



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 17 871 T2 2004.10.14**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 006 751 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 17 871.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 116 245.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **16.08.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.06.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **09.06.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.10.2004**

(51) Int Cl.7: **H04Q 11/04**

**H04L 12/44, H01Q 19/06, H04J 3/16**

(30) Unionspriorität:

**203853                      02.12.1998                      US**

(73) Patentinhaber:

**Nortel Networks Ltd., St. Laurent, Quebec, CA**

(74) Vertreter:

**G. Koch und Kollegen, 80339 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**Ramsden, Christopher Thomas William, Hertford, Hertfordshire SG14 3ES, GB; Murton, Christopher David, Chelmsford, Essex CM2 8AR, GB; Goodman, David Michael, St. Albans, Hertfordshire AL4 9XA, GB; Russell, John Paul, Sawbridgeworth, Hertfordshire CM21 9BB, GB; Wiggins, David William, Stranmallis, Antrim BT9 5GZ, GB; Shields, James, Ottawa, Ontario K1G 4R9, CA**

(54) Bezeichnung: **Flusskontrolle von rahmenbasierten Daten in einem synchronen digitalen Netz**

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

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

**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bewirken einer Flusssteuerung von Rahmen-basierten Datenkommunikationsdaten über ein synchrones digitales Netzwerk, und insbesondere, jedoch nicht ausschließlich auf die Steuerung der Flussrate von Rahmen-basierten IEEE 802.3-Datenkommunikations-Daten über ein Synchrondigitalhierarchie-Netzwerk.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** In der anhängigen Patentanmeldung des Anmelders mit dem Titel „Frame Based Data Transmission Over Synchronous Digital Hierarchy Network“ ist ein Verfahren zur Übertragung von Rahmen-basierten Daten über ein synchrones digitales Netzwerk beschrieben, wie z. B. über das Synchrondigitalhierarchie- (SDH-) Netzwerk oder das US-Pendant „SONET“-Netzwerk. Das oben erwähnte, von dem Anmelder offenbarte System kann eine OSI-Schicht-2-Vermittlungsfunktionalität bereitstellen (die bisher lediglich in bekannten lokalen Netzwerken verfügbar war), die über einen biografischen Überdeckungsbereich erstreckt wurde, von dem bisher angenommen wurde, dass er nur von einem bekannten Weitverkehrsnetzwerk bereitgestellt werden könnte.

**[0003]** Bei der Verwendung von Rahmen-basierten Daten von Datenkommunikationen, die durch ihren eigenen Satz von Datenraten- und Steuerdaten-Merkmalen gekennzeichnet sind, und der Einführung derartiger Rahmen-basierter Daten in üblichen synchronen digitalen Netzwerken besteht ein Problem darin, dass die Rahmen-basierten Datenkommunikations-Datenraten nicht gut an übliche Telekommunikations-Datenraten angepasst sind, beispielsweise an die E1-, E3-, T1- und STM-1-Datenraten. Diese genormte Telekommunikationsschnittstellen werden von der Datenkommunikationsindustrie verwendet, um Weitverkehrsnetzwerke zu schaffen, die durch Punkt-zu-Punkt-Verbindungsstrecken gebildet sind. Dies ist jedoch für Datenkommunikations-Diensteanbieter unzweckmäßig, weil die Datenkommunikationsprotokolle unter Verwendung eines vollständig verschiedenen Satzes von Schnittstellen und Protokollen entwickelt wurden, beispielsweise Systeme mit Vielfachzugriff mit Leitungsüberwachung und Kollisionsdetektion (CSMA/CD-) Systeme, die der IEEE-Norm 802.3 unterworfen sind, wie z. B. Ethernet, das in 10 Megabits, 100 Megabits und 1 Gigabit/s-Versionen verfügbar ist. Übliche Datenkommunikationsprotokolle sind nicht sehr gut an übliche Telekommunikationsschnittstellen angepasst, und zwar aufgrund einer fehlenden Übereinstimmung

der Datenraten und Technologien zwischen üblichen Datenkommunikationen und üblichen Telekommunikationen.

**[0004]** Es wurden bereits viele Versuche gemacht, Rahmen-basierte Daten über Telekommunikationsnetze zu übertragen, und diese sind kurz in der oben erwähnten anhängigen Patentanmeldung des Anmelders zusammengefasst. Die bekannten Schemas leiden jedoch an verschiedenen Nachteilen, wie z. B. bei manchen Schemas in einem erheblichen Paketisierungs-Kopffeld-Zusatzaufwand, der bis zu 20% einer SDH-Paket-Nutzinformation bilden kann.

**[0005]** Das US-Patent 5 581 566 beschreibt ein System zur Übertragung von Hochleistungs-Parallelschnittstellen- (HIPPI-) Daten über ein SONET/SDH-Netzwerk. Die Flusssteuerung wird unter Verwendung von „BEREIT“-Signalen und eines Kredit-basierten Mechanismus derart realisiert, dass die empfangende HIPPI-Überleinrichtung die Kapazität hat, Datenbursts von der sendenden HIPPI-Überleinrichtung zu empfangen. Das US-Patent 5 673 254 beschreibt Verbesserungen für das Ethernet, bei denen Phantompakete zu einem Eingangsport gesandt werden, um den Fluss von Datenpaketen von diesem Eingangsport zu steuern, wenn ein Zielport belegt ist.

## Zusammenfassung der Erfindung

**[0006]** Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung der hohen Datenrate, der hohen Zuverlässigkeit und der Funktionalität, die bei üblichen lokalen Netzwerken verfügbar ist, über ein Weitverkehrsnetzwerk, das ein eine hohe Kapazität aufweisendes synchrones Langstrecken-Digitalnetzwerk umfasst.

**[0007]** Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung von angepassten Datenraten zwischen üblichen Datenkommunikationssystemen und üblichen Telekommunikationssystemen in einer wirkungsvollen Weise.

**[0008]** Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, sicherzustellen, dass von einer Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle an ein synchrones digitales Netzwerk ausgesandte Daten nicht verloren gehen und in zuverlässiger und effizienter Weise in ein System von virtuellen Containern eingefügt werden.

**[0009]** Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, sicherzustellen, dass Information in zuverlässiger und wirkungsvoller Weise von einem synchronen digitalen Netzwerk zur Lieferung an eine Rahmen-basierte Datenkanal-Schnittstelle empfangen werden.

