



(10) **DE 11 2008 003 453 T5** 2010.11.04

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2009/088696**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2008 003 453.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2008/087466**
(86) PCT-Anmeldetag: **18.12.2008**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **16.07.2009**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **04.11.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01M 1/16** (2006.01)
F01D 5/02 (2006.01)
F01D 5/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
11/968,098 **31.12.2007** **US**

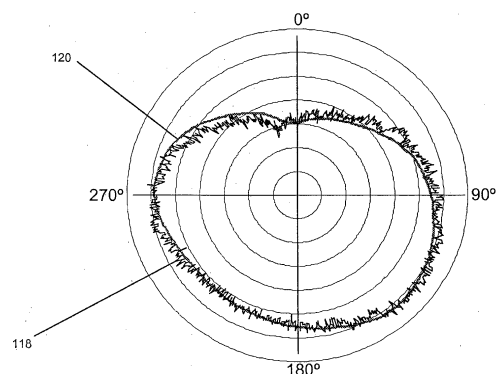
(71) Anmelder:
General Electric Co., Schenectady, N.Y., US

(74) Vertreter:
Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

(72) Erfinder:
**Borneman, Karl Lee, Dayton, Ohio, US; Ziegler,
Craig Ronald, Evendale, Ohio, US; Eschenbach,
Jeffrey John, Loveland, Ohio, US; Foley, Gregory
Patrick, Centerville, Ohio, US**

(54) Bezeichnung: **Rotormontagesystem und -verfahren**

(57) Hauptanspruch: System zum Zusammensetzen eines Rotorstapels mit einer Anzahl von Rotorscheiben, das aufweist:
ein Messsystem zum Messen von Eigenschaften der mehreren Rotorscheiben;
einen Computer, der zum Erfassen von Daten von dem Messsystem mit dem Messsystem elektronisch verbunden ist; und
eine Volumenmodellsoftware, die dem Computer und den Daten zugeordnet ist, zum Erzeugen eines virtuellen Stapels der mehreren Rotorscheiben, der auf Konzentrität optimiert ist.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die beispielhaften Ausführungsformen beziehen sich allgemein auf Rotoranordnungen für Gasturbinenanlagen und im Einzelnen auf Verfahren und Systeme zum Zusammensetzen von Rotoranordnungen.

[0002] Eine Gasturbinenanlage ist ein Beispiel für eine große rotierende Maschine, die Maßgenauigkeit erfordert, um Schwingungen bei hoher Drehzahl zu verringern. Schwingungen können in Folge einer Unwucht um eine axiale Zentralachse der Maschine und/oder in Folge einer Exzentrizität des Rotors um diese herum auftreten. Der Schlag, die Rundheit, die Konzentrizität und die Planheit sind bei der Montage von Rotorkomponenten von besonderer Bedeutung, weil sie zu einer Außermittigkeit beitragen können. Die einzelnen Rotoren in einer typischen Gasturbinenanlage können sich aus aerodynamischen, mechanischen und aeromechanischen Gründen im Aufbau unterschreiben, was die Komplexität der Ausgestaltung der Maschine und die Schwierigkeiten beim Verringern einer unerwünschten Exzentrizität erhöht.

