(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 37 259 T2** 2008.07.17

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 326 255 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 37 259.3**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 075 105.1**
(96) Europäischer Anmeldetag: **14.04.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.07.2003**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **03.10.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.07.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***G11C 14/00*** (2006.01)
G11C 7/20 (2006.01)
G11C 11/15 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
59871 **14.04.1998** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Micron Technology, Inc., Boise, Id., US

(74) Vertreter:
Henkel, Feiler & Hänzel, 80333 München

(72) Erfinder:
Gadbois, Jason B., Minneapolis, Minnesota 55413, US; Sather, Jeff S., Medina, Minnesota 55359, US; Thurst, Allan Jr., Anoka, Minnesota 55303, US

(54) Bezeichnung: **Nichtflüchtiges Speicherregister**

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

Hintergrund der Erfindung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf das Gebiet von elektronischen Speichervorrichtungen und genauer gesagt auf nichtflüchtige Speicherelemente, die einen gewünschten Zustand annehmen, wenn Leistung angelegt wird.

[0002] Die meisten digitalen elektronischen Vorrichtungen verwenden sowohl Logik-Gates als auch Speicherelemente, um Anfangs-Zwischen- und/oder End-Daten zu speichern. Die Speicherelemente werden verwendet, um anfängliche, dazwischenliegende und/oder abschließende Daten zu speichern. Die Logik-Gates werden verwendet, um die Daten den Speicherelementen bereitzustellen oder die Daten von diesen zu empfangen, und führen die notwendige Datenmanipulation durch. Bei einem typischen digitalen System sind die grundlegenden Speicher- oder Speicherelemente bistabile Logikschaltungen, die als Halteelemente Clatching elements bekannt sind. Es gibt zahlreiche Arten von Halteelementen, beispielsweise D-Haltevorrichtungen, RS-Haltevorrichtungen, JK-Haltevorrichtungen etc. Diese Halteelemente werden häufig kombiniert, um verschiedene Formen von Flipflops oder anderen Speichervorrichtungen zu bilden.

[0003] Halteelemente verwenden typischerweise einen oder mehrere Rückkopplungspfade, die eine gerade Anzahl von Inversionen aufweisen. Durch Bereitstellen einer geraden Anzahl von Inversionen verstärkt der Rückkopplungspfad den Datenzustand des Halteelements. Um einen gewünschten Zustand in das Halteelement zu schreiben, wird der Rückkopplungspfad typischerweise übersteuert, oder ein Schalter wird an dem Halteelement bereitgestellt. Das grundlegendste Halteelement umfasst ein Paar von kreuzgekoppelten Invertern. Es gibt jedoch zahlreiche andere bekannte Implementierungen.

[0004] Herkömmliche Halteelemente leiden unter einer Anzahl von Einschränkungen, von denen einige nachstehend beschrieben werden. Zuerst ist der Anfangszustand eines Halteelements typischerweise unbekannt. Diese Einschränkung kann eine Anzahl von Problemen in einer Schaltung oder einem System verursachen. Beispielsweise wird das Freigabesignal von ausgewählten Ausgangspuffern typischerweise entweder direkt oder indirekt durch den Zustand eines Halteelements gesteuert. Weil die Zustände der Halteelemente beim Hochfahren unbekannt sind, kann einer oder mehrere der Ausgangspuffer gleichzeitig freigegeben werden. Dies ist besonders problematisch, wenn die Ausgangspuffer mit einem bidirektionalen Bus gekoppelt sind, wobei ein Puffer versuchen kann, einen anderen zu übersteuern, wodurch erhebliche Leistung gezogen und möglicherweise Schaden an ausgewählten Schaltungselementen verursacht wird.

[0005] Um diese und andere Probleme abzuschwächen, erfordern viele Systeme eine Initialisierungsprozedur, die kurz nach dem Hochfahren auszuführen ist. Ein Zweck der Initialisierungsprozedur besteht darin, den Zustand ausgewählter Halteelemente zu initialisieren. Die Initialisierungsprozedur kann beispielsweise ausgewählte Halteelemente zurücksetzen, um die Ausgangspuffer einer Schaltung oder eines Systems zu sperren. Im Allgemeinen initialisiert die Initialisierungsprozedur ausgewählte Halteelemente, um die Vorrichtung für die anschließende Verarbeitung vorzubereiten. Das Erfordern einer Initialisierungsprozedur erhöht die Zeit, die erforderlich ist, um das System zu booten.

[0006] Eine weitere diesbezügliche Einschränkung vieler herkömmlicher Halteelemente ist, dass darin gespeicherte Daten verloren gehen, wenn die Strom- oder Spannungsversorgung verloren geht oder anderweitig unterbrochen wird. Beispielsweise gehen, wenn ein Personal-Computer oder ein anderes Datenverarbeitungssystem Strom- oder Spannungsversorgung verliert, die in den Halteelementen gespeicherte Daten verloren. Wenn die Strom- oder Spannungsversorgung wiederhergestellt wird, nimmt das Datenverarbeitungssystem einen Anfangszustand an, der sich nicht auf den Zustand des Datenverarbeitungssystems vor dem Strom- oder Spannungsversorgungsverlust bezieht. Häufig geht viel von der Verarbeitung verloren, die koinzidierend mit oder vor dem Strom- oder Spannungsversorgungsverlust abgeschlossen wird, oder muss rekonstruiert und/oder erneut ausgeführt werden, was eine zeitintensive und mühsame Aufgabe sein kann.

[0007] Bei Anwendungen mit hoher Zuverlässigkeit können eine primäre Strom- oder Spannungsversorgungsquelle und eine Hilfs-Strom- oder Spannungsversorgungsquelle bereitgestellt werden, um die Wahrscheinlichkeit zu verringern, dass die Halteelemente einen Strom- oder Spannungsversorgungsverlust erfahren werden. Bei derartigen Systemen wird eine Hilfs-Strom- oder Spannungsversorgungsquelle verwendet, wenn die primäre Strom- oder Spannungsversorgung ausfällt. Eine Einschränkung dieser Vorgehensweise besteht darin, dass ein erheblicher Zusatzaufwand, einschließlich einer Hilfs-Strom- oder Spannungsversorgungsquelle, eines Strom- oder Spannungsversorgungsverschlechterungs-Erfassungsmechanismus und eines Strom- oder Spannungsversorgungsabschaltungsmechanismus erforderlich ist. Außerdem ist die Hilfs-Strom- oder Spannungsversorgungsquelle häufig eine Batterie oder dergleichen, die eine begrenzte Lebensdauer aufweist. Daher kann, falls die primäre Strom- oder Spannungsversorgungsquelle für eine verlängerte Zeitspanne ausfällt, die Hilfs-Strom- oder Span-

nungsversorgungsquelle ebenfalls ausfallen, was bewirkt, dass die Halteelemente die darin gespeicherten Daten verlieren.

[0008] Eine weitere Vorgehensweise zum Minimieren des Verlusts von Daten nach einem Strom- oder Spannungsversorgungsausfall besteht darin, einen Audit-Trail bzw. ein elektronisches Logbuch für jede dem System vorgebrachte Transaktion beizubehalten. Bei einem derartigen System wird ein Audit-Trail periodisch in ein nichtflüchtiges Speichermedium, wie beispielsweise ein Magnetband oder Festplattenlaufwerk geschrieben. Der Audit-Trail umfasst typischerweise eine Auflistung des Status jeder Transaktion, die dem Prozessor vorgebracht wird. Wenn die Strom- oder Spannungsversorgung ausfällt, verlieren die Halteelemente in dem System die darin gespeicherten Daten, wie oben beschrieben ist. Nachdem die Strom- oder Spannungsversorgung wiederhergestellt ist, kann jedoch der Audit-Trail verwendet werden, um diesen Status jeder Transaktion zu rekonstruieren. Lediglich jene Transaktionen, die nicht abgeschlossen und gespeichert wurden, müssen zur Verarbeitung erneut vorgebracht werden. Dies kann die Menge der Datenverarbeitung beträchtlich verringen, die nach einem Strom- oder Spannungsversorgungsausfall erforderlich ist. Beträchtliche Zeit und Ressourcen sind jedoch typischerweise erforderlich, um die Audit-Traildaten zu lesen und den Status jeder Transaktion zu bestimmen.

