(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6168695号
(P6168695)
(45)発行日　平成29年7月26日(2017.7.26)　(24)登録日　平成29年7月7日(2017.7.7)

(51)Int.Cl.　F I
B23Q 17/09 (2006.01)　B23Q 17/09 Z

請求項の数 5　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2013-168372(P2013-168372)
(22)出願日　平成25年8月13日(2013.8.13)
(65)公開番号　特開2015-36174(P2015-36174A)
(43)公開日　平成27年2月23日(2015.2.23)
審査請求日　平成28年8月9日(2016.8.9)

早期審査対象出願

前置審査

(73)特許権者　509311643
株式会社山本金属製作所
大阪府大阪市平野区背戸口二丁目４番７号
(74)代理人　100115200
弁理士　山口　修之
(72)発明者　荒木　雅史
大阪府大阪市平野区背戸口２丁目４番７号
株式会社山本金属製作所内
(72)発明者　山本　憲吾
大阪府大阪市平野区背戸口２丁目４番７号
株式会社山本金属製作所内

審査官　山本　忠博

最終頁に続く

(54)【発明の名称】リアルタイム温度測定方法、及びリアルタイム温度測定装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
回転軸を中心に高速回転可能であり、前記回転軸に沿って内部に中空孔が形成されるツールホルダと、該ツールホルダに連結されて前記中空孔と同軸回転し、上端から下端に至る途中まで穴あけされて上端で前記中空孔の下端と連結した半貫通孔が形成される回転工具とを用いた温度測定方法であって、
前記回転工具の前記半貫通孔の上端から挿入されて半貫通孔内に熱電対を装着する工程と、
該熱電対を用いて、前記ツールホルダに把持されて同軸に高速回転する前記回転工具の実加工中の温度をリアルタイムに測定する工程と、
前記熱電対からの電気信号を電子基板で受理し、電位差を増幅しデジタル変換する工程と、
デジタル変換された前記熱電対からの実加工中の電子信号を無線送信方式でリアルタイムに外部ユニットに送信する工程と、を順に行い、
前記ツールホルダは、前記回転工具を先端で保持可能な筒状のものであり、
前記電子基板が、
前記ツールホルダの外周部に設けられ、前記熱電対に電気配線で接続され、
前記外部ユニットでは無線送信された熱電対からの電気信号を受理し、記録・演算する、ことを特徴とするリアルタイム温度測定方法。
【請求項２】

回転加工装置に交換可能に取り付けられ、その回転軸を中心に高速回転可能であり、前記回転軸に沿って内部に中空孔が形成されたツールホルダと、
該ツールホルダに連結されて前記中空孔と同軸回転し、上端から下端に至る途中まで穴あけされて上端で前記中空孔の下端と連結した半貫通孔が形成される回転工具と、
前記回転工具の前記半貫通孔の上端から挿入されて半貫通孔内に装着され、前記ツールホルダに把持されて同軸に高速回転する前記回転工具の実加工中の温度をリアルタイムに測定する熱電対と、
前記熱電対からの電気信号を受理し、電位差を増幅しデジタル変換する電子基板と、
デジタル変換された前記熱電対からの実加工中の電気信号を無線送信方式でリアルタイムで外部ユニットに送信する送信手段と、を備え、
前記ツールホルダは、前記回転工具を先端で保持可能な筒状のものであり、
前記電子基板が、
前記ツールホルダの外周部に設けられ、前記熱電対に電気配線で接続され、
前記外部ユニットでは無線送信された熱電対からの電気信号を受信し、記録・演算する、ことを特徴とするリアルタイム温度測定装置。
【請求項３】
前記ツールホルダの外周部に設けられ、前記電子基板に電源供給可能な電源供給部を備えることを特徴とする請求項２に記載の温度測定装置。
【請求項４】
少なくとも前記電子基板を覆うカバー部材を備えることを特徴とする請求項２又は３に記載の温度測定装置。
【請求項５】
前記ツールホルダの外周部に取り付けられ、前記ツールホルダと同軸回転する前記回転ツールが外部から受ける応力を測定可能な応力測定部を備え、
前記電子基板が、
前記応力測定部の測定結果を受信可能な応力受信部を備えることを特徴とする請求項２～４のいずれか一項に記載の温度測定装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、加工に用いる回転ツール自体の温度測定方法及び温度測定装置に関する。特に、加工対象物を切削加工する切削工具等の回転工具の加工中の温度測定方法、及び温度測定装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
従来、加工対象物の切削加工に使用される切削油剤の性能評価は、「工具摩耗をどれだけ抑制できるか（工具の寿命が長くなるか）」、及び、「加工面の品質をどれだけ向上できるか（加工面の仕上がりが綺麗か）」という観点で行われる。具体的に、切削油剤の性能評価は、ＮＣ旋盤やマシニングセンタ等の回転加工装置の主軸先端で切削加工に使用した切削工具の摩耗測定や、加工対象物の表面粗さを測定することによって実現されており、これら測定には多大な手間と時間が掛かっている。それ故、これらの測定方法は、切削油剤の選定や開発に適用し難いという問題がある。
【０００３】
加工性を良くする切削油剤の３要素は、潤滑性能、冷却性能、及び、抗溶着性能である（例えば、特許文献１参照）。これらの３要素を個別に簡易的且つ正確に評価できれば、切削油剤の選定や開発に対して大きな近道になる。これら３要素のうち、冷却性能の評価方法は、例えば、熱電対を組み付けた熱せられた切削工具を切削油剤に入れて、切削工具の温度曲線を見ることで行われているのが現状である。
【０００４】
また、切削工具以外の種々の回転工具で使用される部品それ自体の性能評価や使用する

