(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2011-508153
(P2011-508153A)
(43)公表日　平成23年3月10日(2011.3.10)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F01D 5/02	(2006.01)	F01D	5/02		3G002
F02C 7/00	(2006.01)	F02C	7/00	A	
F02C 9/00	(2006.01)	F02C	7/00	D	
F01D 25/00	(2006.01)	F02C	9/00	A	
		F01D	25/00	F	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 11 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2010-540801 (P2010-540801)
(86)(22)出願日　平成20年12月18日 (2008.12.18)
(85)翻訳文提出日　平成22年6月29日 (2010.6.29)
(86)国際出願番号　PCT/US2008/087466
(87)国際公開番号　WO2009/088696
(87)国際公開日　平成21年7月16日 (2009.7.16)
(31)優先権主張番号　11/968,098
(32)優先日　平成19年12月31日 (2007.12.31)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
ＧＥＮＥＲＡＬ　ＥＬＥＣＴＲＩＣ　ＣＯＭＰＡＮＹ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデイ、リバーロード、１番
(74)代理人　100137545
弁理士　荒川　聡志
(74)代理人　100105588
弁理士　小倉　博
(74)代理人　100129779
弁理士　黒川　俊久

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ロータ組み立てシステム及び方法

(57)【要約】
複数のロータディスクを有するロータスタックの組み立てシステムは、ロータディスクの特徴を測定する測定システムと、測定システムに電子的に接続されて、測定システムからデータを取り込むコンピュータと、同心度について最適化された、ロータディスクの仮想スタックを生成する立体モデリングソフトウェアとを含むことができる。複数のロータディスクを有するロータスタックの組み立て方法は、測定システムで、前記複数のロータディスクの１つ以上の特徴を測定するステップと、測定するステップからデータを取得するステップと、データを、複数のロータディスクの立体モデルに変換するステップと、記立体モデルに基づいて、同心度を最適化するための仮想スタックを生成するステップとを含む。
【選択図】図３

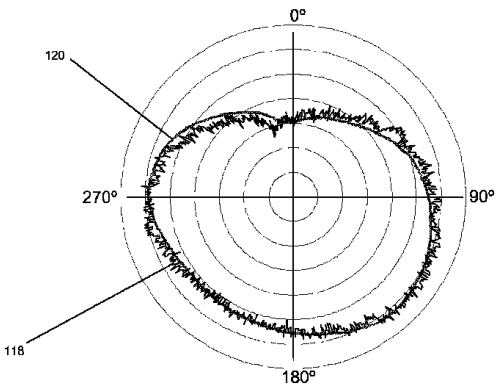


Fig. 3

【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数のロータディスクを有するロータスタックの組み立てシステムであって、
前記複数のロータディスクの特徴を測定する測定システムと、
前記測定システムに電子的に接続されて、前記測定システムからデータを取り込むコンピュータと、
前記コンピュータ及び前記データに関連付けられて、同心度について最適化された、前記複数のロータディスクの仮想スタックを生成する立体モデリングソフトウェアとを含む、ロータスタックの組み立てシステム。
【請求項２】
前記測定システムは、当該測定システムに関連付けられて、前記ロータディスクを収容するプラットフォームを含む、請求項１に記載のロータスタックの組み立てシステム。
【請求項３】
前記測定システムは、前記プラットフォームに関連付けられて、前記ロータディスクを回転させるターンテーブルを含む、請求項２に記載のロータスタックの組み立てシステム。
【請求項４】
前記測定システムは複数のプローブを含む、請求項３に記載のロータスタックの組み立てシステム。
【請求項５】
前記測定システムは、前記ロータディスクの位置を特定するロータリエンコーダを含む、請求項４に記載のロータスタックの組み立てシステム。
【請求項６】
前記測定システムは複数のプローブを含む、請求項１乃至５のいずれか１項に記載のロータスタックの組み立てシステム。
【請求項７】
前記測定システムは、前記ロータディスクの位置を特定するロータリエンコーダを含む、請求項１乃至６のいずれか１項に記載のロータスタックの組み立てシステム。
【請求項８】
複数のロータディスクを有するロータスタックの組み立て方法であって、
測定システムで、前記複数のロータディスクの１つ以上の特徴を測定するステップと、
前記測定するステップからデータを取得するステップと、
前記データを、前記複数のロータディスクの立体モデルに変換するステップと、
前記立体モデルに基づいて、同心度を最適化するための仮想スタックを生成するステップとを含む、ロータスタックの組み立て方法。
【請求項９】
前記測定するステップは、前記測定システムにロータディスクを取り付けて、前記ロータディスク上で測定される複数の場所に隣接して測定プローブを配置するステップを含む、請求項８に記載のロータスタックの組み立て方法。
【請求項１０】
前記取得するステップは、前記ロータディスクを回転させて、前記プローブで前記ロータディスクについてのデータを取り込むステップを含む、請求項９に記載のロータスタックの組み立て方法。
【請求項１１】
前記プローブは、心振れ、真円度、同心度、垂直度、平行度、及び平面度から成るグループから選択される、前記ロータディスクの少なくとも１つの特徴についてのデータを取り込む、請求項１０に記載のロータスタックの組み立て方法。
【請求項１２】
前記取得するステップは、前記データからノイズをフィルタ除去するステップを含む、請求項１１に記載のロータスタックの組み立て方法。

