(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2023-545101
(P2023-545101A)
(43)公表日　令和5年10月26日(2023.10.26)

(51)国際特許分類			FI			テーマコード（参考）
Ｇ０１Ｂ	*11/08*	*(2006.01)*	Ｇ０１Ｂ	11/08	Ｚ	２Ｆ０６５
Ｂ２３Ｑ	*17/24*	*(2006.01)*	Ｂ２３Ｑ	17/24	Ｂ	３Ｃ０２９
Ｂ２３Ｑ	*17/22*	*(2006.01)*	Ｂ２３Ｑ	17/22	Ｄ	
Ｇ０１Ｂ	*11/02*	*(2006.01)*	Ｇ０１Ｂ	11/02	Ｚ	

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全21頁）

(21)出願番号　特願2023-521691(P2023-521691)
(86)(22)出願日　令和3年10月6日(2021.10.6)
(85)翻訳文提出日　令和5年6月12日(2023.6.12)
(86)国際出願番号　PCT/GB2021/052575
(87)国際公開番号　WO2022/074381
(87)国際公開日　令和4年4月14日(2022.4.14)
(31)優先権主張番号　2016009.9
(32)優先日　令和2年10月9日(2020.10.9)
(33)優先権主張国・地域又は機関
英国(GB)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,
最終頁に続く

(71)出願人　391002306
レニショウ パブリック リミテッド カンパニー
ＲＥＮＩＳＨＡＷ ＰＵＢＬＩＣ ＬＩＭＩＴＥＤ ＣＯＭＰＡＮＹ
イギリス ジーエル１２ ８ジェイアール グロスタシャー ワットン－アンダー－エッジ ニュー ミルズ（番地なし）
(74)代理人　110001243
弁理士法人谷・阿部特許事務所
(72)発明者　サミュエル デイビッド ホイル
イギリス ジーエル１２ ８ジェイアール グロスターシャー ワットン－アンダー－エッジ ニュー ミルズ（番地なし）
レニショウ パブリック リミテッド カ
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　非接触式工具セッタを用いた非歯付き工具の測定方法

(57)【要約】
改善された方法は、例えば、ダイヤモンドコートされたバリなどの研削工具などの非歯付き工具の寸法（例えば、直径）を測定するために記載されている。方法は、旋盤、マシニングセンタなどの工作機械に実装され得る。この方法は、光のビームをトランスミッタ（１０）からレシーバ（１４）に渡すことを含む。レシーバ（１４）は、受信された光の強度に関連する受信強度信号を生成する。受信強度信号の変動の分析は、回転工具（４０；８８）が光ビーム（１２）に対して移動して、工具（４０；８８）の寸法を測定できるようにするときに実行される。特に、受信強度信号が少なくとも定義された持続時間（Ｔｑ）の閾値を超えたときに決定されてもよく、定義された持続時間は、工具の１つの完全な回転のために取られる時間（Ｔｒ）よりも少ない。

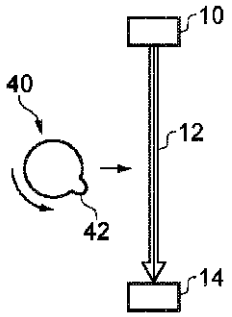


FIG. 2b

【特許請求の範囲】
【請求項１】
トランスミッタとレシーバとを備える工具測定装置を用いて非歯付き工具の少なくとも１つの寸法を測定する方法であって、前記トランスミッタは前記レシーバに向けられる光ビームを生成し、前記レシーバは受信した光の強度に関連する受信強度信号を生成し、前記方法は、
（ｉ）前記非歯付き工具をその長手方向軸を中心に回転させながら、前記非歯付き工具を前記光ビームに対して相対的に移動させるステップと、
（ｉｉ）ステップ（ｉ）の間に生じる前記受信強度信号の変動を分析することによって、前記非歯付き工具の少なくとも1つの寸法を決定するステップと、
を備え、
ステップ（ｉｉ）で実行される前記信号分析は、前記受信強度信号が少なくとも定義された持続時間の間、いつ閾値を超えたかを決定することを含み、前記定義された持続時間は、前記非歯付き工具の完全な１回転にかかる時間未満であることを特徴とする、方法。
【請求項２】
前記非歯付き工具が研削工具からなる、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記研削工具がダイヤモンドコートされたバリ工具である、請求項２に記載の方法。
【請求項４】
前記定義された持続時間が、前記ダイヤモンドコートされたバリ工具の表面に形成されたいかなる突出した塊の影響も、ステップ（ｉｉ）で決定される少なくとも1つの寸法から実質的に除外できるように選択される、請求項３に記載の方法。
【請求項５】
前記定義された持続時間が、前記非歯付き工具の凹状欠陥を検出するために選択される、請求項１から３のいずれか１項に記載の方法。
【請求項６】
前記定義された持続時間が、前記工具の１回転にかかる時間の５％より大きい、請求項１から５のいずれか１項に記載の方法。
【請求項７】
前記定義された持続時間が、前記工具の１回転にかかる時間の９５％未満である、請求項１から６のいずれか１項に記載の方法。
【請求項８】
ステップ（ｉｉ）において決定された前記少なくとも１つの寸法が、工具半径および／または工具長を含む、請求項１から７のいずれか１項に記載の方法。
【請求項９】
ステップ（ｉｉ）は、前記受信強度信号が閾値を横切る各時間を識別し、そこから総時間が定義された持続時間をいつ超えるかを決定することによって、閾値が横切ったままでの１回転あたりの総時間を確立することを含む、請求項１から８のいずれか１項に記載の方法。
【請求項１０】
ステップ（ｉｉ）が、前記受信強度信号が少なくとも前記定義された持続時間の間、連続して閾値を越えたかどうかを判定することを含む、請求項１から９のいずれか１項に記載の方法。
【請求項１１】
ステップ（ｉ）が、前記回転する非歯付き工具を光ビームから離れた位置から光ビーム内に移動させることを含む、請求項１から１０のいずれか１項に記載の方法。
【請求項１２】
ステップ（ｉ）が、前記回転する非歯付き工具を光ビームの外に移動させることを含む、請求項１から１１のいずれか１項に記載の方法。

【請求項１３】
前記工具測定装置は、前記非歯付き工具を保持するスピンドルを有する工作機械に取り付けられ、前記工作機械は、ステップ（ｉ）の前記非歯付き工具の回転および運動を提供するように構成される、請求項１から１２のいずれか１項に記載の方法。
【請求項１４】
ステップ（ｉｉ）は、前記受信強度信号が前記定義された持続時間の間、閾値を超えたときに、前記工具測定装置が前記工作機械にトリガ信号を発することを含み、前記工作機械は、前記トリガ信号の受信時に前記非歯付き工具の位置の測定値を提供し、そこから前記非歯付き工具の少なくとも一つの寸法が導き出される、請求項１３に記載の方法。
【請求項１５】
前記非歯付き工具が研削工具であり、前記方法が、研削工具を使用してワークピースを研削する追加のステップを含む、請求項１から１４のいずれか１項に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、工具測定に関する。特に、研削工具、バリ工具、較正ピンなどの非歯付き工具を測定するための非接触工具セッティングシステムを使用する改善された方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
工作機械（マシニングセンタ、旋盤、フライス盤など）で使用するための工具測定装置が知られている。たとえば、いわゆるＮＣ４非接触工具セッティングシステムは、Renishaw plc、Wotton - Under - Edge、UKによって販売されている。ＮＣ４装置は、光ビームを生成するためのレーザ光源を含むトランスミッタを備える。光ビームは、回転工具を配置することができる自由空間の領域を介してレシーバに向けられる。工具測定動作中、工具セッタが取り付けられている工作機械は、工具を光ビームの中および／または外に移動させるようにプログラムされる。レシーバからの出力信号は、光ビームの不明瞭さの量を示し、装置は、この受信した強度信号を閾値と比較する。いわゆるトリガ信号は、工具がビームに対して特定の位置に達したことを示すために装置によって生成される。トリガ信号は、工作機械によって工具の位置を確立することを可能にし、それによって、工具の長さまたは直径を測定することを可能にし、および／または任意の破損または摩耗について工具を監視することを可能にする。特許文献１及び特許文献２は、ＮＣ４システムの態様を説明する。工具測定のための同様のシステムは、特許文献３にも記載されている。
【０００３】
以下でより詳細に説明されるように、ＮＣ４システムは、回転工具の寸法を測定するために様々な異なるモードで動作可能である。例えば、いわゆる明暗工具測定モード（light-to-dark tool measurement mode）は、回転工具を光ビーム内に移動させ、受信光強度が最初に５０％閾値を下回るときにトリガ信号を発行することを含む。暗明工具測定モード（dark-to-light tool measurement mode）では、回転工具をビームの外に移動する前に、最初に光ビームを回転工具で覆い隠す。このモードでは、光強度が工具の１回転よりも長い時間にわたって５０％の閾値を超えるとトリガ信号が発行される。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】国際公開第０１／３８８２２号パンフレット
【特許文献２】国際公開第２００７／０９６５８５号パンフレット
【特許文献３】独国出願公開第１０２００５０４３６５９号明細書
【特許文献４】国際公開第２０１８／１３４５８５号パンフレット
【発明の概要】

