



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 05 155 T2 2006.12.21**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 476 865 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G11B 5/584 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 05 155.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB03/00438**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 701 619.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/069600**

(86) PCT-Anmeldetag: **03.02.2003**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **21.08.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.11.2004**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **10.05.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.12.2006**

(30) Unionspriorität:  
**73290 13.02.2002 US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR**

(73) Patentinhaber:  
**International Business Machines Corp., Armonk,  
N.Y., US**

(72) Erfinder:  
**EATON, Howard, James, Morgan Hill, CA 95037,  
US; IMAINO, Isami, Wayne, San Jose, CA 95139,  
US; PAN, Tzong-Shii, San Jose, CA 95129, US**

(74) Vertreter:  
**Duscher, R., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Ass.,  
71034 Böblingen**

(54) Bezeichnung: **ZEITGEBUNGSABHÄNGIGES SERVOSIGNAL MIT FESTEM ABSTAND ZWISCHEN TRANSAKTIONEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Diese Erfindung betrifft Servosysteme zur seitlichen Positionierung von Datenköpfen in Bezug auf lineare Datenspeichermedien, beispielsweise Magnetbänder, und insbesondere zeitsteuerungsbasierte Servomuster mit linearer Servospur (linear servo track timing based servo patterns).

**[0002]** Lineare Datenspeichermedien, beispielsweise Magnetbänder, stellen ein Mittel zum physischen Speichern von Daten bereit, die archiviert oder in Speicherfächern von automatisierten Datenspeicherbibliotheken gespeichert werden können und auf die bei Bedarf zugegriffen werden kann. Ein Verfahren zum Maximieren der Datenmenge, die gespeichert werden kann, besteht darin, die Anzahl paralleler Spuren auf den Medien zu maximieren, und dies wird normalerweise durch die Verwendung von Servosystemen ausgeführt, die eine Spurverfolgung bereitstellen und ermöglichen, dass die Spuren sehr nah beieinander liegen können.

**[0003]** Ein Beispiel für Servomechanismen mit Spurverfolgung (track following servoing) ist die Bereitstellung von zuvor aufgezeichneten parallelen, längsverlaufenden Servospuren, die zwischen Gruppen von längsverlaufenden Datenspuren liegen, so dass ein oder mehrere Servoköpfe die Servospuren lesen können und ein begleitender Servomechanismus mit Spurverfolgung die seitliche Position des Kopfes oder des Bandes einstellen kann, um die Servoköpfe bei einer gewünschten seitlichen Position in Bezug auf die Servospuren zu halten, so dass die Datenköpfe in Bezug auf die Datenspuren zentriert werden.

**[0004]** Ein Beispiel für ein Servosystem mit Spurverfolgung umfasst ein zeitsteuerungsbasiertes Servosystem der US-Patentschrift Nr. 5 689 384. Beispielsweise wird ein zeitsteuerungsbasiertes Servosystem mit dem Format Linear Tape Open (LTO) verwendet, wobei ein Beispiel das Magnetbandlaufwerk LTO Ultrium (Warenzeichen) von IBM und eine zugehörige Bandkassette umfasst. Eine lineare Servospur umfasst beispielsweise ein deutliches Übergangsmuster von zuvor aufgezeichneten magnetischen Übergängen, die ein zeitsteuerungsbasiertes Servomuster einer sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen mit zwei verschiedenen azimutalen Ausrichtungen bilden, die sich seitlich über die lineare Servospur erstrecken. Beispielsweise kann das Muster schräg verlaufende Übergänge umfassen oder eine azimutale Ausrichtung in einer ersten Richtung in Bezug auf die Richtung der linearen Servospur aufweisen, die mit schrägen Übergängen abwechselt, oder eine azimutale Ausrichtung in der entgegengesetzten Richtung aufweisen. Da das Medium in Bezug auf einen Servolesekopf in der linearen Richtung bewegt wird, wird die seitliche Positio-

nierung des Servolesekopfes in Bezug auf die zeitsteuerungsbasierte Servospur folglich auf der Grundlage einer Messung der Zeit zwischen zwei Übergängen mit einer unterschiedlichen azimutalen Ausrichtung im Vergleich zur Zeit zwischen zwei Übergängen mit einer parallelen azimutalen Ausrichtung abgetastet. Die relative Zeitsteuerung der vom Servolesekopf gelesenen Übergänge verändert sich linear in Abhängigkeit von der seitlichen Position des Kopfes. Folglich kann eine Anzahl paralleler Datenspuren mit verschiedenen seitlichen Positionen über der Servospur ausgerichtet werden.

**[0005]** Die Synchronisierung des Servolesekopfes und des Decodierers mit dem Servomuster kann durch das Vorliegen zweier gesonderter Sätze von Übergängen ausgeführt werden, wobei jeder Satz eine Gruppierung einer anderen Anzahl von Paaren von Übergängen umfasst, wobei ein Satz eine Gruppierung mit beispielsweise 4 Paaren von Übergängen und ein anderer Satz eine Gruppierung von 5 Paaren von Übergängen umfasst. Folglich kann die seitliche Position eines Servolesekopfes in Bezug auf die Servospur eine Messung der Zeit zwischen zwei Übergängen mit einer unterschiedlichen azimutalen Ausrichtung umfassen, z.B. zwischen dem ersten Übergang eines Paares in einem Satz und dem anderen Übergang des Paares, wobei dieser Abstand als der Abstand "A" bezeichnet wird; im Vergleich zur Zeit zwischen zwei Übergängen mit einer parallelen azimutalen Ausrichtung, z.B. zwischen dem ersten Übergang eines Paares in einem Satz und einem ähnlichen ersten Übergang eines anderen Paares in einem anderen Satz, der als Abstand "B" bezeichnet wird.

**[0006]** Das zeitsteuerungsbasierte Servomuster mit linearer Servospur nach dem Stand der Technik wird von einer Servoschreibeinrichtung (servo writer) mit zwei in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen mit verschiedenen azimutalen Ausrichtungen erzeugt, die den Abstand "A" bilden. Ein Laufwerk bewegt das lineare Datenspeichermedium mit einer festgelegten Geschwindigkeit über die Schreibelemente, und eine Quelle von zeitgesteuerten Impulsen veranlasst die Schreibelemente zum Schreiben eines einzigen Paares von Übergängen für jeden Impuls, so dass das Muster von Paaren von Übergängen auf das lineare Datenspeichermedium geschrieben wird.

**[0007]** In der Theorie ist das Format auf größere seitliche Spurabstände (track pitches) erweiterbar, wobei die Datenspuren näher beieinander liegen. Der geometrische Abstand "A" wird fotolithographisch ermittelt und ist unabhängig von der Zeitsteuerung der Impulse oder von der Geschwindigkeit des Laufwerks der Servoschreibeinrichtung.

**[0008]** Da der Servoschreibeinrichtungsgenerator

nach dem Stand der Technik zwei in einem bestimmten Abstand voneinander befindliche Elemente mit verschiedenen azimuthalen Ausrichtungen verwendet, wird er jedoch periodisch gespeist, wobei die Periode zwischen Impulsen so eingestellt wird, dass der geometrische Abstand zwischen Mustern bei der nominalen Bandgeschwindigkeit der Servomuster-Schreibeinrichtung der oben erwähnte Abstand "B" ist. Folglich führt jeder Fehler bei der Geschwindigkeit des Bandes in der Servoschreibeinrichtung zu einem Fehler beim Abstand "B" und folglich zu einem Fehler bei der seitlichen Position, die auf der Grundlage einer Impulszeitsteuerung des Impulses "B" unter Voraussetzung des korrekten Abstands "B" berechnet wurde. Folglich hängt die Genauigkeit des geometrischen Abstandes "B" zwischen dem ersten Übergang eines Paares in einem Satz und einem ähnlichen ersten Übergang eines anderen Paares in einem anderen Satz von der Genauigkeit der Geschwindigkeit des Bandes im Laufwerk der Servoschreibeinrichtung und der Genauigkeit der Zeitsteuerung zwischen den Impulsen ab, so dass der ähnliche erste Übergang eines anderen Paares in einem anderen Satz von Übergängen in Bezug auf den ersten Übergang des Paares in dem einen Satz fehlerhaft justiert (misregistered) werden kann. Bei einer gegebenen Impulszeitsteuerung ist der Abstand zwischen Übergängen, die den Abstand "B" festlegen, folglich streng proportional zur Geschwindigkeit des Bandes in der Servoschreibeinrichtung. Ein Fehler bei der Geschwindigkeit der Servoschreibeinrichtung führt zu einem Servopositionsfehler im Servosystem mit Spurverfolgung und zu einer fehlerhaften Justierung der Datenspur.

**[0009]** Außerdem wird die fehlerhafte Justierung der Datenspur schlechter bei Datenspuren, die so positioniert werden, dass der Abstand zwischen Impulsen "A" näher beim Abstand zwischen Impulsen "B" liegt.

