

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-114333

(P2015-114333A)

(43) 公開日 平成27年6月22日 (2015.6.22)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
GO1B	5/12	(2006.01)	GO1B 5/12
FO1D	25/00	(2006.01)	FO1D 25/00 V
FO2C	7/00	(2006.01)	FO1D 25/00 F
FO1D	5/10	(2006.01)	FO2C 7/00 A
FO1D	25/04	(2006.01)	FO1D 5/10

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L 外国語出願 (全 30 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-252368 (P2014-252368)
 (22) 出願日 平成26年12月12日 (2014.12.12)
 (31) 優先権主張番号 14/105, 251
 (32) 優先日 平成25年12月13日 (2013.12.13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 599078705
 シーメンス エナジー インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 32826-2399
 フロリダ オーランド アラファヤ トレイル 4400
 (74) 代理人 100114890
 弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
 (74) 代理人 100099483
 弁理士 久野 琢也
 (72) 発明者 プラヴィーン ジェイ. マトラプディ
 アメリカ合衆国 テキサス ヒューストン
 ベイ エアリア ブールヴァード 4300
 アpartment 1022

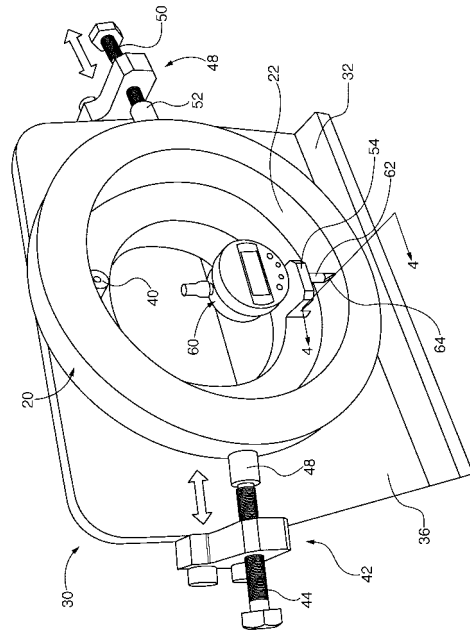
(54) 【発明の名称】 ガスタービンの減衰コーンの内径を測定する方法および装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 球状の凸状内径形状を有する減衰コーンを含む、リング状のガスタービンの減衰コーンの内径を正確に測定する方法および装置を提供する。

【解決手段】 軸方向端面と内径面22とを備える減衰コーン20の内径を測定する方法であって、基準平面を形成する測定固定具30であって、基準平面から上方向に突出する、接触面を形成する位置決めピン40と、位置決めピン接触面と一直線上にある変位軸線を形成する変位指針64を有する、測定固定具30に連結された変位インジケータ60とを有する測定固定具30を提供すること、軸方向端面と内径面22とを有する減衰コーン20を提供すること、位置決めピン接触面と変位指針64とを減衰コーン内径面22内に周方向に囲み、かつ軸方向端面を基準平面に対して当接させることと、変位指針64の変位位置を位置決めピン接触面に関して関連付けることによって減衰コーン内径を測定する方法。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

軸方向端面と少なくとも 1 つの内径面とを備える略リング状のガスタービンエンジン減衰コーンの内径を測定する方法であって、

基準平面を形成する測定固定具であって、前記形成された基準平面から上方向に突出する、接触面を形成する位置決めピンと、位置決めピン接触面と一直線上にある変位軸線を形成する変位指針を有する、前記測定固定具に連結された変位インジケータとを有する測定固定具を提供することと、

軸方向端面と少なくとも 1 つの内径面とを有する略リング状のガスタービンエンジン減衰コーンを提供することと、

前記位置決めピン接触面と前記変位指針とを減衰コーン内径面内に周方向に囲み、かつ前記軸方向端面を前記基準平面に対して当接させることと、

インジケータ変位指針の変位位置を前記位置決めピン接触面に関して関連付けることにより減衰コーン内径を測定することと、を含む略リング状のガスタービンエンジン減衰コーンの内径を測定する方法。

【請求項 2】

前記インジケータを用いて最大内径変位測定値を得るために、前記減衰コーンを前記位置決めピンに関して揺動させることをさらに含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記減衰コーンの直径外面に対して当接する、前記測定固定具に連結された少なくとも 1 つのプッシュアセンブリによって減衰コーンの揺動が行われる、請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記変位指針は、前記位置決めピン接触面に平行に方向付けられた直線縁部を有する刃形指針を備える、請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】

前記刃形指針の前記直線縁部は、前記基準平面に直交して方向付けられている、請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

前記基準平面は、前記減衰コーンの前記軸方向端面に対して当接するための 3 つの基準ボタンによって形成されている、請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】

固定具に基準減衰コーンゲージを配置し、かつ変位指針の基準変位位置を測定することと、

前記固定具において前記基準減衰コーンゲージを検査される減衰コーンに置き換え、かつ第 2 の変位指針変位位置を測定することと、

前記基準変位位置と第 2 の変位位置とを比較することと、によって減衰コーンの内径を測定する、請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

請求項 7 記載の方法を使用して減衰コーンの内径を検査する方法であって、

基準変位位置と第 2 の変位位置とを比較することと、

前記基準変位位置および前記変位位置が許容仕様公差ばらつき内にある場合、前記検査される減衰コーンを内径仕様を満たすものとして指定することと、

前記基準変位位置および前記変位位置が前記許容仕様公差ばらつきの範囲外にある場合、前記内径仕様を満たさないことと、を含む減衰コーンの内径を検査する方法。

【請求項 9】

減衰コーンに関して複数の周方向位置において内径を測定することをさらに含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 10】

軸方向端面と球状または別の凸状の内径面形状とを備える略リング状のガスタービンエンジン減衰コーンの内径を測定する方法であって、

10

20

30

40

50

基準平面を形成する測定固定具であって、前記形成された基準平面から上方向に突出する、接触面を形成する位置決めピンと、前記基準平面に直交して方向付けられ、かつ位置決めピン接触面に平行に方向付けられた直線縁部を有する刃形変位指針を有する、前記測定固定具に連結された変位インジケータであって、該変位インジケータは前記位置決めピン接触面と一直線上にある変位軸線を形成している変位インジケータと、を有する測定工程具を提供することと、

前記位置決めピン接触面と前記刃形変位指針とを減衰コーンの内径面内に周方向に囲み、かつ前記軸方向端面を前記基準平面に対して当接させることと、

前記インジケータによって最大内径変位測定値を得るために、前記減衰コーンを前記位置決めピンに関して揺動させ、かつ前記インジケータの刃形部の最大直径変位位置を前記位置決めピン接触面に関して関連付けることによって、前記減衰コーンの内径を測定することと、を含む略リング状のガスタービンエンジン減衰コーンの内径を測定する方法。

10

【請求項 1 1】

軸方向端面と少なくとも 1 つの内径とを備える略リング状のガスタービンエンジン減衰コーンの内径を測定する装置であって、

基準平面を形成するベース部と、

前記形成された基準平面から上方向に突出する、接触面を形成する位置決めピンと、

位置決めピン接触面と一直線上にある変位軸線を形成する変位指針を有する、前記ベース部に連結された変位インジケータと、を備え、

前記位置決めピン接触面と前記変位指針とを減衰コーン内径面内に周方向に囲み、前記減衰コーンの前記軸方向端面を前記基準平面に当接させ、かつ前記位置決めピン接触面に関するインジケータ変位指針の変位位置を前記内径に関連付けることによって、前記減衰コーンの内径を測定する、略リング状のガスタービンエンジン減衰コーンの内径を測定する装置。

