(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
2022年3月17日(17.03.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/054719 A1

(51) 国際特許分類:
B23B 27/00 (2006.01) *B23Q 17/00* (2006.01)
B23B 27/16 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/032496

(22) 国際出願日： 2021年9月3日(03.09.2021)

(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 2020-151703 2020年9月10日(10.09.2020) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (**SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 青木友弥(**AOKI Tomoya**); 〒5410041 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 Osaka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人ワンディーＩＰパートナーズ(**ONEDEE IP PARTNERS**); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原五丁目１番２８号新大阪八千代ビル別館 Osaka (JP).

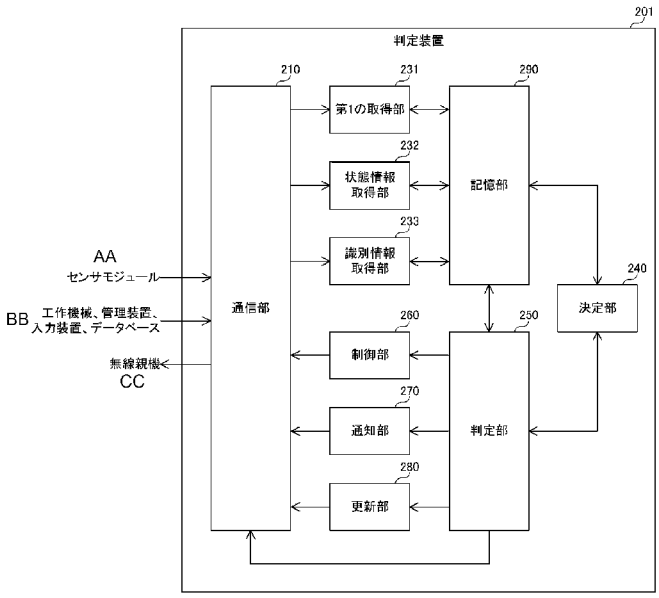
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

WO 2022/054719 A1

(54) **Title:** DETERMINATION DEVICE, CUTTING TOOL SYSTEM, AND DETERMINATION METHOD

(54) 発明の名称： 判定装置、切削工具システムおよび判定方法

［図5］



201 Determination device
210 Communication unit
231 First acquisition unit
232 State information acquisition unit
233 Identification information acquisition unit
240 Decision unit
250 Determination unit
260 Control unit
270 Notification unit
280 Update unit
290 Storage unit
AA Sensor module
BB Machine tool, management device, input device, database
CC Wireless master machine

(57) **Abstract:** This determination device comprises: an acquisition unit for acquiring a measurement result of a strain sensor attached to a holder capable of holding a cutting insert; and a determination unit for determining the state of attachment of the cutting insert in the holder on the basis of the measurement result acquired by the acquisition unit.

(57) 要約：判定装置は、切削インサートを保持可能なホルダに取り付けられたひずみセンサの計測結果を取得する取得部と、前記取得部により取得された前記計測結果に基づいて、前記ホルダにおける前記切削インサートの取り付け状態を判定する判定部とを備える。

［続葉有］

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(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)）

明　細　書

発明の名称 ： 判定装置、切削工具システムおよび判定方法

技術分野

[0001] 本開示は、判定装置、切削工具システムおよび判定方法に関する。

この出願は、２０２０年９月１０日に出願された日本出願特願２０２０－１５１７０３号を基礎とする優先権を主張し、その開示のすべてをここに取り込む。

背景技術

[0002] 特許文献１（特開２０１９－１６６６００号公報）には、以下のような旋削工具用ホルダが開示されている。すなわち、旋削工具用ホルダは、切削インサートを保持する旋削工具用ホルダであって、工具軸に沿って延び前記切削インサートを装着する台座部が先端に設けられた工具本体と、前記工具本体に内蔵される電気モジュールと、を備え、前記電気モジュールは、センサ部と、前記センサ部に電力を供給する電池部と、を有する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１９－１６６６００号公報

特許文献2：特開２０１９－１６６６０１号公報

特許文献3：特開２０１７－７０２９号公報

特許文献4：特許第６４９４８９１号公報

発明の概要

[0004] 本開示の判定装置は、切削インサートを保持可能なホルダに取り付けられたひずみセンサの計測結果を取得する取得部と、前記取得部により取得された前記計測結果に基づいて、前記ホルダにおける前記切削インサートの取り付け状態を判定する判定部とを備える。

[0005] 本開示の切削工具システムは、切削インサートが接する収容部を有するホルダと、前記ホルダの表面に取り付けられたひずみセンサと、判定装置とを

備え、前記判定装置は、前記ひずみセンサの計測結果を取得し、取得した前記計測結果に基づいて、前記ホルダにおける前記切削インサートの取り付け状態を判定する。

[0006] 本開示の判定方法は、判定装置における判定方法であって、切削インサートを保持可能なホルダに取り付けられたひずみセンサの計測結果を取得するステップと、取得した前記計測結果に基づいて、前記ホルダにおける前記切削インサートの取り付け状態を判定するステップとを含む。

[0007] 本開示の一態様は、このような特徴的な処理部を備える判定装置として実現され得るだけでなく、判定装置の一部または全部を実現する半導体集積回路として実現され得たり、判定装置における処理のステップをコンピュータに実行させるためのプログラムとして実現され得たり、判定装置を備える切削工具システムとして実現され得たり、切削工具システムの一部または全部を実現する半導体集積回路として実現され得たり、切削工具システムにおける処理をステップとする方法として実現され得たり、切削工具システムにおける処理のステップをコンピュータに実行させるためのプログラムとして実現され得る。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図１は、本開示の実施の形態に係る切削工具システムの構成の一例を示す図である。

[図2]図２は、本開示の実施の形態に係る管理装置の構成を示す図である。

[図3]図３は、本開示の実施の形態に係る切削工具を工作機械に取り付けた状態を示す図である。

[図4]図４は、本開示の実施の形態に係るセンサモジュールの構成を示す図である。

[図5]図５は、本開示の実施の形態に係る判定装置の構成を示す図である。

[図6]図６は、本開示の実施の形態に係る判定装置における取得部により取得された計測情報が示すひずみ値の時間変化を示す図である。

[図7]図７は、本開示の実施の形態に係る判定装置における判定部により算出

された調整ひずみ値の時間変化を示す図である。

[図8]図８は、本開示の実施の形態に係る判定装置における判定部により算出された平均調整ひずみ値を示す図である。

[図9]図９は、本開示の実施の形態に係る管理装置における異常判定部により算出された平均調整ひずみ値を示す図である。

[図10]図１０は、本開示の実施の形態に係る判定装置が切削加工の開始前における取り付け状態の判定を行う際の動作手順の一例を定めたフローチャートである。

[図11]図１１は、本開示の実施の形態に係る判定装置が切削加工の開始後における取り付け状態の判定を行う際の動作手順の一例を定めたフローチャートである。

[図12]図１２は、本開示の実施の形態に係る切削工具システムにおける判定処理のシーケンスの一例を示す図である。

[図13]図１３は、本開示の実施の形態に係る切削工具システムの構成の他の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 従来、切削工具の状態をモニタする技術が知られている。

[0010] ［本開示が解決しようとする課題］

特許文献１～４に記載の技術を超えて、切削工具の状態をモニタ可能なシステムにおいて、切削インサートの取り付けに関する優れた機能を実現することが可能な技術が望まれる。

[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、切削工具の状態をモニタ可能なシステムにおいて、切削インサートの取り付けに関する優れた機能を実現することが可能な判定装置、切削工具システムおよび判定方法を提供することである。

[0012] ［本開示の効果］

本開示によれば、切削工具の状態をモニタ可能なシステムにおいて、切削インサートの取り付けに関する優れた機能を実現することができる。

[0013] ［本開示の実施形態の説明］

最初に、本開示の実施形態の内容を列記して説明する。

[0014] （１）本開示の実施の形態に係る判定装置は、切削インサートを保持可能なホルダに取り付けられたひずみセンサの計測結果を取得する取得部と、前記取得部により取得された前記計測結果に基づいて、前記ホルダにおける前記切削インサートの取り付け状態を判定する判定部とを備える。

[0015] このように、ホルダに関する静的な変化を検知することが可能なひずみセンサの計測結果に基づいて、ホルダにおける切削インサートの取り付け状態を判定する構成により、たとえば、ホルダに切削インサートが正常に取り付けられているか否かを自動的に検知することができる。したがって、切削工具の状態をモニタ可能なシステムにおいて、切削インサートの取り付けに関する優れた機能を実現することができる。

[0016] （２）前記判定部は、前記切削インサートを用いた切削加工の開始前における前記計測結果に基づいて、前記取り付け状態を判定してもよい。

[0017] このような構成により、切削インサートの取り付け状態の判定結果を確認してから切削加工を開始することができるため、たとえば、ホルダに切削インサートが正常に取り付けられていない場合、切削インサートの取り付け状態を改善してから切削加工を開始することができる。

[0018] （３）前記判定部は、前記切削インサートを用いた切削加工の開始後における前記計測結果に基づいて、前記取り付け状態を判定してもよい。

[0019] このような構成により、たとえば、切削加工の開始後に発生した切削インサートの締め付けの緩み等の取り付け不良を検知することができる。

[0020] （４）前記判定部は、前記切削加工の開始後における前記計測結果に基づいて、前記切削加工の開始後において前記切削インサートの切刃が被削物に接触していない期間である非切削期間を特定し、前記非切削期間における前記計測結果に基づいて、前記取り付け状態を判定してもよい。

[0021] このような構成により、切削抵抗等の影響を受けない非切削期間における計測結果に基づいて、切削加工中における切削インサートの取り付け状態を

より正確に判定することができる。

[0022] （５）前記判定装置は、さらに、前記切削加工の開始前において、前記判定部により前記ホルダに前記切削インサートが取り付けられたと判定されたときに用いられた前記計測結果に基づいて、前記計測結果に関する基準値を決定する決定部を備え、前記判定部は、前記基準値および前記切削加工の開始後における前記計測結果に基づいて、前記取り付け状態を判定してもよい。

[0023] このような構成により、切削インサートが取り付けられたと判定したときの計測結果に基づく基準値を用いて、ホルダにおけるひずみセンサの設置状態に応じた計測結果のばらつきを排除することができるため、切削インサートの取り付け状態をより正確に判定することができる。

[0024] （６）前記判定装置は、さらに、前記切削加工の開始前において、前記ホルダに前記切削インサートを取り付けるための作業が行われたことを示す状態情報を取得する状態情報取得部と、前記状態情報取得部により前記状態情報が取得された後の前記計測結果に基づいて、前記計測結果に関する基準値を決定する決定部とを備え、前記判定部は、前記基準値および前記切削加工の開始後における前記計測結果に基づいて、前記取り付け状態を判定してもよい。

[0025] このような構成により、切削インサートの取り付け作業後の計測結果に基づく基準値を用いて、ホルダにおけるひずみセンサの設置状態に応じた計測結果のばらつきを排除することができるため、切削インサートの取り付け状態をより正確に判定することができる。

[0026] （７）前記判定装置は、さらに、前記判定部により前記ホルダに前記切削インサートが取り付けられたと判定された場合、前記ひずみセンサの計測動作の内容を変更する変更処理を行う制御部を備える構成であってもよい。

[0027] このような構成により、たとえば、ホルダに切削インサートが取り付けられる前は省電力で計測動作を行うことにより消費電力を抑えることができるため、たとえば切削工具における限られたスペースに配置される小容量の電

池により供給される電力を用いて計測動作が行われる構成において、電池を長寿命化させることにより電池の交換頻度を低下させることができる。

[0028] （８）前記判定装置は、さらに、前記計測結果を他の装置へ送信する通信部と、前記判定部により前記ホルダに前記切削インサートが取り付けられたと判定された場合、前記通信部による送信動作の内容を変更する変更処理を行う制御部とを備える構成であってもよい。

[0029] このような構成により、たとえば、ホルダに切削インサートが取り付けられる前は省電力で送信動作を行うことにより消費電力を抑えることができるため、たとえば切削工具における限られたスペースに配置される小容量の電池により供給される電力を用いて送信動作が行われる構成において、電池を長寿命化させることにより電池の交換頻度を低下させることができる。

[0030] （９）前記ホルダには複数の前記ひずみセンサが取り付けられており、前記判定装置は、さらに、前記判定部により前記ホルダに前記切削インサートが取り付けられたと判定される前において、前記複数のひずみセンサのうちの一部の前記ひずみセンサを選択的に動作させる制御部を備える構成であってもよい。

[0031] このような構成により、ホルダに切削インサートが取り付けられる前は一部のひずみセンサを動作させて消費電力を抑えることができるため、たとえば切削工具における限られたスペースに配置される小容量の電池を用いて計測動作が行われる構成において、電池を長寿命化させることにより電池の交換頻度を低下させることができる。

[0032] （１０）前記制御部は、前記変更処理を行った後の状態において、前記判定部により前記切削インサートが前記ホルダに取り付けられていないと判定された場合、または前記計測結果が所定条件を満たした場合、前記変更処理を行う前の状態に戻してもよい。

[0033] このような構成により、たとえば、切削インサートがホルダから取り外された場合、または切削加工が終了した場合、省電力の動作モードへ遷移することができる。

[0034] （１１）前記判定装置は、さらに、前記判定部による前記取り付け状態の判定結果に応じて、前記切削インサートの使用に関する情報である使用情報のデータベースを更新する処理を行う更新部を備える構成であってもよい。

[0035] このような構成により、たとえば、切削インサートがホルダに取り付けられたタイミングおよびホルダから外されたタイミングに基づいて、切削インサートの使用時間および切削距離等を管理することができるため、切削インサートの交換時期を適切に管理することができる。たとえば、切削加工中に切削インサートに突発的な欠損が生じる場合があることから、実際にはまだ使用可能な切削インサートであっても安全を見て早めに交換される場合があり、切削インサートの消費量およびコストが増大する。これに対して、切削インサートの交換時期を適切に管理することにより、まだ使用可能な切削インサートを交換することによる切削インサートの消費量およびコストの増大を抑制することができる。

[0036] （１２）前記データベースには、前記切削インサートの識別情報ごとの前記使用情報が格納されており、前記判定装置は、さらに、前記ホルダに取り付けられた前記切削インサートの識別情報を取得する識別情報取得部を備え、前記更新部は、前記識別情報取得部により取得された前記識別情報に対応する前記使用情報の内容を前記データベースにおいて更新する処理を行ってもよい。

[0037] このような構成により、切削インサートの識別情報に対応付けてデータベースを管理することができるため、たとえば、過去に使用した切削インサートをホルダに取り付けて再度使用する場合において、当該切削インサートの使用履歴を把握して使用時間および切削距離等を正確に管理することができる。

[0038] （１３）本開示の実施の形態に係る切削工具システムは、切削インサートが接する収容部を有するホルダと、前記ホルダの表面に取り付けられたひずみセンサと、判定装置とを備え、前記判定装置は、前記ひずみセンサの計測結果を取得し、取得した前記計測結果に基づいて、前記ホルダにおける前記

切削インサートの取り付け状態を判定する。

[0039] このように、ホルダに関する静的な変化を検知することが可能なひずみセンサの計測結果に基づいて、ホルダにおける切削インサートの取り付け状態を判定する構成により、たとえば、ホルダに切削インサートが正常に取り付けられているか否かを自動的に検知することができる。したがって、切削工具の状態をモニタ可能なシステムにおいて、切削インサートの取り付けに関する優れた機能を実現することができる。

[0040] （１４）前記ひずみセンサは、前記切削インサートが取りけられたホルダの側面視において、前記切削インサートの切刃の先端から前記収容部の幅を超える位置に取り付けられてもよい。

[0041] 切削加工時に発生する熱の影響により、ひずみセンサの温度が耐熱温度限界を超え、またはひずみセンサの取付けに使用した接着剤の温度が耐熱温度限界を超えることにより、正確なひずみの計測結果が得られない場合があるところ、このような構成により、ひずみセンサと切刃の先端との間の十分な距離を確保することができるため、切削加工時に発生する熱の影響を抑制することができる。

[0042] （１５）本開示の実施の形態に係る判定方法は、判定装置における判定方法であって、切削インサートを保持可能なホルダに取り付けられたひずみセンサの計測結果を取得するステップと、取得した前記計測結果に基づいて、前記ホルダにおける前記切削インサートの取り付け状態を判定するステップとを含む。

[0043] このように、ホルダに関する静的な変化を検知することが可能なひずみセンサの計測結果に基づいて、ホルダにおける切削インサートの取り付け状態を判定する方法により、たとえば、ホルダに切削インサートが正常に取り付けられているか否かを自動的に検知することができる。したがって、切削工具の状態をモニタ可能なシステムにおいて、切削インサートの取り付けに関する優れた機能を実現することができる。

[0044] 以下、本開示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。

[0045] ［切削工具システム］

図１は、本開示の実施の形態に係る切削工具システムの構成の一例を示す図である。

[0046] 図１を参照して、切削工具システム４０１は、切削工具１０１と、無線親機３００と、管理装置３０１とを備える。無線親機３００は、たとえば有線で管理装置３０１に接続されている。