【請求項１３】
前記変換するステップは、前記データを、前記ロータディスクの立体モデル上の表面の近似表現に変換するステップを含む、請求項８乃至１２のいずれか１項に記載のロータスタックの組み立て方法。
【請求項１４】
前記変換するステップは、前記データを拡張して、前記ロータディスクの表面の近似表現であるバンドを形成するステップを含む、請求項１３に記載のロータスタックの組み立て方法。
【請求項１５】
前記生成するステップは、結合してスタックの完成品に影響を与える、前記ロータディスクの全ての特徴を考慮するステップを含む、請求項８乃至１４のいずれか１項に記載のロータスタックの組み立て方法。
【請求項１６】
前記生成するステップは、前記立体モデルの複数の各結合組み合わせを繰り返し検査するステップを含む、請求項８乃至１５のいずれか１項に記載のロータスタックの組み立て方法。
【請求項１７】
前記取得するステップは、前記ロータディスクを回転させて、複数のプローブで、前記ロータディスクについてのデータを取り込むステップを含む、請求項８に記載のロータスタックの組み立て方法。
【請求項１８】
前記取得するステップは、前記データからノイズをフィルタ除去するステップを含む、請求項８乃至１７のいずれか１項に記載のロータスタックの組み立て方法。
【請求項１９】
前記生成するステップは、前記データを拡張して、前記ロータスタックの表面の近似表現であるバンドを形成するステップを含む、請求項８乃至１８のいずれか１項に記載のロータスタックの組み立て方法。
【請求項２０】
前記仮想スタックに従って、前記ロータディスクを組み立てるステップを更に含む、請求項８乃至１９のいずれか１項に記載のロータスタックの組み立て方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、概してガスタービンエンジンのロータアセンブリに関し、より詳細には、ロータアセンブリを組み立てる方法及びシステムに関する。
【背景技術】
【０００２】
ガスタービンエンジンは、高回転速度における振動を抑制するために、寸法が正確であることを必要とされる大きな回転機械の一例である。振動は、エンジンの軸方向中心軸の周りの質量不均衡、及びその周りのロータの偏心の少なくともいずれかが原因で生じ得る。心振れ、真円度、同心度、及び平面度は、偏心の原因となり得るため、これらは、ロータ構成要素の組み立てにおける特別な懸案事項である。一般的なガスタービンエンジン内の個々のロータは、空気力学的、機械的、且つ航空力学的理由からそれぞれ構成が異なっており、このことは、エンジン設計をより複雑にすると共に、望ましくない偏心を低減することをより困難にしている。
【０００３】
例えば、多段コンプレッサ又はタービンは、支持ロータディスクから径方向外側に延びる翼の列を含む。この翼は、ディスクの外周に形成された対応するダブテール溝の中に着脱可能に搭載されることも、又はブリスク（ｂｌｉｓｋ）として知られる単一構造で、上記ロータと一体に形成されることもある。各ディスクは、対応する環状フランジ上で互い

