



(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 002 951.4**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB2018/055378**  
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/021124**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **19.07.2018**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **31.01.2019**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **02.04.2020**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **16.03.2023**

(51) Int Cl.: **G06F 12/08 (2016.01)**

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:  
**15/662,194**                      **27.07.2017**    **US**

(73) Patentinhaber:  
**International Business Machines Corporation,**  
**Armonk, NY, US**

(74) Vertreter:  
**Richardt Patentanwälte PartG mbB, 65185**  
**Wiesbaden, DE**

(72) Erfinder:  
**Gupta, Lokesh, Tucson, Ariz., US; Anderson,**  
**Kyler, Tucson, AZ, US; Ash, Kevin John, Tucson,**  
**AZ, US; Kalos, Matthew Joseph, Tucson, Ariz., US;**  
**Peterson, Beth Ann, Tucson, Ariz., US**

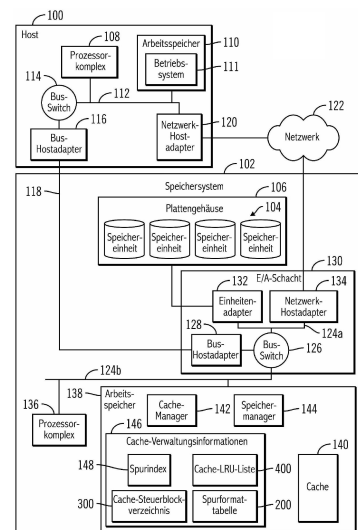
(56) Ermittelte Stand der Technik:

<b>US</b>	<b>6 438 661</b>	<b>B1</b>
<b>US</b>	<b>2008 / 0 126 913</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2016 / 0 085 460</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **VERWENDEN EINES SPURFORMATCODES IN EINEM CACHE-STEUERBLOCK FÜR EINE SPUR IN EINEM CACHE, UM LESE- UND SCHREIBANFORDERUNGEN IN BEZUG AUF DIE SPUR IM CACHE ZU VERARBEITEN**

(57) Hauptanspruch: Computerprogrammprodukt zum Verwalten von Lese- und Schreibanforderungen von einem Host (100) in Bezug auf Spuren in einem Speicher (104), die in einem Cache (140) zwischengespeichert sind, wobei das Computerprogrammprodukt ein durch Computer lesbares Speichermedium aufweist, das darin verkörpert durch Computer lesbaren Programmcode aufweist, der ausführbar ist, um Operationen durchzuführen, wobei die Operationen aufweisen:  
 ein Aufrechterhalten einer Spurformattabelle (200), die Spurformatcodes (202) zu Spurformatmetadaten (204) zuordnet, wobei die Spurformatmetadaten jeweils ein Layout von Daten in einer Spur angeben;  
 ein Verlagern einer Spur aus dem Speicher in den Cache;  
 ein Verarbeiten (702) von Spurformatmetadaten für die in den Cache verlagerte Spur;  
 ein Ermitteln (704), ob die Spurformattabelle Spurformatmetadaten aufweist, die mit Spurformatmetadaten der in den Cache verlagerten Spur übereinstimmen;  
 ein Ermitteln (712), ob ein Spurformatcode aus der Spurformattabelle für die Spurformatmetadaten in der Spurformattabelle mit Spurformatmetadaten der Spur übereinstimmt, die als Reaktion darauf in den Cache verlagert wurde, dass die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist;

ein Erzeugen (714, 716) eines Cache-Steuerblocks (300i) für die Spur, die zum Cache hinzugefügt wird, der den ermittelten Spurformatcode beinhaltet, wenn die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist;  
 ein ...



**Beschreibung**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Computerprogrammprodukt, ein System und ein Verfahren zum Verwenden eines Spurformatcodes in einem Cache-Steuerblock für eine Spur in einem Cache, um Lese- und Schreibanforderungen in Bezug auf die Spur im Cache zu verarbeiten.

## Beschreibung des Stands der Technik

**[0002]** In einer Speicherumgebung kann ein Host-System eine Lese-/Schreibanforderung in Bezug auf ein verbundenes Speichersystem über einen Netzwerkanal durch einen Netzwerkadapter übermitteln. Falls die Daten in einem Cache des Speichersystems vorliegen, d.h. ein Lesetreffer, können die Daten schnell zum Host-System zurückgegeben werden. Dadurch wird die Verzögerung beim Zurückgeben angeforderter Daten auf eine E/A-Anforderung des Hosts verkürzt. Wenn die angeforderten Daten jedoch nicht im Cache des Speichersystems vorliegen, tritt unter Umständen eine erhebliche Latenz auf, während das Speichersystem die angeforderten Daten aus dem Speicher zur Rückgabe abrufen. Ferner müssen der Thread oder die Task, die die Leseanforderung des Hosts ausführen, unter Umständen kontextabhängig geschaltet oder deaktiviert werden, um dem Host-System zu ermöglichen, weitere E/A-Anforderungen zu verarbeiten. Wenn auf die Leseanforderung die Daten zurückgegeben werden, muss die Task wieder aktiviert werden, und die Daten für die Task müssen an Register und den Prozessor-Cache zurückgegeben werden, um die Verarbeitung der Daten für die Leseanforderung zu ermöglichen.

**[0003]** In der Technik besteht ein Bedarf an verbesserten Verfahren zum Verarbeiten von Lese-/Schreibanforderungen des Hosts in Bezug auf den Cache.

**[0004]** Die Druckschrift US 2008 / 0 126 913 A1 betrifft Verfahren zum Verwalten von Daten in einem Computersystem. Die Daten umfassen einen Datensatz mit einer Dateneinheit und der Dateneinheit zugeordneten Metadaten. Die Daten weisen einen Dateneinheitsschutz und einen damit verbundenen Dateneinheitsschutzprozess auf. Das Verfahren umfasst: Identifizieren eines korrupten Datensatzes, der einen Datensatz mit Dateneinheitsschutz umfasst, bei dem der Verdacht besteht, dass er korumpiert wurde; Aussetzen des Dateneinheitsschutzprozesses für den korrupten Datensatz; Aufschieben der Wiederherstellung des Dateneinheitsschutzprozesses für den korrupten Datensatz; und Wiederher-

stellen des Dateneinheitsschutzprozesses für den korrupten Datensatz in Reaktion auf eine Anforderung für eine E/A-Operation für den Datensatz und bevor die E/A-Operation durchgeführt wird.

**[0005]** Die Druckschrift US 6 438 661 B1 betrifft ein Verfahren, ein System und ein Herstellungsgegenstand zur Verarbeitung geänderter Metadaten für Operationen zur Datenwiederherstellung. Die Metadaten stellen Informationen auf Benutzerdaten bereit, die in einem Speichergerät gepflegt werden. Das System ermittelt, ob in einem Cache gehaltene Metadatenspuren geändert wurden, und gibt in einem nichtflüchtigen Arbeitsspeicher an, dass die ermittelten Metadatenspuren geändert wurden. Operationen zur Datenwiederherstellung können als Folge eines Ausfalls des Systems initiiert werden, z. B. durch einen Warmstart oder eine Kaltstart-Wiederherstellung. Während solcher Operationen zur Datenwiederherstellung verarbeitet das System den nichtflüchtigen Arbeitsspeicher und die darin enthaltenen Kennzeichen für geänderte Metadatenspuren, um verlorene Metadatenspuren im Cache wiederherzustellen.

**[0006]** Die Druckschrift US 2016 / 0 085 460 A1 betrifft ein Verfahren und ein System für einen optimierten Lesezugriff auf gemeinsam genutzte Daten durch Überwachung von Spiegelungsoperationen. Ein Datenspeichersystem führt Operationen aus, die beinhalten, dass ein Controller in einem Host-Speichergerät mit zwei Controllern in einer asymmetrischen Aktiv/Aktiv-Konfiguration eine Anforderung vom Host für Daten auf einer logischen Einheitsnummer empfängt, die dem Partner-Controller gehört. Die empfangende Steuereinheit, die über einen Spiegel-Cache des Arbeitsspeichers der Partner-Steuereinheit für die Wiederherstellung nach einem Ausfall verfügt, greift auf den Spiegel-Cache unter Verwendung einer Datenstruktur zu, die bei vorangegangenen Spiegeloperationen angelegt wurde. Werden die Daten im Mirror-Cache gefunden, werden sie aus dem Cache gelesen und an den anfordernden Host zurückgegeben, ohne dass die Daten von der Partner-Steuereinheit angefordert werden müssen.

## KURZDARSTELLUNG

**[0007]** Die Erfindung betrifft ein Computerprogrammprodukt, Systeme und Verfahren zum Verwalten von Lese- und Schreibanforderungen von einem Host in Bezug auf Spuren in einem Speicher, deren Merkmalen in den entsprechenden unabhängigen Ansprüchen angegeben sind. Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

**[0008]** Bei einer ersten beispielhaften Ausführungsform werden ein Computerprogrammprodukt, ein System und ein Verfahren zum Verwenden eines

Spurformatcodes in einem Cache-Steuerblock für eine Spur in einem Cache bereitgestellt, um Lese- und Schreibanforderungen in Bezug auf die Spur im Cache zu verarbeiten. Eine Spurformattabelle ordnet Spurformatcodes zu Spurformatmetadaten zu, wobei die Spurformatmetadaten jeweils ein Layout von Daten in einer Spur angeben. Eine Spur wird aus dem Speicher in den Cache verlagert, und Spurformatmetadaten für die in den Cache verlagerte Spur werden verarbeitet. Es wird eine Ermittlung vorgenommen, ob die Spurformattabelle Spurformatmetadaten aufweist, die mit Spurformatmetadaten der in den Cache verlagerten Spur übereinstimmen. Es wird eine Ermittlung vorgenommen, ob ein Spurformatcode aus der Spurformattabelle für die Spurformatmetadaten in der Spurformattabelle mit Spurformatmetadaten der Spur übereinstimmt, die als Reaktion darauf in den Cache verlagert wurde, dass die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist. Für die Spur, die zum Cache hinzugefügt wird, wird ein Cache-Steuerblock erzeugt, der den ermittelten Spurformatcode beinhaltet, wenn die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist.

**[0009]** Bei der ersten beispielhaften Ausführungsform wird ein Spurformatcode zum Cache-Steuerblock für eine Spur im Cache hinzugefügt, um zur Ermittlung des Spurlayouts und -formats verwendet zu werden, wenn die Spur im Cache verarbeitet wird, indem die Spurformatmetadaten für den Spurformatcode in der Spurformattabelle nachgeschlagen werden. Dies stellt einen schnellen Zugriff auf die Spurformatmetadaten für eine Spur im Cache bereit, ohne dass Spurmetadaten für die Spur aus dem Speicher gelesen und verarbeitet werden müssen. Dieser schnelle Zugriff auf die Spurformatmetadaten verringert die Latenz beim Verarbeiten von Lese- und Schreibanforderungen erheblich, da das Lesen von Spurmetadaten zur Ermittlung der Spurformatmetadaten ein wesentlicher Bestandteil der Lese-/Schreibverarbeitungszeit ist.

**[0010]** Bei einer zweiten beispielhaften Ausführungsform kann die erste beispielhafte Ausführungsform zusätzlich beinhalten, dass eine Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf eine Zielspur von einem Host auf einem ersten Kanal empfangen wird, der eine Verbindung zum Host herstellt. Eine Ermittlung wird durchgeführt, ob die Zielspur im Cache vorliegt. Als Reaktion auf das Feststellen, dass der Zielblock im Cache vorliegt, wird eine Ermittlung durchgeführt, ob der Cache-Steuerblock für die Zielspur einen gültigen Spurformatcode aus der Spurformattabelle beinhaltet. Als Reaktion auf das Feststellen, dass die Zielspur nicht im Cache vorliegt, oder das Feststellen, dass der Cache-Steuerblock keinen gültigen Spurformatcode beinhaltet, ist die Lese- oder Schreibanforderung fehlgeschlagen. Das Fehlschlagen der Lese- oder Schreib-

anforderung veranlasst den Host, die Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur über einen zweiten Kanal erneut zu senden, der eine Verbindung zum Host herstellt.

**[0011]** Wenn bei der zweiten beispielhaften Ausführungsform die Lese- oder Schreibanforderung auf einem Kanal empfangen wird, der eine so kurze Antwortzeit erfordert, als würde die Anforderung auf einer Busschnittstelle gesendet, auf der sich der Host-Thread für die Lese-/Schreibanforderung in einer Wiederholschleife für die Anforderung befindet, während er auf eine Antwort wartet, ist die Antwort fehlgeschlagen, wenn kein gültiger Spurformatcode für die Spur im Cache vorliegt. Falls kein gültiger Spurformatcode vorliegt, ist die Antwort nicht in der Lage, Zeitanforderungen für einen schnellen Zugriffskanal zu erfüllen, da auf die Spurmetadaten zugegriffen werden muss, um das Spurformat zu ermitteln. Falls jedoch ein gültiger Spurformatcode vorliegt, kann die Anforderung innerhalb der Zeitanforderungen für den schnellen Kanal beantwortet werden, da bei Verwendung des Spurformatcodes im Cache-Steuerblock eine minimale Latenz bei der Ermittlung der Spurformatmetadaten aus der Spurformattabelle auftritt.

**[0012]** Bei einer dritten beispielhaften Ausführungsform kann die zweite beispielhafte Ausführungsform zusätzlich einen ersten Kanal beinhalten, der eine schnellere Verarbeitung der Lese- oder Schreibanforderung als der zweite Kanal bereitstellt.

**[0013]** Bei der dritten beispielhaften Ausführungsform ermöglicht die Spurformattabelle eine schnellere Verarbeitung für den schnellen Kanal, indem die Spurformatcodes zur Verwendung bei der Ermittlung der Spurformatmetadaten für eine Spur bereitgestellt werden.

**[0014]** Bei einer vierten beispielhaften Ausführungsform kann die zweite beispielhafte Ausführungsform zusätzlich beinhalten, dass eine Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur auf einem zweiten Kanal empfangen wird, der nach dem Fehlschlagen der Lese- oder Schreibanforderung für die Zielspur mit dem Host verbunden wird, wenn die Zielspur nicht im Cache vorliegt. Mindestens eine der Operationen des Verlagerns der Zielspur in den Cache, des Verarbeitens der Spurformatmetadaten, des Ermitteln, ob die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist, des Ermitteln des Spurformatcodes und des Erzeugens des Cache-Steuerblocks werden als Reaktion auf das Empfangen der Lese- oder Schreibanforderung auf dem zweiten Kanal durchgeführt.

**[0015]** Wenn bei der vierten beispielhaften Ausführungsform die Anforderung auf dem schnellen Kanal fehlgeschlagen ist, da im Cache-Steuerblock kein

gültiger Spurformatcode für die Zielspur vorliegt, wird die Anforderung auf einem langsameren zweiten Kanal erneut gesendet, auf den der Host-Thread, der die E/A-Anforderung verwaltet, wegen der erwarteten längeren Zeit für die Anforderungsantwort auf dem zweiten Kanal kontextbedingt umgeschaltet würde. Wenn in einem derartigen Fall die Anforderung auf dem langsameren Kanal empfangen wird, wird die Anforderung verarbeitet, wenn kein gültiger Spurformatcode für die Zielspur vorliegt, was mindestens eines erfordert aus Verlagern der Zielspur in den Cache und Lesen der Spurmetadaten, um Spurformatmetadaten zu ermitteln, die zur Ermittlung des Spurformatcodes verwendet werden können, der in den Cache-Steuerblock einzubeziehen ist, um die Latenz für zukünftige Anforderungen in Bezug auf die Spur zu verringern.

