ける場合、取り付ける対象

50

となる側面を 8 つの側面 1 6 2 1 ~ 1 6 2 8 から選択することができる。

【 0 1 5 4 】

具体的には、ユーザは、加速度センサ 1 4 の第 1 の計測方向 1 4 1 が平面 1 8 に対して目標となる傾斜角度 で傾斜するような側面を選択し、選択した側面に加速度センサ 1 4 を取り付ける。これにより、加速度センサ 1 4 の第 1 の計測方向 1 4 1 が平面 1 8 に対してなす傾斜角度 を変更することができる。

【 0 1 5 5 】

また、本開示の第 2 の実施の形態に係る回転加工工具 1 0 4 では、角度変更機能を有する支持部 1 6 2 は、シャンク部 1 1 に対して着脱可能である。

【 0 1 5 6 】

このような構成により、本開示の第 2 の実施の形態に係る回転加工工具 1 0 4 では、必要に応じて支持部 1 6 2 を着脱することができ、ユーザの利便性を高めることができる。

【 0 1 5 7 】

なお、支持部 1 6 2 は、シャンク部 1 1 から取り外すことができない構成であってもよい。

【 0 1 5 8 】

[ 変形例 1 ]

図 1 3 は、本開示の第 2 の実施の形態に係る回転加工工具の変形例 1 を示す部分断面図である。

【 0 1 5 9 】

図 1 3 を参照して、変形例 1 に係る回転加工工具 1 0 5 は、支持部 1 6 の代わりに、支持部 1 6 5 を備える。

【 0 1 6 0 】

支持部 1 6 5 は、加速度センサ 1 4 を支持する機能に加えて、加速度センサ 1 4 の第 1 の計測方向 1 4 1 の傾斜角度 を変更する機能を有する。すなわち、支持部 1 6 5 は、角度変更部としても機能する。

【 0 1 6 1 】

加速度センサ 1 4 は、一方向の加速度を計測する、いわゆる一軸の加速度センサである。加速度センサ 1 4 は、たとえば、図 2 に示すセンサ素子 2 7 と、センサ素子 2 7 を支持する台座部 2 8 と、センサ素子 2 7 および台座部 2 8 を収容するハウジング 2 9 とを含む。上記一方向は、たとえば、センサ素子 2 7 が台座部 2 8 によって支持される面である設置面に対して垂直な方向である。加速度センサ 1 4 は、上記一方向が第 1 の計測方向 1 4 1 に沿うように、支持部 1 6 5 に支持される。

【 0 1 6 2 】

図 1 3 に示す例では、加速度センサ 1 4 は、上記一方向が平面 1 8 に対して傾斜角度 で傾斜するように、支持部 1 6 5 に支持される。詳細には、たとえば、加速度センサ 1 4 の上記設置面をシャンク部 1 1 の回転軸 1 7 に対して角度 で傾けることにより、上記一方向は、平面 1 8 に対して傾斜角度 で傾斜する。

【 0 1 6 3 】

支持部 1 6 5 は、台座部 1 6 6 と、角度変更部 1 6 7 とを含む。台座部 1 6 6 は、加速度センサ 1 4 を支持する。加速度センサ 1 4 は、たとえば、ボルトおよびナット等の固定部材により、台座部 1 6 6 に取り付けられる。

【 0 1 6 4 】

図 1 4 は、本開示の第 2 の実施の形態に係る回転加工工具の変形例 1 における制御部の構成を示すブロック図である。

【 0 1 6 5 】

図 1 3 および図 1 4 を参照して、角度変更部 1 6 7 は、台座部 1 6 6 の姿勢を変更する。詳細には、角度変更部 1 6 7 は、たとえば、制御部 1 6 8 と、モータ等のアクチュエータと、図示しない動力変換機構とを含む。動力変換機構は、アクチュエータの運動を、図 1 3 に示すシャンク部 1 1 に対する台座部 1 6 6 の傾斜角度 a の変更動作に変換する。

10

20

30

40

50

アクチュエータは、圧電素子等、モータ以外の種類のアクチュエータであってもよい。

【0166】

制御部168は、たとえば、受信装置、送信装置、CPU、およびHDD等の記憶装置を含む。また、制御部168は、たとえば、CD-ROM等の補助記憶装置、ならびにRAMおよびROM等の半導体メモリを含む。

【0167】

制御部168は、たとえば、加速度センサ14が計測可能な遠心加速度の範囲、加速度センサ14およびシャンク部11の回転軸17間の距離、ならびにシャンク部11の回転数に基づいて傾斜角度  $\alpha$  を変更し、これにより傾斜角度 を変更する。

【0168】

なお、制御部168は、加速度センサ14が計測可能な遠心加速度の範囲、加速度センサ14およびシャンク部11の回転軸17間の距離、ならびにシャンク部11の回転数以外のパラメータに基づいて傾斜角度  $\alpha$  を変更し、これにより傾斜角度 を変更する構成であってもよい。

【0169】

制御部168は、取得部169と、処理部170と、記憶部171と、通信部172とを含む。

【0170】

取得部169は、たとえば、受信装置を含む。取得部169は、操作入力部を介してユーザにより入力された情報、具体的には、ユーザが所望するシャンク部11の回転数を取得して記憶部171に保存する。

【0171】

記憶部171は、たとえば、HDD等の記憶装置を含む。また、たとえば、記憶部171は、CD-ROM等の補助記憶装置を含む。また、たとえば、記憶部171は、RAMおよびROM等の半導体メモリを含む。

【0172】

記憶部171には、処理部170を動作させるためのプログラムおよびデータ、取得部169が操作入力部から取得した情報および処理部170の算出結果等が保存される。

【0173】

記憶部171には、たとえば、加速度センサ14が計測可能な遠心加速度の範囲と、加速度センサ14およびシャンク部11の回転軸17間の距離とが保存される。当該距離は、たとえば加速度センサ14におけるセンサ素子および回転軸17間の距離である。

【0174】

たとえば、再び図2を参照して、記憶部171には、加速度センサ14におけるセンサ素子およびシャンク部11の回転軸17間の距離 ( $r + d$ ) が保存されている。

【0175】

また、再び図4を参照して、記憶部171には、加速度センサ14が計測可能な遠心加速度の上限値である200Gが保存されているとともに、加速度センサ14に発生する遠心加速度、シャンク部11の回転数および傾斜角度 の対応関係が保存されている。

【0176】

再び図14を参照して、処理部170は、たとえば、CPUを含む。処理部170は、記憶部171から取得した情報に基づいて、傾斜角度 を求める。具体的には、処理部170は、加速度センサ14が計測可能な遠心加速度の上限値と上記対応関係とに基づいて、傾斜角度 を求めて記憶部171に保存する。

【0177】

通信部172は、たとえば、送信装置を含む。通信部172は、処理部170が求めて記憶部171に保存した傾斜角度 を示す角度情報をアクチュエータへ送信する。

【0178】

[動作の流れ]

回転加工工具105は、記憶部171の一部または全部を含むコンピュータを備え、当

10

20

30

40

50

該コンピュータにおけるCPU等の演算処理部は、以下のシーケンス図またはフローチャートの各ステップの一部または全部を含むプログラムを記憶部171等のメモリから読み出して実行する。この装置のプログラムは、外部からインストールすることができる。この装置のプログラムは、記録媒体に格納された状態で流通する。

【0179】

図15は、本開示の第2の実施の形態の変形例1における制御部の処理の手順を定めたフローチャートである。

【0180】

図15を参照して、まず、処理部170は、記憶部171からシャンク部11の所望の回転数を取得する。また、処理部170は、記憶部171から距離( $r+d$ )および遠心加速度の上限値を取得する(ステップS101)。

10

【0181】

次に、処理部170は、記憶部171から取得した情報に基づいて、傾斜角度  $\theta$  を求める。具体的には、再び図4を参照して、たとえば、ユーザが所望するシャンク部11の回転数が1000rpmである場合、傾斜角度  $\theta$  が85°(グラフg7)であれば、遠心加速度が200Gを超えないことから、傾斜角度  $\theta$  として85°を求める(ステップS103)。

【0182】

再び図15を参照して、次に、処理部170は、傾斜角度  $\theta$  および傾斜角度  $\alpha$  の相関関係、ならびに傾斜角度  $\theta$  が85°であることに基づいて、傾斜角度  $\alpha$  を算出する。そして、処理部170は、アクチュエータのパラメータ、たとえばモータの回転角度を、算出した傾斜角度  $\alpha$  に基づいて算出する(ステップS105)。

20

【0183】

次に、処理部170は、算出した回転角度を含む制御信号を通信部172へ出力する(ステップS107)。

【0184】

次に、通信部172は、処理部170から受けた制御信号をアクチュエータへ送信する(ステップS109)。

【0185】

アクチュエータは、通信部172から受信した制御信号に基づいて動作し、台座部166の姿勢を変更する。

30

【0186】

なお、角度変更部167は、たとえば、ユーザによるボタン操作により台座部166の姿勢を変更する構成であってもよい。具体的には、たとえば、台座部166の姿勢すなわち傾斜角度  $\alpha$ 、または傾斜角度  $\theta$  を指定するボタンを回転加工工具101に設ける構成であってもよい。この場合、ユーザは、ボタン操作により傾斜角度  $\alpha$  または傾斜角度  $\theta$  を指定して、指定した傾斜角度に  $\alpha$  または  $\theta$  を変更する。