油剤や冷却水等の性能評価についても、上述同様に個別の簡易的且つ正確な温度評価はいずれもなされていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開２０１２－９２２０５号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかしながら、上述した従来の冷却性能の評価方法は、実際の回転工具作動中、例えば、切削加工中の切削工具の温度をリアルタイムで把握し、把握した温度を用いて冷却性能の善し悪しを評価するものではない。このため、従来の冷却性能の評価方法で使用される回転工具の温度は、実際の加工時（切削加工時）の回転工具（切削工具等）の温度と異なるケースがある。それ故、上述した従来の冷却性能の評価方法は現実の状態を正確に反映したものであるとは言えない。

【０００７】

そこで、本発明は、切削油剤の冷却性能などを従来よりも正確に評価・把握するために、実際の回転工具作動時の温度、すなわち切削加工中の切削工具の温度等をリアルタイムで把握することのできる温度測定方法、及び、温度測定装置の提供することを目的とした。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

上述した課題を解決すべく提供される本発明のリアルタイム温度測定方法は、回転軸を中心に高速回転可能であって、前記回転軸に沿って内部に中空孔が形成されるツールホルダと、該ツールホルダに連結されて前記中空孔と同軸回転し、上端から下端に至る途中で穴あけされて上端で前記中空孔の下端と繋がった半貫通孔が形成される回転工具とを用いた温度測定方法を提供する。この温度測定法は、前記回転工具の前記半貫通孔内に熱電対を装着する工程と、該熱電対を用いて、前記ツールホルダに把持されて同軸に高速回転する前記回転工具の実加工中の温度をリアルタイムに測定する工程と、前記熱電対からの電気信号を電子基板で受理し、電位差を増幅しデジタル変換する工程と、デジタル変換された前記熱電対からの実加工中の電気信号を無線送信方式でリアルタイムに外部ユニットに送信する工程と、を順に行い、前記ツールホルダは、前記回転工具を先端で保持可能な筒状のものであり、前記電子基板が、前記ツールホルダの外周部に設けられ、前記熱電対に電気配線で接続され、前記外部ユニットでは無線送信された熱電対からの電気信号を受信し、記録・演算する、ことを特徴とする。

【０００９】

また、本発明は上述するリアルタイム温度測定方法に利用するリアルタイム温度測定装置をも提供する。本リアルタイム温度測定装置は、回転加工装置に交換可能に取り付けられ、回転軸を中心に高速回転可能であり、前記回転軸に沿って内部に中空孔が形成されたツールホルダと、該ツールホルダに連結されて前記中空孔と同軸回転し、上端から下端に至る途中で穴あけされて上端で前記と連結した半貫通孔が形成される回転工具と、前記回転工具の前記半貫通孔の上端から挿入されて半貫通孔内に装着され、前記ツールホルダに把持されて同軸に高速回転する前記回転工具の実加工中の温度をリアルタイムに測定する熱電対と、前記熱電対からの電気信号を受理し、電位差を増幅しデジタル変換する電子基板と、デジタル変換された前記熱電対からの実加工中の電気信号を無線送信方式でリアルタイムで外部ユニットに送信する送信手段と、を備えている。

【００１０】

前記ツールホルダは、前記回転工具を先端で保持可能な筒状のものであり、

前記電子基板が、前記ツールホルダの外周部に設けられ、前記熱電対に電気配線で接続され、前記外部ユニットでは無線送信された熱電対からの電気信号を受信し、記録・演算

する。
【００１１】
本発明の温度測定方法及び温度測定装置においては、ツールホルダと回転工具とが回転軸方向に連結されて高速で同軸回転し、その中が半貫通孔で繋がっているので、この半貫通孔に熱電対を装着して、回転加工装置の主軸と略同軸のツールホルダの外周部に設けた電子基板により、アナログの電気信号の電位差を増幅しデジタル化して無線送信方式に適したデータに変換して、外部ユニットに送信して外部ユニットで記録・演算処理することで、回転工具それ自体の実加工中（切削や溶接中）の温度をリアルタイムで把握することができる。

【００１２】
これにより、リアルタイムで把握した回転工具の温度を用いて、実加工（実作動中）の回転工具の冷却剤の冷却性能を評価することができる。その結果、冷却性能に優れた回転工具の冷却剤やその量を容易に選定できると共に、熱源の温度制御を適正に行うことが可能となる点でも大きなメリットになる。
【００１３】
また、上記温度測定方法および温度測定装置は、回転工具として切削工具を採用し、切削工具の温度をリアルタイムで把握することで、切削油剤の冷却性能を簡単、正確に評価することができる。
【００１４】
具体的な、回転工具としては切削工具が例示される。
【００１５】
この場合、実加工中にリアルタイムで把握した切削工具の温度を用いて、切削油剤の冷却性能を評価することができる。より具体的には、リアルタイムで把握した切削工具の温度を参照して、温度上昇が少ない切削油剤を、冷却性能が高い切削油剤であると判定することができる。従って、切削油剤の冷却性能の評価を従来よりも正確に実現することができる。その結果、冷却性能に優れた切削油剤を容易に選定できると共に、切削油剤の開発においても大きなメリットになる。
【００１６】
また、前記ツールホルダの外周部に前記電子基板に電源供給可能な電源供給部を備えることもできる。
【００１７】
また、前記ツールホルダの外周部は少なくとも前記電子基板を覆うカバー部材を備えても良い。
【００１８】
さらに、前記ツールホルダの外周部は、前記ツールホルダと同軸回転する前記回転ツールが外部から受ける応力を測定可能な応力測定部を備え、前記電子基板が、前記応力測定部の測定結果を受信可能な応力受信部を備えても良い。
【発明の効果】
【００１９】
本発明によれば、実際に実加工中の回転ツール（切削工具など）の温度をリアルタイムで把握することができるので、その回転ツール自体の評価、切削油剤や冷却水の冷却性能の評価を従来よりも正確に実現することができる。
【図面の簡単な説明】
【００２０】
【図１】本発明の第１実施形態に係る温度測定装置の内部構造を示す側断面図である。
【図２】温度測定部で測定された切削工具の温度を示す電気信号の流れの一例を示すブロック図である。
【図３】本発明の第１実施形態に係る温度測定方法の各工程を示すフローチャートである。

