

(19)



(11)

**EP 3 000 976 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**30.03.2016 Patentblatt 2016/13**

(51) Int Cl.:  
**F01D 5/26** (2006.01) **F01D 25/06** (2006.01)  
**F01D 17/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14186853.9**

(22) Anmeldetag: **29.09.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**  
**80333 München (DE)**

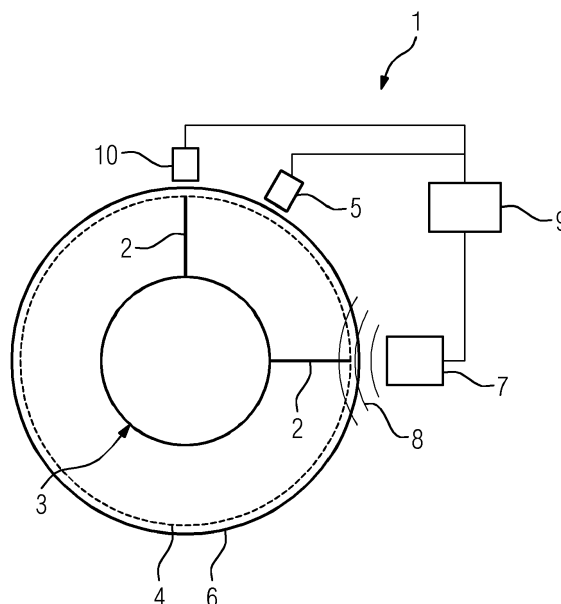
(72) Erfinder:  
• **Benkler, Francois**  
**40880 Ratingen (DE)**  
• **Biela, Christoph**  
**40476 Düsseldorf (DE)**  
• **Braun, Stefan**  
**47506 Neukirchen-Vluyn (DE)**

- **Deiss, Olga**  
**40627 Düsseldorf (DE)**
- **Gloss, Daniel**  
**45481 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **Hiß, Florian**  
**45468 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **Hoell, Harald**  
**63607 Wächtersbach (DE)**
- **Knödler, Anna**  
**45478 Mülheim (DE)**
- **Purps, Florian**  
**68259 Mannheim (DE)**
- **Siebenborn, Nicola**  
**45479 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **Timmermann, Julian**  
**45891 Gelsenkirchen (DE)**

(54) **Verfahren zum Beeinflussen eines Schwingungszustands eines Läuferbauteils, zugehörige System und Fluidenergiemaschine**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beeinflussen eines Schwingungszustands von wenigstens einem Bauteil eines Läufers oder eines Ständers einer Fluidenergiemaschine, insbesondere einer Turbine oder ei-

nes Verdichters, wobei mittels eines Magnetfelds schwingungsreduzierende Kräfte in das Bauteil eingeleitet werden. Ein zugehöriges System sowie eine zugehörige Fluidenergiemaschine werden ebenfalls präsentiert.

**EP 3 000 976 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum Beeinflussen eines Schwingungszustands von wenigstens einem Bauteil eines Läufers oder eines Ständers einer Fluidenergiemaschine.

**[0002]** Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Fluidenergiemaschine, insbesondere eine Turbine oder einen Verdichter.

**[0003]** Eine Fluidenergiemaschine weist einen Läufer mit wenigstens einem aus Laufschaufeln gebildeten Laufschaufelkranz auf. Bei stationären Betriebsvorgängen oder transienten Betriebsvorgängen, wie beispielsweise einem Anfahren oder einem Herunterfahren der Fluidenergiemaschine, treten üblicherweise Laufschaufelschwingungen auf. Laufschaufelschwingungen mit Amplituden, die oberhalb kritischer Schwingungsamplituden liegen, können die Lebensdauer einer Laufschaufel herabsetzen und im schlimmsten Fall zum Versagen der Laufschaufel führen.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es, Schwingungen eines Bauteils eines Läufers oder eines Ständers einer Fluidenergiemaschine während des Betriebs der Fluidenergiemaschine zu reduzieren.

