

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7704829号
(P7704829)

(45)発行日 令和7年7月8日(2025.7.8)

(24)登録日 令和7年6月30日(2025.6.30)

(51)国際特許分類

F I

B 2 3 K 31/00 (2006.01)

B 2 3 K 31/00 K

B 2 3 K 9/095(2006.01)

B 2 3 K 9/095 5 0 1 A

請求項の数 15 (全14頁)

(21)出願番号	特願2023-500386(P2023-500386)	(73)特許権者	504380611
(86)(22)出願日	令和3年12月21日(2021.12.21)		フロニウス・インテルナツィオナル・
(65)公表番号	特表2023-549301(P2023-549301 A)		ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンク テル・ハフツング
(43)公表日	令和5年11月24日(2023.11.24)		FRONIUS INTERNATIO NAL GMBH
(86)国際出願番号	PCT/EP2021/086920		オーストリア、アー - 4 6 4 3 ベッテン パッハ、フロニウスシュトラッセ1番
(87)国際公開番号	WO2022/136331	(74)代理人	100106518
(87)国際公開日	令和4年6月30日(2022.6.30)		弁理士 松谷 道子
審査請求日	令和5年6月21日(2023.6.21)	(74)代理人	100184343
(31)優先権主張番号	20216264.0		弁理士 川崎 茂雄
(32)優先日	令和2年12月22日(2020.12.22)	(74)代理人	100112911
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		弁理士 中野 晴夫
早期審査対象出願		(72)発明者	エンスブルンナー, ヘルムート
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 加工操作の品質評価のための方法および装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

特定の加工パラメータ ($P_i(x)$) を用いてワークピース (W) を加工軌跡 (X) に沿って加工する、加工操作の品質を評価するための方法であって、

加工軌跡 (X) に沿った加工操作の加工結果 ($R(x)$) が少なくとも1つのセンサ (2) によって測定され、少なくとも1つのセンサ信号 ($S_j(x)$) が記録され、少なくとも1つの品質パラメータ ($Q_k(x)$) が少なくとも1つのセンサ信号 ($S_j(x)$) に基づいて決定されて、処理操作の処理結果 ($R(x)$) の品質を評価するために、少なくとも1つの品質パラメータ ($Q_k(x)$) が品質パラメータの閾値 ($Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$) と比較され、

加工操作の品質の評価中に、加工軌跡 (X) に沿ったワークピース (W) の加工中に、加工パラメータの目標値 ($P_{i,soll}(x)$) から加工パラメータに加えられた手動または自動の意図的な変化 ($P_i(x)$) が自動的に考慮され、その際、品質パラメータの閾値 ($Q_{k,o}(x)$ 、($Q_{k,u}(x)$) に代えて、加工パラメータの変化 ($P_i(x)$) に適応した品質パラメータ閾値 ($Q_{k,o}(x)$ 、($Q_{k,u}(x)$)) が決定され、加工軌跡 (X) に沿った加工操作の加工結果 ($R(x)$) の品質を評価するための、少なくとも1つの品質パラメータ ($Q_k(x)$) が、適応された品質パラメータ閾値 ($Q_{k,o}(x)$ 、($Q_{k,u}(x)$) と比較され、

加工軌跡 (X) に沿った加工結果 $R(x)$ は、ワークピース (W) の非破壊測定方法、または、ワークピース (W) を破壊する測定方法、を用いて測定され、少なくとも1つのセ

ンサ信号 ($S_j(x)$) が記録されることを特徴とする方法。

【請求項 2】

送信された加工パラメータの実際の値 ($P_{i/ist}(x)$) と送信された加工パラメータの目標値 ($P_{i/soll}(x)$) とを比較することにより、加工軌跡 (X) に沿ったワークピース (W) の加工中に、加工パラメータに加えられた変化 ($P_i(x)$) が目標値から決定されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

加工パラメータの目標値 ($P_{i/soll}(x)$) および / または送信された加工パラメータの実際の値 ($P_{i/ist}(x)$) および / または送信された加工パラメータの目標値 ($P_{i/soll}(x)$) から加工パラメータに加えられた変化 ($P_i(x)$) は、加工軌跡 (X) に沿ったワークピース (W) の加工中に記録され、続いて加工軌跡 (X) に沿った加工操作の品質評価において自動的に考慮するために使用されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の方法。

10

【請求項 4】

加工パラメータの変化 ($P_i(x)$) に適応した品質パラメータ閾値 ($Q'_{k,o}(x)$)、($Q'_{k,u}(x)$) は、特定の加工パラメータ ($P_i(x)$) に対して記憶された品質パラメータ閾値 ($Q_{k,o,g}(x)$)、($Q_{k,u,g}(x)$) から決定されることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

記憶された品質パラメータ閾値 ($Q_{k,o,g}(x)$)、($Q_{k,u,g}(x)$) は、特定の加工パラメータ ($P_i(x)$) に対するテスト処理操作から決定されることを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

20

【請求項 6】

加工パラメータの変化 ($P_i(x)$) に適応した品質パラメータ閾値 ($Q'_{k,o}(x)$)、($Q'_{k,u}(x)$) は、特定の加工パラメータ ($P_i(x)$) についての記憶された品質パラメータ閾値 ($Q_{k,o,g}(x)$)、($Q_{k,u,g}(x)$) の内挿により求められることを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の方法。

【請求項 7】

少なくとも 1 つのセンサ信号 ($S_j(x)$) から少なくとも 1 つの品質パラメータ ($Q_k(x)$) を決定する際に、少なくとも 1 つの加工パラメータ ($P_i(x)$) の変化が考慮されることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

30

【請求項 8】

加工操作の品質の評価において、例えばワークピース温度、周囲温度、空気湿度などの追加の環境パラメータ (UP_i 、 $UP_i(x)$) が考慮されることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

加工軌跡 (X) に沿った加工結果 $R(x)$ は、少なくとも 1 つのセンサ (2) として光学センサ (3)、特にレーザスキャナ、カメラ (4) 等、X 線センサ (5)、および / または温度センサ (6) で測定されることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

