



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 718 556 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.1996 Patentblatt 1996/26

(51) Int. Cl.⁶: **F23N 3/08**

(21) Anmeldenummer: 95117559.5

(22) Anmeldetag: 08.11.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL

(30) Priorität: 20.12.1994 CH 3830/94

(71) Anmelder: Landis & Gyr Technology Innovation
AG
CH-6301 Zug (CH)

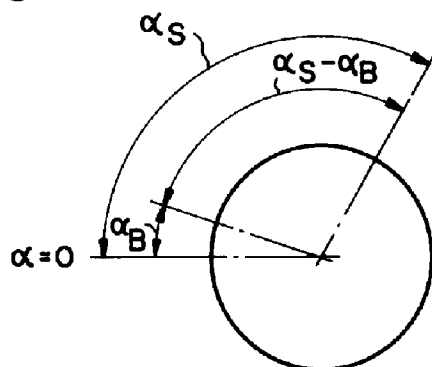
(72) Erfinder:
• Bott, Klaus
D-76448 Durmersheim (DE)
• Schwendemann, Eckhard
D-77815 Bühl (DE)

(54) Verfahren zur Positionserfassung eines linear getriebenen Antriebssystems

(57) Eine Winkelpositions-Änderung des linear getriebenen Antriebssystems ist proportional seiner jeweiligen Laufzeit. Im Verfahren wird ein zu einer gewünschten Sollwert-Winkelposition (α_S) gehöriger Sollwert der Laufzeit des Antriebssystems ermittelt, das Antriebssystem anschließend gestartet sowie seine

Laufzeit sensorlos gemessen und, wenn ein gemessener Wert der Laufzeit gleich dem ermittelten Sollwert der Laufzeit ist, das Antriebssystem gestoppt. Durch das Verfahren werden die Zuverlässigkeit des Antriebssystems erhöht und die Kosten des letzteren reduziert.

Fig.3



EP 0 718 556 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Positionserfassung eines linear getriebenen Antriebssystems gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Das erfindungsgemässe Verfahren wird vorzugsweise bei Klappen-Antrieben von Brennern in Heizungsanlagen verwendet. Es ist auch in vorteilhafter Weise in Frequenzumrichtern verwendbar.

Bekannt sind Verfahren der eingangs genannten Art, die zur Positionserfassung von Antriebssystemen analoge oder digitale Sensoren verwenden, welche den Bewegungsachsen der Antriebssysteme aufgekoppelt sind, was relativ teuer ist, spezielle Antriebe erfordert und aufgrund der zusätzlich vorhandenen Sensoren relativ störanfällig ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die bekannten Verfahren so zu verbessern, dass die Zuverlässigkeit der Antriebssysteme erhöht und die Kosten der letzteren reduziert werden.

Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen

- Fig. 1 ein Zeitdiagramm eines Messablaufs bei einem Klappen-Antrieb eines in einer Heizungsanlage vorhandenen Brenners,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung der Winkelpositionen von vier Grenzwertschaltern eines Antriebssystems,
- Fig. 3 eine schematische Darstellung von Winkelpositionen beim erfindungsgemässen Verfahren und
- Fig. 4 eine schematische Darstellung von Winkelpositionen bei einer Nacheichung.

Ein Klappen-Antrieb und ein Frequenzumrichter besitzen aus sicherheitstechnischen Gründen und/oder aus Eichungs-Gründen in Brenneranwendungen mehrere Grenzwertschalter. Z. B. besitzt der Klappen-Antrieb in einer Brenneranwendung, der vorzugsweise ein Luftklappen-Antrieb ist, mindestens vier als mechanische Endschalter funktionierende Grenzwertschalter 1, 2, 3 und 4 (siehe Fig. 1), deren Positionen einstellbar sind. Im Fall des Frequenzumrichters sind die einstellbaren Grenzwertschalter z. B. Luftdruckschalter. Ein erster Grenzwertschalter 1 ist z. B. in einer Winkelposition α_1 , ein zweiter Grenzwertschalter 2 in einer Winkelposition α_2 , ein dritter Grenzwertschalter 3 in einer Winkelposition α_3 und ein vierter Grenzwertschalter 4 in einer Winkelposition α_4 angeordnet (siehe Fig. 1 und Fig. 2).