**[0005]** Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Beeinflussen eines Schwingungszustands von wenigstens einem Bauteil eines Läufers oder eines Ständers einer Fluidenergiemaschine, insbesondere einer Turbine oder eines Verdichters, werden mittels eines Magnetfelds schwingungsreduzierende Kräfte in das Bauteil eingeleitet.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird der Schwingungszustand des wenigstens einen Bauteils des Läufers oder des Ständers der Fluidenergiemaschine beeinflusst, indem während des Betriebs der Fluidenergiemaschine die jeweilige Schwingung des Bauteils mittels des Magnetfelds reduziert wird. Die Reduzierung der jeweiligen Schwingung des Bauteils, insbesondere einer Laufschaufel oder einer Leitschaufel, ist dabei Folge der mittels des Magnetfelds in das Bauteil eingeleiteten schwingungsreduzierenden Kräfte. Das Magnetfeld bzw. die hierdurch in das Bauteil eingeleiteten Kräfte wirken somit der Schwingung des Bauteils entgegen, wodurch die Schwingung des Bauteils gedämpft wird.

**[0007]** Herkömmlich erfolgt die Dämpfung von Schwingungen beispielsweise einer Laufschaufel durch deren bauliche Ausgestaltung, was materialtechnisch nur eingeschränkt möglich ist. Dabei sind insbesondere die Dämpfungseigenschaften der Laufschaufeln selbst durch aerodynamische Vorgaben eingeschränkt, nach denen die Schaufelblätter von Laufschaufeln möglichst dünn auszulegen sind, um einer entsprechend ausgestatteten Fluidenergiemaschine einen höheren Wirkungsgrad zu verleihen. Durch diese dünne Auslegung von Schaufelblättern werden die Laufschaufeln jedoch deutlich schwingungsanfälliger. Bei Verwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens beim Betreiben einer Fluidenergiemaschine können die Schaufelblätter von

Laufschaufeln dünner als bisher ausgelegt werden, ohne dass die Lebensdauer der Laufschaufeln herabgesetzt wird oder die Laufschaufeln versagen. Hierdurch kann mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens der Wirkungsgrad einer Fluidenergiemaschine erhöht werden.

**[0008]** Die erfindungsgemäße Beeinflussung des Schwingungszustands des Bauteils erfolgt über das Magnetfeld und somit berührungslos. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können natürlich auch mehrere Bauteile, insbesondere alle Laufschaufeln eines Laufschaufelkranzes oder alle Leitschaufeln eines Leitschaufelkranzes, bzw. deren Schwingungszustände entsprechend beeinflusst werden.

**[0009]** Mittels des Magnetfelds können beispielsweise Wirbelströme in dem Bauteil durch eine Relativbewegung zwischen Bauteil und Magnetfeld erzeugt werden, die wiederum ein Magnetfeld erzeugen. Das jeweilig durch die Wirbelströme erzeugte Magnetfeld kann mittels des zur Schwingungsreduzierung erzeugten Magnetfeldes gedämpft werden, wodurch die schwingungsreduzierenden Kräfte in das Bauteil eingeleitet werden. Alternativ oder additiv kann eine Magnetisierbarkeit des Bauteils zur Wechselwirkung mit dem schwingungsreduzierenden Magnetfeld und somit zur Einleitung der Kräfte in das Bauteil genutzt werden.

**[0010]** Bevorzugt wird eine Schwingung des Bauteils erfasst und das Magnetfeld zum Einleiten der schwingungsreduzierenden Kräfte in das Bauteil in Abhängigkeit der jeweilig erfassten Schwingung des Bauteils geregelt. Hiernach wird das Magnetfeld in Abhängigkeit der jeweilig erfassten Schwingung des Bauteils geregelt, so dass die Möglichkeit besteht, während des Betriebs der Fluidenergiemaschine veränderlich auf eine jeweilig vorliegende Schwingungsform des Bauteils zu reagieren bzw. dieser entgegenzuwirken. Es ist also eine aktive Reduzierung der Schwingung des Bauteils möglich. Hierzu kann das Magnetfeld zeitlich verändert werden. Alternativ kann das Magnetfeld ohne Erfassung der Schwingung des Bauteils in Kenntnis von betriebsbedingt auftretenden Schwingungen des Bauteils zu bestimmten Zeiten oder kontinuierlich erzeugt werden.