**[0016]** Bei einer fünften beispielhaften Ausführungsform kann die zweite beispielhafte Ausführungsform zusätzlich beinhalten, dass eine Lese- oder Schreib-anforderung in Bezug auf die Zielspur auf dem zweiten Kanal empfangen wird, der nach dem Fehlschlagen der Lese- oder Schreibenanforderung für die Zielspur mit dem Host verbunden wird, die den Cache-Steuerblock aufweist, der einen ungültigen Spurformatcode beinhaltet. Als Reaktion auf das Empfangen der Lese- oder Schreibenanforderung auf dem zweiten Kanal, wenn der Cache-Steuerblock für die Zielspur keinen gültigen Spurformatcode aufweist, werden Spurformatmetadaten für die Zielspur gelesen, um die auf dem zweiten Kanal empfangene Lese- oder Schreibenanforderung zu verarbeiten. Es wird eine Ermittlung vorgenommen, ob die Spurformattabelle Spurformatmetadaten aufweist, die mit den gelesenen Spurformatmetadaten übereinstimmen. Als Reaktion darauf, dass die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist, wird eine Ermittlung eines Spurformatcodes aus der Spurformattabelle für die übereinstimmenden Spurformatmetadaten vorgenommen. Der ermittelte Spurformatcode wird als gültiger Spurformatcode in den Cache-Steuerblock für die Zielspur einbezogen.

**[0017]** Wenn bei der fünften beispielhaften Ausführungsform die Anforderung in Bezug auf die Zielspur nach dem Fehlschlagen der Anforderungen auf dem schnelleren ersten Kanal auf dem langsameren zweiten Kanal empfangen wird, werden die Spurformatmetadaten anschließend gelesen und ein Spurformatcode ermittelt und in den Cache-Steuerblock einbezogen, um eine schnellere Verarbeitung der Lese-/Schreibenanforderung auf dem zweiten Kanal bei zukünftigen Anforderungen in Bezug auf die Zielspur zu ermöglichen, sodass die Spurformatmetadaten schnell ermittelt werden können, ohne dass bei zukünftigen Anforderungen Spurmetadaten aus dem Speicher gelesen werden müssen.

**[0018]** Bei einer sechsten beispielhaften Ausführungsform kann die erste beispielhafte Ausführungsform zusätzlich beinhalten, dass der Cache-Steuerblock einen Gültig-Merker beinhaltet, der angibt, ob der Cache-Steuerblock einen gültigen Spurformatcode beinhaltet. Der Gültig-Merker wird auf „Gültig“ gesetzt, wenn der Spurformatcode zum Cache-Steuerblock hinzugefügt wird. Ein Schreibvorgang zur Aktualisierung einer Spur im Cache wird empfangen, wenn ein Cache-Steuerblock für die im Cache zu aktualisierende Spur vorliegt, der einen Spurformatcode beinhaltet. Es wird eine Ermittlung vorgenommen, ob die Aktualisierung der Spur ein Spurformat verändert. Der Gültig-Merker wird als Reaktion auf das Feststellen, dass die Aktualisierung der Spur das Spurformat verändert auf „Ungültig“ gesetzt.

**[0019]** Bei der sechsten beispielhaften Ausführungsform wird ein gültiger Spurformatcode verwendet, um anzugeben, ob der Spurformatcode in einem Cache-Steuerblock gültig ist. Der Merker wird auf „Ungültig“ gesetzt, wenn das Spurformat durch einen Schreibvorgang geändert wird, da bei einer derartigen Sachlage der Spurformatcode im Cache-Steuerblock den Spurformatcode der Spur nicht mehr exakt wiedergibt, der durch die Aktualisierung geändert wurde. Der gültige Spurformatcode stellt Informationen bereit, die eine schnelle Ermittlung ermöglichen, ob der Cache-Steuerblock einen gültigen Spurformatcode beinhaltet, der zur Verarbeitung der Lese- oder Schreibenanforderung verwendet werden kann.

**[0020]** Bei einer siebten beispielhaften Ausführungsform werden ein Computerprogrammprodukt, ein System und ein Verfahren zum Verwalten von Lese- und Schreibenanforderungen von einem Host in Bezug auf Spuren in einem Speicher bereitgestellt, die in einem Cache zwischengespeichert sind. Eine Spurformattabelle hat Spurformatcodes zu Spurformatmetadaten zugeordnet, wobei die Spurformatmetadaten jeweils ein Layout von Daten in einer Spur angeben. Bei Cache-Steuerblöcken für Spuren im Cache beinhaltet mindestens ein Cache-Steuerblock der Cache-Steuerblöcke einen der Spurformatcodes in der Spurformattabelle, die die Spurformatmetadaten für die Spur angeben. Eine Lese- oder Schreibenanforderung in Bezug auf eine Zielspur wird im Cache vom Host empfangen. Es wird eine Ermittlung vorgenommen, ob der Cache-Steuerblock für die Zielspur einen gültigen Spurformatcode beinhaltet. Als Reaktion auf das Feststellen, dass der Cache-Steuerblock den gültigen Spurformatcode beinhaltet, werden die Spurformatmetadaten für den gültigen Spurformatcode aus der Spurformattabelle ermittelt. Die ermittelten Spurformatmetadaten werden zur Verarbeitung der Lese- oder Schreibenanforderung in Bezug auf die Zielspur im Cache verwendet.

**[0021]** Wenn der Cache-Steuerblock für eine Zielspur bei der siebten beispielhaften Ausführungsform einen gültigen Spurformatcode beinhaltet, können die Spurformatmetadaten für die Zielspur schnell aus der Spurformattabelle ermittelt werden, ohne dass die Spurmetadaten aus dem Speicher gelesen werden müssen. Diese Verwendung der Spurformattabelle verringert die Latenz beim Verarbeiten von Lese- und Schreibanforderungen in Bezug auf Zielspuren erheblich.

**[0022]** Bei einer achten beispielhaften Ausführungsformen werden ein Computerprogrammprodukt, ein System und ein Verfahren zum Verwalten von Lese- und Schreibanforderungen von einem Host in Bezug auf Spuren in einem Speicher bereitgestellt, die in einem Cache zwischengespeichert sind. Eine Spurformattabelle ordnet Spurformatcodes zu Spurformatmetadaten zu, wobei die Spurformatmetadaten jeweils ein Layout von Daten in einer Spur angeben. Eine Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf eine Zielspur im Cache wird vom Host auf einem aus einem ersten Kanal und einem zweiten Kanal empfangen, die eine Verbindung zum Host herstellen. Es wird eine Ermittlung vorgenommen, ob ein Cache-Steuerblock für die Zielspur einen gültigen Spurformatcode in der Spurformattabelle beinhaltet. Die Lese- oder Schreibanforderung schlägt als Reaktion auf das Feststellen fehl, dass der Cache-Steuerblock den gültigen Spurformatcode nicht beinhaltet, wenn die Lese- oder Schreibanforderung auf dem ersten Kanal empfangen wird. Als Reaktion auf das Feststellen, dass der Cache-Steuerblock den gültigen Spurformatcode beinhaltet, werden die Spurformatmetadaten für den gültigen Spurformatcode aus der Spurformattabelle ermittelt. Die ermittelten Spurformatmetadaten werden zur Verarbeitung der Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur im Cache verwendet.

**[0023]** Wenn die Lese-/Schreibanforderung bei der achten beispielhaften Ausführungsform auf dem Kanal empfangen wird, der eine schnelle Verarbeitung erfordert, ist die Anforderung fehlgeschlagen, wenn der Cache-Steuerblock für die Zielspur den Spurformatcode nicht beinhaltet, da die Latenz, die dadurch eingeführt wird, dass die Spurmetadaten gelesen werden müssen, es nicht zulässt, dass die Anforderung auf dem ersten Kanal innerhalb einer erforderlichen Zeit abgearbeitet wird. Wenn der Cache-Steuerblock jedoch einen gültigen Spurformatcode beinhaltet, kann die Anforderung auf dem ersten Kanal verarbeitet werden, da die Antwort innerhalb der für den ersten Kanal erforderlichen Zeit zurückgegeben werden kann, wenn die Spurformatmetadaten aus der Spurformattabelle ermittelt werden können.

**[0024]** Im Folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beispielhaft beschrieben, wobei:

**Fig. 1** eine Ausführungsform einer Speicherumgebung veranschaulicht.

**Fig. 2** eine Ausführungsform eines Spurformat-tabelleneintrags veranschaulicht.

**Fig. 3** eine Ausführungsform eines Cache-Steuerblocks veranschaulicht.

**Fig. 4** eine Ausführungsform einer LRU-Liste (LRU = Least Recently Used, zuletzt am wenigsten verwendet) von Spuren im Cache veranschaulicht.

**Fig. 5** eine Ausführungsform von Operationen zur Verarbeitung einer Lese-/Schreibanforderung veranschaulicht, die auf einem ersten Kanal wie z.B. einer Busschnittstelle empfangen wurde.

**Fig. 6** eine Ausführungsform von Operationen zur Verarbeitung einer Lese-/Schreibanforderung veranschaulicht, die auf einem zweiten Kanal wie z.B. einem Netzwerk empfangen wurde.

**Fig. 7** eine Ausführungsform von Operationen zur Schließung von Spurmetadaten und zur Ermittlung eines Spurformatcodes für die Spur im Cache der geschlossenen Spurmetadaten veranschaulicht.

**Fig. 8** eine Ausführungsform einer Computerarchitektur veranschaulicht, die im Zusammenhang mit beschriebenen Ausführungsformen verwendet wird.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

**[0025]** In einer Speicherumgebung kann ein Host-System zunächst eine Lese-/Schreibanforderung über einen schnellen Kanal wie beispielsweise eine Busschnittstelle wie z.B. die PCIe-Schnittstellen (PCIe = Peripheral Component Interconnect Express) übermitteln. Bei einer Lese-/Schreibanforderung über den schnellen Kanal, die innerhalb einer Grenzwertzeit abgeschlossen werden soll, hält das Host-System den Anwendungs-Thread für die Lese-/Schreibanforderung in einer Wiederholungsleife (Spin Loop) und wartet darauf, dass die Anforderung abgeschlossen wird. Dies spart Prozessorzeit im Zusammenhang mit einem Kontextaustausch, der den Thread deaktiviert und den Thread als Reaktion auf einen Interrupt reaktiviert, wenn eine Antwort auf die Lese-/Schreibanforderung empfangen wird. Wenn sich die Daten für die auf dem schnellen Kanal gesendete Lese-/Schreibanforderung nicht im Cache befinden, kann das Speicher-

system unter Umständen die Lese-/Schreibanforderung verpassen, und das Host-System kann dieselbe Lese-/Schreibanforderung über ein Speichernetzwerk über einen Host-Adapter übermitteln, was langsamer ist als die Verarbeitung der E/A-Anforderung über den Bus, z.B. über die PCIe-Schnittstelle. Ein Übermitteln der Lese-/Schreibanforderung über den zweiten Kanal erfordert, dass das Host-System eine Kontextumschaltung von der Task, die die Lese-/Schreibanforderung bearbeitet, zu einer anderen Task durchführt, während es darauf wartet, dass die Lese-/Schreibanforderung abgeschlossen wird. Eine Kontextwechsel ist aufwendig, da der Prozessor, der die Task ausführt, alle Register und L1- und L2-Caches für die neue Task löschen muss, und wenn er die neue Task abschließt, die kontextumgeschaltete Task reaktivieren und die Zustandsdaten an die Register und L1- und L2-Caches für die Task zurückgeben muss, die kontextumgeschaltet wurde, während er darauf wartet, dass die Lese-/Schreibanforderung abgeschlossen wird.

**[0026]** Bestimmte Lese-/Schreiboperationen müssen innerhalb einer Grenzwertzeit abgeschlossen werden, anderenfalls sind sie fehlgeschlagen. Das Speichersystem muss auf Spurmetadaten zugreifen, um eine Anforderung bezüglich einer Spur zu verarbeiten. Die Spurmetadaten stellen Informationen über das Format von Daten und das Layout von Datensätzen in der Spur bereit, die benötigt werden, um Lese- und Schreibvorgänge auf der Spur durchzuführen. Das Lesen der Spurmetadaten aus dem Speicher weist jedoch einen wesentlichen Teil der Latenz bei der Verarbeitung einer Lese-/Schreibanforderung auf. Beschriebene Ausführungsformen stellen Verbesserungen an der Cache-Technologie bereit, die die Latenz beim Cache-Betrieb verringern, indem ein Spurformatcode in den Cache-Steuerblock für eine Spur im Cache einbezogen wird. Dieser Spurformatcode kann für den schnellen Zugriff auf das Spurformat aus einer Spurformattabelle verwendet werden, ohne dass die Spurmetadaten aus dem Speicher gelesen werden müssen. Durch Beseitigen der Notwendigkeit des Lesens der Spurmetadaten aus einer Metadaten Spur im Speicher zur Ermittlung des Spurlayouts erhöhen beschriebene Ausführungsformen die Wahrscheinlichkeit, dass Lese-/Schreibanforderungen auf dem ersten Kanal, die innerhalb einer Grenzwertzeit abgeschlossen werden müssen, durch Zugreifen auf die Spurlayoutinformationen für eine Spur aus der Spurformattabelle abgeschlossen werden, wodurch Spurformatcodes zu Spurformatinformationen für gemeinsame Spurformate zugeordnet werden.

**[0027]** Mit beschriebenen Ausführungsformen wird eine Lese-/Schreibanforderung in Bezug auf eine Zielspur auf einem Kanal verarbeitet, der erfordert, dass die Anforderung innerhalb einer Grenzwertzeit abgeschlossen wird, wenn sich der Spurformatcode

für die Zielspur innerhalb des Cache-Steuerblocks für die Zielspur befindet. Ein Verwenden des Spurformatcodes zum Zugriff auf die Spurformatmetadaten aus der Spurformattabelle verringert die Latenz des Zugriffs auf die Spurformatmetadaten, sodass die Lese-/Schreibanforderung innerhalb des Zeitgrenzwerts abgeschlossen werden kann. Dies hält die Zeit innerhalb eines akzeptablen Zeitgrenzwerts, während der sich der Host-Thread in einer Wiederholungschleife für die Lese-/Schreibanforderungs-Task befindet, bis die Lese-/Schreibanforderung auf der Busschnittstelle gesendet wird. Wenn der Cache-Steuerblock für die Zielspur jedoch keinen gültigen Spurformatcode aufweist, ist die Lese-/Schreibanforderung auf dem ersten Kanal fehlgeschlagen, da es unwahrscheinlich ist, dass die Lese-/Schreibanforderung angesichts der Tatsache, dass die Spurformatmetadaten aus dem Speicher abgerufen werden müssen, innerhalb der Grenzwertzeit abgeschlossen werden kann. Ein Fehlschlagen der Lese-/Schreibanforderung auf dem ersten Kanal bewirkt, dass der Host die Lese-/Schreibanforderung erneut auf dem zweiten Kanal sendet. Das Verarbeiten der Lese-/Schreibanforderung auf dem zweiten Kanal liest die Spurmetadaten aus dem Speicher ein, um ein Verarbeiten der Lese-/Schreibanforderung und ein Hinzufügen des Spurformatcodes zum Cache-Steuerblock für die Zielspur zu ermöglichen.