【図４】本発明の第２実施形態に係る温度測定装置の内部構造を示す側断面図である。
【図５】温度測定部で測定された切削工具の温度を示す電気信号の流れの一例を示すブロック図である。
【図６】本発明の第３実施形態に係る温度測定装置の内部構造を示す側断面図である。
【図７】温度測定部で測定された切削工具の温度、及び、応力測定部で測定された応力を示す各電気信号の流れの一例を示すブロック図である。
【図８】温度測定部で測定された切削工具の温度、及び、応力測定部で測定された応力を示す各電気信号の流れの一例を示すブロック図である。
【図９】本発明の第５実施形態に係る温度測定装置の内部構造を示す側断面図である。
【発明を実施するための最良の形態】
【００２１】
＜第１実施形態＞
以下では、図１～図３を参照しつつ、本発明の第１実施形態に係る温度測定方法、及び、温度測定装置について説明する。
【００２２】
（温度測定装置１の全体構成）
図１に示すように、温度測定装置１は、筒状のツールホルダ２と、コレット・ナット３と、切削工具４と、温度測定部５と、電子基板６と、電源供給部７と、電子基板６及び電源供給部７を覆うカバー部材８と、を備えて構成される。
【００２３】
（ツールホルダ２の構成）
ツールホルダ２は、回転軸（図示せず）を中心に回転可能であって、回転軸に沿って先端から後端に向かって延びる中空孔２０が形成される。ツールホルダ２は、その先端で切削工具４を保持可能に構成されている。また、ツールホルダ２には、その外周部２１から中空孔２０に連通する連通孔２２が形成されている。この連通孔２２は、図１に示すように、ツールホルダ２の軸長方向に対して略直交する方向に延びるようにして形成されている。
【００２４】
（コレット・ナット３の構成）
コレット・ナット３は、ツールホルダ２の先端付近に組み込まれており、切削工具４をツールホルダ２の先端で保持可能な保持部材として設けられている。
【００２５】
（切削工具４の構成）
切削工具４は、ドリル、エンドミル、及び、タップ等で構成可能であって、加工対象物の切削加工に用いる工具である。図１に示す切削工具４には、穴あけ加工を施すことによって貫通孔４０が形成されている。この貫通孔４０は、ツールホルダ２の中空孔２０と同軸状の孔であって、温度測定部５を装着可能な孔として機能する。なお、ここでは、貫通孔４０は上端から下端まで貫通させているが、本明細書で貫通孔とは上端から下端に至る途中まで穴あけした半貫通孔の状態をも含んでいる。
【００２６】
（温度測定部５の構成）
温度測定部５は、熱電対、サーミスタ、及び、白金測温抵抗体等の温度測定素子で構成可能であって、切削工具４の貫通孔４０に装着可能に構成されている。温度測定部５は、貫通孔４０に装着された状態で、ツールホルダ２と同軸で回転する切削工具４の温度をリアルタイムで測定可能となっている。そして、温度測定部５は、電気配線（図示せず）を介して測定結果を電子基板６へ送信可能に構成されている。
【００２７】
（電子基板６の構成）
電子基板６は、カバー部材８に覆われた状態で、ツールホルダ２の外周部２１に設けられている。電子基板６は、温度受信部６０及び送信部６１を備えている。温度受信部６０

は、電気配線（図示せず）を介して温度測定部５から切削工具４の温度をリアルタイムで受信可能に構成されている。送信部６１は、温度受信部６０で受信された切削工具４の温度を外部ユニットへ無線方式で送信可能に構成されている。

【００２８】

（電源供給部７の構成）

電源供給部７は、カバー部材８に覆われた状態で、ツールホルダ２の外周部２１に設けられている。電源供給部７は、充電型又は非充電型の電池を用いて構成可能であって、電子基板６に電源供給可能に構成されている。

【００２９】

（温度測定部で測定された切削工具の温度を示す電気信号の流れについて）

図２は、温度測定部で測定された切削工具の温度を示す電気信号の流れの一例を示すブロック図である。この例では、熱電対で温度測定部５を構成した場合の電気信号の流れを示している。図２中の各矢印は、熱電対で測定された切削工具４の温度を示す電気信号の流れであって、信号伝送路の形式によって有線方式を実線で示し、無線方式を破線で示している。この例では、零接点補償回路、電位差増幅部、Ａ／Ｄ（アナログ／デジタル）変換器、及び、デバイス内制御回路で、温度受信部６０が構成されている。また、この例では、コントローラ及び無線通信デバイスで、送信部６１が構成されている。

【００３０】

また、図２に示すように、この例では、無線受信・記録出力装置で外部ユニットが構成されている。無線受信・記録出力装置は、電気信号の流れに沿って上流側から下流側に、無線受信デバイス、シリアル・USB（Universal Serial Bus）変換器、パーソナルコンピュータ等の記録・演算装置、及び、ディスプレイやプリンタ等の出力装置を備えている。また、図２中の破線で示す無線受信デバイス間の無線通信規格は、Wi-Fi（Wireless Fidelity）、Blue-tooth（ブルートゥース）、無線LAN（Local Area Network）、及び、ZigBee（ジグビー）等を使用可能である。