**[0010]** Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaltung eines Sendeempfängers und eines Verfahrens zum Betrieb eines Sendeempfängers zum Sicherstellen von zuverlässigen und effizienten Raten zum Transport von Daten zwischen einem synchronen digitalen Netzwerk und einer örtlichen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle und umgekehrt.

**[0011]** Gemäß einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Steuerung des Flusses von Rahmen-basierten Daten, die von einer örtlichen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle **103** ausgesandt werden, zur Übertragung über ein synchrones digitales Netzwerk (**102**) geschaffen, das die folgenden Schritte umfasst:

Empfangen der von der örtlichen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle (**103**) ausgesandten Rahmen-basierten Daten mit einer ersten Rate;

Konfigurieren eines Puffers (**411**) zum Empfang der Rahmen-basierten Daten;

Vorgeben eines Datenmengen-Schwellenwertes für den Puffer (**411**); Überwachen der Menge an Daten, die empfangen wurde, bezüglich des Schwellenwertes;

dadurch gekennzeichnet, dass:

in Abhängigkeit von dem Schritt der Überwachung ein Pausenrahmen erzeugt wird, wobei der Pausenrahmen konfigurierbar ist, um die erste Übertragungsrate von der örtlichen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle **103** an eine zweite Rate anzupassen, die niedriger als die erste Rate ist.

**[0012]** Vorzugsweise werden die Daten direkt von einem lokalen Ethernet-Netzwerk empfangen. In einer ersten bevorzugten Ausführungsform umfasst das Netzwerk ein Synchrondigitalhierarchie- (SDH-) Netzwerk, beispielsweise ein SONET-Netzwerk gemäß der ITU-T-Empfehlung G.707. In zweckmäßiger Weise kann der Schritt des Empfangs der Rahmen-basierten Daten den Empfang eines oder mehrerer Rahmendaten umfassen, die von einer Lokalnnetz-Vermittlung erzeugt werden. Vorzugsweise umfasst der Puffer Datenspeicherplätze, die konfigurierbar sind, um zumindest einen Datenrahmen zu speichern. Vorzugsweise hat der Puffer eine Speicherkapazität, die gleich einer Anzahl von einer maximalen Länge aufweisenden Ethernet-Rahmen hat, wobei die Anzahl von dem Satz auswählbar ist, der 4 und 6 umfasst. Vorzugsweise ist der Puffer als eine Warteschlange konfiguriert, bei dem die als Erstes eingeleiteten Daten als Erstes ausgelesen werden (FIFO). Vorzugsweise ist der Puffer als ein Umlaufpuffer konfiguriert. Vorzugsweise umfasst der Schritt der Überwachung der Menge der ausgesandten Rahmen-basierten Daten, die empfangen wurden, die Feststellung, ob diese Menge kleiner als der Schwellenwert ist. Vorzugsweise wird das Signal erzeugt und an die lokale Schnittstelle gesandt, wenn die Menge der empfangenen Rahmen-basierten Daten nicht kleiner

als der Schwellenwert ist. Wenn die Menge der empfangenen Rahmen-basierten Daten nicht kleiner als der Schwellenwert ist, so kann eine Entscheidung zur Erzeugung des Signals möglicherweise unmittelbar gemacht werden. Wenn die Menge an Rahmen-basierten Daten nicht kleiner als der Schwellenwert ist, so wird das Signal an die lokale Schnittstelle ausgesandt, sobald ein anderer derzeit an die lokale Schnittstelle ausgesandter Rahmen abgeschlossen ist. Vorzugsweise umfasst das Signal einen Pausenrahmen, der ein vorgegebenes Zeitintervall zur Sperrung weiterer Aussendungen von der lokalen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle festlegt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Puffer oberhalb des Schwellenwertes eine Menge an Datenspeicherkapazität, die gleich der Größe von zwei eine maximale Länge aufweisenden Ethernet-Rahmen ist.

**[0013]** Gemäß einem zweiten Gesichtspunkt der Erfindung wird ein Verfahren zur Steuerung des Flusses von Rahmen-basierten Daten, die von einem synchronen digitalen Netzwerk (**102**) empfangen werden, zu einer Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle (**103**) geschaffen, das die folgenden Schritte umfasst:

Empfang der Rahmen-basierten Daten, die mit einer ersten Rate ausgesandt werden;

Konfigurieren eines Puffers (**411**) zum Empfang der Rahmen-basierten Daten;

Vorgeben eines Datenmengen-Schwellenwertes für den Puffer (**414**);

Überwachen einer Menge der empfangenen Rahmen-basierten Daten bezüglich des Schwellenwertes;

dadurch gekennzeichnet, dass:

in Abhängigkeit von dem Schritt der Überwachung der Menge der empfangenen Daten ein Pausenrahmen erzeugt wird, wobei der Pausenrahmen konfigurierbar ist, um die erste Übertragungsrate der Rahmen-basierten Daten über das synchrone digitale Netzwerk **102** an eine zweite Rate anzupassen, die niedriger als die erste Rate ist.

**[0014]** Gemäß einem dritten Gesichtspunkt der Erfindung wird eine Vorrichtung geschaffen, die zur Steuerung des Flusses der Rahmen-basierten Daten konfigurierbar ist, die von einer lokalen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle (**103**) zur Übertragung über ein synchrones digitales Netzwerk (**102**) ausgesandt werden, mit:

Einrichtungen zum Empfang der Rahmen-basierten Daten, die von der örtlichen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle mit einer ersten Rate ausgesandt werden;

Puffereinrichtungen (**414**), die zum Empfang der Rahmen-basierten Daten konfigurierbar sind;

Einrichtungen (**416**), die zur Vorgabe eines Datenmengen-Schwellenwertes für die Puffereinrichtungen konfiguriert sind;

Einrichtungen (416) zur Überwachung einer Menge der Daten, die empfangen wurden, bezüglich des Schwellenwertes;

dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung Folgendes umfasst:

eine Einrichtung (416), die auf die Überwachungseinrichtungen anspricht, wobei die genannte ansprechende Einrichtung so konfigurierbar ist, dass sie die Aussendung eines Pausenrahmens bewirkt, um die erste Übertragungsrate der lokalen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle an eine zweite Rate anzupassen, die kleiner als die erste Rate ist.