**[0010]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines genaueren zeitsteuerungsbasierten Servomusters mit linearer Servospur.

**[0011]** Die Erfindung stellt eine Servoschreibeinrichtung bereit, wie sie in Anspruch 1 beansprucht wird. Eine Servoschreibeinrichtung der vorliegenden Erfindung erzeugt ein zeitsteuerungsbasiertes Servomuster mit einer linearen Servospur in einer linearen Richtung auf einem linearen Datenspeichermedium. Das zeitsteuerungsbasierte Servomuster besteht aus einer sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen mit zwei verschiedenen azimuthalen Ausrichtungen, die sich seitlich über die lineare Servospur erstrecken, so dass die zeitsteuerungsbasierte seitliche Servoposition auf der Grundlage einer Messung der Zeit zwischen zwei Übergängen mit unterschiedlicher azimuthaler Ausrichtung, z.B. dem Abstand "A", im Vergleich zur Zeit

zwischen zwei Übergängen mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung, z.B. dem Abstand "B", festgelegt wird.

**[0012]** Bei der vorliegenden Erfindung umfasst der Servoschreibeinrichtungsgenerator mindestens drei in einem bestimmten Abstand angeordnete Schreibelemente, von denen zwei eine parallele azimuthale Ausrichtung aufweisen und mindestens eines eine andere azimuthale Ausrichtung als die beiden mit paralleler azimuthaler Ausrichtung aufweist. Vorzugsweise befindet sich das Schreibelement mit der anderen azimuthalen Ausrichtung zwischen den beiden Schreibelementen mit paralleler azimuthaler Ausrichtung. Ein Laufwerk bewegt das lineare Datenspeichermedium in der linearen Richtung über die Schreibelemente; und eine Quelle von zeitgesteuerten Impulsen veranlasst die in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente zum gleichzeitigen Schreiben.

**[0013]** Die Schreibelemente schreiben Muster auf das lineare Datenspeichermedium, die den in einem bestimmten Abstand voneinander angeordneten Schreibelementen entsprechen, wobei diese sowohl den Abstand zwischen Übergängen mit einer unterschiedlichen azimuthalen Ausrichtung, den Abstand "A", als auch den Abstand zwischen Übergängen mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung, den Abstand "B", unabhängig von der Geschwindigkeit des Bandes in der Servoschreibeinrichtung mit fotolithographischer Genauigkeit festlegen.

**[0014]** Außerdem stellt die Erfindung ein Verfahren zum Schreiben des Servomusters, des deutlichen Übergangsmusters bereit und wobei das Magnetbandmedium zuvor aufgezeichnete Servodaten aufweist, die in magnetischen Übergangsmustern aufgezeichnet werden, die die lineare Servospur definieren.

**[0015]** In einer Ausführungsform werden in der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen die Übergänge mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung an einem Ende eines Musters mit den Übergängen mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung am entgegengesetzten Ende des nächsten Musters fortgesetzt, so dass die fortgesetzten Übergänge so verknüpft werden, dass sie eine andere Anzahl von Übergängen als der Rest der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen aufweisen, wodurch eine Synchronisierung der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen bereitgestellt wird.

**[0016]** In einer alternativen Ausführungsform mit einer geraden Anzahl von Schreibelementen stellt die Quelle von zeitgesteuerten Impulsen für wechselnde Sätze von an die Schreibelemente übertragenen Impulsen eine unterschiedliche Anzahl der Impulse be-

reit. Folglich schreiben die Sätze von Impulsen abwechselnde Muster mit unterschiedlichen Anzahlen von Übergängen, wodurch eine Synchronisierung der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen bereitgestellt wird.

**[0017]** In einer weiteren alternativen Ausführungsform ist die Quelle von zeitgesteuerten Impulsen mit zwei benachbarten Schreibelementen und gesondert mit den anderen Schreibelementen verbunden. Die Quelle von zeitgesteuerten Impulsen überträgt einen ersten Satz von zeitgesteuerten Impulsen an alle der in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente zum gleichzeitigen Schreiben, um die Abstände sowohl zwischen den "A"- als auch den "B"-Übergängen festzulegen, und überträgt außerdem mindestens einen zweiten zeitgesteuerten Impuls an lediglich zwei benachbarte Schreibelemente, um verschiedene Anzahlen von Übergängen im Muster zu schreiben, wodurch eine Synchronisierung der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen bereitgestellt wird.

**[0018]** Für ein umfassenderes Verständnis der vorliegenden Erfindung muss auf die folgende ausführliche Beschreibung in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen Bezug genommen werden.

**[0019]** [Fig. 1](#) ist eine schematische Darstellung eines Magnetkopfes und eines Servosteuersystems eines Magnetbandlaufwerks und eines zugehörigen Magnetbandes mit einer Servospur, das die vorliegende Erfindung realisieren kann;

**[0020]** [Fig. 2](#) ist eine schematische Darstellung eines Servokopfes des Bandkopfes von [Fig. 1](#), wenn er ein zeitsteuerungsbasiertes Servomuster verfolgt, zusammen mit einer Darstellung des Kopfausgangssignals und der entsprechenden Signalintervalle A und B;

**[0021]** [Fig. 3](#) ist eine schematische Darstellung einer Anordnung von Servoschreibelementen nach dem Stand der Technik;

**[0022]** [Fig. 4](#) ist eine schematische Darstellung von Servoschreibelementen, die gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angeordnet sind;

**[0023]** [Fig. 5](#) ist eine schematische Darstellung von Servoschreibelementen, die gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angeordnet sind;

**[0024]** [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) sind schematische Darstellungen eines von den Servoschreibelementen von [Fig. 4](#) geschriebenen Servomusters bzw. einer Darstellung eines Servokopf-Ausgangssignals und der entsprechenden Signalintervalle A und B;

**[0025]** [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) sind schematische Darstellungen eines von den Servoschreibelementen von [Fig. 5](#) geschriebenen Servomusters bzw. einer Darstellung eines Servokopf-Ausgangssignals und der entsprechenden Signalintervalle A und B;

**[0026]** [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) sind schematische Darstellungen eines von den Servoschreibelementen von [Fig. 5](#) geschriebenen Servomusters, das in gesonderten Gruppen mit einer gesonderten Zeitsteuerung geschrieben wird, bzw. einer Darstellung eines Servokopf-Ausgangssignals und der entsprechenden Signalintervalle A und B;

**[0027]** [Fig. 9](#) ist eine schematische Darstellung eines magnetischen Servoschreibkopfes mit Servoschreibelementen von [Fig. 4](#);

**[0028]** [Fig. 10](#) ist eine schematische Darstellung einer Servoschreibeinrichtung zum Erzeugen einer Servospur gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0029]** [Fig. 11](#) ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer Servomusterschreibeinrichtung der Servoschreibeinrichtung von [Fig. 10](#), die die Servoschreibelemente von [Fig. 4](#) verwendet, um das Servomuster von [Fig. 6A](#) zu erzeugen;

**[0030]** [Fig. 12](#) ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer Servomusterschreibeinrichtung der Servoschreibeinrichtung von [Fig. 10](#), die die Servoschreibelemente von [Fig. 5](#) verwendet, um das Servomuster von [Fig. 7A](#) zu erzeugen;

**[0031]** [Fig. 13](#) ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer Servomusterschreibeinrichtung der Servoschreibeinrichtung von [Fig. 10](#), die die Servoschreibelemente von [Fig. 5](#) verwendet, um das Servomuster von [Fig. 8A](#) zu erzeugen; und

**[0032]** [Fig. 14](#) ist eine schematische Darstellung einer Bandlaufwerk-Speichereinheit und einer zugehörigen Bandkassette, die eine Servospur der vorliegenden Erfindung realisieren kann.

**[0033]** Mit Bezugnahme auf [Fig. 1](#) ist ein Beispiel für einen Servomechanismus mit Spurverfolgung für lineare Datenspeichermedien, beispielsweise das Magnetband **20**, die Bereitstellung von zuvor aufgezzeichneten parallelen längslaufenden Servospuren **27**, die zwischen Gruppen von längslaufenden Datenspuren **29** liegen oder versetzt von diesen sind. Eine Kopfbaugruppe **24** wird mit durchgezogenen Linien gezeigt und umfasst einen verhältnismäßig schmalen Servolesekopf **26**, der ein in der verhältnismäßig breiten Servospur **27** aufgezeichnetes Servomuster erkennt. Die Kopfbaugruppe umfasst außerdem einen Datenlesekopf **28**, der über dem Datenspurbereich **29** und versetzt zum Servolesekopf positioniert ist. Obwohl nur ein einziger Servolesekopf

und ein einziger Datenlesekopf gezeigt werden, werden Fachleute verstehen, dass die meisten Bandsysteme mehrere Servospuren, mehrere Servoleseköpfe und mehrere Datenlese- und/oder -schreibköpfe aufweisen.