Die Winkelposition α_1 ist z. B. eine Zu-Position des Klappen-Antriebs, d. h. die Winkelposition, in der die Luftklappe geschlossen ist, was einer Öffnung der Luftklappe von 0% entspricht. Die Winkelposition α_2 ist z. B. eine Kleinlast-Position des Brenners und entspricht einer Öffnung der Luftklappe von x%. Die Winkelposition α_3 ist z. B. eine Zündlast-Position des Brenners und entspricht einer Öffnung der Luftklappe von y%. Die Winkelposition α_4 ist z. B. eine Auf-Position des Klappen-Antriebs, in der die Luftklappe vollständig geöffnet ist, was einer Öffnung der Luftklappe von 100% entspricht.

Die Grenzwertschalter 1 bis 4 werden im erfindungsgemässen Verfahren, ausser aus sicherheitstechnischen Gründen, nur noch zum Zweck von Eichungen und/oder Nacheichungen verwendet. Während eines normalen Betriebs des Antriebssystems werden sie dagegen nicht benutzt. Es werden auch keine anderen Sensoren und auch keine zusätzlichen Grenzwertschalter, z. B. in Winkel-Zwischenpositionen, verwendet. Da zusätzliche Grenzwertschalter bzw. Sensoren in der Regel teuer und störanfällig sind, werden durch ihre Nichtverwendung Kosten gespart und die Betriebszuverlässigkeit erhöht.

Eine Winkelposition α eines linear getriebenen Antriebssystems ist proportional einer Zeit t, die das Antriebssystem benötigt, um ausgehend von einem Bezugspunkt, z. B. $\alpha = 0$, die Winkelposition α zu erreichen. Es gelten somit:

$$\alpha = W \cdot t \text{ und } \Delta\alpha = W \cdot \Delta t \quad (1),$$

wobei W eine konstante Winkelgeschwindigkeit des Antriebssystems ist. Die Winkelpositions-Änderung $\Delta\alpha$, also die Änderung eines zurückzulegenden Winkelweges, ist proportional einer jeweiligen für die Winkelpositions-Änderung $\Delta\alpha$ benötigten Laufzeit Δt . Aus der Laufzeit Δt des Antriebssystems kann somit auf eine bestimmte Weg- bzw. Winkelpositions-Änderung $\Delta\alpha$ des Antriebssystems rückgeschlossen werden, wenn der konstante Wert der Winkelgeschwindigkeit W bekannt ist. Dieser Wert wird entweder als Parameter vorgegeben oder er kann vom Antriebssystem, z. B. anlässlich der Inbetriebsetzung, mit Hilfe zweier Grenzwertschalter, z. B. der beiden Grenzwertschalter 1 und 4 ermittelt werden. Im letzteren Fall wird vor einer ersten Inbetriebnahme des Antriebssystems der Wert der Winkelgeschwindigkeit W des Antriebssystems mit Hilfe der beiden Grenzwertschalter 1 und 4 ermittelt und anschliessend gespeichert zwecks späterer Verwendung bei einer jeweiligen Ermittlung eines zu einer gewünschten Sollwert-Winkelposition α_S gehörigen Sollwertes Δt_S der Laufzeit Δt des Antriebssystems. Dabei gilt:

$$W = (\alpha_4 - \alpha_1) / (t_4 - t_1),$$

wobei t_4 und t_1 jeweils die Zeiten sind, die das Antriebssystem benötigt, um ausgehend von einer Winkelbezugs-Position, z. B. $\alpha = 0$, die Winkelposition α_4 bzw. α_1 zu erreichen. Die Zeitdifferenz $t_4 - t_1$ ist somit eine gemessene Laufzeit Δt des Antriebssystems um, ausgehend von der Winkelposition α_1 , die Winkelposition α_4 zu erreichen.

Desgleichen können zwei weitere Messungen mit je einer zugehörigen Berechnung die Werte von $x\%$ und $y\%$ ergeben, da:

$$x = W \cdot (t_2 - t_1) \text{ und}$$

$$y = W \cdot (t_3 - t_1),$$

wobei t_2 und t_3 jeweils die Zeiten sind, die das Antriebssystem benötigt, um ausgehend von der Winkelbezugs-Position die Winkelposition α_2 bzw. α_3 zu erreichen. Die Zeitdifferenzen $t_2 - t_1$ und $t_3 - t_1$ sind somit gemessene Laufzeiten Δt des Antriebssystems um, jeweils ausgehend von der Winkelposition α_1 , die Winkelposition α_2 bzw. α_3 zu erreichen.