[0009] Eine Veröffentlichung von Delbert Ballard mit dem Titel „Computer Memory Storage Device" (US-Patent Nr. 3 573 485) offenbart eine Flipflop-Schaltung, die mit einem Paar von elektronischen Schalteelementen gebildet wird. Ein passives Speicherelement ist in der Schaltung mit mindestens einem dieser Schalteelemente als ein Impedanzkoppler verbunden. Ein zu speicherndes digitales Signal wird in das passive Speicherelement geschrieben, wodurch seine wirksame Impedanz in der Schaltung geändert wird.

[0010] Eine Veröffentlichung von James Daughton mit dem Titel „Differential Arrangement Magnetic Memory Cell" (US-Patent 4 751 677) offenbart eine Speicherzelle mit einer Mehrzahl von Speicherstrukturen. Zwei magnetoresistive Speicherzellen werden in eine bistabile Schaltung oder Flipflop angeordnet.

[0011] Eine Veröffentlichung von Motorola, Inc. (europäische Patentanmeldung 0 776 011 A2) mit dem Titel „Magnetic Memory and Method Transfer" offenbart einen Magnetspeicher, der ein Magnetmaterial benutzt, um ein Magnetfeld in einem magnetischen Speicherzellenelement zu konzentrieren.

[0012] Die EP 0 293 231 offenbart einen Direktzugriffspeicher, der eine Mehrzahl von Speicherzellen aufweist. Jede Zelle umfasst ein magnetisches Speicherelement. Das Magnetspeicherelement umfasst einen dünnen Film aus Magnetmaterial, der auf einem Halbleiter-Substrat angeordnet ist, und ferner darauf Transistoren angeordnet hat, die in einer Flipflop-Konfiguration verbunden sind.

[0013] Es ist daher wünschenswert, ein Halteelement bereitzustellen, das einen gewünschten Zustand beim Hochfahren annimmt. Dies kann den Bedarf für eine Initialisierungsprozedur verringern oder eliminieren. Es ist ebenfalls wünschenswert, ein Halteelement bereitzustellen, das keine Daten verliert, wenn die Strom- oder Spannungsversorgung verloren geht oder anderweitig unterbrochen wird. Dies kann den Bedarf verringern, eine Hilfs-Strom- oder Spannungsversorgungsquelle und/oder Audit-Trailsystem oder dergleichen bereitzustellen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0014] Die Erfindung stellt einen nichtflüchtigen Speicher gemäß Anspruch 1 bereit.

[0015] Die Haltevorrichtung kann die Merkmale eines oder mehrerer der abhängigen Ansprüche 1 bis 13 umfassen.

[0016] Die Erfindung überwindet viele der Nachteile des Standes der Technik durch Bereitstellen eines bistabilen Halte- oder Speicherelements, das einen bekannten Anfangszustand beim Hochfahren annimmt. Die Erfindung stellt ebenfalls ein Halteelement bereit, das keine Daten verliert, wenn die Strom- oder Spannungsversorgung verloren geht oder anderweitig unterbrochen wird. Dies wird durch Aufnehmen eines oder mehrerer Magnetmittel oder Elemente benachbart dem Halteelement erreicht. Die Magnetmittel oder Elemente weisen vorzugsweise mindestens zwei stabile magnetoresistive Zustände auf. Durch Programmieren der Magnetelemente auf geeignete Widerstandswerte kann das Halteelement einen gewünschten oder bekannten Anfangszustand beim Hochfahren annehmen. Indem die Magnetelemente jedes Mal programmiert werden, wenn das Halteelement während des normalen Funktionsbetriebs beschrieben wird, können darin gespeicherten Daten nicht verloren gehen, wenn die Strom- oder Spannungsversorgung verloren oder anderweitig unterbrochen wird.

[0017] Ein Halte- oder Speicherelement kann durch eine Strom- oder Spannungsversorgung angeschaltet werden und selektiv ein Datenbit mit einem oder zwei stabilen Zuständen speichern. Ein erstes Magnetelement kann zwischen einem ersten Abschnitt des Halteelements oder der Strom- oder Spannungsversorgung angeordnet sein. Das erste Magnetelement kann einen ersten magnetisch programmierbaren Widerstand bereitstellen, der das Halteelement veranlasst, einen gewünschten der beiden stabilen

Zustände beim Hochfahren der Strom- oder Spannungsversorgung anzunehmen. Ein zweites Magnetelement kann ebenfalls zwischen einem zweiten Abschnitt des Halteelements und der Strom- oder Spannungsversorgung angeordnet sein, um einen zweiten magnetisch programmierbaren Widerstand bereitzustellen, der von dem ersten magnetisch programmierbaren Widerstand verschieden sein kann. Das zweite Magnetelement kann dem Halteelement beim Annehmen des gewünschten der beiden stabilen Zustände beim Hochfahren der Strom- oder Spannungsversorgung helfen.

[0018] Eine Eingangsspannungsversorgungsschaltung benachbart dem Halteelement kann sowohl einen ersten Widerstand als auch ein erstes Magnetelement aufweisen, wobei der erste Widerstand und das erste Magnetelement in einer Halbbrücken-Konfiguration verbunden sind. Die Eingangsspannung kann dann von dem Verbinden des ersten Widerstands und des ersten Magnetelements bereitgestellt werden. Durch Programmieren des ersten Magnetelements, den geeigneten Widerstandswert aufzuweisen, kann die Eingangsspannung eingestellt werden, um den gewünschten Zustand in das Halteelement beim anfänglichen Hochfahren zu schreiben. Die Eingangsspannungversorgungsschaltung kann ferner einen zweiten Widerstand und ein zweites Magnetelement aufweisen, wobei der zweite Widerstand und das zweite Magnetelement in einer zweiten Halbbrückenkonfiguration verbunden sind. Die Eingangsspannung kann dann zwischen dem Verbinden des ersten Widerstands und des ersten Magnetelements und dem Verbinden des zweiten Widerstands und des zweiten Magnetmittels oder Elements bereitgestellt werden.

[0019] Um die Eingangsspannungs-Amplitude zu maximieren, wird das erste Magnetelement vorzugsweise in einen vorbestimmten der beiden magnetischen programmierbaren Widerstandswerte programmiert, und das zweite Magnetelement wird vorzugsweise in den entgegengesetzten der beiden magnetisch programmierbaren Widerstandswerte programmiert. Dies nimmt natürlich an, dass sowohl das erste als auch das zweite Magnetelement in benachbarten Zweigen der entsprechenden Halbbrückenschaltungen positioniert sind. Es wird in Erwägung gezogen, dass ein Selektor zwischen der Eingangsspannungsversorgungsschaltung und dem Halteelement positioniert sein kann, um dem Speicherelement die Eingangsspannung selektiv bereitzustellen. Der Selektor wird vorzugsweise aktiviert, nachdem das Hochfahren im Gange oder abgeschlossen ist.

[0020] Es wird in Erwägung gezogen, dass Magnetelemente programmiert werden können, indem ein Schreibstrom benachbart den entsprechenden Magnetelementen geleitet wird. Der Schreibstrom magnetisiert die Magnetelemente in einen von zwei stabilen Magnetzuständen. Der Magnetzustand steuert den Widerstandswert des entsprechenden Magnetelements. Durch Ändern der Richtung des Schreibstroms bezogen auf das entsprechende Magnetelement kann der Magnetzustand und somit der Widerstand des Magnetelements geändert werden.

