

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-507220

(P2009-507220A)

(43) 公表日 平成21年2月19日(2009.2.19)

(51) Int.Cl.
G01N 27/80 (2006.01)

F I
G01N 27/80

テーマコード (参考)
2G053

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-528981 (P2008-528981)
 (86) (22) 出願日 平成18年7月7日(2006.7.7)
 (85) 翻訳文提出日 平成20年3月4日(2008.3.4)
 (86) 国際出願番号 PCT/SE2006/000855
 (87) 国際公開番号 W02007/030050
 (87) 国際公開日 平成19年3月15日(2007.3.15)
 (31) 優先権主張番号 0501978-1
 (32) 優先日 平成17年9月5日(2005.9.5)
 (33) 優先権主張国 スウェーデン(SE)

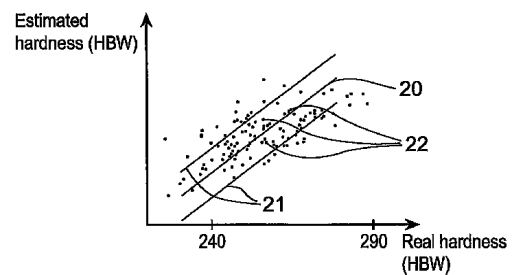
(71) 出願人 500190915
 スカンディア シーブイ アクチボラグ (パブル)
 スウェーデン国エス - 151 87
 ソデルタルイエ
 (74) 代理人 100066692
 弁理士 浅村 皓
 (74) 代理人 100072040
 弁理士 浅村 肇
 (74) 代理人 100123180
 弁理士 白江 克則
 (74) 代理人 100087217
 弁理士 吉田 裕

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気バルクハウゼン・ノイズによる硬さ推定に基づいて鋳鉄製の構成部材を処理する方法

(57) 【要約】

車両又はエンジンでの使用に適合された鋳鉄製の構成部材を処理する方法は、鋳鉄製の構成部材の少なくとも1つの表面で、少なくとも1つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定すること、少なくとも1つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータに基づいて、鋳鉄製の構成部材内の材料の硬さを推定すること、及び推定硬さが許容される硬さの範囲内にあるかどうかを決定することを含む。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両又はエンジンでの使用に適合された鋳鉄製の構成部材を処理する方法において、前記構成部材の少なくとも 1 つの表面で、少なくとも 1 つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定する段階と、

前記少なくとも 1 つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータに基づいて、前記構成部材の材料の硬さを推定する段階と、

前記推定された硬さが許容される硬さの範囲にあるかどうかを決定する段階とを含む、構成部材を処理する方法。

【請求項 2】

前記方法が、前記構成部材の表面の機械加工された部分で、前記少なくとも 1 つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定することを含むことを特徴とする請求項 1 に記載された構成部材を処理する方法。

【請求項 3】

前記方法が、前記構成部材の表面の、 $0 \sim 5 \mu\text{m}$ の範囲の算術表面粗さを有する部分で、前記少なくとも 1 つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定することを含むことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載された構成部材を処理する方法。

【請求項 4】

前記方法が、 60 Hz 未満の磁化周波数を用いて前記少なくとも 1 つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定することを含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載された構成部材を処理する方法。

【請求項 5】

前記方法が、磁気バルクハウゼン・センサーを用いて前記少なくとも 1 つの磁気バルクハウゼンのパラメータを測定すること、及びばねを用いて前記磁気バルクハウゼン・センサーを前記表面に押し付けることを含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれか 1 項に記載された構成部材を処理する方法。

【請求項 6】

前記方法が、前記少なくとも 1 つのバルクハウゼン・ノイズのパラメータに基づいて、前記構成部材の材料内の残留張力を推定することを含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれか 1 項に記載された構成部材を処理する方法。

【請求項 7】

前記構成部材がねずみ鋳鉄製のシリンダ・ライナを含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 までのいずれか 1 項に記載された構成部材を処理する方法。

【請求項 8】

前記方法が、前記シリンダ・ライナの同じ周縁部に位置する前記表面の少なくとも 2 つの部分から、前記少なくとも 1 つの磁気バルクハウゼンのパラメータを測定することを含むことを特徴とする請求項 7 に記載された構成部材を処理する方法。

【請求項 9】

車両又はエンジンでの使用に適合された鋳鉄製の構成部材を処理するための装置において、前記装置が、

前記構成部材の少なくとも 1 つの表面で、少なくとも 1 つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定するように適合された磁気バルクハウゼン・ノイズのセンサーを備え、

前記少なくとも 1 つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータに基づいて、前記構成部材内の材料の硬さを推定し、前記推定された硬さが許容される硬さの範囲にあるかどうかを決定するようになっていることを特徴とする装置。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 8 までのいずれか 1 項に記載された構成部材を処理する方法の使用において、前記方法が、車両、エンジン、及び / 又は車両若しくはエンジンでの使用に適合された鋳鉄製の構成部材の製造を改善するために用いられることを特徴とする構成部材

10

20

30

40

50

を処理する方法の使用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両及び／又はエンジンでの使用に適合された鑄鉄製の構成部材を処理する方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

自動車やトラックなどの車両及び／又は車両用のエンジンを製造する際には、様々な部品が組み立てられて完成した車両になる。完成した車両の機能及び品質を保証するためには、組み立て前に、例えば寸法や材質などについて一部の部品の試験を行うことが望ましい場合がある。部品に対して行われる試験は非破壊的なものであることが望ましい。それは、他の方法では試験自体が部品を破壊する又は劣化させる可能性があるためである。しかし、非破壊試験が常に利用できるわけではない。