40

【請求項 10】

加工軌跡 (X) に沿った加工結果 $R(x)$ は、加工軌跡 (X) に沿った様々な点でワークピース (W) に切り込みを入れ、切り込みの表面の画像を作成することにより測定されることを特徴とする請求項 1 ~ 9 までのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】

加工結果 $R(x)$ は、少なくとも 1 つのセンサ (2) を用いてワークピース (W) の加工中に加工軌跡 (X) に沿って測定され、加工軌跡 (X) の測定速度は、好ましくは加工速度に対応することを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

少なくとも 1 つのセンサ (2) を用いたワークピース (W) の処理の完了後に、処理結

50

果 $R(x)$ が加工軌跡 (X) に沿って測定され、加工軌跡 (X) の測定速度は、好ましくは処理速度よりも大きいことを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 13】

少なくとも 1 つの品質パラメータ $(Q_k(x))$ が、品質パラメータ閾値 $(Q_{k,o}(x))$ 、 $Q_{k,u}(x)$ 、または適用された品質パラメータ閾値 $(Q'_{k,o}(x))$ 、 $(Q'_{k,u}(x))$ を超える場合に、警告が出力される、および / または超過分が記憶されることを特徴とする請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 14】

加工軌跡 (X) としての溶接シームの場合、溶接工程の加工パラメータ $(P_i(x))$ として、溶接電流 $(I(x))$ 、溶接電圧 $(U(x))$ 、溶接ワイヤ (7) の搬送速度 $(v_d(x))$ 、ワークピース (W) に対する溶接トーチ (8) の設定角度 $(\theta(x))$ 、ワークピース (W) に対する溶接トーチ (8) の相対位置、および / または溶接速度 $(v_s(x))$ が考慮されることを特徴とする請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 15】

加工軌跡 (X) に沿った、特定の加工パラメータ $(P_i(x))$ を用いたワークピース (W) の加工操作の品質を評価するための装置 (1) であって、請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の方法を実施するように設計された装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、加工操作の品質を評価するための方法であって、特定の加工パラメータを用いてワークピースを加工軌道に沿って加工し、加工操作の加工結果を少なくとも 1 つのセンサで加工軌道に沿って測定し、少なくとも 1 つのセンサ信号を記録し、少なくとも 1 つの品質パラメータを少なくとも 1 つのセンサ信号から決定し、加工軌道に沿って加工操作の加工結果の品質評価用に、少なくとも 1 つの品質パラメータを品質パラメータ閾値と比較する方法に関する。

【0002】

さらに、本発明は、加工軌跡に沿って特定の加工パラメータを用いたワークピースの加工操作の品質を評価するための装置に関する。

【背景技術】

【0003】

加工操作には、特に、例えば、溶接またははんだ付け加工のような、ワークピースが互いに接合され、またはワークピースがコーティングされる接合加工が含まれるが、例えば、プラズマ処理操作のような、ワークピースがその後の加工操作に備えるためにプラズマで処理される、表面処理加工も含まれる。例えば、ワークピースの表面は、表面から残留物を除去するため、および / またはラッカー層の接着を改善するために、ラッカー塗装の前にプラズマで処理することができる。

【0004】

不良品を排除するため、または品質を向上させるために処理パラメータを適宜適合させるために、処理操作の品質を監視または評価することは十分に知られている。そのために、加工操作の後に加工軌跡を評価し、そこから加工操作の品質を評価する。最も単純な場合、品質評価は、資格のある担当者による目視評価の形で実施できる。しかし、典型的には、処理軌道に沿った処理操作の処理結果は、対応するセンサで自動的に測定され、少なくとも 1 つの品質パラメータがセンサ信号から決定される。品質を評価するために、少なくとも 1 つの品質パラメータは、品質パラメータの閾値と比較される。例えば、溶接プロセスの処理軌跡としての溶接シームは、溶接プロセス後にカメラで、好ましくは照明を伴って測定することができ、ここから溶接シームのシーム幅およびシーム高さを適切な画像処理アルゴリズムで決定し、そこから品質パラメータを導出することができる。処理タスクまたは溶接タスクに応じて、溶接シームの品質を定義するために、異なる品質パラメータを使用することができる。例えば、目に見える溶接シームの場合、溶接シームの機械的

10

20

30

40

50

特性に加えて、溶接シームができるだけ狭く規則的であることも重要であり、一方、目に見えない溶接シームの場合、接続部の強度、従って十分な溶接浸透深さがより重要である。それぞれの加工操作に適した少なくとも1つの品質パラメータは、それに対応して定義され、品質を自動的に評価できるようにするために、特定の品質パラメータの閾値、例えば上限および下限の閾値と比較される。品質パラメータは、通常、I O (「i n o r d e r」) 加工軌跡を用いて、最適に加工されたワークピースを評価することによって決定される。溶接加工では、例えば、溶接アンダーカットの大きさ、いわゆるa寸法、シーム高さ、溶接シーム端のエンドクレータなどを、品質パラメータとして使用することができる。

【0005】

E P 3 5 6 6 8 0 6 A 1 には、特定の品質基準を達成するために、テストワークピースのテスト溶接に基づいて決定された最適な溶接パラメータが自動的に溶接工程に使用される加工操作として、溶接工程が記載されている。それぞれの溶接作業のための最適な溶接パラメータの決定は、テスト溶接のそれぞれの最適な溶接パラメータを介して、計算された品質関数の最適値を介して行われる。

【0006】

E P 1 6 4 2 3 6 6 B 1 および W O 0 0 / 3 5 6 2 2 A 1 には、溶接加工の品質を監視する方法が記載されており、この方法では、生成された溶接シームに関する情報を所定の値と比較し、偏差がある場合には、溶接パラメータを相応に適合させ、大きな偏差がある場合には、警告が発せられる。この場合、処理パラメータは、予め定められた目標値に調整される。

【0007】

D E 1 0 2 0 1 9 2 0 0 4 8 2 A 1 は、ワークピースが所定の処理パラメータで処理され、処理結果の偏向した場合には、可能な限り一定である処理結果を常に達成するために、処理パラメータが対応して適合される処理動作を記述している。

