



(10) **DE 10 2011 052 038 B4** 2025.02.06

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 052 038.4**
(22) Anmeldetag: **21.07.2011**
(43) Offenlegungstag: **02.02.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **06.02.2025**

(51) Int Cl.: **G01M 15/14 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
12/844,947 **28.07.2010** **US**

(73) Patentinhaber:
General Electric Technology GmbH, Baden, CH

(74) Vertreter:
**Rüger Abel Patent- und Rechtsanwälte, 73728
Esslingen, DE**

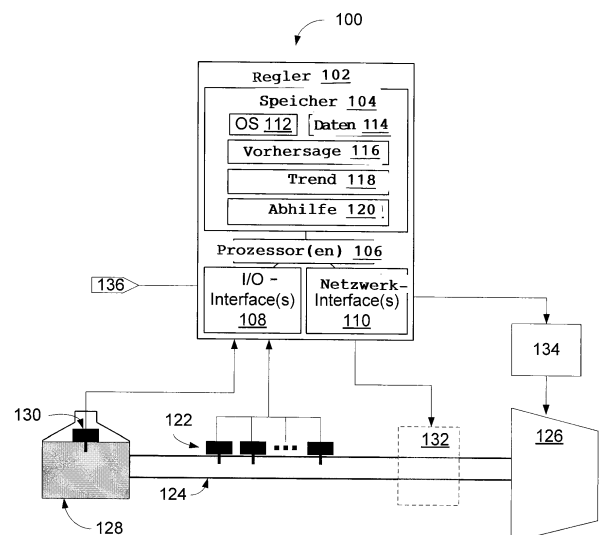
(72) Erfinder:
Martin, Paul Joseph, Schenectady, N.Y., US

(56) Ermittelter Stand der Technik:

EP	1 557 539	A1
JP	3 714 413	B2
JP	2009- 250 120	A

(54) Bezeichnung: **Verfahren und System zum Überwachen der Korrosion oder korrosiver Verunreinigungen, die mit flüssigem Brennstoff verbunden sind**

(57) Hauptanspruch: Verfahren, umfassend:
Überwachen von Korrosion oder korrosiven Verunreinigungen, die mit flüssigem Brennstoff in einem einen Brennstoff-Zufuhrtank (128) und eine Brennstoffzufuhrleitung (124) umfassenden Brennstoff-Zufuhrsystem einer Gasturbine (126) verbunden sind, unter Verwendung von einem oder mehreren Sensoren (122, 130) zur Online-Realzeit-Korrosionsmessung von flüssigen Brennstoffen, wobei der eine oder die mehreren Sensoren (122, 130) in dem Brennstoff-Zufuhrsystem in Verbindung mit dem Brennstoff positioniert sind;
Zumindest teilweise auf dem Überwachen beruhendes Vorhersagen eines kumulativen Niveaus der Korrosion einer oder mehrerer Heißgaspfad-Komponenten, die zu der Gasturbine (126) gehören, und
Ausgeben von Informationen, die mit dem Überwachen einhergehen.



Beschreibung**GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf den Nachweis von Verunreinigungen in einem Brennstoff und, im Besonderen, auf das Überwachen der Korrosivität flüssigen Brennstoffes zum Einsatz in Gasturbinen.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Gewisse Brennstoff-Verunreinigungen können Korrosion in Komponenten beschleunigen, die mit einer Gasturbine verbunden sind. Flüssige Brennstoffe, die zur Verbrennung in Gasturbinen eingesetzt werden, schließen typischerweise Destillate und Asche enthaltende Brennstoffe auf Kohlenwasserstoff-Grundlage ein. Verunreinigungen können in dem Brennstoff vorhanden sein und eine Verschlechterung von Tanks, Rohren, Ventilen, Legierungsüberzügen und anderen Komponenten verursachen, die mit der Zuführung von Brennstoff und dem Betrieb der Gasturbine verbunden sind. Salzwasser, Schwefel, Natrium, Vanadium, Kalium, Calcium, Blei usw. können allein oder in Kombination zur Verursachung von Korrosion wirken. So können, z.B., Oxide von Schwefel und Vanadium mit anderen Verunreinigungen unter Bildung von Sulfaten und Vanadaten reagieren, die bei hohen Temperaturen korrosiv sind.

[0003] Die Anwesenheit von Verunreinigungen in Brennstoff kann typischerweise schützende Oxidschichten auf der Oberfläche von Gasturbinen-Komponenten, wie Brennern, Übergangsstücken, Turbinenschaufeln und anderen Komponenten im heißen Gaspfad (HGP) beschädigen. Weiter können Verunreinigungen in der Kompressor-Einlassluft, injiziertem Dampf und Wasser signifikant zur Korrosion beitragen. Exzessive Korrosion kann zum Versagen von Komponenten führen, was zu einem Ersatz wichtiger Turbinenkomponenten, kostspieligen Reparaturen und signifikanter Zeit führt, während der die Maschine abgeschaltet ist. Geringe Mengen gewisser korrosiver Elemente (ein Teil pro Million oder mehr) in dem Brennstoff genügen, um Hitzekorrosion zu verursachen.