20

【請求項 1 2】

前記ベース部に傾斜した角度で接続された測定プレートと、

減衰コーンの軸方向端面に対して当接するための、前記測定プレートに連結された、前記基準平面を形成している 3 つの基準ボタンと、をさらに備える請求項 1 1 記載の装置。

【請求項 1 3】

前記測定プレートに連結された選択的に並進可能なねじを有する少なくとも 1 つのプッシュアセンブリであって、前記インジケータによって最大内径変位測定値を得るために、前記ねじを前記減衰コーンの直径外面に当接した状態で並進させることによって前記位置決めピンに関して前記減衰コーンを揺動させる少なくとも 1 つのプッシュアセンブリ、をさらに備える請求項 1 2 記載の装置。

30

【請求項 1 4】

前記位置決めピンは前記測定プレートに連結されており、前記インジケータは、インジケータホルダおよびスプリットカラーによって前記測定プレートに連結されている、請求項 1 2 記載の装置。

【請求項 1 5】

前記変位指針は、前記位置決めピン接触面に平行に方向付けられた直線縁部を有する刃形指針を備える、請求項 1 1 記載の装置。

40

【請求項 1 6】

前記刃形指針の前記直線縁部は前記基準平面に直交して方向付けられている、請求項 1 5 記載の装置。

【請求項 1 7】

前記ベース部に傾斜した角度で連結された第 1 の測定プレートおよび第 2 の測定プレートと、

減衰コーンの軸方向端面に対して当接するための、測定プレートそれぞれに連結された 3 つの基準ボタンであって、基準ボタンは第 1 の基準平面および第 2 の基準平面をそれぞれ形成している 3 つの基準ボタンと、

50

前記第 1 の基準平面および前記第 2 の基準平面それぞれから上方向に突出した、それぞれ接触面を形成している第 1 の位置決めピンおよび第 2 の位置決めピンと、

前記第 1 の測定プレートおよび前記第 2 の測定プレートそれぞれに連結された第 1 の変位インジケータおよび第 2 の変位インジケータであって、各インジケータは、各位置決めピン接触面と一直線上にある変位軸線を形成している変位指針を有する、第 1 の変位インジケータおよび第 2 の変位インジケータとをさらに備える、請求項 1 1 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスタービンエンジンの略リング状の減衰コーンの内径を測定する方法および装置に関する。特に、本発明は、球状または別の凸状の内径面形状を有する減衰コーンの内径を測定する方法および装置にも関する。

10

【背景技術】

【0002】

減衰コーンは、リング状の構成部分である。リング状の構成部分は、ガスタービンエンジンのロータタイロッドとタービンディスク列との間において半径方向および軸方向に配置され、各列をロータに沿って連続的に連結し、かつディスク列とロータタイロッドとの間の境界の半径方向の同心性を維持する。ガスタービンエンジンの直径、軸方向長さおよび回転質量が大きいため、回転機械の振動を最小化するには、減衰コーンを、均一な半径の同心状の内径が数 10 マイクロメートル内の公差仕様内になるように精密に加工する必要がある。減衰コーンは、内径面のピークにおいてロータタイロッドとの一定半径の円形線状の当接関係を形成するために、球状または別の凸状の内径面形状を有することが多い。図 1 および図 2 において、ガスタービンエンジン 10 は、回転可能に取り付けられたロータタイロッド 12 を有しており、ロータタイロッド 12 には、対応するタービン列を形成する、隣り合う軸方向に対向するタービンディスク 14 および 16 が取り付けられている。上流のタービンディスク 16 は、タービンディスク溝 17 を形成しており、下流のタービンディスク 14 はタービンディスク肩部 15 を形成している。

20

【0003】

図 2 および図 4 により明確に示されるように、リング状の減衰コーン 20 は、比較的大きい半径 R の球状の凸状内径面 22 を形成している。球状半径の高点 23 は、ロータタイロッド 12 を囲み、かつ内径 D_1 を形成している接線方向の円形の線接触部を形成している。減衰コーン 20 は、相手側のタービンディスク溝 17 内に軸方向に係合する内径 D_2 の環状リップ 24 も形成している。隣り合う対向するタービンディスク 14 に形成されている肩部 15 は、減衰コーン 20 の外面に軸方向および半径方向に当接し、減衰コーンをタービンディスク 14 および 16 に関して定位置に固定している。

30

【0004】

減衰コーン 20 の内径 D_1 および D_2 を測定する公知の装置および方法は、そのリング直径を形成しているコーン表面に亘って内側マイクロメータを配置するものである。100 ミリメートル超の範囲のリング内径と比べてわずか数十マイクロメートルという比較的小さな公差ばらつきのため、内側マイクロメータの端部が対向するリング直径面と接触する真の形状からの小さな傾斜偏向は、誤った直径測定値につながる。正確な内側マイクロメータの向きは、測定を実施している機械オペレータの経験によっても影響を受ける。従って、反復可能かつ一貫した直径の測定は、マイクロメータの配置の変動および個々の検査者のスキルの影響を受ける。

40

【0005】

従って、球状の凸状内径形状を有する減衰コーンを含む、リング状のガスタービン減衰コーンの内径を正確に測定する方法および装置が必要とされている。

【0006】

リング状のガスタービン減衰コーンの内径が、構成部品の構造仕様および公差内にあるかを正確に測定する方法および装置も必要とされている。

50

【0007】

個々の検査者および他の人間の検査者による検査が一貫して反復可能である、ガスタービンの減衰コーンの内径の測定を容易にする方法および装置もさらに必要とされている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

従って、本発明の実施の形態の示唆される目的は、球状の凸状内径形状を有する減衰コーンを含む、リング状のガスタービン減衰コーンの内径を正確に測定する方法および装置を形成することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の実施の形態の別の示唆される目的は、リング状のガスタービン減衰コーンの内径が構成部品の構造仕様および公差内にあるかを正確に測定する方法および装置を形成することである。

【0010】

本発明の実施の形態のさらなる示唆される目的は、同一の人間の検査者または別の検査者による検査が一貫して反復可能である、ガスタービンの減衰コーンの内径の測定を容易にする方法および装置を形成することである。

【0011】

これらおよび別の目的は、本発明の1つまたは複数の実施の形態において達成され、球状または別の凸状の内径面形状を有する減衰コーンを含む、ガスタービンエンジンの略リング状の減衰コーンの内径は、位置決めピンと一直線上に変位軸線を有する変位インジケータを備えた固定具に減衰コーンを配置することによって測定される。減衰コーンの内径は、一方では位置決めピンの接触面と接触し、他方ではインジケータの変位指針と接触する。インジケータの変位は、減衰コーンの内径と関連している。凸状面形状を有する減衰コーンにおいて、インジケータ変位指針は、凸状の軸方向ピークに配置され、それは、刃形変位指針を使用することによって容易化され得る。減衰コーンの内面の最大直径は、減衰コーンを位置決めピンに関して揺動することによって得られる。漸次的な揺動変位は、減衰コーンの外径面に当接する、固定具に連結された少なくとも1つのプッシュアセンブリを有する固定具の実施の形態によって容易化される。例示的なプッシュアセンブリの実施の形態は、減衰コーンを揺動するねじ付きねじを含む。本発明の方法および装置の実施の形態は、減衰コーンの反復可能かつ正確な検査を容易にし、減衰コーンの内径を測定し、かつ/または検査された減衰コーンが基準減衰コーンと比べて公差仕様内にあるかを測定する。