In der Fig. 1 ist ein möglicher Verlauf der Winkelpositionen α des Antriebssystems in Funktion der Zeit t dargestellt.

In der Darstellung der Fig. 1 ist links mittels gerader Kennlinienteile ein möglicher zeitlicher Verlauf des Antriebssystems anlässlich einer Inbetriebnahme wiedergegeben, während rechts ein möglicher zeitlicher Verlauf anlässlich eines normalen Betriebs des Antriebssystems dargestellt ist. Im letzteren Fall schwankt die Winkelposition α des Antriebssystems nach der Inbetriebnahme z. B. zwischen den Winkelpositionen α_4 und α_2 . In der Fig. 1 gilt die Annahme, dass α_2 kleiner als α_3 ist, was jedoch nicht immer der Fall ist. Zu Beginn der Inbetriebnahme besitzt das Antriebssystem z. B. die Winkelposition α_1 bis zum Zeitpunkt $t_A = t_1$ (siehe Punkt A des Zeitdiagramms), um anschliessend mit der konstanten Geschwindigkeit W zur Winkelposition α_4 hochzufahren, die es im Zeitpunkt $t_B = t_4$ erreicht (siehe Punkt B des Zeitdiagramms). Das Hochfahren ist in der Fig. 1 durch eine Gerade AB dargestellt, deren Neigung W ist. Nach Erreichen der Winkelposition α_4 verbleibt z. B. das Antriebssystem in dieser Position bis zum Zeitpunkt t_C (siehe Punkt C des Zeitdiagramms), um anschliessend mit konstanter Geschwindigkeit W zur Winkelposition α_3 herunterzulaufen, die es im Zeitpunkt t_D erreicht (siehe Punkt D des Zeitdiagramms) und aus der es für den nachfolgenden normalen Betrieb startet. Das Herunterlaufen ist durch eine Gerade CD dargestellt, deren Neigung $-W$ ist.

Die Winkelpositions-Änderungen $\Delta\alpha$ des Antriebssystems sind, wie bereits erwähnt, proportional seiner Laufzeit Δt . Im erfindungsgemässen Verfahren zur Positionserfassung des linear getriebenen Antriebssystems wird ein zu einer gewünschten Sollwert-Winkelposition α_S gehöriger Sollwert Δt_S der Laufzeit Δt des Antriebssystems ermittelt und das Antriebssystem anschliessend gestartet sowie seine Laufzeit Δt sensorlos gemessen. Wenn ein gemessener Wert der Laufzeit Δt gleich dem ermittelten Sollwert Δt_S der Laufzeit Δt ist, wird das Antriebssystem gestoppt, dessen Winkelposition α dann gleich der Sollwert-Winkelposition α_S ist, da der Sollwert Δt_S die Laufzeit Δt des Antriebssystems ist, die das letztere benötigt, um, von einer Winkelbezugs-Position ausgehend, die gewünschte Soll-Winkelposition α_S zu erreichen.

Die Winkelbezugs-Position ist z. B. die Zu-Position α_1 des Klappen-Antriebs. Sie kann aber auch irgend eine andere beliebige Winkelposition α_B des Klappen-Antriebs sein, in der dieser sich augenblicklich befindet und aus der er startet, um die gewünschte Sollwert-Winkelposition α_S zu erreichen (siehe Fig. 3). Die Winkelbezugs-Position α_B ist in diesem Fall die Position des Klappen-Antriebs vor dem letzten Fahrbefehl. Eine Integration der Gleichung (1) ergibt:

$$\alpha = W \cdot \Delta t + \alpha_B \text{ mit } \alpha = \alpha_S \text{ und } \Delta t = \Delta t_S, \text{ so dass: } \Delta t_S = (\alpha_S - \alpha_B)/W \quad (2)$$

Die benötigte Laufzeit Δt_S , um, ausgehend aus der augenblicklichen Winkelposition α_B , die gewünschte Sollwert-Winkelposition α_S zu erreichen, kann somit von z. B. einem im Antriebssystem vorhandenen Mikrocomputer mittels einer in ihm abgespeicherten Tabelle oder mittels der Gleichung (2) berechnet werden, worauf der Mikrocomputer nach einem nachfolgend erfolgten Bewegungsstart des Antriebssystems nur mehr die Laufzeit Δt messen muss, um nach dem Erreichen des Laufzeit-Sollwertes Δt_S das Antriebssystem zu stoppen. Das letztere befindet sich dann in der gewünschten Sollwert-Winkelposition α_S , ohne dass dort ein Sensor zur Detektion eines Erreichens der betreffenden Position α_S erforderlich ist. Die betreffenden Werte von α_S und Δt_S werden im Mikrocomputer gespeichert und können beim nächsten Ablaufbefehl als neue Startwerte der Ablaufbewegung dienen.

