



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.03.2006 Patentblatt 2006/12

(51) Int Cl.: *D03D 47/27* ^(2006.01) *D03D 47/18* ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04021688.9**

(22) Anmeldetag: **13.09.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(72) Erfinder: Gössl, Rainer, Dr.
09387 Leukersdorf (DE)

(74) Vertreter: **Schneider, Manfred**
Patentanwalt
Hauptstrasse 2 b
09437 Börnichen (DE)

Bemerkungen:

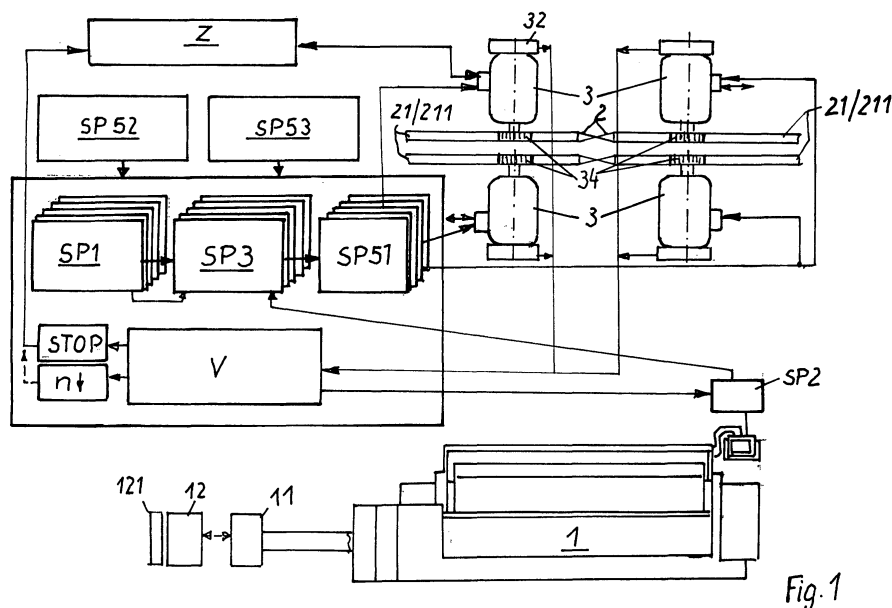
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86 (2)
EPÜ.

(71) Anmelder: **SCHÖNHERR Textilmaschinenbau GmbH**
09113 Chemnitz (DE)

(54) **Verfahren zum Antreiben von Greiferköpfen einer Greiferwebmaschine und Antriebsvorrichtung dafür**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Antreiben von Greiferköpfen an Greiferwebmaschinen und eine Antriebsvorrichtung mit Servomotoren, die über Antriebszahnräder die Greiferträger (21) antreiben, wobei den Servomotoren (3) von einer Steuereinheit Steuerdaten für den Bewegungsablauf in Abhängigkeit von nacheinander aktivierbaren Signalen zugeführt werden. Mit dem Ziel, auch bei hohen Arbeitsgeschwindigkeiten die Greiferbewegung exakt und mit hoher Zuverlässigkeit - dem Webprozess angepasst - zu gewährleisten, werden als Servomotoren Wechsel- oder Drehstrommotoren (3)

eingesetzt, die eine Nenndrehzahl besitzen, die gleich oder größer ist als 3000 U/min, und deren Eigenträgheit kleiner ist als $0,006 \text{ kgm}^2$. Die Ausgangsdaten für die Steuerdaten der Servomotoren werden in Form von normierten Übertragungsfunktionen und Wegparametern abrufbar gespeichert. Die nacheinander aktivierbaren Signale sind hochauflösende Drehwinkelsignale der Hauptwelle (11; 12). Sie aktivieren gleichzeitig Parameter der Übertragungsfunktionen, die Wegparameter und vorzugsweise auch Drehmoment-Parameter, die den Übertragungsfunktionen angepasst sind, für die Ausgabe von Steuersignalen an die Servomotoren (3).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Antreiben von Greiferköpfen an Greiferwebmaschinen und eine Antriebsvorrichtung dafür, wobei Servomotoren die Greiferträger über Antriebszahnräder direkt antreiben und wobei den Servomotoren von einer Steuereinheit Steuerdaten für den Bewegungsablauf in Abhängigkeit von nacheinander aktivierbaren Signalen zugeführt werden.

[0002] Durch die DE 27 07 687 A1 ist eine Antriebsvorrichtung dieser Art bekannt, bei der die Greiferstangen oder die Greiferbänder - wir bezeichnen beide als Greiferträger, die die Greiferköpfe in das Webfach und in dem Webfach führen. Diese Greiferträger werden mittels Scheibenläufermotoren angetrieben. Den Scheibenläufermotoren sind Tachometer und Winkellagegeber (inkrementale Geber) zugeordnet. Ein Prozessor steuert die Bewegungsabläufe für den Scheibenläufermotor für jeden Maschinenzyklus in Abhängigkeit von dem Maschinenantrieb.

Während der Webladenbewegung wird der Greifer in einer Ruheposition gehalten, wobei er in der Phase des Schusseintrages vorzugsweise einer sinusförmigen Funktion folgt.

Rückmeldesignale ermöglichen die Ermittlung des Abstandes bis zur vorgegebenen Endposition der Bewegung. Über entsprechende Regelvorgänge werden den Servomotoren abhängig von der jeweiligen Winkellage der Hauptwelle der Webmaschine Steuersignale zugeführt, so dass sich die von den Servomotoren angetriebenen Greifer schließlich ihrer Endposition nähern. Das real erreichte Bewegungsgesetz richtet sich nach der Wirksamkeit der objektiv wirkenden Kräfte. Bestimmte Bewegungsparameter hinsichtlich der Maximalgeschwindigkeit und des Beschleunigungsverlaufes ergeben sich rein zufällig. Eine zuverlässige Arbeitsweise oder gar eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit sind mit einem solchen Verfahren nicht erreichbar.

[0003] Das Trägheitsmoment des Scheibenläufermotors ist zudem - bezogen auf seine Antriebswelle - sehr groß, so dass bereits der Rotor einer gewünschten Bewegung - insbesondere in den Phasen der maximalen Beschleunigung - nicht folgen kann. Die Scheibenläufermotoren sind Gleichstrommotoren, deren Magnetwicklungen auf dem Läufer angeordnet sind. Die dadurch notwendigen Bürsten sind Verschleißteile. Ein Ausfall von Bürsten würde zu schwerwiegenden Havarien führen. Der verfahrensbedingt hohe Leistungsbedarf führt zu einer starken Erwärmung des Läufers. Eine dadurch notwendige Wasserkühlung am Läufer ist mit vertretbarem Aufwand praktisch nicht realisierbar.

Ein weiterer Nachteil ist, dass die periodisch auszuführenden Regelvorgänge eine erhebliche Zeit zwischen aufeinander folgenden Stützstellen erfordern. Dadurch sind Änderungen von Bewegungsparametern nur nach relativ langen Bewegungsphasen möglich. Zwischen den durch Steuervorgaben an Stützstellen vorgegebenen

unterschiedlichen Bewegungsparametern folgt der Servomotor einer polynomen Bahn, in der die Beschleunigungen nicht eindeutig definierbar und hoch sind.

[0004] Die gewünschten Effekte dieses Antriebes, nämlich, dass die Greifer auch bei hoher Arbeitsgeschwindigkeit exakt einer vorgegebenen Bewegungsgleichung folgen, wird nicht erreicht. Bei Schwergängigkeit und bei Stromausfall sind Havarien vorprogrammiert. In der Praxis haben sich daher diese Antriebe trotz permanenter Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Scheibenläufermotoren nicht durchsetzen können.

[0005] Angesichts der geschilderten Probleme wurde mit der DE 41 31 745 A1 vorgeschlagen, - anstelle der Scheibenläufermotoren - damals handelsübliche Servomotoren zu verwenden und diese unabhängig von der Winkellage und der Drehzahl der Hauptwelle der Webmaschine nach einem einzigen, unveränderlichen, vorgegebenen Weg-Zeit-Verlauf zu steuern.

Die Hauptwelle der Webmaschine gab lediglich das Startsignal für die Abarbeitung des Weg-Zeit-Verlaufes durch den Servomotor. Der Weg-Zeit-Verlauf war an die maximale Arbeitsgeschwindigkeit der Webmaschine angepasst, so dass bei jeder geringeren Geschwindigkeit der Webmaschine der Schusseintrag abgeschlossen war, bevor der Bewegungsbereich der Greifer durch die Fachverengung oder durch die Weblade begrenzt wurde.

Den dabei auftretenden hohen Beschleunigungskräften - insbesondere im Eingriffsbereich zwischen dem Antriebsrad und der Verzahnung der Greiferstange - begegnete man durch die ausschließliche Verwendung von Greiferbändern, deren Masse deutlich niedriger ist, als die Masse von Greiferstangen.

[0006] Auch mit dieser Form des Antriebes der Greiferträger - hier Greiferbänder - an Greiferwebmaschinen war es nicht möglich, auch bei hohen Arbeitsgeschwindigkeiten zu gewährleisten, dass die Greifer exakt einer vorgegebenen Bewegungsgleichung mit niedriger Maximalbeschleunigung folgen.

Zudem erfordert die Verwendung von Greiferbändern als Greiferträger zusätzliche, an der Bewegung teilnehmende Führungselemente, die die Motoren zusätzlich belasteten. Die Eingriffsbedingungen zwischen dem Antriebsrad und dem Greiferband verschlechtern sich. Eine größere Umschlingung des Antriebsrades durch das Greiferband und die Anordnung von zusätzlichen mitbewegbaren Führungselementen für das Greiferband oder die Vergrößerung des Durchmessers des Antriebsrades sind eine unvermeidbare Folge.

Die notwendige Sicherheit des Antriebes war auch mit dieser Lösung nicht gegeben. Für die Überwindung einer gewissen Schwergängigkeit der Greiferantriebe gibt es kein Reserven. Hohe Arbeitgeschwindigkeiten an Doppelflorwebmaschinen mit bis zu 4 m Arbeitsbreite - sind nicht realisierbar. Bei Stromausfällen sind Havarien nicht zu vermeiden. Einstell- oder Testläufe der Webmaschine im Kriechgang oder mit Tippbetrieb sind nicht möglich.

[0007] Ein anderer Weg zur Lösung des anstehenden

Problems wurde mit der DE 101 54 817 C1 beschritten. In an sich bekannter Weise treibt man dort die Greiferstangen direkt mittels Linearmotor an. Zur Sicherung eines ausreichend starken Magnetfeldes und einer erforderlichen Synchrongeschwindigkeit verlängert man den Stator und den Läufer des Linearmotors. Damit diese Verlängerung nicht die Breite der Webmaschine in unangemessener Weise vergrößert, wird der Läufer des Linearmotors parallel und unterhalb des Webfaches angeordnet und seitlich mit der Greiferstange derart gekoppelt, dass beide zusammen eine liegende, U-förmige Gestalt aufweisen.