【0187】

その他の構成は、上述した回転加工工具101と同様であるため、ここでは詳細な説明を繰り返さない。

40

【0188】

本開示の第2の実施の形態に係る回転加工工具の変形例1では、回転加工工具105は、第1の計測方向141の傾斜角度  $\theta$  を変更する角度変更部167を備える。

【0189】

このような構成により、たとえばユーザが所望するシャンク部11の回転数に応じて遠心加速度の計測範囲を変更することができるため、ユーザの要望に応じた計測範囲において遠心加速度をより確実に計測することができる。

【0190】

また、本開示の第2の実施の形態に係る回転加工工具の変形例1では、角度変更部167は、加速度センサ14が計測可能な加速度の範囲、加速度センサ14およびシャンク部

50

11の回転軸17間の距離( $r + d$ )、ならびにシャンク部11の回転数 $n$ に基づいて、傾斜角度を変更する。

【0191】

このような構成により、加速度センサ14において生じる、第1の計測方向141における加速度が、加速度センサ14の計測可能な範囲を超えないような傾斜角度により確実に変更することができる。

【0192】

次に、本発明の他の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0193】

<第3の実施の形態>

本開示の実施の形態は、第1の実施の形態に係る回転加工工具101と比べて、加速度センサが追加された回転加工工具に関する。以下で説明する内容以外は第1の実施の形態に係る回転加工工具101と同様である。

【0194】

図16は、本開示の第3の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す側面図である。

【0195】

図16を参照して、回転加工工具106は、図1に示す回転加工工具101と比べて、さらに、加速度センサ142を備える。

【0196】

図17は、本開示の第3の実施の形態に係る回転加工工具の構成を模式的に示す断面図である。詳細には、図17は、図16における回転加工工具106を平面18において切断してC方向から見た断面図である。

【0197】

図17を参照して、回転加工工具106は、回転加工工具101と比べて、さらに、加速度センサ142を備える。加速度センサ142は、第4の計測方向143の加速度を計測する。第4の計測方向143は、平面18に沿った方向であって、加速度センサ142と回転軸17とを結ぶ直線144に対して直交する方向に沿う。

【0198】

加速度センサ142は、一方向の加速度を計測する、いわゆる一軸の加速度センサである。加速度センサ142は、たとえば、図2に示す加速度センサ14と同様の構造を有する。すなわち、加速度センサ142は、たとえば、図2に示すセンサ素子27と、センサ素子27を支持する台座部28と、センサ素子27および台座部28を収容するハウジング29とを含む。上記一方向は、たとえば、センサ素子27が台座部28によって支持される面である設置面に対して垂直な方向である。

【0199】

加速度センサ142は、上記一方向が第4の計測方向143に沿うように、図16に示す支持部16、具体的には、たとえば、図6に示す支持部16により支持される。なお、加速度センサ142は、図11に示す支持部162、または図13に示す支持部165に支持されてもよい。

【0200】

第4の計測方向143は、回転加工工具106による切削に伴う振動が発生する方向である。また、第4の計測方向143は、遠心加速度が生じない方向である。したがって、加速度センサ142は、第4の計測方向143の加速度を計測することにより、遠心加速度ではなく、切削に伴う振動の加速度を計測することができる。

【0201】

また、第4の計測方向143は、刃取付部12または刃部に損傷がある場合に、当該損傷に起因する振動が発生する方向である。

【0202】

したがって、加速度センサ142は、刃取付部12または刃部に損傷がある場合に、第

10

20

30

40

50

4の計測方向143の加速度を計測することにより、遠心加速度ではなく、切削に伴う振動の加速度と、刃取付部12または刃部に生じた損傷に起因する振動による加速度との合成成分を計測することができる。

【0203】

図18は、本開示の第3の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す図である。詳細には、図18は、回転加工工具が、図16に示す構成要素に加えて、さらに、電池、無線通信装置およびハウジングを備えた状態を示す図である。なお、図18においては、電池、無線通信装置およびハウジングを想像線である二点鎖線により示している。

【0204】

図18を参照して、回転加工工具106は、図16に示す構成に加えて、さらに、電池22と、無線通信装置23と、ハウジング24とを備える。

10

【0205】

無線通信装置23は、図示しない信号線を介して、加速度センサ14および加速度センサ142と接続されている。加速度センサ14は、加速度センサ14において生じる遠心加速度を示す計測信号を信号線経由で無線通信装置23へ出力する。また、加速度センサ142は、加速度センサ142において生じる加速度を示す計測信号を信号線経由で無線通信装置23へ出力する。

【0206】

無線通信装置23は、加速度センサ14および加速度センサ142から計測信号を受けると、受けた各計測信号の示す計測結果を無線信号に含めて外部のパーソナルコンピュータ等の管理装置へ送信する。管理装置は、たとえば、受信した各計測結果を蓄積し、蓄積した各計測結果を処理する。

20

【0207】

図19は、本開示の第3の実施の形態に係る回転加工システムの構成を示す図である。

【0208】

図19を参照して、回転加工システム203は、フライス盤等の回転加工装置204と、管理装置302とを備える。

【0209】

回転加工装置204は、回転加工工具106と、駆動部と、駆動部を制御する制御部とを備える。駆動部は、回転加工工具106を駆動するモータ等である。制御部は、駆動部の回転数等を制御する。

30

【0210】

管理装置302は、第1の実施の形態に係る回転加工工具101における管理装置301と比べて、さらに、判断部34を含む。

【0211】

無線通信部31は、回転加工工具106の無線通信装置23と無線による通信を行う。

【0212】

記憶部35には、制御部32および判断部34を動作させるためのプログラムおよびデータ、無線通信部31が回転加工工具106から受信した計測結果、制御部32の算出結果、ならびに判断部34の判断結果等が保存される。

40

【0213】

判断部34は、加速度センサ142の計測結果に基づいて、刃取付部12または刃部に異常があるか否かを判断する。

【0214】

具体的には、判断部34は、たとえば、CPUを含む。判断部34は、加速度センサ142の計測結果が所定の閾値以上である場合、刃取付部12または刃部に異常があると判断する。また、判断部34は、加速度センサ142の計測結果が当該閾値未満である場合、刃取付部12または刃部は正常であると判断し、判断結果を記憶部35に保存する。表示部33は、記憶部35に蓄積された判断部34の判断結果を表示する。

【0215】

50

本開示の第3の実施の形態に係る回転加工工具106では、加速度センサ14は、一方向の加速度を計測するセンサである。回転加工工具106は、回転加工工具101の構成に加えて、さらに、一方向の加速度を計測するセンサである加速度センサ142を備える。加速度センサ142は、第4の計測方向143の加速度を計測する。第4の計測方向143は、平面18に沿った方向であって、加速度センサ142と回転軸17とを結ぶ直線144に対して直交する方向に沿う。

【0216】

このような構成により、加速度センサ14により遠心加速度を計測するとともに、加速度センサ142により、切削に伴う振動等の加速度を計測することができ、より多様な加速度を計測することができる。

10

【0217】

また、本開示の第3の実施の形態に係る回転加工システム203は、加速度センサ14の計測結果を示すセンサ情報を送信する無線通信装置23をさらに備える回転加工工具106と、無線通信装置23から送信されるセンサ情報を受信し、受信したセンサ情報を処理する管理装置302とを備える。

【0218】

このように、加速度センサ14の第1の計測方向141を、シャンク部11の回転において生じる遠心加速度の方向からずらす構成により、遠心加速度に対する加速度センサ14の第1の計測方向141における感度を低下させることができる。

【0219】

20

したがって、本開示の第3の実施の形態に係る回転加工システム203では、加速度センサ14の計測範囲の制限を超えて、回転加工工具106において生じる遠心加速度を計測することができる。

【0220】

また、加速度センサ14の計測結果を処理する構成により、たとえば、刃取付部12または刃部に異常があるか否かを判断することができる。

【0221】

すなわち、ユーザは、回転加工工具106が適正な状態にあるかどうかを把握することができる。

【0222】

30

[変形例1]

図20は、本開示の第3の実施の形態に係る回転加工工具の変形例1を示す部分断面図である。

【0223】

図20を参照して、変形例1に係る回転加工工具107は、さらに、加速度センサ145を備える。

【0224】

加速度センサ145は、一方向の加速度を計測する、いわゆる一軸の加速度センサである。加速度センサ145は、たとえば、図2に示す加速度センサ14と同様の構造を有する。すなわち、加速度センサ145は、たとえば、図2に示すセンサ素子27と、センサ素子27を支持する台座部28と、センサ素子27および台座部28を収容するハウジング29とを含む。上記一方向は、たとえば、センサ素子27が台座部28によって支持される面に対して垂直な方向である。