[0047] たとえば、管理装置３０１は、無線伝送路または有線伝送路を介して図示しない工作機械と通信可能である。なお、管理装置３０１は、工作機械の一部であってもよい。

[0048] センサモジュール２０および判定装置２０１は、切削工具１０１のホルダ１０に設けられる。センサモジュール２０および判定装置２０１は、たとえば有線を介して互いに接続されている。

[0049] センサモジュール２０は、ホルダ１０に取り付けられたひずみセンサの計測結果を示す計測情報を格納したセンサパケットを生成し、生成したセンサパケットを判定装置２０１へ送信する。

[0050] 判定装置２０１は、センサモジュール２０からセンサパケットを受信すると、受信したセンサパケットから計測情報を取得し、取得した計測情報に基づいてホルダ１０における切削インサート１の取り付け状態を判定する。判定装置２０１は、判定結果を示す判定情報を格納した判定パケットを生成し、生成した判定パケットを含む無線信号を無線親機３００へ送信する。

[0051] また、判定装置２０１は、センサモジュール２０からセンサパケットを受信すると、当該センサパケットを含む無線信号を無線親機３００へ送信する。

[0052] 無線親機３００は、たとえばアクセスポイントである。無線親機３００は、判定装置２０１から受信した無線信号に含まれるセンサパケットを取得して管理装置３０１へ中継する。また、無線親機３００は、判定装置２０１か

ら受信した無線信号に含まれる判定パケットを取得して管理装置３０１へ中継する。

[0053] 管理装置３０１は、無線親機３００経由で判定装置２０１からセンサパケットを受信すると、受信したセンサパケットから計測情報を取得する。たとえば、管理装置３０１は、取得した計測情報に基づいて、切削インサート１の切刃の状態を判定し、判定結果を表示または音声によりユーザに通知する処理を行う。

[0054] また、管理装置３０１は、無線親機３００経由で判定装置２０１から判定パケットを受信すると、受信した判定パケットから判定情報を取得する。管理装置３０１は、取得した判定情報が示す判定結果を表示または音声によりユーザに通知する処理を行う。

[0055] 判定装置２０１および無線親機３００は、たとえば、ＩＥＥＥ　８０２．１５．４に準拠したＺｉｇＢｅｅ（登録商標）、ＩＥＥＥ　８０２．１５．１に準拠したＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）およびＩＥＥＥ８０２．１５．３ａに準拠したＵＷＢ（Ｕｌｔｒａ　Ｗｉｄｅ　Ｂａｎｄ）等の通信プロトコルを用いた無線による通信を行う。なお、判定装置２０１および無線親機３００の間において、上記以外の通信プロトコルが用いられてもよい。

[0056] なお、切削工具システム４０１は、１つの切削工具１０１を備える構成に限らず、複数の切削工具１０１を備える構成であってもよい。

[0057] ［管理装置］

図２は、本開示の実施の形態に係る管理装置の構成を示す図である。

[0058] 図２を参照して、管理装置３０１は、通信部３１０と、異常判定部３２０と、管理部３３０と、受付部３４０と、通知部３５０と、記憶部３６０とを備える。

[0059] 異常判定部３２０、管理部３３０、受付部３４０および通知部３５０は、たとえば、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）およびＤＳＰ（Ｄｉｇｉｔａｌ　Ｓｉｇｎａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｏｒ）等のプロセッサにより実現される。通信部３１０は、たとえば通信用ＩＣ（Ｉｎｔ

ｅｇｒａｔｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）等の通信回路により実現される。記憶部３６０は、たとえば不揮発性メモリである。

[0060] 受付部３４０は、管理装置３０１における表示部に表示された画面に応じてユーザがマウスおよびキーボード等の入力機器に対して行った操作を受け付ける。

[0061] 通信部３１０は、無線親機３００経由で判定装置２０１から判定パケットを受信すると、受信した判定パケットから判定情報を取得し、取得した判定情報を通知部３５０へ出力する。

[0062] 通知部３５０は、通信部３１０から判定情報を受けると、受けた判定情報が示す判定結果を表示または音声によりユーザに通知する処理を行う。

[0063] また、通信部３１０は、無線親機３００経由で判定装置２０１からセンサパケットを受信すると、受信したセンサパケットから計測情報を取得し、取得した計測情報を記憶部３６０に保存する。

[0064] 異常判定部３２０は、記憶部３６０における計測情報に基づいて、切削インサート１の切刃の状態を判定し、判定結果を示す判定情報を通知部３５０へ出力する。

[0065] 通知部３５０は、異常判定部３２０から判定情報を受けると、受けた判定情報が示す判定結果を表示または音声によりユーザに通知する処理を行う。

[0066] たとえば、ユーザは、切削加工の開始前において、ホルダ１０に切削インサート１を取り付けるための取り付け作業を行うと、取り付け作業を行ったこと、および当該切削インサート１のＩＤ（Ｉｄｅｎｔｉｆｉｅｒ）を管理装置３０１へ入力する操作を行う。

[0067] 受付部３４０は、ユーザの当該操作を受け付け、取り付け作業が行われたことを示す状態情報を生成して通信部３１０へ出力するとともに、当該切削インサート１のＩＤを示す識別情報を生成して通信部３１０へ出力する。

[0068] 通信部３１０は、受付部３４０から状態情報を受けると、受けた状態情報を格納した状態パケットを生成し、生成した状態パケットを無線親機３００経由で判定装置２０１へ送信する。

[0069] また、通信部３１０は、受付部３４０から識別情報を受けると、受けた識別情報を格納した識別パケットを生成し、生成した識別パケットを無線親機３００経由で判定装置２０１へ送信する。

[0070] たとえば、記憶部３６０は、切削インサート１の使用に関する情報である使用情報のデータベースである使用データベースを記憶している。当該使用データベースには、切削インサート１のＩＤごとの使用情報が格納されている。

[0071] より詳細には、記憶部３６０は、切削インサート１のＩＤと、切削インサート１の累計使用時間、切削インサート１を用いた累計切削距離、切削インサート１の残存使用可能時間、切削インサート１の残存切削可能距離、工作機械における負荷量変動値、工作機械における負荷量変動回数、および異常判定部３２０における判定結果との対応関係を示す使用データベースを記憶している。

[0072] たとえば、管理部３３０は、記憶部３６０における計測情報に基づいて、切削インサート１の使用時間および切削距離を算出し、算出した使用時間および切削距離に基づいて記憶部３６０における使用データベースを更新する。

[0073] ［切削工具］

図３は、本開示の実施の形態に係る切削工具を工作機械に取り付けた状態を示す図である。

[0074] 図３を参照して、切削工具１０１は、ホルダ１０が工作機械における刃物台５０に上下から挟まれることにより固定される。例えば、ホルダ１０は、断面が四角い角形シャンクである。切削工具１０１は、ホルダ１０の上面および下面が刃物台５０に挟まれる。

[0075] 切削工具１０１は、たとえば、回転する被削物の加工に用いられる旋削加工用の工具であり、旋盤等の工作機械に取り付けられる。

[0076] 上述したように、ホルダ１０は、切削インサート１を保持可能である。すなわち、切削工具１０１は、いわゆるスローアウェイバイトである。より詳

細には、ホルダ１０は、収容部１１と、固定用部材３Ａ，３Ｂとを含む。固定用部材３Ａ，３Ｂは、切削インサート１を保持する。たとえば、収容部１１は、ホルダ１０に形成された凹部である。

[0077] 切削インサート１は、たとえば、上面視で三角形、正方形、ひし形、および五角形等の多角形状である。切削インサート１の上面は、すくい面である。切削インサート１の角部は、切刃１Ａである。切削インサート１は、たとえば、切削インサート１の上面の中央において貫通孔が形成されている。切削インサート１は、固定用部材３Ａ，３Ｂによりホルダ１０における収容部１１に固定される。

[0078] たとえば、収容部１１は、底面と、当該底面と交差する面である側面とを有する。収容部１１の底面は、固定用部材３Ｂが載置される面である。切削インサート１は、切削インサート１および固定用部材３Ｂの少なくともいずれか一方が当該底面および当該側面の少なくともいずれか一方に接した状態で固定用部材３Ａ，３Ｂにより固定されることによって所定位置に位置決めされる。

[0079] なお、ホルダ１０は、固定用部材３Ｂを含まない構成であってもよい。この場合、切削インサート１は、固定用部材３Ａによりホルダ１０における収容部１１に固定される。また、切削インサート１は、貫通孔に挿入されたねじにより収容部１１に締付け固定されてもよい。

[0080] なお、切削工具１０１は、たとえば、固定された被削物の加工に用いられる転削加工用の工具であって、フライス盤等の工作機械に取り付けられてもよい。転削加工用の切削工具１０１におけるホルダ１０は、１または複数の切削インサート１を保持可能である。

[0081] ［センサモジュール］

図４は、本開示の実施の形態に係るセンサモジュールの構成を示す図である。

[0082] 図４を参照して、センサモジュール２０は、電源回路２１と、ひずみセンサ２２Ａ，２２Ｂと、処理部２３と、通信部２４と、記憶部２５とを含む。

以下、ひずみセンサ２２Ａ，２２Ｂの各々をひずみセンサ２２とも称する。センサモジュール２０は、たとえばユーザの操作により起動される。

[0083] 処理部２３は、たとえば、ＣＰＵおよびＤＳＰ等のプロセッサにより実現される。通信部２４は、たとえば通信用ＩＣ等の通信回路により実現される。記憶部２５は、たとえば不揮発性メモリである。

[0084] ひずみセンサ２２は、ホルダ１０に取り付けられる。たとえば、ひずみセンサ２２は、接着剤によりホルダ１０の表面に取り付けられる。たとえば、ひずみセンサ２２は、ホルダ１０の表面において、切削インサート１の近傍に取り付けられる。

[0085] たとえば、ひずみセンサ２２は、切削インサート１が取りけられたホルダ１０の側面視において、切刃１Ａの先端から収容部１１の幅を超える位置のホルダ１０の表面であって、切削インサート１の近傍に取り付けられる。すなわち、ホルダ１０の軸と平行な方向において、切削インサート１の切刃１Ａの先端とひずみセンサ２２との間の距離は、収容部１１の幅より大きい。ここで、収容部１１の幅とは、ホルダ１０の軸と平行な方向における収容部１１の長さである。また、切削インサート１の切刃１Ａの先端とひずみセンサ２２との間の距離とは、切削インサート１の切刃１Ａの先端とひずみセンサ２２の中心との間の距離を意味する。

[0086] より詳細には、切削インサート１の切刃１Ａの先端とひずみセンサ２２との間の距離は、好ましくは５ｍｍ以上であり、より好ましくは１０ｍｍ以上である。また、切削インサート１の切刃１Ａの先端とひずみセンサ２２との間の距離は、好ましくは３０ｍｍ以下であり、より好ましくは２５ｍｍ以下である。

[0087] また、たとえば、複数のひずみセンサ２２は、ホルダ１０における異なる表面にそれぞれ取り付けられる。具体的には、２つのひずみセンサ２２は、ホルダ１０の表面のうちの互いに隣接する２つの面にそれぞれ取り付けられる。一例として、ひずみセンサ２２Ａはホルダ１０の上面に取り付けられ、ひずみセンサ２２Ｂはホルダ１０の側面に取り付けられる。

[0088] なお、ホルダ１０は、角形シャンクであるとしたが、これに限定されない。ホルダ１０は、いわゆる丸型シャンクであってもよい。この場合、２つのひずみセンサ２２は、ホルダ１０の外周面に沿って、好ましくは７５°～１０５°、より好ましくは８５°～９５°、さらに好ましくは９０°離れた位置に取り付けられる。

[0089] なお、センサモジュール２０は、２つのひずみセンサ２２を備える構成に限らず、１つまたは３つ以上のひずみセンサ２２を含む構成であってもよい。また、センサモジュール２０は、ひずみセンサ２２に加えて、加速度センサ、音センサおよび温度センサ等の他のセンサを含む構成であってもよい。また、ホルダ１０におけるひずみセンサ２２の取り付け位置は、特に限定されない。ひずみセンサ２２は、本開示の効果が得られる限りにおいて、ホルダ１０の表面における如何なる位置に取り付けられてもよい。

[0090] 電源回路２１は、たとえば、１次電池、２次電池、太陽電池、またはキャパシタ等の蓄電装置を含む。電源回路２１は、ひずみセンサ２２、記憶部２５、処理部２３および通信部２４に当該蓄電装置の電力を供給する。たとえば、電源回路２１は、センサモジュール２０が起動されると、まず、記憶部２５、処理部２３および通信部２４に電力を供給する。

[0091] たとえば、通信部２４は、判定装置２０１から制御情報Ｃを受信する。当該制御情報Ｃには、動作すべきひずみセンサ２２のセンサＩＤ、当該ひずみセンサ２２が出力するアナログ信号をＡＤ（Ａｎａｌｏｇ　Ｄｉｇｉｔａｌ）変換する頻度を示すサンプリング周波数Ｆ、およびセンサパケットを送信すべき周期を示す送信周期Ｔが含まれる。通信部２４は、判定装置２０１から制御情報Ｃを受信すると、当該制御情報Ｃを処理部２３へ出力する。

[0092] 処理部２３は、通信部２４から制御情報Ｃを受けると、電源回路２１を制御することにより、当該制御情報Ｃが示すひずみセンサ２２へ電力供給を開始する。

[0093] （センサパケットの送信）

ひずみセンサ２２は、電源回路２１から電力を供給されることにより動作

する。動作を開始したひずみセンサ２２は、ひずみを計測し、計測したひずみを示すアナログ信号を処理部２３へ出力する。

[0094] 処理部２３は、ひずみセンサ２２から受けるアナログ信号を、上述の制御情報Ｃが示すサンプリング周波数Ｆに従うタイミングでＡＤ変換し、変換後のデジタル値であるひずみ値εを生成する。

[0095] より詳細には、たとえば、処理部２３は、ひずみセンサ２２Ａ，２２Ｂから受けるアナログ信号をＡＤ変換することによりひずみ値εａ，εｂをそれぞれ生成する。ひずみ値εａはホルダ１０の上面におけるひずみの計測結果を示し、ひずみ値εｂはホルダ１０の側面におけるひずみの計測結果を示す。

[0096] 処理部２３は、ひずみ値εａ，εｂを生成すると、当該ひずみ値εａ，εｂおよび計測時刻ｔｓを含む計測情報Ｓを生成して記憶部２５に保存する。

[0097] 処理部２３は、上述の制御情報Ｃが示す送信周期Ｔに従う送信タイミングにおいて、１または複数の計測情報Ｓを記憶部２５から取得し、取得した計測情報Ｓが格納されたセンサパケットを通信部２４へ出力する。

[0098] 通信部２４は、処理部２３から受けたセンサパケットを判定装置２０１へ送信する。

[0099] ［判定装置］

図５は、本開示の実施の形態に係る判定装置の構成を示す図である。

[0100] 図５を参照して、判定装置２０１は、通信部２１０と、第１の取得部２３１と、状態情報取得部２３２と、識別情報取得部２３３と、決定部２４０と、判定部２５０と、制御部２６０と、通知部２７０と、更新部２８０と、記憶部２９０とを備える。

[0101] 第１の取得部２３１、状態情報取得部２３２、識別情報取得部２３３、決定部２４０、判定部２５０、制御部２６０、通知部２７０および更新部２８０は、たとえば、ＣＰＵおよびＤＳＰ等のプロセッサにより実現される。通信部２１０は、たとえば通信用ＩＣ等の通信回路により実現される。記憶部２９０は、たとえば不揮発性メモリである。判定装置２０１は、たとえばユ

ーザの操作により起動される。

[0102] 通信部２１０は、ひずみセンサ２２の計測結果を他の装置たとえば管理装置３０１へ送信する。より詳細には、通信部２１０は、後述する加工期間Ｔｐにおいて、センサモジュール２０からセンサパケットを受信すると、受信したセンサパケットを無線親機３００経由で管理装置３０１へ送信する。

[0103] 第１の取得部２３１は、たとえば切削加工の開始前に、加工条件に関する情報である切削情報を取得する。

[0104] より詳細には、第１の取得部２３１は、切削情報として、切削加工に用いられるホルダ１０の名称、切削加工に用いられる切削インサート１の名称、切削加工される被削物の名称、および切削条件を示す情報を含む切削パラメータ情報を取得する。たとえば、第１の取得部２３１は、切削条件を示す情報として、ＮＣ（Ｎｕｍｅｒｉｃａｌ Ｃｏｎｔｒｏｌ）プログラムおよびＣＡＭ（Ｃｏｍｐｕｔｅｒ Ａｉｄｅｄ Ｍａｎｕｆａｃｔｕｒｉｎｇ）データ等を取得する。

[0105] たとえば通信部２１０は、工作機械における図示しない制御部から無線伝送路経由で上述のような切削パラメータ情報を受信し、受信した切削パラメータ情報を第１の取得部２３１へ出力する。

[0106] 第１の取得部２３１は、通信部２１０から切削パラメータ情報を受けると、受けた切削パラメータ情報を記憶部２９０に保存する。

[0107] なお、第１の取得部２３１は、通信部２１０経由で工作機械から切削パラメータ情報を受信する構成に限定されない。たとえば、第１の取得部２３１は、通信部２１０経由で管理装置３０１における図示しない制御部から切削パラメータ情報を受信する構成であってもよい。