10

【0003】

硬さなどの材料の様々な特性の試験を行うための非破壊試験法の1つが、磁気バルクハウゼン・ノイズ法である。その方法は、強磁性体材料全体に変動磁場を印加して、材料を磁化させる段階を含む。磁化の間、材料の磁区は方向を変え、ゆっくりと印加された磁場と整列するようになる。磁区は、いわゆるブロッホ壁が、有利な方向を向いた磁区がより不利な方向を向いた磁区を犠牲にして成長するように移動することによって変化する。例えばブロッホ壁が転位又は粒界にぶつかると、それらは欠陥によって動くことができなくなる可能性があり、その結果、磁区の成長が突然停止する。印加される磁場がさらに増大すると、ブロッホ壁は障害に打ち勝ち、次の欠陥にぶつかるまで急速に移動する。したがって材料の磁化は徐々に行われるが、それは当分野においてバルクハウゼン・ノイズとして知られている。材料の硬さもバルクハウゼン・ノイズも材料内の欠陥の数と相関関係を示すため、バルクハウゼン・ノイズに基づいて硬さおよび他の材料特性を推定することが可能である。

20

【0004】

米国特許第5619135号(特許文献1)には、バルクハウゼン・ノイズを用いて鋼の硬さの非破壊測定を行うための測定装置が示されている。その装置は、バルクハウゼン信号からジャンプの和比率の第1モーメント(jump sum rate first moment)を計算し、次いでジャンプの和比率の第1モーメントから材料特性を計算するように構成されている。

30

【0005】

国際公開第2004/021024A1号(特許文献2)には、鋼の焼入深さを決定するための装置が示されている。その装置は、1~200Hzの間の変動する周波数を有する磁場を印加する、バルクハウゼン・ノイズのセンサーを備えている。印加された磁場の周波数に応じて、磁化は材料の様々な深さに達する。装置は、様々な周波数で得られたバルクハウゼン・ノイズ信号を比較し、様々な信号から焼入深さを計算するための手段を備えている。

40

【0006】

米国特許第4881030号(特許文献3)には、硬化領域における引張応力を測定するための方法及び装置が示されている。その方法は、タービン・ブレードに対して使用され、ブレードの内部応力を分析するためのものである。

【0007】

前述の例から明らかなように、鋼に対してはバルクハウゼン・ノイズ法を容易に適用できる。鋼は比較的均一な粒径を有し、炭素含有量が低いため、バルクハウゼン法を用いて測定することが容易である。しかし、粒径のばらつきが大きく、且つ／或いは、炭素及び／又は合金元素の含有量が高い材料の特性を測定するためにバルクハウゼン・ノイズ法を用いるときには、良好な相関を得ることはかなり難しくなる。

50

【 0 0 0 8 】

粒径のばらつきが大きく、合金材料及び炭素の含有量が高いために、バルクハウゼン法を用いて測定を行うことが難しい材料の1つが、鋳鉄である。したがって、鋳鉄によって製造され、車両での使用に適合された部品及び構成部材は、適切な結果を得られると考えられる利用可能で実用的な非破壊的方法が存在しないため、これまで組み立て前にその硬さに関する試験は行われていなかった。実際には、車両又はエンジンに使用するための鋳鉄製の構成部材の硬さについて、組み立て前に非破壊試験を行うことを可能にする方法が長い間求められてきた。

【特許文献1】米国特許第5619135号明細書

【特許文献2】国際公開第2004/021024号パンフレット

【特許文献3】米国特許第4881030号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

本発明の一目的は、車両又はエンジンでの使用に適合された鋳鉄製の構成部材の処理を改善することである。本発明の他の目的は、車両又はエンジンでの使用に適合された鋳鉄製の構成部材を処理するための装置である。他の目的は、車両又はエンジンでの使用に適合された鋳鉄製の構成部材を処理するための改善された方法を使用することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

この目的は、請求項1に規定された方法、請求項9に規定された装置、及び請求項10に規定された方法の使用によって達成される。

【 0 0 1 1 】

現在のところ、鋳鉄に対するバルクハウゼン・ノイズの測定から正確な結果を得ることが難しい場合でも、本方法は、測定される構成部材の硬さが、その構成部材を車両又はエンジンで使用するために許容される範囲内にあるかどうかを決定するには十分な精度を有していることが認められている。また現在のところ、測定が行われる構成部材上の位置によって、バルクハウゼン・ノイズの測定は少なくとも部分的に影響を受けることも認められている。硬さを推定する際は、向上された精度を与える位置でバルクハウゼン・ノイズを測定することによって、車両で使用するための構成部材の処理に利用できるように、バルクハウゼン法を十分に改善することが可能である。ある構成部材に対する改善された測定位置は、ある位置で測定されたバルクハウゼン・ノイズから推定された硬さと、破壊的な方法で測定された硬さとの比較を含む実験によって容易に見出すことができる。

【 0 0 1 2 】

したがって、範囲外の推定硬さを有する鋳鉄製の構成部材は、破損する可能性があり、例えば再加工するか、又は信頼性のより高い他の測定方法によって測定するか、又は排除することができる。したがって、破損の確率が低くなり、車両の品質が改善されるとともに、バルクハウゼン・ノイズ法は非破壊的であるだけでなく迅速で使いやすいため、構成部材を測定するための費用が低減される。

【 0 0 1 3 】

バルクハウゼン・ノイズ法は実施に数秒しかかからず、したがって本方法は、各操作に限られた時間しかかけることができない製造ラインでの使用にきわめて適している。したがって本方法は、硬さを自動的に推定するために、センサー及びノ又は構成部材を移動させて接触させることも含む。本方法は、構成部材を許容されたグループに分類することも含む。本方法は、許容された構成部材を車両又はエンジンに組み立てることも含む。供給業者からの納品を受け入れる前、構成部材に対して他の加工を実施する前、又は構成部材を車両に組み立てる前に、構成部材を測定することによって、構成部材が適切な硬さを有することが保証される。硬すぎる構成部材はクラックを生じる危険があり、軟らかすぎる構成部材は使用時に構成部材に作用する力に耐えられない可能性があり、また摩耗、曲げ又は疲労によって使えなくなる虞がある。