40

【0225】

図21は、本開示の第3の実施の形態に係る回転加工工具の変形例1を模式的に示す断面図である。詳細には、図21は、図20における回転加工工具107を平面18において切断してC方向から見た断面図である。

【0226】

図21を参照して、加速度センサ145は、第5の計測方向146の加速度を計測する。第5の計測方向146は、平面18に沿った方向であって、加速度センサ145と回転

50

軸 1 7 とを結ぶ直線 1 4 7 に対して直交する方向に沿う。

【 0 2 2 7 】

加速度センサ 1 4 5 は、上記一方向が第 5 の計測方向 1 4 6 に沿うように、図 2 0 に示す支持部 1 6、具体的には、たとえば、図 6 に示す支持部 1 6 により支持される。なお、加速度センサ 1 4 5 は、図 1 1 に示す支持部 1 6 2、または図 1 3 に示す支持部 1 6 5 に支持されてもよい。

【 0 2 2 8 】

第 5 の計測方向 1 4 6 は、回転加工工具 1 0 7 による切削に伴う振動が発生する方向である。また、第 5 の計測方向 1 4 6 は、遠心加速度が生じない方向である。したがって、加速度センサ 1 4 5 は、第 5 の計測方向 1 4 6 の加速度を計測することにより、遠心加速度ではなく、切削に伴う振動の加速度を計測することができる。

10

【 0 2 2 9 】

また、第 5 の計測方向 1 4 6 は、刃取付部 1 2 または刃部に損傷がある場合に、当該損傷に起因する振動が発生する方向である。

【 0 2 3 0 】

したがって、加速度センサ 1 4 5 は、刃取付部 1 2 または刃部に損傷がある場合に、第 5 の計測方向 1 4 6 の加速度を計測することにより、遠心加速度ではなく、切削に伴う振動の加速度と、刃取付部 1 2 または刃部に生じた損傷に起因する振動による加速度との合成分を計測することができる。

【 0 2 3 1 】

また、加速度センサ 1 4 2 および加速度センサ 1 4 5 により、互いに異なる方向において生じる加速度を計測することで、第 3 の実施の形態に係る回転加工工具 1 0 6 と比べて、刃取付部 1 2 または刃部の異常をより正確に検出することができる。

20

【 0 2 3 2 】

具体的には、互いに異なる方向において生じる加速度を計測することで、異常が生じている刃取付部 1 2 または刃部の位置をより正確に検出することができる。

【 0 2 3 3 】

また、互いに異なる方向において生じる加速度を計測することで、各計測結果に基づいて、シャンク部 1 1 において生じるねじり応力を算出することができる。

【 0 2 3 4 】

図 2 2 は、本開示の第 3 の実施の形態の変形例 1 に係る回転加工工具の構成を示す図である。詳細には、図 2 2 は、回転加工工具が、図 2 0 に示す構成要素に加えて、さらに、電池、無線通信装置およびハウジングを備えた状態を示す図である。なお、図 2 2 においては、電池、無線通信装置およびハウジングを想像線である二点鎖線により示している。

30

【 0 2 3 5 】

図 2 2 を参照して、回転加工工具 1 0 6 は、図 2 0 に示す構成に加えて、さらに、電池 2 2 と、無線通信装置 2 3 と、ハウジング 2 4 とを備える。

【 0 2 3 6 】

無線通信装置 2 3 は、図示しない信号線を介して、加速度センサ 1 4、加速度センサ 1 4 2 および加速度センサ 1 4 5 と接続されている。加速度センサ 1 4 は、加速度センサ 1 4 において生じる加速度を示す計測信号を信号線経由で無線通信装置 2 3 へ出力する。加速度センサ 1 4 2 は、加速度センサ 1 4 2 において生じる加速度を示す計測信号を信号線経由で無線通信装置 2 3 へ出力する。加速度センサ 1 4 5 は、加速度センサ 1 4 5 において生じる加速度を示す計測信号を信号線経由で無線通信装置 2 3 へ出力する。

40

【 0 2 3 7 】

無線通信装置 2 3 は、加速度センサ 1 4、加速度センサ 1 4 2 および加速度センサ 1 4 5 から計測信号を受けると、受けた計測信号の示す計測結果を無線信号に含めて外部のパーソナルコンピュータ等の管理装置へ送信する。管理装置は、たとえば、受信した計測結果を蓄積し、蓄積した計測結果を処理する。

【 0 2 3 8 】

50

図 2 3 は、本開示の第 3 の実施の形態に係る回転加工システムの構成を示す図である。

【 0 2 3 9 】

図 2 3 を参照して、回転加工システム 2 0 5 は、フライス盤等の回転加工装置 2 0 6 と、管理装置 3 0 3 とを備える。

【 0 2 4 0 】

回転加工装置 2 0 6 は、回転加工工具 1 0 7 と、駆動部と、駆動部を制御する制御部とを備える。駆動部は、回転加工工具 1 0 7 を駆動するモータ等である。制御部は、駆動部の回転数等を制御する。

【 0 2 4 1 】

管理装置 3 0 3 は、第 1 の実施の形態に係る回転加工工具における管理装置 3 0 1 と比べて、さらに、判断部 3 4 1 を含む。

10

【 0 2 4 2 】

無線通信部 3 1 は、回転加工工具 1 0 7 の無線通信装置 2 3 と無線による通信を行う。

【 0 2 4 3 】

記憶部 3 5 には、制御部 3 2 および判断部 3 4 1 を動作させるためのプログラムおよびデータ、無線通信部 3 1 が回転加工工具 1 0 7 から受信した計測結果、制御部 3 2 の算出結果、ならびに判断部 3 4 1 の判断結果等が保存される。

【 0 2 4 4 】

判断部 3 4 1 は、加速度センサ 1 4 2 および加速度センサ 1 4 5 の計測結果に基づいて、刃取付部 1 2 または刃部に異常があるか否かを判断する。

20

【 0 2 4 5 】

具体的には、判断部 3 4 1 は、たとえば、CPU を含む。判断部 3 4 1 は、加速度センサ 1 4 2 および加速度センサ 1 4 5 の少なくともいずれか一方の計測結果が所定の閾値以上である場合、刃取付部 1 2 または刃部に異常があると判断する。また、判断部 3 4 1 は、加速度センサ 1 4 2 および加速度センサ 1 4 5 の計測結果が当該閾値未満である場合、刃取付部 1 2 または刃部は正常であると判断し、判断結果を記憶部 3 5 に保存する。表示部 3 3 は、記憶部 3 5 に蓄積された判断部 3 4 1 の判断結果を表示する。

【 0 2 4 6 】

本開示の第 3 の実施の形態に係る回転加工工具の変形例 1 では、回転加工工具 1 0 7 は、図 1 6 に示す回転加工工具 1 0 6 の構成に加えて、さらに、一方向の加速度を計測するセンサである加速度センサ 1 4 5 を備える。加速度センサ 1 4 5 は、第 5 の計測方向 1 4 6 の加速度を計測する。第 5 の計測方向 1 4 6 は、平面 1 8 に沿った方向であって、加速度センサ 1 4 5 と回転軸 1 7 とを結ぶ直線 1 4 7 に対して直交する方向に沿う。

30

【 0 2 4 7 】

このような構成により、加速度センサ 1 4 により遠心加速度を計測するとともに、加速度センサ 1 4 2 および加速度センサ 1 4 5 により、切削に伴う振動等の加速度を計測することができ、より多様な加速度を計測することができる。

【 0 2 4 8 】

次に、本発明の他の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

40

【 0 2 4 9 】

< 第 4 の実施の形態 >

本実施の形態は、第 1 の実施の形態に係る回転加工工具 1 0 1 と比べて、加速度センサが有する計測方向の数が異なる回転加工工具に関する。以下で説明する内容以外は第 1 の実施の形態に係る回転加工工具 1 0 1 と同様である。

【 0 2 5 0 】

図 2 4 は、本開示の第 4 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す側面図である。

【 0 2 5 1 】

図 2 4 を参照して、回転加工工具 1 0 8 は、図 1 に示す回転加工工具 1 0 1 と比べて、加速度センサ 1 4 の代わりに加速度センサ 1 4 8 を備える。

50

## 【 0 2 5 2 】

図 2 5 は、本開示の第 4 の実施の形態に係る回転加工工具における加速度センサの構成を示す斜視図である。なお、図 2 5 では、ハウジング 2 9 1 を想像線である二点鎖線により示している。図 2 6 は、本開示の第 4 の実施の形態に係る回転加工工具の構成を模式的に示す断面図である。具体的には、図 2 6 は、回転加工工具を、回転軸を法線とする平面において切断して図 2 4 に示す D 方向から見た断面図である。図 2 7 は、本開示の第 4 の実施の形態に係る回転加工工具を、回転軸を通る平面において切断して図 2 4 に示す B 方向から見た断面図である。

