

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5954726号
(P5954726)

(45) 発行日 平成28年7月20日 (2016. 7. 20)

(24) 登録日 平成28年6月24日 (2016. 6. 24)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 B 21/16 (2006. 01)

G O 1 B 21/16

G O 1 B 7/06 (2006. 01)

G O 1 B 7/06

M

請求項の数 7 外国語出願 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2011-264460 (P2011-264460)
 (22) 出願日 平成23年12月2日 (2011. 12. 2)
 (65) 公開番号 特開2012-127948 (P2012-127948A)
 (43) 公開日 平成24年7月5日 (2012. 7. 5)
 審査請求日 平成26年12月1日 (2014. 12. 1)
 (31) 優先権主張番号 12/965, 356
 (32) 優先日 平成22年12月10日 (2010. 12. 10)
 (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 義敦
 (72) 発明者 リン, ジョン アール.
 アメリカ合衆国 ワシントン 98038
 , メイプル ヴァレー, サウス イー
 スト 256番 ストリート 24319

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多層構造において層を評価するための装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸を横切って略整列した複数の縁部を呈し、多層構造の少なくとも一部を横断する開口部を囲んでいて、前記軸と略平行である前記多層構造の層間ギャップを評価するための装置であって、

(a) 少なくとも1つのパラメータを検知するように構成された検知ユニット、

(b) 前記検知ユニットと結合されている位置決めユニットであって、

前記多層構造と結合されるときに、位置フレームが実質的に前記開口部を囲み、前記検知ユニットが前記軸に実質的に同軸に整列されるように、前記多層構造と選択的に結合されている位置フレームを含み、前記検知ユニットを前記検知ユニットと前記多層構造との間にすき間がある前記開口部を通して前記軸に略沿って移動させ、前記軸の周りに前記検知ユニットを回転させるように構成された位置決めユニット、ならびに

(c) 前記位置決めユニットおよび前記検知ユニットの少なくとも1つと結合された制御ユニットを備え、前記制御ユニットが、前記検知ユニットに電気信号を供給し、前記検知ユニットが前記複数の縁部を過ぎて移動及び前記開口部内での回転するときに前記少なくとも1つのパラメータの変化を監視し、かつ前記少なくとも1つのパラメータの前記変化を使用して前記多層構造の隣接層間の距離及び前記多層構造の層の厚さの前記評価を行う装置。

【請求項 2】

前記位置決めユニットがマイクロメータユニットとして取り入られている、請求項 1 に

10

20

記載の多層構造の層間ギャップを評価するための装置。

【請求項 3】

前記位置決めユニットが、前記位置決めユニットによる前記検知ユニットの変位を示すように構成されており、前記変位が、前記評価の際に前記制御ユニットによって使用される、請求項 1 に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための装置。

【請求項 4】

前記検知ユニットが渦電流コイルユニットを含んでいる、請求項 1 または 3 に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための装置。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つのパラメータが、前記渦電流コイルユニットが受けるインピーダンスである、請求項 4 に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための装置。

【請求項 6】

多層構造の軸に略沿って異なる材料層の厚さを決定するためのシステムであって、前記厚さが、実質的に前記軸と交差するように位置合わせされ、前記軸と略平行な前記多層構造の少なくとも一部を横断する開口部を実質的に囲んでいる複数の縁部によって画定されるシステムにおいて、

(a) 少なくとも 1 つの電磁パラメータを検知するように構成された電磁センサユニット、

(b) 前記センサユニットと結合されている位置決めユニットであって、前記多層構造と結合されるときに、位置フレームが実質的に前記開口部を囲み、前記センサユニットが前記軸に実質的に同軸に整列されるように、前記多層構造と選択的に結合されている位置フレームを含み、前記センサユニットを前記センサユニットと前記多層構造との間にすき間がある前記開口部を通して前記軸に略沿って移動させ、前記軸の周りに前記センサユニットを回転させる位置決めユニット、ならびに