【００３１】

（温度測定方法について）

次いで、図３を参照しながら、本実施形態における切削工具４の温度測定方法の一例について説明する。温度測定方法の一例としては、ツールホルダ２を準備する工程Ｓ１、コレット・ナット３を介してツールホルダ２の先端に切削工具４を装着する工程Ｓ２、切削工具４の貫通孔４０に温度測定部５を装着する工程Ｓ３、温度測定部５を用いて、ツールホルダ２と同軸で回転する切削工具４の温度を測定する工程Ｓ４、温度測定部５の測定結果を電子基板６で受信する工程Ｓ５、を順に行うことによる温度測定方法を挙げることができる。

【００３２】

（第１実施形態に係る温度測定方法及び温度測定装置の特徴）

上記第１実施形態では、回転軸（図示せず）を中心に回転可能なツールホルダ２の先端で保持された切削工具４に温度測定部５を装着可能な貫通孔４０が形成されるので、この温度測定部５の測定結果を電子基板６で受信することで、ツールホルダ２と同軸で回転する実加工中（実際に加工対象物を切削加工中）の切削工具４の温度をリアルタイムで把握することができる。

【００３３】

これにより、リアルタイムで把握した切削工具の温度を用いて、切削油剤の冷却性能を評価することができる。より具体的には、リアルタイムで把握した切削工具の温度を参照して、温度上昇が少ない切削油剤を、冷却性能が高い切削油剤であると判定することができる。

【００３４】

従って、切削油剤の冷却性能の評価を従来よりも正確に実現することができる。その結果、冷却性能に優れた切削油剤を容易に選定できると共に、切削油剤の開発においても大きなメリットになる。

【００３５】
＜第２実施形態＞
以下では、図４及び図５を参照しつつ、本発明の第２実施形態に係る温度測定方法、及び、温度測定装置について説明する。図４に示すように、本実施形態の温度測定装置１は、ツールホルダ２が、中空孔２０と連通する収容空間２３を内部に備える点で、第１実施形態の温度測定装置（図１参照）と相違する。図４に示すように、収容空間２３の水平断面の径は、中空孔２０の水平断面の径よりも大きく、収容空間２３には、電子基板６及び電源供給部７を収容可能である。また、本実施形態の温度測定装置１は、ツールホルダ２の外周部２１に設けられ、温度測定部５の測定結果を外部ユニットに送信可能な送信部６１を備える点でも、第１実施形態の温度測定装置（図１参照）と相違する。図４に示すように、ツールホルダ２には、外周部２１から中空孔２０に連通する連通孔２２が形成されており、送信部６１は、連通孔２２及び中空孔２０の内部を這わされた電気配線によって、電源供給部７を介して電子基板６の温度受信部６０と電気的に接続されている。
【００３６】
更に、本実施形態では、温度測定部で測定された切削工具の温度を示す電気信号の流れが、第１実施形態（図２参照）で示した電気信号の流れと相違している。
【００３７】
（温度測定部で測定された切削工具の温度を示す電気信号の流れについて）
図５は、温度測定部で測定された切削工具の温度を示す電気信号の流れの一例を示すブロック図である。この例では、サーミスタで温度測定部５を構成した場合の電気信号の流れを示している。この例では、検出回路、Ａ／Ｄ変換器、及び、コントローラで、温度受信部６０が構成されている。また、この例では、無線送信アンテナなどの無線通信デバイスで送信部６１が構成されている。
【００３８】
図５に示すように、この例では、図２と同様に、無線受信・記録出力装置で外部ユニットが構成されている。無線受信・記録出力装置内の電気信号の流れは、第１実施形態（図２参照）で示した電気信号の流れと同じであるため、詳細な説明を省略する。
【００３９】
（第２実施形態に係る温度測定方法及び温度測定装置の特徴）
上記第２実施形態では、第１実施形態と同様の効果を得ることができる。
【００４０】
更に、本実施形態では、電子基板６及び電源供給部７が、ツールホルダ２内部の収容空間２３に収容可能であるので、電子基板６及び電源供給部７をツールホルダ２の外周部２１に設けた場合に必要なカバー部材８を省略できるので、部品点数を減らすことができる。
【００４１】
＜第３実施形態＞
以下では、図６及び図７を参照しつつ、本発明の第３実施形態に係る温度測定方法、及び、温度測定装置について説明する。図６に示すように、本実施形態の温度測定装置１は、ツールホルダ２の外周部２１に取り付けられた応力測定部９を備える点で、第２実施形態の温度測定装置（図４参照）と相違する。図６に示すように、応力測定部９は、収容空間２３よりも高い位置に配置されている。また、図６に示すように、本実施形態の温度測定装置１は、電子基板６が応力受信部１０を更に備える点、及び、送信部６１が、応力測定部９の測定結果を無線方式で外部ユニットに送信する点でも、第２実施形態の温度測定装置（図４参照）と相違する。
【００４２】
なお、温度測定部で測定された切削工具の温度を示す電気信号の流れ（図７参照）は、第１実施形態（図２参照）で示した電気信号の流れと同じであるため、詳細な説明を省略する。
【００４３】

応力測定部９は、水晶圧電素子や圧電素子等で構成可能であって、切削工具４が外部から受ける応力を測定可能に構成されている。応力測定部９は、ツールホルダ２の外周部２１に取り付けられた状態で、ツールホルダ２と同軸で回転する切削工具４が外部から受ける応力をリアルタイムで測定可能となっている。そして、応力測定部９は、電気配線を介して測定結果を電子基板６の応力受信部１０へ送信可能に構成されている。