Diese Maßnahme führt zu einer deutlichen Erhöhung der während des Schusseintrages zu beschleunigenden Massen. Die Folge sind ungenaue Bewegungen der Greifer und ein sehr hoher Energiebedarf der Antriebsvorrichtung. Im Endeffekt ist die Arbeitsgeschwindigkeit der Greiferwebmaschine deutlich begrenzt.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Steuerung der Servomotoren vorzuschlagen, das es ermöglicht, mit diesen Servomotoren - auch bei hohen Drehzahlen der Greiferwebmaschine und nach längeren Maschinenstillständen - bei einer gewissen Schwergängigkeit der Greiferantriebe - exakt Bewegungsabläufe mit vorbestimmbaren, relativ niedrigen Maximalbeschleunigungen und -geschwindigkeiten am Greifer zu realisieren.

Insbesondere in den Bewegungsabschnitten mit den größten Beschleunigungen sollen die Servomotoren so angesteuert werden, dass Schäden durch unkontrollierte Bewegungen der Greifer verhindert werden.

Die Antriebsvorrichtung soll mit geringem Aufwand die Ausführung des Verfahrens ermöglichen.

[0009] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit dem Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Bei deutlich erhöhten Webmaschinendrehzahlen wird ein exakter Bewegungsablauf, eine exakte Fadenübergabe vom Bringer- zum Nehmergreifer, eine geringere Schussfadenbelastung und ein geringerer Verschleiß an den Antriebselementen für die Greiferträger gewährleistet.

Von wesentlicher Bedeutung ist auch das Vermeiden von Resonanzerscheinungen, die bei den bisher praktizierten mechanischen Antrieben die Anwendung von Antriebskurven mit geringeren Maximalbeschleunigungen und niedrigeren Maximalgeschwindigkeiten verhindern.

Von besonderer Bedeutung ist auch, dass mit der erfindungsgemäßen Verfahrensweise für den Greiferantrieb Leistungsreserven bereitgestellt werden, damit bei einer bestimmten Schwergängigkeit nach längeren Maschinenstillständen eine zuverlässige Funktion auch bei zunächst reduzierter Maschinendrehzahl gewährleistet werden kann.

[0010] Die Rechenvorgänge zwischen zwei Stützstellen der gesteuerten Bewegung werden auf ein Minimum reduziert oder entfallen vollständig, so dass es möglich wird, ein vorgegebenes Bewegungsgesetz mit niedrigen Beschleunigungen und niedriger Geschwindigkeit in der

Bewegung durch den Servomotor sehr genau abzubilden.

[0011] Diese optimalen Bewegungsbedingungen sichern nicht nur einen ruhigen Lauf der mechanisch bewegten Maschinenteile, sondern auch eine optimierte Bewegung des Schussfadens im Fach, ohne dass man bereits in niedrigen Drehzahlbereichen die Schussfäden zyklisch gezielt bremsen muss. Diese gezielte Steuerung der Fadenspannung bereitet insbesondere an Webmaschinen an denen schwere Schussfäden - z. B. aus Jute mit ungleichmäßiger Dicke und häufig auch mit Knoten - eingesetzt werden, erhebliche Schwierigkeiten.

[0012] Mit der Wahl von Servomotoren - vorzugsweise als Drehstrommotoren vermeidet man die Benutzung von verschleißanfälligen Bürsten. Die Erwärmung durch den hohen Stromfluss erfolgt am Stator. Das Kühlen mit stationären Wasserkreisläufen wird möglich.

Eine deutliche Verbesserung des Laufverhaltens der Servomotoren wird erreicht, wenn man - gemäß Anspruch 2 - parallel zu der normierten Übertragungsfunktion auch differenzierte Drehmomentfolgen vorgibt, die dem Beschleunigungsverlauf der Übertragungsfunktionen angenähert oder mindestens grob angepasst sind.

[0013] Wird nach Anspruch 3 die Masse bzw. das Trägheitsmoment der an der Bewegung der Greiferköpfe beteiligten Maschinenelemente auf dem bezeichneten Niveau gehalten, kann man die nach Anspruch 1 und 2 erreichbaren Vorteile weiter in positivem Sinne gestalten.

[0014] Die Wahl der Parameter der Servomotoren nach Anspruch 4 führt zu weiter verbesserten Antriebsbedingungen.

[0015] Die Verwendung von normierten harmonischen Übertragungsfunktionen höherer Ordnung - nach Anspruch 5 - führt zu deutlichen Senkungen der Beschleunigungen und Maximalgeschwindigkeiten.

[0016] Die Ableitung der Greiferbewegung von einer sog. virtuellen Hauptwelle - nach Anspruch 6 - vermeidet, dass sich die bis um 10% unkontrolliert schwankenden Winkelgeschwindigkeiten der mechanischen Hauptwelle der Greiferwebmaschine nicht auf die Bewegungsgesetze der Greifer auswirken.

[0017] Eine hohe Betriebssicherheit der Greiferwebmaschine wird erreicht, wenn gem. Anspruch 7 und 8 dem Bewegungsgesetz Toleranzkurven zugeordnet werden. Damit wird es möglich, in jeder Phase der Bewegung der Greifer einen Gefahren-Stop, eine Reduzierung der Webgeschwindigkeit oder andere Arten zur Vermeidung von Havarien einzuleiten.

[0018] Die Begrenzung der Eigen- und Fremdträgheit - nach Anspruch 9 -, die durch übliche Maßnahmen zur Gewichtseinsparung an beteiligten, bewegten Maschinenelementen erreichbar sind, wird eine weitere deutliche Verbesserung der Laufbedingungen erreicht.

[0019] Die Modifikation des Verfahrens - nach Anspruch 10 - bietet die Voraussetzungen, dass man sich unterschiedlichen Betriebsbedingungen der Webmaschine und der Verarbeitung unterschiedlicher Schussfadenmaterialien anpassen kann. Diese Modifikation lässt

auch unterschiedliche Service-Leistungen im Zusammenhang mit dem Schusseintrag oder der Bewegung der Greiferträger zu. Dieses Verfahren unterstützt das sog. Schusssuchen beim Stillstand der Webmaschine. Es erlaubt das Testen der Greiferbewegung und auch den sog. "Tippbetrieb" der Webmaschine.

[0020] Die in Anspruch 11 definierten Verfahrens-Modifikationen führen einerseits dazu, dass während des üblichen Webbetriebes die im Zwischenkreis gespeicherte Energie in ausreichender Menge für Beschleunigungsvorgänge mit zur Verfügung steht. Andererseits steht stets so viel Energie zur Verfügung, dass auch bei Stromausfall zu jedem beliebigen Zeitpunkt die Greifer zuverlässig aus dem Webfach bewegt werden können.

[0021] Die Gestaltung der Bewegungsgesetze von Bringer- und Nehmergreifer nach Anspruch 12 verbessert die Bedingungen für die Fadenübergabe zusätzlich und führt zu weiteren energetischen Effekten.

[0022] Die Ausführung der Antriebsvorrichtung - nach Anspruch 13 - ermöglicht in optimaler Weise die Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1.

Mit der Bereitstellung einer großen Zahl und einer großen Dichte von Stützstellen vor allem in den Bereichen der größten Beschleunigungen wird ein exaktes Abarbeiten der optimalen, normierten, vorzugsweise harmonischen Übertragungsfunktionen gewährleistet.

[0023] Die Verwendung von Speichern und deren Organisation - nach Anspruch 14 - führt neben der Reduzierung der Rechenleistungen zwischen aufeinander folgenden Stützstellen zu einer optimalen Arbeitsweise der Servomotoren und zu einer einfacheren Anpassung an unterschiedliche Greiferhübe.

[0024] Die Gestaltung der Servomotoren mit den Parametern nach Anspruch 15 gewährleistet optimale Antriebsbedingungen und sichert Leistungsreserven. Sie hat auch wesentliche Bedeutung für das Resonanzverhalten der Antriebsvorrichtung.

[0025] Die baulichen Maßnahmen der Ansprüche 16 bis 18 tragen ebenfalls zur Optimierung der Arbeitsweise der Vorrichtung bei.

[0026] Die Ansprüche 19 bis 21 beschreiben vorteilhafte Anordnungen von Servomotoren an Greiferwebmaschinen mit mehreren Schusseintragebenen, die sich insbesondere an Doppelflorwebmaschinen zunehmend durchsetzen. Es sollte auch erwähnt werden, dass Webmaschinen dieser Art durch den erfindungsgemäßen Greiferantrieb überhaupt erst rationell und effektiv ausgestaltet werden können.

[0027] Bei der Verwendung mechanischer Greiferantriebe ist mit einer zusätzlichen Schusseintragebene stets ein deutlicher Leistungsabfall verbunden. Das mechanische Aus- und Einkuppeln der Antriebe von Greiferstangen - das für bestimmte Bindungen erforderlich ist - ist bei Verwendung mechanischer Greiferantriebe und bei hohen Maschinendrehzahlen praktisch kaum noch beherrschbar.

[0028] Mit der Verwendung der Servoantriebe nach vorliegender Erfindung können die Greifer auch bei we-

sentlich höheren Maschinendrehzahlen noch zuverlässig angetrieben und nach beliebigen Programmen vom Webvorgang ausgeschlossen werden. Kupplungsvorgänge werden von vorn herein vermieden.

[0029] Die Erfindung soll nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen,

Fig. 1 eine z. T. als Blockschaltbild dargestellte Greiferwebmaschine mit entsprechend der Erfindung gestalteten Speichern sowie mit Überwachungs- und Antriebsvorrichtungen für die Greiferköpfe,

Fig. 2 eine als Blockschaltbild dargestellte Organisation der Speicher und der Datenverarbeitung für die Steuerung, für die Überwachung und für die Mittel zum Antrieb einer Greiferstange,

Fig. 3 ein Diagramm zur Darstellung der wirksamen Trägheitskräfte und -momente in Abhängigkeit von unterschiedlichen Durchmessern des Antriebsrades,

Fig. 4 eine Darstellung der an dem Antrieb der Greifer beteiligten Massen und Trägheitsmomente,

Fig. 5 eine als Beispiel zu bewertende Kennlinie eines geeigneten Servomotors,

Fig. 6 ein Diagramm als normierte Übertragungsfunktion, ein daraus abgeleitetes Weg-Drehwinkel-Steuerprogramm, dem Toleranzkurven für Überwachungsvorgänge zugeordnet sind,

Fig. 7 eine Anordnungsvariante der Servomotoren für eine Doppelflor-Greiferwebmaschine mit vier Schusseintragebenen in einer Ansicht von der Bedienseite der Webmaschine,

Fig. 8 eine Seitenansicht zu Fig. 7,

Fig. 9 eine Ansicht analog der Fig. 8 für eine Doppelflorwebmaschine mit drei Schusseintragebenen,

Fig. 10 ein Diagramm einer normierten, harmonischen Übertragungsfunktion mit Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverlauf und mit einem Drehmoment-Programm, das dem Beschleunigungsverlauf der Fig. 10 angepasst ist.

Fig. 11

[0030] In Fig. 1 ist der Grundaufbau des Antriebes für Greiferstangen 21/ 211 an einer Doppelflorwebmaschine mit zwei Schusseintragebenen dargestellt. Der Schusseintrag erfolgt nach dem Prinzip der mittigen Fadenübergabe. Ein Bringergreifer übergibt den Schussfaden in der Mitte des Webfaches an den Nehmergreifer.