【0012】

本発明の実施の形態は、基準平面を形成し、かつ形成された基準平面から上方向に突出し、接触面を形成する位置決めピンを有する測定固定具を提供することによって、軸方向端面と少なくとも1つの内径面とを有する略リング状のガスタービンエンジン減衰コーンの内径を測定する方法を特徴とする。測定固定具は、測定固定具と連結されている変位インジケータも有しており、変位インジケータは、位置決めピン接触面と一直線上にある変位軸線を形成している変位指針を有している。軸方向端面と少なくとも1つの内径面とを有する略リング状のガスタービンエンジン減衰コーンは、位置決めピン接触面と変位指針とを減衰コーン内径面内に周方向に囲み、かつ軸方向端面を基準平面に対して当接させることによって、固定具に配置される。減衰コーンの内径は、インジケータの変位指針の変位位置を、位置決めピン接触面に関して関連付けることによって測定される。例えば、インジケータは、インジケータの変位指針測定値が指針と位置決めピン接触面との間の直線距離に関連するように、固定具において向きを定めかつ指数付けすることができる。または、インジケータは、インジケータの変位指針測定値が所望の基準距離からの変動を示すように、固定具において向きを定めかつ指数付けすることができる。

【0013】

本発明の別の実施の形態は、基準平面を形成し、かつ形成された基準平面から上方向に

10

20

30

40

50

突出し、接触面を形成する位置決めピンを有する測定固定具を提供することによって、軸方向端面と球状または別の凸状内径面形状とを有する略リング状のガスタービンエンジン減衰コーンの内径を測定する方法を特徴とする。変位インジケータは、測定固定具に連結されており、基準平面に直交して方向付けられ、かつ位置決めピン接触面に平行に方向付けられた直線縁部を有する刃形変位指針を有する。変位インジケータは、位置決めピン接触面と一直線上にある変位軸線を形成している。減衰コーンは、位置決めピン接触面と変位指針の刃形部とを減衰コーン内径面内に周方向に囲み、かつ軸方向端面を基準平面に対して当接させることによって、固定具に配置される。減衰コーンの内径は、インジケータによって最大内径の変位測定値を得るために減衰コーンを位置決めピンに関して揺動させ、かつインジケータの刃形部の最大直径の変位位置を位置決めピン接触面に関して関連付けることによって測定される。

【0014】

本発明のさらなる実施の形態は、軸方向端面と少なくとも1つの内径とを有する略リング状のガスタービンエンジン減衰コーンの内径を測定する装置を特徴とする。この装置は、基準平面を形成するベース部と、形成された基準平面から上方向に突出する位置決めピンとを備えている。位置決めピンは、接触面を形成している。変位インジケータは、ベース部に連結されており、かつ位置決めピン接触面と一直線上にある変位軸線を形成している変位指針を有する。この装置を使用する場合、減衰コーンの内径は、位置決めピン接触面と変位指針とを減衰コーン内径面内に周方向に囲み、かつ減衰コーンの軸方向端面を基準平面に対して当接させることによって測定される。位置決めピン接触面に関する結果として得られるインジケータの変位指針の変位位置は、測定された減衰コーンの内径に関連している。

【0015】

この装置の実施の形態は、ベース部に傾斜した角度で連結された測定プレートも有しており、3つの基準ボタンが減衰コーンの軸方向端面に対する当接のために測定プレートに連結されている。これらの基準ボタンは、基準平面を形成している。別の実施の形態は、測定プレートに連結された選択的に並進可能なねじを有する少なくとも1つのプッシュアセンブリも特徴としており、ねじを減衰コーンの直径外面に対して当接した状態で並進させることによって位置決めピンに関して減衰コーンを揺動し、インジケータによって最大内径の変位測定値を得る。別の実施の形態では、インジケータの変位指針は、凸状の内径面形状を有する減衰コーンの測定に適した刃形指針を有する。本発明の装置のさらなる実施の形態は、好都合には、減衰コーンの複数の内径を測定するために、2組の位置決めピンおよびインジケータを有する。

【0016】

本発明の各目的および特徴は、当業者によって共同または別々で任意の組み合わせまたは部分的組み合わせで使用することができる。

【0017】

本発明の種々の実施の形態の教示は、添付の図面とともに以下の詳細な説明を考慮することによって容易に理解することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】部分的に組み立てられた公知のガスタービンロータの軸方向の部分断面図を、ロータタイロッドとタービンディスクとの間に配置された公知のリング状の減衰コーンと示す図である。

【図2】公知の例示的な組み立てられた減衰コーン、ロータタイロッドおよび隣り合うタービンディスク対を示す、図1の部分的に組み立てられたロータの詳細な立面図である。

【図3】ガスタービンエンジンの減衰コーンの内径を測定する方法の実施の形態を実施する装置の実施の形態の斜視図である。

【図4】図3の4-4に沿った図3の装置の実施の形態の断面図である。

【図5】ガスタービンエンジンの減衰コーンの内径を測定する装置の別の実施の形態の斜

視図である。

【図6】図5の装置の側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

分かりやすくするために、図面を通じて共通する同じ要素には可能な限り同じ参照符が付されている。

【0020】

以下の記載を考慮すると、当業者は、球状または別の凸状の内径面形状を有する減衰コーンを含むガスタービンエンジンの減衰コーンの内径を測定するために、本発明の種々の実施の形態の教示を容易に使用することができるということを明確に理解できよう。本明細書に記載される方法および装置のコンセプトの実施の形態を使用することで、内径が、位置決めピンと一直線上に変位軸線を有する変位インジケータを備えた固定具によって測定される。減衰コーンの内径は、一方では位置決めピンと接触するように配置され、他方では変位指針と接触するように配置される。インジケータの変位は、減衰コーンの内径と関連している。凸状面形状を有する減衰コーンにおいて、インジケータの変位指針は、凸状軸方向ピークに配置され、それは刃形変位指針を使用することによって容易化することができる。減衰コーンの内面の最大直径は、減衰コーンを位置決めピンに関して揺動することによって得られる。漸次的な揺動変位は、減衰コーンの外径面に当接する、固定具に連結された少なくとも1つのプッシャアセンブリを有する固定具の実施の形態によって容易化される。例示的なプッシャの実施の形態は、減衰コーンを揺動するねじ付きねじを含む。本発明の方法および装置の実施の形態は、減衰コーンの反復可能かつ正確な検査を容易にし、減衰コーンの内径を測定し、かつ/または検査された減衰コーンが基準減衰コーンと比べて公差仕様内にあるかを測定する。

【0021】

図3～6を参照すると、半径Rの凸状の内径面形状22を有する公知の減衰コーン20の内径 D_1 は、測定固定具装置30の例示的な実施の形態によって、略リング状のコーンの内径面によって形成された最大凸状突出点23において測定される。固定具30は、ベースプレート32を有しており、ベースプレート32から支持リブ34が突出している。傾斜した測定プレート36は、ベースプレート32と支持リブ34とに溶接ビードおよび/または締結具によって連結されている。3つの受けボタン38が、測定プレート36に連結されており、かつ固定具30内に配置される減衰コーン20の軸方向端面が当接するための基準平面を互いに形成している。位置決めピン40が、測定プレート36の上端に連結されており、かつリング状のコーンの12時の周方向位置において、減衰コーン20の内径面22に対して当接するための接触面41を形成している。傾斜した測定プレート36は、重力を利用して、位置決めピン接触面41をコーンの内径面22に対して強く付勢するように方向付けられている。