[0108] また、たとえば、第１の取得部２３１は、切削パラメータ情報を記憶する図示しないデータベースから切削パラメータ情報を取得する構成であってもよい。当該データベースは、工作機械、管理装置３０１、判定装置２０１または他の装置に設けられる。たとえば、第１の取得部２３１は、当該データベースが工作機械以外の装置に設けられる場合、工作機械から新たな切削パ

ラメータ情報を取得すると、取得した切削パラメータ情報を当該データベースに蓄積する。

[0109] また、たとえば、第１の取得部２３１は、ユーザによる切削パラメータ情報の入力操作を受け付ける図示しない入力装置から切削パラメータ情報を受信する構成であってもよい。当該入力装置は、工作機械、管理装置３０１、判定装置２０１または他の装置に設けられてもよいし、単体の装置すなわち専用装置であってもよい。

[0110] 状態情報取得部２３２は、切削加工の開始前において、ホルダ１０に切削インサート１を取り付けるための作業が行われたことを示す状態情報を取得する。

[0111] より詳細には、通信部２１０は、無線親機３００経由で管理装置３０１から状態パケットを受信すると、受信した状態パケットから状態情報を取得し、取得した状態情報を状態情報取得部２３２へ出力する。

[0112] 状態情報取得部２３２は、通信部２１０から状態情報を受けると、受けた状態情報を記憶部２９０に保存する。

[0113] 識別情報取得部２３３は、ホルダ１０に取り付けられた切削インサート１の識別情報を取得する。

[0114] より詳細には、通信部２１０は、無線親機３００経由で管理装置３０１から識別パケットを受信すると、受信した識別パケットから識別情報を取得し、取得した識別情報を識別情報取得部２３３へ出力する。

[0115] 識別情報取得部２３３は、通信部２１０から識別情報を受けると、受けた識別情報を記憶部２９０に保存する。

[0116] ［計測結果の取得］

第１の取得部２３１は、ひずみセンサ２２の計測結果を取得する。

[0117] より詳細には、通信部２１０は、センサモジュール２０から受信したセンサパケットから計測情報Ｓを取得し、取得した計測情報Ｓを第１の取得部２３１へ出力する。

[0118] 第１の取得部２３１は、通信部２１０から計測情報Ｓを受けると、受けた

計測情報Ｓを記憶部２９０に保存する。

[0119] たとえば、制御部２６０は、判定部２５０によりホルダ１０に切削インサート１が取り付けられたと判定される前において、センサモジュール２０におけるひずみセンサ２２のうちの一部のひずみセンサ２２を選択的に動作させる。

[0120] より詳細には、制御部２６０は、判定装置２０１が起動されると、たとえば、動作すべきひずみセンサ２２であるひずみセンサ２２Ａのセンサ ＩＤ、ひずみセンサ２２Ａが出力するアナログ信号をＡＤ変換する頻度を示すサンプリング周波数Ｆ１、およびセンサパケットを送信すべき周期を示す送信周期Ｔ１を含む制御情報Ｃ１を生成し、生成した制御情報Ｃ１を通信部２１０へ出力する。

[0121] 通信部２１０は、制御部２６０から制御情報Ｃ１を受けると、受けた制御情報Ｃ１をセンサモジュール２０へ送信する。

[0122] 通信部２１０は、当該制御情報Ｃ１をセンサモジュール２０へ送信した後、センサモジュール２０から送信周期Ｔ１に従う送信タイミングにおいて送信されるセンサパケットを受信し、受信したセンサパケットから、サンプリング周波数Ｆ１のＡＤ変換により生成されたひずみ値εａを含む計測情報Ｓ１を取得し、取得した計測情報Ｓ１を第１の取得部２３１へ出力する。

[0123] 第１の取得部２３１は、計測情報Ｓ１を通信部２１０から受けて、受けた計測情報Ｓ１を記憶部２９０に保存する。

[0124] また、通信部２１０は、受信したセンサパケットを無線親機３００経由で管理装置３０１へ送信する。

[0125] ［取り付け状態の判定］

判定部２５０は、第１の取得部２３１により取得された計測結果に基づいて、ホルダ１０における切削インサート１の取り付け状態を判定する。

[0126] より詳細には、判定部２５０は、記憶部２９０から計測情報Ｓを取得し、取得した計測情報Ｓに基づいて上記取り付け状態を判定する。たとえば、判定部２５０は、計測情報Ｓに基づいて、ホルダ１０に切削インサート１が取

り付けられているか否かを判定する。ここで、ホルダ１０に切削インサート１が取り付けられていない状態とは、ホルダ１０における固定用部材３Ａ，３Ｂの間に切削インサート１が存在しない状態、および固定用部材３Ａ，３Ｂの間に切削インサート１が存在し、かつ切削インサート１が正常に取り付けられていない状態を含む。

[0127] 判定部２５０は、第１の取得部２３１により記憶部２９０に計測情報Ｓが保存されるたびに、当該計測情報Ｓを記憶部２９０から取得し、取得した計測情報Ｓに基づいて上記取り付け状態を判定する。そして、判定部２５０は、判定結果を制御部２６０、通知部２７０および更新部２８０へ通知する。

[0128] 通知部２７０は、判定部２５０から判定情報を受けると、受けた判定情報を通信部２１０へ出力する。

[0129] 通信部２１０は、通知部２７０から判定情報を受けると、受けた判定情報を格納した判定パケットを生成し、生成した判定パケットを無線親機３００経由で管理装置３０１へ送信する。

[0130] （切削加工の開始前における取り付け状態の判定）

判定部２５０は、切削インサート１を用いた切削加工の開始前におけるひずみセンサ２２の計測結果に基づいて、切削インサート１の取り付け状態を判定する。たとえば、判定部２５０は、切削加工の開始前において、ホルダ１０に切削インサート１が取り付けられたか否かを判定する。

[0131] たとえば、判定部２５０は、予め、記憶部２９０における切削情報に基づいて、切削工具１０１を用いた切削加工が行われる期間である加工期間Ｔｐを推定する。

[0132] 判定部２５０は、当該加工期間Ｔｐより前の計測時刻ｔｓを含む計測情報Ｓ１を記憶部２９０から取得すると、取得した計測情報Ｓ１に基づいて、ホルダ１０に切削インサート１が取り付けられたか否かを判定する。

[0133] たとえば、記憶部２９０は、ホルダ１０に切削インサート１が取り付けられる前の状態における、計測情報Ｓ１が示すひずみ値εａに関する上限しきい値ＵＬ１および下限しきい値ＬＬ１を記憶している。

[0134] 判定部２５０は、ひずみ値εａと、記憶部２９０における上限しきい値ＵＬ１および下限しきい値ＬＬ１との比較結果に基づいて、ホルダ１０に切削インサート１が取り付けられたか否かを判定する。

[0135] 具体的には、判定部２５０は、ひずみ値εａが上限しきい値ＵＬ１以下かつ下限しきい値ＬＬ１以上である場合、ホルダ１０に切削インサート１が取り付けられていないと判定する。

[0136] 一方、判定部２５０は、ひずみ値εａが上限しきい値ＵＬ１以上または下限しきい値ＬＬ１以下である場合、ホルダ１０に切削インサート１が取り付けられたと判定する。

[0137] 判定部２５０は、切削インサート１の取り付け状態を判定すると、判定結果を示す判定情報を制御部２６０、通知部２７０および更新部２８０へ出力する。

[0138] （変更処理１）

たとえば、制御部２６０は、判定部２５０によりホルダ１０に切削インサート１が取り付けられたと判定された場合、ひずみセンサ２２の計測動作の内容を変更する変更処理を行う。また、たとえば、判定部２５０によりホルダ１０に切削インサート１が取り付けられたと判定された場合、通信部２１０による送信動作の内容を変更する変更処理を行う。

[0139] より詳細には、制御部２６０は、判定部２５０からホルダ１０に切削インサート１が取り付けられた旨の判定結果を示す判定情報を受けると、センサモジュール２０において既に動作しているひずみセンサ２２Ａに加えて、ひずみセンサ２２Ｂを動作させる。また、制御部２６０は、センサモジュール２０における処理部２３がひずみセンサ２２Ａからのアナログ信号をＡＤ変換する頻度を、サンプリング周波数Ｆ１からサンプリング周波数Ｆ２に変更する。また、制御部２６０は、センサモジュール２０から判定装置２０１へのセンサパケットの送信周期を送信周期Ｔ１から送信周期Ｔ２に変更することにより、判定装置２０１における通信部２１０から管理装置３０１へのセンサパケットの送信周期を変更する。

[0140] 具体的には、制御部２６０は、ひずみセンサ２２Ａ，２２Ｂの各センサＩＤ、各ひずみセンサ２２が出力するアナログ信号をＡＤ変換する頻度を示すサンプリング周波数Ｆ２、およびセンサパケットを送信すべき周期を示す送信周期Ｔ２を含む制御情報Ｃ２を生成し、生成した制御情報Ｃ２を通信部２１０へ出力する。上記サンプリング周波数Ｆ１は上記サンプリング周波数Ｆ２よりも小さく、上記送信周期Ｔ１は上記送信周期Ｔ２よりも長い。そのため、判定部２５０によりホルダ１０に切削インサート１が取り付けられたと判定される前の消費電力は、判定部２５０によりホルダ１０に切削インサート１が取り付けられたと判定された後の消費電力よりも小さい。

[0141] 通信部２１０は、制御部２６０から制御情報Ｃ２を受けると、受けた制御情報Ｃ２をセンサモジュール２０へ送信する。

[0142] 通信部２１０は、当該制御情報Ｃ２をセンサモジュール２０へ送信した後、センサモジュール２０から送信周期Ｔ２に従う送信タイミングにおいて送信されるセンサパケットを受信し、受信したセンサパケットから、サンプリング周波数Ｆ２のＡＤ変換により生成されたひずみ値εａ，εｂを含む計測情報Ｓ２を取得し、取得した計測情報Ｓ２を第１の取得部２３１へ出力する。

[0143] 第１の取得部２３１は、計測情報Ｓ２を通信部２１０から受けて、受けた計測情報Ｓ２を記憶部２９０に保存する。

[0144] また、通信部２１０は、受信したセンサパケットを無線親機３００経由で管理装置３０１へ送信する。

[0145] （基準値の決定例１）

たとえば、決定部２４０は、切削加工の開始前において、判定部２５０によりホルダ１０に切削インサート１が取り付けられたと判定されたときに用いられた計測結果に基づいて、ひずみセンサ２２の計測結果に関する基準値を決定する。

[0146] より詳細には、決定部２４０は、切削加工の開始前において、第１の取得部２３１により記憶部２９０に保存された１または複数の計測情報Ｓ２に基

づいて、当該基準値を決定する。

[0147] たとえば、決定部２４０は、記憶部２９０から複数の計測情報Ｓ２を取得し、取得した各計測情報Ｓ２が示すひずみ値εａの平均値を基準値Ｓｔａとして算出し、当該各計測情報Ｓ２が示すひずみ値εｂの平均値を基準値Ｓｔｂとして算出する。

[0148] 決定部２４０は、算出した基準値Ｓｔａ，Ｓｔｂを記憶部２９０に保存する。

[0149] （基準値の決定例２）

あるいは、決定部２４０は、状態情報取得部２３２により状態情報が取得された後の計測結果に基づいて、計測結果に関する基準値を決定する。

[0150] より詳細には、決定部２４０は、切削加工の開始前において、状態情報取得部２３２により記憶部２９０に状態情報が保存されると、第１の取得部２３１により記憶部２９０に保存された１または複数の計測情報Ｓ２に基づいて、当該基準値を決定する。

[0151] たとえば、決定部２４０は、記憶部２９０から複数の計測情報Ｓ２を取得し、取得した各計測情報Ｓ２が示すひずみ値εａの平均値を基準値Ｓｔａとして算出し、当該各計測情報Ｓ２が示すひずみ値εｂの平均値を基準値Ｓｔｂとして算出し、算出した基準値Ｓｔａ，Ｓｔｂを記憶部２９０に保存する。

[0152] （切削加工の開始後における取り付け状態の判定）

判定部２５０は、切削インサート１を用いた切削加工の開始後におけるひずみセンサ２２の計測結果に基づいて、切削インサート１の取り付け状態を判定する。

[0153] より詳細には、判定部２５０は、加工期間Ｔｐの開始後の計測時刻ｔｓを含む計測情報Ｓ２を記憶部２９０から取得すると、取得した計測情報Ｓ２が示すひずみ値εａ，εｂに基づいて、ホルダ１０に切削インサート１が取り付けられているか否かを判定する。

[0154] 図６は、本開示の実施の形態に係る判定装置における取得部により取得さ

れた計測情報が示すひずみ値の時間変化を示す図である。図６は、切削加工中における計測情報Ｓ２が示すひずみ値εａの時間変化を示している。図６において、横軸は時間であり、縦軸はひずみ［με］である。

[0155] 図６を参照して、ひずみ値εａは、約４３７．５μεから約４４５μεの間の値である。ひずみ値εａは、ホルダ１０にひずみセンサ２２Ａを設置する際に付与されるひずみεａｘを含む値である。同様に、ひずみ値εｂは、ホルダ１０にひずみセンサ２２Ｂを設置する際に付与されるひずみεｂｘを含む値である。当該ひずみεａｘは、ひずみセンサ２２Ａの設置状態に応じてばらつく値であり、当該ひずみεｂｘは、ひずみセンサ２２Ｂの設置状態に応じてばらつく値である。したがって、共通のしきい値とひずみ値εａ，εｂとの比較結果に基づいて取り付け状態を正確に判定することは容易ではない。

[0156] また、たとえば、ひずみ値εａは、固定用部材３Ａ，３Ｂによる切削インサート１の締め付け等の取り付け状態が一定に保たれている場合においても、切削インサート１が被削物を切削することにより変化する場合がある。ひずみ値εｂもまた、切削インサート１の取り付け状態が一定に保たれている場合においても、切削インサート１が被削物を切削することにより変化する場合がある。したがって、切削インサート１が被削物を切削する期間と被削物を切削しない期間とを含む加工期間Ｔｐにおいて、ひずみ値εａ，εｂに基づいて取り付け状態を正確に判定することは容易ではない。

[0157] そこで、たとえば、判定部２５０は、決定部２４０により決定された基準値Ｓｔａ，Ｓｔｂおよび切削加工の開始後における計測結果に基づいて、切削インサート１の取り付け状態を判定する。

[0158] また、たとえば、判定部２５０は、切削加工の開始後における計測結果に基づいて、切削加工の開始後において切削インサート１の切刃１Ａが被削物に接触していない期間である非切削期間Ｔｎを判定し、非切削期間Ｔｎにおける計測結果に基づいて、切削インサート１の取り付け状態を判定する。

[0159] より詳細には、判定部２５０は、計測情報Ｓ２および記憶部２９０におけ

る基準値Ｓｔａ，Ｓｔｂに基づいて、切削インサート１の取り付け状態の判定に用いる調整ひずみ値を算出する。

[0160] 具体的には、判定部２５０は、計測情報Ｓ２が示すひずみ値εａと記憶部２９０における基準値Ｓｔａとの差分を調整ひずみ値εａｓとして算出し、計測情報Ｓ２が示すひずみ値εｂと記憶部２９０における基準値Ｓｔｂとの差分を調整ひずみ値εｂｓとして算出する。

[0161] 図７は、本開示の実施の形態に係る判定装置における判定部により算出された調整ひずみ値の時間変化を示す図である。図７は、調整ひずみ値εａｓの時間変化を示している。図７において、横軸は時間であり、縦軸はひずみ［με］である。

[0162] 図７を参照して、判定部２５０により算出される調整ひずみ値εａｓは、基準値Ｓｔａすなわち切削加工の開始前のひずみ値εａを基準とする値であり、ホルダ１０におけるひずみセンサ２２Ａの設置状態に応じたひずみεａｘが排除された値である。

[0163] たとえば、記憶部２９０は、調整ひずみ値εａｓに関する上限しきい値ＣＵａおよび下限しきい値ＣＬａを記憶している。

[0164] 判定部２５０は、算出した調整ひずみ値εａｓと、記憶部２９０における上限しきい値ＣＵａおよび下限しきい値ＣＬａとの比較結果に基づいて、調整ひずみ値εａｓの算出に用いたひずみ値εａの計測時刻ｔｓが、切削インサート１の切刃１Ａが被削物に接触している期間である切削期間Ｔｃおよび非切削期間Ｔｎのいずれの期間内の時刻であるかを判定する。

[0165] 具体的には、判定部２５０は、調整ひずみ値εａｓが上限しきい値ＣＵａ以上または下限しきい値ＣＬａ以下である場合、計測時刻ｔｓは切削期間Ｔｃ内の時刻であると判定し、算出した調整ひずみ値εａｓ，εｂｓを破棄する。

[0166] 一方、判定部２５０は、調整ひずみ値εａｓが上限しきい値ＣＵａ以下かつ下限しきい値ＣＬａ以上である場合、計測時刻ｔｓは非切削期間Ｔｎ内の時刻であると判定し、算出した調整ひずみ値εａｓ，εｂｓを計測時刻ｔｓ