[0004] Das Nachweisen und Quantifizieren der vollen Menge von Verunreinigungen flüssigen Brennstoffes in ihrer elementaren Form in einer kontinuierlichen Online-Realzeit-Grundlage ist technologisch herausfordernd und wurde durch Umwandlung von Verfahren im Laboratoriumsmaßstab zu im Freien einsetzbarer Ausrüstung, einschließlich Röntgenfluoreszenz (XRF), pulsierter Neutronenaktivierungsanalyse (PNA), Atomemissionsspektroskopie mit rotierender Scheibenelektrode (RDE-AES), paramagnetischer Elektronenresonanz (EPR) und induktiv gekoppeltem Plasma (ICP) untersucht. Die füh-

rende Technologie für diese Art von Messung ist XRF, für die verschiedene Verkäufer Online-Realzeit-Systeme geliefert haben, die in der Lage sind, flüssige Brennstoffe auf Kohlenwasserstoff-Grundlage zu messen, wobei der primäre Fokus beim Messen von Schwefel in Raffineriebrennstoff zur Erzielung von Diesel mit ultrageringem Schwefel gerichtet ist. Diese Online-XRF-Systeme können in der Lage sein, Schwermetall-Verunreinigungen (Vanadium und Blei) bis zu Niveaus von einzelnen Teilen pro Million nachzuweisen, doch scheinen diese XRF-Systeme nicht in der Lage zu sein, die leichteren Metalle (Natrium, Kalium oder Calcium) bei geringen Niveaus nachzuweisen.

[0005] JP 3 714 413 B2 beschreibt ein Verfahren und System zur Überwachung der Korrosion an einer Komponente, insbesondere einer Leitschaufel, Laufschaufel oder Brennkammer, einer Gasturbine durch Messung des Ferrit-Anteils der Komponente mittels einer Ferrit-Sonde zur Ferritgehalt-Messung, Bestimmung der Hochtemperatur-Korrosion auf der Basis des gemessenen Ferritgehaltes der Komponente und Vorhersage der verbleibenden Lebensdauer der Komponente auf der Basis der ermittelten Hochtemperatur-Korrosion.

[0006] JP 2009- 250 120 A beschreibt ein System und Verfahren zum Schätzen der Korrosion und der verbleibenden Lebensdauer eines Gasturbinenbauteils, das einen Brennstoff verwendet, der eine korrosive Komponente enthält. Es werden zunächst Verunreinigungen analysiert, die in einer eingeleiteten Substanz, wie Ansaugluft, Brennstoff, Brennkammersprühwasser oder Dampf enthalten ist, die in die Gasturbine eingeleitet werden. Basierend auf dem Analyseergebnis wird eine thermodynamische Berechnung mit einem Verbrennungsgas durchgeführt, das durch Verbrennen der eingeleiteten Substanz als Funktion von Temperatur und Druck bereitgestellt wird, wobei ein Betriebs-Temperatur-Druck-Bereich vorhergesagt wird, bei dem die durch Verbrennung erzeugte korrosive Komponente in einer flüssigen Phase vorliegt, und daraus der Korrosionsgrad eines Gasturbinenbauteils abgeschätzt wird.

[0007] Aus der EP 1 557 539 A1 ist es bekannt, zur Leistungs- und Wirkungsgraderhöhung einer Gasturbinenanlage in eine Ansaugluft des Verdichters eine korrosionsvermindernde Substanz oder ein korrosionsverminderndes Additiv einzuspritzen, um Hochtemperatur-Korrosion von Gasturbinenkomponenten verursachende Reaktionsprodukte bei der Verbrennung zu vermeiden.

KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Einige oder alle der obigen Bedürfnisse können von gewissen Ausführungsformen der Erfindung angesprochen werden. Gewisse Ausführungsformen

der Erfindung können Systeme, Verfahren und Vorrichtungen zum Überwachen der Korrosion oder von korrosiven Verunreinigungen einschließen, die mit flüssigem Brennstoff verbunden sind.

[0009] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Überwachen und Vorhersagen von Korrosion geschaffen. Das Verfahren umfasst ein Überwachen von Korrosion oder korrosiven Verunreinigungen, die mit flüssigem Brennstoff in einem einen Brennstoff-Zufuhrtank und eine Brennstoffzufuhrleitung umfassenden Brennstoff-Zufuhrsystem einer Gasturbine verbunden sind, unter Verwendung von einem oder mehreren Sensoren zur Online-Realzeit-Korrosionsmessung von flüssigen Brennstoffen, wobei der eine oder die mehreren Sensoren in dem Brennstoff-Zufuhrsystem in Verbindung mit dem Brennstoff positioniert sind, Vorhersagen, zumindest teilweise auf der Grundlage des Überwachens, eines kumulativen Niveaus der Korrosion von einer oder mehreren Heißgaspfad-Komponenten, die zu der Gasturbine gehören, und Ausgeben von Informationen in Verbindung mit dem Überwachen.

[0010] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein System zum Überwachen und Vorhersagen von Korrosion bereitgestellt. Das System umfasst eine Gasturbine, ein Brennstoff-Zufuhrsystem mit mindestens einer Brennstoff-Zufuhrleitung zum Liefern flüssigen Brennstoffes zu der Gasturbine aus einem Brennstoff-Zufuhrtank, ein oder mehrere Sensoren zur Online-Realzeit-Korrosionsmessung von flüssigen Brennstoffen, die in der mindestens einen Brennstoff-Zufuhrleitung und/oder dem Brennstoff-Zufuhrtank in Verbindung mit dem Brennstoff positioniert sind, mindestens einen Speicher zum Speichern von Daten und von Computer-ausführbaren Instruktionen und mindestens einen Prozessor, der zum Zugriff auf den mindestens einen Speicher eingerichtet und ferner konfiguriert ist, um die Computer-ausführbaren Instruktionen auszuführen, um das Verfahren, wie vorstehend beschrieben, auszuführen,