**[0015]** Vorzugsweise umfasst die Einrichtung zum Empfang der Rahmen-basierten Daten eine Einrichtung zum Empfang einer oder mehrerer Pausenrahmen, die von einer lokalen Netzwerk-Vermittlung erzeugt werden. Vorzugsweise umfasst der Puffer Datenspeicherplätze, die so konfigurierbar sind, dass sie zumindest einen Datenrahmen speichern. Vorzugsweise umfasst die Puffereinrichtung eine Größe, die gleich einer Anzahl von einer maximalen Länge aufweisenden Ethernet-Rahmen ist, wobei die Anzahl aus dem Satz auswählbar ist, der 4 und 6 umfasst. Vorzugsweise ist die Puffereinrichtung als eine Warteschlange konfiguriert, bei der die als Erstes eingegebenen Daten als Erste ausgelesen werden (FIFO).

**[0016]** Vorzugsweise ist die Puffereinrichtung als ein Umlaufpuffer konfiguriert. In zweckmäßiger Weise umfassen die Einrichtungen zur Überwachung einer Menge der ausgesandten Rahmen-basierten Daten, die empfangen werden, Einrichtungen zur Feststellung, ob die Menge der empfangenen Daten kleiner als der Schwellenwert ist.

**[0017]** Vorzugsweise ist die Überwachungseinrichtung so konfiguriert, dass sie ein Signal an die genannte ansprechende Einrichtung erzeugt, wenn die Menge der empfangenen Rahmen-basierten Daten nicht kleiner als der Schwellenwert ist. Vorzugsweise ist die genannte ansprechende Einrichtung bei Empfang eines Signals von der Überwachungseinrichtung so konfiguriert, dass sie ein Pausensignal aussendet. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die genannte ansprechende Einrichtung bei Empfang eines Signals von der Überwachungseinrichtung so konfiguriert, dass sie einen Pausenrahmen aussendet, nachdem eine aktuelle Übertragung eines anderen Rahmens an die lokale Schnittstelle abgeschlossen ist. Vorzugsweise ist die genannte ansprechende Einrichtung so konfiguriert, dass sie einen Pausenrahmen erzeugt, der ein vorgegebenes Zeitintervall zur Sperrung weiterer Übertragungen von der lokalen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle erzeugt. In geeigneter Weise ist die für die Vorherbestimmung des Datenmengen-Schwellenwertes für die Puffereinrichtung konfigurierte Einrichtung so konfiguriert, dass der Schwellenwert so eingestellt ist, dass er angibt, wenn lediglich eine Menge der Datenspeicher-

kapazität, die gleich der Größe von zwei einer maximalen Länge aufweisenden Ethernet-Rahmen ist, zum Speichern von Daten verfügbar bleibt.

**[0018]** Gemäß einem vierten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung geschaffen, die zur Steuerung des Flusses von Rahmen-basierten Daten, die von einem synchronen digitalen Netz (102) empfangen werden, zu einer Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle (103) konfigurierbar ist, mit:

Einrichtungen zum Empfang der Rahmen-basierten Daten, die mit einer ersten Rate ausgesandt werden; Puffereinrichtungen (414), die zum Empfang der Rahmen-basierten Daten konfigurierbar sind;

Einrichtungen (416) zur Vorgabe eines Datenmengen-Schwellenwertes für die Puffereinrichtungen;

Einrichtungen (416) zur Überwachung einer Menge der empfangenen Rahmen-basierten Daten bezüglich des Schwellenwertes; und

dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung Folgendes umfasst:

eine Einrichtung (416), die auf die Überwachungseinrichtung anspricht, wobei die ansprechende Einrichtung so konfigurierbar ist, dass sie die Aussendung eines Pausenrahmens bewirkt, um die erste Rate der Aussendung der Rahmen-basierten Daten über das synchrone digitale Netzwerk auf eine zweite Rate anzupassen, die niedriger als die erste Rate ist.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0019]** Für ein besseres Verständnis der Erfindung, und um zu zeigen, wie diese ausgeführt werden kann, werden nunmehr lediglich als Beispiel spezielle Ausführungsformen, Verfahren und Prozesse gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen:

**[0020]** Fig. 1 schematisch Elemente einer ersten Ausführungsform eines Datennetzwerkes zeigt, das einen Rahmen-basierten Datenkanal über einen synchronen Datenkanal überträgt;

**[0021]** Fig. 2 schematisch einen Rahmen-basierten Datenkanal-Port-Bestandteil eines synchronen digitalen Multiplexers gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt, der eine Flussteuereinrichtung umfasst, die konfigurierbar ist, um die Rate der Übertragung der Daten von sowohl einer lokalen IEEE 802.3-Vermittlung als auch einer oder mehreren entfernt angeordneten IEEE 802.3-Vermittlungen anzupassen;

**[0022]** Fig. 3 Verarbeitungsschritte der höheren Ebene zeigt, die von der Flussteuereinrichtung nach Fig. 2 ausgeführt werden;

**[0023]** Fig. 4 schematisch ein Blockschaltbild der Hauptbestandteile der Flussteuereinrichtung und

der SDH/SONET-Nutzinformations-Umsetzungseinrichtung zeigt, die in **Fig. 2** gezeigt ist, wobei die Flusststeuerung ein Paar von Puffern A und B umfasst;

**[0024]** **Fig. 5** eine Vorrichtung der in **Fig. 4** angegebenen Art zeigt, die sich jedoch an einem entfernten Ende der in **Fig. 4** angegebenen Verbindungsstrecke befindet und die Schnittstelle zu einer entfernt angeordneten IEEE 802.3-Vermittlung bildet;

**[0025]** **Fig. 6** Einzelheiten der Verarbeitungsschritte angibt, die von der lokalen Ratensteuereinheit ausgeführt werden, die in **Fig. 3** gezeigt ist;

**[0026]** **Fig. 7** Verarbeitungsschritte zeigt, die von der Ratensteuereinrichtung nach **Fig. 3** ausgeführt werden, die so konfiguriert ist, dass sie eine Ratensteuerung einer entfernt angeordneten Ethernet-Vermittlung bewirkt;

**[0027]** **Fig. 8** Einzelheiten von Verarbeitungsschritten zeigt, die von einer IEEE 802.3-Vermittlung der in den **Fig. 4** und **5** angegebenen Art ausgeführt werden, wobei die Verarbeitung in Abhängigkeit vom Empfang von Datenrahmen von einer Ratensteuereinrichtung der in den **Fig. 4** und **5** angegebenen Art erfolgt;

**[0028]** **Fig. 9** schematisch einen Teil eines Pausenrahmens der Art zeigt, wie er von einer Ratensteuereinrichtung der in den **Fig. 2–8** gezeigten Art abgegeben wird, wobei der Teil ein Pausen-Zeitintervall angibt;

**[0029]** **Fig. 10** schematisch eine erste Ausführungsform eines der Puffer A-D zeigt, die in der Flusststeuerung nach den **Fig. 4** oder **5** konfiguriert sind; **Fig. 11** gemäß der vorliegenden Erfindung eine beste Ausführungsform der Konfiguration für irgendeinen der Puffer A-D in den **Fig. 4** und **5** zeigt.