[0021] Wie oben angegeben ist, ist es wünschenswert, das erste Magnetelement in einen Zustand und das zweite Magnetelement in den entgegengesetzten Zustand zu programmieren (d. h. zu beschreiben). Die ersten und zweiten Magnetelemente können in entgegengesetzte Zustände durch Verwenden einer einzigen Schreibleitung geschrieben werden. Die einzige Schreibleitung wird ausgelegt, um sich dem ersten Magnetelement aus einer ersten Richtung und dem zweiten Magnetelement aus einer entgegengesetzten Richtung zu nähern. Bei dieser Konfiguration erzeugt der durch die Schreibleitung laufende Schreibstrom ein Magnetfeld, das das erste Magnetelement aus einer ersten Richtung und das zweite Magnetelement aus der entgegengesetzten Richtung schneidet. Demgemäß schreibt der Schreibstrom einen ersten Zustand in das erste Magnetelement und einen entgegengesetzten Zustand in das zweite Magnetelement. Durch Wählen der Richtung des Schreibstroms können die ersten und zweiten Magnetelemente in gewünschte jedoch entgegengesetzte Zustände geschrieben werden.

[0022] Eine Schreibleitung mit zwei getrennten Schichten kann bereitgestellt werden. Vorzugsweise wird eine obere Schicht über dem Magnetelement und eine untere Schicht unter dem Magnetelement bereitgestellt. Strom kann in einer einzigen Richtung, beispielsweise von links nach rechts, durch eine ausgewählte der beiden Schichten bereitgestellt werden. Wenn Strom durch die obere Schicht bereitgestellt wird, wird ein Zustand in das Magnetelement geschrieben. Wenn Strom durch die untere Schicht bereitgestellt wird, wird der entgegengesetzte Zustand in das Magnetelement geschrieben.

[0023] Zwei Schichten können elektrisch an einer Seite des Magnetelements verbunden sein. Bei dieser Konfiguration fließt Strom durch die obere Schicht durch die Verbindung und zurück durch die untere Schicht oder umgekehrt. Die durch die obere Schicht und die untere Schicht bereitgestellten Magnetfelder sind somit additiv, wodurch das Magnetfeld an dem Magnetelement erhöht und der Strom, der erforderlich ist, um die Vorrichtung anzuschalten, potentiell verringert wird.

[0024] Es wird in Erwägung gezogen, dass die Magnetelemente Materialien vom AMR-Typ, Materialien vom GMR-Typ, Materialien vom CMR-Typ, spinabhängige Vorrichtungen vom Tunneltyp, Vorrichtungen vom Spinventiltyp oder irgendein anderes Magnetmaterial oder irgendeine andere Vorrichtung aufwei-

sen können. Die Magnetelemente können "Pseudo"-Spinventilstrukturen sein. Eine Pseudo-Spinventilstruktur umfasst vorzugsweise ein elektrisch leitendes, magnetisch isolierendes Material, wie beispielsweise Cu, das zwischen zwei relativ harten aktiven ferromagnetischen Schichten, wie beispielsweise CoFe, angeordnet ist. Die beiden relativ harten aktiven ferromagnetischen Schichten umfassen vorzugsweise eine obere aktive ferromagnetische Schicht und eine untere aktive ferromagnetische Schicht. Die weicheren Mantelschichten aus Permalloy (NiCoFe) von einer herkömmlichen Spinventilstruktur, wie beispielsweise in dem US-Patent Nr. 5 595 830 an Daughton beschrieben ist, werden vorzugsweise entfernt.

[0025] Die obere aktive ferromagnetische Schicht ist vorzugsweise die Speicherschicht und die untere aktive ferromagnetische Schicht ist vorzugsweise eine harte Schicht. Um den Magnetisierungsvektor der oberen Speicher zu erlauben, sich als Antwort auf einen Schreibstrom zu drehen, wird die Dicke der oberen Speicherschicht bezogen auf die untere harte Schicht verringert. Der Unterschied in der Dicke der beiden ferromagnetischen Schichten erzeugt ein Differential in den Koerzitivkräften der beiden Schichten. Die Koerzitivkraft der dünneren Speicherschicht ist ausreichend klein, um dem Magnetisierungsvektor zu erlauben, sich als Antwort auf einen Schreibstrom zu drehen. Für Halteelemente wird die Koerzitivkraft der dünneren Speicherschicht ebenfalls ausreichend groß gemacht, um Entmagnetisierungsfelder der unteren harten Schicht daran zu hindern, den Magnetisierungsvektor der Speicherschicht anti-parallel zu dem Magnetisierungsvektor der harten Schicht zu drehen. Durch Eliminieren der weicheren Mantelschichten aus Permalloy NiCoFe von herkömmlichen Spinventilstrukturen vereinfacht die „Pseudo"-Spinventilstruktur den Filmstapel und somit den Ablagerungsprozess, behält das Material mit hohem Moment im Wesentlichen bei, auf große GMR-Verhältnisse, und erhöht die thermische Stabilität des Bits bei der Verarbeitung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0026] Weitere Aufgaben der Erfindung und viele der begleitenden Vorteile der Erfindung werden ohne Weiteres ersichtlich, wenn diese durch Bezug auf die folgende ausführliche Beschreibung in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen besser verstanden wird, in denen gleiche Bezugsziffern gleiche Teile überall in den Figuren kennzeichnen und in denen zeigen:

[0027] Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Speicher-Haltevorrichtung einschließlich einer programmierbaren Eingangsspannungsversorgungsschaltung, die mit einem herkömmlichen Halte- oder Speicherelement gekoppelt ist;

[0028] Fig. 2 eine teilweise perspektivische Ansicht eines Halteelements, das zwei, über der elektronischen Schaltungsanordnung angeordnete Magnetelemente aufweist;

[0029] Fig. 3 eine schematische Ansicht eines magnetischen Halteelements, das veranschaulichende Schreibleitungen zeigt, die über den Magnetelementen liegen;

[0030] Fig. 4 eine schematische Ansicht einer veranschaulichenden Zweischicht-Wortleitungsstruktur zum selektiven Schreiben eines gewünschten Zustands in ein Magnetelement;

[0031] Fig. 5 eine schematische Ansicht noch einer weiteren Zweischicht-Wortleitungsstruktur zum selektiven Schreiben eines gewünschten Zustands in ein Magnetelement;

[0032] Fig. 6A eine veranschaulichende teilweise perspektivische Seitenansicht eines Pseudo-Spinventil-Magnetelements (PSV-Magnetelements);

[0033] Fig. 6B eine veranschaulichende Querschnittsseitenansicht des Pseudo-Spinventil-(PSV)-Magnetelements von Fig. 6A; und

[0034] Fig. 7 eine erfindungsgemäße nichtflüchtige Haltevorrichtung.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

[0035] Fig. 1 ist eine schematische Ansicht einer Speicher-Haltevorrichtung mit einer programmierbaren Eingangsspannungsversorgungsschaltung **10**, die mit einem herkömmlichen Halte- oder Speicherelement **12** gekoppelt ist. Die Eingangsspannungsversorgungsschaltung **10** stellt dem Halteelement **12** beim Hochfahren eine Eingangsspannung bereit, wobei die Eingangsspannung eine von zwei Zuständen annimmt. Die Eingangsspannungsversorgungsschaltung **10** umfasst mindestens ein Magnetelement, das mindestens zwei stabile Zustände aufweist. Durch Programmieren des Magnetelements, um den geeigneten Widerstandswert aufzuweisen, kann die Eingangspannung eingestellt werden, um den gewünschten Zustand in das Halteelement **12** beim anfänglichen Hochfahren zu schreiben.