に対応付けて記憶部２９０に保存する。

[0167] たとえば、判定部２５０は、加工期間Ｔｐにおいて第１の取得部２３１により計測情報Ｓ２が記憶部２９０に保存されるたびに、当該計測情報Ｓ２を取得して調整ひずみ値εａｓ，εｂｓを算出し、対応の計測時刻ｔｓが切削期間Ｔｃおよび非切削期間Ｔｎのいずれの期間内の時刻であるかを判定する。

[0168] そして、判定部２５０は、記憶部２９０に保存した調整ひずみ値εａｓ，εｂｓに基づいて、取り付け状態を判定する。

[0169] たとえば、判定部２５０は、記憶部２９０における調整ひずみ値εａｓ，εｂｓに基づいて、調整ひずみ値εａｓの移動平均である平均調整ひずみ値Ａεａｓと、調整ひずみ値εｂｓの移動平均である平均調整ひずみ値Ａεｂｓとを算出する。

[0170] たとえば、記憶部２９０は、平均調整ひずみ値Ａεａｓに関する判定上限しきい値ＴｈＵａおよび判定下限しきい値ＴｈＬａと、平均調整ひずみ値Ａεｂｓに関する判定上限しきい値ＴｈＵｂおよび判定下限しきい値ＴｈＬｂとを記憶している。

[0171] たとえば、判定上限しきい値ＴｈＵａ、判定下限しきい値ＴｈＬａ、判定上限しきい値ＴｈＵｂおよび判定下限しきい値ＴｈＬｂは、予め、切削インサート１ごとに、ホルダ１０ごとに、または切削条件ごとに設定される。たとえば、ユーザは、予め、切削インサート１に取り付け不良が発生している状態を再現し、判定部２５０により算出される平均調整ひずみ値Ａεａｓ，Ａεｂｓに基づいて、判定上限しきい値ＴｈＵａ、判定下限しきい値ＴｈＬａ、判定上限しきい値ＴｈＵｂおよび判定下限しきい値ＴｈＬｂを設定して記憶部２９０に登録する。

[0172] 判定部２５０は、平均調整ひずみ値Ａεａｓ，Ａεｂｓを算出すると、平均調整ひずみ値Ａεａｓと、記憶部２９０における判定上限しきい値ＴｈＵａおよび判定下限しきい値ＴｈＬａとを比較し、また、平均調整ひずみ値Ａεｂｓと、記憶部２９０における判定上限しきい値ＴｈＵｂおよび判定下限

しきい値ＴｈＬｂとを比較し、各比較結果に基づいて取り付け状態を判定する。

[0173] 図８は、本開示の実施の形態に係る判定装置における判定部により算出された平均調整ひずみ値を示す図である。図８は、非切削期間Ｔｎにおける計測情報Ｓ２に基づいて算出された複数の平均調整ひずみ値Ａεａｓ，Ａεｂｓの組を示している。図８において、横軸は平均調整ひずみ値Ａεｂｓが示すひずみ［με］であり、縦軸は平均調整ひずみ値Ａεａｓが示すひずみ［με］である。

[0174] 図８を参照して、判定部２５０は、平均調整ひずみ値Ａεａｓが判定上限しきい値ＴｈＵａ以下かつ判定下限しきい値ＴｈＬａ以上であり、かつ平均調整ひずみ値Ａεｂｓが判定上限しきい値ＴｈＵｂ以下かつ判定下限しきい値ＴｈＬｂ以上である場合、ホルダ１０に切削インサート１が取り付けられていると判定する。

[0175] 一方、判定部２５０は、平均調整ひずみ値Ａεａｓが判定上限しきい値ＴｈＵａより大きい場合、平均調整ひずみ値Ａεａｓが判定下限しきい値ＴｈＬａ未満である場合、平均調整ひずみ値Ａεｂｓが判定上限しきい値ＴｈＵｂより大きい場合、または平均調整ひずみ値Ａεｂｓが判定下限しきい値ＴｈＬｂ未満である場合、ホルダ１０に切削インサート１が取り付けられていないと判定する。

[0176] 判定部２５０は、切削インサート１の取り付け状態を判定すると、判定結果を示す判定情報を制御部２６０、通知部２７０および更新部２８０へ出力する。

[0177] また、たとえば、判定部２５０は、ひずみセンサ２２の計測結果が所定条件を満たした場合、切削加工が終了したと判定する。より詳細には、判定部２５０は、所定長のある期間において、計測情報Ｓ２が示すひずみ値εａ，εｂの単位時間あたりの変化量が所定値未満である場合、切削加工が終了したと判定する。

[0178] 判定部２５０は、切削加工が終了したと判定すると、終了情報を制御部２

６０へ出力する。

[0179] （変更処理２）

たとえば、制御部２６０は、変更処理を行った後の状態において、判定部２５０により切削インサート１がホルダ１０に取り付けられていないと判定された場合、またはひずみセンサ２２の計測結果が所定条件を満たした場合、変更処理を行う前の状態に戻す。

[0180] より詳細には、制御部２６０は、判定部２５０からホルダ１０に切削インサート１が取り付けられていない旨の判定結果を示す判定情報または終了情報を受けると、センサモジュール２０におけるひずみセンサ２２Ｂを停止させる。また、制御部２６０は、センサモジュール２０における処理部２３がひずみセンサ２２Ａからのアナログ信号をＡＤ変換する頻度を、サンプリング周波数Ｆ２からサンプリング周波数Ｆ１に変更する。また、制御部２６０は、センサモジュール２０から判定装置２０１へのセンサパケットの送信周期を送信周期Ｔ２から送信周期Ｔ１に変更することにより、判定装置２０１における通信部２１０から管理装置３０１へのセンサパケットの送信周期を変更する。

[0181] 具体的には、制御部２６０は、ひずみセンサ２２ＡのセンサＩＤ、ひずみセンサ２２Ａが出力するアナログ信号をＡＤ変換する頻度を示すサンプリング周波数Ｆ１、およびセンサパケットを送信すべき周期を示す送信周期Ｔ１を含む制御情報Ｃ１を生成し、生成した制御情報Ｃ１を通信部２１０へ出力する。

[0182] 通信部２１０は、制御部２６０から制御情報Ｃ１を受けると、受けた制御情報Ｃ１をセンサモジュール２０へ送信する。

[0183] 通信部２１０は、当該制御情報Ｃ１をセンサモジュール２０へ送信した後、センサモジュール２０から送信周期Ｔ１に従う送信タイミングにおいて送信されるセンサパケットを受信し、受信したセンサパケットから、サンプリング周波数Ｆ１のＡＤ変換により生成されたひずみ値εａを含む計測情報Ｓ１を取得し、取得した計測情報Ｓ１を第１の取得部２３１へ出力する。

[0184] 第１の取得部２３１は、計測情報Ｓ１を通信部２１０から受けて、受けた計測情報Ｓ１を記憶部２９０に保存する。

[0185] また、通信部２１０は、受信したセンサパケットを無線親機３００経由で管理装置３０１へ送信する。

[0186] （更新処理）

更新部２８０は、判定部２５０による取り付け状態の判定結果に応じて、切削インサート１の使用に関する情報である使用情報のデータベースを更新する処理を行う。たとえば、更新部２８０は、識別情報取得部２３３により取得された識別情報に対応する使用情報の内容をデータベースにおいて更新する処理を行う。

[0187] より詳細には、更新部２８０は、切削加工の開始後、判定部２５０からホルダ１０に切削インサート１が取り付けられていない旨の判定結果を示す判定情報を受けると、記憶部２９０から識別情報を取得し、当該識別情報が示すＩＤを有する切削インサート１がホルダ１０から取り外されたことを示す取外し情報を生成する。更新部２８０は、生成した取外し情報を通信部２１０へ出力する。

[0188] 通信部２１０は、更新部２８０から受けた取外し情報を判定パケットに含めて無線親機３００経由で管理装置３０１へ送信する。

[0189] 再び図２を参照して、管理装置３０１における管理部３３０は、無線親機３００および通信部３１０経由で判定装置２０１から取外し情報を受けると、記憶部３６０における計測情報に基づいて、受けた取外し情報が示す切削インサート１の使用時間および切削距離を算出し、算出した使用時間および切削距離に基づいて記憶部３６０における使用データベースを更新する。

[0190] ［管理装置における判定処理］

管理装置３０１における通信部３１０は、無線親機３００経由で判定装置２０１からセンサパケットを受信すると、受信したセンサパケットから計測情報Ｓ２を取得し、取得した計測情報Ｓ２を記憶部３６０に保存する。

[0191] 異常判定部３２０は、記憶部３６０における計測情報Ｓ２に基づいて、切

削インサート１の切刃１Ａの状態を判定する。

[0192] たとえば、異常判定部３２０は、判定装置２０１における判定部２５０と同様に、調整ひずみ値εａｓ，εｂｓを算出し、対応の計測時刻ｔｓが切削期間Ｔｃおよび非切削期間Ｔｎのいずれの期間内の時刻であるかを判定する。

[0193] 異常判定部３２０は、計測時刻ｔｓが非切削期間Ｔｎ内の時刻であると判定すると、算出した調整ひずみ値εａｓ，εｂｓを破棄する。

[0194] 一方、異常判定部３２０は、計測時刻ｔｓが切削期間Ｔｃ内の時刻であると判定すると、算出した調整ひずみ値εａｓ，εｂｓを計測時刻ｔｓに対応付けて記憶部３６０に保存する。

[0195] たとえば、異常判定部３２０は、通信部３１０により計測情報Ｓ２が記憶部３６０に保存されるたびに、当該計測情報Ｓ２を取得して調整ひずみ値εａｓ，εｂｓを算出し、対応の計測時刻ｔｓが切削期間Ｔｃおよび非切削期間Ｔｎのいずれの期間内の時刻であるかを判定する。

[0196] そして、異常判定部３２０は、記憶部３６０に保存した調整ひずみ値εａｓ，εｂｓに基づいて、切削インサート１の切刃１Ａの状態を判定する。

[0197] 図９は、本開示の実施の形態に係る管理装置における異常判定部により算出された平均調整ひずみ値を示す図である。図９は、切削期間Ｔｃにおける計測情報Ｓ２に基づいて算出された複数の平均調整ひずみ値Ａεａｓ，Ａεｂｓの組を示している。図９において、横軸は平均調整ひずみ値Ａεｂｓが示すひずみ［με］であり、縦軸は平均調整ひずみ値Ａεａｓが示すひずみ［με］である。

[0198] 図９を参照して、異常判定部３２０は、平均調整ひずみ値Ａεａｓが第２上限しきい値ＴｈＵａ２以下かつ第２下限しきい値ＴｈＬａ２以上であり、かつ平均調整ひずみ値Ａεｂｓが第２上限しきい値ＴｈＵｂ２以下かつ第２下限しきい値ＴｈＬｂ２以上である場合、切削インサート１の切刃１Ａが正常であると判定する。一方、異常判定部３２０は、平均調整ひずみ値Ａεａｓが第２上限しきい値ＴｈＵａ２より大きい場合、平均調整ひずみ値Ａεａ

ｓが第２下限しきい値ＴｈＬａ２未満である場合、平均調整ひずみ値Ａεｂｓが第２上限しきい値ＴｈＵｂ２より大きい場合、または平均調整ひずみ値Ａεｂｓが第２下限しきい値ＴｈＬｂ２未満である場合、切削インサート１の切刃１Ａが異常であると判定する。図９に示す例では、第２上限しきい値ＴｈＵａ２が４［με］であり、第２下限しきい値ＴｈＬａ２が３．７［με］であり、第２上限しきい値ＴｈＵｂ２が１［με］であり、第２下限しきい値ＴｈＬｂ２が０．７［με］である。

[0199] あるいは、異常判定部３２０は、計測情報が示すひずみ値の、相加平均、相乗平均、刈込平均、分散、標準偏差、歪度、尖度、中央値、最大値、最小値、共分散、相関係数、偏相関係数、因子負荷量、および主成分得点のうちの少なくともいずれか１つの指標値を算出する。異常判定部３２０は、この中でも、相加平均、相乗平均、刈込平均、分散、および標準偏差のうちの少なくともいずれか１つの指標値を算出することが好ましい。また、たとえば、異常判定部３２０は、算出した指標値に対して、ノイズ処理、ＦＦＴ（Ｆａｓｔ　Ｆｏｕｒｉｅｒ　Ｔｒａｎｓｆｏｒｍ）処理、ベクトル変換および次元圧縮等の前処理を行う。たとえば、異常判定部３２０は、前処理後の当該指標値と、所定のしきい値との比較結果に基づいて、切削インサート１の切刃１Ａの状態を判定する。

[0200] 異常判定部３２０は、切削インサート１の切刃１Ａの状態を判定すると、判定結果を示す異常判定情報を通知部３５０へ出力する。また、異常判定部３２０は、切刃１Ａに異常が発生したと判定すると、判定結果を記憶部２９０に記録する。

[0201] 通知部３５０は、異常判定部３２０から異常判定情報を受けると、受けた異常判定情報が示す判定結果を表示または音声によりユーザに通知する処理を行う。

[0202] ［動作の流れ］

本開示の実施の形態に係る切削工具システムにおける各装置は、メモリを含むコンピュータを備え、当該コンピュータにおけるＣＰＵ等の演算処理部

は、以下のフローチャートおよびシーケンスの各ステップの一部または全部を含むプログラムを当該メモリから読み出して実行する。これら複数の装置のプログラムは、それぞれ、外部からインストールすることができる。これら複数の装置のプログラムは、それぞれ、記録媒体に格納された状態で流通する。

[0203] 図１０は、本開示の実施の形態に係る判定装置が切削加工の開始前における取り付け状態の判定を行う際の動作手順の一例を定めたフローチャートである。

[0204] 図１０を参照して、まず、判定装置２０１は、たとえば切削加工の開始前に、切削情報を取得し、取得した切削情報に基づいて加工期間Ｔｐを推定する（ステップＳ１０２）。

[0205] 次に、判定装置２０１は、センサ２２Ａのセンサ ＩＤ、ひずみセンサ２２Ａが出力するアナログ信号をＡＤ変換する頻度を示すサンプリング周波数Ｆ１、およびセンサパケットを送信すべき周期を示す送信周期Ｔ１を含む制御情報Ｃ１をセンサモジュール２０へ送信する（ステップＳ１０４）。

[0206] 次に、判定装置２０１は、センサモジュール２０から送信周期Ｔ１に従う送信タイミングにおいて送信されるセンサパケットを待ち受け（ステップＳ１０６でＮＯ）、センサパケットを受信すると（ステップＳ１０６でＹＥＳ）、受信したセンサパケットから計測情報Ｓ１を取得する（ステップＳ１０８）。

[0207] 次に、判定装置２０１は、計測情報Ｓ１に基づいて、ホルダ１０における切削インサート１の取り付け状態を判定する。より詳細には、判定装置２０１は、加工期間Ｔｐより前の計測時刻ｔｓを含む計測情報Ｓ１が示すひずみ値εａと、上限しきい値ＵＬ１および下限しきい値ＬＬ１とを比較する（ステップＳ１１０）。

[0208] 次に、判定装置２０１は、ひずみ値εａが上限しきい値ＵＬ１以下かつ下限しきい値ＬＬ１以上である場合（ステップＳ１１２でＮＯ）、ホルダ１０に切削インサート１が取り付けられていないと判定する（ステップＳ１１４

）。

[0209] 次に、判定装置２０１は、判定結果を示す判定情報を格納した判定パケットを管理装置３０１へ送信する（ステップＳ１１６）。

[0210] 次に、判定装置２０１は、センサモジュール２０からの新たなセンサパケットを待ち受ける（ステップＳ１０６でＮＯ）。

[0211] 一方、判定装置２０１は、ひずみ値εａが上限しきい値ＵＬ１以上または下限しきい値ＬＬ１以下である場合（ステップＳ１１２でＹＥＳ）、ホルダ１０に切削インサート１が取り付けられたと判定する（ステップＳ１１８）。

[0212] 次に、判定装置２０１は、判定結果を示す判定情報を格納した判定パケットを管理装置３０１へ送信する（ステップＳ１２０）。

[0213] 次に、判定装置２０１は、ひずみセンサ２２Ａ，２２Ｂの各センサＩＤ、各ひずみセンサ２２が出力するアナログ信号をＡＤ変換する頻度を示すサンプリング周波数Ｆ２、およびセンサパケットを送信すべき周期を示す送信周期Ｔ２を含む制御情報Ｃ２をセンサモジュール２０へ送信する（ステップＳ１２２）。

[0214] 次に、判定装置２０１は、センサモジュール２０から送信周期Ｔ２に従う送信タイミングにおいて送信されるセンサパケットを受信し、複数のセンサパケットにおける各計測情報Ｓ２が示すひずみ値εａの平均値を基準値Ｓｔａとして算出し、当該各計測情報Ｓ２が示すひずみ値εｂの平均値を基準値Ｓｔｂとして算出する（ステップＳ１２４）。