**[0011]** Die Schwingung des als Laufschaufel ausgebildeten Bauteils wird bevorzugt mittels wenigstens eines radial außen zu einer radial äußeren Umlaufbahn des Bauteils angeordneten Schwingungssensors erfasst, wobei das Magnetfeld mittels wenigstens eines radial außen zu der radial äußeren Umlaufbahn des Bauteils und umfangsversetzt zu dem Schwingungssensor angeordneten, ansteuerbaren Elektromagneten erzeugt wird. Der Schwingungssensor und/oder der ansteuerbare Elektromagnet können beispielsweise an einem den Läufer umgebenden Gehäuse der Fluidenergiemaschine angeordnet sein.

**[0012]** Die Schwingung des als Laufschaufel ausgebildeten Bauteils wird alternativ bevorzugt mittels wenigstens eines radial außen zu einer radial äußeren Umlaufbahn des Bauteils angeordneten, ansteuerbaren Elektromagneten erfasst, wobei das Magnetfeld mittels

des ansteuerbaren Elektromagneten erzeugt wird. Hierbei dient der ansteuerbare Elektromagnet sowohl als Schwingungssensor als auch als Magnetfelderzeuger. Der ansteuerbare Elektromagnet kann beispielsweise an einem den Läufer umgebenden Gehäuse der Fluidenergiemaschine angeordnet sein.

**[0013]** Bevorzugt wird wenigstens ein Parameter einer Rotationsbewegung des Läufers und ein Zeitpunkt eines Durchgangs des an dem Läufer angeordneten Bauteils durch eine vorgegebene Referenzposition erfasst, wobei anhand des Parameters und des Zeitpunkts ermittelt wird, wann das Bauteil einen Wirkbereich des ansteuerbaren Elektromagneten erreicht. Dies ist erforderlich, um den ansteuerbaren Elektromagneten zur Beeinflussung des Schwingungszustands des Bauteils im richtigen Moment ansteuern zu können, in dem sich das Bauteil im Wirkungsbereich des ansteuerbaren Elektromagneten befindet. Die Erfassung des Zeitpunkts des Durchgangs des Bauteils durch die vorgegebene Referenzposition kann bezüglich der Drehrichtung des Läufers vorgeschaltet oder nachgeschaltet zu der Erfassung der jeweiligen Schwingung des Bauteils erfolgen. Der richtige Moment zum Ansteuern des ansteuerbaren Elektromagneten, in dem sich das Bauteil im Wirkungsbereich des ansteuerbaren Elektromagneten befindet, kann alternativ lediglich aus dem Zeitpunkt des Durchgangs des an dem Läufer angeordneten Bauteils durch die vorgegebene Referenzposition und einer Korrelationsrechnung ermittelt werden.

**[0014]** Das erfindungsgemäße System zum Beeinflussen eines Schwingungszustands von wenigstens einem Bauteil eines Läufers oder eines Stators einer Fluidenergiemaschine, insbesondere einer Turbine oder eines Verdichters, umfasst wenigstens einen ansteuerbaren Elektromagneten, mit dem ein Magnetfeld erzeugbar ist, über das schwingungsreduzierende Kräfte in das Bauteil einleitbar sind.

**[0015]** Mit dem System sind die oben mit Bezug auf das Verfahren genannten Vorteile entsprechend verbunden. Das Bauteil kann eine Laufschaufel oder eine Leitschaufel sein.

**[0016]** Das System umfasst bevorzugt

- wenigstens einen radial außen zu einer radial äußeren Umlaufbahn des als Laufschaufel ausgebildeten Bauteils angeordneten Schwingungssensor zum Erfassen einer Schwingung des Bauteils und
- wenigstens eine Steuer- und/oder Regeleinheit, die kommunikationstechnisch mit dem Schwingungssensor und dem Elektromagneten verbunden ist,
- wobei der ansteuerbare Elektromagnet radial außen zu der radial äußeren Umlaufbahn des Bauteils und umfangsversetzt zu dem Schwingungssensor angeordnet ist, und
- wobei die Steuer- und/oder Regeleinheit eingerichtet ist, den ansteuerbaren Elektromagneten derart anzusteuern, dass das Magnetfeld zum Einleiten der schwingungsreduzierenden Kräfte in das Bauteil in

Abhängigkeit der jeweilig erfassten Schwingung des Bauteils geregelt wird.

