



(10) **DE 10 2011 087 105 B4** 2022.09.29

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 087 105.5**
(22) Anmeldetag: **25.11.2011**
(43) Offenlegungstag: **06.06.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **29.09.2022**

(51) Int Cl.: **G11C 16/30** (2006.01)
G11C 7/00 (2006.01)
G11C 16/02 (2006.01)
G11C 16/06 (2006.01)
G11C 16/10 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
10-2010-0117950 25.11.2010 KR

(73) Patentinhaber:
**Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon-si,
Gyeonggi-do, KR**

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster &
Partner mbB, 70174 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:
**Choi, Yoon-Hee, Hwaseong, Kyonggi, KR; Park,
Kitae, Seongnam, Kyonggi, KR; Kim, BoGeun,
Suwon, Gyeonggi, KR**

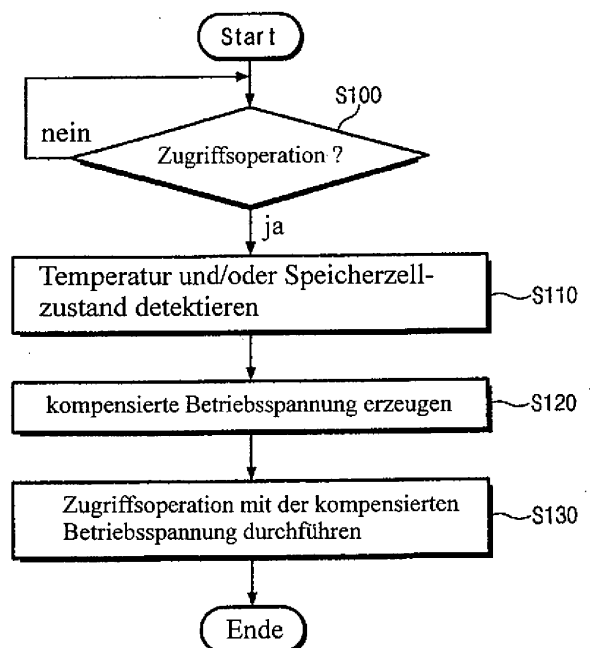
(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2007 / 0 291 567	A1
US	2010 / 0 149 899	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Erzeugen einer Betriebsspannung in einem nichtflüchtigen Speicherelement und nichtflüchtiges Speicherelement**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Erzeugen einer Betriebsspannung in einem nichtflüchtigen Speicherelement, das ein Speicherzellenfeld (100) aus nichtflüchtigen Speicherzellen aufweist, wobei das Verfahren umfasst:

- Detektieren eines Speicherzellenzustands in Form einer momentanen Temperatur des nichtflüchtigen Speicherelements,
- Erzeugen der Betriebsspannung, die an eine ausgewählte Speicherzelle des Speicherzellenfelds (100) anzulegen ist, in Abhängigkeit von einem Programmierdatenzustand (P1 bis P7) der ausgewählten Speicherzelle und
- Kompensieren der Betriebsspannung in Abhängigkeit von der momentanen Temperatur des nichtflüchtigen Speicherelements und dem Programmierdatenzustand (P1 bis P7) der ausgewählten Speicherzelle, wobei ein Kompensationsbetrag der Betriebsspannung bei der momentanen Temperatur von dem Programmierdatenzustand (P1 bis P7) abhängig ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen einer Betriebsspannung in einem nichtflüchtigen Speicherelement und ein nichtflüchtiges Speicherelement.

[0002] Halbleiterspeicher sind bedeutende mikroelektronische Komponenten in digitalen Logiksystemen, wie Computern und auf Mikroprozessoren basierten Anwendungen, die von Satelliten bis zu elektronischen Gebrauchsgütern reichen. Fortschritte bei der Fertigung von Halbleiterspeichern, darunter Prozessverbesserungen und Technologieentwicklungen, ermöglichen eine Größenbemessung, die eine höhere Integrationsdichte und schnellere Betriebsgeschwindigkeiten ergeben. Verbesserungen bei Halbleiterspeichern ermöglichen weiter die Leistungsfähigkeit beim Einsetzen von digitaltechnischen Systemen.

[0003] Halbleiterspeicherelemente können gemäß ihrer Funktionsweise entweder in flüchtig oder nichtflüchtig klassifiziert werden. Flüchtige Speicherelemente zeichnen sich durch relativ schnelle Betriebs-eigenschaften aus, verlieren aber gespeicherte Daten, wenn keine Energiezufuhr erfolgt. Flüchtige Speicherelemente beinhalten Direktzugriffsspeicher (Random Access Memory, RAM), die Daten entweder durch Einstellen des Logikzustands eines bistabilen Flip-Flops, wie bei einem statischen Direktzugriffsspeicher (Static Random Access Memory, SRAM), oder durch Aufladen eines Kondensators, wie bei einem dynamischen Direktzugriffsspeicher (Dynamic Random Access Memory, DRAM) speichern.

[0004] Nichtflüchtige Speicher verlieren gespeicherte Daten, wenn keine Energiezufuhr erfolgt, nicht und beinhalten beispielsweise Masken-Nur-Lese-Speicher (Mask Read-Only Memory, MROM), programmierbare Nur-Lese-Speicher (Programmable Read-Only Memory, PROM), löschbare programmierbare Nur-Lese-Speicher (Erasable Programmable Read-Only Memory, EPROM) und elektrisch löschbare programmierbare Nur-Lese-Speicher (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, EEPROM). Eine Datenspeicherung für einen nichtflüchtigen Speicher kann eine einmalige Verwendung oder eine umprogrammierbare Verwendung sein, je nach der zur Herstellung des Speicherelements verwendeten Technologie. Nichtflüchtige Speicher werden zum Speichern von Mikrocodes in einer breiten Vielfalt von Anwendungen in der Computer-, Bordelektronik- (Avionik-), Telekommunikations- und Elektronikproduktindustrie verwendet. Eine Kombination von flüchtigen Speicherverfahrensweisen mit Einzelchips sowie nichtflüchtigen Speicherverfahrensweisen ist für Speichereinrichtungen wie nichtflüchtige SRAM (nvSRAM) zur Ver-

wendung in Systemen, die schnelle, programmierbare nichtflüchtige Speicher erfordern, ebenfalls verfügbar. Außerdem wurden Dutzende spezieller Speicherarchitekturen entwickelt, die zusätzliche Logikschaltungen enthalten, die die Leistungsfähigkeit bei spezifischen Anwendungsaufgaben optimieren.

[0005] In der breiteren Klasse von nichtflüchtigen Speichern sind der MROM, der PROM und der EPROM nicht für freie Löscho- und Schreibvorgänge geeignet, die normal verfügbare Systemeinrichtungen und -kapazitäten nutzen. Daher sind sie für eine Verwendung bei vielen Anwendungen praktisch nicht geeignet. Hingegen ist der EEPROM so ausgebildet, dass er elektrisch gelöscht oder beschrieben werden kann. Deshalb hat der EEPROM für eine Verwendung in vielen verschiedenen Anwendungen, darunter Hilfsspeicher, häufig aktualisierte Speicherkomponenten usw. verbreitet Einsatz gefunden. Ein Flash-Speicher ist eine übliche Form des EEPROM und beinhaltet Flash-Speicher vom NAND-Typ und vom NOR-Typ.

[0006] Die Offenlegungsschrift US 2010/0149899 A1 offenbart Systeme und Verfahren zur Regelung der Spannung an einer Speicherzelle unter Verwendung von Nachschlagetabellen, in denen basierend auf Speicherzellenadressen Spannungskompensationsparameter abgelegt sind, die unter anderem Umgebungstemperatureffekte berücksichtigen.

[0007] Die Offenlegungsschrift US 2007/0291567 A1 offenbart ein nichtflüchtiges Speichersystem, das einen Satz von nichtflüchtigen Speicherelementen und eine oder mehrere Schaltungen umfasst, die über eine Vielzahl von Steuerleitungen mit dem Satz nichtflüchtiger Speicherelemente kommunizieren, wobei die eine oder mehreren Schaltungen mindestens eine erste Spannung an eine ausgewählte Steuerleitung anlegen, um einen Programmierzustand mindestens eines ersten nichtflüchtigen Speicherelements zu bestimmen, das der ausgewählten Steuerleitung zugeordnet ist, und während mindestens eines Teils einer Zeit, in der die mindestens eine erste Spannung angelegt wird, eine temperaturkompensierte Spannung an mindestens eine erste nichtausgewählte Steuerleitung anlegen, die mit dem Satz nichtflüchtiger Speicherelemente verbunden ist.

[0008] Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Erzeugen einer Betriebsspannung in einem nichtflüchtigen Speicherelement und ein nichtflüchtiges Speicherelement zur Verfügung zu stellen, die in hohem Maß zuverlässig sind, speziell unter Betriebsbedingungen mit Temperaturveränderungen.

[0009] Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, dass sie ein Verfahren zum Erzeugen einer Betriebsspannung in einem nichtflüchtigen Speicherelement mit den Merkmalen des Anspruch 1, 3 oder 7 und ein nichtflüchtiges Speicherelement mit den Merkmalen des Anspruchs 9 zur Verfügung stellt.

[0010] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben, deren Wortlaut hiermit durch Bezugnahme zum Inhalt dieser Beschreibung gemacht wird, um unnötige Textwiederholungen zu vermeiden.

[0011] In einer Ausführungsform stellt das erfinderische Konzept ein Verfahren zum Erzeugen einer Betriebsspannung in einem nichtflüchtigen Speicherelement, das ein Speicherzellenfeld aus nichtflüchtigen Speicherzellen aufweist, zur Verfügung, wobei das Verfahren umfasst: Detektieren mindestens eines Speicherzellenzustands einschließlich einer momentanen Temperatur des nichtflüchtigen Speicherelements, Erzeugen der Betriebsspannung, die an eine ausgewählte Speicherzelle des Speicherzellenfelds anzulegen ist, und Kompensieren der Betriebsspannung in Abhängigkeit von dem mindestens einen Speicherzellenzustand.

[0012] In einer anderen Ausführungsform stellt das erfinderische Konzept ein Verfahren zum Erzeugen einer Betriebsspannung in einem Speichersystem, das ein nichtflüchtiges Speicherelement mit einem Betriebsspannungsgenerator und ein Speicherzellenfeld aus nichtflüchtigen Speicherzellen umfasst, zur Verfügung, wobei das Verfahren umfasst: Speichern von Trimminformationen in einem Trimminformationsbereich des Speicherzellenfelds, wobei die Trimminformationen Spannungstrimminformationen umfassen, bei Inbetriebnehmen des nichtflüchtigen Speicherelements unter Verwendung der Trimmspannungsinformationen Konfigurieren mindestens einer Umsetzungstabelle (Nachschlagetabelle), die eine Mehrzahl von Kompensationsoffsetwerten speichert, Detektieren einer momentanen Temperatur des nichtflüchtigen Speicherelements, nach dem Empfangen eines Zugriffsbefehls, Initiieren des Ausführens einer Zugriffsoperation durch das nichtflüchtige Speicherelement, Erzeugen einer kompensierten Betriebsspannung durch Auswählen eines Offsetwerts aus der Mehrzahl von Kompensationsoffsetwerten, die in der mindestens einen Umsetzungstabelle gespeichert sind, in Abhängigkeit von der momentanen Temperatur, und Durchführen der Zugriffsoperation unter Verwendung der kompensierten Betriebsspannung.

[0013] In einer anderen Ausführungsform stellt das erfinderische Konzept ein nichtflüchtiges Speicherelement zur Verfügung, das umfasst: Steuerlogik, die den Betrieb des nichtflüchtigen Speicherelements steuert, ein Speicherzellenfeld aus nichtflüch-

tigen Speicherzellen und einen Betriebsspannungsgenerator (Betriebsspannungserzeuger), der eine kompensierte Betriebsspannung erzeugt, die an eine ausgewählte Speicherzelle in dem Speicherzellenfeld anzulegen ist, wobei der Betriebsspannungsgenerator umfasst: einen Temperaturcodegenerator (Temperaturcodeerzeuger), der eine momentane Temperatur detektiert und einen korrespondierenden Temperaturcode erzeugt, eine erste Umsetzungstabelle, die eine Mehrzahl von ersten Offsetwerten speichert, die jeweils mit einer Mehrzahl von Temperaturbereichen korrespondieren, und eine zweite Umsetzungstabelle, die eine Mehrzahl von zweiten Offsetwerten speichert, die jeweils mit einer Änderung in einem Speicherzellenzustand korrespondieren. Die Steuerlogik wählt einen der ersten Offsetwerte in Abhängigkeit von dem Temperaturcode aus und wählt einen der zweiten Offsetwerte in Abhängigkeit von einer bestimmten Änderung in dem Speicherzellenzustand aus, und der Betriebsspannungsgenerator erzeugt die kompensierte Betriebsspannung in Abhängigkeit von dem ersten Offsetwert und dem zweiten Offsetwert.

[0014] In einer anderen Ausführungsform stellt das erfinderische Konzept eine Speicherkarte zur Verfügung, die umfasst: mindestens ein nichtflüchtiges Speicherelement, eine Steuereinheit, die einen Pufferspeicher umfasst und dazu ausgebildet ist, das nichtflüchtige Speicherelement zu steuern, und eine Schnittstelle, die eine Schnittstellenfunktion zwischen der Steuereinheit und einer externen Einheit zur Verfügung stellt. Das mindestens eine nichtflüchtige Speicherelement umfasst Steuerlogik, die den Betrieb des nichtflüchtigen Speicherelements steuert, ein Speicherzellenfeld aus nichtflüchtigen Speicherzellen und einen Betriebsspannungsgenerator, der eine kompensierte Betriebsspannung erzeugt, die an eine ausgewählte Speicherzelle in dem Speicherzellenfeld anzulegen ist, wobei der Betriebsspannungsgenerator umfasst: einen Temperaturcodegenerator, der eine momentane Temperatur detektiert und einen korrespondierenden Temperaturcode erzeugt, eine erste Umsetzungstabelle, die eine Mehrzahl von ersten Offsetwerten speichert, die jeweils mit einer Mehrzahl von Temperaturbereichen korrespondieren, und eine zweite Umsetzungstabelle, die eine Mehrzahl von zweiten Offsetwerten speichert, die jeweils mit einer Änderung in einem Speicherzellenzustand korrespondieren, wobei die Steuerlogik einen der ersten Offsetwerte in Abhängigkeit von dem Temperaturcode auswählt und einen der zweiten Offsetwerte in Abhängigkeit von einer bestimmten Änderung in dem Speicherzellenzustand auswählt, und der Betriebsspannungsgenerator die kompensierte Betriebsspannung in Abhängigkeit von dem ersten Offsetwert und dem zweiten Offsetwert erzeugt.

[0015] In einer anderen Ausführungsform stellt das erfinderische Konzept ein Festkörperlaufwerk, auch Solid-State-Drive (SSD) genannt, zur Verfügung, das ein Speichermedium mit einer Mehrzahl von nichtflüchtigen Speicherelementen und eine Steuereinheit umfasst, die mit dem Speichermedium über eine Mehrzahl von Kanälen verbunden ist und die dazu ausgebildet ist, das Speichermedium zu steuern. Mindestens eines der Mehrzahl von nichtflüchtigen Speicherelementen umfasst Steuerlogik, die den Betrieb des nichtflüchtigen Speicherelements steuert, ein Speicherzellenfeld aus nichtflüchtigen Speicherzellen und einen Betriebsspannungsgenerator, der eine kompensierte Betriebsspannung erzeugt, die an eine ausgewählte Speicherzelle in dem Speicherzellenfeld anzulegen ist, wobei der Betriebsspannungsgenerator umfasst: einen Temperaturcodegenerator, der eine momentane Temperatur detektiert und einen korrespondierenden Temperaturcode erzeugt, eine erste Umsetzungstabelle, die eine Mehrzahl von ersten Offsetwerten speichert, die jeweils mit einer Mehrzahl von Temperaturbereichen korrespondieren, und eine zweite Umsetzungstabelle, die eine Mehrzahl von zweiten Offsetwerten speichert, die jeweils mit einer Änderung in einem Speicherzellenzustand korrespondieren, wobei die Steuerlogik einen der ersten Offsetwerte in Abhängigkeit von dem Temperaturcode auswählt und einen der zweiten Offsetwerte in Abhängigkeit von einer bestimmten Änderung in dem Speicherzellenzustand auswählt, und der Betriebsspannungsgenerator die kompensierte Betriebsspannung in Abhängigkeit von dem ersten Offsetwert und dem zweiten Offsetwert erzeugt.

[0016] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung, wie sie nachfolgend ausführlich beschrieben werden, sind in den Zeichnungen dargestellt, in denen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm zeigt, das allgemein eine SpannungsKompensation gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts darstellt.

Fig. 2A bis Fig. 2D Prinzipskizzen zeigen, die verschiedene Zustände, die Änderungen in einer Schwellenspannungsverteilung einer nichtflüchtigen Speicherzelle bewirken, beschreiben.

Fig. 3 ein Flussbild zeigt, das eine Operation eines nichtflüchtigen Speicherelements gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts zusammenfassend darstellt.

Fig. 4 ein Blockdiagramm zeigt, das einige Aspekte eines Flash-Speicherelements, bei dem die in **Fig. 1** beschriebene SpannungsKompensation angewendet wird, genauer darstellt.

Fig. 5A ein Blockdiagramm zeigt, das die Wortleitungsspannungsgeneratorschaltung von

Fig. 4 gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts genauer darstellt.

Fig. 5B ein Blockdiagramm zeigt, das die Wortleitungsspannungsgeneratorschaltung von **Fig. 4** gemäß einer anderen Ausführungsform des erfinderischen Konzepts genauer darstellt.

Fig. 6 ein Blockdiagramm zeigt, das den Temperaturcodeerzeugerteil von **Fig. 5** genauer darstellt.

Fig. 7A und Fig. 7B Schaubilder sind, die beispielhafte Offsetwerte, die in der zweiten Umsetzungstabelle der **Fig. 5A** und **Fig. 5B** enthalten sind, darstellt.

Fig. 8 eine Prinzipskizze zeigt, die ein mögliches SpannungsKompensationsverfahren, das bei einem Flash-Speicherelement angewendet wird, gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts beschreibt.

Fig. 9 ein allgemeines Blockdiagramm zeigt, das eine Datenspeichereinrichtung mit einem nichtflüchtigen Speicherelement gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts darstellt.

Fig. 10 ein Blockdiagramm zeigt, das die Steuereinheit von **Fig. 9** gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts genauer darstellt.

Fig. 11 ein Blockdiagramm zeigt, das ein Festkörperlaufwerk (SSD), das ein nichtflüchtiges Speicherelement beinhaltet, gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts darstellt.

Fig. 12 ein Blockdiagramm zeigt, das das SSD von **Fig. 11** genauer darstellt.

Fig. 13 ein Blockdiagramm zeigt, das einen Speicherserver mit dem SSD von **Fig. 11** darstellt.