[0031] Der Antrieb der Greiferstangen 211 (Greiferträger 21) erfolgt durch Servomotoren 3. Die Servomotoren 3 sind Drehstrommotoren mit Rotoren 31 (Fig. 4) und Winkelgebern 32. Sie sind so ausgebildet, dass die bewegten Teile - der Rotor 31, bezogen auf seine Achse -

ein Trägheitsmoment aufweisen, das kleiner ist als $0,006 \text{ kgm}^2$ - vorzugsweise kleiner als $0,003 \text{ kgm}^2$. Ihre Nenn-drehzahl sollte gleich oder höher sein als 4000 U/min. Bei Webmaschinen mit einer Nennbreite über 5m kann man auch ab etwa 3000 U/min gute Ergebnisse erzielen und Resonanzerscheinungen vermeiden.

[0032] Das Nenndrehmoment der Servomotoren 3 an Greiferwebmaschinen mit einer Arbeitsbreite von etwa 4 m wird zweckmäßigerweise etwa bei 50 Nm liegen. Der Servomotor 3 sollte dabei ein maximales Drehmoment von mindestens 150 Nm oder mehr aufbringen. Wünschenswert ist es, wenn der Servomotor 3 mindestens an ca. 50 Stützstellen pro Zyklus, vorzugsweise jedoch an über 100 Stützstellen pro Umdrehung der Hauptwelle der Webmaschine ansteuerbar ist.

[0033] Die Servomotoren 3 übertragen die von ihnen erzeugte Drehbewegung mittels Antriebszahnrad 34 auf die als Zahnstangen ausgebildeten Greiferstangen 211 bzw. Greiferbänder 212, die frontseitig jeweils einen Greiferkopf 2 tragen.

[0034] Mit dem Rotor 31 sind Winkelmarkierungen 32 verbunden, die durch einen inkrementalen Winkelgeber eine sehr genaue Darstellung der Bewegung des Servomotors 3 ermöglichen.

[0035] Der Servomotor 3 ist geeignet als Generator zu arbeiten und in Phasen von Bremsvorgängen die dort frei werdende Leistung an einen Energie speichernden elektrischen Zwischenkreis Z zu geben. In den bekannten Zwischenkreis Z wird die Bremsenergie aller Motoren der Webmaschine gespeichert. Sie steht in ausreichendem Maße für die Unterstützung von Beschleunigungsvorgängen und für Antriebsvorgänge bestimmter Aggregate bei Netzausfall zur Verfügung. Im Bedarfsfalle kann dem Zwischenkreis auch ein Akkumulator zugeordnet werden.

[0036] Eine erfindungsgemäße Besonderheit stellt das Bereitstellen des Steuerprogrammes für das Weg-Zeit-Gesetz der Greiferstangen dar. Sie wird unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und Fig. 2 näher beschrieben. Während nach bisheriger Praxis jede Position des Weg-Zeit-Verlaufes gesondert aus Daten des Gesamtweges, der bis zum Hub-Ende verfügbaren Zeit und einer ungefähren Bewegungsform jeweils zwischen zwei Stützstellen neu berechnet wurde oder ein fest eingespeichertes Weg-Zeit-Programm bereit gestellt wurde, steht mit der Erfindung ein wesentlich einfacheres und effektiveres Verfahren zur Verfügung.

[0037] In dem, der Steuereinheit zugeordneten Speicher wird zunächst eine normierte Übertragungsfunktion abrufbar gespeichert. Diese Übertragungsfunktion (Weg/Drehwinkel α) bestimmt den normierten Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverlauf der vorgesehenen Bewegung und ist auf die nacheinander erreichten Drehwinkel α der Hauptwelle der Greiferwebmaschine bezogen.

[0038] Solche normierten Übertragungsfunktionen sind - abhängig von den verwendeten Potenzen der Funktionen - nach verschiedenen hohen Ordnungen (oder

Graden) eingeteilt. Als Faustregel gilt: dass je höher die Ordnung - um so niedriger ist die normierte maximale Beschleunigung. Solche Übertragungsfunktionen können auch als sog. "harmonische" Übertragungsfunktionen ausgestaltet werden. Vergleichen Sie hierzu u.a. die Definition der "harmonischen Schwingung" im BROCK-HAUS Naturwissenschaft und Technik, Seite 877 (Band 2) - Verlag Spektrum-Akademischer Verlag-Ausgabe 2003.

Den normierten, harmonischen Übertragungsfunktionen werden dabei mindestens abschnittsweise harmonische, gedämpfte Schwingungen überlagert. Durch sie wird es möglich, insbesondere maximale Beschleunigungen weiter zu reduzieren.

[0039] Eine Erfahrung zeigt, dass normierte Übertragungsfunktionen höherer Ordnung bzw. höheren Grades in Verbindung mit mechanischen Getrieben der Gefahr von Resonanzerscheinungen ausgesetzt sind. Das zeigte sich auch an mechanischen Antriebsvorrichtungen für die Greiferstangen 211. Normierte Übertragungsfunktionen 7. Grades bildeten dort eine kaum überwindbare Hürde.

Die realisierbaren Beschleunigungen lagen damit derart hoch, dass die Eingriffsbedingungen zwischen Antriebsrad 34 und Greiferstange 211 mit den dafür verfügbaren Werkstoffen nur bei relativ großen Raddurchmessern D_r des Antriebsrades 34 gewährleistet werden konnten. Diese großen Durchmesser D_r führten wieder zu größeren, bewegten Massen. Die maximalen Drehzahlen der Webmaschinen der eingangs genannten Art blieben damit auf ein niedriges Niveau begrenzt.

[0040] Die vorliegende Erfindung löst sich aus diesem Dilemma durch eine Kombination von Maßnahmen: Zunächst wird die gespeicherte normierte Übertragungsfunktion mit einer großen Zahl von Stützstellen pro Doppelhub (Zyklus) hinterlegt. Parallel dazu werden Wegparameter S eingegeben oder abrufbar gespeichert, die gewährleisten, dass anstelle des normierten Weges der tatsächlich notwendige Weg durch den Servomotor 3 realisiert werden kann. In der Regel sind Wegparameter S über einen bestimmten Zeitraum festlegbare Faktoren, die in Verbindung mit den normierten Wegparametern zu dem realen Weg S führen.

Es ist möglich, zwischen zwei Stützstellen die notwendigen, einfachen Rechenoperationen (Multiplikation) auszuführen, ohne dass darunter die Genauigkeit des Bewegungsvorganges leidet.

Möglich ist es aber auch, dass unmittelbar nach der Eingabe des Wegparameters S aus der normierten Übertragungsfunktion SP1 und dem Wegparameter SP2 ein Weg- Drehwinkel- Steuerprogramm SP3 berechnet und gespeichert wird, das durch Drehwinkelsignale der Hauptwelle 11 der Webmaschine schrittweise und synchronisierend abgerufen wird.

Dieses Weg-Drehwinkel-Steuerprogramm SP3 kann auch durch differenzierte Drehmoment-Parameter modifiziert werden. Diese differenzierten Drehmoment-Parameter SP3M lassen sich rechnerisch - gestützt durch

entsprechende Tests - aus dem Beschleunigungsverlauf der Übertragungsfunktionen ableiten.

Dabei werden die zu überwindenden Trägheitsmomente summiert, mit der jeweiligen, realen (nicht mit der normierten) Beschleunigung multipliziert, durch den Radius des Antriebsrades 34 dividiert und mit einem Summanden ergänzt, der sonstige Widerstände und die Reibung repräsentiert. In den Fig 10 und 11 sind die Beziehungen zwischen Beschleunigung und Drehmoment schematisch dargestellt.

[0041] Hat man auf diese Weise die Drehmomenten-Parameter SP3M ermittelt, kann man leicht bestimmen, mit welchem Strom man den Motor speisen muss, damit er die entsprechenden Drehmoment-Parameter SP3M realisiert.

[0042] Werden den Servomotoren 2 gleichzeitig mit den entsprechenden Wegpositionen auch die entsprechenden Drehmoment- oder Strom-Parameter pro Stützstelle übergeben, sind die Servomotoren auch bei hohen Drehzahlen in der Lage, die Greiferstangen sehr genau nach dem vorgegebenen Bewegungsgesetz anzutreiben.

Bereitet man Steuerprogramme SP3M oder SP3I so vor, dass sie schrittweise mit Drehwinkelsignalen aktiviert werden können, sind zwischen zwei Stützstellen überhaupt keine Rechenoperationen und keine Regelvorgänge mehr notwendig. Der Schrittmotor 3 führt stets eine Bewegung nach einem Weg-Zeit-Programm SP4 (vergl. Fig. 2) aus, das durch die hohe Zahl der Stützstellen und die vorgegebenen Drehmomente sehr genau definiert ist.

[0043] Das so vorbereitete Bewegungs- und Drehmoment-Programm SP3M für die Servomotoren 3 steht für die Ansteuerung des Servomotors 3 in der beschriebenen Weise bereit.

Die Entscheidung, ob der jeweilige Servomotor 3 angesteuert wird oder nicht, trifft das Anwendungsprogramm SP5. Dieses Anwendungsprogramm SP5 enthält zunächst die Daten für das Web- oder Bindungsprogramm SP51. Es bestimmt, welcher Schuss in welcher Schusseintrageebene in welchem Schritt eines Rapportes eingetragen wird oder nicht.

Zu den Anwendungsprogrammen SP5 gehören aber auch Programme, die unter dem Begriff Serviceprogramme SP52 zusammengefasst sind. Solche Programme sind u. a. Schuss-Such-Programme SP521, Programme zum Test der Fadenübergabe zwischen den Greiferköpfen SP522 und Programme SP523 für andere Tests unter Verwendung des Kriech- oder Tip-Betriebes.

[0044] Schließlich zählen zu den Anwendungsprogrammen auch die sog. Havarieprogramme SP53, bei denen die Greiferstangen oder Greiferträger z. B. bei Stromausfall unter Verwendung von Energie aus dem Zwischenstromkreis Z aus dem Bereich des Webfaches bewegt werden.

[0045] Zum Zwecke der Überwachung der Antriebsfunktionen der Servomotoren 3 werden beiderseits des Weg-Drehwinkelverlaufes - wie aus der Fig. 6 ersichtlich

- sog. Toleranzkurven $f(T,s)$ bzw. $f(T',s)$ (vergleiche Fig. 6) festgelegt.

In der Steuerung nach Fig. 2 ist für diesen Zweck ein Überwachungsprogramm SP6 vorgesehen. Hierfür wird ein Toleranzprogramm SP61 vorgegeben. Es gibt vor, in welchen Drehwinkelbereichen welche Toleranzen vorgegeben werden.

Das Weg-Drehwinkel -Toleranzprogramm SP611 stellt eine Kombination von SP3 und SP61 dar. Die so gewonnenen Toleranzkurven $f(T,s)$ bzw. $f(T',s)$ kennzeichnen die Grenzen der Zulässigkeit der Greiferbewegungen. Befindet sich der am Servomotor 3 durch den inkrementalen Geber 32 in einer bestimmten Phase gemessene Weg außerhalb der Toleranzkurven, schaltet der Vergleicherv V das Stop-Signal für die Webmaschine ein und das Anhalteprogramm wird ausgelöst.

[0046] Damit nicht in jedem Falle - z. B. bei einer geringeren Abweichung - die Maschine abgestellt werden muss, kann man die Maschine auch auf eine geringere Arbeitsgeschwindigkeit umstellen.

Z. B. dann, wenn die Maschine längere Zeit gestanden hat und schwergängig ist, kann man bei niedriger Drehzahl die Betriebstemperatur der Maschine allmählich erhöhen, bis die übliche Leichtgängigkeit erreicht ist.