**[0017]** Das System kann auch zwei oder mehrere Schwingungssensoren und/oder ansteuerbare Elektromagneten aufweisen. Die kommunikationstechnische Verbindung der Steuer- und/oder Regeleinheit zu dem Schwingungssensor und/oder dem ansteuerbaren Elektromagneten kann kabelgebunden oder kabellos sein. Die Steuer- und/oder Regeleinheit kann wenigstens einen Mikrokontroller aufweisen.

**[0018]** Das System umfasst alternativ bevorzugt

- wenigstens eine Steuer- und/oder Regeleinheit, die kommunikationstechnisch mit dem ansteuerbaren Elektromagneten verbunden ist,
- wobei der ansteuerbare Elektromagnet radial außen zu einer radial äußeren Umlaufbahn des als Laufschaufel ausgebildeten Bauteils angeordneten angeordnet ist, und
- wobei die Steuer- und/oder Regeleinheit eingerichtet ist, über den ansteuerbaren Elektromagneten eine Schwingung des Bauteils zu erfassen und den ansteuerbaren Elektromagneten derart anzusteuern, dass das Magnetfeld zum Einleiten der schwingungsreduzierenden Kräfte in das Bauteil in Abhängigkeit der jeweilig erfassten Schwingung des Bauteils geregelt wird.

**[0019]** Nach dieser Ausgestaltung sind zwei Funktionen in einem Bauteil, nämlich dem ansteuerbaren Elektromagneten, integriert. Der ansteuerbare Elektromagnet dient gleichzeitig als Schwingungssensor und Magnetfelderzeuger. Hierdurch wird das System baulich vereinfacht und damit kostengünstiger.

**[0020]** Bevorzugt umfasst das System

- wenigstens einen radial außen zu der radial äußeren Umlaufbahn des Bauteils angeordneten, kommunikationstechnisch mit der Steuer- und/oder Regeleinheit verbundenen Positionssensor zum Erfassen eines Zeitpunkts eines Durchgangs des Bauteils durch eine vorgegebene Referenzposition und
- wenigstens eine kommunikationstechnisch mit der Steuer- und/oder Regeleinheit verbundene Sensoreinheit zum Erfassen von wenigstens einem Parameter einer Rotationsbewegung des Läufers,
- wobei die Steuer- und/oder Regeleinheit eingerichtet ist, anhand des Parameters und des Zeitpunkts zu ermitteln, wann das Bauteil einen Wirkbereich des ansteuerbaren Elektromagneten erreicht.

**[0021]** Mit dieser Ausgestaltung sind die oben mit Bezug auf die entsprechende Ausgestaltung des Verfahrens verbundenen Vorteile entsprechend verbunden. Der Positionssensor kann an einem den Läufer umgebenden Gehäuse der Fluidenergiemaschine angeordnet sein. Die Sensoreinheit kann als Parameter beispiels-

weise die Rotationsgeschwindigkeit des Läufers erfassen. Die Steuer- und/oder Regeleinheit kann kabelgebunden oder kabellos kommunikationstechnisch mit dem Positionssensor verbunden sein. Das System kann gemäß dieser Ausgestaltung ein sogenanntes tip-timing-System umfassen. Alternativ kann der ansteuerbare Elektromagnet die Funktion des Positionssensors übernehmen, was den Aufbau des Systems weiter vereinfacht. Der wenigstens eine Parameter der Rotationsbewegung des Läufers kann alternativ auch durch eine Korrelationsrechnung ermittelt werden, wodurch zur baulichen Vereinfachung des Systems auch die Sensoreinrichtung eingespart werden könnte.

