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

(10) **DE 695 33 077 T2** 2005.06.09

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 686 907 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 33 077.2**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 102 999.0**
(96) Europäischer Anmeldetag: **02.03.1995**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.12.1995**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **26.05.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.06.2005**

(51) Int Cl.[7]: **G06F 3/06**
G06F 11/10, G06F 11/20, G11B 20/18

(30) Unionspriorität:
253442 **07.06.1994** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:
Hewlett-Packard Development Co., L.P., Houston, Tex., US

(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

(72) Erfinder:
Jacobson, Michael B., Boise, Idaho 83714, US; Voigt, Douglas L., Boise, Idaho 83702, US; Nelson, Marvin D., Boise, Idaho 83704, US; Burkes, Theresa A., Meridian, Idaho 83642, US

(54) Bezeichnung: **Speichersystem mit hierarchischer Speicherplattenanordnung und Abbildungsspeicher zur Dauerspeicherung der virtuellen Abbildungsinformation**

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

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf nicht-flüchtige Speichersysteme, z. B. Computerplattenarrays, die eine Datenspeicherredundanzverwaltung aufweisen.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Computersysteme werden in Bezug auf Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit und Verarbeitungsfähigkeit ständig verbessert. Folglich sind Computer in der Lage, komplexere und anspruchsvollere Anwendungen zu handhaben. Während jedoch Computer immer besser werden, nehmen auch die Leistungsanforderungen zu, die an Massenspeicher- und Eingabe-/Ausgabevorrichtungen (I-/O-Vorrichtungen) gestellt werden. Im Allgemeinen hat die I-/O-Leistungsfähigkeit Schwierigkeiten, mit den wachsenden Fähigkeiten der Computer Schritt zu halten.

[0003] Die Massenspeicherindustrie steht vor zwei Hauptherausforderungen: (1) die I-/O-Leistungsfähigkeit so zu verbessern, dass der Datenzugriff nicht zu einem einschränkenden Faktor für eine Anwendung wird, und (2) einen Zugriff auf Online-Daten auf einem Zuverlässigkeitsniveau zu liefern, das die angenommenen Lebensdauern der Computersysteme, die dieselben verarbeiten, deutlich überschreitet. Siehe THE RAIDBook: A Source Book for RAID Technology, das am 9. Juni 1993 durch RAID Advisory Board, Lino Lakes, Minnesota, veröffentlicht wurde. Es ist wünschenswert, dass Speichervorrichtungen diese Ziele auf kostengünstige Weise erreichen.

[0004] Für derartige Speichersysteme gibt es drei Hauptentwurfskriterien: Kosten, Leistungsfähigkeit und Verfügbarkeit. Am wünschenswertesten ist es, Speichervorrichtungen zu erzeugen, die geringe Kosten pro Megabyte, eine hohe Eingangs-/Ausgangsleistungsfähigkeit und eine hohe Datenverfügbarkeit aufweisen. „Verfügbarkeit" ist die Fähigkeit, Daten, die in dem Speichersystem gespeichert sind, wiederherzustellen, obwohl manche Daten auf Grund eines Defekts oder aus einem anderen Grund unzugänglich wurden, und die Fähigkeit, im Fall eines Ausfalls einen fortgesetzten Betrieb zu gewährleisten. In der Regel wird eine Datenverfügbarkeit durch die Verwendung einer Redundanz geliefert, wobei Daten, oder Beziehungen zwischen Daten, an mehreren Plätzen gespeichert sind.

[0005] Es gibt zwei übliche Verfahren zum Speichern von redundanten Daten. Gemäß dem ersten bzw. „Spiegel"-Verfahren werden Daten dupliziert und in zwei getrennten Bereichen des Speichersystems gespeichert. Bei einem Plattenarray werden die identischen Daten beispielsweise auf zwei getrennten Platten in dem Plattenarray bereitgestellt. Das Spiegelverfahren weist die Vorteile einer hohen Leistungsfähigkeit und einer hohen Datenverfügbarkeit aufgrund der Duplexspeichertechnik auf. Das Spiegelverfahren ist jedoch auch relativ teuer, da es die Kosten des Speicherns von Daten effektiv verdoppelt.

[0006] Bei dem zweiten bzw. „Paritäts"-Verfahren wird ein Teil des Speicherbereichs verwendet, um redundante Daten zu speichern, die Größe des redundanten Speicherbereichs ist jedoch geringer als der zum Speichern der ursprünglichen Daten verwendete verbleibende Speicherbereich. Bei einem Plattenarray, das fünf Platten aufweist, könnten beispielsweise vier Platten verwendet werden, um Daten zu speichern, wobei die fünfte Platte für das Speichern von redundanten Daten reserviert ist. Das Paritätsverfahren ist vorteilhaft, da es kostengünstiger ist als das Spiegelverfahren, im Vergleich zu dem Spiegelverfahren weist es jedoch auch geringere Leistungsfähigkeits- und Verfügbarkeitscharakteristika auf.

[0007] Die vorliegende Erfindung liefert ein Speichersystem, das die drei gewünschten Attribute einer hohen Leistungsfähigkeit, einer hohen Datenverfügbarkeit und geringer Kosten erfüllt.

[0008] In der US-A-5,166,929 sind eine Datenspeichervorrichtung und ein Verfahren, das eine Mehrzahl von physischen Speichervorrichtungen aufweist, beschrieben. Der Vorrichtungssatz ist in eine oder mehr Redundanzgruppen unterschiedlicher Typen unterteilt, wobei jede Gruppe wiederum in eine oder mehr Datengruppen unterteilt ist, von denen jede eventuell nur eine geringe Anzahl der Laufwerke in der Redundanzgruppe überspannt. Daten werden an die Speichervorrichtung geliefert und in der jeweiligen Redundanzgruppe gespeichert, die den empfangenen Daten zugeordnet ist.

[0009] In der JP 05-224822 A ist ein Speicherarraysystem beschrieben, das eine Mehrzahl von physischen Speichervorrichtungen aufweist, aus denen bzw. in die Daten durch ein Hostsystem gelesen bzw. geschrieben werden. Mittels einer spezifischen Systemkonfigurationsinformationstabelle ist die Anordnung der Mehrzahl von Speichervorrichtungen derart konfiguriert, dass dieselben dem Hostsystem als eine einzige Speichervorrichtung erscheinen.

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein verbessertes Datenspeichersystem zu schaffen, das verschiedene RAID-Bereiche aufweist und eine effiziente Nutzung von Speicherpositionen in den jeweiligen RAID-Bereichen für Daten, die bereits in dem Speichersystem gespeichert sind, ermöglicht.

[0011] Diese Aufgabe wird durch ein Datenspei-

chersystem gemäß Anspruch 1 gelöst.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0012] Das Speichersystem dieser Erfindung umfasst ein hierarchisches Plattenarray von mehreren Platten und eine mit dem Plattenarray gekoppelte Plattenarraysteuerung zum Koordinieren eines Datentransfers zu und von den Platten. Das Speichersystem bildet gemäß Redundanz- oder RAID-Ebene-Kriterien einen oder mehr virtuelle Speicherplätze auf den physischen Speicherplatz eines Plattenarrays ab. Daten, die gemäß einem Redundanztyp (z. B. gemäß der Spiegelredundanz der RAID-Ebene 1) gespeichert werden sollen, werden in einem Bereich des virtuellen Speicherplatzes platziert, und Daten, die gemäß einem weiteren Redundanztyp (z. B. gemäß der Paritätsredundanz der RAID-Ebene 5) gespeichert werden sollen, werden in einem anderen Bereich des virtuellen Speicherraums platziert.

