

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. April 2020 (23.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/078821 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01C 1/02 (2006.01) F04C 18/02 (2006.01)
F01C 20/08 (2006.01) F04C 28/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/077483

(22) Internationales Anmeldedatum:

10. Oktober 2019 (10.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2018 125 999.9

19. Oktober 2018 (19.10.2018) DE

(71) Anmelder: OET GMBH [AT/AT]; Rheinstrasse 26-27,
6890 Lustenau (AT).

(72) Erfinder: OBRIST, Frank; Seeschanze 9, 6900 Bregenz
(AT).

(74) Anwalt: MEISSNER BOLTE PATENTANWÄLTE
RECHTSANWÄLTE PARTNERSCHAFT MBB; Wi-
denmayerstr. 47, 80538 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A SCROLL COMPRESSOR, AND CONTROLLER FOR A SCROLL COMPRESSOR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINES SCROLLVERDICHTERS UND STEUERUNGSVORRICHTUNG
FÜR EINEN SCROLLVERDICHTER

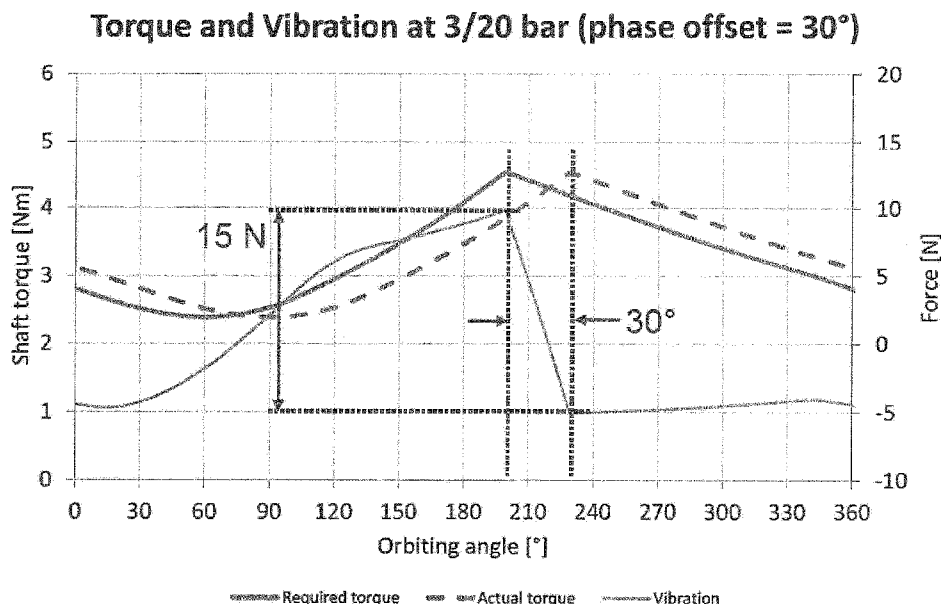


Fig. 6

(57) Abstract: The invention relates to a method used to control a scroll compressor, which has a first and a second spiral in particular that are arranged one inside the other. The first spiral can be moved relative to the second spiral for a decompression or compression operation of the scroll compressor. The aim of the invention is to allow a longer service life of the scroll compressor. This is achieved in that the method has the following steps: actuating a motor in order to move the first spiral; measuring a plurality of acceleration forces acting on the scroll compressor, wherein the acceleration forces are based on the position and/or positional angle of the first spiral relative to the second spiral; and actuating the motor by adapting the torque curve of the motor on the basis of the measured acceleration forces such that the acceleration forces are reduced.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren, das der Steuerung eines Scrollverdichters dient, der insbesondere eine erste und eine zweite Spirale aufweist, die ineinander angeordnet sind. Dabei ist die erste Spirale für einen De- oder Kompressionsbetrieb des Scrollverdichters relativ zur zweiten Spirale bewegbar. Um eine längere Betriebslebensdauer des Scrollverdichters zu ermöglichen, weist das Verfahren folgende Schritte auf: Ansteuern eines Motors zum Bewegen der ersten Spirale; Messen einer Vielzahl von Beschleunigungskräften auf den Scrollverdichter, wobei die Beschleunigungskräfte abhängig von einer relativen Position und/oder einem Positionswinkel der ersten Spirale zur zweiten Spirale sind; Ansteuern des Motors durch Anpassen des Momentenverlaufs des Motors, abhängig von den gemessenen Beschleunigungskräften derart, dass die Beschleunigungskräfte reduziert werden.

Verfahren zur Steuerung eines Scrollverdichters und Steuerungsvorrichtung für einen Scrollverdichter

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Scrollverdichters als auch eine Steuerungsvorrichtung für einen Scrollverdichter.

Ein Scrollverdichter ist eine Maschine, die Gase im Wesentlichen, Fluide im Allgemeinen, ähnlich einer Pumpe weitertransportieren und zusätzlich verdichten kann. Ein Scrollverdichter weist hierzu zwei ineinander angeordnete Spiralen auf, deren relativ zueinander gegenläufige Bewegungen das Gas portionsweise verdichtet. Hierzu ist beispielsweise eine erste Spirale stationär positioniert und die zweite Spirale insbesondere ohne Eigendrehung auf einer kreisförmigen Bahn um den Mittelpunkt der ersten Spirale bewegbar. Durch die Bewegung der zweiten Spirale gegenüber der ersten wird stets eine Kammer bzw. Hohlraum zwischen den beiden Spiralen gebildet, die/der abhängig vom Drehsinn der Bewegung zum Mittelpunkt oder zur Außenseite der Spiralen verlagert wird. In der Regel wird die Spirale derart bewegt, dass das zu pumpende Gas von außen angesaugt wird, innerhalb der Pumpe verdichtet und über einen Anschluss in der Spiralmitte ausgestoßen wird.

Der Scrollverdichter kann durch den Vorgang der Kompression oder Dekompression und insbesondere aufgrund des über die kreisförmige

Bewegungsbahn nicht konstant benötigten Drehmoments Beschleunigungskräfte entwickeln, welche sich u.a. auf das Scrollgehäuse übertragen. Dadurch kann es zu starken Vibrationen kommen, die die Spiralen des Scrollverdichters und/oder dessen Gehäuse auf Dauer beschädigen und somit die Betriebslebensdauer des Scrollverdichters reduzieren.

Außerdem sollen bei elektrisch angetriebenen Fahrzeugen (ohne Verbrennungsmotor) Scrollkompressoren bzw. -verdichter möglichst vibrationsarm arbeiten, da die Vibration bei Elektrofahrzeugen im Vergleich zu fossilbetriebenen Fahrzeugen von Grund auf geringer ist und keine zusätzlichen Vibrationsquellen wie z.B. ein Scrollverdichter erwünscht sind.

Angesichts dessen wird ein Verfahren gesucht, dass im Wesentlichen die Betriebslebensdauer eines Scrollverdichters verlängert.

Erfindungsgemäß ist hierzu ein Verfahren zur Steuerung eines Scrollverdichters gemäß Anspruch 1 vorgesehen. Das Verfahren dient der Steuerung eines Scrollverdichters, der insbesondere eine erste und eine zweite Spirale aufweist, die ineinander angeordnet sind. Dabei ist die erste Spirale für einen De- oder Kompressionsbetrieb des Scrollverdichters relativ zur zweiten Spirale bewegbar. Das Verfahren weist folgende Schritte auf:

- Ansteuern eines Motors zum Bewegen der ersten Spirale;
- Messen einer Vielzahl von Beschleunigungskräften auf den Scrollverdichter, wobei die Beschleunigungskräfte abhängig von einer relativen Position und/oder einem Positionswinkel der ersten Spirale zur zweiten Spirale sind;
- Ansteuern des Motors durch Anpassen des Momentenverlaufs des Motors, abhängig von den gemessenen Beschleunigungskräften derart, dass die Beschleunigungskräfte reduziert werden.

Dieses Verfahren hat den Vorteil, einen Scrollverdichter, der keine internen bzw. eingebauten Sensoren aufweist, besser steuern zu können. Dadurch müssen bereits bekannte elektrisch betriebene Scrollverdichter nicht durch neu konzipierte und gebaute Scrollverdichter ersetzt werden, was Kosten und Zeit bei einer entsprechenden Aufrüstung des Scrollverdichters spart.

Durch den vibrationsarmen Betrieb werden die Bauteile des Scrollverdichters, insbesondere die Spiralen und damit verbundene Lagerelemente, geschont und

vor einer exzessiven Abnutzung geschützt. Gleichzeitig kann damit eine längere Betriebslebensdauer des Scrollverdichters sichergestellt werden.

Die Beschleunigungskräfte werden vorzugsweise durch entsprechende Sensoren gemessen, die an der Außenseite eines Scrollverdichters angeordnet sein können. Ansonsten kann der Scrollverdichter hinsichtlich seines Saugdrucks und/oder seines Hochdrucks bestimmt und gemessen werden. Zusätzliche Informationen, die zur Verfügung stehen, sind die Momentenverläufe bzw. die Kennfelddiagramme des Scrollverdichters und des Elektromotors, die das benötigte bzw. zur Verfügung stehende Drehmoment abhängig vom Winkel/Phase und/oder von der Drehzahl beschreibt.

Es hat sich des Weiteren als vorteilhaft herausgestellt, wenn das Anpassen des Momentenverlaufs des Motors folgende Schritte aufweist:

- Verschieben einer Drehmomentphase des Motors in eine erste Richtung;
- Messen der Vielzahl von Beschleunigungskräften;
wenn sich die Beschleunigungskräfte erhöhen, verschieben der Drehmomentphase des Motors in eine zweite Richtung, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist;
wenn sich die Beschleunigungskräfte reduzieren, weiterverschieben der Drehmomentphase des Motors in die momentane Richtung, bis ein Minimum der Beschleunigungskräfte erreicht ist.