[0047] Aus der Praxis ist bekannt, dass Webmaschinen, insbesondere solche mit einer Jacquardmaschine, innerhalb jeder Hauptwellenumdrehung ihre Winkelgeschwindigkeit um bis zu 10 % variiert.

Diese Variation der Winkelgeschwindigkeit wirkt sich auf die Art und Weise des Weg-Zeit-Verlaufes der Servomotoren 3 sehr nachteilig aus. Damit können wesentliche Leistungsverluste entstehen. Aus diesem Grunde wird im Zusammenhang mit der Ansteuerung der Servomotoren 3 mit einer sog. virtuellen Hauptwelle 12 der Webmaschine gearbeitet. Diese virtuelle Hauptwelle 12 muss keine gegenständliche Welle sein. Die virtuelle Hauptwelle 12 dreht sich mit der Durchschnittsgeschwindigkeit der wirklichen Hauptwelle 11. Ihre Drehzahl wird vorzugsweise einmal pro Umdrehung - vorzugsweise in der Phase des Anschlagens des Schussfadens - synchronisiert. Die virtuelle Hauptwelle 12 gibt während jeder Umdrehung stets im gleichen Rhythmus Signale für die Realisierung des Weg-Zeit-Programms der Servomotoren 3.

[0048] In Fig. 3 werden zur Erläuterung der Erfindung die Auswirkungen der Masse bzw. der Trägheitsmomente der bewegten Teile auf das Gesamtmoment, dass der Servomotor 3 aufbringen muss, in Abhängigkeit vom Durchmesser des Antriebsrades 34 dargestellt. Wir können erkennen, dass das Trägheitsmoment JR des Antriebsrades 34 mit steigendem Durchmesser zunehmend die Größe des Gesamtmomentes M bestimmt. Dagegen nimmt der Einfluss der Eigenträgheit des Servomotors - das Trägheitsmoment JM des Rotors 31 - mit steigendem Durchmesser des Antriebsrades 34 ab.

Angesichts der Tatsache, dass bereits bei niedrigen Drehzahlen des Servomotors 3 ein hohes Drehmoment bereitgestellt werden muss, ist es von entscheidender Bedeutung von vorn herein eine niedrige Eigenträgheit

JM des Motors und eine niedrige Trägheit der übrigen bewegten Teile - Fremdträgheit - zu gewährleisten. Da, wie aus Fig. 5 ersichtlich, das verfügbare Drehmoment eines als Beispiel gewählten Servomotors 3 im Maximum bei etwa 150 Nm bis 200 Nm liegt, gilt es abzusichern, den Durchmesser D_r des Antriebsrades 34 und den des Rotors 31 - siehe Fig. 4 des Servomotors 3 möglichst niedrig zu halten. Der Durchmesser D_r des Antriebsrades 34, das mit einer Greiferstange zusammenwirkt, sollte demnach zwischen 80 und 140 mm gewählt werden.

[0049] In ähnlichen Größenordnungen sollte sich auch der größte Durchmesser des Rotors 31 bewegen. Ein bei Bedarf größeres Drehmoment des Servomotors 3 sollte man durch eine Verlängerung des Rotors 31 realisieren. Es hat sich gezeigt, dass das Verhältnis der Rotorlänge zu seinem Durchmesser größer sein sollte als 3 : 1.

[0050] Das Nenndrehmoment der Servomotoren 3 wird entsprechend dem Beispiel der Fig. 5 bei etwa bei einem Drittel des maximalen Drehmomentes liegen. Aus Gründen der Begrenzung der maximalen Beschleunigung und der maximalen Geschwindigkeit sowie wegen der Vermeidung von Resonanzerscheinungen hat es sich als sinnvoll erwiesen die Nenndrehzahl des Servomotors bei oder über 4000 U/min anzusiedeln.

[0051] Die Überwachung der Arbeitsweise der Servomotoren 3 wird nochmals unter Hinweis auf Fig. 6 beschrieben. Diese Weg-Drehwinkelkurven $f(s)$ zeigen zunächst im unteren, mittleren Bereich die $f(S_n)$ - die normierte Übertragungsfunktion $f(S_n)$.

[0052] Die Kurve $f(s)$ stellt die gewünschte Weg-Drehwinkelfunktion dar, die mit dem Faktor des Wegparameters SP2 modifiziert ist.

[0053] Zur Vermeidung von Havarien ist es notwendig, zu jeder Zeit zu kontrollieren, ob der Greifer auch die Bewegung ausführt, die er für den normalen Schusseintrag ausführen muss. Zu diesem Zweck sind der Kurve $f(s)$ zwei Toleranzkurven $f(T's)$ bzw. $f(Ts)$ zugeordnet. Die Abstände T_1 , T_2 , T_3 dieser Toleranzkurven von der Kurve $f(s)$ ist differenziert. In der Phase des Bewegungsantrittes ist der zulässige Abstand T_1 nahe Null. Während der Bewegung zur Schussfadenübergabe im Webfach und von dort zurück sind deutlich größere Abstände T_2 möglich. In der Phase der Schussfadenübergabe sollten die Abstände T_3 wieder reduziert sein. Optimal erscheinen hier Werte von T_3 gleich oder kleiner 5 mm.

[0054] Die Anordnung der Servomotoren 3 in der Doppelflorwebmaschine mit mehr als zwei Schusseintragebenen ist in den Fig. 7 bis 9 dargestellt.

Unter Berücksichtigung der angestrebten Funktion ist es bei vier Schusseintragebenen (Fig. 7 und 8) zweckmäßig, auf jeder Seite der Webmaschine zwei Servomotoren hängend und zwei Servomotoren stehend anzuordnen. Jeder Servomotor 3 treibt eine Greiferstange 211. Zweckmäßiger Weise sind die Motoren 3 der obersten bzw. untersten Schusseintragebene weiter von der Schussanschlagkante am Gewebe entfernt als die der mittleren Schusseintragebenen. Damit hält man die Ge-

samt-Fachhöhe im Grenzen.

[0055] An Doppelflorwebmaschinen mit drei Schusseintragebenen ist es zweckmäßig, die Achsen eines hängend und eines stehend angeordneten Servomotors 3 miteinander zu verbinden und an der Verbindungsstelle das Antriebsrad 34 für die mittlere Schusseintragebene anzuordnen.(Fig. 9)

[0056] Im bisherigen Beispiel wurde als Greiferträger stets ein Stangengreifer beschrieben. Jeder Fachmann weiß, dass anstelle der Greiferstangen 211 auch Greiferbänder 212 eingesetzt werden können. Diese haben als solche eine deutlich geringere Masse als Greiferstangen 211 und damit eine wesentlich geringere Trägheit.

[0057] Wir haben gesehen, dass für eine erwünschte Leistungssteigerung ein Antriebsrad 34 mit kleinem Durchmesser D_r erforderlich ist. Gehen wir davon aus, dass das Greiferband 212 - als Greiferträger 21 - aus einem leichten, flexiblen Werkstoff besteht und eine geringe Dicke hat, müssen wir mit deutlich größeren Umschlingungswinkeln des Greiferbandes 212 um das Antriebsrad 34 rechnen.

Das erfordert, dass bei jedem Hub eine große Formänderungsarbeit auszuführen ist und zusätzliche, meist an der Bewegung des Greiferbandes 212 beteiligte Führungselemente vorgesehen werden müssen.

Ein solcher Aufbau der am Antrieb der Greifer beteiligten Elemente ist Bestandteil der Erfindung, wenn die Eigenträgheit und die Fremdträgheit -bezogen auf die Motorwelle - in den in den Ansprüchen definierten Bereichen liegen.

[0058] Zweckmäßig erscheint es, - unabhängig davon, ob man eine Greiferstange 211 oder ein Greiferband 212 verwendet, zwischen dem Greiferträger 21 und dem Antriebsrad 34 eine möglichst optimale Verzahnung zu realisieren und die Masse auf ein niedriges Niveau zu bringen.

An Greiferstangen 211 erreicht man das, wenn man den Querschnitt des Stangenkörpers reduziert und dafür stegförmige Führungselemente anordnet, die sich an den Fäden der Fachebenen und / oder am Riet der Webblade abstützen.

[0059] An Greiferbändern 212, die im Webfach mittels entsprechender Platinen geführt werden, könnte man die Eingriffsflächen für die Zähne des Antriebsrades im Querschnitt vergrößern, ohne die Flexibilität, die Führungsfähigkeit und die Masse des Greiferbandes deutlich negativ zu beeinträchtigen.

Bezugszeichenliste

[0060]

1	Greiferwebmaschine, Doppelflorwebmaschine
11	Hauptwelle
12	virtuelle Hauptwelle
121	Winkelgeber
2	Greiferkopf
21	Greiferträger

211	Greiferstange	
212	Greiferband	
3	Servomotor	
31	Rotor	
32	Winkelgeber / IGR	5
34	Antriebsrad	
SP	Speicher	
SP1	- normierte Übertragungsfunktion, $f(S_n, \alpha)$	
SP2	- Wegparameter (S)	10
SP3	Weg-Drehwinkel-Programm, $f(S, \alpha)$	
SP3M	Drehmoment-Drehwinkel-Programm	
SP4	Weg-Zeit-Programm, $f(S, t)$	
SP5	Anwendungsprogramme	
SP51	Web- / Bindungsprogramm	15
SP52	Service-Programm	
SP521	- Schuss-Such-Programm	
SP522	- Testprogramm - Schussübergabe	
SP523	- Testprogramm - Kriech- oder Tip-Betrieb	
SP53	Havarieprogramm	20
SP6	Überwachungsprogramm	
SP61	Toleranzprogramm	
SP611	Weg-Drehwinkel- Toleranz-Programm	
$f(T_s), f(T's)$	Toleranzkurve	
T1, T2, T3	Abstände	25
ST	Steuerung	
L	Leistungssteuerung	
V	Vergleicher	
Z	Zwischenstrom kreis	
N	Netz	30
Jm	Trägheitsmoment - Motor	
Jr	Trägheitsmoment - Antriebsrad	
ms	Masse - Stange	
M	Masse - gesamt	
n	Drehzahl	35

