



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2011/107350**
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2011 100 150.9**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP2011/052386**
 (86) PCT-Anmeldetag: **18.02.2011**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **09.09.2011**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **25.10.2012**

(51) Int Cl.: **G11B 5/584 (2012.01)**

(30) Unionspriorität:
12/716,067 02.03.2010 US

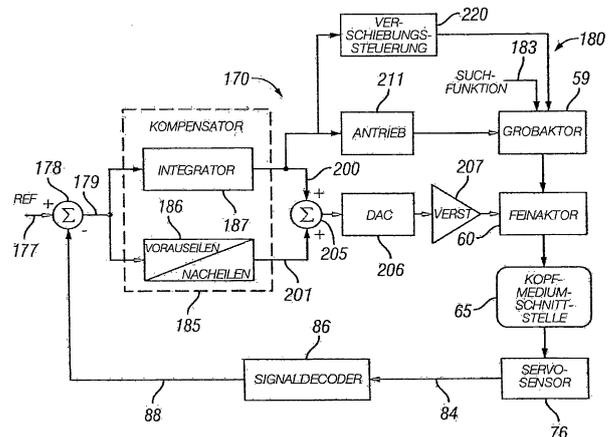
(72) Erfinder:
**Hancock, Reed Alan, Tucson, Ariz., US; Inch,
 Randy Clark, Tucson, Ariz., US; Judd, Kevin
 Bruce, Tucson, Ariz., US; Tsuruta, Kazuhiro,
 Yamato, JP**

(71) Anmelder:
**International Business Machines Corporation,
 Armonk, N.Y., US**

(74) Vertreter:
**RICHARDT PATENTANWÄLTE GbR, 65185,
 Wiesbaden, DE**

(54) Bezeichnung: **Positionieren eines Grobaktors eines Bandservosystems mit zusammengesetztem Aktor am Mittelpunkt maximaler Höchstwerte seitlicher Bandbewegung**

(57) Zusammenfassung: Wenn ein Band seitlichen Verschiebungsauslenkungen von einer Seite eines Kopfes zur anderen unterworfen ist, wird ein Grobaktor seitlich positioniert, um es einem Feinaktor zu ermöglichen, der seitlichen Bewegung eines längslaufenden Bandes mit mindestens einer festgelegten Servospur zu folgen. Eine Positionsfehlersignalschleife ist so eingerichtet, dass sie einen oder mehrere Servosensoren erfassen kann und einen Positionsfehler zwischen dem Kopf und einer gewünschten Position bezüglich der festgelegten Servospur(en) bestimmen kann. Eine Servosteuerung erfasst die seitliche Verschiebungsauslenkung der festgelegten Servospur(en); bestimmt einen maximalen positiven Höchstwert und einen maximalen negativen Höchstwert der seitlichen Verschiebungsauslenkung; und positioniert den Grobaktor im Wesentlichen an einem Mittelpunkt des maximalen positiven Höchstwertes und des maximalen negativen Höchstwertes der seitlichen Verschiebungsauslenkung der festgelegten Servospur(en). Somit folgt der Feinaktor der seitlichen Verschiebungsauslenkung, während der Grobaktor im Mittelpunkt verbleibt.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Diese Erfindung betrifft Servosysteme für in eine Längsrichtung bewegtes längslaufendes Band und insbesondere Spurfolge-Servosysteme zur Verfolgung längslaufender Servospuren, die auf dem längslaufenden Band festgelegt sind, wenn sich das Band in seitlicher Richtung verschiebt.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Die Funktion eines Spurfolge-Servosystems für längslaufendes Band, wie beispielsweise Magnetband, ist es, einen Kopf seitlich zum längslaufenden Band zu bewegen, um der seitlichen Bewegung des Bandes zum Beispiel während Lese-/Schreibvorgängen des Kopfes genau zu folgen. Erfolgt dies genau, werden die Datenspuren in geraden Linien entlang des längslaufenden Bandes geschrieben und gelesen, wenn das Band in Längsrichtung bewegt wird. Bezüglich des Magnetbands umfassen die Daten parallele Streifen, die in der Längsrichtung des Magnetbandes aufgezeichnet sind. Im Magnetband werden Servospuren zu den erwarteten Datenstreifen parallel und versetzt voraufgezeichnet. Üblicherweise wird die seitliche Bewegung des Magnetbandes durch Bunde an Bandführungen auf jeder Seite des Kopfes begrenzt, so dass das Servosystem den Kopf veranlasst, den Datenstreifen bei Vorhandensein von Störungen zu folgen, die hauptsächlich von der begrenzten seitlichen Bewegung des Bandes herrühren, die LTM (Lateral Tape Motion – seitliche Bandbewegung) genannt wird.

[0003] In Servosystemen werden oftmals zusammengesetzte Aktoren verwendet, um den Kopf seitlich zu bewegen, um sowohl einer Spur zu folgen als auch um von einer Servospur (oder einem Satz von Servospuren) zu einer (oder einem) anderen zu wechseln und einem anderen Satz von Datenstreifen zu folgen. Ein zusammengesetzter Aktor, der einen Grobaktor und einen auf dem Grobaktor angebrachten Feinaktor umfasst, bietet sowohl einen großen dynamischen Arbeitsbewegungsbereich als auch eine hohe Bandbreite. Der Feinaktor mit hoher Bandbreite besitzt üblicherweise einen begrenzten Verfahrensweg, um die hohe Bandbreite zu erreichen. Mit dem Feinaktor als Master und dem Grobaktor als Slave bei der Bewegung des Feinaktors folgt bei der typischen Spurfolgeeinrichtung der Grobaktor der Mittellinie der Bewegung des Feinaktors (mit langsamerer Geschwindigkeit), wenn der Feinaktor bei seitlicher Bandbewegung zu einer Seite driftet.

[0004] Die Bunde der Bandführungen, wie beispielsweise Rollen, begrenzen die seitliche Bewegung des Bandes, können jedoch dazu neigen, das Band zu dehnen und die Ansammlung von Partikeln an den

Bunden mit sich zu bringen, was Auswirkungen auf die Lebensdauer des Bandes hat und darüber hinaus unerwünschte dynamische Effekte hervorruft.

[0005] Bundlose Bandführungen lösen in der Regel die Probleme der Bandführungen mit Bund, ohne Begrenzung neigt das längslaufende Band jedoch dazu, sich rasch von einer Seite des Weges auf die andere zu bewegen und läuft eventuell nur kurzzeitig auf einer Seite des Weges. In dem Versuch, dem Band von einer Seite auf die andere zu folgen muss sich der Grobaktor somit beim Verfolgen der Mittellinie der Bewegung des Feinaktors mit seiner höchsten Geschwindigkeit von Seite zu Seite bewegen, wenn sich das Band schnell verschiebt. Diese Bewegung neigt dazu, am Grobaktor Verschleiß zu verursachen und dessen Lebensdauer zu verkürzen und bedeutet einen Energieverbrauch des Grobaktors.

[0006] Die am 4. November 2009 eingereichte US-Patentanmeldung mit der Anmeldenummer 12/612, 403, "Positioning Coarse Servo Actuator of Tape Servo System to Allow Fine Servo Actuator to Follow Tape Shift Extensions", offenbart ein Banderservosystem zum Positionieren eines Grobservoaktors, damit ein Feinservoaktor Bandverschiebungsauslenkungen folgen kann, indem der Grobaktor am Mittelpunkt der seitlichen Verschiebungsauslenkungen zentral positioniert wird, anstatt zu versuchen, dem Feinaktor zu folgen. Somit folgt der Feinaktor der seitlichen Verschiebungsauslenkung, während der Grobaktor im Mittelpunkt verbleibt.

[0007] Es ist somit ein Bedarf in der Technik vorhanden, die zuvor genannten Probleme zu lösen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Es werden Verfahren, Servosysteme, Datenspeicherlaufwerke und Computerprogrammprodukte zum seitlichen Positionieren eines Kopfes bereitgestellt, um das Verfolgen seitlicher Bewegungen eines längslaufenden Bandes zu ermöglichen, das mindestens eine in Längsrichtung festgelegte Servospur besitzt. Das Servosystem umfasst mindestens einen Servosensor, der so eingerichtet ist, dass er eine seitliche Position des Kopfes bezüglich der festgelegten Servospuren erfassen kann, einen Feinaktor, der so eingerichtet ist, dass er den Kopf bezüglich des längslaufenden Bandes seitlich verfahren kann, einen Grobaktor, der so eingerichtet ist, dass er den Feinaktor bezüglich des längslaufenden Bandes seitlich verfahren kann, und eine Positionsfehlersignalschleife, die so eingerichtet ist, dass sie den oder die Servosensoren erfassen kann, um einen Positionsfehler zwischen dem Kopf und einer gewünschten Position bezüglich der festgelegten Servospur(en) zu bestimmen und den Feinaktor so zu betätigen, dass er den Kopf seitlich in einer Weise bewegen kann, die den bestimmten Positionsfehler verringert.

[0009] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst ein Verfahren das Erfassen einer seitlichen Verschiebungsauslenkung der festgelegten Servospur(en) aus der Positionsfehlersignalschleife; das Bestimmen eines maximalen positiven Höchstwertes und eines maximalen negativen Höchstwertes der seitlichen Verschiebungsauslenkung; und das Betätigen des Grobaktors derart, dass der Grobaktor im Wesentlichen an einem Mittelpunkt des maximalen positiven Höchstwertes und des maximalen negativen Höchstwertes der seitlichen Verschiebungsauslenkung der festgelegten Servospur(en) positioniert ist.