Diese Schritte haben den Vorteil, dass die vom Motor bereitzustellende Leistung gleichbleibt und somit keine zusätzliche elektrische Leistung benötigt wird. Auch der Motor kann beibehalten und muss nicht durch einen leistungsstärkeren Motor ausgetauscht werden, um die Vibrationen zu reduzieren. Die Verschiebung des vom Motor bereitzustellenden Drehmoments erfolgt abhängig vom Winkel/Phase bzw. von der Position der zweiten Spirale relativ zur ersten Spirale. Jeder elektrische Motor hat eine Kennlinie, die das Drehmoment des Motors, abhängig von dem bereitgestellten Strom und/oder Spannung sowie von dem Winkel der Motorwelle, beschreibt. Sobald das Drehmoment des Motors derart Phasen- bzw. Winkel-verschoben wird, dass sie zur benötigten Drehmomentkennlinie des Scrollverdichters im Wesentlichen deckungsgleich wird, sinkt der Unterschied zwischen dem vom Motor bereitgestellten Drehmoment und dem vom Scrollverdichter benötigte Drehmoment. Dabei entstehen Vibrationen erst dann, wenn das benötigte Drehmoment amplitudenmäßig größer ist als das zur

Verfügung stehende Drehmoment. Da sich die Kennlinie des für den Scrollverdichter benötigten Drehmoments nach 360° , also nach einer Umdrehung der Spirale, periodisch wiederholt und nur ein Maximum aufweist, ist durch eine Winkel-/Phasenverschiebung des Drehmoments des Elektromotors sofort erkennbar, ob die Vibrationen reduziert werden und in welche Richtung, insbesondere im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn, die Verschiebung dazu erfolgen muss.

Ebenso weist das Anpassen des Momentenverlaufs des Motors zusätzlich oder alternativ folgende Schritte vorzugsweise auf:

- Verändern einer Drehmomentamplitude des Motors in eine erste Richtung;
- Messen der Vielzahl von Beschleunigungskräften;
wenn sich die Beschleunigungskräfte erhöhen, verändern der Drehmomentamplitude des Motors in eine zweite Richtung, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist;
wenn sich die Beschleunigungskräfte reduzieren, weiterverändern der Drehmomentamplitude des Motors in die momentane Richtung, bis ein Minimum der Beschleunigungskräfte erreicht ist.

Diese vorteilhaften Schritte können zusätzlich oder alternativ zur Verschiebung der Drehmomentphase verwendet werden. Dabei wird die Stärke bzw. Amplitude des Drehmoments so lange geändert, bis die Vibrationen ein Minimum erreichen und/oder die Änderungen der Vibrationen, insbesondere dessen Reduktion, einen vor-/bestimmten Wert nicht mehr übersteigen. Ebenso kann die Amplitude des Drehmoments bis zu dem Punkt reduziert werden, an dem die Vibrationen anfangen, sich wieder zu verstärken. Diese Schritte haben den Vorteil, eine an die Nachfrage des Scrollverdichters angepasste Energiemenge bereitzustellen und gleichzeitig einen vibrationsarmen und energieeffizienten Betrieb zu ermöglichen.

Falls bzw. wenn sich die Beschleunigungskräfte reduzieren, erfolgt vorzugsweise das Weiterverändern der Drehmomentamplitude des Motors in die momentane Richtung solange, bis die Reduzierungsänderung der Beschleunigungskräfte einen vorbestimmten Wert erreicht hat. Dieser Schritt soll das Verfahren beschleunigen und in einer absehbaren Zeitperiode beenden. Selbst wenn der Motor eine Drehmomentamplitude zur Verfügung stellt, die über dem vom Scrollverdichter benötigten Wert liegt, könnten weiterhin Vibrationen gemessen werden. Sobald die Vibrationsänderungen trotz der Drehmomentamplitudenänderungen kaum

mehr reduziert werden, soll die Leistungsverstärkung des Motors nicht ins Unendliche erhöht, sondern gestoppt werden; dadurch wird insbesondere elektrische Energie gespart.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform werden die Beschleunigungskräfte derart reduziert, dass der gemessene Maximalwert und/oder die Summe der gemessenen Werte über mindestens einen Umlauf oder einen Umlaufabschnitt der ersten oder zweiten Spirale reduziert wird/werden. Dieser Schritt soll sicherstellen, dass die Vibrationen nicht für nur einen Zeitpunkt und/oder nur eine Winkelstellung, sondern vorzugsweise über eine oder mehrere komplette Umdrehung/Umläufe von der beweglichen Spirale reduziert sind.

Erfindungsgemäß ist ebenfalls eine Steuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 4 vorgesehen. Diese Steuerungsvorrichtung ist für einen Scrollverdichter mit einer ersten und einer zweiten Spirale, die ineinander angeordnet sind, ausgelegt. Des Weiteren ist die Steuerungsvorrichtung ausgelegt,

- einen Motor zu steuern, um eine erste Spirale für einen De- oder Kompressionsbetrieb des Scrollverdichters relativ zu einer zweiten Spirale zu bewegen;
- eine Vielzahl von Beschleunigungskräften auf den Scrollverdichter als Messwerte zu erfassen, wobei die Beschleunigungskräfte abhängig von einer relativen Position und/oder einem Positionswinkel der ersten Spirale zur zweiten Spirale sind; und
- den Motor durch Anpassen des Momentenverlaufs des Motors abhängig von den gemessenen Beschleunigungskräften derart zu steuern, dass die erfassten Messwerte der Beschleunigungskräfte reduziert werden.

Die erfindungsgemäße Steuerungsvorrichtung hat die gleichen Vorteile wie das zuvor erläuterte Steuerungsverfahren und ist im Wesentlichen ausgebildet, die gleichen Schritte wie dieses Verfahren, insbesondere zusätzlich oder alternativ, auszuführen bzw. beim Scrollverdichter zu implementieren. Vice Versa kann das erfindungsgemäße Verfahren die Merkmale der erfindungsgemäßen Steuerungsvorrichtung, insbesondere deren Steuerungsschritte, zusätzlich oder alternativ aufweisen.

Des Weiteren ist die Steuerungsvorrichtung vorzugsweise ausgelegt, den Momentenverlauf des Motors derart anzupassen, dass eine Drehmomentphase des

Motors in eine erste Richtung verschoben wird; wobei, wenn sich die erfassten Messwerte der Beschleunigungskräfte erhöhen, die Drehmomentphase des Motors in eine zweite Richtung, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist, verschieben, und wenn sich die erfassten Messwerte der Beschleunigungskräfte reduzieren, die Drehmomentphase des Motors in die momentane Richtung weiterverschieben, bis ein Minimum der Beschleunigungskräfte erreicht ist.

Vorteilhafterweise ist die Steuerungsvorrichtung ausgelegt, den Momentenverlauf des Motors derart anzupassen, dass eine Drehmomentamplitude des Motors in eine erste Richtung verschoben wird; wobei, wenn sich die erfassten Messwerte der Beschleunigungskräfte erhöhen, die Drehmomentamplitude des Motors in eine zweite Richtung, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist, verschieben, und wenn sich die erfassten Messwerte der Beschleunigungskräfte reduzieren, die Drehmomentamplitude des Motors in die momentane Richtung weiterverschieben, bis ein Minimum der Beschleunigungskräfte erreicht ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Steuerungsvorrichtung ausgelegt, wenn sich die Beschleunigungskräfte reduzieren, die Drehmomentamplitude des Motors in die momentane Richtung solange zu verändern, bis die Reduzierungsänderung der Beschleunigungskräfte einen vorbestimmten Wert erreicht hat.

Es hat sich ebenfalls als vorteilhaft herausgestellt, wenn die Steuerungsvorrichtung ausgelegt ist, die Beschleunigungskräfte derart zu reduzieren, dass der gemessene Maximalwert und/oder die Summe der gemessenen Werte über mindestens einen Umlauf oder Umlaufabschnitt der ersten Spirale reduziert wird/werden.

Des Weiteren sind zum einen ein Scrollverdichter mit einer erfindungsgemäßen Steuerungsvorrichtung sowie zum anderen ein computerlesbares Speichermedium mit gespeicherten Instruktionen vorgesehen, die, wenn durch mindestens einen Prozessor ausgeführt werden, den mindestens einen Prozessor veranlassen, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen.

Die nachfolgend beschriebenen Figuren beziehen sich im Wesentlichen auf bevorzugte Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Steuervorrichtung sowie

des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei diese Figuren nicht der Einschränkung, sondern im Wesentlichen der Veranschaulichung der Erfindung dienen.

Es zeigen:

- Figur 1 ein Drehmomentkennliniendiagramm für einen Scrollverdichter mit einem Eingangs- und Ausgangsdruckverhältnis von $3/20$;
- Figur 2 ein Drehmomentkennliniendiagramm für einen Scrollverdichter mit einem Eingangs- und Ausgangsdruckverhältnis von $3/25$;
- Figur 3 ein Drehmomentkennliniendiagramm für einen Scrollverdichter mit einem Eingangs- und Ausgangsdruckverhältnis von $4/15$;
- Figur 4 ein Wellendrehzahldiagramm eines Scrollverdichters bei einem Druckverhältnis von $3/20$;
- Figur 5A eine Seitenansicht auf das Gehäuse eines Scrollverdichters;
- Figur 5B ein Beschleunigungskräfteendiagramm auf die Befestigungspunkte Mount 1 und 2 des Scrollverdichters von Fig. 5A;
- Figur 6 ein Drehmomentdiagramm eines Scrollverdichters bei einem Druckverhältnis von $3/20$ mit einem Phasenoffset von 30° ;
- Figur 7 ein Drehmomentdiagramm eines Scrollverdichters bei einem Druckverhältnis von $3/20$ mit einem Phasenoffset von 60° ;
- Figur 8 ein Drehmomentdiagramm eines Scrollverdichters bei einem Druckverhältnis von $3/20$ mit einem Phasenoffset von 10° ;
- Figur 9 ein Drehmomentdiagramm eines Scrollverdichters bei einem Druckverhältnis von $3/20$ und einem Amplitudenfehler bzw. -Offset;
- Figur 10 ein Drehmomentdiagramm eines Scrollverdichters abhängig vom Druckverhältnis;

Figur 11 ein Diagramm über die Drehmomentabweichung abhängig vom Druckverhältnis; und

Figur 12 ein Drehmomentdiagramm eines Scrollverdichters mit einer Vielzahl von verschiedenen Kennlinien, abhängig vom Umlaufbahnwinkel.