[0013] Ein RAID-Verwaltungssystem (RAID = Redundant Array of Independent Disks, redundantes Array von unabhängigen Platten) ist zum Abbilden des virtuellen Speicherplatzes, der als verschiedene RAID-Bereiche gekennzeichnet ist, auf die Platten, wirksam mit der Plattenarraysteuerung gekoppelt. Das RAID-Verwaltungssystem speichert Daten gemäß einer ersten RAID-Ebene (z. B. der RAID-Ebene 1 bzw. Spiegelredundanz) in einem ersten RAID-Bereich und speichert Daten gemäß einer zweiten RAID-Ebene (z. B. der RAID-Ebene 5 bzw. der Paritätsredundanz) in dem zweiten RAID-Bereich. Das RAID-Verwaltungssystem verschiebt oder bewegt Daten gemäß einem definierten Leistungsfähigkeitsprotokoll zwischen dem ersten und dem zweiten RAID-Bereich auf den Platten.

[0014] Ein aktualisierbarer Speicherabbildungsspeicher in Form eines nicht-flüchtigen RAM ist in der Plattenarraysteuerung vorgesehen und befindet sich außerhalb des Plattenarrays. Der Speicherabbildungsspeicher liefert eine dauerhafte Speicherung der virtuellen Abbildungsinformationen, die durch das RAID-Verwaltungssystem verwendet werden, um den ersten und den zweiten RAID-Bereich auf die Platten abzubilden. Das RAID-Verwaltungssystem verändert das Abbilden des ersten und des zweiten RAID-Bereichs auf den Platten dynamisch und aktualisiert die Abbildungsinformationen in dem Speicherabbildungsspeicher, um die Veränderung widerzuspiegeln.

Beschreibung der Zeichnungen

[0015] Unter Bezugnahme auf die folgenden beigefügten Zeichnungen, in denen Beispiele gezeigt sind, die den besten Modus zum Praktizieren der Erfindung verkörpern, werden nachfolgend bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben.

[0016] Fig. 1 ist ein schematisches Blockdiagramm eines Speichersystems gemäß dieser Erfindung.

[0017] Fig. 2 eine schematische Veranschaulichung, die eine Datenspeicherung auf RAID-Ebene 1 zeigt;

[0018] Fig. 3 eine schematische Veranschaulichung, die eine Datenspeicherung auf RAID-Ebene 5 zeigt; und

[0019] Fig. 4 eine schematische Veranschaulichung einer Speicherabbildungsanordnung dieser Erfindung, bei der zwei virtuelle Speicherplätze auf einen physischen Speicherplatz abgebildet werden.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0020] Fig. 1 zeigt ein Datenspeichersystem **10**, das gemäß dieser Erfindung aufgebaut ist. Vorzugsweise umfasst das Speichersystem **10** ein hierarchisches Plattenarray **11**, das eine Mehrzahl von Platten **12** aufweist, eine mit dem Plattenarray **11** gekoppelte Plattenarraysteuerung **14** zum Koordinieren eines Datentransfers zu und von den Platten **12** sowie ein RAID-Verwaltungssystem **16**.

[0021] Für die Zwecke dieser Offenbarung ist eine „Platte" jegliche nicht-flüchtige, direkt zugreifbare, wiederbeschreibbare Massenspeichervorrichtung, die die Fähigkeit aufweist, ihre eigenen Speicherausfälle zu erfassen. Sie umfasst sowohl sich drehende magnetische und optische Platten als auch Festzustandsplatten, oder nicht-flüchtige elektronische Speicherelemente (z. B. PROMs, EPROMs und EEPROMs). Der Begriff „Plattenarray" umfasst eine Sammlung von Platten, die Hardware, die erforderlich ist, um sie mit einem oder mehreren Hostcomputern zu verbinden, und eine Verwaltungssoftware, die verwendet wird, um den Betrieb der physischen Platten zu steuern und sie der Host-Betriebsumgebung als eine oder mehrere virtuelle Platten zu präsentieren. Eine „virtuelle Platte" ist eine abstrakte Entität, die durch die Verwaltungssoftware in dem Plattenarray verwirklicht ist.

[0022] Der Begriff „RAID" (Redundant Array of Independent Plattes, redundantes Array aus unabhängigen Platten) bedeutet ein Plattenarray, bei dem ein Teil der physischen Speicherkapazität verwendet wird, um redundante Informationen über Benutzerdaten, die auf dem Rest der Speicherkapazität gespeichert sind, zu speichern. Die redundanten Informationen ermöglichen eine Regeneration von Benutzerdaten für den Fall, dass eine der zu dem Array gehörenden Platten oder der Zugriffspfad zu derselben ausfällt. Eine ausführlichere Erläuterung von RAID-Systemen findet sich in einem Buch mit dem Titel The RAIDBook: A Source Book for RAID Techno-

logy, das am 9. Juni 1993 von RAID Advisory Board, Lino Lakes, Minnesota, veröffentlicht wurde.

[0023] Die Plattenarraysteuerung **14** ist über einen oder mehrere Schnittstellenbusse **13**, beispielsweise eine Kleincomputer-Schnittstelle (SCSI – small computer system interface) mit dem Plattenarray **11** gekoppelt. Das RAID-Verwaltungssystem **16** ist über ein Schnittstellenprotokoll **15** wirksam mit der Plattenarraysteuerung **14** gekoppelt. Ferner ist das Datenspeichersystem **10** über einen I/O-Schnittstellenbus **17** mit einem Hostcomputer (nicht gezeigt) gekoppelt. Das RAID-Verwaltungssystem **16** kann als separate Komponente verkörpert sein oder kann in der Plattenarraysteuerung **14** oder in dem Hostcomputer konfiguriert sein. Das RAID-Verwaltungssystem **16** stellt eine Datenverwaltungseinrichtung zum Steuern von Plattenspeicherungs- und von Zuverlässigkeitsebenen sowie zum Transferieren von Daten zwischen verschiedenen Zuverlässigkeits-Speicherstufen bereit. Diese Zuverlässigkeits-Speicherebenen sind, wie nachfolgend beschrieben wird, vorzugsweise Spiegel- oder Paritäts-Redundanzebenen, können jedoch auch eine Zuverlässigkeits-Speicherebene ohne jegliche Redundanz umfassen.

[0024] Die Plattenarraysteuerung **14** ist vorzugsweise als duale Steuerung implementiert, die aus der Plattenarraysteuerung A **14a** und aus der Plattenarraysteuerung B **14b** besteht. Die dualen Steuerungen **14a** und **14b** verbessern die Zuverlässigkeit, indem sie für den Fall, dass eine Steuerung funktionsuntüchtig wird, eine fortlaufende Sicherung und Redundanz liefern.

[0025] Das hierarchische Plattenarray **11** kann als unterschiedliche Speicherplätze, einschließlich seines physischen Speicherplatzes und eines oder mehrerer virtueller Speicherplätze, charakterisiert werden. Diese verschiedenen Speicheransichten sind durch Abbildungstechniken verbunden. Beispielsweise kann der physische Speicherplatz des Plattenarrays in einen virtuellen Speicherplatz abgebildet werden, der Speicherbereiche gemäß den verschiedenen Datenzuverlässigkeitsebenen darstellt. Manche Bereiche in dem virtuellen Speicherplatz können einer ersten Zuverlässigkeitsspeicherebene zugewiesen sein, beispielsweise Spiegel- oder RAID-Ebene 1, und andere Bereiche können einer zweiten Zuverlässigkeitsspeicherebene zugewiesen sein, beispielsweise Paritäts- oder RAID-Ebene 5. Die verschiedenen Abbildungstechniken und virtuellen Plätze, die RAID-Ebenen betreffen, werden nachfolgend ausführlicher beschrieben.