[0003] Beispielsweise enthält ein mehrstufiger Verdichter oder eine mehrstufige Turbine eine Reihe von Schaufelblättern, die sich von tragenden Rotorscheiben in radialer Richtung nach außen erstrecken. Die Schaufelblätter können in zugehörigen Schwalbenschwanznuten, die in dem Umfang der Scheiben ausgebildet sind, abnehmbar angebracht sein oder mit den Scheiben einstückig in einer einzigen Konstruktion ausgebildet sein, die als eine beschauelte Scheibe (bzw. Blisk für Bladed Disk) bekannt ist. Die einzelnen Scheiben können an zugehörigen ringförmigen Flanschen miteinander verschraubt sein, die eine Reihe von axialen Schraubenlöchern aufweisen, durch die sich Befestigungsschrauben erstrecken, um die verschiedenen Rotoren in einer axialen Anordnung von einem Ende zum anderen Ende zu verbinden. Einige Rotorscheiben sind typischerweise in einer gemeinsamen oder einheitlichen Rotortrommel in Gruppen ausgebildet, wobei die Trommel Endflansche aufweist, die mit angrenzenden Rotoren mit ähnlichen ringförmigen Flanschen verschraubt sind. Demnach enthält der mehrstufige zusammengesetzte Rotor mehrere Rotorscheiben, die in Axialrichtung an den entsprechenden ringförmigen Flanschen miteinander verbunden sind. Jeder einzelne Rotor ist separat hergestellt worden und Gegenstand einer Exzentrizität zwischen seinem vorderen und seinem hinteren Befestigungsflansch sowie auch Gegenstand einer Nichtrechtwinkligkeit oder Neigung seiner Flansche bezogen auf die axiale Zentralachse der Maschine.

[0004] Sowohl die Exzentrizität als auch die Nei-

gung der Rotorendflansche sind zufällig und typischerweise auf relativ kleine Werte begrenzt. Die Montage der einzelnen Rotoren mit ihren zugehörigen Flanschexzentrizitäten und -neigungen ist jedoch Gegenstand einer Aufsummierung und der Möglichkeit einer wesentlich größeren maximalen Außermittigkeit in Folge der Beiträge der einzelnen Exzentrizitäten. Wenn die Rotoranordnung in Lagern in dem tragenden Stator der Maschine montiert ist, können die zugehörigen Rotorsitze oder Lagerzapfen, die in den Lagern angebracht sind, demnach eine relative Exzentrizität zueinander aufweisen, und die Zwischenflanschverbindungen zwischen den einzelnen Rotoren der Anordnung können eine Exzentrizität gegenüber der Maschinenzentralachse aufweisen, die infolge der Aufsummierung die festgelegte Grenze der Exzentrizität für die Rotoren überschreitet. In diesem Fall muss die Rotoranordnung bei dem Versuch, aufsummierte Exzentrizitäten auf einen akzeptablen Wert innerhalb der Spezifikation zu verringern, zerlegt und erneut zusammengesetzt werden.

[0005] Eine Art der Verringerung des zufälligen Charakters der Aufsummierung in der Anordnung besteht in der Messung jedes einzelnen Rotors während der Montageabfolge, um den Schlag, die Rundheit, die Konzentrizität und die Planheit der zusammenwirkenden Durchmesser und Flansche zu bestimmen und danach diese Komponente an einer vorausgehenden Komponente anzubringen, um die gesamte aufsummierte Exzentrizität nach dem endgültigen Zusammensetzen des Rotors zu verringern. Die einzelnen Rotoren werden unter Verwendung einer geeigneten Halterung so an einem Drehtisch angebracht, dass der Rotor um seine axiale Zentralachse gedreht werden kann. Linearmesslehren sind an dem Tisch angebracht und erfassen die zugehörigen Befestigungsflansche des Rotors, um jede Änderung des Radius der Flansche von der axialen Zentralachse um den Umfang der Flansche herum zu messen und eine Änderung der axialen Position jedes einzelnen Flansches um den Umfang herum zu messen.

[0006] Die Messlehren sind betrieblich mit einem Computer verbunden, der während der Messung die Messdaten von den an jedem Endflansch angebrachten Messlehren aufnimmt. Der Computer ist zum Berechnen verschiedener geometrischer Parameter für die Endflansche programmiert. Im Einzelnen können die radialen Messdaten zum Feststellen hoher und niedriger Punkte an den Flanschen verwendet werden. Der Computer kann danach in Abhängigkeit von den hohen und niedrigen Punkten des gemessenen Rotors eine Rotorfügefläche bestimmen. Der Computer kann auch einen Zentrierungsalgorithmus auf der Grundlage kleinster Fehlerquadrate verwenden, um eine am besten angepasste Oberfläche zu bestimmen. Dieser Algorithmus liefert einen einzigen Vektor, der die Steigung einer Stirnfläche oder die Exzentrizität einer Flanschoberfläche wie-