[0010] In einer weiteren Ausführungsform, in der das längslaufende Band eine Vielzahl festgelegter Servospuren und eine Vielzahl von Datenbändern umfasst, die jeweils zwischen zwei festgelegten Servospuren angeordnet sind, liegt der Mittelpunkt theoretisch so, dass der Grobaktor derart betätigt wird, dass der Grobaktor mit einem Versatz zum theoretischen Mittelpunkt positioniert ist, der gleich dem Versatz eines gewünschten Datenbandes vom theoretischen Mittelpunkt ist.

[0011] In noch einer weiteren Ausführungsform wird der bestimmte maximale positive Höchstwert nur durch einen Höchstwert aktualisiert, der einen bisherigen maximalen positiven Höchstwert überschreitet; und der bestimmte maximale negative Höchstwert wird nur durch einen Höchstwert aktualisiert, der einen bisherigen maximalen negativen Höchstwert überschreitet.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform wird die Feststellung, ob es sich bei einem Höchstwert um einen maximalen Höchstwert handelt, nur dann durchgeführt, wenn der Höchstwert auf einen Nulldurchgang der seitlichen Verschiebungsauslenkung folgt.

[0013] In noch einer weiteren Ausführungsform wird der Schritt des Bestimmens eines maximalen positiven Höchstwertes und eines maximalen negativen Höchstwertes der seitlichen Verschiebungsauslenkung für jede Längsbewegungsrichtung des längslaufenden Bandes getrennt durchgeführt.

[0014] Noch eine weitere Ausführungsform umfasst zudem einen vorläufigen Schritt des Erfassens der Positionsfehlersignalschleife und des Feststellens, ob die Positionsfehlersignalschleife der Spur der festgelegten Servospur(en) innerhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes des Positionsfehlers folgt.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform umfasst der Schritt des Erfassens der Positionsfehlersignalschleife das Erfassen einer Integrationsfunktion der Schleife.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform umfasst der Schritt des Erfassens der Positionsfehlersignalschleife zudem einen vorläufigen Schritt des Feststellens, ob die Amplitude der Integrationsfunktion kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Die vorliegende Erfindung wird nun in lediglich beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsformen beschrieben, wie sie in den folgenden Figuren dargestellt sind:

[0018] [Fig. 1](#) zeigt eine teilweise Schnittansicht eines beispielhaften Magnetband-Datenspeicherlaufwerks gemäß dem Stand der Technik, bei dem eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert sein kann;

[0019] [Fig. 2](#) zeigt eine Ansicht des Datenspeicherlaufwerks von [Fig. 1](#) mit abgenommener Abdeckung, bei dem eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert sein kann;

[0020] [Fig. 3](#) zeigt eine schematische Ansicht des längslaufenden Bandes, des Bandkopfes und des Servosystems von [Fig. 1](#), bei denen eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert sein kann;

[0021] [Fig. 4](#) zeigt eine Ansicht eines Magnetbandkopfes und eines zusammengesetzten Aktors des Datenspeicherlaufwerks von [Fig. 1](#), bei denen eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert sein kann;

[0022] [Fig. 5](#) zeigt eine teilweise Seitenschnittansicht des Magnetbandkopfes und des zusammengesetzten Aktors von [Fig. 4](#), bei denen eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert sein kann;

[0023] [Fig. 6](#) zeigt ein Blockschaltbild einer Ausführungsform des Servosystems von [Fig. 3](#), bei dem eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert sein kann;

[0024] [Fig. 7](#) zeigt eine Abbildung beispielhafter Signale eines Integrators des Servosystems von [Fig. 6](#), bei dem eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert sein kann; und

[0025] [Fig. 8](#) zeigt einen Ablaufplan, der eine Ausführungsform von Verfahren der vorliegenden Erfindung zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG
DER ERFINDUNG

[0026] Diese Erfindung wird in der folgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren in bevorzugten Ausführungsformen beschrieben, in denen gleiche Nummern für dieselben oder ähnliche Elemente stehen. Obwohl diese Erfindung hinsichtlich der besten Weise zur Erreichung der Ziele der Erfindung beschrieben wird, ist für den Fachmann ersichtlich, dass Variationen im Hinblick auf diese Lehren vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen.

[0027] [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen ein Magnetband-Datenspeicherlaufwerk **10**, das Daten **18** auf längslaufendes, ein Magnetband-Datenspeichermedium **11** umfassendes Magnetband schreibt und von diesem liest. Wie dem Fachmann bekannt ist, können Magnetband-Datenspeicherlaufwerke, die auch Magnetbandlaufwerke oder Bandlaufwerke genannt werden, verschiedene Formen annehmen. Das abgebildete Magnetbandlaufwerk **10** bewegt das Magnetband **11** entlang eines Bandweges in Längsrichtung des Bandes von einer Abwickelspule **12** in einer Magnetband-Datenspeicherkassette **13** zu einer Aufwickelspule **14**. Ein Beispiel für ein Magnetbandlaufwerk stellt das Magnetbandlaufwerk „IBM® LTO“ (Linear Tape Open) dar. Ein weiteres Beispiel für ein Magnetbandlaufwerk stellt das Magnetbandlaufwerk „IBM® TotalStorage Enterprise“ dar. Beide vorstehenden Beispiele für Magnetbandlaufwerke verwenden Einzelspulen-Bandkassetten **13**. Ein alternatives Magnetbandlaufwerk und eine alternative Magnetbandkassette stellen eine Doppelspulen-Kassette und ein Doppelspulen-Laufwerk dar, bei denen beide Spulen **12** und **14** in der Kassette enthalten sind. IBM ist eine eingetragene Marke der International Business Machines Corporation, die in vielen Rechtsprechungsgebieten weltweit eingetragen ist.

[0028] Das Magnetbandmedium **11** wird in Längsrichtung über einen Bandkopf **65** bewegt. Der Bandkopf kann an einem zusammengesetzten Aktor **17** eines Spurfolge-Servosystems angebracht sein und von diesem seitlich bewegt werden. Während das Magnetbandmedium in Längsrichtung bewegt wird, wird das Magnetbandmedium durch Bandführrollen **50**, **51**, **52**, **53** gestützt, die bundlos sind.

[0029] Ein typisches Magnetband-Datenspeicherlaufwerk kann Daten sowohl in Vorwärts- als auch in Rückwärtsrichtung lesen und schreiben. Daher kann der Magnetbandkopf **65** einen Satz Lese- und Schreibelemente für den Betrieb in Vorwärtsrichtung und einen weiteren Satz für den Betrieb in Rückwärtsrichtung umfassen oder alternativ zwei Sätze der Leselemente auf jeder Seite der Schreibelemente aufweisen, damit diese Schreibelemente in beide Richtungen schreiben können, während mit den

beiden Sätzen von Leselementen ein Lesen-nachdem-Schreiben in beiden Richtungen möglich ist.

[0030] Das Magnetband-Datenspeicherlaufwerk **10** umfasst eine oder mehrere Steuerungen **20**, um das Magnetband-Datenspeicherlaufwerk gemäß Befehlen zu betreiben, die von einem externen System empfangen werden. Wie dem Fachmann bekannt ist, kann das externe System ein Netzwerk, ein Host-System, eine Datenspeicherbibliothek oder ein Automatisierungssystem, ein Datenspeicherteilssystem usw. umfassen. Eine Steuerung umfasst üblicherweise Logik und/oder einen oder mehrere Mikroprozessoren mit einem Speicher zum Speichern von Informationen und Programminformationen zum Betreiben des oder der Mikroprozessoren und des Laufwerks. Die Programminformationen können dem Steuerungsspeicher über eine Eingabe an die Steuerung **20** wie eine Floppy-Diskette oder optische Festplatte oder durch jedes andere geeignete Mittel bereitgestellt werden. Das Magnetband-Datenspeicherlaufwerk **10** kann eine selbstständige Einheit oder einen Teil einer Bandbibliothek oder anderen Teilsystems umfassen, die das externe System umfassen können. Wie dem Fachmann bekannt ist, stellt die Steuerung **20** zudem den Datenfluss und den Formattierer für Daten bereit, die vom Magnetbandmedium gelesen und darauf geschrieben werden sollen.

[0031] Eine Kassettenaufnahme **39** ist so eingerichtet, dass sie eine Magnetbandkassette **13** aufnehmen kann, die in eine einzige Richtung ausgerichtet ist, und die Magnetbandkassette zum Beispiel mit einem Führungsstift **41** bezüglich der Kassettenaufnahme ausrichten kann. Die ordnungsgemäße Ausrichtung kann auf der Kassette selbst zum Beispiel durch einen Pfeil **42** auf der Kassette abgebildet sein. Wie dem Fachmann bekannt ist, kann die ordnungsgemäße Ausrichtung durch die spezifische Form der Kassette oder mittels verschiedener Einkerbungen erzwungen werden, die mit der Aufnahme wechselwirken. Die Ausrichtung der Magnetbandkassette ist derart, dass das Magnetband **11** die Kassette an einem speziellen Punkt der Kassettenaufnahme verlässt. Ein Bandefädemechanismus kann das freie Ende des Magnetbandes **11** von der Magnetbandkassette **13** zu einer Aufwickelspule **14** bewegen und zum Beispiel den Leitblock für das freie Ende auf der Zentralachse **75** der Aufwickelspule anordnen. Das Magnetband ist somit entlang des Bandweges angeordnet.

