

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6403437号  
(P6403437)

(45) 発行日 平成30年10月10日(2018.10.10)

(24) 登録日 平成30年9月21日(2018.9.21)

(51) Int.Cl.

G01M 99/00 (2011.01)

F 1

G01M 99/00

Z

請求項の数 14 外国語出願 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2014-112152 (P2014-112152)  
 (22) 出願日 平成26年5月30日 (2014.5.30)  
 (65) 公開番号 特開2015-17969 (P2015-17969A)  
 (43) 公開日 平成27年1月29日 (2015.1.29)  
 審査請求日 平成29年5月29日 (2017.5.29)  
 (31) 優先権主張番号 13/937, 204  
 (32) 優先日 平成25年7月8日 (2013.7.8)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500520743  
 ザ・ボーイング・カンパニー  
 The Boeing Company  
 アメリカ合衆国、60606-2016  
 イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100  
 (74) 代理人 100109726  
 弁理士 園田 吉隆  
 (74) 代理人 100101199  
 弁理士 小林 義教  
 (72) 発明者 ウォーレス, スティーヴン ジー.  
 アメリカ合衆国 ワシントン 98124  
 , シアトル, ピー. オー. ボックス  
 3707

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】モーダルインパクト試験アセンブリ、システムおよび方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

モーダルインパクト試験用アセンブリ(10)であって、  
 インパクトアセンブリ(16)、  
 前記インパクトアセンブリ(16)に連結されているサイクル制御要素(18)、お  
 よび  
 前記インパクトアセンブリ(16)に対向して配置されている信号応答測定デバイス  
 (20)

を含む、第1の構成要素セット(14)と、  
 前記サイクル制御要素(18)に連結されている第1のコントローラ(30)、およ

び  
 前記信号応答測定デバイス(20)に連結されている第2のコントローラ(34)  
 を含む、前記第1の構成要素セット(14)から切り離されている第2の構成要素セ  
 ット(28)と  
 を含み、

前記第1の構成要素セット(14)および前記第2の構成要素セット(28)は、モー  
 ダルインパクト試験用のモーダルインパクト試験アセンブリ(10)を構成しており、

前記モーダルインパクト試験アセンブリ(10)の前記インパクトアセンブリ(16)  
 は、前記第1のコントローラ(30)にて試験要素(46)に衝撃を与えるように遠隔制  
 御可能であり、

10

20

前記試験要素(46)は保持要素(124)に固定されており、該保持要素(124)は回転要素(126)に取り付けられており、前記回転要素(126)は機械加工装置(128)の一部であり、前記回転要素(126)は前記試験要素(46)を動作速度で回転するように構成されており、前記試験要素(46)は切断デバイスの代替として試験に用いられるものであり、前記保持要素(124)は、前記インパクトアセンブリ(16)と前記信号応答測定デバイス(20)との間に位置合わせされるように前記試験要素(46)を固定する。

モーダルインパクト試験用アセンブリ(10)。

【請求項2】

前記モーダルインパクト試験アセンブリは固定モーダルインパクト試験アセンブリ(10)であり、前記第1の構成要素セット(14)および前記試験要素(46)はハウジング構造物(48)の内部に含まれている、請求項1に記載のアセンブリ(10)。

【請求項3】

前記モーダルインパクト試験アセンブリ(10)は可搬式モーダルインパクト試験アセンブリ(10)であり、前記第1の構成要素セット(14)はハウジング構造物(48)の内部に実質的に含まれている、請求項1に記載のアセンブリ(10)。

【請求項4】

前記インパクトアセンブリ(16)は、

ロードセル(50)を有するインパクト要素(22)であり、前記ロードセル(50)は前記インパクト要素(22)が前記試験要素(46)に衝撃を与えたとき衝撃力出力を放出するように構成されている、インパクト要素(22)と、

前記インパクト要素(22)に取り付けられている弾性駆動要素(24)と、

前記インパクト要素(22)が前記試験要素(46)に衝撃を与えるように、前記インパクト要素(22)および前記弾性駆動要素(24)を作動させるように構成されている作動要素(26)と

を含む、請求項1に記載のアセンブリ(10)。

【請求項5】

前記インパクト要素(22)は、前記試験要素(46)の一部分に衝撃を与えるように構成されている先端部(56)を有するインパクトハンマ(22a)を含み、

前記弾性駆動要素(24)は調整長板ばね(24a)を含み、

前記作動要素(26)は電磁ソレノイド(26a)を含む、

請求項4に記載のアセンブリ(10)。

【請求項6】

前記サイクル制御要素(18)は、前記インパクトアセンブリ(16)を始動させて、前記試験要素(46)に衝撃を与えるように構成されているトリガ回路デバイス(18a)を含む、請求項1に記載のアセンブリ(10)。

【請求項7】

前記信号応答測定デバイス(20)は、前記インパクトアセンブリ(16)が前記試験要素(46)に衝撃を与えたとき信号応答を測定するように構成されているレーザ干渉計デバイス(20a)を含む、請求項1に記載のアセンブリ(10)。

【請求項8】

前記第1のコントローラ(30)はアームトリガスイッチ(110)と電力素子(112)とを含み、前記第1のコントローラ(30)は前記サイクル制御要素(18)を制御し、これに動力を供給するように構成されており、前記第1のコントローラ(30)は、有線接続要素(32a)を介して、または無線接続を介して、前記サイクル制御要素(18)に連結されている、請求項1に記載のアセンブリ(10)。

【請求項9】

前記第2のコントローラ(34)はレーザ干渉計コントローラ(120)を含み、前記第2のコントローラ(34)は前記信号応答測定デバイス(20)を制御し、これに動力を供給するように構成されており、前記第2のコントローラ(34)は、有線接続要素

10

20

30

40

50

(32b)を介して、または無線接続を介して、前記信号応答測定デバイス(20)に連結されている、請求項1に記載のアセンブリ(10)。

【請求項10】

モーダルインパクト試験のための方法(150)であって、モーダルインパクト試験アセンブリのインパクトアセンブリ(16)は第1のコントローラ(30)により動作速度で回転している試験要素(46)に衝撃を与えるように遠隔制御可能であり、該方法(150)は、

試験要素(46)を保持要素に固定し、前記保持要素を回転要素(126)に取り付けるステップと、

前記試験要素(46)をモーダルインパクト試験アセンブリ(10)のインパクトアセンブリ(16)と信号応答測定デバイス(20)との間に位置合わせすることにより、前記試験要素(46)を前記モーダルインパクト試験アセンブリに対して配置するステップと、10

前記第1のコントローラ(30)を前記モーダルインパクト試験アセンブリ(10)のサイクル制御要素(18)に連結するステップと、

第2のコントローラ(34)を前記モーダルインパクト試験アセンブリ(10)の前記信号応答測定デバイス(20)に連結するステップと、

データ収集アセンブリ(36)を前記第1のコントローラ(30)および前記第2のコントローラ(34)に連結するステップと、

前記試験要素(46)を回転させて、前記回転要素(126)の振動特性に基づく初期回転速度を判定するステップと、20

前記第1のコントローラ(30)を作動可能にするステップと、

前記第1のコントローラ(30)を始動させて、前記試験要素(46)のモーダルインパクト試験を開始するステップと、

前記データ収集アセンブリ(36)を用いて前記試験要素(46)の様々な回転速度でのデータを取得するステップと

を含み、前記回転要素(126)は、機械加工装置(128)の一部であり、前記回転要素(126)は前記試験要素(46)を回転するように構成された、方法(150)。

【請求項11】

取得する前記ステップの後に、前記第1のコントローラ(30)を始動させて、前記試験要素(46)の前記モーダルインパクト試験を開始する前記ステップおよび前記データ収集アセンブリ(36)を用いて前記試験要素(46)の様々な回転速度でのデータを取得する前記ステップの両方を、1回または複数回繰り返すステップと、30

繰り返す前記ステップの後に、前記試験要素(46)の前記様々な回転速度を示す動作速度範囲を判定するステップと、をさらに含む、請求項10に記載の方法(150)。

【請求項12】

前記試験要素(46)を前記インパクトアセンブリ(16)と前記信号応答測定デバイス(20)との間で位置合わせすることは、前記試験要素(46)に衝撃を与えるように構成されているインパクトハンマ(22a)と前記インパクトハンマ(22a)による衝撃後に前記試験要素(46)からの応答信号を測定するように構成されているレーザ干渉計デバイスとの間で、前記試験要素(46)を位置合わせすることを含む、請求項10に記載の方法(150)。40

【請求項13】

前記試験要素(46)を前記モーダルインパクト試験アセンブリ(10)内に配置する前記ステップは、固定モーダルインパクト試験アセンブリ(10)または可搬式モーダルインパクト試験アセンブリ(10)のどちらかに対して前記試験要素(46)を配置することを含む、請求項10に記載の方法(150)。

【請求項14】

前記データ収集アセンブリ(36)を前記第1のコントローラ(30)および前記第2のコントローラ(34)に連結する前記ステップは、信号解析器(38)、コンピュータ50

(40)、コンピュータプロセッサ(42)、および電源(44)うちの1つまたは複数を含む前記データ収集アセンブリ(36)を、1つまたは複数の信号ケーブル接続要素(37a)を介して、または無線接続を介して、前記第1のコントローラ(30)および前記第2のコントローラ(34)に連結することを含む、請求項10に記載の方法(150)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、全般的に、モーダル解析アセンブリ、システムおよび方法に関し、より詳細には、動作速度で回転要素を試験するモーダルインパクト試験アセンブリ、システムおよび方法に関する。 10

【背景技術】

【0002】

航空宇宙産業、自動車産業、および構造工学設計産業ならびに他の産業において構造物および構成部品の製造に使用される機器および機械類を試験し、解析するために、モーダル解析が使用されることが多い。モーダル解析には、入力により励起されたときの機械構造の動特性を取得し、測定し、解析することを含む、機械構造のモーダル試験が含まれる。例えば、モーダル試験は、疲労、振動および騒音など構造上の動的問題の可能性を評価するために自由振動中に機械構造の固有モード形状および固有モード振動数を判定するのに使用されてもよい。 20

【0003】

モーダル試験の知られているシステムおよび方法には、インパクトハンマ試験などのモーダルインパクト試験が含まれる。インパクトハンマ試験は、試験構造物上での衝撃の力を測定するロードセルを備えたハンマデバイスを使用する。インパクトハンマ試験は、スピンドルなどの回転要素、金属付属品もしくは他の構成部品を機械加工するために使用される回転切断機、または他の加工工具デバイスのモーダルインパクト試験を実施するために使用されてきた。そのようなインパクトハンマ試験は、回転切断機または他の加工工具デバイスの正確な動作挙動および動作パラメータを判定するために使用されてもよい。スピンドルなどの回転要素のインパクトハンマ試験には、通常、オペレータが手持ち式インパクトハンマを用いて固定スピンドルに手動で衝撃を与え、加速度計を使用し応答信号を供給することを必要とする。 30

【0004】

しかし、高速で首尾よく動作するために、いくつかのスピンドルは、それらの回転速度に応じて、それらの軸受と圧値を変更する可能性がある。本明細書に用いられている「軸受と圧値」は、任意の外部荷重の付与の前にスピンドルが回転することを可能にするスピンドル内の回転要素または玉軸受にかけられる荷重量を意味する。軸受と圧値のそのような変更は、モーダルインパクト試験の結果を変える可能性がある。これにより、モーダルインパクト試験を受ける回転切断機または他の加工工具デバイスの正確な動作挙動および動作パラメータの判定が妨げられる可能性がある。かねて、旧式のインパクトハンマ試験を用いても、動作可能に回転するスピンドルの静的製造性能および動的製造性能を正確に特性化するのに、数週間および数ヶ月間の試験製造生産工程が必要である。 40

【0005】

したがって、そのようなスピンドルでは、モーダルインパクト試験を受ける回転切断機または他の加工工具デバイスの正確な動作挙動および動作パラメータを取得するために、スピンドルが動作速度で回転している間に実施されるモーダルインパクト試験のシステムまたは方法が必要である。しかし、回転スピンドルに手動で衝撃を与えることは、モーダルインパクト試験中にオペレータが回転スピンドルおよび回転切断機に極接近していることを必要とする。このことにより、オペレータに対する危険が増す可能性がある。さらに、モーダルインパクト試験において加速度計が使用された場合、そのような加速度計は、通常、加速度計とスピンドルとの間に接続される、ワイヤなどの接続要素の使用を必要と 50

する。しかし、ワイヤなどのコネクタ要素を回転スピンドルに取り付けることは、不可能でないにしても困難なものとなり得る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって、当該技術分野では、知られているアセンブリ、システムおよび方法を凌駕する利点をもたらす、動作速度での回転試験要素のモーダルインパクト試験用の改良型モーダルインパクト試験アセンブリ、システムおよび方法に対するニーズがある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

動作速度で回転要素を試験する改良型モーダルインパクト試験アセンブリ、システムおよび方法に対するこのニーズは本開示で満たされる。以下の詳細な説明において検討されている通り、動作速度での回転試験要素のモーダルインパクト試験用の改良型モーダルインパクト試験アセンブリ、システムおよび方法の実施形態が、既存のアセンブリ、システムおよび方法を凌駕する重要な利点をもたらす。

【0008】

本開示のある実施形態では、モーダルインパクト試験用のアセンブリが提供されている。本アセンブリは第1の構成要素セットを含む。当該第1の構成要素セットは、インパクトアセンブリと、インパクトアセンブリに連結されているサイクル制御要素と、インパクトアセンブリに対向して配置されている信号応答測定デバイスとを含む。本アセンブリは、第1の構成要素セットから切り離されている第2の構成要素セットをさらに含む。当該第2の構成要素セットは、サイクル制御要素に連結されている第1のコントローラと、信号応答測定デバイスに連結されている第2のコントローラとを含む。第1の構成要素セットと第2の構成要素セットとは、モーダルインパクト試験用のモーダルインパクト試験アセンブリを構成しており、モーダルインパクト試験アセンブリのインパクトアセンブリは、動作速度で回転している試験要素に衝撃を与えるように構成されている。

【0009】

モーダルインパクト試験アセンブリは固定モーダルインパクト試験アセンブリであってもよく、第1の構成要素セットおよび試験要素はハウジング構造物の内部に含まれていることが好ましい。あるいは、モーダルインパクト試験アセンブリは可搬式モーダルインパクト試験アセンブリであってもよく、第1の構成要素セットはハウジング構造物の内部に実質的に含まれていることが好ましい。