【０００５】
上記のＮＣ４システムは、様々なタイプの工具の切削寸法を測定することを可能にするが、主に、フルート（flute）によって分離された少数の半径方向に分散した切削歯を含む歯付き切削工具の測定に使用するように設計されている。本発明者らは、そのような従来技術の工具測定技術が、特定の測定タスクに最適ではないことを見出した。特に、本発明者らは、未使用のダイヤモンドバリなどに一般的に見られる欠陥が、使用中のバリ工具の関連する研削寸法を定義する複数の研磨ダイヤモンド粒子よりも、工具シャフトから著しく遠くに突出する可能性があることを見出した。これは、上記の従来技術の工具測定技術を使用して、そのような工具の有効寸法（例えば、直径）の測定に予期せぬ重大な誤差をもたらすことが本発明者によって見出されている。本発明は、従来技術の測定技術の欠点の少なくとも一部を緩和することを目的とする。
【０００６】
第１の態様によれば、トランスミッタおよびレシーバを含む工具測定装置を使用して、非歯付き工具の少なくとも１つの寸法を測定する方法が提供され、トランスミッタは、レシーバに向けられた光のビームを生成し、レシーバは、受信された光の強度に関連する受信強度信号を生成し、方法は、
（ｉ）前記非歯付き工具をその長手方向軸を中心に回転させながら、前記非歯付き工具を前記光ビームに対しても移動させるステップと、
（ｉｉ）ステップ（ｉ）中に発生する受信強度信号の変動を分析することによって、非歯付き工具の少なくとも１つの寸法を決定するステップと、を含み、
ステップ（ｉｉ）で実施される信号分析は、受信した強度信号が少なくとも規定の持続時間にわたって閾値を超えたときを決定することを含み、規定の持続時間は、非歯付き工具の完全な１回転にかかる時間よりも少ないことを特徴とする。
【０００７】
したがって、本発明は、工具測定装置を使用して、非歯付き工具の少なくとも１つの寸法（例えば、工具直径、工具長など）を測定する方法に関する。１つの特定の実施形態では、本方法は、ワークピースを摩耗または研削するためにそのような工具を最初に使用する前に、工作機械上の回転（非歯付き）研削工具を測定するために使用され得る。本方法を実施するための工具測定装置は、トランスミッタ及びレシーバを備える。使用時には、光のビームがトランスミッタからレシーバに渡される。レシーバに到達する光の量が測定され、受信された光の量に関連して（例えば比例して）変化する値を有する受信強度信号が生成される。工具は、トランスミッタとレシーバとの間の領域内外に移動され、それによって光ビームを（完全にまたは部分的に）覆い隠すことができる。このような工具測定装置は、しばしば、光学式「ブレイクビーム（break-beam）」工具測定装置または非接触式工具セッタとも呼ばれる。
【０００８】
本方法は、光ビームに対して移動している間に非歯付き工具を回転させるステップ（ｉ）と、ステップ（ｉ）の動きの間に受信強度信号を分析するステップ（ｉｉ）とを含む。以下で説明するように、ステップ（ｉ）は、光ビーム内に移動される非歯付き工具（いわゆる明暗の測定）および／または光ビームの外に移動される非歯付き工具（いわゆる暗明の測定）を含み得る。光ビームに対する工具のそのような動きに加えて（すなわち、光ビームの内側または外側への）、工具はまた、測定中に（例えば、それが保持され得る関連する工作機械のスピンドルによって）その長手方向軸を中心に回転される。この工具の回転はまた、工具のビームに対する位置に応じて、各回転中に非歯付き工具からの突起が定期的に光ビームに出入りするようにする。次に、受信強度信号の分析をステップ（ｉｉ）で使用して、工具の寸法（または寸法）を確立する。言い換えれば、工具のサイズ（例えば、半径、長さなど）または工具の特定の特徴が確立される。受信強度信号の変動のこの分析は、プロセッサによって実行され得、一実施形態では、工具測定装置の一部として提供され得る。
【０００９】

本発明は、受信強度信号が少なくとも定義された持続時間の閾値を超えたときに決定するステップを特徴とする。閾値は、光ビームが完全に遮断されていないときに受信された強度信号などの（最大）受光レベルに対して特定のレベルに設定され得る。例えば、最大光レベルの５０％の閾値レベルが使用され得る。定義された持続時間は、工具の完全な１回転（すなわち、360°までの工具の回転（rotation）または旋回（revolution））にかかる時間よりも短いように設定されている。工具測定の目的のために単一の閾値交差イベントを使用する代わりに、本発明は、代わりに、閾値がいつ越えられ、特定の（事前定義された）期間にわたって越えられたままであるかを判定する。閾値を超えたままにする必要がある期間（つまり、定義された持続時間）は、工具の完全な１回転にかかる時間よりも短く設定される。以下で説明するように、異なる定義された持続時間は、異なるタイプの測定アプリケーションに使用され得る。定義された持続時間は、工具回転の速度（すなわち、１つの完全な工具回転にかかる時間）に対して設定され、したがって、工具回転の速度を変更すること、及び／または受信強度信号の分析に使用される絶対時間期間を変更することによって調整することができることにも留意されたい。好ましい実施形態では、プロセッサは、受信強度信号が定義された持続時間の閾値を超えるとすぐにトリガ信号（例えば、関連付けられた工作機械に渡すことができる）を発行する。そのようなトリガ信号を受信したときの工具の位置は、次いで（例えば、関連する工作機械によって）測定されて、工具寸法測定を提供することができる。

【００１０】

本発明の方法の利点は、工具からの特定の突起（例えば、較正工具上の汚染物質またはダイヤモンドコートされたバリ工具上の不要な材料の塊）を工具測定から除外できることである。例えば、上記の既知のＮＣ４装置は、暗明、及び明暗の両方の測定モードを実装する。従来技術の明暗モードでは、回転工具が光ビームに向かって移動し、受信強度信号が最初に５０％閾値を下回るときにトリガ信号が発行される。従来技術の暗明モードでは、工具は光ビーム内の位置から開始し、ビームの外に移動する。このモードでは、受信強度信号は、工具がビームの外に移動され、受信強度信号が工具の回転全体にわたって５０パーセントの閾値を超えた後にトリガ信号が発行される（すなわち、工具全体が光ビームから十分に離れていることを示す）。従って、従来技術のＮＣ ４測定モードは両方とも、測定することが意図される工具の寸法（例えば、有効工具半径）ではなく、工具の突起（例えば、汚染物質または非研磨欠陥）から生じる場合でも、工具の最大半径（または最も外側の飛行円）を測定する。

【００１１】

ＮＣ４装置によって実装された上述の従来技術の方法とは対照的に、本発明は、閾値が最初に定義された期間にわたって通過されるタイミングを決定することによって、そのような欠陥または汚染物質を工具測定から除外することを可能にする。言い換えれば、本方法は、単に１つの閾値交差イベントを工具測定のために使用するのではなく、代わりに、１つの工具回転中に閾値が特定の期間（すなわち、定義された持続時間）の間にいつ交差したかを評価する。閾値は、定義された持続時間にわたって連続的に越えられ得る。あるいは、閾値は、定義された持続時間にわたって非連続的に交差され得る（すなわち、定義された期間と等しいか、またはそれを超える１つの工具回転中に閾値が交差されるときに複数の期間が存在し得る）。工具の完全な１回転にかかる時間よりも短い定義された持続時間を設定することで、工具測定から除外したい凸状欠陥から生じる閾値交差（例えば、汚染物質、非研磨欠陥、オーバーサイズの砥粒など）を無視することができる。したがって、研削工具の測定に非常に適した、より堅牢で信頼性が高く適応性のある工具測定方法が提供される。

【００１２】

同じ方法で凹状欠陥の検出も可能である。特に、定義された持続時間を工具の１回転にかかる時間のわずかなパーセンテージ（例えば、２０％未満または１０％未満）に設定することを使用して、そのような凹状欠陥を測定することができる。凹状欠陥の例は、非歯付き工具の表面空洞を含み得る。研削工具のはげや欠陥のあるパッチ（ダイヤモンドコー