[0215] 次に、判定装置２０１は、算出した基準値Ｓｔａ，Ｓｔｂを記憶部２９０に保存する（ステップＳ１２６）。

[0216] 図１１は、本開示の実施の形態に係る判定装置が切削加工の開始後における取り付け状態の判定を行う際の動作手順の一例を定めたフローチャートである。

[0217] 図１１を参照して、まず、判定装置２０１は、センサモジュール２０から送信周期Ｔ２に従う送信タイミングにおいて送信されるセンサパケットを待

ち受け（ステップＳ２０２でＮＯ）、センサパケットを受信すると（ステップＳ２０２でＹＥＳ）、受信したセンサパケットから計測情報Ｓ２を取得するとともに、センサパケットを無線親機３００経由で管理装置３０１へ送信する（ステップＳ２０４）。

[0218] 次に、判定装置２０１は、所定長さの期間において、加工期間Ｔｐの開始後の計測時刻ｔｓを含む計測情報Ｓ２が示すひずみ値εａ，εｂの単位時間あたりの変化量が所定値未満である場合（ステップＳ２０６でＮＯ）、切削加工が終了したと判定する（ステップＳ２０８）。

[0219] 次に、判定装置２０１は、センサ２２Ａのセンサ ＩＤ、ひずみセンサ２２Ａが出力するアナログ信号をＡＤ変換する頻度を示すサンプリング周波数Ｆ１、およびセンサパケットを送信すべき周期を示す送信周期Ｔ１を含む制御情報Ｃ１をセンサモジュール２０へ送信する（ステップＳ２１０）。

[0220] 一方、加工期間Ｔｐの開始後の計測時刻ｔｓを含む計測情報Ｓ２が示すひずみ値εａ，εｂの単位時間あたりの変化量が所定値以上である場合（ステップＳ２０６でＹＥＳ）、計測情報Ｓ２に基づいて、ホルダ１０における切削インサート１の取り付け状態を判定する。より詳細には、判定装置２０１は、加工期間Ｔｐの開始後の計測時刻ｔｓを含む計測情報Ｓ２が示すひずみ値εａ，εｂと記憶部２９０における基準値Ｓｔａ，Ｓｔｂに基づいて、調整ひずみ値εａｓ，εｂｓを算出する（ステップＳ２１２）。

[0221] 次に、判定装置２０１は、算出した調整ひずみ値εａｓと、記憶部２９０における上限しきい値ＣＵａおよび下限しきい値ＣＬａとを比較する（ステップＳ２１４）。

[0222] 次に、判定装置２０１は、調整ひずみ値εａが上限しきい値ＣＵａ以下かつ下限しきい値ＣＬａ以上である場合（ステップＳ２１６でＮＯ）、計測時刻ｔｓは切削期間Ｔｃ内の時刻であると判定し、算出した調整ひずみ値εａｓ，εｂｓを破棄する（ステップＳ２１８）。

[0223] 次に、判定装置２０１は、センサモジュール２０からの新たなセンサパケットを待ち受ける（ステップＳ２０２でＮＯ）。

[0224] 一方、判定装置２０１は、調整ひずみ値εａが上限しきい値ＣＵａ以上または下限しきい値ＣＬａ以下である場合（ステップＳ２１６でＹＥＳ）、計測時刻ｔｓは非切削期間Ｔｎ内の時刻であると判定し、算出した調整ひずみ値εａｓ，εｂｓを計測時刻ｔｓに対応付けて記憶部２９０に保存するとともに、記憶部２９０における調整ひずみ値εａｓ，εｂｓに基づいて、平均調整ひずみ値Ａεａｓ，Ａεｂｓを算出する（ステップＳ２２０）。

[0225] 次に、判定装置２０１は、算出した平均調整ひずみ値Ａεａｓと、記憶部２９０における判定上限しきい値ＴｈＵａおよび判定下限しきい値ＴｈＬａとを比較するとともに、算出した平均調整ひずみ値Ａεｂｓと、記憶部２９０における判定上限しきい値ＴｈＵｂおよび判定下限しきい値ＴｈＬｂとを比較する（ステップＳ２２２）。

[0226] 次に、判定装置２０１は、平均調整ひずみ値Ａεａｓが判定上限しきい値ＴｈＵａより大きい場合、平均調整ひずみ値Ａεａｓが判定下限しきい値ＴｈＬａ未満である場合、平均調整ひずみ値Ａεｂｓが判定上限しきい値ＴｈＵｂより大きい場合、または平均調整ひずみ値Ａεｂｓが判定下限しきい値ＴｈＬｂ未満である場合（ステップＳ２２４でＮＯ）、ホルダ１０に切削インサート１が取り付けられていないと判定する（ステップＳ２２６）。

[0227] 次に、判定装置２０１は、切削インサート１がホルダ１０から取り外されたことを示す取外し情報を生成し、生成した取外し情報および判定結果を示す判定情報を管理装置３０１へ送信する（ステップＳ２２８）。

[0228] 次に、判定装置２０１は、センサ２２ＡのセンサＩＤ、ひずみセンサ２２Ａが出力するアナログ信号をＡＤ変換する頻度を示すサンプリング周波数Ｆ１、およびセンサパケットを送信すべき周期を示す送信周期Ｔ１を含む制御情報Ｃ１をセンサモジュール２０へ送信する（ステップＳ２１０）。

[0229] 一方、判定装置２０１は、平均調整ひずみ値Ａεａｓが判定上限しきい値ＴｈＵａ以下かつ判定下限しきい値ＴｈＬａ以上であり、かつ平均調整ひずみ値Ａεｂｓが判定上限しきい値ＴｈＵｂ以下かつ判定下限しきい値ＴｈＬｂ以上である場合（ステップＳ２２４でＹＥＳ）、ホルダ１０に切削インサ

ート１が取り付けられていると判定する（ステップＳ２３０）。

[0230] 次に、判定装置２０１は、判定結果を示す判定情報を管理装置３０１へ送信する（ステップＳ２３２）。

[0231] 次に、判定装置２０１は、センサモジュール２０からの新たなセンサパケットを待ち受ける（ステップＳ２０２でＮＯ）。

[0232] 図１２は、本開示の実施の形態に係る切削工具システムにおける判定処理のシーケンスの一例を示す図である。

[0233] 図１２を参照して、まず、判定装置２０１は、切削加工の開始前に切削情報を取得する（ステップＳ３０２）。

[0234] 次に、判定装置２０１は、切削情報に基づいて、加工期間Ｔｐを推定する（ステップＳ３０４）。

[0235] 次に、判定装置２０１は、センサ２２Ａのセンサ ＩＤ、ひずみセンサ２２Ａが出力するアナログ信号をＡＤ変換する頻度を示すサンプリング周波数Ｆ１、およびセンサパケットを送信すべき周期を示す送信周期Ｔ１を含む制御情報Ｃ１をセンサモジュール２０へ送信する（ステップＳ３０６）。

[0236] 次に、センサモジュール２０は、切削加工の開始前、送信周期Ｔ１に従う送信タイミングにおいて、ひずみ値εａを含む計測情報Ｓ１を格納したセンサパケットを判定装置２０１へ送信する（ステップＳ３０８）。

[0237] 次に、判定装置２０１は、センサモジュール２０からセンサパケットを受信し、受信したセンサパケットから計測情報Ｓ１を取得する（ステップＳ３１０）。

[0238] 次に、判定装置２０１は、計測情報Ｓ１に基づいて、ホルダ１０における切削インサート１の取り付け状態を判定する。たとえば、判定装置２０１は、ホルダ１０に切削インサート１が取り付けられたと判定する（ステップＳ３１２）。

[0239] 次に、判定装置２０１は、判定結果を示す判定情報を格納した判定パケットを管理装置３０１へ送信する（ステップＳ３１４）。

[0240] また、判定装置２０１は、ひずみセンサ２２Ａ，２２Ｂの各センサ ＩＤ、

各ひずみセンサ２２が出力するアナログ信号をＡＤ変換する頻度を示すサンプリング周波数Ｆ２、およびセンサパケットを送信すべき周期を示す送信周期Ｔ２を含む制御情報Ｃ２をセンサモジュール２０へ送信する（ステップＳ３１６）。

[0241] 次に、管理装置３０１は、判定装置２０１から判定パケットを受信し、受信した判定パケットから判定情報し、取得した判定情報が示す判定結果を表示または音声によりユーザに通知する処理を行う（ステップＳ３１８）。

[0242] 次に、センサモジュール２０は、切削加工の開始後、送信周期Ｔ２に従う送信タイミングにおいて、ひずみ値εａ，εｂを含む計測情報Ｓ２を格納したセンサパケットを判定装置２０１へ送信する（ステップＳ３２０）。

[0243] 次に、判定装置２０１は、センサモジュール２０からセンサパケットを受信し、受信したセンサパケットから計測情報Ｓ２を取得する（ステップＳ３２２）。

[0244] 次に、判定装置２０１は、センサパケットを無線親機３００経由で管理装置３０１へ送信する（ステップＳ３２４）。

[0245] 次に、判定装置２０１は、計測情報Ｓ２に基づいて、ホルダ１０における切削インサート１の取り付け状態を判定する（ステップＳ３２６）。

[0246] また、管理装置３０１は、判定装置２０１から受信したセンサパケットから計測情報Ｓ２を取得し、取得した計測情報Ｓ２に基づいて、切削インサート１の切刃１Ａの状態を判定する（ステップＳ３２８）。

[0247] 次に、判定装置２０１は、判定結果を示す判定情報を格納した判定パケットを管理装置３０１へ送信する（ステップＳ３３０）。

[0248] 次に、管理装置３０１は、判定装置２０１から判定パケットを受信し、受信した判定パケットから判定情報を取得し、取得した判定情報が示す判定結果を表示または音声によりユーザに通知する処理を行う。また、管理装置３０１は、切刃１Ａの状態の判定結果を表示または音声によりユーザに通知する処理を行う（ステップＳ３３２）。

[0249] 次に、センサモジュール２０は、送信周期Ｔ２に従う送信タイミングにお

いて、新たなセンサパケットを判定装置２０１へ送信する（ステップＳ３３４）。

[0250] なお、本開示の実施の形態に係る判定装置２０１では、判定部２５０は、切削加工の開始前および切削加工の開始後において、切削インサート１の取り付け状態を判定する構成であるとしたが、これに限定するものではない。判定部２５０は、切削加工の開始前および切削加工の開始後の一方において上記取り付け状態を判定する一方で、他方において上記取り付け状態を判定しない構成であってもよい。

[0251] また、本開示の実施の形態に係る判定装置２０１では、判定部２５０は、切削加工中におけるひずみセンサ２２の計測結果に基づいて非切削期間Ｔｎを判定し、非切削期間Ｔｎにおける上記計測結果に基づいて、切削インサート１の取り付け状態を判定する構成であるとしたが、これに限定するものではない。判定部２５０は、非切削期間Ｔｎを判定しない構成であってもよい。この場合、判定部２５０は、たとえば、加工期間Ｔｐにおけるひずみセンサ２２の計測結果に基づいて、切削インサート１の取り付け状態を判定する。

[0252] また、本開示の実施の形態に係る判定装置２０１では、判定部２５０は、平均調整ひずみ値Ａεａｓ，Ａεｂｓを算出する構成であるとしたが、これに限定するものではない。判定部２５０は、平均調整ひずみ値Ａεａｓ，Ａεｂｓを算出しない構成であってもよい。この場合、判定部２５０は、たとえば、平均調整ひずみ値Ａεａｓ，Ａεｂｓの代わりに、調整ひずみ値εａｓ，εｂｓに基づいて、切削インサート１の取り付け状態を判定する。具体的には、判定部２５０は、たとえば、調整ひずみ値εａｓ，εｂｓと、所定のしきい値との比較結果に基づいて、切削インサート１の取り付け状態を判定する。

[0253] また、本開示の実施の形態に係る判定装置２０１は、決定部２４０を備える構成であるとしたが、これに限定するものではない。判定装置２０１は、決定部２４０を備えない構成であってもよい。この場合、判定部２５０は、

たとえば、調整ひずみ値εａｓ，εｂｓの代わりに、ひずみ値εａ，εｂまたはひずみ値εａ，εｂの移動平均に基づいて、切削インサート１の取り付け状態を判定する。

[0254] また、本開示の実施の形態に係る判定装置２０１では、判定部２５０は、計測情報Ｓ２および記憶部２９０における基準値Ｓｔａ，Ｓｔｂに基づいて調整ひずみ値εａｓ，εｂｓを算出する構成であるとしたが、これに限定するものではない。判定部２５０は、計測情報Ｓ２およびユーザにより決定された基準値Ｓｔａ，Ｓｔｂに基づいて調整ひずみ値εａｓ，εｂｓを算出する構成であってもよい。

[0255] より詳細には、たとえば、ユーザは、基準値Ｓｔａ，Ｓｔｂを管理装置３０１へ入力する操作を行う。管理装置３０１における受付部３４０は、ユーザの当該操作を受け付け、基準値Ｓｔａ，Ｓｔｂを示す基準値情報を生成して通信部３１０へ出力する。通信部３１０は、受付部３４０から基準値情報を受けると、受けた基準値情報を格納した基準値パケットを生成して無線親機３００経由で判定装置２０１へ送信する。判定装置２０１における通信部２１０は、管理装置３０１から受信した基準値パケットから基準値情報を取得して記憶部２９０に保存する。判定部２５０は、記憶部２９０における計測情報Ｓ２および基準値情報が示す基準値Ｓｔａ，Ｓｔｂに基づいて、調整ひずみ値εａｓ，εｂｓを算出する。

[0256] また、本開示の実施の形態に係る判定装置２０１では、制御部２６０は、判定部２５０からホルダ１０に切削インサート１が取り付けられた旨の判定結果を示す判定情報を受けると、ひずみセンサ２２の計測動作の内容を変更する変更処理を行う構成であるとしたが、これに限定するものではない。制御部２６０は、上記変更処理を行わない構成であってもよい。

[0257] また、本開示の実施の形態に係る判定装置２０１では、制御部２６０は、判定部２５０からホルダ１０に切削インサート１が取り付けられた旨の判定結果を示す判定情報を受けると、

通信部２１０による送信動作の内容を変更する変更処理を行う構成であると

したが、これに限定するものではない。制御部２６０は、上記変更処理を行わない構成であってもよい。

[0258] また、本開示の実施の形態に係る判定装置２０１では、制御部２６０は、判定部２５０によりホルダ１０に切削インサート１が取り付けられたと判定される前において、複数のひずみセンサ２２のうちひずみセンサ２２Ａを選択的に動作させる構成であるとしたが、これに限定するものではない。制御部２６０は、判定部２５０によりホルダ１０に切削インサート１が取り付けられたと判定される前において、センサモジュール２０におけるすべてのひずみセンサ２２を動作させる構成であってもよい。

[0259] また、本開示の実施の形態に係る判定装置２０１では、制御部２６０は、変更処理を行った後の状態において、判定部２５０により切削インサート１がホルダ１０に取り付けられていないと判定された場合、またはひずみセンサ２２の計測結果が所定条件を満たした場合、変更処理を行う前の状態に戻す構成であるとしたが、これに限定するものではない。制御部２６０は、変更処理を行った後、判定部２５０により切削インサート１がホルダ１０に取り付けられていないと判定された場合、およびひずみセンサ２２の計測結果が所定条件を満たした場合の一方において変更処理を行う前の状態に戻す一方で、他方において変更処理を行う前の状態に戻さない構成であってもよい。

[0260] また、本開示の実施の形態に係る判定装置２０１は、更新部２８０を備える構成であるとしたが、これに限定するものではない。判定装置２０１は、更新部２８０を備えない構成であってもよい。

[0261] また、本開示の実施の形態に係る判定装置２０１は、識別情報取得部２３３を備える構成であるとしたが、これに限定するものではない。判定装置２０１は、識別情報取得部２３３を備えない構成であってもよい。この場合、更新部２８０は、たとえば、切削加工において使用されていた切削インサート１がホルダ１０から取り外されたことを示す取外し情報を生成して通信部２１０へ出力する。

[0262] また、本開示の実施の形態に係る切削工具１０１では、ホルダ１０は、略四角柱の形状を有する構成であるとしたが、これに限定するものではない。ホルダ１０は、略四角柱以外の形状を有する構成であってもよい。たとえば、ホルダ１０は、略円柱の形状を有する構成であってもよい。この場合、複数のひずみセンサ２２は、ホルダ１０の表面において、ホルダ１０の中心軸まわりに４５°以上の間隔を空けて取り付けられる。具体的には、ひずみセンサ２２Ａ，２２Ｂは、ホルダ１０の表面において、ホルダ１０の中心軸まわりに互いに４５°の間隔を空けて取り付けられる。

[0263] また、本開示の実施の形態に係る切削工具１０１では、制御部２６０は、判定部２５０からホルダ１０に切削インサート１が取り付けられた旨の判定結果を示す判定情報を受けて変更処理を行う構成であるとしたが、これに限定するものではない。制御部２６０は、ユーザの操作に従って変更処理を行う構成であってもよい。

[0264] また、本開示の実施の形態に係る切削工具システム４０１では、切削工具１０１が判定装置２０１を備える構成であるとしたが、これに限定するものではない。判定装置２０１は、切削工具１０１の外部に設けられる構成であってもよい。