Fig. 14 bis Fig. 16 Schaubilder zeigen, die verschiedene Systeme, die eine Datenspeichereinrichtung beinhalten können, gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts darstellen.

Fig. 17 bis Fig. 21 Schaubilder zeigen, die zusätzliche Systeme, die eine Datenspeichereinrichtung beinhalten können, gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts darstellen.

[0017] Es versteht sich, dass, wenn ein Element oder eine Schicht als „auf“, „verbunden mit“, „gekoppelt mit“ oder „angrenzend an“ einem anderen Element oder einer Schicht bezeichnet ist, es (sie) direkt auf, verbunden mit, gekoppelt mit oder angrenzend an dem anderen Element oder der Schicht angeord-

net sein kann oder dazwischen liegende Elemente oder Schichten vorhanden sein können. Wenn hingegen ein Element als „direkt auf“, „direkt verbunden mit“, „direkt gekoppelt mit“ oder „unmittelbar angrenzend an“ einem anderen Element oder einer Schicht bezeichnet ist, sind keine dazwischen liegenden Elemente oder Schichten vorhanden.

[0018] Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm, das prinzipiell ein Spannungskompensationsverfahren gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts darstellt.

[0019] Mit Bezug zu Fig. 1 kann ein Spannungskompensationsverfahren im Zusammenhang mit Ausführungsformen des erfinderischen Konzepts bei Halbleiterspeicherelementen, und insbesondere bei nichtflüchtigen Speicherelementen angewendet werden. Solche nichtflüchtigen Speicherelemente können nichtflüchtige Single-Level(SLC)-Speicherzellen, die dazu geeignet sind, ein einzelnes Datenbit zu speichern, und/oder nichtflüchtige Multi-Level (MLC)-Speicherzellen umfassen, die dazu geeignet sind, zwei oder mehr Datenbits zu speichern. Jede Speicherzelle kann aus einem Zelltransistor gebildet sein, der einen Schwellenspannungsbereich oder einen Widerstandsbereich aufweist, der mit Datenzuständen (oder Programmierdaten Zuständen) veränderlich ist. Die Speicherzellen des nichtflüchtigen Speicherelements sind in der Regel in Zeilen (d. h., entlang Wortleitungen) und Spalten (d. h., entlang Bitleitungen) angeordnet, und solche Anordnungen können in einer zwei-dimensionalen Struktur oder einer drei-dimensionalen Struktur ausgebildet sein.

[0020] Wie in Fig. 1 dargestellt umfasst ein nichtflüchtiges Speicherelement gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts eine Spannungsgeneratorschaltung (Spannungserzeugerschaltung) VG und eine Kompensatorschaltung CPS. Die Spannungsgeneratorschaltung VG kann dazu ausgebildet sein, Spannungen zu erzeugen, die Speicherzellen zugeführt werden, wie als Wortleitungsspannung, Quellenspannung und dergleichen. Die Kompensatorschaltung CPS kann eine Spannung von der Spannungsgeneratorschaltung VG kompensieren, so dass sie gemäß verschiedener Zustände bei einer Temperaturveränderung verändert werden kann. Zum Beispiel können Schwellenspannungen/Widerstände von Speicherzellen gemäß Variationen in der Betriebstemperatur des vorgesehenen nichtflüchtigen Speicherelements verändert werden. Wenn eine an die Speicherzellen angelegte Betriebsspannung (z. B. eine Wortleitungsspannung) ungeachtet von Temperaturschwankungen festgelegt ist, kann es schwierig werden, die Schwellenspannungen von Speicherzellen akkurat zu bestimmen.

[0021] Die Kompensatorschaltung CPS gemäß einiger Ausführungsformen des erfinderischen Konzepts kann eine oder mehrere Spannungen kompensieren, die von der Spannungsgeneratorschaltung VG zu den Speicherzellen zugeführt wird (nachfolgend einzeln oder zusammen als „Betriebsspannung“ bezeichnet), um die Eigenschaft (z. B. den Pegel) der Betriebsspannung als Funktion von Temperaturänderungen automatisch einzustellen. Alternativ oder zusätzlich kann die Kompensatorschaltung CPS gemäß einiger Ausführungsformen des erfinderischen Konzepts die Betriebsspannung so kompensieren, dass ihre Eigenschaft als Funktion eines „Speicherzellzustands“ oder einer Speicherzellbedingung (z. B. des Programmierzustands einer ausgewählten Speicherzelle, der physikalischen Position einer ausgewählten Wortleitung, einer Temperaturregion für eine momentane Temperatur, der Seiteninformationen einer ausgewählten Speicherzelle usw.) eingestellt wird. Einer oder mehrere dieser Speicherzellzustände können dazu verwendet werden, die Spannungskompensation der Betriebsspannung, die von der Spannungsgeneratorschaltung VG bereitgestellt wird, zu steuern. Im oben genannten Zusammenhang umfasst der Ausdruck „Speicherzellzustand“ nicht nur die Speichersystemfaktoren, die einer ausgewählten Speicherzelle direkt zugeordnet sind (z. B. die Position des Speicherzellenfelds), sondern auch Speichersystemfaktoren, die einer ausgewählten Speicherzelle indirekt zugeordnet sind (z. B. Versorgungsspannung oder Position einer Wortleitung).

[0022] Einige Speicherzellzustände können bezogen auf eine gegebene Speichersystemkonfiguration und/oder voreingestellte Speichersystembetriebsdefinitionen (z. B. Position einer ausgewählten Speicherzelle im Speicherzellenfeld, Programmierzustand für die ausgewählte Speicherzelle, Seiteninformationen für die ausgewählte Speicherzelle usw.) festgelegt sein. Andere Speicherzellzustände können variabel sein (z. B. Speichersystemtemperatur, Versorgungsspannung und andere Umgebungsfaktoren).

[0023] Damit kann die Migration oder Verschiebung von Schwellenspannung/Widerstand einer nichtflüchtigen Speicherzelle aufgrund einer Temperaturvariation eine Kompensationsverschiebung bei der an eine ausgewählte Speicherzelle angelegten Betriebsspannung nötig machen, um die Schwellenspannung der Speicherzelle genau zu bestimmen. Damit kann eine „Kompensationsverschiebung“ der Betriebsspannung in Hinblick nur auf eine Temperaturveränderung, Temperatur- und gewisse festgelegte und/oder variable Speicherzellenzustände usw. vorgenommen werden. In diesem Zusammenhang bezeichnet der Ausdruck „Verschiebung“ eine beliebige Veränderung in Temperatur oder Betriebsspannung, ungeachtet einer Veränderungsdauer

oder eines Veränderungsmodus über die Veränderungsdauer. Auf diese Weise ist es möglich, die Schwellenspannung der Speicherzellen durch geeignetes Anwenden einer Kompensationsverschiebung bei der Betriebsspannung in Abhängigkeit von mindestens einer Temperaturveränderung genauer zu bestimmen.

[0024] Zu diesem Punkt ist anzumerken, dass eine Temperaturvariation oder eine (momentane) Ist-Temperatur auf verschiedene Weise unter Verwendung direkter oder indirekter Methoden detektiert werden kann. Das heißt, eine oder mehrere interne und/oder externe Temperatursensoren können in Verbindung mit einem Speicherzellenfeld, einem vorgesehenen Substrat, einer Peripherieschaltung usw. verwendet werden. Berechnungsverfahren oder deterministische Methoden können angewendet werden, um eine Ist-Temperatur auf Grundlage von relevanten empirischen oder Echtzeit-Informationen (z. B. einer Anzahl und/oder einer Art von ausgeführten Operationen, Spannungszuständen, Betriebsfrequenz usw.) abzuschätzen oder anzunähern.

[0025] Die **Fig. 2A**, **Fig. 2B**, **Fig. 2C** und **Fig. 2D** zeigen Prinzipskizzen, die verschiedene Zustände und Bedingungen darstellen, die potentiell eine Verschiebung bei der Schwellenspannungsverteilung einer Speicherzelle bewirken können.

[0026] Mit Bezug zu **Fig. 2A** wird angenommen, dass eine mit einer Wortleitung WLa verbundene Speicherzelle auf einen definierten Logikzustand Pi programmiert ist. Unter nominalen Temperaturzuständen sollten auf einen Zustand Pi programmierte Speicherzellen eine Schwellenspannungsverteilung aufweisen, wie sie durch die Linie L1 angegeben ist. Mit diesen Annahmen kann die Schwellenspannungsverteilung L1 auf einfache Weise während einer normalen Leseoperation unter Verwendung einer Lesespannung V1 und während einer Verifikations(lese)operation unter Verwendung einer Verifikationslesespannung V2 unterschieden (diskriminiert) werden. Die Spannungen V1 und V2 werden von der Spannungsgeneratorschaltung VG von **Fig. 1** bereitgestellt.

[0027] Unter nicht nominalen Temperaturbedingungen verschiebt sich jedoch die nominale (d. h., von der Speichersystemauslegung vorgesehene) Schwellenspannungsverteilung L1 zu einer Schwellenspannungsverteilung L2, die durch eine unterbrochene Linie L2 dargestellt ist. Unter diesen Bedingungen wendet die Kompensatorschaltung CPS gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts Kompensationsverschiebungen durch die Spannungsgeneratorschaltung VG derart an, dass die Lesespannungen V1 und V2 - die jeweils Beispiele einer Betriebsspannung darstellen - gemäß der Änderung der Temperatur verändert werden.

Das heißt, die Lesespannung V1 wird um ΔV auf V1' erhöht und die Verifikationsspannung V2 wird auch um ΔV auf V2' erhöht. Damit kann in einigen Ausführungsformen des erfinderischen Konzepts die Anwendung einer Kompensationsverschiebung auf eine Betriebsspannung oder Betriebsspannungen proportional zu einer Temperaturveränderung erfolgen.

[0028] Wie in **Fig. 2B** dargestellt kann eine Temperaturabweichung von nominalen Bedingungen zu verschiedenen Schwellenspannungsabweichungen vom Nominalwert für gewisse Speicherzellen, die auf einen Zustand Pj programmiert sind, im Vergleich zu anderen Speicherzellen, die auf einen Zustand Pi programmiert sind, führen. Dementsprechend stellt die Kompensatorschaltung CPS von **Fig. 1** unterschiedliche Kompensationsverschiebungen für unterschiedliche Gruppen von Speicherzellen auf Basis ihrer jeweiligen Programmierzustände bereit. Das heißt, eine erste Kompensationsverschiebung $\Delta V1$ wird bei einer ersten Schwellenspannungsverteilung, die einem ersten Datenzustand Pi zugeordnet ist, angewendet und eine zweite Kompensationsverschiebung 1', die sich von der ersten Kompensationsverschiebung $\Delta V1$ unterscheidet, wird bei einer zweiten Schwellenspannungsverteilung angewendet, die einem zweiten Datenzustand Pj zugeordnet ist.

[0029] Wie in **Fig. 2C** dargestellt kann eine Temperaturabweichung von nominalen Bedingungen zu verschiedenen Schwellenspannungsabweichungen vom Nominalwert für eine Gruppe von Speicherzellen, die einer ersten Wortleitung WLa zugeordnet (d. h., damit gekoppelt oder verbunden) sind, im Vergleich zu einer anderen Gruppe von Speicherzellen, die einer zweiten Wortleitung WLb zugeordnet sind, führen. Derzeitige Halbleiterspeichereinrichtungen beinhalten in der Regel eine große Anzahl an Wortleitungen, die sich über ein großes Speicherzellenfeld erstrecken. Spannungs- und Temperaturbedingungen für zugehörige Wortleitungen sind als Funktion einer physikalischen Position im Speicherzellenfeld variabel (veränderlich), und damit sind Schwellenspannungsverteilungen für zugeordnete Speicherzellen mit unterschiedlichen Wortleitungsbedingungen variabel. Dementsprechend stellt die Kompensatorschaltung CPS von **Fig. 1** unterschiedliche Kompensationsverschiebungen für unterschiedliche Gruppen von Speicherzellen auf Basis der Position einer zugeordneten Wortleitung bereit. Das heißt, für Speicherzellen mit einem gleichen Programmierzustand Pi wird zum Beispiel eine erste Kompensationsverschiebung $\Delta V2$ bei der Schwellenspannungsverteilung einer ersten Gruppe von Speicherzellen, die einer ersten Wortleitung WLa zugeordnet sind, angewendet und eine zweite Kompensationsverschiebung $\Delta V2'$, die sich von der ersten Kompensationsverschiebung $\Delta V2$ unterscheidet,

wird bei einer zweiten Gruppe von Speicherzellen angewendet, die einer zweiten Wortleitung WLb zugeordnet sind.

[0030] Wie in **Fig. 2D** dargestellt kann eine Temperaturabweichung von nominalen Bedingungen zu verschiedenen Schwellenspannungsabweichungen vom Nominalwert für eine Gruppe von Speicherzellen, die Temperaturen in einem ersten Temperaturbereich aufweisen, im Vergleich zu einer anderen Gruppe von Speicherzellen, die Temperaturen in einem zweiten Temperaturbereich aufweisen, führen. Wie zuvor angeführt beinhalten derzeitige Halbleiterspeichereinrichtungen große Speicherzellularfelder, über große Speicherzellularfelder sind Spannungs- und Temperaturbedingungen nicht homogen. Daher könnte eine große Vielfalt an tatsächlichen Temperaturen vorliegen, die die Schwellenspannungsverteilungen von vorgesehenen Speicherzellen beeinflussen. Um eine Temperaturkompensation zu vereinfachen, können gewisse „Temperaturbereiche“ (TR) unter Verwendung (beispielsweise) empirischer Daten definiert werden, und wenn eine (beispielsweise) in einer gewissen Region des Speicherelements detektierte Temperatur in einen definierten Temperaturbereich TR fällt, kann eine entsprechende Kompensationsverschiebung bei der Betriebsspannung angewendet werden.

[0031] Dementsprechend stellt die Kompensatorschaltung CPS von **Fig. 1** unterschiedliche Kompensationsverschiebungen für unterschiedliche Gruppen von Speicherzellen auf Basis eines detektierten Temperaturbereichs TR bereit. Das heißt, für eine erste Gruppe von Speicherzellen mit einer detektierten (oder errechneten) Temperatur in einem ersten Temperaturbereich TR1 über einem nominalen Temperaturbereich TR0 wird eine erste Kompensationsverschiebung $\Delta V3$ angewendet und für eine zweite Gruppe von Speicherzellen mit einer detektierten (oder errechneten) Temperatur in einem zweiten Temperaturbereich TR2 über dem ersten Temperaturbereich TR1 wird eine zweite Kompensationsverschiebung $\Delta V3'$ angewendet, die sich von der ersten Kompensationsverschiebung $\Delta V3$ unterscheidet.

[0032] Das Vorstehende sind nur ausgewählte Beispiele von Speicherzellbedingungen, die verwendet werden können, um die Betriebsweise der Kompensatorschaltung CPS gemäß Ausführungsformen des erfinderischen Konzepts als Funktion der Temperatur zu steuern. Die Fachleute werden erkennen, dass zusätzliche Speicherzellbedingungen (sowohl festgelegte und variable) in einer Weise identifiziert, detektiert und/oder berechnet werden können, die eine Definition einer geeigneten Kompensationsverschiebung bei einer oder mehreren Betriebsspannungen ermöglichen, die von einem oder mehreren Spannungsgeneratoren VG in einer nichtflüchtigen Speichereinrichtung bereitgestellt werden.

[0033] **Fig. 3** zeigt ein Flussbild, das eine Operation eines nichtflüchtigen Speicherelements gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts zusammenfassend darstellt. Mit Bezug zu den **Fig. 1** und **Fig. 3** wird ein nichtflüchtiges Speicherelement derart betrieben, dass ein Programmierzustand, wie er durch eine zugehörige Schwellenspannungsverteilung angegeben ist, unter Verwendung einer kompensierten Betriebsspannung (d. h., einer Betriebsspannung, die als Funktion einer oder mehrerer Spannungszellbedingungen, wie der Temperatur, kompensiert worden ist) genauer diskriminiert wird. Der Programmierzustand einer ausgewählten Speicherzelle (d. h., einer oder mehrerer Speicherzellen, die von einer Adresse angegeben sind) kann während unterschiedlicher Speichersystemoperationen (z. B. einer Leseoperation oder einer Verifikationsoperation) diskriminiert werden. Solche Speichersystemoperationen können allgemein als „Zugriffsoperationen“ bezeichnet werden und werden von Nichtzugriffsoperationen unterschieden, die keine Diskriminierung einer Schwellenspannungsverteilung erfordern.

[0034] Das Verfahren von **Fig. 3** beginnt mit einem Empfangen eines Speichersystembefehls oder einer Speichersysteminstruktion, der (die) angibt, dass eine Zugriffsoperation ausgeführt werden soll (S100). Der Zugriffsoperationsbefehl beinhaltet typischerweise eine Adresse (oder wird in Verbindung damit bereitgestellt), die eine oder mehrere Speicherzellen identifiziert, auf die zuzugreifen ist („die ausgewählte Speicherzelle“). Als Antwort auf den Zugriffsoperationsbefehl detektiert (oder berechnet) das nichtflüchtige Speicherelement oder eine dem nichtflüchtigen Speicherelement zugeordnete Steuereinheit eine momentane Temperatur und/oder einen Speicherzellenzustand (S110). Zum Beispiel kann die Kompensatorschaltung CPS von **Fig. 1** dazu verwendet werden, die Detektion der momentanen Temperatur zu steuern.

[0035] Alternativ kann eine momentane Temperatur periodisch, ohne Berücksichtigung der momentanen Speichersystemoperation (z. B. Zugriff oder kein Zugriff) oder eines Speichersystemzustands (z. B. ruhend oder aktiv) detektiert werden, und in einem definierten Register oder einer Speicherstelle gespeichert werden. Wenn dann ein Zugriffsoperationsbefehl empfangen wird (S110), kann der zuvor gespeicherte momentane Temperaturwert aus dem Register oder der Speicherstelle ausgelesen werden.

[0036] Unter Verwendung von Kompensationsdaten, die eine momentane Temperatur und/oder andere Speicherzellenzustände angeben, kann die Spannungsgeneratorschaltung VG dazu verwendet werden, eine Betriebsspannung (z. B. eine Wortleitungsspannung) mit einer Kompensationsverschie-

bung, soweit notwendig, zu erzeugen, so dass sie an die ausgewählte Speicherzelle angelegt werden kann (S120).

[0037] Mit dem Erzeugen und Bereitstellen der kompensierten Betriebsspannung (S120) ist das nichtflüchtige Speicherelement dazu in der Lage, die angeforderte Zugriffsoperation unter Verwendung einer Betriebsspannung, die in Hinblick auf die momentane Temperatur und/oder relevante Speicherzellbedingung(en) auf geeignete Weise eingestellt worden ist, durchzuführen (S130).

