



⑪

⑫ PATENTSCHRIFT A5

615 488

②1) Gesuchsnummer: 1146/77

⑦3) Inhaber:
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg
Aktiengesellschaft, München (DE)
Gutehoffnungshütte Sterkrade Aktiengesellschaft,
Oberhausen 11 (DE)

②2) Anmeldungsdatum: 31.01.1977

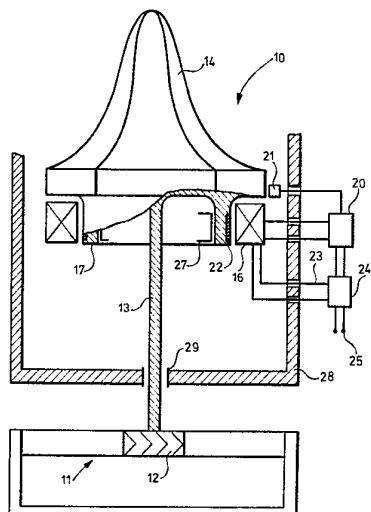
⑦2) Erfinder:
Dr. Peter Meinke, Grossinzemoos (DE)
Prof. Kurt Fiedler, Hamburg (DE)

②4) Patent erteilt: 31.01.1980

⑦4) Vertreter:
Dr. A.R. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich

⑤4) Schnellaufendes Rotationssystem mit einer einen Drehkörper tragenden Welle und einem Planetengetriebe.

⑤7) Zur Erreichung einer einfachen Herstellung und eines möglichst schwungsfreien Laufs ist der Drehkörper (14) des Rotationssystems über eine dünne, elastische Welle (13) direkt mit dem Sonnenrad (12) des Planetengetriebes (11) verbunden. Diese Welle belastet aber wegen ihrer elastischen Nachgiebigkeit beim Auftreten von Drehkörperschwingungen das Getriebe (12) nicht. Die Stabilisierung des Drehkörpers (14) erfolgt durch Dämpfungswirkung eines an einer Lagerstelle (17) angeordneten aktiven Magnetlagers (16), dessen Stellfeld von einem Regler mit einem Abstandgeber als Messfühler (21) beeinflusst wird. Die Lagerstelle (17) kann mit Polschuhen (22) ausgestattet sein und bildet den Läufer für einen bei Ausfall der Stromzufuhr das Magnetlager (16) versorgenden Generator; dieser kann die Stromversorgung auch ganz übernehmen, wobei eine Notlaufeinrichtung (27) für die Lagerung des Drehkörpers (14) bei kleinen Drehzahlen sorgt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Schnellaufendes Rotationssystem mit einer einen Drehkörper tragenden Welle und einem der Welle zugeordneten Planetengetriebe, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehkörper (14) mit einer dünnen, elastischen Welle (13) verbunden ist, deren eines Ende mit dem drehmomentübertragenden Sonnenrad (12) des Planetengetriebes (11) verbunden ist, das dieses Wellenende fesselt, und dass ferner ein dämpfendes Magnetlager (16) vorgesehen ist.

2. Rotationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetlager (16) ein auf das System einwirkendes, aktives Magnetlager ist, dem mindestens ein Messfühler (21) zugeordnet ist.

3. Rotationssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein vom Rotationssystem angetriebener Generator vorgesehen ist, der zur regulären Strom- bzw. Notlaufstromversorgung des Magnetlagers (16) dient.

4. Rotationssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Generator an der elastischen Welle (13) angebracht ist, und dass die Welle den Läufer des Generators bildet.

5. Rotationssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Generator über einen Nebenantrieb des Planetengetriebes angetrieben wird.

6. Rotationssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebswelle des Planetengetriebes den Läufer des Generators trägt.

7. Rotationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Magnetlager (16) eine zusätzliche Spule zugeordnet ist, die in Zusammenwirkung mit dem unabhängig über das Planetengetriebe angetriebenen Rotor (13, 14) einen Generator bildet.

8. Rotationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine als Gleitlager ausgebildete Notlaufeinrichtung (27) vorgesehen ist.

9. Rotationssystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Notlaufeinrichtung (27) als An- bzw. Auslaufträger ausgebildet ist.

10. Rotationssystem nach Anspruch 1 mit einem in gesondertem Medium und/oder besonderen Druckverhältnissen laufenden Drehkörper, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdichtung (29) des Drehkörpers (14) aufnehmenden Raumes im Bereich der Drehachse an dem dem Getriebe (11) zugekehrten Ende der Welle (13) erfolgt.

Die Erfindung bezieht sich auf ein schnellaufendes Rotationssystem mit einer einen Drehkörper tragenden Welle und einem der Welle zugeordneten Planetengetriebe.

Drehsysteme dieser Art finden ihre Anwendung im Gebiet der Gasturbinen, Verdichteranlagen und ähnlichem. Bei den bisher bekannten Systemen sind der aus Drehkörper und Welle bestehende Rotor und das Planetengetriebe für sich getrennt gelagert und mittels einer Klauenkupplung miteinander verbunden. Diese Anordnung erfordert somit einen hohen Lagerungsaufwand, um einen stabilen und möglichst schwingungsarmen Betrieb des Rotationssystems zu gewährleisten, wobei den Drehteilen, insbesondere dem Drehkörper in bezug auf Unwuchten nur sehr geringe Toleranzen zugestanden werden können.