Ausführliche Beschreibung der besten Ausführungsform zur Ausführung der Erfindung

**[0030]** Es wird nunmehr in Form eines Beispiels die beste Ausführungsform beschrieben, die derzeit von den Erfindern zur Durchführung der Erfindung in Betracht gezogen wird. In der folgenden Beschreibung sind vielfältige spezifische Einzelheiten angegeben, um ein gründliches Verständnis der vorliegenden Erfindung zu vermitteln. Es ist jedoch für den Fachmann ersichtlich, dass die vorliegende Erfindung ohne Beschränkung auf diese speziellen Einzelheiten ausgeführt werden kann. In anderen Fällen wurden gut bekannte Verfahren und Strukturen nicht im Einzelnen beschrieben, um die vorliegende Erfindung nicht unnötig zu verdecken.

**[0031]** In dem OSI 7-Schicht-Bezugsmodell ist die

Schicht 2 normalerweise als die Datenverbindungsstrecken-Schicht bekannt, die unmittelbar oberhalb der physikalischen Schicht (Schicht 1) und unmittelbar unterhalb der Netzwerk-Schicht (Schicht 3) liegt. Jede der Schichten 1–3 umfasst den Austausch von Dateneinheiten, die jeweils Bits, Rahmen und Pakete sind. Damit umfasst die Datenverbindungsschicht, die für die vorliegende Anmeldung von Bedeutung ist, den Austausch von Datenrahmen. Eine Hauptaufgabe der Datenverbindungsschicht besteht darin, dass sie eine Übertragungs-Roheinrichtung annimmt und sie in eine Leitung umwandelt, die der darüberliegenden Netzwerk-Schicht als frei von nicht festgestellten Übertragungsfehlern erscheint. Die vorstehende Aufgabe wird dadurch ausgeführt, dass der Sender der Daten die Eingangsraten in Datenrahmen aufteilt, die typischerweise einige hundert oder tausend Bytes umfassen. Nach der Aufteilung der Eingangsdaten muss ein Sender den Rahmen sequenziell aussenden. Weiterhin haben die Rahmen in einem bestimmten System eine obere maximale Grenze hinsichtlich ihrer Größe, doch können unterschiedliche Rahmen im Allgemeinen unterschiedliche Größen aufweisen. Weil die physikalische Schicht lediglich eine Kette von Bits annimmt und aussendet, ohne die Bedeutung oder die Struktur zu betrachten, ist es Aufgabe der Datenverbindungsschicht, Rahmenbegrenzungen zu schaffen und zu unterscheiden. Die Ausdrücke Bits, Rahmen und Pakete, die hier verwendet werden, sollen bezüglich der vorstehenden Definitionen interpretiert werden.

**[0032]** In der **Fig. 1** sind schematische Elemente einer ersten Ausführungsform eines vereinfachten Datennetzwerkes gemäß der vorliegenden Erfindung gezeigt. Es wird ein Rahmen-basiertes Kommunikationssystem, das über ein synchrones digitales Netzwerk übertragen wird, durch die in **Fig. 1** gezeigte Anordnung gebildet. In dieser Beschreibung werden die Ausdrücke synchrones Netzwerk und synchrones digitales Netzwerk dazu verwendet, um auf eine synchrone Zeitmultiplex-Transportschicht in der LSI-Schicht 1 Bezug zu nehmen. Übliche Beispiele derartiger Netzwerke schließen die Synchrondigitalhierarchie (SDH) der ITU-T-Empfehlung G70.X ein, die synchrone optische Netzwerksysteme (SONET) beinhaltet, die in den ITU-T-Empfehlungen G709 und verwandten Empfehlungen festgelegt sind. Die Datennetzwerk-Elemente in dem gezeigten Beispiel umfassen erste und zweite synchrone digitale Endgeräte-Multiplexer **100**, **101**, die miteinander über eine geeignete Kommunikationsverbindungsstrecke **102** verbunden sind, wie z. B. über eine Lichtleitfaser-Kommunikationsverbindungsstrecke. Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung können die Geräte **100**, **101** alternativ als Umsetzungs- oder Abbildungseinheiten bezeichnet werden. Die Kommunikationsverbindungsstrecke **102** kann eine SDH-Kommunikationsverbindungsstrecke umfassen, die einen oder mehrere SDH-Kanäle umfasst. Die SDH-Verbin-