**[0028]** Fig. 1 veranschaulicht eine Ausführungsform einer Speicherumgebung, in der ein Host 100 Lese- und Schreibanforderungen an ein Speichersystem 102 richtet, um auf Spuren auf Datenträgern zuzugreifen, die in Speichereinheiten 104 in einem Plattengehäuse 106 konfiguriert sind. Der Host 100 beinhaltet einen Prozessorkomplex 108 aus einer oder mehreren Prozessoreinheiten und einen Arbeitsspeicher 110 einschließlich eines Betriebssystems 111, das durch den Prozessorkomplex 108 ausgeführt wird. Das Host-Betriebssystem 111 erzeugt Lese- und Schreibanforderungen in Bezug auf Spuren, die in den Speichereinheiten 104 konfiguriert sind. Der Host 100 beinhaltet Hardware, um Lese- und Schreibanforderungen auf zwei unterschiedlichen Kanälen zu übertragen. Bei einem ersten Kanal handelt es sich um eine Busschnittstelle wie zum Beispiel Peripheral Component Interconnect Express (PCIe), die einen Bus 112, einen Bus-Switch 114 zum Anschluss einer oder mehrerer Einheiten an den Bus 112 einschließlich des Prozessorkomplexes 108, eines Arbeitsspeichersystems 110 und eines Bus-Host-Adapters 116 beinhaltet, um die Busschnittstelle über ein externes Busschnittstellenkabel 118 bis zum Speichersystem 102 zu erweitern. Zusätzliche Busschnittstellentechnologie zur Erweiterung der Busschnittstelle kann genutzt werden, einschließlich PCIe-Erweiterungskabeln oder -komponenten wie zum Beispiel eines verteilten PCIe-Switches, um PCIe over Ethernet zu ermöglichen, zum Beispiel mit der ExpEther-Technologie. Ein

zweiter Kanal zum Anschluss des Hosts 100 und des Speichersystems 102 verwendet einen mit dem Bus 112 verbundenen Netzwerk-Host-Adapter 120, der eine Verbindung zu einem separaten Netzwerk 122 herstellt, über das der Host 100 und das Speichersystem 102 zusätzlich Daten übertragen. Der erste Kanal über die Busschnittstelle kann einen schnelleren Zugriffskanal als die Schnittstelle des Netzwerks 122 über den Netzwerk-Host-Adapter 120 aufweisen.

**[0029]** Das Speichersystem 102 beinhaltet eine Busschnittstelle, die einen Bus 124a, 124b, einen Bus-Switch 126, um eine Verbindung zu Endpunkteinheiten am Bus 124a, 124b herzustellen, und einen Bus-Host-Adapter 128 aufweist, um eine Verbindung zum externen Busschnittstellenkabel 118 herzustellen, um einen Datenaustausch über die Busschnittstelle mit dem Host 100 über den ersten Kanal zu ermöglichen. Das Speichersystem 102 beinhaltet einen Eingangs-/Ausgangsschacht 130, der den Bus-Host-Adapter 128 aufweist, einen oder mehrere Einheitenadapter 132, um eine Verbindung zu den Speichereinheiten 104 herzustellen, und einen oder mehrere Netzwerk-Host-Adapter 134, um eine Verbindung zum Netzwerk 122 und zu den Host-Systemen herzustellen.

**[0030]** Das Speichersystem 102 beinhaltet einen Prozessorkomplex 136 aus einer oder mehreren Prozessoreinheiten und einen Arbeitsspeicher 138, der einen Cache 140 aufweist, um Spuren zwischenzuspeichern, auf die durch die angeschlossenen Hosts 100 zugegriffen wird. Der Arbeitsspeicher 138 beinhaltet einen Cache-Manager 142 und einen Speichermanager 144. Der Speichermanager 144 verwaltet Zugriffsanforderungen aus Prozessen in den Hosts 100 und im Speichersystem 102 für Spuren im Speicher 104. Die Einheiten 136, 138, 128, 132, und 134 sind über die Busschnittstelle angeschlossen, die in den Busleitungen 124a, 124b und im Bus-Switch 126 realisiert ist.

**[0031]** Der Cache-Manager 142 hält Spuren, auf die zugegriffen wurde, im Cache 140 für einen zukünftigen Lesezugriff auf die Spuren aufrecht, um zu ermöglichen, dass die Spuren, auf die zugegriffen wurde, aus dem schnelleren Zugriffs-Cache 140 zurückgegeben werden und nicht aus dem Speicher 104 abgerufen werden müssen. Ferner können die Spuren im Cache 140 durch Schreibvorgänge aktualisiert werden. Eine Spur kann eine beliebige Dateneinheit aufweisen, die im Speicher 104 zum Beispiel als Spur, logische Blockadresse (LBA) usw. konfiguriert ist, die Teil einer größeren Gruppierung von Spuren wie zum Beispiel eines Datenträgers, einer logischen Einheit usw. ist.

**[0032]** Der Cache-Manager 142 hält Cache-Verwaltungsinformationen 146 im Arbeitsspeicher 138 auf-

recht, um Lesespuren (unverändert) und Schreibspuren (verändert) im Cache 140 zu verwalten. Die Cache-Verwaltungsinformationen 146 können eine Spurformattabelle 200 beinhalten, die Spurformatcodes für gemeinsame Spurformatdeskriptoren aufweist, die Einzelheiten eines Layouts und Formats von Daten in einer Spur bereitstellen; einen Spurindex 148, der einen Index von Spuren im Cache 140 bereitstellt, um Cache-Steuerblöcke in einem Steuerblockverzeichnis 300 zu steuern; und eine LRU-Liste 400 im Cache 140. Das Steuerblockverzeichnis 300 beinhaltet Cache-Steuerblöcke, bei denen für jede Spur im Cache 140 ein Cache-Steuerblock vorliegt, der Metadaten über die Spur im Cache 140 bereitstellt. Der Spurindex 148 ordnet Spuren den Cache-Steuerblöcken zu, die Informationen über Spuren im Cache 140 bereitstellen. Nach dem Feststellen, dass die Cache-LRU-Liste 400 voll ist oder einen Grenzwert erreicht hat, werden Spuren aus der LRU-Liste 400 verlagert, um Platz für mehr Spuren zu schaffen, um sie aus dem Speicher 104 in den Cache 140 zu verlagern.

**[0033]** Bei bestimmten Ausführungsformen können mehrere Hosts 100 vorliegen, die eine Verbindung zum Speichersystem 102 über den ersten und zweiten Kanal herstellen, um auf Spuren in den Speichereinheiten 104 zuzugreifen. In einem derartigen Fall würde das Speichersystem 102 mindestens einen Bus-Host-Adapter 128 aufweisen, um eine Verbindung zur Busschnittstelle 118 jedes angeschlossenen Hosts 100 herzustellen, und eine oder mehrere Netzwerk-Host-Adapter 134, um eine Verbindung zu den Netzwerk-Host-Adaptoren 120 auf den Hosts 100 herzustellen.

**[0034]** Bei einer Ausführungsform können die Busschnittstellen 112, 114, 116, 118, 124a, 124b, 126 und 128 eine PCIe-Busschnittstellentechnologie aufweisen. Bei alternativen Ausführungsformen können die Busschnittstellen 112, 114, 116, 118, 124a, 124b, 126 und 128 eine andere geeignete Busschnittstellentechnologie als PCIe nutzen. Die Bus-Host-Adapter 116 und 128 können PCIe-Host-Adapter aufweisen, die die Schnittstelle zum Anschluss des PCIe Kabels 118 bereitstellen. Das Netzwerk 122 kann ein Speicherbereichsnetzwerk (Storage Area Network, SAN), ein lokales Netzwerk (Local Area Network, LAN), ein Weitverkehrsnetzwerk (Wide Area Network, WAN), das Internet, ein Intranet usw. aufweisen, und die Netzwerk-Host-Adapter 120, 134 stellen die Verbindungen des Netzwerks 122 zwischen den Hosts 100 und dem Speichersystem 102 bereit.

**[0035]** Das Speichersystem 102 kann ein Speichersystem wie zum Beispiel die Speichersysteme DS8000® und DS8880 von International Business Machines Corporation (IBM®) oder Speichersteuereinheiten oder Speichersysteme von anderen Her-

stellern aufweisen. (IBM und DS8000 sind weltweit geltende Marken von International Business Machines Corporation.) Das Host-Betriebssystem 111 kann ein Betriebssystem wie zum Beispiel Z Systems Operating System (Z/OS®) von International Business Machines Corporation (IBM) oder andere in der Technik bekannte Betriebssysteme aufweisen. (Z/OS ist eine weltweit eingetragene Marke von IBM.)

**[0036]** Die Speichereinheiten 104 im Plattengehäuse 106 können unterschiedliche Arten oder Klassen von Speichereinheiten aufweisen, zum Beispiel magnetische Festplattenlaufwerke, eine Halbleiterspeichereinheit (Solid State Storage Device, SSD), die aus Halbleiterelektronik besteht, ein EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, elektrisch löschbarer und programmierbarer Nur-Lese-Speicher), ein Flash-Speicher, ein Flash-Laufwerk, ein Direktzugriffsspeicherlaufwerk (Random Access Memory, RAM), ein Storage-Class-Memory (SCM) usw., ein Phasenänderungsspeicher (Phase Change Memory, PCM), ein Resistive Random Access Memory (RRAM), ein Spin Transfer Torque Memory (STT-RAM), ein Conductive Bridging RAM (CBRAM), ein magnetisches Festplattenlaufwerk, ein optisches Festplattenlaufwerk, ein Bandlaufwerk usw. Datenträger in einem Speicherraum können ferner aus einer Anordnung von Einheiten konfiguriert sein, zum Beispiel aus einer Just a Bunch of Disks (JBOD), einer Direct Access Storage Device (DASD), einer Anordnung aus Redundant Array of Independent Disks (RAID), einer Virtualisierungseinheit usw. Ferner können die Speichereinheiten 104 im Plattengehäuse 106 heterogene Speichereinheiten von unterschiedlichen Herstellern und unterschiedliche Arten von Speichereinheiten aufweisen, zum Beispiel eine erste Einheit von Speichereinheiten, z.B. Festplattenlaufwerke, die eine geringere Datenübertragungsrate aufweisen als eine zweite Art von Speichereinheiten, z.B. SSDs.

**[0037]** Fig. 2 veranschaulicht eine Ausführungsform eines Spurformattabelleneintrags 200i in der Spurformattabelle 200, der einen Spurformatcode 202 und die Spurformatmetadaten 204 beinhaltet. Bei bestimmten Ausführungsformen von CKD-Spurausführungsformen (CKD = Count Key Data) können die Spurformatmetadaten 204 einen Spurformatdeskriptor (Track Format Descriptor, TFD) aufweisen, der eine Anzahl von Datensätzen in der Spur, eine Blockgröße, eine Anzahl von Blöcken in der Spur, eine Datenlänge eines jeden der Datensätze und eine Steuerintervallgröße angibt, die eine Menge von Daten, die exakt als eine Einheit gelesen oder geschrieben werden, eine Anzahl von Blöcken in einem Steuerintervall angibt, sowie, ob ein Steuerintervall zwei Spuren überspannt, und andere Informationen. Der Spurformatcode 202 kann einen Indexwert des Indexeintrags 200i in der

Spurformattabelle 200 aufweisen. Wenn zum Beispiel 32 Spurformattabelleneinträge 200i vorliegen, kann der Spurformatcode 202 möglicherweise 5 Bits aufweisen, um die unterschiedliche mögliche Anzahl von 32 Einträgen 200i zu referenzieren.

**[0038]** Fig. 3 veranschaulicht eine Ausführungsform eines Cache-Steuerblocks 300i für eine der Spuren im Cache 140 einschließlich, ohne darauf beschränkt zu sein, einer Cache-Steuerblockkennung 302 wie zum Beispiel eines Indexwerts des Cache-Steuerblocks 300i; einer Spuren-ID 304 der Spur im Speicher 104; der Cache-LRU-Liste 306, in der ein Cache-Steuerblock 300i angegeben ist; eines LRU-Listeneintrags 308, in dem eine Spur angegeben ist; eines Cache-Zeitstempels 310, der eine Zeit angibt, zu der die Spur zum Cache 140 hinzugefügt wurde und die auf der LRU-Liste 306 angegeben ist; zusätzlicher Spurmetadaten 312, die in der Regel für im Cache 140 gespeicherte Spuren aufrechterhalten werden, wie zum Beispiel einen Geändert-Merker (Dirty Flag), der angibt, ob die Spur verändert wurde; eines Spurformatcodes 314, der einen der Spurformatcodes 202 der Spurformatmetadaten 204 aufweist, der das Layout von Daten in der Spur 304 beschreibt, die durch den Cache-Steuerblock 300i dargestellt wird; eines Gültig-Merkers 316 des Spurformatcodes, der angibt, ob der Spurformatcode 314 gültig oder ungültig ist; und eines Ungültig-Grundes 318, der einen Grund dafür angibt, dass der Gültig-Merker 316 des Spurformatcodes ungültig ist, wie im Gültig-Merker 316 des Spurformatcodes angegeben.

**[0039]** Fig. 4 veranschaulicht eine Ausführungsform einer LRU-Liste 400i, die zum Beispiel ein MRU-Ende 402 (MRU = Most Recently Used, zuletzt verwendet) aufweist, das eine Spur kennzeichnet, die zuletzt zum Cache 140 hinzugefügt oder auf die zuletzt im Cache 140 zugegriffen wurde, und ein LRU-Ende 404, von dem die am LRU-Ende 404 gekennzeichnete Spur zur Auslagerung aus dem Cache 140 ausgewählt wird. Das MRU-Ende 402 und das LRU-Ende 404 zeigen für in dieser Liste 400 angegebene Spuren auf Spurbekennungen wie zum Beispiel eine Spurbekennungsadresse oder einen Cache-Steuerblockindex für die Spur von den Spuren, die zuletzt hinzugefügt wurden bzw. sich am längsten im Cache 140 befinden.

**[0040]** Fig. 5 veranschaulicht eine Ausführungsform von Operationen, die durch den Cache-Manager 142 und den Speichermanager 144 durchgeführt werden, um eine auf einem ersten Kanal wie zum Beispiel der PCIe-Busschnittstelle über den Bus-Host-Adapter 128 in Bezug auf eine Zielspur empfangene Lese-/Schreibanforderung zu verarbeiten. Nach dem Empfangen (bei Block 500) der Lese-/Schreibanforderung am Bus-Host-Adapter 128 gibt der Speichermanager 144 (bei Block 504), falls (bei Block 502) die

Zielspur nicht im Cache 140 vorliegt, einen Fehlschlag der Lese-/Schreibanforderung auf dem ersten Kanal oder dem Bus-Host-Adapter 128 an den Host 100 zurück, wodurch der Host 100 veranlasst wird, die Lese-/Schreibanforderung erneut auf dem zweiten Kanal oder Netzwerk-Host-Adapter 120, 134 zu versuchen. Der Fehlschlag wird zurückgegeben, da bei einer nicht im Cache 140 vorliegenden Zielspur die Zielspur und die Spurmetadaten in den Cache 140 verlagert werden müssen, wodurch wahrscheinlich der Zeitgrenzwert für Lese-/Schreibanforderungen auf dem ersten Kanal überschritten würde, auf dem sich der Hostprozessor in einer Wiederholungschleife für den Thread der Lese-/Schreibanforderung befindet. Wenn (bei Block 502) die im Cache 140 vorliegende Zielspur ein Schreibvorgang ist und wenn (bei Block 508) der Schreibvorgang das Zielformat verändert, setzt der Cache-Manager 142 (bei Block 510) den Gültig-Merker 316 des Spurformatcodes auf „Ungültig“ und gibt (bei Block 512) den Ungültig-Grund 318 an, dass die Spur im Cache 140 als Spurformatänderung ungültig gemacht wurde. Der Speichermanager 144 gibt dann (bei Block 504) den Fehlschlag an den Host 100 zurück, da die Spurmetadaten aus dem Speicher 104 gelesen werden müssen, um mit dem veränderten Spurformat aktualisiert zu werden.