dergibt. Der Computer kann danach in Abhängigkeit von Vektoren von mehreren Rotoren eine beste Anpassung ermitteln und die Rotoren dementsprechend zusammensetzen. Diese Verfahren können andere Gelegenheiten für eine optimale Montage außer Acht lassen. Zum Beispiel kann die Genauigkeit der Verarbeitung des Zentrums und der hohen/niedrigen Punkte mit kleinsten Fehlerquadraten verbessert werden, um alle auftretenden Formen/Zustände geeignet zu berücksichtigen. Die Ergebnisse für das Zentrum mit kleinsten Fehlerquadraten sind eine vereinfachte Beschreibung der mittleren Oberfläche. Sie stellen ein Ausgleichsmodell dar, das lokale Variationen in der Topografie der Fügeflächen und Durchmesser nicht berücksichtigt, die wesentliche Auswirkungen auf den Stapel haben können. Wenn z. B. ein Rotor mit einer Flanschfläche mit zwei gleichen erheblichen Vorsprüngen, die 180° voneinander entfernt sind, mit einem perfekt ebenen Element zusammengesetzt würde, könnte er nach der einen oder der anderen Seite gekippt werden, wobei er in Abhängigkeit davon, auf welcher Seite er zuerst befestigt wird, um die Spitzen geschwenkt wird. Unter Verwendung desselben Beispiels mit zwei Vorsprüngen optimiert der Computer den Stapel nicht durch eine Betrachtung eines Ineinandergreifens von Vorsprüngen, wenn das anzufügende Element ähnliche Merkmale (zwei Vorsprünge) aufweist.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0007] In einer beispielhaften Ausführungsform kann ein System zum Zusammensetzen eines Rotorstapels mit einer Anzahl von Rotorscheiben ein Messsystem zum Messen von Eigenschaften der Rotorscheiben, einen elektronisch mit dem Messsystem verbundenen Computer zum Erfassen von Daten von dem Messsystem sowie eine Volumenmodellierungssoftware zum Erzeugen eines virtuellen Stapels der Rotorscheiben enthalten, der auf Konzentrität optimiert ist.

[0008] In einer anderen beispielhaften Ausführungsform kann ein Verfahren zum Zusammensetzen eines Rotorstapels mit einer Anzahl von Rotorscheiben die Schritte des Messens einer oder mehrerer Eigenschaften der Rotorscheiben mit einem Messsystem, des Gewinnens von Daten aus dem Messungsschritt, des Umwandelns der Daten in Volumenmodelle der Rotorscheiben sowie des Erzeugens eines virtuellen Stapels in Abhängigkeit von den Volumenmodellen zum Optimieren der Konzentrität enthalten.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0009] [Fig. 1](#) ist eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform eines Systems zum Zusammensetzen eines Rotorstapels.

[0010] [Fig. 2](#) ist ein Flussdiagramm einer beispielhaften Ausführungsform eines Verfahrens zum Zusammensetzen eines Rotorstapels.