[0032] In der abgebildeten Ausführungsform besitzen die bundlosen Bandführrollen **50**, **51**, **52** und **53** jeweils eine zylindrische Oberfläche **80**, **81**, **82**, **83**, die so ausgerichtet ist, dass sie für das Magnetband **11** einen Bandweg entlang des Magnetbandkopfes **65** bereitstellt.

[0033] Der Bandweg umfasst mindestens eine bundlose Bandführrolle **50**, die zwischen der Magnetbandkassette **13** und dem Magnetbandkopf **65** angeordnet ist, und kann mindestens eine bundlose Bandführrolle **50**, **51** an jeder Seite des Magnetbandkopfes **65** umfassen. Zusätzliche Bandführrollen oder andere Arten von Führungen können abhängig von der Länge und/oder Komplexität des Bandweges bereitgestellt werden und umfassen vorzugsweise bundlose Bandführrollen wie die Bandführrollen **52** und **53**.

[0034] Unter Bezugnahme auf **Fig. 3** lösen bundlose Bandführungen wie die Rollen **50**, **51**, **52** und **53** von **Fig. 2** in der Regel die Probleme von Bandführungen mit Bund, wie dem Fachmann bekannt ist. Da das längslaufende Band **11** jedoch ohne eingeschränkt zu werden längs über den Magnetbandkopf **65** bewegt wird, neigt das Band dazu, sich schnell von einer Seite des Bandkopfes zur anderen zu bewegen und nur kurzzeitig auf einer Seite des Bandkopfes zu laufen.

[0035] Immer noch unter Bezugnahme auf **Fig. 3** wird das längslaufende Band **11** durch Spulenmotoren **15** und **16**, die von einer Bandbewegungssteuereinheit **66** der Steuerung **20** von **Fig. 1** gesteuert werden, zwischen Spulen **12** und **14** (die Bandführrollen sind nicht abgebildet) über den Bandkopf **65** bewegt. Die Spulenmotoren werden bei unterschiedlichen durch die Bandbewegungssteuereinheit gesteuerten Geschwindigkeiten betrieben, um sicherzustellen, dass das Magnetbandmedium eine Spule mit derselben Geschwindigkeit verlässt, mit der es auf die andere Spule aufgewickelt wird. Die Bandbewegungssteuereinheit steuert auch das Drehmoment auf jeden der Antriebsmotoren **15** und **16**, um die Spannung zu steuern, die auf das Magnetbandmedium am Bandkopf **65** aufgebracht wird.

[0036] Der Magnetbandkopf **65** umfasst mindestens einen Servolesekopf oder Sensor **76**, der ein Servomuster erfasst, das in mindestens einer Servospur **68** des Bandes **11** festgehalten ist. Die Servospuren **68** können eine Anzahl paralleler Servospuren an vielfältigen Positionen entlang des Bandes **11** umfassen, und in einem Beispiel umfassen die Servosensoren **76** eine Vielzahl von Servolesesensoren, die denselben Abstand zueinander aufweisen wie er zwischen zwei Servospuren besteht. Wie dem Fachmann bekannt ist, erstrecken sich die Servospuren üblicherweise in der Längsrichtung über die gesamte Länge des Bandes und werden im Rahmen des Herstellungsprozesses der Bandkassette **13** voraufgezeichnet und festgelegt. Datenköpfe, die mehrere Datenlese-/schreibwandler (data read/write transducers) umfassen können, werden über Datenspurregionen des Bandes positioniert, die zum Beispiel eine Vielzahl paralleler Datenspuren enthalten. Wie dem Fachmann bekannt ist, verlaufen die festgelegten Servospuren von Magnetbandsystemen üblicherweise parallel zu den Datenspuren und zu diesen ver-

setzt und bilden zum Beispiel Datenbänder zwischen den Servospuren **68**. Obwohl die Servospuren als einzelne Linie abgebildet sind, welche die Mittellinie der Spuren darstellt, sind die Servospuren in einem Beispiel breit genug, um einer einzelnen Servospur oder einem Satz von Servospuren das servounterstützte Anfahren verschiedener Sätze von Datenspuren im Datenband durch Versetzen des Servokopfes aus der Mittellinie zu ermöglichen.

[0037] Wenn das Band **11** längs entlang des Bandweges bewegt wird, lesen der oder die Servoleseköpfe **76** die Servosignale, die einem Servodecoder **86** auf einer oder mehreren Servosignalleitungen **84** bereitgestellt werden. Der Servodecoder verarbeitet die empfangenen Servosignale und erzeugt ein Positionssignal, das einer Servosteuerung **90** auf einer Positionssignalleitung **88** bereitgestellt wird. Die Servosteuerung **90** umfasst einige der Funktionen der Steuerung **20** von **Fig. 1**. In **Fig. 3** reagiert die Servosteuerung **90** auf Suchsignale, um den zusammengesetzten Aktor **17** zu veranlassen, sich zwischen Servospuren zu bewegen, und reagiert auf die Positionssignale, um den Aktor **17** zu veranlassen, der gewünschten Servospur zu folgen.

[0038] Wenn das längslaufende Band **11** wie vorstehend erläutert längs über den Magnetbandkopf **65** bewegt wird, neigt das Band dazu, sich schnell von einer Seite des Bandkopfes zur anderen zu bewegen und nur kurzzeitig auf einer Seite des Bandkopfes zu laufen. Die Verschiebung des Bandes **11** führt zu einer Verschiebung einer Servospur **68** in seitlicher Richtung, was in **Fig. 3** als Verschiebung zwischen einem seitlichen Verschiebungsextrempunkt **77** und einem seitlichen Verschiebungsextrempunkt **79** mit seitlichen Verschiebungsauslenkungen zwischen den Extrempunkten abgebildet ist.

[0039] **Fig. 3**, **Fig. 4** und **Fig. 5** zeigen eine Ausführungsform des zusammengesetzten Aktors **17**. Der Aktor **17** weist einen Aktorarm **32** auf, an dem der Magnetbandkopf **65** befestigt ist. Ein Grobaktormotor **59** treibt eine Leitschraube **36** so an, dass sie eine Feinaktor-Bühne **44** in einer Öffnung **44A** in vertikaler Richtung senkrecht zu einer Grundplatte **55** bewegt. Eine Öffnung **44B** ist angeordnet, um einen Drehverhinderungsstift **34** aufzunehmen, und eine Spannfeder **48** ist zwischen einem Gehäuse **26** und der Bühne **44** angeordnet. Eine Torsionsfeder **46** ist an der Bühne **44** angebracht und an ihren Enden **46A** und **46B** mit dem Aktorarm **32** verbunden, so dass die Bühne **44** den am Aktorarm **32** befestigten Kopf **65** in einer vertikalen Richtung über das Band bewegt.

[0040] Eine Feinaktor-Spulenbaugruppe **60** ist an einem Ende des Aktorarms **32** befestigt. Die Spulenbaugruppe **60** umfasst einen Spulenrahmen **71**, eine Spule **72** und einen Dorn **74**. Die Spule **62** besitzt einen oberen Bereich **72A** und einen unteren Be-

reich **72B** und ist zwischen Magneten **40A** und **40B** angeordnet, die in einem Magnetgehäuse **38** gehalten werden und so angeordnet sind, dass sich der Nord- und der Südpol näherungsweise an der Linie **70** trennen. Bei Beaufschlagung der Spule **72** mit einem Strom bewegt sich die Spule in vertikaler Richtung, veranlasst den Aktorarm **32** zu einer Neigung um die Torsionsfeder **46** und bewegt den Bandkopf **65** quer zum Band **11**, um kleine Anpassungen wie beispielsweise im Spurfolgemodus vorzunehmen.

[0041] Die Servosteuerung **90** reagiert auf die Positionssignale und erzeugt auf einer Leitung **91** Servosteuersignale, um den Feinaktor **60** so zu betätigen, dass er der gewünschten Servospur folgt, und wenn die Bewegung des Feinaktors nicht für die gesamte Bewegung ausreicht oder für andere Zwecke eine große Bewegung erforderlich ist, erzeugt die Servosteuerung **90** auf einer Leitung **93** Servosteuersignale, um den Grobaktor **59** zu veranlassen, den Feinaktor in die gewünschte Richtung zu bewegen.

[0042] Dem Fachmann sind alternative zusammengesetzte Aktoren bekannt, die alle sowohl einen Feinaktor zur Bereitstellung hoher Bandbreite bei allerdings begrenztem Verfahrensweg, als auch einen Grobaktor zur Bereitstellung eines großen dynamischen Arbeitsbereiches aufweisen.

[0043] Eine Ausführungsform einer Servosteuerung **90** ist in [Fig. 6](#) als Teil einer Positionsfehlersignalschleife **170** eines Servosystems **180** abgebildet. Der normale Betrieb des Servosystems nach der Initialisierung ist in der US-Patentanmeldung mit der Anmeldenummer 12/612,403 erläutert. Kurz zusammengefasst, werden die Servosignale durch den Servosensor **76** des Kopfes **65** erfasst und die Position des Servosensors relativ zu einer Servospur wird durch den Signaldecoder **86** aus den Servosignalen erkannt. Die erkannten Positionssignale werden auf der Leitung **88** bereitgestellt und umfassen vorzugsweise digitale Signale. Die Positionssignale werden dann durch einen Vergleicher **178** mit einem Referenzsignal **177** verglichen, um auf der Leitung **179** einen Positionsfehler zwischen der Lese-Position und einer gewünschten Position bezüglich der festgelegten Servospuren zu bestimmen, was Positionsfehlersignal bzw. „PES“ genannt wird.