Figur 1 zeigt ein Drehmomentkennliniendiagramm für einen Scrollverdichter mit einem Eingangs- und Ausgangsdruckverhältnis von 3/20; d.h. 3bar Eingangsdruck und 20bar Ausgangsdruck. Das durchschnittlich benötigte Drehmoment für den Scrollverdichter beträgt ca. 3,2 Nm (siehe gestrichelte Linie), um das genannte Druckverhältnis zu realisieren. Abhängig vom Umlaufbahnwinkel (engl. orbiting angle) beginnt das tatsächliche Drehmoment (siehe durchgezogene Linie) mit ca. 2,8 Nm bei 0 Grad und fällt stetig bis auf ein Minimum von ca. 2,4 Nm bei 60 Grad. Anschließend steigt das benötigte Drehmoment stetig bis auf ein Maximum von ca. 4,5 Nm bei ca. 200 Grad und fällt stetig bis ca. 2,8 Nm bei 360 Grad. Diese Kennlinie wiederholt sich mit jeder Umlaufbahn.

Figur 2 zeigt ein Drehmomentkennliniendiagramm für einen Scrollverdichter mit einem Eingangs- und Ausgangsdruckverhältnis von 3/25. Das durchschnittlich benötigte Drehmoment für den Scrollverdichter beträgt ca. 3,6 Nm (siehe gestrichelte Linie), um das genannte Druckverhältnis zu realisieren. Abhängig vom Umlaufbahnwinkel beginnt das tatsächliche Drehmoment (siehe durchgezogene Linie) mit ca. 3,4 Nm bei 0 Grad und fällt stetig bis auf ein Minimum von ca. 2,5 Nm bei 70 Grad. Anschließend steigt das benötigte Drehmoment stetig bis auf ein Maximum von ca. 5,3 Nm bei ca. 230 Grad und fällt stetig bis ca. 3,4 Nm bei 360 Grad. Wie in Fig. 1 wiederholt sich diese Kennlinie mit jeder Umlaufbahn.

Figur 3 zeigt ein Drehmomentkennliniendiagramm für einen Scrollverdichter mit einem Eingangs- und Ausgangsdruckverhältnis von 4/15. Das durchschnittlich benötigte Drehmoment für den Scrollverdichter beträgt ca. 3,0 Nm (siehe gestrichelte Linie), um das genannte Druckverhältnis zu realisieren. Abhängig vom Umlaufbahnwinkel beginnt das tatsächlich benötigte Drehmoment (siehe durchgezogene Linie) mit ca. 2,6 Nm bei 0 Grad und steigt stetig bis auf ein Maximum von ca. 3,7 Nm bei 110 Grad. Anschließend fällt das benötigte Drehmoment stetig bis auf ein Minimum von ca. 2,6 Nm bei ca. 360 Grad. Wie in Fig. 1 wiederholt sich diese Kennlinie mit jeder Umlaufbahn.

Figur 4 zeigt ein Wellendrehzahldiagramm eines Scrollverdichters bei einem Druckverhältnis von 3/20. Die durchschnittliche Umdrehung beträgt 1500 Drehungen pro Minute (abgekürzt rpm). Aufgrund der unterschiedlich benötigten Drehmomente, wie in den Fig. 1 bis 3 gezeigt, erfolgt eine Beschleunigung oder eine Verzögerung der Wellendrehung bzw. der beweglichen Spirale, abhängig vom Umlaufbahnwinkel bzw. abhängig davon, ob das benötigte Drehmoment über oder unter dem Mittelwert des Scrollverdichters liegt.

Figur 5A zeigt eine Seitenansicht auf das Gehäuse eines Scrollverdichters, das die Befestigungspunkte Mount 1 und Mount 2 zum Befestigen des Gehäuses z.B. in einem Fahrzeug.

Figur 5B zeigt ein Beschleunigungskräftediagramm auf die Befestigungspunkte Mount 1 und 2 des Scrollverdichters von Fig. 5A. Durch die Vibrationen des Scrollverdichters wirken Beschleunigungskräfte auf die Befestigungspunkte, die mit entsprechenden Sensoren gemessen werden können. Die Kennlinie der Beschleunigungskräfte bei Mount 1 ist spiegelverkehrt bzw. an der X-Achse gespiegelt gegenüber der Kennlinie von Mount 2.

Figur 6 zeigt ein Drehmomentdiagramm eines Scrollverdichters bei einem Druckverhältnis von 3/20 mit einem Phasen- bzw. Winkeloffset von 30°. Dieser Winkelversatz liegt zwischen der Kennlinie des benötigten Drehmoments (siehe durchgezogene Linie, nachfolgend abgekürzt als „RT“ – required torque) und der Kennlinie des tatsächlich zur Verfügung stehenden Drehmoments (siehe gestrichelte Linie, nachfolgend abgekürzt als „AT“ – actual torque). Gut erkennbar ist der Winkeloffset zwischen dem Maximum von RT und dem Maximum von AT gekennzeichnet. Sobald die Werte von RT über den Werten von AT liegen, steigen die Vibrationen (siehe dritte durchgezogene und dünne Linie). Die Vibrationen sind bei 0 Newton, wenn sich RT und AT schneiden. Die Vibrationen haben einen maximalen Amplitudenwert (zwischen Maximum und Minimum) von 15N.

Figur 7 zeigt ein Drehmomentdiagramm eines Scrollverdichters bei einem Druckverhältnis von 3/20, ähnlich wie in Fig. 6, aber in diesem Fall mit einem Phasenoffset von 60°. Die Vibrationen haben einen maximalen Amplitudenwert (zwischen Maximum und Minimum) von 28N.

Figur 8 zeigt ein Drehmomentdiagramm eines Scrollverdichters bei einem Druckverhältnis von 3/20, ähnlich wie in Fig. 6, aber in diesem Fall mit einem Phasenoffset von 10° . Die Vibrationen haben einen maximalen Amplitudenwert (zwischen Maximum und Minimum) von 5N.

Figur 9 zeigt ein Drehmomentdiagramm eines Scrollverdichters bei einem Druckverhältnis von 3/20 und einem Amplitudenoffset (engl. amplitude error). Die Vibrationen haben einen maximalen Amplitudenwert (zwischen Maximum und Minimum) von 7N. In diesem Fall sind die Kennlinien RT und AT phasengleich und nicht wie in den Fig. 6 bis 8 phasenverschoben bzw. -versetzt. Das bedeutet, dass die Minima und die Maxima jeweils bei den gleichen Umlaufbahnwinkeln liegen, d.h. in diesem Fall bei 60 Grad und bei 200 Grad. Auch ist die Vibration bei null, wenn sich RT und AT schneiden.

Figur 10 zeigt ein Drehmomentdiagramm eines Scrollverdichters abhängig vom Verhältnis Ausgangsdruck p_{out} zu Eingangsdruck p_{in} , wobei fünf Kennlinien für unterschiedliche Ausgangsdrücke gezeigt werden. Das Maximum aller fünf Kennlinien liegt bei ca. 2,8 p_{out} zu p_{in} .

Figur 11 zeigt ein Diagramm über die Drehmomentabweichung abhängig vom Verhältnis Ausgangsdruck p_{out} zu Eingangsdruck p_{in} , wobei fünf Kennlinien für unterschiedliche Ausgangsdrücke gezeigt werden. Das Maximum aller fünf Kennlinien liegt bei ca. 12 p_{out} zu p_{in} .

Figur 12 zeigt ein Drehmomentdiagramm eines Scrollverdichters mit einer Vielzahl von verschiedenen Kennlinien, abhängig vom Umlaufbahnwinkel 0 Grad bis 360 Grad. Die verschiedenen Kennlinien 1 bis 15 stehen für die Kompressionsrate Eingangsdruck zu Ausgangsdruck. Während die niedrigen Kennlinien 1 bis 4 einen meist stetigen Verlauf zeigen, sind bei den höheren Kennlinien z.B. 11 bis 15 stark ausgeprägte Maxima und Minima Werte hinsichtlich des notwendigen Drehmoments ersichtlich.

Ansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Scrollverdichters mit einer ersten und einer zweiten Spirale, die ineinander angeordnet sind, wobei die erste Spirale für einen De- oder Kompressionsbetrieb des Scrollverdichters relativ zur zweiten Spirale bewegbar ist, gekennzeichnet durch folgende Schritte:
 - Ansteuern eines Motors zum Bewegen der ersten Spirale;
 - Messen einer Vielzahl von Beschleunigungskräften auf den Scrollverdichter, wobei die Beschleunigungskräfte abhängig von einer relativen Position und/oder einem Positionswinkel der ersten Spirale zur zweiten Spirale sind;
 - Ansteuern des Motors durch Anpassen des Momentenverlaufs des Motors abhängig von den gemessenen Beschleunigungskräften derart, dass die Beschleunigungskräfte reduziert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Anpassen des Momentenverlaufs des Motors folgende Schritte aufweist:
 - Verschieben einer Drehmomentphase des Motors in eine erste Richtung;

- Messen der Vielzahl von Beschleunigungskräften;
wenn sich die Beschleunigungskräfte erhöhen, verschieben der Drehmomentphase des Motors in eine zweite Richtung, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist;
wenn sich die Beschleunigungskräfte reduzieren, weiterverschieben der Drehmomentphase des Motors in die momentane Richtung, bis ein Minimum der Beschleunigungskräfte erreicht ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Anpassen des Momentenverlaufs des Motors folgende Schritte aufweist:
- Verändern einer Drehmomentamplitude des Motors in eine erste Richtung;
 - Messen der Vielzahl von Beschleunigungskräften;
wenn sich die Beschleunigungskräfte erhöhen, verändern der Drehmomentamplitude des Motors in eine zweite Richtung, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist;
wenn sich die Beschleunigungskräfte reduzieren, weiterverändern der Drehmomentamplitude des Motors in die momentane Richtung, bis ein Minimum der Beschleunigungskräfte erreicht ist.
4. Steuerungsvorrichtung für einen Scrollverdichter mit einer ersten und einer zweiten Spirale, die ineinander angeordneten sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuerungsvorrichtung ausgelegt ist,
- einen Motor zu steuern, um eine erste Spirale für einen De- oder Kompressionsbetrieb des Scrollverdichters relativ zu einer zweiten Spirale zu bewegen;
 - eine Vielzahl von Beschleunigungskräften auf den Scrollverdichter als Messwerte zu erfassen, wobei die Beschleunigungskräfte abhängig von einer relativen Position und/oder einem Positionswinkel der ersten Spirale zur zweiten Spirale sind; und
 - den Motor durch Anpassen des Momentenverlaufs des Motors abhängig von den gemessenen Beschleunigungskräften derart zu

steuern, dass die erfassten Messwerte der Beschleunigungskräfte reduziert werden.

5. Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsvorrichtung ausgelegt ist, den Momentenverlauf des Motors derart anzupassen, dass eine Drehmomentphase des Motors in eine erste Richtung verschoben wird; wobei,
 - wenn sich die erfassten Messwerte der Beschleunigungskräfte erhöhen, die Drehmomentphase des Motors in eine zweite Richtung, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist, verschieben, und
 - wenn sich die erfassten Messwerte der Beschleunigungskräfte reduzieren, die Drehmomentphase des Motors in die momentane Richtung weiterverschieben, bis ein Minimum der Beschleunigungskräfte erreicht ist.
6. Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsvorrichtung ausgelegt ist, den Momentenverlauf des Motors derart anzupassen, dass eine Drehmomentamplitude des Motors in eine erste Richtung verschoben wird; wobei,
 - wenn sich die erfassten Messwerte der Beschleunigungskräfte erhöhen, die Drehmomentamplitude des Motors in eine zweite Richtung, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist, verschieben, und
 - wenn sich die erfassten Messwerte der Beschleunigungskräfte reduzieren, die Drehmomentamplitude des Motors in die momentane Richtung weiterverschieben, bis ein Minimum der Beschleunigungskräfte erreicht ist.
7. Scrollverdichter mit einer Steuerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6.
8. Computerlesbares Speichermedium mit gespeicherten Instruktionen, die, wenn durch mindestens einen Prozessor ausgeführt werden, den

mindestens einen Prozessor veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 auszuführen.