## 【 0 2 5 3 】

図 2 5 を参照して、加速度センサ 1 4 8 は、三方向の加速度を計測する、いわゆる三軸の加速度センサである。

10

## 【 0 2 5 4 】

加速度センサ 1 4 8 は、たとえば、センサ素子 2 7 1 と、センサ素子 2 7 1 を支持する台座部 2 8 1 と、センサ素子 2 7 1 および台座部 2 8 1 を収容するハウジング 2 9 1 とを含む。上記三方向、具体的には、図 2 5 に示す第 1 の方向 X 1、第 2 の方向 Y 1 および第 3 の方向 Z 1 は、3 次元的に互いに直交する、すなわち 3 次元の直交軸を構成する。

## 【 0 2 5 5 】

第 1 の方向 X 1 は、センサ素子 2 7 1 が台座部 2 8 1 によって支持される面である設置面に対して垂直な方向である。第 2 の方向 Y 1 および第 3 の方向 Z 1 は、上記設置面に対して平行な平面上にある。

20

## 【 0 2 5 6 】

加速度センサ 1 4 8 は、図 2 6 に示す支持部 1 6、具体的には、たとえば、図 6 に示す支持部 1 6 により支持される。なお、加速度センサ 1 4 8 は、図 1 1 に示す支持部 1 6 2、または図 1 3 に示す支持部 1 6 5 に支持されてもよい。

## 【 0 2 5 7 】

加速度センサ 1 4 8 は、図 2 6 に示す支持部 1 6 により所定の姿勢が保たれた状態において、三方向の加速度を計測する。

## 【 0 2 5 8 】

具体的には、加速度センサ 1 4 8 は、上記三方向、すなわち第 1 の方向 X 1、第 2 の方向 Y 1 および第 3 の方向 Z 1 が、それぞれ、図 2 6 および図 2 7 に示す第 1 の計測方向 1 4 1 0、第 2 の計測方向 1 4 9 および第 3 の計測方向 1 5 0 に沿うように姿勢が調整された状態において、第 1 の計測方向 1 4 1 0 の加速度、第 2 の計測方向 1 4 9 の加速度および第 3 の方向の加速度を計測する。第 1 の計測方向 1 4 1 0、第 2 の計測方向 1 4 9 および第 3 の計測方向 1 5 0 は、3 次元的に互いに直交する、すなわち 3 次元の直交軸を構成する。

30

## 【 0 2 5 9 】

第 1 の計測方向 1 4 1 0 は、平面 1 8 および回転軸 1 7 の各々に対して傾斜する。第 2 の計測方向 1 4 9 は、平面 1 8 および回転軸 1 7 の各々に対して傾斜する。第 3 の計測方向 1 5 0 は、平面 1 8 に沿った方向であって、加速度センサ 1 4 8 と回転軸 1 7 とを結ぶ直線 1 5 1 に対して直交する方向に沿う。

40

## 【 0 2 6 0 】

すなわち、たとえば、第 1 の計測方向 1 4 1 0 は、図 2 6 の紙面に沿って紙面の右斜め上へ向かう方向である。第 2 の計測方向 1 4 9 は、図 2 6 の紙面に沿って紙面の右斜め下へ向かう方向である。第 3 の計測方向 1 5 0 は、図 2 6 の紙面に対して垂直な方向で、かつ紙面の表側から裏側へ向かう方向である。

## 【 0 2 6 1 】

第 1 の計測方向 1 4 1 0 は、平面 1 8 に対して傾斜角度  $\theta$  で傾斜する。具体的には、第 1 の計測方向 1 4 1 0 は、加速度センサ 1 4 を通り、かつ回転軸 1 7 を含む平面 1 5 において、平面 1 8 に対して傾斜角度  $\theta$  で傾斜する。ここで、傾斜角度  $\theta$  は、 $0^\circ$  より大きく、かつ  $90^\circ$  より小さい値である。また、傾斜角度  $\theta$  は、 $45^\circ$  であってもよいし、 $45^\circ$

50

°でなくてもよい。

【0262】

第2の計測方向149は、平面18に対して第1の計測方向1410とは反対側へ傾斜角度(90° - )で傾斜する。具体的には、第2の計測方向149は、平面15において、平面18に対して第1の計測方向1410とは反対側へ傾斜角度(90° - )で傾斜する。ここで、傾斜角度は、0°より大きく、かつ90°より小さい値である。

【0263】

したがって、傾斜角度を変化させることにより、遠心加速度aに対する加速度センサ14の第1の計測方向1410における感度を変化させることができるとともに、遠心加速度aに対する加速度センサ148の第2の計測方向149における感度を変化させること

10

【0264】

たとえば、図4に示す例では、傾斜角度が85°である場合(グラフg7)、角度(90° - )は5°であり、傾斜角度が80°である場合(グラフg6)、傾斜角度(90° - )は10°であり、傾斜角度が70°である場合(グラフg5)、傾斜角度(90° - )は20°であり、傾斜角度が60°である場合(グラフg4)、傾斜角度(90° - )は30°である。

【0265】

図4に示す例では、加速度センサ148は、0G~200Gの範囲において、遠心加速度を計測することが可能である。つまり、加速度センサ148は、たとえば、傾斜角度が85°である場合(グラフg7)、第1の計測方向1410において0rpm~約4000rpmの計測を行うことが可能であり、第2の計測方向149において0rpm~約14000rpmの計測を行うことが可能である。そして、0rpm~約4000rpmの範囲において、加速度センサ148は高い分解能を発揮することができる。

20

【0266】

したがって、加速度センサ148において、たとえば、0rpm~約4000rpmの低速回転域における遠心加速度の計測を第1の計測方向1410に担わせ、約4000rpm~約14000rpmの高速回転域における遠心加速度の計測を第2の計測方向149に主に担わせて、2つの計測方向により広範な回転数において遠心加速度を計測することができる。また、低速回転域では、高い分解能で計測を行うことができる。

30

【0267】

本開示の第4の実施の形態に係る回転加工工具108では、加速度センサ148は、第1の計測方向1410の加速度、第2の計測方向149の加速度および第3の計測方向150の加速度を計測する。第1の計測方向1410、第2の計測方向149および第3の計測方向150は、3次的に互いに直交する、すなわち3次元の直交軸を構成する。第2の計測方向149は、平面18および回転軸17の各々に対して傾斜する。第3の計測方向150は、平面18に沿った方向であって、加速度センサ148と回転軸17とを結ぶ直線151に対して直交する方向に沿う。

【0268】

このような構成により、3つの計測方向において加速度を計測する加速度センサ148をたとえば1つ用いて、遠心加速度を計測するとともに、切削に伴う振動等の加速度を計測することができ、より多様な加速度を計測することができる。また、加速度センサのシャンク部11への取り付け数をより少なくすることができる。

40

【0269】

また、本開示の第4の実施の形態に係る回転加工工具108では、第1の計測方向1410と平面18とがなす傾斜角度は、0°より大きくかつ90°未満であり、かつ45°でない。

【0270】

このような構成により、3つの計測方向において加速度を計測する加速度センサ148をたとえば1つ用いて、2つの異なる計測範囲において遠心加速度を計測することができ

50

る。これにより、たとえば1つの加速度センサ148によってより広範な遠心加速度を計測することができる。

【0271】

また、本開示の第4の実施の形態に係る回転加工工具108では、傾斜角度は、70°以上かつ90°未満である。

【0272】

このような構成により、傾斜角度が0°である場合と比べて、加速度センサ148は、より大きな回転数に対応する遠心加速度を計測することができる。

【0273】

また、本開示の第4の実施の形態に係る回転加工工具108では、傾斜角度は、80°以上かつ90°未満である。

10

【0274】

このような構成により、傾斜角度が70°以上かつ90°未満である場合と比べて、加速度センサ148は、より大きな回転数に対応する遠心加速度を計測することができる。

【0275】

[変形例1]

図28は、本開示の第4の実施の形態に係る回転加工工具の変形例1を示す部分断面図である。

【0276】

図28を参照して、変形例1に係る回転加工工具109は、支持部16の代わりに、図13に示すような角度変更機能を有する支持部165を備える。回転加工工具109は、支持部165の角度変更機能により、傾斜角度aを変更し、傾斜角度を変更することができる。

20

【0277】

本開示の第4の実施の形態に係る回転加工工具の変形例1では、回転加工工具109は、回転加工工具108の構成に加えて、さらに、第1の計測方向1410の傾斜角度および第2の計測方向149の傾斜角度(90° - )を変更する支持部165を備える。

【0278】

このような構成により、たとえばユーザが所望するシャンク部11の回転数に応じて遠心加速度の計測範囲を変更することができるため、ユーザの要望に応じた計測範囲において遠心加速度をより確実に計測することができる。

30

【0279】

次に、本発明の他の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0280】

<第5の実施の形態>

本実施の形態は、第4の実施の形態に係る回転加工工具108と比べて、加速度センサが追加された回転加工工具に関する。以下で説明する内容以外は第4の実施の形態に係る回転加工工具108と同様である。