[0044] Der Feinaktorservo besitzt üblicherweise eine Kompensatorfunktion **185** in der Positionsfehlersignalschleife, die so konzipiert ist, dass sie maximale Bandbreite bei angemessenen Stabilitätsspielräumen ermöglicht. Die Kompensatorfunktion **185** verändert das PES-Signal, indem eine variable Verstärkung auf das PES-Signal aufgebracht wird, die auf der Frequenz des Eingangs-PES-Signals **179** oder anders gesehen auf den Änderungsraten des Eingangs-PES-Signals beruht.

[0045] Die Kompensatorfunktion **185** beinhaltet eine Integratorfunktion **187** und andere Transferfunktionselemente wie beispielsweise ein Voraus-/Nach-eilfunktionselement **186**, um die gewünschte statische und dynamische Systemleistung und Gesamtstabilität zu erreichen. Jedes Element kann als Filter realisiert werden, entweder als Analogfilter, das diskrete Komponenten verwendet, oder als Digitalfilter wie beispielsweise als Filter mit unendlicher Impulsantwort (infinite impulse response IIR), als Filter mit endlicher Impulsantwort (finite impulse response FIR) oder als Mikrocode, der einen Mikroprozessor zum Durchführen der Funktion veranlasst.

[0046] Die Integratorfunktion **187** stellt eine Ausgabe **200** bereit, bei der sich generell die Verstärkung mit wachsender Frequenz verringert. Sie kann auch zur Aufsummierung mehrerer Abtastwerte des zu integrierenden Signals dienen. Das Voraus-/Nach-eilelement **186** stellt eine Ausgabe **201** bereit, die in bestimmten Frequenzbereichen verstärkt oder abgeschwächt ist. Wie für den Fachmann ersichtlich ist, stellt die kombinierte Ausgabe **205** ein Servosignal für den Feinaktor **60** bereit, das sowohl hohe Bandbreite als auch Stabilität besitzt. Ein Digital-Analog-Wandler **206** und ein Leistungsverstärker **207** leiten das Signal an den Feinaktor **60**.

[0047] Die Integratorfunktion **187** integriert das vorhandene Signal mit bisherigen Signalen, wobei der Strom und damit die Kraft auf den Feinaktor genähert wird, um die Gleichstrom(DC)-Komponente des Feinaktor-PES zu bestimmen. Wenn der Feinaktor auf Federn montiert ist, stellt die Integratorfunktion die Position des Feinaktors dar. Eine alternative Integrationsfunktion umfasst das Bestimmen der DC-Komponente des Antriebsstroms für den Feinaktor.

[0048] Die Ausgabe **200** der Integratorfunktion stellt somit eine enge Näherung der momentanen seitlichen Bandbewegung (LTM) dar.

[0049] Wenn der Grobaktor dem PES folgt, stellt das Ausgangssignal der Integrationsfunktion auf der Verbindung **200** ein Integrationssteuersignal für einen Antrieb **211** bereit, der den Grobaktor **59** antreibt und diesen so betätigt, dass er den Feinaktor bewegt.

[0050] Wenn es sich bei dem Grobaktor um einen Schrittmotor handelt, ist der Antrieb **211** vorzugsweise eine digitale Auf-und-Ab-Logik und ein Schrittantrieb. Ein Schritt des Schrittmotors kann zu einer linearen Bewegung des Feinaktors um beispielsweise 3 Mikrometer führen. Wenn es sich alternativ um einen analogen Grobaktor handelt, kann der Antrieb **211** das digitale Signal in ein analoges umwandeln und einen Leistungsverstärker einsetzen, um den Grobaktor zu betreiben.

[0051] Der Grobaktor kann auch über eine Suchfunktion **183** betrieben werden, die den Grobaktor von einer Servospur oder einem Satz von Servospuren zur oder zum anderen bewegt oder den Grobaktor zwischen Sätzen von Datenspuren innerhalb eines Datenbands bewegt, indem die Position des Kopfes innerhalb einer Servospur oder eines Satzes von Servospuren angepasst wird.

[0052] Die Ausgabe **200** des Integrators wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auch einer Verschiebungssteuerung **220** zugeführt, die den Grobaktor an eine bestimmte Stelle bewegt und ihn an dieser Stelle hält.

[0053] Wie vorstehend erläutert, lösen bundlose Bandführungen **50**, **51**, **52** und **53** von **Fig. 2** unter Bezugnahme auf **Fig. 3**, **Fig. 6**, **Fig. 7** und **Fig. 8** in der Regel die Probleme der Bandführungen mit Bund, ohne Begrenzung neigt das längslaufende Band **11** jedoch dazu, sich rasch von einer Seite des Weges auf die andere zu bewegen und läuft eventuell nur kurzzeitig auf einer Seite des Weges. Die Bewegung kann den Bereich des Feinaktors **60** in einer Richtung überschreiten und den Grobaktor zu ständiger Bewegung veranlassen, um die Auslenkung des Feinaktors zu verringern. In dem Versuch, dem Band von einer Seite auf die andere zu folgen, muss sich der Grobaktor **59** somit beim Verfolgen der Bewegung des Feinaktors **60** von Seite zu Seite bewegen, wenn sich das Band schnell verschiebt. Diese Bewegung neigt dazu, am Grobaktor Verschleiß zu verursachen und dessen Lebensdauer zu verkürzen und bedeutet einen Energieverbrauch durch den Grobaktor. Weiterhin ist die Reaktion im Vergleich zur Bandverschiebung langsam.

[0054] Die US-Patentanmeldung mit der Anmelde-Nummer 12/612,403 löst dieses Problem durch Zentrieren des Grobaktors am Mittelpunkt der seitlichen Verschiebungsauslenkungen, anstatt zu versuchen, dem Feinaktor zu folgen. Somit folgt der Feinaktor der seitlichen Verschiebungsauslenkung, während der Grobaktor im Mittelpunkt verbleibt.

[0055] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Mittelpunkt für den Grobaktor bestimmt, indem der maximale positive Höchstwert und ein maximaler negativer Höchstwert der seitlichen Verschiebungsauslenkung bestimmt werden; und der Grobaktor derart betätigt wird, dass der Grobaktor im Wesentlichen an einem Mittelpunkt des maximalen positiven Höchstwertes und des maximalen negativen Höchstwertes der seitliche Verschiebungsauslenkung der festgelegten Servospur (en) positioniert ist.

[0056] **Fig. 7** zeigt die seitliche Bandbewegung eines beispielhaften Magnetbandes **11** an einem Bandkopf **65**. Bei dem abgebildeten Signal kann es sich

zum Beispiel um das der Integratorfunktion **187** handeln. Es ist zu beachten, dass die Bandposition zu Bipositionalität neigt, d. h. dass sie sich bevorzugt entweder in einer Oben- oder einer Untenposition und selten in der Mitte des Bandweges befindet. Die Amplitude der seitlichen Auf- und Abbewegung des Bandes kann schwanken. Wie dem Fachmann bekannt ist, können die Schwankungen der Amplitude der seitlichen Bandbewegung von verschiedenen Faktoren abhängen, wie beispielsweise der Art wie das Band auf die Spule aufgewickelt ist, von der es abgewickelt wird; den Bündeln der Spulen; den relativen Winkeln der Bandkassettenachse, der Spule des Datenspeicherlaufwerks und den Bandführungen innerhalb des Datenspeicherlaufwerks; und der Geschwindigkeit oder dem Status der Rückstellspannung der Bewegung des längslaufenden Bandes.

[0057] In Schritt **230** rasten der oder die Servosensoren **76** auf eine Servospur oder benachbarte Servospuren **68** ein, zum Beispiel, wenn ein Band in das Datenspeicherlaufwerk eingelegt und auf Geschwindigkeit gebracht wird. In einem Beispiel werden die Servospuren, die ein zentral angeordnetes Datenband umfassen, zum Einrasten ausgewählt, um die Mitte des Bandweges zu bestimmen. Schritt **233** stellt eine Beruhigungszeit dar, damit sich die Bandbewegung stabilisieren kann. Zum Beispiel kann sich das Band gerade in einer Beschleunigungs- oder Abbremsphase in Längsrichtung befinden, wenn es auf Geschwindigkeit gebracht wird.

[0058] In Schritt **235** führen der Signaldecoder **86** und die Servosteuerung einen vorläufigen Schritt des Erfassens der Positionsfehlersignalschleife und des Feststellens, ob die Positionsfehlersignalschleife der Spur der festgelegten Servospur(en) innerhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes des Positionsfehlers folgt, durch. Dieser Schritt dient dazu, sicherzustellen, dass das Servosystem tatsächlich der Spur folgt. In einer bevorzugten Ausführungsform muss das PES $5\ \mu\text{m}$ oder weniger betragen. Wenn das Servosystem nicht der Spur folgt, führt der Prozess eine Schleife aus, bis die Spurverfolgung funktioniert.