【0010】

モーダルインパクト試験アセンブリのインパクトアセンブリは、インパクト要素が試験要素に衝撃を与えたとき衝撃力出力を放出するように構成されているロードセルを有するインパクト要素を含んでいてもよい。インパクトアセンブリは、インパクト要素に取り付けられている弾性駆動要素をさらに含んでいてもよい。インパクトアセンブリは、インパクト要素が試験要素に衝撃を与えるように、インパクト要素を作動させるように構成されている作動要素と弾性駆動要素とをさらに含んでいてもよい。

【0011】

インパクト要素は、試験要素の部分に衝撃を与えるように構成されている先端部を有するインパクトハンマを含むことが好ましい。弾性駆動要素は、調整長板ばね (tuned-length leaf spring) を含むことが好ましい。作動要素は電磁ソレノイドを含むことが好ましい。

【0012】

サイクル制御要素は、インパクトアセンブリを始動させて試験要素に衝撃を与えるように構成されているトリガ回路デバイスを含むことが好ましい。信号応答測定デバイスは、インパクトアセンブリが試験要素に衝撃を与えたとき信号応答を測定するように構成されているレーザ干渉計デバイスを含むことが好ましい。

【0013】

10

20

30

40

50

第1のコントローラは、アームトリガスイッチと電力素子とを含むことが好ましい。第1のコントローラはサイクル制御要素を制御し、これに動力を供給するように構成されている。第1のコントローラは、有線接続要素または無線接続を介して、サイクル制御要素に連結されていることが好ましい。

【0014】

第2のコントローラはレーザ干渉計コントローラを含むことが好ましい。第2のコントローラは信号応答測定デバイスを制御し、これに動力を供給するように構成されている。第2のコントローラは、有線接続要素または無線接続を介して、信号応答測定デバイスに連結されていることが好ましい。

【0015】

本開示の別の実施形態では、モーダルインパクト試験用のシステムが提供されている。本システムはモーダルインパクト試験アセンブリを含む。当該モーダルインパクト試験アセンブリは第1の構成要素セットを含む。当該第1の構成要素セットは、インパクトアセンブリと、インパクトアセンブリに連結されているサイクル制御要素と、インパクトアセンブリに対向して配置されている信号応答測定デバイスとを含む。

【0016】

モーダルインパクト試験アセンブリは、第1の構成要素セットから切り離されている第2の構成要素セットをさらに含む。当該第2の構成要素セットは、モーダルインパクト試験アセンブリのサイクル制御要素に連結されている第1のコントローラを含む。第2の構成要素セットは、モーダルインパクト試験アセンブリの信号応答測定デバイスに連結されている第2のコントローラをさらに含む。システムは、インパクトアセンブリと信号応答測定デバイスとの間での位置合わせのために構成されている試験要素をさらに含む。試験要素は保持要素に固定されている。当該保持要素は回転要素に取り付けられている。モーダルインパクト試験アセンブリのインパクトアセンブリは、試験要素が動作速度で回転している間に当該試験要素に衝撃を与えるように構成されている。システムは、モーダルインパクト試験アセンブリに連結されているデータ収集アセンブリをさらに含む。モーダルインパクト試験アセンブリ、試験要素、およびデータ収集アセンブリは共に、動作速度で回転している試験要素のモーダルインパクト試験用のモーダルインパクト試験システムを構成している。

【0017】

モーダルインパクト試験システムは固定モーダルインパクト試験システムであってもよく、第1の構成要素セットおよび試験要素はハウジング構造物の内部に含まれていることが好ましい。あるいは、モーダルインパクト試験システムは可搬式モーダルインパクト試験システムであってもよく、第1の構成要素セットはハウジング構造物の内部に実質的に含まれていることが好ましい。

【0018】

モーダルインパクト試験システムのモーダルインパクト試験アセンブリのインパクトアセンブリは、インパクト要素が試験要素に衝撃を与えたとき衝撃力出力を放出するように構成されているロードセルを有するインパクト要素を含んでいてもよい。インパクトアセンブリは、インパクト要素に取り付けられている弾性駆動要素をさらに含んでいてもよい。インパクトアセンブリは、インパクト要素が試験要素に衝撃を与えるように、インパクト要素および弾性駆動要素を作動させるように構成されている作動要素をさらに含んでいてもよい。

【0019】

信号応答測定デバイスは、インパクトアセンブリが試験要素に衝撃を与えたとき信号応答を測定するように構成されているレーザ干渉計デバイスを含むことが好ましい。第1のコントローラは、アームトリガスイッチと電力素子とを含むことが好ましい。第2のコントローラはレーザ干渉計コントローラを含むことが好ましい。第1のコントローラおよび第2のコントローラは、有線接続要素または無線接続を介して、モーダルインパクト試験アセンブリに連結されていることが好ましい。

10

20

30

40

50

**【0020】**

データ収集アセンブリは、信号解析器、コンピュータ、コンピュータプロセッサ、および電源のうちの1つまたは複数を含むことが好ましい。当該電源は、一体型エレクトロニクス圧電電源を含むことが好ましい。データ収集アセンブリは、1つまたは複数の信号ケーブル接続要素または無線接続を介して、モーダルインパクト試験アセンブリに連結されていることが好ましい。

**【0021】**

本開示の別の実施形態では、モーダルインパクト試験用の方法が提供されている。本方法は、試験要素を保持要素に固定するステップと、保持要素を回転要素に取り付けるステップとを含む。本方法は、モーダルインパクト試験アセンブリのインパクトアセンブリと信号応答測定デバイスとの間で試験要素を位置合わせすることにより、モーダルインパクト試験アセンブリに対して試験要素を配置するステップをさらに含む。本方法は、モーダルインパクト試験アセンブリの第1のコントローラをサイクル制御要素に連結するステップをさらに含む。

10

**【0022】**

本方法は、第2のコントローラをモーダルインパクト試験アセンブリの信号応答測定デバイスに連結するステップをさらに含む。本方法は、データ収集アセンブリを第1のコントローラおよび第2のコントローラに連結するステップをさらに含む。本方法は、試験要素を回転させて、初期回転速度を判定するステップをさらに含む。本方法は、第1のコントローラを作動可能にするステップをさらに含む。本方法は、第1のコントローラを始動させて、回転試験要素のモーダルインパクト試験を開始するステップをさらに含む。本方法は、データ収集アセンブリを用いて、回転試験要素の様々な回転速度でのデータを取得するステップをさらに含む。

20

**【0023】**

検討された特徴、機能、および利点は、本開示の種々の実施形態において単独で達成され得るか、または以下の説明および図面を参照するとそのさらなる詳細が理解できるさらに他の実施形態において組み合わせられてもよい。

**【0024】**

本開示は、好適な例示的実施形態を示すが、それらは必ずしも縮尺通りに描写されていない添付図面と併用されている以下の詳細な説明を参照すると、より良く理解することができる。

30

**【図面の簡単な説明】****【0025】**

【図1】本開示のモーダルインパクト試験アセンブリの実施形態およびモーダルインパクト試験システムの実施形態を示すプロック図である。

【図2A】本開示のモーダルインパクト試験アセンブリの実施形態およびモーダルインパクト試験システムの実施形態の斜視図である。

【図2B】本開示のモーダルインパクト試験アセンブリおよびモーダルインパクト試験システムにおいて使用されてもよい試験要素の実施形態のクローズアップ斜視図である。

【図2C】本開示のモーダルインパクト試験アセンブリおよびモーダルインパクト試験システムにおいて使用されてもよい試験要素の別の実施形態のクローズアップ斜視図である。

40

【図3A】本開示のモーダルインパクト試験アセンブリおよびモーダルインパクト試験システムにおいて使用されてもよい試験要素の実施形態に対して第1の位置で示されているインパクトアセンブリの実施形態のクローズアップ斜視側面図である。

【図3B】図3Aの試験要素に対して第2の位置で示されている図3Aのインパクトアセンブリのクローズアップ斜視側面図である。

【図3C】図3Aの試験要素に対して第3の位置で示されている図3Aのインパクトアセンブリのクローズアップ斜視側面図である。

【図3D】図3Aの試験要素に対して第4の位置で示されている図3Aのインパクトアセ

50

ンブリのクローズアップ斜視側面図である。

【図4A】本開示のモーダルインパクト試験アセンブリおよびモーダルインパクト試験システムの別の実施形態の側面斜視図である。

【図4B】図4Aのモーダルインパクト試験アセンブリおよびモーダルインパクト試験システムの上面斜視図である。

【図5】本開示のモーダルインパクト試験方法の実施形態の概略図である。

【図6】本開示の航空機製造および点検の方法の実施形態の流れ図である。

【図7】本開示の航空機の実施形態の機能的ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

10

ここで、開示されている実施形態が、開示されている実施形態の全てではないがいくつかが示されている添付図面を参照して、以下により十分に説明される。実際には、いくつかの異なる実施形態が与えられている可能性があり、本明細書に記載されている実施形態に限定されると見なされるべきではない。むしろ、これらの実施形態は、本開示が完全であります。当業者に開示の範囲を完全に伝えるように与えられている。

【0027】

ここで図1を参照すると、図1は、本開示のモーダルインパクト試験アセンブリ10の実施形態およびモーダルインパクト試験システム12の実施形態を示すブロック図である。本明細書に用いられている、本明細書に開示されているモーダルインパクト試験アセンブリ10およびモーダルインパクト試験システム12により実施されるような、モーダルインパクトハンマ試験などの「モーダルインパクト試験」は、試験される構造物の振動試験の一形態を意味する。そのようなモーダルインパクト試験は、試験されている試験要素46(図1および図2A参照)の固有(モード)振動数、試験されている試験要素46(図1および図2A参照)のモード振動数およびモード減衰比、または試験されている試験要素46(図1および図2A参照)のモード振動数、モード減衰比、およびモード形状を判定するのに使用されてもよい。衝撃時間の継続は、かけられる力の振動数成分に直結している。

20

【0028】

モーダルインパクト試験アセンブリ10(図1および図2A参照)、モーダルインパクト試験システム12(図1および図2A参照)、およびモーダルインパクト試験方法150(図5参照)の開示されている実施形態の教示は、モーダルインパクト試験ならびに飛行機の製造および生産に使用される構造物および構成部品での試験を実施するのに使用されてもよい。そのような飛行機には、民間航空機、貨物航空機、軍用機、ロータ機、および他の種類の航空機または飛行機が含まれていてもよい。また、当然のことながら、モーダルインパクト試験アセンブリ10(図1参照)、モーダルインパクト試験システム12(図2A参照)、およびモーダルインパクト試験方法150(図5参照)の開示されている実施形態は、モーダルインパクト試験ならびに自動車、トラック、バスまたは他の適切な輸送車両の製造および生産に使用される構造物および構成部品での試験を実施するのに使用されてもよい。

30

【0029】

40

一実施形態では、モーダルインパクト試験アセンブリ10(図1、図2A、図4A参照)が開示されている。モーダルインパクト試験アセンブリ10(図1、図2A、図4A参照)は、モーダルインパクト試験システム12(図1、図2A、図4A参照)の一部であることが好ましい。一実施形態では、図2Aに示されている通り、モーダルインパクト試験アセンブリ10は固定モーダルインパクト試験アセンブリ10aの形であってもよい。別の実施形態では、図4A～図4Bに示されている通り、モーダルインパクト試験アセンブリ10は可搬式モーダルインパクト試験アセンブリ10bの形であってもよい。

【0030】

50

図1に示されている通り、モーダルインパクト試験アセンブリ10は第1の構成要素セット14を含む。第1の構成要素セット14は、インパクトアセンブリ16と、インパク

トアセンブリ 16 に連結されているサイクル制御要素 18 と、インパクトアセンブリ 16 に対向して配置されている信号応答測定デバイス 20 とを含む。図 1 にさらに示されている通り、インパクトアセンブリ 16 は、インパクト要素 22 と、弾性駆動要素 24 と、作動要素 26 とを含む。

#### 【 0 0 3 1 】

図 1 に示されている通り、モーダルインパクト試験アセンブリ 10 は、第 1 の構成要素セット 14 から切り離されている第 2 の構成要素セット 28 をさらに含む。図 1 に示されている通り、第 2 の構成要素セット 28 は、第 1 の構成要素セット 14 のサイクル制御要素 18 に連結されている第 1 のコントローラ 30 を含む。第 1 のコントローラ 30 はサイクル制御要素 18 を制御し、これに動力を供給するように構成されていることが好ましい。第 1 のコントローラ 30 は、有線接続要素 32 a (図 1 参照) または無線接続 (図示せず) のどちらかにより、第 1 の構成要素セット 14 のサイクル制御要素 18 に連結されていてもよい。

#### 【 0 0 3 2 】

図 1 に示されている通り、第 2 の構成要素セット 28 は、第 1 の構成要素セット 14 の信号応答測定デバイス 20 に連結されている第 2 のコントローラ 34 をさらに含む。第 2 のコントローラ 34 は信号応答測定デバイス 20 を制御し、これに動力を供給するように構成されていることが好ましい。第 2 のコントローラ 32 は、有線接続要素 32 b (図 1 参照) または無線接続 (図示せず) のどちらかにより、第 1 の構成要素セット 14 の信号応答測定デバイス 20 に連結されていてもよい。

10

20

#### 【 0 0 3 3 】

本開示の別の実施形態では、モーダルインパクト試験システム 12 (図 1、図 2 A、図 4 A 参照) が提供されている。一実施形態では、図 2 A に示されている通り、モーダルインパクト試験システム 12 は固定モーダルインパクト試験システム 12 a の形であってもよい。別の実施形態では、図 4 A ~ 図 4 B に示されている通り、モーダルインパクト試験システム 12 は可搬式モーダルインパクト試験システム 12 b の形であってもよい。

20

#### 【 0 0 3 4 】

図 1 および図 2 A に示されている通り、モーダルインパクト試験システム 12 はモーダルインパクト試験アセンブリ 10 を含み、データ収集アセンブリ 36 をさらに含む。図 1 および図 2 A に示されている通り、データ収集アセンブリ 36 は、信号解析器 38、コンピュータ 40、コンピュータプロセッサ 42、電源 44、または別の適切なデータ収集またはデータ記録デバイスのうちの 1 つまたは複数を含んでいてもよい。電源 44 は、一体型エレクトロニクス圧電電源または別の適切な電源を含むことが好ましい。

30

#### 【 0 0 3 5 】

図 1 および図 2 A に示されている通り、データ収集アセンブリ 36 は、第 1 の信号ケーブル接続要素 37 a および第 2 の信号ケーブル接続要素 37 b により、モーダルインパクト試験アセンブリ 10 に連結されていることが好ましい。あるいは、データ収集アセンブリ 36 は、無線接続 (図示せず) により、モーダルインパクト試験アセンブリ 10 に連結されていてもよい。