**[0034]** Wie in der US-Patentschrift Nr. 5 689 384 erläutert wird, hat der Servolesekopf **26** eine Breite, die im Wesentlichen geringer als diejenige der Servospur **27** und die außerdem weniger als halb so groß wie die Breite einer einzelnen Datenspur ist, die im Wesentlichen schmaler als eine Servospur ist. Die Mittellinie **30** der Servospur wird als über die gesamte Länge des Bandes **20** verlaufend gezeigt. Der Servolesekopf **26** liest das zeitsteuerungsbasierte Servomuster mit linearer Servospur, wenn das Band **20** in Bezug auf den Kopf linear entlang der Servospur **27** bewegt wird, und der Servolesekopf erzeugt ein analoges Servosignal, das über eine Servoleitung **34** einem Signaldecodierer **36** zugeführt wird. Der Signaldecodierer verarbeitet das Signal des Servolesekopfes und erzeugt ein Positionssignal, das über eine Positionssignalleitung **38** einer Servosteuerereinheit **40** zugeführt wird. Die Servosteuerereinheit erzeugt ein Servosteuersignal und überträgt dieses über eine Steuerleitung **42**, um die Kopfgbaugruppe **24** zu betätigen, um den Servokopf **26** seitlich zu positionieren und dadurch den versetzten Datenkopf **28** zu positionieren. Der Servomechanismus mit Spurverfolgung stellt dabei die seitliche Position des Servokopfes oder des Bandes ein, um den Servokopf (oder die Servoköpfe) bei einer gewünschten seitlichen Position in Bezug auf die Servospur(en) zu halten, so dass die Datenköpfe in Bezug auf entsprechende Datenspuren zentriert sind.

**[0035]** Obwohl das Servosystem mit linearer Spurverfolgung in einer Bandumgebung mit einem vom Datenkopf versetzten Servolesekopf beschrieben wurde, kann ein solches System auch beispielsweise in einer Plattenlaufwerkumgebung mit einem Servosystem realisiert werden, in dem die Servospuren in denselben Spuren wie die Daten angeordnet sind und von den Datenköpfen gelesen werden, die Servoanteile der Spuren befinden sich jedoch in Sektoren, die über die Platte verteilt sind und die Daten trennen. In diesem Fall können die Servospuren jeweils die Breite von mehreren Datenspuren umfassen, werden jedoch bei Datenfrequenzen voraufgezeichnet, die von einem Datenkopf gelesen werden können, wie Fachleuten bekannt ist.

**[0036]** Ein Beispiel eines Servosystems mit Spurverfolgung umfasst ein zeitsteuerungsbasiertes Servosystem der US-Patentschrift Nr. 5 689 384. Ein zeitsteuerungsbasiertes Servosystem wird beispielsweise mit dem Format Linear Tape Open (LTO) verwendet, wobei ein Beispiel das Magnetbandlaufwerk LTO Ultrium von IBM und eine zugehörige Bandkassette umfasst.

**[0037]** Mit Bezugnahme auf [Fig. 2](#) umfasst eine lineare Servospur **27** ein deutliches Übergangsmuster von beispielsweise zuvor aufgezeichneten magnetischen Übergängen, die ein zeitsteuerungsbasiertes Servomuster einer sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen mit zwei verschiedenen azimuthalen Ausrichtungen bildet, die sich seitlich über die lineare Servospur erstrecken. Fachleute werden erkennen, dass die dunklen senkrechten Streifen magnetisierte Bereiche eines aufgezeichneten magnetischen Flusses darstellen, der sich über die Breite einer Servospur **27** erstreckt, und dass die Kanten der Streifen Flussübergänge (flux transitions) umfassen, die erfasst werden, um das Servolesekopfsignal zu erzeugen. Die Übergänge haben zwei magnetische Polaritäten, eine an jeder Kante eines Streifens. Wenn der Servolesekopf einen Übergang der Servospur **27** z.B. entlang des Pfades **50** überquert, erzeugt er einen analogen Signalimpuls **52**, dessen Polarität durch die Polarität des Übergangs festgelegt wird. Beispielsweise kann der Servolesekopf positive Impulse an der Vorderkante jedes Streifens (beim Treffen auf einen Streifen) und negative Impulse an der Hinterkante (beim Verlassen eines Streifens) erzeugen. Um die Möglichkeit eines Fehlers zu verringern, steuert das Servosteuersystem nur Intervalle zwischen magnetischen Flussübergängen, die die gleiche Polarität aufweisen. Beispielsweise werden lediglich Übergangsimpulse verwendet, die vom Servolesekopf bei der Bewegung über die Vorderkante eines Streifens erzeugt werden, und Übergangsimpulse, die beim Bewegen über die Hinterkante eines Streifens erzeugt werden, werden ignoriert. Folglich bezieht sich der Begriff "Übergang" hierin auf Kanten von Streifen o. ä., die zur Erzeugung von Signalen mit der gleichen Polarität führen.

**[0038]** Wie oben erläutert wurde, kann das Muster schräge Übergänge umfassen oder eine azimuthale Ausrichtung in eine erste Richtung in Bezug auf die Richtung der linearen Servospur, die mit schrägen Übergängen abwechselt, oder eine azimuthale Ausrichtung in die entgegengesetzte Richtung haben. Wenn das Medium in Bezug auf den Servolesekopf in der linearen Richtung bewegt wird, wird die seitliche Positionierung des Servolesekopfes in Bezug auf die zeitsteuerungsbasierte Servospur folglich auf der Grundlage einer Messung der Zeit zwischen zwei Übergängen mit einer unterschiedlichen azimuthalen Ausrichtung **53**, als "A"-Intervalle bezeichnet, im Vergleich zur Zeit zwischen zwei Übergängen mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung **54**, als "B"-Intervalle bezeichnet, abgetastet. Die US-Patentschrift Nr. 5 689 384 erläutert verschiedene Typen von Übergängen und ihre Ausrichtungen.

**[0039]** Die relative Zeitsteuerung der vom Servolesekopf gelesenen Übergänge ändert sich linear in Abhängigkeit von der seitlichen Position des Kopfes. Folglich kann eine Anzahl paralleler Datenspuren mit

verschiedenen seitlichen Positionen über der Servospur ausgerichtet werden.

**[0040]** Die Synchronisierung des Servolesekopfes und des Decodierers mit dem Servomuster kann ausgeführt werden, indem zwei gesonderte Sätze von Übergängen vorliegen, wobei jeder Satz eine Gruppierung einer anderen Anzahl von Paaren von Übergängen umfasst, wobei ein Satz eine Gruppierung mit beispielsweise 4 Paaren von Übergängen und ein anderer Satz eine Gruppierung mit 5 Paaren von Übergängen umfasst. Hierin bezieht sich "Synchronisierung" auf eine Festlegung der Position eines abgetasteten Übergangs in der zyklischen periodischen Folge von Übergängen. In [Fig. 2](#) kann ein Paar von Übergängen die Übergänge **55** und **56** in einer Gruppierung von 4 Paaren und die Übergänge **57** und **58** in einer Gruppierung von 5 Paaren umfassen. Folglich kann die seitliche Position eines Servolesekopfes in Bezug auf die Servospur eine Messung des Abstandes zwischen zwei Übergängen mit einer unterschiedlichen azimuthalen Ausrichtung umfassen, z.B. zwischen einem ersten Übergang **55** eines Paares in einem Satz und dem anderen Übergang **56** des Paares, wobei dieser Abstand als der Abstand "A" bezeichnet wird. Der Servolesekopf tastet Übergänge zeitlich ab, was in einen geometrischen Abstand umgesetzt werden muss, um die seitliche Position zu berechnen. Der Abstand zwischen Übergängen mit einer parallelen Ausrichtung ist unabhängig von der seitlichen Position. Parallele Übergänge werden nominell in einem feststehenden Abstand von der Servoschreibeinrichtung geschrieben, folglich können durch den Vergleich der "A"-Zeitsteuerungen **53** mit den "B"-Zeitsteuerungen **54** die geometrische Länge des "A"-Impulses und folglich die seitliche Position ermittelt werden. Es sei darauf hingewiesen, dass die auf diese Weise ermittelte seitliche Position unabhängig von der Bandgeschwindigkeit in der Rückleseeinheit (readback device) ist (solange sie sich während der Zeit, in der die "A"- und "B"-Impulse gemessen werden, nicht ändert).

**[0041]** Mit Bezugnahme auf [Fig. 3](#) wird das zeitsteuerungsbasierte Servomuster mit linearer Servospur nach dem Stand der Technik von einer Servoschreibeinrichtung mit zwei in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen **60** und **61** mit verschiedenen azimuthalen Ausrichtungen erzeugt, die den Abstand "A" bilden. Ein Laufwerk bewegt das lineare Datenspeichermedium entlang eines durch die Mittellinie **62** dargestellten Pfades mit einer festgelegten Geschwindigkeit über die Schreibelemente, und eine Quelle von zeitgesteuerten Impulsen veranlasst die Schreibelemente, für jeden Impuls ein einzelnes Paar von Übergängen zu schreiben, so dass das Muster von Paaren von Übergängen auf das lineare Datenspeichermedium geschrieben wird.