【0022】

固定具30に配置されている減衰コーン20は、コーンの反対側の内径面を12時の周方向位置に鉛直に位置決めおよび位置合わせするために、位置決めピン40を中心に振り子のように揺動される。コーン20が振り子のように揺動する方向は、コーンの直径外面の側面に位置する少なくとも1つの、好ましくは2つのプッシャアセンブリ42, 48によって正確に操作される。図3において、左側のプッシャアセンブリ42は、左側のねじ付きねじ44と、コーン20の外面に対して当接する面を有する左側のプッシャ46とを備えている。同様に、右側のプッシャアセンブリ48は、右側のねじ付きねじ50と、コーン20の外面に対して当接する面を有する右側のプッシャ52とを備えている。対向する右側および左側のプッシャアセンブリ42, 48を使用することによって得られるさらなる利点は、測定するコーン20を、右側および左側のプッシャ46, 52をコーンの外面に対して当接させることによって、測定プレート36に関して固定された揺動位置に固定できることである。

【0023】

10

20

30

40

50

インジケータホルダ 54 は、位置決めピン 40 の反対側において、かつ位置決めピン 40 に沿って測定プレート 36 に連結されており、かつ公知の変位インジケータ 60 の通過および収容のためのスプリットコレットアセンブリ 56 を受ける。図 3 および図 4 に示される例示的な公知の変位インジケータ 60 は、デジタル表示装置を備えている。例えばアナログ目盛りインジケータまたは変位データを遠隔モニタリング装置に伝送する伝送インジケータなどの代替的な公知のタイプの変位インジケータを、例示的なデジタル表示の変位インジケータ 60 の代わりとしてもよい。変位インジケータ 60 は、図 5 に両矢印 d で示される変位軸線を形成している変位可能なスピンドルを備えている。変位軸線 d は、位置決めピン 40 の接触面 41 と一直線上にある。図 5 および図 6 に示される実施の形態において、接触点延長部 62 が、インジケータ 60 のスピンドルに装着されており、次いで、刃形変位指針 64 が接触点延長部に装着されている。

10

【0024】

図 4 および図 5 を参照すると、刃形指針 64 は、刃形指針 64 の長い軸線の線状縁部が、減衰コーンの軸方向寸法および位置決めピン 40 の接触面に平行であるように、減衰コーン 20 の凸状内径 22 の面形状に関して方向付けられている。これにより、刃形指針 64 の線状縁部は、凸状内径面の高点 23 に対して接線である。このようにして、正確な直線距離 D は、位置決めピン 40 の接触面 41 と刃形変位指針 64 の遠位先端との間で形成される。変位指針の遠位先端部 64 の変位位置を変位軸線 d に沿って変えることによっても、接触面 41 と変位指針の遠位先端部との間の正確な直線距離 D が変わる。

20

【0025】

減衰コーン 20 の内径 D_1 または D_2 は、図 3 および 4 の実施の形態の測定固定具 30 に減衰コーンを配置することによって測定され、それによって、略リング状のコーンの軸方向面が、位置決めピン接触面 41 および変位指針 64 の変位先端部が減衰コーン内径面 22 内に周方向に囲まれて、受けボタン 38 に置かれる。このようにして、減衰コーンの当接している軸方向端部は、受けボタン 38 によって形成されている基準面に平行に位置合わせされ、かつ反対位置において向かい合って方向付けられた位置決めピン接触面 41 および刃形 64 は、減衰コーンの内径面の両側と（表面が凸状面の場合はそれぞれ高点 23 と）接触している。この位置において、位置決めピン接触面と刃形 64 の遠位先端部の線状縁部との間の距離 D は、減衰コーンの内径に対応する。最大直径は、減衰コーン 20 を、最大直径測定値が得られるまで、プッシャ 42, 48 を用いて位置決めピン 40 に関して揺動することによって測定することができる。

30

【0026】

直径の同心性は、減衰コーン 20 を測定固定具 30 に関して回転させ、他の周方向位置において対応する直径測定値 D を得ることによって検査することができる。インジケータ 60 は、インジケータの変位指針 64 の測定値が指針と位置決めピン接触面 41 との間の直線距離 D に関連付けられようように、固定具 30 において向きを定めかつ指数付けすることができる。または、インジケータ 60 は、インジケータ 60 の変位指針 64 の変位測定値が所望の基準距離からの変動を示すように、固定具 30 において向きを定めかつ指数付けすることができる。後者の方法は、有利には、基準ゲージ減衰コーンに関して減衰コーン 20 を検査する方法を提供する。公知の寸法の減衰コーンゲージは、固定具 30 に挿入され、かつ内径寸法 D が本明細書に記載されるようにして得られる。インジケータ 60 によって測定される寸法 D が記録されるか、またはインジケータがその測定寸法において「ゼロ」に指数付けされる。次いで、ゲージ減衰コーンは、他の減衰コーン 20 の内径 D_1 または D_2 が測定できるように測定固定具から取り外される。基準ゲージ減衰コーンから得られたインジケータ 60 の変位測定値がゼロに設定されている簡易化された内径検査モードにおいて、その後検査される減衰コーン 20 は、単にインジケータ 60 の新たな変位測定値が構成部品の公差仕様範囲内にあるかを測定することによって合否を決めることができる。

40

【0027】

測定固定具装置 30' の代替的な実施の形態は図 6 に示されている。この場合、1 対の

50

向かい合う傾斜した測定プレート36, 36'が、減衰コーン20の内径 D_1 および D_2 が共通する固定具において好都合に測定できるようにベース部32に装着されている。各固定具のそれぞれ対応する構成部品には、例えば、38, 38'、40, 40'、60, 60'のように複数対の共通する参照符合が付されている。

【0028】

本発明の教示を含む種々の実施の形態を本明細書において詳細に図示しかつ説明してきたが、当業者は、これらの教示を依然として含む他の多くの様々な実施の形態を容易に考え出すことができる。本発明は、その用途として、詳細な説明に記載されているまたは図面に図示されている構成部品の構成および配置の例示的な実施の形態の詳細に限定されていない。本発明は、別の実施の形態であり得、かつ種々のやり方で実践または実施することができる。また、本明細書において使用される表現および用語は、説明を目的としており、限定するものとして見なされないということが理解される。本明細書において、「含む」、「備える」または「有する」ならびにそれらの変形の使用は、その後に列挙される事項およびその均等物ならびに追加の事項を含むものと理解される。特に規定または限定されていなければ、「取り付けられる」、「接続される」、「支持される」および「連結される」という用語ならびにそれらの変形は、広義に使用され、かつ直接的および間接的な取り付け、接続、支持および連結を含む。さらに、「接続」および「連結」は物理的または機械的な接続または連結には限定されない。