**[0022]** Die erfindungsgemäße Fluidenergiemaschine, insbesondere Turbine oder Verdichter, umfasst wenigstens ein System gemäß einer der vorgenannten Ausgestaltungen oder einer beliebigen Kombination derselben.

**[0023]** Mit der Fluidenergiemaschine sind die oben mit Bezug auf das Verfahren bzw. das System genannten Vorteile entsprechend verbunden. Die Fluidenergiemaschine kann Teil einer Gasturbine oder einer Dampfturbine sein. Die Fluidenergiemaschine kann eine Turbomaschine sein.

**[0024]** Im Folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems anhand der beigefügten schematischen Zeichnung erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine Darstellung eines Ausführungsbeispiels für ein erfindungsgemäßes System.

**[0025]** Figur 1 zeigt eine Darstellung eines Ausführungsbeispiels für ein erfindungsgemäßes System 1 zum Beeinflussen eines Schwingungszustands von wenigstens einem Bauteil 2 in Form einer Laufschaufel eines rotierenden Läufers 3 einer nicht weitergehender dargestellten Fluidenergiemaschine.

**[0026]** Das System 1 umfasst einen radial außen zu einer radial äußeren Umlaufbahn 4 des Bauteils 2 angeordneten Schwingungssensor 5 zum Erfassen einer Schwingung des Bauteils 2. Der Schwingungssensor 5 ist an einem den Läufer 3 radial außen umgebenden Gehäuse 6 angeordnet.

**[0027]** Das System 1 umfasst des Weiteren einen radial außen zu der radial äußeren Umlaufbahn 4 des Bauteils 2 und umfangsversetzt zu dem Schwingungssensor 5 angeordneten, ansteuerbaren Elektromagneten 7 zum Erzeugen eines Magnetfelds 8.

**[0028]** Zudem umfasst das System 1 eine Steuer- und/oder Regeleinheit 9, die kommunikationstechnisch mit dem Schwingungssensor 5 und dem ansteuerbaren Elektromagneten 7 verbunden ist.

**[0029]** Das System 1 umfasst des Weiteren einen radial außen zu der radial äußeren Umlaufbahn 4 des Bauteils 2 angeordneten, kommunikationstechnisch mit der Steuer- und/oder Regeleinheit 9 verbundenen Positionssensor 10 zum Erfassen eines Zeitpunkts eines Durchgangs des Bauteils 2 durch eine vorgegebene Referenz-

position, welche der in Figur 1 oben gezeigten vertikalen Position des Bauteils 2 entspricht.

**[0030]** Ferner umfasst das System 1 eine kommunikationstechnisch mit der Steuer- und/oder Regeleinheit 9 verbundene, nicht dargestellte Sensoreinheit zum Erfassen von wenigstens einem Parameter einer Rotationsbewegung des Läufers 3. Alternativ kann dieser Parameter aus einer Korrelationsrechnung unter Verwendung des Signals des Positionssensors 10 ermittelt werden.

**[0031]** Die Steuer- und/oder Regeleinheit 9 ist eingerichtet, den ansteuerbaren Elektromagneten 7 derart anzusteuern, dass das Magnetfeld 8 zum Einleiten der schwingungsreduzierenden Kräfte in das Bauteil 2 in Abhängigkeit der jeweilig erfassten Schwingung des Bauteils 2 geregelt wird.

**[0032]** Des Weiteren ist die Steuer- und/oder Regeleinheit 9 eingerichtet, anhand des mittels der Sensoreinheit 9 erfassten Parameters und des mittels des Positionssensors 10 erfassten Zeitpunkts zu ermitteln, wann das Bauteil 2 einen Wirkungsbereich des ansteuerbaren Elektromagneten 7 erreicht, wie es in Figur 1 rechts durch die horizontale Position des Bauteils 2 angedeutet ist.