10

20

30

40

50

【0014】

本明細書において構成部材という用語は、材料ブランク（素材）、半分又は完全に機械加工された構成部材、或いは完成したモジュールを含むものと解釈される。磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータは、とりわけバルクハウゼン・ノイズ信号のピーク・レベル、バルクハウゼン・ノイズ信号のピークの位置、バルクハウゼン・ノイズ信号の半値全幅、信号の二乗平均、信号の強さ又は信号のばらつきなどのパラメータを含むことができる。一具体例では、硬さはピーク・レベル、ピークの位置、半値全幅及び二乗平均に基づいて推定されるが、より少数又はより多数のパラメータを用いることもできる。推定硬さの測定単位は、ピッカース硬さなど任意の硬さ測定法によって定めることができる。本明細書ではブリネル硬さの単位が用いられ、推定硬さに対して実際の値が示される場合、それらは2.5 mmの直径を有する球、及び187.5 kgの負荷力を用いることによって測定されたものである。

10

【0015】

本発明の一具体例では、本方法は、構成部材の表面の機械加工された部分で少なくとも1つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定することを含む。バルクハウゼン法を用いて構成部材を測定する際は、表面粗さが結果に重大な影響を及ぼすことが分かっている。機械加工された表面で測定することによって、様々な構成部材に関する様々な表面粗さからの影響が低減されて、より良好な相関が得られるようになり、構成部材のバルクハウゼン・ノイズ信号からの推定硬さと実際の硬さとの間の統計上のばらつきが小さくなる。相関が高まり、構成部材の推定硬さと実際の硬さとの間の標準偏差が小さくなると、構成部材が車両での使用に適しているかどうかの決定の正確性が高まる。それによって許容される硬さの範囲を広げることが可能になり、したがって、実際には問題なく使用することができる構成部材を排除してしまう確率が低減される。

20

【0016】

本発明の他の具体例によれば、本方法は、構成部材の表面の、0～5 μmの範囲の算術表面粗さを有する部分で、少なくとも1つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定することを含む。一具体例では、0.5～3 μmの範囲の算術表面粗さ、最も好ましくは1～2 μmの表面粗さを有する表面部分で磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータが測定される。磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータは、構成部材の表面の、3 μmよりも小さい、好ましくは2 μmよりも小さい、最も好ましくは1 μmよりも小さい範囲の算術表面粗さを有する部分で測定することが好ましい。したがって、表面粗さの違いにより、様々な構成部材のバルクハウゼン・ノイズのパラメータの測定及び硬さの推定に及ぼす影響が小さくなる。したがって標準偏差が小さくなり、構成部材に対する推定硬さの許容範囲を広げることが可能になる。

30

【0017】

本発明の一具体例によれば、本方法は、60 Hz未満、好ましくは25 Hz未満、より好ましくは2 Hz未満、最も好ましくは1 Hz未満の周波数で変動する印加された磁場を用いて、少なくとも1つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定することを含む。したがって、バルクハウゼン・ノイズは材料のより深い位置で測定され、それによって構成部材のより大きいサンプル体積内の全体でバルクハウゼン信号が平均化され、さらに標準偏差が低減されて、構成部材の実際の硬さと推定硬さの間の相関が高められる。それによって、表面からの影響も低減される。車両又はエンジンに使用される構成部材では、構成部材の内部の硬さが構成部材の外側の硬さと同様に重要になることがある。

40

【0018】

本発明の一具体例によれば、本方法は、磁気バルクハウゼンのセンサーを用いて少なくとも1つの磁気バルクハウゼンのパラメータを測定すること、及びばねを用いてセンサーを表面上に押し付けることを含む。一具体例では、ばねにはあらかじめ張力が加えられ、センサー・プローブの中に配置される。磁気伝達は、構成部材とセンサーとの間の接触の性質により影響を受ける。ばねを用いてセンサーを表面に当てることによって、プローブは、表面に対してセンサーと表面との間の接触の性質が良くなる位置に移動することが

50

可能になり、より良好な相関関係及びより小さい標準偏差が保証される。

【0019】

本方法は、特定の力からのずれが20%未満の力を用いて、センサーを表面に押し付けることも含む。一具体例では、力のずれは特定の力から10%未満である。ある力を用いてセンサーを表面上に押し付けると、材料に張力が形成される。バルクハウゼン・ノイズは材料内の張力の影響を受けるため、センサーが特定の力を用いて押し付けられると、測定値の標準偏差は小さくなる。センサーと構成部材の間の磁気的な接触状態が標準化されるほど、標準偏差が小さくなる。

【0020】

本発明の一具体例によれば、本方法は、少なくとも1つのバルクハウゼン・ノイズのパラメータに基づいて、鋳鉄製の構成部材の材料内の残留張力を推定することを含む。残留張力は、耐久性を助ける圧縮力及び耐久性を損なう張力によって構成部材の性能にも影響を及ぼす。したがって、残留張力を測定及び考慮することによって、車両又はエンジンの品質が高められる。本方法は、推定された残留張力が許容範囲にあるかどうかを決定することを含むこともできる。構成部材の品質は硬さと残留張力の組み合わせに基づくものであるため、本方法は、推定硬さ及び残留張力が、硬さと残留張力を組み合わせた許容範囲にあるかどうかを決定することを含むこともできる。