10

【符号の説明】

【0029】

- 10 ガスタービンエンジン
- 12 タイロッド
- 14 タービンディスク
- 15 肩部
- 16 タービンディスク
- 17 溝
- 20 減衰コーン
- 22 凸状内径面
- 23 最大凸状突出点
- 24 リップ
- 30, 30' 固定具
- 32 ベースプレート
- 34 支持リップ
- 36, 36' 測定プレート
- 38, 38' 受けボタン
- 40, 40' 位置決めピン
- 41, 41' 接触面
- 42, 42' プッシャアセンブリ
- 44 左側ねじ
- 46 左側プッシャ
- 48 プッシャアセンブリ
- 50 右側ねじ
- 52 右側プッシャ
- 54, 54' インジケータホルダ
- 56 スプリットコレットアセンブリ
- 60, 60' 変位インジケータ
- 62 接触点延長部
- 64, 64' 刃形指針
- D 距離
- d 変位軸線

20

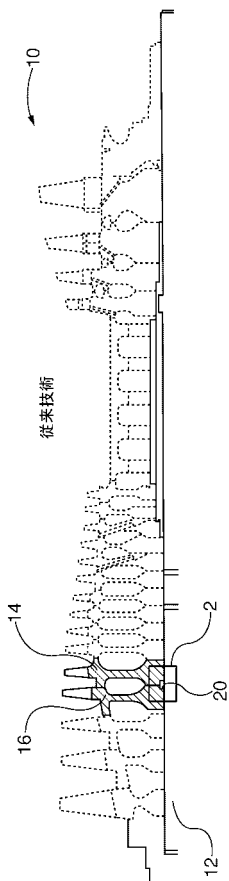
30

40

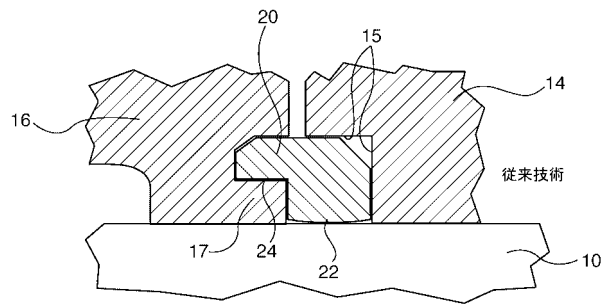
50

D₁ 内径
D₂ 内径
R 半径

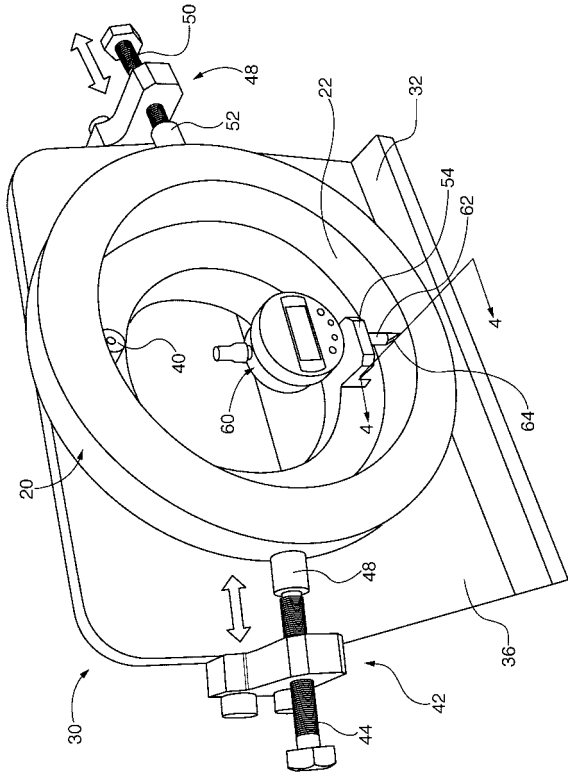
【 图 1 】



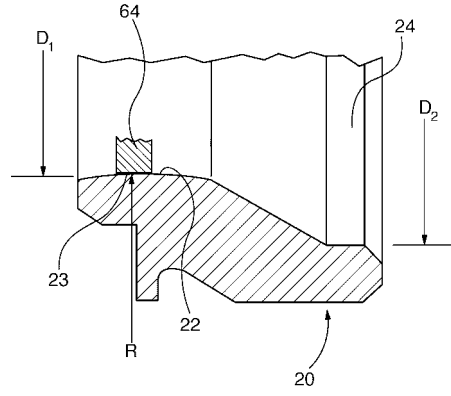
【 图 2 】



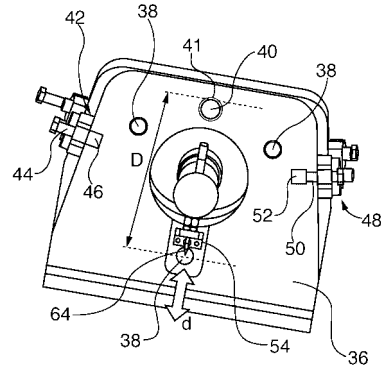
【 図 3 】



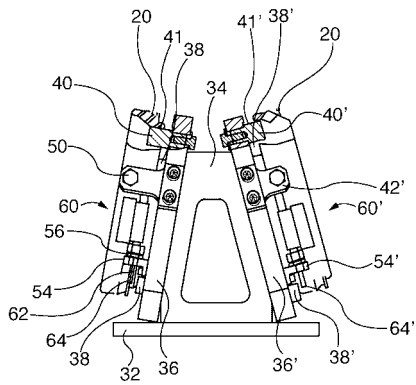
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

F 0 1 D 25/04

【外国語明細書】

**METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING GAS TURBINE
DAMPENING CONE INNER DIAMETER**

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

[0001] The invention relates to methods and apparatus for determining a gas turbine engine generally ring-shaped dampening cone inner diameter. More particularly the invention also relates to methods and apparatus for determining the inner diameter of dampening cones having spherical or other convex inner diameter surface profiles.

2. Description of the Prior Art

[0002] Dampening cones are ring-shaped components that are interposed radially and axially between a gas turbine engine rotor tie rod and turbine disc rows to couple each row sequentially along the rotor and to maintain radial concentricity between the disc row/rotor tie rod interfaces. Due to the large diameter, axial length and rotating mass of gas turbine engines dampening cones must be precision machined with concentric inner diameters of uniform radius within tolerance specifications within tens of microns, in order to minimize rotating machinery vibration. The dampening cones often have spherical or other convex inner diameter profile surfaces, to establish a constant radius circular linear abutting contact relationship with the rotor tie rod at the peak inner surface diameter. In FIGs. 1 and 2, the gas turbine engine 10 has a rotatively mounted rotor tie rod 12 upon which are mounted adjoining, axially opposed turbine discs 14 and 16 that form corresponding turbine rows. The upstream turbine disc 16 defines a turbine disc groove 17, while the downstream turbine disc 14 defines a turbine disc shoulder 15.

[0003] As can be seen more clearly in FIGs. 2 and 4, ring-shaped dampening cone 20 defines a spherical, convex inner diameter surface 22 of relatively large radius R . The spherical radius high point 23 establishes a tangential circular line contact that circumscribes the rotor tie rod 12 and establishes the inner diameter D_1 . The dampening

cone 20 also forms an annular lip 24 of inner diameter D_2 that engages axially within the mating turbine disc groove 17. A shoulder 15 formed in the adjoining opposed turbine disc 14 abuts the dampening cone 20 outer surface both axially and radially to lock the dampening cone in fixed position relative to the turbine discs 14 and 16.