Bei parallel geführten Antriebssystemen, d. h. wenn mehrere Heizkessel gleichzeitig und die zugehörigen Brenner synchron betrieben werden, kann es durch Toleranzen der einzelnen Antriebssysteme zu einem ungewollten Driften des Gesamtsystems kommen. Daher erfolgt in einer Variante des erfindungsgemässen Verfahrens durch ein zyklisches Anfahren des Antriebssystems an einen der vier Grenzwertschalter, z. B. an den Grenzwertschalter 3, eine gezielte Nacheichung, indem jeweils einerseits eine Sollwert/Istwert-Differenz $D = \Delta t_{S,E} - \Delta t_E$ eines ermittelten Sollwertes $\Delta t_{S,E}$ und eines gemessenen Istwertes Δt_E einer Laufzeit Δt ermittelt wird, die erforderlich ist, um, ausgehend aus einer augenblicklichen Winkelposition α_A des Antriebssystems, den Grenzwertschalter 3 zu erreichen (siehe Fig. 4). Andererseits wird ausserdem eine bisher geltende Winkelgeschwindigkeit W des Antriebssystems mit einem Korrekturfaktor k multipliziert, der eine Funktion $f[D]$ der Sollwert/Istwert-Differenz D ist, um eine nach der Nacheichung geltende Winkelgeschwindig-

keit W_E zu erhalten, die dann nachfolgend im Verfahren, bis zur nächsten Nacheichung, jeweils zur Ermittlung des Sollwertes Δt_S der Laufzeit Δt verwendet wird.

Der Mikrocomputer misst z. B. den Istwert Δt_E der Laufzeit Δt , die das Antriebssystem benötigt, um die Winkelposition α_3 des Grenzwertschalters 3 aus seiner augenblicklichen Winkelposition α_A heraus zu erreichen. Der Mikrocomputer vergleicht diesen gemessenen Istwert Δt_E mit dem von ihm ermittelten, d. h. errechneten Sollwert $\Delta t_{S,E}$ der Laufzeit Δt , die notwendig ist, um die gleiche Strecke zurückzulegen, indem er die Sollwert/Istwert-Differenz $D = \Delta t_{S,E} - \Delta t_E$ ermittelt, d. h. berechnet. Theoretisch muss die Differenz D Null sein, da beide Werte gleich sein sollten. Falls nicht, ist nicht nur die Differenz D unterschiedlich von Null, sondern auch der Korrekturfaktor k unterschiedlich von Eins.

Dabei gelten die Gleichungen:

$$W_E = k \cdot W \quad k = f[D], \quad (3)$$

wobei W_E und W die Winkelgeschwindigkeiten nach und vor der Nacheichung sind, während k der von D abhängige Korrekturfaktor ist. Durch das zyklische Anfahren wird der Rechenwert für die Winkelgeschwindigkeit W mittels der Gleichung (3) periodisch korrigiert und der Fehler des ermittelten Positionswertes im Laufe der Zeit immer kleiner. Es wird so ein adaptives Verhalten des Antriebssystems erreicht und der verwendete Wert der Winkelgeschwindigkeit W über die Betriebsdauer hin optimiert.

Die Wahl des zur Nacheichung zyklisch anzufahrenden Grenzwertschalters erfolgt vorzugsweise prozessabhängig. In einer bevorzugten Ausführung wird als zyklisch anzufahrender Grenzwertschalter derjenige ausgewählt, der vom Antriebssystem aus der augenblicklichen Position α_A heraus am schnellsten angefahren, d. h. am schnellsten erreicht werden kann.

Wenn der Antrieb des Antriebssystems ein Schrittmotor ist, sind die Winkelpositionen α des Antriebssystems im erfindungsgemässen Verfahren vorzugsweise in Schrittzahlen n ausgedrückt. Eine für die Winkelpositions-Änderung $\Delta\alpha$ erforderliche Schrittzahl Δn ergibt sich aus der Gleichung:

$$\Delta n = \Delta\alpha / SW,$$

wobei SW eine konstante Schrittweite des Schrittmotors darstellt. Gemäss Gleichung (1) ist Δt somit ebenfalls proportional Δn .