[0011] [Fig. 3](#) ist eine Polardarstellung eines Beispieldatensatzes von der Messung einer in einem Rotorstapels einzubauenden Komponente.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0012] Es sollte erkannt werden, dass jede Bezugnahme auf eine elektronische Verbindung zwischen Komponenten in der folgenden Beschreibung eine verdrahtete oder eine drahtlose Verbindung sein könnte. [Fig. 1](#) stellt eine beispielhafte Ausführungsform eines Systems **100** zum Zusammensetzen eines Rotorstapels schematisch dar. Das System **100** enthält ein Messsystem **102** und einen Computer **104**, der mit dem Messsystem **102** verbunden ist. Das Messsystem **102** kann zum Messen einer oder mehrerer Eigenschaften einer Anzahl von Rotorscheiben verwendet werden, die zum Zusammensetzen eines Rotorstapels verwendet werden. Die eine oder die mehreren Eigenschaften können beliebige charakteristische Merkmale einer Rotorscheibe sein, die wenn sie getrennt oder zu einem Rotorstapel kombiniert betrachtet werden, zu der Exzentrizität des Rotorstapels beitragen können. Die Eigenschaften können zum Beispiel einen Schlag, eine Rundheit, eine Konzentrität, eine Rechtwinkligkeit, eine Parallelität- und/oder eine Planheit enthalten. Das Messsystem kann eine Plattform **106** enthalten, die einen Drehtisch **108** trägt. Der Drehtisch **108** kann die Rotorscheibe **110** in einer drehbaren Beziehung zu der Plattform **106** fixieren. Das Messsystem **102** kann eine oder mehrere Messsonden **112** aufweisen, die an der Plattform **106** befestigt sein können. Die Messsonden **112** können beliebige in der Fachwelt bekannte Sonden zum Messen einer oder mehrerer Eigenschaften der Rotorscheibe **110** sein, wobei dies ohne eine Beschränkung darauf linear variable Auslenkungswandler (LVDT für linear variable displacement transducer), berührungslose lasergestützte Sonden und Ultraschallsonden einschließt. Die Sonden **112** können zum Messen bestimmter Stellen auf der Rotorscheibe **110**, wie etwa zusammenzufügenden Durchmessern und Flanschen ohne eine Beschränkung auf diese angeordnet sein. Die Durchmesser und Flansche können auch eine Anzahl von Öffnungen oder andere ähnliche Merkmale aufweisen, die mit anderen Verbindungskomponenten, wie etwa Bolzen oder ähnlichen Komponenten verwendet werden können, um eine Rotorscheibe an einer anderen benachbarten Rotorscheibe anzubringen. Die Sonden **112** können Daten erfassen, die sich auf die Eigenschaften der Rotorscheibe **110** und der gemessenen Stellen beziehen.

[0013] Der Computer **104** kann elektronisch mit den Sonden **112** verbunden sein, um die von den Sonden

112 gewonnenen Daten zu erfassen. Der Computer **104** kann ein beliebiges geeignetes, in der Fachwelt bekanntes Computersystem sein und eine Volumenmodellsoftware **114** enthalten. In einer beispielhaften Ausführungsform kann ein separater Computer zum Erfassen der Daten von den Sonden **112** verwendet werden. Die Volumenmodellsoftware **114** ist eine Software, die zum Darstellen der festen Teile eines Objektes in einer dreidimensionalen digitalen Umgebung geeignet ist. Die LVDT-Sonden liefern eine relative Auslenkung. Ein Drehgeber **116** kann vorgesehen und an den Computer **104** angeschlossen sein, um simultane Bezugspositionsinformationen für die LVDT-Daten zu liefern.

[0014] Das System **100** kann zum Messen, Stapeln und Zusammensetzen einer Anzahl von Rotorscheiben verwendet werden. **Fig. 2** stellt eine beispielhafte Ausführungsform eines Verfahrens zum Zusammensetzen eines Rotorstapels dar. Eine Rotorscheibe **110** wird in dem Schritt **200** in das Messsystem **102** geladen und auf dem Drehtisch **108** am Platz fixiert. In dem Schritt **202** werden Messsonden **112** nahe bei den zu messenden Stellen an der Rotorscheibe **110** angeordnet. Als Nächstes kann in dem Schritt **204** der Drehtisch **108** gedreht werden, und die Sonden **112** können um die Rotorscheibe **110** herum Daten erfassen. Wie oben erläutert können die Sonden **112** Daten zu einer beliebigen Anzahl verschiedener Eigenschaften der Rotorscheibe **110** erfassen, wie etwa Schlag, Rundheit, Konzentrität, Rechtwinkligkeit, Parallelität und/oder Planheit, ohne jedoch auf diese beschränkt zu sein. Die erfassten Daten können eine Sammlung von Zahlen sein, die sich auf Punkte der Rotorscheibe im Raum beziehen. **Fig. 3** stellt ein Beispiel **118** für die von den Sonden gesammelten Daten dar, wie sie in Form eines Polardiagramms wiedergegeben sind. Die relative Auslenkung der Sonden ist als eine Funktion der Winkelposition dargestellt. Rauschen, wie etwa die Reibung der Sonde an der Rotorscheibe, Schwingungen und beliebige Umgebungsbedingungen ohne eine Beschränkung auf diese können aus den Daten herausgefiltert werden. Eine Hauptform **120** kann durch eine Ausgleichsrechnung an den Daten gefunden werden, nachdem das Rauschen herausgefiltert geworden ist. Die Daten können in dem Schritt **206** an eine Volumenmodellsoftware **114** übermittelt werden.