30

#### 【 0 0 3 6 】

図 1 に示されている通り、モーダルインパクト試験システム 12 は、以下に検討されている試験要素 46 をさらに含む。モーダルインパクト試験アセンブリ 10 およびモーダルインパクト試験システム 12 により、試験要素 46 が動作速度で回転している間に当該試験要素のモーダルインパクト試験が可能になる。

40

#### 【 0 0 3 7 】

第 1 の構成要素セット 14 (図 1 参照) と第 2 の構成要素セット 28 (図 2 参照) とは、モーダルインパクト試験用のモーダルインパクト試験アセンブリ 10 (図 1 参照) を形成している。モーダルインパクト試験アセンブリ 10 (図 1 参照) のインパクトアセンブリ 16 (図 1 参照) は、試験要素 46 (図 1 参照) が動作速度で回転している間に試験要素 46 (図 1 参照) に衝撃を与えるように構成されている。モーダルインパクト試験アセ

50

ンブリ 10 (図 1 参照)、試験要素 (図 1 参照)、およびデータ収集アセンブリ 36 (図 1 参照) は共に、動作速度で回転している試験要素 46 (図 1 参照) のモーダルインパクト試験用のモーダルインパクト試験システム 12 (図 1 参照) を構成している。

#### 【 0 0 3 8 】

図 2 A は、本開示のモーダルインパクト試験アセンブリ 10 の実施形態およびモーダルインパクト試験システム 12 の実施形態の斜視図である。図 2 A に示されている通り、モーダルインパクト試験アセンブリ 10 は固定モーダルインパクト試験アセンブリ 10 a の形であり、モーダルインパクト試験システム 12 は固定モーダルインパクト試験システム 12 a の形である。図 2 A に示されている通り、第 1 の構成要素セット 14 および試験要素 46 は、固定ハウジング構造物 48 a の形のようなハウジング構造物 48 の内部に含まれている。ハウジング構造物 48 は、モーダルインパクト試験が実施されている間、オペレータによりアクセス可能でない筐体であることが好ましい。10

#### 【 0 0 3 9 】

図 2 A は、インパクトアセンブリ 16 と、インパクトアセンブリ 16 に連結されているサイクル制御要素 18 と、インパクトアセンブリ 16 に対向して配置されている信号応答測定デバイス 20 とを含む第 1 の構成要素セット 14 を示す。図 2 A は、インパクト要素 22 と、弾性駆動要素 24 と、作動要素 26 とを含むインパクトアセンブリ 16 をさらに示す。図 2 A は、第 1 の構成要素セット 14 から切り離されている第 2 の構成要素セット 28 をさらに示す。第 2 の構成要素セット 28 は、有線接続要素 32 a (図 2 A 参照) によりサイクル制御要素 18 (図 2 A 参照) に連結されている第 1 のコントローラ 30 (図 2 A 参照) を含む。20 第 2 の構成要素セット 28 は、有線接続要素 32 b (図 2 A 参照) により信号応答測定デバイス 20 (図 2 A 参照) に連結されている第 2 のコントローラ 34 (図 2 A 参照) をさらに含む。

#### 【 0 0 4 0 】

第 1 の構成要素セット 14 に関して、図 2 A に示されている通り、インパクトアセンブリ 16 のインパクト要素 22 はインパクトハンマ 22 a を含むことが好ましい。インパクトハンマ 22 a は、インパクト要素 22 が試験要素 46 (図 2 A 参照) に衝撃を与えたとき衝撃力出力を放出するように構成されているロードセル 50 (図 2 A 参照) を有することが好ましい。図 2 A にさらに示されている通り、インパクトハンマ 22 a の形のようなインパクト要素 22 は、第 1 の端部 52 a と、第 2 の端部 52 b と、本体部分 54 とを含む。30 第 1 の端部 52 a は、試験要素 46 (図 2 A 参照) の部分 58 (図 2 A 参照) に衝撃を与えるように構成されている先端部 56 (図 2 A 参照) を有することが好ましい。インパクトハンマ 22 a (図 2 A、図 4 A 参照) は、モードで (in a modal manner) 調整されることが好ましく、遠隔始動された励起インパルスを放つことが好ましい。

#### 【 0 0 4 1 】

図 2 A に示されている通り、インパクトアセンブリ 16 の弾性駆動要素 24 は調整長板ばね 24 a を含むことが好ましく、インパクト要素 22 に取り付けられていることが好ましい。図 2 A にさらに示されている通り、調整長板ばね 24 a の形のような弾性駆動要素 24 は、第 1 の端部 60 a と、第 2 の端部 60 b と、細長い本体部分 62 とを含む。40 図 2 A にさらに示されている通り、調整長板ばね 24 a の形のような弾性駆動要素 24 の第 1 の端部 60 a は、インパクトハンマ 22 a の形のようなインパクト要素 22 の第 2 の端部 52 b に連結されているかまたは取り付けられていてもよい。図 2 A にさらに示されている通り、調整長板ばね 24 a の形のような弾性駆動要素 24 の第 2 の端部 60 b は、基部 64 に連結されているかまたは取り付けられていてもよい。基部 64 は、弾性駆動要素 24 および当該弾性駆動要素に取り付けられているインパクト要素 22 の位置を、矢印 68 (図 2 A 参照) で示されているように水平方向に前後に調節するように構成されている調節可能な要素 66 (図 2 A 参照) を有していてもよい。基部 64 は、プラットホーム要素 70 (図 2 A 参照) に結合されていてもよい。

#### 【 0 0 4 2 】

10

20

30

40

50

図 2 A に示されている通り、インパクトアセンブリ 16 の作動要素 26 は電磁ソレノイド 26 a を含むことが好ましい。電磁ソレノイド 26 a は、インパクト要素 22 が試験要素 46 に衝撃を与えるように、インパクト要素 22 および弾性駆動要素 24 を作動させるように構成されていることが好ましい。図 2 A にさらに示されている通り、電磁ソレノイド 26 a の形のような作動要素 26 は、第 1 の端部 72 a と、第 2 の端部 72 b と、本体部分 74 とを含む。電磁ソレノイド 26 a の形のような作動要素 26 の第 1 の端部 72 a は、磁気先端部 76 (図 3 B も参照) を有することが好ましい。磁気先端部 76 は、モーダルインパクト試験が試験要素 46 上で実施された場合、調整長板ばね 24 a の形のような弾性駆動要素 24 の細長い本体部分 62 の部分 78 (図 3 B も参照) に接触し、これを保持し、解放するように設計されていることが好ましい。

10

#### 【 0 0 4 3 】

図 2 A にさらに示されている通り、電磁ソレノイド 26 a の形のような作動要素 26 の本体部分 74 は、作動要素 26 を直立スタンド 80 に取り付けるように構成されている取付け部分 82 を有する直立スタンド 80 に連結されているかまたは取り付けられていることが好ましい。直立スタンド 80 はプラットホーム要素 70 (図 2 A 参照) に結合されていてもよい。

#### 【 0 0 4 4 】

図 2 A に示されている通り、第 1 の構成要素セット 14 のサイクル制御要素 18 はトリガ回路デバイス 18 a を含むことが好ましい。トリガ回路デバイス 18 a は、インパクトアセンブリ 16 、詳細にはインパクトアセンブリ 16 のインパクト要素 22 を始動させて、試験要素 46 に衝撃を与えるように構成されていることが好ましい。図 2 A にさらに示されている通り、トリガ回路デバイス 18 a の形のようなサイクル制御要素 18 は、第 1 の端部 84 a と、第 2 の端部 84 b と、本体部分 86 とを含む。

20

#### 【 0 0 4 5 】

図 2 A にさらに示されている通り、トリガ回路デバイス 18 a の形のようなサイクル制御要素 18 の第 1 の端部 84 a は、電磁ソレノイド 26 a の形のような作動要素 26 に接続されていることが好ましい。サイクル制御要素 18 (図 2 A 参照) は、1 つまたは複数のワイヤ 88 a (図 2 A 参照) の形のような 1 つまたは複数のコネクタ要素 88 (図 2 A 参照) により、作動要素 26 (図 2 A 参照) に接続されていてもよい。図 2 A にさらに示されている通り、トリガ回路デバイス 18 a の形のようなサイクル制御要素 18 の第 2 の端部 84 b は、有線接続要素 32 a により、第 1 のコントローラ 30 に接続されていることが好ましい。あるいは、トリガ回路デバイス 18 a の形のようなサイクル制御要素 18 は第 1 のコントローラ 30 に無線接続されていてもよい。

30

#### 【 0 0 4 6 】

図 2 A に示されている通り、第 1 の構成要素セット 14 の信号応答測定デバイス 20 は、レーザ干渉計ヘッドなどのレーザ干渉計デバイス 20 a を含むことが好ましい。レーザ干渉計デバイス 20 a は、インパクトアセンブリ 16 、詳細にはインパクトアセンブリ 16 のインパクト要素 22 が試験要素 46 に衝撃を与えたとき信号応答を測定するように構成されていることが好ましい。

40

#### 【 0 0 4 7 】

レーザ干渉計デバイス 20 a は、信号応答を供給する要素としての機能を果たす非接触レーザ干渉計デバイスであることが好ましい。図 2 A にさらに示されている通り、レーザ干渉計デバイス 20 a の形のような信号応答測定デバイス 20 は、第 1 の端部 90 a と、第 2 の端部 90 b と、本体部分 92 とを含む。図 2 A にさらに示されている通り、レーザ干渉計デバイス 20 a の形のような信号応答測定デバイス 20 の第 1 の端部 90 a は、信号応答測定部 94 を有することが好ましい。信号応答測定部 94 は、試験要素 46 がモーダルインパクト試験中に矢印 98 で示されているような回転方向に回転している場合、レーザビーム 96 を発しかつ試験要素 46 の信号応答を測定し、供給するように設計されていることが好ましい。

#### 【 0 0 4 8 】

50

図 2 A にさらに示されている通り、レーザ干渉計デバイス 20 a の形のような信号応答測定デバイス 20 の第 2 の端部 90 b は、高さ調節要素 100 に連結されているかまたは取り付けられていることが好ましい。高さ調節要素 100 は、信号応答測定部 94 が試験要素 46 と位置合わせされるように、レーザ干渉計デバイス 20 a の形のような信号応答測定デバイス 20 の高さを調節するように構成されていることが好ましい。

#### 【 0 0 4 9 】

図 2 A にさらに示されている通り、高さ調節要素 100 は、細長い直立部 102 の長さに沿った開口部 104 を有する細長い直立部 102 を含んでいてもよい。開口部 104 は、矢印 106 で示されているような垂直方向に上下に、レーザ干渉計デバイス 20 a の形のような信号応答測定デバイス 20 の高さを調節するために使用されてもよい。細長い直立部 102 (図 2 A 参照) は基部 108 (図 2 A 参照) に結合されているかまたは取り付けられていてもよい。10

#### 【 0 0 5 0 】

図 2 A にさらに示されている通り、レーザ干渉計デバイス 20 a の形のような信号応答測定デバイス 20 の第 2 の端部 90 b は、有線接続要素 32 b により、第 2 のコントローラ 34 に接続されていることが好ましい。あるいは、レーザ干渉計デバイス 20 a の形のような信号応答測定デバイス 20 は、第 2 のコントローラ 34 に無線接続されていてもよい。

#### 【 0 0 5 1 】

モーダルインパクト試験システム 12 (図 2 A、図 4 A 参照) はモーダルインパクト試験アセンブリ 10 (図 2 A、図 4 A 参照) を含む。前段で検討されたモーダルインパクト試験アセンブリ 10 は、第 1 の構成要素セット 14 (図 2 A、図 4 A 参照) を含む。第 1 の構成要素セット 14 は、インパクトアセンブリ 16 (図 1、図 2 A 参照) と、インパクトアセンブリ 16 に連結されているサイクル制御要素 18 (図 2 A、図 4 A 参照) と、インパクトアセンブリ 16 に対向して配置されている信号応答測定デバイス 20 (図 2 A、図 4 A 参照) とを含む。20

#### 【 0 0 5 2 】

インパクトアセンブリ 16 (図 2 A、図 4 A 参照) は、インパクト要素 22 が試験要素 46 (図 2 A、図 4 A 参照) に衝撃を与えたとき衝撃力出力を放つように構成されているロードセル 50 (図 2 A、図 4 A 参照) を有するインパクト要素 22 (図 2 A、図 4 A 参照) を含む。インパクトアセンブリ 16 (図 2 A、図 4 A 参照) は、インパクト要素 22 に取り付けられている弾性駆動要素 24 (図 2 A、図 4 A 参照) をさらに含む。30

#### 【 0 0 5 3 】

インパクトアセンブリ 16 は作動要素 26 (図 2 A、図 4 A 参照) をさらに含む。作動要素 26 (図 2 A、図 4 A 参照) は、インパクト要素 22 が試験要素 46 に衝撃を与えるように、インパクト要素 22 および弾性駆動要素 24 (図 2 A、図 4 A 参照) を作動させるように構成されていることが好ましい。信号応答測定デバイス 20 は、レーザ干渉計デバイス 20 a (図 2 A、図 4 A 参照) を含むことが好ましい。レーザ干渉計デバイス 20 a (図 2 A、図 4 A 参照) は、インパクトアセンブリ 16 が試験要素 46 に衝撃を与えたとき信号応答を測定するように構成されていることが好ましい。40

#### 【 0 0 5 4 】

一実施形態では、モーダルインパクト試験システム 12 は固定モーダルインパクト試験システム 12 a (図 2 A 参照) の形であり、第 1 の構成要素セット 14 (図 2 A 参照) および試験要素 46 (図 2 A 参照) は、固定ハウジング構造物 48 a などのハウジング構造物 48 (図 2 A 参照) の内部に含まれている。別の実施形態では、モーダルインパクト試験システム 12 は可搬式モーダルインパクト試験システム 12 b (図 4 A 参照) の形であり、第 1 の構成要素セット 14 (図 1 参照) は、可搬式ハウジング構造物 48 b (図 4 B 参照) の形のようなハウジング構造物 48 (図 4 B 参照) の内部に実質的に含まれている。

#### 【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

モーダルインパクト試験システム 12 (図 2 A、図 4 A 参照) は、第 1 の構成要素セット 14 から切り離されている第 2 の構成要素セット 28 (図 2 A、図 4 A 参照) をさらに含む。第 2 の構成要素セット 28 は、モーダルインパクト試験アセンブリ 10 (図 2 A、図 4 A 参照) のサイクル制御要素 18 に連結されている第 1 のコントローラ 30 (図 2 A、図 4 A 参照) を含む。