[0011] Andere Ausführungsformen und Aspekte der Erfindung werden hierin detailliert beschrieben und als Teil der beanspruchten Erfindung angesehen. Andere Ausführungsformen und Aspekte können unter Bezugnahme auf die folgende detaillierte Beschreibung, die beigefügten Zeichnungen und Ansprüche verstanden werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0012] Es wird nun Bezug genommen auf die beigefügten Tabellen und Zeichnungen, die nicht notwendigerweise maßstabsgetreu gezeichnet sind und worin:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines veranschaulichenden korrosiven Anzeigesystems gemäß einer

beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist,

Fig. 2 ein Fließdiagramm eines beispielhaften Verfahrens gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0013] Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung vollständiger beschrieben, in der Ausführungsformen der Erfindung gezeigt sind. Diese Erfindung kann jedoch in vielen verschiedenen Formen verkörpert sein und sollte nicht als auf die hierin ausgeführten Ausführungsformen beschränkt angesehen werden, diese Ausführungsformen werden vielmehr dafür angegeben, dass die Offenbarung gründlich und vollständig ist und dem Fachmann den Umfang der Erfindung verdeutlichen. Gleiche Bezugsziffern beziehen sich durchgehend auf gleiche Elemente. Ausführungsformen der Erfindung ermöglichen das Messen der Korrosivität in flüssigen Brennstoffen von Gasturbinen.

[0014] Ausführungsformen der Erfindung schließen korrosive Online-Realzeit-Messungen von Flüssigbrennstoffen von Gasturbinen ein, z.B., um die dazugehörige Hitzekorrosion, die nach der Brennstoffverbrennung an Komponenten des heißen Gaspfades (HGP) auftreten können, zu bestimmen, aufzuzeichnen und deren Trend angeben. Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung können Korrosionssensoren mit linearem Polarisationswiderstand (LPR) eingesetzt werden, um flüssigen Brennstoff in Rohren zu überwachen, die den Brennstoff den Brennern der Gasturbine zuführen. Gewisse Ausführungsformen der Erfindung können LPR-Sensorkorrosionsraten und Elektrodenmaterial-Eigenschaften benutzen, um die Korrosivität des Gasturbinen-Brennstoffes festzustellen. Die Information von den LPR-Sensoren kann in Verbindung mit Information benutzt werden, die von Wassertemperaturen, Dichtesensoren und/oder Viskositätsensoren erhalten wird, um Änderungen zu charakterisieren und festzustellen, die sich auf die Anwesenheit korrosiver Verunreinigungen im Brennstoff beziehen. Diese Korrosivitäts-Information kann benutzt werden, um die kumulative HGP-Korrosionsbeschädigung zu bestimmen, die aufgrund der Brennstoffverbrennung auftritt.

[0015] In gewissen beispielhaften Ausführungsformen können die LPR-Sensoren mehrere Elektroden in direktem Kontakt mit der Flüssigkeit benutzen. Die LPR-Elektroden können sich verbrauchendes Elektrodenmaterial einschließen, die an das Rohr- oder Gasturbinenmaterial angepasst sind, sodass die Korrosionsverschlechterung im Laufe der Zeit, wie durch die Korrosivität des Brennstoffes verursacht, in

Beziehung gesetzt werden kann mit der Anregung und dem Abbau des Elektrodenmaterials. In gewissen beispielhaften Ausführungsformen können die LPR-Sensoren eine allgemeine Korrosionsrate, eine lokalisierte Grübchenkorrosionsfaktorrates und/oder andere Parameter messen, die in Beziehung stehen zur Korrosionsmessung. So können z.B. Messungen der harmonischen Verzerrung oder einer Stern-Geary-Konstante benutzt werden, um die Integrität der Sensorsignale zu bestimmen.

[0016] Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung können LPR-Sensoren in dem flüssigen Brennstoff der Gasturbine zum Messen spezifischer korrosiver Verbindungen (z.B. Salzwasser, das in erster Linie aus Natrium besteht) benutzt werden, die, wenn sie verbrannt werden, die Hitzekorrosion in dem HGP verursachen könnten. Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform kann das Überwachen und Bestimmen des Trends der Korrosivität durch die verschiedenen LPR-Sensor-Korrosionsraten benutzt werden zum Entwickeln von Transferfunktionen, die die Brennstoff-Korrosivität mit der akkumulierten Hitzekorrosion in dem HGP der Gasturbine in Beziehung setzen. Mehrere LPR-Sensoren, die verschiedene Elektrodenmaterialien benutzen, können eingesetzt werden, um die interessierenden korrosiven Elemente zu charakterisieren und nachzuweisen.

[0017] Gewisse beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung können eines oder mehrere von (1) Identifizieren des richtigen LPR-Sensor-Elektrodenmaterials zur Wechselwirkung mit den Flüssigbrennstoff-Verunreinigungen, die Hitzekorrosion verursachen; (2) Anordnen des LPR-Sensors an der richtigen Stelle und in der richtigen Orientierung innerhalb des Flüssigbrennstoffstromes zum Sicherstellen, dass das Elektrodenmaterial mit den Verunreinigungen in Wechselwirkung tritt; (3) Feststellen der Korrosivität des Flüssigbrennstoffes auf der Grundlage von LPR-Sensormessungen; (4) Vorhersagen der stromabwärts stattfindenden Auswirkung der Brennstoff-Korrosivität auf die HGP-Hitzekorrosion; (5) Aufzeichnen und Trendbestimmen der vorhergesagten Hitzekorrosion zum Bestimmen der kumulativen Wirkung auf den HGP und (6) Begründen von Instandhaltungsfaktoren und HGP-Komponenten-Lebensdauerfeststellungen auf der Grundlage von Messungen einschließen. In gewissen beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung kann in Reaktion auf die LPR-Messungen ein Korrosionsinhibitor in die Brennstoff-Zufuhrleitungen injiziert werden.

[0018] Gemäß beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung können verschiedene Sensoren, Brennstoff-Zufuhrleitungen, Regler und Prozessoren zum Überwachen, Vorhersagen und Feststellen der Korrosion benutzt werden und werden nun unter

Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben.