【0008】

加工結果の条件を一定にし、品質を一定にすることを目的とした溶接プロセスのモニタリングを備えた溶接システムは、U S 2 0 0 9 / 0 1 7 3 7 2 6 A 1 より知られている。ワークピースの加工中に意図的に行われる加工パラメータの変化に品質評価を適応させることは、議論されておらず、望ましくもない。

【0009】

加工操作、特に溶接作業の既知の品質評価システムにおいて、特定の基準が所定の限界内にあるかどうかチェックされる。例えば、製造された溶接シームは、予め定義された「理想的な溶接シーム」と比較され、そこから製造された溶接シームの品質が評価される。しかし、加工中に加工パラメータを手動または自動で意図的に変更すると、品質評価時に品質基準の自動適応が行われず、手動で行わなければならない、手間がかかる。これは、処理操作中に意図的に行われた処理パラメータの変化が自動的に考慮されなかったため、処理操作の品質が不十分であると評価されることにつながり得る。また、結果が品質基準を満たさないにもかかわらず、加工操作の品質が肯定的に評価されることもある。例えば、溶接工程では、ワークピースの公差のために特定の溶接パラメータを適合させる必要がある場合がある。例えば、ワークピースやクランプ装置の公差によりギャップ幅が大きくなった場合、ワイヤ送給やその他の溶接パラメータを適合させる必要が生じることがある。溶接パラメータの目標値の変化が品質評価システムに自動的に通知されない場合、溶接の品質が正しく評価されない可能性がある。

【発明の概要】

【0010】

本発明の目的は、加工操作の品質を評価するための上述の方法および装置を提供することであり、これによって、加工操作中に加工パラメータを意図的に実行することに関する上述の欠点が発生せず、加工操作および加工ワークピースの品質に関する再現性のある説明が可能になることである。自動品質評価システムは、処理パラメータの意図的な手動ま

10

20

30

40

50

たは自動で実行された変化の場合にも使用することができ、処理操作の品質または処理されたワークピースの品質に関する信頼できる説明を出すことができるはずである。

【 0 0 1 1 】

本発明による目的は、加工操作の品質の評価において、加工パラメータの実行された変化が、加工軌道に沿ったワークピースの加工中に目標値から自動的に考慮される、という事実によって、方法の観点から達成される。つまり、品質パラメータ閾値の代わりに、加工パラメータの変化に適応した品質パラメータ閾値が決定され、加工軌道に沿った加工操作の加工結果の品質を評価するための少なくとも一つの品質パラメータが、適応された品質パラメータ閾値と比較される。このように、本発明による方法は、処理パラメータの実際の値が処理操作中に品質評価システムに伝達されることを提供し、その結果、処理パラメータの目標値における意図的に行われた変化が、処理パラメータの変化に応じて品質パラメータ閾値を適合させることによって、処理操作の品質を評価する際に自動的に考慮に入れられる。その結果、加工されたワークピースの品質をより確実に評価することができ、例えば、品質的に劣ると評価されたワークピースや、品質基準を満たさないにもかかわらず不可抗力で陽性と評価されたワークピースが、不当に拒絶されることを防止することができる。重要なのは、加工パラメータの意図的な変化のみが考慮され、混乱による変化は考慮されないことである。処理パラメータの目標値の手動による変化、または適応的な処理操作の結果としての処理パラメータの目標値の自動による変化は、意図的な変化とみなされる。加工パラメータの目標値は、例えば、設定される平均溶接電流や平均ワイヤ送りのような一体型のパラメータとすることができ、これらの加工パラメータが加工中にこれらの設定値から逸脱してもよい。意図的に行われた加工パラメータの目標値からの変化は、標準的に、あるいは発生した場合のみ、品質評価を行う場所に送信することができる。加工パラメータの目標値からの変化を考慮し、品質パラメータの閾値を加工パラメータの変化に対応させることで、品質評価の信頼性を高めることができる。加工パラメータの変化が品質パラメータに与える影響は、加工の種類によって大きく異なる。加工パラメータの変化と、加工操作や加工結果の品質を評価するための品質パラメータの変化の関係は、テスト加工に基づいて決定し、テーブルや関数関係に格納することができる。品質評価中の自動的な考慮により、ワークピースの通常の公差により加工パラメータが変更されても品質評価システムを使用することができ、信頼できる結果を提供することが可能である。

【 0 0 1 2 】

加工パラメータの実行された変更は、加工軌道に沿ったワークピースの加工中に、加工パラメータの送信された実際の値と加工パラメータの送信された目標値とを比較することによって、目標値から決定することができる。この場合、目標値は変更前のものであり、実際の値は変更後のものである。このように、いわゆる「オンライン方法」では、加工パラメータの変化が仮想的にリアルタイムで決定・送信されるため、加工軌跡に沿った加工操作の品質監視を、実データを用いていつでも行うことができる。また、加工パラメータの変化には、例えば、加工装置の摩耗の対象となる部品を交換する際に発生し得るシステム関連の変化も含まれる。例えば、溶接トーチのコンタクトチューブを交換すると、溶接電圧が低下する。処理操作の品質を評価する際に、処理パラメータにおけるこれらの意図された変更および関連する変更された品質パラメータ閾値も考慮されるならば、処理操作の品質、または処理操作中に処理されるワークピースの品質に関するより信頼できる説明が結果として得られる。

【 0 0 1 3 】

代替的にまたは追加的に、処理パラメータの目標値および/または送信された処理パラメータの実際の値および/または送信された処理パラメータの目標値、からの実行された変更も、処理軌道に沿ったワークピースの処理中に記録することができ、後に処理軌道に沿った処理操作の品質の評価において自動的に考慮するために使用できる。このいわゆる「オフライン方法」では、加工パラメータの変化と品質パラメータの関連する閾値が記録され、後で使用するために保存されるので、加工操作の品質監視を実施する際に使用することができる。

【 0 0 1 4 】

本発明のさらなる特徴によれば、処理パラメータの変化に適応した品質パラメータの閾値は、特定の処理パラメータに対する保存された品質パラメータの閾値から決定される。処理結果を評価することができる結果品質パラメータの閾値が、最も変化した処理状況および最も変化した処理パラメータについて記憶されている場合、品質パラメータ閾値は、それぞれの実際の処理パラメータの関数として、これらの記憶された値から決定することができる。品質パラメータ閾値としては、上限値および下限値を定義することができ、また、特定の最大品質パラメータ変動幅を有する品質パラメータ平均値を定義することもできる。格納された品質パラメータ閾値は、処理パラメータと同じメモリまたは同じデータベースに格納することができ、または他のメモリまたはデータベースに格納することができる。