[0004] A known apparatus and method for determining dampening cone 20 inner diameters D_1 and D_2 is by interposing an inside micrometer across the cone surfaces forming those ring diameters. Given the relatively small tolerance variances of only tens of microns compared to ring inner diameters in the 100+ millimeter range, small tilt deviations from the true geometric where the inside micrometer ends contact the opposed ring diameter surfaces will lead to incorrect diameter readings. Correct inside micrometer orientation is also impacted by the experience of the machinist who is performing the measurements. Thus repeatable and consistent diameter determination is subject to variances in micrometer placement and individual inspector skill.

[0005] Thus, a need exists for a method and apparatus for accurately determining inside diameter of a ring-shaped gas turbine dampening cone, including dampening cones with spherical convex inside diameter profiles.

[0006] Another need exists for a method and apparatus for accurately determining whether an inside diameter of a ring-shaped gas turbine dampening cone is within component structural specifications and tolerances.

[0007] An additional need exists for a method and apparatus that facilitates determination of inside diameter of a gas turbine dampening cone with consistent inspection repeatability by an individual inspector and other human inspectors.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0008] Accordingly, a suggested object of embodiments of the invention is to create a method and apparatus for accurately determining inside diameter of a ring-shaped gas turbine dampening cone, including one with a spherical convex inside diameter profile.

[0009] Another suggested object of embodiments of the invention is to create a method and apparatus for accurately determining whether an inside diameter of a ring-shaped gas turbine dampening cone is within component structural specifications and tolerances.

[0010] An additional suggested object of embodiments of the invention is to create a method and apparatus that facilitates determination of inside diameter of a gas turbine dampening cone with consistent inspection repeatability by the same human inspector or other inspectors.

[0011] These and other objects are achieved in one or more embodiments of the invention, wherein gas turbine engine generally ring-shaped dampening cone inner diameters, including those having spherical or other convex inner diameter surface profiles, are determined by placing the dampening cone in a fixture including a displacement indicator having an axis of displacement in alignment with a locating pin. The dampening cone inner diameter contacts a contact surface of the locating pin on one side and the indicator's displacement point on the other side. The indicator displacement is correlated with the dampening cone inner diameter. In dampening cones with convex surface profiles the indicator displacement point is located on the convex axial peak, which can be facilitated by using a knife edge displacement point. Dampening cone inner surface maximum diameter is obtained by swinging the dampening cone relative to the locating pin. Incremental swinging displacement is facilitated by fixture embodiments having at least one pusher assembly coupled to the fixture that abuts against an outer diameter surface of the dampening cone. An exemplary pusher embodiment includes a threaded screw for swinging the dampening cone. Embodiments of the methods and apparatus of the invention facilitate repeatable and accurate inspection of dampening cones, to determine their inner diameters and/or determine

whether an inspected dampening cone is within tolerance specifications by comparison to a reference dampening cone.

[0012] Embodiments of the invention feature a method for determining internal diameter of a generally ring-shaped gas turbine engine dampening cone having an axial end surface and at least one inner diameter surface, by providing a measurement fixture defining a planar reference surface and having a locating pin projecting upwardly from the defined planar reference surface, with the locating pin defining a contact surface. The measurement fixture also has a displacement indicator, coupled to the measurement fixture, having a displaceable point defining a displacement axis that is aligned with the locating pin contact surface. A generally ring-shaped gas turbine engine dampening cone having an axial end surface and at least one inner diameter surface is placed on the fixture by circumscribing the locating pin contact surface and the displaceable point circumferentially within the dampening cone inner diameter surface and abutting the axial end surface against the planar reference surface. Dampening cone inner diameter is determined by correlating indicator displaceable point displacement position relative to the locating pin contact surface. For example, the indicator can be oriented and indexed in the fixture so that the displacement point reading on the indicator is correlated with linear distance between the point and the locating pin contact surface. Alternatively, the indicator can be oriented and indexed in the fixture so that the displacement point reading on the indicator displays variance from a desired reference distance.

[0013] Other embodiments of the invention feature a method for determining internal diameter of a generally ring-shaped gas turbine engine dampening cone having an axial end surface and a spherical or other convex profile inner diameter surface, by providing a measurement fixture defining a planar reference surface and having a locating pin projecting upwardly from the defined planar reference surface, the locating pin defining a contact surface. A displacement indicator is coupled to the measurement fixture, having a displaceable knife edge point with a linear edge oriented perpendicular to the planar reference surface and parallel to the locating pin contact surface. The displacement

indicator defines a displacement axis that is aligned with the locating pin contact surface. The dampening cone is placed on the fixture by circumscribing the locating pin contact surface and the displaceable point knife edge circumferentially within the dampening cone inner diameter surface and abutting the axial end surface against the planar reference surface. The dampening cone inner diameter is determined by swinging the dampening cone relative to the locating pin in order to obtain a maximum inner diameter displacement reading with the indicator and correlating the indicator knife edge maximum diameter displacement position relative to the locating pin contact surface.

[0014] Additional embodiments of the invention feature an apparatus for determining internal diameter of a generally ring-shaped gas turbine engine dampening cone having an axial end surface and at least one inner diameter. The apparatus includes a base defining a planar reference surface and locating pin that projects upwardly from the defined planar reference surface. The locating pin defines a contact surface. A displacement indicator is coupled to base and has a displaceable point defining a displacement axis that is aligned with the locating pin contact surface. When using the apparatus a dampening cone internal diameter is determined by circumscribing the locating pin contact surface and the displaceable point circumferentially within a dampening cone inner diameter surface, while abutting an axial end surface of the dampening cone against the planar reference surface. The resulting indicator displaceable point displacement position relative to the locating pin contact surface is correlated with the measured dampening cone's internal diameter.

[0015] Embodiments of the apparatus also have a measuring plate coupled to the base at an inclined angle, with three reference buttons coupled to the measuring plate for abutment against a dampening cone axial end surface. Those reference buttons define the planar reference surface. Other embodiments also feature least one pusher assembly having a selectively translatable screw coupled to the measuring plate, for swinging the dampening cone relative to the locating pin by translating the screw in abutment with an outer diameter surface of the dampening cone, in order to obtain a maximum inner

diameter displacement reading with the indicator. In other embodiments the indicator displaceable point has a knife edge point, which is suitable for measurement of dampening cones having convex profile inner diameter surfaces. Additional embodiments of the invention apparatus conveniently have two sets of locating pins and indicators, for measuring multiple inner diameters of dampening cones.

[0016] The respective objects and features of the present invention may be applied jointly or severally in any combination or sub-combination by those skilled in the art.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0017] The teachings of the various embodiments of the invention can be readily understood by considering the following detailed description in conjunction with the accompanying drawings, in which:

[0018] FIG. 1 shows an axial partial cross sectional view of a partially assembled known gas turbine rotor, with known ring-shaped dampening cones interposed between the rotor tie rod and turbine discs;

[0019] FIG. 2 is a detailed elevational view of the partially assembled rotor of FIG. 1, showing a known exemplary assembled dampening cone, rotor tie rod and pair of adjacent turbine discs;

[0020] FIG. 3 is a perspective view of an embodiment of an apparatus performing an embodiment of a method for determining internal diameter of a gas turbine engine dampening cone;

[0021] FIG. 4 is a cross sectional view of an embodiment of the apparatus of FIG. 3, taken along 4-4 thereof;

[0022] FIG. 5 is a perspective view of another embodiment of an apparatus for determining internal diameter of a gas turbine engine dampening cone; and

[0023] FIG. 6 is a side elevational view of the apparatus of FIG. 5.