にボルト止めすることができ、環状フランジは、一列の軸方向ボルト穴を有し、このボルト穴から固定ボルトが延びて、軸方向に端と端が整列した状態で複数のロータを共に結合する。通常、複数のロータディスクが、共通又は単一のロータドラム内でひとまとまりに形成され、ドラムは、同様の環状フランジを有する隣りのロータにボルト止めされる端部フランジを有する。従って、複数段に組み立てられたロータは、対応する環状フランジにおいて軸方向に合わせて連結される複数のロータディスクを含む。各ロータは個別に製造され、その前部取り付けフランジと後部取り付けフランジの間で偏心する場合があることに加え、そのフランジが、エンジンの軸方向中心軸に対して非垂直になる、又は傾斜する場合もある。

【０００４】

ロータの端部フランジの偏心及び傾斜は、無作為で、通常は比較的小さい値に限定される。ただし、対応するフランジが偏心及び傾斜している個々のロータのアセンブリは、累積の影響を受けて、個々の偏心に起因する非常に大きい最大の偏心が生じる可能性に曝される。従って、エンジン支持ステータ内のベアリングにロータアセンブリを取り付けるときに、その間で、ベアリング内に設けられた対応するロータ台座又はジャーナルが相対的に偏心し得ると共に、アセンブリの各ロータ間の中間フランジジョイントは、累積によって、ロータの所定の偏心限界を超えて、エンジン中心軸から偏心し得る。この場合は、累積した偏心度を規格内の許容レベルまで低減することを目的として、ロータアセンブリを分解及び再組み立てしなければならない。

【０００５】

アセンブリの累積が無作為になる傾向を抑制する１つの方法は、アセンブリシーケンス中に各ロータを測定して、嵌め合い直径及びフランジの心振れ、真円度、同心度、及び平面度を特定し、最終的なロータの組み立て時に偏心の集約的累積を低減するように、前の構成要素と該当する構成要素とを組み立てることである。各ロータは、各ロータが軸方向中心軸を中心に回転できるように、適切な固定具を用いて、ターンテーブルに搭載される。そのテーブルに直線測定ゲージを取り付け、そのゲージと、ロータの対応する取り付けフランジとを連結して、軸方向中心軸からのフランジ半径のばらつきをフランジの外周の周りで測定し、且つ、各フランジの軸方向位置のばらつきを該外周の周りで測定する。