**[0033]** Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch das offenbarte Beispiel eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Beeinflussen eines Schwingungszustands von wenigstens einem Bauteil (2) eines Läufers (3) oder eines Ständers einer Fluidenergiemaschine, insbesondere einer Turbine oder eines Verdichters, wobei mittels eines Magnetfelds (8) schwingungsreduzierende Kräfte in das Bauteil (2) eingeleitet werden.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei eine Schwingung des Bauteils (2) erfasst wird und das Magnetfeld (8) zum Einleiten der schwingungsreduzierenden Kräfte in das Bauteil (2) in Abhängigkeit der jeweilig erfassten Schwingung des Bauteils (2) geregelt wird.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei die Schwingung des als Laufschaufel ausgebildeten Bauteils (2) mittels wenigstens eines radial außen zu einer radial äußeren Umlaufbahn (4) des Bauteils (2) angeordneten Schwingungssensors (5) erfasst wird, und wobei das Magnetfeld (8) mittels wenigstens eines radial außen zu der radial äußeren Umlaufbahn (4) des Bauteils (2) und umfangsversetzt zu dem

Schwingungssensor (5) angeordneten, ansteuerbaren Elektromagneten (7) erzeugt wird.

4. Verfahren gemäß Anspruch 2,  
wobei die Schwingung des als Laufschaufel ausgebildeten Bauteils (2) mittels wenigstens eines radial außen zu einer radial äußeren Umlaufbahn (4) des Bauteils (2) angeordneten, ansteuerbaren Elektromagneten (7) erfasst wird, und wobei das Magnetfeld (8) mittels des ansteuerbaren Elektromagneten (7) erzeugt wird. 5
5. Verfahren gemäß Anspruch 3 oder 4,  
wobei wenigstens ein Parameter einer Rotationsbewegung des Läufers (3) und ein Zeitpunkt eines Durchgangs des an dem Läufer (3) angeordneten Bauteils (2) durch eine vorgegebene Referenzposition erfasst wird, und  
wobei anhand des Parameters und des Zeitpunkts ermittelt wird, wann das Bauteil (2) einen Wirkbereich des Elektromagneten (7) erreicht. 10
6. System (1) zum Beeinflussen eines Schwingungszustands von wenigstens einem Bauteil (2) eines Läufers (3) oder eines Stators einer Fluidenergiemaschine, insbesondere einer Turbine oder eines Verdichters,  
aufweisend wenigstens einen ansteuerbaren Elektromagneten (7), mit dem ein Magnetfeld (8) erzeugbar ist, über das schwingungsreduzierende Kräfte in das Bauteil (2) einleitbar sind. 15
7. System gemäß Anspruch 6, aufweisend  
- wenigstens einen radial außen zu einer radial äußeren Umlaufbahn (4) des als Laufschaufel ausgebildeten Bauteils (2) angeordneten Schwingungssensor (5) zum Erfassen einer Schwingung des Bauteils (2) und  
- wenigstens eine Steuer- und/oder Regeleinheit (9), die kommunikationstechnisch mit dem Schwingungssensor (5) und dem Elektromagneten (7) verbunden ist,  
- wobei der ansteuerbare Elektromagnet (7) radial außen zu der radial äußeren Umlaufbahn (4) des Bauteils (2) und umfangsversetzt zu dem Schwingungssensor (5) angeordnet ist, und  
- wobei die Steuer- und/oder Regeleinheit (9) eingerichtet ist, den ansteuerbaren Elektromagneten (7) derart anzusteuern, dass das Magnetfeld (8) zum Einleiten der schwingungsreduzierenden Kräfte in das Bauteil (2) in Abhängigkeit der jeweilig erfassten Schwingung des Bauteils (2) geregelt wird. 20
8. System gemäß Anspruch 6,  
aufweisend 25

- wenigstens eine Steuer- und/oder Regeleinheit (9), die kommunikationstechnisch mit dem ansteuerbaren Elektromagneten (7) verbunden ist,

- wobei der ansteuerbare Elektromagnet (7) radial außen zu einer radial äußeren Umlaufbahn (4) des als Laufschaufel ausgebildeten Bauteils (2) angeordneten angeordnet ist, und