トされた工具の特定の部分にダイヤモンドがないなど）は、そのような凹状欠陥を引き起こす可能性がある。工具内のそのような凹面欠陥（空洞または凹み）は、工具の形状測定全体に影響を及ぼさない可能性があるが、ワークピースの表面品質が低下したり、工具の寿命が短くなったりする可能性がある。

【００１３】

本方法は、任意の非歯付き工具の１つ以上の寸法（例えば、工具半径、工具長など）を測定するために使用され得る。非歯付き工具は、較正工具（較正ピンとも呼ばれ、ワークピース加工ではなく較正のために使用されることもある）またはワークピース加工のための研削工具（すなわち、研磨または研削プロセスによってワークピースから材料を除去する工具）を含み得る。本文脈では、歯付き工具は、フルート（すなわち、切削デブリ、冷却剤などを除去するための凹部またはチャネル）によって分離され得る１つまたは複数の別個の切削歯を含む切削工具を意味する。したがって、非歯付き工具は、そのような切削歯を含まない工具である。非歯付き工具は、名目上円形のプロファイルを有し得る（ただし、表面を摩耗させるための複数の小さな突起または粒子を有する）。非歯付き工具は、公称回転対称であってもよい。

【００１４】

好ましい実施形態では、非歯付き工具は、（非歯付き）研削工具を含む。本明細書で使用される「研削工具」という用語は、研削（すなわち、切断ではなく研磨）プロセスによってワークピースから材料を研磨、除去、またはファイル除去するために使用される任意のタイプの研磨工具を含むと理解されるべきである。言い換えれば、研削という用語は、研磨、ラッピング、バニシング、ホーニング、スーパーフィニッシング、リニッシングなどの技術を包含する。研削工具は、バリ（ｂｕｒｒ）（「バリ（ｂｕｒ）」とも綴られる）工具、研削砥石、コアドリルなどであり得る。研削工具は、公称円形の断面プロファイルを有し得る。研削工具は、公称回転対称であってもよい。研削工具は、名目上連続した外面を有してもよく、または冷却水または切削デブリを排出するのを助けるために、１つ以上の長手方向スロットを含んでもよい。

【００１５】

研削工具は、処理されているオブジェクトから材料を摩耗させる任意のタイプのものであってもよい。研削工具は、粗面を有するシャフトを含み得るか、または中央シャフトに塗布される粗面コーティングを含み得る。研削工具は、基材内に埋め込まれた、または基材上にコーティングされた（例えば、ロッドまたはシャフトの形態で）複数の研磨粒子またはグリット片を含み得る。かかる基材は、硝子体、ガラス、樹脂、金属、または材料の任意の好適な組み合わせであってもよい。グリットは、研磨剤または超研磨剤粒子を含んでもよい。グリットは、ダイヤモンド、窒化ホウ素立方体（ＣＢＮ）、酸化アルミニウム、酸化鉄などの粒子を含み得る。任意のそのようなグリット粒子は、粒子マトリックス中に、（例えば、より柔らかいまたはより少ない研磨性の）保持材料によって保持されてもよい。以下に説明するように、この方法は、そのような工具製造プロセス中にふくれ（ｂｌｉｓｔｅｒ）がしばしば生成されるため、電気めっきプロセス（すなわち、電気めっき研削工具）によって形成される研削工具を測定する際の使用に特に適している。以下に概説する例では、グリットベースの研削バリ、特にダイヤモンドコーティングされたバリ（ＤＣＢ）の形で研削工具を測定する方法が実装されている。

【００１６】

非歯付き工具は、代替的に、較正工具またはピンを含み得る。そのような較正工具は、較正目的で使用される、公称円形の断面および滑らかな外面を有する精密製造されたロッドであり得る。較正工具はまた、データム球（ｄａｔｕｍ ｓｐｈｅｒｅ）または半球（ｈｅｍｉｓｐｈｅｒｅ）を含んでもよい。較正工具はまた、スタイラスを有する測定プローブを含み得る。そのようなスタイラスは、ルビーまたはダイヤモンド球の形状の先端を有するシャフトを含み得る。

【００１７】

当業者は、実施されている特定の工具測定に適した方法で使用するための定義された持

続時間を選択する。上記のように、本発明の方法の好ましい使用は、複数の（例えば、グリット様の）研磨要素を有するバリ工具などの研削工具を測定することである。そのような実施形態では、プロセッサによって使用される定義された持続時間は、工具上に存在する材料の任意の（非研磨性の）塊（例えば、製造上の欠陥から生じる）によって影響されないバリ工具の寸法（例えば、有効半径）が測定されることを可能にするように選択され得る。言い換えれば、定義された持続時間は、ダイヤモンドコートされたバリ工具の表面上に形成された任意の突出した塊の効果が、ステップ（ｉｉ）で決定された少なくとも１つの寸法から実質的に除外されることを可能にするように選択される。以下に説明するように、本発明の方法で使用される定義された持続時間は、汚染または汚れ除去の目的のために選択することもできる（例えば、工具に付着する可能性のある汚れが工具寸法測定に及ぼす影響を除外するため）。

【００１８】

定義された持続時間は調整可能であり得る（例えば、ユーザまたはメーカは調整可能である）。例えば、装置は、分析に使用される定義された持続時間で（例えば、ユーザ／製造業者によって）プログラムされ得る。特に、装置は、分析のためのプロセッサを含んでもよく、定義された持続時間を設定する適切なコマンドがプロセッサに送信されてもよい。上記のように、定義された持続時間は、工具測定中に使用される工具回転速度に依存する。したがって、定義された持続時間は、受信強度信号を分析するために使用されるクロック信号またはタイミング信号（例えば、プロセッサ内）を調整することによって、および／または工具の回転速度を変更することによって設定され得る。したがって、定義された持続時間を調整するステップは、工具回転速度を調整するステップを含み得る。測定中に工具が高速で回転することがあり得る。例えば、工具は、毎分200回転（rpm）を超えて、1000rpmを超えて、5000rpmを超えて、10,000rpmを超えて、20,000rpmを超えて、40,000rpmを超えて、60,000rpmを超えて、または100,000rpmを超えて回転し得る。定義された持続時間は、例えば、時間値（例えば、マイクロ秒またはミリ秒）として、または工具の１回転のために取られた時間の割合（例えば、パーセンテージ）として表され得る。本発明の方法を実行するために使用されるコールアップコマンドラインは、定義された持続時間を、工具の１回転のために取られる時間の割合（例えば、パーセンテージ）として定義する変数を含み得る。定義された持続時間は、測定される特定の工具または工具タイプに基づいて便利に設定される。方法は、異なる定義された持続時間を使用して（例えば、異なるサイズの表面特徴を除外するか、または含むために）複数回、同じ工具上で繰り返され得る。

【００１９】

有利には、定義された持続時間は、工具の１回転にかかる時間の１％を超える。より好ましくは、定義された持続時間は、工具の１回転のためにかかる時間の２％超、または５％超、または１０％超、または２０％超、または２５％超である。有利には、定義された持続時間は、工具の1回転にかかる時間の９９％未満である。より好ましくは、定義された持続時間は、工具の１回転にかかる時間の９５％未満、または９０％未満、または８０％未満、または７５％未満、または５０％未満である。定義された持続時間は、工具の１回転にかかる時間の２５％未満、１０％未満、または５％未満であってよく、例えば、凹状欠陥などを測定することを可能にする。

【００２０】

ステップ（ｉｉ）の分析は、閾値が各工具回転期間の定義された持続時間にわたって連続的に交差するか、または非連続的に交差するかを決定し得る。例えば、ステップ（ｉｉ）は、受信強度信号が少なくとも定義された持続時間にわたって閾値を連続的に超えたかどうかを決定することを含み得る。代替的に、ステップ（ｉｉ）は、閾値を超える回転ごとの合計（結果として生じる）持続時間を確立することを含み得る（すなわち、これが閾値を超える複数の個別の期間を含む場合でも）。これは、受信した強度信号が閾値を横切る（例えば、必要に応じて、閾値を超えるまたは下回る）たびに識別し、合計持続時間が定義された持続時間を超えるときを決定することによって行われ得る。任意の他の適切な

分析技術が実装され得る。各回転中の閾値交差の時間も記録され、非歯付き工具上の任意の欠陥の位置を識別またはマッピングするために使用され得る。

【００２１】

上記のように、方法は、いわゆる明暗工具測定を含み得る。言い換えれば、ステップ（ｉ）は、回転する非歯付き工具を光ビームから離れた位置から光ビーム内に移動させることを含み得る。したがって、受信強度信号の変動の分析は、回転工具が光ビームから離れた（すなわち、光ビームの外側の）位置から光ビーム内に移動されるときに発生し得る。このような構成では、光ビームは、最初は遮られず、受信強度信号は、したがって、最大値（例えば、１００％）をとる。回転工具がビームに入ると、工具が回転するにつれて、工具からの突起が定期的に光ビームに入るようになる。光ビームへの工具の移動が続くにつれて、受信された強度信号は低下し、閾値（最大強度の５０％に設定され得る）を下回って一時的に低下することさえあり得る。