**[0041]** Wenn (bei Block 506) die Lese-/Schreibanforderung ein Lesevorgang ist oder wenn (bei Block 508) die Anforderung ein Schreibvorgang ist, der das Spurformat nicht verändert, ermittelt der Cache-Manager 142 (bei Block 514), ob der Gültig-Merker 316 des Spurformatcodes auf „Gültig“ gesetzt ist. Wenn dies der Fall ist, ermittelt der Cache-Manager 142 (bei Block 516) die Spurformatmetadaten 204 in der Spurformattabelle 200, die dem Spurformatcode 314 im Cache-Steuerblock 300i entsprechen. Der Cache-Manager 142 verwendet (bei Block 518) das in den ermittelten Spurformatmetadaten 204 angegebene Spurformatlayout, um die Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur im Cache 140 zu verarbeiten. Wenn es sich bei der Anforderung um einen Schreibvorgang handelt, kann ein Geändert-Merker 312 im Cache-Steuerblock 300i gesetzt werden, um anzugeben, dass die Spur verändert wurde. Wenn (bei Block 514) der Gültig-Merker 316 des Spurformatcodes ungültig ist, was bedeutet, dass über den Spurformatcode 314 kein schneller Zugriff auf Spurformatinformationen zur Verfügung steht, gibt der Speichermanager 144 (bei Block 504) einen Fehlschlag auf der Busschnittstelle an den Bus-Host-Adapter 128 zurück, da die Spurformattabelle 200 nicht verwendet werden kann und die Spurmetadaten aus dem Speicher 104 gelesen werden müssen, wodurch zu viel Latenz für den schnellen Lese-/Schreibvorgang auf dem ersten Kanal eingeführt würde.

**[0042]** Bei der Ausführungsform von Operationen von **Fig. 5** kann während eines schnellen Schreibvorgangs über die Busschnittstelle oder den ersten Kanal, sofern ohne Latenz durch die Spurformattabelle 200 auf die Spurformatmetadaten zugegriffen werden kann, die Lese-/Schreibanforderung fortgesetzt werden, wenn die Transaktion sehr schnell verarbeitet werden kann, da die Spurmetadaten direkt aus der Spurformattabelle 200 über den Spurformatcode 314 erhalten werden können, ohne dass die Spurmetadaten aus dem Speicher 104 gelesen werden müssen. Wenn der Cache-Steuerblock 300i jedoch keinen gültigen Spurformatcode 314 aufweist, um einen Zugriff auf Spurformatmetadaten mit geringer Latenz zu ermöglichen, ist die Lese-/Schreibanforderung fehlgeschlagen, da die Transaktion wahrscheinlich nicht innerhalb eines kurzen Zeitgrenzwerts abgeschlossen wird. Diese Ermittlung ist wichtig, um Verzögerungen des Hosts beim Verarbeiten anderer Tasks zu vermeiden, während sich der Hostprozessor in der Wiederholungschleife des Threads befindet, der die Lese-/Schreibanforderung verarbeitet, während er darauf wartet, dass die Lese-/Schreibanforderung abgeschlossen wird. Wenn aus der Spurformattabelle 200 auf die Spurmetadaten zugegriffen werden kann, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass der Lese-/Schreibvorgang auf dem Busschnittstellenkanal innerhalb der Zeit abgeschlossen werden kann, die erforderlich ist, um zu vermeiden, dass der Hostprozessor den Thread zu lange hält, wodurch andere E/A-Anforderungen in eine Warteschlange eingereiht und verzögert werden. Wenn nicht aus der Spurformattabelle 200 auf die Spurmetadaten zugegriffen werden kann und diese aus dem Speicher 104 gelesen werden müssen, ist es unwahrscheinlich, dass die Lese-/Schreibanforderung innerhalb des Zeitgrenzwerts abgeschlossen wird, innerhalb dessen sich der Hostprozessor in einer Wiederholungschleife für den Thread für die Lese-/Schreibanforderung befindet, sodass ein Fehlschlag zurückgegeben wird. Das Zurückgeben eines Fehlschlags, wenn die Spurmetadaten nicht aus der Spurformattabelle 200 erhalten werden können, veranlasst den Host-Thread, auf der zu deaktivierenden Lese-/Schreibanforderungs-Task zu warten, und der Hostprozessor kann kontextabhängig auf die Verarbeitung anderer Tasks umschalten, und anschließend wird die Lese-/Schreibanforderung während der Kontextumschaltung erneut auf dem zweiten Netzwerkkanal versucht.

**[0043]** **Fig. 6** veranschaulicht eine Ausführungsform von Operationen, die durch den Cache-Manager 142 und den Speichermanager 144 durchgeführt werden, um eine auf einem zweiten Kanal wie zum Beispiel dem Netzwerk 122 oder dem Netzwerk-Host-Adapter 134 in Bezug auf eine Zielspur empfangene Lese-/Schreibanforderung zu verarbeiten. Wenn nach dem Empfangen (bei Block 600) der Lese-/Schreibanforderung die Zielspur (bei Block 602)

nicht im Cache 140 vorliegt, verlagert der Cache-Manager 142 (bei Block 604) die Spur aus dem Speicher 104 in den Cache 140 und liest (bei Block 606) die Spurmetadaten für die Zielspur aus dem Speicher 104, um das Spurformat zu ermitteln, z.B. eine Größe von Blöcken, ein Steuerintervall, ein Layout von Datensätzen auf der Spur usw. Wenn es sich (bei Block 608) bei der Lese-/Schreibanforderung um einen Schreibvorgang handelt und wenn (bei Block 610) der Schreibvorgang das Spurformat verändert, aktualisiert der Cache-Manager 142 (bei Block 612) die Spurmetadaten, um das geänderte Spurformat anzugeben, und setzt (bei Block 614) den Gültig-Merker 316 des Spurformatcodes auf „Ungültig“. Die Spurmetadaten 312 werden ferner aktualisiert (bei Block 616), um anzugeben, dass die Spur verändert bzw. geändert wurde. Wenn (bei Block 608) die Anforderung ein Schreibvorgang ist oder aus dem Block 616 stammt, verwendet der Cache-Manager 142 (bei Block 618) das in den Spurformatmetadaten angegebene Spurformatlayout, um die Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur im Cache 140 zu verarbeiten.

**[0044]** Wenn (bei Block 602) die Zielspur im Cache 140 vorliegt und wenn (bei Block 630) der Gültig-Merker 316 des Spurformatcodes auf „Gültig“ gesetzt ist, ermittelt der Cache-Manager 142 (bei Block 632) die Spurformatmetadaten 204 in der Spurformattabelle 200, die dem Spurformatcode 314 im Cache-Steuerblock 300i für die Zielspur entsprechen. Von Block 632 geht die Steuerung zu Block 608 über, um die Lese-/Schreibanforderung zu verarbeiten. Wenn (bei Block 630) der Gültig-Merker 316 des Spurformatcodes auf „Ungültig“ gesetzt ist, geht die Steuerung zu Block 606 über, um die Metadaten für die Spur aus dem Speicher 104 zu lesen, um das Spurformatlayout zu ermitteln.

**[0045]** Bei der Ausführungsform von **Fig. 6** kann der Cache-Manager 142, wenn die Lese-/Schreibanforderung auf dem zweiten langsameren Kanal wie zum Beispiel über das Netzwerk 122 empfangen wird, auf dem das Host-Betriebssystem 111 eine Kontextumschaltung für den Thread durchgeführt haben würde, der die Lese-/Schreibanforderung verarbeitet, die Spurmetadaten aus dem Speicher 104 lesen, um das Spurlayout zur Verarbeitung der Anforderung zu ermitteln. Während dieser Zeit wird die Hostverarbeitung weiterer Hostanforderungen nicht verzögert, da der Host-Thread, der die Lese-/Schreibanforderung verarbeitet, kontextumgeschaltet und nicht aktiv ist, bis die Lese-/Schreibanforderung ein „Abgeschlossen“ zurückgibt.

**[0046]** **Fig. 7** veranschaulicht eine Ausführungsform von Operationen, die durch den Cache-Manager 142 beim Schließen der Spurmetadaten für eine Spur im Cache 140 durchgeführt werden, was mit einem Auslagern der Spurmetadaten in den Speicher 104 ver-

bunden ist, falls diese geändert wurden. Nach dem Schließen (bei Block 700) der Spurmetadaten für eine Spur im Cache 140 verarbeitet der Cache-Manager 142 (bei Block 702) die Spurmetadaten, um ein Spurformat oder ein Layout von Daten in der Spur zu ermitteln. Wenn (bei Block 704) die Spurformattabelle 200 keine Spurformatmetadaten 204 aufweist, die mit dem ermittelten Spurformat aus den Spurmetadaten übereinstimmen, was geschehen kann, wenn das ermittelte Spurformat regelwidrig ist, wird der Gültig-Merker 316 des Spurformatcodes (bei Block 706) auf „Ungültig“ gesetzt und der Ungültig-Grund 318 wird gesetzt, um anzugeben, dass das Spurformat nicht unterstützt wird. In einer derartigen Situation werden Lese-/Schreibanforderungen in Bezug auf die Spur, die ein regelwidriges Format aufweist, nur verarbeitet, wenn sie über den zweiten Kanal über den Netzwerk-Host-Adapter 134 empfangen werden.

**[0047]** Wenn (bei Block 704) die Spurformattabelle Spurformatmetadaten 204 aufweist, die mit dem ermittelten Spurformat aus den Spurmetadaten übereinstimmen, ermittelt der Cache-Manager 142 den Spurformatcode 202 für die ermittelten Spurformatmetadaten 204 in der Spurformattabelle 200 und bezieht den Spurformatcode 202 in das Feld 314 im Cache-Steuerblock 300i ein. Der Gültig-Merker 316 wird (bei Block 716) auf „Gültig“ gesetzt. Von Block 708 oder 716 geht die Steuerung zu Block 718 über, um die Spurmetadaten aus dem Arbeitsspeicher 138 auszulagern, wenn sie verändert wurden, oder zu verwerfen, wenn sie nicht verändert wurden.

**[0048]** Bei den Operationen von **Fig. 7** können die Spurformatinformationen im Cache-Steuerblock 300i mit einem Spurformatcode 202 angegeben sein, der eine begrenzte Anzahl von Bits zur Indizierung von Spurformatmetadaten 204 aufweist, die das Spurlayout in einer Spurformattabelle 200 beschreiben, wenn die Spurmetadaten selbst nicht in den Cache-Steuerblock 300i passen würden. Für zukünftige Lese-/Schreibzugriffe kann der Cache-Manager 142 bei einem bereitgestellten gültigen Spurformatcode 314 diesen Code 314 verwenden, um mit niedriger Latenz die Spurformatmetadaten 204 aus der Spurformattabelle 200 zu erhalten, ohne dass die Spurmetadaten aus dem Speicher 104 gelesen werden müssen, und den Code zur Ermittlung des Spurformatcodes verarbeiten.

**[0049]** Die vorliegende Erfindung kann als System, Verfahren und/oder Computerprogrammprodukt realisiert sein. Das Computerprogrammprodukt kann (ein) durch einen Computer lesbare(s) Speichermedium (oder-medien) beinhalten, auf dem/denen durch einen Computer lesbare Programmanweisungen gespeichert ist/sind, um einen Prozessor zu veranlassen, Aspekte der vorliegenden Erfindung auszuführen.

**[0050]** Bei dem durch einen Computer lesbaren Speichermedium kann es sich um eine physische Einheit handeln, auf der Anweisungen zur Verwendung durch eine Vorrichtung zur Ausführung von Anweisungen aufbewahrt und gespeichert sein können. Bei dem durch einen Computer lesbaren Speichermedium kann es sich zum Beispiel um eine elektronische Speichereinheit, eine magnetische Speichereinheit, eine optische Speichereinheit, eine elektromagnetische Speichereinheit, eine Halbleiterspeichereinheit oder eine beliebige geeignete Kombination daraus handeln, ohne auf diese beschränkt zu sein. Eine nicht erschöpfende Liste genauer Beispiele des durch Computer lesbaren Speichermediums enthält Folgendes: eine tragbare Computerdiskette, eine Festplatte, einen Direktzugriffsspeicher (RAM), einen Nur-Lese-Speicher (ROM), einen löschbaren programmierbaren Nur-Lese-Speicher (EPROM oder Flash-Speicher), einen statischen Direktzugriffsspeicher (SRAM), einen tragbaren Nur-Lese-Speicher in Form einer Compact Disc (CD-ROM), eine Digital Versatile Disc (DVD), einen Speicherstick, eine Diskette, eine mechanisch codierte Einheit wie zum Beispiel Lochkarten oder erhöhte Strukturen in einer Rille mit darauf aufgezeichneten Anweisungen oder beliebige geeignete Kombinationen des Vorstehenden. Ein durch Computer lesbares Speichermedium im hierin verwendeten Sinne ist nicht so auszulegen, dass es sich dabei um flüchtige Signale handelt, beispielsweise um Funkwellen oder sich frei ausbreitende elektromagnetische Wellen, um elektromagnetische Wellen, die sich durch einen Hohlleiter oder andere Übertragungsmedien ausbreiten (z.B. Lichtimpulse, die ein Lichtwellenleiterkabel durchlaufen) oder um elektrische Signale, die über ein Kabel übertragen werden.

**[0051]** Hierin beschriebene durch Computer lesbare Programmanweisungen können über ein Netzwerk, zum Beispiel das Internet, ein lokales Netzwerk ein Weitverkehrsnetzwerk und/oder ein Drahtlosnetzwerk von einem durch Computer lesbaren Speichermedium auf betreffende Datenverarbeitungs-/Verarbeitungseinheiten oder auf einen externen Computer oder eine externe Speichereinheit heruntergeladen werden. Das Netzwerk kann Kupferübertragungskabel, Lichtwellenleiter, Drahtlosübertragung, Router, Firewalls, Switches, Gateway-Computer und/oder Edge-Server aufweisen. Eine Netzwerkkartentaste oder eine Netzwerkschnittstelle bei jeder Datenverarbeitungs-/Verarbeitungseinheit empfängt durch Computer lesbare Programmanweisungen aus dem Netzwerk und leitet die durch Computer lesbaren Programmanweisungen zur Speicherung in einem durch Computer lesbaren Speichermedium innerhalb der betreffenden Datenverarbeitungs-/Verarbeitungseinheit weiter.