dungsstrecke **102** ist schematisch so gezeigt, als ob sie zwei getrennte Kanäle umfasst, doch kann sie in der Praxis einen einzigen bidirektionalen Kommunikationskanal oder eine Anzahl hiervon umfassen. Mit der Umsetzungseinheit **100** ist eine erste Verbindungsstrecke zur Bereitstellung von Kommunikationen mit einer Vermittlung **103** verbunden und steht mit dieser in Kommunikation, und mit der Umsetzungseinheit **101** ist eine zweite Verbindungsstrecke zur Bereitstellung einer Kommunikation mit der Vermittlung **104** verbunden und kommuniziert mit dieser. Die Vermittlungen **103** und **104** können jeweils eine IEEE 802.3-Vermittlung (wie z. B. eine Ethernet-Vermittlung) umfassen, und die Schalter sind jeweils mit verschiedenen Geräten über ein lokales IEEE 802.3-Netzwerk verbunden, unter Einschluss von Computergeräten, wie z. B. den Geräten **105** bzw. **106**. Die Ethernet-Vermittlungen **103** und **104** können jeweils typischerweise eine Anzahl von Ethernet-Ports oder Anschlüsse, wie z. B. die Ports **107** und **108** umfassen, die der Vermittlung **103** zugeordnet sind. Somit steht bei dem dargestellten Beispiel das Gerät **105** mit dem Port **107** über die Kommunikationsverbindungsstrecke **109** in Verbindung. Jedes der ersten und zweiten Computergeräte **105**, **106**, jede der ersten und zweiten Ethernet-Vermittlungen **103**, **104** und jede ersten und zweiten Umsetzungseinheiten **100**, **101** bilden eine Rahmen-basierte Datenkanal-Schnittstelle. Somit übertragen in dem gezeigten Beispiel die ersten und zweiten Computergeräte **105** und **106** Rahmen-basierte Daten miteinander über die Ethernet-Vermittlungen **103** und **104** und über die SDH-Kommunikationsverbindungsstrecke **102**. Die Kommunikation zwischen den Multiplexern **100**, **101** erfolgt über ein synchrones digitales Netzwerk-Protokoll, beispielsweise das SDH-Protokoll, oder über ein synchrones optisches Netzwerkprotokoll (SONET), wie es in der ITU-T-Empfehlung G.709 und verwandten Empfehlungen spezifiziert ist. Die Kommunikation zwischen den Geräten **105** und **106** und den jeweiligen Ethernet-Vermittlungen **103**, **104** erfolgt über ein übliches Datenrahmen-basiertes Datenkommunikationsprotokoll, wie z. B. das CSMA/CD-Protokoll (Vielfachzugriff mit Leitungsüberwachung und Kollisionsdetektion), oder irgendein anderes Protokoll, das der IEEE-Norm 802.3 unterliegt. Die Multiplexer **100**, **101** können jeweils so betrachtet werden, als ob sie eine Nutzinformati-umssetzungsfunktion, die zur Umsetzung von Rahmen-basierten Ethernet-Daten in eine oder mehrere verkettete virtuelle SDH-Container (VC's) konfiguriert ist, und eine Ratenmodifikationsfunktion umfassen, um eine Flusssteuerung der Rahmen-basierten Daten, die von einer Ethernet-Vermittlung **103**, **104** ausgesandt werden, über das synchrone digitale Netzwerk **102** zu bewirken. Einzelheiten hinsichtlich der Nutzinformati-umssetzungsfunktion sind in der anhängigen Anmeldung des gleichen Anmelders mit dem Titel „Payload Mapping in Synchronous Networks“ angegeben, so dass diese Funktion hier nicht weiter be-

schrieben wird. Die Umwandlung der Übertragungsraten von SDH-Rahmen entlang der Kommunikationsverbindungsstrecke **102** und der Ethernet-Datenrahmen, die zwischen einem Multiplexer **101** und einer Ethernet-Vermittlung **104** oder zwischen einer Ethernet-Vermittlung **104** und der Kommunikationsverbindungsstrecke **102** übertragen werden, wird von dem Multiplexer **101** bereitgestellt. Von der Umsetzungseinrichtung **101** empfangene Rahmen können von einer Vielzahl von Quellen abgeleitet sein. In dem vereinfachten in Fig. 1 gezeigten Beispiel können Rahmen an die Umsetzungseinrichtung **101** von der Vermittlung **104** und von dem System geliefert werden, das die Vermittlung **103**, die Umsetzungseinrichtung **100** und die Verbindungsstrecke **102** umfasst. In ähnlicher Weise ergibt der Multiplexer **100** eine Flusssteuerung zwischen entlang der Verbindungsstrecke **102** von einer Datenquelle übertragenen SDH-Rahmendaten und Ethernet-Rahmendaten, die der Vermittlungs-Datenquelle **103** zugeordnet sind. Gemäß der vorliegenden Erfindung erfordert die Rahmenratenmodifikation die Verwendung eines elektronischen Speichers, um einen Verlust irgendwelcher Datenrahmen zu verhindern, die von einem vorgegebenen Multiplexer **100**, **101** verarbeitet werden. Wenn somit beispielsweise die Ethernet-Vermittlung **103** Ethernet-Datenrahmen an den Multiplexer **100** mit einer höheren Rate aussendet, als der, mit der der Multiplexer **100** Datenrahmen in virtuelle Container zur Übertragung entlang der Verbindungsstrecke **102** umsetzen kann, so besteht eine Gefahr, dass irgendein zugeteilter Speicher in einer Ratenanpassungseinrichtung, die beispielsweise auf einem ASIC-Chip konfiguriert ist, derzeit gefüllt sein kann, mit dem sich daraus ergebenden Verlust an Ethernet-Datenrahmen. Die vorliegende Erfindung ergibt eine Einrichtung und Vorrichtung zur Verhinderung derartiger Verluste von Datenrahmen.

**[0033]** Allgemeiner gesagt ergibt die vorliegende Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung das bzw. die sicherstellt, dass eine Flusssteuerung während der Umwandlung der Datenrahmen nach der IEEE-Norm 802.3 in Bitströme bereitgestellt wird, die für die Übertragung in virtuellen Containern über ein synchrones digitales Netzwerk geeignet sind.

**[0034]** Nachfolgend werden spezielle Verfahren und Ausführungsformen unter Einschluss der von den Erfindern als derzeit beste Ausführungsform angesehenen Ausführungsform unter Bezugnahme auf ein Synchrondigitalhierarchie-Telekommunikationssystem gemäß der ITU-Empfehlung G.709 und ein Rahmen-basiertes Datenträgersystem nach der IEEE-Norm 802.3 beschrieben, für die ein repräsentatives Beispiel das Ethernet-System ist. Die allgemeinen Prinzipien, Verfahren und Vorrichtungen gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen jedoch auch synchrone digitale Netzwerke allgemein und OSI-Schicht 2-Rahmen-basierte Datenträgersysteme

me allgemein und sollten nicht als auf spezielle Beispiele der Synchrondigitalhierarchie oder von Ethernet-Netzwerken beschränkt betrachtet werden.