[0026] Das Datenspeichersystem **10** umfasst einen Speicherabbildungsspeicher **21**, der eine durchgängige Speicherung der virtuellen Abbildungsinformationen liefert, die verwendet werden, um verschiedene Speicherplätze aufeinander abzubilden. Der Speicherabbildungsspeicher **21** befindet sich außerhalb des Plattenarrays und vorzugsweise in der Plattenarraysteuerung **14**. Die Speicherabbildungsinformationen können durch die Steuerung oder das RAID-Verwaltungssystem kontinuierlich oder periodisch aktualisiert werden, während sich die verschiedenen Abbildungskonfigurationen unter den verschiedenen Ansichten ändern.

[0027] Vorzugsweise ist der Speicherabbildungsspeicher **21** als zwei nicht-flüchtige RAMs (Direktzugriffsspeicher) **21a** und **21b** verkörpert, die in jeweiligen Steuerungen **14a** und **14b** angeordnet sind. Ein beispielhafter nicht-flüchtiger RAM (NVRAM) ist ein batteriegepufferter RAM. Ein batteriegepufferter RAM verwendet Energie von einer unabhängigen Batteriequelle, um im Falle eines Verlustes von Leistung an das Speichersystem **10** die Daten über einen bestimmten Zeitraum in dem Speicher beizubehalten. Ein bevorzugter Aufbau ist ein selbstauffrischender batteriegepufferter DRAM (dynamischer RAM).

[0028] Der Speicherabbildungsspeicher **21** kann auch konfiguriert sein, um die Speicherabbildungsinformationen gemäß einer ausgewählten Zuverlässigkeitsebene auf redundante Weise zu speichern. Bei dem bevorzugten Aufbau sorgen die dualen NVRAMs **21a** und **21b** für eine redundante Speicherung der Speicherabbildungsinformationen. Die virtuellen Abbildungsinformationen werden dupliziert und gemäß Spiegelredundanztechniken in beiden NVRAMs **21a** und **21b** gespeichert. Auf diese Weise kann der NVRAM **21a** dafür reserviert sein, die ursprünglichen Abbildungsinformationen zu speichern, und der NVRAM **21b** kann dafür reserviert sein, die redundanten Abbildungsinformationen zu speichern. Bei einem alternativen Aufbau kann ein gespiegelter Speicherabbildungsspeicher unter Verwendung eines einzelnen nicht-flüchtigen RAMs mit einem ausreichenden Platz, um die Daten im Duplikat zu speichern, konfiguriert sein.

[0029] Das Speichersystem dieser Erfindung ist im Vergleich zu bekannten Entwürfen vorteilhaft, da es einen dauerhaften, nicht-flüchtigen Speicherabbildungsspeicher verwendet, der von dem Plattenarray separat ist. Bei bekannten Systemen, die virtuelle Abbildungen verwenden, wurde eine dauerhafte Speicherung der Abbildungsinformationen auf den Speicherplatten selbst gehalten. Jedoch führen die Prozeduren zum Aufrechterhalten der Einheitlichkeit der Abbildungsinformationen auch im Falle von unerwarteten Unterbrechungen, z. B. bei einem ungeplanten Leistungsverlust, und die Zugriffscharakteristika der Vorrichtungen selbst zu einem Leistungsverlust beim Zugriff auf die abgebildeten Daten.

[0030] Dieses Speichersystem **10** überwindet diese Nachteile, indem es die dauerhafte Speicherung virtueller Abbildungen in dem nicht-flüchtigen

RAM-Speicher **21** vorsieht. Diese einzigartige Anordnung verbessert die Leistungsfähigkeit beim Zugriff auf abgebildete Daten auf zwei Arten. Erstens können weniger ausgefeilte Prozeduren verwendet werden, um eine Abbildungseinheitlichkeit aufrechtzuerhalten. Zweitens weisen RAM-Vorrichtungen im Vergleich zu magnetischen Speichervorrichtungen bessere Leistungsfähigkeitszugriffscharakteristika auf. Ferner wird die Zuverlässigkeit der Abbildungsinformationen durch die Verwendung einer redundanten Speicherung in dem nicht-flüchtigen RAM erhöht, so dass derartige Informationen zumindest so zuverlässig sind wie die auf dem Plattenarray gespeicherten Benutzerdaten.

[0031] Wie in Fig. 1 gezeigt ist, kann das Plattenarray **11** konzeptionell so ausgearbeitet sein, dass es in einer Spiegelgruppe **18** mehrerer Platten **20** und einer Paritätsgruppe **22** mehrerer Platten **24** angeordnet ist. Die Spiegelgruppe **18** stellt einen ersten Speicherplatz oder RAID-Bereich des Plattenarrays dar, der Daten gemäß einer ersten bzw. Spiegelredundanzebene speichert. Diese Spiegelredundanzebene wird auch als eine RAID-Ebene 1 betrachtet. Die RAID-Ebene 1 bzw. Plattenspiegelung bietet die höchste Datenzuverlässigkeit, indem sie insofern einen Eins-Zu-Eins-Schutz liefert, als jedes Datenbit dupliziert und in dem Speichersystem gespeichert wird. Die Spiegelredundanz ist schematisch durch die drei Paare von Platten **20** in Fig. 1 dargestellt. Originaldaten können auf einem ersten Satz von Platten **26** gespeichert werden, während doppelte, redundante Daten auf dem paarigen zweiten Satz von Platten **28** gespeichert werden.

[0032] Fig. 2 veranschaulicht die Speicherung von Daten gemäß der RAID-Ebene 1 noch ausführlicher. Die vertikalen Spalten stellen einzelne Platten dar, von denen Platten 0, 1, 2 und 3 veranschaulicht sind. Horizontale Zeilen stellen „Streifen" dar, in denen Daten über die Platten in dem Array verteilt sind. Ein Streifen besteht aus zahlreichen Segmenten, wobei ein Segment jeder Platte zugeordnet ist. Bei diesem Beispiel werden Daten, die auf der Platte 0 in dem Segment 0 des Streifens 0 gespeichert sind, dupliziert und auf der Platte 1 in dem Segment 0' des Streifens 0 gespeichert. Desgleichen werden Daten, die auf der Platte 2 in dem Segment 5 des Streifens 2 gespeichert sind, zu dem Segment 5' des Streifens 2 auf der Platte 3 gespiegelt. Auf diese Weise wird jede Dateneinheit dupliziert und auf den Platten gespeichert. Der Redundanzentwurf der Fig. 2 ist zu Erläuterungszwecken vorgesehen. Die redundanten Daten müssen nicht sauber in demselben Streifen plaziert werden, wie gezeigt ist. Beispielsweise könnten Daten, die auf der Platte 0 in dem Segment 2 des Streifens 1 gespeichert sind, dupliziert werden und auf der Platte 3 in dem Segment T' des Streifens S plaziert werden.