(c) 前記センサユニットおよび前記位置決めユニットの少なくとも 1 つと結合された監視ユニットであって、前記センサユニットに電気入力信号を供給し、前記センサユニットが前記軸に沿って前記複数の縁部を過ぎて移動及び前記開口部内での回転するときに前記センサユニットから前記少なくとも 1 つの電磁パラメータの変化の示度を受け取り、前記少なくとも 1 つの電磁パラメータの前記変化を使用して前記多層構造の隣接する異なる材料層間の距離及び前記多層構造の異なる材料層の厚さの前記決定を行う監視ユニットを備えるシステム。

【請求項 7】

軸を横切って、前記軸と略平行な多層構造の少なくとも一部を横断する開口部を実質的に囲んでいる略整列した複数の縁部を呈する前記多層構造において層間ギャップを評価し、前記評価を表すマップを生成するための方法であって、

(a) 順不同で、

(1) 少なくとも 1 つのパラメータを検知するように構成された検知ユニットを提供し、

(2) 前記検知ユニットと結合されている位置決めユニットであって、前記多層構造と結合される時に、前記位置決めユニットの位置フレームが実質的に前記開口部を囲み、前記検知ユニットが前記軸に実質的に同軸に整列されるように、前記多層構造と選択的に結合され、前記検知ユニットを前記検知ユニットと前記多層構造との間のすき間のある前記開口部を通して前記軸に略平行に移動させ、前記軸の周りに前記検知ユニットを回転させるように構成された位置決めユニットを提供し、

(3) 前記位置決めユニットおよび前記検知ユニットの少なくとも 1 つと結合された制御ユニットを提供することと

(b) 前記制御ユニットを、前記検知ユニットに電気信号を供給するように動作させることと、

(c) 前記検知ユニットが前記複数の縁部を過ぎて移動及び前記開口部内での回転するとき、前記制御ユニットを、前記少なくとも 1 つのパラメータの変化を監視するように動

10

20

30

40

50

作させることと、

(d) 前記制御ユニットを、前記少なくとも1つのパラメータの前記変化を使用して前記多層構造の隣接層間の距離と前記多層構造の層の厚さの前記評価を行うように動作させることと、

(e) 前記評価を使用して前記マップを生成することとを含む方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、材料試験の装置および方法、特に、多層構造において層間ギャップを含む層を評価するための装置および方法を対象にしている。

【背景技術】

【0002】

多層材料を評価する際には、構造の層間のギャップの大きさを含めた、構造の層に関する情報を知る必要がある場合がある。限定ではなく例として、層の間に過度の応力が存在するかどうかを検討するために、ギャップの大きさを知る必要がある場合がある。多層構造における層の測定または評価は、様々な層の縁部をもたらし得る多層構造の縁部で実行することができる。あるいは、縁部の評価または測定は、構造を横断する、または構造の少なくとも一部の層を横断する開口部内で実行することができる。そうした開口部を、試験用の開口部として特定の用途のために作製すること、または既存の締め具用の開口部を、測定または評価のために使用することが可能である。

【0003】

構造内の様々な層の厚さが分からない場合、多層構造において層の測定または他の評価を実行するのは簡単ではない。多層構造の自由縁部に接近することによって、評価または測定のプロセスをより簡単にすることができる。

【0004】

しかしながら、多層構造における層の様々な厚さが確実なものであることが分っていない状況、特に構造の自由縁部がない場合には、多層構造において層を測定あるいは評価するための装置、システムおよび方法が求められる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

多層構造の層間ギャップを評価するための装置、システムおよび方法が求められている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

軸を横切って略整列した複数の縁部を呈する多層構造において層間ギャップを含む層を評価するための装置は、(a) 少なくとも1つのパラメータを検知するように構成された検知ユニット、(b) 検知ユニットと結合され、検知ユニットを軸に略沿って移動させるように構成された位置決めユニット、ならびに(c) 位置決めユニットおよび検知ユニットの少なくとも1つと結合された制御ユニットを含む。制御ユニットは、検知ユニットに電気信号を供給する。代替の構成において、制御ユニットは、移動中の検知ユニットに電気信号を供給することができる。制御ユニットは、検知ユニットが複数の縁部を過ぎて移動するとき、少なくとも1つのパラメータの変化を監視する。制御ユニットは、その少なくとも1つのパラメータの変化を使用して評価を行う。