[0019] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Korrosions-Anzeigesystems 100 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung. Das System 100 kann eine Steuerung 102 einschließen, die einen Speicher 104, einen oder mehrere Prozessoren 106, ein oder mehrere Eingabe/Ausgabe-Interfaces 108 und/oder ein oder mehrere Netzwerk-Interfaces 110 einschließen kann. Gemäß beispielhaften Ausführungsformen kann der Speicher 104 ein Betriebssystem (OS) 112 und Daten 114 einschließen. Der Speicher 104 kann auch Computerausführbare Module zum Verarbeiten von Eingaben und Daten einschließen. So kann z.B. der Speicher 104 ein Vorhersagemodul 116, ein Trendmodul 118 und ein Abhilfemodul 120 einschließen.

[0020] Das System 100 enthält ein oder mehrere Sensoren 122 in Verbindung mit Brennstoff, der (durch ein oder mehrere Brennstoff-Zufuhrleitungen 124) einer Gasturbine 126 zugeführt wird. Gewisse Ausführungsformen der Erfindung können einen Sensor 130 im Tank in Verbindung mit Brennstoff einschließen, der, z.B., in einem Brennstofftank 128 gelagert wird. Gemäß gewissen beispielhaften Ausführungsformen kann das System 100 ein oder mehrere Korrosionsinhibitions-Injektoren 132 zum Abgeben von Korrosionsinhibitor in die Brennstoffleitungen 124 einschließen. In gewissen beispielhaften Ausführungsformen kann der Korrosionsinhibitor regelbar in Reaktion auf, zumindest teilweise, Messungen durch die Sensoren 122, 130 oder durch Regelsignale, die durch das Abhilfemodul 120 bereitgestellt werden, in die Brennstoffleitungen 124 abgegeben werden.

[0021] Gemäß gewissen beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung kann die Steuerung 102 Sensor-Messinformationen von den Sensoren 122, 130 erhalten und Vorhersage- oder Trend-Informationen bereitstellen, die benutzt werden können, um Instandhaltungs-Zeitpläne 134 für die Turbine 126, Brennstoff-Zufuhrleitungen 124, Tank 128 und/oder andere Komponenten, die mit der Gasturbine verbunden sind, aufzustellen oder zu modifizieren. Gewisse Ausführungsformen der Erfindung können Hilfeingaben und/oder -ausgaben 136 zur Kommunikation mit Bedienungspersonal oder zusätzlicher Ausrüstung einschließen.

[0022] In gewissen beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung können die Sensoren 122, 130 zum Überwachen von Korrosion oder Korrosions-Verunreinigungen benutzt werden, die mit Flüssigbrennstoff in einem Brennstoff-Zufuhrsystem einer Gasturbine verbunden sind. Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform kann das Vorhersagemodul 116 betrieben werden, um ein kumulatives Niveau

der Korrosion in der einen oder den mehreren Komponenten vorherzusagen, die mit einer Gasturbine verbunden sind, was zumindest teilweise auf der Überwachung beruht. Gemäß beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung können Informationen im Zusammenhang mit der Überwachung, Vorhersage und/oder Trendbildung abgegeben und von Bedienungspersonal benutzt werden, oder sie können in Instandhaltungszeitplänen 134 oder zum Regeln der Korrosionsinhibitor-Injektoren 132 benutzt werden. Gewisse beispielhafte Ausführungsformen können das Vorhersagen des kumulativen Niveaus von Korrosion und das Abschätzen einer verbleibenden Lebensdauer vorherzusagen, die mit der einen oder mehreren Komponenten verbunden sind, die mit der Gasturbine 126 assoziiert sind. In gewissen beispielhaften Ausführungsformen kann mindestens ein Teil der Informationen, die mit dem Überwachen verbunden ist, gespeichert werden, und ein korrosiver Ereignistrend kann auf der Grundlage mindestens eines Teiles der gespeicherten Informationen bestimmt werden. In beispielhaften Ausführungsformen kann ein kumulatives Niveau der Korrosion in der einen oder den mehreren Komponenten, die mit einer Gasturbine verbunden sind, zumindest teilweise auf der Grundlage der Überwachung vorhergesagt werden.

[0023] Gewisse beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung stellen Systeme, Verfahren und Vorrichtungen zur Ausführung von Online-, kontinuierlichen und/oder Messungen an Ort und Stelle bereit. In gewissen beispielhaften Ausführungsformen können Korrosion oder korrosive Verunreinigungen, die mit flüssigem Brennstoff verbunden sind, unter Einsatz von einem oder mehreren Linearpolarisations-Widerstands(LPR)-Sensoren überwacht oder gemessen werden. Gemäß gewissen beispielhaften Ausführungsformen können der eine oder die mehreren Sensoren sich verbrauchende Elektroden einschließen. In einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung kann Messinformation, die mit dem Überwachen verbunden ist, in dem Speicher 104 gespeichert werden, und mindestens ein Teil der Information kann benutzt werden zum Bestimmen eines korrosiven Geschehnisses oder Trends auf der Grundlage mindestens eines Teiles der Messinformation.

[0024] Gemäß gewissen beispielhaften Ausführungsformen können der eine oder die mehreren Prozessoren 106, die mit dem Korrosivitäts-Anzeigesystem 100 verbunden sind, konfiguriert sein, um Zugang zum Speicher 104 zu haben, und sie können weiter konfiguriert sein, um die Computer-ausführbaren Instruktionen zum Überwachen von Korrosion und korrosiven Verunreinigungen, die mit dem Flüssigbrennstoff verbunden sind, mittels des einen oder der mehreren Sensoren 122, 130 auszuführen. Beispielhafte Ausführungsformen können das Vorhersa-

gemodul 116 zum Vorhersagen eines kumulativen Niveaus der Korrosion in der einen oder den mehreren Komponenten, die mit der Gasturbine 126 verbunden sind, zumindest teilweise beruhend auf dem Überwachen, benutzen und ein Signal abgeben, das mit dem Überwachen verbunden ist. Beispielhafte Ausführungsformen können auch konfiguriert sein, um eine verbleibende Lebensdauer in Verbindung mit der einen oder den mehreren Komponenten abzuschätzen.