【0281】

図29は、本開示の第5の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す側面図である。

40

【0282】

図29を参照して、回転加工工具110は、図24に示す回転加工工具108と比べて、さらに、加速度センサ142を備える。

【0283】

図30は、本開示の第5の実施の形態に係る回転加工工具の構成を模式的に示す断面図である。具体的には、図30は、図29における回転加工工具110を平面18において切断してC方向から見た断面図である。

【0284】

図30を参照して、加速度センサ142は、第4の計測方向143の加速度を計測する

50

。第4の計測方向143は、平面18に沿った方向であって、加速度センサ142と回転軸17とを結ぶ直線144に対して直交する方向に沿う。

【0285】

加速度センサ142は、一方向の加速度を計測する、いわゆる一軸の加速度センサである。加速度センサ142は、たとえば、図2に示す加速度センサ14と同様の構造を有する。すなわち、加速度センサ142は、たとえば、図2に示すセンサ素子27と、センサ素子27を支持する台座部28と、センサ素子27および台座部28を収容するハウジング29とを含む。上記一方向は、たとえば、センサ素子27が台座部28によって支持される面である設置面に対して垂直な方向である。

【0286】

加速度センサ142は、上記一方向が第4の計測方向143に沿うように、図16に示す支持部16、具体的には、たとえば、図6に示す支持部16により支持される。なお、加速度センサ142は、図11に示す支持部162、または図13に示す支持部165に支持されてもよい。

【0287】

第4の計測方向143は、回転加工工具110による切削に伴う振動が発生する方向である。また、第4の計測方向143は、遠心加速度が生じない方向である。したがって、加速度センサ142は、第4の計測方向143の加速度を計測することにより、遠心加速度ではなく、切削に伴う振動の加速度を計測することができる。

【0288】

また、第4の計測方向143は、刃取付部12または刃部に損傷がある場合に、当該損傷に起因する振動が発生する方向である。

【0289】

したがって、加速度センサ142は、刃取付部12または刃部に損傷がある場合に、第4の計測方向143の加速度を計測することにより、遠心加速度ではなく、切削に伴う振動の加速度と、刃取付部12または刃部に生じた損傷に起因する振動による加速度との合成成分を計測することができる。

【0290】

次に、本発明の他の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0291】

<第6の実施の形態>

本実施の形態は、第4の実施の形態に係る回転加工工具108と比べて、第3の計測方向が異なる回転加工工具に関する。以下で説明する内容以外は第4の実施の形態に係る回転加工工具108と同様である。

【0292】

図31は、本開示の第6の実施の形態に係る回転加工工具の構成を示す側面図である。

【0293】

図31を参照して、回転加工工具111は、第4の実施の形態に係る回転加工工具108における加速度センサ148の代わりに、加速度センサ152を備える。

【0294】

図32は、本開示の第6の実施の形態に係る回転加工工具の構成を模式的に示す断面図である。具体的には、図32は、回転加工工具を、回転軸を法線とする平面において切断してD方向から見た断面図である。図33は、本開示の第6の実施の形態に係る回転加工工具を、回転軸を通る平面において切断してB方向から見た断面図である。

【0295】

図32および図33を参照して、加速度センサ152は、三方向の加速度を計測する、いわゆる三軸の加速度センサである。加速度センサ152は、たとえば、図25に示す加速度センサ148と同じ構造を有する。

【0296】

10

20

30

40

50

加速度センサ 152 は、図 32 に示す支持部 16、具体的には、たとえば、図 6 に示す支持部 16 により支持される。なお、加速度センサ 152 は、図 11 に示す支持部 162、または図 13 に示す支持部 165 に支持されてもよい。

【0297】

加速度センサ 152 は、支持部 16 により所定の姿勢が保たれた状態において、三方向の加速度を計測する。

【0298】

具体的には、加速度センサ 152 は、上記三方向が、それぞれ、第 1 の計測方向 1411、第 2 の計測方向 1490 および第 3 の計測方向 1500 に沿うように姿勢が調整された状態において、第 1 の計測方向 1411 の加速度、第 2 の計測方向 1490 の加速度および第 3 の計測方向 1500 の加速度を計測する。第 1 の計測方向 1411、第 2 の計測方向 1490 および第 3 の計測方向 1500 は、3 次元的に互いに直交する、すなわち 3 次元の直交軸を構成する。

10

【0299】

第 1 の計測方向 1411、第 2 の計測方向 1490 および第 3 の計測方向 1500 は、平面 18 および回転軸 17 の各々に対して傾斜する。

【0300】

すなわち、たとえば、第 1 の計測方向 1411、第 2 の計測方向 1490 および第 3 の計測方向 1500 は、図 32 の紙面に対して交差し、かつ図 33 の紙面に対して交差する方向である。また、第 1 の計測方向 1411 は、図 32 の紙面の右斜め上へ向かう方向である。第 2 の計測方向 1490 および第 3 の計測方向 1500 は、図 32 の紙面の右斜め下へ向かう方向である。

20

【0301】

第 1 の計測方向 1411、第 2 の計測方向 1490 および第 3 の計測方向 1500 の各々が、平面 18 において加速度センサ 152 と回転軸 17 とを結ぶ直線 153 に対してなす傾斜角度のうち、少なくともいずれか 2 つが互いに異なる。

【0302】

具体的には、たとえば、第 1 の計測方向 1411 および直線 153 がなす傾斜角度  $\theta_1$ 、第 2 の計測方向 1490 および直線 153 がなす傾斜角度  $\theta_2$ 、ならびに第 3 の計測方向 1500 および直線 153 がなす傾斜角度  $\theta_3$  は、互いに異なる。

30

【0303】

なお、傾斜角度  $\theta_1$ 、傾斜角度  $\theta_2$  および傾斜角度  $\theta_3$  は、いずれか 2 つが互いに同じであってもよい。

【0304】

図 34 は、本開示の第 6 の実施の形態に係る、回転加工工具に発生する遠心加速度と回転加工工具の回転数との対応関係の一例を示す図である。

【0305】

図 34 において、横軸はシャンク部 11 の回転数、縦軸はシャンク部 11 において生じる遠心加速度を示す。また、グラフ g9、g10、g11 は、それぞれ、傾斜角度  $\theta$  が、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$  である場合の遠心加速度と回転数との対応関係を示す。図 34 に示す例では、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$  および  $\theta_3$  の関係は、「 $\theta_1 < \theta_2 < \theta_3$ 」である。

40

【0306】

ここでは、加速度センサ 152 は、遠心加速度が 0 G ~ 200 G の値である場合に遠心加速度を正確に計測することができ、遠心加速度が 200 G を超えると、遠心加速度を正確に計測することが困難になるものとする。

【0307】

図 34 を参照して、傾斜角度  $\theta$  が  $\theta_1$  である場合、回転数が約 3000 rpm まで増加した時点で遠心加速度が 200 G に達する（グラフ g9）。また、傾斜角度  $\theta$  が  $\theta_2$  である場合、回転数が約 10500 rpm まで増加した時点で遠心加速度が 200 G に達する（グラフ g10）。また、傾斜角度  $\theta$  が  $\theta_3$  である場合、回転数が約 17000 rpm ま

50

で増加した時点で遠心加速度が 200 G に達する ( グラフ g 1 1 ) 。

【 0 3 0 8 】

このように、傾斜角度  $\theta$  が大きくなるにつれて、グラフの傾きが小さくなる。つまり、傾斜角度  $\theta$  が大きくなるにつれて、遠心加速度  $a$  に対する加速度センサ 1 5 2 の第 1 の計測方向 1 4 1 1、第 2 の計測方向 1 4 9 0 および第 3 の計測方向 1 5 0 0 におけるみかけの感度が低下し、加速度センサ 1 5 2 は、より大きな回転数において遠心加速度を計測することができる。

【 0 3 0 9 】

たとえば、図 3 4 に示す例では、加速度センサ 1 5 2 は、傾斜角度  $\theta$  が 2 である場合、傾斜角度  $\theta$  が 1 である場合と比べて 2 倍以上の回転数まで遠心加速度を計測することができる。また、加速度センサ 1 5 2 は、傾斜角度  $\theta$  が 3 である場合、傾斜角度  $\theta$  が 1 である場合と比べて 3 倍近い回転数まで遠心加速度を計測することができる。

10

【 0 3 1 0 】

遠心加速度、回転数および傾斜角度  $\theta$  間のこのような関係に着目して、三方向の加速度を計測する加速度センサ 1 5 2 の 3 つの計測方向をすべて遠心加速度の計測に用い、かつ傾斜角度  $\theta_1$ 、傾斜角度  $\theta_2$  および傾斜角度  $\theta_3$  をすべて異なる値とすることにより、本来は同じ性能である 3 つの軸を、それぞれ、異なる計測範囲  $R_1 \sim R_3$  および異なる分解能の加速度センサとして用いることができる。

【 0 3 1 1 】

なお、傾斜角度  $\theta_1$ 、傾斜角度  $\theta_2$  および傾斜角度  $\theta_3$  は、互いに同じであってもよい。

20

【 0 3 1 2 】

[ 変形例 1 ]