【0007】

多層構造の軸に略沿って異なる材料層の厚さを決定するためのシステムが提供され、厚さは、実質的に軸と交差するように位置合わせされた複数の縁部によって画定される。本開示の目的のために、「交差して」という用語は、縁部が軸と一致しない、または軸に平行ではないことを意味すると解釈することができる。システムは、(a) 少なくとも1つ

10

20

30

40

50

の電磁パラメータを検知するように構成された電磁センサユニット、(b)センサユニットと結合され、センサユニットを軸に略沿って移動させる位置決めユニット、ならびに(c)センサユニットおよび位置決めユニットの少なくとも1つと結合された監視ユニットを含む。監視ユニットは、センサユニットに電気入力信号を供給し、センサユニットが軸に沿って複数の縁部を過ぎて移動するとき、センサユニットから少なくとも1つの電磁パラメータの変化の示度を受け取る。監視ユニットは、その少なくとも1つの電磁パラメータの変化を使用して決定を行う。

【0008】

軸を横切って略整列した複数の縁部を呈する多層構造において層間ギャップを含む層を評価し、評価を表すマップを生成するための方法は、(a)順不同で、(1)少なくとも1つのパラメータを検知するように構成された検知ユニットを提供し、(2)検知ユニットと結合されて、検知ユニットを軸に略平行に移動させるように構成された位置決めユニットを提供し、(3)位置決めユニットおよび検知ユニットの少なくとも1つと結合された制御ユニットを提供することと、(b)制御ユニットを、移動中の検知ユニットに電気信号を供給するように動作させることと、(c)検知ユニットが複数の縁部を過ぎて移動するとき、制御ユニットを、少なくとも1つのパラメータの変化を監視するように動作させることと、(d)制御ユニットを、その少なくとも1つのパラメータの変化を使用して評価を行うように動作させることと、(e)評価を使用してマップを生成することを含む。

【0009】

したがって、本開示の特徴は、多層構造の層を測定あるいは評価するための装置、システムおよび方法を提供することである。

【0010】

本開示の他の特徴は、多層構造の層間ギャップを評価するための装置、システムおよび方法を提供することである。

【0011】

添付図面と共に考察すると、以下の明細書および特許請求の範囲から、本開示の他の目的および特徴が明らかになるであろう。添付図面では、本開示の好ましい実施形態を図示する様々な図において、同様の要素は同様の参照番号を用いて符号が付けられている。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本開示の教示による、多層構造の層を評価するための例示的な装置およびシステムの部分断面平面図である。

【図2】多層構造の層を評価するための本開示の使用を図示する概略図である。

【図3】開口部のまわりの異なるクロックポジションで多層構造の層を評価するための、本開示の使用を図示する概略図である。

【図4】本開示の方法を図示する流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本明細書では、「結合される」および「接続される」という用語が、派生語と共に用いられることがある。これらの用語は、互いに同義語として意図されるものではないことを理解すべきである。むしろ、特定の実施形態では、「接続される」を、2つ以上の要素が物理的もしくは電氣的に互いに直接的に接触していることを表すのに用いることがある。

「結合される」は、2つ以上の要素が物理的もしくは電氣的に互いに直接的もしくは(それらの要素間に他の介在する要素を伴って)間接的に接触していること、または(例えば、原因と結果の関係のように)2つ以上の要素が互いに協働もしくは相互作用することを表すのに用いることがある。