**[0042]** In der Theorie ist das Format auf größere Spurabstände erweiterbar, wobei die Datenspuren näher beieinander liegen. Der Abstand "A" wird fotografisch ermittelt und ist unabhängig von der Zeitsteuerung der Impulse oder von der Geschwindigkeit des Laufwerks der Servoschreibeinrichtung.

**[0043]** Der geometrische Abstand "B" ist jedoch von der Genauigkeit der Geschwindigkeit des Servoschreibeinrichtungs-Laufwerks und den zeitgesteuerten Impulsen abhängig. Beispielsweise würden die Schreibelemente **60** und **61** das zweite Paar von Übergängen schreiben, wie durch die gestrichelten Linien **64** und **65** dargestellt wird. Folglich kann der ähnliche erste Übergang **64** eines anderen Paares in einem anderen Satz von Übergängen in Bezug auf den ersten, z.B. vom Schreibelement **60** geformten Übergang des Paares in dem einen Satz fehlerhaft justiert werden. Bei einer gegebenen Impulszeitsteuerung ist die geometrische Länge der "B"-Übergänge folglich streng proportional zur Geschwindigkeit des Bandes im Laufwerk der Servoschreibeinrichtung. Ein Fehler bei der Geschwindigkeit der Servoschreibeinrichtung führt zu einem Servopositionsfehler bei dem Spurverfolgungs-Servosystem und führt zu einer fehlerhaften Justierung der Datenspur.

**[0044]** Mit Bezugnahme auf die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) stellt die vorliegende Erfindung ein genaueres zeitsteuerungsbasiertes Servomuster mit linearer Servospur bereit, wobei eine Servoschreibeinrichtung mit mindestens drei in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen verwendet wird, von denen zwei eine parallele azimuthale Ausrichtung aufweisen und mindestens eines eine andere azimuthale Ausrichtung als die beiden mit paralleler azimuthaler Ausrichtung aufweist. Vorzugsweise befindet sich das Schreibelement mit der anderen azimuthalen Ausrichtung zwischen den beiden Schreibelementen mit paralleler azimuthaler Ausrichtung.

**[0045]** In der Ausführungsform von [Fig. 4](#) werden drei Schreibelemente **70**, **71** und **72** bereitgestellt, von denen zwei Schreibelemente **70** und **72** eine parallele azimuthale Ausrichtung aufweisen und das Schreibelement **71** eine andere azimuthale Ausrichtung als die beiden mit paralleler azimuthaler Ausrichtung aufweist und sich zwischen den beiden Schreibelementen mit paralleler azimuthaler Ausrichtung befindet.

**[0046]** In der Ausführungsform von [Fig. 5](#) werden vier in einem bestimmten Abstand angeordnete Schreibelemente **80** bis **83** bereitgestellt. Zwei Schreibelemente **80** und **82** haben eine parallele azimuthale Ausrichtung, und die Schreibelemente **81** und **83** haben eine andere azimuthale Ausrichtung als die beiden mit paralleler azimuthaler Ausrichtung (und sind parallel zueinander). Eines der Schreibelemente mit der anderen azimuthalen Ausrichtung **81** befindet

sich zwischen den beiden Schreibelementen mit paralleler azimuthaler Ausrichtung. Alternativ können die beiden Schreibelemente **81** und **83** eine parallele azimuthale Ausrichtung und die Schreibelemente **80** und **82** eine andere azimuthale Ausrichtung aufweisen, wobei das Schreibelement **82** sich zwischen den beiden Schreibelementen mit paralleler azimuthaler Ausrichtung befindet.

**[0047]** Mit Bezugnahme auf die [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) wird ein zeitsteuerungs-basiertes Servomuster mit linearer Servospur von einer Servoschreibeinrichtung erzeugt, die die Schreibelemente **70** bis **72** von [Fig. 4](#) aktiviert, wenn ein Laufwerk das lineare Datenspeichermedium entlang eines durch die Mittellinie **78** dargestellten Pfades über die Schreibelemente bewegt. Eine Quelle von zeitgesteuerten Impulsen veranlasst die in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente **70** bis **72** zum gleichzeitigen Schreiben, so dass die Übergänge auf dem linearen Datenspeichermedium den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen entsprechen. Beispielsweise werden die Übergänge **90**, **91** und **92** auf dem linearen Datenspeichermedium gleichzeitig geschrieben und entsprechen demnach den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen **70**, **71** und **72**. Ein vollständiges Muster von jeweils 5 Übergängen wird durch die eckige Klammer **94** dargestellt.

**[0048]** Folglich legen die in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente **70** bis **72** sowohl den Abstand zwischen Übergängen mit einer unterschiedlichen azimuthalen Ausrichtung, den Abstand "A", als auch den Abstand zwischen Übergängen mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung, den Abstand "B", fest. Daher beziehen sich sowohl die "A"- als auch die "B"-Zeitsteuerung auf denselben Moment des Servoschreibvorgangs, und das Positionfehlersignal ist unabhängig von der Bandgeschwindigkeit des Servoschreibvorgangs. Beispielsweise legt das gleichzeitige Schreiben mit den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen **70** und **71** sowohl die Übergänge **90** und **91** als auch den dazwischen liegenden "A"-Abstand **95** fest. Das gleichzeitige Schreiben mit den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen **70** und **72** legt sowohl die Übergänge **90** und **92** als auch den dazwischen liegenden "B"-Abstand **96** fest. Folglich stellt das gleichzeitige Schreiben mit den drei in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen ein genaueres zeitsteuerungs-basiertes Servomuster mit linearer Servospur bereit.

**[0049]** In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden Sätze von zeitgesteuerten Impulsen den Schreibelementen zugeführt, wobei jeder Satz von Impulsen ein Muster von Übergängen schreibt, z.B. das Muster **94** von Übergängen, und die Sätze von Impulsen werden in einem bestimmten

Abstand übertragen, um ein Überschreiben eines Musters von Übergängen durch ein anderes zu verhindern, z.B. wird ein Muster **97** in einem bestimmten Abstand geschrieben, um ein Überschreiben der Übergänge des Musters **94** zu verhindern.

**[0050]** Die Darstellung von [Fig. 6B](#) zeigt eine Anordnung der Übergänge zur Bereitstellung einer Synchronisierung der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen gemäß der obigen Definition von "Synchronisierung". Insbesondere werden in der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen die Übergänge mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung an einem Ende eines Musters, z.B. der Übergang **98** des Musters **94**, mit den Übergängen mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung am entgegengesetzten Ende des nächsten Musters, z.B. mit dem Übergang **99** des Musters **97**, fortgesetzt. Folglich werden die fortgesetzten Übergänge so verknüpft, dass sie eine andere Anzahl von Übergängen als der Rest der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen aufweisen, wodurch eine Synchronisierung der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen bereitgestellt wird.

**[0051]** Mit Bezugnahme auf die [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) wird das zeitsteuerungs-basierte Servomuster mit linearer Servospur von einer Servoschreibeinrichtung erzeugt, die die Schreibelemente **80** bis **83** von [Fig. 5](#) aktiviert, wenn ein Laufwerk das lineare Datenspeichermedium entlang eines durch die Mittellinie **88** dargestellten Pfades über die Schreibelemente bewegt. Eine Quelle von zeitgesteuerten Impulsen veranlasst die in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente **80** bis **83** zum gleichzeitigen Schreiben, so dass die Übergänge auf dem linearen Datenspeichermedium den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen entsprechen und unabhängig von der Geschwindigkeit der Servoschreibeinrichtung sind. Beispielsweise werden die Übergänge **100**, **101**, **102** und **103** auf dem linearen Datenspeichermedium gleichzeitig geschrieben und entsprechen demnach den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen **80**, **81**, **82** und **83**. Ein vollständiges Muster von jeweils 5 Übergängen wird durch die eckige Klammer **105** dargestellt.

**[0052]** Folglich legen die in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente **80** bis **83** sowohl den Abstand zwischen Übergängen mit einer unterschiedlichen azimuthalen Ausrichtung, den Abstand "A", als auch den Abstand zwischen Übergängen mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung, den Abstand "B", fest. Beispielsweise legt das gleichzeitige Schreiben mit den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen **80** und **81** sowohl die Übergänge **100** und **101** als auch den dazwischen liegenden "A"-Abstand **106** fest. Das gleichzei-

tige Schreiben mit den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen **80** und **82** legt sowohl die Übergänge **100** und **102** als auch den dazwischen liegenden "B"-Abstand **107** fest. Auf ähnliche Weise legt das gleichzeitige Schreiben mit den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen **82** und **83** sowohl die Übergänge **102** und **103** als auch den dazwischen liegenden "A"-Abstand **108** fest. Das gleichzeitige Schreiben mit den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen **81** und **83** legt sowohl die Übergänge **101** und **103** als auch den dazwischen liegenden "B"-Abstand **109** fest. Folglich stellt das gleichzeitige Schreiben mit den vier in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen ein genaueres zeitsteuerungs-basiertes Servomuster mit linearer Servospur bereit.