【００２２】

上記の従来技術の明暗モード測定では、受信強度信号を監視して、それが最初に閾値を下回るときを決定する。代わりに、本発明の方法は、受信強度信号が閾値を下回り、少なくとも定義された持続時間、その閾値を下回ったままであったかを判定する。受信強度信号は、定義された持続時間にわたって閾値を下回ったままであり得る。あるいは、受信強度信号は、工具の１回転中に閾値を下回り、閾値を上回って複数回上昇し得、受信した強度信号が閾値を下回るままである合計時間は、定義された持続時間に少なくとも等しい。工具の位置は、この基準が満たされたときに測定され、必要な工具寸法の測定を提供する。

【００２３】

したがって、本発明の方法は、明暗工具測定を実施するときに、定義された持続時間よりも短い持続時間を有する受信強度信号における任意の一時的なくぼみ（dip）を効果的に無視する。代わりに、受信強度信号が定義された持続時間に等しいか、またはそれを超える時間、閾値を下回るように光ビームが十分に不明瞭になったときに確立される。一実施形態では、トリガ信号は、受信強度信号が定義された持続時間にわたって閾値を下回るときに、工具測定装置のプロセッサによって発行される。トリガ信号は、工具を搭載する関連する工作機械によって使用され、工具寸法を確立することができる工具位置の測定値を提供することができる。

【００２４】

なお、明暗工具測定を行う際には、いわゆるドリップリジェクションフィルタ（drip rejection filter）を追加実装することが可能である。従来技術の構成では、このフィルタは、閾値交差イベントの後に、第１のイベントから工具の完全な１回転に等しい時間間隔で一時的に分離された第２のそのようなイベントが続く場合にのみトリガ信号を発行する。これにより、通常は一定の間隔で発生しない、光ビームを一時的に通過する可能性のある冷却水などの滴が、光ビーム内の工具の存在として誤って解釈されないことが保証される。同様のドリップリジェクションフィルタを本発明で使用することができる。言い換えれば、トリガ信号は、定義された持続時間の間、受信した強度信号が閾値を下回る第１のイベントの後に、工具の完全な１回転に等しい時間間隔の後に第２の同様のイベントが続く場合にのみ発行され得る。

【００２５】

この方法は、いわゆる暗明工具測定を含み得る。言い換えれば、ステップ（ｉ）は、回転する非歯付き工具を光ビームから移動させることを含み得る。この測定は、明暗測定の代わりに、または同様に実行され得る。そのような測定のために、受信強度信号の変動は、光ビーム内に位置する回転工具が光ビームから移動されるときに分析される。そのような構成では、光ビームは、最初に障害物となり（例えば、トランスミッタからレシーバに到達するすべての光をブロックするために完全に遮断される）、したがって、受信強度信号は、最初に最小値またはゼロ値をとる。回転工具がビームを抜け始めると、工具からの突起（ふくれ（blister）、汚れなど）は、工具が回転するにつれて定期的に光ビームを

離れて再度光ビームに入る。光ビームからの工具の移動が続くと、受信強度信号は全体的に上昇する（工具表面に複数の研磨粒子があるため、研削工具からの信号にわずかなちらつきがある可能性があることに注意する）が、ビームに再入射する突起による信号の周期的な低下または低下がある。したがって、各工具の回転中に、受信した光の強度が閾値を超える時間（これも最大強度の５０％に設定され得る）、およびそれが閾値を下回る時間があり得る。上記の従来技術の暗明モード測定では、受信した強度信号が監視され、受信した光強度が工具の少なくとも全体の回転（すなわち、ビームが少なくとも工具の１回転に対してクリアである）の閾値を超えるときに決定される。代わりに、本発明のプロセッサは、受信した強度信号が定義された持続時間（工具の完全な１回転にかかる時間よりも短い）の閾値を超えたかどうかを判定する。受信強度信号は、定義された持続時間にわたって閾値を下回ったままであり得る。あるいは、受信強度信号は、工具の１回転中に閾値を下回り、閾値を上回って複数回上昇し得、受信強度信号が閾値を下回るままである合計時間は、定義された持続時間に少なくとも等しい。工具の位置は、この基準が満たされたときに測定され、必要な工具寸法の測定を提供する。

【００２６】

したがって、本発明は、暗明工具測定に使用される場合、受信強度信号が定義された持続時間（すなわち、工具の完全な１回転にかかる時間よりも短い）の閾値を超える場合を確認する。一実施形態では、トリガ信号は、受信強度信号が定義された持続時間にわたって閾値を下回るときに、工具測定装置のプロセッサによって発行される。トリガ信号は、工具を搭載する関連する工作機械によって使用され、工具寸法を確立することができる工具位置の測定値を提供することができる。したがって、本発明の方法は、従来技術による工具の回転全体が閾値を超えるのを待つのではなく、代わりに、閾値が１回転の特定の割合または一部を超えたときを確認する。これにより、例えば、バリ工具の場合の汚染物質や材料の塊など、工具への突起の影響を除外または無視することができる。

【００２７】

この方法は、工作機械に取り付けられた工具測定装置を使用して実装することができる。工作機械は、非歯付き工具を保持するスピンドルを有し得る。工作機械は、ステップ（ｉ）の非歯付き工具の回転および動きを提供するように構成され得る。ステップ（ｉｉ）は、受信した強度信号が定義された持続時間、閾値を超えたときに工作機械にトリガ信号を発行する工具測定装置を含み得る。工作機械は、トリガ信号を受信したときの非歯付き工具の位置の測定値を提供し得、そこから非歯付き工具の少なくとも１つの寸法が導出される。

【００２８】

本発明の方法に用いる装置を構成する各種構成部品は、必要に応じて配布することができる。例えば、単一のハウジングユニット（例えば、工作機械筐体内に取り付け可能）は、トランスミッタ、レシーバ、およびプロセッサのそれぞれを含み得る。トリガ信号は、プロセッサによって生成され、ハウジングユニットから関連する工作機械コントローラに渡され得る。トリガ信号は、有線または無線リンクを介して通信され得る。有線リンクは、ハウジングユニットの構成要素に電力を供給し得るか、またはハウジングユニットは、バッテリ電源を含み得る。

【００２９】

あるいは、この方法で使用される装置は、複数のユニットとして形成されてもよい。例えば、少なくともレシーバを含む測定ユニットが提供され得る。測定ユニットはまた、トランスミッタを含み得る。測定ユニットは、工作機械の筐体内に取り付けることができる（例えば、冷却水および他の機械加工汚染物質の侵入に対する保護を含むことができる）。別個の処理ユニット（例えば、インターフェース）は、プロセッサを含んでもよく、またはプロセッサは、いくつかの処理ユニットにわたって分散されてもよい。処理ユニットは、関連する工作機械の一部を形成し得る。上述の構成では、受信強度信号は、測定ユニットから処理ユニットに渡され得る。この引き渡しは、通信リンクを介し得る。通信リンクは、有線または無線であってもよい。この目的のために、専用または共有の通信リンク

を使用することができる。受信強度信号は、アナログ信号として渡され得る（例えば、信号は、受信した光強度に比例して変化する電圧であり得る）。好ましくは、装置のレシーバは、アナログデジタルコンバータ（ＡＤＣ）を含む。次いで、受信した強度信号は、デジタル信号としてプロセッサに渡され得る。レシーバは、信号処理エレクトロニクスを含んでもよく、または生の強度信号または信号を出力するだけでもよい。

【００３０】

本方法で使用される装置のトランスミッタは、レーザ、例えば、レーザダイオードを含んでもよい。透過光ビームは、任意の波長を有してもよい（例えば、赤色、緑色、青色などのレーザービームが生成されてもよい）。光ビームはコリメートされ得る。光ビームは、集束ビームであってもよい。レシーバは、受信した光の強度を検出するための単一の検出器要素（例えば、フォトダイオード）を含むことができる。あるいは、レシーバは、複数の検出器要素を含むことができる。そのような例では、受信された光強度信号は、複数の検出器要素によって測定された光強度を組み合わせることによって生成され得る。レシーバは、光強度信号の前処理のための（アナログおよび／またはデジタル）電子機器を含み得る。受信した強度信号の追加の処理は、閾値と比較する前にプロセッサによっても実行され得る。