[0038] Bei dem vorstehenden Verfahren können einige oder alle der vom Spannungsgenerator VG erzeugten Betriebsspannungen nominal definierte Werte (oder Standardwerte) aufweisen, die in einem Register oder Speicher gespeichert sind. Solche Werte können unter Verwendung des in **Fig. 3** zusammengefassten Verfahrens auf Echtzeitbasis dynamisch aktualisiert werden, so dass sie momentane Speichersystembetriebsbedingungen reflektieren.

[0039] **Fig. 4** zeigt ein Blockdiagramm, das ein Flash-Speicherelement darstellt, das dazu geeignet ist, das oben mit Bezug zu den **Fig. 1** und **Fig. 3** beschriebene Spannungskompensationsverfahren auszuführen. Es wird in der Beschreibung ein Flash-Speicherelement verwendet, das einem Beispiel eines nichtflüchtigen Speicherelements folgt, das so ausgebildet sein kann, dass es die Verfahrens-, System- und Vorrichtungsausführungsformen des erfinderischen Konzepts umfasst. Die Fachleute werden erkennen, dass die Prinzipien des erfinderischen Konzepts, wie es durch die dargestellten Ausführungsformen gelehrt wird, bei anderen Speicherelementen, wie MRAM, PRAM, FRAM und dergleichen, angewendet werden können.

[0040] Mit Bezug zu **Fig. 4** umfasst ein Flash-Speicherelement gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts ein Speicherzellenfeld 100, das Speicherzellen beinhaltet, die M Datenbits speichern, wobei M eine positive ganze Zahl ist. Die Speicherzellen sind in Zeilen entlang Wortleitungen und Spalten entlang Bitleitungen angeordnet. Die Speicherzellen können so ausgebildet sein, dass sie einen Widerstand und eine Schwellenspannung aufweisen, die mit einem Programmierdatenzustand variabel sind.

[0041] Das Speicherzellenfeld 100 kann dazu verwendet werden, sogenannte „Trimminformationen“ in einem bezeichneten Trimminformationbereich 101 zu speichern. Die Trimminformationen können für verschiedene Zwecke verwendet werden, wie für eine Adressenreparatur, Definition einer Eingabe-/Ausgabe(1/0)-Struktur, Spannungstrimmen und dergleichen. Hierbei können gewisse Spannungstrim-

minformationen verwendet werden, um eine Betriebsspannung (nachfolgend zur deutlicheren Erläuterung als Wortleitungsspannung angenommen) gemäß Speicherzellbedingungen, wie momentane Temperatur, momentaner Temperaturbereich, Programmierdatenzustand, Seiteninformationen, Wortleitungsposition usw. zu kompensieren. Die Spannungstrimminformationen können in einem Register oder einem Speicher gespeichert sein, das (der) in einem Flash-Speicherelement angeordnet ist oder in einer externen Einrichtung (z. B. einer Speichersteuereinheit oder einem Host) angeordnet ist. Nach Inbetriebnehmen des nichtflüchtigen Speicherelements können die Spannungstrimminformationen dazu verwendet werden, eine oder mehrere Umsetzungstabellen (Nachschlagetabellen) anzulegen, die eine Operation des nichtflüchtigen Speicherelements steuern.

[0042] Das Flash-Speicherelement von **Fig. 4** umfasst weiter eine Zeilenselektorschaltung (XDEC) 200, eine Messverstärker- und Schreibtreiber(SA&WD)-Schaltung 300, eine Spaltenselektorschaltung (YDEC) 400, eine Wortleitungsspannungsgeneratorschaltung 500, eine Steuerlogik 600 und eine Eingabe-/Ausgabe(1/0)-Schnittstelle 700.

[0043] Die Zeilenselektorschaltung 200 kann dazu ausgebildet sein, dass sie Zeilen des Speicherzellenfelds 100 auswählt und treibt. Zeilenauswahl und Zeilentreiben der Zeilenselektorschaltung 200 können unter der Steuerung der Steuerlogik 600 erfolgen. Die Messverstärker- und Schreibtreiber-Schaltung 300 kann dazu ausgebildet sein, dass sie bei einer Leseoperation Daten aus dem Speicherzellenfeld 100 ausliest und bei einer Programmieroperation Daten darin einschreibt. Die Messverstärker- und Schreibtreiber-Schaltung 300 wird als Seitenpufferschaltung bezeichnet. Die Spaltenselektorschaltung 400 kann dazu ausgebildet sein, dass sie von der Messverstärker- und Schreibtreiber-Schaltung 300 gelesene Daten mit einer vorgegebenen Einheit (zum Beispiel einer Byteeinheit, einer Worteinheit usw.) auswählt. Von der Spaltenselektorschaltung 400 ausgewählte Daten können über die Eingabe-/Ausgabe-Schnittstelle 700 an eine externe Einrichtung übertragen werden. Die Schaltungen 300, 400 und 700 können unter der Steuerung der Steuerlogik 600 betrieben werden.

[0044] Weiter mit Bezug zu **Fig. 4** kann die Wortleitungsspannungsgeneratorschaltung 500 dazu ausgebildet sein, dass sie eine oder mehrere Betriebsspannungen erzeugt, die der ausgewählten Speicherzelle (oder einer ausgewählten Zeilen-/Wortleitung) des Speicherzellenfelds 100 zugeführt werden. Das dargestellte Beispiel von **Fig. 4** zeigt eine Wortleitung V_{WL} , die als ein Beispiel vieler verschiedener Betriebsspannungen erzeugt wird (z. B. eine Quellenspannung, eine Löschspannung usw.),

die auf ähnliche Weise erzeugt werden, während sie eine Kompensation für Speicherzellbedingungen erfahren.

[0045] In dem dargestellten Beispiel von **Fig. 4** umfasst die Wortleitungsspannungsgeneratorschaltung 500 eine oder mehrere Umsetzungsstabellen 501, die in einem oder mehreren Steuerungsinformationsregistern gespeichert sein können. Die Umsetzungsstabellen 501 können dazu verwendet werden, die Wortleitungsspannung gemäß einer oder mehrerer Speicherzellbedingungen zu kompensieren. Die in den Umsetzungsstabellen 501 gespeicherten Steuerungsinformationswerte können bei Inbetriebnehmen des Speicherelements festgelegt werden, zum Beispiel durch Spannungstrimminformationen für das Speicherzellenfeld 100 unter der Steuerung der Steuerlogik 600.

[0046] In Übereinstimmung mit einigen Ausführungsformen des erfinderischen Konzepts ist es möglich, in Hinblick auf momentane Betriebsbedingungen (z. B. Temperatur) für das Flash-Speicherelement, die Spannungstrimminformationen unter Verwendung der Steuerlogik 600 zu verändern, wenn die Spannungstrimminformationen in das Register geladen werden, das die Umsetzungsstabellen 501 speichert. Auf diese Weise kann die Wortleitungsspannungsgeneratorschaltung 500 die Wortleitungsspannung V_{WL} basierend auf momentanen Speicherzellbedingungen derart erzeugen, dass Zugriffsoperationen, die von dem Flash-Speicherelement ausgeführt werden, die Schwellenspannungsverteilung ausgewählter Speicherzellen akkurat diskriminiert.

[0047] **Fig. 5A** zeigt ein Blockdiagramm, das die Wortleitungsspannungsgeneratorschaltung 500 von **Fig. 4** gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts genauer darstellt.

[0048] Mit Bezug zu **Fig. 5** umfasst die Wortleitungsspannungsgeneratorschaltung 500 einen Spannungsgenerator 520 und eine Kompensationsschaltung 540. Der Spannungsgenerator 520 kann dazu ausgebildet sein, eine Betriebsspannung (z. B. eine Wortleitungsspannung V_{VWL}) gemäß einem Kompensationsoffsetwert (z. B. einem Wortleitungsoffsetwert WL_offset), der von der Kompensationsschaltung 540 erhalten ist, unter der Steuerung der Steuerlogik 600 zu erzeugen.

[0049] Auf diese Weise kann die Kompensationsschaltung 540 den Spannungsgenerator 520 ansteuern, um die Wortleitungsspannung V_{WL} bei Variationen in relevanten Speicherzellbedingungen zu kompensieren, die von festgelegten nominalen Werten oder Bereichen abweichen. Die vom Spannungsgenerator 520 erzeugte Wortleitungsspannung V_{WL} kann eine Lesespannung, eine Program-

mierspannung, eine Verifikationslesespannung und dergleichen sein. Die Kompensationsschaltung 540 von **Fig. 5A** umfasst einen Temperaturcodegenerator (Temperaturcodeerzeuger) 541, der einen Temperaturcode (Tcode), der eine detektierte momentane Temperatur angibt, zusammen mit einer ersten, einer zweiten und einer dritten Umsetzungs-tabelle 542, 543 und 544 erzeugt, die Offsetwerte speichern, die so definiert sind, dass sie mit gewissen Speicherzellbedingungen korrespondieren. Die Kompensationsschaltung 540 umfasst auch einen Offset-Addierer 545, der Offsetwerte, die jeweils von der ersten, zweiten und dritten Umsetzungs-tabelle 542, 543 bzw. 544 bereitgestellt werden, addiert. Die Wortleitungsspannung V_{WL} wird durch einen kumulativen Wortleitungsoffsetwert WL_offset kompensiert, der vom Offset-Addierer 545 bereitgestellt wird.

[0050] Die erste Umsetzungs-tabelle 542 speichert erste Offsetwerte, die eine Mehrzahl von Temperaturbereichen (TR) über einen zulässigen Temperaturbereich für die Flash-Speichereinrichtung angeben. Zugehörige Temperaturbereichsoffsetwerte können nach oben oder unten um eine nominalen oder Standardtemperaturbereich schwanken (z. B. von einem höchsten Temperaturbereich nach unten variieren, von einem untersten Temperaturbereich nach oben variieren oder von einem mittleren Temperaturbereich nach oben und unten variieren). Es wird aus der Mehrzahl von Temperaturbereichsoffsetwerten, die in der ersten Umsetzungs-tabelle 542 gespeichert sind, von einem angewendeten Tcode aus dem Tcode-Generator 541 einer ausgewählt, der mit einer detektierten momentanen Temperatur korrespondiert.

[0051] Die zweite Umsetzungs-tabelle 543 speichert Offsetwerte, die entsprechend Programmierzuständen und/oder Seiteninformationen zugeordnet sind. Diese speziellen Speicherzellbedingungen können durch einen momentanen Tcode weiter indexiert sein. Bei dieser Anordnung können ein Programmierzustandsoffsetwert, ein Seiteninformationsoffsetwert oder ein Programmierzustand an den Offset-Addierer 545 als Funktion des Temperaturbereichs oder nur als Funktion des Programmierzustands und/oder der Seiteninformationen bereitgestellt werden.

[0052] Damit kann ein Programmierzustandsoffsetwert und/oder ein Seiteninformationsoffsetwert zusätzlich (oder alternativ) zu dem Temperaturbereichsoffset bereitgestellt werden. Auf diese Weise kann die Position einer ausgewählten Speicherzelle in einer speziellen Seite einer Wortleitung berücksichtigt werden, wenn ein Betriebsspannungskompensationswert bestimmt wird. Offsetwerte, die mit zugehörigen Programmierzuständen korrespondieren, können auf ähnliche Weise berücksichtigt

werden. Das in **Fig. 5A** dargestellte Beispiel nimmt an, dass ein Programmierzustandsoffsetwert und/oder ein Seiteninformationsoffsetwert weiter durch einen Temperaturbereich eingestellt werden können, der mit der detektierten momentanen Temperatur korrespondiert, aber das muss nicht der Fall sein und zugehörige Offsets können unabhängig bestimmt werden.

[0053] Die dritte Umsetzungstabelle 544 speichert Offsetwerte, die mit zugehörigen Wortleitungspositionen oder Positionen von definierten Gruppen von Wortleitungen im Speicherzellenfeld korrespondieren. Zum Beispiel kann die dritte Umsetzungstabelle 544 Wortleitungspositionsoffsetwerte speichern, die mit zugehörigen Wortleitungen (oder Wortleitungsgruppen) in einem Speicherblock korrespondieren.

[0054] In einigen Ausführungsformen des erfinderischen Konzepts können die erste, zweite und dritte Umsetzungstabelle 542, 543 und 544 von **Fig. 5A** unter Verwendung des mit Bezug zu **Fig. 4** beschriebenen Registers 501 ausgebildet sein, und die verschiedenen Offsetwerte der ersten, zweiten und dritten Umsetzungstabelle 542, 543 und 544 können von einem Trimminformationsbereich 101 bei Inbetriebnahme des Speicherelements in das Register 501 geladen werden. Offsetwerte der ersten, zweiten und dritten Umsetzungstabelle 542, 543 und 544 können als digitale Datenwerte ausgedrückt sein, die ein beliebiges sinnvolles Format und eine beliebige sinnvolle Definition aufweisen können.

[0055] Der Offset-Addierer 545 addiert spezielle Speicherzellbedingungsoffsetwerte (z. B. den Temperaturbereichsoffsetwert, den Programmierzustands- oder Seiteninformationsoffsetwert und/oder den Wortleitungspositionsoffsetwert), um einen finalen „Kompensationsoffsetwert“ zu erzeugen, der alle relevanten (oder alle ausgewählten) Speicherzellbedingungen berücksichtigt. In dieser Hinsicht werden die Fachleute erkennen, dass das Vorsehen der ersten, zweiten und dritten Umsetzungstabelle 542, 543 und 544 im Arbeitsbeispiel nur ein ausgewähltes Beispiel von vielen verschiedenen Ausführungsformen des erfinderischen Konzepts darstellt. Viele Speicherzellbedingungen werden jedoch für eine Berücksichtigung durch ein nichtflüchtiges Speicherelement (und die zugehörige Anzahl an Offsetwerten) ausgewählt, wobei der von der Kompensationsschaltung 540 bereitgestellte Kompensationsoffsetwert den kumulativen Ausdruck dieser Speicherzellbedingungen darstellt. Es ist möglich, dass eine Variation in einem Speicherzellzustand den Pegel der kompensierten Betriebsspannung erhöht, während eine Variation in einem anderen Speicherzellzustand den Pegel senkt. Die Anzahl und die Art der von der Kompensationsschaltung 540 unter der Steuerung der Steuerlogik 600 berücksichtigten Speicherzellbedingungen ist Gegenstand der Konstruktionswahl und

kann mit Anwendung, Energiebedingungen und Betriebsgeschwindigkeit des Speichersystems veränderlich sein.

[0056] Im Beispiel von **Fig. 5A** wird der kompensierende Wortleitungsoffsetwert WL_offset dem Spannungsgenerator 520 bereitgestellt und wird zum Kompensieren der Wortleitungsspannung verwendet, die in Hinblick auf erwartete Schwellenspannungsverteilungsverschiebungen für ausgewählte Speicherzellen erzeugt wird, die unter einem gegebenen Satz von Speicherzellbedingungen (z. B. Temperaturbereich, Programmierzustand, Seitenposition und Wortleitungsposition) betrieben werden. Weiter ist anzumerken, dass die Steuerlogik 600 dazu verwendet werden kann, die Anzahl und die Art der Einträge in die Umsetzungstabellen, die zum finalen Kompensationsoffsetwert beitragen, selektiv zu steuern. Alternativ wird der Offset-Addierer 545 weggelassen und zugehörige Offsetwerte aus der ersten, zweiten und dritten Umsetzungstabelle 542, 543 und 544 können dem Spannungsgenerator 520 direkt bereitgestellt werden.

[0057] Damit kann der Spannungsgenerator 520 bei seinem Einsatz die Wortleitungsspannung V_{WL} in Abhängigkeit von einem oder mehreren Offsetwerten, die von der ersten, zweiten und dritten Umsetzungstabelle 542, 543 und 544 empfangen worden sind, sequentiell oder simultan kompensieren. Eine Kompensation der Wortleitungsspannung V_{WL} kann beispielsweise durch Verändern eines Widerstandswerts einer Widerstandskette im Spannungsgenerator 520 unter Verwendung einer Spannungsunterteilung, die von den Offsetwerten der ersten, zweiten und dritten Umsetzungstabelle 542, 543 und 544 oder vom Kompensationsoffsetwert WL_offset gesteuert ist, vorgenommen werden. Obwohl es in den Figuren nicht dargestellt ist, kann der Spannungsgenerator 520 eine oder mehrere Ladungspumpen, die dazu verwendet werden eine relativ hohe Betriebsspannung zu erzeugen, und einen Regler, der die hohe Betriebsspannung in Bezug auf eine Referenzspannung reguliert usw., beinhalten.

[0058] Alternativ kann der Spannungsgenerator 520 einen Regler beinhalten. In diesem Fall kann der Spannungsgenerator 520 eine festgelegte Wortleitungsspannung V_{WL} unter Verwendung einer hohen Spannung, die von einer Ladungspumpe empfangen ist, ausgeben und danach die Wortleitungsspannung gemäß dem Kompensationswortleitungsoffsetwert WL_offset und dem momentanen Betriebsmodus für das nichtflüchtige Speicherelement einstellen.

[0059] **Fig. 5B** zeigt ein Blockdiagramm, das die Wortleitungsspannungsgeneratorschaltung von **Fig. 4** gemäß einer anderen Ausführungsform des erfinderischen Konzepts genauer darstellt.

[0060] Die Ausführungsform von **Fig. 5B** ist ähnlich der Ausführungsform von **Fig. 5A**, mit der Ausnahme, dass der Tcode, der vom Temperaturcodegenerator 541 bereitgestellt wird, dazu verwendet wird, nicht nur den Programmierdatenzustandsoffsetwert und/oder den Seitenpositionsoffsetwert, sondern auch den Wortleitungspositionsoffsetwert zu modifizieren. Damit legt die spezielle Ausführungsform von **Fig. 5B** weiter die Betonung darauf, dass jede Speicherzellenbedingung, die von einem speziellen nicht-flüchtigen Speicherelement berücksichtigt wird, unabhängig bei der Kompensation einer Betriebsspannung angewendet werden kann oder ein Offsetwert, der einer Speicherzellenbedingung zugeordnet ist, von einer anderen Speicherzellenbedingung indiziert oder modifiziert werden kann. In der Ausführungsform von **Fig. 5B** wird angenommen, dass ein momentaner Temperaturbereich die Bestimmung aller anderen Offsetwerte beeinflusst, die anderen Speicherzellenbedingungen zugeordnet sind. Auf diese Weise wird ein vorliegendes Wortleitungspositionsoffset potentiell durch den Tcode, der vom Temperaturcodegenerator 541 bereitgestellt ist, in Bezug auf eine momentane Temperatur modifiziert.

[0061] Im Zusammenhang mit zuvor angeführten Angaben kann der Temperaturbereich als dominante Speicherzellenbedingung bezeichnet werden, während die Wortleitungsposition, die Seiteninformationen und/oder der Programmierzustand als untergeordnete Speicherzellenbedingungen bezeichnet werden können, weil ihr relativer Einfluss auf die ultimative Kompensation einer Betriebsspannung von einer oder mehreren dominanten Speicherzellenbedingungen beeinflusst (weiter eingestellt) wird.