【0014】

図1は、本開示の教示による、多層構造の層を評価するための例示的な装置およびシステムの部分断面平面図である。本明細書で使用する時、「例示的な」という用語は例を

表し、必ずしも理想的なものを表すわけではない。図 1 では、多層構造の層間ギャップを評価するための装置 10 は、検知ユニット 12、位置決めユニット 14 および制御ユニット 16 を含むことができる。

【0015】

位置決めユニット 14 は、(図 1 の断面に示す)位置決めフレーム 20 および移動ユニット 22 を含むことができる。位置決めフレーム 20 は、くぼみ 26 と連通する開口部 24 をもたすことができる。開口部 24 およびくぼみ 26 は、軸 27 のまわりに実質的に対称に位置付けることができる。

【0016】

検知ユニット 12 は、センサ担体 32 によって取り付けられたセンサユニット 30 を含むことができる。センサ担体 32 は、開口部 24 の中に摺動するように受け入れられ、移動ユニット 22 に接して支えることができる。ベアリング要素 34 は、移動ユニット 22 とセンサ担体 32 の間の実質的にすべての接触部をもたすことができる。限定ではなく例として、ベアリング要素 34 を、移動ユニット 22 およびセンサ担体 32 の一方と入れ子式に係合されたボールベアリングとして実現すること、またはベアリング要素 34 を、移動ユニット 22 およびセンサ担体 32 の一方から延びる一体成形された突起として実現することが可能である。センサユニット 30 は、限定ではなく例として、電気接続導体 36 を介するなどして制御ユニット 16 と結合することができる。制御ユニット 16 は、限定ではなく例として、電気接続導体 37 を介するなどして移動ユニット 22 と結合することもできる。制御ユニット 16 は、センサユニット 30 に電気信号を供給することができる。代替の構成において、制御ユニット 16 は、移動ユニット 22 の移動中、センサユニット 30 に電気信号を供給することができる。電気信号は渦電流とすることができる。センサユニット 30 は、渦電流コイルユニットとして実現することができる。そうした渦電流コイルユニットは、センサユニット設計の技術分野の技術者には知られており、したがって、図 1 には詳しく図示していない。

【0017】

センサ担体 32 の肩部 33 と、位置決めフレーム 20 に関連付けられた止め部 35 との間に、バイアス部材 38 を配置することができる。止め部 35 は、限定ではなく例として、くぼみ 26 の中に一体成形すること、くぼみ 26 の中に取り付けること、あるいは実質的に動かないように配置してバイアス部材 38 用の止め部をもたすことが可能である。バイアス部材 38 は、センサ担体 32 を静止状態の配向にするように位置付けることができる。図 1 に図示する例示的な実施形態では、センサユニット 30 が位置決めフレーム 20 を超える延長部「e」を減少させるために、バイアス部材 38 が、センサ担体 32 を図 1 の上方に押し進める螺旋状の圧縮ばねとして実現されていることを理解することができる。

【0018】

移動ユニット 22 は、限定ではなく例として、深さゲージまたはマイクロメータユニットとして実現することができる。センサユニット 30 による延長部「e」を増大させる形でセンサ担体 32 を実質的に軸 27 に沿って進めるように、移動ユニット 22 を、くぼみ 26 の中でバイアスユニット 38 によって与えられるバイアス力に逆らって進ませることができる。位置決めユニット 22、センサユニット 30 および多層構造の間の相互作用に関する詳細について、図 2 と共にさらに詳しく記載する。

【0019】

図 2 は、多層構造の層を評価するための本開示の使用を図示する概略図である。図 2 では、概して図 1 と共に記載したように構成された装置 10 が、多層構造 40 を評価するように取り付けられた配向で図示されている。

【0020】

多層構造 40 は、頂面 41 から深さ d_1 だけ延びる第 1 の層 42 を含むことができる。第 2 の層 44 は、頂面 41 からの距離 d_2 と距離 d_3 の間に延びることができる。第 3 の層 46 は、頂面 41 からの距離 d_4 と距離 d_5 の間に延びることができる。第 4 の層 48