【００３１】

方法が実装されている装置は、受信強度信号が定義された持続時間の閾値を超えたときにトリガ信号を発行するように配置されたプロセッサを含み得る。言い換えれば、トリガ信号の発行は、プロセッサによって監視されている基準（すなわち、受信強度信号が定義された持続時間の閾値を超えたこと）が満たされたことを示すために使用され得る。トリガ信号の発行は、信号線をラッチすること（latching）（例えば、そのレベルを低から高に上げること）を含み得る。あるいは、トリガ信号は、パルスまたは繰り返しの一連のパルスとして発行され得る。トリガ信号は、アナログ信号として出力されてもよく、またはデジタルインタフェースを介して（例えば、タイムスタンプ付きイベントとして）通信されてもよい。関連する工作機械コントローラは、受信したトリガ信号を受信し、それに作用し得る。特に、トリガ信号の受信により、工作機械内の工具の位置が記録され得る（すなわち、トリガ信号が発行されたときの工具の位置が確立されることを可能にする）。このようにして、工具寸法の必要な測定が提供される。トリガ信号の受信はまた、光ビームに対する（すなわち、光ビームの内側または外側への）工具の移動を停止し得る。プロセッサが工作機械コントローラの一部として提供される場合、そのようなトリガ信号が生成される必要はない場合がある。

【００３２】

方法は、歯なし工具が研削工具である場合、ワークピースを研削する追加のステップを含み得る。言い換えれば、研削工具は、ワークピースを処理する（材料を除去する）ために使用され得る。上記のように、そのような研削工具は、任意のタイプの研削工具（例えば、ダイヤモンドコーティングされたバリ工具）であってもよい。処理されるワークピースは、例えば、ガラスセラミック部品（例えば、家電製品デバイスでの使用のための）であってもよい。

【００３３】

また、本明細書に記載されているのは、研削工具などの工具の寸法を測定するための方法である。この方法は、光のビームをレシーバに向けるステップを含み得る。レシーバは、受信された光の強度に関連する受信強度信号を生成し得る。この方法は、光ビームに対して回転工具を移動させることを含み得る。受信強度信号の変動を分析して、工具を測定することができる。方法は、移動ステップ中に、受信強度信号が少なくとも定義された持続時間の閾値を超えるときを決定するステップを含み得る。定義された持続時間は、工具の完全な１回転にかかる時間よりも短くてもよい。任意の工具は、方法を使用して測定することができる。有利には、この工具は研削工具である。工具は、バリ工具であってもよい。本方法は、本明細書の他の場所に記載される任意の他のステップまたは複数のステップを含み得る。

【００３４】
また、本明細書では、工具の寸法を測定するために使用され得る工具測定装置も記載される。工具測定装置は、本明細書で説明される方法を実装するように構成されてもよく、または本明細書で説明される方法の文脈で説明される特徴のいずれかを含んでもよい。装置は、トランスミッタを含み得る。トランスミッタは、光のビームを生成し得る。光のビームは、レシーバに向けられ得る。レシーバは、受信した強度信号を生成し得る。受信した強度信号は、受信した光の強度に関連していてもよい（例えば、比例していてもよい）。プロセッサは、受信した強度信号の変動を分析するために提供され得る。プロセッサは、回転工具が光ビームを通って移動されるときに分析を実行し得る。プロセッサは、回転工具が光ビーム内に移動されるときに分析を実行し得る。プロセッサは、回転工具が光ビームの外に移動されるときに分析を実行し得る。分析は、工具の寸法を測定することを可能にし得る。プロセッサは、受信した強度信号が少なくとも定義された持続時間の閾値を超えたときに決定するように構成され得る。定義された持続時間は、工具の完全な１回転にかかる時間よりも短くてもよい。プロセッサは、受信した強度信号が、工具の完全な１回転のために取られた時間よりも短い期間にわたって閾値を超えるときを決定するように構成され得る。プロセッサは、受信した強度信号がいつ所定の持続時間の間、閾値を下回り、閾値を下回ったままであるかを決定するように構成され得る。
【００３５】
ここで、添付の図面を参照して、単に一例として本発明を説明する；
【図面の簡単な説明】
【００３６】
【図１】図１は、非接触工具セッティングデバイスを示しており、
【図２ａ】図２ａは、汚染物質が取り付けられた較正工具を示す。
【図２ｂ】図２ｂは、汚染物質が取り付けられた較正工具を示す。
【図３】図３は、明暗測定中の光強度プロファイルに対する図２ａ及び２ｂの汚染物質の影響を示す。
【図４】図４は、本発明の技術が汚染物質の影響をどのように排除することができるかを示している。
【図５】図５は、粉砕工具の製造中に形成された不要な材料の塊の走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）画像である。
【図６】図６は、暗明測定中の受光強度に対する塊の影響を概略的に示す。
【図７】図７は、研削工具を測定する際の複数の研磨要素の効果を示す収集されたデータである。
【発明を実施するための形態】
【００３７】
図１を参照すると、工具測定装置の概略図が提供される。この装置は、光ビーム１２を生成するトランスミッタ１０を含む。トランスミッタ１０は、レーザダイオードおよび適切な光学部品（図示せず）を使用して光ビーム１２を生成する。光ビーム１２を受信するためのレシーバ１４も図示される。レシーバは、光ビーム１２を検出するためのフォトダイオード（図示せず）を含む。
【００３８】
トランスミッタ１０とレシーバ１４は両方とも柱１８により共通のベース２０に固定されている。この配置により、トランスミッタ１０とレシーバ１４が互いに対して一定の間隔と方向を維持することが保証される。次いで、ベース２０は、工作機械のベッド、または実際には任意の適切な部品に直接取り付けられ得る。また、トランスミッタとレシーバを取り付けるためのさまざまな代替構造を使用できることが留意されるべきである。例えば、トランスミッタとレシーバに共通のハウジングを提供され得、また、別個のトランスミッタとレシーバユニットを工作機械に別々に取り付け得る。
【００３９】
装置は、電気ケーブル１７を介してトランスミッタ１０およびレシーバ１４に接続され

たインターフェース１５も含む。インターフェース１５は、トランスミッタ１０およびレシーバ１４に電力を供給し、また、レシーバ１４のフォトダイオード検出器からビーム強度信号（受信強度信号とも呼ばれる）を受信する。インターフェース１５はまた、ビーム強度信号を分析し、トリガ信号を生成するプロセッサ２４を備える。このトリガ信号は、ケーブル２８を介して関連する工作機械のコントローラ３０のスキップ入力に渡される。工作機械によって測定されるような工具の位置は、インターフェース１５からのトリガ信号を受信するとキャプチャされ、それによって工具サイズ（例えば、工具の長さまたは直径）の測定が可能になる。トリガ信号は、コントローラ３０の構成に応じて、複数の異なる方法で出力され得る。例えば、トリガ信号は、スキップ入力に接続されたラインの電圧をラッチすることによって、またはスキップ入力に渡されるパルスまたは一連のパルスを生成することによって通信され得る。トリガ信号は、代替的に、デジタルデータバスを介してコントローラ３０に渡され得る（例えば、特許文献４に記載されているように）。

【００４０】

図２ａおよび２ｂは、それぞれ側面図および断面図において、較正ピンとも称され得る較正工具４０（すなわち、非歯付き工具の例）を示す。較正工具４０は、既知の（例えば、較正された）半径を有する細長いシリンダである。また、較正工具４０上に汚染物質４２（その相対サイズは、例示の目的で誇張されている）が存在することが示されている。汚染物質４２は、例えば、それ自体が較正工具４０に付着し、高速回転によって、またはエアブラストまたは同様の工具クリーニング技術を使用して容易に除去することができない汚れまたは破片であり得る。図２ｂは、較正工具４０がその細長い軸を中心に高速で回転される一方で、上述の工具測定装置のトランスミッタ１０とレシーバ１４との間を通過する光ビーム１２に変換されることを示す。

【００４１】

図３は、図２ａおよび２ｂに示される較正工具４０が光ビーム１２に対して４つの異なる位置にあるときの工具の完全な１回転についての受信強度信号をプロットする。グラフは、時間に対してプロットされた受信強度信号（パーセント）を示し、較正工具４０の単一回転にかかる時間はＴｒである。また、閾値レベルとして使用される５０パーセントレベル４８も示されている。５０パーセントの使用は任意であり、閾値は異なる値に設定され得ることに留意されたい。

【００４２】

工具４０が光ビーム１２に入る前に、ビームは途切れておらず、したがって、光ビームの１００％がレシーバへと通過し、これはプロットされた線５０として示される。線５２は、汚染物質４２が回転ごとに１回だけ光ビーム１２の極端な縁に入るように、工具４０が工具４０の円筒形コアのいずれかがビームに入ることを可能にするために十分な量だけ前進する前に、工具４０が移動されたときの受信強度を示す。したがって、光強度プロット５２内に見える小さなくぼみ（dip）は、回転ごとに１回ビームを部分的に不明瞭にする汚染物質に対応する。