Drehmoment Kennlinien 3/20

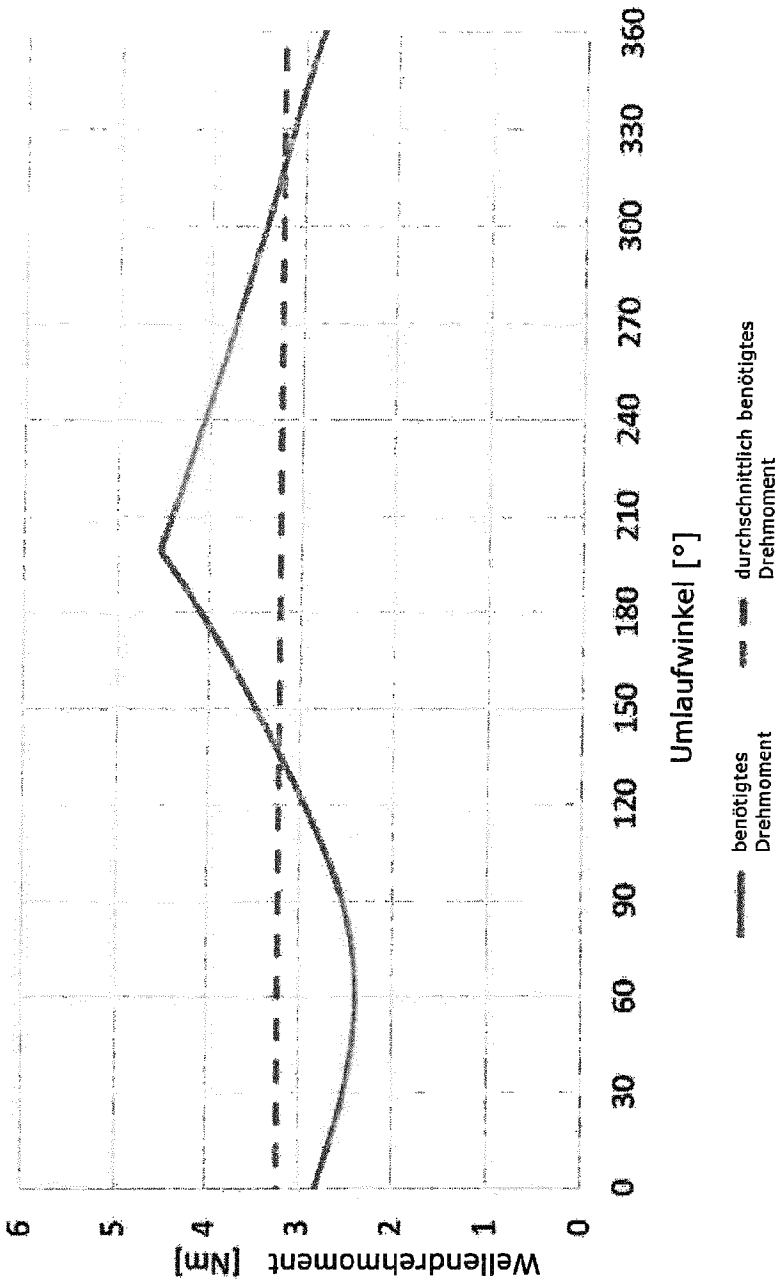


Fig. 1

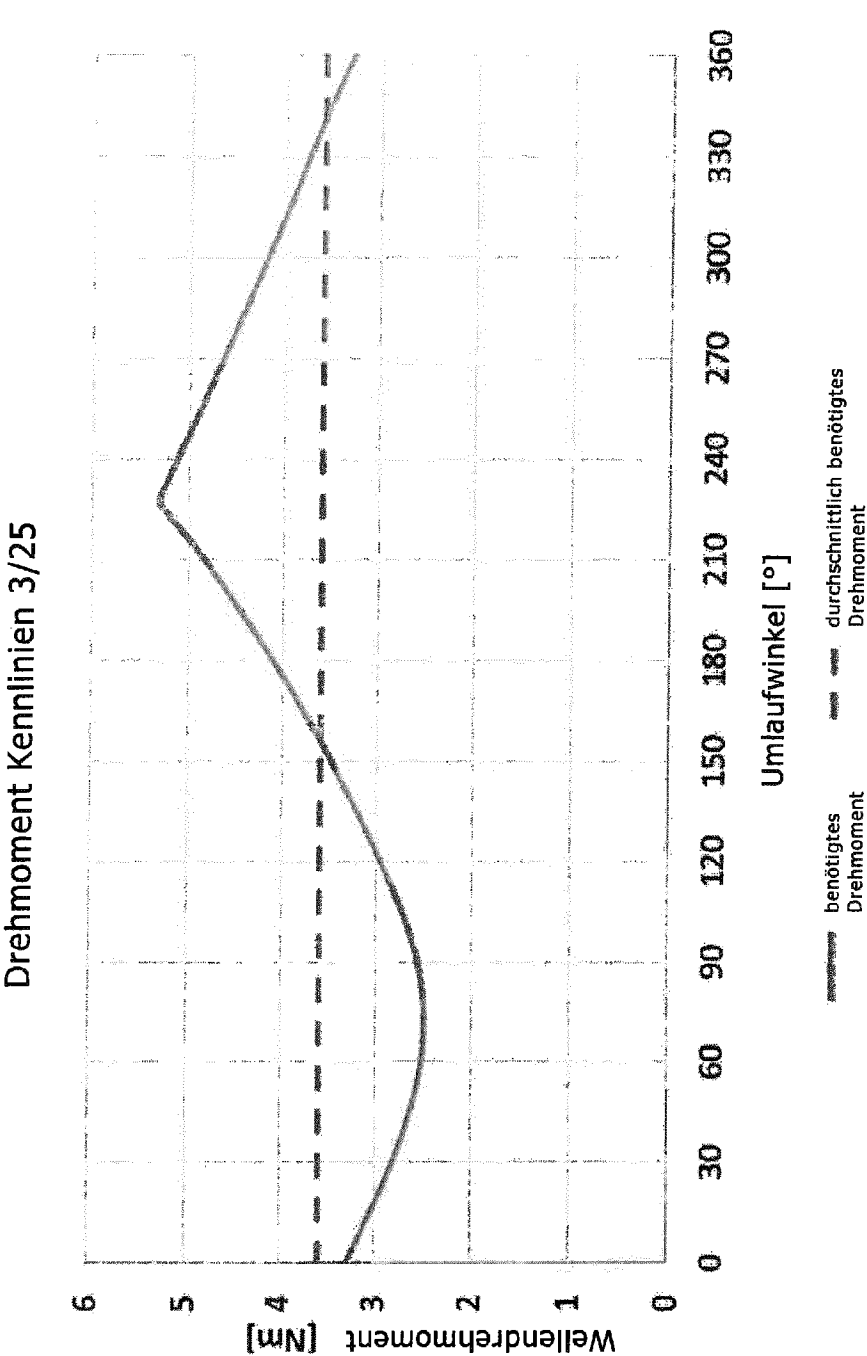


Fig. 2

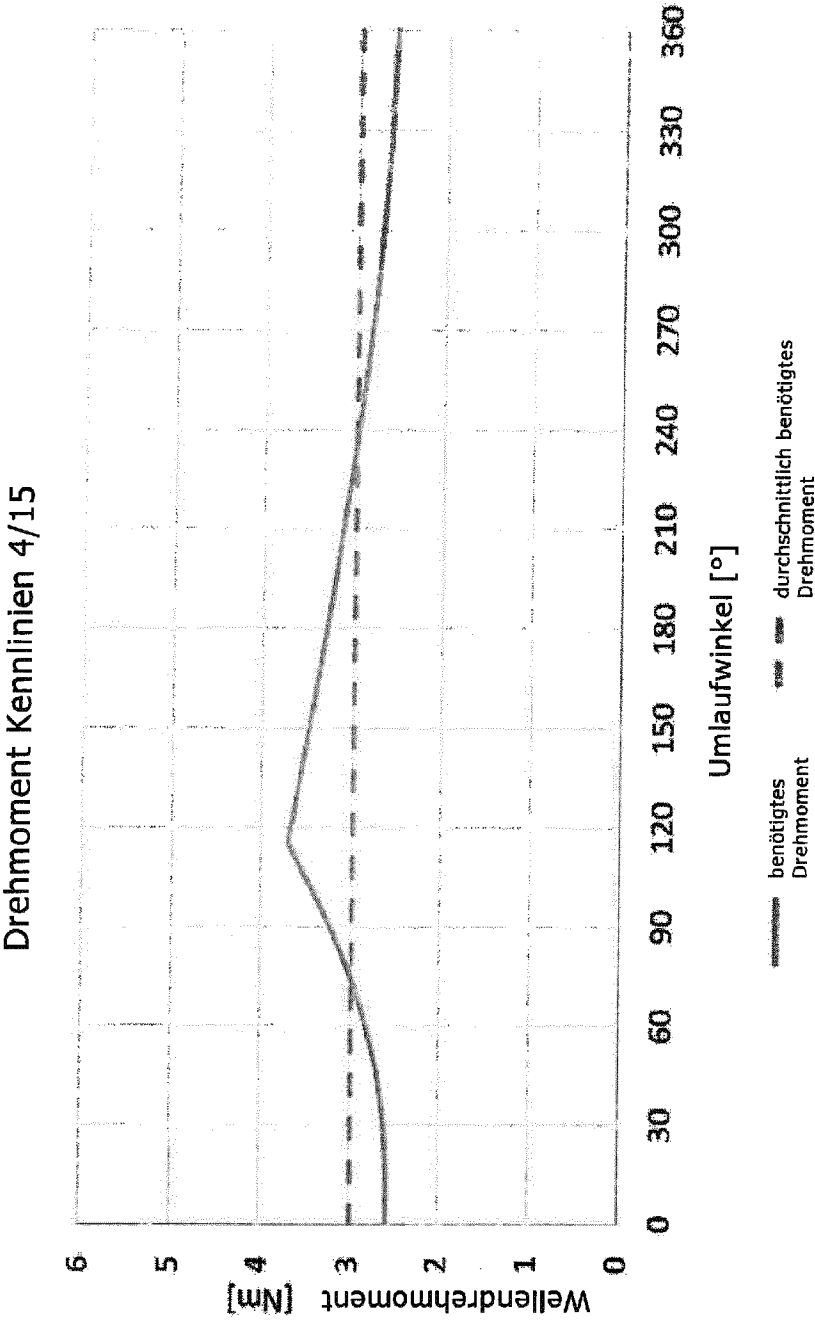


Fig. 3

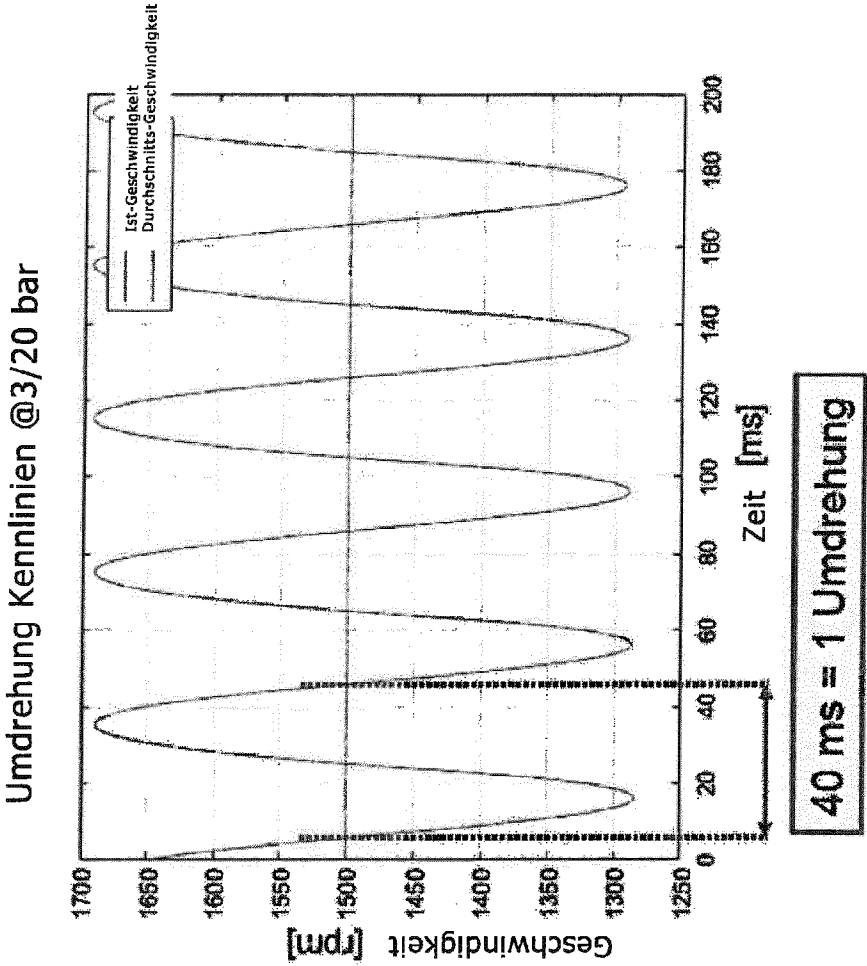


Fig. 4

Kräfte bei Befestigungspunkten @3/20 bar

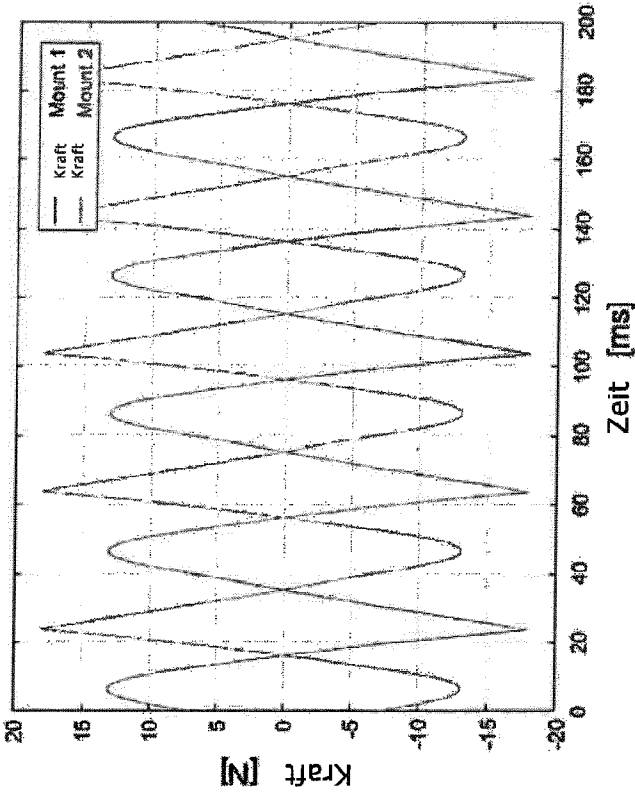


Fig. 5b

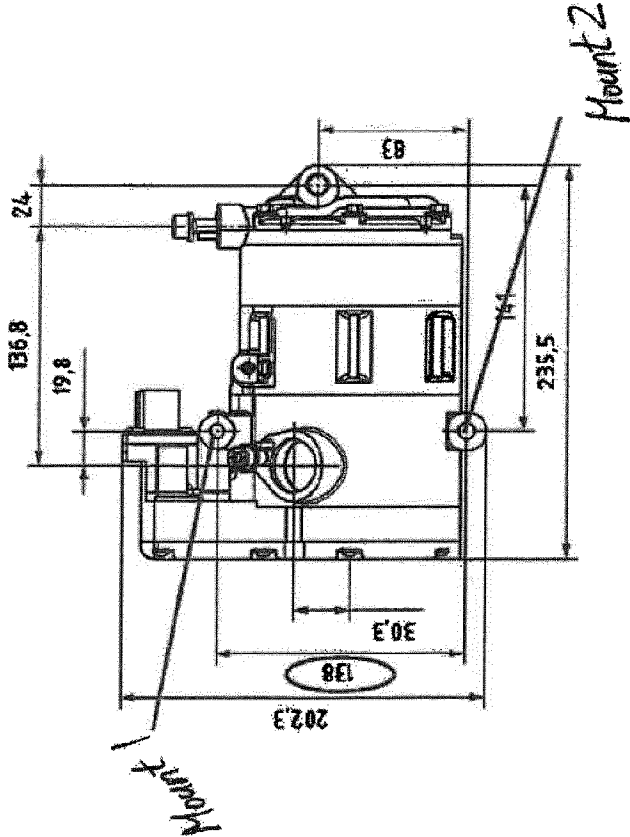


Fig. 5a

Drehmoment und Vibration bei 3/20 bar (Phasen Offset = 30°)