10

20

30

40

50

は、頂面 4 1 からの距離 d_6 と距離 d_7 の間に延びることができる。

【0021】

層 4 2、4 4 は、頂面 4 1 からの距離 d_1 と距離 d_2 の間にギャップ 4 3 を設けることができる。層 4 4、4 6 は、頂面 4 1 からの距離 d_3 と距離 d_4 の間に中間層 4 5 を設けることができる。層 4 6、4 8 は、頂面 4 1 からの距離 d_5 と距離 d_6 の間に中間層 4 7 を設けることができる。中間層 4 5、4 7 は、隣接する層 4 4、4 6、4 8 とは異なる材料で実現することができる。中間層 4 5、4 7 および層 4 4、4 6、4 8 はそれぞれ、異なる材料で実現することができる。

【0022】

多層構造 4 0 は、実質的に軸 5 2 のまわりに位置付けられた開口部 5 0 をもたすことができる。したがって、層 4 4、4 6、4 8 は、軸 5 2 を横切って略整列した複数の縁部をもたすことができる。複数の縁部は、実質的に軸 5 2 に対して交差するように配置して位置合わせすることができる。

【0023】

多層構造 4 0 の評価を実行するために、ユーザは、センサユニット 5 4 を軸 5 2 に略平行に矢印 5 6 で表す方向に移動させて、層 4 2 からの延長部 e を変動させるように、装置 1 0 に関連付けられた移動ユニット（図 2 には見られず、図 1 の移動ユニット 2 2 を参照）を進めることができる。

【0024】

センサユニット 5 4 は、多層構造 4 0 を横断するように移動させることができるため、センサユニット 5 4 によって検知される異なる特性を示す異なる材料に隣接するように位置付けることが可能である。限定ではなく例として、センサユニット 5 4 は、制御ユニット（図 2 には見られず、図 1 の制御ユニット 1 6 を参照）と協働して、インピーダンスの差を測定するように構成することができる。この配置は、センサユニット 5 4 を実質的に、ブリッジの少なくとも一部が評価される材料に隣接する、一種のホイートストンブリッジとして構成することによって行うことができる。ホイートストンブリッジを使用し、一部が未知のインピーダンスを含むブリッジ回路の 2 つの部分または脚部を釣り合わせることで、未知の電気抵抗またはインピーダンスを測定することができる。ここでは、そうしたホイートストンブリッジの詳細は記載しないが、センサ設計の技術分野の技術者の理解の範囲内である。

【0025】

センサユニット 5 4 は開口部 5 0 を介して多層構造 4 0 を横断するため、センサユニット 5 4 が層 4 2、4 4、4 6、4 8、ギャップ 4 3 および中間層 4 5、4 7 のそれぞれを通過するとき、センサユニット 5 4 によってインピーダンスの変化を検知することができる。センサユニット 5 4 によって検知されたインピーダンスが変動するとき、装置 1 0 がセンサユニット 5 4 を開口部 5 0 の中に延ばしている深さに注目することによって、各層 4 2、4 4、4 6、4 8、ギャップ 4 3 および各中間層 4 5、4 7 の厚さを確かめることができる。

【0026】

センサユニット 5 4 は、限定ではなく他の例として、磁束または静電容量など、インピーダンス以外の別のパラメータを検知するように構成することができる。限定ではなく例として、実質的に軸 5 2 に平行な面に沿って得られるセンサユニット 5 4 の断面などの大きさが、センサユニット 5 4 によって決定可能とすることができる変化の分解能に影響を及ぼすことがある。断面が小さくなると、上面 4 1 からの距離 d_1 における層 4 4 の材料からエアギャップ 4 3 への移行など、測定されるパラメータの変化が生じる得る場所をより細かく識別可能にすることができる場合がある。

【0027】

センサ設計の技術分野の技術者は、評価のために、多層構造 4 0 を横断する開口部の内側の周囲縁部ではなく多層構造 4 0 の露出した縁部がもたらされる状況でも、装置 1 0 が実質的に図 2 と共に記載したように動作可能であることを理解することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