[0062] **Fig. 6** zeigt ein Blockdiagramm, das ein mögliches Beispiel des Temperaturcodeerzeugers 541 der **Fig. 5A** und **Fig. 5B** genauer darstellt.

[0063] Mit Bezug zu **Fig. 6** umfasst der Temperaturcodegenerator 541 einen Referenzspannungsgenerator 541a, der eine stabile (d. h., festgelegte) Referenzspannung VTREF ungeachtet der Speicherzellbedingungen erzeugt, einen Temperaturdetektor 541b, der eine analoge Temperaturspannung VTEMP, die mit einer detektierten momentanen Temperatur korrespondiert, in Abhängigkeit von der Referenzspannung VTREF erzeugt, einen Pegelwandler 541c, der die analoge Temperaturspannung VTEMP in einen korrespondierenden digitalen Code ADC umwandelt, und einen Temperaturcodewandler 541d, der den Digitalcode ADC in einen korrespondierenden Temperaturcode Tcode umwandelt. Hierbei kann der Temperaturcodewandler 541d dazu verwendet werden, die Anzahl an Bits, die den Digitalcode ADC darstellen, auf eine geringere Anzahl an Bits zu verringern, die den Temperaturcode Tcode darstellen.

[0064] Der Temperaturcodegenerator 541 kann weiter ein Kalibrierungsteil 541e umfassen, das bestimmt, ob der Temperaturcode Tcode auf einen Wert gesetzt ist, der mit der Standardtemperatur korrespondiert, und damit den Temperaturdetektor 541b gemäß dem Bestimmungsergebnis steuert. Die analoge Temperaturspannung VTEMP, die vom Temperaturdetektor 541b bereitgestellt wird, variiert unter der Kontrolle des Kalibrierungsteils 541e. Zum Beispiel kann das Kalibrierungsteil 541e dazu verwendet werden, die analoge Temperaturspannung VTEMP auf ihre Standardeinstellung zurückzusetzen, wie sie in Bezug auf die Standardtemperatur definiert ist. Das Kalibrierungsteil 541e kann nur während einer Testoperation und/oder einer Initialisierungsoperation bei Inbetriebnahme aktiviert werden und während einer normalen Operation inaktiviert sein.

[0065] Die **Fig. 7A** und **Fig. 7B** sind graphische Darstellungen, die Offsetwerte genauer beschreiben, die in einer oder mehreren der in den **Fig. 5A** und **Fig. 5B** beschriebenen Umsetzungstabellen enthalten sind. Es wird zum Zwecke der Erläuterung angenommen, dass ein Flash-Speicherelement innerhalb eines zulässigen Temperaturbereichs von +90 °C bis -40 °C betrieben wird. Es wird ferner angenommen, dass die Standardtemperatur für das Speicherelement seine höchste Temperatur ist (90 °C). Unter diesen Bedingungen wird die Schwellenspannungsverteilung für eine Speicherzelle zunehmen (breiter werden), wenn die effektive Temperatur des Speicherelements von der Standardtemperatur abfällt. Dementsprechend sollte die an die Speicherzelle angelegte Betriebsspannung (z. B. eine Wortleitungsspannung), kompensiert werden, um einer zulässigen Temperaturschwankung unter die Standardtemperatur Rechnung zu tragen. Alternativ wird, wenn die Standardtemperatur als die tiefste Temperatur (-40 °C) eines zulässigen Temperaturbereichs definiert worden ist, die Schwellenspannung einer Speicherzelle abnehmen (enger werden), wenn die effektive Temperatur des Speicherelements von der Standardtemperatur ansteigt. Als Folge davon sollte die an eine Speicherzelle angelegte Betriebsspannung kompensiert werden, um einer zulässigen Temperaturschwankung über die Standardtemperatur Rechnung zu tragen.

[0066] Mit Bezug zu **Fig. 7A** beschreibt der Graph weiter eine Variation eines Kompensationsoffsetwerts als Funktion von Programmierdatenzuständen (z. B. sieben Programmierzustände P1 bis P7 für einen angenommenen MLC mit 3 Bit) über einen zulässigen Betriebstemperaturbereich geteilt durch sieben (7) gleichförmige Temperaturbereiche TR0 bis TR6. Zugehörige Offsetwerte für einen speziellen Temperaturbereich (z. B. die unterbrochene Linie im Temperaturbereich TR4 von **Fig. 7A**) können in Bezug auf den speziellen Programmierzustand der

ausgewählten Speicherzelle bestimmt werden, weil die Schwellenspannungsverteilung der ausgewählten Speicherzelle nicht nur mit dem Temperaturbereich, sondern auch dem Programmierdatenzustand schwankt, wie es in **Fig. 2B** beschrieben ist. Daher kann, wie aus **Fig. 7A** ersichtlich wird, ein definierter Offsetwert für jeden Programmierdatenzustand P1 bis P7 (eine untergeordnete Speicherzellbedingung) gemäß einem bestimmten Temperaturbereich (eine dominante Speicherzellbedingung) eingestellt werden. Auf diese Weise können die veränderlich ansteigenden/abfallenden Flanken der Offsetwerte für die Programmierdatenzustände in geeigneter Weise in Hinblick auf die momentane Temperatur des Speicherelements bestimmt werden. Hier zeigt die ansteigende/abfallende Flanke einen Unterschied von Offsetwerten an, wobei jeder mit einem anderen Temperaturbereich eines Programmierdatenzustands korrespondiert. Solche ansteigenden/abfallenden Flanken der Offsetwerte, die einer Speicherzellbedingung zugeordnet sind (z. B. Programmierdatenzustände P1 bis P7), für zugehörige Temperaturbereiche können kontinuierlich oder schrittweise bestimmt werden.

[0067] Der Graph von **Fig. 7B** ist eine umgekehrte Darstellung der Beziehung zwischen Offsetwerten, die Programmierdatenzuständen P1 bis P7 und unterschiedlichen Temperaturbereichen TR1 bis TR6 zugeordnet sind, im Vergleich zum Graphen von **Fig. 7A**. Damit wird der andere Ansatz zur Definition der ansteigenden/abfallenden Flanken der Offsetwerte erläutert. Unter Verwendung von Offsetwerten, die einer untergeordneten Speicherzellbedingung zugeordnet sind (z. B. Programmierdatenzustand), die kontinuierlich bestimmt werden, kann die Schwellenspannungsverteilung von Speicherzellen eine exakte Verschiebungskompensation in Hinblick auf eine momentane Temperatur erhalten.

[0068] In einigen Ausführungsformen des erfinderischen Konzepts können ansteigende/abfallende Flanken der Offsetwerte durch die Steuerlogik 600 modifiziert werden, wenn Spannungstrimminformationen von einem Speicherzellenfeld 100 in das Register geladen werden, das die Umsetzungstabellen 501 speichert. Alternativ können zahlreiche Spannungstrimminformationensätze, die verschiedene ansteigende/abfallende Flanken von Offsetwerten reflektieren, im Speicherzellenfeld 100 gespeichert werden, wobei ein beliebiger der zahlreichen Spannungstrimminformationensätze nach Inbetriebnahme des Speicherelements von der Steuerlogik 600 ausgewählt und dann in das Umsetzungstabellenregister 501 geladen werden kann. Auswahl eines Spannungstrimminformationensatzes oder eine Veränderung der Spannungstrimminformationen kann unter der Anweisung (Instruktion) eines

externen Geräts (z. B. einer Speichersteuereinheit oder eines Hosts) vorgenommen werden.

[0069] **Fig. 8** zeigt eine Prinzipskizze, die ein Spannungskompensationsverfahren, das bei einem Flash-Speicherelement angewendet wird, gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts genauer beschreibt.

[0070] Auch hierbei ist angenommen, dass das Flash-Speicherelement über einen zulässigen Temperaturbereich von +90 °C bis -40 °C betrieben wird. Es wird ferner angenommen, dass die Standardtemperatur die höchste zulässige Temperatur (+90°C) ist. Es wird angenommen, dass ein Temperaturbereich in eine Mehrzahl von Temperaturbereichen unterteilt ist (zum Beispiel TR0 bis TR6). Ein Temperaturbereich, der die Standardtemperatur beinhaltet, wird als Standardtemperaturbereich bezeichnet (z. B. TR0). Unter diesen Annahmen wird die Schwellenspannungsverteilung für eine Speicherzelle zunehmen (breiter werden), wenn die Temperatur des Speicherelements von der Standardtemperatur abfällt. Dementsprechend sollte eine an die Speicherzelle angelegte Betriebsspannung (z. B. eine Wortleitungsspannung), kompensiert werden, um dieser Temperaturschwankung Rechnung zu tragen.

[0071] Ein Spannungskompensationsverfahren gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts kann damit beginnen, dass die Wortleitungsspannung in Proportion zur Temperaturvariation kompensiert wird (B1010). Wenn zum Beispiel die momentane Temperatur in einen speziellen Temperaturbereich fällt, wie von der Kompensationschaltung 540 detektiert, der sich vom Standardtemperaturbereich unterscheidet, wird die Wortleitungsspannung um einen vorgegebenen Betrag ΔV kompensiert, der zum Betrag der Temperaturvariation proportional ist. Eine Kompensation der Wortleitungsspannung in Proportion zur Temperaturvariation kann unter Verwendung eines von der ersten Umsetzungstabelle 542 bereitgestellten Offsetwerts in Abhängigkeit von einem Temperaturcode Tcode vorgenommen werden.

[0072] Das Spannungskompensationsverfahren von **Fig. 8** kompensiert weiter die Wortleitungsspannung basierend auf dem Programmierdatenzustand der Speicherzelle in Hinblick auf den momentanen Temperaturbereich (B1020). Diese weitere Kompensation kann unter Verwendung eines von der zweiten Umsetzungstabelle 543 bereitgestellten Offsetwerts vorgenommen werden, wie er vom Temperaturcode Tcode indiziert ist.

[0073] Außerdem kompensiert das Spannungskompensationsverfahren von **Fig. 8** weiter die Wortleitungsspannung basierend auf der physikalischen Position der ausgewählten Wortleitung (B1030).

Diese weitere Kompensation kann unter Verwendung eines von der dritten Umsetzungstabelle 544 bereitgestellten Offsetwerts vorgenommen werden.

[0074] Wie aus **Fig. 8** ersichtlich ist, wird die Wortleitungsspannung als ein spezifisches Beispiel einer Klasse von Betriebsspannungen, die auf gleiche Weise unter Verwendung von Ausführungsformen des erfinderischen Konzepts kompensiert werden können, nicht nur in Proportion zu einer Temperaturschwankung kompensiert, sondern auch in Hinblick auf den Programmierdatenstand der ausgewählten Speicherzelle, wie es durch den momentanen Temperaturbereich indiziert ist, und die Position der ausgewählten Wortleitung. Als Folge davon kann die Schwellenspannungsverteilung der ausgewählten Speicherzelle - die von einem nominalen Bereich durch die Kombination der vorigen Speicherzellbedingungen verschoben worden ist - durch eine optimierte Wortleitungsspannung in geeigneter Weise diskriminiert werden. Dadurch können Lesefehler reduziert werden und die Zuverlässigkeit des Speichersystems kann über einen Bereich von Betriebsbedingungen verbessert werden.

[0075] Mit Blick auf das Beispiel von **Fig. 8** kann eine Betriebsspannungskompensation in Hinblick auf verschiedene Speicherzellenbedingungen (z. B. Anwendung von digitalen Offsetwerten, die den Spannungsgenerator VG steuern) entweder sequentiell oder gleichzeitig vorgenommen werden. Dominante (unabhängig bestimmte und angewendete) Speicherzellbedingungen und/oder untergeordnete (abhängig indizierte oder bezeichnete und dann angewendete) Speicherzellbedingungen können dann bei einer Kompensation verwendet werden. Die auf diese Weise kompensierte(n) Betriebsspannung(en) können an eine Vielzahl von Speicherzellenfeldstrukturen angelegt werden, darunter sowohl zwei-dimensionale wie drei-dimensionale Feldstrukturen.

[0076] **Fig. 9** zeigt ein Blockdiagramm, das eine Datenspeichereinrichtung mit einem nichtflüchtigen Speicherelement gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts darstellt.

[0077] Mit Bezug zu **Fig. 9** umfasst eine Datenspeichereinrichtung 3000 allgemein ein Speichermedium 3100 und eine Steuereinheit 3200. Das Speichermedium 3100 kann dazu verwendet werden, Dateninformationen mit verschiedenen Datentypen zu speichern, wie Text, Graphik, Softwarecode usw. Das Speichermedium 3100 kann aus einem nichtflüchtigen Speicherelement gebildet sein, wie es in den **Fig. 1** oder **Fig. 4** beschrieben ist, und kann dazu ausgebildet sein, dass es eine Wortleitungsspannung gemäß der oben beschriebenen Vorgehensweise zur Spannungskompensation kompensiert. Die Steuereinheit 3200 kann so ausgebildet sein,

dass sie das Speichermedium 3100 in Abhängigkeit von einer externen Anfrage ansteuert.

[0078] **Fig. 10** zeigt ein Blockdiagramm, das die Steuereinheit von **Fig. 9** gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts genauer darstellt. Mit Bezug zu **Fig. 10** umfasst die Steuereinheit 3200 eine erste Schnittstelle (HI) 3210, eine zweite Schnittstelle (MLI) 3220, eine Verarbeitungseinheit (Prozesseinheit) 3230, einen Puffer 3240, eine Fehlerdetektions- und/oder -korrektur(ECC)-Einheit 3250, dabei bedeutet ECC Error-Correction Code, und einen Nur-Lese-Speicher (ROM) 3260.

[0079] Die erste Schnittstelle 3210 kann dazu ausgebildet sein, dass sie mit einem externen Gerät (z. B. einem Host) eine Schnittstelle bildet. Die zweite Schnittstelle 3220 kann dazu ausgebildet sein, dass sie mit dem Speichermedium 3100 von **Fig. 9** eine Schnittstelle bildet. Die Verarbeitungseinheit 3230 kann eine Zentraleinheit (CPU) sein, die dazu ausgebildet ist, dass sie Firmware, wie eine Flash-Übersetzungsschicht (Flash Translation Layer, FTL) betreibt, die die Operation des Speichermediums 3100 teilweise steuert. Der Puffer 3240 kann dazu verwendet werden, Daten vorübergehend (temporär) zu speichern, die über die erste Schnittstelle 3210 von dem externen Gerät empfangen wurden oder an dieses zu senden sind. Der Puffer 3240 kann auch dazu verwendet werden, Daten vorübergehend zu speichern, die über die zweite Schnittstelle 3220 vom Speichermedium 3100 empfangen wurden oder an dieses zu senden sind. Die ECC-Einheit 3250 kann dazu ausgebildet sein, dass sie Daten kodiert, die im Speichermedium 3100 zu speichern sind, und Lesedaten dekodiert, die vom Speichermedium 3100 aufgerufen sind.

[0080] **Fig. 11** zeigt ein Blockdiagramm, das ein Festkörperlaufwerk (SSD), das ein nichtflüchtiges Speicherelement beinhalten kann, gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts darstellt.

[0081] Mit Bezug zu **Fig. 11** umfasst ein SSD 4000 allgemein Speichermedien 4100 und eine Steuereinheit 4200. Das Speichermedium 4100 ist mit der Steuereinheit 4200 über eine Mehrzahl von Kanälen verbunden, wobei jeder Kanal mit einer Mehrzahl von nichtflüchtigen Speicherelementen verbunden ist, die die Speichermedien bilden. Jedes nichtflüchtige Speicherelement kann aus einem in **Fig. 1** oder **Fig. 4** beschriebenen Speicher gebildet sein. Die Steuereinheit 4200 kann gemäß einem oder mehreren bekannten Protokollen auf herkömmliche Weise konfiguriert sein, um die Speichermedien 4100 anzusteuern.

[0082] **Fig. 12** zeigt ein Blockdiagramm, das die Speichermedien 4100 im SSD von **Fig. 11** genauer darstellt. **Fig. 13** zeigt ein Systemblockdiagramm,

das einen Speicherserver mit dem SSD von **Fig. 11** darstellt.

[0083] Ein SSD 4000 gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts kann verwendet werden, um eine nichtflüchtige Speichereinrichtung auszubilden, die die Speichermedien der **Fig. 11**, **Fig. 12** und **Fig. 13** bildet. Wie in **Fig. 12** dargestellt umfassen die Speichermedien eine Mehrzahl von SSDs 4000, die auf ähnliche Weise ausgebildet sind, wie es in **Fig. 11** beschrieben ist. Das SSD 4000 gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts wird dazu verwendet, einen Speicherserver auszubilden. Wie in **Fig. 13** dargestellt kann ein Speicherserver eine Mehrzahl von SSDs 4000, die wie in **Fig. 11** beschrieben ausgebildet sind, und einen Server 4000A umfassen. Weiter kann zusätzlich eine herkömmliche bekannte RAID-Steuereinheit 4000B in Verbindung mit dem Speicherserver vorgesehen sein, wobei RAID Redundant Array of Independent Disks, also redundante Anordnung unabhängiger Festplatten bedeutet.

[0084] Die **Fig. 14**, **Fig. 15** und **Fig. 16** zeigen Schaubilder, die verschiedene Systeme, die eine Datenspeichereinrichtung unter Verwendung eines nichtflüchtigen Speicherelements beinhalten können, gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts darstellen.

[0085] Im Falle, dass eine SSD mit einem Datenspeicherelement gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts bei den Speichermedien angewendet ist, wie es in **Fig. 14** dargestellt ist, kann ein System 6000 Speichermedien 6100 beinhalten, die dazu ausgebildet sind, mit einem Host über eine festverdrahtete oder eine drahtlose Verbindung zu kommunizieren. In einem Fall, bei dem eine SSD mit einem Datenspeicherelement gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts bei einem Speicherserver angewendet ist, wie es in **Fig. 15** dargestellt ist, kann ein System 7000 Speicherserver 7100 und 7200 beinhalten, die dazu ausgebildet sind, mit einem Host über eine festverdrahtete oder eine drahtlose Verbindung zu kommunizieren. Weiter kann, wie in **Fig. 16** dargestellt, eine SSD mit einem Datenspeicherelement gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts bei einem Mailserver 8100 angewendet sein, der in einem verteilten Netzwerksystem 8000 betrieben wird.

[0086] Die **Fig. 17** bis **Fig. 21** zeigen Schaubilder, die andere Systeme, die eine Datenspeichereinrichtung beinhalten können, gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts darstellen.

[0087] **Fig. 17** zeigt ein Blockdiagramm, das ein Mobiltelefonsystem gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts darstellt.