Wenn das Antriebssystem ein Teil eines Frequenzumrichters ist, entsprechen die Winkelpositionen α vorzugsweise Drehzahlen N . Eine für die Winkelpositions-Änderung $\Delta\alpha$ erforderliche Drehzahl-Änderung ΔN ergibt sich aus der Gleichung:

$$\Delta N = \Delta\alpha / 2\pi$$

Gemäss Gleichung (1) ist Δt ebenfalls proportional ΔN .

Patentansprüche

1. Verfahren zur Positionserfassung eines linear getriebenen Antriebssystems, dessen Winkelpositions-Änderung ($\Delta\alpha$) proportional seiner jeweiligen Laufzeit (Δt) ist, dadurch gekennzeichnet,

- dass ein zu einer gewünschten Sollwert-Winkelposition (α_S) gehöriger Sollwert (Δt_S) der Laufzeit (Δt) des Antriebssystems ermittelt wird,
- dass das Antriebssystem anschliessend gestartet sowie seine Laufzeit (Δt) sensorlos gemessen wird und
- dass, wenn ein gemessener Wert der Laufzeit (Δt) gleich dem ermittelten Sollwert (Δt_S) der Laufzeit (Δt) ist, das Antriebssystem gestoppt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vor einer ersten Inbetriebnahme des Antriebssystems ein Wert einer Winkelgeschwindigkeit (W) des Antriebssystems mit Hilfe zweier Grenzwertschalter (1, 4) ermittelt und gespeichert wird zwecks späterer Verwendung bei der jeweiligen Ermittlung des zur gewünschten Sollwert-Winkelposition (α_S) gehörigen Sollwertes (Δt_S) der Laufzeit (Δt) des Antriebssystems.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass durch ein zyklisches Anfahren des Antriebssystems an einen von mehreren Grenzwertschaltern (3) eine Nacheichung erfolgt, indem jeweils einerseits eine Sollwert/Istwert-Differenz (D) eines ermittelten Sollwertes ($\Delta t_{S,E}$) und eines gemessenen Istwertes (Δt_E) einer Laufzeit (Δt) ermittelt wird, die erforderlich ist, um, ausgehend aus einer augenblicklichen Winkelposition (α_A) des Antriebssystems, den Grenzwertschalter (3) zu erreichen, und andererseits eine bisher geltende Winkelgeschwindigkeit (W) des Antriebssystems mit einem Korrekturfaktor (k) multipliziert wird, der eine Funktion ($f[D]$) der Sollwert/Istwert-Differenz (D)

ist, um eine nach der Nacheichung geltende Winkelgeschwindigkeit (W_E) zu erhalten, die dann nachfolgend im Verfahren, bis zur nächsten Nacheichung, jeweils zur Ermittlung des Sollwertes (Δt_S) der Laufzeit (Δt) verwendet wird.

- 5 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Wahl des zyklisch anzufahrenden Grenzwertschalters prozessabhängig erfolgt.
- 10 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass als zyklisch anzufahrender Grenzwertschalter derjenige ausgewählt wird, der vom Antriebssystem am schnellsten angefahren werden kann.
- 15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Antrieb des Antriebssystems ein Schrittmotor ist und die Winkelpositionen (α) des Antriebssystems in Schrittzahlen (n) ausgedrückt sind.
- 20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebssystem ein Teil eines Frequenzumrichters ist und die Winkelpositionen (α) Drehzahlen (N) entsprechen.