**[0035]** In Fig. 2 sind schematisch die Komponenten einer synchronen digitalen Multiplexereinheit **100** gezeigt, die einen Port oder Anschluss umfassen, der für eine Verbindung mit einer Ethernet-Vermittlung geeignet ist. Die in Fig. 2 gezeigte Konfiguration kann so betrachtet werden, als ob sie eine Internet-Anschlusskarte ist, die in dem Synchrondigitalhierarchie-Multiplexer (oder einem SONET-Multiplexer) **100** nach Fig. 1 enthalten ist. Bei Betrachtung in diesem letzteren Zusammenhang kann der Multiplexer so betrachtet werden, als ob er eine Anzahl von Teilbündel-Schnittstellen für Telekommunikationskanäle aufweist, beispielsweise E1, T1, E3, T3, STM-1, und außerdem eine Schnittstelle für Rahmen-basierte Datensystem, wie z. B. das Ethernet. Die in Fig. 1 gezeigten synchronen digitalen Multiplexer **100** und **101** umfassen jeweils die in Fig. 2 gezeigten Komponenten. Eine Ethernet-Vermittlung kann elektrisch mit dem Ethernet-Port **201** über eine bidirektionale Kommunikationsverbindungsstrecke verbunden sein. Der Ethernet-Port **201** steht über eine bidirektionale Kommunikationsverbindungsstrecke **202** mit Flusssteuereinrichtungen **203** in Kommunikation. Die Flusssteuereinrichtung **203** ist so konfiguriert, dass sie die Rate der Übertragung von Rahmen-basierten Daten von einer Ethernet-Vermittlung zur synchronen digitalen Verbindungsstrecke **102** beeinflusst. Die Flusssteuereinrichtung **203** ist gemäß der vorliegende Erfindung so konfiguriert, dass sie sowohl die Rate der Übertragung von einer örtlichen oder lokalen Ethernet-Vermittlung als auch die Rate des Empfangs von Aussendungen von einem oder mehreren entfernt angeordneten Ethernet-Vermittlungen steuert. Die Flusssteuereinrichtung **203** ist über die bidirektionale Kommunikationsverbindungsstrecke **204** so konfigurierbar, dass sie mit der SDH/SONET-Nutzinformations-Umsetzungseinrichtung **205** kommuniziert. Die Nutzinformations-Umsetzungseinrichtung **205** ist so konfiguriert, dass sie mit dem SDH-Verbindungsstrecken-Port **207** über eine bidirektionale Kommunikationsverbindungsstrecke **206** kommuniziert. Der SDH-Verbindungsstrecken-Port **207** kommuniziert mit einer bidirektionalen Kommunikationsverbindungsstrecke **102**. Bei der bevorzugten Ausführungsform umfasst die Kommunikationsverbindungsstrecke **102** eine Synchrondigitalhierarchie-Verbindungsstrecke des in Fig. 1 gezeigten Typs. Die Nutzinformations-Umsetzungseinrichtung **205** ist so konfiguriert, dass sie die Anfangs- und Endbegrenzungen jedes Ethernet-Datenrahmens identifiziert, der von der Flusssteuereinrichtung **203** empfangen wird, wobei der Ethernet-Rahmen in virtuellen Containern zum Transport über die Verbindungsstrecke **102** angeordnet wird, und die Einrichtung **205** ist in gleicher Weise so konfiguriert, dass sie Paketdatenrahmen aus synchronen Bitströmen extrahiert, die von dem

SDH-Verbindungsstrecken-Port **207** empfangen werden. Somit hängt die exakte Art der Verarbeitung, die von den Einheiten **203** und **205** ausgeführt wird, in gewissem Ausmaß davon ab, ob die Daten von einer synchronen digitalen Kommunikationsverbindungsstrecke **102** oder von einer örtlichen Ethernet-Vermittlung empfangen werden, die mit dem Ethernet-Port **201** verbunden ist. Der synchrone digitale Multiplexer **101** ist für eine Einfügung in vieler Arten von Netzwerken geeignet, unter Einschluss eines Weitverkehrsnetzes, eines städtischen Netzes oder des Internets/des Worldwide Web, um Beispiele zu nennen. Weitere Einzelheiten hinsichtlich der Funktionalität der Nutzinformations-Umsetzungseinheit **205** sind in der anhängigen Patentanmeldung des gleichen Anmelders mit dem Titel „Payload Mapping in Synchronous Networks“ beschrieben.

**[0036]** Weitere Einzelheiten der Verarbeitung in der höheren Ebene, die von der Flusssteuereinrichtung **203** nach Fig. 2 ausgeführt wird, sind in Fig. 3 gezeigt. Wie dies weiter oben angegeben wurde, ist die Flusssteuereinrichtung **203** so konfigurierbar, dass sie Informationen empfängt, die entweder von einer örtlichen Ethernet-Vermittlung oder von einer entfernt angeordneten Ethernet-Vermittlung über die synchrone digitale Verbindungsstrecke **102** abgeleitet werden. Im Schritt **301** kann Information, die einen oder mehrere Ethernet-Datenrahmen umfasst, von entweder einer örtlichen Ethernet-Vermittlung oder von der synchronen digitalen Verbindungsstrecke **102** empfangen werden. Nach dem Schritt **301** geht die Steuerung auf den Schritt **302** über, in dem gefragt wird, ob die im Schritt **301** empfangene Information von einer örtlich angeschlossenen Ethernet-Vermittlung stammt. Wenn diese Frage bejaht wird, so geht die Steuerung auf den Schritt **303** über, in dem die empfangenen Ethernet-Datenrahmen in einem Puffer gespeichert werden, der einen elektronischen Speicher umfasst. Zusätzlich kann auch irgendeine Verarbeitung bezüglich der Ratensteuerung der örtlichen Ethernet-Vermittlung durch die Verarbeitungseinrichtung **303** durchgeführt werden. Nach dem Schritt **303** geht die Steuerung auf die SDH/SONET-Nutzinformations-Umsetzungseinheit **205** gemäß Fig. 2 über. Die im Schritt **302** gestellte Frage kann jedoch dahingehend verneint werden, dass die Rahmen-basierten Ethernet-Daten von der SDH/SONET-Nutzinformations-Umsetzungseinrichtung **205** empfangen wurde, die ihrerseits die Daten von der Verbindungsstrecke **102** empfangen haben kann. Wenn die im Schritt **302** gestellte Frage verneint wird, so geht die Steuerung auf den Schritt **304** über, in dem die Ethernet-Daten, die über die synchrone digitale Verbindungsstrecke **102** empfangen und von der Umsetzungseinrichtung **205** verarbeitet wurden, in einem Puffer gespeichert werden. Im Schritt **304** wird irgendeine erforderliche Verarbeitung hinsichtlich der Anpassung der Rate der Aussendung der speziellen entfernt angeordneten Ethernet-Vermittlung, von der

die Rahmen-basierten Ethernet-Daten im Schritt **301** empfangen wurden, ausgeführt. Gemäß der vorliegenden Erfindung können sowohl der erste als auch der zweite vorstehend genannte Puffer in einer Vielzahl von Arten konfiguriert werden. Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben jedoch zwei optimierte Ausführungsformen ermittelt, die hier weiter unten beschrieben werden.