[0088] Mit Bezug zu **Fig. 17** umfasst das Mobiltelefonsystem eine ADPCM-Codec-Schaltung 9202 (wobei ADPCM Adaptive Differential Pulse Code Modulation bedeutet) zur Sprachkomprimierung und Dekomprimierung von komprimierter Sprache, einen Lautsprecher 9203, ein Mikrofon 9204, eine TDMA-Schaltung 9206 für ein Zeitmultiplexverfahren (Time Division Multiplex) von digitalen Daten, eine Phasenregelschleifen(PLL)-Schaltung 9210, die dazu ausgebildet ist, eine Trägerfrequenz eines Hochfrequenzsignals festzulegen, eine RF-Schaltung 9211, die dazu ausgebildet ist, ein Hochfrequenzsignal zu senden und zu empfangen, und dergleichen.

[0089] Weiter kann das Mobiltelefonsystem verschiedene Arten von Speichern umfassen, wie das nichtflüchtige Speicherelement 9207, den ROM 9208 und den SRAM 9209. Das nichtflüchtige Speicherelement 9207 kann aus einem nichtflüchtigen Speicherelement gemäß Ausführungsformen des erfinderischen Konzepts ausgebildet sein. Der ROM 9208 kann dazu verwendet werden, Programme zu speichern und der SRAM 9209 kann als Arbeitsbereich für den Mikrocomputer zur Systemsteuerung 9212 und/oder zum temporären Speichern von Daten verwendet werden. Hierbei ist der Mikrocomputer zur Systemsteuerung 9212 ein Prozessor, der dazu ausgebildet ist, Schreib- und Leseoperationen des nichtflüchtigen Speicherelements 9207 zu steuern.

[0090] **Fig. 18** zeigt ein Blockdiagramm, das eine Speicherkarte gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts darstellt. Die Speicherkarte kann (beispielsweise) eine MMC-Karte, eine SD-Karte, eine Multiuse-Karte, eine Mikro-SD-Karte, ein Speicherstick, eine Compact-SD-Karte, eine ID-Karte, eine PCMCIA-Karte, eine SSD-Karte, eine Chip-Karte, eine Smartcard, eine USB-Karte oder dergleichen sein.

[0091] Mit Bezug zu **Fig. 18** umfasst die Speicherkarte eine Schnittstellenschaltung 9221, die eine Schnittstelle mit einem externen Gerät ausbildet, eine Steuereinheit 9222, die einen Pufferspeicher beinhaltet und eine Operation der Speicherkarte steuert, und mindestens ein nichtflüchtiges Speicherelement 9207 gemäß Ausführungsformen des erfinderischen Konzepts. Die Steuereinheit 9222 kann ein Prozessor sein, der dazu ausgebildet ist, Schreib- und Leseoperationen des nichtflüchtigen Speicherelements 9207 zu steuern. Insbesondere kann die Steuereinheit 9222 mit dem nichtflüchtigen Speicherelement 9207 und der Schnittstellenschaltung 9221 über einen Datenbus und einen Adressenbus gekoppelt sein.

[0092] Fig. 19 zeigt ein Blockdiagramm, das eine Digitalkamera gemäß einer Ausführungsform des erfinderischen Konzepts darstellt.

[0093] Mit Bezug zu Fig. 19 umfasst die Digitalkamera ein Gehäuse 9301, einen Schacht 9302, eine Linse 9303, eine Anzeigeschaltung 9308, einen Blendenauslöser 9312, eine Blitzlichteinrichtung 9318 und dergleichen. Insbesondere kann eine Speicherkarte 9331 in den Schacht 9308 eingesetzt werden und mindestens ein nichtflüchtiges Speicherelement 9207 gemäß Ausführungsformen des erfinderischen Konzepts beinhalten.

[0094] Wenn die Speicherkarte 9331 vom Kontakttyp ist, kann ein elektrischer Schaltkreis auf einer Leiterplatte mit der Speicherkarte 9331 elektrisch verbunden werden, wenn sie in den Schacht 9308 eingesetzt wird. Im Falle, dass die Speicherkarte 9331 vom kontaktlosen Typ ist, kann ein elektrischer Schaltkreis auf einer Leiterplatte mit der Speicherkarte 9331 über ein Hochfrequenzverfahren kommunizieren.

[0095] Fig. 20 einschließlich der Fig. 20(a) bis Fig. 20(j) ist eine Zusammenstellung von verschiedenen Schaubildern, die Systeme darstellen, die eine Speicherkarte, wie den Typ, der mit Bezug zu Fig. 19 beschrieben ist, beinhalten können.

[0096] Mit Bezug zu Fig. 20 kann eine Speicherkarte 9331 bei (a) einer Videokamera, (b) einem Fernsehgerät, (c) einem Audiogerät, (d) einer Spielanlage, (e) einem elektronischen Musikgerät, (f) einem Mobiltelefon, (g) einem Computer, (h) einem persönlichen digitalen Assistenten (PDA), (i) einem Sprachaufzeichnungsgerät (Voicerecorder), (j) einer PC-Karte und dergleichen angewendet werden.

[0097] Fig. 21 zeigt ein Blockdiagramm, das ein Bildsensorsystem gemäß einer beispielhaften Ausführungsform des erfinderischen Konzepts darstellt.

[0098] Mit Bezug zu Fig. 21 umfasst das Bildsensorsystem einen Bildsensor 9332, eine Eingabe-/Ausgabe-Einrichtung 9336, einen RAM 9348, eine CPU 9344 und ein nichtflüchtiges Speicherelement 9354 gemäß Ausführungsformen des erfinderischen Konzepts. Die verschiedenen Systemkomponenten von Fig. 21 können über einen Bus 9352 kommunizieren. Der Bildsensor 9332 kann eine Photomesseinrichtung beinhalten, wie ein Photo-Gate, eine Photodiode oder dergleichen. Die Systemkomponenten von Fig. 21 können auf einem einzigen Chip zusammen mit einem Prozessor oder unabhängig vom Prozessor ausgebildet sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen einer Betriebsspannung in einem nichtflüchtigen Speicherelement, das ein Speicherzellenfeld (100) aus nichtflüchtigen Speicherzellen aufweist, wobei das Verfahren umfasst:

- Detektieren eines Speicherzellenzustands in Form einer momentanen Temperatur des nichtflüchtigen Speicherelements,
- Erzeugen der Betriebsspannung, die an eine ausgewählte Speicherzelle des Speicherzellenfelds (100) anzulegen ist, in Abhängigkeit von einem Programmierdatenzustand (P1 bis P7) der ausgewählten Speicherzelle und
- Kompensieren der Betriebsspannung in Abhängigkeit von der momentanen Temperatur des nichtflüchtigen Speicherelements und dem Programmierdatenzustand (P1 bis P7) der ausgewählten Speicherzelle, wobei ein Kompensationsbetrag der Betriebsspannung bei der momentanen Temperatur von dem Programmierdatenzustand (P1 bis P7) abhängig ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Betriebsspannung dafür bestimmt ist, an die ausgewählte Speicherzelle im Speicherzellenfeld (100) während eines vom nichtflüchtigen Speicherelement ausgeführten Programmiervorgangs angelegt zu werden.

3. Verfahren zum Erzeugen einer Betriebsspannung in einem nichtflüchtigen Speicherelement, das ein Speicherzellenfeld (100) aus nichtflüchtigen Speicherzellen aufweist, wobei das Verfahren umfasst:

- Detektieren eines Speicherzellenzustands in Form einer momentanen Temperatur des nichtflüchtigen Speicherelements,
- Erzeugen der Betriebsspannung, die an eine ausgewählte Speicherzelle des Speicherzellenfelds (100) anzulegen ist, in Abhängigkeit von einem Programmierdatenzustand (P1 bis P7) der ausgewählten Speicherzelle und
- Kompensieren der Betriebsspannung in Abhängigkeit von der momentanen Temperatur des nichtflüchtigen Speicherelements und einer Position einer mit der ausgewählten Speicherzelle verknüpften, ausgewählten Wortleitung relativ zu anderen Wortleitungen in dem Speicherzellenfeld (100), wobei ein Kompensationsbetrag der Betriebsspannung bei der momentanen Temperatur von der Position der ausgewählten Wortleitung abhängig ist und wobei die Betriebsspannung dafür bestimmt ist, an die mit der ausgewählten Speicherzelle im Speicherzellenfeld (100) verknüpfte, ausgewählte Wortleitung angelegt zu werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Betriebsspannung eine Lesespannung ist,

die dazu verwendet wird, eine Schwellenspannungsverteilung für die ausgewählte Speicherzelle während einer Leseoperation zu unterscheiden, die durch das nichtflüchtige Speicherelement durchgeführt wird, oder eine Leseverifikationsspannung ist, die dazu verwendet wird, eine Schwellenspannungsverteilung für die ausgewählte Speicherzelle während einer Programmieroperation zu unterscheiden, die durch das nichtflüchtige Speicherelement durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Betriebsspannung dafür bestimmt ist, während eines Programmiervorgangs an die ausgewählte Wortleitung angelegt zu werden.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Lesespannung dazu bestimmt ist, an eine mit der ausgewählten Speicherzelle verknüpfte, ausgewählte Wortleitung angelegt zu werden, und die Leseverifikationsspannung dazu bestimmt ist, an die mit der ausgewählten Speicherzelle verknüpfte, ausgewählte Wortleitung angelegt zu werden.

7. Verfahren zum Erzeugen einer Lesespannung in einem nichtflüchtigen Speicherelement, das ein Speicherzellenfeld (100) aus nichtflüchtigen Speicherzellen aufweist, wobei das Verfahren umfasst:

- Detektieren einer momentanen Temperatur des nichtflüchtigen Speicherelements,
- Erzeugen der Lesespannung, die an eine ausgewählte Speicherzelle im Speicherzellenfeld (100) anzulegen ist, und
- Kompensieren der Lesespannung in Abhängigkeit von der momentanen Temperatur des nichtflüchtigen Speicherelements und von einem Programmierdatenzustand (P1 bis P7) der ausgewählten Speicherzelle, wobei ein Kompensationsbetrag der Lesespannung bei der momentanen Temperatur von dem Programmierdatenzustand (P1 bis P7) der ausgewählten Speicherzelle abhängig ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Lesespannung dafür bestimmt ist, an eine mit der ausgewählten Speicherzelle verknüpfte, ausgewählte Wortleitung angelegt zu werden.

9. Nichtflüchtiges Speicherelement, umfassend:

- eine Steuerlogik (600), die den Betrieb des nichtflüchtigen Speicherelements steuert,
- ein Speicherzellenfeld (100) aus nichtflüchtigen Speicherzellen und
- einen Betriebsspannungsgenerator (520), der eine kompensierte Betriebsspannung erzeugt, die an eine ausgewählte Speicherzelle in dem Speicherzellenfeld (100) anzulegen ist, wobei der Betriebsspannungsgenerator (520) dafür eingerichtet ist, die kompensierte Betriebsspannung in Abhängigkeit von einer momentanen Temperatur des nichtflüchtigen Speicherelements und von einem Programmier-

datenzustand (P1 bis P7) der ausgewählten Speicherzelle zu erzeugen, wobei ein Kompensationsbetrag der Betriebsspannung bei der momentanen Temperatur vom Programmierdatenzustand (P1 bis P7) abhängig ist.

10. Nichtflüchtiges Speicherelement nach Anspruch 9, wobei die kompensierte Betriebsspannung dazu bestimmt ist, während eines Programmiervorgangs an die ausgewählte Speicherzelle angelegt zu werden.

11. Nichtflüchtiges Speicherelement nach Anspruch 9 oder 10, wobei der Betriebsspannungsgenerator (520) dafür eingerichtet ist, die momentane Temperatur des nichtflüchtigen Speicherelements zu detektieren.

12. Nichtflüchtiges Speicherelement nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei die kompensierte Betriebsspannung eine Lesespannung ist, die dazu verwendet wird, eine Schwellenspannungsverteilung für die ausgewählte Speicherzelle während einer Leseoperation zu unterscheiden, die durch das nichtflüchtige Speicherelement durchgeführt wird, oder eine Leseverifikationsspannung ist, die dazu verwendet wird, eine Schwellenspannungsverteilung für die ausgewählte Speicherzelle während einer Programmieroperation zu unterscheiden, die durch das nichtflüchtige Speicherelement durchgeführt wird.

13. Nichtflüchtiges Speicherelement nach einem der Ansprüche 9, 10 und 12, wobei die Lesespannung dazu bestimmt ist, an eine mit der ausgewählten Speicherzelle verknüpfte, ausgewählte Wortleitung angelegt zu werden, und die Leseverifikationsspannung dazu bestimmt ist, an die mit der ausgewählten Speicherzelle verknüpfte, ausgewählte Wortleitung angelegt zu werden.