Es hat sich ferner herausgestellt, dass die bekannte Bauweise für den Einsatz unter bestimmten Bedingungen, wie z. B. in Verbindung mit aggressiven Medien, nur bedingt geeignet ist. In dieser Beziehung seien die Verdichter für aggressive Fluide sowie unter Vakuum laufende hochtourige Drehkörper erwähnt. Hier tauchen oft nur schwer zu bewälti-

gende Abdichtungsprobleme sowie Probleme hinsichtlich der mit einem Vakuum oder dem Prozessmedium unverträglichen Lager-Schmieröldämpfe auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Rotationssystem der eingangs genannten Art zu entwickeln, das bei einfacher Herstellbarkeit unter Beachtung eines möglichst schwingungsfreien Laufes hochtourig und gegebenenfalls in Verbindung mit aggressiven Medien zuverlässig betrieben werden kann.

10 Die Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Drehkörper mit einer dünnen, elastischen Welle verbunden ist, deren eines Ende mit dem drehmomentübertragenden Sonnenrad des Planetengetriebes verbunden ist, das dieses Wellenende fesselt, und dass ferner ein dämpfendes Magnetlager vorgesehen ist.

15 Die dünne Welle erlaubt eine flexible und somit die Möglichkeit einer direkten Verbindung des Drehkörpers mit einem Planetengetriebe ohne Zuhilfenahme einer bei den bekannten Einrichtungen üblichen Kupplung. Auslenkungen des Drehkörpers aus seiner Drehachse nimmt die sich dabei durchbiegende Welle auf, so dass mit keiner nennenswerten Belastung des Sonnenrades bzw. Getriebes gerechnet werden muss, wenn der Drehkörper beispielsweise infolge von Unwuchten zum Schwingen neigt.

20 25 Die erwünschte Stabilisierung des umlaufenden Systems erfolgt durch die zusätzliche Dämpfungswirkung des Magnetlagers. Dieses System ist in bezug auf die Lagerung annähernd verschleissfrei und in bezug auf das Getriebe, das durch das flexible Gebilde nur geringfügig beansprucht wird, gegenüber den bekannten Einrichtungen verschleißärmer. Die bei mechanischen Lagerungen bestehende, durch Unwuchten in den Drehteilen hervorgerufene Problematik wird im allgemeinen durch sorgfältige Anfertigung möglichst unwuchtfreier Drehteile und/oder mittels der Lager tragende Dämpfungs-30 einrichtungen zu bewältigen versucht. Diese Problematik entfällt jedoch bei dem erfindungsgemäßen System weitgehend, weil es außer dem Getriebe praktisch keine starren Lager enthält und das Getriebe durch die flexible Welle von exzentrischen Laufbeanspruchungen geschützt ist.

35 40 45 Die Dämpfungseigenschaft des Systems lässt sich weiterhin verbessern, wenn ein auf das System einwirkendes, aktives, mit mindestens einem Messfühler versehenes Magnetlager verwendet wird. Auslenkungen und Unstetigkeiten werden somit in Form von Signalen aufgenommen, die dann im Hinblick einer optimalen Fesselung und Dämpfung verarbeitet werden, von der aus die für die Lagerung vorgesehene Spule gespeist und somit ein Ausfall des Lagers vermieden wird.

50 55 Ein elektromagnetisches Lager ist auf Fremdenergie angewiesen, so dass bei Ausfall der Energiezufuhr das Risiko besteht, der gesamten Einrichtung einen Schaden zuzuführen. Die Eigensicherheit einer Anlage ist hinsichtlich einer derartigen Fehlerquelle gegeben, wenn dem Rotationssystem ein gemäß den Ansprüchen 3 bis 7 ausgebildeter Generator zugeordnet ist, der vom Rotationssystem angetrieben wird. Der vom Generator erzeugte Strom kann einer Quelle zugeführt werden, von der aus die für die Lagerung vorgesehene Spule gespeist und somit ein Ausfall des Lagers vermieden wird.

Für niedrige Tourenzahlen des Rotors, bei dem der Generator nicht mehr wirksam ist, kann eine als Gleitlager ausgebildete Notlaufeinrichtung vorgesehen werden.

In Verbindung mit der Notlaufeinrichtung kann das Magnetlager mit dem Generator selbstversorgend betrieben werden, wobei während des An- bzw. Abfahrens des Rotors die Notlaufeinrichtung die Lagerung übernimmt.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Systems ist, dass es ohne weiteres in Verwendungsgebieten eingesetzt werden kann, in dem der Rotor einem aggressiven Medium

ausgesetzt ist oder in einer Umgebung mit Unterdruck laufen muss. Die Lagerung stellt in dieser Beziehung kein Hindernis mehr dar, weil das Magnetlager sich durchaus ohne irgendwelche nachteilige Folgen in den den Rotor aufnehmenden Raum anordnen lässt. Allenfalls bedarf es einer Schutzschicht. Ferner reduzieren sich die Dichtungsprobleme erheblich, denn abgesehen vom Getriebe besteht kein Anlass, irgendein Bauteil des Rotationssystems aus diesem Raum auszuschliessen, so dass das erforderliche Gehäuse dem Verwendungszweck optimal angepasst und gestaltet werden kann.