10

【 0 0 1 5 】

記憶された品質パラメータ閾値は、例えば、特定の加工パラメータおよび特定の欠陥に対するテスト加工操作または加工テスト、例えばテスト溶接作業または溶接テストから決定することができる。

【 0 0 1 6 】

加工パラメータの変化に適応した品質パラメータ閾値は、好ましくは、特定の加工パラメータに対する記憶された品質パラメータ閾値の内挿法によって決定される。そのような内挿法によって、それぞれの品質パラメータ閾値は、最も変化した処理パラメータに対して、迅速かつ大きな計算努力なしに決定することができる。

20

【 0 0 1 7 】

好ましくは、加工結果を測定するための少なくとも1つのセンサ信号から少なくとも1つの品質パラメータを決定する際に、少なくとも1つの加工パラメータの変化が考慮される。例えば、溶接工程の品質パラメータとして溶接シームのシーム幅を決定する場合、シーム幅に大きな影響を与える溶接ワイヤの送り速度の変化を考慮することができる。

【 0 0 1 8 】

加工操作の品質を評価する場合、例えば、ワークピース温度、周囲温度、空気湿度などの環境パラメータを追加して考慮することができる。加工軌跡に依存することもあるこのような環境パラメータを含めることにより、品質評価の結果はさらに改善される。

【 0 0 1 9 】

加工軌跡に沿った加工結果は、ワークピース非破壊測定手段の助けを借りて、例えば、少なくとも1つのセンサとして光学センサ、特にレーザスキャナ、カメラ等、X線センサ、および/または温度センサを用いて測定でき、少なくとも1つのセンサ信号を記録することが可能である。非破壊測定方法、好ましくは非接触センサの助けを借りた加工結果の記録は、加工結果の測定を特に迅速に、加工軌跡全体に沿って行うことができ、加工されたワークピースがプロセスにおいて変更されないという利点を有している。特定の影響因子がある場合、ワークピースの加工直後に加工軌跡に沿って加工結果の測定を実施することが有利である場合がある。例えば、被加工物の材料における温度プロファイルは、加工が実施された直後の加工軌跡内およびその周辺における加工結果の材料構造に関する情報を提供することができる。特定の品質パラメータでは、加工操作の品質を評価できるのはこの時期以降であるため、加工軌跡に沿って加工結果を測定するのは、ワークピースの加工後しばらくしてからにするのが有利である場合もある。

30

40

【 0 0 2 0 】

代替的にまたは追加的に、加工軌跡に沿った加工結果は、例えば、加工軌跡に沿った加工結果の様々な点でワークピースを貫く切り込みを入れ、特に、少なくとも1つのセンサを使用して切り込みの表面の画像を作成することによって、ワークピースを破壊する破壊測定法の助けを借りて測定することもでき、少なくとも1つのセンサ信号を記録することができる。例えば、加工軌跡に沿った加工結果の特定の間隔で微小切開を行い、そこから特定の品質パラメータを導出することができる。このような測定方法は、当然、より複雑であるが、非接触測定方法では検出できなかったか、または「不十分」にしか検出できな

50

かった、加工軌跡に沿った加工結果の内部構造に関する本質的な洞察も提供する。加工軌跡に沿って記録された加工結果の微小切断は、様々な方法、特にカメラと関連する画像処理方法を用いて分析することができる。特定の化学物質を使用することで、加工結果の微小切片の微細構造の認識を向上させることができる。また、加工操作後の微小切片の巨視的検査により、特徴的な品質パラメータを得ることができる。微小切片は分析され、特定のセンサ信号の形で決定され、保存され、その後、加工軌跡に沿って加工結果の品質パラメータを特徴付けることができる。微小切片の製造に加えて、ワークピースの引張試験、曲げ試験等も考えられる。

【 0 0 2 1 】

本発明のさらなる特徴によれば、加工軌跡に沿った加工結果は、少なくとも1つのセンサでワークピースの加工中に測定され、加工軌跡の測定速度は、好ましくは加工速度に対応する。この実施形態の変形例では、加工操作の品質の評価またはワークピースの加工軌跡の測定は、ワークピースの加工後に直接または比較的短時間で実施される。この場合、品質評価システムが、ワークピースに関して加工システムと同期して移動されると有利である。例えば、加工軌跡を測定するカメラを、加工ツールも運ぶ同じロボットアームに取り付け、ワークピースの加工に続いて加工軌跡を分析することができる。この場合、加工軌跡に沿った加工結果の測定は、ワークピースの加工と同じ速度で行われる。もちろん、品質評価システムおよび処理システムは静止しており、ワークピースは処理中に移動することもできるし、品質評価システムおよび処理システムの両方とワークピースを互いに反対方向に移動させることも可能である。

【 0 0 2 2 】

加工軌跡に沿った加工結果は、少なくとも1つのセンサによるワークピースの加工の完了後に測定することもでき、加工軌跡に沿った加工結果の測定の速度は、好ましくは加工操作の加工速度よりも大きい。処理軌道に沿った処理結果の測定がワークピースの処理とは無関係に行われる場合、測定の速度は、処理速度よりも実質的に速くなるように選択することも可能である。例えば、ワークピースの加工後の加工軌跡に沿った加工結果の光学走査は、ワークピースの加工自体よりもはるかに速く行われることができる。さらに、加工軌跡に沿った加工結果の測定の数回の実行は、異なるセンサで行うこともでき、その後、異なるセンサ信号から品質パラメータを決定することができる。さらに、複数の加工ステーションのワークピースを、1つの測定ステーションで評価することも可能である。

【 0 0 2 3 】

少なくとも1つの品質パラメータが、品質パラメータ閾値または適合品質パラメータ閾値を超えた場合、警告を出力することができ、および/または超過分を保存することができる。警告は、例えば、音響的、光学的、あるいは振動機構を介した機械的な形で行うことができる。このようにして、品質パラメータが超過していることを指摘することができる。この警告は、対応する通信チャネルを介して、より高いレベルの場所に転送することもできる。