Patentansprüche

1. Verfahren zum Antreiben von Greiferköpfen an Greiferwebmaschinen mit Servomotoren, die über Antriebszahnäder direkt die, die Greiferköpfe führenden Greiferträger antreiben, wobei den Servomotoren (3) von einer Steuereinheit Steuerdaten für den Bewegungsablauf in Abhängigkeit von nacheinander aktivierbaren Signalen zugeführt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Servomotoren Wechsel- oder Drehstrommotoren (3) eingesetzt werden, die eine Nenndrehzahl besitzen, die gleich oder größer ist als 3000 U/min, und deren Eigentragheit - nämlich das Trägheitsmoment des Rotors (31), bezogen auf seine Achse - kleiner ist als $0,006 \text{ kgm}^2$, **dass** Ausgangsdaten für die Steuerdaten der Servomotoren in Form von normierten Übertragungsfunktionen und Wegparametern abrufbar gespeichert werden und

chert werden und

dass die nacheinander aktivierbaren Signale hochauflösende Drehwinkelsignale der Hauptwelle (11; 12) der Greiferwebmaschine sind und die Parameter der Übertragungsfunktionen und die Wegparameter für die Ausgabe von Steuersignalen für die Servomotoren gleichzeitig einzeln oder als gespeicherte Kombination abrufen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch variable, den Beschleunigungen der Übertragungsfunktionen angepasste Drehmoment-Parameter für die Servomotoren (3) gespeichert sind und **dass** diese Drehmoment-Parameter für die Ausgabe von Steuersignalen gemeinsam mit den Übertragungsfunktionen und den Wegparametern einzeln oder als gespeicherte Kombination abgerufen werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fremdträgheit - nämlich die Summe der Trägheitsmomente des Antriebsrades (34), des Greiferträgers (21), des Greiferkopfes (2) und der evtl. mitbewegten Führungselemente - nicht mehr als das Vierfache der Eigentragheit des Servomotors (3) - bezogen auf die Achse der Motorwelle - beträgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Servomotoren (3) mit einem Nenndrehmoment von größer als 40 Nm und einem Spitzendrehmoment zwischen 140 und 200 Nm gewählt werden und **dass** die Servomotoren (3) mit einer Nenndrehzahl über 4000 U/min mit Maximal-Drehzahlen bis über 6000 U/min betrieben werden.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die normierten Übertragungsfunktionen der Bewegung der Greifertäger harmonische Übertragungsfunktionen siebenter oder einer höheren Ordnung sind.
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** anstelle der natürlichen Hauptwelle (11) der Greiferwebmaschine (1) eine virtuelle Hauptwelle (12) die Drehwinkelsignale liefert und **dass** die virtuelle Hauptwelle (12) eine gleichbleibende Winkelgeschwindigkeit simuliert, die mit der durchschnittlichen Winkelgeschwindigkeit der natürlichen Hauptwelle (11) mindestens einmal pro Umdrehung synchronisiert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass den Bewegungsgesetzen der Greifer ein- oder beidseitig Toleranzkurven für Überwachungs vorgänge zugeordnet sind, deren Überschreitung durch Positionssignale des jeweiligen Servomotors Korrektur- oder Abschaltvorgänge auslöst. 5
8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Abstände der Toleranzkurven von den Bewegungsbahnen der Greifer in den Wendephasen der Greiferköpfe (2) kleiner sind als in den übrigen Bereichen. 10
9. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Eigentragheit des Servomotors (3) kleiner ist als 0,003 kgm² und
dass die Fremdträgheit dem 0,8 bis 1,5-fachen des Trägheitsmomentes des Servomotors entspricht. 15 20
10. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**
dass in dem Speicher mehrere, wahlweise abrufbare normierte Übertragungsfunktionen und Wegparameter abgelegt sind und
dass in jeder Tour und/oder beim Stillstand der Greiferwebmaschine unterschiedliche oder keine der Übertragungsfunktionen und Wegparameter durch Steuerprogramme aktiviert werden. 25 30
11. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass bei Stromausfall die Greiferträger (21) mittels Energie aus einem Zwischenstromkreis aus dem Webfach bewegt werden und
dass der Zwischenstromkreis durch die Bremsenergie mehrerer Motoren unterschiedlicher Funktion und/oder durch Akkumulatoren gespeist wird. 35 40
12. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Bewegungsgesetze der Bringer- und Nehmergreifer unterschiedlich gestaltet sind,
dass das die Bewegungsumkehr des Nehmergreifers früher erfolgt, als beim Bringergreifer und
dass Bringer- und Nehmergreifer während der Fadenübergabe eine gleichgerichtete Bewegung ausführen. 45 50
13. Antriebsvorrichtung für die Greiferköpfe einer Greiferwebmaschine mit außerhalb der Webfächer gelagerten Servomotoren (3), auf deren Wellen Antriebsräder (34) montiert sind,
mit Greiferträgern (21),
die die Greiferköpfe (2) in das und in dem Webfach führen und
die über Zahnelemente mit den Antriebsrädern (34) der Servomotoren (3) in Eingriff stehen,
mit einer Steuereinheit und einem Speicher für die Vorgabe von Steuerdaten für den Bewegungsablauf der Servomotoren (3), der Winkelgeber (121) an der Hauptwelle (11) der Webmaschine und Winkelgeber (32) an der Achse der Servomotoren (3) zugeordnet sind.
dadurch gekennzeichnet,
dass die Servomotoren (3) Wechsel- oder Drehstrommotoren mit einer Nenndrehzahl zwischen 3000 und 7000 U/min und einem maximalen Drehmoment zwischen 140 und 200 Nm sind,
dass die Winkelgeber (121; 32) an der Hauptwelle (11; 12) der Webmaschine und /oder an der Achse des/der Servomotoren (3) pro Umdrehung mehr als 50 Stützstellen für Positionsvorgaben besitzen und
dass das Trägheitsmoment der bewegten Teile jedes Servomotors (3) - bezogen auf seine Achse - kleiner ist als 0,006kgm².
14. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Speicher für die Vorgabe von Steuersignalen an die Servomotoren (3)
- normierte Übertragungsfunktionen, Drehmoment- und Wegparameter enthält, die in Abhängigkeit von nacheinander aktivierbaren Drehwinkelsignalen der Hauptwelle (11; 12) der Greiferwebmaschine (1) abrufbar sind.
15. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Maximaldrehzahl der Servomotoren (3) für den Antrieb von Greiferstangen zwischen 5500 und 6500 U/min und das maximale Drehmoment zwischen 140 und 200 Nm gewählt ist und
dass der Durchmesser (Dr) der auf der Welle der Servomotoren (3) befestigten Antriebsräder (34) zwischen 80 und 140 mm beträgt.
16. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Abmessungen des magnetisierbaren Teiles des Rotors (31) der Servomotoren (3) ein Verhältnis zwischen Länge und Durchmesser besitzen, das größer ist als 3 : 1
17. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Greiferträger (21) als Greiferstange (211) ausgebildet ist,
dass die Greiferstange (211) im mittleren Bereich ihres Querschnittes mit einer auf die Verzahnung des Antriebrades (34) abgestimmten Evolventen-Verzahnung versehen ist und

dass sich der mittlere Bereich des Querschnittes der Greiferstange (211) mindestens abschnittsweise über radial gerichtete Stege am Webblatt und an den Kettfadenscharen der einzelnen Fachebenen abstützt.

18. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,

dass die Servomotoren (3) und die Führungen für die Greiferstangen (211) oder -bändern (212) an der Webladeneinheit angeordnet sind.

19. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,

dass an Greiferwebmaschinen (1) mit zwei oder mehreren Schusseintagebenen jeder Greiferstange (211) ein Servomotor (3) zugeordnet ist und **dass** die Servomotoren (3) der oberen Schusseintagebene(n) stehend und die der unteren Schusseintagebene(n) hängend angeordnet sind.

20. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,

dass an Greiferwebmaschinen (1) mit drei Schusseintagebenen jeder Greiferstange (211) der obersten und jeder Greiferstange (211) der untersten Schusseintagebene ein Servomotor (3) zugeordnet ist und

dass die Greiferstangen (211) der mittleren Schusseintagebene mit Antriebsrädern kämmen, die mit den Servomotoren (3) der oberen und der unteren Schusseintagebenen antriebsverbunden sind.

21. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,

dass an Greiferwebmaschinen (1) mit vier Schusseintagebenen jeder Greiferstange (211) ein Servomotor (3) zugeordnet ist und

dass die Achsen der Servomotoren (3) für die äußeren Schusseintagebenen weiter von der Schussanschlagkante am Gewebe entfernt sind, als die Achsen der mittleren Schusseintagebenen.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86(2) EPÜ.

1. Verfahren zum Antreiben von Greiferköpfen an Greiferwebmaschinen

mit Servomotoren, die über Antriebszahnräder direkt die, die Greiferköpfe führenden Greiferträger antreiben,

wobei den Servomotoren (3) von einer Steuereinheit Steuerdaten für den Bewegungsablauf in Abhängigkeit von nacheinander aktivierbaren Signalen zugeführt werden,

dadurch gekennzeichnet,

dass als Servomotoren Wechsel- oder Drehstrom-

motoren (3) eingesetzt werden, die eine Nenndrehzahl besitzen, die gleich oder größer ist als 3000 U/min, und

deren Eigenträgheit - nämlich das Trägheitsmoment des Rotors (31), bezogen auf seine Achse - kleiner ist als 0,006 kgm²,

dass Ausgangsdaten für die Steuerdaten der Servomotoren in Form von normierten Übertragungsfunktionen, die den Weg (S) abhängig vom Drehwinkel (α) der Hauptwelle (11) der Greiferwebmaschine definieren, und Wegparametern abrufbar gespeichert werden und

dass die nacheinander aktivierbaren Signale hochauflösende Drehwinkelsignale der Hauptwelle (11; 12) der Greiferwebmaschine sind und die Parameter der Übertragungsfunktionen und die Wegparameter für die Ausgabe von Steuersignalen für die Servomotoren gleichzeitig einzeln oder als gespeicherte Kombination abrufen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass auch variable, den Beschleunigungen der Übertragungsfunktionen angepasste Drehmoment-Parameter für die Servomotoren (3) gespeichert sind und

dass diese Drehmoment-Parameter für die Ausgabe von Steuersignalen gemeinsam mit den Übertragungsfunktionen und den Wegparametern einzeln oder als gespeicherte Kombination abgerufen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass die Fremdträgheit - nämlich die Summe der Trägheitsmomente des Antriebsrades (34), des Greiferträgers (21), des Greiferkopfes (2) und der evtl. mitbewegten Führungselemente - nicht mehr als das Vierfache der Eigenträgheit des Servomotors (3) - bezogen auf die Achse der Motorwelle - beträgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass Servomotoren (3) mit einem Nenndrehmoment von größer als 40 Nm und einem Spitzendrehmoment zwischen 140 und 200 Nm gewählt werden und

dass die Servomotoren (3) mit einer Nenndrehzahl über 4000 U/min mit Maximal-Drehzahlen bis über 6000 U/min betrieben werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass die normierten Übertragungsfunktionen der Bewegung der Greiferträger harmonische Übertragungsfunktionen siebenter oder einer höheren Ordnung sind.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

dass anstelle der natürlichen Hauptwelle (11) der Greiferwebmaschine (1) eine virtuelle Hauptwelle (12) die Drehwinkelsignale liefert und
dass die virtuelle Hauptwelle (12) eine gleichbleibende Winkelgeschwindigkeit simuliert, die mit der durchschnittlichen Winkelgeschwindigkeit der natürlichen Hauptwelle (11) mindestens einmal pro Umdrehung synchronisiert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

dass den Bewegungsgesetzen der Greifer ein- oder beidseitig Toleranzkurven für Überwachungsvorgänge zugeordnet sind, deren Überschreitung durch Positionssignale des jeweiligen Servomotors Korrektur- oder Abschaltvorgänge auslöst.

8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Abstände der Toleranzkurven von den Bewegungsbahnen der Greifer in den Wendephasen der Greiferköpfe (2) kleiner sind, als in den übrigen Bereichen.

9. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Eigenträgheit des Servomotors (3) kleiner ist als $0,003 \text{ kgm}^2$ und
dass die Fremdtägheit dem 0,8 bis 1,5-fachen des Trägheitsmomentes des Servomotors entspricht.

10. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**

dass in dem Speicher mehrere, wahlweise abrufbare normierte Übertragungsfunktionen und Wegparameter abgelegt sind und
dass in jeder Tour und/oder beim Stillstand der Greiferwebmaschine unterschiedliche oder keine der Übertragungsfunktionen und Wegparameter durch Steuerprogramme aktiviert werden.

11. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

dass bei Stromausfall die Greiferträger (21) mittels Energie aus einem Zwischenstromkreis aus dem Webfach bewegt werden und
dass der Zwischenstromkreis durch die Bremsenergie mehrerer Motoren unterschiedlicher Funktion und/oder durch Akkumulatoren gespeist wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Bewegungsgesetze der Bringer- und Nehmergreifer unterschiedlich gestaltet sind,
dass das die Bewegungsumkehr des Nehmergreifers früher erfolgt als beim Bringergreifer und

dass Bringer- und Nehmergreifer während der Fadenübergabe eine gleichgerichtete Bewegung ausführen.

13. Antriebsvorrichtung für die Greiferköpfe einer Greiferwebmaschine mit außerhalb der Webfächer gelagerten Servomotoren (3), auf deren Wellen Antriebsräder (34) montiert sind, mit Greiferträgern (21), die die Greiferköpfe (2) in das und in dem Webfach führen und die über Zahnelemente mit den Antriebsrädern (34) der Servomotoren (3) in Eingriff stehen, mit einer Steuereinheit und einem Speicher für die Vorgabe von Steuerdaten für den Bewegungsablauf der Servomotoren (3), der Winkelgeber (121) an der Hauptwelle (11) der Webmaschine und Winkelgeber (32) an der Achse der Servomotoren (3) zugeordnet sind.

dadurch gekennzeichnet,

dass die Servomotoren (3) Wechsel- oder Drehstrommotoren mit einer Nenndrehzahl zwischen 3000 und 7000 U/min und einem maximalen Drehmoment zwischen 140 und 200 Nm sind,

dass die Winkelgeber (121; 32) an der Hauptwelle (11; 12) der Webmaschine und /oder an der Achse des/der Servomotoren (3) pro Umdrehung mehr als 50 Stützstellen für Positionsvorgaben besitzen,

dass das Trägheitsmoment der bewegten Teile jedes Servomotors (3) - bezogen auf seine Achse - kleiner ist als $0,006 \text{ kgm}^2$ und

dass der Speicher für die Vorgabe von Steuersignalen an die Servomotoren (3) normierte Übertragungsfunktionen, die den Weg (s) abhängig vom Drehwinkel (α) der Hauptwelle (11) der Greiferwebmaschine definieren, Drehmoment- und Wegparameter enthält, die in Abhängigkeit von nacheinander aktivierbaren Drehwinkelsignalen der Hauptwelle (11; 12) der Greiferwebmaschine (1) abrufbar sind.

14. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Maximaldrehzahl der Servomotoren (3) für den Antrieb von Greiferstangen zwischen 5500 und 6500 U/min und das maximale Drehmoment zwischen 140 und 200 Nm gewählt ist und

dass der Durchmesser (Dr) der auf der Welle der Servomotoren (3) befestigten Antriebsräder (34) zwischen 80 und 140 mm beträgt.

15. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Abmessungen des magnetisierbaren Teiles des Rotors (31) der Servomotoren (3) ein Verhältnis zwischen Länge und Durchmesser besitzen, das größer ist als 3 : 1

- 16. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,**
dass der Greiferträger (21) als Greiferstange (211) ausgebildet ist,
dass die Greiferstange (211) im mittleren Bereich ihres Querschnittes mit einer auf die Verzahnung des Antriebrades (34) abgestimmten Evolventenverzahnung versehen ist und
dass sich der mittlere Bereich des Querschnittes der Greiferstange (211) mindestens abschnittsweise über radial gerichtete Stege am Webblatt und an den Kettfadenscharen der einzelnen Fachebenen abstützt. 5 10
- 17. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,**
dass die Servomotoren (3) und die Führungen für die Greiferstangen (211) oder -bändern (212) an der Webladeneinheit angeordnet sind. 15 20
- 18. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,**
dass an Greiferwebmaschinen (1) mit zwei oder mehreren Schusseintagebenen jeder Greiferstange (211) ein Servomotor (3) zugeordnet ist und
dass die Servomotoren (3) der oberen Schusseintageebene(n) stehend und die der unteren Schusseintageebene(n) hängend angeordnet sind. 25
- 19. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,**
dass an Greiferwebmaschinen (1) mit drei Schusseintagebenen jeder Greiferstange (211) der obersten und jeder Greiferstange (211) der untersten Schusseintageebene ein Servomotor (3) zugeordnet ist und
dass die Greiferstangen (211) der mittleren Schusseintageebene mit Antriebsrädern kämmen, die mit den Servomotoren (3) der oberen und der unteren Schusseintageebenen antriebsverbunden sind. 30 35 40
- 20. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,**
dass an Greiferwebmaschinen (1) mit vier Schusseintagebenen jeder Greiferstange (211) ein Servomotor (3) zugeordnet ist und
dass die Achsen der Servomotoren (3) für die äußeren Schusseintageebenen weiter von der Schussanschlagkante am Gewebe entfernt sind, als die Achsen der mittleren Schusseintageebenen. 45 50

55

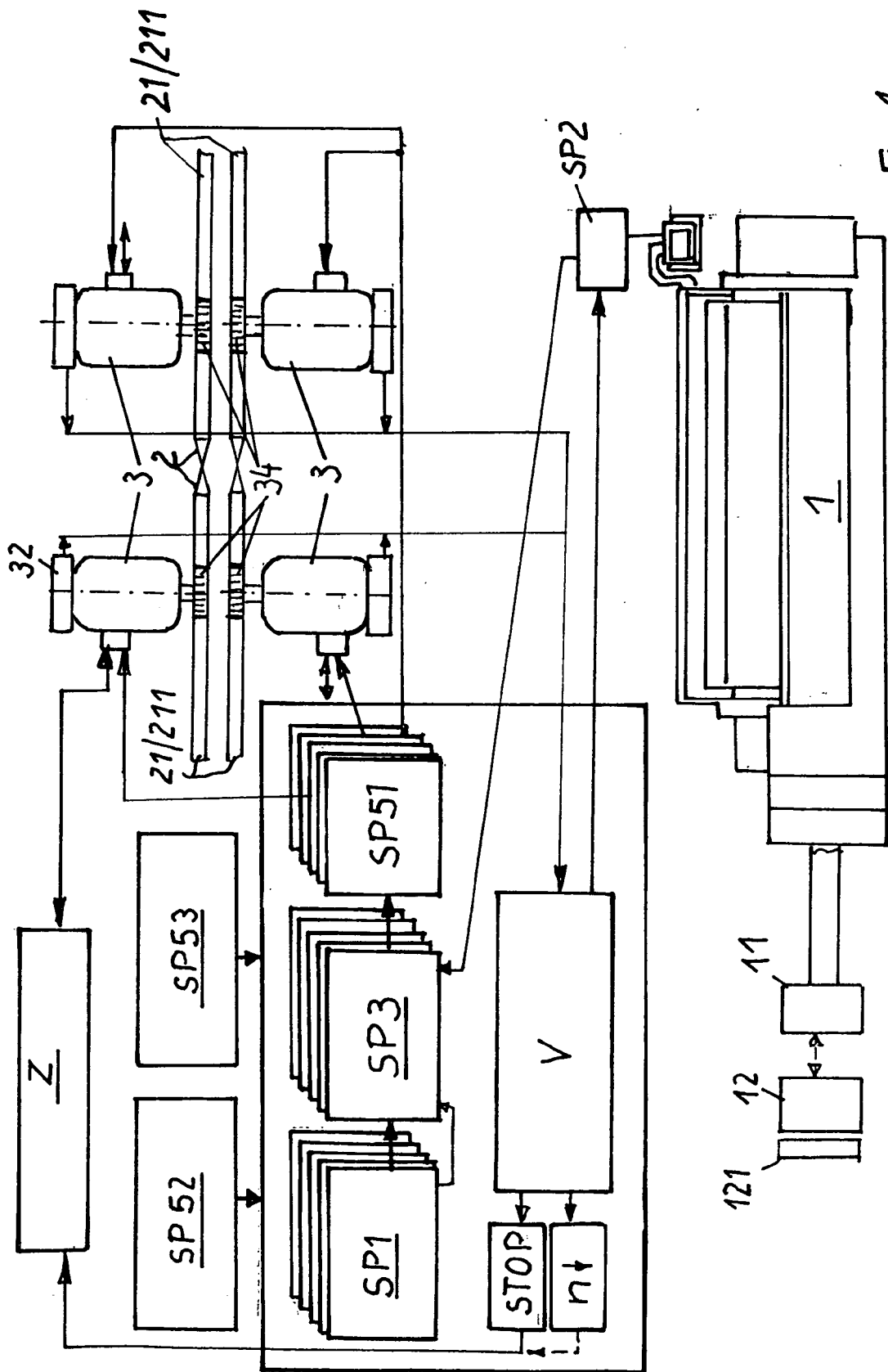
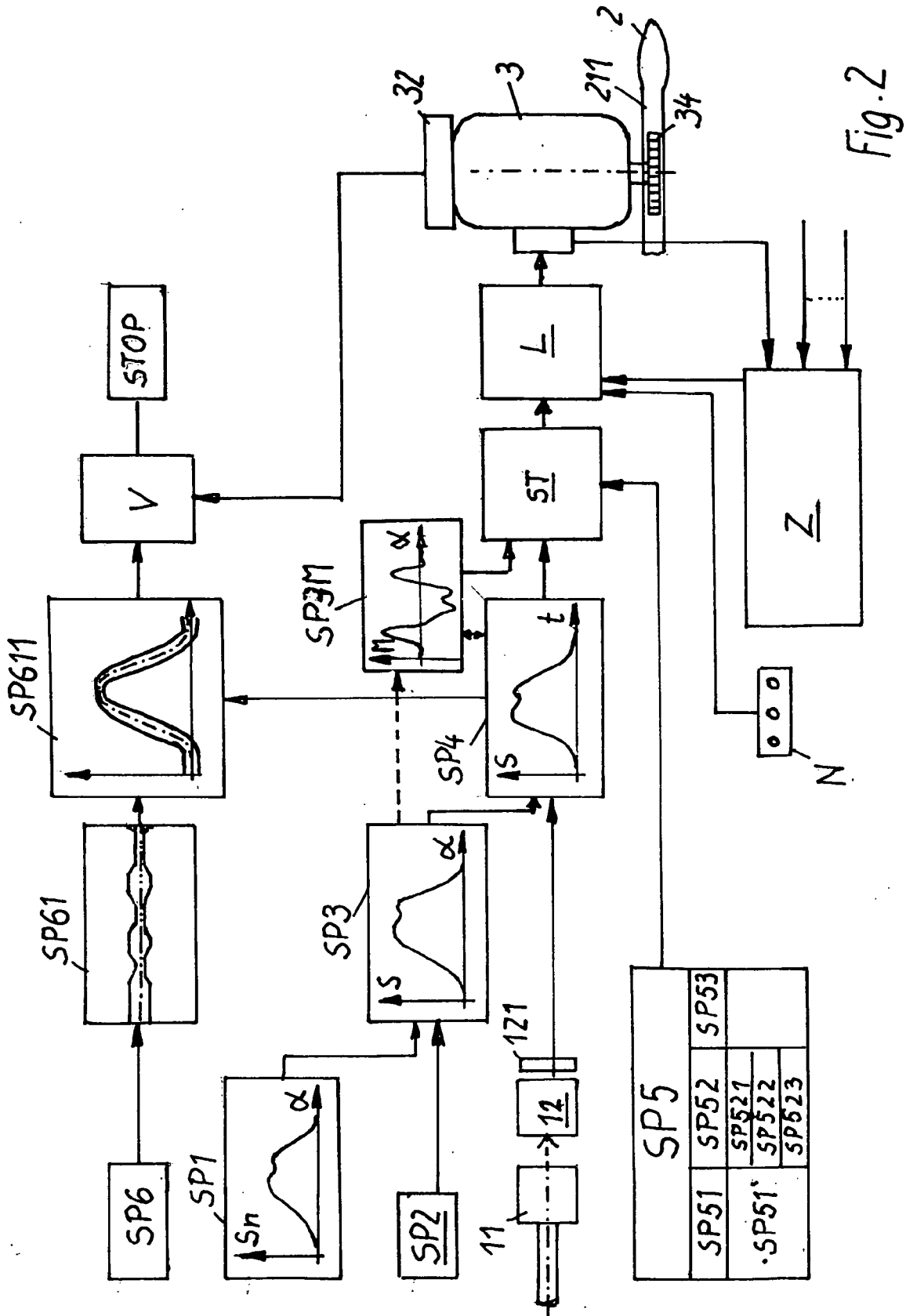