[0033] Unter erneuter Bezugnahme auf Fig. 1 stellt die Paritätsgruppe **22** der Platten **24** eine zweite Speicherposition bzw. einen zweiten RAID-Bereich dar, in der bzw. dem Daten gemäß einer zweiten Redundanzebene, z. B. RAID-Ebene 5, gespeichert werden. In dieser erläuternden Veranschaulichung sind ursprüngliche Daten auf der fünften Platte **30** gespeichert, und redundante „Paritäts"-Daten sind auf der sechsten Platte **32** gespeichert.

[0034] Fig. 3 zeigt einen Paritäts-RAID-Bereich-Entwurf etwas ausführlicher. Der Paritäts-RAID-Bereich umfasst ferner mehrere Platten und eine Anzahl von Streifen gleicher Größe, die ähnlich dem Entwurf sind, der oben unter Bezugnahme auf den Spiegel-RAID-Bereich der Fig. 2 beschrieben wurde. Der Abschnitt eines Streifens, der sich auf einer einzelnen Platte befindet, ist ein Segment. Bei diesem Beispiel werden Daten gemäß der RAID-Ebene 5 gespeichert, und die redundanten Daten werden in den Segmenten gespeichert, auf die durch den Buchstaben P Bezug genommen wird. Die redundanten P-Segmente speichern die Parität der anderen Segmente in dem Streifen. In dem Streifen 0 speichert das redundante P-Segment auf der Platte 3 beispielsweise die Parität der Platten 0, 1 und 2. Die Parität für jeden Streifen wird mit einer Exklusiv-ODER-Funktion berechnet, die durch das Symbol „⊕" dargestellt wird. Die Paritäten für die ersten vier Streifen (wobei die tiefgestellte Zahl den entsprechenden Streifen darstellt) lauten wie folgt:

P_0 = Segment 0 ⊕ Segment 1 ⊕ Segment 2
= Platte 0 ⊕ Platte 1 ⊕ Platte 2

P_1 = Segment 3 ⊕ Segment 4 ⊕ Segment 5
= Platte 0 ⊕ Platte 1 ⊕ Platte 3

P_2 = Segment 6 ⊕ Segment 7 ⊕ Segment 8
= Platte 0 ⊕ Platte 2 ⊕ Platte 3

P_3 = Segment 9 ⊕ Segment 10 ⊕ Segment 11
= Platte 1 ⊕ Platte 2 ⊕ Platte 3

[0035] Eine Paritätsredundanz ermöglicht eine Regeneration von Daten, die auf einer der Platten nicht mehr zur Verfügung stehen. Wenn beispielsweise die Daten in dem Segment 5 nicht mehr zur Verfügung stehen, kann ihr Inhalt aus den Segmenten 3 und 4 und den Paritätsdaten in dem Segment P ermittelt werden. Eine Paritätsspeicherung ist kostengünstiger als eine Spiegelspeicherung, ist jedoch auch weniger zuverlässig und weist eine geringere Leistungsfähigkeit auf.

[0036] Die Plattenanordnung der Fig. 1 ist zu Konzeptionszwecken vorgesehen. In der Praxis weist das Plattenarray **11** einfach eine Mehrzahl von Platten **12** auf, die in der Lage sind, Daten gemäß einer Spiegel- und Paritätsredundanz zu speichern. Aus

dem durch alle Platten **12** gelieferten, zur Verfügung stehenden Speicherplatz wird ein Abschnitt dieses Speicherplatzes einer Spiegelredundanz zugewiesen, und ein weiterer Abschnitt wird einer Paritätsredundanz zugewiesen. Vorzugsweise sind die Platten **12** konfiguriert, um mehrere gleich große Speicherregionen (die bei Fig. 4 mit dem Bezugszeichen **35** benannt sind) zu enthalten, wobei einzelne Regionen mehrere Segmente aufweisen. Die Regionen sind gruppiert, um bei einer virtuellen Ansicht des Speicherplatzes RAID-Bereiche zu bilden. Zusätzlich wird eine weitere (durch einen Host definierte) Ansicht eines Speicherplatzes dem Benutzer oder Host präsentiert, so dass die RAID-Bereiche und die Datenredundanz-Speichertechniken für den Benutzer oder Host transparent sind. Dieses Merkmal wird unter Bezugnahme auf Fig. 4 nachstehend ausführlicher erörtert.

[0037] Das neuartige Speichersystem **10** dieser Erfindung verwaltet die „Migration bzw. Bewegung" von Daten zwischen Spiegel- und Paritätsspeicherschemata. Die Verwaltung beider Redundanztypen wird durch das RAID-Verwaltungssystem **16** (Fig. 1) koordiniert. Das RAID-Verwaltungssystem **16** verwaltet die zwei unterschiedlichen Typen von RAID-Bereichen in dem Plattenarray als Speicherhierarchie, wobei die Spiegel-RAID-Bereiche ähnlich einem Cache für die Paritäts-RAID-Bereiche agieren. Nachdem Daten von einem Paritäts-RAID-Bereich zu einem Spiegel-RAID-Bereich bewegt wurden, steht der Raum, den sie einst in dem Paritäts-RAID-Bereich einnahmen, für eine Speicherung anderer Daten zur Verfügung. Das RAID-Verwaltungssystem **16** verschiebt und organisiert die Daten zwischen dem Spiegel- und dem Paritäts-RAID-Bereich gemäß einem definierten Leistungsfähigkeitsprotokoll, und verwaltet die Daten ansonsten auf ebensolche Weise. Der Vorgang des Bewegens von Daten zwischen dem Spiegel- und dem Paritäts-RAID-Bereich wird als „Migration" bezeichnet.

[0038] Das Speichersystem **10** platziert die kritischeren Daten in die Spiegel-RAID-Bereiche, da dies die höchste Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit liefert. Die Leistungsfähigkeitsprotokolle, die durch das RAID-Verwaltungssystem **16** implementiert sind, umfassen eine von zwei bevorzugten Migrationsrichtlinien. Gemäß der ersten Migrationsrichtlinie werden die Daten in dem hierarchischen Plattenarray, auf die am häufigsten zugegriffen wird, in dem Spiegel-RAID-Bereich **18** beibehalten. Daten, auf die weniger häufig zugegriffen wird, werden in dem Paritäts-RAID-Bereich **22** gehalten. Gemäß einer zweiten Migrationsrichtlinie, die als „Zugriffsaktualität" bekannt ist, werden die Daten, deren Zugriff am wenigsten lange zurückliegt, in dem Spiegel-RAID-Bereich **18** beibehalten, während die verbleibenden Daten in dem Paritäts-RAID-Bereich **22** gespeichert werden. Es können auch andere Leistungsfähigkeitsprotokolle verwendet werden. Idealerweise sind solche Protokolle auf der Basis der spezifischen Computeranwendung und der Erfordernisse des Benutzers definiert.

[0039] Auf diese Weise „stimmt" das RAID-Verwaltungssystem **16** die Speicherressourcen eines Speichersystems gemäß den Anwendungs- bzw. Benutzeranforderungen effektiv „ab". Bei einer Anwendung, die eine hohe Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit erfordert, kann das RAID-Verwaltungssystem beispielsweise einen proportional größeren Spiegel-RAID-Bereich erzeugen und definieren, wodurch ein größerer Umfang an physischer Speicherkapazität der Spiegelredundanz gewidmet wird, im Vergleich zu dem Paritäts-RAID-Bereich. Umgekehrt kann das RAID-Verwaltungssystem bei einer Anwendung, bei der die Kosten im Vordergrund stehen und bei der der Leistungsfähigkeit oder Zuverlässigkeit weniger Bedeutung beigemessen wird, einen im Vergleich zu dem Spiegel-RAID-Bereich proportional größeren Paritäts-RAID-Bereich einrichten. Dementsprechend liefert das Datenspeichersystem dieser Erfindung eine maximale Flexibilität und Anpassung.