【０００６】

ゲージは、測定中に各端部フランジに取り付けられたゲージから測定データを受け取るコンピュータに動作的に連結される。コンピュータは、端部フランジについての各種形状パラメータを計算するようにプログラムされる。特に、径方向測定データを利用して、フランジ上の高いポイント及び低いポイントを特定する。次に、コンピュータは、測定されたロータの高いポイント及び低いポイントに基づいて、結合するロータ面を決定する。また、コンピュータは、最良適合面を決定するために、最小二乗中心アルゴリズムも利用できる。このアルゴリズムは、表面の傾斜度又はフランジ面の偏心度を表す単一のベクトルを提供する。コンピュータは、次に、ベクトルに基づいて複数のロータから最良適合であるものを決定し、その決定に従ってロータを組み立てる。これらの方法は、最適アセンブリを得る他の機会を無視する可能性がある。例えば、最小二乗中心及び高い／低いポイントを処理する精度を向上させて、生じ得る全ての形状／状態に適切に対処することができる。最小二乗中心の結果は、平均表面の単純化された記述である。この記述は、最良適合モデルを表しているが、このモデルには、スタックに大きな影響を与え得る結合面及び直径のトポグラフィにおける局所的変動が考慮されていない。例えば、１８０度離れた２つの同等でかなり大きい山部を有するフランジ面を備えるロータが、完全に平坦な部品に結合された場合、そのロータは、どちらの側が最初に取り付けられたかによって異なるが、一方の側に揺れて、山部を中心に旋回する。２つの山部を有する同じ例を用いた場合に、結合する部分が同様の特徴（２つの山部）を有すると、コンピュータは、山部の噛み合わせに注目してスタックを最適化しない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】
【特許文献１】米国特許第６，３４１，４１９Ｂ１号
【発明の概要】
【課題を解決するための手段】
【０００８】
一例示的実施形態において、複数のロータディスクを有するロータスタックの組み立てシステムは、ロータディスクの特徴を測定する測定システムと、測定システムに電子的に接続されて、測定システムからデータを取り込むコンピュータと、同心度について最適化された、ロータディスクの仮想スタックを生成する立体モデリングソフトウェアとを含む。
【０００９】
他の例示的実施形態において、複数のロータディスクを有するロータスタックの組み立て方法は、測定システムで、ロータディスクの１つ以上の特徴を測定するステップと、測定するステップからデータを取得するステップと、データをロータディスクの立体モデルに変換するステップと、立体モデルに基づいて、同心度を最適化するように、仮想スタックを生成するステップとを含む。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】ロータスタックの組み立てシステムの一例示的実施形態を示す模式図である。
【図２】ロータスタックの組み立て方法の一例示的実施形態のフローチャートである。
【図３】ロータスタックに組み立てられる構成要素の測定から得られるデータセット例の極座標図である。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
下記の説明で言及する構成要素間の電子接続は、有線接続又は無線接続であって良いことを理解されたい。図１に、ロータスタックを組み立てるシステム１００の一例示的実施形態を模式的に示す。システム１００は、測定システム１０２と、測定システム１０２に接続されるコンピュータ１０４とを含む。測定システム１０２を用いて、ロータスタックの組み立てに利用され得る複数のロータディスクの１つ以上の特徴を測定することができる。この１つ以上の特徴は、独立した状態、又はロータスタックとして結合された状態で、ロータスタックの偏心をもたらし得る、ロータディスクの特徴であって良い。特徴は、例えば、心振れ、真円度、同心度、垂直度、平行度、及び平面度のうちの少なくともいずれかを含む。測定システムは、ターンテーブル１０８を支持するプラットフォーム１０６を含む。ターンテーブル１０８は、回転可能な関係で、プラットフォーム１０６にロータディスク１１０を固定する。測定システム１０２は、プラットフォーム１０６に固定できる１つ以上の測定プローブ１１２を有する。測定プローブ１１２は、ロータディスク１１０の１つ以上の特徴を測定する、この分野で知られている各種のプローブであって良く、このようなプローブとしては、限定するものではないが、線形可変変位変換器（ＬＶＤＴ）、レーザを基にした非接触プローブ、及び超音波プローブが挙げられる。プローブ１１２は、ロータディスク１１０の特定の場所、限定するものではないが、係合する直径及びフランジなどを測定するように配置される。直径及びフランジは、複数の穴、又は他の同様の特徴物も含み、ボルト又は同様の構成要素など、他の接続構成要素と共に上記の穴又は特徴物を用いて、１つのロータディスクを隣接する他のロータディスクに組み付ける。プローブ１１２は、ロータディスク１１０及び測定される場所の特徴に関するデータを取得する。
【００１２】
コンピュータ１０４は、プローブ１１２に電子的に接続されて、プローブ１１２によって取得されたデータを取り込む。コンピュータ１０４は、この分野で知られている各種の適切なコンピュータシステムであって良く、立体モデリングソフトウェア１１４を含む。一例示的実施形態において、独立したコンピュータを利用して、プローブ１１２からデー

タを取り込む。立体モデリングソフトウェア１１４は、三次元デジタル環境内で物体の立体部品を表現できるソフトウェアである。ＬＶＤＴプローブは、相対変位を提供する。ロータリエンコーダ１１６を設けて、コンピュータ１０４と接続し、ＬＶＤＴデータについての同時基準位置情報を提供する。

【００１３】

システム１００を利用して、複数のロータディスクの測定、積み重ね、及び組み立てを行う。図２に、ロータスタックの組み立て方法の一例示的実施形態を示す。ロータディスク１１０は、ステップ２００において、測定システム１０２に導入されて、ターンテーブル１０８上の所定位置に固定される。測定プローブ１１２は、ステップ２０２において、ロータディスク１１０上の測定対象である場所に隣接して配置される。次に、ステップ２０４において、ターンテーブル１０８を回転させ、プローブ１１２は、ロータディスク１１０についてのデータを取り込む。前述のように、プローブ１１２は、ロータディスクの特徴のうちの任意の数の異なる特徴についてのデータを取り込み、特徴は、心振れ、真円度、同心度、垂直度、平行度、及び平面度のうちの少なくともいずれかなどであるが、これらには限定されない。取り込まれたデータは、ロータディスクの空間内のポイントに関する数字の集合であって良い。図３に、プローブによって収集されるデータの例１１８を、極座標グラフの形式で示す。プローブの相対偏向は、角度位置の関数として表示される。特に限定するものではないが、ロータディスクに対するプローブの摩擦、振動、及び各種環境条件などのノイズは、フィルタによりデータから除去することができる。主要形状１２０は、ノイズがフィルタ除去された後で、データの最良適合計算を行うことによって特定する。データは、ステップ２０６において、立体モデリングソフトウェア１１４に送信する。