Fig. 1



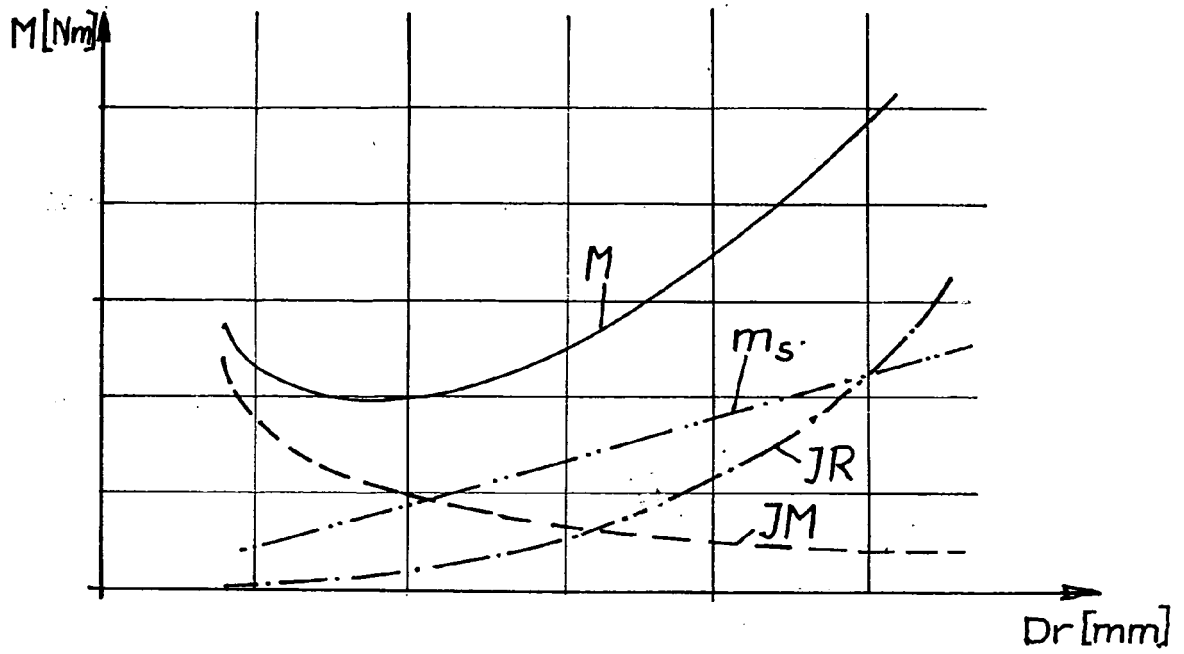


Fig.3

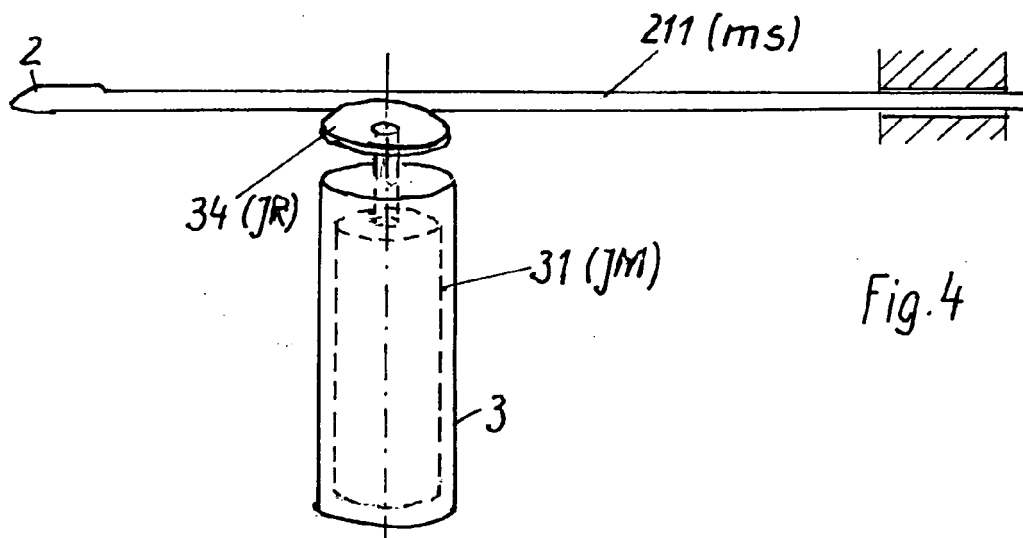


Fig.4

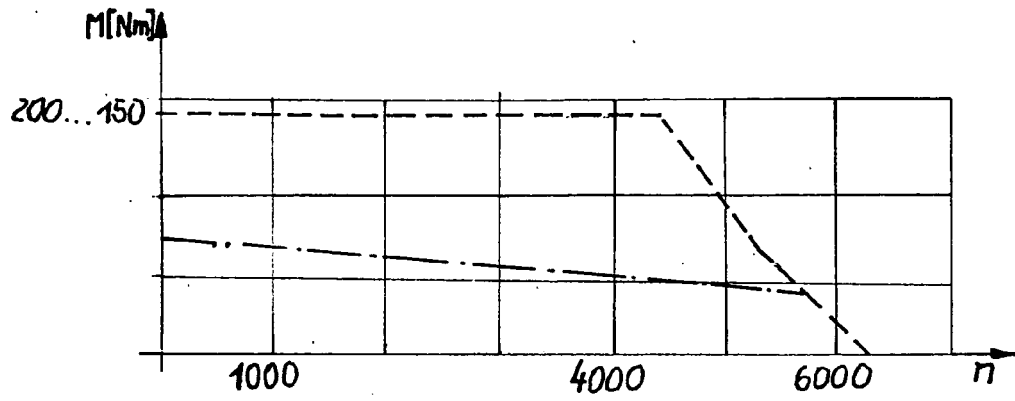


Fig. 5

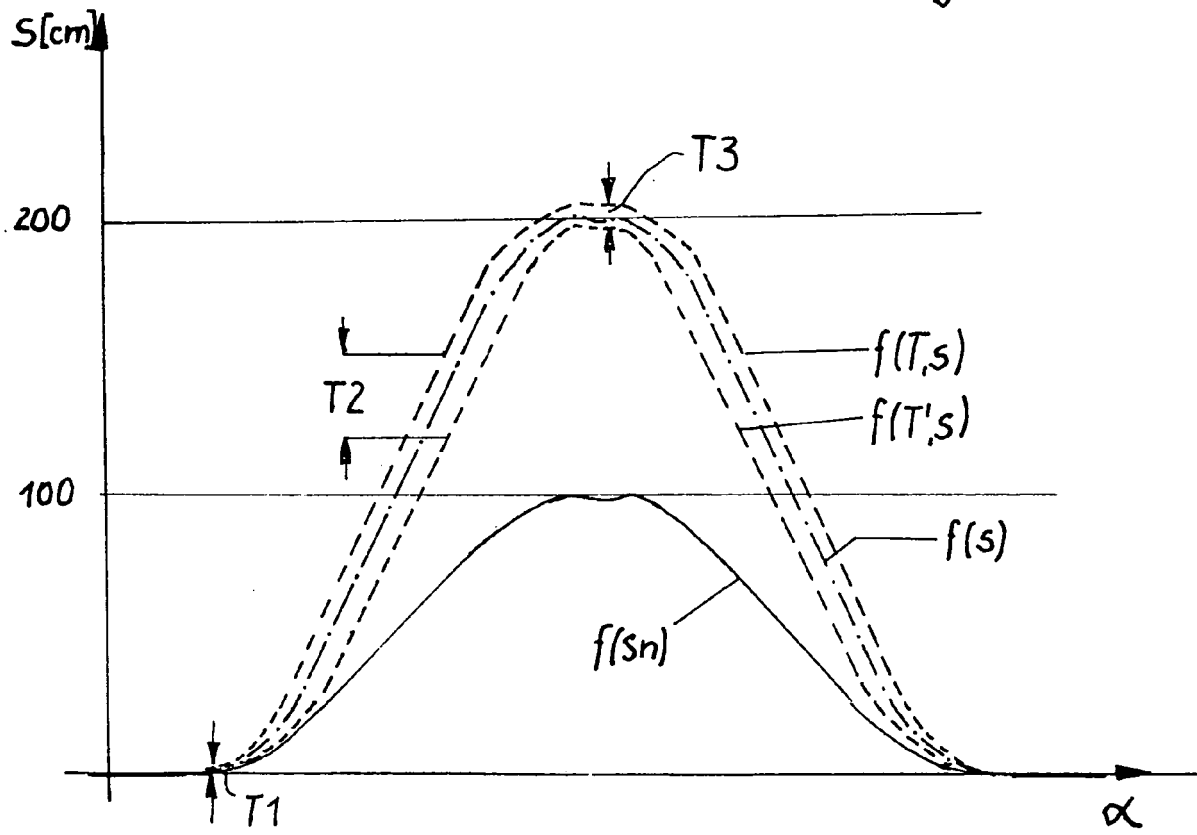


Fig. 6

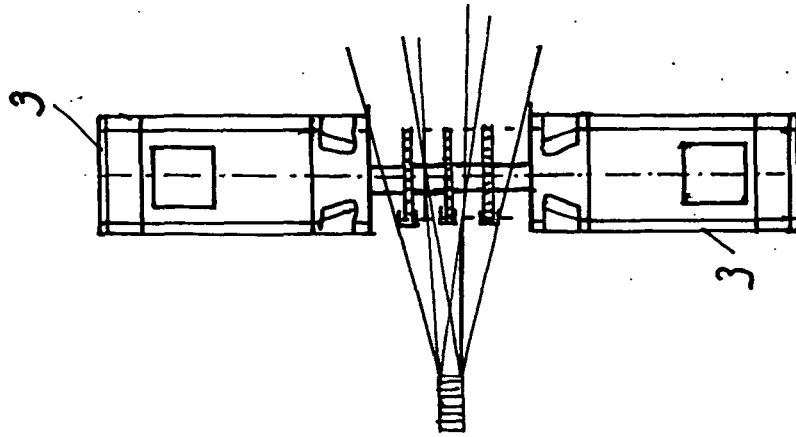


Fig. 9

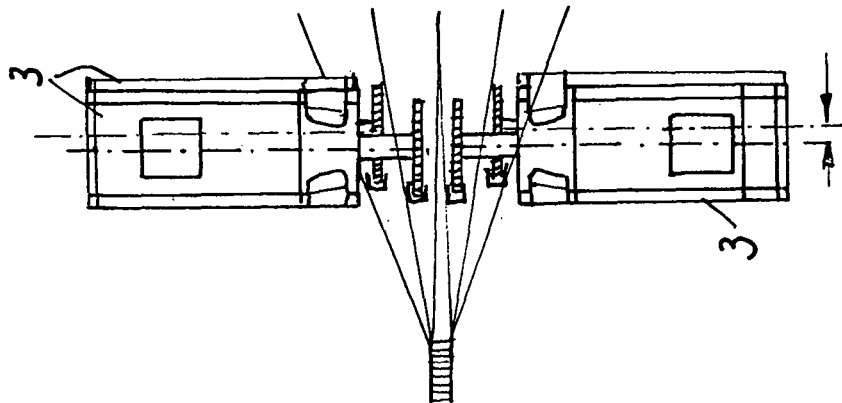


Fig. 8

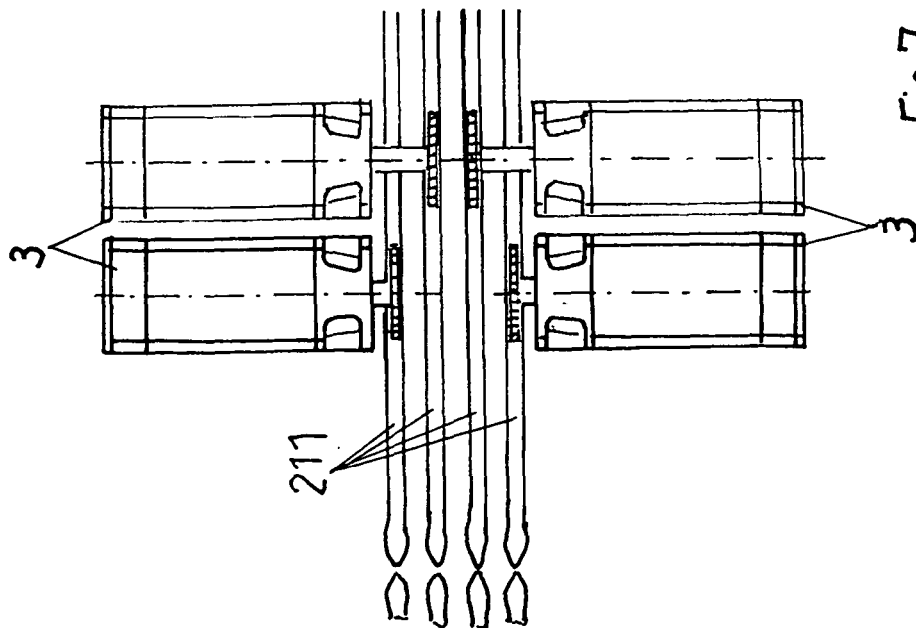


Fig. 7

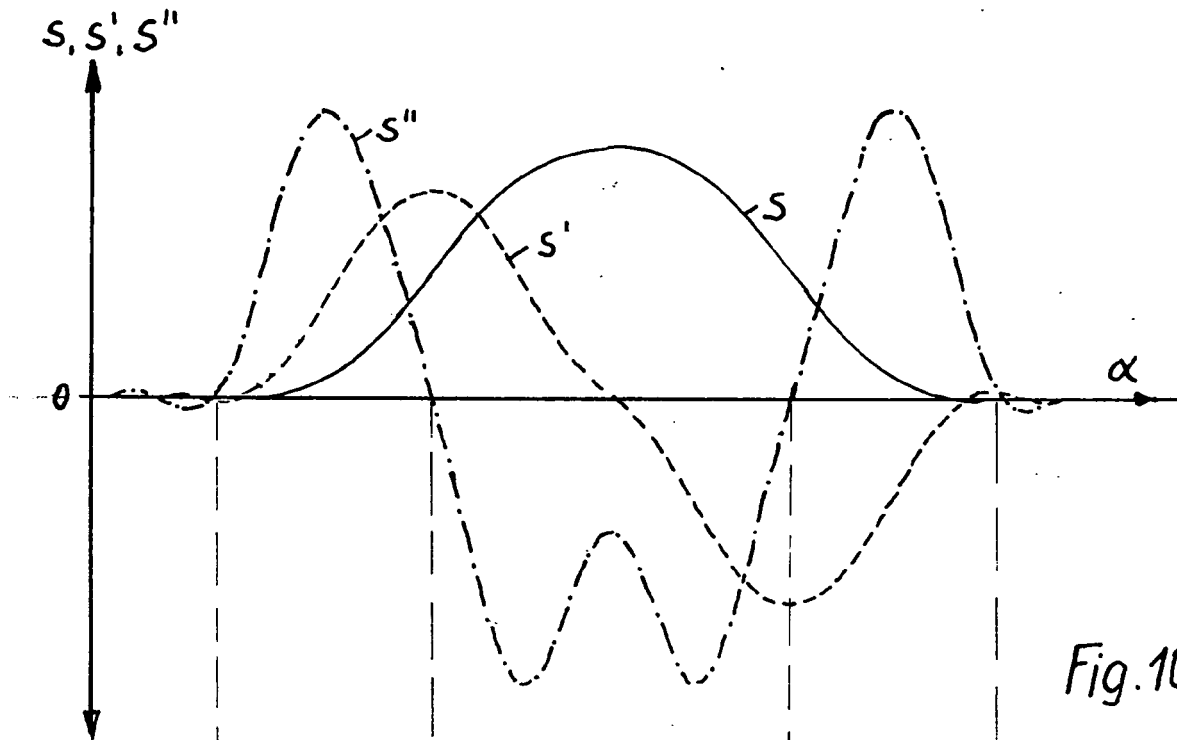


Fig. 10

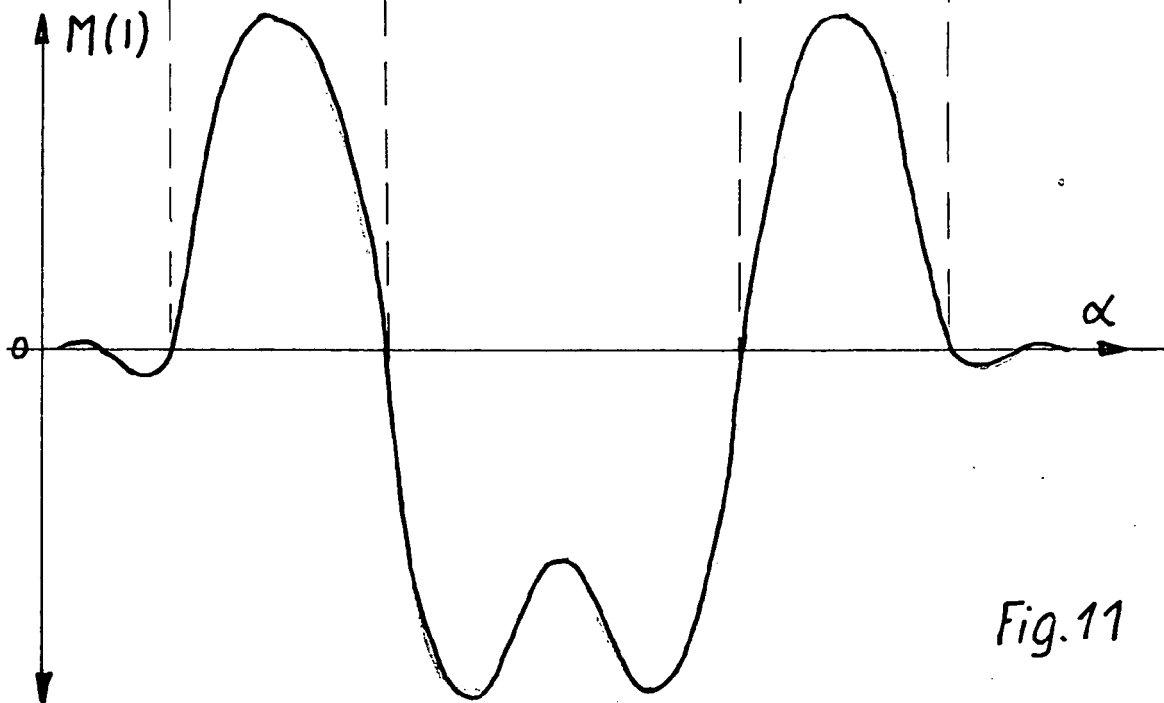


Fig. 11



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 1688

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 04, 30. April 1996 (1996-04-30) & JP 07 316953 A (TOYOTA AUTOM LOOM WORKS LTD), 5. Dezember 1995 (1995-12-05) * Zusammenfassung *	13	D03D47/27 D03D47/18
A	----- * Zusammenfassung *	1,10,12	
D,X	DE 27 07 687 A1 (LENTZ TEXTILMASCHINEN GMBH) 24. August 1978 (1978-08-24) * das ganze Dokument *	13	
A	----- * Zusammenfassung *		
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 04, 30. April 1996 (1996-04-30) & JP 07 324254 A (TOYOTA AUTOM LOOM WORKS LTD), 12. Dezember 1995 (1995-12-12) * Zusammenfassung *	13	
A	----- * Zusammenfassung *	1,10,12	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 04, 30. April 1996 (1996-04-30) & JP 07 331559 A (TOYOTA AUTOM LOOM WORKS LTD), 19. Dezember 1995 (1995-12-19) * Zusammenfassung *	13	