[0036] Die Eingangsspannungsversorgungsschaltung **10** umfasst sowohl einen ersten Widerstand **14** als auch ein erstes Magnetelement **16**, wobei der erste Widerstand **14** und ein erstes Magnetelement **16** in einer ersten Halbbrücken-Konfiguration verbunden sind. Die Eingangsspannung wird dann von der Verbindung **18** des ersten Widerstands und des ersten Magnetelements **16** bereitgestellt. Durch Programmieren des ersten Magnetelements **16**, den geeigne-

ten Widerstandswert aufzuweisen, kann die Eingangsspannung eingestellt werden, um den gewünschten Zustand in das Halteelement **12** beim anfänglichen Hochfahren zu schreiben.

[0037] Die Eingangsspannungsversorgungsschaltung **10** kann ferner einen zweiten Widerstand **20** und ein zweites Magnetelement **22** aufweisen, wobei der zweite Widerstand und das zweite Magnetelement **22** ebenfalls in einer Halbbrücken-Konfiguration verbunden sind. Der erste Widerstand **14**, das erste Magnetelement **16**, ein zweiter Widerstand **20** und ein zweites Magnetelement **22** bilden eine volle Brückenkonfiguration. Demgemäß kann die Eingangsspannung zwischen der Verbindung **18** des ersten Widerstands **14** und dem ersten Magnetelement **16** und der Verbindung **24** des zweiten Widerstands **20** und des zweiten Magnetelements **22** bereitgestellt werden. Die Eingangsspannung muss ausreichend hoch sein, um das kreuzgekoppelte Inverterpaar des Halteelements **12** zu übersteuern, um ein Schreiben zu bewirken.

[0038] Um die Eingangsspannungs-Amplitude zu maximieren, wird das erste Magnetelement **16** vorzugsweise in einen gewünschten der beiden magnetisch programmierbaren Widerstandszustände programmiert, und das zweite Magnetelement **22** wird in den entgegengesetzten programmierbaren Widerstandszustand programmiert. Obwohl nicht explizit gezeigt, wird in Erwägung gezogen, dass beide der Magnetelemente **16** und **22** in den oberen Zweigen der Brücke und die beiden Widerstände **14** und **20** in den unteren Zweigen bereitgestellt werden können. Auf ähnliche Weise wird in Erwägung gezogen, dass der zweite Widerstand **20** und das zweite Magnetelement **22** umgekehrt ersetzen können. Bei dieser letzteren Konfiguration kann die maximale Eingangsspannungs-Amplitude durch Programmieren des ersten Magnetelements **16** und des zweiten Magnetelements **22** in den gleichen Zustand erzielt werden.

[0039] Es wird in Erwägung gezogen, das ein Selektor **28** zwischen der Eingangsspannungsversorgungsschaltung und dem Halteelement **12** positioniert sein kann, um die Eingangsspannung dem Halteelement **12** selektiv zur Verfügung zu stellen. Wie gezeigt ist, kann der Selektor einen ersten Transistor **30** und einen zweiten Transistor **32** aufweisen. Vorzugsweise wird an die Gates der Transistoren **30** und **32** ein Auswahlsignal (Select) geliefert, nachdem das Hochfahren im Gange oder abgeschlossen ist.

[0040] Fig. 2 ist eine teilweise perspektivische Ansicht eines Halteelements mit einer elektronischen Schaltungsanordnung **60** und zwei Magnetelementen **42** und **44**, die über der elektronischen Schaltungsanordnung **60** angeordnet sind. Die elektronische Schaltungsanordnung **60** umfasst vorzugsweise ausgewählte Metallverbindungsschichten, Kontaktlöcher und Kontakte, die notwendig sind, um die elektronische Schaltungsanordnung mit den Magnetelementen **42** und **44** zu verbinden. Durch Bereitstellen der Magnetelemente nach dem Kontakt- und Kontaktlochverarbeitung, können höhere Dichten erzielt werden.

[0041] Fig. 3 ist eine schematische Ansicht eines magnetischen Halteelements, das veranschaulichende Schreibleitungen aufweist, die über den Magnetelementen **42** und **44** liegen. Die elektronische Schaltungsanordnung **60** wird unter den Magnetelementen in Phantomlinie gezeigt. Wie oben mit Bezug auf Fig. 1 angegeben ist, werden die Magnetelemente **42** und **44** vorzugsweise in einem gewünschten Zustand programmiert. Bei einigen Ausführungsformen ist es wünschenswert, die Magnetelemente **42** und **44** in den gleichen Zustand zu programmieren, während es bei anderen Ausführungsformen wünschenswert ist, die Magnetelemente **42** und **44** in entgegengesetzte Zustände zu programmieren.

[0042] Die meisten magnetoresistiven Speicherelemente können in einen von zwei Zuständen geschrieben werden. Dies wird typischerweise durchgeführt, indem eine Schreibleitung benachbart den Magnetelementen bereitgestellt und ein Schreibstrom durch die Schreibleitung geleitet wird. Der Schreibstrom erzeugt ein Magnetfeld, das das Magnetelement in einer von zwei Richtungen schneidet. Falls das Magnetfeld das Magnetelement in einer ersten Richtung schneidet, wird das Magnetelement in einen ersten Zustand geschrieben. Falls das Magnetfeld das Magnetelement in einer zweiten Richtung schneidet, wird das Magnetelement in einen zweiten Zustand geschrieben.

[0043] Mit Bezug insbesondere auf Fig. 3 wird eine erste Schreibleitung **70** über dem ersten Magnetelement **42** und eine zweite Schreibleitung **72** über dem zweiten Magnetelement **44** bereitgestellt. Ein „Phantomkästchen" wird bei **74** gezeigt, das unterschiedliche Funktionen abhängig von dem gewünschten Schreibschema darstellen kann. Das Phantomkästchen **74** verbindet einfach die erste Schreibleitung **70** und die zweite Schreibleitung **72**. Als solcher kann ein Schreibstrom I_1 die erste Schreibleitung **72** hinunter und zurück zu der zweiten Schreibleitung **74** geleitet werden. Unter der Annahme, dass das erste Magnetelement **42** und das zweite Magnetelement **44** jeweils harte Schichten aufweisen, die in der gleichen Richtung, beispielsweise von links nach rechts magnetisiert werden, wie bei **77** gezeigt ist, schreibt der Schreibstrom I_1 einen ersten resistiven Zustand in das erste Magnetelement **42** und einen entgegengesetzten resistiven Zustand in das zweite Magnetelement **44**. Die Richtung des Schreibstroms kann umgekehrt werden, um den in die ersten und zweiten Magnetelemente **42** und **44** geschriebenen Zustand umzukehren.

[0044] Das Phantomkästchen **74** kann entweder direkt oder indirekt die erste Schreibleitung **70** und die zweite Schreibleitung **72** mit einer vorbestimmten Spannung, wie beispielsweise Masse, verbinden. Die erste Schreibleitung **70** und die zweite Schreibleitung **72** steuern unabhängig den Schreibzustand der ersten und zweiten Magnetelemente **42** bzw. **44**.

[0045] Das Phantomkästchen **74** kann Logik oder dergleichen aufweisen, um zu helfen, das Schreiben der ersten und zweiten Magnetelemente **42** und **44** zu steuern. Beispielsweise kann das Phantomkästchen **74** einen Schalter aufweisen, der die erste Schreibleitung **70** und die zweite Schreibleitung selektiv verbindet. Dies kann besonders nützlich sein, wenn das erste Schreibsignal **76** und das zweite Schreibsignal **78** mehr als ein Halteelement bedienen. Der Schalter kann ein Grad von Steuerung bereitstellen, über den die Halteelemente während eines bestimmten Schreibzyklus beschrieben werden.

[0046] Fig. 4 ist eine schematische Ansicht einer veranschaulichenden Zweischicht-Wortleitungsstruktur zum selektiven Schreiben eines gewünschten Zustands in ein Magnetelement. Wie oben offenbart ist, können die Magnetelemente programmiert werden, indem ein Schreibstrom benachbart den entsprechenden Magnetelementen geleitet wird. Der Schreibstrom magnetisiert die Magnetelemente in einen von zwei stabilen Magnetzuständen. Durch Ändern der Richtung des Schreibstroms bezogen auf den Magnetisierungsvektor der harten Schicht des entsprechenden Magnetelements kann der Magnetzustand des Magnetelements geändert werden.