【００４４】

応力受信部１０は、電子基板６に搭載されており、電気配線を介して応力測定部９の測定結果をリアルタイムで受信可能に構成されている。

【００４５】

（応力測定部で測定された応力を示す電気信号の流れについて）

図７に示すように、応力測定部で測定された応力を示す電気信号は、上流側から下流側に向かって、水晶圧電素子、チャージアンプ、Ａ／Ｄ変換器、及び、コントローラを順次流れる。この例では、水晶圧電素子で応力測定部９を構成した場合の電気信号の流れを示している。この例では、チャージアンプ、及び、Ａ／Ｄ変換器で、応力受信部１０が構成されている。また、この例では、コントローラ、及び、無線送信アンテナなどの無線通信デバイスで、送信部６１が構成されている。

【００４６】

図７に示すように、この例では、図２と同様に、無線受信・記録出力装置で外部ユニットが構成されている。無線受信・記録出力装置内の電気信号の流れは、第１実施形態（図２参照）で示した電気信号の流れと同じであるため、詳細な説明を省略する。

【００４７】

（第３実施形態に係る温度測定方法及び温度測定装置の特徴）

上記第３実施形態では、第２実施形態と同様の効果を得ることができる。

【００４８】

更に、上記第３実施形態では、回転軸（図示せず）を中心に回転可能なツールホルダ２の外周部２１に応力測定部９を取り付け可能であるので、この応力測定部９の測定結果を電子基板６の応力受信部１０で受信することで、ツールホルダ２と同軸で回転する実加工中（実際に加工対象物を切削加工中）の切削工具４が外部から受ける応力をリアルタイムで把握することができる。

【００４９】

＜第４実施形態＞

以下では、図８を参照しつつ、本発明の第４実施形態に係る温度測定方法、及び、温度測定装置について説明する。本実施形態の温度測定装置１は、第３実施形態の温度測定装置（図６参照）と同じ構成であるため、詳細な説明及び図示を省略する。また、本実施形態では、温度測定部で測定された切削工具の温度を示す電気信号の流れ（図８参照）が、第２実施形態（図５参照）で示した電気信号の流れと同じであるため、詳細な説明を省略する。

【００５０】

（応力測定部で測定された応力を示す電気信号の流れについて）

図８に示すように、応力測定部で測定された応力を示す電気信号は、上流側から下流側に向かって、圧電素子、検出回路、Ａ／Ｄ変換器、及び、コントローラを順次流れる。この例では、圧電素子で応力測定部９を構成した場合の電気信号の流れを示している。この例では、検出回路、Ａ／Ｄ変換器、及び、コントローラで、応力受信部１０が構成されている。また、この例では、無線送信アンテナなどの無線通信デバイスで送信部６１が構成されている。

【００５１】

図８に示すように、この例では、図５と同様に、無線受信・記録出力装置で外部ユニットが構成されている。無線受信・記録出力装置内の電気信号の流れは、第２実施形態（図５参照）で示した電気信号の流れと同じであるため、詳細な説明を省略する。

【００５２】

（第４実施形態に係る温度測定方法及び温度測定装置の特徴）
上記第４実施形態では、第３実施形態と同様の効果を得ることができる。
【００５３】
＜第５実施形態＞
（温度測定装置１００の全体構成）
図９に示すように、温度測定装置１００は、回転保持体としてのツールホルダ１０２と、回転ツールとしての溶接トーチ１０４と、温度測定部１４２と、電子基板１０６と、電源供給部１０７と、電子基板１０６及び電源供給部１０７を覆うカバー部材１０８と、を備えて構成される。
【００５４】
まず、本温度測定装置１００を説明する前提としてクラッディング方法（肉盛溶接方法）、とりわけここではレーザクラッディングの基本構成について概説する。
【００５５】
図９はレーザクラッディング方法を表す概略を示している。図９に示すように、本温度測定装置１００は、回転軸Ｘに沿ってツールホルダ１０２とこれの下方に連結される溶接トーチ１０４とを備える。本温度測定装置１００はツールホルダ１０２と溶接トーチ１０４とに互いに接続する貫通孔１２０、１０５を有し、この貫通孔１２０、１０５は中空のレーザ光路を形成している。レーザ光は貫通孔１２０と外部とを接続する入射口１１０から入射し、ミラー１１２により鉛直下方に反射して凸レンズ１１４まで到達する。凸レンズ１１４に到達したレーザ光は集光されて溶接トーチ１０４内の貫通孔１０５の下端の照射口１１６から照射される。そして、レーザ光は光軸Ｘ上で溶接トーチ１０４の下端直下が集光点となって又はディフォーカスされて基材（母材）１３０の表面上に照射される。このとき基材１３０は、レーザ光の照射面が溶かされて液体化した溶融池１３０ａを形成する。但し、この溶融池１３０aは小範囲である。
【００５６】
一方、溶接トーチ１０４は、レーザ光路Ｘと同軸に中心軸側から順に、クラッディング材料粉末（単に「クラッディング材料」とも称する）１３２を下方に送り出すクラッディング材料粉末供給管１３３と、冷却水１３４を下方に送り出す冷却水供給管１３５と、不活性ガス１３６を下方に送り出すシールドガス供給管１３７と、が設けられている。詳細には、まず水平平面においてレーザ光路Ｘの同心円状内側にクラッディング材料粉末供給管１３３が配置されており、上端からレーザ光の集光に倣って光軸Ｘに収束し、溶接トーチ１０４の下端の照射口１１６近傍まで連通している。
【００５７】
図示しないが、このクラッディング材料粉末供給管１３３は、水平平面において所定の角度ごとに配置された１以上の管であっても良く、周全体につながった環状の管であっても良い。したがって、クラッディング原材料粉末供給管１３３は、その上端からクラッディング材料粉末１３２を流入し、レーザ光が基材１３０の表面上に照射される位置すなわち基材１３０表面の溶融池１３０ａに放出する。放出されたクラッディング材料粉末１３２はレーザ光と基材１３０の溶融池１３０ａとで入熱され、溶接トーチ１０４の移動方向（矢印Ｙ参照）の後側の基材１３０の表面にクラッド層１４４を形成する。
【００５８】
なお、水平平面におけるレーザ光路Ｘに対してクラッディング材料粉末供給管１３２より同心円状外側（同軸外側）にはシールドガス供給管１３６が配置されており、その上端からレーザ光の集光に伴い光軸Ｘ側に収束し、照射口１１６近傍まで連通している。したがって、シールドガス供給管１３５はその上端から流入したアルゴンガス等の不活性ガス１３６を下端で放出する。放出された不活性ガス１８はクラッディング材料粉末１３２（ひいてはクラッド層１４４）に吹き付けられるため、クラッド層１３４が基材１３０の表面に形成されながら瞬く間に酸化防止処理も施されることとなる。
【００５９】
さらに、シールドガス供給管１３５の同心円状外側には冷却水供給管１３７が配置されて