**[0053]** Eine alternative Synchronisierungsausführungsform wird durch die Anordnung der [Fig. 5](#) und [Fig. 7B](#) bereitgestellt, wobei eine gerade Anzahl der Schreibelemente **80** bis **83** verwendet wird. Die Quelle von zeitgesteuerten Impulsen führt den Schreibelementen **80** bis **83** für jeden der abwechselnden Sätzen von Impulsen eine andere Anzahl von Impulsen zu. Folglich werden die Schreibelemente **80** bis **83** so gespeist, dass sie abwechselnde Muster mit unterschiedlichen Anzahlen von Übergängen schreiben, wodurch eine Synchronisierung der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen bereitgestellt wird. Beispielsweise wird das Muster **105** mit 5 Impulsen geschrieben, wobei 5 Sätze von Übergängen geschrieben werden, und das abwechselnde Muster **115** wird mit 4 Impulsen geschrieben, wobei 4 Sätze von Übergängen geschrieben werden, wodurch die Synchronisierung bereitgestellt wird.

**[0054]** Mit Bezugnahme auf die [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) wird ein zeitsteuerungs-basiertes Servomuster mit linearer Servospur erzeugt, das das in [Fig. 2](#) dargestellte Muster kopiert, jedoch mit feststehendem Abständen "A" und "B". Das Servomuster wird von einer Servoschreibeinrichtung erzeugt, bei der die Impulsquelle gesondert mit den Schreibelementen **80** und **81** sowie mit den Schreibelementen **82** und **83** von [Fig. 5](#) verbunden ist, wie erläutert wird.

**[0055]** Ein Laufwerk bewegt das lineare Datenspeichermedium entlang eines durch die Mittellinie **88** dargestellten Pfades über die Schreibelemente. Wie in [Fig. 8B](#) dargestellt wird, führt eine Quelle von zeitgesteuerten Impulsen allen Schreibelementen Impulse zu, um die in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente **80** bis **83** zum gleichzeitigen Schreiben von 4 Übergängen zu veranlassen, so dass die Übergänge auf dem linearen Datenspeichermedium den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen entsprechen. Beispielsweise werden in einem durch die eckige Klam-

mer **118** dargestellten Muster von Übergängen die Übergänge **120**, **121**, **122** und **123** auf dem linearen Datenspeichermedium gleichzeitig geschrieben und entsprechen demnach den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen **80**, **81**, **82** und **83**.

**[0056]** Folglich legen die in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente **80** bis **83** sowohl den Abstand zwischen Übergängen mit einer unterschiedlichen azimutalen Ausrichtung, den Abstand "A", als auch den Abstand zwischen Übergängen mit einer parallelen azimutalen Ausrichtung, den Abstand "B", fest. Beispielsweise legt das gleichzeitige Schreiben mit den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen **80** und **81** sowohl die Übergänge **120** und **121** als auch den dazwischen liegenden "A"-Abstand **126** fest. Das gleichzeitige Schreiben mit den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen **80** und **82** legt sowohl die Übergänge **120** und **122** als auch den dazwischen liegenden "B"-Abstand **127** fest. Die Abstände können auch festgelegt werden, wie oben in Bezug auf [Fig. 7B](#) bezüglich der Schreibelemente **82** und **83** für einen Abstand "A" und der Schreibelemente **81** und **83** für einen Abstand "B" erläutert wurde. Folglich stellt das gleichzeitige Schreiben mit den vier in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen oder mit drei der vier Schreibelemente ein genaueres zeitsteuerungs-basiertes Servomuster mit linearer Servospur bereit.

**[0057]** Als eine weitere alternative Synchronisierungsausführungsform wird die Quelle von zeitgesteuerten Impulsen mit zwei benachbarten Schreibelementen von [Fig. 5](#) und gesondert mit den anderen Schreibelementen verbunden. In der Anordnung der [Fig. 5](#) und [Fig. 8B](#) wird die Quelle von zeitgesteuerten Impulsen folglich mit zwei benachbarten Schreibelementen **80** und **81** und gesondert mit den anderen Schreibelementen **82** und **83** verbunden. Die Quelle von zeitgesteuerten Impulsen überträgt einen Satz von zeitgesteuerten Impulsen an alle der in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente **80** bis **83** zum gleichzeitigen Schreiben, wie oben erläutert wurde, um die Abstände zwischen den Übergängen festzulegen, die hier als "erste" zeitgesteuerte Impulse bezeichnet werden, und außerdem mindestens einen zusätzlichen zeitgesteuerten Impuls lediglich an die beiden benachbarten Schreibelemente **80** und **81**, der hierin als ein "zweiter" zeitgesteuerter Impuls bezeichnet wird, um zur Synchronisierung verschiedene Anzahlen von Übergängen im Muster zu schreiben. Beispielsweise wird ein zusätzlicher zeitgesteuerter Impuls den Schreibelementen **80** und **81** zugeführt, um die Übergänge **128** und **129** zu schreiben, wobei eine andere Anzahl von Übergängen in diesem Teil des Musters und eine Synchronisierung der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen bereitgestellt werden.

Für Fachleute ist es klar, dass diese Servoschreibeinrichtung durch die gesonderte Verbindung des Paares von Schreibelementen **80**, **81** und des Paares von Schreibelementen **82**, **83** in [Fig. 5](#) in der Lage ist, jedes Muster zu schreiben, das mit dem Servoschreibeinrichtungskopf nach dem Stand der Technik in [Fig. 3](#) geschrieben werden kann, durch die gleichzeitige Impulsgabe kann sie jedoch die im Servoschreibeinrichtungskopf integrierte Fähigkeit zur genauen Kopie des Musters von 4 Übergängen bereitstellen.

**[0058]** In [Fig. 9](#) wird ein Servoschreibkopf **400** mit mehreren Luftspalten (multiple gap servo write head) auf der Grundlage der US-Patentschrift Nr. 5 689 384 dargestellt. Der dargestellte Kopf umfasst einen Ferritring **402** mit einem strukturierten Polschuhbereich (patterned pole piece region) **404** aus NiFe (oder einem anderen geeigneten magnetischen Material). Zwei Ferritblöcke **406**, **408** bilden den Hauptteil des Schreibkopfes und werden durch ein gläsernes Distanzstück (glass spacer) **411** voneinander getrennt. Kreuzförmige Schlitze **412** sind in den Kopf geschnitten worden, um eingeschlossene Luft zu entfernen, wenn der Kopf in Betrieb mit einem Magnetband ist. Der Polschuhbereich **404** wird durch fotolithographische Verfahren in der Form der gewünschten Servomuster **414** von Schreibelementen strukturiert, wie Fachleuten bekannt ist.

**[0059]** Eine Spule **420** ist durch einen Verkabelungsschlitz **422** um einen der Ferritblöcke gewickelt, um den Kopf zu vervollständigen.

**[0060]** [Fig. 10](#) stellt eine Ausführungsform eines Prozesses zur Erzeugung eines Magnetbandes **504** mit den oben erläuterten Servomustern dar, wobei eine Ausführungsform einer Servoschreibeinrichtung **502** gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Alternative Ausführungsformen einer Servoschreibeinrichtung **502** werden in den [Fig. 11](#) bis [Fig. 13](#) dargestellt.

**[0061]** Ein Laufwerk, das eine Abwickelspule (supply reel) **520**, eine Aufwickelrolle (take-up reel) **522** und Rollen **505** umfasst, bewegt das Magnetband **504** in der Richtung des Pfeils **512** über einen Schreibkopf **510**, der die strukturierten Schreibelemente aufweist. Der Schreibkopf ist so wie der in [Fig. 9](#) dargestellte Kopf **400** mit den Schreibelementen von [Fig. 4](#) oder [Fig. 5](#). Wenn das Band **504** über den Servoschreibkopf **510** bewegt wird, werden den Schreibelementen Impulse zugeführt, wie in der US-Patentschrift Nr. 5 689 384 erläutert wird, um die Schreibelemente zu aktivieren und das Servomuster auf dem Band aufzuzeichnen. Der Mustergenerator **516** überträgt die Musterimpulse an einen Impulsgenerator **518**, der den Kopf entsprechend den Musterimpulsen aktiviert. Ein Servolesekopf **524** liest das aufgezeichnete Servomuster und überträgt ein Servosignal an einen Vorverstärker **526**, um eine ver-

stärkte Version des Servosignals zur Überprüfung des Servomusters an eine Musterüberprüfungseinrichtung (pattern verifier) **528** zu übertragen. Falls Fehler gefunden werden, die zu einer unannehmbaren Qualität des Servomusters führen, betätigt die Überprüfungseinrichtung einen Markierungskopf für ein fehlerhaftes Band (bad-tape marking head), um eine magnetische Markierung auf dem Band **504** zu platzieren, so dass fehlerhafte Bandabschnitte nicht in eine Bandkassette geladen werden.