【0056】

第 2 の構成要素セット 28 に関して、図 2 A に示されている通り、第 1 のコントローラ 30 は、アームトリガスイッチ 110 と電力素子 112 とを含むことが好ましい。アームトリガスイッチ 110 は、アームスイッチ 114 とトリガスイッチ 116 とを含むことが好ましい。電力素子 112 は、電池パック 118 (図 2 A 参照) または別の適切な電源を含むことが好ましい。第 1 のコントローラ 30 (図 2 A 参照) はトリガ回路デバイス 18 a (図 2 A 参照) の形のようなサイクル制御要素 18 (図 2 A 参照) を制御し、これに動力を供給するように構成されていることが好ましい。第 1 のコントローラ 30 は、有線接続要素 32 a または無線接続 (図示せず) により、トリガ回路デバイス 18 a の形のようなサイクル制御要素 18 に連結されていることが好ましい。

10

【0057】

図 2 A に示されている通り、第 2 の構成要素セット 28 の第 2 のコントローラ 34 は、制御インターフェース部 122 を有するレーザ干渉計コントローラ 120 を含むことが好ましい。第 2 のコントローラ 34 は、レーザ干渉計デバイス 20 a の形のような信号応答測定デバイス 20 を制御し、これに動力を供給するように構成されていることが好ましい。第 2 のコントローラ 34 は、レーザ干渉計デバイス 20 a の連続動作を駆動する。レーザ干渉計デバイス 20 a からの応答信号または出力信号は継続的であることが好ましく、必要に応じて、データ収集システム 36 によりサンプリングされてもよい。第 2 のコントローラ 34 (図 2 A 参照) は、有線接続要素 32 b (図 2 A 参照) または無線接続 (図示せず) のどちらかにより、レーザ干渉計デバイス 20 a (図 2 A 参照) の形のような信号応答測定デバイス 20 (図 2 A 参照) に連結されていることが好ましい。

20

【0058】

図 2 A に示されている通り、モーダルインパクト試験システム 12 (図 4 A も参照) はデータ収集アセンブリ 36 (図 4 A も参照) をさらに含む。データ収集アセンブリ 36 は、信号解析器 38 (図 2 A、図 4 A 参照)、コンピュータ 40 (図 2 A、図 4 A 参照)、コンピュータプロセッサ 42 (図 2 A、図 4 A 参照)、および電源 44 (図 2 A、図 4 A 参照) のうちの 1 つまたは複数を含むことが好ましい。電源 44 は、一体型圧電電源または別の適切な電源を含むことが好ましい。

30

【0059】

データ収集アセンブリ 36 (図 2 A、図 4 A 参照) は、第 1 の信号ケーブル接続要素 37 a (図 2 A、図 4 A 参照) および第 2 の信号ケーブル接続要素 37 b (図 2 A、図 4 A 参照) により、モーダルインパクト試験アセンブリ 10 (図 2 A、図 4 A 参照) に連結されていてもよい。あるいは、データ収集アセンブリ 36 (図 2 A、図 4 A 参照) は、無線接続 (図示せず) により、モーダルインパクト試験アセンブリ 10 (図 2 A、図 4 A 参照) に連結されていてもよい。

40

【0060】

図 2 A に示されている通り、固定モーダルインパクト試験システム 12 a の形のようなモーダルインパクト試験システム 12 は試験要素 46 をさらに含む。図 2 A ~ 図 2 B に示されている一実施形態では、試験要素 46 は試験ディスク 46 a の形であってもよい。図 2 B は、本開示のモーダルインパクト試験アセンブリ 10 およびモーダルインパクト試験システム 12 において使用されてもよい、試験ディスク 46 a の形のような試験要素 46 の実施形態のクローズアップ斜視図である。

【0061】

図 2 C に示されている別の実施形態では、試験要素 46 は試験バー 46 b の形であってもよい。図 2 C は、本開示のモーダルインパクト試験アセンブリ 10 およびモーダルイン

50

パクト試験システム 1 2において使用されてもよい、試験バー 4 6 b の形のような試験要素 4 6 の別の実施形態のクローズアップ斜視図である。あるいは、試験要素 4 6 は別の適切な形または構成であってもよい。

#### 【 0 0 6 2 】

図 2 A に示されている通り、試験要素 4 6 は、インパクトアセンブリ 1 6 と信号応答測定デバイス 2 0との間での配置およびそれらとの位置合わせのために構成されていることが好ましい。図 2 A ~ 図 2 C に示されている通り、試験要素 4 6 は、工具ホルダ 1 2 4 a の形のような保持要素 1 2 4 に固定されていることが好ましい。工具ホルダ 1 2 4 a の形のような保持要素 1 2 4 は、スピンドル 1 2 6 a の形のような回転要素 1 2 6 に取り付けられていることが好ましい。スピンドル 1 2 6 a の形のような回転要素 1 2 6 は、機械加工装置 1 2 8 (図 2 B ~ 図 2 C 参照) の一部であることが好ましい。

10

#### 【 0 0 6 3 】

機械加工装置 1 2 8 (図 2 B ~ 図 2 C 参照) には、加工工具機械、回転切断機、C N C (コンピュータ数値制御) 機械、またはモーダルインパクト試験を受ける可能性がある別の適切な機械加工装置が含まれていてもよい。詳細には、回転要素を備えた任意の機械加工装置が試験されてもよい。さらに、非手作業付与 (non-manually applied) のインパクトハンマ試験からのモード情報が必要とされる可能性がある、任意の機械加工装置の任意の要素が試験されてもよい

#### 【 0 0 6 4 】

試験要素 4 6 は、回転切断機またはC N C (コンピュータ数値制御) 機械などの、既存のもしくは知られている機械加工装置または工具機械の既存のもしくは知られている切断デバイスの質量と実質的に同様の質量を有することが好ましい。モーダルインパクト試験アセンブリ 1 0 およびモーダルインパクト試験システム 1 2 は、試験要素 4 6 が動作速度で回転している間に当該試験要素のモーダルインパクト試験を可能にする。

20

#### 【 0 0 6 5 】

図 3 A ~ 図 3 D は、インパクト試験サイクル中の、試験要素 4 6 に対するインパクトアセンブリ 1 6 のインパクト要素 2 2 の様々な位置を示す。図 3 A は、本開示のモーダルインパクト試験アセンブリ 1 0 (図 2 A、図 4 A 参照) およびモーダルインパクト試験システム 1 2 (図 2 A、図 4 A 参照) において使用されてもよい、試験ディスク 4 6 a の形のような試験要素 4 6 の実施形態に対する第 1 の位置 1 3 0 で示されている、インパクトアセンブリ 1 6 の実施形態のクローズアップ斜視側面図である。

30

#### 【 0 0 6 6 】

図 3 A はまた、第 1 の位置 1 3 0 では、インパクトアセンブリ 1 6 は作動可能になっておらず、動作中でないことを示す。図 3 A は、先端部 5 6 を備えた第 1 の端部 5 2 a と、第 2 の端部 5 2 b と、ロードセル 5 0 を備えた本体部分 5 4 とを有する、インパクトハンマ 2 2 a の形のようなインパクト要素 2 2 を示す。先端部 5 6 (図 3 A 参照) は、試験ディスク 4 6 a の形のような試験要素 4 6 (図 3 A 参照) の部分 5 8 (図 3 A 参照) に衝撃を与えるように構成されていることが好ましい。

#### 【 0 0 6 7 】

図 3 A に示されている通り、インパクトハンマ 2 2 a の形のようなインパクト要素 2 2 の第 2 の端部 5 2 b は、調整長板ばね 2 4 a の形のような弾性駆動要素 2 4 の第 1 の端部 6 0 a に取り付けられているかまたは結合されていることが好ましい。図 3 A にさらに示されている通り、調整長板ばね 2 4 a の形のような弾性駆動要素 2 4 の第 2 の端部 6 0 b は、基部 6 4 に結合されているかまたは取り付けられていることが好ましい。

40

#### 【 0 0 6 8 】

図 3 A にさらに示されている通り、電磁ソレノイド 2 6 a の形のような作動要素 2 6 の第 1 の端部 7 2 a は、磁気先端部 7 6 を有することが好ましい。磁気先端部 7 6 は、モーダルインパクト試験が試験要素 4 6 (図 3 A 参照) 上で実施された場合、調整長板ばね 2 4 a (図 3 A 参照) の形のような弾性駆動要素 2 4 (図 3 A 参照) の細長い本体部分 6 2 (図 3 A 参照) の部分 7 8 (図 3 B 参照) に接触し、これを保持し、解放するように設計

50

されていることが好ましい。図3Aにさらに示されている通り、電磁ソレノイド26aの形のような作動要素26の本体部分74は、直立スタンド80に連結されているかまたは取り付けられていることが好ましい。直立スタンド80(図3A参照)は、作動要素26(図3A参照)を直立スタンド80(図3A参照)に取り付けるように構成されている取付け部分82(図3A参照)を有することが好ましい。

【0069】

図3Aにさらに示されている通り、電磁ソレノイド26aの形のような作動要素26は、1つまたは複数のワイヤ88aにより、サイクル制御要素18(図2A参照)に連結されているかまたは取り付けられていてもよい。図3Aに示されている通り、第1の位置130では、インパクト要素22は試験要素46と接触しておらず、弾性駆動要素24は作動要素26と接触していない。

10

【0070】

図3Bは、図3Aの、試験ディスク46aの形のような試験要素46に対する第2の位置132で示されている、図3Aのインパクトアセンブリ16のクローズアップ斜視側面図である。第2の位置132では、アームトリガスイッチ110(図2A、図4A参照)のアームスイッチ114(図2A、図4A参照)はオンにされるかまたは起動される。このことにより、インパクト要素22および弾性駆動要素24は後方に動かされ、その結果、金属材料で作製されていることが好ましい弾性駆動要素24の部分78は、作動要素26の磁気先端部76に接触する。作動要素26の磁気先端部76は、弾性駆動要素24の部分78を、作動可能位置である第2の位置132に保持する。

20

【0071】

図3Bは、先端部56を備えた第1の端部52aと、第2の端部52bと、ロードセル50を備えた本体部分54とを有する、インパクトハンマ22aの形のようなインパクト要素22を示す。先端部56(図3B参照)は、試験ディスク46aの形のような試験要素46(図3B参照)の部分58(図3B参照)に衝撃を与えるように構成されていることが好ましい。図3Bに示されている通り、インパクトハンマ22aの形のようなインパクト要素22の第2の端部52bは、調整長板ばね24aの形のような弾性駆動要素24の第1の端部60aに取り付けられているかまたは結合されていることが好ましい。調整長板ばね24aの形のような弾性駆動要素24(図3B参照)の第2の端部60b(図3B参照)は、基部64(図3B参照)に結合されているかまたは取り付けられていることが好ましい。

30

【0072】

図3Bにさらに示されている通り、電磁ソレノイド26aの形のような作動要素26の第1の端部72aは磁気先端部76を有することが好ましい。磁気先端部76は、試験要素46上でモーダルインパクト試験が実施された場合、調整長板ばね24aの形のような弾性駆動要素24の細長い本体部分62の部分78に接触し、これを保持し、解放するように設計されていることが好ましい。図3Bにさらに示されている通り、電磁ソレノイド26aの形のような作動要素26の本体部分74は、取付け部分82を有する直立スタンド80に連結されているかまたは取り付けられていることが好ましい。

【0073】

40

図3Bを引き続き参照すると、電磁ソレノイド26aの形のような作動要素26は、1つまたは複数のワイヤ88aにより、サイクル制御要素18(図2A参照)に連結されているかまたは取り付けられていてもよい。図3Bに示されている通り、第2の位置132では、インパクト要素22は試験要素46と接触していないが、弾性駆動要素24は現在は作動要素26と接触しており、作動要素26は弾性駆動要素24を保持している。電磁ソレノイド26aの形のような作動要素26は、調整長板ばね24aの形のような弾性駆動要素24を引き戻し、充電が中断されるまでこれを保持する磁場を作り出し、次いでこれを解放する。

【0074】

図3Cは、図3Aの、試験ディスク46aの形のような試験要素46に対する第3の位

50

置 134 で示されている図 3 A のインパクトアセンブリ 16 のクローズアップ斜視側面図である。第 3 の位置 134 すなわち始動位置では、アームトリガスイッチ 110 (図 2 A、図 4 A 参照) のトリガスイッチ 116 (図 2 A、図 4 A 参照) はオンにされるかまたは起動される。これにより、電磁ソレノイド 26 a の形のような作動要素 26 は、調整長板ばね 24 a の形のような弾性駆動要素 24 の細長い本体部分 62 を解放する。弾性駆動要素 24 (図 3 C 参照) の解放時、インパクトハンマ 22 a の形のようなインパクト要素 22、および調整長板ばね 24 a の形のような弾性駆動要素 24 は、試験要素 46 の方へばね力で跳ね進む。これにより、インパクト要素 22 の先端部 56 は、試験要素 46 の部分 58 に衝撃を与えるかまたは接触する。

【0075】

10

図 3 C は、先端部 56 を備えた第 1 の端部 52 a と、第 2 の端部 52 b と、ロードセル 50 を備えた本体部分 54 とを有する、インパクトハンマ 22 a の形のようなインパクト要素 22 を示す。図 3 C に示されている通り、インパクトハンマ 22 a の形のようなインパクト要素 22 の第 2 の端部 52 b は、調整長板ばね 24 a の形のような弾性駆動要素 24 の第 1 の端部 60 a に取り付けられているかまたは結合されていることが好ましい。調整長板ばね 24 a (図 3 C 参照) の形のような弾性駆動要素 24 (図 3 C 参照) の第 2 の端部 60 b (図 3 C 参照) は、基部 64 (図 3 C 参照) に結合されているかまたは取り付けられていてもよい。

【0076】

20

図 3 C にさらに示されている通り、電磁ソレノイド 26 a の形のような作動要素 26 の第 1 の端部 72 a は、試験要素 46 上でモーダルインパクト試験が実施された場合、調整長板ばね 24 a の形のような弾性駆動要素 24 の細長い本体部分 62 の部分 78 (図 3 B 参照) に接触し、これを保持し、解放するように設計されている磁気先端部 76 を有することが好ましい。図 3 C にさらに示されている通り、電磁ソレノイド 26 a の形のような作動要素 26 の本体部分 74 は、取付け部分 82 を有する直立スタンド 80 に連結されているかまたは取り付けられていることが好ましい。

【0077】

30

図 3 C にさらに示されている通り、電磁ソレノイド 26 a の形のような作動要素 26 は、1 つまたは複数のワイヤ 88 a により、サイクル制御要素 18 (図 2 A 参照) に連結されているかまたは取り付けられていることが好ましい。図 3 C に示されている通り、第 3 の位置 134 では、インパクト要素 22 は試験要素 46 と接触しているが、弾性駆動要素 24 は作動要素 26 の磁気先端部 76 と接触していない。

