

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 727 564 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

21.08.1996 Patentblatt 1996/34(51) Int Cl.⁶: **F01D 5/26**(21) Anmeldenummer: **96810059.4**(22) Anmeldetag: **29.01.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

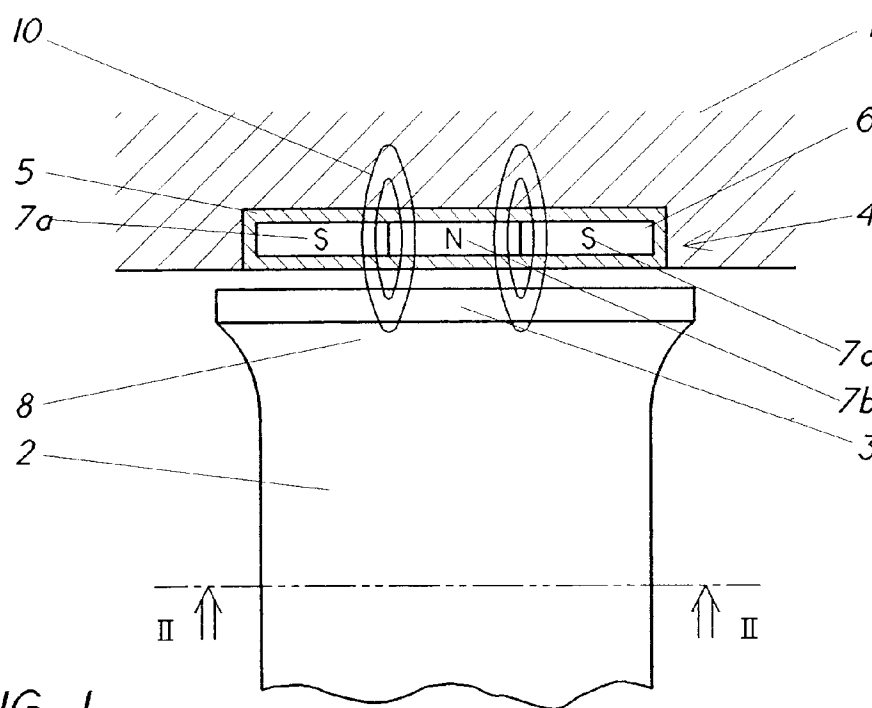
CH DE ES FR GB IT LI PT SE(30) Priorität: **17.02.1995 DE 19505389**(71) Anmelder: **ABB RESEARCH LTD.****CH-8050 Zürich 11 (CH)**

(72) Erfinder:

• **Ernst, Peter, Dr.****CH-8172 Niederglatt (CH)**• **Rhyner, Jakob, Dr.****CH-8006 Zürich (CH)**(74) Vertreter: **Klein, Ernest et al****ABB Management AG****TEI-Immaterialgüterrecht****Postfach****Wiesenstrasse 26/28****5401 Baden (CH)****(54) Schwingungsdämpfung für Turbinenschaufeln**

(57) Bei einer Einrichtung zur Dämpfung von Schaufelschwingungen einer axial durchströmten Turbomaschine, dichten die Enden (8) der rotierenden Schaufeln (2) gegen die strömungsbegrenzende Wand eines Turbinengehäuses (1). Auf dieser strömungsbegrenzenden Wand des Turbinengehäuses ist in radialer

Richtung gegenüber den Schaufelenden (8) ein Ring (4) aus permanentmagnetischem Material angebracht, der aus mindestens einem oder mehreren Teilringen (6) gleicher oder unterschiedlicher magnetischer Polarisierung besteht. Die Schaufelenden (8) sind mit je einer Deckplatte (3) versehen, welche aus einem elektrisch gut leitenden Material besteht.

**FIG. 1****EP 0 727 564 A1**

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Dämpfung von Schaufelschwingungen einer axial durchströmten Turbomaschine, bei welcher die Enden der rotierenden Schaufeln gegen die strömungsbegrenzende Wand eines Turbinengehäuses dichten.