**[0062]** [Fig. 11](#) stellt eine Ausführungsform der Servoschreibeinrichtung dar, die die Schreibelemente **70** bis **72** von [Fig. 4](#) im Servoschreibkopf verwendet. Der Mustergenerator **516** betätigt den Impulsgenerator **518**, um Impulse bereitzustellen, die die in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente **70** bis **72** zum gleichzeitigen Schreiben veranlassen, so dass die Übergänge, z.B. die Übergänge **90**, **91** und **92** von [Fig. 6B](#) gleichzeitig geschrieben werden und bei zusätzlich gleichzeitig geschriebenen Übergängen ein vollständiges Muster von jeweils 5 Übergängen bilden, wie durch die eckige Klammer **94** dargestellt wird.

**[0063]** Folglich legen die in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente **70** bis **72** sowohl den Abstand zwischen Übergängen mit einer unterschiedlichen azimutalen Ausrichtung, den "A"-Abstand **95**, als auch den Abstand zwischen Übergängen mit einer parallelen azimutalen Ausrichtung, den "B"-Abstand **94**, fest.

**[0064]** Wie oben erläutert wurde, sind die Impulse Sätze von zeitgesteuerten Impulsen, die den Schreibelementen zugeführt werden, wobei jeder Satz von Impulsen ein Muster von Übergängen schreibt, z.B. das Muster **94** von Übergängen, und in einem bestimmten Abstand übertragen wird, um das Überschreiben eines Musters von Übergängen durch ein anderes zu verhindern, z.B. wird ein Muster **97** in einem bestimmten Abstand geschrieben, um das Überschreiben von Übergängen des Musters **94** zu verhindern.

**[0065]** Die vom Mustergenerator **516** und vom Impulsgenerator **518** bereitgestellte Zeitsteuerung der Impulse stellt zusätzlich eine Synchronisierung bereit, wie oben beschrieben wird. Insbesondere in [Fig. 6B](#) werden die Übergänge mit einer parallelen azimutalen Ausrichtung an einem Ende eines Musters, z.B. der Übergang **98** des Musters **94**, mit den Übergängen mit einer parallelen azimutalen Ausrichtung am entgegengesetzten Ende des nächsten Musters, z.B. mit dem Übergang **99** des Musters **97**, fortgesetzt. Folglich werden die fortgesetzten Übergänge so verknüpft, dass sie eine andere Anzahl von Übergängen als der Rest der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen aufweisen, wodurch eine Synchronisierung der sich wie-

derholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen bereitgestellt wird.

**[0066]** [Fig. 12](#) stellt eine Ausführungsform der Servoschreibeinrichtung dar, die die Schreibelemente **80** bis **83** von [Fig. 5](#) im Schreibkopf **510** verwendet. Der Mustergenerator **516** steuert den Impulsgenerator **518** so, dass er Impulse bereitstellt, die die in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente **80** bis **83** zum gleichzeitigen Schreiben veranlassen, so dass die Übergänge, z.B. die Übergänge **100**, **101**, **102** und **103** von [Fig. 7B](#) gleichzeitig geschrieben werden, und mit zusätzlichen gleichzeitig geschriebenen Übergängen ein vollständiges Muster von jeweils 5 Übergängen bilden, das durch die eckige Klammer **105** dargestellt wird.

**[0067]** Folglich legen die Schreibelemente **80** bis **83** sowohl den Abstand zwischen Übergängen mit einer unterschiedlichen azimutalen Ausrichtung, den "A"-Abstand **106**, **108**, als auch den Abstand zwischen Übergängen mit einer parallelen azimutalen Ausrichtung, den "B"-Abstand **107**, **109**, fest. Folglich stellt das gleichzeitige Schreiben mit den vier in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen ein genaueres zeitsteuerungs-basiertes Servomuster mit linearer Servospur bereit.

**[0068]** Mit Bezugnahme auf die [Fig. 12](#), [Fig. 5](#) und [Fig. 7B](#) wird eine Synchronisierung durch den Mustergenerator **516** und den Impulsgenerator **518** bereitgestellt, die für jeden von abwechselnden Sätzen von Impulsen eine andere Anzahl von Impulsen an die Schreibelemente **80** bis **83** übertragen. Folglich werden die Schreibelemente **80** bis **83** so gespeist, dass sie abwechselnde Muster mit verschiedenen Anzahlen von Übergängen schreiben, wodurch eine Synchronisierung der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen bereitgestellt wird. Beispielsweise wird das Muster **105** mit 5 Impulsen geschrieben, wobei 5 Sätze von Übergängen geschrieben werden, und das abwechselnde Muster **115** wird mit 4 Impulsen geschrieben, wobei 4 Sätze von Übergängen geschrieben werden, wodurch eine Synchronisierung bereitgestellt wird. Wie oben erläutert wird, ist die Zeitsteuerung der Impulse außerdem so, dass Sätze von Übergängen in einem bestimmten Abstand geschrieben werden, um ein Überschreiben zu verhindern.

**[0069]** [Fig. 13](#) stellt eine Ausführungsform der Servoschreibeinrichtung dar, wobei die Schreibelemente **80** bis **83** von [Fig. 5](#) im Schreibkopf **510** verwendet werden, wobei der Mustergenerator **516** gesondert mit dem Impulsgenerator **518** und dem Impulsgenerator **519** verbunden ist. Folglich ist die Impulsquelle gesondert mit den Schreibelementen **80** und **81** sowie mit den Schreibelementen **82** und **83** verbunden. Der Schreibkopf **510** ist ein einzelner feststehender Kopf mit zwei Bereichen, in denen sich Schreibe-

mente befinden und die gesondert aktiviert werden, wie von Fachleuten verstanden wird.

**[0070]** Mit zusätzlicher Bezugnahme auf [Fig. 8B](#) überträgt die Quelle von zeitgesteuerten Impulsen bei Bewegung des Magnetbandes **504** über die Schreibelemente durch ein Laufwerk Impulse an alle Schreibelemente, um die in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente **80** bis **83** zum gleichzeitigen Schreiben von 4 Übergängen zu veranlassen, so dass die Übergänge auf dem linearen Datenspeichermedium den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen entsprechen.

**[0071]** Beispielsweise werden in dem durch die eckige Klammer **118** dargestellten Muster von Übergängen die Übergänge **120**, **121**, **122** und **123** gleichzeitig geschrieben und entsprechen demnach den in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelementen **80**, **81**, **82** und **83**. Folglich legen die in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente **80** bis **83** sowohl den Abstand zwischen Übergängen mit einer unterschiedlichen azimutalen Ausrichtung, den "A"-Abstand **126**, als auch den Abstand zwischen Übergängen mit einer parallelen azimutalen Ausrichtung, den "B"-Abstand **127**, fest.

**[0072]** Die Verbindung der Quelle von zeitgesteuerten Impulsen mit zwei benachbarten Schreibelementen **80** und **81** von [Fig. 5](#) und die gesonderte Verbindung der anderen Schreibelemente **82** und **83** ermöglichen es, dass das Muster synchronisiert wird und ähnlich wie das Muster von [Fig. 2](#) erscheint. Wie oben erläutert wird, übertragen der Mustergenerator **516** und die Impulsgeneratoren **518** und **519** erste zeitgesteuerte Impulse an alle der in einem bestimmten Abstand angeordneten Schreibelemente **80** bis **83**, um die Übergänge gleichzeitig zu schreiben, um die Abstände zwischen den Übergängen festzulegen. Zur Bereitstellung einer Synchronisierung steuert der Mustergenerator **516** lediglich den Impulsgenerator **518** an, um mindestens einen zweiten zeitgesteuerten Impuls lediglich an die beiden benachbarten Schreibelemente **80** und **81** zu übertragen, um verschiedene Anzahlen der Übergänge im Muster zu schreiben. Folglich werden zusätzliche Übergänge von weniger als allen der Schreibelemente geschrieben. Dies fügt Übergänge zu einem Teil des Musters hinzu, deren Anzahl geringer als die der gleichzeitig geschriebenen Übergänge ist. Beispielsweise wird ein zweiter zeitgesteuerter Impuls an die Schreibelemente **80** und **81** übertragen, um die Übergänge **128** und **129** zu schreiben, wodurch eine andere Anzahl von Übergängen in diesem Teil des Musters und eine Synchronisierung der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen bereitgestellt werden. Wie oben erläutert wird, ist die Zeitsteuerung der Impulse wiederum so, dass Sätze von Übergängen in einem bestimmten Abstand geschrieben werden, um ein Überschreiben zu verhindern.