A	----- * Zusammenfassung *	1,10,12	
A	EP 0 526 390 A (GEBRUEDER SULZER AKTIENGESELLSCHAFT; SULZER RUETI AG) 3. Februar 1993 (1993-02-03) * Spalte 2, Zeile 46 - Zeile 54; Abbildung 3 *	1,13	
A,D	----- DE 41 31 745 A1 (INGENIEURBUERO UND RATIONALISIERUNG GMBH IBR-PLAUEN, 0-9900 PLAUEN, DE) 25. März 1993 (1993-03-25) * das ganze Dokument *	1-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 20. Juni 2005	Prüfer Rebiere, J-L
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	

4
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 02 1688

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.

20-06-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 07316953 A	05-12-1995	KEINE	
DE 2707687 A1	24-08-1978	BE 864176 A1	16-06-1978
		ES 467210 A1	16-11-1978
		FR 2381850 A1	22-09-1978
		IT 1192746 B	04-05-1988
		JP 53106865 A	18-09-1978
JP 07324254 A	12-12-1995	KEINE	
JP 07331559 A	19-12-1995	JP 3381387 B2	24-02-2003
EP 0526390 A	03-02-1993	DE 59207102 D1	17-10-1996
		EP 0526390 A1	03-02-1993
		JP 5195373 A	03-08-1993
		US 5241994 A	07-09-1993
DE 4131745 A1	25-03-1993	KEINE	

EPO FORM P0461

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