図 3 5 は、本開示の第 6 の実施の形態に係る回転加工工具の変形例 1 を示す部分断面図である。

【 0 3 1 3 】

図 3 5 を参照して、変形例 1 に係る回転加工工具 1 1 2 は、支持部 1 6 の代わりに、図 1 3 に示すような角度変更機能を有する支持部 1 6 5 を備える。回転加工工具 1 1 2 は、支持部 1 6 5 の角度変更機能により、傾斜角度  $\theta$  を変更し、傾斜角度  $\theta_1 \sim \theta_3$  を変更することができる。

【 0 3 1 4 】

30

本開示の第 6 の実施の形態に係る回転加工工具の変形例 1 では、回転加工工具 1 1 2 は、本開示の第 6 の実施の形態に係る回転加工工具 1 1 1 の構成に加えて、さらに、第 1 の計測方向 1 4 1 1 の傾斜角度  $\theta_1$ 、第 2 の計測方向 1 4 9 0 の傾斜角度  $\theta_2$  および第 3 の計測方向 1 5 0 0 の傾斜角度  $\theta_3$  を変更する角度変更部 1 6 7 を備える。

【 0 3 1 5 】

このような構成により、たとえばユーザが所望するシャンク部 1 1 の回転数に応じて遠心加速度の計測範囲を変更することができるため、ユーザの要望に応じた計測範囲において遠心加速度をより確実に計測することができる。

【 0 3 1 6 】

上記実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記説明ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

40

【 0 3 1 7 】

以上の説明は、以下に付記する特徴を含む。

[ 付記 1 ]

回転加工装置であって、  
 回転加工工具と、  
 管理装置とを備え、  
 前記回転加工工具は、  
 シャフト部と、

50

前記シャフト部の端部に設けられる刃取付部または刃部と、  
 前記シャフト部に取り付けられる第 1 の加速度センサとを含み、  
 前記第 1 の加速度センサは、前記シャフト部の回転軸を法線とする平面および前記回転軸の各々に対して傾斜する第 1 の計測方向の加速度を計測し、  
 前記管理装置は、  
 前記加速度センサの計測結果、前記第 1 の計測方向の傾斜角度、ならびに前記第 1 の加速度センサおよび前記回転軸間の距離に基づいて、前記シャフト部の角速度および回転数の少なくともいずれか一方を算出する制御部と、  
 前記制御部の算出結果を表示する表示部とを含む、回転加工装置。

## 【符号の説明】

10

## 【 0 3 1 8 】

- 1 1 シャンク部
- 1 2 刃取付部
- 1 3 遠心加速度
- 1 4 , 1 4 2 , 1 4 5 , 1 4 8 , 1 5 2 加速度センサ
- 1 5 平面
- 1 6 , 1 6 2 , 1 6 5 支持部
- 1 7 回転軸
- 1 8 平面
- 2 2 電池
- 2 3 無線通信装置
- 2 4 ハウジング
- 2 5 底板部
- 2 6 側壁部
- 2 7 , 2 7 1 センサ素子
- 2 8 , 2 8 1 台座部
- 2 9 , 2 9 1 ハウジング
- 3 1 無線通信部
- 3 2 制御部
- 3 3 表示部
- 3 4 , 3 4 1 判断部
- 1 0 1 ~ 1 1 2 回転加工工具
- 1 1 8 ボディ部
- 1 1 9 ボス部
- 1 4 1 , 1 4 1 0 , 1 4 1 1 第 1 の計測方向
- 1 4 3 第 4 の計測方向
- 1 4 6 第 5 の計測方向
- 1 4 9 , 1 4 9 0 第 2 の計測方向
- 1 5 0 , 1 5 0 0 第 3 の計測方向
- 1 6 6 台座部
- 1 6 7 角度変更部
- 1 6 8 制御部
- 2 0 1 , 2 0 3 , 2 0 5 回転加工システム
- 2 0 2 , 2 0 4 , 2 0 6 回転加工工具
- 3 0 1 ~ 3 0 2 管理装置
- X 1 第 1 の方向
- Y 1 第 2 の方向
- Z 1 第 3 の方向