**[0073]** Fachleute verstehen, dass alternative Anordnungen des Mustergenerators und des Impulsgenerators/der Impulsgeneratoren und alternative Zeitsteuerungen der zeitgesteuerten Impulse mit alternativen Anordnungen der Schreibelemente verwendet werden können, um Muster von Übergängen zu erzeugen, die außerdem die Abstände "A" und die Abstände "B" festlegen.

**[0074]** [Fig. 14](#) stellt ein Beispiel eines Bandlaufwerksystems **10** dar, das einen Spurverfolgungs-Servomechanismus verwendet, der mit einem Band mit einem zeitsteuerungs-basierten Servomuster mit linearer Servospur der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann. Das Bandlaufwerk **12** nimmt eine Bandkassette **14** auf und ist durch eine Verbindung **18** mit einem Hostsystem **16** verbunden. Die Bandkassette umfasst ein Gehäuse **19**, das ein Magnetband **20** mit einer bestimmten Länge enthält. Das Bandlaufwerk **12** ist zur Verwendung mit einer bestimmten Länge eines Magnetbandes mit einem zeitsteuerungs-basierten Servomuster mit linearer Servospur angeordnet. Das Bandlaufwerk liest die Servodaten, wenn der Servolesekopf einen Pfad entlang des Servomusters verfolgt, und erzeugt ein Positionssignal, um die Position eines Datenkopfes zu steuern, wie in Bezug auf [Fig. 1](#) erläutert wird.

**[0075]** Im Servomuster werden die Abstände "A" und die Abstände "B" gemäß der vorliegenden Erfindung festgelegt, wodurch ein genaueres zeitsteuerungs-basiertes Servomuster mit linearer Servospur bereitgestellt wird.

### Patentansprüche

1. Servoschreibeinrichtung zum Erzeugen einer linearen Servospur eines zeitsteuerungs-basierten Servomusters in einer linearen Richtung auf einem linearen Datenspeichermedium, wobei das zeitsteuerungs-basierte Servomuster aus einer sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen mit zwei verschiedenen azimuthalen Ausrichtungen besteht, die sich seitlich von der linearen Servospur erstrecken, wobei die zeitsteuerungs-basierte Servospur während der Bewegung des linearen Datenspeichermediums in der linearen Richtung gemessen wird, indem die seitliche Positionierung in Bezug auf die lineare Servospur auf der Grundlage einer Messung der Zeit zwischen zwei Übergängen mit einer unterschiedlichen azimuthalen Ausrichtung im Vergleich zu der Zeit zwischen zwei Übergängen mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung ermittelt wird, wobei die Servoschreibeinrichtung gekennzeichnet ist durch:  
mindestens drei in einem bestimmten Abstand voneinander befindlichen Schreibelementen (**70**, **71**, **72**), wobei zwei der Schreibelemente eine parallele azimuthale Ausrichtung (**70**, **72**) aufweisen und mindestens eines der Schreibelemente eine andere azimu-

tale Ausrichtung (**71**) als die beiden Schreibelemente mit paralleler azimuthaler Ausrichtung aufweist; ein Laufwerk (**520**, **522**, **505**) zum Bewegen des linearen Datenspeichermediums in der linearen Richtung über die Schreibelemente; und eine Quelle (**518**) von zeitgesteuerten Impulsen, die mit den Schreibelementen verbunden ist und zeitgesteuerte Impulse bereitstellt, um die in einem bestimmten Abstand voneinander befindlichen Schreibelemente zu veranlassen, gleichzeitig zu schreiben, wobei Muster von Übergängen auf dem linearen Datenspeichermedium geschrieben werden, die den in einem bestimmten Abstand voneinander befindlichen Schreibelementen entsprechen, wenn das Laufwerk das lineare Datenspeichermedium über die Schreibelemente bewegt, wobei die in einem bestimmten Abstand voneinander befindlichen Schreibelemente einen Abstand zwischen den gleichzeitig geschriebenen Übergängen mit einer unterschiedlichen azimuthalen Ausrichtung und einen Abstand zwischen den gleichzeitig geschriebenen Übergängen mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung festlegen.

2. Servoschreibeinrichtung nach Anspruch 1, wobei sich mindestens eines der Schreibelemente mit einer anderen azimuthalen Ausrichtung zwischen den beiden Schreibelementen mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung befindet.

3. Servoschreibeinrichtung nach einem beliebigen vorhergehenden Anspruch, wobei die Quelle von zeitgesteuerten Impulsen Sätze von Impulsen an die Schreibelemente überträgt, wobei jeder Satz von Impulsen ein Muster von Übergängen schreibt, und die Sätze von Impulsen in bestimmten Abständen überträgt, um ein Überschreiben eines Musters von Übergängen durch ein anderes zu verhindern.

4. Servoschreibeinrichtung nach Anspruch 3, wobei sich mindestens eines der Schreibelemente mit der anderen azimuthalen Ausrichtung zwischen den beiden Schreibelementen mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung befindet; und wobei die Quelle von zeitgesteuerten Impulsen außerdem die Sätze von Impulsen in einem bestimmten Abstand bereitstellt, so dass in der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen die Übergänge mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung an einem Ende von einem Muster mit den Übergängen mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung am gegenüberliegenden Ende des nächsten Musters fortgesetzt werden, so dass die fortlaufenden Übergänge mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung des einen Musters und das nächste Muster verknüpft werden, so dass sie eine andere Anzahl von Übergängen haben als der Rest der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen, wodurch eine Synchronisierung der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen bereitgestellt wird.

5. Servoschreibeinrichtung nach Anspruch 3, die eine gerade Anzahl der Schreibelemente umfasst, und wobei die Quelle von zeitgesteuerten Impulsen eine andere Anzahl der Impulse bereitstellt, um die Sätze von an die Schreibelemente übertragenen Impulsen zu ändern, wobei die Sätze von Impulsen wechselnde Muster mit unterschiedlichen Anzahlen von Übergängen schreiben, wodurch eine Synchronisierung der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen bereitgestellt wird.

6. Servoschreibeinrichtung nach Anspruch 3, wobei die Quelle von zeitgesteuerten Impulsen mit mindestens zwei benachbarten Schreibelementen verbunden ist und gesondert mit anderen Schreibelementen verbunden ist, wobei die Quelle von zeitgesteuerten Impulsen erste zeitgesteuerte Impulse an alle in einem bestimmten Abstand voneinander befindlichen Schreibelemente überträgt, um gleichzeitig zu schreiben, um die Abstände zwischen den Übergängen festzulegen, und zusätzlich mindestens einen zweiten zeitgesteuerten Impuls an weniger als alle und an mindestens die beiden benachbarten Schreibelemente überträgt, um für die mindestens zwei benachbarten Schreibelemente eine andere Anzahl von Impulsen bereitzustellen, um dadurch verschiedene Anzahlen von Übergängen im Muster zu schreiben, wodurch eine Synchronisierung der sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen bereitgestellt wird.

7. Verfahren zur Erzeugung eines zeitsteuerungsbasierten Servomusters mit einer linearen Servospur in einer linearen Richtung auf einem linearen Datenspeichermedium, wobei das zeitsteuerungsbasierte Servomuster aus einer sich wiederholenden zyklischen periodischen Folge von Übergängen mit zwei unterschiedlichen azimuthalen Ausrichtungen besteht, die sich seitlich von der linearen Servospur erstrecken, wobei die zeitsteuerungsbasierte Servospur während der Bewegung des linearen Datenspeichermediums in der linearen Richtung abgetastet wird, indem die seitliche Positionierung in Bezug auf die lineare Servospur auf der Grundlage einer Messung der Zeit zwischen zwei Übergängen mit einer unterschiedlichen azimuthalen Ausrichtung im Vergleich zur Zeit zwischen zwei Übergängen mit einer parallelen azimuthalen Ausrichtung ermittelt wird, wobei das Verfahren durch die folgenden Schritte gekennzeichnet ist:

Bereitstellen von mindestens drei in einem bestimmten Abstand voneinander befindlichen Schreibelementen (**70**, **71**, **72**), wobei zwei der Schreibelemente eine parallele azimuthale Ausrichtung (**70**, **72**) und mindestens eines der Schreibelemente eine andere azimuthale Ausrichtung (**71**) als die beiden Schreibelemente mit paralleler azimuthaler Ausrichtung aufweisen;

Bewegen des linearen Datenspeichermediums in der linearen Richtung über die Schreibelemente; und