[0025] Fig. 2 ist ein Fließdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zum Überwachen und Vorhersagen von Korrosivität in flüssigen Brennstoffen gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung. Das Verfahren 200 beginnt in Block 202 und schließt das Überwachen von Korrosion oder korrosiven Verunreinigungen, die mit Flüssigbrennstoff verbunden sind, in einem Brennstoff-Zufuhrsystem einer Gasturbine ein. In Block 204 und gemäß einer beispielhaften Ausführungsform schließt das Verfahren 200 das zumindest teilweise auf dem Überwachen beruhende Vorhersagen eines kumulativen Niveaus der Korrosion in der einen oder den mehreren Komponenten ein, die mit einer Gasturbine verbunden sind. In Block 206 und gemäß einer beispielhaften Ausführungsform schließt das Verfahren 200 das Abgeben von mit der Überwachung verbundenen Informationen ein. Das Verfahren 200 endet nach Block 206.

[0026] Demgemäß können beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung die technischen Wirkungen des Erschaffens gewisser Systeme, Verfahren und Vorrichtungen bereitstellen, die Gasturbinen-Brennstoff überwachen, um Korrosionsinformation bereitzustellen. Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung können weiter auf der Grundlage von Korrosionsmessungen die technischen Wirkungen des Vorhersagens von Lebensdauern von Komponenten bereitstellen, die mit einer Gasturbine verbunden sind. Gewisse beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung können die weiteren technischen Wirkungen des Abhelfens oder Minimierens der Beschädigung bereitstellen, die an Gasturbinen-Komponenten erfolgt, durch Injizieren eines oder mehrerer Korrosionsinhibitoren in die Brennstoffleitungen, wenn korrosive Verunreinigung nachgewiesen wurde. Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung können auf der Grundlage kumulativer Korrosion, Vorhersagen und/oder Trends, die mit der Messung von Korrosion verbunden sind, die weiteren technischen Wirkungen des Modifizierens von Instandhaltungszeitplänen für die Gasturbinen-Komponenten bereitstellen.

[0027] In beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung kann das Korrosions-Anzeigesystem 100 irgendeine Anzahl von Hardware- und/oder Software-Anwendungen einschließen, die ausgeführt

werden, um irgendeine der Operationen zu erleichtern. In beispielhaften Ausführungsformen können ein oder mehrere Eingabe/Ausgabe (I/O)-Interfaces Kommunikation zwischen dem Korrosions-Anzeigesystem 100 und einer oder mehreren Eingabe/Ausgabe-Vorrichtungen erleichtern. So kann z.B. eine universelle Reihensammelschienenöffnung, eine Reihenöffnung, ein Diskettenlaufwerk, ein CD-ROM-Laufwerk und/oder ein oder mehrere Benutzer-Interfacevorrichtungen, wie Bildschirm, Tastatur, Kissen, Maus, Regelplatte, Berührungsbildschirm, Mikrofon usw., die Wechselwirkung des Benutzers mit dem Korrosions-Anzeigesystem 100 erleichtern. Die eine oder mehreren I/O-Interfaces können benutzt werden, um Daten und/oder Benutzerinstruktionen von einer weiten Vielfalt von Eingabevorrichtungen zu empfangen oder zu sammeln. Empfangene Daten können durch ein oder mehrere Computerprozessoren, wie in verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung erwünscht, verarbeitet und/oder in einer oder mehreren Speichervorrichtungen gespeichert werden.

[0028] Ein oder mehrere Netzwerk-Interfaces können die Verbindung der Eingaben und Ausgaben des Korrosions-Anzeigesystems 100 mit einem oder mehreren geeigneten Netzwerken und/oder Verbindungen erleichtern; z.B. die Verbindungen, die Kommunikation mit irgendeiner Anzahl von Sensoren erleichtern, die mit dem System verbunden sind. Die eine oder mehreren Netzwerk-Interfaces können weiter die Verbindung mit einem oder mehreren geeigneten Netzwerken erleichtern, z.B. einem lokalen Bereichsnetzwerk, einem Weitbereichsnetzwerk, dem Internet, einem zellularen Netzwerk, einem Radiofrequenznetzwerk, einem Bluetooth™ (der Telefonaktiebolaget LM Ericsson)-Netzwerk, einem freigegebenen Wi-Fi™ (der Wi-Fi Alliance)-Netzwerk, einem Satelliten-basierten Netzwerk, irgendeinem verdrahteten Netzwerk, irgendeinem drahtlosen Netzwerk usw. zur Kommunikation mit externen Vorrichtungen und/oder Systemen. Wie erwünscht, können Ausführungsformen der Erfindung das Korrosions-Anzeigesystem 100 mit mehr oder weniger der in **Fig. 1** veranschaulichten Komponenten einschließen.

[0029] Die Erfindung ist oben unter Bezugnahme auf Block- und Fließdiagramme der Systeme, Verfahren, Vorrichtungen und/oder Computerprogrammprodukte gemäß beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Es sollte klar sein, dass ein oder mehrere Blöcke der Blockdiagramme und Fließdiagramme und Kombinationen von Blöcken in den Blockdiagrammen und Fließdiagrammen durch Computer-ausführbare Programmstrukturen ausgeführt werden können. Gleichermassen brauchen gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung einige Blöcke der Blockdiagramme und Fließdiagramme nicht notwendigerweise in der

angegebenen Reihenfolge ausgeführt zu werden oder müssen überhaupt nicht notwendigerweise ausgeführt werden.