[0040] Fig. 4 veranschaulicht ein Speicherabbilden des verfügbaren Speicherplatzes des Speichersystems **10** als mehrere Lagen eines abgebildeten virtuellen Speicherplatzes. Jedes vertikal verlängerte Rechteck in dem Diagramm stellt eine Ansicht des physischen Speicherplatzes dar. Bei diesem Diagramm wird auf den physischen Speicherplatz **34** durch zwei virtuelle Speicheransichten **40** und **50** Bezug genommen. Der physische Speicherplatz **34** wird durch vier Platten (z. B. Platten **12** in Fig. 1) dargestellt, die durch die Bezugszeichen 0, 1, 2 und 3 benannt sind. Die den Platten zugeordneten vier Rechtecke stellen eine Ansicht des physischen Speicherplatzes dar, bei der die Platten 1, 2 und 3 eine ungefähr gleiche Speicherkapazität aufweisen und die Platte 0 eine etwas geringere Speicherkapazität aufweist. Der Speicherplatz **34** ist in Bereiche 0, 1, 2 usw. unterteilt. Einzelne Bereiche enthalten mehrere Regionen **35**, die vorzugsweise über das gesamte Plattenarray eine gleiche Größe aufweisen.

[0041] Der Speicherplatz der Platten kann in eine virtuelle erste bzw. Zwischenansicht **40** der RAID-Ebene des physischen Speicherplatzes **34** abgebildet werden. Diese erste virtuelle Ansicht ist vom Konzept her ein Satz von RAID-Bereichen, der, wenn er durch den Benutzer oder das Anwendungsprogramm betrachtet wird, einen großen Speicherplatz darstellt, der den gesamten Speicherplatz auf den Platten 0, 1, 2 und 3 angibt. Dementsprechend ist die Höhe des Rechtecks in den RAID-Bereichen höher als die der Platten gezeigt.

[0042] Der RAID-Bereich-Speicherplatz **40** ist die Speicheransicht, die einen Spiegel- und einen Pari-

tätsspeicherplatz identifiziert. Beispielsweise kann ein RAID-Bereich **42** einen Spiegel-RAID-Bereich von M Blöcken **43** darstellen, während der RAID-Bereich **44** einen Paritäts-RAID-Bereich von N Blöcken **45** darstellt. Diese RAID-Bereiche beziehen sich auf entsprechende Bereiche 0, 1, 2 usw. auf dem physischen Speicherplatz **34**. Die Spiegel- und Paritäts-RAID-Bereiche können den gesamten Speicherplatz **34** des Plattenarrays einnehmen, müssen aber nicht. Dementsprechend kann während bestimmter Anwendungen ein unbenutzter und unbezeichneter Speicherplatz vorliegen, der keinem bestimmten RAID-Ebene-Bereich entspricht. Ein solcher Speicherplatz kann jedoch in einen Spiegel- oder Paritäts-RAID-Bereich umgewandelt werden, wie nachfolgend ausführlicher beschrieben wird.

[0043] Der in den RAID-Bereichen verfügbare Speicherplatz kann auch in eine virtuelle zweite oder vordere Ansicht **50** abgebildet werden, die eine Speicheransicht ist, dem Benutzer oder dem Anwendungsprogramm präsentiert wird. Bei einer Betrachtung durch den Benutzer oder das Anwendungsprogramm stellt die zweite virtuelle Ansicht **50** auch eine einzige große Speicherkapazität dar, die den verfügbaren Speicherplatz auf der Platte **12** angibt. Der virtuelle Speicherplatz **50** präsentiert eine Ansicht eines linearen Satzes von gleich großen Speicherblöcken **52** und **53**, die einzeln als 0, 1, 2, ... J – 1, J, J + 1, ..., usw. bezeichnet werden. Der virtuelle Blockspeicherplatz **50** wird in der durch die RAID-Bereiche **40** dargestellten Ansicht durch eine Tabelle von Bezugnahmen oder Zeigern auf Speicherblöcke dargestellt (wie durch Pfeile **54** dargestellt ist). Es gibt mindestens zwei RAID-Bereiche, auf die von der Virtuelle-Blöcke-Tabelle verwiesen werden kann, so dass sowohl Spiegel- als auch Paritätsspeicherbereiche zur Verfügung stehen. Vorzugsweise ist die Speicherkapazität der RAID-Bereiche **40** in Blöcke derselben Größe wie die der Ansicht des virtuellen Blockes eines Speicherplatzes unterteilt.

[0044] Das RAID-Verwaltungssystem **16** kann die Konfiguration der RAID-Bereiche dynamisch verändern. Die RAID-Bereiche können je nach den zu einem bestimmten Zeitpunkt herrschenden Datenzuverlässigkeitsanforderungen vergrößert oder verkleinert werden. Folglich befinden sich das Abbilden der RAID-Bereiche in der ersten virtuellen Ansicht **40** auf die Platten und das Abbilden der vorderen virtuellen Ansicht **50** auf die RAID-Ansicht **40** allgemein in einem Veränderungszustand. Der Speicherabbildungsspeicher **21** behält die aktuellen Abbildungsinformationen bei, die durch das RAID-Verwaltungssystem **16** verwendet werden, um die RAID-Bereiche auf die Platten abzubilden, und behält die Informationen bei, die verwendet werden, um zwischen die zwei virtuellen Ansichten abzubilden. Während das RAID-Verwaltungssystem die Abbildungen der RAID-Ebene dynamisch verändert, aktualisiert es auch die Abbildungsinformationen in dem Speicherabbildungsspeicher **21**, um die Veränderungen zu reflektieren.

[0045] Die Größe der NVRAMs **21a** und **21b**, die den Speicherabbildungsspeicher **21** verkörpern, muss ausreichend sein, um alle Abbildungsinformationen, die den physischen Speicherplatz **34** und die zwei virtuellen Speicherplätze **40** und **50** koordinieren, aufrechtzuerhalten. Gemäß einem Aspekt dieser Erfindung existiert eine Beziehung zwischen der Speicherkapazität des Plattenarrays (DA_{cap}) und der Speicherkapazität des Speicherabbildungsspeichers (MMS_{cap}). Diese Beziehung lautet wie folgt:

$$MMS_{cap}\ (\text{Kilobytes}) = C \times DA_{cap}\ (\text{Gigabytes}),$$

wobei C eine Konstante in einem Bereich zwischen etwa 70 und 90 ist. Am stärksten bevorzugt weist die Konstante C einen Wert von 80 auf.

[0046] Die Funktionsweise des Speichersystems **10** wird nun unter Bezugnahme auf Fig. 1 und Fig. 4 beschrieben.

[0047] Für die Zwecke einer fortführenden Erläuterung nehmen virtuelle Blöcke **53** des zweiten virtuellen Speicherplatzes **50** Bezug auf zugeordnete Blöcke **45** in dem Paritäts-RAID-Bereich **44**, die in dem Bereich 1 des physischen Speicherplatzes **34** gespeichert sind. Derartige virtuelle Blöcke **53** werden als „virtuelle Paritätsblöcke" bezeichnet. Desgleichen nehmen virtuelle Blöcke **52** Bezug auf zugeordnete Blöcke **43** in dem Spiegel-RAID-Bereich **42**, die in dem Bereich 0 des physischen Speicherplatzes **34** gespeichert sind. Derartige virtuelle Blöcke **52** werden hierin als „virtuelle Spiegelblöcke" bezeichnet.