【 0 0 2 4 】

警告は、品質パラメータ閾値または適合品質パラメータ閾値を介して、少なくとも1つの品質パラメータが超過している度合いの関数として変更することができる。例えば、音響警告の音量や光学警告の光度や点滅頻度を品質偏差の大きさに適合させることができ、警告によってスタッフに品質偏差の大きさを通知することができる。

【 0 0 2 5 】

加工軌跡として溶接シームを用いる場合、溶接工程の加工パラメータ：溶接電流、溶接電圧、溶接ワイヤの搬送速度、ワークピースに対する溶接トーチの入射角、ワークピースに対する溶接トーチの相対位置および/または溶接速度が好ましく考慮される。このような溶接工程は、溶接とは対照的に、ワークピースの基材の溶融がほぼ行われないはんだ付け工程も含む。

【 0 0 2 6 】

本発明による目的は、同様に、加工操作の品質を評価するための上記装置によって達成

10

20

30

40

50

され、この装置は、上記方法を実施するために設置される。それによって達成され得る利点に関して、方法の上記説明が参照される。品質評価のための装置は、処理装置への対応する接続によって特徴付けられ、この接続によって、品質監視のための装置の処理中に処理パラメータの実行された変化が伝達され、品質パラメータの閾値が処理パラメータの変化に自動的に適合され得るようになる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

本発明は、添付の図面を参照してさらに説明される。

【0028】

【図1】特定の加工パラメータを有するワークピースが加工軌跡に沿って加工される、概略的な加工操作を示す。

10

【図2A】加工軌跡に沿って加工結果を測定するための、様々なセンサを用いた加工操作の品質を評価する方法を概略的に示す。

【図2B】加工軌跡に沿って加工結果を測定するための、様々なセンサを用いた加工操作の品質を評価する方法を概略的に示す。

【図2C】加工軌跡に沿って加工結果を測定するための、様々なセンサを用いた加工操作の品質を評価する方法を概略的に示す。

【図2D】加工軌跡に沿って加工結果を測定するための、様々なセンサを用いた加工操作の品質を評価する方法を概略的に示す。

【図3】ワークピースに対する加工操作の品質を評価するための、本発明にかかる方法を概略的に示す。

20

【図4】加工操作中の加工パラメータの意図的な変更と、加工操作の品質評価におけるその考慮の一例である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

図1は、特定の加工パラメータ $P_i(x)$ を有するワークピース W を加工軌跡 X に沿って加工し、加工結果 $R(x)$ を形成する概略的な加工操作を示す。加工装置10は、ワークピース W が加工されるそれぞれの加工ヘッド12を搭載し、加工軌跡 X に沿って加工結果 $R(x)$ の形成に至る加工ロボット11を含む。ワークピース W を加工するために、加工パラメータ $P_{i, \text{sol}}(x)$ の特定の目標値が、例えばデータベースまたはメモリ9に記憶されている複数の可能な加工パラメータ $P_i(x)$ から選択され、この加工パラメータ $P_i(x)$ で、所望の加工結果を達成するためにワークピース W が加工される。加工装置10に対する手動介入、あるいはまた適応的な加工操作における自動機械介入（点線によって象徴される）によって、加工パラメータ $P_{i, \text{sol}}(x)$ の目標値の変更、従って加工操作中の加工パラメータ $P_i(x)$ の望ましいまたは必要な変更をもたらすことができる。加工軌跡 X に沿った加工ワークピース W の適切な検査による、加工操作の加工結果 $R(x)$ のその後の品質監視の場合、加工パラメータ $P_i(x)$ のそのような変化は、通常、既知の方法では加工パラメータ $P_{i, \text{sol}}(x)$ の目標値から自動的に考慮されず、その結果ワークピース W の品質に対する誤った評価が起こり得る。変更された加工結果 $R(x)$ が期待された加工結果 $R(x)$ に対応しないために、加工パラメータ $P_i(x)$ が意図的に変更されると従来の品質管理システムが失敗するという事実のために、通常は、意図的に変更された加工パラメータ $P_i(x)$ を用いて加工されたワークピース W について複雑な手動検査を行うことが必要であった。

30

40

【0030】

加工装置10は、例えば、ワークピース W に接合処理を行うための溶接装置であってもよい。この場合、溶接トーチが溶接ロボットに固定され、この溶接トーチによって、2つ以上のワークピース W を互いに接合したり、ワークピース W に層を適用することができる。この場合の加工結果 $R(x)$ は、接合される2つ以上のワークピース W の間の溶接シームまたはワークピース W の表面上の溶接ビードである。さらに、加工装置10は、プラズマトーチでワークピース W の表面を処理する装置、塗装装置等によって形成することもで

50

きる。加工操作に応じて、加工軌跡 X に沿った加工結果 $R(x)$ 、さらには加工操作の品質や加工軌跡 X に沿ったそれぞれの加工結果 $R(x)$ の評価も異なる。

【0031】

図2A～図2Dは、加工操作としての溶接工程に基づいて、加工軌跡 X に沿った加工操作のそれぞれの加工結果 $R(x)$ を測定するための各種センサ2による加工操作の品質評価方法を模式的に示す。

【0032】

図2Aは、ワークピース W の加工中または加工直後に行われる加工操作の品質評価（いわゆる「オンライン」品質評価）を示す。このように、加工操作の加工結果 $R(x)$ を測定するためのセンサ2は、加工操作の直後に加工結果 $R(x)$ を加工軌跡 X に沿って測定できるように、加工ヘッド12においてまたはその後方でワークピース W の加工軌跡 X に沿って配置される。加工ヘッド12は、例えば、溶接トーチ8であり、この溶接トーチ8を介して、消耗品の溶接ワイヤ7がワークピース W に供給され、接合工程や肉盛溶接工程を実施することができる。溶接ワイヤ7の端部とワークピース W の間では、アークLBが燃焼し、溶接ワイヤ7およびワークピース W を溶かす。ワークピース W の加工軌道 X に沿って加工結果 $R(x)$ を測定するための可能なセンサ2は、例えば、光学センサ3、カメラ4、X線センサ5または温度センサ6であり、加工軌道 X に沿って加工結果 $R(x)$ を測定して、加工軌道 X に沿った点の関数として、対応センサ信号 $S_j(x)$ を与える。「オンライン」品質評価では、センサ2による加工軌跡 X に沿った加工結果の測定速度は、好ましくは、加工操作の速度、すなわち加工速度、例えば溶接プロセスにおける溶接速度 $v_s(x)$ に対応する。