Es folgen 22 Seiten Zeichnungen

Fig. 1

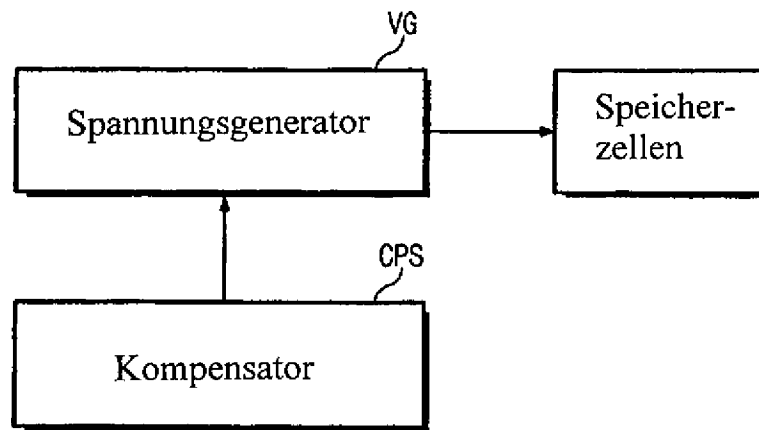


Fig. 2A

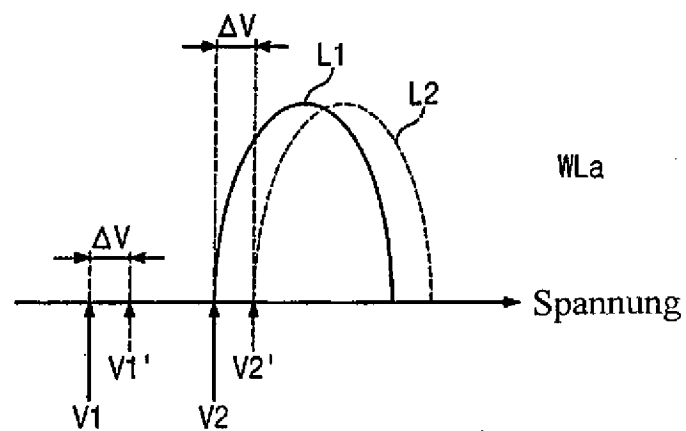


Fig. 2B

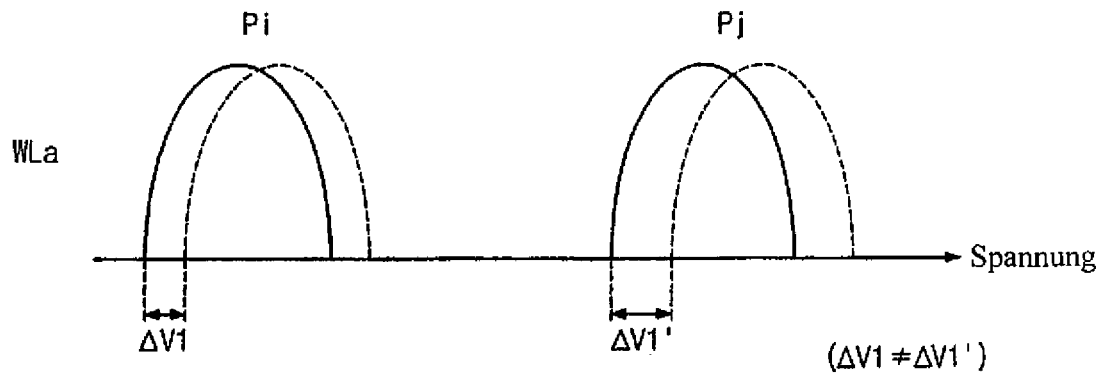


Fig. 2C

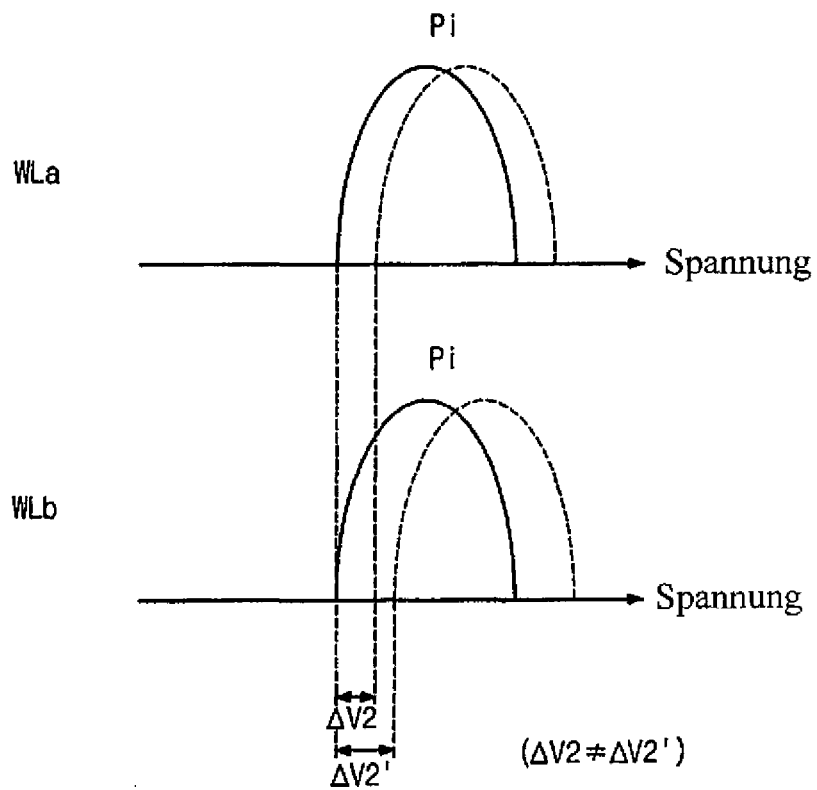


Fig. 2D

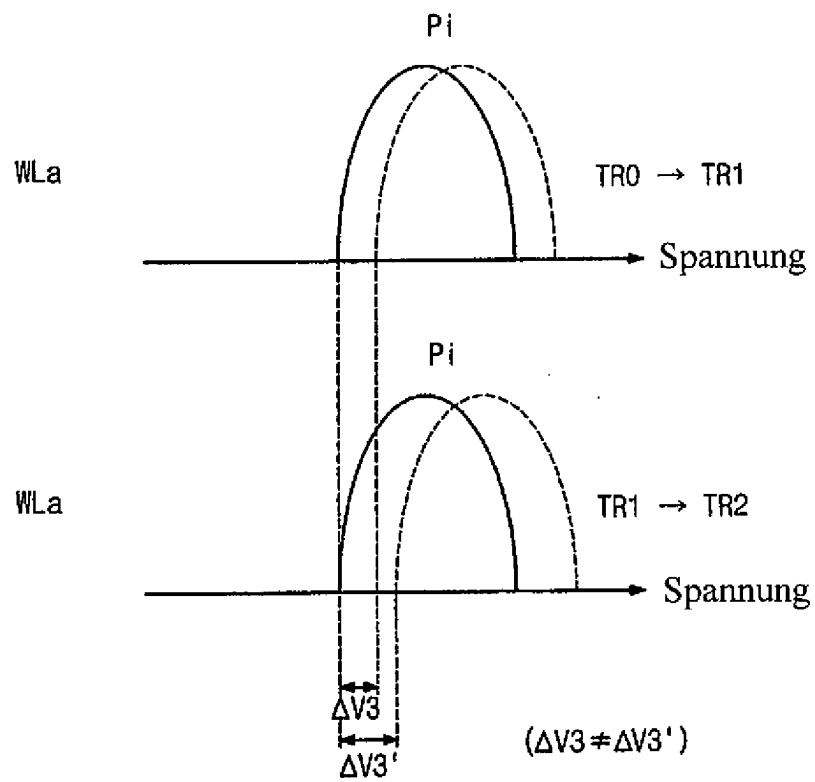


Fig. 3

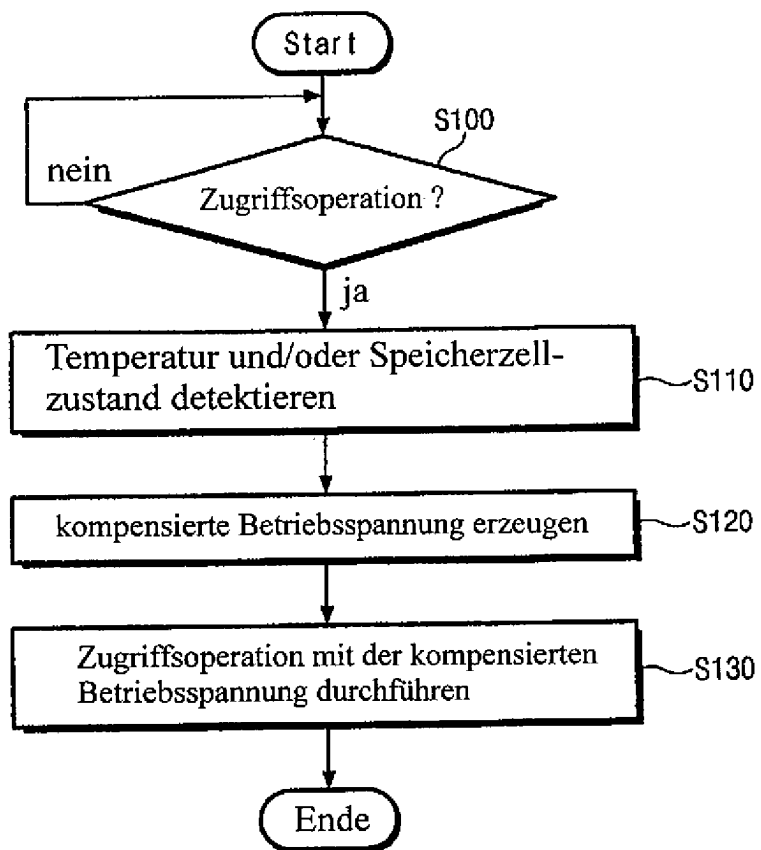


Fig. 4

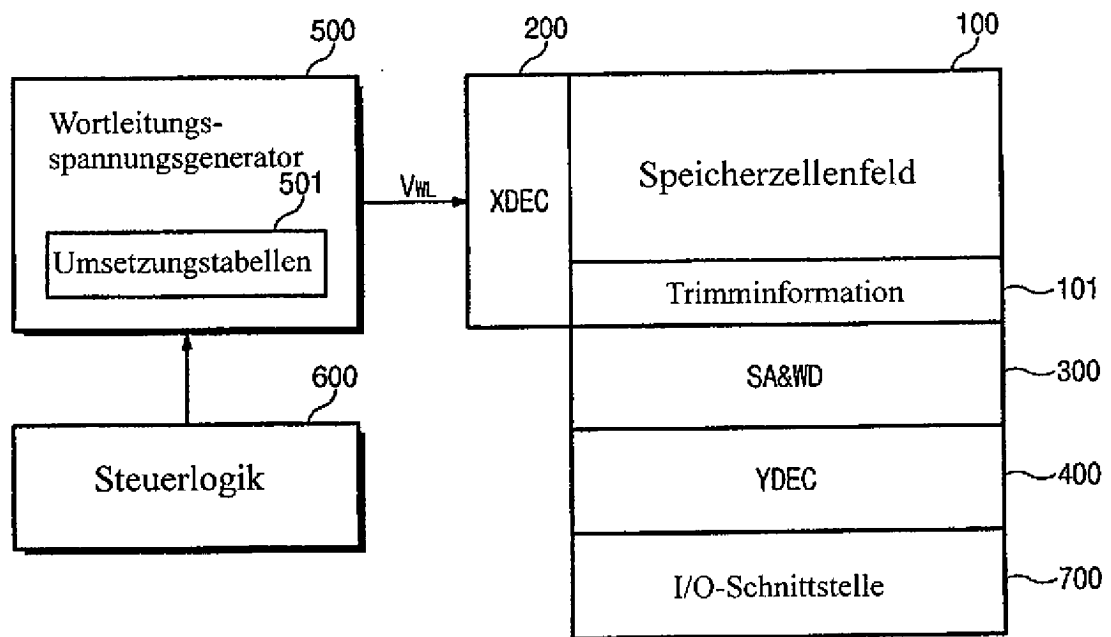


Fig. 5A

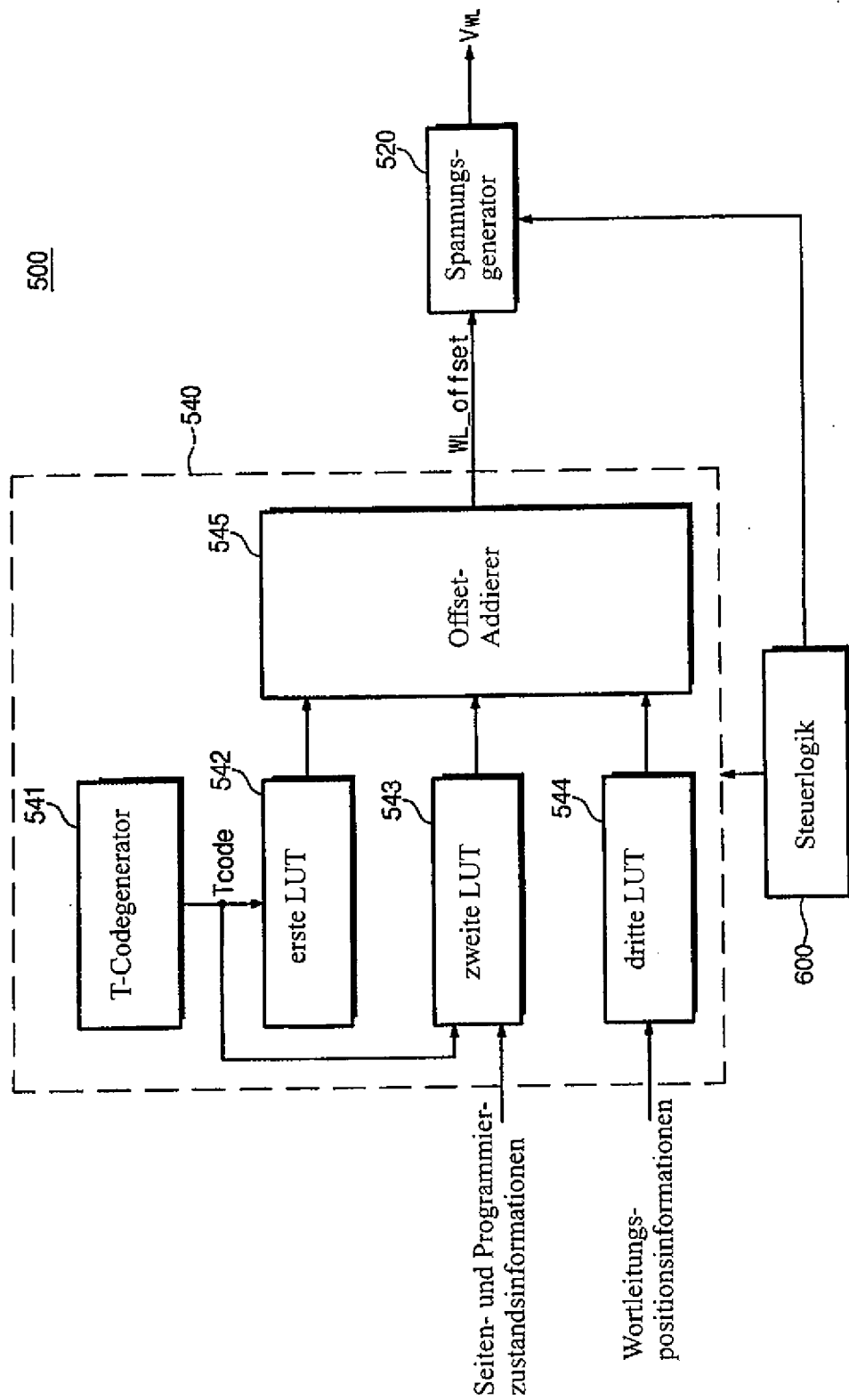