【００４３】

上記の従来技術のＮＣ４装置では、回転工具が光ビーム１２内に前進するにつれて、受信した強度信号が５０パーセントトリガ閾値と比較される。装置は、受信した強度信号が閾値４８を下回るとトリガ信号を発行する；これは、図３のプロットされた線５４によって示されるシナリオである。従来技術の工具測定装置では、発行されたトリガ信号は、したがって、ビームの５０％が工具回転中のある時点でブロックされたときに、関連付けられた工作機械に工具４０の位置を測定させる。この例では、汚染物質によるビームの閉塞は、測定された位置（およびしたがって測定された工具半径）が円筒形工具本体の直径の正確な測定ではないことを意味する。代わりに、装置は汚染物質の外側飛行円の半径を測定する。したがって、較正工具の測定された半径は、汚染物質４２が円筒形工具本体から突出する距離に等しい量で、工具の実際の半径よりも大きい。

【００４４】

この時点で、多くの種類の工具について、最大半径（工具の外側の「飛行円」によって

定義される）は、有効な切削半径の適切な測定値を提供することに留意されたい。特に、歯付き切削工具（例えば、フライス加工、ドリル加工など）は、複数の歯を有し得るが、それがワークピース内で行う切断の深さは、それらの歯の外側飛行円によって決定される。しかしながら、本発明者らは、これが歯のない工具について必ずしもそうであるとは限らないことを認識している。図２および３に示される例では、汚染物質から生じる受信強度信号の任意の小さな低下を無視し、代わりに受信強度信号の大部分が閾値４８を下回るときに工具位置を確認することによって、較正工具半径のより信頼性の高い測定を達成することができる。これは、図３のプロット５６として示されている。

【００４５】

次に図４を参照して、装置が図２ａおよび２ｂに示される（非歯付き）較正工具４０の半径をよりよく測定する方法について説明する。

【００４６】

受信強度信号は、工具がビーム内に移動するにつれて、閾値４８と再度連続的に比較される。しかしながら、トリガ信号は、受信した強度信号が閾値を下回ったときにのみ発行され、その後、時間Ｔｑの持続時間の間、そのトリガ閾値を下回ったままである。これは、トリガ信号生成が第１の閾値交差に基づいている（受信強度信号がその後強度で増加し、閾値を超えて戻って交差するかどうかにかかわらず）従来技術の明暗測定とは対照的であるべきである。したがって、本方法は、トリガ信号が発行される前に、時間Ｔｑのウィンドウ内で受信した強度信号が閾値４８を下回り、閾値４８を下回ったままである必要性を効果的に生じさせる。図４では、持続時間Ｔｑは、工具の１回転にかかる時間の半分に等しいように設定されている（すなわち、Ｔｑ＝Ｔｒ／２）。これは、受信した強度信号の過渡低下が効果的に無視され（すなわち、それらがトリガ信号の生成をもたらさない）、トリガ信号は、受信した強度信号が持続時間Ｔｑの間、閾値４８を下回るときにのみ発行されることを意味する。

【００４７】

次に図５から図７を参照して、バリ工具（すなわち、非歯付き工具のさらなる例）を測定するための本発明のさらなる適用について説明する。

【００４８】

研削工具（研削バリなど）は、ガラスセラミック部品のプロファイルを変更するためにしばしば使用される。近年、スマートフォンやタブレットなどの製造へのそのようなバリの使用が増えている。焼結および／または電気めっきなどのダイヤモンドコートされたバリを製造するために、いくつかの異なる製造プロセスが使用される。焼結工具では、ダイヤモンドは非常に高温でマトリックスに結合されているため、工具にはダイヤモンドのいくつかの層がある。このような工具を酸化アルミニウム石でドレッシングまたはクリーニングすることは、研削品質を向上させるのに役立ち、したがって、ダイヤモンドの新しい層が毎回現れることによって、バリまたはホイールの寿命を維持する。電気めっきされた工具は、単層でニッケル、ステンレス鋼などを使用して工具に接着されたコートされたダイヤモンドを含む。電気めっきされた用具は焼結工具より寿命が短いが、より安価な代替である。もちろん、ダイヤモンド以外の研磨粒子を含む工具（ＣＢＮ、酸化アルミニウムなど）を使用することも可能である。

【００４９】

発生する可能性のある問題は、バリ工具が品質上の問題を抱えている可能性があることである。特に、接合（すなわち、非研磨性）材料の「塊」（しばしばふくれまたは結節と呼ばれる）が表面上に存在し得る。また、大きすぎる粒子や汚染物質（汚れ）が、同様の効果を持つ突起を形成する可能性がある。図５は、バリ工具上のそのような塊（すなわち、１９１μｍ×５１６μｍの寸法を有する突起）のＳＥＭ画像を示す。これらの塊は、製造（例えば、電気めっき）プロセスからの欠陥である。工具が使用される前に光学的に測定される場合、測定された工具の形状は、工具が最初にコンポーネントの表面を変更するために使用されるときに、そのような塊が弾き落される可能性が非常に高いにもかかわらず、そのような塊によって影響を受ける可能性がある。エアブラストを使用して、測定す

る前にそのような工具を清掃する試みは、そのような欠陥を除去するには不十分であることが判明している。

【００５０】

図６は、図１の工具測定装置を使用して暗明測定を実行するときのバリ工具に対する汚染物質（そのような材料の塊）の影響を模式的に示している。図６は、光ビームに対する工具の２つの位置の時間の関数として、受信された光強度の２つの重ね合わせプロットを示す。このような暗明測定では、工具は最初に光ビームを完全に遮る位置に配置される。その細長い軸を中心に回転している工具は、受信した強度信号が監視されている間にビームから移動（並進）される。

【００５１】

従来技術の暗明測定では、装置は、工具が光ビームから離れているとき（すなわち、受信した強度信号が連続して５０パーセント閾値を超えるとき）を決定する。特に、従来技術の装置は、受信した強度信号が５０パーセントの閾値を超え、工具の２つ以上の完全な回転のためにその閾値を超えたままである後にトリガ信号を発行する。この状態は、工具上の材料の塊が、それを通過するときに光ビームの半分以上を覆い隠さない場合にのみ発生する。図６の破線６０は、５０パーセントの閾値４８が交差している工具の最後の回転を示す。トリガ信号は、工具の１回のさらなる回転の後に発行され、これは、信号が５０パーセントの閾値４８を下回って落ちていないことを確認することができる最初の時点である。完全性のために、そのような一定の遅延（すなわち、１つの工具回転の持続時間に等しい遅延）の影響は、位置測定の精度に影響を与えることなく、適切な較正によって考慮することができることに留意されたい。

【００５２】

したがって、上記の従来技術の暗明測定は、工具の最も外側の飛行円を測定する。バリ工具の場合、これは、従来技術の暗明法を使用して測定された半径が、材料の塊の近くの工具の半径に等しいことを意味する。上記で説明したように、材料の塊は研削プロセス中に壊れる可能性があり、測定された半径は工具の有効半径よりも大きい（おそらく数百ミクロン）ことを意味する。耐性の高い製造プロセスでは、このレベルのエラーが問題となり、部品を廃棄する必要が生じる可能性がある。

【００５３】

本発明の方法では、装置は、受信した強度信号が５０パーセント閾値を超えた後にトリガ信号を発行し、定義された期間Ｔｑの間、その閾値を超えたままである。時間周期Ｔｑは、工具の１回の完全な回転（すなわち、Ｔｒ）にかかる時間よりも短く、本例では、１回の工具の回転にかかる時間の半分に等しい。図６の実線６２は、この基準が満たされた最初の回転を示し、時間周期Ｔｑの後にトリガ信号が発行される。実線６２の強度プロファイルは、破線６０によって示される強度プロファイルの前に生成されることに留意されたい（すなわち、トリガ信号が発行される前に、本発明の方法を使用して、工具がより小さい距離でビームから引き抜かれる）。トリガ信号の受信時の工具の位置は、工具の半径の測定値を提供するが、材料の塊の影響は除外される。したがって、より現実的な工具半径測定が提供される。