図 3 は、開口部のまわりの異なるクロックポジションで多層構造の層を評価するための、本開示の使用を図示する概略図である。図 3 において、多層構造 6 0 は、エアギャップ 6 3 によって隔てられた材料層 6 2、6 4 を含むことができる。軸 7 2 のまわりで実質的に対称である開口部 7 1 が、多層構造 6 0 を横断することができる。

【 0 0 2 9 】

装置 1 0 と実質的に同様に構成された装置（図 3 には見られず、図 1 および 2 を参照）を、開口部 5 0 に関して図 2 に図示した取り付けと同様の形で開口部 7 1 に取り付けることができる。概して図 2 と共に記載したように、挿入された装置 1 0 によって一連の評価を実施することができる。しかしながら、エアギャップ 6 3 の延長部についてより完全な評価を得るために、複数の連続した評価を実施することができる。そうしたより完全な評価はおそらく、開口部 7 1 の外周付近の複数の位置で、インピーダンスなどの電氣的なパラメータに関する一連の評価の読み取りを実施することによって実行することができる。限定ではなく例として、12 時の位置 7 2 で一連の評価の読み取りを実施することができる。12 時の位置 7 2 での評価が完了した後、3 時の位置 7 4 など他のクロックポジションで一連の評価の読み取りを実施することができるように、装置 1 0 を回転させてもよい。あるいは、3 時の位置 7 4 の評価が可能になるように、移動ユニット 2 2 または検知ユニット 1 2 など装置 1 0 の一部を回転させてもよい。3 時の位置 7 4 での評価が完了した後、8 時の位置 7 6 など他のクロックポジションで一連の評価の読み取りを実施することができるように、装置 1 0 を回転させてもよい。開口部 7 1 のまわりで、そうした異なるクロックポジションにおける一連の評価を実施することによって、図 3 に示すケースのように、開口部 7 1 のまわりでエアギャップ 6 3 の層 6 2、6 4 からの間隔が均一でないかどうかを確かめることを可能にすることができる。

【 0 0 3 0 】

図 4 は、本開示の方法を示す流れ図である。図 4 では、多層構造において層間ギャップを評価して前記評価を表すマップを生成する方法 1 0 0 は、開始位置 1 0 2 から始まる。多層構造は、軸を横切って略整列した複数の縁部を呈する。

【 0 0 3 1 】

方法 1 0 0 は、続いて、順不同に、（1）ブロック 1 0 4 によって示すように、少なくとも 1 つのパラメータを検知するように構成された検知ユニットを提供すること、（2）ブロック 1 0 6 によって示すように、検知ユニットと結合され、検知ユニットを軸に略平行に移動させるように構成することができる位置決めユニットを提供すること、ならびに（3）ブロック 1 0 8 によって示すように、位置決めユニットおよび検知ユニットの少なくとも 1 つと結合された制御ユニットを提供することを行う。

【 0 0 3 2 】

方法 1 0 0 は、続いて、ブロック 1 1 0 によって示すように、制御ユニットを、検知ユニットに電気信号を供給するように動作させる。あるいは、電気信号は、検知ユニットの移動中に検知ユニットに供給されてもよい。

【 0 0 3 3 】

方法 1 0 0 は、続いて、ブロック 1 1 2 によって示すように、検知ユニットが複数の縁部を過ぎて移動するとき、制御ユニットを、少なくとも 1 つのパラメータの変化を監視するように動作させる。

【 0 0 3 4 】

方法 1 0 0 は、続いて、ブロック 1 1 4 によって示すように、制御ユニットを、少なくとも 1 つのパラメータの変化を使用して評価を行うように動作させる。

【 0 0 3 5 】

方法 1 0 0 は、続いて、ブロック 1 1 6 によって示すように、評価を使用してマップを生成する。マップは、図形表示の形、図形表示の表形式の表現、またはユーザに有用な他の形式とすることができる。マップは、後で使用または評価するために、記憶装置に記憶させることができる。