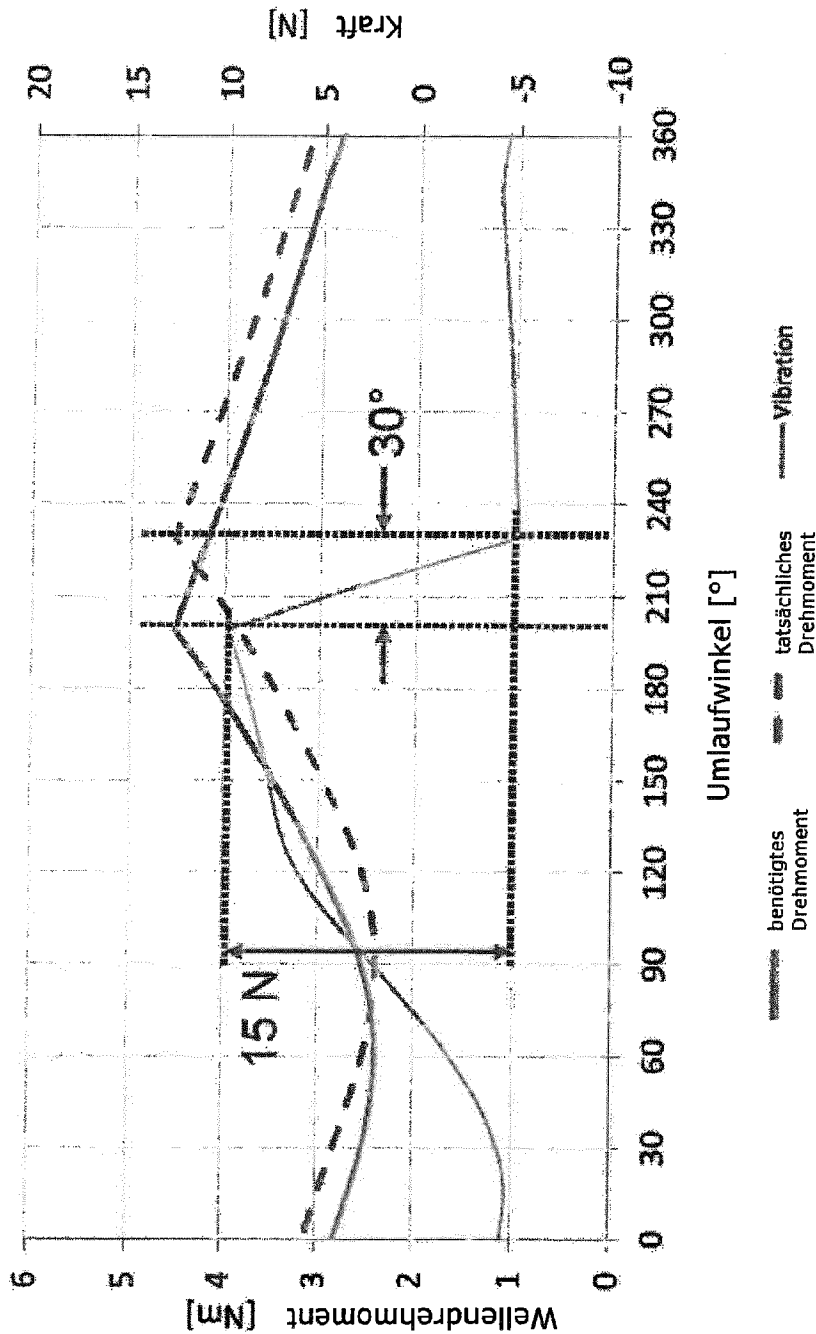


Fig. 6

Drehmoment und Vibration bei 3/20 bar (Phasen Offset = 60°)