[0059] Die gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entwickelte Mittenposition neigt zu einer starken Laufwerksabhängigkeit. Daher kann der Grobaktor zur Zentrierung anfänglich an der wahrscheinlichsten Stelle positioniert werden. Es gibt jedoch keine Gewähr dafür, dass die anfängliche Positionierung absolut korrekt ist. In einem weiteren vorläufigen Schritt **238** wird das PES der Integrationsfunktion **187** zugeführt, und die Verschiebungssteuerung **220** stellt fest, ob die Amplitude der Integrationsfunktion kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert ist. Wenn somit der Grobaktor nicht korrekt positioniert ist, so dass der Feinaktor Gefahr läuft, sich über seinen gewünschten Bereich hinaus zu bewegen, wird dies in Schritt **238** erkannt und der

Grobaktor in Schritt **240** so bewegt, dass der Integrator innerhalb des Schwellenwerts gezwungen wird. In diesem Beispiel wird in Schritt **240** der Grobaktor nur bewegt, wenn er sich an einer von der Position der Servospur entfernten Stelle befindet. In einer bevorzugten Ausführungsform durchläuft der Prozess wiederholt den vorläufigen Schritt **235**, bevor der Schwellenwert in Schritt **238** erneut getestet wird.

[0060] Die Verschiebungssteuerung **220** sucht nach den maximalen positiven und negativen Höchstwerten, und in Schritt **245** wird zwischen positiv und negativ umgeschaltet, indem die Bestimmung, ob es sich bei einem Höchstwert um einen maximalen Höchstwert handelt, auf Fälle begrenzt wird, in denen der Höchstwert einem Nulldurchgang der seitlichen Verschiebungsauslenkung folgt. Daher wird in Schritt **245** auf einen Nulldurchgang des Integratorwertes gewartet. In Schritt **246** wird auf der Grundlage des bisher erfassten Höchstwerts (ob der Höchstwert als maximaler Höchstwert ausgewählt wurde oder nicht) oder auf der Grundlage des vorherigen Nulldurchgangs bestimmt, ob es sich bei dem in Schritt **245** erkannten vorhergehenden Nulldurchgang um einen negativen oder einen positiven Nulldurchgang handelt.

[0061] Wenn in Schritt **246** festgestellt wird, dass ein negativer Nulldurchgang aufgetreten ist, wird in Schritt **247** das Integratorsignal betrachtet, um festzustellen, ob es sich bei dem nächsten angetroffenen negativen Höchstwert **250** um einen maximalen Höchstwert handelt. Im in [Fig. 7](#) abgebildeten Beispiel handelt es sich bei dem Höchstwert **250** um den ersten angetroffenen Höchstwert und damit um einen maximalen Höchstwert, dessen Wert in Schritt **247** festgehalten wird.

[0062] Wenn dann in Schritt **246** festgestellt wird, dass ein positiver Nulldurchgang aufgetreten ist, wird in Schritt **249** das Integratorsignal betrachtet, um festzustellen, ob es sich bei dem nächsten angetroffenen positiven Höchstwert **251** um einen maximalen Höchstwert handelt. Da der Höchstwert **251** den ersten angetroffenen positiven Höchstwert darstellt, handelt es sich somit um einen maximalen Höchstwert.

[0063] Mit der Erkennung sowohl eines positiven als auch eines negativen maximalen Höchstwertes wird in Schritt **260** festgestellt, ob die momentanen Signale auf die ermittelten Maximal- und Minimalwerte zentriert sind, wobei der Maximalwert den maximalen positiven Höchstwert umfasst und der Minimalwert den maximalen negativen Höchstwert umfasst. Falls nicht, betätigt die Verschiebungssteuerung **220** in Schritt **265** den Grobaktor derart, dass er sich so bewegt, dass das Signal zentriert wird, und die Maximal- und Minimalwerte werden eingerichtet. Der Prozess kehrt dann zu Schritt **235** zurück.

[0064] Der Prozess wird mindestens so lange fortgesetzt, dass der exakte maximale positive Höchstwert und der maximale negative Höchstwert gefunden werden können. Genauer wird der bestimmte maximale positive Höchstwert nur durch einen Höchstwert aktualisiert, der einen bisherigen maximalen Höchstwert überschreitet; und der bestimmte maximale negative Höchstwert wird nur durch einen Höchstwert aktualisiert, der einen bisherigen maximalen negativen Höchstwert überschreitet.

[0065] Zum Beispiel wird in Schritt **247** beim nächsten in Schritt **246** erkannten negativen Nulldurchgang festgestellt, ob der negative Höchstwert **270** den bisherigen maximalen negativen Höchstwert überschreitet. Im Beispiel überschreitet der negative Höchstwert **270** den bisherigen maximalen negativen Höchstwert **250**. Somit wird in Schritt **247** der maximale negative Höchstwert mit dem Wert des Höchstwertes **270** aktualisiert und in Schritt **260** festgestellt, dass sich die Mitte aufgrund des neuen Höchstwertes verschoben hat. In Schritt **265** werden der Grobaktor **59** und die Maximal- und Minimalwerte so angepasst, dass sie die Anpassung wiedergeben. Als nächstes wird in Schritt **249** nach der Erkennung eines positiven Nulldurchgangs in Schritt **246** festgestellt, ob der positive Höchstwert **271** den bisherigen maximalen positiven Höchstwert **251** überschreitet. Im Beispiel überschreitet der Höchstwert **271** den bisherigen maximalen negativen Höchstwert **251**, und in Schritt **260** wird festgestellt, dass sich die Mitte aufgrund des neuen Höchstwertes leicht verschoben hat. In Schritt **265** werden der Grobaktor **59** und die Maximal- und Minimalwerte so angepasst, dass sie die Anpassung wiedergeben.

[0066] Der Prozess wird wiederholt und der negative Höchstwert **280** und der positive Höchstwert **281** werden untersucht. Keiner der Höchstwerte überschreitet jedoch den bisherigen maximalen Höchstwert, so dass sie ignoriert werden und in Schritt **260** im Prozess ein Rücksprung erfolgt, um die nächsten Höchstwerte zu testen.

[0067] Zum Beispiel wird in Schritt **247** beim nächsten in Schritt **246** erkannten negativen Nulldurchgang festgestellt, ob der negative Höchstwert **290** den bisherigen maximalen negativen Höchstwert überschreitet. Im Beispiel überschreitet der negative Höchstwert **290** den bisherigen maximalen negativen Höchstwert **270**. Somit wird in Schritt **247** der maximale negative Höchstwert mit dem Wert des Höchstwertes **290** aktualisiert und in Schritt **260** festgestellt, dass sich die Mitte aufgrund des neuen Höchstwertes verschoben hat. In Schritt **265** werden der Grobaktor **59** und die Maximal- und Minimalwerte so angepasst, dass sie die Anpassung wiedergeben.

[0068] In Schritt **247** wird beim nächsten in Schritt **246** erkannten positiven Nulldurchgang festgestellt,

ob der positive Höchstwert **291** den bisherigen maximalen positiven Höchstwert überschreitet. Im Beispiel überschreitet der positive Höchstwert **291** den bisherigen maximalen positiven Höchstwert **271**. Somit wird in Schritt **247** der maximale positive Höchstwert mit dem Wert des Höchstwertes **291** aktualisiert und in Schritt **260** festgestellt, dass sich die Mitte aufgrund des neuen Höchstwertes verschoben hat. In Schritt **265** werden der Grobaktor **59** und die Maximal- und Minimalwerte so angepasst, dass sie die Anpassung wiedergeben.

[0069] Im Beispiel überschreitet von allen nachfolgenden negativen und positiven Höchstwerten keiner die bisherigen Höchstwerte, so dass sie ignoriert werden. Die Mittenposition des Grobaktors kann dann für das Magnetband für seine momentane Bewegungsrichtung festgelegt werden, indem sie zum Beispiel im Speicher des Verschiebungssteuerungsprozessors platziert wird.

[0070] In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Schritt des Bestimmens eines maximalen positiven Höchstwertes und eines maximalen negativen Höchstwertes der seitlichen Verschiebungsauslenkung für jede Längsbewegungsrichtung des Bandes getrennt durchgeführt. Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) sind zum Beispiel die Spulenspezifikationen für die Spule **14** des Datenspeicherlaufwerkes viel strenger als für die Spule **12** der transportablen Datenspeicherkassette **13**. Somit kann die sich ergebende seitliche Bandbewegung je nach der Bewegungsrichtung des Bandes und abhängig von der Spule, von der das Band abgewickelt wird, jeweils eine andere sein.

[0071] Unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) ist die seitliche Bewegung des Feinaktors begrenzt und bietet eine hohe Bandbreite. Die seitliche Bewegung überschreitet zum Beispiel die seitliche Auslenkung von Position **77** zu Position **79** um einen bestimmten Betrag, reicht jedoch nicht für eine Bewegung von einer Seite des Magnetbandes **11** zur anderen aus, was eine Neupositionierung des Grobaktors erfordert, wenn sich das Servosystem zu einem anderen Datenband bewegen und die Servosensoren **76** einem anderen Satz von Servospuren **68** folgen sollen. Wenn somit das längslaufende Band eine Vielzahl festgelegter Servospuren und eine Vielzahl von Datenbändern umfasst, die jeweils zwischen zwei festgelegten Servospuren angeordnet sind, liegt der Mittelpunkt theoretisch so, dass der Grobaktor derart betätigt wird, dass der Grobaktor mit einem Versatz zum theoretischen Mittelpunkt positioniert ist, der gleich dem Versatz eines gewünschten Datenbandes vom theoretischen Mittelpunkt ist. Wenn im abgebildeten Beispiel 5 Servospuren vorhanden sind, kann die Mitte der mittleren Servospur oder alternativ dazu eine Position innerhalb der Servospuren auf jeder Seite eines vorgegebenen Datenbandes den theoretischen Mittelpunkt darstellen.