**[0052]** Bei durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen zum Ausführen von Arbeits-

schriften der vorliegenden Erfindung kann es sich um Assembler-Anweisungen, ISA-Anweisungen (Instruction-Set-Architecture), Maschinenanweisungen, maschinenabhängige Anweisungen, Mikrocode, Firmware-Anweisungen, zustandssetzende Daten oder entweder Quellcode oder Objektcode handeln, die in einer beliebigen Kombination aus einer oder mehreren Programmiersprachen geschrieben sind, darunter objektorientierte Programmiersprachen wie Java, Smalltalk, C++ o.Ä. sowie herkömmliche prozedurale Programmiersprachen wie zum Beispiel die Programmiersprache „C“ oder ähnliche Programmiersprachen. Die durch Computer lesbaren Programmanweisungen können vollständig auf dem Computer des Benutzers, teilweise auf dem Computer des Benutzers, als eigenständiges Softwarepaket, teilweise auf dem Computer des Benutzers und teilweise auf einem entfernt angeordneten Computer oder vollständig auf dem entfernt angeordneten Computer oder Server ausgeführt werden. Beim letztgenannten Szenario kann der entfernt angeordnete Computer mit dem Computer des Benutzers über eine beliebige Art von Netzwerk verbunden sein, unter anderem über ein lokales Netzwerk (Local Area Network, LAN) oder über ein Weitverkehrsnetzwerk (Wide Area Network, WAN), oder die Verbindung kann zu einem externen Computer hergestellt werden (beispielsweise über das Internet unter Nutzung eines Internet-Diensteanbieters (Internet Service Provider)). Bei einigen Ausführungsformen können elektronische Schaltungen, zu denen beispielsweise programmierbare Logikschaltungen, Field-Programmable Gate Arrays (FPGA) oder programmierbare logische Arrays (PLA) gehören, die durch Computer lesbaren Programmanweisungen ausführen, indem Zustandsinformationen der durch Computer lesbaren Programmanweisungen genutzt werden, um die elektronische Schaltung zu personalisieren, sodass Aspekte der vorliegenden Erfindung durchgeführt werden.

**[0053]** Aspekte der vorliegenden Erfindung sind hierin unter Bezugnahme auf Flussdiagrammdarstellungen und/oder Blockschemata von Verfahren, Vorrichtungen (Systemen) und Computerprogrammprodukten gemäß Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Es wird klar sein, dass jeder Block der Flussdiagramme und/oder der Blockschemata und Kombinationen von Blöcken in den Flussdiagrammen und/oder Blockschemata durch Computerprogrammanweisungen realisiert werden kann bzw. können.

**[0054]** Diese Computerprogrammanweisungen können einem Prozessor eines Mehrzweckcomputers, eines Spezialcomputers oder anderer programmierbaren Datenverarbeitungsvorrichtungen bereitgestellt werden, um eine Maschine zu erzeugen, sodass die Anweisungen, die über den Prozessor des Computers oder anderer programmierbarer

Datenverarbeitungsvorrichtungen ausgeführt werden, Mittel schaffen, um die in einem Block bzw. in den Blöcken des Flussdiagramms und/oder des Blockschemas angegebenen Funktionen/Aktionen zu realisieren. Diese Computerprogrammanweisungen können ebenfalls in einem durch Computer lesbaren Medium gespeichert sein, das einen Computer, andere programmierbare Datenverarbeitungsvorrichtungen oder andere Einheiten anweisen kann, in einer bestimmten Weise zu funktionieren, sodass das durch Computer lesbare Medium mit darauf gespeicherten Anweisungen ein Erzeugnis aufweist, das Anweisungen enthält, die die in einem Block bzw. in den Blöcken der Flussdiagramme und/oder der Blockschemata angegebene Funktion/Aktion realisieren.

**[0055]** Die durch Computer lesbaren Programmanweisungen können auch in einen Computer, in andere programmierbare Datenverarbeitungsvorrichtungen oder in andere Einheiten geladen werden, um zu bewirken, dass auf dem Computer, auf anderen programmierbaren Vorrichtungen oder anderen Einheiten eine Reihe von Arbeitsschritten ausgeführt wird, um einen mittels Computer realisierten Prozess zu schaffen, sodass die Anweisungen, die auf dem Computer, auf anderen programmierbaren Vorrichtungen oder Einheiten ausgeführt werden, die in einem Block bzw. in den Blöcken der Flussdiagramme und/oder der Blockschemata angegebenen Funktionen/Aktionen realisieren.

**[0056]** Die Flussdiagramme und Blockschemata in den Figuren veranschaulichen die Architektur, Funktionalität und Wirkungsweise möglicher Realisierungsformen von Systemen, Verfahren und Computerprogrammprodukten gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Dementsprechend kann jeder Block in den Flussdiagrammen bzw. in den Blockschemata ein Modul, ein Segment oder einen Teil von Anweisungen darstellen, die eine oder mehrere ausführbare Anweisungen zur Realisierung der angegebenen Logikfunktion bzw. Logikfunktionen aufweist. Bei einigen alternativen Realisierungsformen können die im Block angegebenen Funktionen in einer anderen als in der Reihenfolge ausgeführt werden, die in den Figuren angegeben ist. Beispielsweise können zwei hintereinander aufgeführte Blöcke tatsächlich im Wesentlichen gleichzeitig ausgeführt werden, oder die Blöcke können je nach der mit den Blöcken verbundenen Funktionalität manchmal in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden. Darüber hinaus ist anzumerken, dass jeder Block der dargestellten Blockschemata und/oder Flussdiagramme sowie Kombinationen von Blöcken in den dargestellten Blockschemata und/oder Flussdiagrammen mit Hilfe zweckgebundener hardwaregestützter Systeme zur Ausführung der angegebenen Funktionen bzw. Aktionen oder mit Hilfe von Kombinationen aus zweckgebundener und

zweckgebundenen Computeranweisungen realisiert werden kann bzw. können.

**[0057]** Die Berechnungskomponenten von **Fig. 1** einschließlich des Hosts 100 und des Speichersystems 102 können in einem oder mehreren Computersystemen wie zum Beispiel dem Computersystem 802 realisiert sein, das in **Fig. 8** gezeigt ist. Das Computersystem/der Server 802 kann im allgemeinen Kontext von auf einem Computersystem ausführbaren Anweisungen beschrieben werden, wie zum Beispiel von Programmmodulen, die durch ein Computersystem ausgeführt werden. Programmmodule können im Allgemeinen Routinen, Programme, Objekte, Komponenten, Logik und Datenstrukturen usw. aufweisen, die bestimmte Aufgaben durchführen oder bestimmte abstrakte Datentypen realisieren. Das Computersystem/der Server 802 kann in verteilten Cloud-Computing-Umgebungen praktisch umgesetzt werden, in denen Aufgaben durch entfernt angeordnete Verarbeitungseinheiten durchgeführt werden, die über ein Datenübertragungsnetzwerk verbunden sind. Bei einer verteilten Cloud-Computing-Umgebung können sich Programmmodule sowohl auf lokal als auch auf entfernt angeordneten Computersystem-Speichermedien befinden, zu denen Hauptspeichereinheiten gehören.

**[0058]** Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, ist das Computersystem/der Server 802 in Form einer Mehrzweckdatenverarbeitungseinheit gezeigt. Zu den Komponenten des Computersystems/des Servers 802 können, ohne auf diese beschränkt zu sein, ein oder mehrere Prozessoren oder Verarbeitungseinheiten 804, ein Systemarbeitspeicher 806 und ein Bus 808 gehören, der verschiedene Systemkomponenten einschließlich des Systemarbeitspeichers 806 mit dem Prozessor 804 verbindet. Der Bus 808 stellt eine oder mehrere beliebige verschiedene Arten von Busstrukturen dar, zu denen ein Speicherbus oder eine Speichersteuereinheit, ein Peripheriebus, ein Accelerated Graphics Port und ein Prozessorbus oder lokaler Bus gehören, die eine beliebige einer Vielfalt von Busarchitekturen nutzen. Als Beispiel und nicht als Einschränkung gedacht gehören zu derartigen Architekturen der ISA-Bus (ISA = Industry Standard Architecture), der MCA-Bus (MCA = Micro Channel Architecture), der EISA-Bus (EISA = Enhanced ISA), der lokale VESA-Bus (VESA = Video Electronics Standards Association) und der PCI-Bus (PCI = Peripheral Component Interconnect).

**[0059]** Das Computersystem/der Server 802 weist normalerweise eine Vielfalt von Medien auf, die durch Computersysteme gelesen werden können. Derartige Medien können beliebige verfügbare Medien sein, auf die das Computersystem/der Server 802 zugreifen kann, und zu diesen Medien gehören sowohl flüchtige als auch nichtflüchtige Medien, Wechselmedien und nicht auswechselbare Medien.

**[0060]** Zum Systemarbeitspeicher 806 können durch Computersysteme lesbare Medien in Form von flüchtigem Speicher wie zum Beispiel Direktzugriffsspeicher (Random Access Memory, RAM) 810 und/oder Cache-Speicher 812 gehören. Das Computersystem/der Server 802 kann ferner andere austauschbare/nicht austauschbare, flüchtige/nichtflüchtige Computersystem-Speichermedien aufweisen. Lediglich als Beispiel kann ein Computersystem 813 zum Lesen von einem und Schreiben auf ein nicht austauschbares, nichtflüchtiges magnetisches Medium (nicht dargestellt und normalerweise als „Festplatte“ bezeichnet) bereitgestellt sein. Obwohl nicht dargestellt, können ein Magnetplattenlaufwerk zum Lesen von einer und Schreiben auf eine austauschbare nichtflüchtige Magnetplatte (z.B. eine „Diskette“) und ein optisches Plattenlaufwerk zum Lesen von einer oder Schreiben auf eine austauschbare nichtflüchtige optische Platte wie zum Beispiel ein CD-ROM, DVD-ROM oder ein anderes optisches Medium bereitgestellt sein. In derartigen Fällen kann jede dieser Einheiten durch eine oder mehrere Datenmedienschnittstellen mit dem Bus 808 verbunden sein. Wie ferner abgebildet und nachfolgend beschrieben, kann der Arbeitsspeicher 806 mindestens ein Programmprodukt aufweisen, das eine Gruppe (z.B. mindestens eines) von Programmmodulen aufweist, die so konfiguriert sind, dass sie die Funktionen von Ausführungsformen der Erfindung ausführen.

**[0061]** Ein Programm/Dienstprogramm 814, das eine Gruppe (mindestens eines) von Programmmodulen 816 aufweist, kann als Beispiel und nicht als Einschränkung im Arbeitsspeicher 806 sowie in einem Betriebssystem, in einem oder mehreren Anwendungsprogrammen oder in anderen Programmmodulen und Programmdateien gespeichert sein. Jedes der Betriebssysteme, eines oder mehrere Anwendungsprogramme, andere Programmmodule und Programmdateien oder eine bestimmte Kombination davon kann bzw. können eine Realisierungsform einer Vernetzungsumgebung enthalten. Die Komponenten des Computers 802 können als Programmmodule 816 realisiert sein, die allgemein die Funktionen und/oder Methodiken von hierin beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung ausführen. Die Systeme von **Fig. 1** können in einem oder mehreren Computersystemen 802 realisiert sein, wobei bei deren Realisierung in mehreren Computersystemen 802 die Computersysteme Daten über ein Netzwerk austauschen können.

**[0062]** Das Computersystem/der Server 802 kann außerdem mit einer oder mehreren externen Einheiten 818 Daten austauschen, zum Beispiel mit einer Tastatur, einer Zeigeeinheit, einer Anzeigeeinheit 820 usw.; mit einer oder mehreren Einheiten, die es einem Benutzer ermöglichen, mit dem Computersystem/Server 802 zu interagieren; und/oder mit beliebigen

Einheiten (z.B. Netzwerkkarte, Modem usw.), die es dem Computersystem/Server 802 ermöglichen, mit einer oder mehreren anderen Datenverarbeitungseinheiten Daten auszutauschen. Ein derartiger Datenaustausch kann über Eingabe/Ausgabe-Schnittstellen (E/A-Schnittstellen) 822 stattfinden. Darüber hinaus kann das Computersystem/der Server 802 über einen Netzwerkadapter 824 mit einem oder mehreren Netzwerken Daten austauschen, zum Beispiel mit einem lokalen Netzwerk (Local Area Network, LAN), mit einem allgemeinen Weitverkehrsnetzwerk (Wide Area Network, WAN) und oder mit einem öffentlichen Netzwerk (z.B. dem Internet). Wie abgebildet tauscht der Netzwerkadapter 824 über den Bus 808 Daten mit den anderen Komponenten des Computersystems/Servers 802 aus. Es sollte klar sein, dass, obwohl nicht abgebildet, andere Hardware- und/oder Softwarekomponenten in Verbindung mit dem Computersystem/Server 802 verwendet werden könnten. Zu Beispielen gehören, ohne auf diese beschränkt zu sein: Mikrocode, Gerätetreiber, redundante Verarbeitungseinheiten, externe Festplatten-Anordnungen, RAID-Systeme (RAID = Redundant Array of Independent Disks), Bandlaufwerke, Speichersysteme zur Datenarchivierung usw.

### Patentansprüche

1. Computerprogrammprodukt zum Verwalten von Lese- und Schreibanforderungen von einem Host (100) in Bezug auf Spuren in einem Speicher (104), die in einem Cache (140) zwischengespeichert sind, wobei das Computerprogrammprodukt ein durch Computer lesbares Speichermedium aufweist, das darin verkörpert durch Computer lesbaren Programmcode aufweist, der ausführbar ist, um Operationen durchzuführen, wobei die Operationen aufweisen:
  - ein Aufrechterhalten einer Spurformattabelle (200), die Spurformatcodes (202) zu Spurformatmetadaten (204) zuordnet, wobei die Spurformatmetadaten jeweils ein Layout von Daten in einer Spur angeben;
  - ein Verlagern einer Spur aus dem Speicher in den Cache;
  - ein Verarbeiten (702) von Spurformatmetadaten für die in den Cache verlagerte Spur;
  - ein Ermitteln (704), ob die Spurformattabelle Spurformatmetadaten aufweist, die mit Spurformatmetadaten der in den Cache verlagerten Spur übereinstimmen;
  - ein Ermitteln (712), ob ein Spurformatcode aus der Spurformattabelle für die Spurformatmetadaten in der Spur übereinstimmt, die als Reaktion darauf in den Cache verlagert wurde, dass die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist;
  - ein Erzeugen (714, 716) eines Cache-Steuerblocks (300i) für die Spur, die zum Cache hinzugefügt wird,

der den ermittelten Spurformatcode beinhaltet, wenn die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist; ein Empfangen (500) einer Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf eine Zielspur vom Host auf einem ersten Kanal (112, 114, 116, 118), der eine Verbindung zum Host herstellt; ein Ermitteln (502), ob die Zielspur im Cache vorliegt; als Reaktion auf das Feststellen, dass der Zielblock im Cache vorliegt, ein Ermitteln (514), ob der Cache-Steuerblock für die Zielspur einen gültigen Spurformatcode aus der Spurformattabelle beinhaltet; und ein Fehlschlagen (504) der Lese- oder Schreibanforderung als Reaktion auf das Feststellen, dass die Zielspur nicht im Cache vorliegt, oder auf das Feststellen, dass der Cache-Steuerblock keinen gültigen Spurformatcode beinhaltet, wobei das Fehlschlagen der Lese- oder Schreibanforderung den Host veranlasst, die Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur über einen zweiten Kanal (120, 122) erneut zu senden, der eine Verbindung zum Host herstellt.

2. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 1, wobei der erste Kanal eine schnellere Verarbeitung der Lese- oder Schreibanforderung als der zweite Kanal bereitstellt.

3. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 1, wobei die Operationen ferner aufweisen: ein Empfangen (600) der Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur auf einem mit dem Host verbundenen zweiten Kanal (120, 122) nach dem Fehlschlagen (504) der Lese- oder Schreibanforderung für die Zielspur, wenn die Zielspur nicht im Cache vorliegt, wobei mindestens eine der Operationen des Verlagerns der Zielspur in den Cache, des Verarbeitens (702) der Spurformatmetadaten, des Ermitteln (704), ob die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist, des Ermitteln (712) des Spurformatcodes und des Erzeugens (714, 716) des Cache-Steuerblocks als Reaktion auf das Empfangen der Lese- oder Schreibanforderung auf dem zweiten Kanal durchgeführt wird.

4. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 1, wobei die Operationen ferner aufweisen: ein Empfangen (500) der Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur auf dem mit dem Host verbundenen zweiten Kanal für die Zielspur, die den Cache-Steuerblock aufweist, der einen ungültigen Spurformatcode beinhaltet; als Reaktion auf das Empfangen der Lese- oder Schreibanforderung auf dem zweiten Kanal, wenn der Cache-Steuerblock für die Zielspur keinen gültigen Spurformatcode aufweist (630), ein Durchführen:

des Lesens (606) von Spurformatmetadaten für die Zielspur, um die auf dem zweiten Kanal empfangene Lese- oder Schreibanforderung zu verarbeiten; und des Ermitteln, ob die Spurformattabelle Spurformatmetadaten aufweist, die mit den gelesenen Spurformatmetadaten übereinstimmen; als Reaktion darauf, dass die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist, ein Ermitteln (618) eines Spurformatcodes aus der Spurformattabelle für die übereinstimmenden Spurformatmetadaten; und ein Einbeziehen des ermittelten Spurformatcodes als gültigen Spurformatcode in den Cache-Steuerblock für die Zielspur.

5. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 1, wobei die Spurformatmetadaten in der Spurformattabelle mindestens eines aus einer Anzahl von Datensätzen in einer Spur, einer Blockgröße, einer Anzahl von Blöcken in der Spur, einer Datenlänge eines jeden der Datensätze und einer Steuerintervallgröße angeben, die eine Menge von Daten angeben, die exakt als eine Einheit gelesen oder geschrieben werden, und wobei der Spurformatcode weniger Bits als die Spurformatmetadaten aufweist und der Cache-Steuerblock keinen ausreichenden verfügbaren Platz aufweist, um die Spurformatmetadaten zu speichern.

6. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 1, wobei der Cache-Steuerblock einen Gültig-Merker (316) beinhaltet, der angibt, ob der Cache-Steuerblock einen gültigen Spurformatcode (314) beinhaltet, wobei der Gültig-Merker auf „Gültig“ gesetzt wird, wenn der Spurformatcode zum Cache-Steuerblock hinzugefügt wird, wobei die Operationen ferner aufweisen: ein Empfangen eines Schreibvorgangs (600, 608) zur Aktualisierung einer Spur im Cache, wobei ein Cache-Steuerblock für die im Cache zu aktualisierende Spur vorliegt, der einen Spurformatcode beinhaltet; ein Ermitteln (610), ob die Aktualisierung der Spur ein Spurformat verändert; und ein Setzen (614) des Gültig-Merkers, um als Reaktion auf das Feststellen, dass die Aktualisierung der Spur das Spurformat verändert, ein „Ungültig“ anzugeben.

7. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 6, wobei die Operationen ferner aufweisen: ein Verwenden des Spurformatcodes im Cache-Steuerblock, um die Spurformatmetadaten aus der Spurformattabelle zu ermitteln, die als Reaktion auf das Feststellen, dass die Aktualisierung der Spur das Spurformat nicht verändert, zur Aktualisierung der Spur im Cache verwendet werden sollen.

8. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 1, wobei der Cache-Steuerblock einen Gültig-Merker (316) beinhaltet, der angibt, ob der Cache-Steuerblock einen gültigen Spurformatcode (314) beinhaltet, wobei die Operationen ferner aufweisen: ein Setzen (706) des Gültig-Merkers auf „Ungültig“ als Reaktion darauf, dass die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten nicht aufweist (704).

9. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 1, wobei der Cache-Steuerblock einen Gültig-Merker (316) beinhaltet, der angibt, ob der Cache-Steuerblock einen gültigen Spurformatcode (314) beinhaltet, wobei die Operationen ferner aufweisen: ein Setzen (708) von Bits des Ungültig-Grundes im Cache-Steuerblock, wenn ein Gültig-Merker gesetzt ist, um anzugeben, dass kein gültiger Spurformatcode im Cache-Steuerblock vorliegt, der eines angibt aus, dass die Spur ungültig gemacht wurde, die Spur nicht voll ist, ein Format der Spur regelwidrig ist und eine Datenlänge der Spur nicht zum Zwischenspeichern unterstützt wird.

10. Computerprogrammprodukt zum Verwalten von Lese- und Schreibanforderungen von einem Host (100) in Bezug auf Spuren in einem Speicher (104), die in einem Cache (140) zwischengespeichert sind, wobei das Computerprogrammprodukt ein durch Computer lesbares Speichermedium aufweist, das darin verkörpert durch Computer lesbaren Programmcode aufweist, der ausführbar ist, um Operationen durchzuführen, wobei die Operationen aufweisen:  
 ein Aufrechterhalten einer Spurformattabelle (200), die Spurformatcodes (202) zu Spurformatmetadaten (204) zuordnet, wobei die Spurformatmetadaten jeweils ein Layout von Daten in einer Spur angeben;  
 ein Aufrechterhalten von Cache-Steuerblöcken (300i) für Spuren im Cache, wobei mindestens ein Cache-Steuerblock der Cache-Steuerblöcke einen (314) der Spurformatcodes in der Spurformattabelle beinhaltet, die die Spurformatmetadaten für die Spur angeben;  
 ein Empfangen (500; 600) einer Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf eine Zielspur im Cache vom Host;  
 ein Ermitteln (518; 630), ob der Cache-Steuerblock für die Zielspur einen gültigen Spurformatcode beinhaltet;  
 ein Ermitteln (632) der Spurformatmetadaten für den gültigen Spurformatcode aus der Spurformattabelle als Reaktion auf das Feststellen, dass der Cache-Steuerblock den gültigen Spurformatcode beinhaltet; und  
 ein Verwenden (618) der ermittelten Spurformatmetadaten zur Verarbeitung der Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur im Cache.

11. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 10, wobei der Schritt des Empfangens ein Empfangen einer Lese- oder Schreibanforderung vom Host auf einem aus einem ersten Kanal (112, 114, 116, 118) und einem zweiten Kanal (120, 122) aufweist, die eine Verbindung zum Host herstellen; und die Operationen ferner aufweisen:  
 ein Fehlschlagen (504) der Lese- oder Schreibanforderung als Reaktion auf das Feststellen, dass der Cache-Steuerblock den gültigen Spurformatcode nicht beinhaltet (514), wenn die Lese- oder Schreibanforderung auf dem ersten Kanal empfangen wird.

12. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 11, wobei die Operationen ferner aufweisen:  
 ein Lesen (606) von Spurmetadaten für die Zielspur aus dem Speicher als Reaktion auf das Feststellen (630), dass der Cache-Steuerblock für die Zielspur keinen gültigen Spurformatcode beinhaltet;  
 ein Ermitteln (702) von Spurformatmetadaten aus den gelesenen Spurmetadaten für die Zielspur;  
 ein Ermitteln (704), ob die Spurformattabelle einen Spurformatcode für die ermittelten Spurformatmetadaten beinhaltet; und  
 ein Einbeziehen des aus der Spurformattabelle ermittelten Spurformatcodes in den Cache-Steuerblock als Reaktion auf das Feststellen, dass die Spurformattabelle einen Spurformatcode für die ermittelten Spurformatmetadaten beinhaltet.

13. Computerprogrammprodukt zum Verwalten von Lese- und Schreibanforderungen von einem Host (100) in Bezug auf Spuren in einem Speicher (140), die in einem Cache (140) zwischengespeichert sind, wobei das Computerprogrammprodukt ein durch Computer lesbares Speichermedium aufweist, das darin verkörpert durch Computer lesbaren Programmcode aufweist, der ausführbar ist, um Operationen durchzuführen, wobei die Operationen aufweisen:  
 ein Aufrechterhalten einer Spurformattabelle (200), die Spurformatcodes (202) zu Spurformatmetadaten (204) zuordnet, wobei die Spurformatmetadaten jeweils ein Layout von Daten in einer Spur angeben;  
 ein Empfangen (500; 600) einer Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf eine Zielspur im Cache vom Host auf einem aus einem ersten Kanal (112, 114, 116, 118) und einem zweiten Kanal (120, 122), die eine Verbindung zum Host herstellen;  
 ein Ermitteln (518; 630), ob ein Cache-Steuerblock (300i) für die Zielspur einen gültigen Spurformatcode in der Spurformattabelle beinhaltet; und  
 ein Fehlschlagen (504) der Lese- oder Schreibanforderung als Reaktion auf das Feststellen, dass der Cache-Steuerblock den gültigen Spurformatcode nicht beinhaltet, wenn die Lese- oder Schreibanforderung auf dem ersten Kanal empfangen wird;  
 ein Ermitteln (514) der Spurformatmetadaten für den gültigen Spurformatcode aus der Spurformattabelle als Reaktion auf das Feststellen, dass der Cache-

Steuerblock den gültigen Spurformatcode beinhaltet; und  
 ein Verwenden (518) der ermittelten Spurformatmetadaten zur Verarbeitung der Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur im Cache.

14. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 13, wobei die Operationen ferner aufweisen:  
 ein Lesen (606) von Spurmetadaten für die Zielspur aus dem Speicher als Reaktion auf das Feststellen, dass der Cache-Steuerblock für die Zielspur keinen gültigen Spurformatcode beinhaltet (630), wenn die Lese- oder Schreibanforderung auf dem zweiten Kanal empfangen wird;  
 ein Ermitteln von Spurformatmetadaten aus den gelesenen Spurmetadaten für die Zielspur;  
 ein Ermitteln, ob die Spurformattabelle einen Spurformatcode für die ermittelten Spurformatmetadaten beinhaltet; und  
 ein Einbeziehen des aus der Spurformattabelle ermittelten Spurformatcodes in den Cache-Steuerblock als Reaktion auf das Feststellen, dass die Spurformattabelle einen Spurformatcode für die ermittelten Spurformatmetadaten beinhaltet.

15. System (100, 102; 802) zum Verwalten von Lese- und Schreibanforderungen von einem Host in Bezug auf Spuren in einem Speicher (104), aufweisend:  
 einen Prozessor (108, 136; 804);  
 einen Cache (140) zur Zwischenspeicherung von Spuren aus dem Speicher;  
 ein durch Computer lesbares Speichermedium (110), das darauf verkörpert durch Computer lesbaren Code (111) aufweist, der ausführbar ist, um Operation durchzuführen, wobei die Operationen aufweisen:  
 ein Aufrechterhalten einer Spurformattabelle (200), die Spurformatcodes (202) zu Spurformatmetadaten (204) zuordnet, wobei die Spurformatmetadaten jeweils ein Layout von Daten in einer Spur angeben;  
 ein Verlagern einer Spur aus dem Speicher in den Cache;  
 ein Verarbeiten (702) von Spurformatmetadaten für die in den Cache verlagerte Spur;  
 ein Ermitteln (704), ob die Spurformattabelle Spurformatmetadaten aufweist, die mit Spurformatmetadaten der in den Cache verlagerten Spur übereinstimmen;  
 ein Ermitteln (712), ob ein Spurformatcode aus der Spurformattabelle für die Spurformatmetadaten in der Spurformattabelle mit Spurformatmetadaten der Spur übereinstimmt, die als Reaktion darauf in den Cache verlagert wurde, dass die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist;  
 ein Erzeugen (714, 716) eines Cache-Steuerblocks (300i) für die Spur, die zum Cache hinzugefügt wird, der den ermittelten Spurformatcode beinhaltet, wenn die Spurformattabelle die übereinstimmenden

Spurformatmetadaten aufweist;  
 ein Empfangen (500) einer Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf eine Zielspur vom Host auf einem ersten Kanal (112, 114, 116, 118), der eine Verbindung zum Host herstellt;  
 ein Ermitteln (502), ob die Zielspur im Cache vorliegt;  
 als Reaktion auf das Feststellen, dass der Zielblock im Cache vorliegt, ein Ermitteln (514), ob der Cache-Steuerblock für die Zielspur einen gültigen Spurformatcode aus der Spurformattabelle beinhaltet; und  
 ein Fehlschlagen (504) der Lese- oder Schreibanforderung als Reaktion auf das Feststellen, dass die Zielspur nicht im Cache vorliegt, oder auf das Feststellen, dass der Cache-Steuerblock keinen gültigen Spurformatcode beinhaltet, wobei das Fehlschlagen der Lese- oder Schreibanforderung den Host veranlasst, die Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur über einen zweiten Kanal (120, 122) erneut zu senden, der eine Verbindung zum Host herstellt.

16. System nach Anspruch 15, wobei der erste Kanal eine schnellere Verarbeitung der Lese- oder Schreibanforderung als der zweite Kanal bereitstellt.

17. System nach Anspruch 15, wobei die Operationen ferner aufweisen:  
 ein Empfangen (600) der Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur auf einem mit dem Host verbundenen zweiten Kanal (120, 122) nach dem Fehlschlagen (504) der Lese- oder Schreibanforderung für die Zielspur, wenn die Zielspur nicht im Cache vorliegt, wobei mindestens eine der Operationen des Verlagerns der Zielspur in den Cache, des Verarbeitens (702) der Spurformatmetadaten, des Ermitteln, ob die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist, des Ermitteln (712) des Spurformatcodes und des Erzeugens (714, 716) des Cache-Steuerblocks als Reaktion auf das Empfangen der Lese- oder Schreibanforderung auf dem zweiten Kanal durchgeführt wird.

18. System nach Anspruch 15, bei dem die Operationen ferner aufweisen:  
 ein Empfangen (500) der Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur auf dem mit dem Host verbundenen zweiten Kanal nach dem Fehlschlagen der Lese- oder Schreibanforderung für die Zielspur, die den Cache-Steuerblock aufweist, der einen ungültigen Spurformatcode beinhaltet;  
 als Reaktion auf das Empfangen der Lese- oder Schreibanforderung auf dem zweiten Kanal, wenn der Cache-Steuerblock für die Zielspur keinen gültigen Spurformatcode aufweist (630), ein Durchführen:  
 des Lesens (606) von Spurformatmetadaten für die Zielspur, um die auf dem zweiten Kanal empfang-

ene Lese- oder Schreibanforderung zu verarbeiten; und  
 des Ermitteln, ob die Spurformattabelle Spurformatmetadaten aufweist, die mit den gelesenen Spurformatmetadaten übereinstimmen;  
 als Reaktion darauf, dass die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist, ein Ermitteln (618) eines Spurformatcodes aus der Spurformattabelle für die übereinstimmenden Spurformatmetadaten; und  
 ein Einbeziehen des ermittelten Spurformatcodes als gültigen Spurformatcode in den Cache-Steuerblock für die Zielspur.

19. System nach Anspruch 15, wobei der Cache-Steuerblock einen Gültig-Merker (316) beinhaltet, der angibt, ob der Cache-Steuerblock einen gültigen Spurformatcode (314) beinhaltet, wobei der Gültig-Merker auf „Gültig“ gesetzt wird, wenn der Spurformatcode zum Cache-Steuerblock hinzugefügt wird, wobei die Operationen ferner aufweisen:  
 ein Empfangen eines Schreibvorgangs (600, 608) zur Aktualisierung einer Spur im Cache, wobei ein Cache-Steuerblock für die im Cache zu aktualisierende Spur vorliegt, der einen Spurformatcode beinhaltet;  
 ein Ermitteln (610), ob die Aktualisierung der Spur ein Spurformat verändert; und  
 ein Setzen (614) des Gültig-Merkers, um als Reaktion auf das Feststellen, dass die Aktualisierung der Spur das Spurformat verändert, ein „Ungültig“ anzugeben.