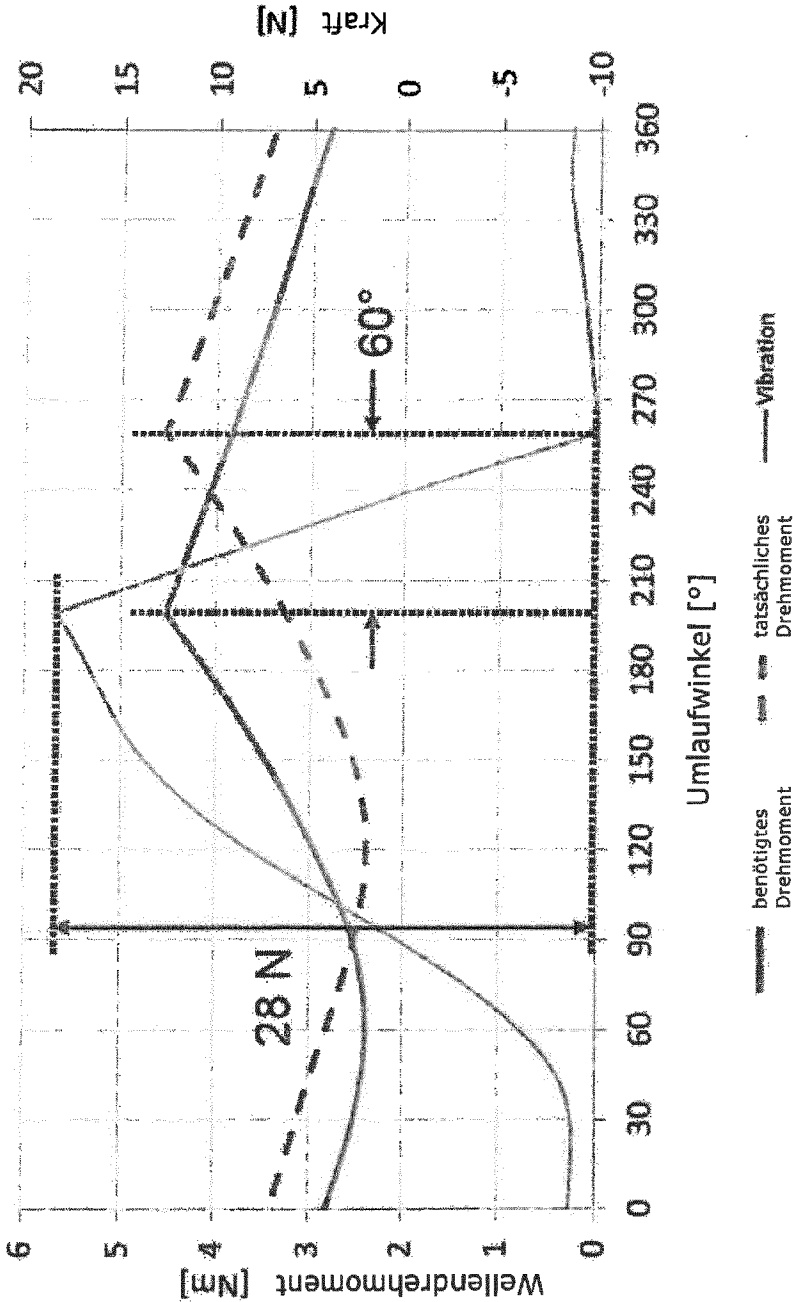


Fig. 7

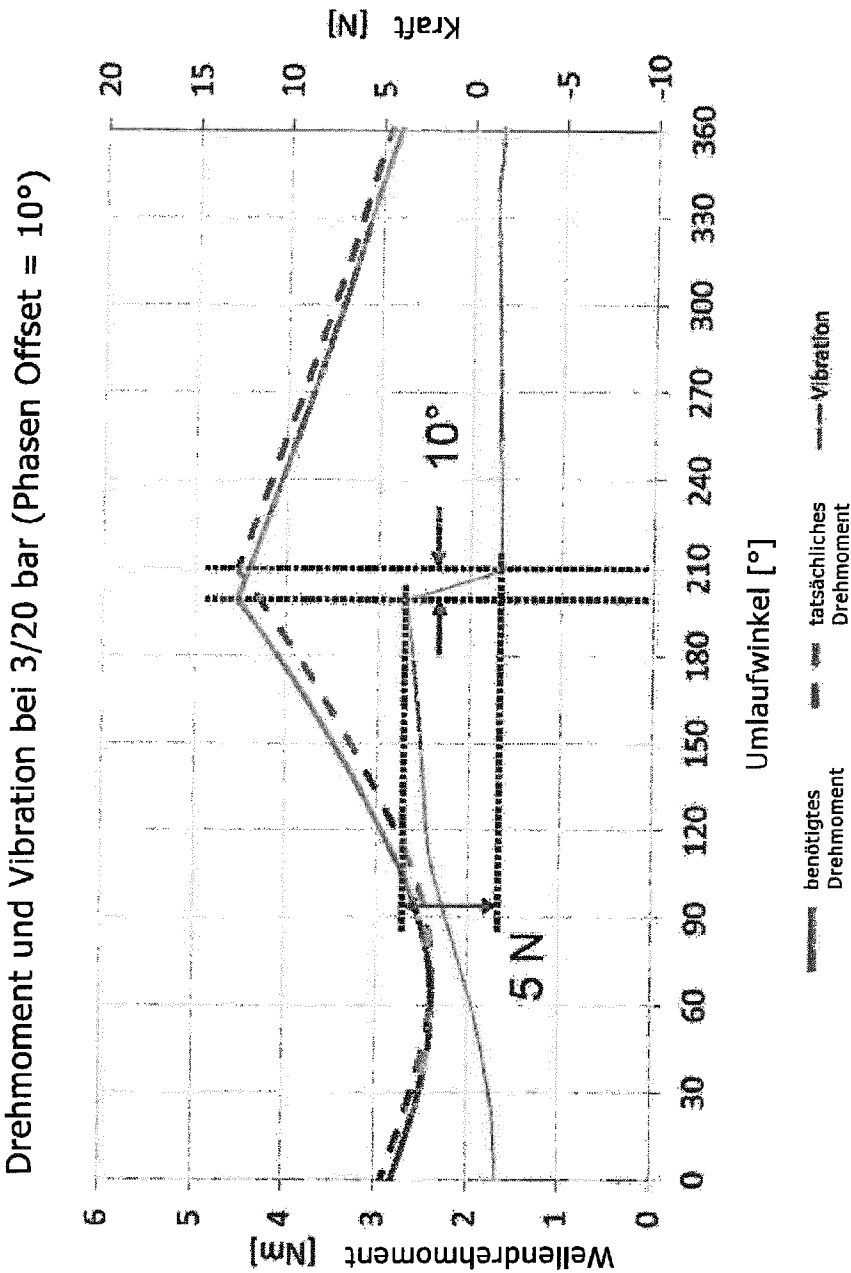


Fig. 8

Drehmoment und Vibration bei 3/20 bar

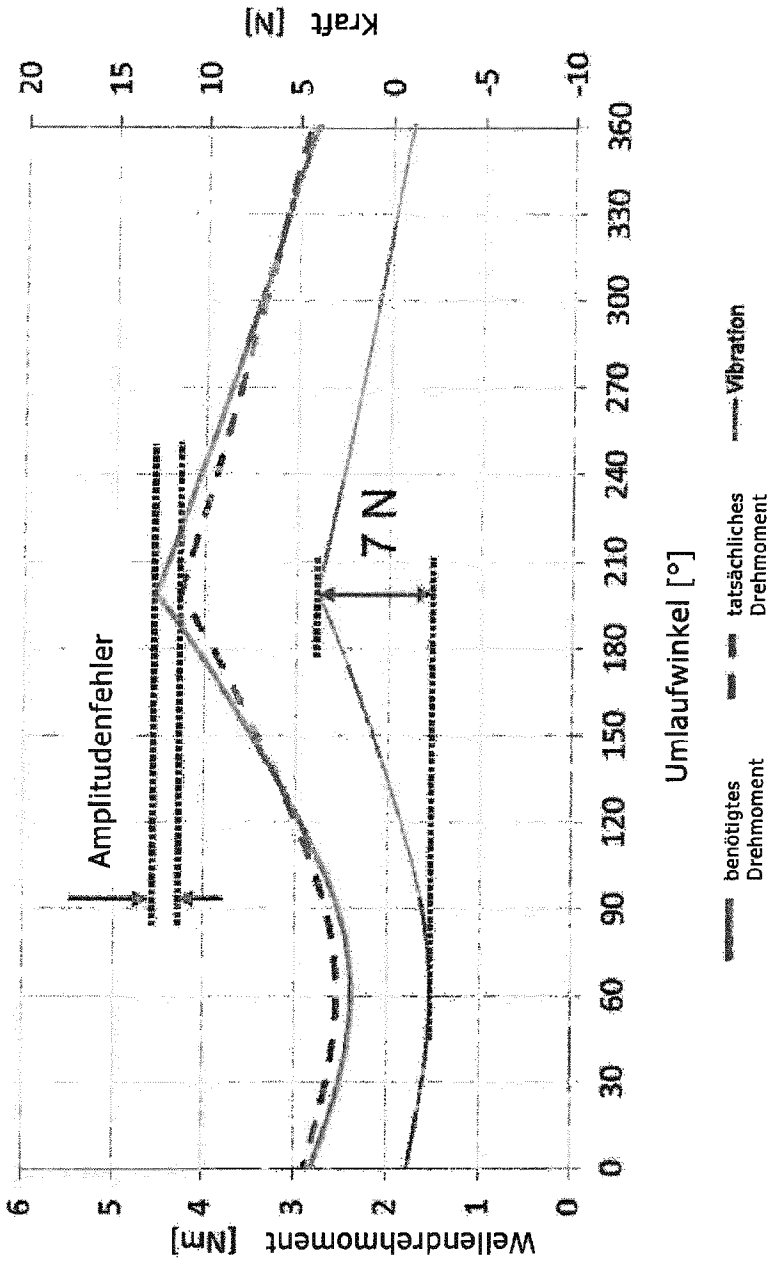


Fig. 9

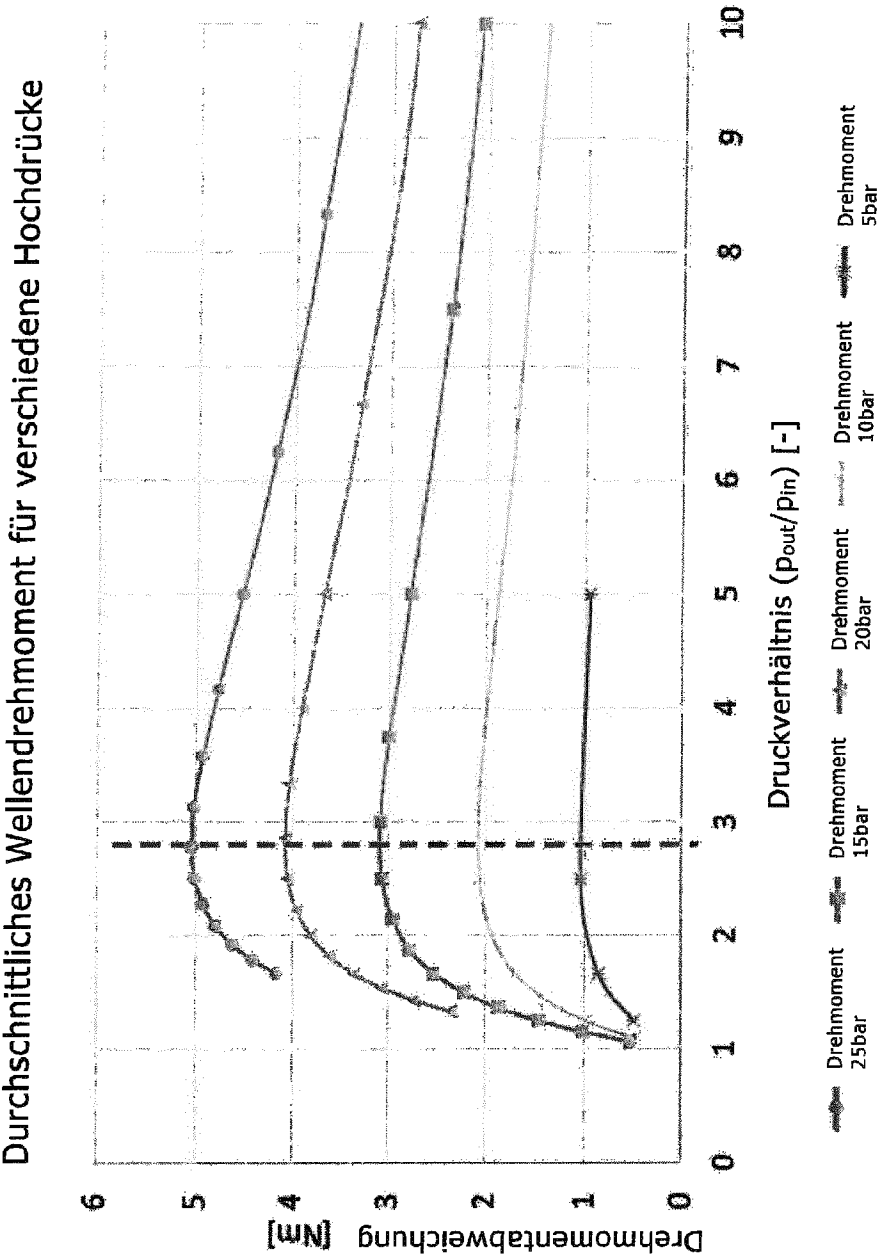


Fig. 10

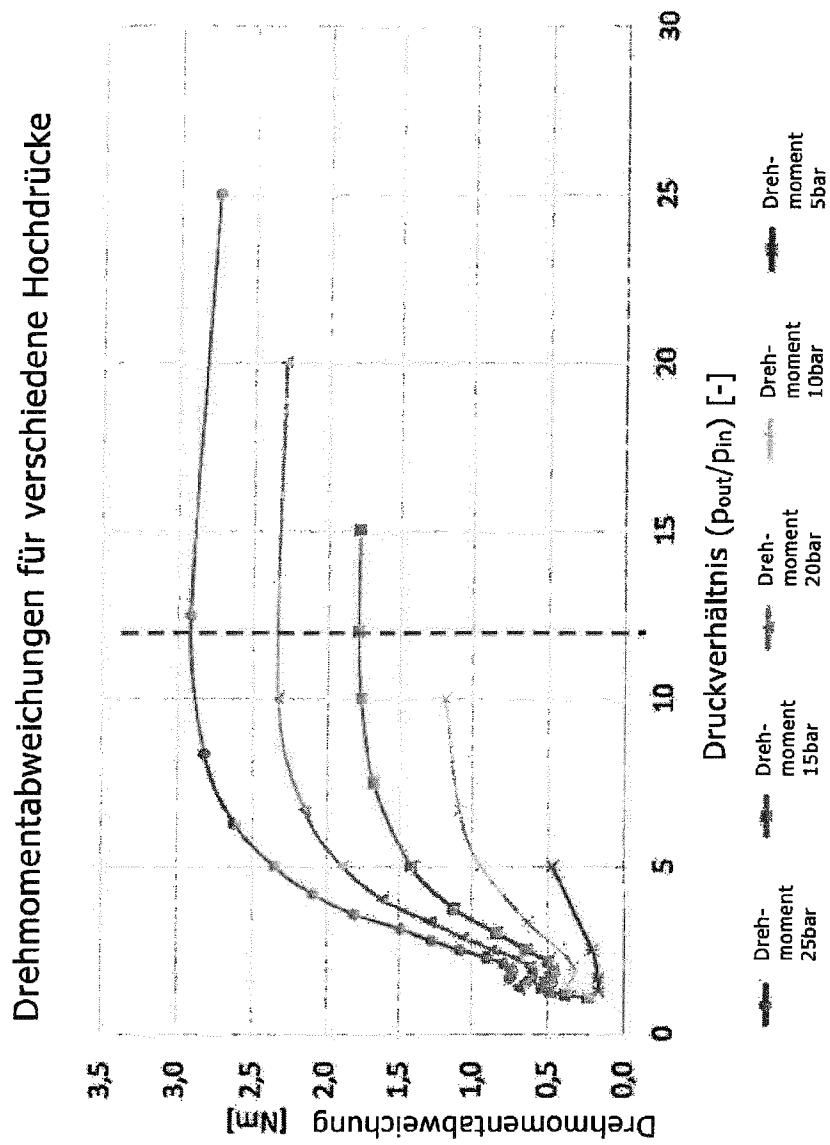


Fig. 11

Scroll Drehmoment Kennlinien für unterschiedliche Druckverhältnisse (45cc Scroll)

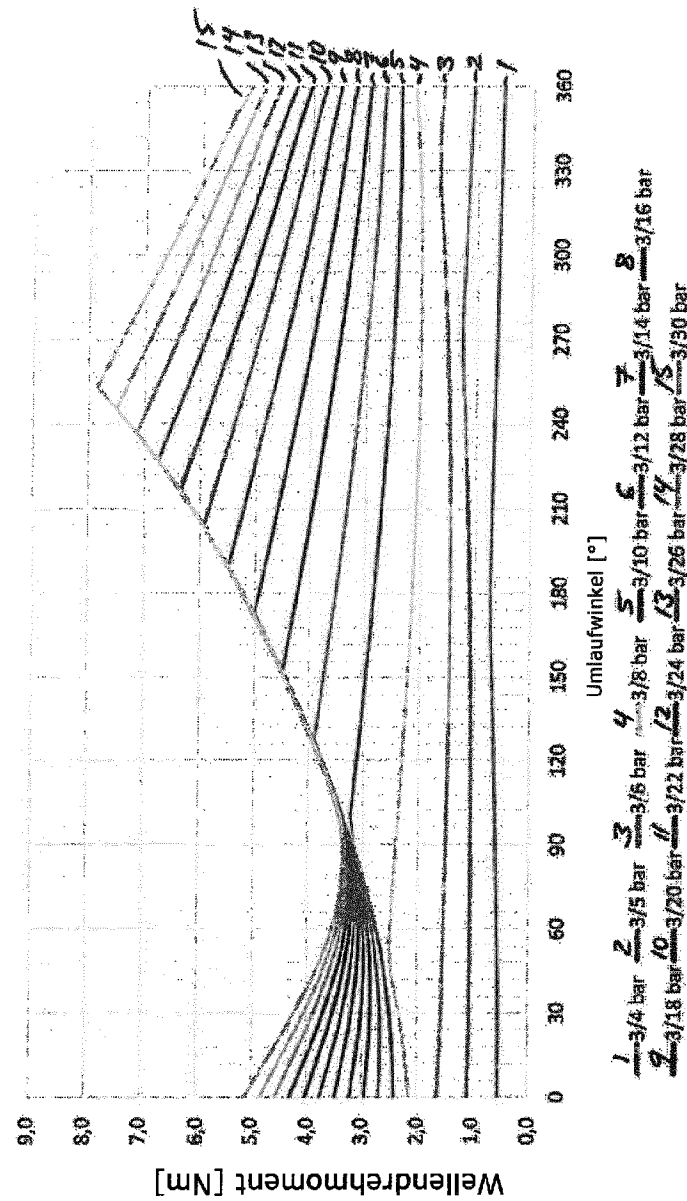


Fig. 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/077483

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F01C 1/02**(2006.01)i; **F01C 20/08**(2006.01)i; **F04C 18/02**(2006.01)i; **F04C 28/08**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F01C; F04C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP H11257258 A (HITACHI LTD) 21 September 1999 (1999-09-21)	1,4,7,8
Y	abstract	2,3,5,6,8
Y	EP 2007005 A2 (SANYO ELECTRIC CO [JP]) 24 December 2008 (2008-12-24)	2,3,5,6,8
A	the whole document	1,4
	claim 6	
	paragraph [0003] - paragraph [0005]	
	paragraph [0036]	
	paragraph [0053] - paragraph [0054]	
Y	US 4604036 A (SUTOU MASATSUNE [JP] ET AL) 05 August 1986 (1986-08-05)	2,3,5,6,8
A	the whole document	1,4
	claims 1,2	
	column 2, line 4 - line 20	
Y	US 2004070364 A1 (CHEONG DAL HO [KR] ET AL) 15 April 2004 (2004-04-15)	2,3,5,6,8
A	the whole document	1,4
	claim 10	
	paragraph [0008] - paragraph [0009]	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 December 2019

Date of mailing of the international search report

16 December 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Sbresny, Heiko

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/077483

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2015198160 A1 (POSCHENRIEDER HERR UWE [DE] ET AL) 16 July 2015 (2015-07-16)	2,3,5,6,8
A	the whole document claims 1,2 paragraph [0003] - paragraph [0007] paragraph [0009] paragraph [0018] paragraph [0030]	1,4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/077483

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	H11257258	A	21 September 1999	NONE			
EP	2007005	A2	24 December 2008	CN	101330270	A	24 December 2008
				EP	2007005	A2	24 December 2008
				JP	4297953	B2	15 July 2009
				JP	2009005515	A	08 January 2009
				US	2008315816	A1	25 December 2008
US	4604036	A	05 August 1986	DE	3480440	D1	14 December 1989
				DK	396184	A	10 March 1985
				EP	0145841	A2	26 June 1985
				JP	H0758069	B2	21 June 1995
				JP	S6060286	A	06 April 1985
				US	4604036	A	05 August 1986
US	2004070364	A1	15 April 2004	CN	1489278	A	14 April 2004