[0048] Um Daten von einem RAID-Bereich zu einem anderen zu bewegen, wird allgemein ein erster virtueller Block **52**, der eine erste RAID-Ebene (z. B. Spiegel oder Ebene 1) darstellt, ausgewählt. Anschließend wird ein zweiter virtueller Block **53**, der eine zweite RAID-Ebene (beispielsweise Parität oder Ebenen 3, 4 oder 5) darstellt, lokalisiert. Dieser zweite virtuelle Block wird vorzugsweise nicht benutzt, falls jedoch kein unbenutzter Block lokalisiert werden kann, wird einer erzeugt. Als nächstes werden Daten von dem ersten virtuellen Block an den zweiten virtuellen Block transferiert, der bewirkt, dass die Daten einer Redundanzebenenänderung unterzogen werden. Beispielsweise werden Daten, die einst gemäß der Spiegelredundanz gespeichert wurden, nun gemäß einer Paritätsredundanz gespeichert. Als abschließender Schritt wird der zweite virtuelle Speicherplatz **50** modifiziert und aktualisiert, um die Datenverschiebung widerzuspiegeln. Jegliche Abbildungsveränderung, die während dieser Transaktion auftritt, würde in dem Speicherabbildungsspeicher **21** aktualisiert werden.

[0049] Die fortdauernde Erörterung liefert eine ausführlichere Erklärung des Bewegens von Daten zwischen Spiegel- und Paritätsspeicherbereichen gemäß bevorzugten Verfahren und Sequenzen dieser Erfindung. Um Daten von einem virtuellen Block **53**, der einen Paritäts-RAID-Bereich **44** angibt, zu einem virtuellen Block **52**, der einen Spiegel-RAID-Bereich **42** angibt, zu bewegen, wird die folgende Sequenz verwendet:

1. Es wird eine Anforderung bezüglich eines virtuellen Blocks **53** gestellt, der derzeit in einem Paritäts-RAID-Bereich **44** gespeichert ist.
2. Das RAID-Verwaltungssystem lokalisiert einen unbenutzten virtuellen Block **52** in einem Spiegel-RAID-Bereich **42**.
3. Falls keiner gefunden wird, erzeugt das RAID-Verwaltungssystem einen virtuellen Spiegelblock (nachfolgend erläutert).
4. Das RAID-Verwaltungssystem hebt neue Speicheranforderungen an den zu bewegenden virtuellen Block zeitweilig auf.
5. Das RAID-Verwaltungssystem wartet, bis alle aktiven Datenspeicherungsanforderungen an den virtuellen Block abgeschlossen sind.
6. Die Daten von dem virtuellen Paritätsblock **53** werden in einen vorübergehenden Speicherpuffer eingelesen.
7. Die Daten werden anschließend in den bei Schritt 2 gewählten virtuellen Spiegelblock **52** geschrieben.
8. Die Virtuelle-Blöcke-Tabelle wird modifiziert, um auf die neue Position des virtuellen Blocks zu verweisen.
9. Die zeitweilig aufgehobenen Speicheranforderungen werden wiederaufgenommen.

[0050] Gemäß der obigen Prozedur bewegten sich Daten in der zweiten virtuellen Ansicht von dem virtuellen Paritätsblock bzw. den virtuellen Paritätsblöcken **53** zu dem virtuellen Spiegelblock bzw. den virtuellen Spiegelblöcken **52**. Bezüglich der virtuellen Zwischenansicht bewegten sich Daten von dem Paritäts-RAID-Bereich **44** zu dem Spiegel-RAID-Bereich **42**. In dem physischen Speicherplatz bewegten sich Daten von Bereich 1 zu Bereich 0.

[0051] Das RAID-Verwaltungssystem **16** reserviert einen Platz, der äquivalent zu einigen wenigen RAID-Bereichen ist, für die Zwecke der Migration bzw. Wanderung. Der reservierte Platz steht nicht für die Speicherung einer Client-Anwendung zur Verfügung, sondern dient als vorübergehende Speicherplätze für Daten, die zwischen dem Spiegel- und dem Paritätsspeicherbereich bewegt werden. Der reservierte Platz ist während der Erzeugung neuer RAID-Speicherbereiche oder während der Umwandlung zwischen Spiegel- und Paritäts-RAID-Bereichen während des Migrationsprozesses nützlich. Der Platz kann auf den Platten zusammenhängend sein oder über diverse verschiedene Platten auf nicht-zusammenhängende Weise verteilt sein.

[0052] Falls kein unbenutzter virtueller Spiegelblock lokalisiert werden kann (Schritt 3 oben), versucht das RAID-Verwaltungssystem, gemäß der folgenden bevorzugten Sequenz von Techniken einen zu erzeugen. Erstens versucht das RAID-Verwaltungssystem, einen unbenutzten und unbenannten RAID-Bereich zu lokalisieren, der in einen Spiegel-RAID-Bereich umgewandelt werden kann. Zweitens, falls sich dies als Misserfolg erweist, versucht das RAID-Verwaltungssystem als nächstes, einen ungenutzten virtuellen Paritätsblock zu lokalisieren und einen virtuellen Spiegelblock zu Parität zu bewegen. Dies macht den virtuellen Spiegelblock dafür frei, die neuen Daten zu empfangen. Falls dieser zweite Schritt fehlschlägt, versucht das RAID-Verwaltungssystem anschließend, einen ungenutzten RAID-Bereich zu erzeugen, indem es unter Verwendung der isolierten RAID-Bereiche eine Anzahl von virtuellen Spiegelblöcken zu Parität bewegt. Da virtuelle Spiegelblöcke mehr physischen Speicherplatz einnehmen als virtuelle Paritätsblöcke, führt die Bewegung von virtuellen Spiegelblöcken zu Paritäts-RAID-Bereichen zu einem Nettoanstieg des Umfangs an ungenutzter Speicherung, auch wenn sie eine Umwandlung eines reservierten RAID-Bereichs in einen Paritäts-RAID-Bereich erfordert. Eine Bewegung von Spiegelblöcken zu Parität führt schließlich zu einem zusätzlichen ungenutzten RAID-Bereich, der in einen Spiegel-RAID-Bereich umgewandelt werden kann.

[0053] Das Erzeugungs-/Umwandlungsprotokoll, das verwendet wird, um virtuelle Spiegelblöcke zu lokalisieren und einzurichten, ist vorteilhaft, da es dem RAID-Verwaltungssystem ermöglicht, die Speicherzuweisung gemäß der Computeranwendung selektiv einzustellen. Da die Anwendungen variieren, verwendet das RAID-Verwaltungssystem eine oder mehrere der obigen drei Techniken, um den idealen Umfang an Spiegelspeicherplatz für spezifische Leistungsfähigkeits- und Zuverlässigkeitsanforderungen der verschiedenen Anwendungen zu definieren.

[0054] Das RAID-Verwaltungssystem versucht, die Situation zu vermeiden, bei der eine Speicheranforderung warten muss, bis die Platzschaffungssequenz einen virtuellen Spiegelblock ergibt, indem sie während einer Leerlaufzeit unbenutzte RAID-Bereiche erzeugt. In manchen Situationen können Speicheranforderungen während der Platzschaffungssequenz jedoch zeitweilig aufgehoben werden. Das RAID-Verwaltungssystem konfiguriert den virtuellen Blockspeicherplatz derart, dass der virtuelle Platz genauso groß oder kleiner ist als der verfügbare physische Platz **34**. Auf diese Weise ergibt die Sequenz von Techniken immer einen unbenutzten Spiegelblock.