おり、その上端から溶接トーチ１０４の下端から所定距離上方に位置まで連通している。レーザ光で作られた基材１３０ｂの溶融池１３ａが大きくならない範囲でクラッド層１３４が急冷され、均一分散したクラッド層１４４の形成を促す要因となり得る。

【００６０】

（ツールホルダ１０２の構成）

ツールホルダ１０２は、回転軸Ｘを中心に回転可能であって、回転軸に沿って上端から下端に向かって延びる中空の貫通孔１２０が形成される。ツールホルダ１０２は、その下端で溶接トーチ１０２を一体に連結している。また、ツールホルダ１０２には、その外周部から貫通孔１２０に連通する連通孔１４１が形成されている。この連通孔１４１は、図１０に示すように、ツールホルダ１０２の軸長方向に対して略直交する方向に延びるようにして形成されている。

【００６１】

（温度測定部１４２の構成）

温度測定部１４２は、熱電対、サーミスタ、及び、白金測温抵抗体等の温度測定素子で構成可能であって、溶接トーチ１０４の貫通孔（中空孔）１０５の中で温度測定を所望する位置に装着可能に構成されている。貫通孔１０５はレーザ光の光軸を含んでいるので温度測定部１４２が邪魔にならないように貫通港１０５の内壁等に装着されている。温度測定部１４２は、貫通孔１０５内に装着された状態で、ツールホルダ１０２と同軸で回転する溶接トーチ１０４の所望位置の温度をリアルタイムで測定可能となっている。そして、温度測定部１４２は、電気配線１４１を介して測定結果を電子基板１０６へ送信可能に構成されている。

【００６２】

（電子基板１０６の構成）

電子基板１０６は、カバー部材１０８に覆われた状態で、ツールホルダ１０２の外周部に設けられている。電子基板１０６は、温度受信部（図２の参照番号６０等）及び送信部（図２の参照番号６１等）を備えている。温度受信部は、電気配線１４１を介して温度測定部１４２から溶接トーチ１０４の温度をリアルタイムで受信可能に構成されている。送信部は、温度受信部で受信された溶接トーチ１０４の温度を外部ユニットへ無線方式で送信可能に構成されている。

【００６３】

（電源供給部１０７の構成）

電源供給部１０７は、カバー部材１０８に覆われた状態で、ツールホルダ１０２の外周部に設けられている。電源供給部１０７は、充電型又は非充電型の電池を用いて構成可能であって、電子基板１０６に電源供給可能に構成されている。

【００６４】

なお、図９の温度測定装置１００の温度測定部１４２、電子基板１０６および電源供給部１０７は、前述する切削工具５用の温度測定装置１における第２～第４の実施形態を参照した変形例も可能である。例えば、第２実施形態のように電子基板１０６等の収容部をツールホルダ１０２の内部に設ける場合が好適として示しうる。また、図６に示す第５実施形態のように別途、ツールホルダ１０２の中に圧電素子を設け、溶接トーチ１０４に負荷する応力を測定しても良い。

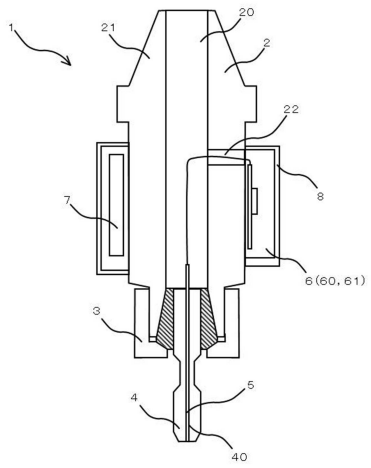
【００６５】

（温度測定部で測定された切削工具の温度を示す電気信号の流れについて）

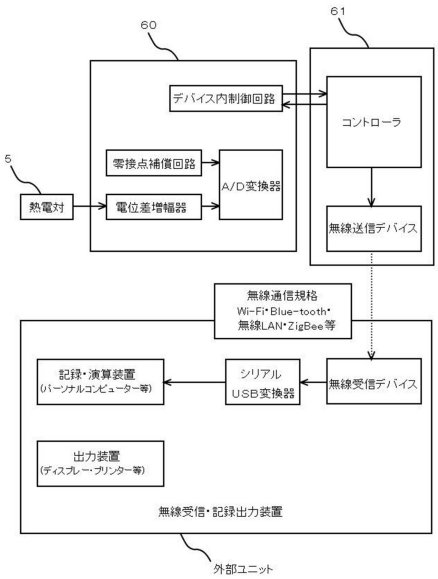
図９の温度測定装置１００の場合、前述した温度測定装置１の切削工具５の温度を示す電気信号の流れを例示した図２のブロック図を参照する。この例では、熱電対で温度測定部５を構成した場合の電気信号の流れを示している。図２中の各矢印は、熱電対で測定された切削工具４の温度を示す電気信号の流れであって、信号伝送路の形式によって有線方式を実線で示し、無線方式を破線で示している。この例では、零接点補償回路、電位差増幅部、Ａ／Ｄ（アナログ／デジタル）変換器、及び、デバイス内制御回路で、温度受信部６０が構成されている。また、この例では、コントローラ及び無線通信デバイスで、送信