STAND DER TECHNIK

Bei Turbomaschinen sind die rotierenden Schaufeln für ein bestimmtes Feld der Betriebsbedingungen resonanzfrei ausgelegt. Durch variierende Betriebsbedingungen, z.B. Volumenstromänderungen des strömenden Arbeitsmittels oder Gegendruckbetrieb im Grenzbereich, werden die Schaufeln stochastisch zu Schwingungen angeregt. Im Fall von Schwingungsresonanz führen diese mechanischen Beanspruchungen zum Versagen der Schaufeln.

Zur Dämpfung dieser Schwingungen sind verschiedene Einrichtungen entwickelt worden, die die Schaufeln aneinander koppeln und damit schwingungsdämpfend wirken. Bekannte Konzepte sind beispielsweise Dämpferdrähte, Dämpferbolzen, Schaufeldeckplatten, sowie angeschmiedete Nocken mit Stiften. Derartige Einrichtungen für die Dämpfung von Schaufelschwingungen sind bekannt aus DE B 1 299 004 und US 3 185 441. Dabei sind die Einsatzbereiche der vorgeschlagenen Dämpfungsmittel beschränkt. Bohrungen für die Aufnahme von Dämpferdrähten oder Dämpferbolzen beeinträchtigen die Festigkeit der Schaufelprofile, und die Dämpferdrähte und -bolzen selbst verschlechtern die Strömungseigenschaften des strömenden Arbeitsmittels.

Hohe Fliehkräfte treten nachteilig ins Gewicht bei der Dämpfung mittels Schaufeldeckplatten, die benachbarte Schaufelköpfe zu einem geschlossenen Ring aneinanderkoppeln und durch Reibschluss dämpfend wirken. Die Ausführung und Bearbeitung dieser Schaufeldeckplatten, sowie die Schaufelmontage mit diesen Deckplatten ist wegen der geforderten Massgenauigkeit aufwendig und teuer.

Hinzu kommt, dass bei den Dämpfungseinrichtungen, die auf Reibschluss benachbarter Schaufeln basieren, durch eine Abnutzung der Kontaktflächen, die geforderte Dämpfung beeinträchtigt wird und somit Revisionen nötig sind.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Schwingungsdämpfung für Turbinenschaufeln der eingangs genannten Art darzustellen, bei der jede Schaufel individuell und reibungslos gedämpft wird.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass

auf der strömungsbegrenzenden Wand des Turbinengehäuses in radialer Richtung gegenüber den Schaufelenden ein Ring aus permanentmagnetischem Material angebracht ist, der aus mindestens einem oder mehreren Teilringen gleicher oder unterschiedlicher magnetischer Polarisierung besteht, und dass die Schaufelenden mit je einer Deckplatte versehen sind, welche aus einem elektrisch gut leitenden Material besteht.

Die Vorteile der Erfindung sind unter anderem darin zu sehen, dass die Schaufeln nicht gekoppelt sind an Kontaktflächen von aneinander reibenden Dämpfungseinrichtungen wie Deckplatten, Dämpferdrähte oder -bolzen. Bei der vorgeschlagenen Dämpfungseinrichtung werden die Schaufeln reibungs- und damit verschleissfrei individuell gedämpft.

Vorteilhaft ist ferner, dass bei axialem Einbau in ein Turbinenrad die Montage einzelner Schaufeln vereinfacht ist, da keine tangentialen Dämpfungskonstruktionen benachbarter Schaufeln einander überlappen.

Es ist besonders zweckmässig, wenn die Schaufeldeckplatten aus Aluminium gefertigt werden, da sich bei dieser Materialwahl gute elektrische Eigenschaften mit geringem spezifischen Gewicht verbinden. Auch Fliehkräfte in der Grössenordnung, wie sie bei bekannten Deckplattendämpfungen vorkommen, treten wegen den wesentlich kleineren und damit leichteren Deckplattenkonstruktion der Erfindung reduziert auf. Dies bedeutet für die Turbinenschaufel eine verminderte mechanische Beanspruchung.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung vereinfacht dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Teillängsschnitt einer Schaufelspitze mit einem radial gegenüberliegenden Magnetring;

Fig. 2 einen Schnitt nach Linie II-II gemäss Fig. 1.

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt.

Nicht dargestellt in der Zeichnung ist ein Turbinenschaufelfuss und eine Montageansicht der Schaufel in einem Turbinenrad.

WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

In Fig. 1 ist von einem Turbinengehäuse 1 ein Ausschnitt gezeigt, der einem Schaufelende 8 einer Turbinenlaufschaufel 2 radial gegenüberliegt. Wie aus dem Überschallschaufelprofil in Fig. 2 erkennbar, handelt es sich bei der dargestellten Schaufel um eine Endschaufel, beispielsweise einer ND-Dampfturbine. In Umfangsrichtung ist an bezeichneter Stelle des Turbinengehäuses 1 um ein nicht dargestelltes, beschaukeltes Turbinenrad ein Ring 4 aus permanentmagnetischem Mate-

rial angebracht. Dieser Magnetring 4 besteht aus Teilringen 6, die in einem Gehäuse 5 aus austenitischem Stahl zusammengefasst sind und mit diesem im Turbinengehäuse 1 befestigt sind. Dabei ist der Magnetring 4 in drei Teilringe 6 mit einander abwechselnder magnetischer Polarisation 7a,b,c unterteilt, wobei das Polarisationschema SNS vorliegt.

Die dem Magnetring 4 radial gegenüberliegende Turbinenschaufel 2 hat an deren Schaufelende 8, wie Fig. 2 zeigt, eine Deckplatte 3. Diese Deckplatte 3 weist bei radialer Draufsicht annähernd die Form eines Rhombus auf, dessen spitzwinklige Ecken parallel zur Rotationsrichtung 9 der Turbinenschaufeln 2 abgeflacht sind. Die Schaufeln 2 sind freistehend, d.h., die Deckplatten 3 benachbarter Schaufeln 2 sind so bemessen, dass sie tangential nicht überlappend sind und einander nicht berühren.

Bei Rotation des nicht dargestellten Turbinenrades in Rotationsrichtung 9 bleibt das magnetische Feld 10 des Permanentmagnettringes 4 für die Schaufeldeckplatte 3 solange konstant, wie die Schaufel 2 keine Schwingbewegung ausübt. Schwingt jedoch die Turbinenschaufel 2, so ist der magnetische Fluss in der Schaufeldeckplatte 3 zeitlich veränderlich. Dieser zeitlich veränderlicher Magnetfluss induziert in der Schaufeldeckplatte 3 Wirbelströme, die zur Produktion von Joule'scher Wärme führen. Diese Energiedissipation hat eine Dämpfung der Schaufelschwingung zur Folge. Die Joule'sche Wärme und damit der Dämpfungseffekt wächst mit der elektrischen Leitfähigkeit des Deckplattenmaterials.

Eine bevorzugte Legierung für den Permanentmagnetring 4 ist Cobalt-Samarium (Co-Sm).

Wegen seiner guten elektrischen Eigenschaften und dem für Metalle geringen spezifischen Gewicht ist es von Vorteil, die Schaufeldeckplatte 3 aus Aluminium zu fertigen.

Das geringe spezifische Gewicht ermöglicht eine leichte Ausführung der Deckplatte 3 der fliehkraftbelasteten Schaufeln 2. Die gute elektrische Leitfähigkeit des Aluminiums begünstigt die Wirbelströme und damit, wie oben erwähnt, das Dämpfungsverhalten.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf das gezeigte und beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So ist die Anzahl der am Magnetring 4 beteiligten Teilringe 6 und deren magnetische Polarisation 7a,b,c auch in anderer Konfiguration denkbar, wobei auch ein anderer Magnetwerkstoff dem Co-Sm vorgezogen werden könnte.

Weiterhin sind die Teilringe 6 auch als elektrisch gespeiste Ringkernspulen ausführbar.

Im Sinne der Erfindung ist die Ausführung der Schaufeldeckplatte 3 auch aus einem anderen Material als Aluminium denkbar. Unter Inkaufnahme des höheren spezifischen Gewichts von ferromagnetischen Metallen und ihren Legierungen, eignen sich diese Materialien ebenfalls ausserordentlich gut für die Fertigung der Deckplatten. Herausragend sind hier ihre magnetischen

Eigenschaften, welche eine erhebliche Verkleinerung des magnetischen Luftspalts zwischen einer Deckplatte und der strömungsbegrenzenden Wand bedeutet. Die dissipierte Schwingungsenergie kann somit durch eine Begünstigung des magnetischen Flusses in der Deckplatte erhöht werden. Selbstverständlich kann die Erfindung auch bei deckbandgebundenen Schaufelrädern zusätzlich dämpfend eingesetzt werden.