[0030] Diese Computer-ausführbaren Programmstrukturen können auf einen Computer für allgemeine Zwecke, einen Computer für spezielle Zwecke, einen Prozessor oder eine andere programmierbare Datenverarbeitungs-Vorrichtung geladen werden, um eine spezielle Maschine zu erzeugen derart, dass die Instruktionen, die auf dem Computer, Prozessor oder anderen programmierbaren Datenverarbeitungs-Vorrichtungen ausgeführt werden, Mittel zum Ausführen einer oder mehrerer Funktionen erzeugen, die in dem Fließdiagramm-Block oder -Blöcken spezifiziert sind. Diese Computerprogramm-Instruktionen können auch in einem Computer-lesbaren Speicher gespeichert sein, der einen Computer oder eine andere programmierbare Datenverarbeitungs-Vorrichtung dirigiert, um in einer speziellen Weise zu funktionieren derart, dass die in dem Computer-lesbaren Speicher gespeicherten Instruktionen einen hergestellten Gegenstand produzieren, einschließlich Instruktionsmitteln, die ein oder mehrere Funktionen ausführen, die in dem Fließdiagramm-Block oder -Blöcken spezifiziert sind. Als ein Beispiel können Ausführungsformen der Erfindung ein Computerprogramm-Produkt bereitstellen, umfassend ein Computer-nutzbares Medium mit einem Computer-lesbaren Programmcode oder Programmstrukturen, die darin verkörpert sind, wobei der Computer-lesbare Programmcode angepasst ist, ausgeführt zu werden, um ein oder mehrere Funktionen auszuführen, die in dem Fließdiagramm-Block oder -Blöcken spezifiziert sind. Die Computerprogramm-Instruktionen können auch auf einen Computer oder andere programmierbare Datenverarbeitungs-Vorrichtungen geladen werden, um zu verursachen, dass eine Reihe von Betriebselementen oder -stufen auf dem Computer oder anderen programmierbaren Vorrichtung ausgeführt wird, um einen Computer-ausgeführten Prozess derart zu erzeugen, dass die Instruktionen, die auf dem Computer oder anderen programmierbaren Vorrichtung ausgeführt werden, Elemente oder Stufen zum Ausführen der Funktionen bereitstellen, die in dem Fließdiagramm-Block oder -Blöcken spezifiziert sind.

[0031] Blöcke der Blockdiagramme und Fließdiagramme unterstützen demgemäß Kombinationen von Mitteln zum Ausführen der spezifizierten Funktionen, Kombinationen von Elementen oder Stufen zum Ausführen der spezifizierten Funktionen und Programmstrukturen zum Ausführen der spezifizierten Funktionen. Es sollte auch klar sein, dass jeder Block der Blockdiagramme und Fließdiagramme und Kombinationen von Blöcken in den Blockdiagrammen und Fließdiagrammen durch Spezialzweck-Computersysteme auf Hardwaregrundlage

oder Kombinationen von Spezialzweckhardware und Computerinstruktionen ausgeführt werden können, die die spezifizierten Funktionen, Elemente oder Stufen ausführen.

[0032] Während die Erfindung in Verbindung damit beschrieben wurde, was derzeit für die praktischsten und verschiedenen Ausführungsformen angesehen wird, sollte klar sein, dass die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsformen beschränkt ist sondern im Gegenteil verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen abdecken soll, die in den Umfang der beigefügten Ansprüche eingeschlossen sind. Obwohl hierin spezifische Begriffe benutzt wurden, werden sie nur in einem allgemeinen und beschreibenden Sinne und nicht für die Zwecke der Beschränkung benutzt.

[0033] Diese Beschreibung benutzt Beispiele zum Offenbaren der Erfindung, einschließlich der besten Art und auch, um es dem Fachmann zu ermöglichen, die Erfindung auszuführen, einschließlich des Herstellens und Benutzens irgendwelcher Vorrichtungen oder Systeme und des Ausführens irgendwelcher innewohnender Verfahren. Der patentierbare Umfang der Erfindung ist in den Ansprüchen definiert und kann andere Beispiele einschließen, die sich dem Fachmann ergeben. Solche anderen Beispiele sollen in den Umfang der Ansprüche fallen, wenn sie Strukturelemente aufweisen, die sich nicht von dem Wortlaut der Ansprüche unterscheiden, oder wenn sie äquivalente Strukturelemente mit unwesentlichen Unterschieden zum Wortlaut der Ansprüche einschließen.

[0034] Gewisse Ausführungsformen der Erfindung können Systeme, Verfahren und Vorrichtungen zum Überwachen von Korrosion oder korrosiven Verunreinigungen einschließen, die mit flüssigem Brennstoff verbunden sind. Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung wird ein Verfahren zum Überwachen und Vorhersagen von Korrosion bereitgestellt. Das Verfahren kann das Überwachen von Korrosion oder korrosiver Verunreinigungen, die mit flüssigem Brennstoff in einem Brennstoff-Zufuhrsystem einer Gasturbine verbunden sind, zumindest teilweise auf der Überwachung beruhendes Vorhersagen eines kumulativen Niveaus von Korrosion einer oder mehrerer Komponenten, die mit einer Gasturbine verbunden sind, und das Abgeben von Information einschließen, die mit dem Überwachen verbunden ist.