[0265] 図１３は、本開示の実施の形態に係る切削工具システムの構成の他の例を示す図である。

[0266] 図１３を参照して、たとえば、判定装置２０１は、管理装置３０１の一部であってもよい。この場合、センサモジュール２０における通信部２４は、センサパケットを無線親機３００経由で判定装置２０１へ送信する。

[0267] ところで、切削工具の状態をモニタ可能なシステムにおいて、切削インサートの取り付けに関する優れた機能を実現することが可能な技術が望まれる。

[0268] より詳細には、たとえば切削加工中に切削インサート１の取り付け不良が発生すると、切削加工中に異音が生じたり、被削物の加工面性状に変化が生じたりする等の異常が発生する場合がある。切削加工中にこのような異常が

発生した場合、切削加工を中断し、切削インサート１の切刃１Ａの状態を確認したり、切削インサート１の取り付け状態を確認したりすることにより異常の発生原因を調査する必要があり、生産効率が低下する。そこで、切削インサート１の取り付け状態を判定することが可能な技術が望まれる。

[0269] しかしながら、特許文献１～４のような従来の技術は、センサとして、振動センサおよび加速度センサ等を用いる技術であり、このようなセンサを用いてホルダ１０における切削インサート１の取り付け状態を判定することは困難である。

[0270] これに対して、本開示の実施の形態に係る判定装置２０１では、第１の取得部２３１は、切削インサート１を保持可能なホルダ１０に取り付けられたひずみセンサ２２の計測結果を取得する。判定部２５０は、第１の取得部２３１により取得された計測結果に基づいて、ホルダ１０における切削インサート１の取り付け状態を判定する。

[0271] 本開示の実施の形態に係る切削工具システム４０１は、切削インサート１が接する収容部１１を有するホルダ１０と、ホルダ１０の表面に取り付けられたひずみセンサと、判定装置２０１とを備える。判定装置２０１は、ひずみセンサ２２の計測結果を取得し、取得した計測結果に基づいて、ホルダ１０における切削インサート１の取り付け状態を判定する。

[0272] 本開示の実施の形態に係る判定方法は、判定装置２０１における判定方法である。この判定方法では、まず、判定装置２０１が、切削インサート１を保持可能なホルダ１０に取り付けられたひずみセンサ２２の計測結果を取得する。次に、判定装置２０１が、取得した計測結果に基づいて、ホルダ１０における切削インサート１の取り付け状態を判定する。

[0273] このように、ホルダ１０に関する静的な変化を検知することが可能なひずみセンサ２２の計測結果に基づいて、ホルダ１０における切削インサート１の取り付け状態を判定する構成および方法により、たとえば、ホルダ１０に切削インサート１が正常に取り付けられているか否かを自動的に検知することができる。

[0274] したがって、本開示の実施の形態に係る判定装置２０１、切削工具システム４０１および判定方法では、切削工具１０１の状態をモニタ可能なシステムにおいて、切削インサート１の取り付けに関する優れた機能を実現することができる。

[0275] 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。

[0276] 以上の説明は、以下に付記する特徴を含む。

［付記１］

切削インサートを保持可能なホルダに取り付けられたひずみセンサの計測結果を取得する取得部と、

前記取得部により取得された前記計測結果に基づいて、前記ホルダにおける前記切削インサートの取り付け状態を判定する判定部と、

前記計測結果を他の装置へ送信する通信部とを備え、

前記取得部は、切削加工の開始前に、加工条件に関する情報である切削情報を取得し、

前記判定部は、前記取得部により取得された切削情報に基づいて、切削加工が行われる期間である加工期間を推定し、

前記通信部は、前記判定部により推定された前記加工期間において、前記計測結果を前記他の装置へ送信する、判定装置。

[0277] ［付記２］

切削インサートを保持可能なホルダに取り付けられたひずみセンサの計測結果を取得する取得部と、

前記取得部により取得された前記計測結果に基づいて、前記ホルダにおける前記切削インサートの取り付け状態を判定する判定部とを備え、

前記取得部および前記判定部は、プロセッサにより実現される、判定装置。

符号の説明

[0278]

１	切削インサート
３Ａ，３Ｂ	固定用部材
１０	ホルダ
１１	収容部
２０	センサモジュール
２１	電源回路
２２，２２Ａ，２２Ｂ	ひずみセンサ
２３	処理部
２４	通信部
２５	記憶部
５０	刃物台
１０１	切削工具
２０１	判定装置
２１０	通信部
２３１	第１の取得部
２３２	状態情報取得部
２３３	識別情報取得部
２４０	決定部
２５０	判定部
２６０	制御部
２７０	通知部
２８０	更新部
２９０	記憶部
３００	無線親機
３０１	管理装置
３１０	通信部
３２０	異常判定部

３３０　　管理部

３４０　　受付部

３５０　　通知部

３６０　　記憶部

４０１　　切削工具システム

請求の範囲

[請求項1] 切削インサートを保持可能なホルダに取り付けられたひずみセンサの計測結果を取得する取得部と、

前記取得部により取得された前記計測結果に基づいて、前記ホルダにおける前記切削インサートの取り付け状態を判定する判定部とを備える、判定装置。

[請求項2] 前記判定部は、前記切削インサートを用いた切削加工の開始前における前記計測結果に基づいて、前記取り付け状態を判定する、請求項１に記載の判定装置。

[請求項3] 前記判定部は、前記切削インサートを用いた切削加工の開始後における前記計測結果に基づいて、前記取り付け状態を判定する、請求項１または請求項２に記載の判定装置。

[請求項4] 前記判定部は、前記切削加工の開始後における前記計測結果に基づいて、前記切削加工の開始後において前記切削インサートの切刃が被削物に接触していない期間である非切削期間を特定し、前記非切削期間における前記計測結果に基づいて、前記取り付け状態を判定する、請求項３に記載の判定装置。

[請求項5] 前記判定装置は、さらに、

前記切削加工の開始前において、前記判定部により前記ホルダに前記切削インサートが取り付けられたと判定されたときに用いられた前記計測結果に基づいて、前記計測結果に関する基準値を決定する決定部を備え、

前記判定部は、前記基準値および前記切削加工の開始後における前記計測結果に基づいて、前記取り付け状態を判定する、請求項２に記載の判定装置。

[請求項6] 前記判定装置は、さらに、

前記切削加工の開始前において、前記ホルダに前記切削インサートを取り付けるための作業が行われたことを示す状態情報を取得する状

態情報取得部と、

前記状態情報取得部により前記状態情報が取得された後の前記計測結果に基づいて、前記計測結果に関する基準値を決定する決定部とを備え、

前記判定部は、前記基準値および前記切削加工の開始後における前記計測結果に基づいて、前記取り付け状態を判定する、請求項２に記載の判定装置。

[請求項7] 前記判定装置は、さらに、

前記判定部により前記ホルダに前記切削インサートが取り付けられたと判定された場合、前記ひずみセンサの計測動作の内容を変更する変更処理を行う制御部を備える、請求項１から請求項６のいずれか１項に記載の判定装置。

[請求項8] 前記判定装置は、さらに、

前記計測結果を他の装置へ送信する通信部と、

前記判定部により前記ホルダに前記切削インサートが取り付けられたと判定された場合、前記通信部による送信動作の内容を変更する変更処理を行う制御部とを備える、請求項１から請求項７のいずれか１項に記載の判定装置。

[請求項9] 前記ホルダには複数の前記ひずみセンサが取り付けられており、

前記判定装置は、さらに、

前記判定部により前記ホルダに前記切削インサートが取り付けられたと判定される前において、前記複数のひずみセンサのうちの一部の前記ひずみセンサを選択的に動作させる制御部を備える、請求項１から請求項８のいずれか１項に記載の判定装置。

[請求項10] 前記制御部は、前記変更処理を行った後の状態において、前記判定部により前記切削インサートが前記ホルダに取り付けられていないと判定された場合、または前記計測結果が所定条件を満たした場合、前記変更処理を行う前の状態に戻す、請求項７または請求項８に記載の

判定装置。

[請求項11] 前記判定装置は、さらに、

前記判定部による前記取り付け状態の判定結果に応じて、前記切削インサートの使用に関する情報である使用情報のデータベースを更新する処理を行う更新部を備える、請求項１から請求項１０のいずれか１項に記載の判定装置。

[請求項12] 前記データベースには、前記切削インサートの識別情報ごとの前記使用情報が格納されており、

前記判定装置は、さらに、

前記ホルダに取り付けられた前記切削インサートの識別情報を取得する識別情報取得部を備え、

前記更新部は、前記識別情報取得部により取得された前記識別情報に対応する前記使用情報の内容を前記データベースにおいて更新する処理を行う、請求項１１に記載の判定装置。

[請求項13] 切削インサートが接する収容部を有するホルダと、

前記ホルダの表面に取り付けられたひずみセンサと、

判定装置とを備え、

前記判定装置は、前記ひずみセンサの計測結果を取得し、取得した前記計測結果に基づいて、前記ホルダにおける前記切削インサートの取り付け状態を判定する、切削工具システム。

[請求項14] 前記ひずみセンサは、前記切削インサートが取りけられたホルダの側面視において、前記切削インサートの切刃の先端から前記収容部の幅を超える位置に取り付けられている、請求項１３に記載の切削工具システム。

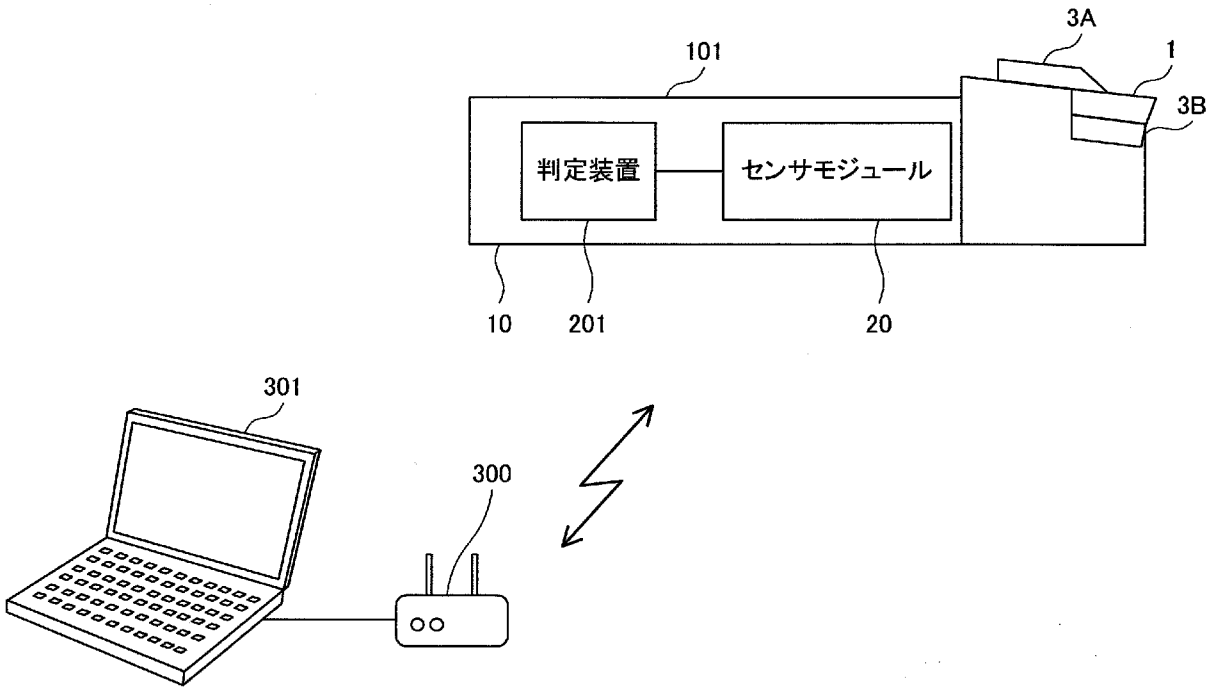
[請求項15] 判定装置における判定方法であって、

切削インサートを保持可能なホルダに取り付けられたひずみセンサの計測結果を取得するステップと、

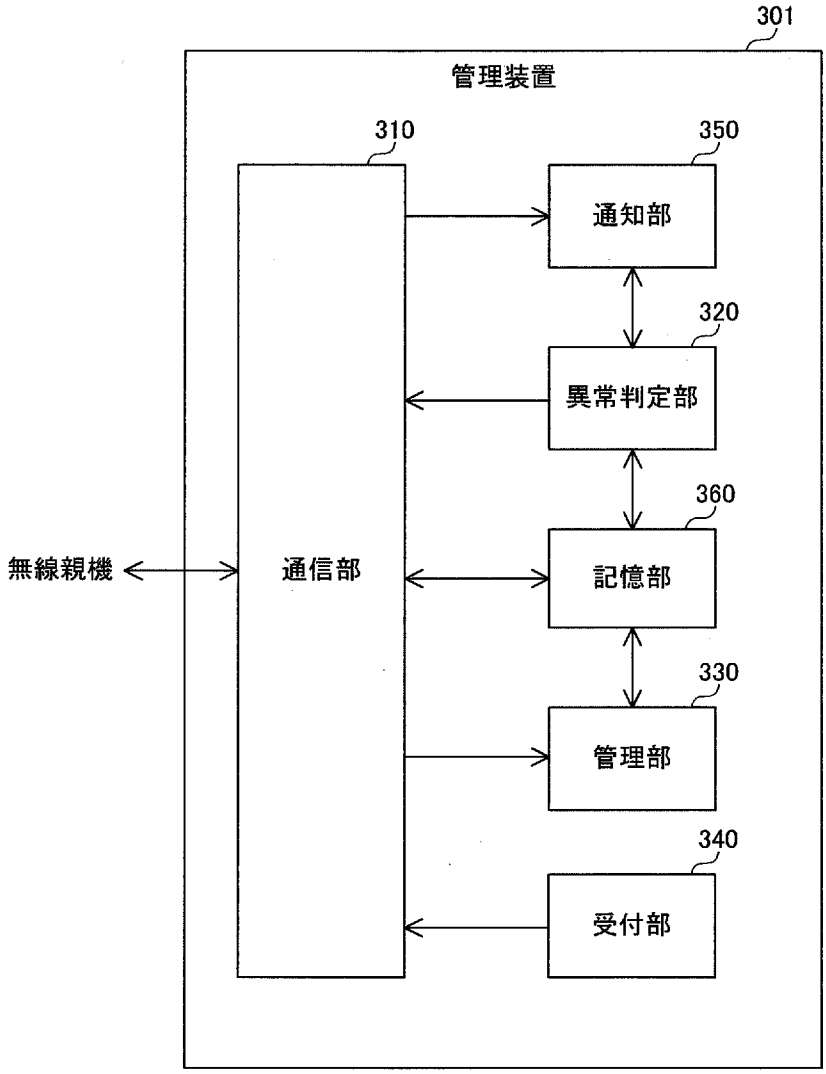
取得した前記計測結果に基づいて、前記ホルダにおける前記切削イ

ンサートの取り付け状態を判定するステップとを含む、判定方法。

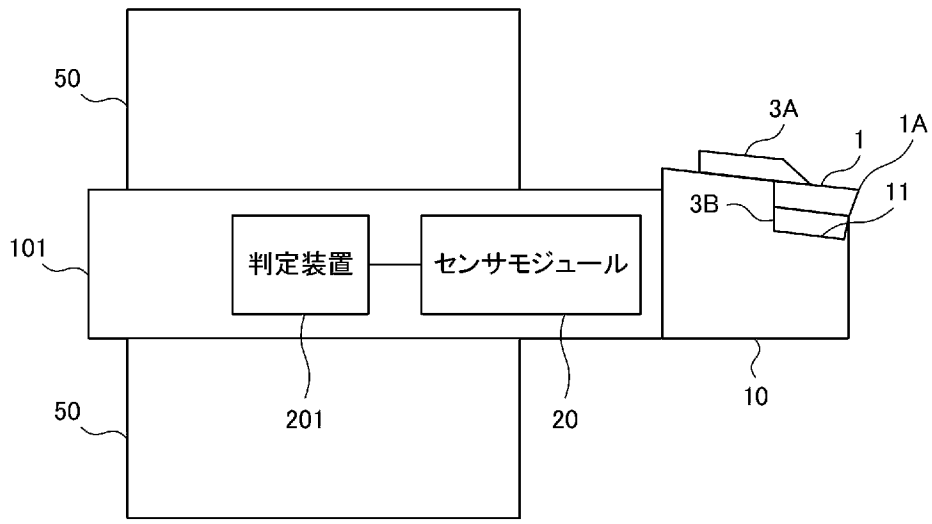
[図1]