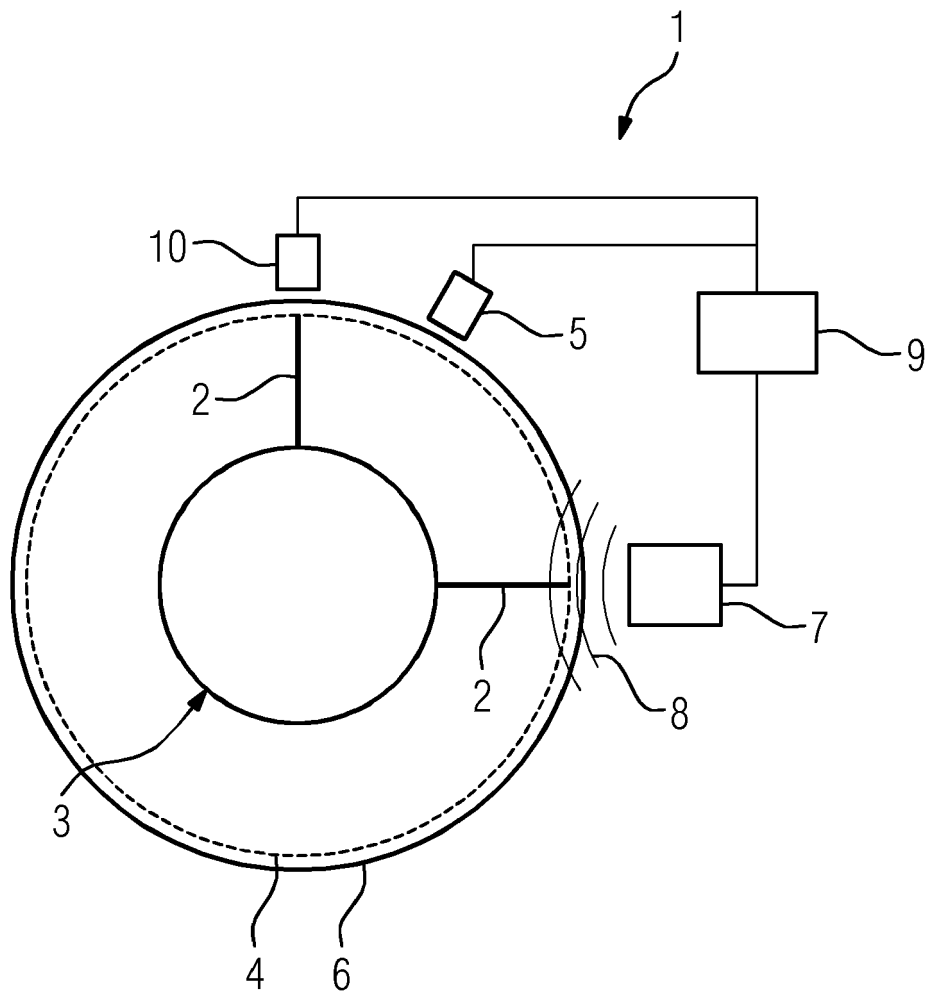
- wobei die Steuer- und/oder Regeleinheit (9) eingerichtet ist, über den ansteuerbaren Elektromagneten (7) eine Schwingung des Bauteils (2) zu erfassen und den ansteuerbaren Elektromagneten (7) derart anzusteuern, dass das Magnetfeld (8) zum Einleiten der schwingungsreduzierenden Kräfte in das Bauteil (2) in Abhängigkeit der jeweilig erfassten Schwingung des Bauteils (2) geregelt wird.

9. System (1) gemäß Anspruch 7 oder 8,  
aufweisend

- wenigstens einen radial außen zu der radial äußeren Umlaufbahn (4) des Bauteils (2) angeordneten, kommunikationstechnisch mit der Steuer- und/oder Regeleinheit (9) verbundenen Positionssensor (10) zum Erfassen eines Zeitpunkts eines Durchgangs des Bauteils (2) durch eine vorgegebene Referenzposition und

- wenigstens eine kommunikationstechnisch mit der Steuer- und/oder Regeleinheit (9) verbundene Sensoreinheit zum Erfassen von wenigstens einem Parameter einer Rotationsbewegung des Läufers (3),  
- wobei die Steuer- und/oder Regeleinheit (9) eingerichtet ist, anhand des Parameters und des Zeitpunkts zu ermitteln, wann das Bauteil (2) einen Wirkbereich des ansteuerbaren Elektromagneten (7) erreicht. 30