【００５４】

上記の例は、受信強度信号が、定義された持続時間（Ｔｑ）の間、５０パーセント閾値を継続的に超えるときを決定することを例示する。しかしながら、定義された持続時間（Ｔｑ）の間、閾値を継続的に超える必要はないことに留意されたい。受信強度信号が、工具回転あたり閾値を複数回にわたって行き来する場合、代わりに、閾値が工具回転あたり超過された合計時間を測定し、これが少なくとも定義された持続時間に等しいかどうかを判定することが可能であろう。言い換えれば、単一の工具回転中に閾値を超えたときの複数の期間（例えば、Ｔ１、Ｔ２、Ｔ３など）の期間を一緒に加算して、閾値が少なくとも定義された期間にわたって越えられたかどうかを確認することができる。

【００５５】

上記の例は、バリ工具の突起に関するものである。しかしながら、そのようなバリ工具

が、そうでなければ丸い表面に空洞（すなわち、凹みまたは谷）を含むことも可能である。そのような例では、図６に示される受信強度信号には、くぼみではなくスパイクが存在するであろう。そのような空洞に関する幾何学的情報は、受信強度信号のスパイクが閾値を超えるときにトリガするために定義された持続時間（Ｔｑ）を十分に短く（例えば、回転持続時間の５％～１０％）に設定することによって測定することができる。これにより、装置は空洞の寸法を測定することができる。

【００５６】

上記の様々な強度プロットは、説明を助けるために簡略化されていることに留意されたい。次に、図７を参照して、本発明の実装の実用的な例を説明する。

【００５７】

図７では、暗明測定の一部として、新しく製造された（すなわち、未使用の）バリ工具に対して収集された受信強度信号が示されている。このプロットは、工具が高速で回転し、光ビームから移動するように並進するときに検出される光の繰り返しパターンを示している。特に、工具が光ビームから引き抜かれている間に、工具の２９回転が示される。信号の様々な低下は、バリ工具の様々な研磨粒子が各工具回転上のビームに侵入して遮ることによって引き起こされる。

【００５８】

信号のくぼみ７０の第１のセットは、上記のタイプの欠陥（または塊）である工具から突出する最長の粒子によって引き起こされる。信号内のくぼみ７２の第２のセットは、２番目に長い粒子に関するもので、７４と表示された一連の３つのくぼみを生成する３番目、４番目、５番目の長い粒子よりもわずかに突出している。多くのさらなる粒子は、３番目、４番目、５番目に長い粒子と同様の量で突出し、信号のこれらのくぼみは７６と表示される。

【００５９】

図７から、くぼみ７０の第１のセットを除いて、くぼみの最小値の大部分に関連付けられた強度は、時間の経過とともに強度が増加する同様のパターンに従うことが分かる。しかし、最長（欠陥）粒子は、図７に示される収集されたデータセットの全期間にわたって、各回転のビームを完全に覆い隠す。

【００６０】

暗明測定の従来技術の方法が使用された場合、工具は、工具の回転中に光ビームの半分以下を覆い隠す最も長い（欠陥）粒子までビームから移動し続ける。このような粒子は、切断される物体と接触すると単に工具から離れるため、誤った結果をもたらす可能性がある。代わりに、本方法は、５０パーセントの「トリガ」閾値を超えたときに評価するプロセスから信号内の第１のくぼみ７０のセットを効果的に除外する。これは、受信した強度信号が５０パーセント閾値（図７の２．４ｖ）を超え、工具の１回転にかかる時間よりも短い時間で上回るとすぐにトリガ信号を発行することによって行われる。特に、図７の例では、完全な工具回転が３０ｍｓごとに発生する。トリガ信号は、ビームが最初にクリアされた後（すなわち、２．４ｖの閾値を超えた後）に発行され、少なくとも２０ｍｓの間クリアされたままである。したがって、トリガ信号は、タイムスタンプ３２０．５４ｍｓで発行される（すなわち、図７で７８とラベル付けされた破線によって示される）。

【００６１】

トリガ信号が発行される前にビームがクリアのままである必要がある（すなわち、信号が５０パーセントの閾値を超えるように）持続時間は、２番目に長い粒子に関連する信号内のくぼみ７２の第２のセットの影響も除外するために減少させることができることに留意されたい。次に、３番目に長い粒子の半径が測定される。したがって、ビームがクリアに保たれる必要がある持続時間の適切な設定を使用して、工具位置測定から特定の突起を除外できることがわかる。言い換えれば、強度信号が閾値を横切る時間のウィンドウの幅は、工具測定から工具上に存在する最長の突出粒子の所望の数を選択的に除外するために、所望に応じて増加および減少させることができる。

【００６２】

上記の例では、1つの工具回転に対して取られた３０ｍｓの間に、強度信号が２０ｍｓの閾値を超えるとトリガ信号が発行される。したがって、定義された持続時間は、１つの工具回転にかかる時間の２０ミリ秒または3分の2（６６％）である。他の定義された期間は、以下の例の非網羅的なリストに要約されているように、異なる測定タスクに使用することができる。

【００６３】

・ふくれを除く有効な研削直径：用具が１つの工具回転のために取られる時間の少なくとも７５％の定義された持続時間回っている間バリの外の端を測定することは好ましい。

【００６４】

・ふくれを除く長さ測定：バリの端を測定するとき、断面全体がビーム内にあるため、欠陥は回転ごとに2回ビームを通過する。したがって、定義された持続時間は、回転持続時間の５０％（例えば４０％）未満でなければならない。

【００６５】

・キャビティ（バリの円形の製造上の欠陥）：これは、バリの丸い表面に凹みや谷のように見えるバリ製造プロセス中に発生する欠陥を検出するためである。バリの谷欠陥は、非常に低い回転周期パーセンテージで検出することができる。回転持続時間の１０％以下の定義された持続時間が最も適している（すなわち、そのような谷に関する幾何学的情報を測定することができる）。

【００６６】

上記の例では、装置は、歯のない工具上の予期しない汚染物質または粒子を無視できるように配置されている。そのような汚染物質は、各工具のサイズと位置が不明であり、工具ごとに異なる。

【００６７】

上記のすべての実施形態では、装置は、受信強度信号を分析するためのインターフェースを含む。これは必須ではなく、本発明の方法は、装置の多くの異なる構成に実装することができることに留意することが重要である。例えば、工具測定装置（例えば、トランスミッタ／レシーバを有する）は、工作機械筐体内に取り付けられたユニットとして提供され得る。受信強度信号は、工具測定デバイス（例えば、デジタルまたはアナログ形式）から、受信強度信号を分析するためのプロセッサを有するインターフェース、コンピュータ、コントローラなどに出力され得る。プロセッサは、複数のユニットに分割されてもよく、および／または他の制御または分析機能を実行してもよい。