10

【0021】

本発明の一具体例によれば、本方法は、表面の少なくとも2つの異なる部分から少なくとも1つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定すること、及びその少なくとも2つの部分について、その少なくとも1つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータの平均値に基づいて構成部材内の材料の硬さを推定することを含む。本方法は、構成部材の少なくとも3つの部分からバルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定すること、及びその平均値に基づいて硬さを推定することを含むこともできる。平均値を用いることによって測定値の標準偏差が小さくなり、それによって低品質の構成部材を排除する確率が高まる。さらに、計算される硬さの許容範囲に対する許容差を増大させることができるため、より多数の構成部材が許容されるようになる。

20

【0022】

本発明の一具体例によれば、この構成部材は鋳鉄製のシリンダ・ライナである。シリンダ・ライナはエンジンの燃焼室の内部を覆うものであり、特にディーゼル・エンジンでは過酷な環境に曝される。したがって、シリンダ・ライナは定期的に交換される。シリンダ・ライナは、摩耗にも疲労にも耐えなければならない。したがって長い耐用期間を達成するには、シリンダ・ライナの硬さがきわめて重要になる。さらに、シリンダ・ライナの表面は機械加工され、バルクハウゼン・ノイズの測定に適した表面を構成している。推定硬さの許容範囲は、シリンダ・ライナの材料に応じて150~500HBWとすることができる。

30

【0023】

本発明の一具体例によれば、構成部材はねずみ鋳鉄により製造される。一具体例では、ねずみ鋳鉄製の構成部材はエンジン・ブロック又はシリンダ・ヘッドである。他の好ましい具体例では、前記構成部材はねずみ鋳鉄製のシリンダ・ライナを含む。ねずみ鋳鉄は、金属マトリックス内の空間をグラファイト片が占めるため、磁気バルクハウゼン・ノイズの使用による測定が特に困難である。本発明によれば、硬さの許容範囲を決めることによって、依然としてバルクハウゼン・ノイズ法を使用することが可能であることが認められている。ねずみ鋳鉄製のシリンダ・ライナの場合、好ましい硬さの範囲は180~300HBW、より好ましくは240~290HBW、最も好ましくは250~280HBWにある。

40

【0024】

本発明の一具体例によれば、本方法は、シリンダ・ライナの同じ周縁部に位置する表面の少なくとも2つの部分から、少なくとも1つの磁気バルクハウゼンのパラメータを測定することを含む。シリンダ・ライナは円筒形であり、旋盤でシリンダ・ライナをその長手

50

方向軸線を中心に回転させることによって機械加工される。同じ周縁部上で測定を行うことによって、結果に影響を及ぼす様々な機械加工によるばらつきが小さくなる。一具体例では、様々な機械加工からの影響を低減させるために、様々なシリンダ・ライナをシリンダ・ライナの長手方向に対して同じ位置で測定する。

【0025】

本発明の一具体例によれば、硬さは、少なくとも1つの磁気バルクハウゼンのパラメータの一次関数として推定される。一具体例では、硬さは少なくとも2つ、好ましくは少なくとも4つの磁気バルクハウゼンのパラメータの一次結合として推定される。相関関係は必ずしも硬さの範囲全体にわたって一次ではないが、推定硬さが許容範囲の範囲外である構成部材は排除されるため、許容範囲のまわりでの相関関係が正確であれば十分である。

10

【0026】

本発明の一具体例によれば、硬さを推定するための関係は、構成部材を納品した供給業者に依存する。供給業者が異なれば同じ構成部材を機械加工する方法も異なり、異なる表面粗さが得られる可能性があるため、異なる供給業者からの構成部材を別々に扱えば、より良好な相関関係及び標準偏差が得られる。一具体例では、様々な供給業者の間で最適な位置が異なる可能性があるため、各供給業者からの構成部材は構成部材上の最適な位置についても検査され、バルクハウゼン・ノイズの測定及び硬さの推定が行われる。

【0027】

次に、本発明をその非限定的な実施例として、添付図面を参照して記述する。

【実施例】

20

【0028】

図1aには、この実施例ではシリンダ・ライナである、車両又はエンジンでの使用に適合された構成部材1が示されている。ねずみ鋳鉄は耐疲労性があるため、この実施例ではシリンダ・ライナはねずみ鋳鉄で製造されており、材料の硬さ及び強さを高めるためにリンの含有量が高められている。シリンダ・ライナの材料は硬すぎないこと（硬すぎるとクランキングをまねく）も、軟らかすぎないこと（軟らかすぎるとシリンダ・ライナの早期摩耗をまねく）も必要である。

【0029】

図1aには、磁気バルクハウゼン・ノイズを測定するための装置3が示されている。装置は、シリンダ・ライナの表面に当てられて、材料のバルクハウゼン・ノイズを測定するように適合されたセンサー・プローブ5を備えている。装置3はさらに、バルクハウゼン・ノイズの測定を実行及び制御し、以下に記述する必要な計算を実行するように適合されたハードウェア及び/又はソフトウェアを備えている。さらに、装置3は、センサー・プローブ5をシリンダ・ライナに向かって移動させるように構成されたロボット・アーム6を備え、バルクハウゼン・ノイズの自動測定に適合されている。他の実施例では、その代わりに装置3が、シリンダ・ライナをセンサー・プローブ5に向かって移動させて自動測定を行うように構成されてもよい。