20

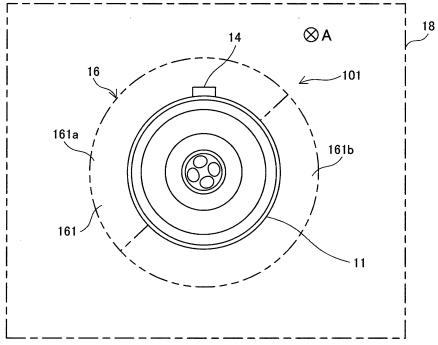
30

40

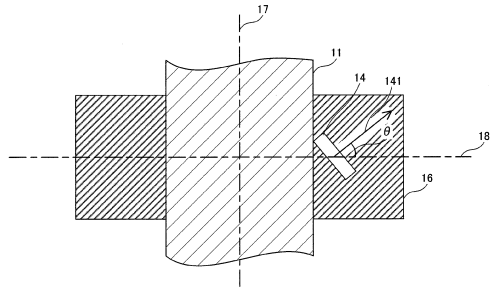
50



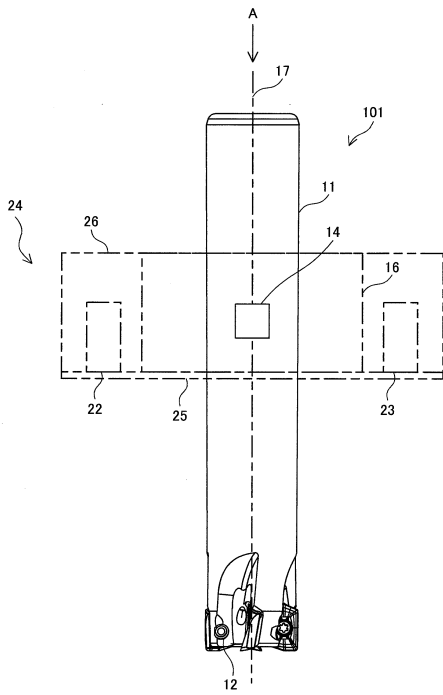
【図5】



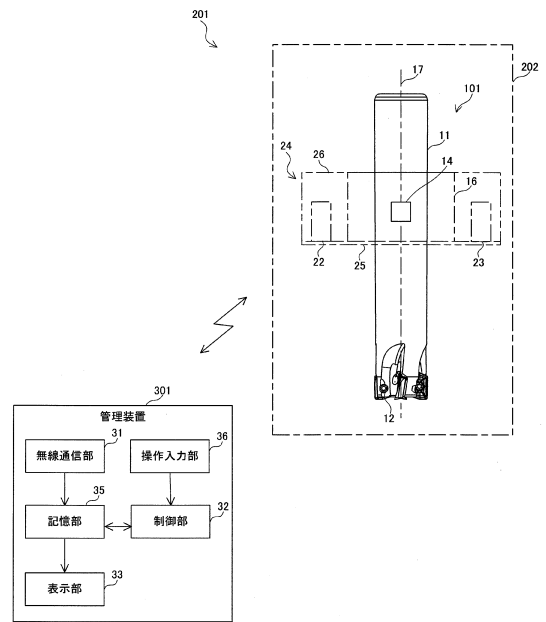
【図6】



【図7】



【図8】



10

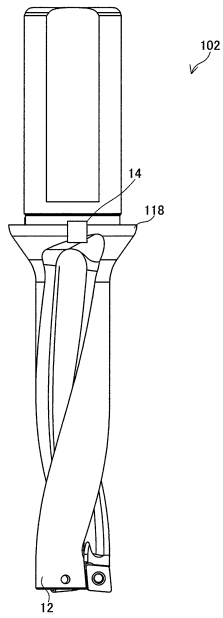
20

30

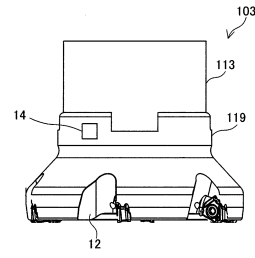
40

50

【 図 9 】

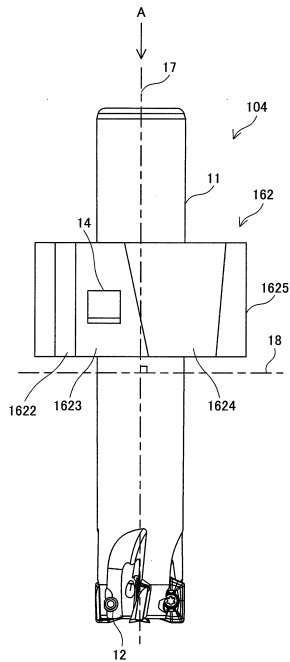


【 図 10 】

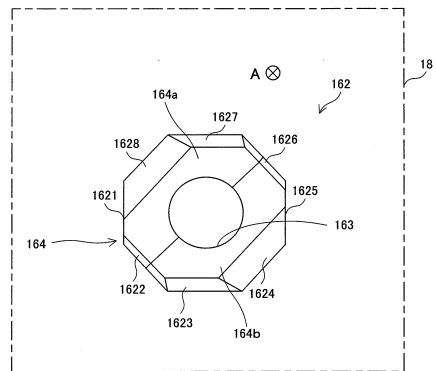


10

【 図 11 】



【 図 12 】



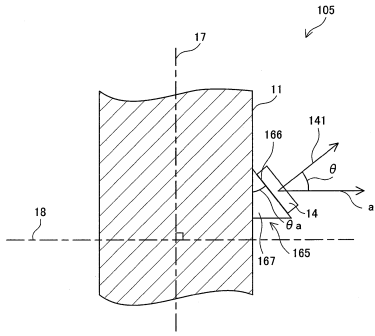
20

30

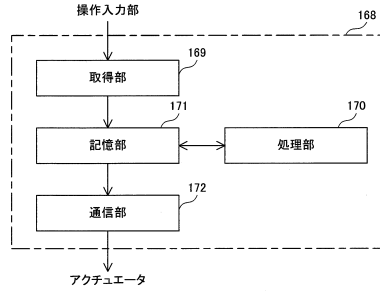
40

50

【図 13】

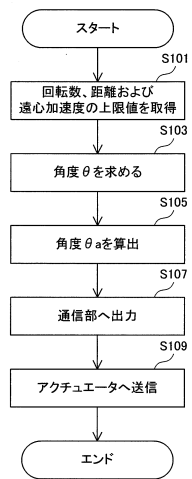


【図 14】

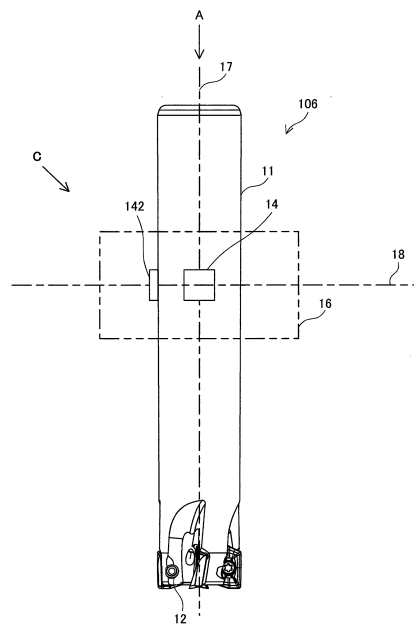


10

【図 15】



【図 16】



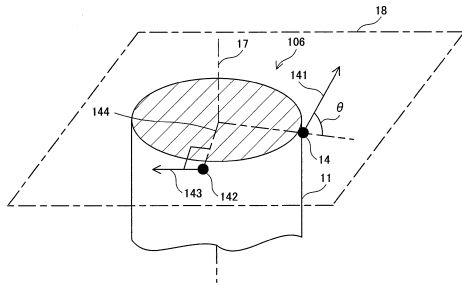
20

30

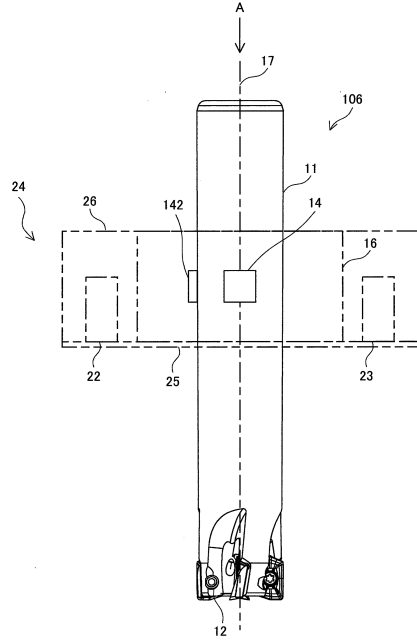
40

50

【図17】



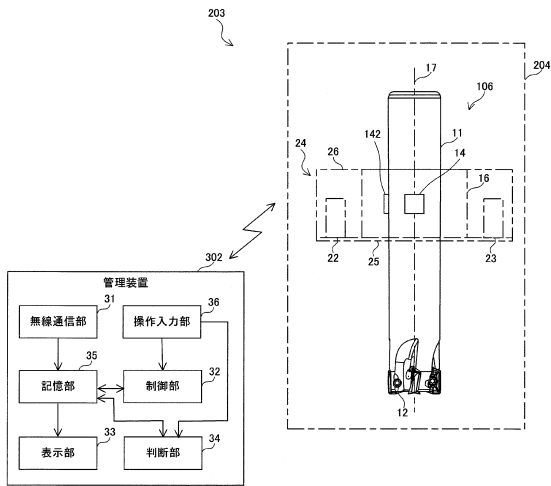
【図18】



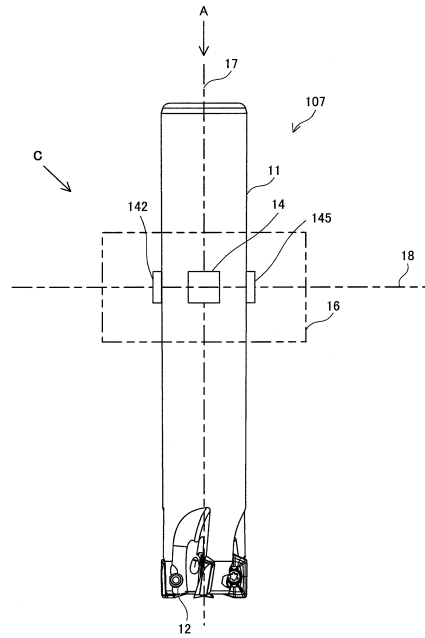
10

20

【図19】



【図20】

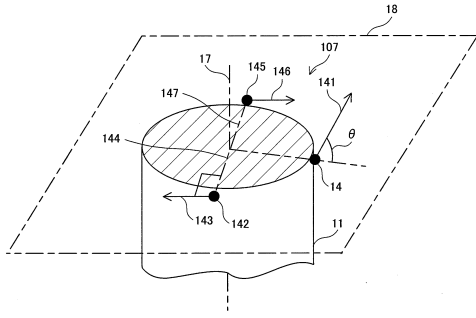


30

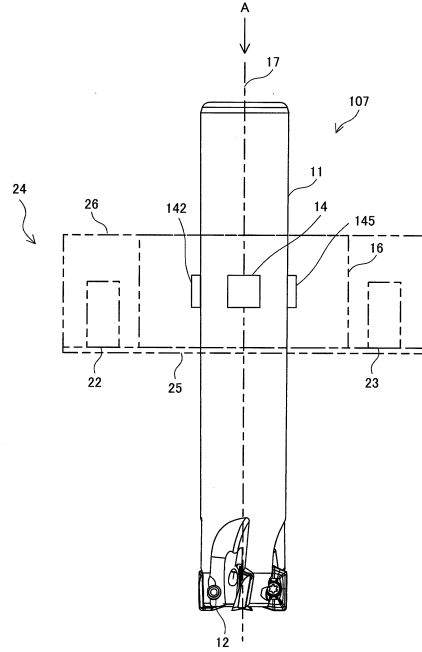
40

50

【図 2 1】



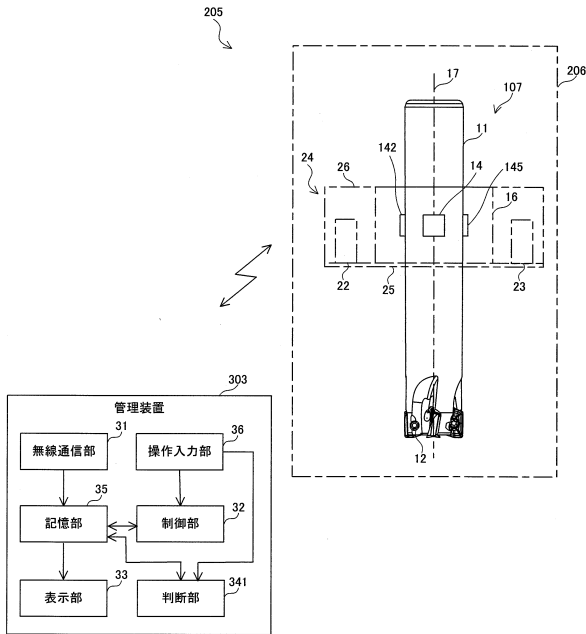
【図 2 2】



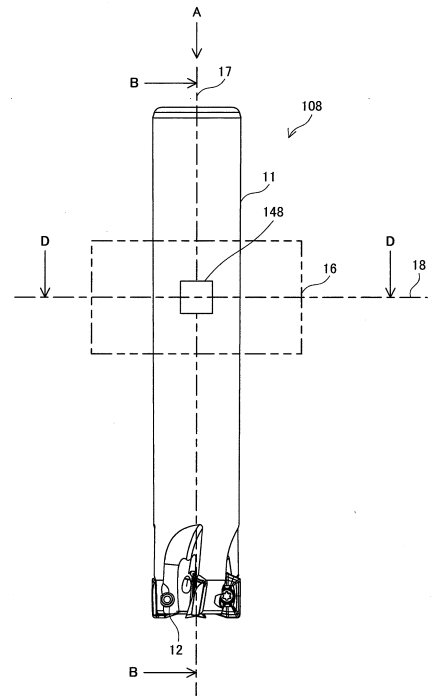