[0072] Die schließlich ermittelten Mittelpunkte für jede Richtung der Längsbewegung eines Bandes oder die aus einer Anzahl von Bändern ermittelten Durchschnittswerte können gespeichert und als Ausgangsstartposition des Grobaktors für nachfolgende Bänder verwendet werden.

[0073] Die Realisierungen können Software, Firmware, Mikrocode, Hardware und/oder jede beliebige Kombination davon einbeziehen. Die Realisierung kann in Form von Code oder Logik vorliegen, die in einem Medium wie der Steuerung **20** oder der Servosteuerung **90** ausgebildet ist, wobei das Medium Hardware-Logik (z. B. einen Baustein mit integrierter Schaltung, eine programmierbare Gatter-Anordnung (Programmable Gate Array [PGA]), eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (Application Specific Integrated Circuit [ASIC]) oder eine andere Schaltung, Logik oder Einheit) umfassen und auf einem computerlesbaren Speichermedium wie einem magnetischen Speichermedium (z. B. einem elektronischen, magnetischen, optischen, elektromagnetischen, Infrarot- oder Halbleitersystem, Halbleiter- oder Festkörperspeicher, Magnetband, einer wechselbaren Computerdiskette und einem Speicher mit wahlfreiem Zugriff (random access memory [RAM]), Nur-Lese-Speicher (read-only memory [ROM]), einer starren magnetischen Festplatte und einer optischen Festplatte, einem Nur-Lese-Compact-Disk-Speicher (compact disk – read only memory [CD-ROM]), einer wiederbeschreibbaren Compact Disk (compact disk – read/write [CD-R/W]) oder einer DVD) gespeichert sein kann.

[0074] Für den Fachmann ist ersichtlich, dass Änderungen im Hinblick auf die vorstehend erläuterten Verfahren einschließlich Änderungen an der Reihenfolge der Schritte vorgenommen werden können. Weiterhin ist für den Fachmann ersichtlich, dass bestimmte von den hierin dargestellten abweichende Anordnungen von Komponenten verwendet werden können.

[0075] Aspekte der vorliegenden Erfindung sind vorstehend unter Bezugnahme auf Abbildungen von Ablaufplänen und/oder Blockschaltbildern von Verfahren, Vorrichtungen (Systemen) und Computerprogrammprodukten gemäß Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Es versteht sich, dass jeder Block der Abbildungen von Ablaufplänen und/oder Blockschaltbildern sowie Kombinationen von Blöcken in den Abbildungen von Ablaufplänen und/oder Blockschaltbildern durch Computerprogramm-Anweisungen realisiert werden kann. Diese Computerprogramm-Anweisungen können, wie vorstehend erläutert, auch einem Prozessor bereitgestellt und, wie vorstehend erläutert, in einem computerlesbaren Speichermedium als Computerprogrammprodukt gespeichert werden, das einen Computer, eine andere programmierbare Datenverarbeitungsvorrichtung

oder andere Einheiten anleiten kann, auf eine bestimmte Weise zu funktionieren, so dass die in dem computerlesbaren Medium gespeicherten Anweisungen einen Herstellungsartikel einschließlich Anweisungen erzeugen, welche die im Block oder in den Blöcken des Ablaufplans und/oder des Blockschaltbilds angegebenen Funktionen/Handlungen ausführen. Die Computerprogrammanweisungen können auch auf einen Computer, eine andere programmierbare Datenverarbeitungsvorrichtung oder andere Einheiten geladen werden, um eine Reihe von auf dem Computer, der anderen programmierbaren Vorrichtung oder den anderen Einheiten auszuführenden Operationsschritten hervorzurufen, um einen auf dem Computer ausgeführten Prozess so zu erzeugen, dass die auf dem Computer oder der anderen programmierbaren Vorrichtung ausgeführten Anweisungen Prozesse zur Ausführung der im Block oder in den Blöcken des Ablaufplans und/oder Blockschaltbilds angegebenen Funktionen/Handlungen bereitstellen.

[0076] Der Ablaufplan und die Blockschaltbilder in den vorstehenden Figuren veranschaulichen die Architektur, Funktionalität und die Arbeitsweise möglicher Realisierungen von Systemen, Verfahren und Computerprogrammprodukten gemäß vielfältigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. In dieser Hinsicht kann jeder Block im Ablaufplan oder den Blockschaltbildern für ein Modul, ein Segment oder einen Codebereich stehen, der eine oder mehrere ausführbare Anweisungen zum Realisieren der angegebenen logischen Funktion oder Funktionen umfasst. Es soll zudem angemerkt werden, dass bei einigen alternativen Realisierungen die im Block angegebenen Funktionen in anderer Reihenfolge als der in den Figuren angegebenen auftreten können. Zum Beispiel können zwei aufeinander folgend abgebildete Blöcke tatsächlich im Wesentlichen gleichzeitig ausgeführt werden, oder die Blöcke können manchmal abhängig von der betreffenden Funktionalität in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden. Es wird ebenfalls angemerkt, dass jeder Block der Blockschaltbilder und/oder Abbildungen von Ablaufplänen und Kombinationen von Blöcken in den Blockschaltbildern und/oder Abbildungen von Ablaufplänen durch zweckbestimmte hardwaregestützte Systeme oder Kombinationen von zweckbestimmter Hardware und Computeranweisungen realisiert werden kann, welche die angegebenen Funktionen oder Handlungen durchführen.

[0077] Für den Fachmann ist ersichtlich, dass Änderungen im Hinblick auf die vorstehend erläuterten Verfahren einschließlich Änderungen an der Reihenfolge der Schritte vorgenommen werden können. Weiterhin ist für den Fachmann ersichtlich, dass bestimmte von den hierin dargestellten abweichende Anordnungen von Komponenten verwendet werden können.

[0078] Obwohl die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung detailliert dargestellt wurden, ist offensichtlich, dass durch den Fachmann Änderungen und Anpassungen an den Ausführungsformen vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen, wie er in den folgenden Ansprüchen dargelegt ist.

Patentansprüche

1. Servosystem, das so eingerichtet ist, dass es einen Kopf bezüglich mindestens einer festgelegten Servospur eines längslaufenden Bandes seitlich positionieren kann, wobei das System folgendes umfasst:

mindestens einen Servosensor zum Erfassen einer seitlichen Position des Kopfes bezüglich mindestens einer festgelegten Servospur des längslaufenden Bandes;

einen Feinaktor, der so eingerichtet ist, dass er den Kopf bezüglich des längslaufenden Bandes seitlich bewegen kann;

einen Grobaktor, der so eingerichtet ist, dass er den Feinaktor bezüglich des längslaufenden Bandes seitlich bewegen kann; und

eine Servosteuerung, die so eingerichtet ist, dass sie den mindestens einen Servosensor erfassen kann; einen Positionsfehler zwischen dem Kopf und einer gewünschten Position bezüglich der mindestens einen festgelegten Servospur bestimmen kann; Signale bereitstellen kann, um den Feinaktor so zu betätigen, dass er den Kopf in einer Weise seitlich bewegen kann, durch die der bestimmte Positionsfehler verringert werden kann; aus den Positionsfehlersignalen eine seitliche Verschiebungsauslenkung der mindestens einen festgelegten Servospur erfassen kann; einen maximalen positiven Höchstwert und einen maximalen negativen Höchstwert der seitlichen Verschiebungsauslenkung bestimmen kann; und den Grobaktor so betätigen kann, dass der Grobaktor im Wesentlichen an einem Mittelpunkt des maximalen positiven Höchstwertes und des maximalen negativen Höchstwertes der seitlichen Verschiebungsauslenkung der mindestens einen festgelegten Servospur positioniert ist.

2. Servosystem nach Anspruch 1, wobei das längslaufende Band eine Vielzahl der festgelegten Servospuren und eine Vielzahl von Datenbändern umfasst, die jeweils zwischen zwei festgelegten Servospuren angeordnet sind; und wobei der Mittelpunkt theoretisch so liegt, dass die Servosteuerung den Grobaktor so betätigt, dass der Grobaktor mit einem Versatz zum theoretischen Mittelpunkt positioniert ist, der gleich dem Versatz eines gewünschten Datenbandes vom theoretischen Mittelpunkt ist.

3. Servosystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Servosteuerung so eingerichtet ist, dass der bestimmte maximale positive Höchst-

wert nur durch einen Höchstwert aktualisiert wird, der einen bisherigen maximalen positiven Höchstwert überschreitet; und dass der bestimmte maximale negative Höchstwert nur durch einen Höchstwert aktualisiert wird, der einen bisherigen maximalen negativen Höchstwert überschreitet.

4. Servosystem nach Anspruch 3, wobei die Servosteuerung so eingerichtet ist, dass sie nur dann feststellt, ob es sich bei einem Höchstwert um einen maximalen Höchstwert handelt, wenn der Höchstwert einem Nulldurchgang der seitlichen Verschiebungsauslenkung folgt.

5. Servosystem nach einem der Ansprüche 3 oder 4, wobei die Servosteuerung so eingerichtet ist, dass sie für jede Längsbewegungsrichtung des längslaufenden Bandes einen maximalen positiven Höchstwert und einen maximalen negativen Höchstwert der seitlichen Verschiebungsauslenkung getrennt bestimmen kann.

6. Servosystem nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei die Servosteuerung zudem so eingerichtet ist, dass sie die Positionsfehlersignale vorläufig erfassen und feststellen kann, ob die Servosteuerung der mindestens einen festgelegten Servospur innerhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts des Positionsfehlers folgt.