**[0037]** Fig. 4 zeigt schematisch in Form eines Blockschaltbildes Verarbeitungseinheiten, die eine Flusssteuereinrichtung **203** und die Nutzinformati- ons-Umsetzungseinrichtung **205** umfassen, sowie ihre Wechselbeziehung mit einer örtlichen bekannten Ethernet-Vermittlung **103** und einer synchronen digitalen Verbindungsstrecke **102**. So können die Fluss- steuereinrichtung **203** und die Nutzinformati- ons-Umsetzungseinrichtung **205** so betrachtet werden, als ob sie in dem synchronen digitalen Multiplexer **100** gemäß Fig. 1 enthalten sind oder diesen zugeordnet sind. Die Vermittlung **103** ist eine übliche IEEE 802.3-Vermittlung, wie z. B. eine Ethernet-Vermitt- lung, die eine Anzahl von örtlichen Ethernet-Ports **401**, **402** und **403** umfasst, die jeweils konfigurierbar sind, um die Verbindung mit einem Hardware-Gerät zu erleichtern. Die Vermittlung **103** ist so konfigurier- bar, dass sie die Herstellung einer Verbindung mit dem Multiplexer **100** ermöglicht, der seinerseits mit der synchronen digitalen Verbindungsstrecke **102** kommunizieren kann. Somit hat die Vermittlung **103** einen Port **404** zum Empfang von Information, die von der Verbindungsstrecke **102** abgeleitet wird, und einen Port **405**, der zur Aussendung von Information über die Verbindungsstrecke **102** konfigurierbar ist. Die Schnittstelle zwischen der Ethernet-Vermittlung **103** und der Rahmensteuereinrichtung **203** kann eine Mediumunabhängige Gigabit-Schnittstelle (Gmii) für eine Rate von 1 Gigabit, eine Mediumunabhängige Schnittstelle (Mii) für 10 Megabit oder 100 Megabit pro Sekunde-Raten oder eine reduzierte Medium-un- abhängige Schnittstelle (Rmii) umfassen. Die Ports **404** und **405** werden durch einen Mikroprozessor **406** über elektrische Kommunikationsleitungen **407** bzw. **408** gesteuert. Zusätzlich kann die Betriebsrate der Ports **404** und **405** durch Voreinstellung eines örtli- chen Oszillators **409** gesteuert werden, wie dies in der Technik bekannt ist. Der Oszillator **409** kann typi- scherweise auf 10 Mbits pro Sekunde, 100 Mbits pro Sekunde und 1 Gbits pro Sekunde eingestellt sein. Für eine vorgegebene Ethernet-Vermittlung kann die Rate, auf die der Oszillator **409** eingestellt ist, im Wesentlichen konstant sein, sofern sie nicht beispiels- weise nachfolgend absichtlich geändert wird. Gemäß der Erfindung können Daten von dem Port **405** unter der Steuerung durch den Mikroprozessor **406** an die Ratensteuereinrichtung **203** ausgesandt werden. So- mit werden Rahmen-basierte Ethernet-Daten entlang der Kommunikationsverbindungsstrecke **410** zu dem Rahmenaussendungspuffer (Puffer A) **411** ausge- sandt. Der Puffer **411** ist so konfigurierbar, dass wenn

die Aussendung von dem Port **405** mit einer relativ hohen Rate abläuft, die von der Einrichtung **205** emp- fangenen Ethernet-Datenrahmen gespeichert wer- den können, bevor sie weiter durch Stopf- oder Auf- fülleinrichtungen (eine Verbindungsstrecken-Steue- rungs-Stopffunktion der höheren Schicht, AD- LC-Stopfen) **412** der Nutzinformati- ons-Umsetzungs- einheit **205** zugeführt werden. Der Puffer **411** ist er- forderlich, damit die empfangenen Ethernet-basier- ten Datenrahmen nicht verloren gehen, wenn die Rate der Aussendung dieser Rahmen derart ist, dass die HDLC-Stopfeinrichtung **412** die Ethernet-basier- ten Datenrahmen nicht mit einer ausreichend schnel- len Rate verarbeiten kann. Die HDLC-Byte-Stopfein- richtung **412** ist effektiv so konfiguriert, dass sie Byte für Byte die empfangenen Ethemet-Datenrahmen verarbeitet, so dass der Anfang und das Ende von Rahmenbegrenzungen identifiziert werden kann, und so dass irgendwelche Datenwerte, die den Wert ei- nes Anfangs und eines Endes des Rahmenwertes haben, etikettiert werden, um es einer empfangen- den Einheit zu ermöglichen, die Start-/End-Informati- on von aktuellen Daten zu entziffern. Die HDLC-Byte-Stopfeinrichtung **412** verarbeitet danach von dem Puffer **411** empfangene Ethernet-basierte Datenrahmen und sendet diese Daten über die SDH-Verbindungsstrecke **102** als einen seriellen Bit- strom in einem oder mehreren virtuellen Containern aus. Die Nutzinformati- ons-Umsetzungseinrichtung **205** umfasst zusätzlich eine HDLC-Byte-Stopfeinheit (die eine HDLC-Stopffunktion bildet) **413** zum Emp- fang von Ethernet-basierten Rahmendaten über die Verbindungsstrecke **102**. Nach dem Entziffern der Rahmenanfangs- und Rahmenende-Abgrenzungen von dem empfangenen seriellen Bitstrom werden die Daten an einen Rahmen-Empfangspuffer **414** über- tragen (der hier als Puffer B bezeichnet ist). Der Puf- fer **414** ist konfigurierbar, um die empfangenen SDH-Paketdatenrahmen zu speichern, bevor sie über die Kommunikationsverbindungs-strecke **415** an den örtlichen Ethernet-Vermittlungs-Empfangs- port **404** übertragen werden.