10. Fluidenergiemaschine, insbesondere Turbine oder Verdichter,  
aufweisend wenigstens ein System (1) gemäß einem der Ansprüche 6 bis 9. 35





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 14 18 6853

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 005 353 A (ACTON ELIZABETH [GB] ET AL) 9. April 1991 (1991-04-09)	1-4,6-8, 10	INV. F01D5/26
Y	* Anspruch 1; Abbildungen 4, 6a, 6b, 14a, 14b *	5,9	F01D25/06
	* Spalte 4, Zeile 8 - Spalte 5, Zeile 27 *		ADD. F01D17/02
	* Spalte 30, Zeile 47 - Spalte 31, Zeile 17 *		
	* Spalte 34, Zeile 24 - Zeile 47 *		
	* Spalte 35, Zeile 10 - Spalte 36, Zeile 19 *		
	-----		
X	DE 10 2009 032549 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 13. Januar 2011 (2011-01-13)	1,2,6,10	
Y	* Ansprüche 1, 6, 8, 9; Abbildungen 5, 6 *	5,9	
	* Seite 7, Absatz [0053] - Absatz [0060] *		
	* Seite 2, Absatz [0010] - Seite 4, Absatz [0028] *		
	* Seite 5, Absatz [0031] *		
	* Seite 8, Absatz [0067] - Absatz [0068] *		
	-----		
X	US 5 490 759 A (HOFFMAN JAY [US]) 13. Februar 1996 (1996-02-13)	1,2,6,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* Ansprüche 1, 3; Abbildungen 1, 4, 5 *		F01D
	* Spalte 2, Zeile 17 - Spalte 3, Zeile 14 *		
	* Spalte 3, Zeile 62 - Spalte 5, Zeile 11 *		
	-----		
X	US 2011/148113 A1 (LI HUAIZHONG [SG] ET AL) 23. Juni 2011 (2011-06-23)	1,2,6,10	
	* Anspruch 14; Abbildungen 2-4 *		
	* Seite 2, Absatz [0047] - Seite 3, Absatz [0055] *		
	* Seite 4, Absatz [0060] - Absatz [0062] *		
	-----		
	-/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>10. März 2015</b>	
		Prüfer <b>Lutoschkin, Eugen</b>	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 14 18 6853

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 596 037 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 16. November 2005 (2005-11-16) * Anspruch 17; Abbildungen 1, 2, 4, 7 * * Seite 3, Absatz [0028] - Seite 5, Absatz [0049] *	1,2,6,10	
X	DE 195 05 389 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 22. August 1996 (1996-08-22) * Abbildungen 1, 2 * * Spalte 1, Zeile 54 - Spalte 2, Zeile 10 * * Spalte 2, Zeile 38 - Spalte 3, Zeile 28 *	1,6,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>10. März 2015</b>	Prüfer <b>Lutoschkin, Eugen</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)



**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 18 6853

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-03-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5005353 A	09-04-1991	US 5005353 A	09-04-1991
		US 5082421 A	21-01-1992
		US 5141391 A	25-08-1992
DE 102009032549 A1	13-01-2011	DE 102009032549 A1	13-01-2011
		EP 2452048 A1	16-05-2012
		US 2012102701 A1	03-05-2012
		WO 2011003398 A1	13-01-2011
US 5490759 A	13-02-1996	KEINE	
US 2011148113 A1	23-06-2011	KEINE	
EP 1596037 A2	16-11-2005	EP 1596037 A2	16-11-2005
		US 2005254940 A1	17-11-2005
DE 19505389 A1	22-08-1996	CA 2162933 A1	18-08-1996
		CN 1140230 A	15-01-1997
		DE 19505389 A1	22-08-1996
		EP 0727564 A1	21-08-1996
		ES 2126374 T3	16-03-1999
		HU 218551 B	28-10-2000
		JP H08240103 A	17-09-1996
		PL 312681 A1	19-08-1996
		US 5709527 A	20-01-1998

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82