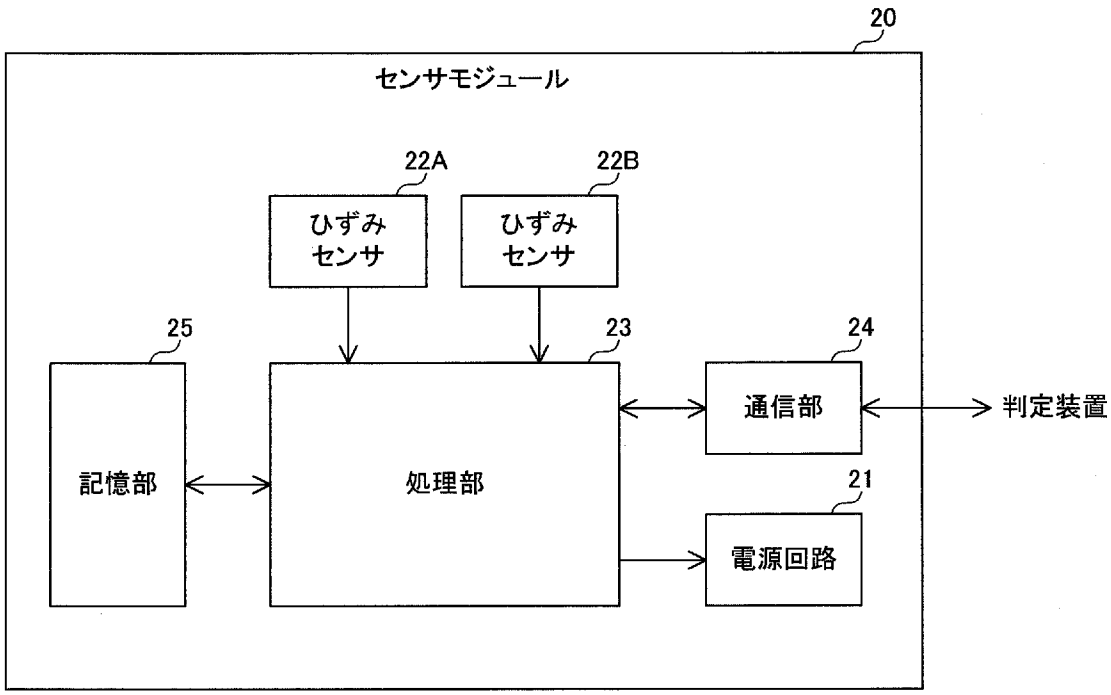
[図2]


301
管理装置
310
350
通知部
320
異常判定部
360
無線親機
通信部
記憶部
330
管理部
340
受付部

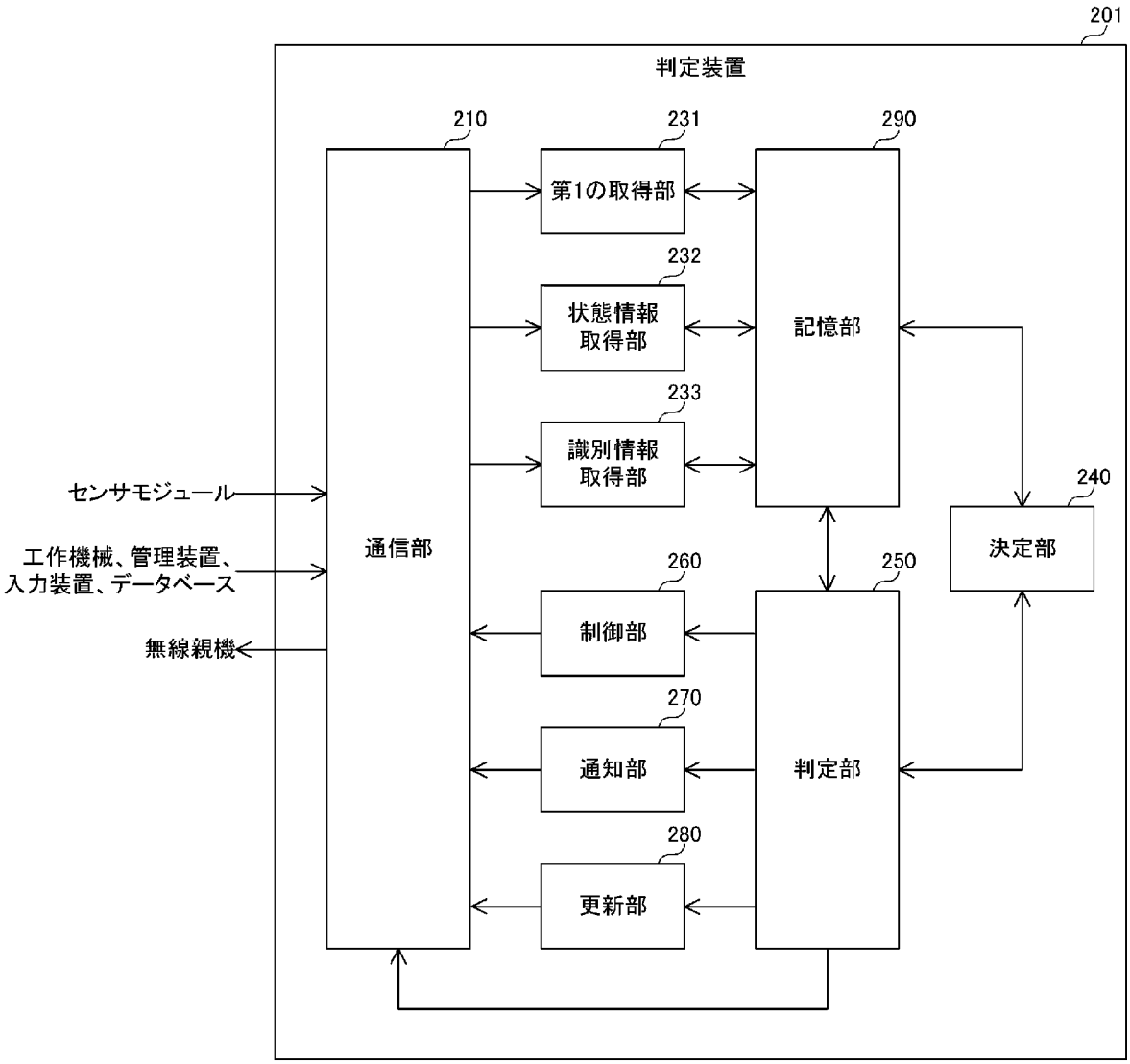
[図3]


50
3A
1
1A
11
3B
101
判定装置
センサモジュール
201
20
10
50

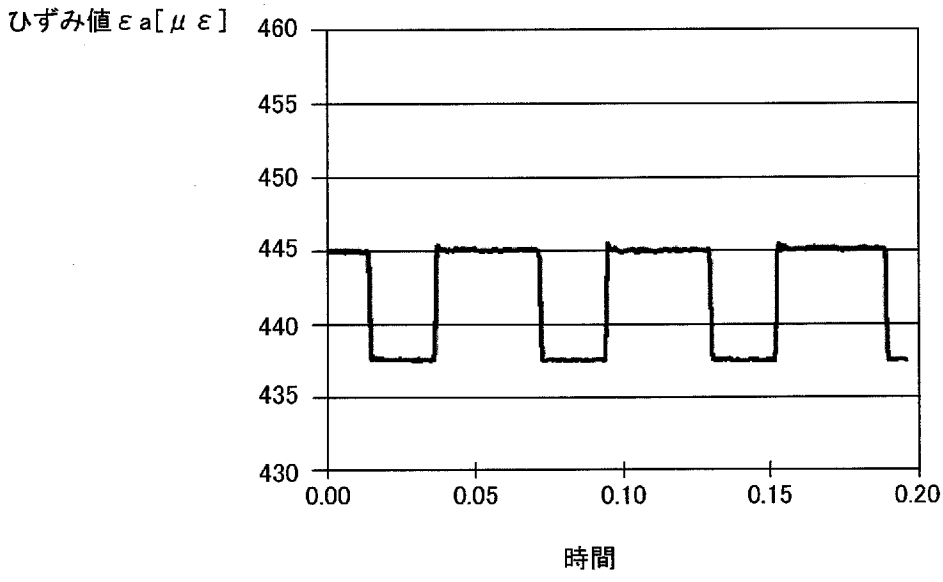
[図4]


20
センサモジュール
22A
ひずみ
センサ
22B
ひずみ
センサ
25
記憶部
23
処理部
24
通信部
判定装置
21
電源回路

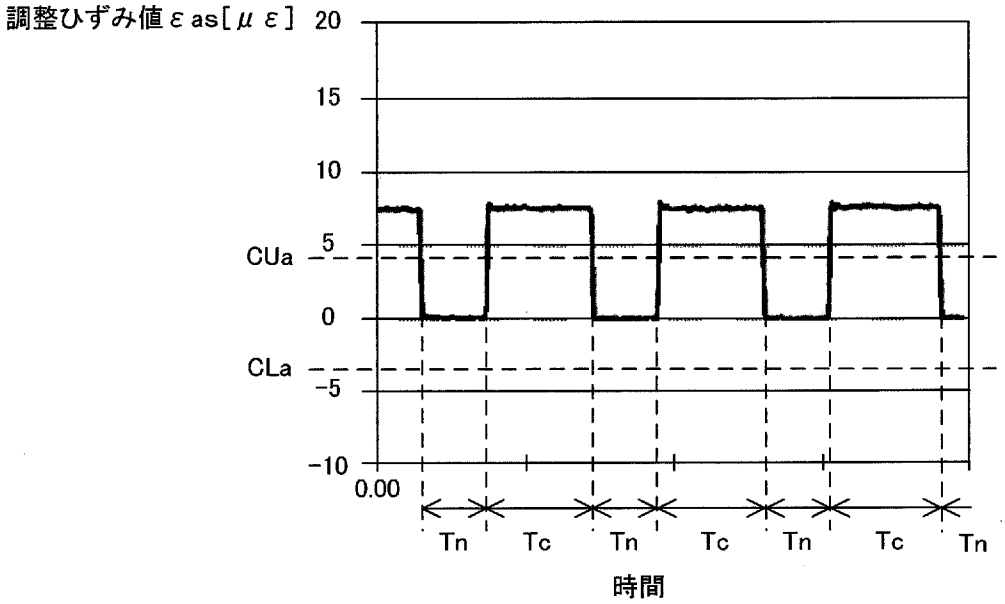
[図5]


201
判定装置
210
231
290
第1の取得部
232
状態情報
取得部
記憶部
233
識別情報
取得部
240
センサモジュール
工作機械、管理装置、
入力装置、データベース
無線親機
通信部
決定部
260
250
制御部
270
通知部
判定部
280
更新部

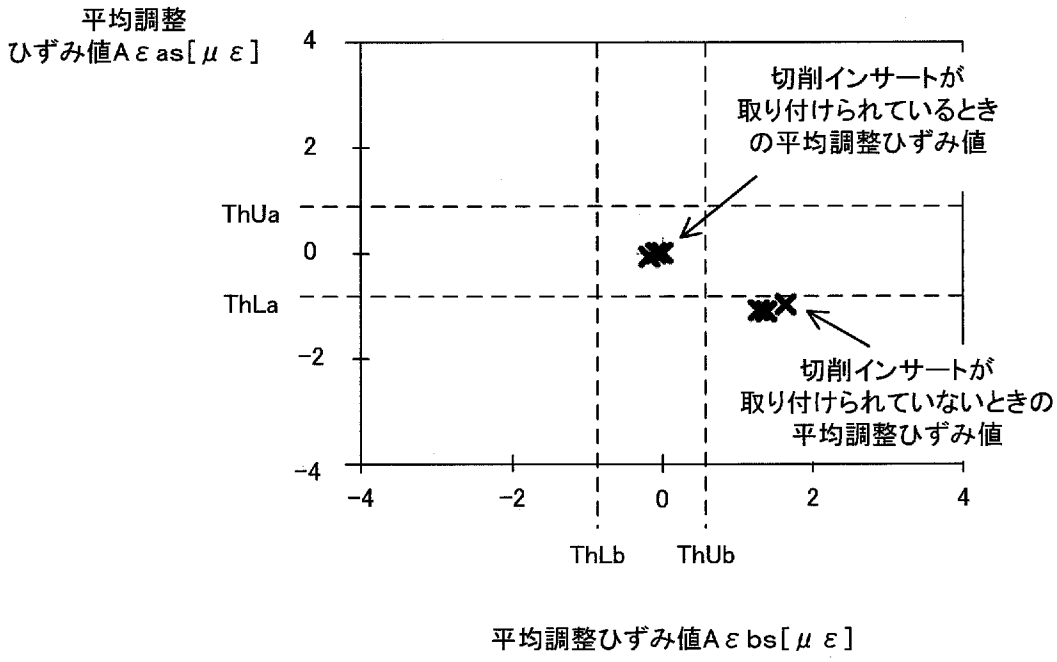
[図6]


ひずみ値εa[με]
460
455
450
445
440
435
430
0.00
0.05
0.10
0.15
0.20
時間

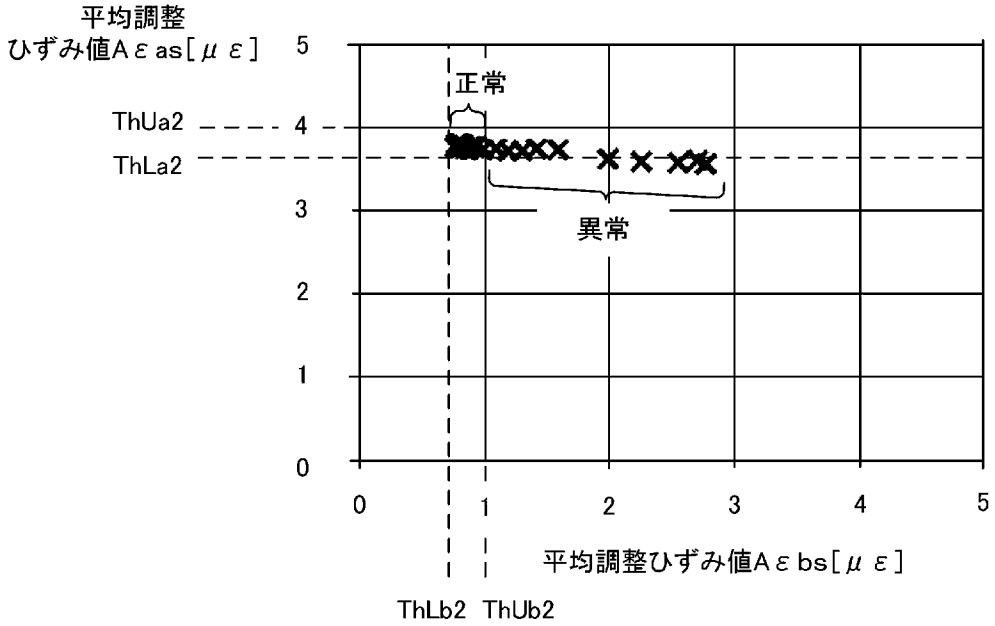
[図7]


調整ひずみ値εas[με]
20
15
10
5
0
-5
-10
CUa
CLa
0.00
Tn
Tc
Tn
Tc
Tn
Tc
Tn
時間

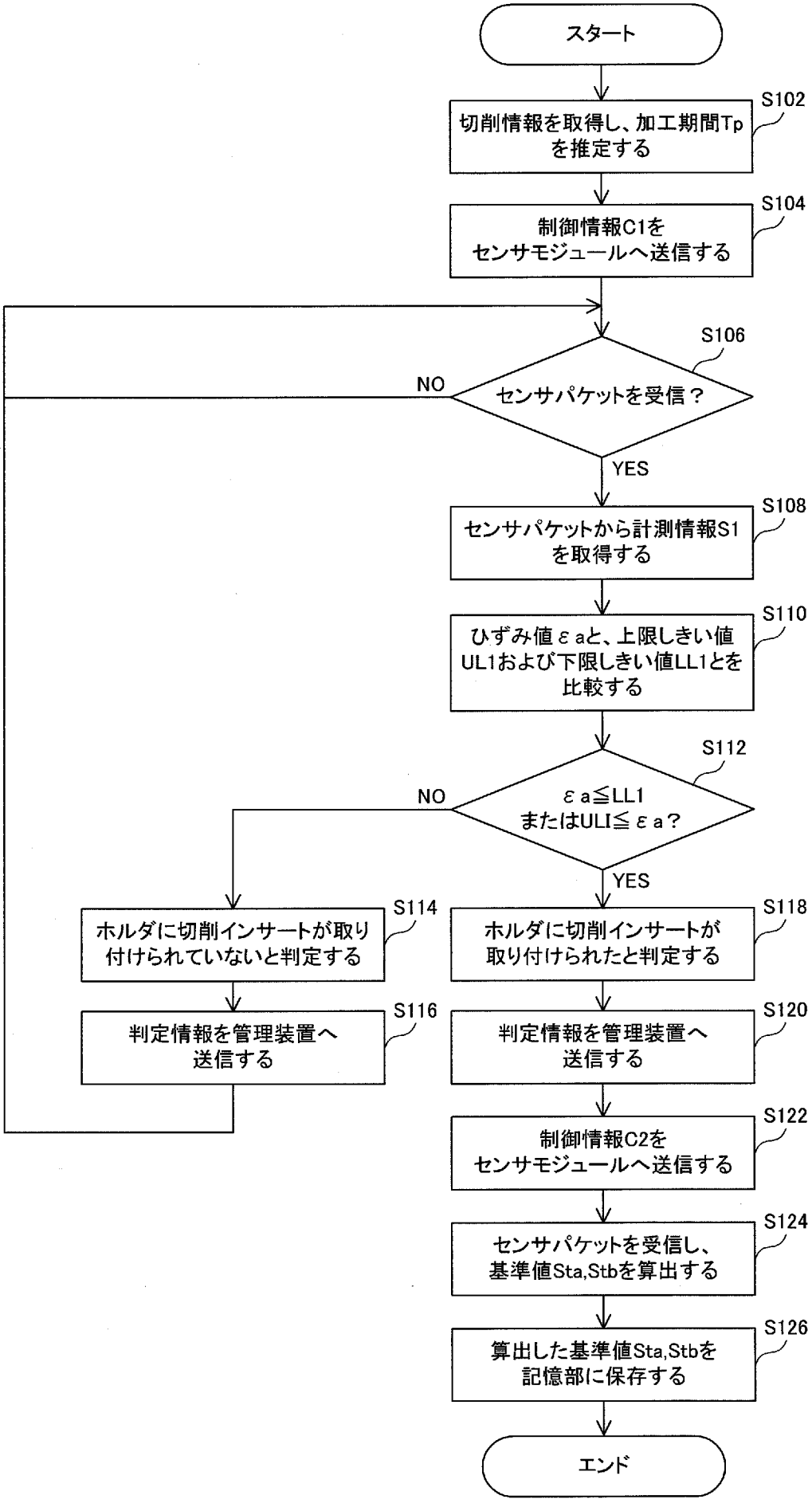
[図8]