Fig. 1

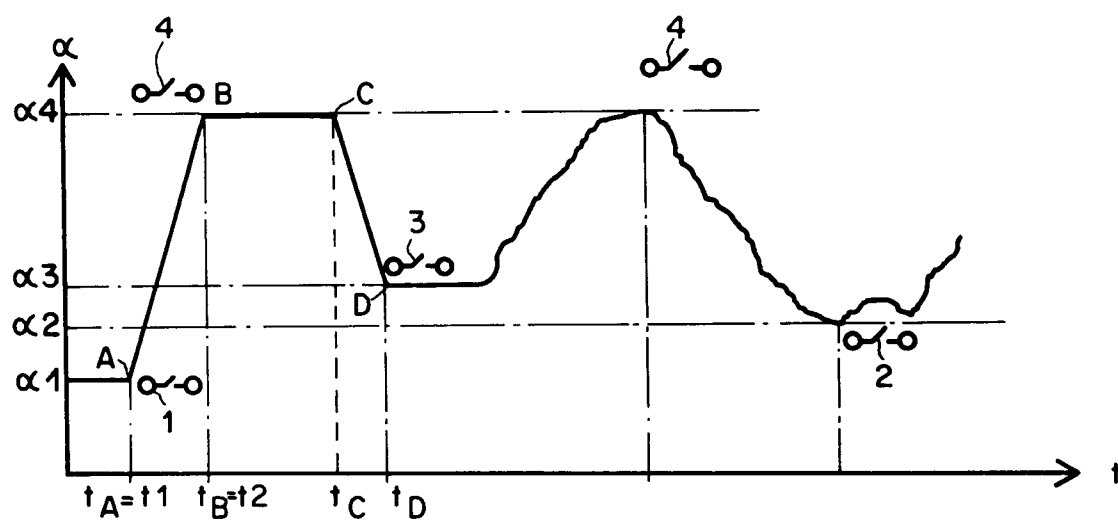


Fig. 2

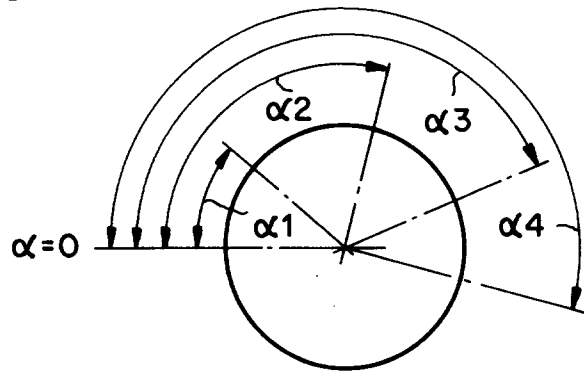


Fig. 3

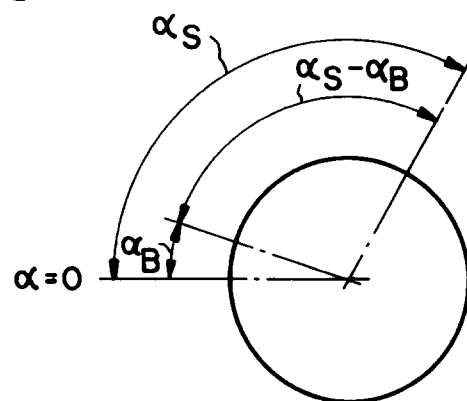
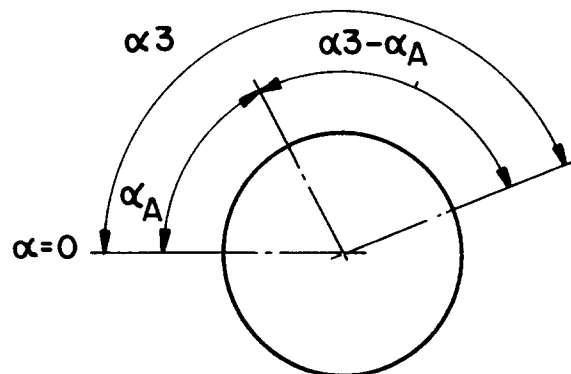


Fig. 4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 11 7559

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016 no. 187 (M-1244) ,7.Mai 1992 & JP-A-04 024412 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 28.Januar 1992, * Zusammenfassung; Abbildung *	1-4,6	F23N3/08
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015 no. 475 (M-1186) ,3.Dezember 1991 & JP-A-03 204561 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 6.September 1991, * Zusammenfassung; Abbildung *	1,6	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016 no. 187 (M-1244) ,7.Mai 1992 & JP-A-04 024413 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 28.Januar 1992, * Zusammenfassung; Abbildung *	1	
X	US-A-4 673 160 (TOLLEY PATRICK) 16.Juni 1987 * das ganze Dokument *	1	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008 no. 267 (M-343) ,7.Dezember 1984 & JP-A-59 137680 (UBE KOSAN KK) 7.August 1984, * Zusammenfassung; Abbildung *	1	
A	FR-A-2 433 709 (SERVO - INSTRUMENT) * Abbildungen *	1	
A	US-A-4 880 376 (BARTELS ET AL.) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,2	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 15.Februar 1996	Prüfer Kooijman, F
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 Patentdokument, 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 01.82 (POMC03)