Fig. 5B

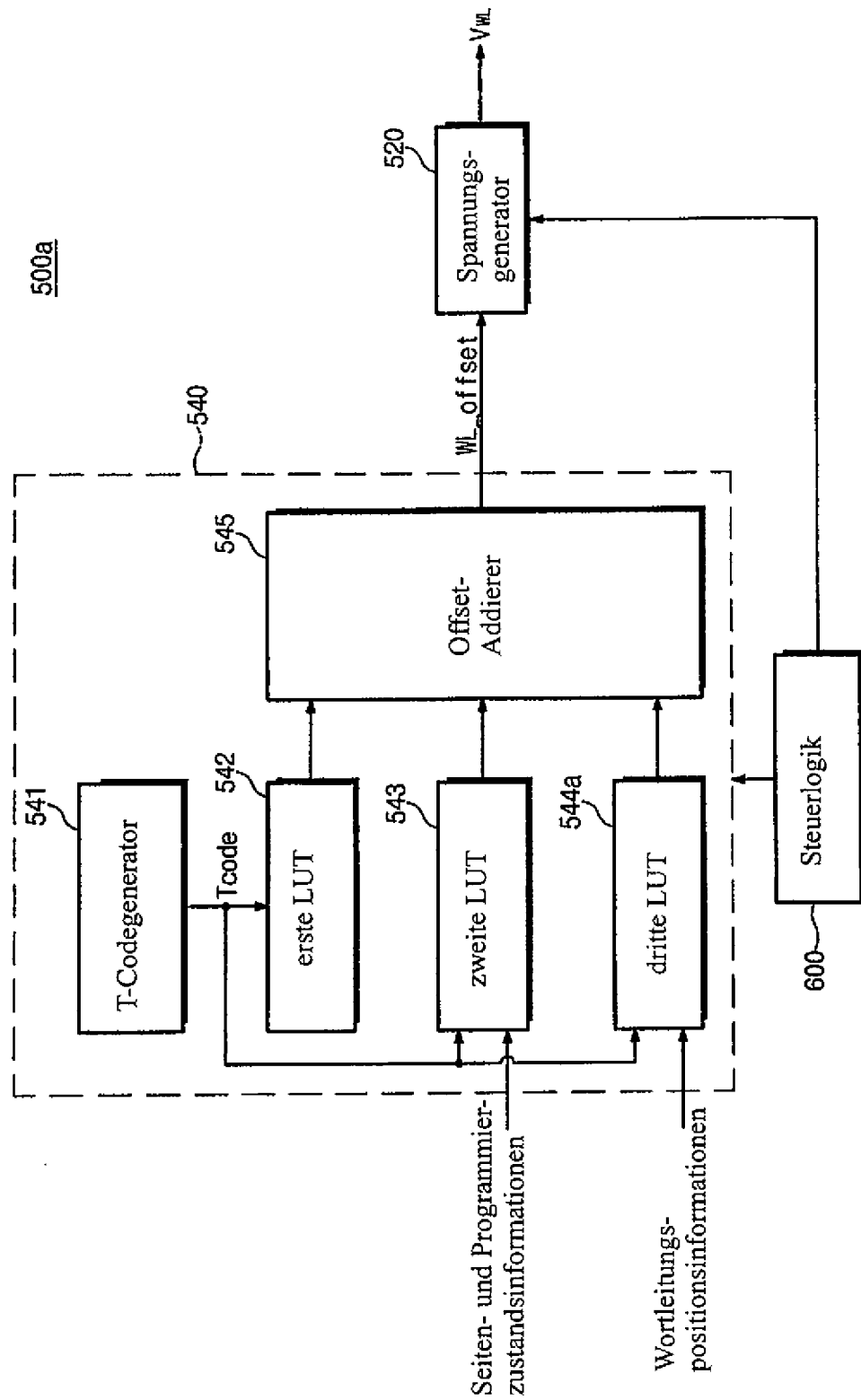


Fig. 6

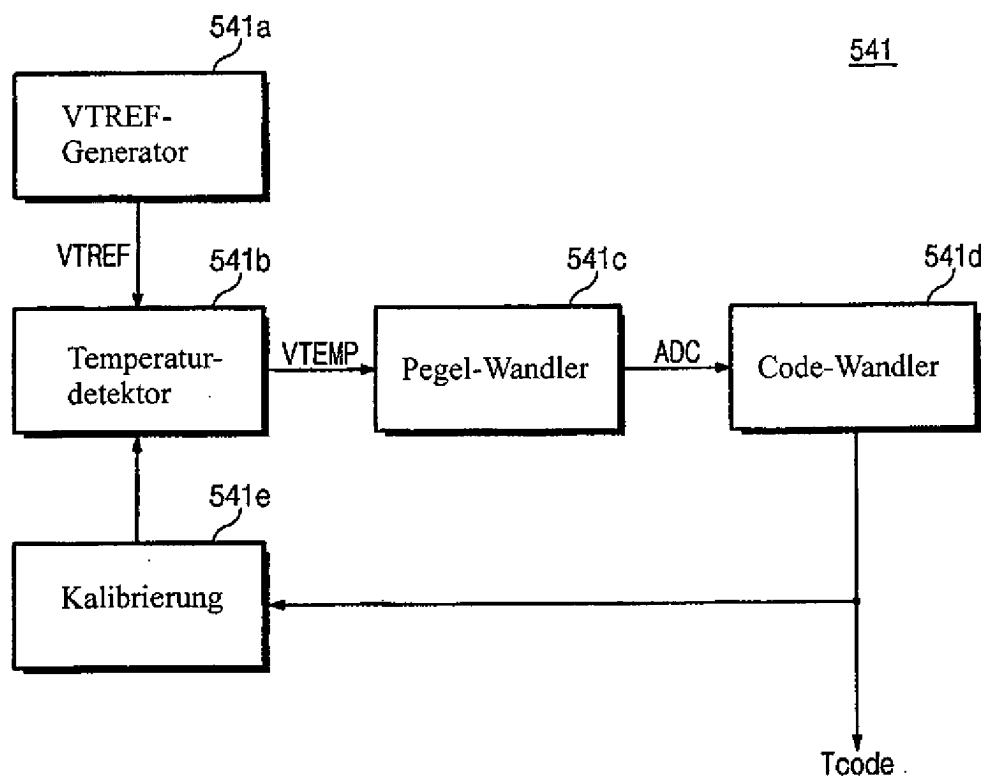


Fig. 7A

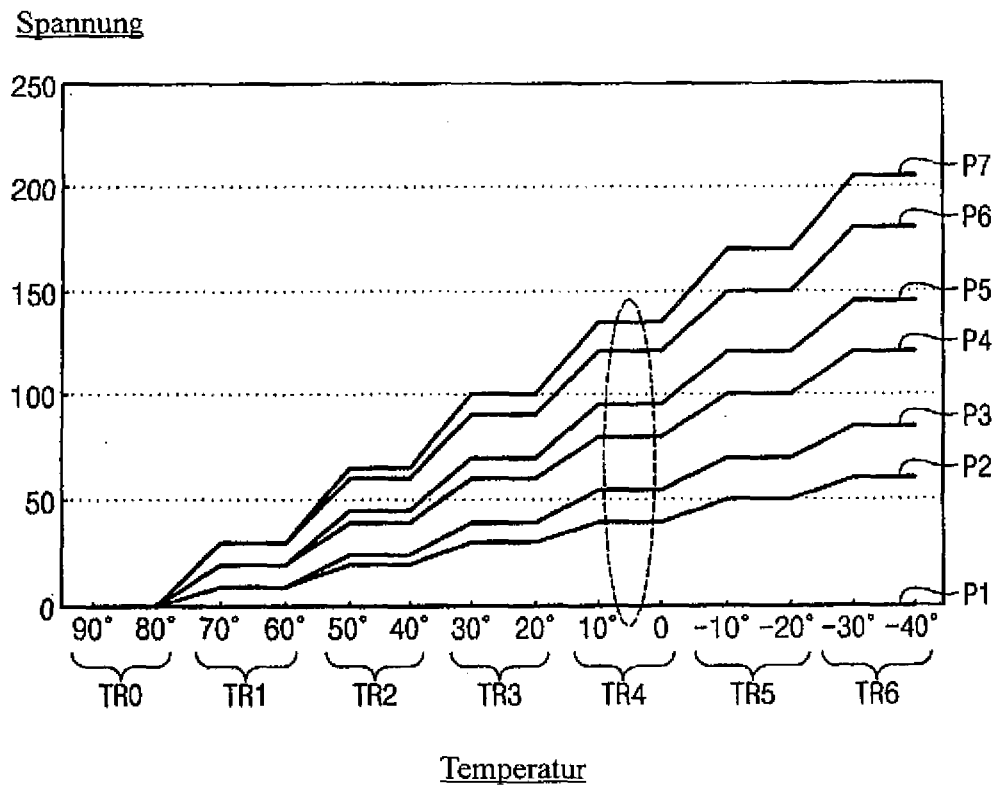


Fig. 7B

Spannung

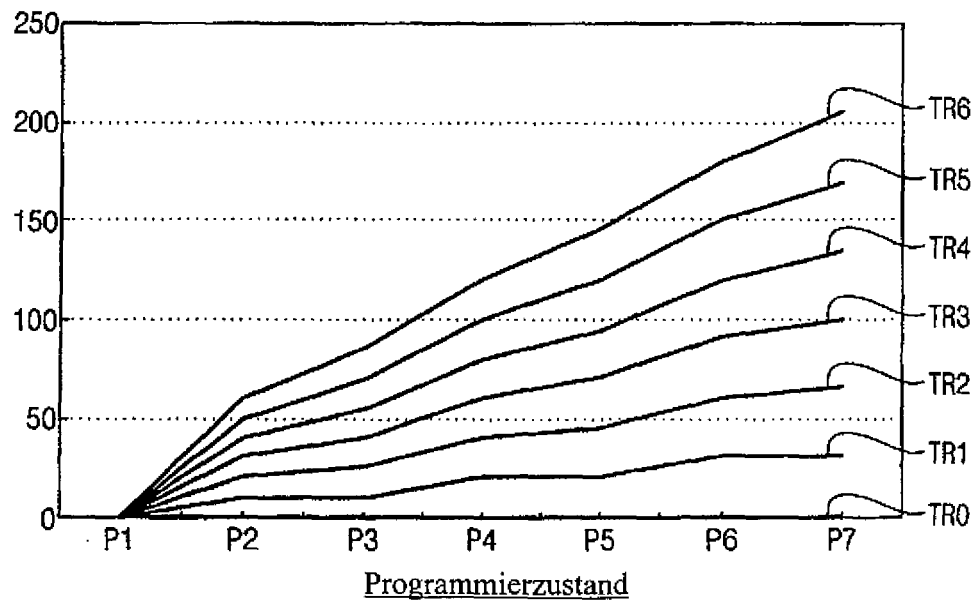


Fig. 8

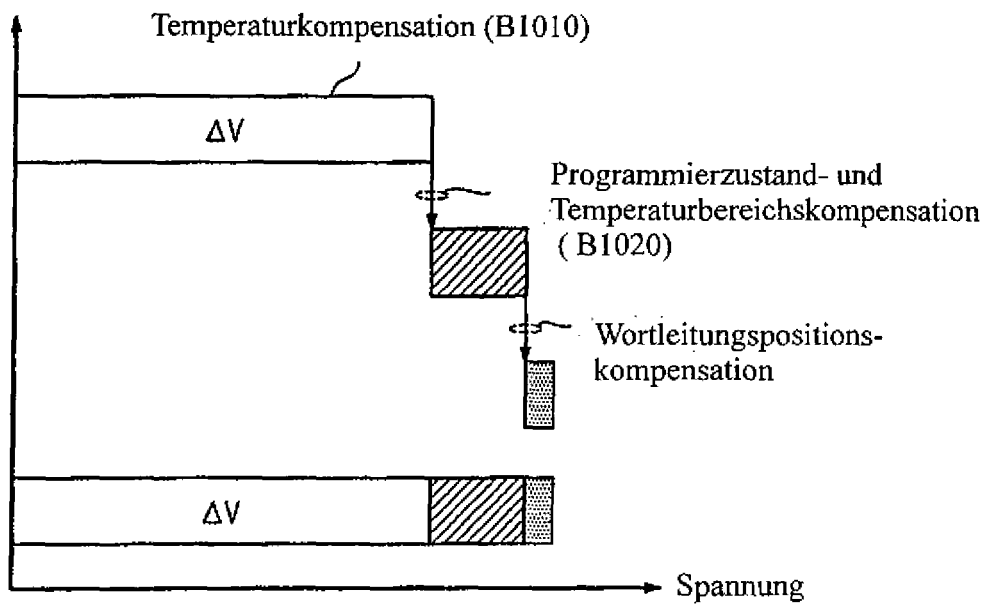


Fig. 9

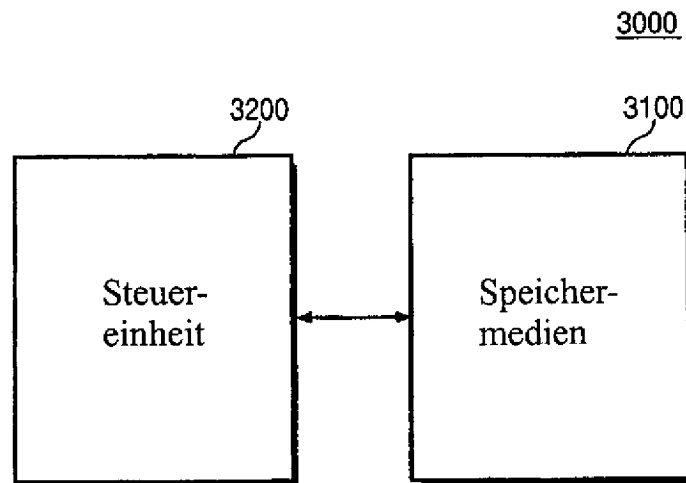


Fig. 10

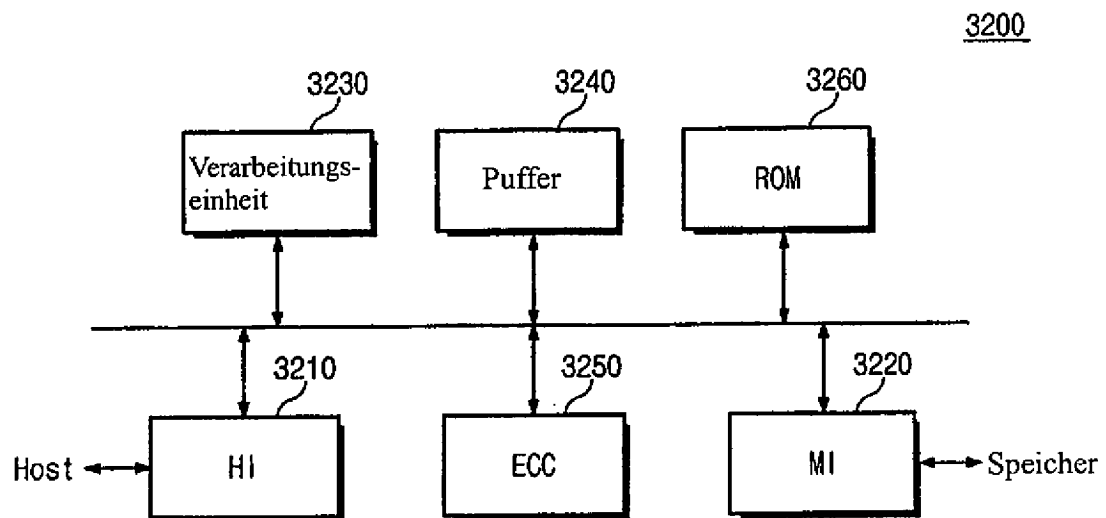


Fig. 11

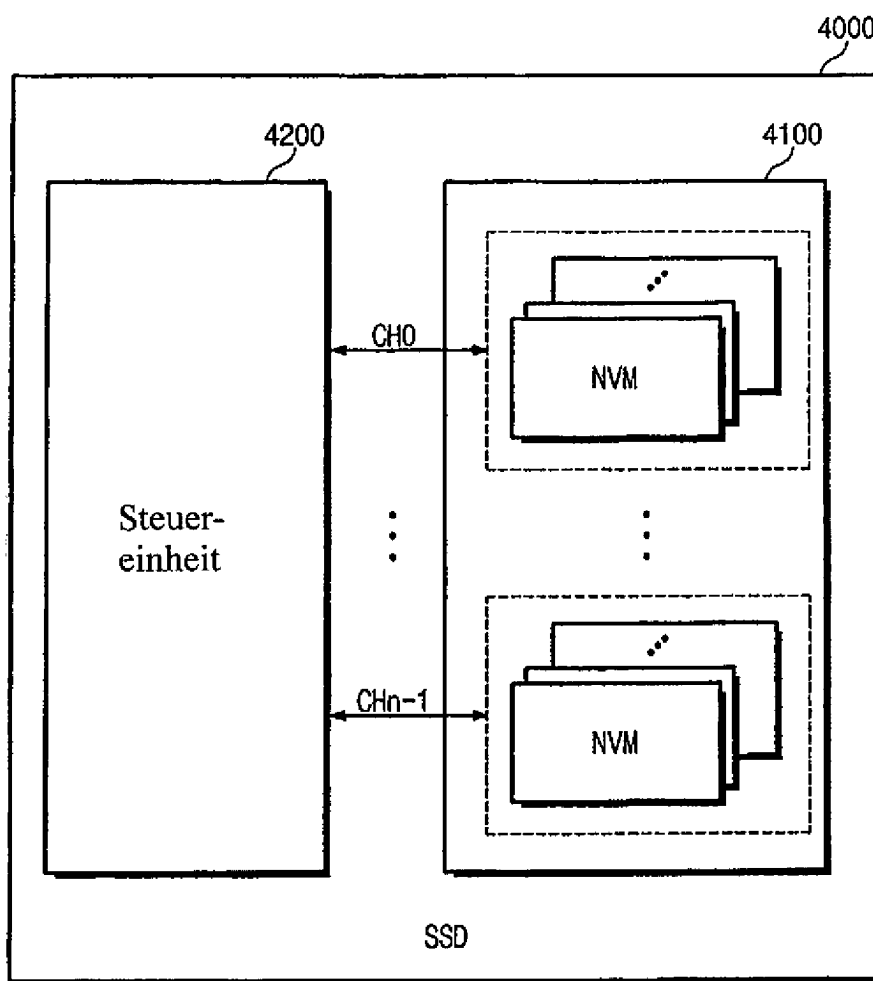


Fig. 12