Die Abdichtung des den Drehkörper aufnehmenden Raumes kann im Bereich der Drehachse vorzugsweise an dem Ende der Welle vorgenommen werden, das dem Getriebe zugekehrt ist. Die Abdichtung ist somit unproblematisch, zumal die Welle an diesem Ende in ihrer Lage stabil ist und ausserdem Wärmebelastungen und Verschleiss in der Dichtung aufgrund der geringen Umfangsgeschwindigkeit der dünnen Welle nicht in Betracht gezogen werden müssen. Dieser Gesichtspunkt wirkt sich insbesondere bei hochtourig laufenden Rotoren aus.

In der Zeichnung ist als Ausführungsbeispiel ein Verdichter schematisch dargestellt.

Der Verdichter 10 hat ein von einem nicht dargestellten Antrieb betätigtes Planetengetriebe 11, das über ein Sonnenrad 12 und einer dünnen Welle 13 Drehmomente auf einen als Verdichterläufer ausgebildeten Drehkörper 14 überträgt. Der Drehkörper 14 ist mittels eines aktiven Magnetlagers 16, das an einer Schürze 17 angreift, reibungsfrei gelagert. Das Stellfeld des Magnetlagers wird von einem Regler 20, das von einem als Abstandsgeber ausgebildeten Messfühler 21 Signale erhält, beeinflusst.

Rotorbewegungen werden durch die biegsame Welle 13 ausgeglichen, derart, dass das Getriebe weitgehend unbeansprucht bleibt. Mit der Verformung der Welle und in Zusammenwirkung mit dem aktiven Magnetlager 16 wird die Schwingungsenergie erfolgreich entzogen. Das erfundungsgemäße System eignet sich somit für Einrichtungen mit hochtourig laufenden Rotoren und ist ausserdem in bezug auf Rotorunwuchten unempfindlich. Störbewegungen des Rotors nimmt

der Messfühler 21 auf; das resultierende und vom Regler 20 für das Schwingungssystem entsprechend verarbeitete elektrische Signal regelt das Magnetfeld des Lagers, wodurch eine optimale Stabilisierung bei entsprechender Wahl der Regeleinrichtung erreicht werden kann.

Für die Betriebssicherheit des Rotors bei Ausfall der Stromzufuhr für das Dämpfungslager, ist das Magnetlager mit einem nicht näher dargestellten zweiten Spulensystem zur Bildung eines Generators versehen. Den Läufer für den Generator bildet die beispielsweise mit Polschuhen 22 ausgestattete Lagerstelle bzw. die Schürze 17 des Drehkörpers 14. Bei Ausfall der Stromzufuhr wird durch den mit getrennter Energiequelle angetriebene und weiterlaufenden Rotor ein Strom in die Generatospule des Magnetlagers induziert und über eine Leitung 23 und eine Umschaltvorrichtung 24 der Lagerspule zugeführt. Die Umschaltvorrichtung 24 schaltet bei Ausfall der Energieversorgung über die Anschlüsse 25 automatisch auf den Generator um. Der Generator lässt sich allerdings auch mittels anderer sich drehenden Teile des Rotationssystems ausbilden, wie z. B. der Welle 13, oder einer Antriebswelle des Planetengetriebes.

Der Generator kann aber auch generell für die Stromversorgung des Magnetlagers vorgesehen werden. In diesem Fall sorgt eine als Anlauflager ausgebildete Notlaufeinrichtung 27 für die Lagerung des Drehkörpers 14 während der niedrigen Umdrehungszahlen beim An- bzw. Auslaufen des Rotors.

Der Rotor ist ferner mit einem, nur zum Teil dargestellten Gehäuse 28 umgeben, das zur Führung des zu verdichtenden Fluids dient. Das Gehäuse ist ohne nähere Einzelheiten und ohne strömungstechnische Erwägungen in Betracht zu ziehen gezeichnet. Es soll lediglich gezeigt werden, dass bei der Gestaltung des Gehäuses, abgesehen von der Dimension, keine Rücksicht auf den Rotor und sein Lager genommen zu werden braucht. Eine Abdichtung an der Drehachse kann im Prinzip an jeder Stelle entlang der Welle angeordnet sein. Die Erfindung sieht hierfür das Wellenende nahe dem Getriebe 11 vor. Hier ist abgesehen von der vorteilhaft geringen Umfangsgeschwindigkeit der dünnen Welle ausserdem in ihrer Lage ausreichend unschärfefrei, so dass für die Dichtung 29 Radialauslenkungen nicht in Betracht gezogen zu werden brauchen.