【図面】

【図１】

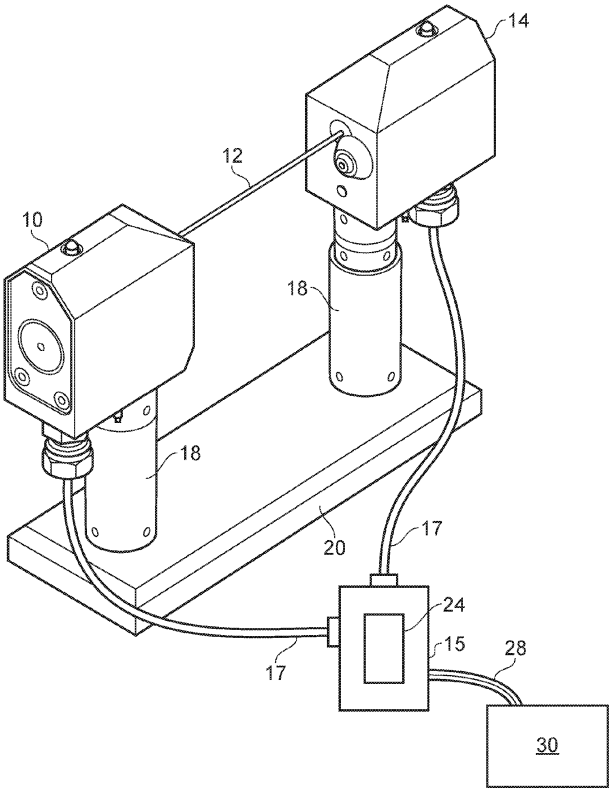


FIG. 1

【図２ａ】

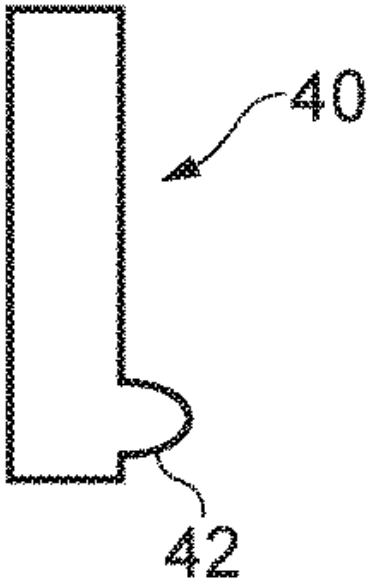


FIG. 2a

【図２ｂ】

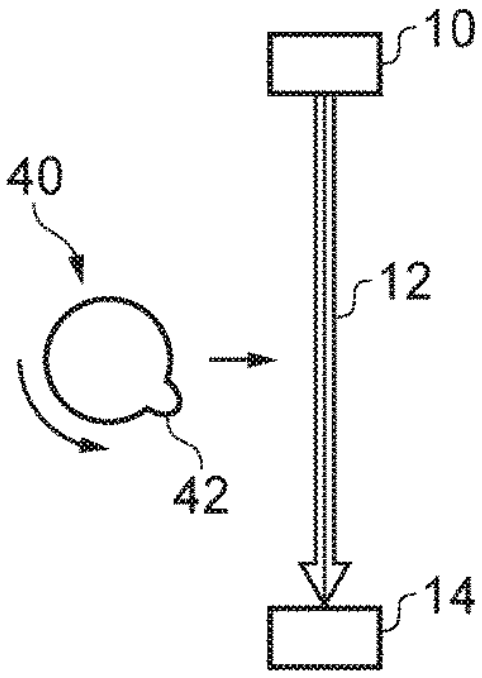


FIG. 2b

【図３】

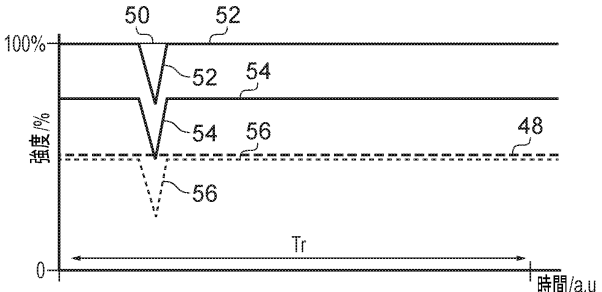


FIG. 3

【図４】

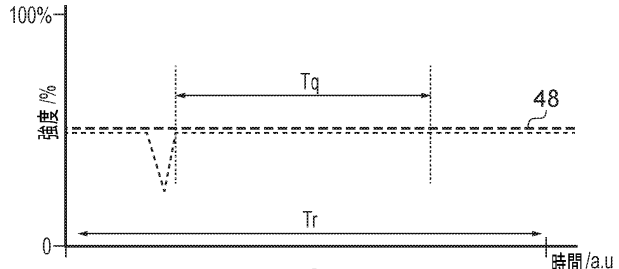


FIG. 4

【図５】

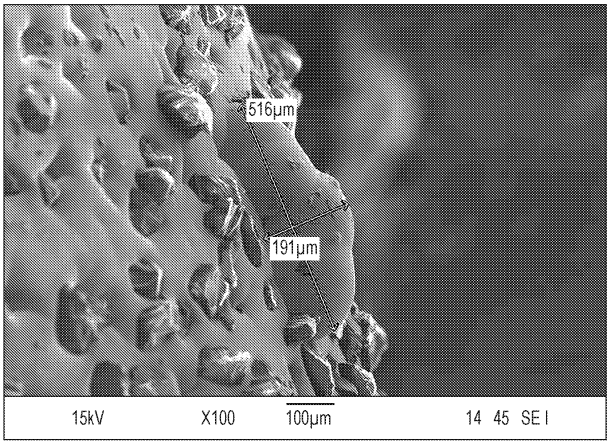


FIG. 5

【図６】

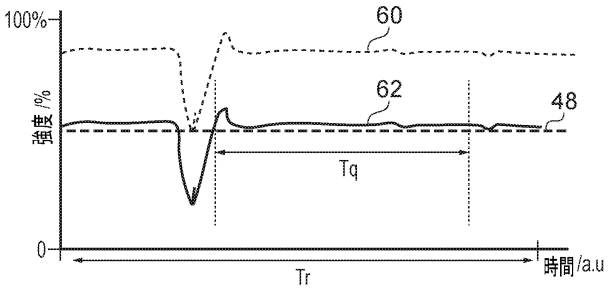


FIG. 6

【図７】

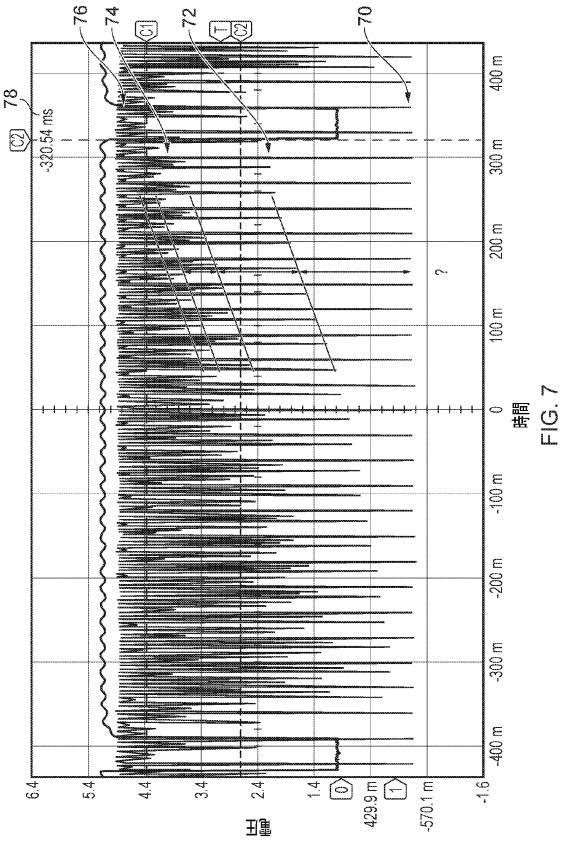


FIG. 7

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2021/052575

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01B11/04 B23Q17/24
ADD.

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)
G01B B23Q

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2018/356788 A1 (MOERSCH NORBERT [DE] ET AL) 13 December 2018 (2018-12-13) figures claims paragraphs [0018], [0077] - [0109]	1-15
A	US 2005/167619 A1 (STIMPSON VICTOR G [GB] ET AL) 4 August 2005 (2005-08-04) figures claims paragraphs [0025] - [0050]	1-15
A	DE 10 2018 006653 A1 (BLUM NOVOTEST GMBH [DE]) 27 February 2020 (2020-02-27) claims figures	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
9 December 2021	22/12/2021

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer
Moulara, Guilhem

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/GB2021/052575

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2018356788 A1	13-12-2018	CN 109032068 A	18-12-2018
		DE 102017005488 A1	13-12-2018
		EP 3413150 A1	12-12-2018
		JP 2019000977 A	10-01-2019
		US 2018356788 A1	13-12-2018
US 2005167619 A1	04-08-2005	AT 293243 T	15-04-2005
		AT 371164 T	15-09-2007
		CN 1338040 A	27-02-2002
		CN 1660541 A	31-08-2005
		DE 60019399 T2	22-09-2005
		DE 60036144 T2	03-01-2008
		EP 1144944 A1	17-10-2001
		EP 1562020 A1	10-08-2005
		JP 4695808 B2	08-06-2011
		JP 2003524154 A	12-08-2003
		KR 20010101597 A	14-11-2001
		US 6635894 B1	21-10-2003
		US 2004069936 A1	15-04-2004
		US 2005167619 A1	04-08-2005
		WO 0138822 A1	31-05-2001
DE 102018006653 A1	27-02-2020	CN 112912208 A	04-06-2021
		DE 102018006653 A1	27-02-2020
		EP 3840916 A1	30-06-2021
		JP 2021534417 A	09-12-2021
		US 2021323109 A1	21-10-2021
		WO 2020038894 A1	27-02-2020

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),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,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

ンパニー内

(72)発明者　ベンジャミン ジェイソン メリフィールド
イギリス ジーエル１２ ８ジェイアール グロスターシャー ワットン－アンダー－エッジ ニューミルズ（番地なし） レニショウ パブリック リミテッド カンパニー内

(72)発明者　ステフェン リンゼー トックネル
イギリス ジーエル１２ ８ジェイアール グロスターシャー ワットン－アンダー－エッジ ニューミルズ（番地なし） レニショウ パブリック リミテッド カンパニー内

(72)発明者　ポール アンドリューズ
イギリス ジーエル１２ ８ジェイアール グロスターシャー ワットン－アンダー－エッジ ニューミルズ（番地なし） レニショウ パブリック リミテッド カンパニー内

Ｆターム（参考）　2F065　AA22 AA26 BB06 CC10 FF02 FF65 HH04 HH15 JJ01 JJ18
MM03 MM04 QQ01 QQ03 QQ23
3C029　AA26 AA40