【 0 0 3 6 】

方法 1 0 0 は、終了位置 1 1 8 で終わる。

【 0 0 3 7 】

示された詳細な図面および特定の例は、本開示の好ましい実施形態を記述するが、説明のためのものにすぎず、本開示の装置および方法は、開示されたとおりの細部および条件に限定されず、以下の特許請求の範囲によって定められる本開示の趣旨から逸脱することなく、細部および条件に様々な変更を加えることが可能であることを理解されたい。

また、本願は以下に記載する態様を含む。

(態 様 1)

軸を横切って略整列した複数の縁部を呈する多層構造の層間ギャップを評価するための装置であって、

- (a) 少なくとも 1 つのパラメータを検知するように構成された検知ユニット、
- (b) 前記検知ユニットと結合されて、前記検知ユニットを前記軸に略沿って移動させるように構成された位置決めユニット、ならびに
- (c) 前記位置決めユニットおよび前記検知ユニットの少なくとも 1 つと結合された制御ユニット

を備え、前記制御ユニットが、前記検知ユニットに電気信号を供給し、前記検知ユニットが前記複数の縁部を過ぎて移動するときに前記少なくとも 1 つのパラメータの変化を監視し、かつ前記少なくとも 1 つのパラメータの前記変化を使用して前記評価を行う装置。

(態 様 2)

前記複数の縁部が、前記軸と略平行な前記多層構造の少なくとも一部を横断する開口部を実質的に囲んでいる、態様 1 に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための装置。

(態 様 3)

前記位置決めユニットが、前記位置決めユニットによる前記検知ユニットの変位を示すように構成されており、前記変位が、前記評価の際に前記制御ユニットによって使用される、態様 1 に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための装置。

(態 様 4)

前記位置決めユニットがマイクロメータユニットとして実現されている、態様 1 に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための装置。

(態 様 5)

前記検知ユニットが渦電流コイルユニットを含んでいる、態様 1 に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための装置。

(態 様 6)

前記少なくとも 1 つのパラメータが、前記渦電流コイルユニットが受けるインピーダンスである、態様 5 に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための装置。

(態 様 7)

前記位置決めユニットが、前記位置決めユニットによる前記検知ユニットの変位を示すように構成されており、前記変位が、前記評価の際に前記制御ユニットによって使用される、態様 2 に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための装置。

(態 様 8)

前記検知ユニットが渦電流コイルユニットを含んでいる、態様 7 に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための装置。

(態 様 9)

前記少なくとも 1 つのパラメータが、前記渦電流コイルユニットが受けるインピーダンスである、態様 8 に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための装置。

(態 様 1 0)

多層構造の軸に略沿って異なる材料層の厚さを決定するためのシステムであって、前記厚さが、実質的に前記軸と交差するように位置合わせされた複数の縁部によって画定されるシステムにおいて、

- (a) 少なくとも 1 つの電磁パラメータを検知するように構成された電磁センサユニッ

10

20

30

40

50

ト、

(b) 前記センサユニットと結合されて、前記センサユニットを前記軸に略沿って移動させる位置決めユニット、ならびに

(c) 前記センサユニットおよび前記位置決めユニットの少なくとも1つと結合された監視ユニットであって、前記センサユニットに電気入力信号を供給し、前記センサユニットが前記軸に沿って前記複数の縁部を過ぎて移動するときに前記センサユニットから前記少なくとも1つの電磁パラメータの変化の示度を受け取り、前記少なくとも1つの電磁パラメータの前記変化を使用して前記決定を行う監視ユニットを備えるシステム。

(態様11)

10

前記複数の縁部が、前記軸と略平行な前記多層構造の少なくとも一部を横断する開口部を実質的に囲んでいる、態様10に記載の多層構造の軸に略沿って異なる材料層の厚さを決定するためのシステム。

(態様12)