[0015] Die Volumenmodellsoftware **114** übersetzt danach in dem Schritt **208** die von den Sonden **112** erfassten Daten in Approximationen von Oberflächen eines Volumenmodells der Rotorscheibe. Der Computer kann sowohl zum Erfassen der Daten von den Sonden **112** als auch zum Ausführen der Volumenmodellsoftware **114** verwendet werden, oder es können zwei getrennte Computer eingesetzt werden. Die Hauptform **120** kann zur Bildung eines Bandes expandiert werden, das eine Näherung der Oberfläche des gemessenen Teils ist. Dies ergibt der Volumen-

modellsoftware eine 3D-Approximation der Oberfläche des gemessenen Teils zum Vergleich mit anderen gemessenen Teilen. Die Schritte **200** bis **208** können für jede zu messende und zu montierende Rotorscheibe **110** wiederholt werden.

[0016] Sobald alle der Rotorscheiben **110** ausgemessen und modelliert worden sind, kann die Software **114** in dem Schritt **210** einen virtuellen Stapel bilden, der auf Geradheit und Konzentrität optimiert ist, wobei alle charakteristischen Eigenschaften, wie etwa Vorsprünge und Vertiefungen berücksichtigt werden, die der Oberfläche oder dem Durchmesser der Teile eigen sind, die zusammengefügt werden, um das Ergebnis des Stapels zu beeinflussen. Dies kann erreicht werden, indem iterativ jede der Fügekombinationen geprüft wird. Es kann so viele Fügekombinationen geben, wie Öffnungen oder ähnliche Verbindungsmerkmale in den zusammenzufügenden Komponenten vorhanden sind. Die Software kann zum Beispiel mit einer vorbestimmten Fügekombination beginnen, die Komponente um eine Fügekombination nach rechts oder nach links drehen und die Fügekombinationen vergleichen. Die Software kann die bessere Kombination erkennen und danach zu der nächsten benachbarten Kombination fortschreiten. Dies kann für jede Fügekombination wiederholt werden. Sobald dies abgeschlossen ist, wird die Software die optimale Fügekombination erkannt haben. Alternativ kann der virtuelle Stapel zu Minimierung der benötigten Rechenleistung durch eine Serie von fundierten Kombinationen hindurch fortschreiten. Die Software kann zum Beispiel die Maximal- und Minimaloberflächen der zusammenzufügenden Komponenten erfassen und diese Fügekombinationen mit der benachbarten Fügekombination vergleichen. Die Software kann die bessere Kombination erkennen und danach zu der nächsten benachbarten Kombination auf der gegenüberliegenden Seite der ursprünglichen Kombination fortschreiten. Dies kann so oft wiederholt werden, wie es praktisch ist, bis der optimale virtuelle Stapel gefunden worden ist. Das Verfahren kann für jede andere Komponente in dem virtuellen Stapel wiederholt werden, bis der optimale virtuelle Stapel gefunden worden ist. Dies kann nicht nur allgemeine Messergebnisse wie etwa Konzentrität oder Rechtwinkligkeit, sondern auch die speziellen Wellenformen, die an dem Durchmesser und dem Flächen der zusammenzufügenden Teile zu sehen sind, berücksichtigen. Schließlich können die Rotorscheiben **110** in dem Schritt **212** gemäß dem optimierten virtuellen Stapel zusammengesetzt werden. Die beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen ermöglichen es, dass ein Rotorstapel auf eine optimale Art gebildet wird, indem die spezielle Geometrie jeder einzelnen Fügefläche berücksichtigt wird. Dadurch kann das Ausmaß an Konzentrität und Rechtwinkligkeit minimiert werden.