【0033】

「オンライン」品質評価の代替または追加として、図2Bによれば、「オフライン」品質評価を行なうこともでき、この場合、ワークピース W または加工結果 $R(x)$ は、加工操作が行われた後に、対応するセンサ2、例えば光学センサ3、カメラ4、またはX線センサ5等で加工軌道 X に沿って測定され、対応するセンサ信号 $S_j(x)$ が提供される。「オフライン」品質評価の場合、ワークピース W の加工完了後にセンサ2で加工軌跡 X に沿って加工結果 $R(x)$ を測定する速度は、加工速度より高くすることができる。それにもかかわらず、「オンライン」品質評価とは対照的に、「オフライン」品質評価は、追加の時間消費を表す。

【0034】

図2Cでは、加工操作の品質評価方法が概説されており、加工結果 $R(x)$ の分析のために加工軌跡 X に沿ってワークピース W が破壊され、加工軌跡 X に沿った加工結果 $R(x)$ の複数の点で、加工結果 $R(x)$ の領域でワークピース W の微小切片が生成されて、加工結果の解析が行われている。これらの微小切片は、対応するセンサ2および画像処理手段で測定することができ、センサ信号 $S_j(x)$ を提供し、同様に、加工軌跡 X に沿った特定の点でのワークピース W に対する加工操作および加工結果 $R(x)$ の品質に関する情報を提供し、例えば、溶接プロセス中、このような微小切片は、加工結果 $R(x)$ として溶接シームの溶接溶け込み深さの指標を提供し得る。

【0035】

図2Dに示されるように、それぞれの処理タスクに対する処理動作の処理結果 $R(x)$ の品質を特徴付ける品質パラメータ $Q_k(x)$ は、処理結果 $R(x)$ の様々なセンサ信号 $S_j(x)$ から決定することができる。処理タスクに応じて、処理軌跡 X に沿った処理結果 $R(x)$ の品質を定量化する、異なる品質パラメータ $Q_k(x)$ が存在し得る。品質を評価するために、ここで、少なくとも1つの品質パラメータ $Q_k(x)$ は、品質パラメータ閾値、例えば、上限品質パラメータ閾値 $Q_{k,o}(x)$ および下限品質パラメータ閾値 $Q_{k,u}(x)$ と比較される。品質パラメータ閾値 $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ を超えている場合、品質は満たされていないと見なされ、「NIO」(not in order)と表示される。全ての品質パラメータ $Q_k(x)$ がその品質パラメータ閾値 $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ 内にある場合、加工操作の品質は満たされていると考えられ、ワークピー

10

20

30

40

50

スWは「I O」(in order)と分類される。加工操作中に加工パラメータ $P_i(x)$ (x)に意図的に手動または自動で行われた変更があった場合、結果的に加工結果 $R(x)$ が変化する。この変化した処理結果 $R(x)$ を今度はセンサ2で測定し、そこから品質パラメータ $Q_k(x)$ を決定し、元の品質パラメータ閾値 $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ と比較すると、一般に誤った品質表明が生じる。したがって、本発明の目的は、処理操作の品質および変更された処理結果 $R(x)$ の評価において、処理操作中に処理パラメータ $P_i(x)$ の意図的に行われた変更を自動的に考慮に入れることである。これは、好ましくは、適合され変更された品質パラメータ閾値 $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ となる。

【0036】

図3は、ワークピースW上の加工軌道Xに沿った加工操作および加工結果 $R(x)$ の品質を評価するための本発明による方法の概略を示す。加工操作の品質評価のための装置1は、加工装置10の加工ヘッド12に取り付けられたセンサ2によって、加工操作中に、加工軌道Xに沿って加工結果 $R(x)$ を測定する種々のセンサ信号 $S_j(x)$ を受ける(「オンライン」品質評価)。代替的または追加的に、処理動作後に、対応するセンサ2で処理軌跡Xに沿って処理結果 $R(x)$ を測定して記録されたセンサ信号 $S_j(x)$ が、品質評価のために装置1に提供される。少なくとも1つのセンサ信号 $S_j(x)$ から少なくとも1つの品質パラメータ $Q_k(x)$ が決定され、少なくとも1つの品質パラメータ $Q_k(x)$ は、処理動作の品質および処理軌道Xに沿った処理結果 $R(x)$ を評価するための品質パラメータ閾値 $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ と比較される。品質パラメータ閾値 $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ を超えた場合、品質が満たされていないとして、ワークピースを「N I O」(not in order)と分類し、例えばディスプレイ13に表示する。また、全ての品質パラメータ $Q_k(x)$ がその品質パラメータ閾値 $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ 内にある場合には、加工操作および加工結果 $R(x)$ の品質が満たされていると判断し、ワークピースWを「I O」(in order)に分類し、例えばディスプレイ13に表示させる。また、品質パラメータ閾値 $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ を超えた場合、例えばスピーカ14で音響警告を出力することも可能である。