10

20

【図 2 3】



【図 2 4】

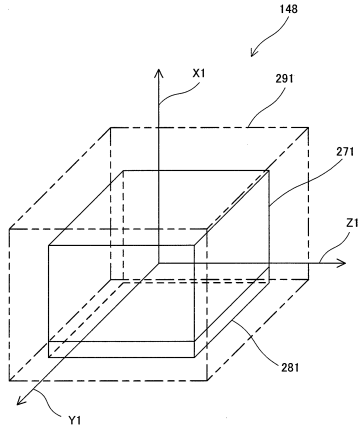


30

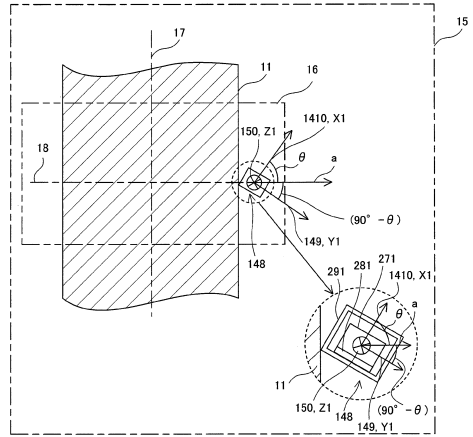
40

50

【 図 2 5 】

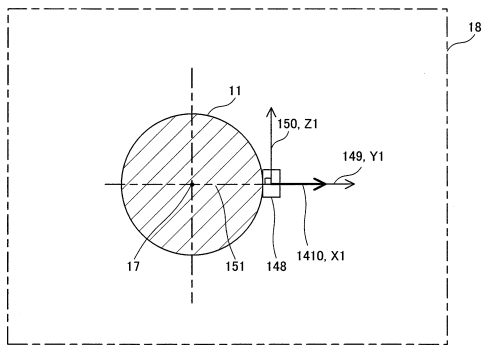


【 図 2 6 】

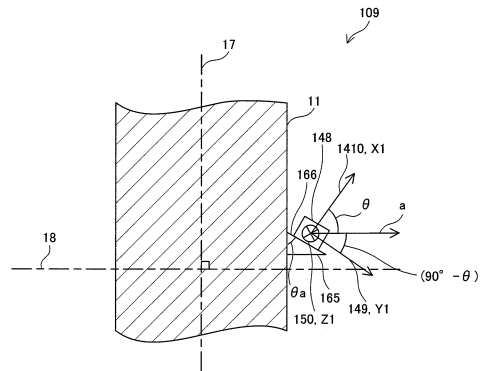


10

【 図 2 7 】



【 図 2 8 】



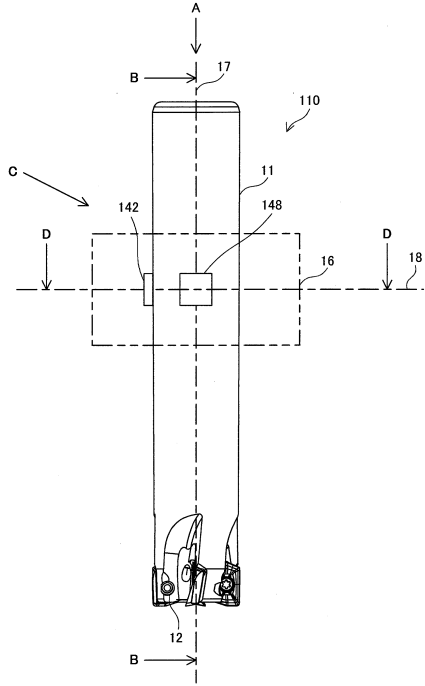
20

30

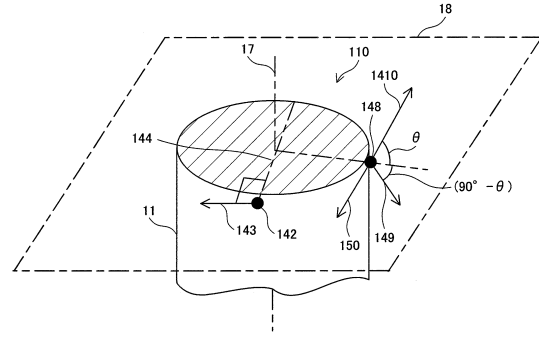
40

50

【 図 2 9 】



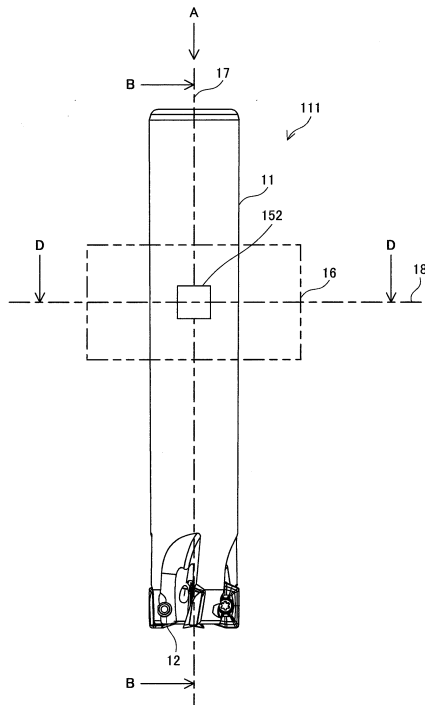
【 図 3 0 】



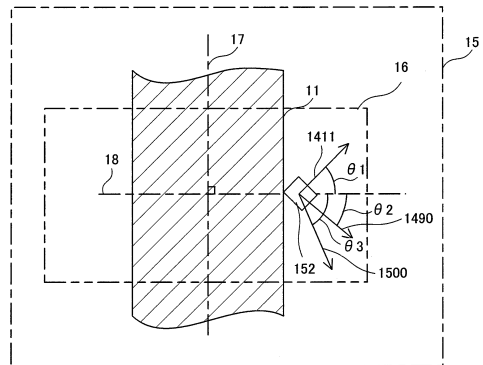
10

20

【 図 3 1 】



【 図 3 2 】

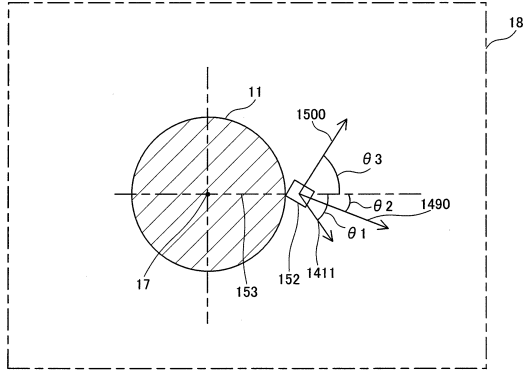


30

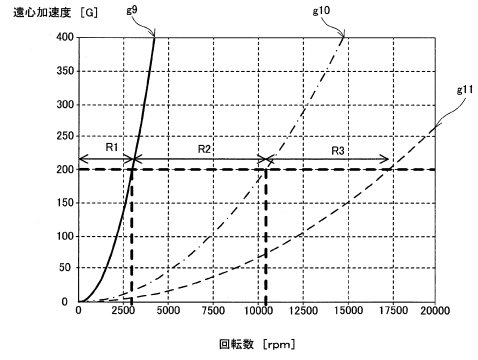
40

50

【図 3 3】

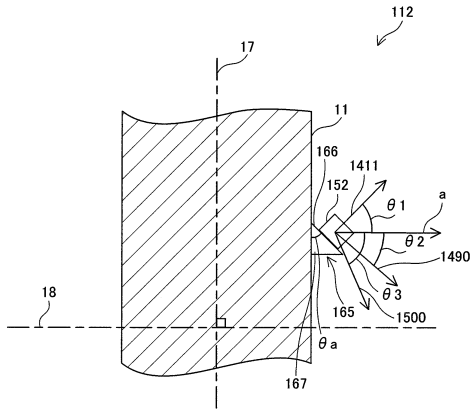


【図 3 4】



10

【図 3 5】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表 2 0 1 1 - 5 1 8 0 4 8 ( J P , A )  
特開 2 0 1 4 - 1 7 2 1 0 7 ( J P , A )  
特開 2 0 1 0 - 2 6 8 7 3 2 ( J P , A )  
特開 2 0 1 6 - 4 3 4 4 3 ( J P , A )  
特開昭 6 3 - 2 4 5 3 5 8 ( J P , A )  
特表 2 0 0 8 - 5 2 4 0 0 6 ( J P , A )  
中国特許出願公開第 1 1 0 1 0 3 0 7 6 ( C N , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
B 2 3 Q 1 7 / 0 0