20. Verfahren zum Verwalten von Lese- und Schreibanforderungen von einem Host (100) in Bezug auf Spuren in einem Speicher (104), die in einem Cache (140) zwischengespeichert sind, aufweisend:  
 Ein Aufrechterhalten einer Spurformattabelle (200), die Spurformatcodes (202) zu Spurformatmetadaten (204) zuordnet, wobei die Spurformatmetadaten jeweils ein Layout von Daten in einer Spur angeben;  
 ein Verlagern einer Spur aus dem Speicher in den Cache;  
 ein Verarbeiten (702) von Spurformatmetadaten für die in den Cache verlagerte Spur;  
 ein Ermitteln (704), ob die Spurformattabelle Spurformatmetadaten aufweist, die mit Spurformatmetadaten der in den Cache verlagerten Spur übereinstimmen;  
 ein Ermitteln (712), ob ein Spurformatcode aus der Spurformattabelle für die Spurformatmetadaten in der Spurformattabelle mit Spurformatmetadaten der Spur übereinstimmt, die als Reaktion darauf in den Cache verlagert wurde, dass die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist;  
 ein Erzeugen (714, 706) eines Cache-Steuerblocks (300i) für die Spur, die zum Cache hinzugefügt wird, der den ermittelten Spurformatcode beinhaltet,

wenn die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist;  
 ein Empfangen (500) einer Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf eine Zielspur vom Host auf einem ersten Kanal (112, 114, 116, 118), der eine Verbindung zum Host herstellt;  
 ein Ermitteln (502), ob die Zielspur im Cache vorliegt;  
 als Reaktion auf das Feststellen, dass der Zielblock im Cache vorliegt, ein Ermitteln (514), ob der Cache-Steuerblock für die Zielspur einen gültigen Spurformatcode aus der Spurformattabelle beinhaltet; und  
 ein Fehlschlagen (504) der Lese- oder Schreibanforderung als Reaktion auf das Feststellen, dass die Zielspur nicht im Cache vorliegt, oder auf das Feststellen, dass der Cache-Steuerblock keinen gültigen Spurformatcode beinhaltet, wobei das Fehlschlagen der Lese- oder Schreibanforderung den Host veranlasst, die Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur über einen zweiten Kanal (120, 122) erneut zu senden, der eine Verbindung zum Host herstellt.

21. Verfahren nach Anspruch 20, ferner aufweisend:  
 ein Empfangen (600) der Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur auf einem mit dem Host verbundenen zweiten Kanal (120, 122) nach dem Fehlschlagen (504) der Lese- oder Schreibanforderung für die Zielspur, wenn die Zielspur nicht im Cache vorliegt, wobei mindestens eine der Operationen des Verlagerns der Zielspur in den Cache, des Verarbeitens (702) der Spurformatmetadaten, des Ermitteln (704), ob die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist, des Ermitteln (712) des Spurformatcodes und des Erzeugens (714, 716) des Cache-Steuerblocks als Reaktion auf das Empfangen der Lese- oder Schreibanforderung auf dem zweiten Kanal durchgeführt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 20, ferner aufweisend:  
 ein Empfangen (500) der Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur auf dem mit dem Host verbundenen zweiten Kanal nach dem Fehlschlagen der Lese- oder Schreibanforderung für die Zielspur, die den Cache-Steuerblock aufweist, der einen ungültigen Spurformatcode beinhaltet;  
 als Reaktion auf das Empfangen der Lese- oder Schreibanforderung auf dem zweiten Kanal, wenn der Cache-Steuerblock für die Zielspur keinen gültigen Spurformatcode aufweist (630), ein Durchführen:  
 des Lesens (606) von Spurformatmetadaten für die Zielspur, um die auf dem zweiten Kanal empfangene Lese- oder Schreibanforderung zu verarbeiten; und  
 des Ermitteln, ob die Spurformattabelle Spurfor-

matmetadaten aufweist, die mit den gelesenen Spurformatmetadaten übereinstimmen;  
als Reaktion darauf, dass die Spurformattabelle die übereinstimmenden Spurformatmetadaten aufweist, ein Ermitteln (618) eines Spurformatcodes aus der Spurformattabelle für die übereinstimmenden Spurformatmetadaten; und  
ein Einbeziehen des ermittelten Spurformatcodes als gültigen Spurformatcode in den Cache-Steuerblock für die Zielspur.

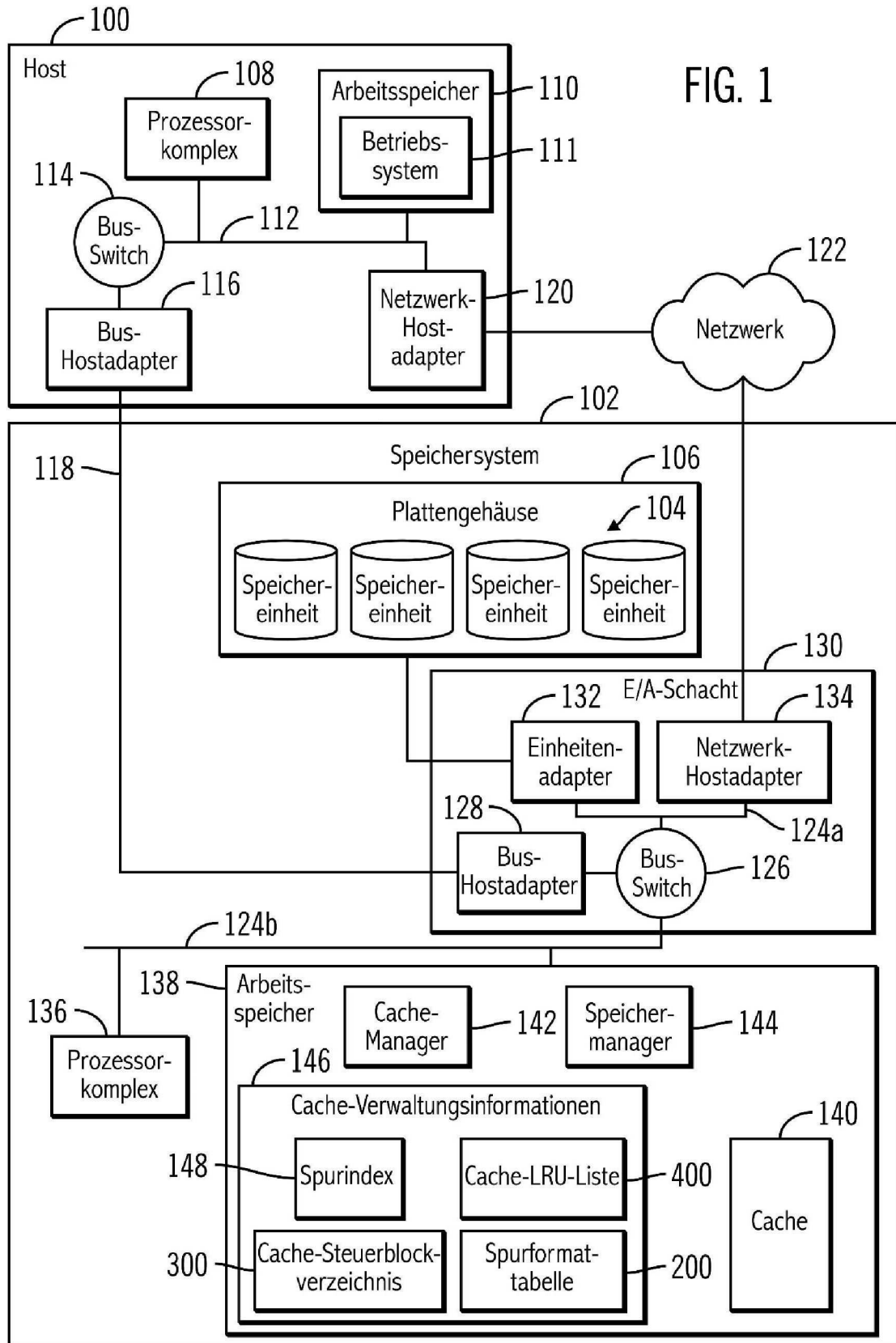
23. Verfahren nach Anspruch 20, wobei der Cache-Steuerblock einen Gültig-Merker (316) beinhaltet, der angibt, ob der Cache-Steuerblock einen gültigen Spurformatcode (314) beinhaltet, wobei der Gültig-Merker auf „Gültig“ gesetzt wird, wenn der Spurformatcode zum Cache-Steuerblock hinzugefügt wird, wobei die Operationen ferner aufweisen:  
ein Empfangen eines Schreibvorgangs (600, 608) zur Aktualisierung einer Spur im Cache, wobei ein Cache-Steuerblock für die im Cache zu aktualisierende Spur vorliegt, der einen Spurformatcode beinhaltet;  
ein Ermitteln (610), ob die Aktualisierung der Spur ein Spurformat verändert; und  
ein Setzen (614) des Gültig-Merkers, um als Reaktion auf das Feststellen, dass die Aktualisierung der Spur das Spurformat verändert, ein „Ungültig“ anzugeben.

24. Verfahren zum Verwalten von Lese- und Schreibanforderungen von einem Host (100) in Bezug auf Spuren in einem Speicher (104), die in einem Cache (140) zwischengespeichert sind, wobei das Verfahren aufweist:  
ein Aufrechterhalten einer Spurformattabelle (200), die Spurformatcodes (202) zu Spurformatmetadaten (204) zuordnet, wobei die Spurformatmetadaten jeweils ein Layout von Daten in einer Spur angeben;  
ein Aufrechterhalten von Cache-Steuerblöcken (300i) für Spuren im Cache, wobei mindestens ein Cache-Steuerblock der Cache-Steuerblöcke einen (314) der Spurformatcodes in der Spurformattabelle beinhaltet, die die Spurformatmetadaten für die Spur angeben;  
ein Empfangen (500; 600) einer Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf eine Zielspur im Cache vom Host;  
ein Ermitteln (518; 630), ob der Cache-Steuerblock für die Zielspur einen gültigen Spurformatcode beinhaltet;  
ein Ermitteln (632) der Spurformatmetadaten für den gültigen Spurformatcode aus der Spurformattabelle als Reaktion auf das Feststellen, dass der Cache-Steuerblock den gültigen Spurformatcode beinhaltet; und  
ein Verwenden (618) der ermittelten Spurformatmetadaten zur Verarbeitung der Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur im Cache.

25. System zum Verwalten (100, 102; 802) von Lese- und Schreibanforderungen von einem Host in Bezug auf Spuren in einem Speicher (104), die in einem Cache (140) zwischengespeichert sind, wobei das System aufweist:  
einen Prozessor (108, 136; 804);  
einen Cache (140) zur Zwischenspeicherung von Spuren aus dem Speicher;  
ein durch Computer lesbares Speichermedium (110), das darauf verkörpert durch Computer lesbaren Code (111) aufweist, der ausführbar ist, um Operation durchzuführen, wobei die Operationen aufweisen:  
ein Aufrechterhalten einer Spurformattabelle (200), die Spurformatcodes (202) zu Spurformatmetadaten (204) zuordnet, wobei die Spurformatmetadaten jeweils ein Layout von Daten in einer Spur angeben;  
ein Aufrechterhalten von Cache-Steuerblöcken (300i) für Spuren im Cache, wobei mindestens ein Cache-Steuerblock der Cache-Steuerblöcke einen (314) der Spurformatcodes in der Spurformattabelle beinhaltet, die die Spurformatmetadaten für die Spur angeben;  
ein Empfangen (500; 600) einer Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf eine Zielspur im Cache vom Host;  
ein Ermitteln (518; 630), ob der Cache-Steuerblock für die Zielspur einen gültigen Spurformatcode beinhaltet;  
ein Ermitteln (632) der Spurformatmetadaten für den gültigen Spurformatcode aus der Spurformattabelle als Reaktion auf das Feststellen, dass der Cache-Steuerblock den gültigen Spurformatcode beinhaltet; und  
ein Verwenden (618) der ermittelten Spurformatmetadaten zur Verarbeitung der Lese- oder Schreibanforderung in Bezug auf die Zielspur im Cache.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