[0047] Die in Fig. 4 gezeigte Struktur verwendet eine Zweischicht-Wortleitungsstruktur, um einen von zwei Zuständen in das entsprechende Magnetelement **84** zu schreiben. Die Zweischicht-Wortleitung umfasst eine obere Wortleitung **80** und eine untere Wortleitung **82**, wobei die obere Wortleitung **80** über dem Magnetelement **84** und die untere Wortleitung **82** unter dem Magnetelement **84** positioniert ist. Die Enden der oberen und unteren Wortleitungen **80** und **82** sind entweder direkt mit Masse, wie bei **86** gezeigt ist, oder indirekt mit Masse durch einen strombegrenzenden Widerstand oder dergleichen (nicht gezeigt) gekoppelt. Bei dieser Konfiguration kann ein erster Treiber **88** einen Schreibstrom **96** durch die obere Wortleitung **80** bereitstellen, der ein erstes Magnetfeld erzeugt, das parallel zu dem veranschaulichenden Magnetisierungsvektor **92** der harten Schicht **94** ist, der einen ersten Zustand in das Magnetelement **84** schreiben kann. Ein zweiter Treiber **90** kann einen Schreibstrom **98** durch die untere Wortleitung **82** bereitstellen, der ein Magnetfeld erzeugt, das antiparallel zu dem veranschaulichenden Magnetisierungsvektor **92** der harten Schicht **94** ist, der einen entgegengesetzten Zustand in das Magnetelement **84** schreiben kann. Vorzugsweise wird lediglich einer der ersten und zweiten Treiber **88** und **90** zu einer beliebigen Zeit aktiviert.

[0048] Fig. 5 ist eine schematische Ansicht einer weiteren Zweischicht-Wortleitungsstruktur zum selektiven Schreiben eines gewünschten Zustands in ein Magnetelement. Die Struktur ist der Struktur von Fig. 4 mit der Ausnahme ähnlich, dass die obere Wortleitung **80** elektrisch mit der unteren Wortleitung **82** durch eine Verbindung verbunden ist, die schematisch bei **100** dargestellt ist. Um einen ersten Zustand in das Magnetelement **84** zu schreiben, stellt der erste Treiber **88** einen Schreibstrom **102** der oberen Wortleitung **80** durch die Verbindung **100**, durch die untere Wortleitung **82** und schließlich mit dem zweiten Treiber **90** bereit. Weil die Ströme durch die obere Wortleitung **80** und die untere Wortleitung **82** in entgegengesetzten Richtungen sind, sind die dadurch bereitgestellten Magnetfelder additiv. Dies kann das Magnetfeld an dem Magnetelement **84** bezogen auf die in Fig. 4 gezeigte Struktur wirksam verdoppeln, wobei der Schreibstrom potentiell verringert wird, der erforderlich ist, um in das Magnetelement **84** zu schreiben. Um den entgegengesetzten Zustand in das Magnetelement **84** zu schreiben, kann der zweite Treiber **90** einen Schreibstrom **104** an der unteren Wortleitung **82** durch die Verbindung **100**, durch die obere Wortleitung **80** und schließlich an dem ersten Treiber **88** bereitstellen. Die durch den Strom **104** in der unteren Wortleitung **82** und in der oberen Wortleitung **80** bereitgestellten Magnetfelder sind erneut additiv, wodurch der Schreibstrom, der erforderlich ist, um in das Magnetelement **84** zu schreiben, potentiell verringert wird.

[0049] Es wird in Erwägung gezogen, dass die obigen Wortleitungsstrukturen einen Magnetwächter aufweisen können, um das Magnetfeld bei dem Magnetelement weiter zu erhöhen.

[0050] Die Magnetelemente werden vorzugsweise mit „Pseudo"-Spinventilstrukturen gebildet, wie beispielsweise jene, die in Fig. 6A und Fig. 6B gezeigt werden. Mit Bezug insbesondere auf Fig. 6B umfasst die Pseudo-Spinventilstruktur vorzugsweise eine elektrisch leitende, magnetisch isolierende Schicht **110**, die zwischen zwei aktiven ferromagnetischen Schichten **112** und **114** angeordnet ist. Die elektrisch leitende, magnetisch isolierende Schicht **110** wird vorzugsweise aus Cu oder dergleichen gebildet, und die beiden aktiven ferromagnetischen Schichten **112** und **114** werden vorzugsweise aus einem harten Material, wie beispielsweise CoFe oder dergleichen, gebildet. Die weicheren Mantelschichten aus Permalloy (NiCoFe) einer herkömmlichen Spinventilstruktur (wie beispielsweise in dem US-Patent Nr. 5 595 830 an Daugthon beschrieben ist) werden vorzugsweise entfernt, und die untere CoFe-Schicht wird vorzugsweise direkt an einer Tantal-Keimschicht (nicht gezeigt) bereitgestellt.

[0051] Bei der in Fig. 6A und Fig. 6B gezeigten Struktur ist die obere aktive ferromagnetische Schicht **112** eine Speicherschicht und die untere aktive ferromagnetische Schicht **114** eine harte Schicht. Um dem Magnetisierungsvektor der oberen Speicherschicht **112** zu erlauben, sich als Antwort auf einen Schreibstrom zu drehen, wird die Dicke der oberen Speicherschicht **112** bezogen auf die untere harte Schicht **114** verringert. Der Unterschied in der Dicke der beiden CoFe-Schichten erzeugt ein Differential in den Koerzitivkräften der beiden Schichten. Die Koerzitivkraft der dünneren Speicherschicht **112** wird ausreichend groß ausgeführt, um die Entmagnetisierungsfelder der unteren harten Schicht **114** daran zu hindern, den Magnetisierungsvektor **116** der Speicherschicht **112** antiparallel zu dem Magnetisierungsvektor der harten Schicht **114** zu drehen. Durch Eliminieren der weicheren Mantelschichten aus Permalloy NiCoFe von herkömmlichen Spinventilstrukturen vereinfacht die „Pseudo"-Spinventilstruktur den Film-Stapel und somit den Aufbringungsprozess, behält das Material mit hohem Moment bei, das für große GMR-Verhältnisse unbedingt notwendig ist, und erhöht die thermische Stabilität der Bit-Durchgangsverarbeitung.