【００１４】

次に、立体モデリングソフトウェア１１４は、ステップ２０８において、プローブ１１２から取り込まれたデータを、ロータディスクの立体モデルの表面の近似表現に変換する。コンピュータ１０４を利用して、プローブ１１２からデータを取り込むと共に、立体モデリングソフトウェア１１４を実行しても、又は２つの個別のコンピュータを利用しても良い。主要形状１２０を拡張して、測定された部分の表面の近似表現であるバンドを形成する。これにより、立体モデリングソフトウェア１１４は、測定部分の表面の３Ｄ近似表現を得て、他の測定部分と比較する。ステップ２００から２０８は、測定及び組み立ての対象であるロータディスク１１０ごとに繰り返す。

【００１５】

全てのロータディスク１１０が測定されてモデル化された後、ソフトウェア１１４は、ステップ２１０において、結合してスタックの完成品に影響を与える、部品の表面又は直径に固有の山部及び谷部などの特徴を全て考慮して、真直度及び同心度について最適化された仮想スタックを構築する。このことは、各結合組み合わせを繰り返し検査することによって達成できる。結合組み合わせは、結合する構成要素内の穴又は同様の接続特徴物と同じ数だけ存在する。例えば、ソフトウェアは、所定の結合組み合わせを用いて開始して、構成要素を１つの結合組み合わせから右又は左のものと交換し、これらの結合組み合わせを比較する。ソフトウェアは、より適切な組み合わせを特定し、その後、次に隣接する組み合わせに移る。これは、各結合組み合わせで繰り返す。完了すると、ソフトウェアは、最適な結合組み合わせを特定していることになる。これに代えて、必要な計算能力を最小限に抑えるため、仮想スタックは、経験に基づいた一連の組み合わせを段階的に処理しても良い。例えば、ソフトウェアは、結合する構成要素の最大と最小の表面を識別し、これらの結合組み合わせを、隣りの結合組み合わせと比較する。ソフトウェアは、より適切な組み合わせを識別して、最初の組み合わせの反対側で、次に隣接する組み合わせに移る。これは、最適な仮想スタックが識別されるまで、できるだけ多く繰り返す。このプロセスは、仮想スタック内の異なる部品ごとに、最適な仮想スタックが識別されるまで繰り返される。このプロセスでは、同心度や垂直度などの一般的な測定だけでなく、結合部分の直径及び表面上に見られる特定の起伏も考慮することができる。最後に、ステップ２１２

において、最適仮想スタックに従ってロータディスク１１０を組み立てる。説明した例示的実施形態により、各結合表面の特定の幾何形状を考慮することによって、最適な方式で、ロータスタックを形成する。このように行うことによって、同心度及び垂直度の数値を小さくすることができる。

【００１６】

本明細書は、最良の形態を含む例示的実施形態を開示して、当業者が例示的実施形態を製作且つ使用できるようにするものである。特許可能な範囲は、特許請求の範囲によって規定され、当業者が想到するその他の実施例を含むことができる。そのようなその他の実施例は、それらが特許請求の範囲の文言と相違しない構造的要素を有する場合、又はそれらが特許請求の範囲の文言と本質的でない相違を有する同等な構造的要素を含む場合には、特許請求の範囲の技術的範囲内に属することになることを意図している。