前記位置決めユニットが、前記位置決めユニットによる前記検知ユニットの変位を示すように構成されており、前記変位が、前記決定の際に前記監視ユニットによって使用される、態様11に記載の多層構造の軸に略沿って異なる材料層の厚さを決定するためのシステム。

(態様13)

前記位置決めユニットがマイクロメータユニットとして実現される、態様12に記載の多層構造の軸に略沿って異なる材料層の厚さを決定するためのシステム。

20

(態様14)

前記センサユニットが渦電流コイルユニットを含んでいる、態様13に記載の多層構造の軸に略沿って異なる材料層の厚さを決定するためのシステム。

(態様15)

前記少なくとも1つの電磁パラメータが、前記渦電流コイルユニットが受けるインピーダンスである、態様14に記載の多層構造の軸に略沿って異なる材料層の厚さを決定するためのシステム。

(態様16)

軸を横切って略整列した複数の縁部を呈する多層構造において層間ギャップを評価し、前記評価を表すマップを生成するための方法であって、

30

(a) 順不同で、

(1) 少なくとも1つのパラメータを検知するように構成された検知ユニットを提供し、

(2) 前記検知ユニットと結合されて、前記検知ユニットを前記軸に略平行に移動させるように構成された位置決めユニットを提供し、

(3) 前記位置決めユニットおよび前記検知ユニットの少なくとも1つと結合された制御ユニットを提供することと

(b) 前記制御ユニットを、前記検知ユニットに電気信号を供給するように動作させることと、

40

(c) 前記検知ユニットが前記複数の縁部を過ぎて移動するとき、前記制御ユニットを、前記少なくとも1つのパラメータの変化を監視するように動作させることと、

(d) 前記制御ユニットを、前記少なくとも1つのパラメータの前記変化を使用して前記評価を行うように動作させることと、

(e) 前記評価を使用して前記マップを生成することを含む方法。

(態様17)

前記複数の縁部が、前記軸と略平行な前記多層構造の少なくとも一部を横断する開口部を実質的に囲む、態様16に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための方法。

(態様18)

50

前記位置決めユニットが、前記位置決めユニットによる前記検知ユニットの変位を示すように配置されたマイクロメータユニットであり、前記変位を、前記評価の際に前記制御ユニットが使用する、態様 17 に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための方法。

(態様 19)

前記検知ユニットが渦電流コイルユニットを含む、態様 18 に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための方法。

(態様 20)

前記少なくとも 1 つのパラメータが、前記渦電流コイルユニットが受けるインピーダンスである、態様 19 に記載の多層構造の層間ギャップを評価するための方法。

【符号の説明】

10

【 0 0 3 8 】

- 1 0 装置
- 1 2 検知ユニット
- 1 4 位置決めユニット
- 1 6 制御ユニット
- 2 0 位置決めフレーム
- 2 2 移動ユニット
- 2 4 開口部
- 2 6 くぼみ
- 2 7 軸
- 3 0 センサユニット
- 3 2 センサ担体
- 3 3 肩部
- 3 4 ベアリング要素
- 3 5 止め部
- 3 6 電気接続導体
- 3 7 電気接続導体
- 3 8 バイアス部材
- e 延長部
- 4 0 多層構造
- 4 1 頂面
- 4 2、4 4、4 6、4 8 層
- 4 3 エアギャップ
- 4 5、4 7 中間層
- 5 0 開口部
- 5 2 軸
- 5 4 センサユニット
- 6 0 多層構造
- 6 2、6 4 材料層
- 6 3 エアギャップ
- 7 1 開口部
- 7 2 軸
- 7 2 1 2 時の位置
- 7 4 3 時の位置
- 7 6 8 時の位置

20

30

40

フロントページの続き

(72)発明者 トンプソン, ジェフリー ジー.
アメリカ合衆国 ワシントン 98042, ケント, 145番 ストリート 27417

審査官 櫻井 仁

(56)参考文献 特開平09-318784(JP,A)
特開2006-349377(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B 21/00 - 21/32
G01B 7/00 - 7/34