[0052] Fig. 7 zeigt eine erfindungsgemäße nichtflüchtige Haltevorrichtung **40**, die durch eine erste Spannung **51** und eine zweite Spannung **53** angetrieben wird, und mit:
einem ersten p-Kanal-Transistor **46** mit einem Gate-Anschluss, einem Source-Anschluss **50** und einem Drain-Anschluss, wobei der Source-Anschluss des ersten p-Kanal-Transistors **46** mit der ersten Spannung **51** verbunden ist;
einem ersten n-Kanal-Transistor **48** mit einem Gate-Anschluss, einem Source-Anschluss **52** und einem Drain-Anschluss, wobei der Drain-Anschluss des ersten n-Kanal-Transistors **48** mit dem Drain-Anschluss des ersten p-Kanal-Transistors **46** verbunden ist, und der Gate-Anschluss des ersten n-Kanal-Transistors **48** mit dem Gate-Anschluss des ersten p-Kanal-Transistors **46** verbunden ist;
einem zweiten p-Kanal-Transistor **62** mit einem Gate-Anschluss, einem Source-Anschluss **66** und einem Drain-Anschluss, wobei der Source-Anschluss **65** des zweiten p-Kanal-Transistors **62** mit der ersten Spannung **51** verbunden ist;
einem zweiten n-Kanal-Transistor **64** mit einem Gate-Anschluss, einem Source-Anschluss **68** und einem Drain-Anschluss, wobei der Drain-Anschluss des zweiten n-Kanal-Transistors **64** mit dem Drain-Anschluss des zweiten p-Kanal-Transistors **62** verbunden ist, und der Gate-Anschluss des zweiten n-Kanal-Transistors **64** mit dem Gate-Anschluss des zweiten p-Kanal-Transistors **62** verbunden ist;
wobei der Drain-Anschluss des ersten n-Kanal-Transistors **48** mit dem Gate-Anschluss des zweiten n-Kanal-Transistors **64** verbunden ist, und der Drain-Anschluss des zweiten n-Kanal-Transistors **64** mit dem Gate-Anschluss des ersten n-Kanal-Transistors **48** verbunden ist;
einem ersten Magnetmittel **42** zum Bereitstellen eines ersten magnetisch programmierbaren Widerstandswerts, das zwischen der Source **52** des ersten n-Kanal-Transistors **48** und der zweiten Spannung **53** verbunden ist; und
einem zweiten Magnetmittel **44** zum Bereitstellen eines zweiten magnetisch programmierbaren Widerstandswerts, das zwischen der Source **68** des zweiten n-Kanal-Transistors **64** und der zweiten Spannung **53** verbunden ist

[0053] Bei dieser Ausführungsform ist die erste Spannung **51** mit Bezug auf Masse positiv, und die zweite Spannung **53** ist Masse.

[0054] Indem somit die bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung beschrieben wurden, wird ein Fachmann ohne Weiteres erkennen, dass die hier gefundenen Lehren auf andere Ausführungsformen innerhalb des Schutzumfangs der hier beigefügten Ansprüche angewendet werden können.

Patentansprüche

1. Nichtflüchtige Haltevorrichtung (**40**), die durch eine erste Spannung (**51**) und eine zweite Spannung (**53**) angetrieben wird, mit:
einem ersten p-Kanal-Transistor (**46**) mit einem Gate-Anschluss, einem Source-Anschluss und einem Drain-Anschluss, wobei der Source-Anschluss (**50**) des ersten p-Kanal-Transistors (**46**) mit der ersten Spannung (**51**) verbunden ist;
einem ersten n-Kanal-Transistor (**48**) mit einem Gate-Anschluss, einem Source-Anschluss und einem Drain-Anschluss, wobei der Drain-Anschluss des ersten n-Kanal-Transistors (**48**) mit dem Drain-Anschluss des ersten p-Kanal-Transistors (**46**) verbunden ist, und der Gate-Anschluss des ersten n-Kanal-Transistors (**48**) mit dem Gate-Anschluss des ersten p-Kanal-Transistors (**46**) verbunden ist;
einem zweiten p-Kanal-Transistor (**62**) mit einem Gate-Anschluss, einem Source-Anschluss und einem Drain-Anschluss, wobei der Source-Anschluss (**65**) des zweiten p-Kanal-Transistors (**62**) mit der ersten Spannung (**51**) verbunden ist;
einem zweiten n-Kanal-Transistor (**64**) mit einem Gate-Anschluss, einem Source-Anschluss und einem Drain-Anschluss, wobei der Drain-Anschluss des zweiten n-Kanal-Transistors (**64**) mit dem Drain-Anschluss des zweiten p-Kanal-Transistors (**66**) verbunden ist, und der Gate-Anschluss des zweiten n-Kanal-Transistors (**64**) mit dem Gate-Anschluss des zweiten p-Kanal-Transistors (**62**) verbunden ist;
wobei der Drain-Anschluss des ersten n-Kanal-Transistors (**48**) mit dem Gate-Anschluss des zweiten n-Kanal-Transistors (**64**) verbunden ist, und der Drain-Anschluss des zweiten n-Kanal-Transistors

(**64**) mit dem Gate-Anschluss des ersten n-Kanal-Transistors (**48**) verbunden ist;
einem ersten Magnetmittel (**42**) zum Bereitstellen eines ersten magnetisch programmierbaren Widerstandswerts, das zwischen der Source (**52**) des ersten n-Kanal-Transistors (**48**) und der zweiten Spannung (**53**) verbunden ist; und
einem zweiten Magnetmittel (**44**) zum Bereitstellen eines zweiten magnetisch programmierbaren Widerstandswerts, das zwischen der Source (**68**) des zweiten n-Kanal-Transistors (**64**) und der zweiten Spannung (**53**) verbunden ist

2. Nichtflüchtige Haltevorrichtung (**40**) gemäß Anspruch 1, bei der das erste Magnetmittel (**42**) und zweite Magnetmittel (**44**) ein Material umfassen, das ausgewählt ist, aus einem Anisotrop-Magnetwiderstands-Material (AMR-Material), einem Riesen-Magnetwiderstands-Material (GMR-Material) und einem Kolosal-Magnetwiderstands-Material (CMR-Material) besteht.

3. Nichtflüchtige Haltevorrichtung (**40**) gemäß Anspruch 1, bei der das erste Magnetmittel (**42**) ein Spintunnelement umfasst.

4. Nichtflüchtige Haltevorrichtung (**40**) gemäß Anspruch 1, bei der das erste Magnetmittel (**42**) ein Spinventilelement umfasst.

5. Nichtflüchtige Haltevorrichtung (**40**) gemäß Anspruch 1, bei der die erste Spannung (**51**) bezogen auf Masse (**53**) positiv ist, und die zweite Spannung (**53**) Masse ist.

6. Nichtflüchtige Haltevorrichtung (**40**) gemäß Anspruch 1, ferner mit einem Programmiermittel (**70**) zum Programmieren des Widerstandswerts des ersten Magnetmittels (**42**).

7. Nichtflüchtige Haltevorrichtung (**40**) gemäß Anspruch 6, bei der der programmierbare Widerstandswert des ersten Magnetmittels (**42**) zwei stabile Zustände aufweist und das Programmiermittel (**70**) den Widerstandswert des ersten Magnetmittels programmiert, um in einem der beiden stabilen Zustande zu sein.

8. Nichtflüchtige Haltevorrichtung (**40**) gemäß Anspruch 7, bei der das Programmiermittel (**70**) ein Schreibmittel aufweist, das von dem ersten Magnetmittel beabstandet ist, zum Schreiben eines der beiden stabilen Zustände in das erste Magnetmittel.

9. Nichtflüchtige Haltevorrichtung (**40**) gemäß Anspruch 8, bei der der programmierbare Widerstandswert des zweiten Magnetmittels (**44**) zwei stabile Zustande aufweist und das Programmiermittel (**72**) den Widerstandswert des zweiten Magnetmittels (**44**) programmiert, um in einem der beiden stabilen Zustande zu sein.

10. Nichtflüchtige Haltevorrichtung (**40**) gemäß Anspruch 9, bei der das Programmiermittel (**72**) den Widerstandswert des zweiten Magnetmittels (**44**) in den von dem ersten Magnetmittel (**42**) entgegengesetzten Zustand programmiert.

11. Nichtflüchtige Haltevorrichtung (**40**) gemäß Anspruch 1, bei der das erste Magnetmittel (**42**) und zweite Magnetmittel (**44**) ein Anisotrop-Magnetwiderstands-Material (AMR-Material) umfassen.

12. Nichtflüchtige Haltevorrichtung (**40**) gemäß Anspruch 1, bei der das erste Magnetmittel (**42**) und zweite Magnetmittel (**44**) ein Riesen-Magnetwiderstands-Material (GMR-Material) umfassen.