[0055] Um einen virtuellen Spiegelblock zu einem Paritäts-RAID-Bereich zu bewegen, wird die folgen-

de Sequenz verwendet:

1. Das RAID-Verwaltungssystem wählt einen virtuellen Spiegelblock **52**, um gemäß einer Migrationsrichtlinie, beispielsweise Zugriffsaktualität oder Zugriffshäufigkeit, zu bewegen.
2. Das RAID-Verwaltungssystem lokalisiert einen unbenutzten virtuellen Block **52** in einem Paritäts-RAID-Bereich **44**.
3. Falls kein solcher Block gefunden werden kann, wird ein reservierter RAID-Bereich gemäß den oben beschriebenen Erzeugungstechniken in einen Paritäts-RAID-Bereich umgewandelt.
4. Neue Speicheranforderungen an den zu bewegenden virtuellen Block werden zeitweilig aufgehoben.
5. Das RAID-Verwaltungssystem wartet, bis alle aktiven Speicheranforderungen an den virtuellen Block abgeschlossen sind.
6. Daten werden von dem virtuellen Spiegelblock **52** in einen vorübergehenden Speicherpuffer gelesen.
7. Die Daten werden in den gewählten virtuellen Paritätsblock **53** geschrieben.
8. Die Virtuelle-Blöcke-Tabelle wird modifiziert, um auf eine neue Position des virtuellen Blocks zu verweisen.
9. Datenanforderungen werden wiederaufgenommen.

[0056] Die obigen zwei Sequenzen werden bereitgestellt, um Beispiele dafür zu liefern, wie das Speichersystem dieser Erfindung arbeiten kann. Verschiedene andere Prozeduren und Alternativen sind möglich und werden Fachleuten einleuchten.

[0057] Das Speichersystem dieser Erfindung ist vorteilhaft, da es eine hohe Leistungsfähigkeit und eine hohe Datenverfügbarkeit (d. h. -zuverlässigkeit) bei gleichzeitig relativ geringen Speicherkosten liefert. Dies wird erzielt, indem die Vorteile, die mit einer Spiegelspeicherung und einer Paritätsspeicherung verbunden sind, extrahiert/genutzt werden. Das Speichersystem verbessert ferner die Leistungsfähigkeit beim Zugriff auf abgebildete Daten, indem es die Abbildungsinformationen zwischen den diversen virtuellen Speicherplätzen in einem nicht-flüchtigen RAM, der sich außerhalb des Speicherplattenarrays befindet, verwaltet.

Patentansprüche

1. Ein Datenspeichersystem, das folgende Merkmale aufweist:
ein Plattenarray (**11**), das eine Mehrzahl von Platten (**12**) aufweist;
eine mit dem Plattenarray (**11**) gekoppelte Plattenarraysteuerung (**14**) zum Koordinieren eines Datentransfers zu und von den Platten (**12**);
ein RAID-Verwaltungssystem (**16**), das mit der Plattenarraysteuerung (**14**) wirksam gekoppelt ist, zum Abbilden eines ersten und eines zweiten RAID-Bereichs auf die Platten (**12**), wobei das RAID-Verwaltungssystem (**16**) gemäß einer ersten RAID-Ebene Daten in dem ersten RAID-Bereich speichert und gemäß einer zweiten RAID-Ebene Daten in dem zweiten RAID-Bereich speichert, wobei das RAID-Verwaltungssystem (**16**) Daten, die in dem ersten RAID-Bereich gespeichert sind, zu dem zweiten RAID-Bereich bewegt und/oder Daten, die in dem zweiten RAID-Bereich gespeichert sind, zu dem ersten RAID-Bereich bewegt, wobei das RAID-Verwaltungssystem (**16**) die Daten gemäß einem definierten Leistungsfähigkeitsprotokoll bewegt; und
einen aktualisierbaren Speicherabbildungsspeicher (**21**), der sich außerhalb des Plattenarrays (**11**) befindet und mit dem RAID-Verwaltungssystem (**16**) wirksam gekoppelt ist, zum Speichern von Abbildungsinformationen, die durch das RAID-Verwaltungssystem (**16**) verwendet werden, um den ersten und den zweiten RAID-Bereich auf die Platten (**12**) in dem Plattenarray (**11**) abzubilden.

2. Ein Datenspeichersystem gemäß Anspruch 1, bei dem der Speicherabbildungsspeicher (**21**) in der Plattenarraysteuerung (**14**) angeordnet ist.

3. Ein Datenspeichersystem gemäß Anspruch 1, bei dem der Speicherabbildungsspeicher (**21**) die Abbildungsinformationen gemäß einer ausgewählten Zuverlässigkeitsebene auf redundante Weise speichert.

4. Ein Datenspeichersystem gemäß Anspruch 1, bei dem das Plattenarray eine Speicherkapazität (DA_{cap}) aufweist, die größer ist als eine Speicherkapazität des Speicherabbildungsspeichers (MMS_{cap}), gemäß der folgenden Beziehung:

MMS_{cap} (Kilobytes) = C × DA_{cap} (Megabytes)

wobei C eine Konstante in einem Bereich zwischen 70 und 90 ist.

5. Ein Datenspeichersystem gemäß Anspruch 1, bei dem der erste RAID-Bereich Daten gemäß einer RAID-Ebene 1 speichert und der zweite RAID-Bereich Daten gemäß einer RAID-Ebene 5 speichert.

6. Ein Datenspeichersystem gemäß Anspruch 1, bei dem das Leistungsfähigkeitsprotokoll des RAID-Verwaltungssystems (**16**) eine Migrationsrichtlinie ist, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Zugriffsaktualität und einer Zugriffshäufigkeit besteht.

7. Ein Datenspeichersystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem das RAID-Verwaltungssystem (**16**) das Abbilden des ersten und des zweiten RAID-Bereichs auf die Platten (**12**) dynamisch verändert und die Abbildungsinformationen in dem Spei-

cherabbildungsspeicher (**21**) aktualisiert, um die Veränderung widerzuspiegeln.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