10 BEZUGSZEICHENLISTE

- | | |
|------|--|
| 1 | Turbinengehäuse |
| 2 | Schaufel |
| 3 | Schaufeldeckplatte |
| 15 4 | Ring aus permanentmagnetischem Material |
| 5 | austenitisches Stahlgehäuse |
| 6 | permanentmagnetischer Teilring |
| 7a,c | magnetische Polarisation S eines Teilrings |
| 7b | magnetische Polarisation N eines Teilrings |
| 20 8 | Schaufelende |
| 9 | Rotationsrichtung der Turbinenschaufeln in radialer Draufsicht |
| 10 | Magnetfeldlinien des Permanentmagnettringes |

25

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Dämpfung von Schaufelschwingungen einer axial durchströmten Turbomaschine, bei welcher die Enden (8) der rotierenden Schaufeln (2) gegen die strömungsbegrenzende Wand eines Turbinengehäuses (1) dichten, dadurch gekennzeichnet,
 - 30 - dass auf der strömungsbegrenzenden Wand des Turbinengehäuses (1) in radialer Richtung gegenüber den Schaufelenden (8) ein Ring (4) aus permanentmagnetischem Material angebracht ist, der aus mindestens einem oder mehreren Teilringen (6) gleicher oder unterschiedlicher magnetischer Polarisation (7a,b) besteht, und
 - 35 - dass die Schaufelenden (8) mit je einer Deckplatte (3) versehen sind, welche aus einem elektrisch gut leitenden Material besteht.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - 40 - dass der Permanentmagnetring (4) aus drei Teilringen (6) besteht mit dem Polarisationschema NSN oder SNS, und
 - 45 - dass dieser Permanentmagnetring (4) von einem nichtmagnetischen Gehäuse (5) umgeben ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass benachbarte Deckplatten (3) der Schaufeln (2) einander nicht berühren.

4. Einrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, 5
dass die Deckplatten (3) der Schaufeln (2) aus Aluminium gefertigt sind.
5. Einrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, 10
dass die Deckplatten (3) der Schaufeln (2) aus einem ferromagnetischen Material gefertigt sind.
6. Verwendung der Einrichtung nach Anspruch 1 bei Turbomaschinen mit freistehenden Schaufeln (2). 15