【0078】

40

図 3 D は、図 3 A の、試験ディスク 46 a の形のような試験要素 46 に対する第 4 の位置 136 で示されている図 3 A のインパクトアセンブリ 16 のクローズアップ斜視側面図である。第 4 の位置 136 では、インパクトハンマ 22 a の形のようなインパクト要素 22 が試験要素 46 に衝撃を与えた後、電磁ソレノイド 26 a の形のような作動要素 26 は再びエネルギーを与えられ、調整長板ばね 24 a の形のような弾性駆動要素 24 を再補足する。これにより、インパクト要素 22 (図 3 D 参照) および調整長板ばね 24 a (図 3 D 参照) の形のような弾性駆動要素 24 (図 3 D 参照) は、試験要素 46 (図 3 D 参照) の部分 58 (図 3 D 参照) の衝撃からの反発時に跳ね戻る。

【0079】

50

図 3 D を引き続き参照すると、アクチュエータ要素 26 の第 1 の端部 72 a の磁気先端部 76 は、第 4 の位置 136 では、弾性駆動要素 24 の細長い本体部分 62 の部分 78 を保持している。第 4 の位置 136 は始動後位置である。図 3 D は、先端部 56 を備えた第 1 の端部 52 a と、第 2 の端部 52 b と、ロードセル 50 を備えた本体部分 54 とを有する、インパクトハンマ 22 a の形のようなインパクト要素 22 を示す。図 3 D に示されている通り、インパクト要素 22 の第 2 の端部 52 b は、弾性駆動要素 24 の第 1 の端部 60 a に取り付けられているかまたは結合されていることが好ましい。図 3 D にさらに示されている通り、弾性駆動要素 24 の第 2 の端部 60 b は、基部 64 に結合されているかま

たは取り付けられていてもよい。

【0080】

図3Dにさらに示されている通り、電磁ソレノイド26aの形のような作動要素26の本体部分74は、直立スタンド80に連結されているかまたは取り付けられていることが好ましい。取付け部分82(図3D参照)は、作動要素26を直立スタンド80に取り付けるように構成されていることが好ましい。

【0081】

図3Dにさらに示されている通り、電磁ソレノイド26aの形のような作動要素26は、1つまたは複数のワイヤ88aにより、サイクル制御要素18(図2A参照)に連結されているかまたは取り付けられていてもよい。図3Dに示されている通り、第4の位置136では、インパクト要素22は試験要素46と接触しておらず、弾性駆動要素24は作動要素26と接触している。作動要素26は弾性駆動要素24を保持している。

【0082】

図4A～図4Bは、可搬式モーダルインパクト試験アセンブリ10bの形のようなモーダルインパクト試験アセンブリ10の別の実施形態を示す。図4A～図4Bは、可搬式モーダルインパクト試験システム12bの形のようなモーダルインパクト試験システム12の別の実施形態をさらに示す。

【0083】

図4Aは、可搬式モーダルインパクト試験アセンブリ10bの形のようなモーダルインパクト試験アセンブリ10の側面斜視図である。さらに、図4Aは、本開示の、可搬式モーダルインパクト試験システム12bの形のようなモーダルインパクト試験システム12の側面斜視図である。

【0084】

図4Bは、可搬式モーダルインパクト試験アセンブリ10bの形のようなモーダルインパクト試験アセンブリ10の上面斜視図である。さらに、図4Bは、図4Aの、可搬式モーダルインパクト試験システム12bの形のようなモーダルインパクト試験システム12の上面斜視図である。

【0085】

図4A～図4Bに示されている通り、可搬式モーダルインパクト試験アセンブリ10bの形のようなモーダルインパクト試験アセンブリ10は、可搬式ハウジング構造物48bの形のようなハウジング構造物48を含む。図4A～図4Bに示されている通り、可搬式ハウジング構造物48bの形のようなハウジング構造物48は、第1のタワー部138aと、第2のタワー部138bと、基部140とを含む。基部140(図4A～図4B参照)は、第1のタワー部138aの基部と第2のタワー部138bの基部との間に配置されていることが好ましい。

【0086】

図4A～図4Bに示されている通り、第1のタワー部138aは、レーザ干渉計デバイス20aの形のような信号応答測定デバイス20を収容している。図4Aにさらに示されている通り、第1のタワー部138aは、細長い切取り部142と複数の細長いスロット144(図4Bも参照)とを有していてもよい。細長いスロット144は、レーザ干渉計デバイス20aの形のような信号応答測定デバイス20が必要に応じて、第1のタワー部138aの内部で垂直に上下に滑動することを可能にするように構成されていることが好ましい。このことにより、試験バー46bの形のような試験要素46(図4A参照)との信号応答測定デバイス20(図4A参照)の位置合わせが可能になる。

【0087】

図4A～図4Bに示されている通り、第2のタワー部138bは、インパクトハンマ22aの形のようなインパクト要素22を収容している。図4Aにさらに示されている通り、第2のタワー部138bは、調整長板ばね24aの形のような弾性駆動要素24を収容している。第2のタワー部138b(図4A参照)は、直立スタンド80(図4A参照)に取り付けられている電磁ソレノイド26aの形のような作動要素26(図4A参照)を

10

20

30

40

50

さらに収容している。

【0088】

第2のタワー部138b(図4A参照)は、トリガ回路デバイス18aの形のようなサイクル制御要素18(図4A参照)をさらに収容している。サイクル制御要素18(図4A参照)は、1つまたは複数のワイヤ88a(図4A参照)により、作動要素26(図4A参照)に接続されていることが好ましい。図4Aにさらに示されている通り、第2のタワー部138bは、アクセス部146を含み、インパクト要素22、弾性駆動要素24、作動要素26、およびサイクル制御要素18へのアクセスを可能にする。

【0089】

図4A～図4Bに示されている通り、試験バー46bの形のような試験要素46は、第1のタワー部138aと第2のタワー部138bとの間に配置されている。図4A～図4Bにさらに示されている通り、試験要素46は、工具ホルダ124aの形のような保持要素124に連結されているかまたは取り付けられていることが好ましい。図4Bに示されている通り、保持要素124は、スピンドル126aなどの回転要素126に取り付けられていることが好ましい。回転要素126(図4B参照)は、機械加工装置128(図4B参照)に取り付けられていることが好ましい。

10

【0090】

第1のタワー部138a(図4A参照)と第2のタワー部138b(図4A参照)との間の距離は、基部140(図4A参照)において調節可能であることが好ましい。これにより、試験要素46に対する、インパクトハンマ22aなどのインパクト要素22の衝撃の強度を変更することが可能になる。

20

【0091】

図4A～図4Bに示されている通り、可搬式モーダルインパクト試験アセンブリ10bの形のようなモーダルインパクト試験アセンブリ10は、第2の構成要素セット28をさらに含んでいてもよい。第2の構成要素セット28は、有線接続要素32aまたは無線接続(図示せず)により、サイクル制御要素18に連結されている第1のコントローラ30を含む。第2の構成要素セット28は、有線接続要素32bまたは無線接続(図示せず)により信号応答測定デバイス20に連結されている第2のコントローラ34をさらに含む。

30

【0092】

図4A～図4Bに示されている通り、第1のコントローラ30は、アームトリガスイッチ110と電力素子112とを含むことが好ましい。アームトリガスイッチ110は、アームスイッチ114(図4A～図4B参照)とトリガスイッチ116(図4A～図4B参照)とを含むことが好ましい。電力素子112は、電池パック118(図4A～図4B参照)または別の適切な電源を含むことが好ましい。第1のコントローラ30(図4A～図4B参照)は、トリガ回路デバイス18a(図4A参照)の形のようなサイクル制御要素18(図4A参照)を制御し、これに動力を供給するように構成されていることが好ましい。

【0093】

図4A～図4Bに示されている通り、第2のコントローラ34は、制御インターフェース部122を有するレーザ干渉計コントローラ120を含むことが好ましい。第2のコントローラ34は、レーザ干渉計デバイス20a(図4A～図4B参照)の形のような信号応答測定デバイス20(図4A～図4B参照)を制御し、これに動力を供給するように構成されていることが好ましい。

40

【0094】

図4A～図4Bに示されている通り、可搬式モーダルインパクト試験システム12bの形のようなモーダルインパクト試験システム12は、データ収集アセンブリ36をさらに含む。図4A～図4Bに示されている通り、データ収集アセンブリ36は、信号解析器38、コンピュータ40、コンピュータプロセッサ42、電源44のうちの1つまたは複数を含む。電源44は、一体型エレクトロニクス圧電電源または別の適切な電源を含むこと

50

が好ましい。図4A～図4Bに示されている通り、データ収集アセンブリ36は、可搬式モーダルインパクト試験アセンブリ10bの形のようなモーダルインパクト試験アセンブリ10の第1のコントローラ30および第2のコントローラ34に連結されていることが好ましい。

【0095】

図4A～図4Bにさらに示されている通り、データ収集アセンブリ36は、第1の信号ケーブル接続要素37aにより第2のコントローラ34に連結されていることが好ましい。図4A～図4Bにさらに示されている通り、データ収集アセンブリ36は、第2の信号ケーブル接続要素37bにより第1のコントローラ30に連結されていることが好ましい。あるいは、データ収集アセンブリ36は、無線接続(図示せず)により、第1のコントローラ30および第2のコントローラ34に連結されていてもよい。

10

【0096】

本開示の別の実施形態では、モーダルインパクト試験方法150(図5参照)が提供される。図5は、本開示のモーダルインパクト試験方法150の実施形態の概略図である。図5に示されている通り、本方法150は、試験要素46(図2A～図2C参照)を保持要素124(図2A～図2C参照)に固定するステップ152を含む。ステップ152は、保持要素124を機械加工装置128(図2B～図2C参照)の回転要素126(図2A～図2C参照)に取り付けることをさらに含む。

【0097】

図5に示されている通り、本方法150は、試験要素46をモーダルインパクト試験アセンブリ10のインパクトアセンブリ16(図2A、図4A参照)と信号応答測定デバイス20(図2A、図4A参照)との間で位置合わせすることにより、モーダルインパクト試験アセンブリ10(図2A、図4A参照)に対して試験要素46(図2A、図4A参照)を配置するステップ154をさらに含む。インパクトアセンブリ16(図2A、図4A参照)と信号応答測定デバイス20(図2A、図4A参照)との間での試験要素46(図2A、図4A参照)の位置合わせは、インパクトハンマ22a(図2A、図4A参照)の形のようなインパクト要素22(図2A、図4A参照)の間で試験要素46(図2A、図4A参照)を位置合わせすることを含むことが好ましい。インパクトハンマ22a(図2A、図4A参照)は、試験要素46(図2A、図4A参照)に衝撃を与えるように構成されていることが好ましい。

20

【0098】

レーザ干渉計デバイス20a(図2A、図4A参照)の形のような信号応答測定デバイス20(図2A、図4A参照)は、インパクトハンマ22aの形のようなインパクト要素22(図2A、図4A参照)を用いた衝撃後に、試験要素46(図2A、図4A参照)からの応答信号を測定するように構成されていることが好ましい。モーダルインパクト試験アセンブリ10に対して試験要素46を配置するステップ154は、固定モーダルインパクト試験アセンブリ10a(図2A、図4A参照)または可搬式モーダルインパクト試験アセンブリ10b(図4A参照)のどちらかに対して試験要素46を配置することをさらに含んでいてもよい。

30

【0099】

図5に示されている通り、本方法150は、第1のコントローラ30(図2A、図4A参照)をモーダルインパクト試験アセンブリ10(図2A、図4A参照)のサイクル制御要素18(図2A、図4A参照)に連結するステップ156をさらに含む。ステップ156は、第2のコントローラ34(図2A、図4A参照)をモーダルインパクト試験アセンブリ10(図2A、図4A参照)の信号応答測定デバイス20(図2A、図4A参照)に連結することをさらに含む。

40

【0100】

前段で詳細に検討されている通り、第1のコントローラ30(図2A、図4A参照)は、アームトリガスイッチ110(図2A、図4A参照)と電力素子112(図2A、図4A参照)とを含むことが好ましい。アームトリガスイッチ110(図2A、図4A参照)

50

は、アームスイッチ 114 (図 2 A、図 4 A 参照) とトリガスイッチ 116 (図 2 A、図 4 A 参照) とを含むことが好ましい。電力素子 112 (図 2 A、図 4 A 参照) は、電池パック 118 (図 2 A、図 4 A 参照) または別の適切な電源を含むことが好ましい。前段で詳細に検討されている通り、第 2 のコントローラ 34 (図 2 A、図 4 A 参照) は、制御インターフェース部 122 (図 2 A、図 4 A 参照) を有するレーザ干渉コントローラ 120 (図 2 A、図 4 A 参照) を含むことが好ましい。

#### 【0101】

図 5 に示されている通り、本方法 150 は、データ収集アセンブリ 36 (図 2 A、図 4 A 参照) を第 1 のコントローラ 30 (図 2 A、図 4 A 参照) および第 2 のコントローラ 34 (図 2 A、図 4 A 参照) に連結するステップ 158 をさらに含む。10 データ収集アセンブリ 36 を第 1 のコントローラ 30 および第 2 のコントローラ 34 に連結するステップ 158 は、信号解析器 38 (図 2 A、図 4 A 参照) と、コンピュータ 40 (図 2 A、図 4 A 参照) と、コンピュータプロセッサ 42 (図 2 A、図 4 A 参照) と、電源 44 (図 2 A、図 4 A 参照) のうちの 1 つまたは複数を含むデータ収集アセンブリ 36 を連結することをさらに含む。電源 44 は、一体型エレクトロニクス圧電電源または別の適切な電源を含むことが好ましい。

#### 【0102】

データ収集アセンブリ 36 (図 2 A、図 4 A 参照) は、第 2 の信号ケーブル接続要素 37b (図 2 A、図 4 A 参照) により、第 1 のコントローラ 30 (図 2 A、図 4 A 参照) に連結されていることが好ましい。20 データ収集アセンブリ 36 (図 2 A、図 4 A 参照) は、第 1 の信号ケーブル接続要素 37a (図 2 A、図 4 A 参照) により、第 2 のコントローラ 34 (図 2 A、図 4 A 参照) に連結されていることが好ましい。あるいは、データ収集アセンブリ 36 は、無線接続 (図示せず) により、第 1 のコントローラ 30 および第 2 のコントローラ 34 に連結されていてもよい。