7. Servosystem nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei die Servosteuerung so eingerichtet ist, dass sie die erfassten Positionsfehlersignale als Integrationsfunktion bereitstellen kann.

8. Servosystem nach Anspruch 7, wobei die Servosteuerung zudem so eingerichtet ist, dass sie vorläufig feststellen kann, ob die Amplitude der Integrationsfunktion unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes liegt.

9. Verfahren zum seitlichen Positionieren eines Kopfes in einem Servosystem, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
Bereitstellen mindestens einer festgelegten Servospur eines längslaufenden Bandes;
Erfassen einer seitlichen Position des Kopfes bezüglich mindestens einer festgelegten Servospur des längslaufenden Bandes;
seitliches Bewegen des Kopfes bezüglich des längslaufenden Bandes;
als Reaktion auf den Schritt des seitlichen Bewegens des Kopfes, seitliches Bewegen bezüglich des längslaufenden Bandes;
Erfassen des mindestens einen Servosensors;
Bestimmen eines Positionsfehlers zwischen dem Kopf und einer gewünschten Position bezüglich der mindestens einen festgelegten Servospur;
Bereitstellen von Signalen zum Betätigen eines Feinaktors zum seitlichen Bewegen des Kopfes in einer

Weise, die den bestimmten Positionsfehler verringert;

Erfassen einer seitlichen Verschiebungsauslenkung der mindestens einen festgelegten Servospur aus den Positionsfehlersignalen;

Bestimmen eines maximalen positiven Höchstwertes und eines maximalen negativen Höchstwertes der seitlichen Verschiebungsauslenkung; und

Betätigen eines Grobaktors derart, dass der Grobaktor im Wesentlichen an einem Mittelpunkt des maximalen positiven Höchstwertes und des maximalen negativen Höchstwertes der seitlichen Verschiebungsauslenkung der mindestens einen festgelegten Servospur positioniert ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Schritt des Bereitstellens des längslaufenden Bandes weiterhin den Schritt des Bereitstellens einer Vielzahl der festgelegten Servospuren und einer Vielzahl von Datenbändern umfasst, die jeweils zwischen zwei festgelegten Servospuren angeordnet sind; und wobei der Mittelpunkt theoretisch so liegt, dass die Servosteuerung den Grobaktor derart betätigt, dass der Grobaktor mit einem Versatz zum theoretischen Mittelpunkt positioniert ist, der gleich dem Versatz eines gewünschten Datenbandes vom theoretischen Mittelpunkt ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, das weiterhin die Schritte umfasst, den bestimmten maximalen positiven Höchstwert nur durch einen Höchstwert zu aktualisieren, der den bisherigen maximalen Höchstwert überschreitet; und den bestimmten maximalen negativen Höchstwert nur durch einen Höchstwert zu aktualisieren, der den bisherigen maximalen negativen Höchstwert überschreitet.

12. Verfahren nach Anspruch 11, das weiterhin den Schritt umfasst, nur dann festzustellen, ob es sich bei einem Höchstwert um einen maximalen Höchstwert handelt, wenn der Höchstwert einem Nulldurchgang der seitlichen Verschiebungsauslenkung folgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, das weiterhin den Schritt umfasst, für jede Längsbewegungsrichtung des längslaufenden Bandes einen maximalen positiven Höchstwert und einen maximalen negativen Höchstwert der seitlichen Verschiebungsauslenkung getrennt zu bestimmen.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, das weiterhin die Schritte umfasst, die Positionsfehlersignale vorläufig zu erfassen und festzustellen, ob die Servosteuerung der mindestens einen festgelegten Servospur innerhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts des Positionsfehlers folgt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, das weiterhin den Schritt umfasst, die erfassten

Positionsfehlersignale als Integrationsfunktion bereitzustellen.

16. Verfahren nach Anspruch 15, das weiterhin den Schritt umfasst, vorläufig festzustellen, ob die Amplitude der Integrationsfunktion unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes liegt.

17. Datenspeicherlaufwerk, das Folgendes umfasst:

einen Kopf, der so eingerichtet ist, dass er Daten auf einem Datenspeichermedium mit längslaufendem Band aufzeichnen und von dort lesen kann;
ein Laufwerk, das so eingerichtet ist, dass es das längslaufende Band-Datenspeichermedium bezüglich des Kopfes in der Längsrichtung bewegen kann, wobei das Laufwerk mindestens eine bundlose Bandführung auf jeder Seite des Kopfes in der Längsrichtung umfasst und so eingerichtet ist, dass das längslaufende Band-Datenspeichermedium bezüglich des Kopfes in der Nähe angeordnet werden kann; und
ein Servosystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

18. Computerprogrammprodukt zum seitlichen Positionieren eines Kopfes in einem Servosystem, das ein Servosystem betätigt, das so eingerichtet ist, dass es einen Kopf bezüglich mindestens einer festgelegten Servospur eines längslaufenden Bandes seitlich positionieren kann, wobei das Programm Folgendes umfasst:

ein computerlesbares Speichermedium, das durch eine Verarbeitungsschaltung lesbar ist und Anweisungen zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 9 bis 16 zur Ausführung durch die Verarbeitungsschaltung speichert.

19. Auf einem computerlesbaren Medium gespeichertes und in den internen Speicher eines digitalen Computers ladbares Computerprogramm, das Softwarecodeabschnitte umfasst, die zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 9 bis 16 geeignet sind, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

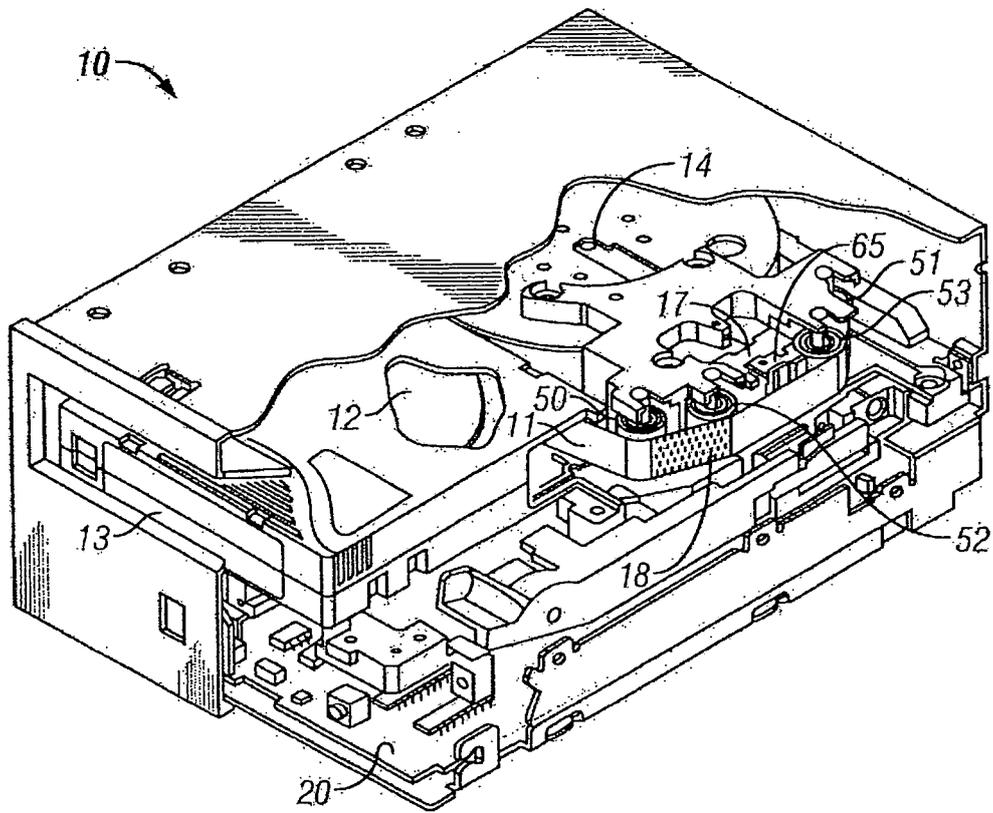
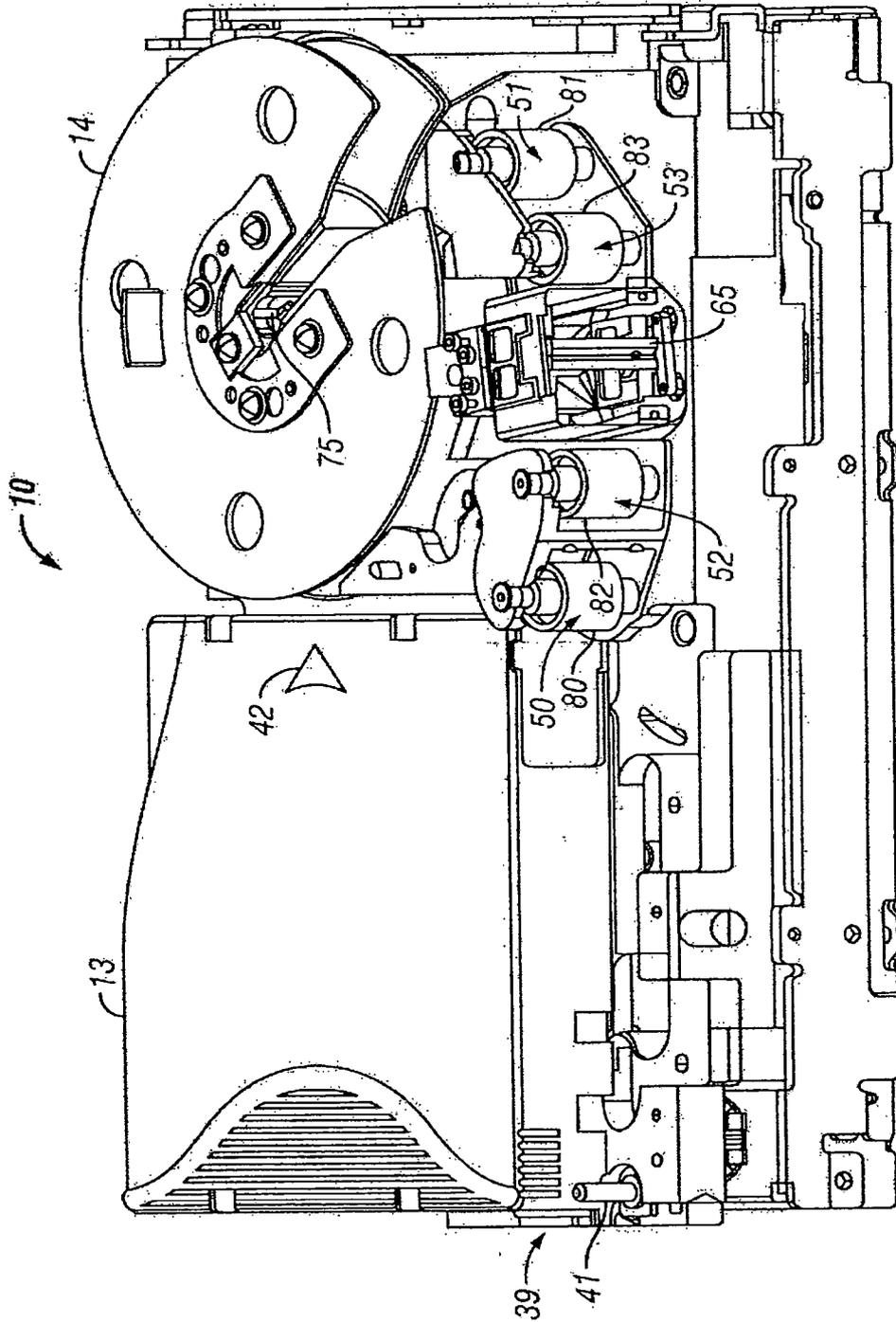