30

【0030】

図1bには、センサー・プローブ5の実施例がより詳しく示されている。センサー・プローブ5は、強磁性体材料のU字形の本体9を含む電磁石7、本体9のまわりに巻かれ、磁場を発生させるように適合されたコイル11を備えている。本体9は、シリンダ・ライナの表面に当接し、それに磁気を伝えるように適合される。センサー・プローブ5はさらに、磁場の変化を検知するように適合された受動コイルを含むセンサー13を備えている。動作時には、センサー・プローブ5が電磁石7を活性化して、ある特定の周波数を有する変動磁場をいくつかの段階にわたってシリンダ・ライナに印加して、シリンダ・ライナを磁化させる。この実施例では、装置3は、少なくとも4つの段階又は突発的（バースト）の磁場を印加するように適合される。シリンダ・ライナの磁化によって生じる磁場の変動は、コイル13に電流を発生させ、それによりセンサー13はシリンダ・ライナの磁化過程を検知する。

40

【0031】

50

図 1 c には、シリンダ・ライナ内の材料の磁化の拡大図を示すグラフが示されている。この図から明らかなように、プロット壁が粒界や転位などの材料内の欠陥によって局所的に動くことができなくなるため、磁化は段階的になる。バルクハウゼン・ノイズ測定装置 3 は、磁化における不規則性、すなわちノイズを測定するように適合される。図 1 d には、2 段階の磁化からのノイズが示されている。ノイズは処理され、図 1 e に示すように、図 1 d の高低のあるノイズの平均であるノイズ・グラフとして示される。バルクハウゼン・ノイズのグラフは材料内の欠陥の尺度を示し、したがってノイズの量は、硬さなどの材料の機械的特性と相関関係を示すことができる。

【 0 0 3 2 】

本発明の一態様によれば、磁気バルクハウゼン・ノイズ測定装置 3 は、少なくとも 1 つのバルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定し、その少なくとも 1 つのバルクハウゼン・ノイズのパラメータに基づいてシリンダ・ライナ内の材料の硬さを推定するように適合される。磁気バルクハウゼン・ノイズ測定装置 3 はさらに、シリンダ・ライナの材料の推定硬さが許容範囲にあるかどうかを決定するように適合される。また、磁気バルクハウゼン・ノイズ測定装置 3 は、推定硬さが前記許容範囲にあるかどうかを知らせるメッセージを出すように適合される。硬さが許容範囲にある場合には、シリンダ・ライナは早期の破損がなく、車両又はエンジンで使用するのに十分な品質を有していると考えられる。この実施例では、標準偏差を約 8 H B W、許容される実際の硬さを 2 4 0 ~ 2 9 0 H B W と仮定すると、推定硬さの許容範囲は 2 5 0 ~ 2 8 0 H B W である。推定硬さが十分に許容範囲にあるため、ねずみ鋳鉄について正確な推定を得ることは難しいとしても、バルクハウゼン・ノイズ法を使用することは可能である。

10

20

【 0 0 3 3 】

磁気バルクハウゼン・ノイズ測定装置 3 は、4 つのバルクハウゼン・ノイズのパラメータの一次結合に基づいて硬さを推定するように適合される。これらのパラメータのうちの 3 つ、すなわちノイズ・グラフのピーク A、ノイズ・グラフの位置 B、及びノイズ・グラフの半値全幅 C を図 1 e に示す。この実施例では、第 4 のパラメータはノイズ・グラフの二乗平均である。これらのパラメータは当分野ではよく知られている。他の実施例では、磁気バルクハウゼン・ノイズ測定装置は、ただ 1 つのパラメータなどのより少数のパラメータ、又はより多数のパラメータに基づいて硬さを推定するように適合させることができる。

30

【 0 0 3 4 】

この実施例では、磁気バルクハウゼン・ノイズ測定装置 3 及び電磁石 7 は、5 0 H z 未満の周波数で変動する磁場を発生させるように適合される。この実施例では周波数は 2 H z 未満であるが、測定が 1 H z 未満で行われることが好ましい。それによって、磁化はシリンダ・ライナ内のより深いところまで達する。また、磁気バルクハウゼン・ノイズ測定装置 3 は、より良質のノイズの測定値を得るために、少なくとも 4 段階の磁場を発生させるように適合される。図 1 d には、そうした段階の 2 つだけが示されている。

【 0 0 3 5 】

さらに、バルクハウゼン・ノイズ測定装置 3 は、シリンダ・ライナ上の機械加工された表面部分 1 9 で前記ノイズのパラメータを測定するように適合される。機械加工された表面部分を測定することによって表面からの干渉が低減され、測定が改善される。この実施例では、バルクハウゼン・ノイズ測定装置 3 は、1 ~ 2 μ m の範囲の算術表面粗さを有し、表面粗さのばらつきが 1 μ m よりも小さい範囲にある表面部分 1 9 で前記ノイズのパラメータを測定するように適合される。したがって、様々なシリンダ・ライナ間での表面粗さの違いによる干渉が制限される。

40

【 0 0 3 6 】

さらに、バルクハウゼン・ノイズ測定装置 3 は、シリンダ・ライナの異なる 3 つの表面部分で前記ノイズのパラメータを測定するように適合される。2 つ表面部分 1 9 が図 1 a に示されているが、第 3 の表面部分はシリンダ・ライナの裏面に位置しているため、表示されていない。バルクハウゼン・ノイズ測定装置 3 は、3 つの表面部分 1 9 から測定され

50

たバルクハウゼン・ノイズのパラメータの平均に基づいて硬さを推定するように適合される。したがって、シリンダ・ライナ内の局所的な不規則性が平均化され、推定硬さと実際の硬さとの間の相関が高められる。