#### 【0103】

図 5 に示されている通り、本方法 150 は、試験要素 46 (図 2 A、図 4 A 参照) を回転させて、初期回転速度を判定するステップ 160 をさらに含む。いくつかの回転速度が、回転要素 126 (図 2 B、4 B 参照) または機械加工装置 128 (図 2 B、4 B 参照) の振動特性に因り、他の回転速度と同様に作用しない可能性がある。知られている切断デバイスによるガタガタ音 (回生振動) を回避することが好ましい。そのようなガタガタ音は、知られている切断デバイスが機械加工される材料を貫通して移動する際に、入力による振動共振周波数と振動の相互作用に起因する可能性がある。30

#### 【0104】

図 5 に示されている通り、本方法 150 は、第 1 のコントローラ 30 (図 2 A、図 4 A 参照) を作動可能にするステップ 162 をさらに含む。前段で検討されかつ図 3 B に示されている通り、第 2 の位置 132 すなわち作動可能位置において第 1 のコントローラ 30 を作動可能にすることは、アームトリガスイッチ 110 (図 2 A、図 4 A 参照) のアームスイッチ 114 (図 2 A、図 4 A 参照) をオンにするかまたはこれを起動することを含む。40 これにより、インパクト要素 22 (図 3 B 参照) および弾性駆動要素 24 (図 3 B 参照) は後方に移動する。このようにして、金属材料で作製されていることが好ましい弾性駆動要素 24 の部分 78 (図 3 B 参照) は、アクチュエータ要素 26 (図 3 B 参照) の磁気先端部 76 (図 3 B 参照) に接触する。アクチュエータ要素 26 (図 3 B 参照) の磁気先端部 76 (図 3 B 参照) は、第 2 の位置 132 すなわち作動可能位置において弾性駆動要素 24 (図 3 B 参照) の部分 78 (図 3 B 参照) を保持する。

#### 【0105】

ステップ 162 では、インパクト要素 22 (図 3 B 参照) は試験要素 46 (図 3 B 参照) と接触しておらず、弾性駆動要素 24 (図 3 B 参照) は作動要素 26 (図 3 B 参照) と接触している。作動要素 26 (図 3 B 参照) は、弾性駆動要素 24 (図 3 B 参照) を定位位置に保持している。

#### 【0106】

図5に示されている通り、本方法150は、第1のコントローラ30(図2A、図4A参照)を始動させて、回転試験要素46(図2A、図4A参照)のモーダルインパクト試験を開始するステップ164をさらに含む。前段で検討されかつ図3Cに示されている通り、第3の位置134すなわち始動位置で第1のコントローラ30を始動させることは、アームトリガスイッチ110(図2A、図4A参照)のトリガスイッチ116(図2A、図4A参照)をオンにするかまたは起動することを含む。これにより、電磁ソレノイド26a(図3C参照)の形のような作動要素26(図3C参照)は、調整長板ばね24a(図3C参照)の形のような弾性駆動要素24(図3C参照)の細長い本体部62(図3C参照)を解放する。これにより、インパクトハンマ22aの形のようなインパクト要素22(図3C参照)および調整長板ばね24aの形のような弾性駆動要素24(図3C参照)は、試験要素46(図3C参照)の方へばね力で跳ね進む。 10

#### 【0107】

インパクト要素22(図3C参照)の先端部56(図3C参照)は、次いで、試験要素46(図3C参照)の部分58(図3C参照)に衝撃を与えるかまたは接触する。図3Cに示されている通り、第3の位置134では、インパクト要素22は試験要素46と接触しており、弾性駆動要素24は作動要素26と接触していない。 20

#### 【0108】

図5に示されている通り、本方法150は、データ収集アセンブリ36(図2A、図4A参照)を用いて、回転試験要素46の様々な回転速度でのデータを取得するステップ166をさらに含む。データはモーダルインパクト試験から取得される。前段で検討された通り、データ収集アセンブリ36(図2A、図4A参照)は、信号解析器38(図2A、図4A参照)、コンピュータ40(図2A、図4A参照)、コンピュータプロセッサ42(図2A、図4A参照)、および電源44(図2A、図4A参照)のうちの1つまたは複数を含んでいることが好ましい可能性がある。電源44(図2A、図4A参照)は、一体型エレクトロニクス圧電電源または別の適切な電源を含むことが好ましい。 20

#### 【0109】

図5に示されている通り、本方法150は、取得するステップ166の後に、第1のコントローラ30(図2A、図4A参照)を始動させて、回転試験要素46(図2A、図4A参照)の試験を開始するステップ164、およびデータ収集アセンブリ36(図2A、図4A参照)を用いて回転試験要素46の様々な回転速度でのデータを取得するステップ166の両方を1回または複数回繰り返すステップ168をさらに含んでいてもよい。所望に応じてまたは必要に応じてステップ164およびステップ166を繰り返すことにより、所望の平均回転速度が取得されてもよい。インパクトハンマ22a(図2A、図4A参照)の形のようなインパクト要素22(図2A、図4A参照)を用いたモーダルインパクト試験は、試験要素46(図2A、図4A参照)上のいくつかの点または位置において実施される必要があることが好ましい。 30

#### 【0110】

図5に示されている通り、本方法150は、繰り返すステップ168および取得するステップ166の後に、回転試験要素46(図2A、図4A参照)の動作速度範囲を判定するステップ170をさらに含んでいてもよい。回転試験要素46(図2A、図4A参照)の動作速度範囲を判定することは、速度XからNまで(図5参照)においてあることが好ましい可能性がある。動作速度範囲を判定することおよびデータを取得することは、インパクトハンマ22a(図2A、図4A参照)などのインパクト要素22(図2A、図4A参照)による1つまたは複数の打撃を開始する前に、かつデータ収集の前に、回転試験要素46および/または回転要素126(図2A、図4A参照)を複数の個別設定に設定することにより達成されてもよい。あるいは、動作速度範囲を判定することおよびデータを取得することは、速度を継続的に上昇させることおよびインパクトハンマ22a(図2A、図4A参照)などのインパクト要素22(図2A、図4A参照)による1つまたは複数の打撃を開始すること、ならびに所定の毎分回転数(rpm: revolutions per minute)でのデータ収集により達成されてもよい。あるいは、動作速度 40

50

範囲を判定することおよびデータを取得することは、速度を継続的に上昇させることおよびインパクトハンマ 22 a (図 2 A、図 4 A 参照) などのインパクト要素 22 (図 2 A、図 4 A 参照) による 1 つまたは複数の打撃を開始すること、ならびに無作為の間隔 (r p m (毎分回転数) はデータの解析により判定されてもよい) でのデータ収集により達成されてもよい。

【0111】

図 5 に示されている通り、ステップ 170 は、回転試験要素 46 (図 2 A、図 4 A 参照) の回転速度を次の所望の速度に変更するステップ 172 をさらに含んでいてもよい。回転試験要素 46 (図 2 A、図 4 A 参照) の動作速度範囲を判定するステップ 170 は、約 1000 r p m (毎分回転数) から約 20,000 r p m (毎分回転数) までの範囲内の動作速度、または機械加工装置 128 (図 2 B 参照) に応じて別の適切な r p m を判定することを含むことが好ましい。

10

【0112】

図 5 に示されている通り、本方法 150 は、モーダルインパクト試験からの全ての所望の衝撃データが取得された場合、試験完了のステップ 174 をさらに含んでいてもよい。図 5 に示されている通り、本方法 150 は、データ収集アセンブリ 36 (図 2 A、図 4 A 参照) によるモーダルインパクト試験からのデータを解析しつゝまたは処理するステップ 176 をさらに含んでいてもよい。モーダルインパクト試験からのデータは、データ収集アセンブリ 36 (図 2 A、図 4 A 参照) により取得されたデータである。当該データは、知られている切断機などの機械加工装置 128 (図 2 B 参照) の切断デバイスの動作パラメータまたは切断パラメータを定めるために解析されつつ／または処理されてもよい。

20

【0113】

モーダルインパクト試験アセンブリ 10 を備えたモーダルインパクト試験システム 12 を使用するモーダルインパクト試験方法 150 は、機械加工装置 128 (図 2 B ~ 図 2 C および図 4 B 参照) の力学または特性を解析するのに使用されることが好ましい。例えば、(知られている切断デバイスの代わりに置換される) 試験要素 46 のあらゆる組合せ、工具ホルダ 124 a (図 2 A、図 4 A 参照) などの保持要素 124 (図 2 A、図 4 A 参照) 、およびスピンドル 126 a (図 2 B ~ 図 2 C および図 4 B 参照) などの回転要素 126 (図 2 B ~ 図 2 C および図 4 B 参照) が解析されてもよい。

30

【0114】

モーダルインパクト試験アセンブリ 10 を備えたモーダルインパクト試験システム 12 を使用するモーダルインパクト試験方法 150 は、様々な動作パラメータまたは切断パラメータで用いられることが好ましい。動作パラメータまたは切断パラメータは、送り速度；切断デバイスの回転速度；切断デバイスの切断の配向および深さ；切断デバイスの切断要素の数、間隔および幾何学的形状；または他の適切な動作パラメータもしくは切断パラメータのうちの 1 つあるいは複数を含むことが好ましい。

【0115】

図 6 は、本開示の航空機製造および点検の方法 200 の流れ図である。図 7 は、本開示の航空機 216 の実施形態の機能的ブロック図である。図 6 ~ 図 7 を参照して、本開示の実施形態が、図 6 に示されている航空機製造および点検の方法 200 ならびに図 7 に示されている航空機 216 の状況において、説明される可能性がある。

40

【0116】

製造準備段階の間に、例示的航空機製造および点検の方法 200 は、航空機 216 の仕様および設計 202 と材料調達 204 とを含んでいてもよい。製造中、航空機 216 の構成要素およびアセンブリの製造 206 ならびにシステムインテグレーション 208 が起こる。その後、航空機 216 は、運行 212 するために、認証および搬送 210 を経る可能性がある。顧客により運行 212 している間、航空機 216 には、(修正、再構成、改修、および他の適切な修理も含む可能性がある) 定期的な保守および点検 214 が予定される可能性がある。

【0117】

50

航空機製造および点検の方法 200 の工程の各々は、システムインテグレータ、第三者、および／またはオペレータ（例えば顧客）により実施または実行されてもよい。本記載の目的のために、システムインテグレータには、制限はされないが、任意の数の航空機メーカーおよび主要システム下請業者が含まれていてもよい。第三者には、制限はされないが、任意の数の販売会社、下請業者、および供給業者が含まれていてもよい。オペレータには、航空会社、リース会社、軍の事業体、サービス組織、および他の適切なオペレータが含まれていてもよい。

#### 【0118】

図7に示されている通り、例示的航空機製造および点検の方法200により作り出される航空機216は、複数のシステム220および室内222を備えた機体218を含んでいてもよい。複数のシステム220の例には、推進システム224、電気系統226、油圧系統228、および環境システム230のうちの1つまたは複数が含まれていてもよい。任意の数の他のシステムが含まれていてもよい。航空宇宙産業の例が示されているが、本開示の原理は、自動車産業などの他の産業に適用され得る。

10

#### 【0119】

本明細書において具体化されている方法およびシステムが、航空機製造および点検の方法200の諸段階の任意の1つまたは複数の間に使用されてもよい。例えば、構成要素およびサブアセンブリの製造206に対応する構成要素およびサブアセンブリが、航空機216の運行212中に作り出される構成要素およびサブアセンブリと同様の方法で組み立てられるかまたは製造されてもよい。また、装置実施形態、方法実施形態、またはそれらの組合せの1つまたは複数が、例えば航空機216の組立てを実質的に促進することまたはコストを実質的に削減することにより、構成要素およびサブアセンブリの製造206およびシステムインテグレーション208中に利用されてもよい。同様に、装置実施形態、方法実施形態、またはそれらの組合せの1つまたは複数が、航空機216が運行212している間に、例えば、制限はされないが、保守および点検214に利用されてもよい。

20

#### 【0120】

モーダルインパクト試験アセンブリ10（図2A、図4A参照）、モーダルインパクト試験システム12（図2A、図4A参照）、およびモーダルインパクト試験方法150（図5参照）の開示された実施形態により、オペレータに対する危険なしに、動作速度で回転している試験要素46（図2A、図4A参照）上でモーダルインパクト試験が実施されることを可能になる。モーダルインパクト試験アセンブリ10（図2A、図4A参照）、モーダルインパクト試験システム12（図2A、図4A参照）、およびモーダルインパクト試験方法150（図5参照）は、インパクトハンマ22a（図2A、図4A参照）および非接触レーザ干渉計デバイス20a（図2A、図4A参照）からの遠隔始動の励起インパルスを使用する。レーザ干渉計デバイス20a（図2A、図4A参照）は、応答信号を供給する要素としての機能を果たす。これは、試験要素46（図2A、図4A参照）上のいくつかの点で実施される必要があることが好ましい。

30

#### 【0121】

これにより、試験要素46（図2A、図4A参照）が動作速度で回転している間に、取得される、機械加工装置128（図2B～図2C参照）の正確な動作挙動および動作パラメータの予測が可能になる。機械加工装置128（図2B～図2C参照）は、金属付属品を機械加工するために使用され得るような回転切断機、またはモーダルインパクト試験を受ける加工工具デバイスを含んでいてもよい。

40

#### 【0122】

このように、開示された実施形態は、試験ディスク46a（図2A、図4A参照）または試験バー46b（図2A、図4A参照）などの試験要素46を、知られている切断デバイスの代わりに使うことにより、回転スピンドルなどの知られている回転要素上でインパクトモーダル試験を実施することに関する問題を解決する。試験要素46は知られている切断デバイスと同様の質量を有することが好ましい。さらに、インパクトモーダル試験は、ハウジング構造物48（図2A、図4A参照）などのアクセス不可能な機械筐体の内部

50

で実施されることが好ましい。

【0123】

さらに、モーダルインパクト試験アセンブリ10(図2A、図4A参照)、モーダルインパクト試験システム12(図2A、図4A参照)、およびモーダルインパクト試験方法150(図5参照)の開示された実施形態により、試験要素46が回転している間に、知られている切断デバイスに取って代わる当該試験要素の試験中に取得されたデータの解析が可能になる。試験中に取得されたデータは、解析されて、製造環境内への導入の前に、機械加工装置128(図2B～図2C参照)の回転スピンドル126a(図2B、図4B参照)などの回転要素126(図2B、図4B参照)の正確な動作挙動を判定することが好ましい。これにより、そのようなインパクトモーダル試験および解析を受けていない製造環境内に導入される機械加工設備に必要な何ヵ月もの実験的生産を排除し得る。 10