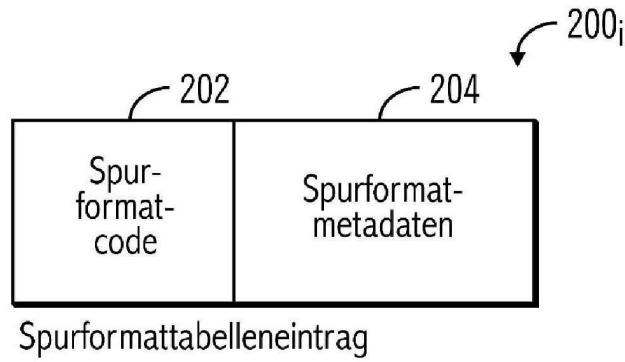


FIG. 2

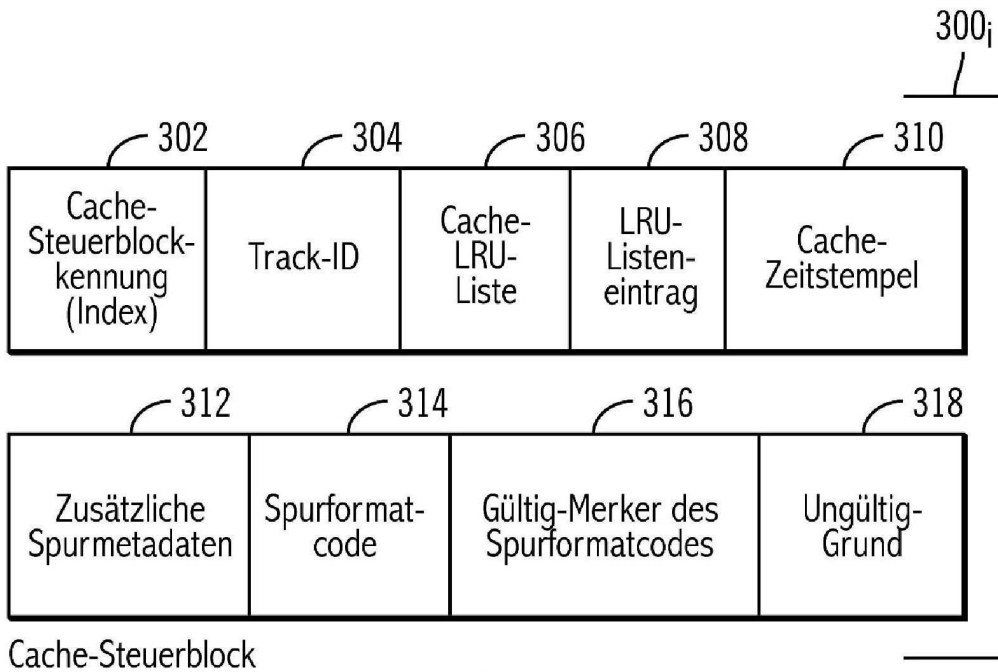


FIG. 3

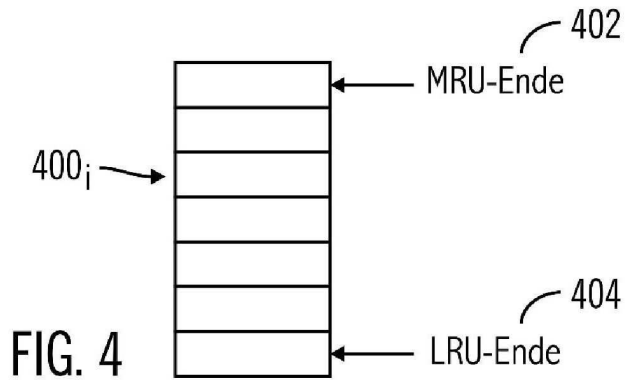


FIG. 4

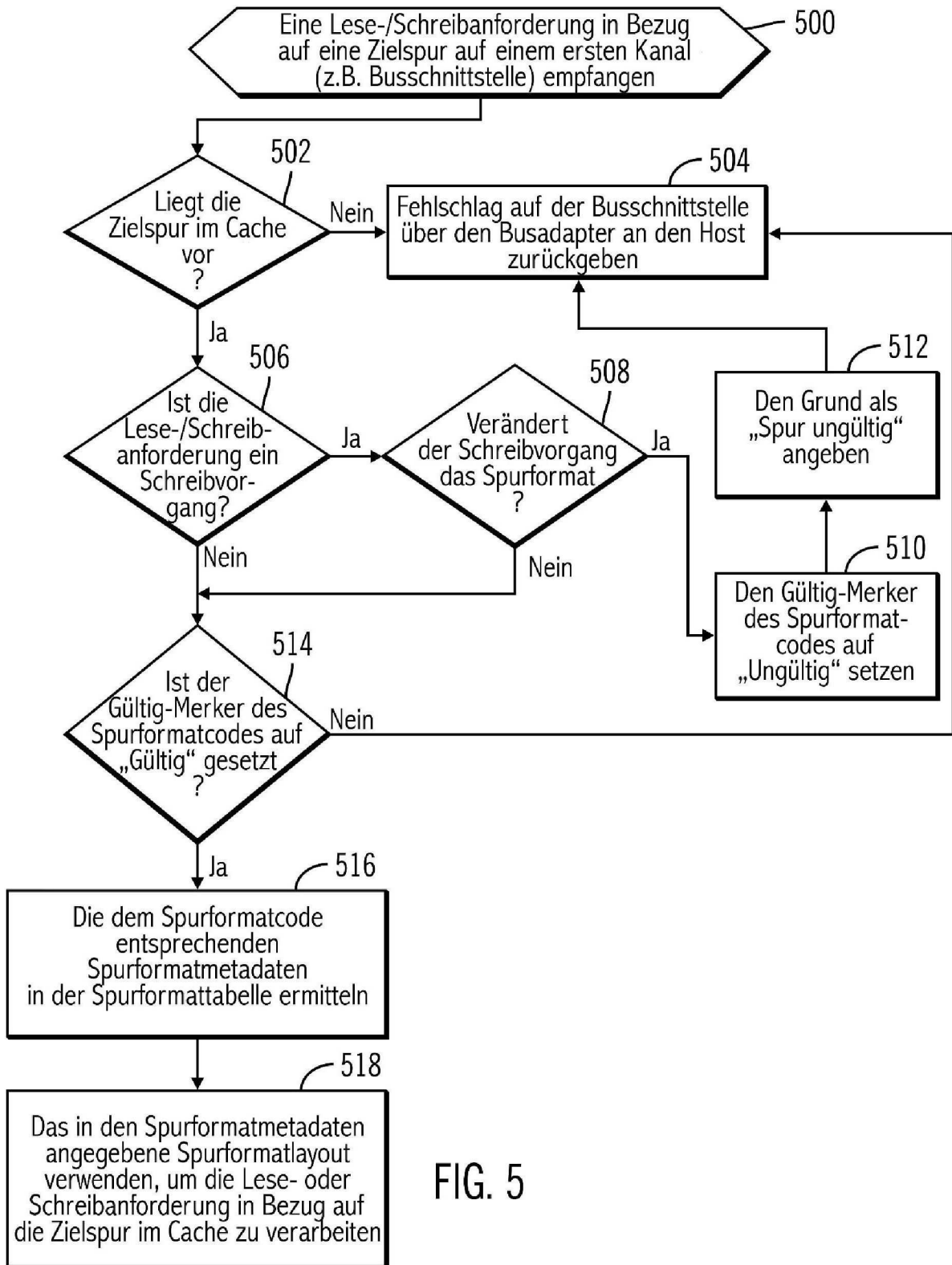


FIG. 5

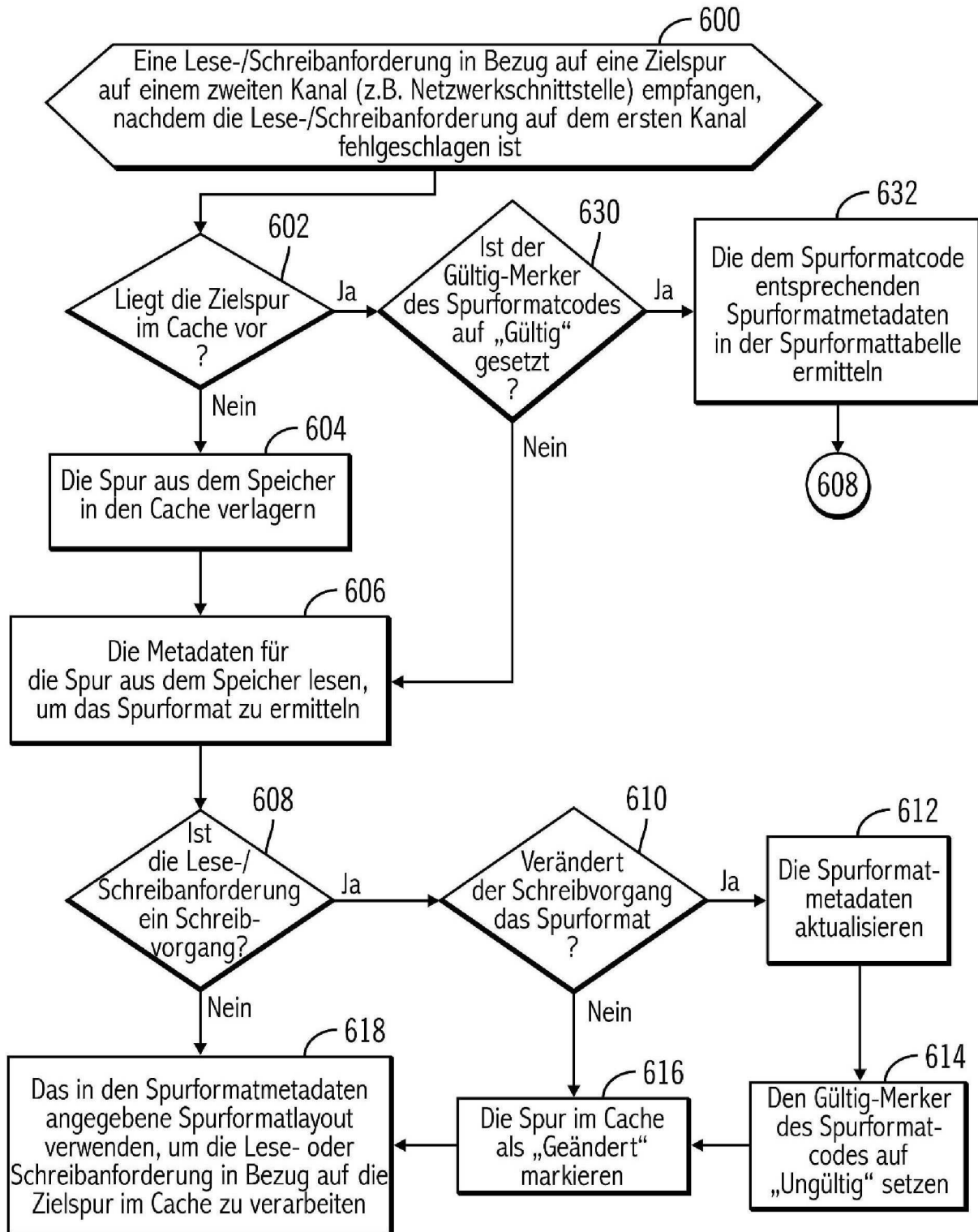


FIG. 6

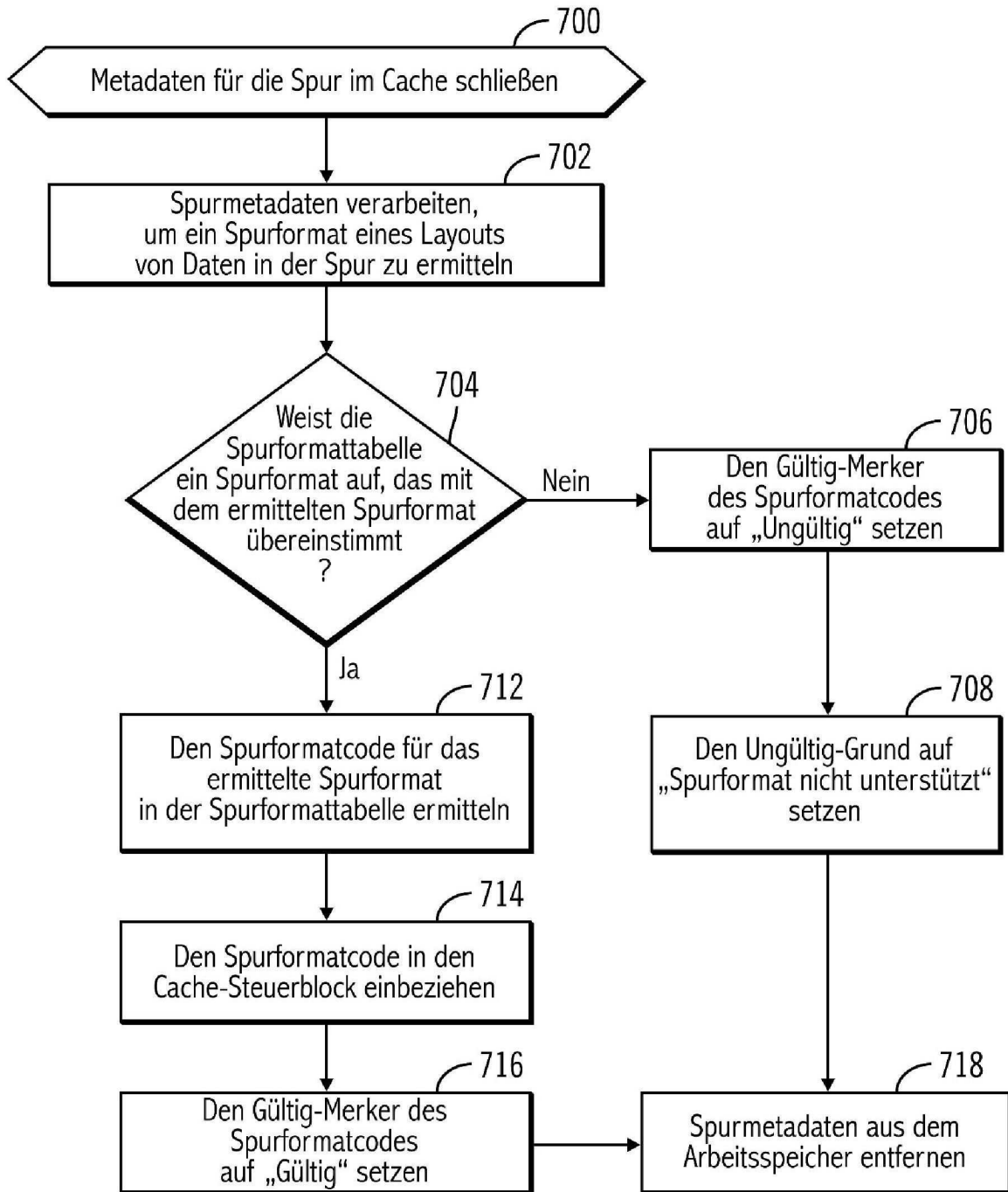


FIG. 7

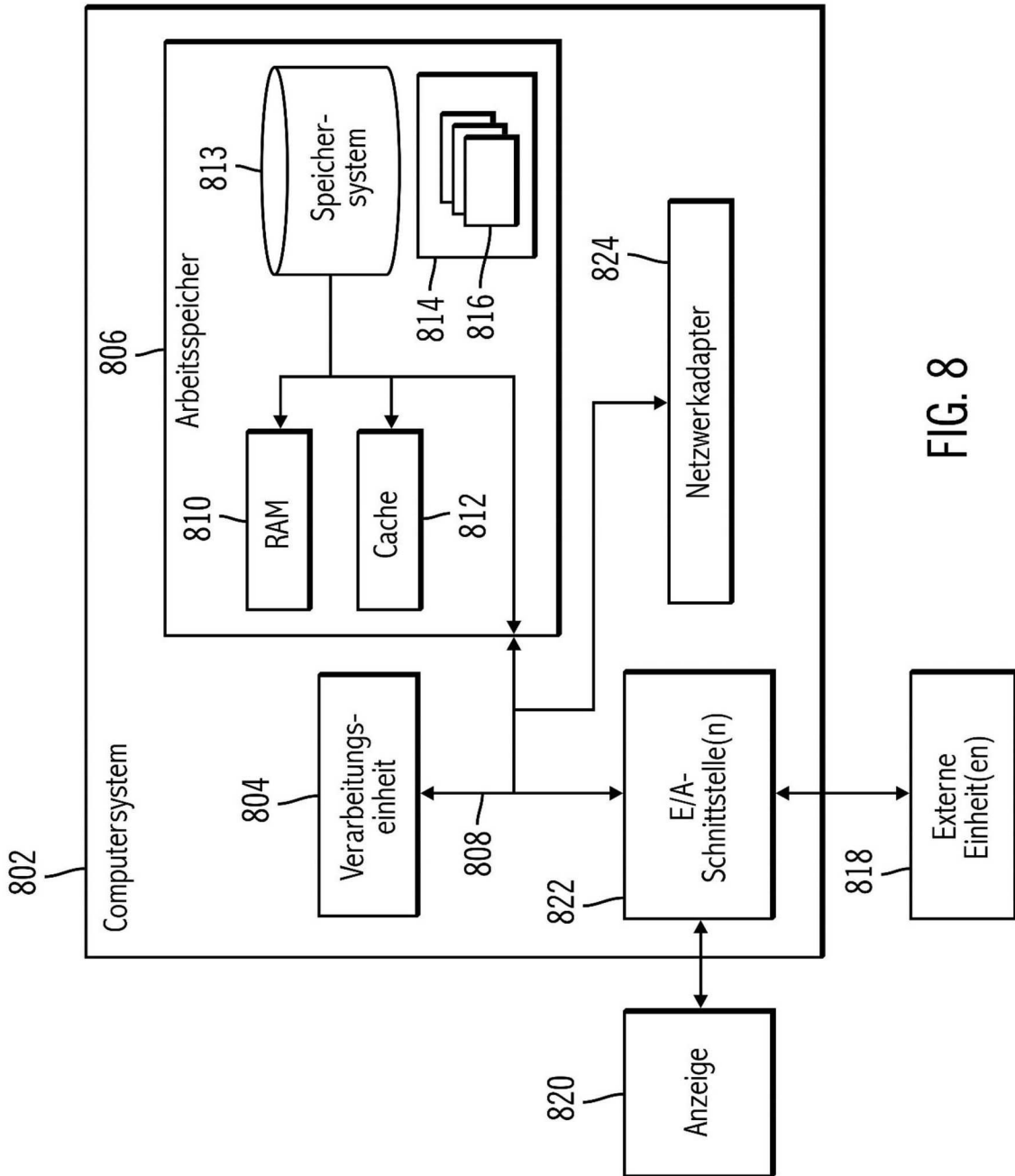


FIG. 8