[0024] To facilitate understanding, identical reference numerals have been used, where possible, to designate identical elements that are common to the figures.

DETAILED DESCRIPTION

[0025] After considering the following description, those skilled in the art will clearly realize that the teachings of various embodiments of the invention can be readily utilized to determine gas turbine engine dampening cone inner diameters, including those having spherical or other convex inner diameter surface profiles. Utilizing embodiments of the methods and apparatus concepts described herein, the inner diameter determined with a fixture including a displacement indicator having an axis of displacement in alignment with a locating pin. The dampening cone inner diameter is placed in contact with the locating pin on one side and a displacement point on the other side. The indicator displacement is correlated with the dampening cone inner diameter. In dampening cones with convex surface profiles the indicator displacement point is located on the convex axial peak, which can be facilitated by using a knife edge displacement point.

Dampening cone inner surface maximum diameter is obtained by swinging the dampening cone relative to the locating pin. Incremental swinging displacement is facilitated by fixture embodiments having at least one pusher assembly coupled to the fixture that abuts against an outer diameter surface of the dampening cone. An exemplary pusher embodiment includes a threaded screw for swinging the dampening cone. Embodiments of the methods and apparatus of the invention facilitate repeatable and accurate inspection of dampening cones, to determine their inner diameters and/or determine whether an inspected dampening cone is within tolerance specifications by comparison to a reference dampening cone.

[0026] Referring to FIGs. 3-6, inner diameter D_1 of a known dampening cone 20 with a convex inner diameter surface profile 22 of radius R is determined at the maximum convex projection point 23 defined by the generally ring-shaped cone's inner diameter surface with an exemplary embodiment of a measurement fixture apparatus 30. The fixture 30 has a base plate 32, from which projects support ribs 34. An inclined measuring plate 36 is coupled to the base plate 32 and the support ribs 34 by weldments beads and/or fasteners. Three rest buttons 38 are coupled to the measuring plate 36 and mutually define a planar reference surface for abutment of an axial end surface of the dampening cone 20 that is placed within the fixture 30. A locating pin 40 is coupled to the upper end of the measuring plate 36 and defines a contact surface 41 for abutment against the dampening cone 20 inner diameter surface 22 at the ring-shaped cone's 12 o'clock circumferential position. The inclined measuring plate 36 orientations utilize gravitational force to bias the locating pin contact surface 41 firmly against the cone's inner diameter surface 22.

[0027] A dampening cone 20 placed on the fixture 30 is swung about the locating pin 40 in pendulum-like fashion, in order to register and align the cone's opposite side inner diameter surface vertically in the 12 o'clock circumferential position. Cone 20 pendulum-like swing orientation is precisely manipulated by at least one and preferably two pusher assemblies 42, 48 that flank the cone's outer diameter surface. In FIG. 3, left pusher assembly 42 includes threaded left screw 44 and left pusher 46 that has a face for abutment against an outer surface of the cone 20. Similarly, right pusher assembly 48 includes threaded right screw 50 and right pusher 52 that has a face for abutment against an outer surface of the cone 20. An additional advantage afforded by the use of opposed left and right pusher assemblies 42, 48 is that the measured cone 20 can be locked in a fixed swing position relative to the measuring plate 36 by abutting both the left and right pushers 48, 52 against the cone exterior surface.

[0028] Indicator holder 54 is coupled to the measuring plate 36 opposite and in line with the locating pin 40 and receives a split collet assembly 56 for passage and capture of a

known displacement indicator 60. The exemplary known displacement indicator 60 shown in FIGs. 3 and 4 has a digital readout. Alternative known types of displacement indicators, such as analog dial indicators or transmitting indicators that transmit displacement data to a remote monitoring device may be substituted for the exemplary digital readout displacement indicator 60. The displacement indicator 60 has a displaceable spindle that defines a displacement axis indicated by the double arrow d of FIG. 5. The displacement axis d is aligned with the locating pin 40 contact surface 41. In the embodiment shown in FIGs 5 and 6, a contact point extension 62 is affixed to the indicator 60 spindle and a knife edge displaceable point 64 is in turn affixed to the contact point extension.

[0029] Referring to FIGs. 4 and 5, the knife edge point 64 is oriented relative to the dampening cone 20 convex inner diameter 22 surface profile so that the former's long axis, line-like edge is parallel to the axial dimension of the dampening cone and the locating pin 40 contact surface. In this way the line-like edge of the knife edge point 64 is tangential to the convex inner diameter surface high point 23. In this manner a precise linear distance D is defined between the locating pin 40 contact surface 41 and the distal end tip of the knife edge displacement point 64. Varying the displacement position of the displacement point distal tip 64 along the displacement axis d also varies the precise linear distance D between the contact surface 41 and the displacement point distal tip.

[0030] A dampening cone 20 inner diameter D_1 or D_2 is determined by placing it on the measurement fixture 30 embodiment of FIGs. 3 and 4, so that an axial face of the generally ring-shaped cone rests on the rest buttons 38 while circumscribing the locating pin contact surface 41 and the displaceable point 64 displacement tip circumferentially within the dampening cone inner diameter surface 22. In this manner the dampening cone abutting axial end is aligned parallel with the reference surface defined by the rest buttons 38, the opposed, oppositely directed locating pin contact surface 41 and the knife edge 64 are in contact with opposed sides of the dampening cone inner diameter surface (each respectively at the high point 23 if the surface is a convex surface). In this position

the distance D between the locating pin contact surface and the knife edge 64 distal tip line-like edge correspond to the dampening cone inner diameter. The maximum diameter can be determined by swinging the dampening cone 20 relative to the locating pin 40 with the pushers 42, 48 until a maximum diameter reading is obtained.

[0031] Diameter concentricity can be inspected by rotating the dampening cone 20 relative to the measuring fixture 30 and obtaining corresponding diameter readings D at other circumferential locations. The indicator 60 can be oriented and indexed in the fixture 30, so that the displacement point 64 reading on the indicator are correlated with linear distance D between the point and the locating pin contact surface 41. Alternatively, the indicator 60 can be oriented and indexed in the fixture 30 so that the displacement point 64 displacement reading on the indicator 60 displays variance from a desired reference distance. The latter method advantageously provides a method for inspecting dampening cones 20 relative to a reference gage dampening cone. The dampening cone gage of known dimensions is inserted into the fixture 30 and inner diameter dimension D is obtained as described herein. The dimension D determined by the indicator 60 are recorded or the indicator is indexed to “zero” at that determined dimension.

Subsequently the gage dampening cone is removed from the measurement fixture so that other dampening cone 20 internal diameters D_1 or D_2 can be determined. In a simplified inner diameter inspection mode wherein the indicator 60 displacement reading obtained from the reference gage dampening cone is zeroed, subsequently inspected dampening cones 20 can be accepted or rejected simply by determining whether the indicator 60 new displacement reading falls within a tolerance specification range for the component.

[0032] An alternative embodiment of a measurement fixture apparatus 30' is shown in FIG. 6. Here a pair of opposed, inclined measuring plates 36, 36' are affixed to the base 32 so that the inner diameters D_1 and D_2 of the dampening cone 20 can be measured conveniently on a common fixture. Respective corresponding components of each fixture are designated with pairs of common reference numbers, e.g., 38, 38', 40, 40', 60, 60', etc.