平均調整
ひずみ値Aεas[με]
4
2
0
-2
-4
ThUa
ThLa
切削インサートが
取り付けられているとき
の平均調整ひずみ値
切削インサートが
取り付けられていないときの
平均調整ひずみ値
-4
-2
0
2
4
ThLb
ThUb
平均調整ひずみ値Aεbs[με]

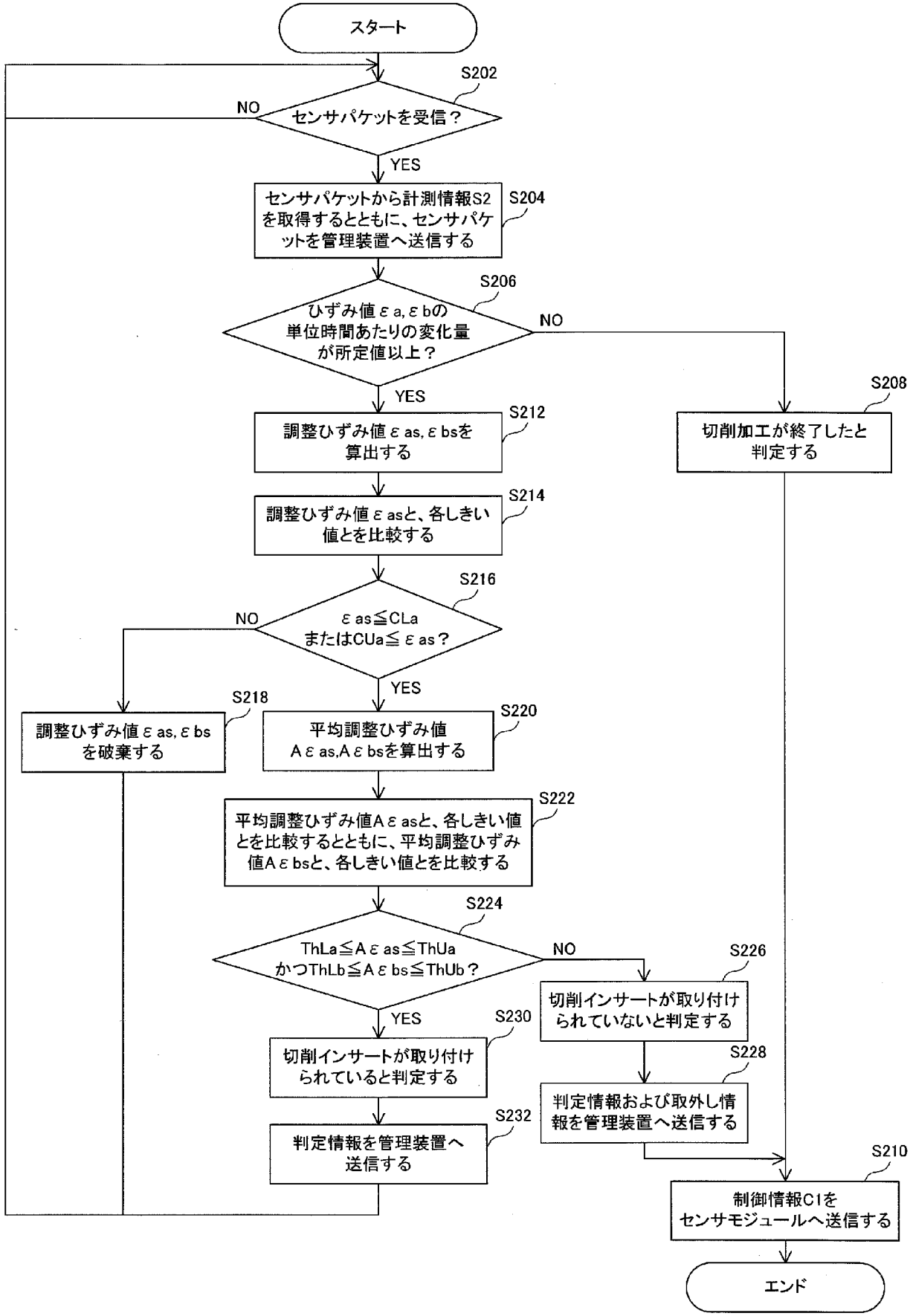
[図9]


平均調整
ひずみ値Aεas[με]
5
4
3
2
1
0
ThUa2
ThLa2
正常
異常
0
1
2
3
4
5
平均調整ひずみ値Aεbs[με]
ThLb2
ThUb2

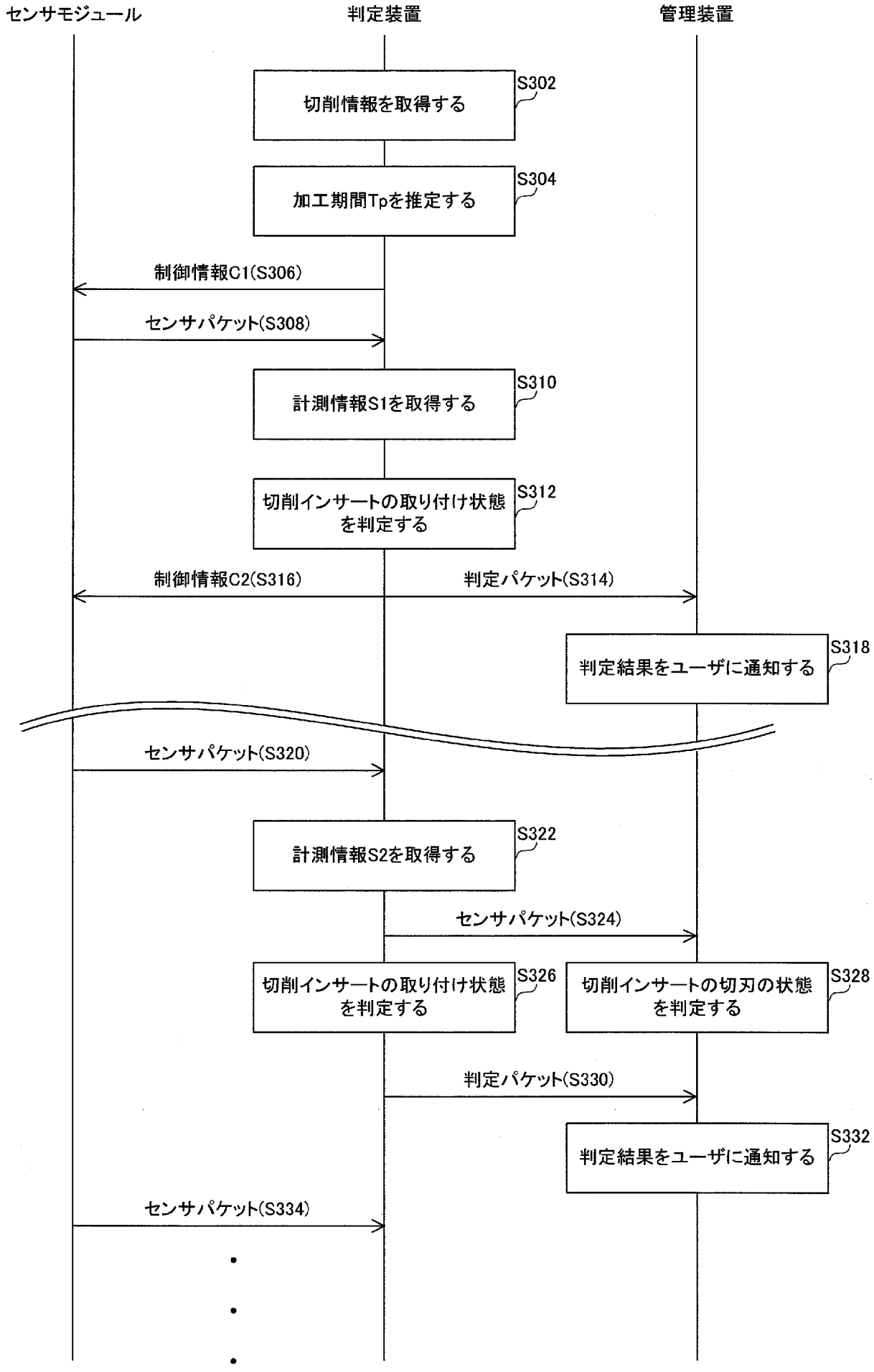
[図10]


スタート
切削情報を取得し、加工期間Tpを推定する
S102
制御情報C1をセンサモジュールへ送信する
S104
S106
センサパケットを受信？
NO
YES
センサパケットから計測情報S1を取得する
S108
ひずみ値εaと、上限しきい値UL1および下限しきい値LL1とを比較する
S110
S112
εa≦LL1またはULI≦εa？
NO
YES
ホルダに切削インサートが取り付けられていないと判定する
S114
判定情報を管理装置へ送信する
S116
ホルダに切削インサートが取り付けられたと判定する
S118
判定情報を管理装置へ送信する
S120
制御情報C2をセンサモジュールへ送信する
S122
センサパケットを受信し、基準値Sta,Stbを算出する
S124
算出した基準値Sta,Stbを記憶部に保存する
S126
エンド

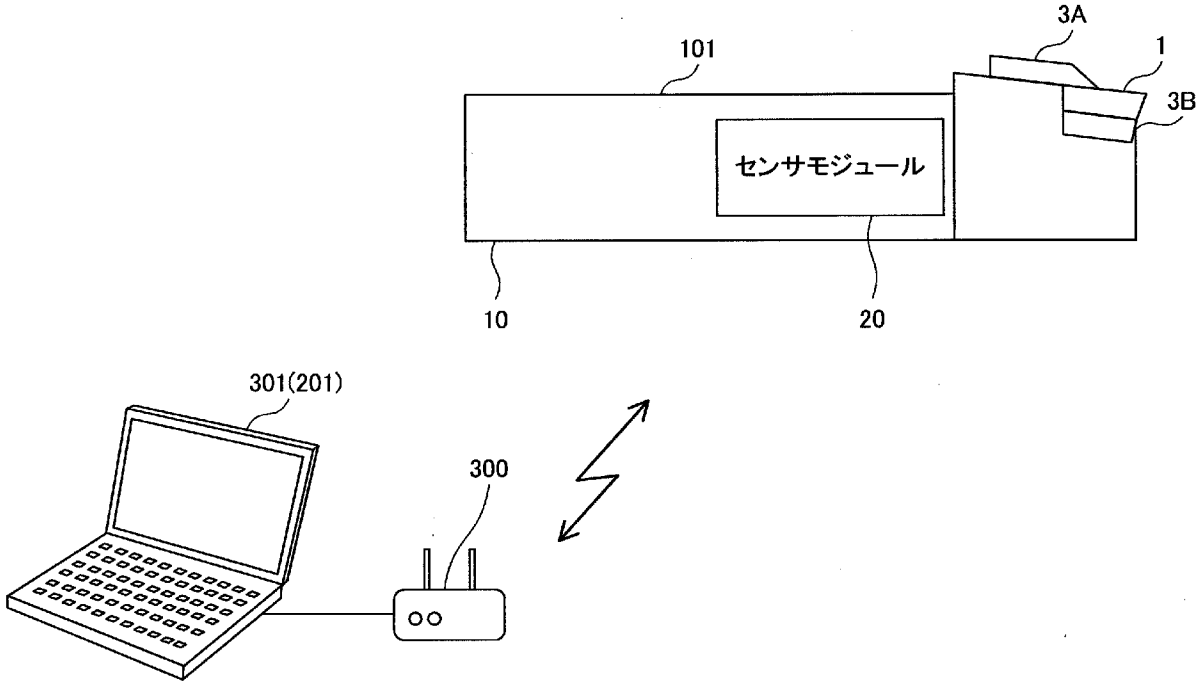
[図11]


スタート
S202
センサパケットを受信？
NO
YES
センサパケットから計測情報S2を取得するとともに、センサパケットを管理装置へ送信する
S204
ひずみ値εa,εbの単位時間あたりの変化量が所定値以上？
S206
NO
YES
調整ひずみ値εas,εbsを算出する
S212
切削加工が終了したと判定する
S208
調整ひずみ値εasと、各しきい値とを比較する
S214
εas≦CLaまたはCUa≦εas？
S216
NO
YES
調整ひずみ値εas,εbsを破棄する
S218
平均調整ひずみ値Aεas,Aεbsを算出する
S220
平均調整ひずみ値Aεasと、各しきい値とを比較するとともに、平均調整ひずみ値Aεbsと、各しきい値とを比較する
S222
ThLa≦Aεas≦ThUaかつThLb≦Aεbs≦ThUb？
S224
NO
YES
切削インサートが取り付けられていないと判定する
S226
切削インサートが取り付けられていると判定する
S230
判定情報および取外し情報を管理装置へ送信する
S228
判定情報を管理装置へ送信する
S232
制御情報C1をセンサモジュールへ送信する
S210
エンド

[図12]


センサモジュール
判定装置
管理装置
切削情報を取得する
S302
加工期間Tpを推定する
S304
制御情報C1(S306)
センサパケット(S308)
計測情報S1を取得する
S310
切削インサートの取り付け状態を判定する
S312
制御情報C2(S316)
判定パケット(S314)
判定結果をユーザに通知する
S318
センサパケット(S320)
計測情報S2を取得する
S322
センサパケット(S324)
切削インサートの取り付け状態を判定する
S326
切削インサートの切刃の状態を判定する
S328
判定パケット(S330)
判定結果をユーザに通知する
S332
センサパケット(S334)

[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/032496

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23B 27/00(2006.01)i; ***B23B 27/16***(2006.01)i; ***B23Q 17/00***(2006.01)i
FI: B23Q17/00 B; B23B27/00 D; B23B27/16 A; B23B27/16 B

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23B27/00; B23B27/16; B23Q17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2019-209420 A (HITACHI LTD) 12 December 2019 (2019-12-12) fig. 6 paragraphs [0005]-[0007], [0014]-[0030], [0036]-[0038], [0058]-[0063]	1-4, 13-15
A		5-12
A	JP 2020-104257 A (HITACHI METALS LTD) 09 July 2020 (2020-07-09) paragraphs [0077]-[0079]	5-12
A	WO 2010/061567 A1 (NTN CORPORATION) 03 June 2010 (2010-06-03) claims 9-10	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☑ See patent family annex.

* 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	Date of mailing of the international search report
05 November 2021	**16 November 2021**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/032496

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2019-209420 A	12 December 2019	(Family: none)	
JP 2020-104257 A	09 July 2020	WO 2020/138025 A1 paragraphs [0077]-[0079]	
WO 2010/061567 A1	03 June 2010	US 2011/0230868 A1 claims 9-10 EP 2371304 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/032496

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B23B 27/00(2006.01)i; B23B 27/16(2006.01)i; B23Q 17/00(2006.01)i
FI: B23Q17/00 B; B23B27/00 D; B23B27/16 A; B23B27/16 B

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））

B23B27/00; B23B27/16; B23Q17/00

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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
X	JP 2019-209420 A (株式会社日立製作所) 12.12.2019 (2019-12-12) 図6,段落[0005]-[0007],[0014]-[0030],[0036]-[0038],[0058]-[0063]	1-4,13-15
A		5-12
A	JP 2020-104257 A (日立金属株式会社) 09.07.2020 (2020-07-09) 段落[0077]-[0079]	5-12
A	WO 2010/061567 A1 (ＮＴＮ株式会社) 03.06.2010 (2010-06-03) 請求項9-10	1-15

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
05.11.2021	16.11.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
村上　哲 3C 9039
電話番号 03-3581-1101 内線 3324

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/032496

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-209420 A	12.12.2019	（ファミリーなし）	
JP 2020-104257 A	09.07.2020	WO 2020/138025 A1 段落[0077]-[0079]	
WO 2010/061567 A1	03.06.2010	US 2011/0230868 A1 請求項9-10 EP 2371304 A1	