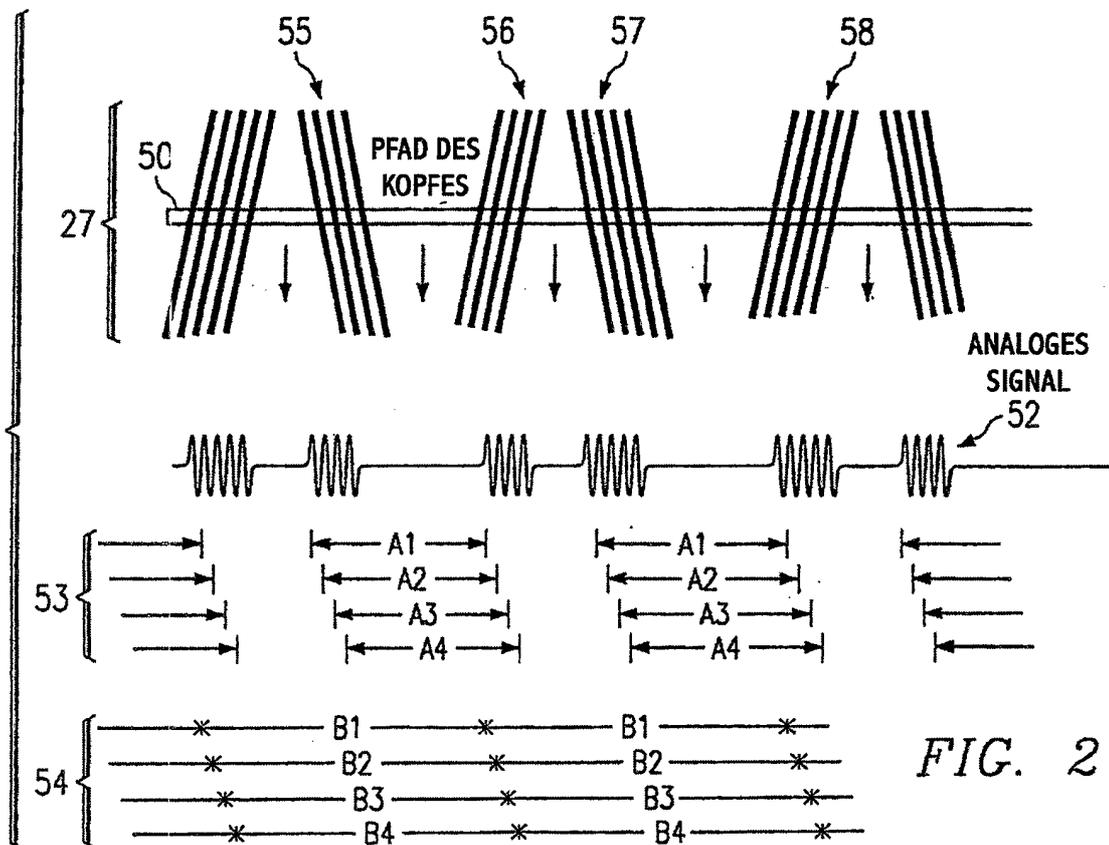
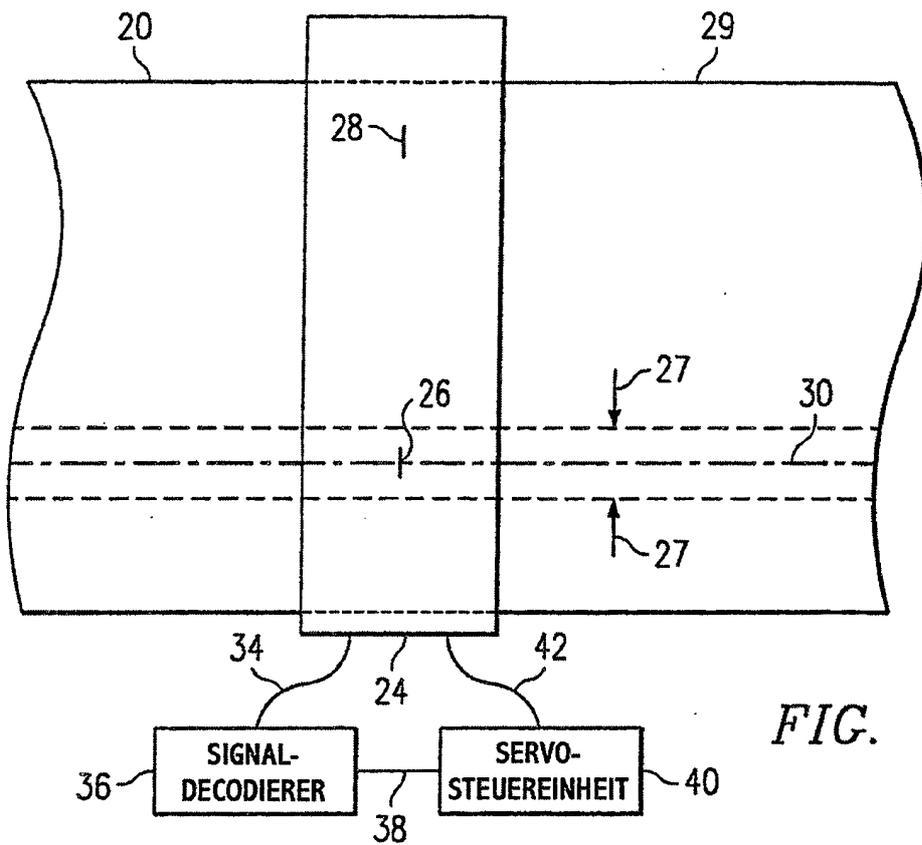
Bereitstellen von zeitgesteuerten Impulsen, um die in einem bestimmten Abstand voneinander befindlichen Schreibelemente zu veranlassen, gleichzeitig zu schreiben, wobei Muster von Übergängen auf dem linearen Datenspeichermedium geschrieben werden, die den in einem bestimmten Abstand voneinander befindlichen Schreibelementen entsprechen, wenn das Datenspeichermedium über die Schreibelemente bewegt wird, wobei die in einem bestimmten Abstand voneinander befindlichen Schreibelemente einen Abstand zwischen den gleichzeitig geschriebenen Übergängen mit unterschiedlicher azimuthaler Ausrichtung und einen Abstand zwischen den gleichzeitig geschriebenen Übergängen mit paralleler azimuthaler Ausrichtung festlegen.

8. Deutliches Muster von Übergängen zur Aufzeichnung von Servodaten in einer linearen Richtung auf einem linearen Datenspeichermedium, wobei das Muster gemäß dem Verfahren nach Anspruch 7 gebildet wird.

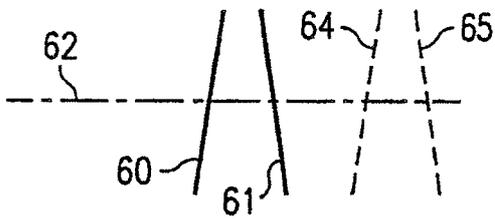
9. Magnetbandmedium mit zuvor aufgezeichneten Servodaten, die gemäß dem Verfahren nach Anspruch 7 gebildet werden.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

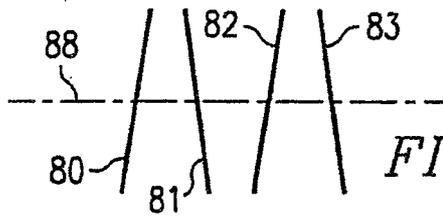
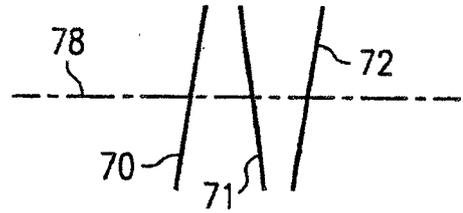
Anhängende Zeichnungen



**FIG. 3**  
(STAND DER TECHNIK)

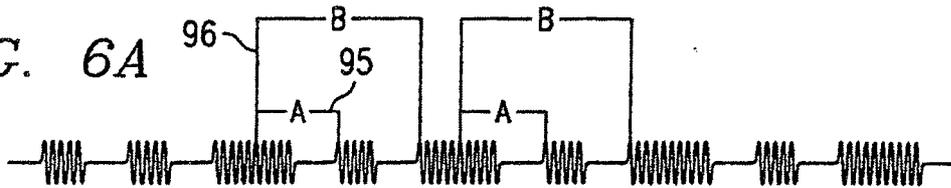


**FIG. 4**

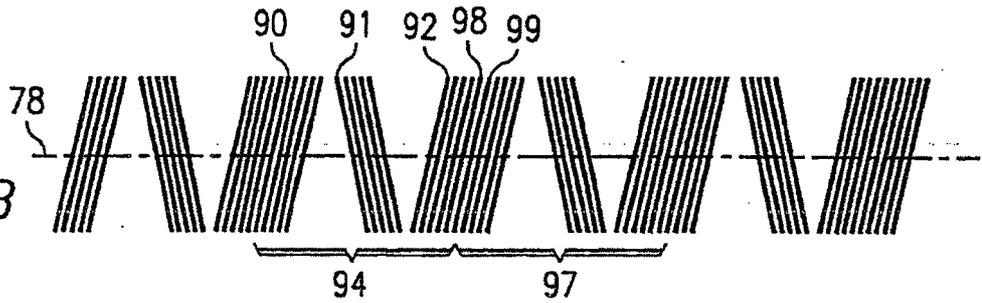


**FIG. 5**

**FIG. 6A**



**FIG. 6B**



**FIG. 7A**