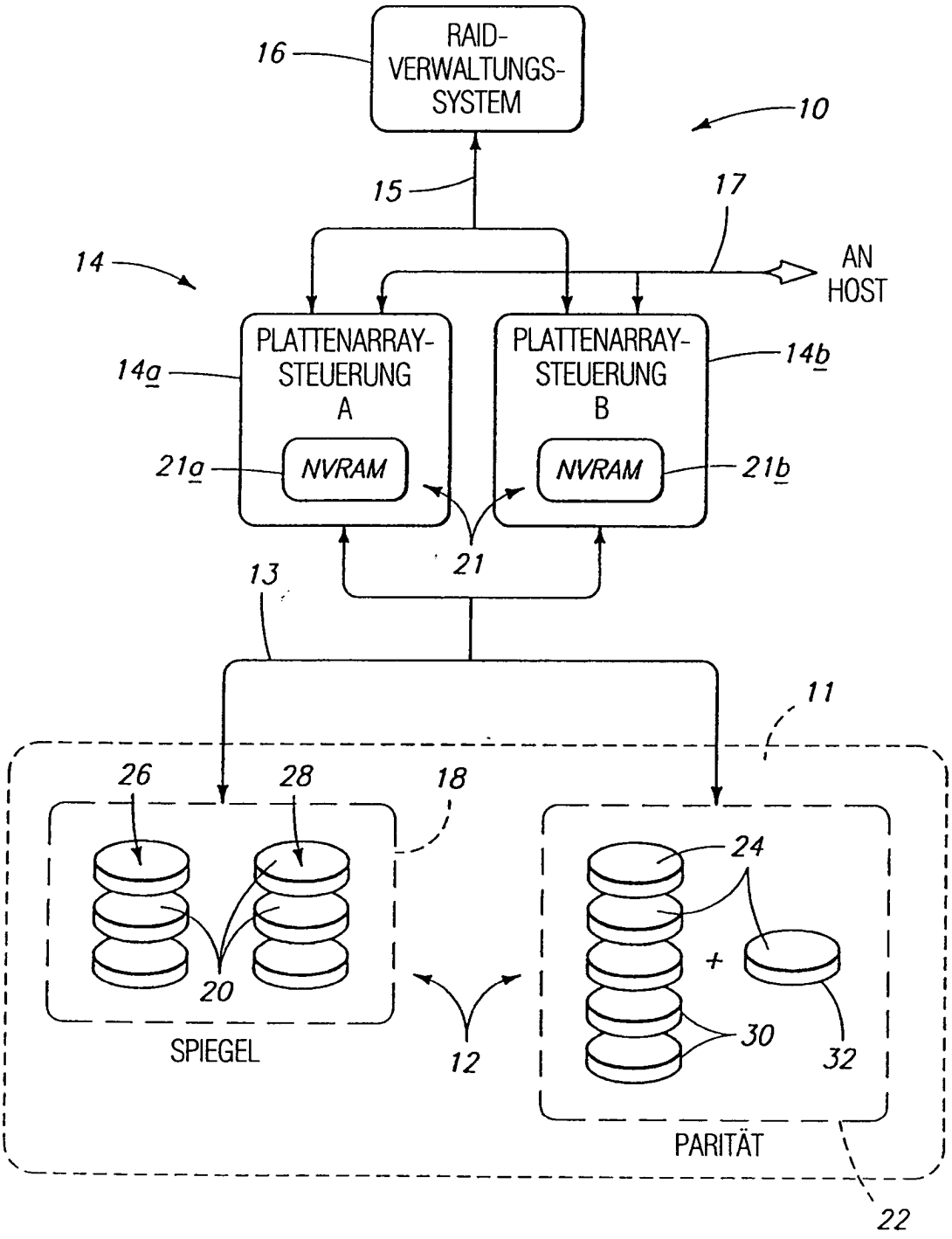


Fig 1

PLATTEN

0	1	2	3	STREIFEN-NUMMER
0	0'	1	1'	0
2	2'	3	3'	1
4	4'	5	5'	2
6	6'	7	7'	3
*	*	*	*	*
*	*	*	*	*
*	*	*	*	*
T–1	T–1'	T	T'	S

Fig 2

PLATTEN

0	1	2	3	STREIFEN-NUMMER
0	1	2	P	0
3	4	P	5	1
6	P	7	8	2
P	9	10	11	3
*	*	*	*	*
*	*	*	*	*
*	*	*	*	*
P	R–2	R–1	R	Q

Fig 3

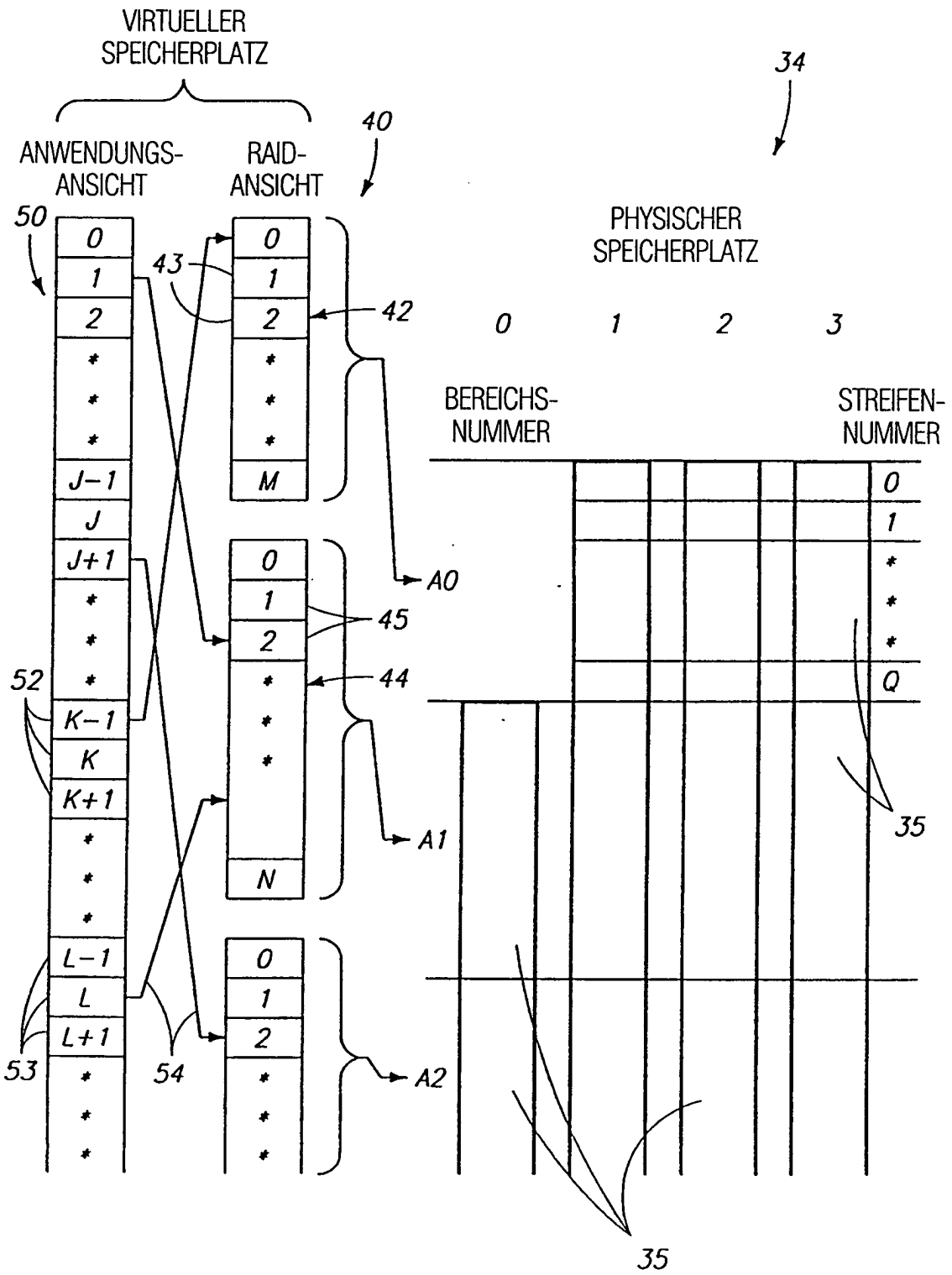

VIRTUELLER SPEICHERPLATZ
ANWENDUNGS-ANSICHT
RAID-ANSICHT
40
34
50
43
42
PHYSISCHER SPEICHERPLATZ
0
1
2
3
BEREICHS-NUMMER
STREIFEN-NUMMER
A0
45
44
A1
52
53
54
A2
35
35

Fig 4