部６１が構成されている。
【００６６】
また、図２に示すように、この例では、無線受信・記録出力装置で外部ユニットが構成されている。無線受信・記録出力装置は、電気信号の流れに沿って上流側から下流側に、無線受信デバイス、シリアル・USB（Universal Serial Bus）変換器、パーソナルコンピュータ等の記録・演算装置、及び、ディスプレイやプリンタ等の出力装置を備えている。また、図２中の破線で示す無線受信デバイス間の無線通信規格は、Wi-Fi（Wireless Fidelity）、Blue-tooth（ブルートゥース）、無線LAN（Local Area Network）、及び、ZigBee（ジグビー）等を使用可能である。
【００６７】
なお、図９の温度測定装置１００の電気信号の流れは、上述する切削工具５用の温度測定装置１の変形例（第２～第４実施形態）も適用可能である（図５、図７～図８参照）。
【００６８】
（第５実施形態に係る温度測定方法及び温度測定装置の特徴）
上記第５実施形態では、回転軸を中心に回転可能なツールホルダ１０２の下端に一体連結された溶接トーチ１０２の内部の中空領域（貫通孔１０５）に温度測定部１４２を装着しているので、この温度測定部１４２の測定結果を電子基板１０６で受信することで、ツールホルダ１０２と同軸で回転する実加工中（実際の溶接中）の溶接トーチ１０４の温度をリアルタイムで把握することができる。これにより、リアルタイムで把握した溶接トーチの温度を用いて、冷却水１３４やクラッディング材料１３６の冷却性能を評価することができる。
【００６９】
以上、本発明の実施形態について図面に基づいて説明したが、具体的な構成は、これらの実施形態に限定されるものではない。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、更に特許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。
【産業上の利用可能性】
【００７０】
本発明の温度測定方法及び温度測定装置は、加工対象物を切削加工する切削工具の温度測定や溶接トーチの温度測定等、種々の工業用の回転ツールの温度測定において好適に利用することができる。
【符号の説明】
【００７１】
１　温度測定装置
２　ツールホルダ
４　切削工具
５　温度測定部
６　電子基板
７　電源供給部
８　カバー部材
９　応力測定部
１０　応力受信部
２０　中空孔
２１　外周部
２２　連通孔
４０　貫通孔
６０　温度受信部
６１　送信部
Ｓ１～Ｓ５　工程

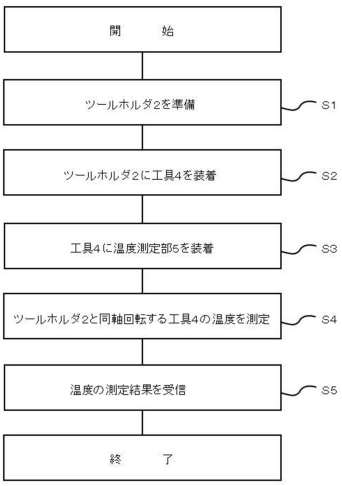
【図１】


1
21
20
2
22
8
7
6(60,61)
3
4
5
40

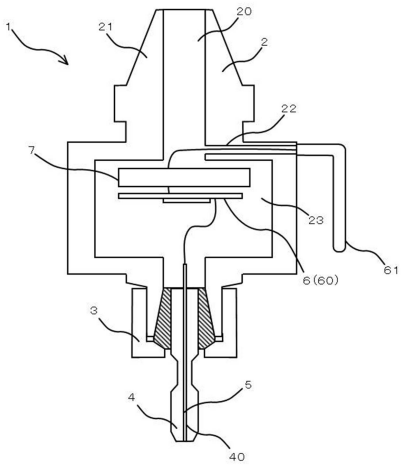
【図２】


60
61
デバイス内制御回路
コントローラ
5
零接点補償回路
A/D変換器
熱電対
電位差増幅器
無線送信デバイス
無線通信規格
Wi-Fi・Blue-tooth・
無線LAN・ZigBee等
記録・演算装置
(パーソナルコンピューター等)
シリアル
USB変換器
無線受信デバイス
出力装置
(ディスプレー・プリンター等)
無線受信・記録出力装置
外部ユニット

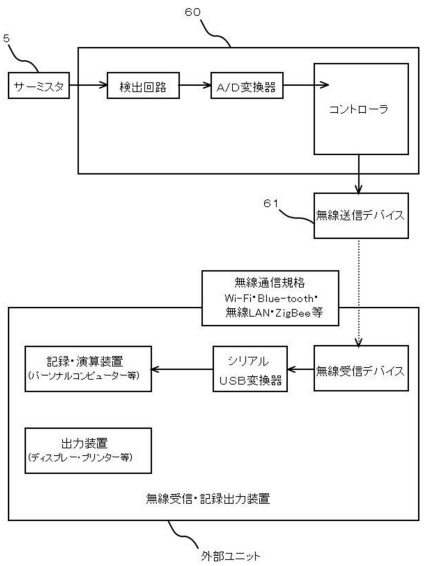
【図３】


開　始
ツールホルダ2を準備
S1
ツールホルダ2に工具4を装着
S2
工具4に温度測定部5を装着
S3
ツールホルダ2と同軸回転する工具4の温度を測定
S4
温度の測定結果を受信
S5
終　了