【0037】

発明によれば、加工装置10が加工軌跡Xに沿って加工操作の品質と加工結果 $R(x)$ を評価する際に、加工装置10と加工操作の品質を評価する装置1とを接続することにより、ワークピースWの加工軌跡Xの加工中に、加工パラメータ $P_{i,soll}(x)$ の目標値からの加工パラメータ $P_i(x)$ の変更が自動的に考慮される。これは、例えば、変化した状況に基づいて、適応した品質パラメータ閾値 $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ が定義されて行われてもよく、これらは加工パラメータ $P_i(x)$ の変化に対して記憶されているか、または対応する計算規則によって定義される。処理操作の品質および変更された処理結果 $R(x)$ の自動評価は、このように、適合された品質パラメータ閾値 $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ に自動的に基づき、その結果、品質モニタリングの信頼性を高めることができる。さらに、これにより、品質評価は、適応型処理システムに適したものとなる。その結果、慣例的に発生する公差に基づいて、加工パラメータの変更 $P_i(x)$ に応じて加工パラメータを変更して加工し、理想的なワークピースWとして他の加工結果 $R(x)$ を提供できるワークピースWであっても、品質評価システムによって「I O」(in order)であると判断され、複雑な手動チェックを必要としない。適合した品質パラメータ閾値 $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ は、特定の加工パラメータ $P_i(x)$ に対するテスト加工操作から定義できる、記憶された品質パラメータ閾値 $Q_{k,o,g}(x)$ 、 $Q_{k,u,g}(x)$ から、例えば記憶された品質パラメータ閾値 $Q_{k,o,g}(x)$ 、 $Q_{k,u,g}(x)$ の内挿により、決定される。

【0038】

図4は、加工操作中に加工パラメータ $P_i(x)$ を意図的に変更し、溶接工程を用いた加工操作の品質評価において考慮する例を示す。図の左側には、加工前のワークピースWを上部に、その下部に、加工後または溶接工程後のワークピースWを、断面図で示して

いる。ワークピースWは通常、隙間なく重なり合っており、溶接工程は予め設定された溶接パラメータで行われる。品質監視では、例えば、溶接シームNの幅 $B(x)$ および高さ $H(x)$ が、加工軌跡Xに沿って品質パラメータとして決定され、溶接シームNの幅 $B_o(x)$ 、 $B_u(x)$ および高さ $H_o(x)$ 、 $H_u(x)$ に対する閾値と比較され、条件 $B_u(x) < B < B_o(x)$ および $H_u(x) < H < H_o(x)$ が満たされると、加工操作の品質は肯定的に評価されてワークピースが「IO」と分類される。

【0039】

実際には、通常、公差が発生し、例えば、図4の右側に示すように、ワークピースWの間に隙間dが生じる。溶接工程中、これらの変化した条件は、例えば、溶接ワイヤの搬送速度 $v_d(x)$ および溶接電流 $I(x)$ が増加され、溶接速度 $v_s(x)$ が減少されるといように、手動または自動（適応型溶接工程）により作用される。この結果、隙間dのないワークピースWの加工時（図4中の左側部分）に比べて、大きな幅 B と大きな高さ H を有する溶接シームNとなる。変更された条件および処理パラメータの意図的に行われた変更を自動的に考慮することなく品質評価が行われた場合、溶接シームNの幅 B および高さ H は許容できないと考えられ、処理操作の品質が否定的に評価され、例えば、ワークピースは不合格（「NIO」：not in order）と表示されるか、手動チェックまたは後処理のために送られるであろう。

【0040】

品質評価のための本発明による方法では、処理パラメータ $P_i(x)$ の意図的に行われた変更（ここでは、例えば、搬送速度 $v_d(x)$ および溶接電流 $I(x)$ の増加および溶接速度 $v_s(x)$ の減少）が品質評価に知らされて、品質の評価において考慮される。例えば、加工パラメータ $P_i(x)$ の変化に基づいて適応された品質パラメータ $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ の閾値は、加工操作の品質の評価のために定義される。図示の例では、溶接シームNの幅 $B_o(x)$ 、 $B_u(x)$ に対する上下の閾値と、溶接シームNの高さ $H_o(x)$ 、 $H_u(x)$ に対する上下の閾値とは、変更された溶接パラメータに適応されたものとなる。その結果、 $B_u(x) < B < B_o(x)$ および $H_u(x) < H < H_o(x)$ の条件が満たされるため、図4における右側部分の変更後の加工結果 $R(x)$ または変更後の溶接シームNも品質に関して正しく評価される。品質監視における処理パラメータ $P_i(x)$ の意図的に実行された変更の自動的な考慮により、ワークピースWはこの場合にも「IO」として正しく分類され、ワークピースWの手動チェックは省略できる。

【0041】

加工パラメータ $P_i(x)$ の変更の場合に適合された品質パラメータ $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ の保持値は、通常の加工パラメータ $P_i(x)$ に対する品質パラメータ $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ の元の閾値のようにテーブルまたは特定の規則に従ってファイルおよび保存することができる。保存された値と品質パラメータ $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ の閾値の間にある処理パラメータ $P_i(x)$ は、内挿法によって決定することができる。品質評価システムは、このデータが利用可能な場所や保存されている場所に関係なく、このデータにアクセスすることができる。品質パラメータ $Q_{k,o}(x)$ 、 $Q_{k,u}(x)$ の上下の閾値の代わりに、品質パラメータ平均値 $Q_{k,m}(x)$ とこの平均値周りの品質パラメータ最大変動幅 Q_k を用いて処理結果 $R(x)$ の品質を評価することも可能である。