【0124】

さらに、モーダルインパクト試験アセンブリ10(図2A、図4A参照)、モーダルインパクト試験システム12(図2A、図4A参照)、およびモーダルインパクト試験方法150(図5参照)の開示された実施形態は、インパクトハンマ22a(図2A参照)を作動させている場合にオペレータが回転要素126(図2A参照)および試験要素46(図2A、図4A参照)に極近接していることを必要としない。さらに、開示された実施形態は、試験要素46が回転している場合にワイヤなどの接続要素が信号応答測定デバイス20(図2A、図4A参照)と試験要素46との間に取り付けられていることを必要としない。 20

【0125】

さらに、開示された実施形態により、回転要素126がオンにされた場合、機械加工装置128(図2B参照)の回転要素126(図2A、図4A参照)に取り付けられている試験要素46(図2A、図4A参照)のモーダルインパクト試験が可能になる。さらに、開示された実施形態により、機械加工装置128(図2B、図4B参照)のインパクトモーダル試験中に知られている切断デバイスに取って代わる回転試験要素46のインパクトモーダル解析に関するデータの取得を可能になる。また、開示された実施形態により、付加的なコストのかかる試行錯誤の解析を用いずに、加工工具プログラマなどの機械加工装置プログラマにより必要とされる正確な動作パラメータの判定が可能になる。 30

【0126】

さらに、開示された実施形態は、例えば機械試験センタにおいて使用されてもよい、固定モーダルインパクト試験アセンブリ10a(図2A参照)と、固定モーダルインパクト試験システム12a(図2A参照)とを提供する。あるいは、開示された実施形態は、当該分野において使用され得る可搬式ユニット内にパッケージングされていてもよい、可搬式モーダルインパクト試験アセンブリ10b(図2A参照)と可搬式モーダルインパクト試験システム12b(図4A参照)とを提供する。 30

【0127】

また、本開示は以下の条項による実施形態を含む。

条項1：モーダルインパクト試験アセンブリ(10)であり、

インパクトアセンブリ(16)、

インパクトアセンブリ(16)に連結されているサイクル制御要素(18)、および

インパクトアセンブリに対向して配置されている信号応答測定デバイス(20)

を含む、第1の構成要素セット(14)、ならびに

モーダルインパクト試験アセンブリのサイクル制御要素(18)に連結されている第1のコントローラ(30)、および

モーダルインパクト試験アセンブリの信号応答測定デバイス(20)に連結されている第2のコントローラ(34)

を含む、第1の構成要素セット(14)から切り離されている第2の構成要素セット(28)

40

50

を含む、モーダルインパクト試験アセンブリ（10）と、  
インパクトアセンブリ（16）と信号応答測定デバイス（20）との間の位置合わせのために構成されている試験要素（46）であり、保持要素に固定されており、当該保持要素は回転要素に取り付けられており、モーダルインパクト試験アセンブリのインパクトアセンブリ（16）は、試験要素（46）が動作速度で回転している間に当該試験要素に衝撃を与えるように構成されている、試験要素（46）と、

モーダルインパクト試験アセンブリに連結されているデータ収集アセンブリ（36）とを含む、モーダルインパクト試験システム（12）であって、

モーダルインパクト試験アセンブリ（10）、試験要素（46）、およびデータ収集アセンブリ（36）は共に、動作速度で回転している試験要素（46）のモーダルインパクト試験用のモーダルインパクト試験システム（12）を構成している、

モーダルインパクト試験システム（12）。

【0128】

条項2：モーダルインパクト試験システム（12）は固定モーダルインパクト試験システムであり、第1の構成要素セット（14）および試験要素（46）はハウジング構造物（48）の内部に含まれている、条項1に記載のシステム（12）。

【0129】

条項3：モーダルインパクト試験システム（12）は可搬式モーダルインパクト試験システム（12）であり、第1の構成要素セット（14）はハウジング構造物（48）の内部に実質的に含まれている、条項1に記載のシステム（12）。

【0130】

条項4：インパクトアセンブリ（16）は、

インパクト要素（22）であり、インパクト要素（22）が試験要素（46）に衝撃を与えたとき衝撃力出力を放出するように構成されているロードセル（50）を有する、インパクト要素（22）と、

インパクト要素（22）に取り付けられている弾性駆動要素（24）と、

インパクト要素（22）が試験要素（46）に衝撃を与えるように、インパクト要素（22）および弾性駆動要素（24）を作動させるように構成されている作動要素（26）と

を含む、条項1に記載のシステム（12）。

【0131】

条項5：信号応答測定デバイス（20）は、インパクトアセンブリ（16）が試験要素（46）に衝撃を与えたとき信号応答を測定するように構成されているレーザ干渉計デバイスを含む、条項1に記載のシステム（12）。

【0132】

条項6：第1のコントローラ（30）はアームトリガスイッチ（110）と電力素子（112）とを含み、第2のコントローラ（34）はレーザ干渉計コントローラ（120）を含み、第1のコントローラ（30）および第2のコントローラ（34）は、有線接続要素（32b）または無線接続を介して、モーダルインパクト試験アセンブリ（10）に連結されている、条項1に記載のシステム（12）。

【0133】

条項7：データ収集アセンブリ（36）は、信号解析器（38）、コンピュータ（40）、コンピュータプロセッサ（42）、および一体型エレクトロニクス圧電電源（44）を含む電源（44）のうちの1つまたは複数を含み、データ収集アセンブリ（36）は、1つまたは複数の信号ケーブル接続要素（37a）または無線接続を介して、モーダルインパクト試験アセンブリに連結されている、条項1に記載のシステム（12）。

【0134】

本開示が関連する、上述の説明および関連する図面に提示されている教示の利益を有する、本開示の多くの修正および他の実施形態が当業者に思い付くであろう。本明細書に記載されている実施形態は例示的であるように意図されており、限定的または網羅的である

10

20

30

40

50

ように意図されていない。本明細書に特定の用語が使用されているが、包括的かつ記述的な意味で使用されているに過ぎず、限定目的で使用されているものではない。

また、本願は以下に記載する態様を含む。

(態様 1)

モーダルインパクト試験用アセンブリ(10)であって、

インパクトアセンブリ(16)、

前記インパクトアセンブリ(16)に連結されているサイクル制御要素(18)、および

前記インパクトアセンブリ(16)に対向して配置されている信号応答測定デバイス(20) 10

を含む、第1の構成要素セット(14)と、

前記サイクル制御要素(18)に連結されている第1のコントローラ(30)、および

前記信号応答測定デバイス(20)に連結されている第2のコントローラ(34)を含む、前記第1の構成要素セット(14)から切り離されている第2の構成要素セット(28)と

を含み、

前記第1の構成要素セット(14)および前記第2の構成要素セット(28)は、モーダルインパクト試験用のモーダルインパクト試験アセンブリ(10)を構成しており、前記モーダルインパクト試験アセンブリ(10)の前記インパクトアセンブリ(16)は、動作速度で回転している試験要素(46)に衝撃を与えるように構成されている、モーダルインパクト試験用アセンブリ(10)。 20

(態様 2)

前記モーダルインパクト試験アセンブリは固定モーダルインパクト試験アセンブリ(10)であり、前記第1の構成要素セット(14)および前記試験要素(46)はハウジング構造物(48)の内部に含まれている、態様1に記載のアセンブリ(10)。 30

(態様 3)

前記モーダルインパクト試験アセンブリ(10)は可搬式モーダルインパクト試験アセンブリ(10)であり、前記第1の構成要素セット(14)はハウジング構造物(48)の内部に実質的に含まれている、態様1に記載のアセンブリ(10)。 30

(態様 4)

前記インパクトアセンブリ(16)は、

ロードセル(50)を有するインパクト要素(22)であり、前記ロードセル(50)は前記インパクト要素(22)が前記試験要素(46)に衝撃を与えたとき衝撃力出力を放出するように構成されている、インパクト要素(22)と、

前記インパクト要素(22)に取り付けられている弾性駆動要素(24)と、

前記インパクト要素(22)が前記試験要素(46)に衝撃を与えるように、前記インパクト要素(22)および前記弾性駆動要素(24)を作動させるように構成されている作動要素(26)と

を含む、態様1に記載のアセンブリ(10)。 40

(態様 5)

前記インパクト要素(22)は、前記試験要素(46)の一部分に衝撃を与えるように構成されている先端部(56)を有するインパクトハンマ(22a)を含み、

前記弾性駆動要素(24)は調整長板ばね(24a)を含み、

前記作動要素(26)は電磁ソレノイド(26a)を含む、

態様4に記載のアセンブリ(10)。

(態様 6)

前記サイクル制御要素(18)は、前記インパクトアセンブリ(16)を始動させて、前記試験要素(46)に衝撃を与えるように構成されているトリガ回路デバイス(18a)を含む、態様1に記載のアセンブリ(10)。 50

## ( 態様 7 )

前記信号応答測定デバイス(20)は、前記インパクトアセンブリ(16)が前記試験要素(46)に衝撃を与えたとき信号応答を測定するように構成されているレーザ干渉計デバイス(20a)を含む、態様1に記載のアセンブリ(10)。

## ( 態様 8 )

前記第1のコントローラ(30)はアームトリガスイッチ(110)と電力素子(112)とを含み、前記第1のコントローラ(30)は前記サイクル制御要素(18)を制御し、これに動力を供給するように構成されており、前記第1のコントローラ(30)は、有線接続要素(32a)を介して、または無線接続を介して、前記サイクル制御要素(18)に連結されている、態様1に記載のアセンブリ(10)。

10

## ( 態様 9 )

前記第2のコントローラ(34)はレーザ干渉計コントローラ(120)を含み、前記第2のコントローラ(34)は前記信号応答測定デバイス(20)を制御し、これに動力を供給するように構成されており、前記第2のコントローラ(34)は、有線接続要素(32b)を介して、または無線接続を介して、前記信号応答測定デバイス(20)に連結されている、態様1に記載のアセンブリ(10)。

## ( 態様 10 )

試験要素(46)を保持要素に固定し、前記保持要素を回転要素に取り付けるステップと、

前記試験要素(46)をモーダルインパクト試験アセンブリ(10)のインパクトアセンブリ(16)と信号応答測定デバイス(20)との間に位置合わせすることにより、前記試験要素(46)を前記モーダルインパクト試験アセンブリに対して配置するステップと、

20

第1のコントローラ(30)を前記モーダルインパクト試験アセンブリ(10)のサイクル制御要素(18)に連結するステップと、

第2のコントローラ(34)を前記モーダルインパクト試験アセンブリ(10)の前記信号応答測定デバイス(20)に連結するステップと、

データ収集アセンブリ(36)を前記第1のコントローラ(30)および前記第2のコントローラ(34)に連結するステップと、

前記試験要素(46)を回転させて、初期回転速度を判定するステップと、

30

前記第1のコントローラ(30)を作動可能にするステップと、

前記第1のコントローラ(30)を始動させて、前記回転試験要素(46)のモーダルインパクト試験を開始するステップと、

前記データ収集アセンブリ(36)を用いて前記回転試験要素(46)の様々な回転速度でのデータを取得するステップと

を含む、モーダルインパクト試験のための方法(150)。

## ( 態様 11 )

取得する前記ステップの後に、前記第1のコントローラ(30)を始動させて、前記回転試験要素(46)の前記モーダルインパクト試験を開始する前記ステップおよび前記データ収集アセンブリ(36)を用いて前記回転試験要素(46)の様々な回転速度でのデータを取得する前記ステップの両方を、1回または複数回繰り返すステップと、

40

繰り返す前記ステップの後に、前記回転試験要素(46)の動作速度範囲を判定するステップ、および機械加工装置の切断デバイスの動作パラメータまたは切断パラメータを定めるために、前記データ収集アセンブリ(36)を用いて前記データを解析するステップと

をさらに含み、

前記データを解析する前記ステップは、送り速度；前記切断デバイスの回転速度；前記切断デバイスの切断の配向および深さ；ならびに前記切断デバイスの切断要素の数、間隔および幾何学的形状のうちの1つまたは複数を含む動作パラメータまたは切断パラメータを定めることをさらに含む、

50

態様 10 に記載の方法 ( 150 ) 。

( 態様 12 )

前記試験要素 ( 46 ) を前記インパクトアセンブリ ( 16 ) と前記信号応答測定デバイス ( 20 ) との間で位置合わせすることは、前記試験要素 ( 46 ) に衝撃を与えるように構成されているインパクトハンマ ( 22a ) と前記インパクトハンマ ( 22a ) による衝撃後に前記試験要素 ( 46 ) からの応答信号を測定するように構成されているレーザ干渉計デバイスとの間で、前記試験要素 ( 46 ) を位置合わせすることを含む、態様 10 に記載の方法 ( 150 ) 。

( 態様 13 )

前記試験要素 ( 46 ) を前記モーダルインパクト試験アセンブリ ( 10 ) 内に配置する前記ステップは、固定モーダルインパクト試験アセンブリ ( 10 ) または可搬式モーダルインパクト試験アセンブリ ( 10 ) のどちらかに対して前記試験要素 ( 46 ) を配置することを含む、態様 10 に記載の方法 ( 150 ) 。

( 態様 14 )

前記データ収集アセンブリ ( 36 ) を前記第 1 のコントローラ ( 30 ) および前記第 2 のコントローラ ( 34 ) に連結する前記ステップは、信号解析器 ( 38 ) 、コンピュータ ( 40 ) 、コンピュータプロセッサ ( 42 ) 、および電源 ( 44 ) うちの 1 つまたは複数を含む前記データ収集アセンブリ ( 36 ) を、1 つまたは複数の信号ケーブル接続要素 ( 37a ) を介して、または無線接続を介して、前記第 1 のコントローラ ( 30 ) および前記第 2 のコントローラ ( 34 ) に連結することを含む、態様 10 に記載の方法 ( 150 ) 。