【0037】

この実施例では、バルクハウゼン・ノイズ測定装置3は、シリンダ・ライナの同じ周縁部上で3つの表面部分19を測定するように適合される。機械加工中、シリンダ・ライナは旋盤でその長手方向軸線を中心に回転させられ、その結果、同じ周縁部は同じように機械加工される。したがって、同じ周縁部上の表面部分を測定すると効率が高まる。実際の硬さについて測定すると、シリンダ・ライナの長手方向に沿った異なる位置は、異なる相関関係及び標準偏差を示すことが実際に認められている。これは、様々な表面を様々な機械加工することによるものである。この実施例では、装置3は最も高い相関関係及び最も低い標準偏差を示す表面部分を測定するように適合される。特定の構成部材に対して最適な位置、並びに推定硬さと実際の硬さの間の相関の形は、簡単な実験によって容易に見出すことができる。最適な位置及び相関の形は、異なる供給業者からの構成部材の間で異なる可能性もある。

10

【0038】

図1bのセンサー・プローブ5は、シリンダ・ライナに対して当接されるように適合され、その結果、センサー・プローブの長手方向軸線はシリンダ・ライナの長手方向軸線と平行になる。センサー・プローブ5はさらに、シリンダ・ライナの表面に当接するように適合された壁17、電磁石7を押し込むように適合された少なくとも1つのばね15、及びシリンダ・ライナの表面に面するセンサー・コイル13を備えている。この配置によって、電磁石7及びセンサー・コイル13は適切な角度で表面に接触し、プローブ5と表面との間の磁氣的接触が適切に確立されるようになる。電磁石7及びセンサー・コイル13はまた、ばね15の圧縮によって与えられる特定の接触力によって表面上に付加される。したがって、複数のシリンダ・ライナを測定する際、各シリンダ・ライナに対してセンサー・プローブ5がほとんど同じ力で付加され、センサー・プローブをシリンダ・ライナに様々な力で押し付けることによる干渉が低減される。

20

【0039】

さらに、バルクハウゼン・ノイズ測定装置3は、シリンダ・ライナ内の残留張力を、磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータの一次結合として推定するように適合される。残留張力は、シリンダ・ライナの様々な位置で大きく異なる。したがって、バルクハウゼン・ノイズ測定装置3は、残留張力の平均値を推定するように適合される。また、バルクハウゼン・ノイズ測定装置3は、残留張力が許容範囲にあるかどうかを決定するように適合される。また、バルクハウゼン・ノイズ測定装置3は、推定硬さ及び推定された残留張力の組み合わせに応じて、シリンダ・ライナが許容されるかどうかを決定するように適合される。残留張力は、悪い形であれ良い形であれシリンダ・ライナの耐用期間に影響を及ぼすものであり、したがって組み合わせることによって、特定のシリンダ・ライナの期待される性能についてより適切な推定を与える。

30

【0040】

図2a及び図2bには、実際の硬さと推定硬さとの間の相関図の2つの実例が示されている。実際の硬さは、直径2.5mmの球及び187.5kgの負荷を用いたブリネル硬さの測定装置で測定され、推定硬さは図1a~bの装置3を用いて推定された。各点は、様々なシリンダ・ライナに対して行われた測定値を示し、またそれらは様々な測定方法を用いて測定された。図中のグラフ20は、推定硬さと実際のブリネル硬さとの間のそれぞれの相関関係を表している。グラフ21は、様々な測定値のそれぞれの標準偏差を表している。

40

【0041】

図2aの点22は、0~5µmの範囲の表面粗さを有するシリンダ・ライナの機械加工された表面について、50Hzの周波数で変動する磁化場を用いて測定されたものである。測定からの結果は、推定硬さと実際の硬さの間の相関が0.4であったことを示してい

50

る。標準偏差は10.33HBWであった。

【0042】

図2bの点23は、1~2 μ mの範囲内の表面粗さを有するシリンダ・ライナの表面について、2Hz未満の周波数で変動する磁化場を用いて測定されたものである。測定からの結果は、推定硬さと実際の硬さの間の相関が0.8であったことを示している。標準偏差は8.01であった。

【0043】

結果は、より低い周波数を用い、且つ特定のより大きい表面粗さを有する表面について測定を行うほど、良好な相関関係及び小さい標準偏差を与えることをはっきりと示している。残留張力の測定についても同様である。

【0044】

図3には、本発明による方法がブロック図の形で示されている。ブロック31において本方法は、測定が行われる、シリンダ・ライナのまわりの同じ周縁部に配置された3つの表面部分を機械加工し、表面部分が確実に1~2 μ mの範囲の許容可能な表面粗さに機械加工されるようにすることを含む。

【0045】

ブロック33において本方法は、次に自動ロボット・アームを用いることによって、特定の力から20%以内の範囲の接触力でバルクハウゼンのセンサー・プローブを前記表面部分に押し付けること、及び機械加工された3つの表面部分のバルクハウゼン・ノイズを測定することを含む。

【0046】

ブロック35において本方法は、バルクハウゼン・ノイズから少なくとも1つ、この実施例では4つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを取得すること、及びその4つのバルクハウゼンのパラメータの平均値を計算することを含む。

【0047】

ブロック37において本方法は、4つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータの一次結合に基づいてシリンダ・ライナの材料の硬さを推定することを含む。本方法は、4つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータの他の一次結合に基づいて、シリンダ・ライナ内の平均の残留張力を推定することを含む。

【0048】

ブロック39において本方法は、推定硬さ及び残留張力が、それぞれ許容範囲にあるかどうかを決定することを含む。この実施例では構成部材がシリンダ・ライナであるため、許容される推定硬さは250~280HBWにある。

【0049】

推定硬さ及び残留張力が許容範囲にある場合、本方法はブロック41において、シリンダ・ライナを受け入れることを含む。次いで本方法は、シリンダ・ライナを用いて車両又はエンジンを製造することを含み、必要な場合にはシリンダ・ライナをさらに処理すること、及び/又は構成部材を車両又はエンジンに組み立てることを含むことができる。