FIG. 1



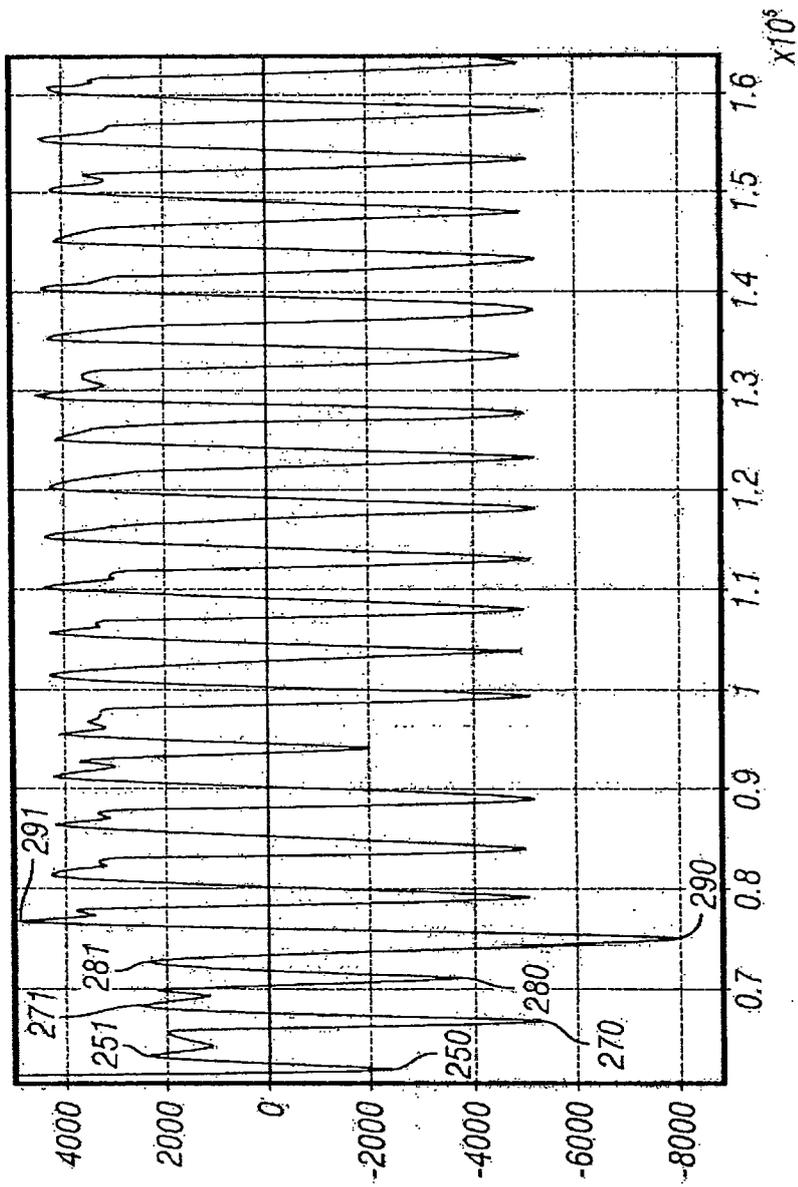


FIG. 7

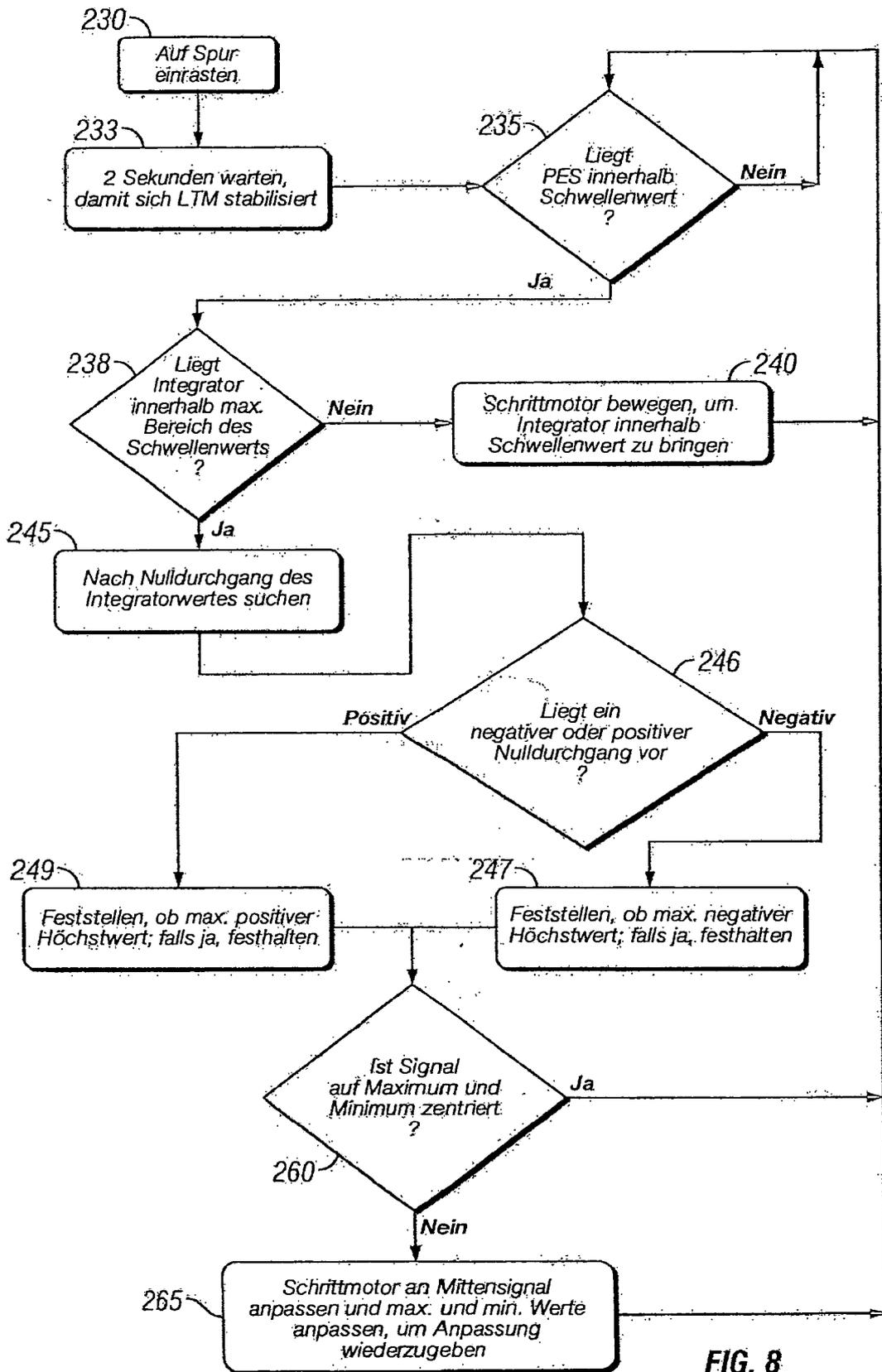


FIG. 8