[0033] Although various embodiments that incorporate the teachings of the present invention have been shown and described in detail herein, those skilled in the art can readily devise many other varied embodiments that still incorporate these teachings. The invention is not limited in its application to the exemplary embodiment details of construction and the arrangement of components set forth in the description or illustrated in the drawings. The invention is capable of other embodiments and of being practiced or of being carried out in various ways. Also, it is to be understood that the phraseology and terminology used herein is for the purpose of description and should not be regarded as limiting. The use of “including,” “comprising,” or “having” and variations thereof herein is meant to encompass the items listed thereafter and equivalents thereof as well as additional items. Unless specified or limited otherwise, the terms “mounted,” “connected,” “supported,” and “coupled” and variations thereof are used broadly and encompass direct and indirect mountings, connections, supports, and couplings. Further, “connected” and “coupled” are not restricted to physical or mechanical connections or couplings.

CLAIMS

What is claimed is:

1. A method for determining internal diameter of a generally ring-shaped gas turbine engine dampening cone having an axial end surface and at least one inner diameter surface, comprising:

providing a measurement fixture defining a planar reference surface and having:
a locating pin projecting upwardly from the defined planar reference surface, the locating pin defining a contact surface; and

a displacement indicator, coupled to the measurement fixture, having a displaceable point defining a displacement axis that is aligned with the locating pin contact surface;

providing a generally ring-shaped gas turbine engine dampening cone having an axial end surface and at least one inner diameter surface;

circumscribing the locating pin contact surface and the displaceable point circumferentially within the dampening cone inner diameter surface and abutting the axial end surface against the planar reference surface; and

determining the dampening cone inner diameter by correlating indicator displaceable point displacement position relative to the locating pin contact surface.

2. The method of claim 1 further comprising swinging the dampening cone relative to the locating pin in order to obtain a maximum inner diameter displacement reading with the indicator.

3. The method of claim 2, dampening cone swinging performed with at least one pusher assembly coupled to the measurement fixture that abuts against an outer diameter surface of the dampening cone.

4. The method of claim 1 the displaceable point comprising a knife edge point having a linear edge oriented parallel to the locating pin contact surface.

5. The method of claim 4 the knife edge point linear edge oriented perpendicular to the planar reference surface.
6. The method of claim 1, the planar reference surface defined by three reference buttons for abutment against the dampening cone axial end surface.
7. The method of claim 1, dampening cone inner diameter determined by:
 - placing a reference dampening cone gage on the fixture and determining displaceable point reference displacement position;
 - replacing the reference dampening cone gage with an inspected dampening cone on the fixture and determining a second displacement point displacement position; and
 - comparing the reference and second displacement positions.
8. A method for inspecting dampening cone inner diameter using the method of claim 7 by:
 - comparing reference and second displacement positions;
 - designating the inspected dampening cone as meeting inner diameter specification if the reference and displacement positions are within a permissible specification tolerance variance; and
 - failing the inner diameter specification if the reference and displacement positions are outside the permissible specification tolerance variance.
9. The method of claim 1 further comprising determining internal diameter at a plurality of circumferential positions about the dampening cone.
10. A method for determining internal diameter of a generally ring-shaped gas turbine engine dampening cone having an axial end surface and a spherical or other convex profile inner diameter surface, comprising:
 - providing a measurement fixture defining a planar reference surface and having:
 - a locating pin projecting upwardly from the defined planar reference surface, the locating pin defining a contact surface; and

a displacement indicator, coupled to the measurement fixture, having a displaceable knife edge point with a linear edge oriented perpendicular to the planar reference surface and parallel to the locating pin contact surface, the displacement indicator defining a displacement axis that is aligned with the locating pin contact surface;

circumscribing the locating pin contact surface and the displaceable point knife edge circumferentially within the dampening cone inner diameter surface and abutting the axial end surface against the planar reference surface; and

determining the dampening cone inner diameter by swinging the dampening cone relative to the locating pin in order to obtain a maximum inner diameter displacement reading with the indicator and correlating the indicator knife edge maximum diameter displacement position relative to the locating pin contact surface.

11. An apparatus for determining internal diameter of a generally ring-shaped gas turbine engine dampening cone having an axial end surface and at least one inner diameter, comprising:

a base defining a planar reference surface;

a locating pin projecting upwardly from the defined planar reference surface, the locating pin defining a contact surface; and

a displacement indicator, coupled to base, having a displaceable point defining a displacement axis that is aligned with the locating pin contact surface;

wherein dampening cone internal diameter is determined by circumscribing the locating pin contact surface and the displaceable point circumferentially within a dampening cone inner diameter surface, while abutting an axial end surface of the dampening cone against the planar reference surface, and by correlating indicator displaceable point displacement position relative to the locating pin contact surface with the internal diameter.

12. The apparatus of claim 11, further comprising:

a measuring plate coupled to the base at an inclined angle;

three reference buttons coupled to the measuring plate for abutment against a dampening cone axial end surface, the reference buttons defining the planar reference surface.

13. The apparatus of claim 12, further comprising at least one pusher assembly having a selectively translatable screw coupled to the measuring plate, for swinging the dampening cone relative to the locating pin by translating the screw in abutment with an outer diameter surface of the dampening cone, in order to obtain a maximum inner diameter displacement reading with the indicator.

14. The apparatus of claim 12, locating pin coupled to the measuring plate and the indicator coupled to the measuring plate by an indicator holder and split collar.

15. The apparatus of claim 11, the displaceable point comprising a knife edge point having a linear edge oriented parallel to the locating pin contact surface.

16. The apparatus of claim 15, the knife edge point linear edge oriented perpendicular to the planar reference surface.

17. The apparatus of claim 11, further comprising:

first and second measuring plates coupled to the base at an inclined angle;
three reference buttons coupled to each respective measuring plate for abutment against a dampening cone axial end surface, the reference buttons defining respective first and second planar reference surfaces

respective first and second locating pins projecting upwardly from the respective first and second planar reference surfaces, each respective locating pin defining a contact surface; and

respective first and second displacement indicators respectively coupled to its respective first and second measuring plates; each indicator having a displaceable point defining a displacement axis that is aligned with its respective locating pin contact surface.

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

Gas turbine engine generally ring-shaped dampening cone inner diameters, including those having spherical or other convex inner diameter surface profiles, are determined with a fixture including a displacement indicator having an axis of displacement in alignment with a locating pin. The dampening cone inner diameter surface is placed in contact with the locating pin on one side and a displacement point on the other side, so that the dampening cone inner diameter surface circumscribes a contact surface formed on the locating pin and the displacement point. The indicator displacement is correlated with the dampening cone inner diameter.

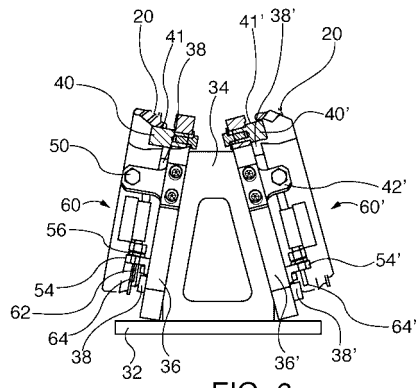


FIG. 6