13. Nichtflüchtige Haltevorrichtung (**40**) gemäß Anspruch 1, bei der das erste Magnetmittel (**42**) und zweite Magnetmittel (**44**) ein Kolosal-Magnetwiderstands-Material (CMR-Material) umfassen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

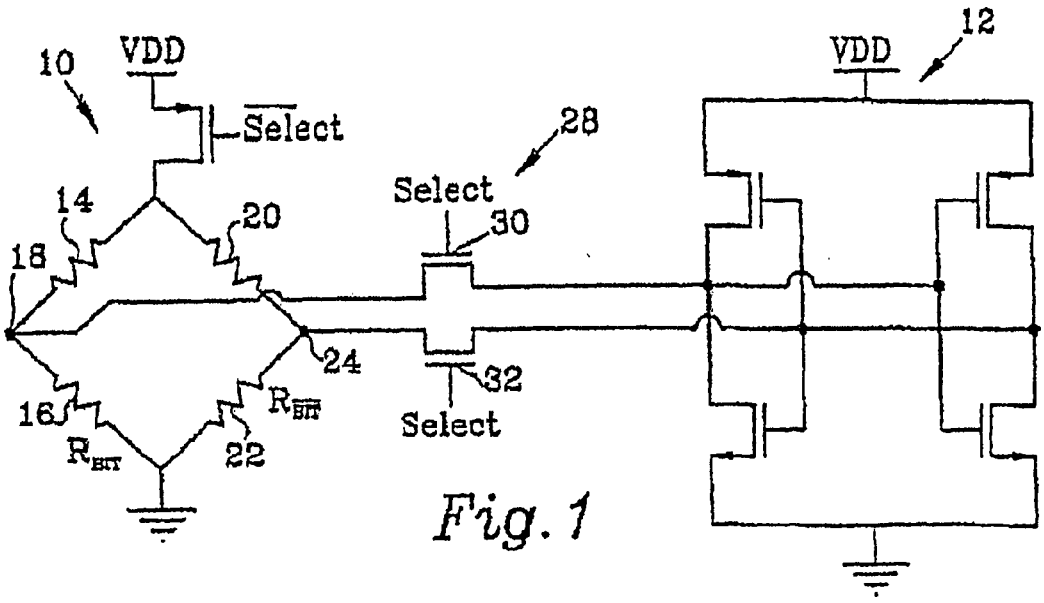


Fig. 1

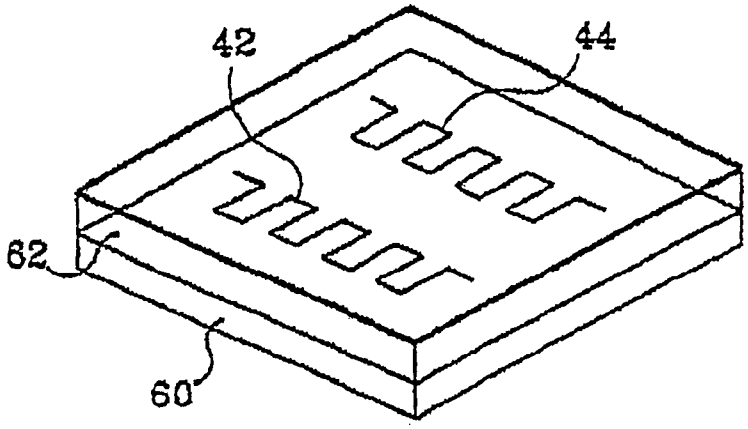

42
44
62
60

Fig. 2

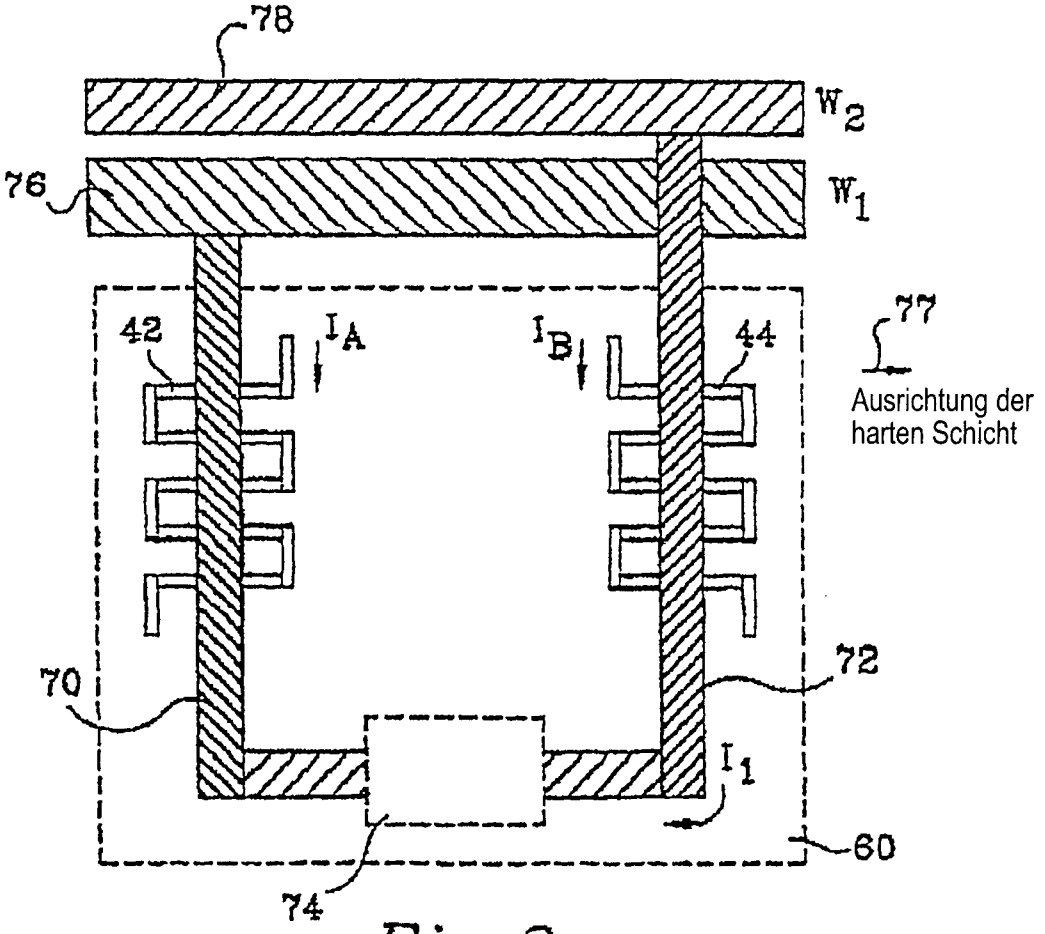

78
W_2
76
W_1