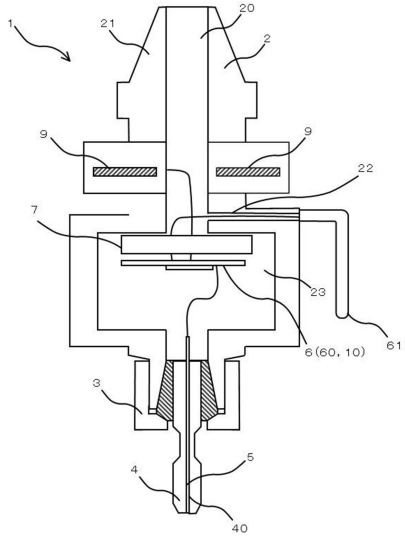
【図４】


1
21
20
2
22
7
23
61
6(60)
3
5
4
40

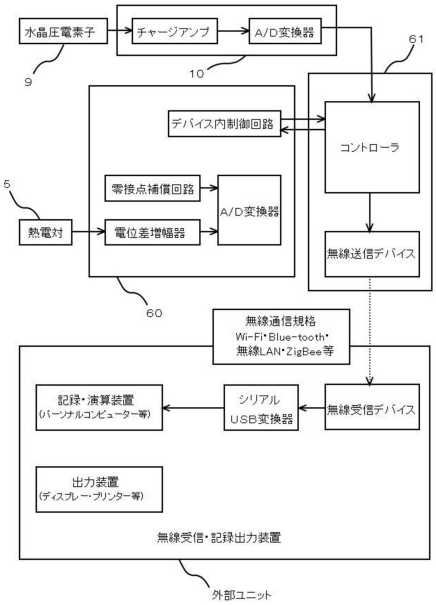
【図５】


60
5
サーミスタ
検出回路
A/D変換器
コントローラ
61
無線送信デバイス
無線通信規格
Wi-Fi・Blue-tooth・
無線LAN・ZigBee等
記録・演算装置
(パーソナルコンピューター等)
シリアル
USB変換器
無線受信デバイス
出力装置
(ディスプレー・プリンター等)
無線受信・記録出力装置
外部ユニット

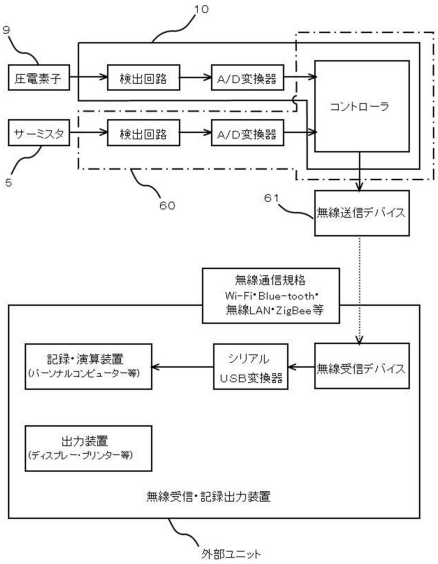
【図６】


1
21
20
2
9
9
22
7
23
61
6(60, 10)
3
5
4
40

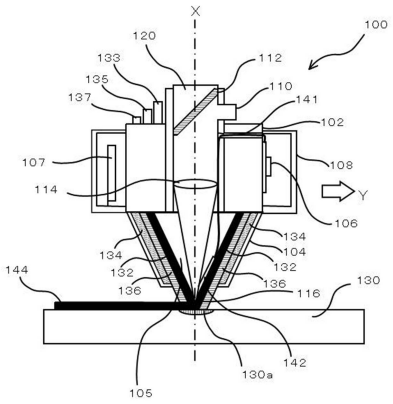
【図７】


水晶圧電素子
チャージアンプ
A/D変換器
9
10
61
デバイス内制御回路
コントローラ
零接点補償回路
A/D変換器
5
熱電対
電位差増幅器
無線送信デバイス
60
無線通信規格
Wi-Fi・Blue-tooth・
無線LAN・ZigBee等
記録・演算装置
(パーソナルコンピューター等)
シリアル
USB変換器
無線受信デバイス
出力装置
(ディスプレー・プリンター等)
無線受信・記録出力装置
外部ユニット

【図８】


10
9
圧電素子
検出回路
A/D変換器
コントローラ
サーミスタ
検出回路
A/D変換器
5
60
61
無線送信デバイス
無線通信規格
Wi-Fi・Blue-tooth・
無線LAN・ZigBee等
記録・演算装置
(パーソナルコンピューター等)
シリアル
USB変換器
無線受信デバイス
出力装置
(ディスプレー・プリンター等)
無線受信・記録出力装置
外部ユニット

【図９】


X
100
120
133
112
135
110
137
141
102
107
108
114
Y
106
134
104
134
132
132
144
136
136
116
130
142
130a
105

フロントページの続き

(56)参考文献 中国特許出願公開第１０３１２８５９９（ＣＮ，Ａ）
特開平５－２８８６１１（ＪＰ，Ａ）
特開平７－１９８４２９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－０２０３５９（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１５１６３７（ＪＰ，Ａ）
英国特許出願公開第０２４３８８７７（ＧＢ，Ａ）
特開昭５８－１４９１１３（ＪＰ，Ａ）
特表２００８－５２４００３（ＪＰ，Ａ）
仏国特許出願公開第２９７８９３２（ＦＲ，Ａ１）
特開２００２－１９２４４１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２３Ｑ １７／００，１７／０９，５／０４