【0050】

推定硬さ及び残留張力が許容範囲の範囲外にある場合、本方法はブロック43において、シリンダ・ライナを排除することを含む。硬さ及び/又は残留張力が許容範囲に近い場合には、本方法は、さらに試験を行うためにシリンダ・ライナを送り出すこと、及び/又はシリンダ・ライナを再加工することを含む。再加工には、例えば残留張力を低減させるための熱処理を含むことができる。硬さ及び/又は残留張力が許容範囲から離れている場合には、シリンダ・ライナを廃棄することができる。

【0051】

本発明は示された実施例に限定されず、以下の特許請求の範囲の枠内で変更することが可能である。例えば構成部材は必ずしもシリンダ・ライナである必要はなく、鋳鉄で製造された任意の構成部材とすることができる。本発明はねずみ鋳鉄に限定されず、例えば白鋳鉄、ノジュラー鋳鉄、又は任意の他のタイプの鋳鉄に等しく適用することができる。各

10

20

30

40

50

ステップを実行する順序を変更することが可能であり、いくつかの又はすべてのステップが、納品前に供給業者によって行われてもよい。適切な表面粗さを確保するために、測定される表面を研磨することができる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1a】構成部材及び磁気バルクハウゼン・ノイズ測定装置を示す図。

【図1b】図1aのバルクハウゼン・ノイズのセンサー・プローブの詳細図。

【図1c】図1aの構成部材の材料に対する磁化曲線の拡大図。

【図1d】図1aの構成部材からのバルクハウゼン・ノイズを示す図。

【図1e】図1dのノイズに基づくバルクハウゼン・ノイズのグラフ。

【図2a】本発明の実施例に対する実際の硬さと推定硬さの間の相関図。

【図2b】本発明の実施例に対する実際の硬さと推定硬さの間の相関図。

【図3】本発明による方法をブロック図の形で示す図。

【図1a】

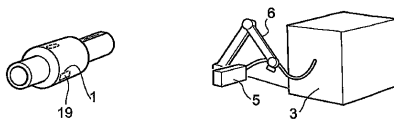
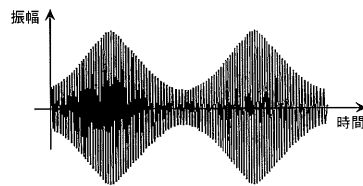


Fig. 1a

【図1d】



【図1b】

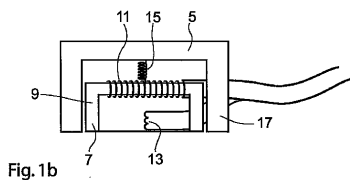
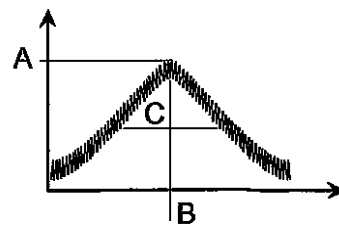


Fig. 1b

【図1e】



【図1c】

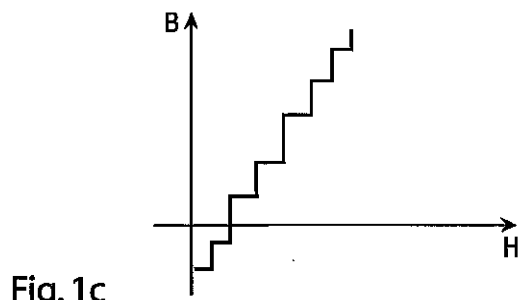
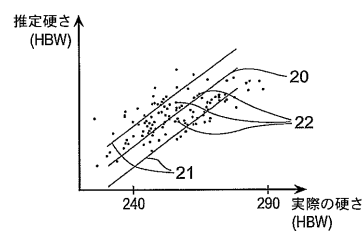


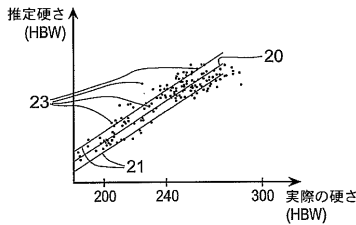
Fig. 1c

Fig. 1e

【図2a】



【図 2 b】



【図 3】

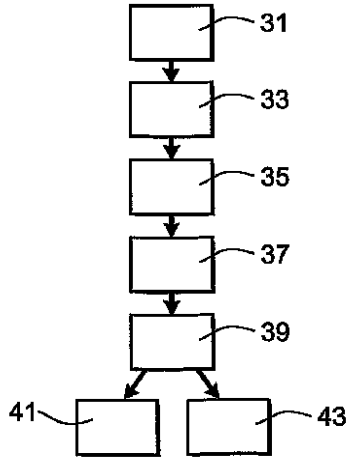


Fig. 3

【手続補正書】

【提出日】平成19年10月15日(2007.10.15)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両又はエンジンでの使用に適合された鋳鉄製の構成部材を処理する方法において、前記構成部材の少なくとも1つの表面で、少なくとも1つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定する段階と、

前記少なくとも1つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータに基づいて、前記構成部材の材料の硬さを推定する段階と、

前記推定された硬さが許容される硬さの範囲にあるかどうかを決定する段階と、

前記推定された硬さが許容される硬さの範囲にある場合に、前記構成部材を車両及び/又は車両用エンジンを製造するために使用を許す段階と

を含む、構成部材を処理する方法。

【請求項 2】

前記方法が、前記構成部材の表面の機械加工された部分で、前記少なくとも1つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定することを含むことを特徴とする請求項 1 に記載された構成部材を処理する方法。

【請求項 3】

前記方法が、前記構成部材の表面の、 $0 \sim 5 \mu\text{m}$ の範囲の算術表面粗さを有する部分で、前記少なくとも1つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定することを含む