				DE	10341106	A1	06 May 2004
				JP	3803659	B2	02 August 2006
				JP	2004135491	A	30 April 2004
				KR	20040032647	A	17 April 2004
				US	2004070364	A1	15 April 2004
US	2015198160	A1	16 July 2015	DE	102014100214	A1	16 July 2015
				KR	20150083760	A	20 July 2015
				US	2015198160	A1	16 July 2015

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/077483

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F01C1/02 F01C20/08 F04C18/02 F04C28/08
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F01C F04C

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP H11 257258 A (HITACHI LTD) 21. September 1999 (1999-09-21)	1,4,7,8
Y	Zusammenfassung	2,3,5,6, 8
Y	----- EP 2 007 005 A2 (SANYO ELECTRIC CO [JP]) 24. Dezember 2008 (2008-12-24)	2,3,5,6, 8
A	das ganze Dokument Anspruch 6 Absatz [0003] - Absatz [0005] Absatz [0036] Absatz [0053] - Absatz [0054] -----	1,4
Y	US 4 604 036 A (SUTOU MASATSUNE [JP] ET AL) 5. August 1986 (1986-08-05)	2,3,5,6, 8
A	das ganze Dokument Ansprüche 1,2 Spalte 2, Zeile 4 - Zeile 20 -----	1,4
	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Dezember 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/12/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sbresny, Heiko

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y A	US 2004/070364 A1 (CHEONG DAL HO [KR] ET AL) 15. April 2004 (2004-04-15) das ganze Dokument Anspruch 10 Absatz [0008] - Absatz [0009] -----	2,3,5,6, 8 1,4
Y A	US 2015/198160 A1 (POSCHENRIEDER HERR UWE [DE] ET AL) 16. Juli 2015 (2015-07-16) das ganze Dokument Ansprüche 1,2 Absatz [0003] - Absatz [0007] Absatz [0009] Absatz [0018] Absatz [0030] -----	2,3,5,6, 8 1,4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/077483

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H11257258 A	21-09-1999	KEINE	

EP 2007005 A2	24-12-2008	CN 101330270 A	24-12-2008
		EP 2007005 A2	24-12-2008
		JP 4297953 B2	15-07-2009
		JP 2009005515 A	08-01-2009
		US 2008315816 A1	25-12-2008

US 4604036 A	05-08-1986	DE 3480440 D1	14-12-1989
		DK 396184 A	10-03-1985
		EP 0145841 A2	26-06-1985
		JP H0758069 B2	21-06-1995
		JP S6060286 A	06-04-1985
		US 4604036 A	05-08-1986

US 2004070364 A1	15-04-2004	CN 1489278 A	14-04-2004
		DE 10341106 A1	06-05-2004
		JP 3803659 B2	02-08-2006
		JP 2004135491 A	30-04-2004
		KR 20040032647 A	17-04-2004
		US 2004070364 A1	15-04-2004

US 2015198160 A1	16-07-2015	DE 102014100214 A1	16-07-2015
		KR 20150083760 A	20-07-2015
		US 2015198160 A1	16-07-2015