[0017] Diese schriftliche Beschreibung offenbart

beispielhafte Ausführungsformen, die die beste Art enthalten, um einen Fachmann in die Lage zu versetzen, die beispielhaften Ausführungsformen herzustellen und zu verwenden. Der patentierbare Bereich ist durch die Ansprüche definiert und kann weitere Beispiele umfassen, die Fachleuten einfallen. Es ist beabsichtigt, dass derartige weitere Beispiele innerhalb des Bereiches der Ansprüche liegen, wenn sie strukturelle Elemente enthalten, die nicht von dem Wortlaut der Ansprüche abweichen, oder äquivalente strukturelle Elemente mit unwesentlichen Abweichungen vom Wortlaut der Ansprüche enthalten.

Zusammenfassung:

[0018] Ein System zum Zusammensetzen eines Rotorstapels mit einer Anzahl von Rotorscheiben kann ein Messsystem zum Messen von Eigenschaften der Rotorscheiben, einen elektronisch mit dem Messsystem verbundenen Computer zum Erfassen von Daten von dem Messsystem und eine Volumenmodellsoftware zum Erzeugen eines virtuellen Stapels der Rotorscheiben, der auf Konzentrität optimiert ist, enthalten.

Patentansprüche

1. System zum Zusammensetzen eines Rotorstapels mit einer Anzahl von Rotorscheiben, das aufweist:

ein Messsystem zum Messen von Eigenschaften der mehreren Rotorscheiben;
einen Computer, der zum Erfassen von Daten von dem Messsystem mit dem Messsystem elektronisch verbunden ist; und
eine Volumenmodellsoftware, die dem Computer und den Daten zugeordnet ist, zum Erzeugen eines virtuellen Stapels der mehreren Rotorscheiben, der auf Konzentrität optimiert ist.

2. System zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 1, wobei das Messsystem eine Plattform aufweist, die dem Messsystem zum Aufnehmen der Rotorscheiben zugeordnet ist.

3. System zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 2, wobei das Messsystem einen Drehtisch enthält, der der Plattform zum Drehen der Rotorscheiben zugeordnet ist.

4. System zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 3, wobei das Messsystem eine Anzahl von Sonden aufweist.

5. System zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 4, wobei das Messsystem einen Drehgeber zum Bestimmen der Position der Rotorscheiben aufweist.

6. System zum Zusammensetzen eines Rotor-

stapels nach Anspruch 1, wobei das Messsystem eine Anzahl von Sonden aufweist.

7. System zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 1, wobei das Messsystem einen Drehgeber zum Bestimmen der Position der Rotorscheiben aufweist.

8. Verfahren zum Zusammensetzen eines Rotorstapels mit einer Anzahl von Rotorscheiben, das aufweist:

Messen einer oder mehrerer Eigenschaften der mehreren Rotorscheiben mit einem Messsystem;
Gewinnen von Daten aus dem Messschritt;
Umwandeln der Daten in Volumenmodelle der mehreren Rotorscheiben; und
Erzeugen eines virtuellen Stapels in Abhängigkeit von den Volumenmodellen zum Optimieren der Konzentrität.

9. Verfahren zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 8, wobei der Messschritt das Laden einer Rotorscheibe in das Messsystem und das Positionieren von Messsonden nahebei eine Anzahl von zu messenden Stellen an der Rotorscheibe enthält.

10. Verfahren zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 9, wobei der Gewinnungsschritt das Drehen der Rotorscheibe und das Erfassen von Daten um die Rotorscheibe herum mit den Sonden enthält.

11. Verfahren zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 10, wobei die Sonden Daten von wenigstens einer Eigenschaft, die aus der aus einem Schlag, einer Rundheit, einer Konzentrität, einer Rechtwinkligkeit, einer Parallelität und einer Planheit bestehenden Gruppe ausgewählt ist, der Rotorscheibe erfassen.