42
I_A
I_B
44
77
Ausrichtung der harten Schicht
70
72
I_1
60
74

Fig. 3

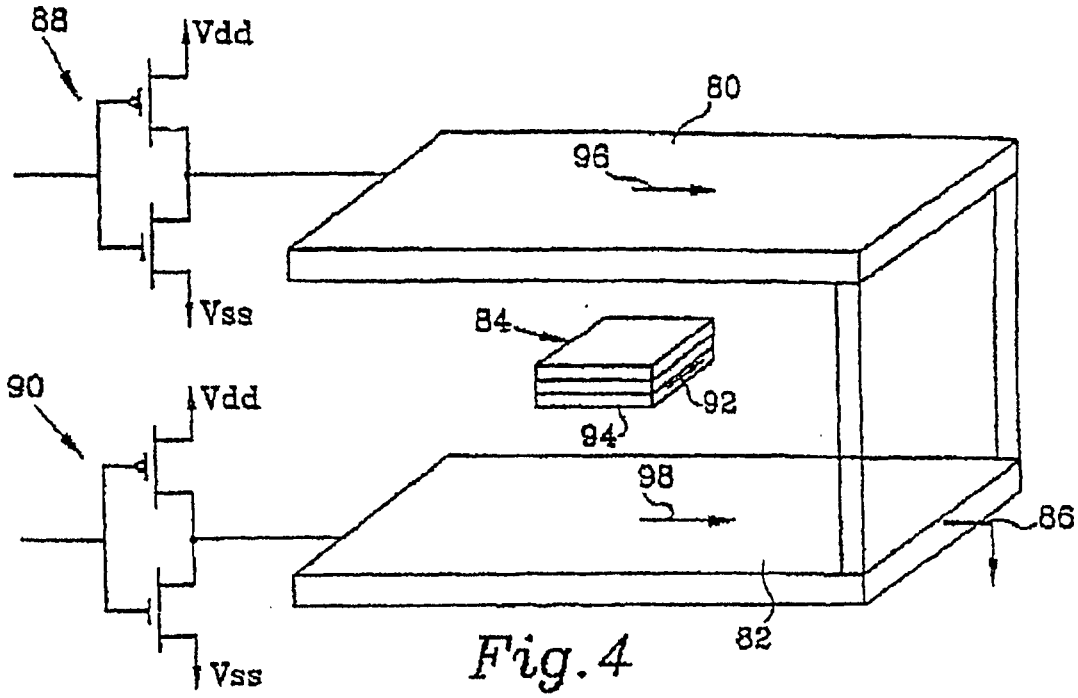

88
Vdd
80
96
Vss
84
90
Vdd
92
94
98
86
82
Vss

Fig. 4

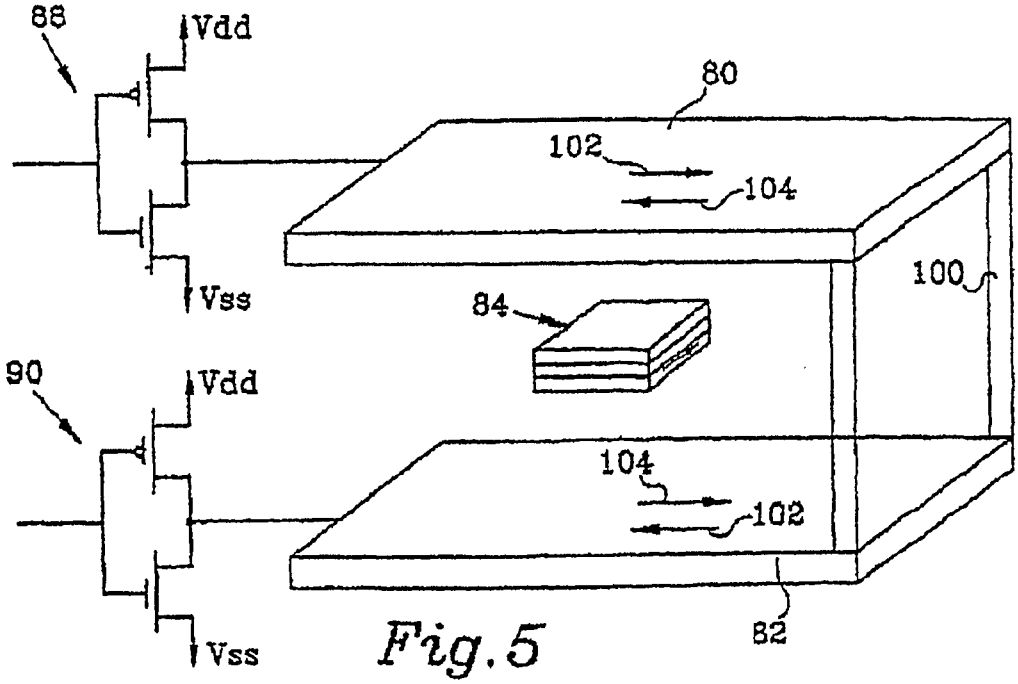

88
Vdd
80
102
104
Vss
100
84
90
Vdd
104
102
82
Vss

Fig. 5

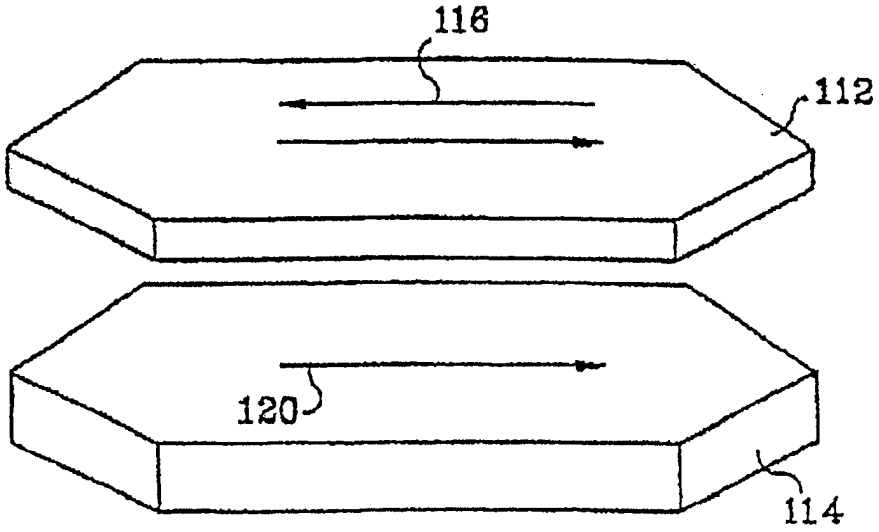


Fig. 6A

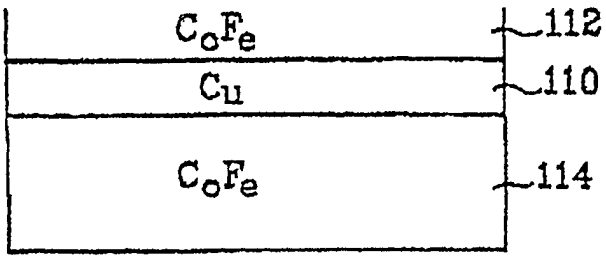


Fig. 6B

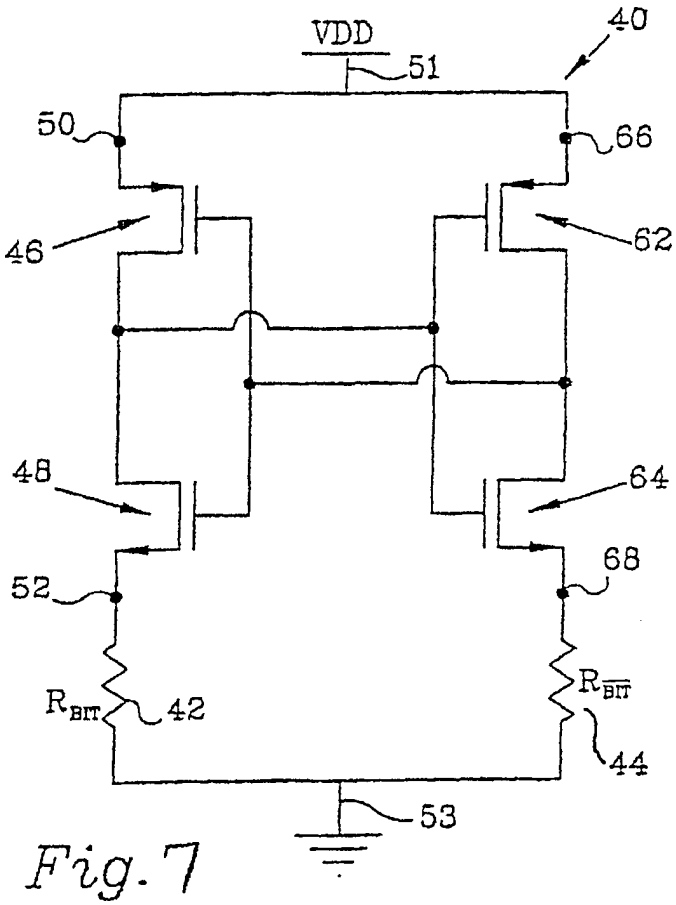


Fig. 7