#### 【 符号の説明 】

【 0135 】

10 モーダルインパクト試験アセンブリ

10a 固定モーダルインパクト試験アセンブリ

10b 可搬式モーダルインパクト試験アセンブリ

12 モーダルインパクト試験システム

12a 固定モーダルインパクト試験システム

12b 可搬式モーダルインパクト試験システム

14 第 1 の構成要素セット

16 インパクトアセンブリ

18 サイクル制御要素

18a トリガ回路デバイス

20 信号応答測定デバイス

20a レーザ干渉計デバイス

22 インパクト要素

22a インパクトハンマ

24 弹性駆動要素

24a 調整長板ばね

26 作動要素、アクチュエータ要素

26a 電磁ソレノイド

28 第 2 の構成要素セット

30 第 1 のコントローラ

32a、32b 有線接続要素

34 第 2 のコントローラ

36 データ収集アセンブリ

37a 第 1 の信号ケーブル接続要素

37b 第 2 の信号ケーブル接続要素

38 信号解析器

40 コンピュータ

10

20

30

40

50

4 2	コンピュータプロセッサ	
4 4	電源	
4 6	試験要素、回転試験要素	
4 6 a	試験ディスク	
4 6 b	試験バー	
4 8	ハウジング構造物	
4 8 a	固定ハウジング構造物	
4 8 b	可搬式ハウジング構造物	
5 0	ロードセル	
5 2 a	(インパクト要素 2 2 の) 第 1 の端部	10
5 2 b	(インパクト要素 2 2 の) 第 2 の端部	
5 4	(インパクト要素 2 2 の) 本体部分	
5 6	(インパクト要素 2 2 の第 1 の端部 5 2 a の) 先端部	
5 8	(試験要素 4 6 の) 部分	
6 0 a	(弾性駆動要素 2 4 の) 第 1 の端部	
6 0 b	(弾性駆動要素 2 4 の) 第 2 の端部	
6 2	(弾性駆動要素 2 4 の) 細長い本体部分	
6 4	(弾性駆動要素 2 4 の) 基部	
6 6	調節可能な要素	
6 8、9 8、1 0 6	矢印	20
7 0	プラットホーム要素	
7 2 a	(作動要素 2 6 の) 第 1 の端部	
7 2 b	(作動要素 2 6 の) 第 2 の端部	
7 4	(作動要素 2 6 の) 本体部分	
7 6	(作動要素 2 6 の第 1 の端部 7 2 a の) 磁気先端部	
7 8	(弾性駆動要素 2 4 の細長い本体部分 6 2 の) 部分	
8 0	直立スタンド	
8 2	(直立スタンド 8 0 の) 取付け部分	
8 4 a	(サイクル制御要素 1 8 の) 第 1 の端部	
8 4 b	(サイクル制御要素 1 8 の) 第 2 の端部	30
8 6	(サイクル制御要素 1 8 の) 本体部分	
8 8	コネクタ要素	
8 8 a	ワイヤ	
9 0 a	(信号応答測定デバイス 2 0 の) 第 1 の端部	
9 0 b	(信号応答測定デバイス 2 0 の) 第 2 の端部	
9 2	(信号応答測定デバイス 2 0 の) 本体部分	
9 4	(信号応答測定デバイス 2 0 の第 1 の端部 9 0 a の) 信号応答測定部	
9 6	レーザビーム	
1 0 0	高さ調節要素	
1 0 2	(高さ調節要素 1 0 0 の) 細長い直立部	40
1 0 4	(高さ調節要素 1 0 0 の) 開口部	
1 0 8	(高さ調節要素 1 0 0 の) 基部	
1 1 0	(第 1 のコントローラ 3 0 の) アームトリガスイッチ	
1 1 2	(第 1 のコントローラ 3 0 の) 電力素子	
1 1 4	(アームトリガスイッチ 1 1 0 の) アームスイッチ	
1 1 6	(アームトリガスイッチ 1 1 0 の) トリガスイッチ	
1 1 8	(電力素子 1 1 2 の) 電池パック	
1 2 0	レーザ干渉計コントローラ	
1 2 2	(レーザ干渉計コントローラ 1 2 0 の) 制御インターフェース部	
1 2 4	保持要素	50

## 1 2 4 a 工具ホルダ

1 2 6 回転要素

## 1 2 6 a スピンドル、回転スピンドル

128 機械加工裝置

130 第1の位置

## 1 3 2 第 2 の 位 置

### 1 3 4 第3の位置

1 3 6 第 4 の 位 置

## 138a (ハウジング構造物48の) 第1のタワー部

## 138b (ハウジング構造物48の) 第2のタワー部

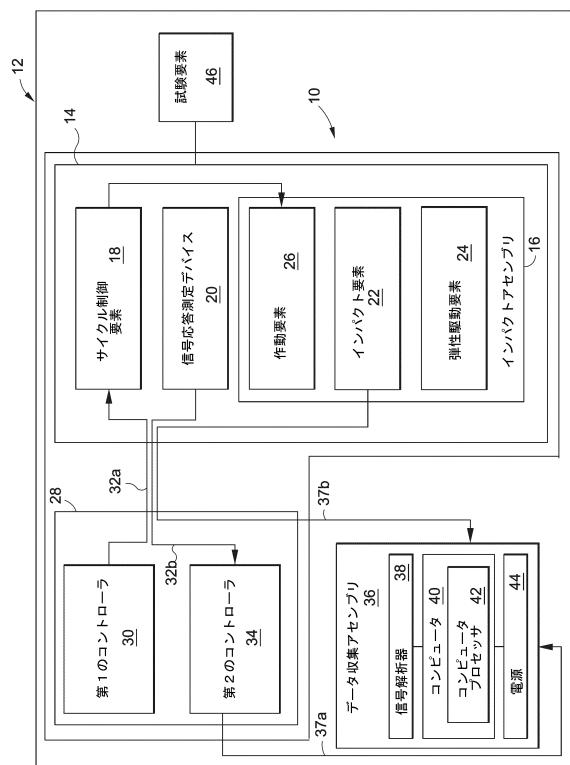
## 1 4 0 (ハウジング構造物 4 8 の) 基部

1 4 2 ( 第 1 の タワー 部 1 3 8 a の ) 細長い切取り部

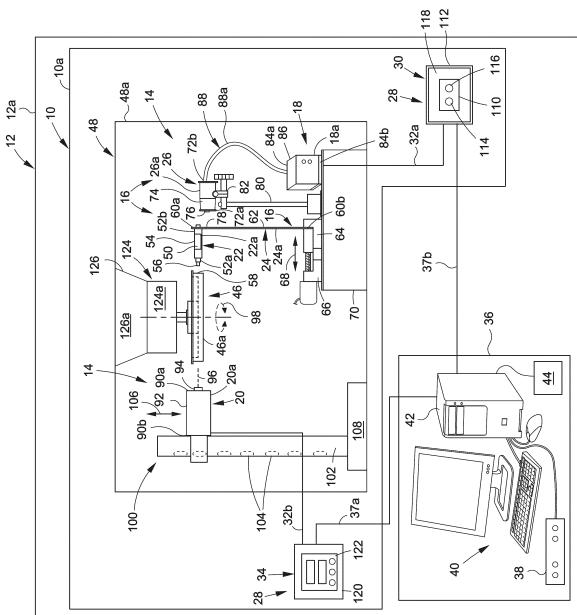
## 144 (第1のタワー部 138aの) 複数の細長いスロット

1 4 6 ( 第 2 の タワー 部 1 3 8 b の ) アクセス 部

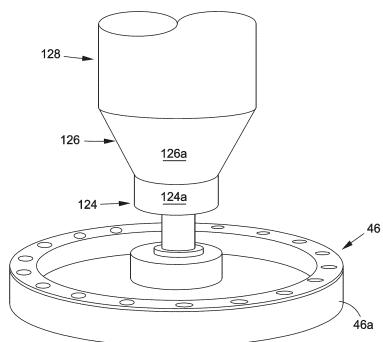
【 図 1 】



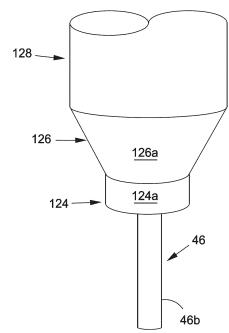
### 【図2A】



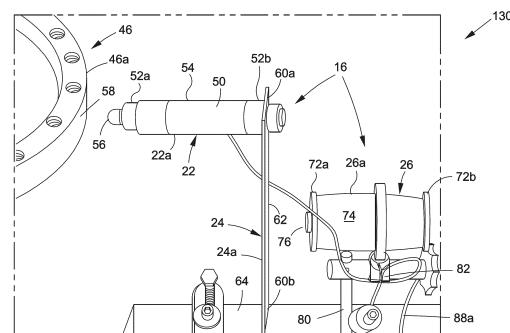
【図 2 B】



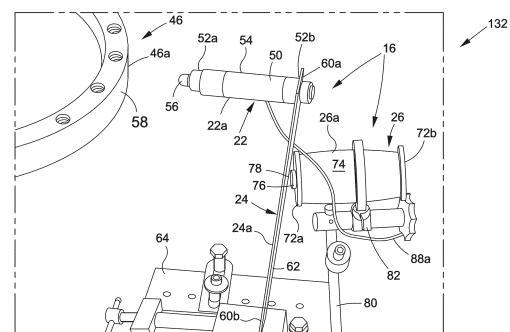
【図 2 C】



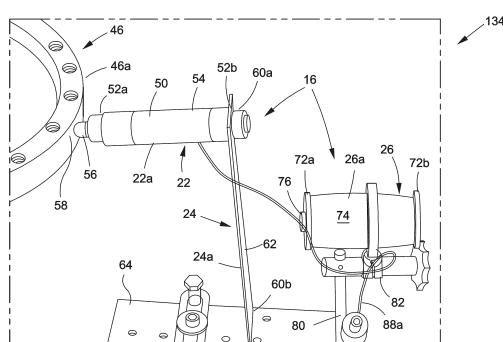
【図 3 A】



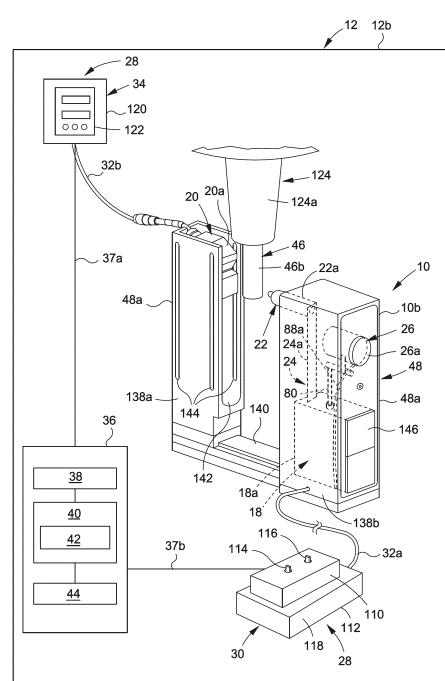
【図 3 B】



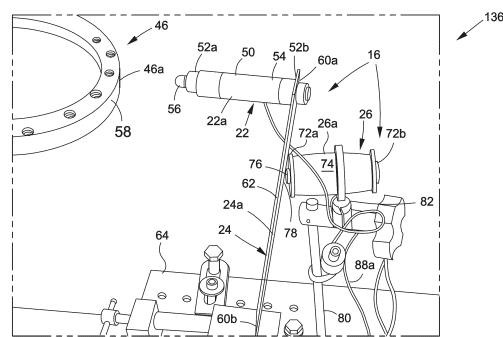
【図 3 C】



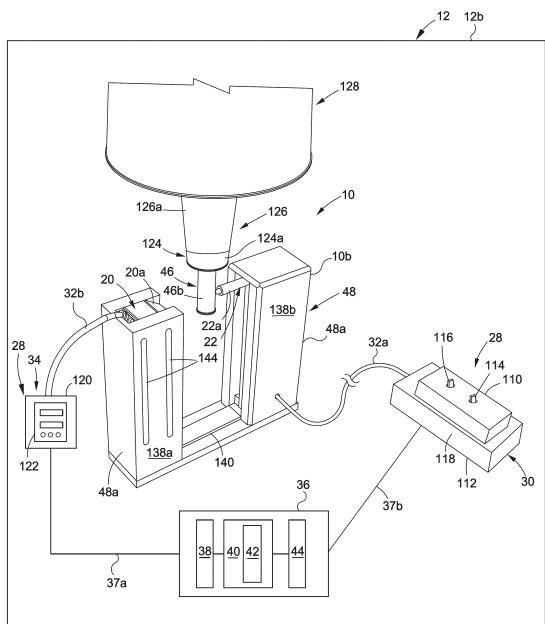
【図 4 A】



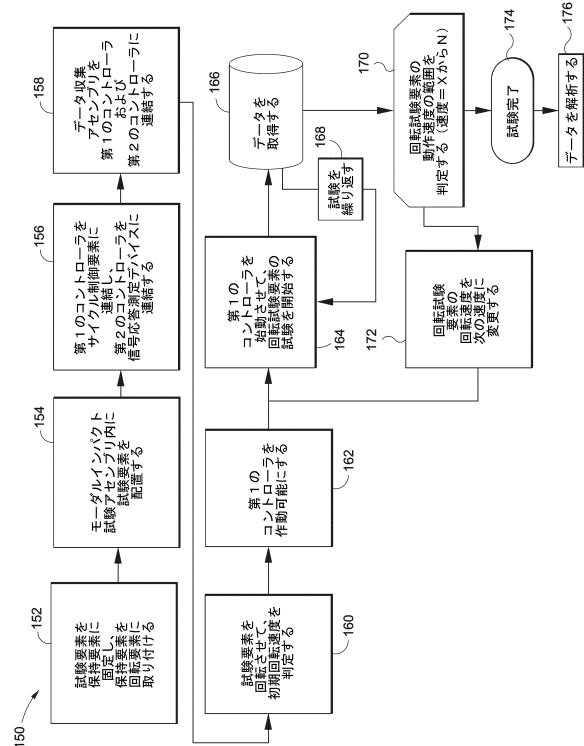
【図 3 D】



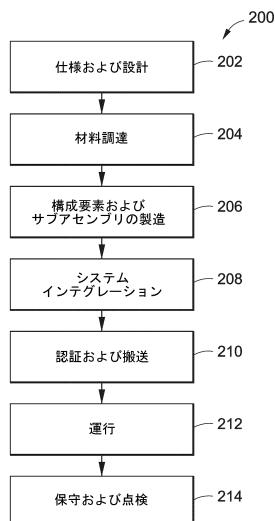
【図4B】



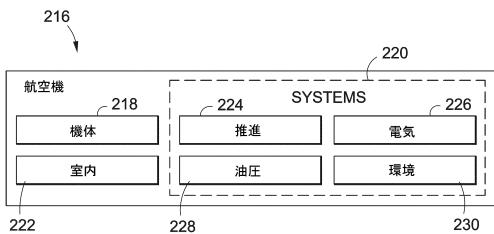
【 図 5 】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

審査官 本村 真也

(56)参考文献 特開2001-153758(JP, A)

特開昭53-123182(JP, A)

特開平11-002586(JP, A)

特開平11-316168(JP, A)

特開2003-034627(JP, A)

特開平03-148033(JP, A)

米国特許出願公開第2004/0093191(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01M 1/00 - 1/38 ; 13/0 - 13/04 ; 99/00

G01H 1/00 - 17/00