12. Verfahren zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 11, wobei der Gewinnungsschritt das Filtern von Rauschen aus den Daten enthält.

13. Verfahren zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 8, wobei der Umwandlungsschritt das Übersetzen der Daten in Näherungen von Oberflächen an einem Volumenmodell der Rotorscheibe enthält.

14. Verfahren zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 13, wobei der Übersetzungsschritt das Expandieren der Daten zur Bildung eines Bandes enthält, dass eine Approximation einer Oberfläche der Rotorscheibe ist.

15. Verfahren zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 8, wobei der Erzeugungss-

schritt das Berücksichtigen aller Eigenschaften der Rotorscheiben, die zusammengefügt werden, enthält, um das Ergebnis des Stapels zu beeinflussen.

16. Verfahren zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 8, wobei der Erzeugungsschritt das iterative Prüfen jeder einzelnen aus der Anzahl von Fügekombinationen der Volumenmodelle enthält.

17. Verfahren zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 8, wobei der Gewinnungsschritt das Drehen der Rotorscheibe und das Erfassen von Daten um die Rotorscheibe herum mit einer Anzahl von Sonden enthält.

18. Verfahren zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 8, wobei der Gewinnungsschritt das Filtern von Rauschen aus den Daten enthält.

19. Verfahren zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 8, wobei der Erzeugungsschritt das Expandieren der Daten zur Bildung eines Bandes, das eine Näherung einer Oberfläche der Rotorscheibe ist, enthält.

20. Verfahren zum Zusammensetzen eines Rotorstapels nach Anspruch 8, das weiterhin das Zusammensetzen des Rotorstapels gemäß dem virtuellen Stapels enthält.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