【図２】

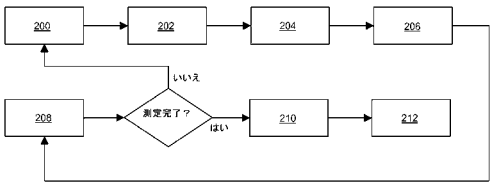


Fig. 2

【図３】

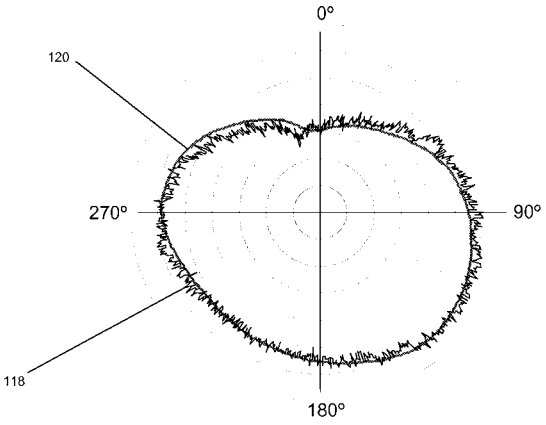


Fig. 3

【図１】

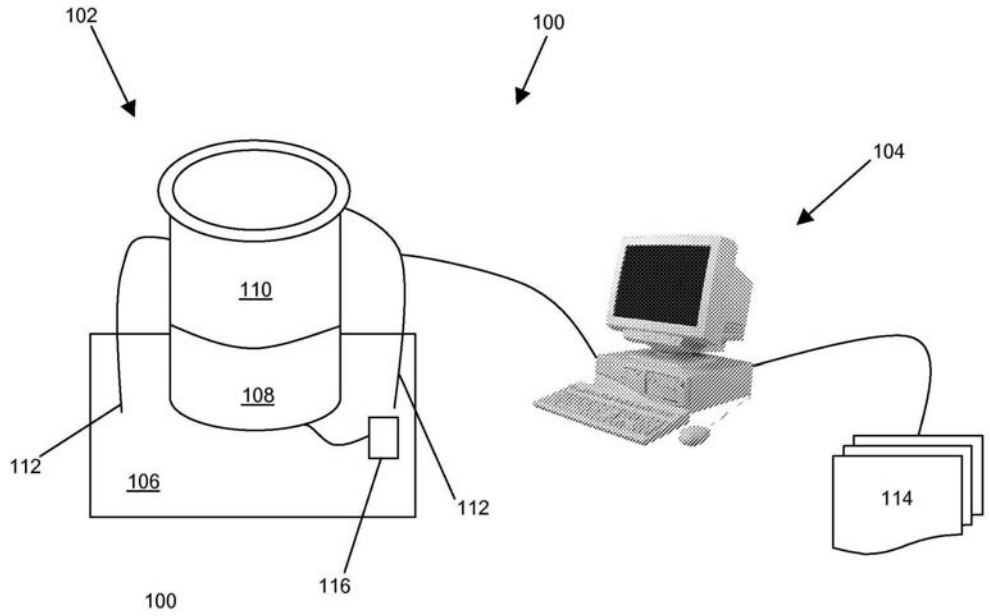


Fig. 1

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2008/087466

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01M1/16 F01D5/02 F01D5/06
ADD. F05B230/60 F05B240/40

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)
G01M F01D

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 practical, 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.
A	US 6 341 419 B1 (FORRESTER JAMES M [US] ET AL) 29 January 2002 (2002-01-29) column 6, lines 9-21 column 7, line 66 - column 8, line 17 column 8, lines 31-34 claim 1	1-20
P,X	US 2008/075592 A1 (LEE ROBERT M [US] ET AL) 27 March 2008 (2008-03-27) paragraphs [0004], [0023], [0028], [0029]; claim 13	1-13, 15-20

☐ *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 document 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
18 June 2009	29/06/2009
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 Cilissen, Marcel

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2008/087466

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6341419 B1	29-01-2002	NONE	
US 2008075592 A1	27-03-2008	EP 2067110 A1	10-06-2009
		WO 2008039224 A1	03-04-2008

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

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	FI		テーマコード（参考）
	Ｆ０１Ｄ	25/00	Ｖ
	Ｆ０１Ｄ	25/00	Ｘ

(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,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,NO,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,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ボーンマン，カール・リー
アメリカ合衆国、４５４５９、オハイオ州、デイトン、ブロークン・アロウ・プレイス、６４００番
(72)発明者 ジングラー，クレイグ・ロナルド
アメリカ合衆国、４５２４１、オハイオ州、イーヴンデイル、ラマーク・トレイル、３２２４番
(72)発明者 エッシェンバック，ジェフリー・ジョン
アメリカ合衆国、４５１４０、オハイオ州、ラヴランド、シャドウ・グレン・ドライブ、１０８８８番
(72)発明者 フォリー，グレゴリー・パトリック
アメリカ合衆国、４５４５９、オハイオ州、センターヴィル、セダー・リーフ・ドライブ、４４０番

Ｆターム(参考) 3G002 AA02 AB00