10

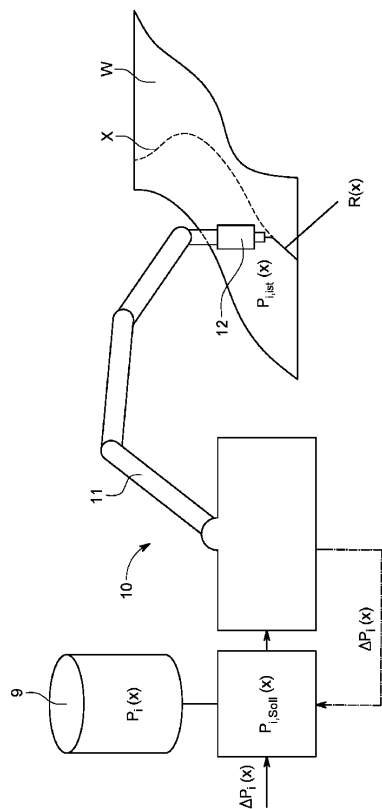
20

30

40

【図面】

【圖 1】



【 図 2 A 】

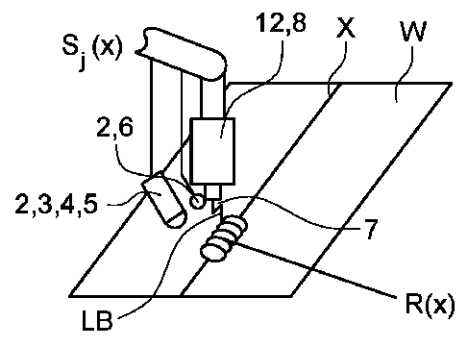


FIG. 2A

【 図 2 B 】

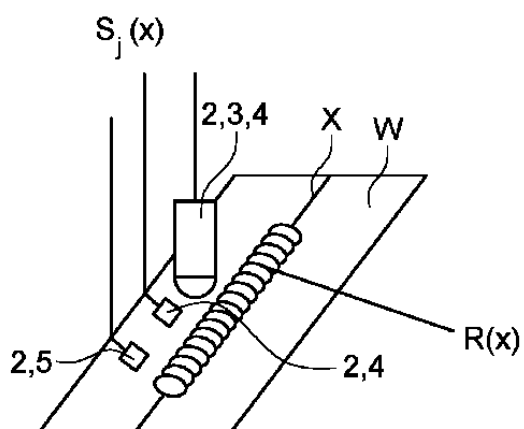


FIG. 2B

【 図 2 C 】

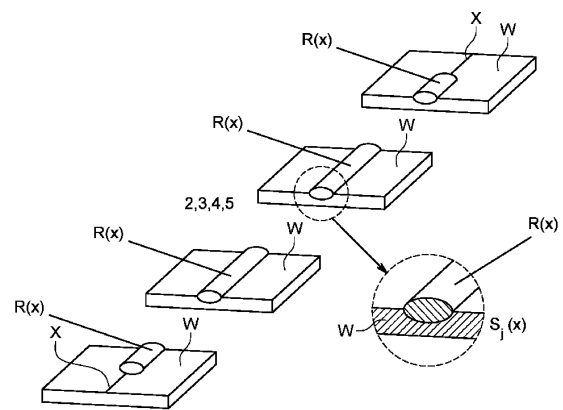


FIG. 2C

【 図 2 D 】

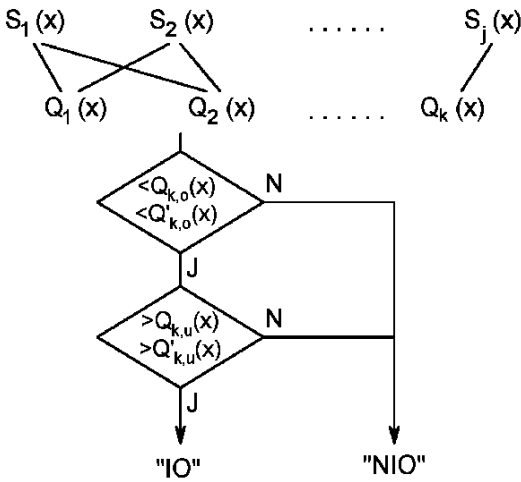


FIG. 2D

【 図 3 】

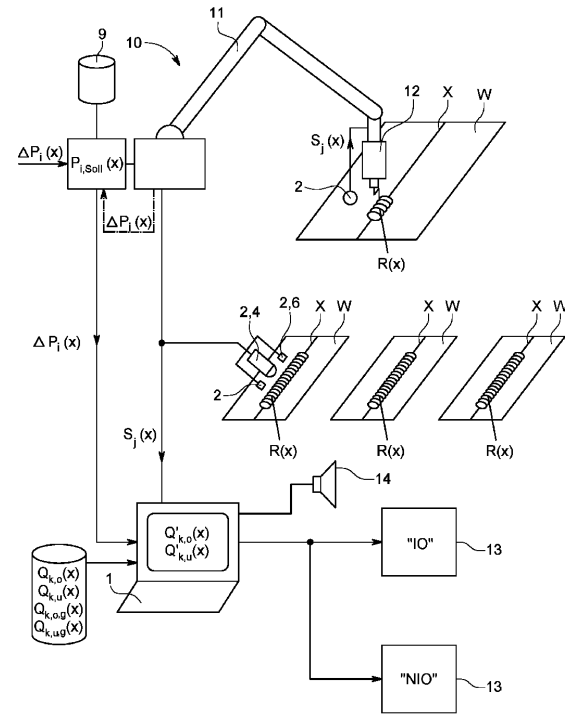


FIG. 3

【 図 4 】

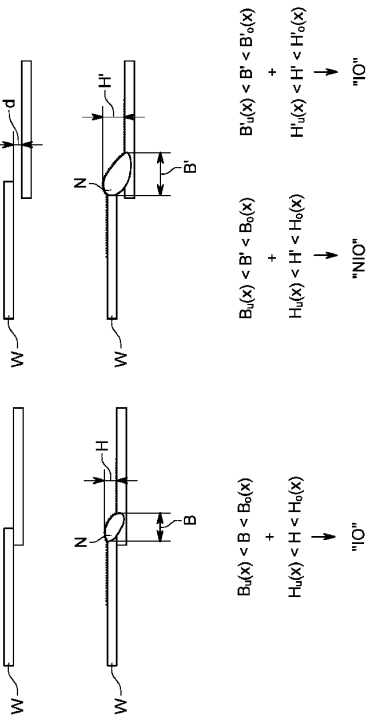


FIG. 4

10

20

30

40

50

フロントページの続き

オーストリア 4 6 4 3 ペッテンバッハ、フロニウスシュトラッセ 1、フロニウス・インテルナツィ
オナール・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフツング内

審査官 黒石 孝志

- (56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 1 1 0 9 1 1 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 1 1 5 3 8 (J P , A)
特開平 0 5 - 3 3 7 6 6 2 (J P , A)
特許第 3 9 0 6 5 6 1 (J P , B 2)
特開平 0 4 - 0 1 7 9 8 7 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 2 3 5 2 1 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 1 1 6 2 5 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 7 3 7 0 3 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 0 3 0 6 8 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 3 0 2 2 6 1 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

B 2 3 K 3 1 / 0 0
B 2 3 K 9 / 0 0 - 9 / 3 2
B 2 3 K 2 6 / 0 0 - 2 6 / 7 0