20

25

30

35

40

45

50

55

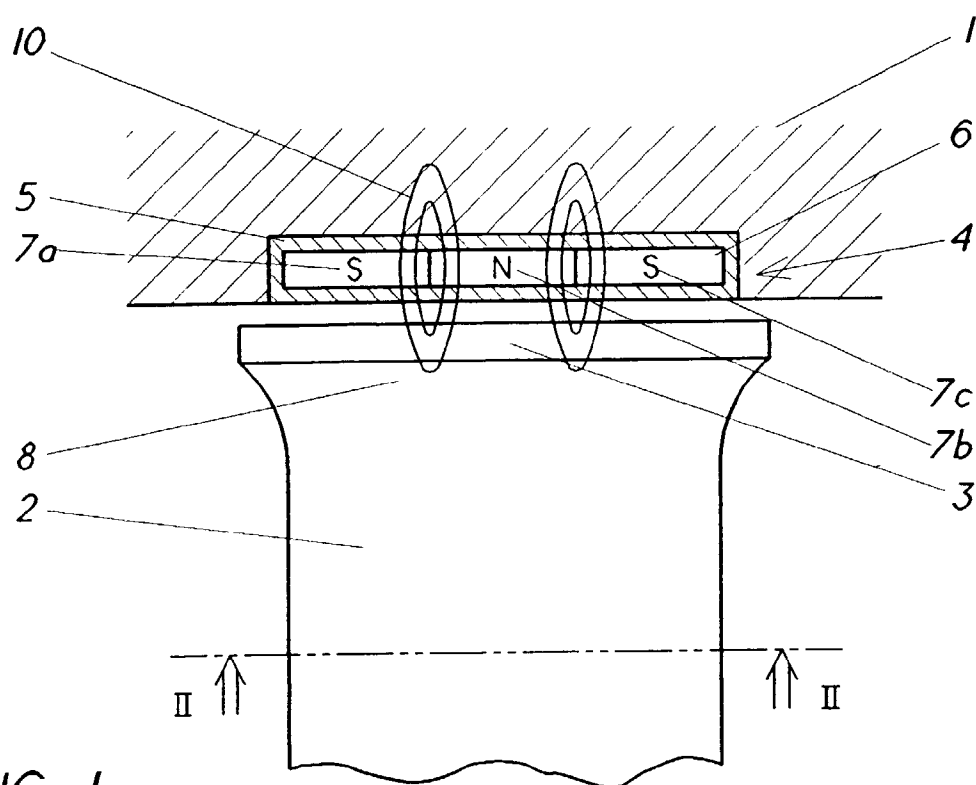


FIG. 1

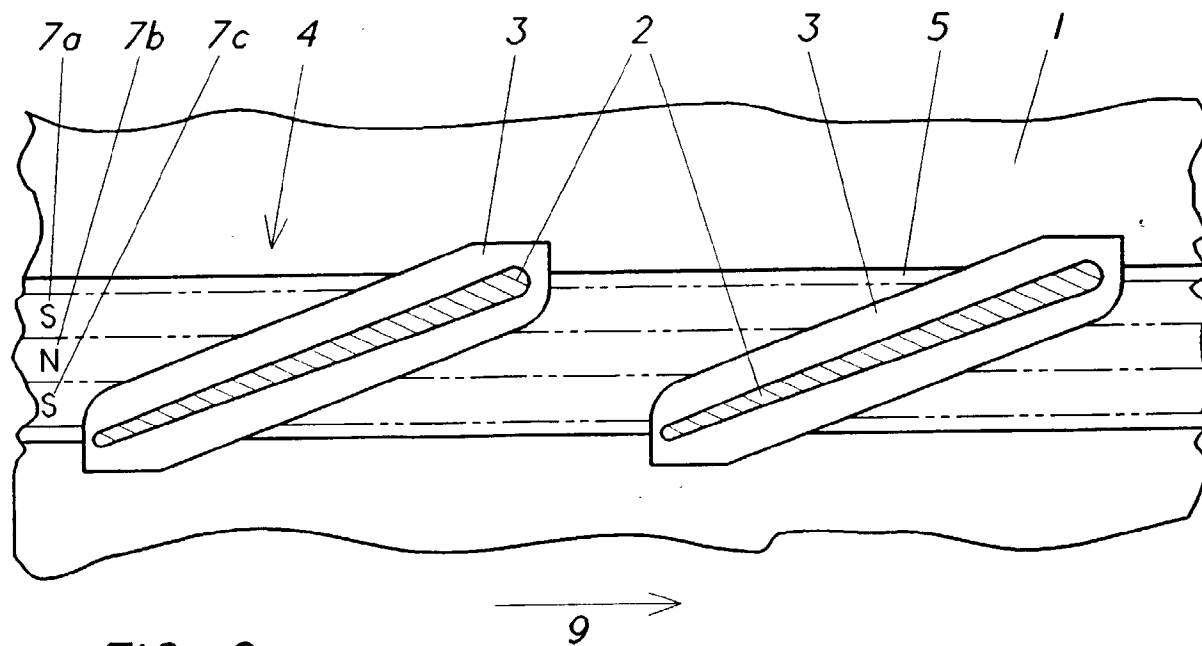


FIG. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 81 0059

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US-A-2 853 638 (BONNANO) * Spalte 1, Zeile 15 - Zeile 17 * * Spalte 1, Zeile 44 - Zeile 65 * * Spalte 2, Zeile 43 - Zeile 47; Abbildungen *	1	F01D5/26
A	--- GB-A-689 901 (THE HONORARY ADVISORY COUNCIL FOR SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH) * Seite 1, Zeile 46 - Zeile 90 * * Seite 2, Zeile 55 - Seite 3, Zeile 60; Abbildungen 1-3 *	1,4,6	
A	--- EP-A-0 214 393 (BBC BROWN BOVERI & CIE)		
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 295 (M-523), 7.Oktober 1986 & JP-A-61 108802 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 27.Mai 1986, * Zusammenfassung *		
E	--- US-A-5 490 759 (HOFFMAN JAY) 13.Februar 1996 * das ganze Dokument *	1,4,6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F01D F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 2.Mai 1996	Prüfer Zidi, K
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P/MC03)