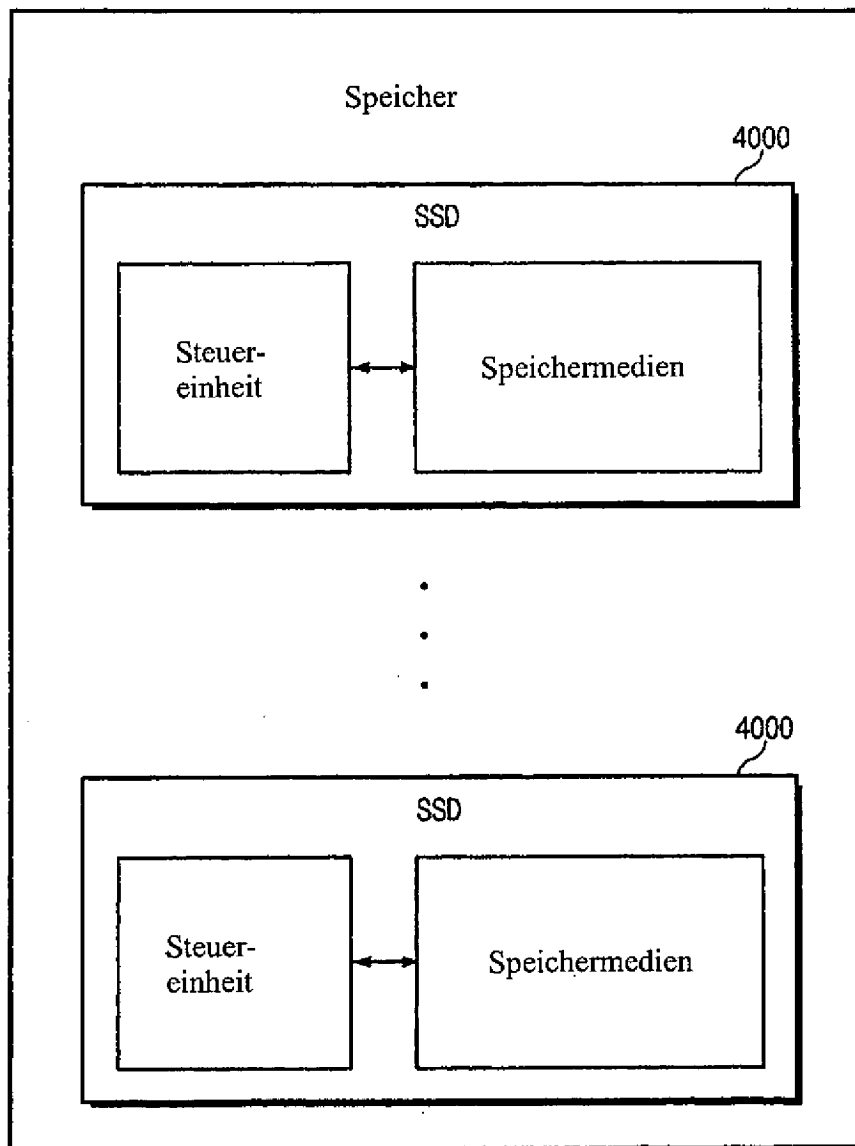


Fig. 13

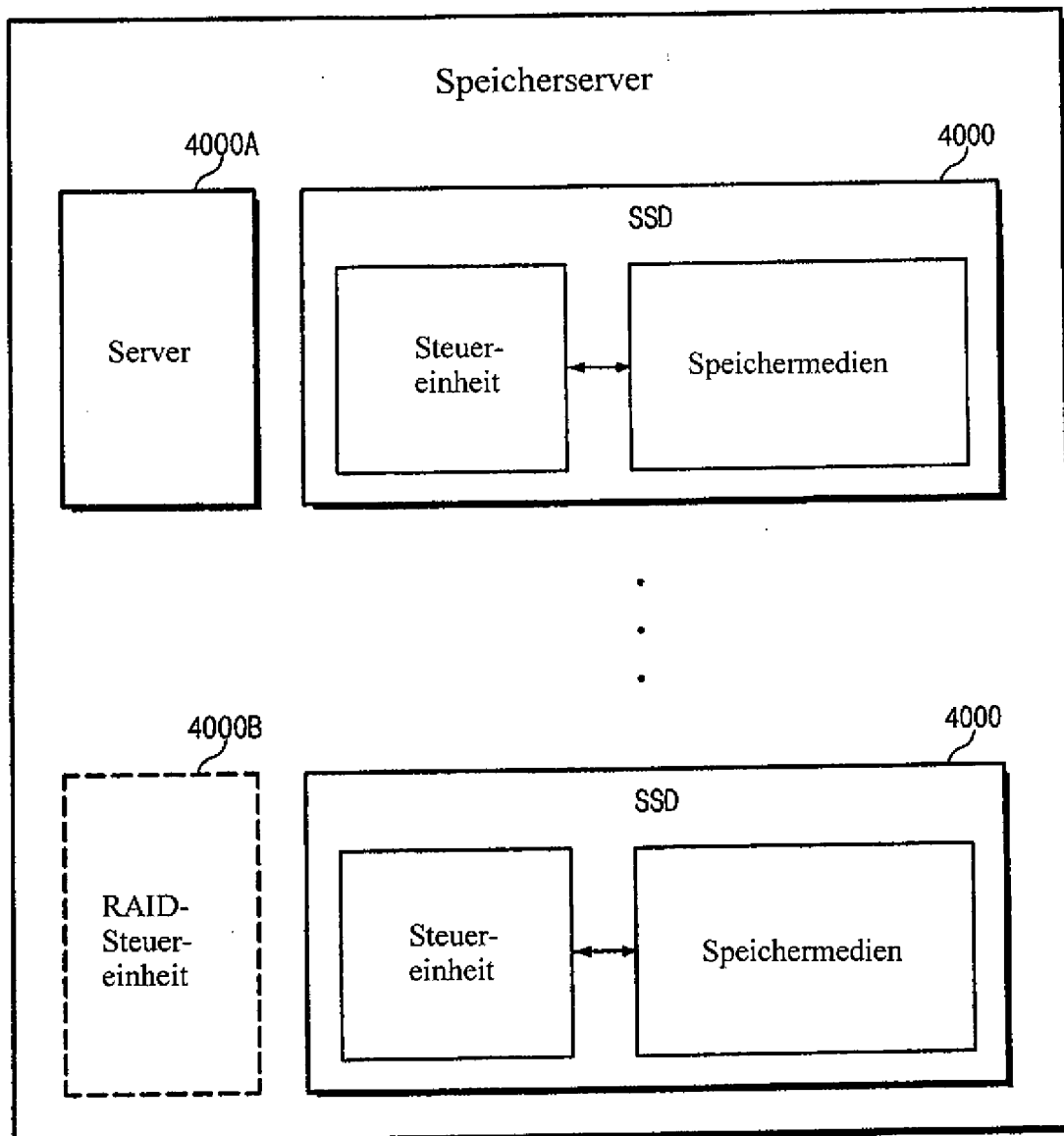


Fig. 14

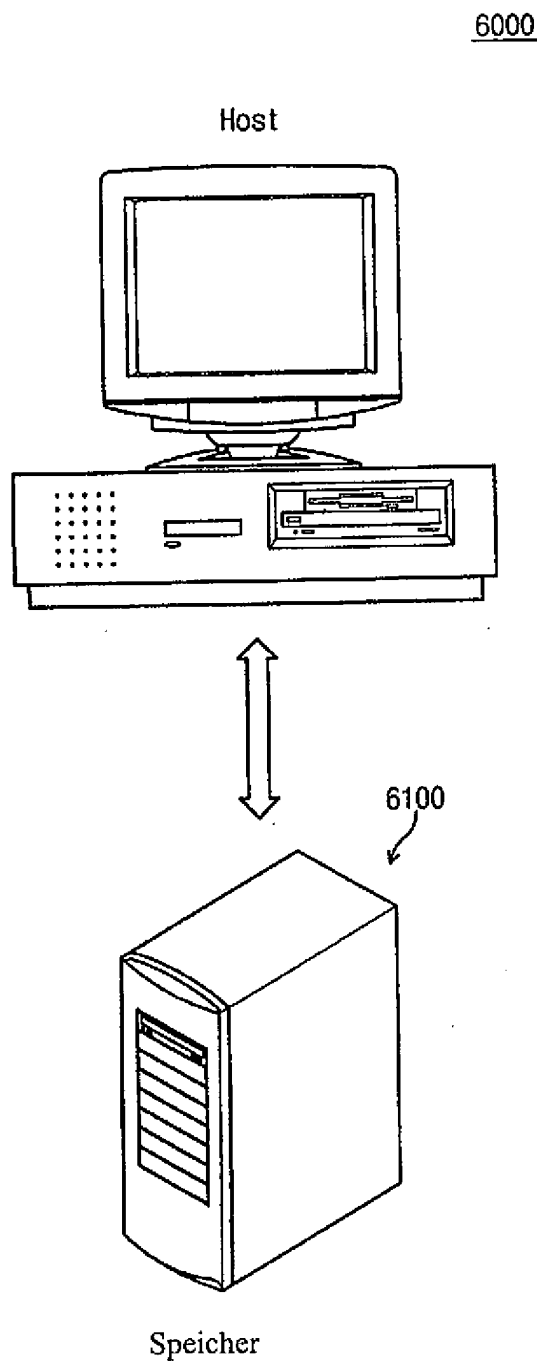


Fig. 15

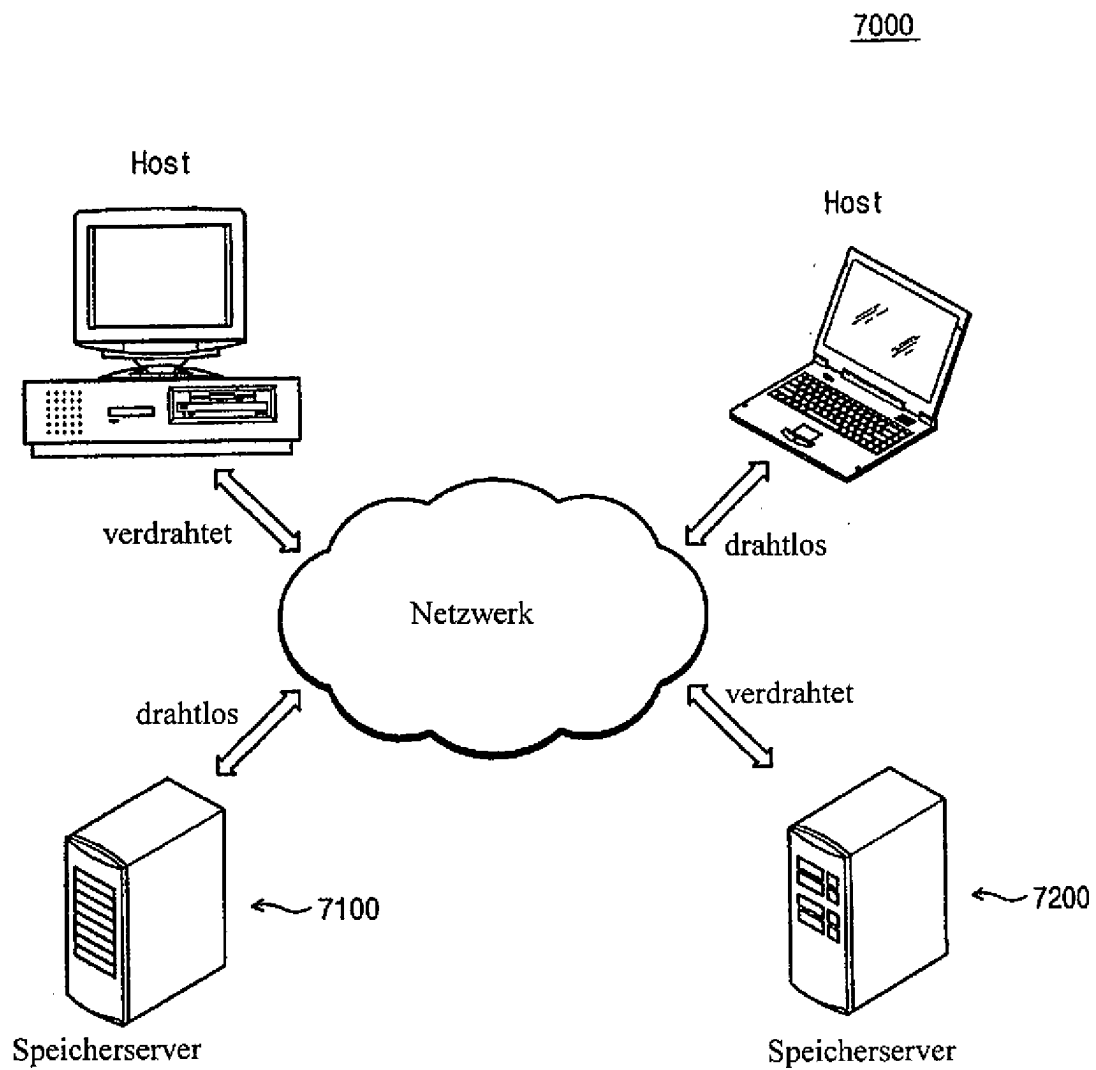


Fig. 16

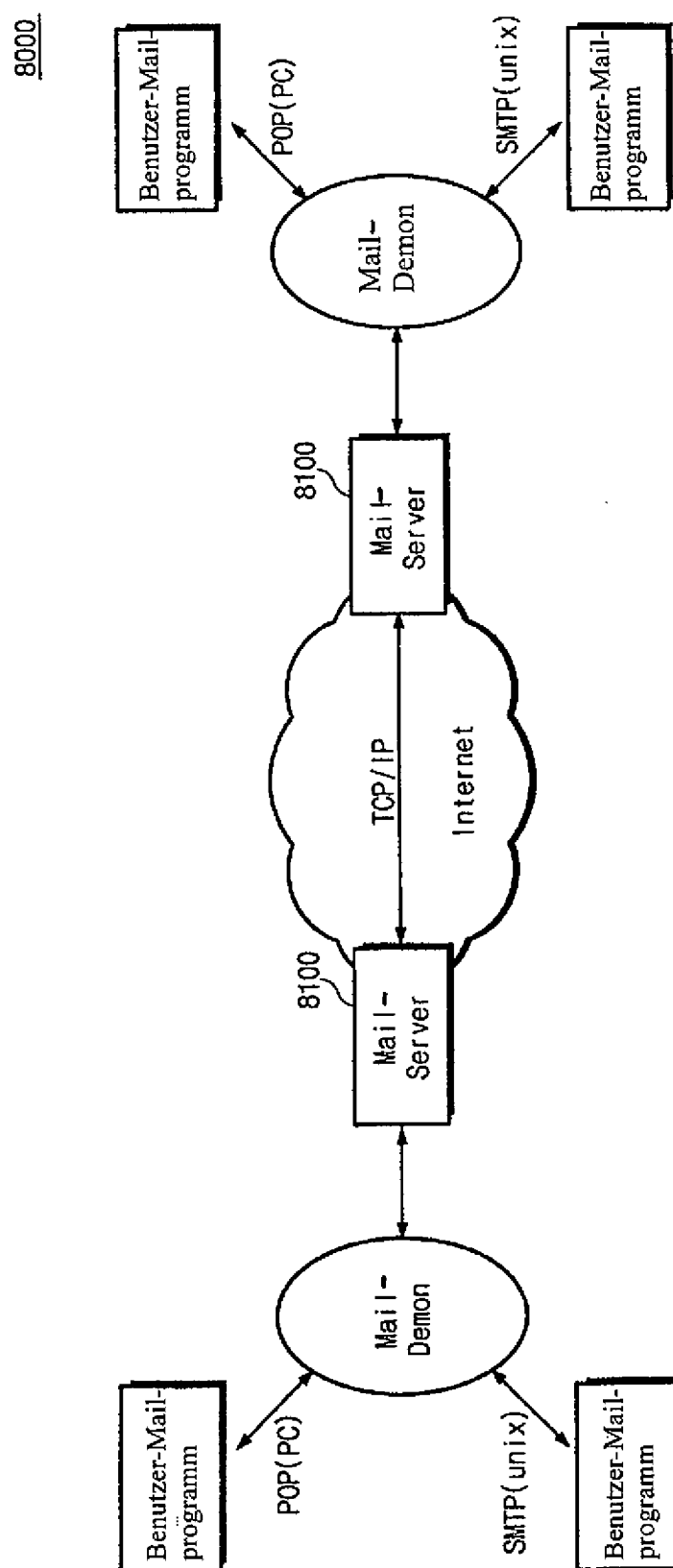


Fig. 17

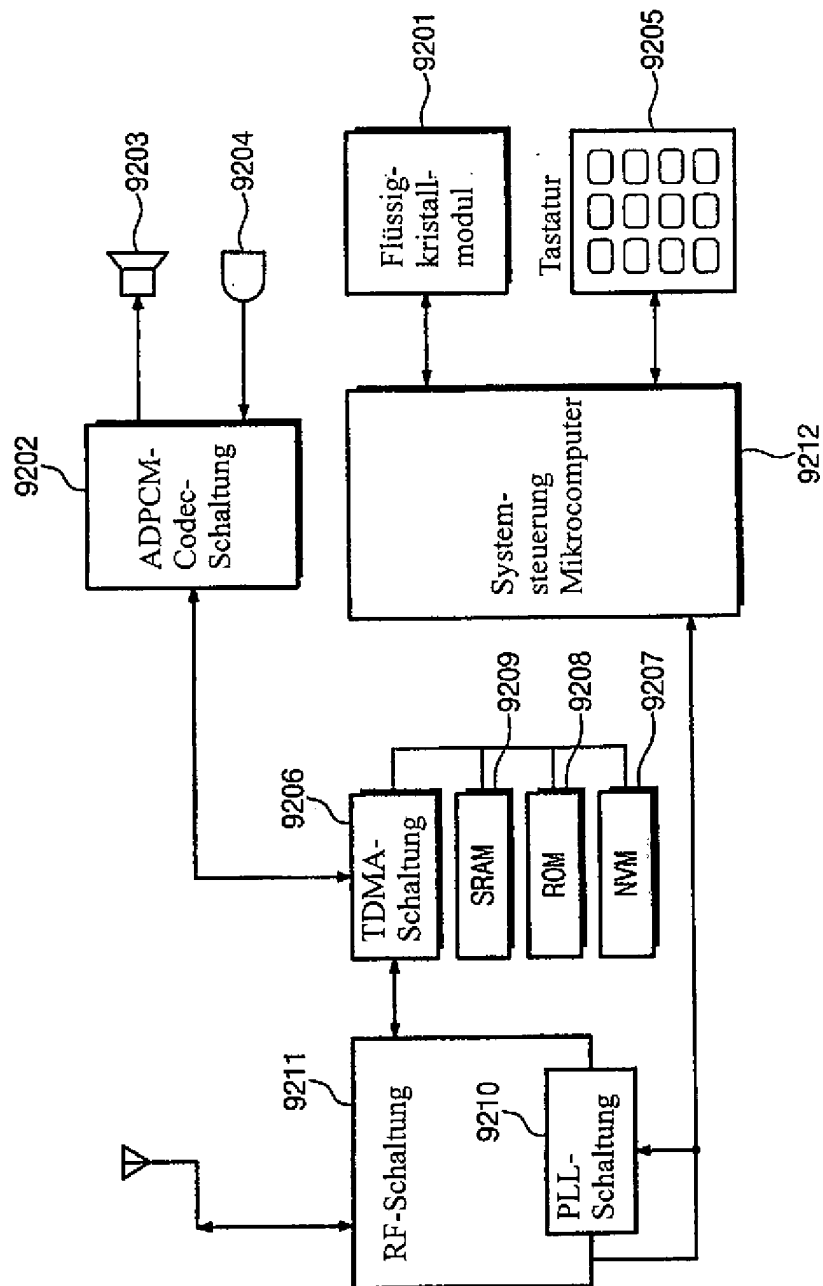


Fig. 18

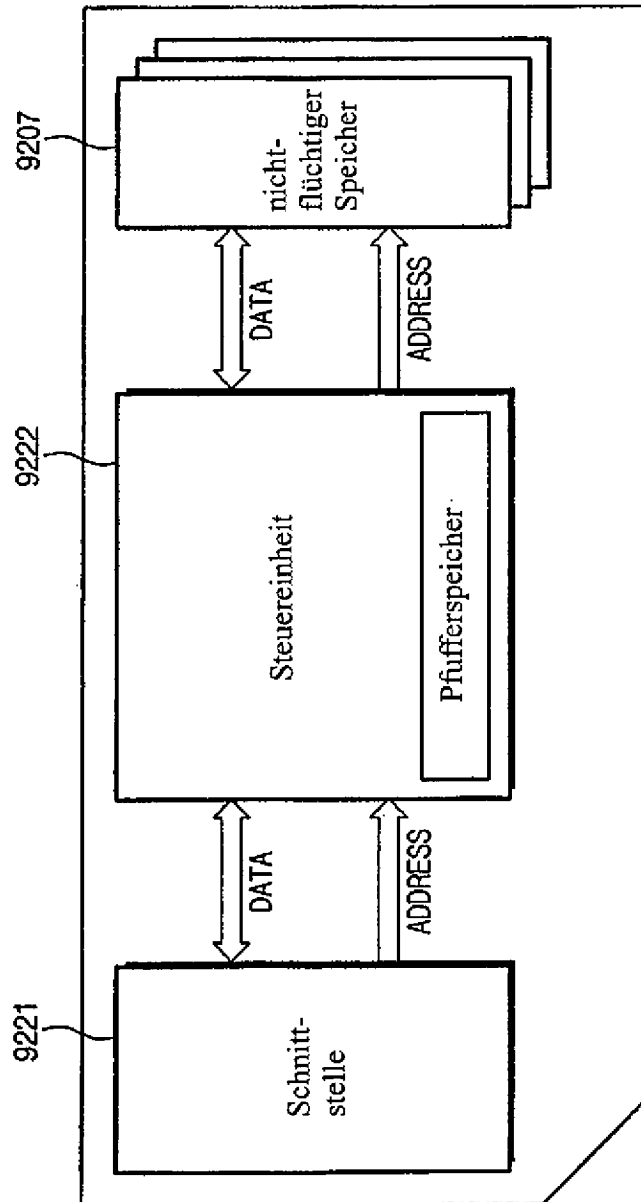


Fig. 19

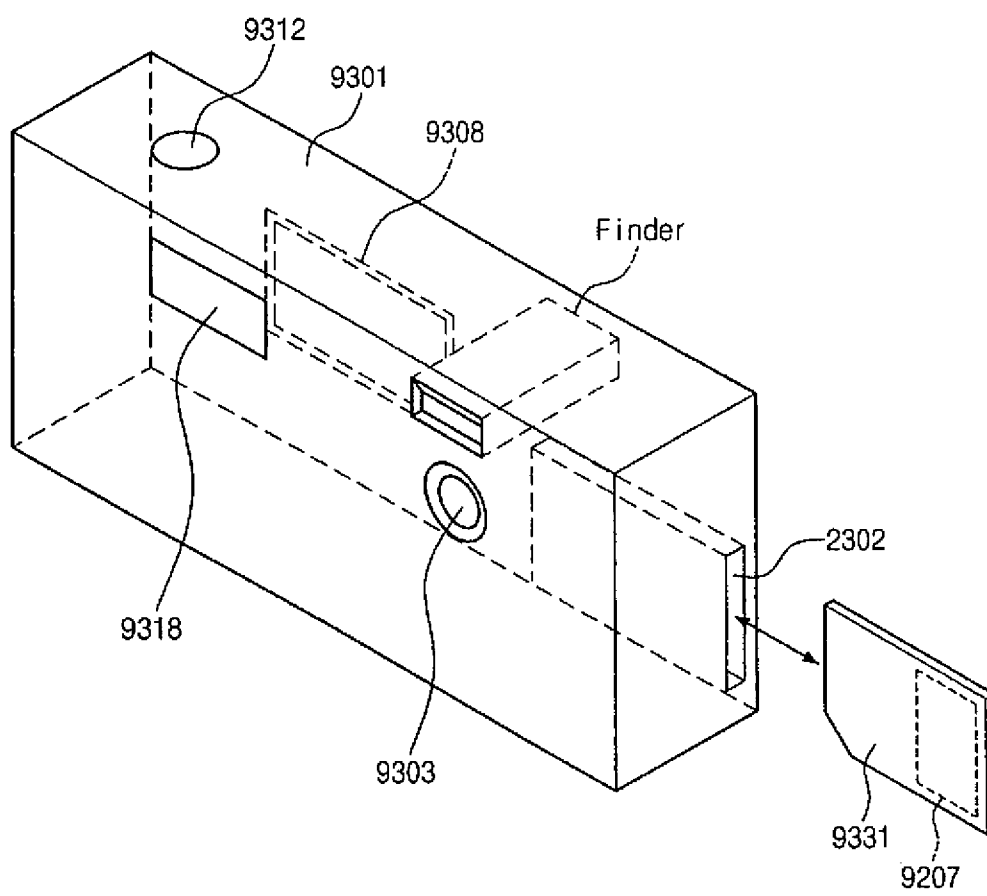


Fig. 20

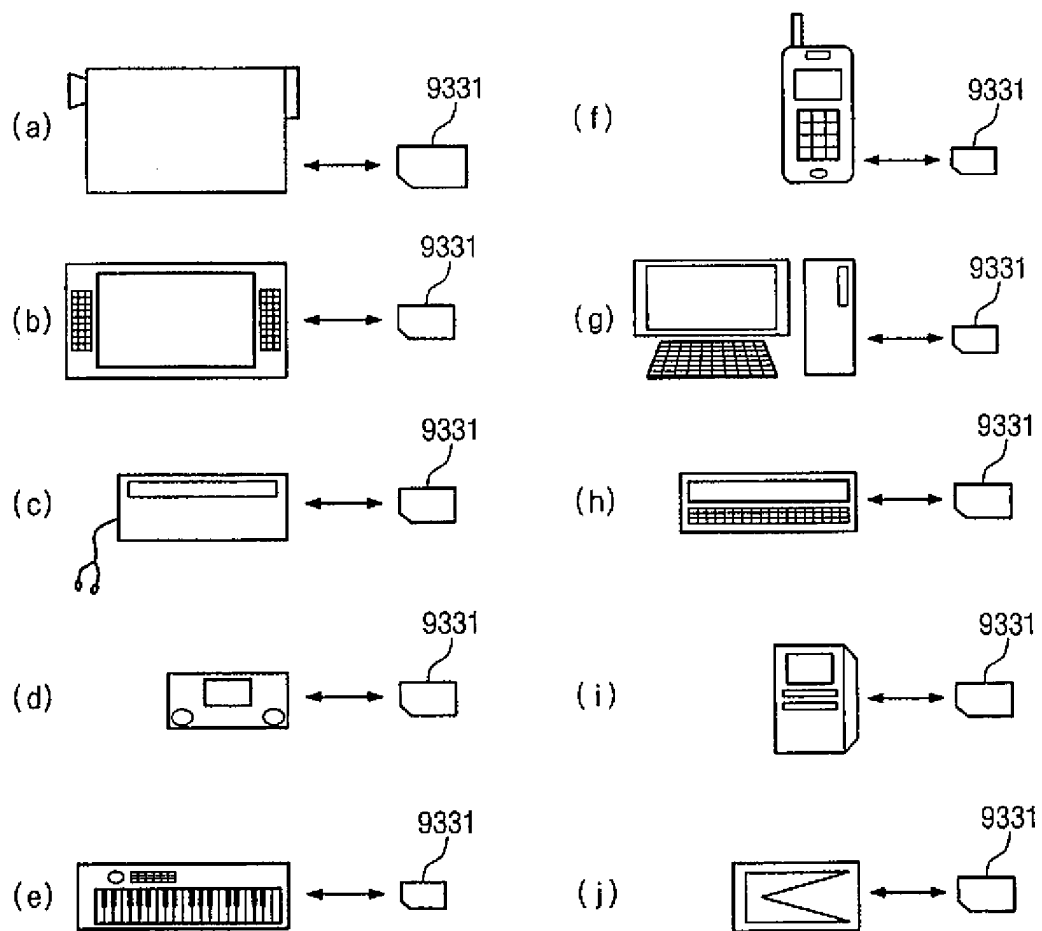


Fig. 21