BEZUGSZEICHENLISTE

100	Korrosivitäts-Anzeigesystem
102	Regler
104	Speicher
106	Prozessor(en)

108	In/Aus-Interface(s)
110	Netzwerk-Interface(s)
112	Betriebssystem
114	Daten
116	Korrosions-Vorhersagemodul(e)
118	Korrosions-Trendmodul(e)
120	Abhilfemodul(e)
122	Sensoren
124	Brennstoff-Zufuhrleitung
126	Gasturbine
128	Brennstoff-Zufuhrtank
130	Brennstoffzufuhr-Sensor
132	Korrosionsinhibitions-Injektor
134	Wartungszeitplan
136	Hilfseingaben/ausgaben
200	Verfahren-Fließdiagramm
202	Block
204	Block
206	Block

Patentansprüche

1. Verfahren, umfassend:

Überwachen von Korrosion oder korrosiven Verunreinigungen, die mit flüssigem Brennstoff in einem Brennstoff-Zufuhrsystem einer Gasturbine verbunden sind, unter Verwendung von einem oder mehreren Sensoren (122, 130) zur Online-Realzeit-Korrosionsmessung von flüssigen Brennstoffen, wobei der eine oder die mehreren Sensoren (122, 130) in dem Brennstoff-Zufuhrsystem in Verbindung mit dem Brennstoff positioniert sind; zumindest teilweise auf dem Überwachen beruhendes Vorhersagen eines kumulativen Niveaus der Korrosion einer oder mehrerer Heißgaspfad-Komponenten, die zu der Gasturbine (126) gehören, und Ausgeben von Informationen, die mit dem Überwachen einhergehen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, worin das Vorhersagen des kumulativen Niveaus von Korrosion ein Abschätzen einer verbleibenden Lebensdauer umfasst, die zu der einen oder mehreren Heißgaspfad-Komponenten gehört.

3. Verfahren nach Anspruch 1, weiter umfassend ein mindestens teilweise auf dem Überwachen beruhendes Ausführen präventiver Wartung an der einen

oder mehreren Heißgaspfad-Komponenten, die zu der Gasturbine (126) gehören.

und/oder eine sich verbrauchende Elektrode und/oder einen Wassersensor und oder einen Dichtesensoren und/oder einen Viskositätssensor umfassen.

4. Verfahren nach Anspruch 1, weiter umfassend zumindest teilweise auf dem Überwachen beruhendes Injizieren eines oder mehrerer Korrosionsinhibitoren in das Brennstoff-Zufuhrsystem.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

5. Verfahren nach Anspruch 1, worin die Online-Echtzeit-Korrosionsmessungen zum Überwachen als kontinuierliche Messungen ausgeführt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, worin das Überwachen das Messen von Korrosion oder korrosiver Verunreinigungen des flüssigen Brennstoffs unter Anwendung eines oder mehrerer Linearpolarisations-Widerstands (LPR)-Sensoren umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 1, worin das Überwachen das Messen von Korrosion oder korrosiver Verunreinigungen des flüssigen Brennstoffs unter Anwendung eines oder mehrerer Sensoren beinhaltet, wobei der eine oder die mehreren Sensoren einen Linearpolarisations-Widerstands (LPR)-Sensor und/oder eine sich verbrauchende Elektrode und/oder einen Wassersensor und/oder einen Dichtesensor und/oder einen Viskositätssensoren umfasst.

8. Verfahren nach Anspruch 1, zu dem weiter ein Speichern mindestens eines Teiles der mit dem Überwachen verbundenen Informationen und ein mindestens teilweise auf den gespeicherten Informationen basierendes Bestimmen eines korrosiven Ereignistrends gehören.

9. System, umfassend:
eine Gasturbine (126),
ein Brennstoff-Zufuhrsystem mit mindestens einer Brennstoff-Zufuhrleitung (124) zur Lieferung von flüssigem Brennstoff an die Gasturbine (126) aus einem Brennstoff-Zufuhrtank (128),
ein oder mehrere Sensoren (122, 130) zur Online-Realzeit-Korrosionsmessung von flüssigen Brennstoffen, die in der mindestens einen Brennstoff-Zufuhrleitung (124) und/oder dem Brennstoff-Zufuhrtank (128) in Verbindung mit dem Brennstoff positioniert sind,
mindestens einen Speicher (104) zum Speichern von Daten (114) und Computer-ausführbaren Instruktionen, und
mindestens einen Prozessor (106), der zum Zugriff auf den mindestens einen Speicher (104) eingerichtet und weiter dazu konfiguriert ist, die Computer-ausführbaren Instruktionen auszuführen, um das Verfahren nach Anspruch 1 auszuführen.

10. System nach Anspruch 9, wobei der eine oder die mehreren Sensoren (122, 130) mindestens einen Linearpolarisations-Widerstand (LPR)-Sensor