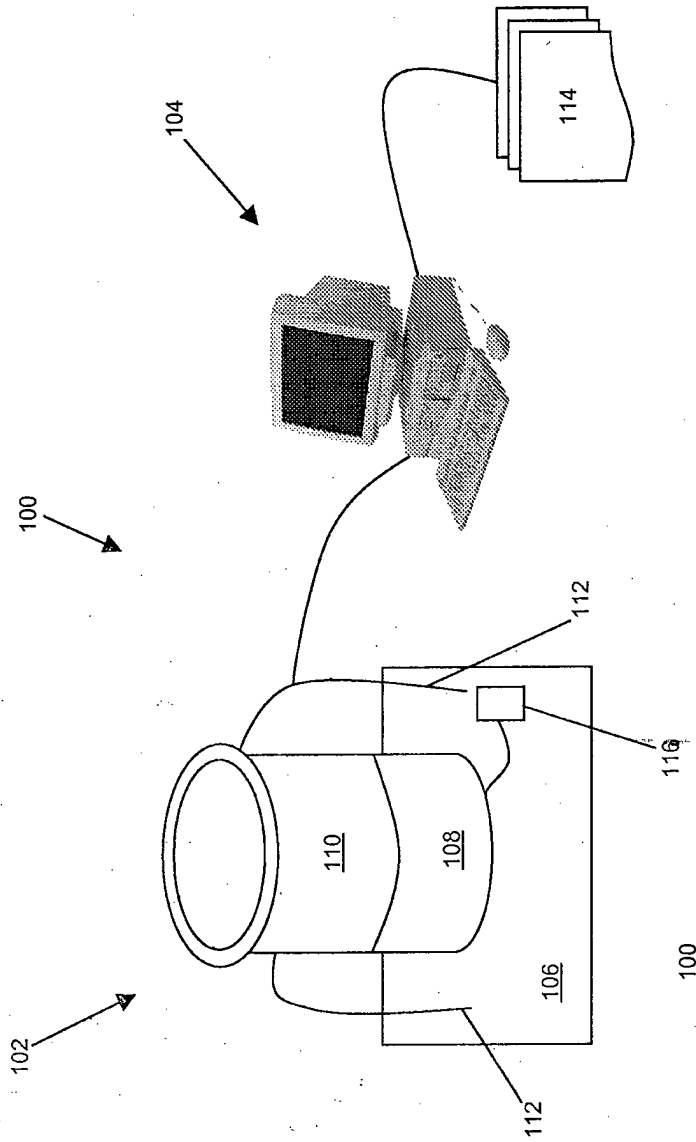


Fig. 1

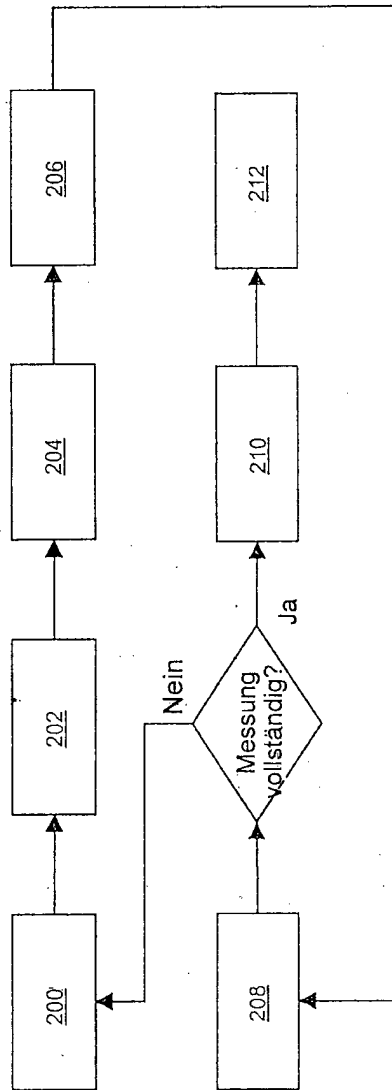


Fig. 2

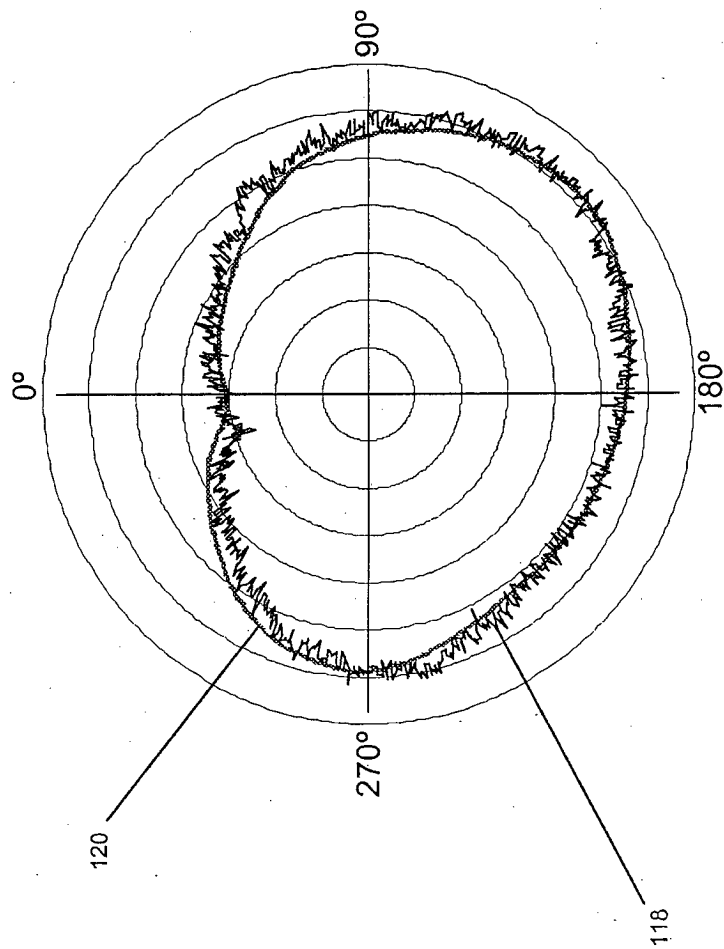


Fig. 3