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載された構成部材を処理する方法。

【請求項 4】

前記方法が、60 Hz 未満の磁化周波数を用いて前記少なくとも 1 つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定することを含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載された構成部材を処理する方法。

【請求項 5】

前記方法が、磁気バルクハウゼン・センサーを用いて前記少なくとも 1 つの磁気バルクハウゼンのパラメータを測定すること、及びばねを用いて前記磁気バルクハウゼン・センサーを前記表面に押し付けることを含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれか 1 項に記載された構成部材を処理する方法。

【請求項 6】

前記方法が、前記少なくとも 1 つのバルクハウゼン・ノイズのパラメータに基づいて、前記構成部材の材料内の残留張力を推定することを含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれか 1 項に記載された構成部材を処理する方法。

【請求項 7】

前記構成部材がねずみ鋳鉄製のシリンダ・ライナを含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 までのいずれか 1 項に記載された構成部材を処理する方法。

【請求項 8】

前記方法が、前記シリンダ・ライナの同じ周縁部に位置する前記表面の少なくとも 2 つの部分から、前記少なくとも 1 つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定することを含むことを特徴とする請求項 7 に記載された構成部材を処理する方法。

【請求項 9】

車両又はエンジンでの使用に適合された鋳鉄製の構成部材を処理するための装置において、前記装置が、

前記構成部材の少なくとも 1 つの表面で、少なくとも 1 つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータを測定するように適合された磁気バルクハウゼン・ノイズのセンサーを備え、

前記少なくとも 1 つの磁気バルクハウゼン・ノイズのパラメータに基づいて、前記構成部材内の材料の硬さを推定し、

前記推定された硬さが許容される硬さの範囲にある場合に、前記構成部材を車両及び/又は車両用エンジンを製造するために使用を許すために、前記推定された硬さが許容される硬さの範囲にあるかどうかを決定するようになっていることを特徴とする装置。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 8 までのいずれか 1 項に記載された構成部材を処理する方法の使用において、前記方法が、車両、エンジン、及び/又は車両若しくはエンジンでの使用に適合された鋳鉄製の構成部材の製造を改善するために用いられることを特徴とする構成部材を処理する方法の使用。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/SE2006/000855
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC: see extra sheet 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)		
IPC: G01N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
SE,DK,FI,NO classes as above		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
EPO-INTERNAL, WPI DATA, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0683393 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.), 22 November 1995 (22.11.1995), abstract --	1-10
X	DE 19601027 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.), 24 July 1997 (24.07.1997), page 2, line 15 - line 16; page 2, line 52 - line 54 --	1-10
X	US 5828211 A (CHRISTOPHER BRIAN SCRUBY ET AL), 27 October 1998 (27.10.1998), column 2, line 46 - line 58; column 3, line 5 - line 18; column 7, line 59 - line 67 --	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 26 October 2006		Date of mailing of the international search report 27-10-2006
Name and mailing address of the ISA/ Swedish Patent Office Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. +46 8 666 02 86		Authorized officer Sture Einäs/MP Telephone No. +46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/SE2006/000855

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5458703 A (NORHIKO NAKAI), 17 October 1995 (17.10.1995), column 4, table 2; column 6, line 58 - line 67; column 7, line 13 - line 26 --	1-10
X	US 4408160 A (JAMES D. KING ET AL), 4 October 1983 (04.10.1983), column 5, line 24 - line 49 --	1-10
X	US 5121058 A (SIDNEY G. ALLISON ET AL), 9 June 1992 (09.06.1992), column 1, line 19 - line 23; column 4, line 5 - line 7 -- -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/SE2006/000855
--

International patent classification (IPC)**G01N 27/80** (2006.01)**G01L 1/12** (2006.01)**Download your patent documents at www.prv.se**

The cited patent documents can be downloaded at www.prv.se by following the links:

- In English/Searches and advisory services/Cited documents (service in English) or
- e-tjänster/anförda dokument (service in Swedish).

Use the application number as username.

The password is **MRESZCCQFN**.

Paper copies can be ordered at a cost of 50 SEK per copy from PRV InterPat (telephone number 08-782 28 85).

Cited literature, if any, will be enclosed in paper form.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 Information on patent family members

04/10/2006

 International application No.
 PCT/SE2006/000855

EP	0683393	A1	22/11/1995	DE	59500739 D	00/00/0000
DE	19601027	A1	24/07/1997	NONE		
US	5828211	A	27/10/1998	AT	156268 T	15/08/1997
				AU	6661294 A	20/12/1994
				DE	69404650 D,T	11/12/1997
				DK	699301 T	02/03/1998
				EP	0699301 A,B	06/03/1996
				SE	0699301 T3	
				GB	2278450 A,B	30/11/1994
				GB	9310803 D	00/00/0000
				GB	9409772 D	00/00/0000
				JP	3605412 B	22/12/2004
				JP	8508343 T	03/09/1996
				WO	9428407 A	08/12/1994
				GB	9401022 D	00/00/0000
US	5458703	A	17/10/1995	JP	3149224 B	26/03/2001
				JP	4372852 A	25/12/1992
				JP	3149225 B	26/03/2001
				JP	4372853 A	25/12/1992
				JP	3030419 B	10/04/2000
				JP	4372856 A	25/12/1992
US	4408160	A	04/10/1983	NONE		
US	5121058	A	09/06/1992	US	4912411 A	27/03/1990
				US	5109195 A	28/04/1992
				US	5117184 A	26/05/1992

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 レフ、ポントゥス

スウェーデン国、ヘルシンボリイ、マギステルガータン 1

(72)発明者 チブリン、アンデルス

スウェーデン国、ソールナ、ハガルンドスガータン 29

Fターム(参考) 2G053 AA17 AB20 BA21 BC02 BC14 CA03