Anhängende Zeichnungen

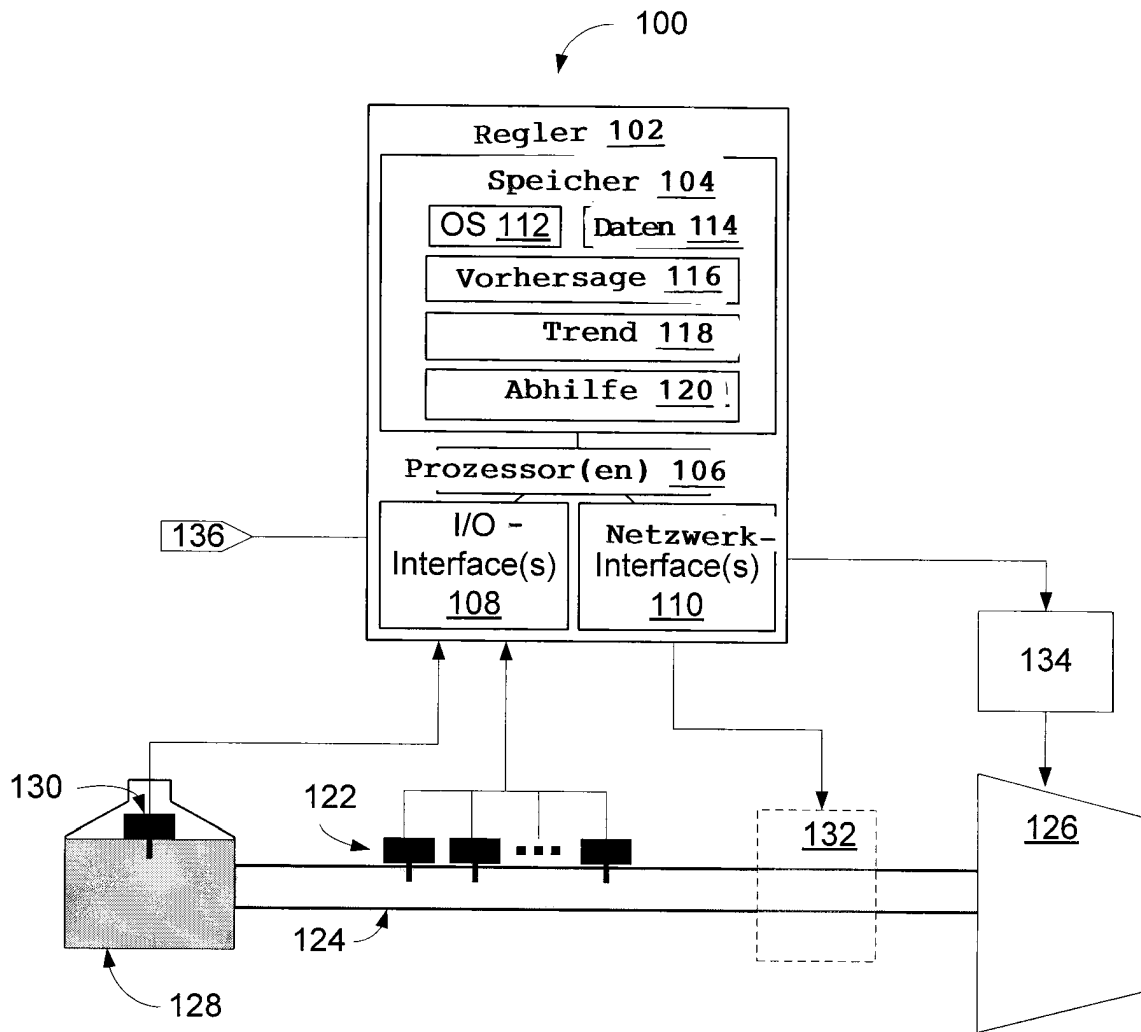


FIG. 1

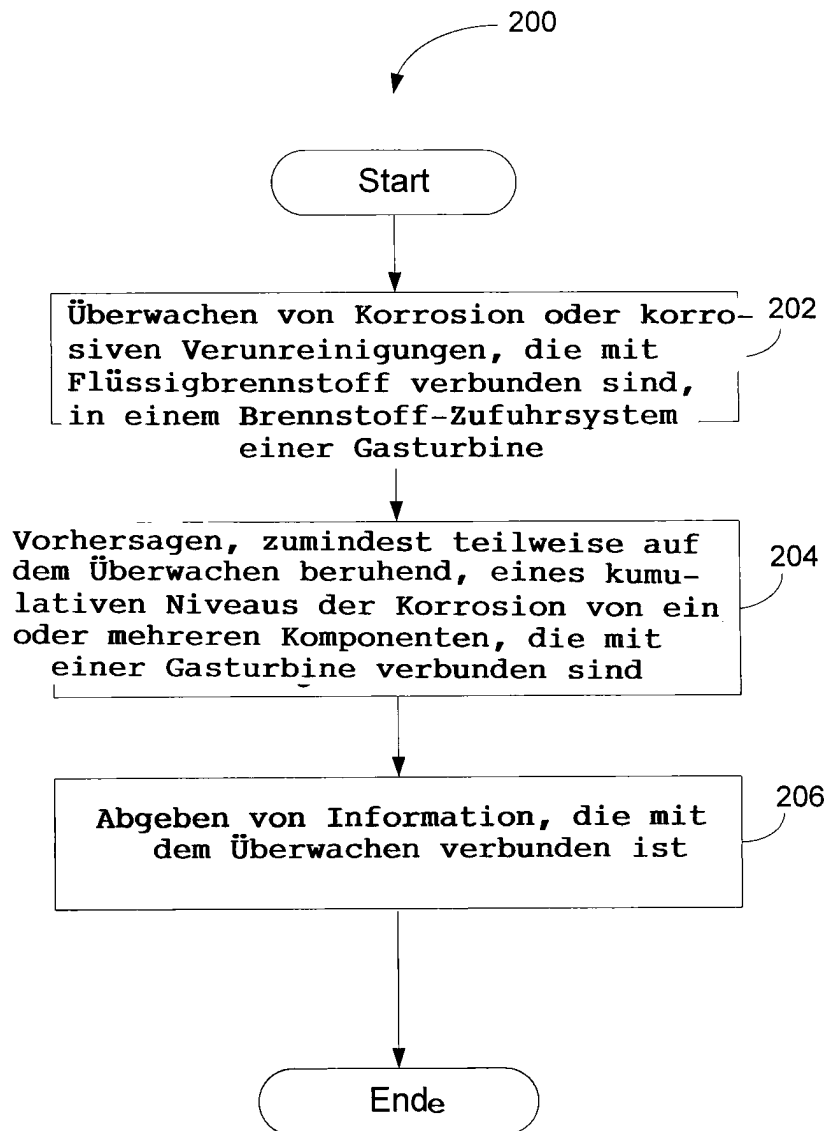


FIG. 2