**[0038]** Die Betriebsweise des Rahmenaussen- dungspuffers **411** und des Rahmen-Empfangspuffers **414** wird durch einen Mikroprozessor gesteuert, der hier als Puffer-Überwachungseinrichtung **416** be- kannt ist. Die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** bewirkt eine Steuerung des Puffers **411** über eine Steuerleitung **417** und bewirkt in ähnlicher Weise eine Steuerung des Rahmen-Empfangspuffers **414** über eine Steuerleitung **418**. Als Antwort darauf, dass (über die Steuerleitung **417**) festgestellt wird, dass eine übermäßige Senderate von dem Puffer **411** empfangen wird, kann die Puffer-Überwachungsein- richtung **416** ein Steuersignal entlang einer Leitung **419** an einen Pausenrahmen-Speicher **420** abgeben. Der Pausenrahmen-Speicher **420** kann einen Spei- cher umfassen, der zum Speichern eines Pausenrah- mens geeignet ist, und als Antwort auf den Empfang

eines Steuersignals entlang der Steuerleitung **419** (von der Puffer-Überwachungseinrichtung **416**) kann ein Pausenrahmen entlang der Steuerleitung **421** an die Kommunikationsverbindungsstrecke **415** ausgesandt werden, wobei die Verbindungsstrecke **415** den Rahmen-Empfangspuffer **414** und den Ethernet-Vermittlungs-Empfänger-Port **404** verbindet. Ein auf diese Weise abgegebener Pausenrahmen wird an den Empfänger-Port **404** ausgesandt, um auf diese Weise den Mikroprozessor **406** der Vermittlung **103** anzuweisen, die weitere Aussendung von Ethernet-Datenrahmen von dem Port **405** für ein vorgegebenes Zeitintervall pausieren zu lassen (das heißt die weitere Aussendung zu verhindern oder möglicherweise zu reduzieren). Die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** ist weiterhin so konfiguriert, dass sie übermäßige Raten von Ethernet-basierten Rahmen-daten feststellt, die von dem Rahmen-Empfangspuffer **414** empfangen werden. Somit überwacht die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** den Rahmen-Empfangspuffer **414** über die Steuerleitung **418**. Bei Feststellung eines übermäßigen Empfangs von SDH-Ethernet-basierten Datenpaketrahmen in dem Puffer **414** kann die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** ein Signal entlang der Steuerleitung **419** an den Pausenrahmen-Speicher **420** aussenden, worauf der Pausenrahmen-Speicher **420** so konfiguriert ist, dass er einen Pausenrahmen entlang der Steuerleitung **421** an die Kommunikationsverbindungsstrecke abgibt, die zwischen dem Rahmen-Sendepuffer **411** und der Rahmenstopfeinrichtung **412** konfiguriert ist. Auf diese Weise können übermäßige Raten des Empfangs von Informationen entlang der SDH-Verbindungsstrecke **102** dadurch reduziert werden, dass ein Pausenrahmen in den Bitstrom eingefügt wird, der von der Rahmenstopfeinrichtung **412** über die SDH-Verbindungsstrecke **102** abgegeben wird. Im Fall einer synchronen digitalen Verbindungsstrecke, die eine SDH-Verbindungsstrecke umfasst, kann ein über die Verbindungsstrecke **102** auszusendender Pausenrahmen in einen oder mehrere virtuelle Container eingefügt werden. Ein einzelner virtueller Container oder eine Anzahl von virtuellen Containern kann als ein System von virtuellen Containern bezeichnet werden.

**[0039]** Fig. 5 zeigt schematisch in Form eines Blockschaltbildes eine örtliche oder lokale Ethernet-Vermittlung, die mit einem synchronen digitalen Multiplexer verbunden ist, wobei die Vermittlung die Vermittlung **104** nach Fig. 1 darstellt. Somit ist der synchrone digitale Multiplexer **101** mit der Ethernet-Vermittlung **104** verbunden. Hinsichtlich der Ausführungsform nach Fig. 1 stellt die Ethernet-Vermittlung **104** eine entfernt angeordnete Vermittlung bezüglich der Ethernet-Vermittlung **103** dar. In ähnlicher Weise stellt der Multiplexer **101** einen entfernt angeordneten Multiplexer dar, der der entfernt angeordneten Ethernet-Vermittlung **104** zugeordnet ist. Die Verarbeitungseinheiten, die der Vermittlung **104** zuge-

ordnet sind, und deren Betriebsweise sind im Wesentlichen gleich denen bzw. der, die für die örtliche Ethernet-Vermittlung **103** nach Fig. 4 beschrieben wurde. In ähnlicher Weise können die den Multiplexer **101** zugeordneten Verarbeitungseinheiten im Wesentlichen identisch zu denjenigen sein, die in Fig. 4 gezeigt und anhand der Fig. 4 beschrieben wurden. Somit kann bei der bevorzugten Ausführungsform die Betriebsweise des Multiplexers **101** und der Vermittlung **104** im Wesentlichen gleich der sein, wie sie für die entsprechenden Einheiten nach Fig. 4 beschrieben wurde, so dass hier keine weitere Beschreibung folgt. Der Fachmann wird jedoch erkennen, dass das vereinfachte Kommunikationsnetzwerk, das in Fig. 1 gezeigt ist und zwei lokale Netzwerke umfasst, die über eine synchrone digitale Verbindungsstrecke **102** kommunizieren, in keiner Weise als Beschränkung der Erfindung betrachtet werden soll. So kann das Kommunikationsnetzwerk nach Fig. 1 in realistischer Weise ein beträchtlich komplexeres Kommunikationsnetzwerk umfassen (beispielsweise ein Weitverkehrsnetzwerk oder das Internet), das eine wesentlich größere Anzahl von Ethernet-Vermittlungen umfasst, die über eine Vielzahl von synchronen digitalen Verbindungsstrecken nach Art der Verbindungsstrecke **102** kommunizieren. Weiterhin kann eine vorgegebene synchrone digitale Verbindungsstrecke tatsächlich eine wesentlich größere Anzahl von Kommunikationskanälen als ein oder zwei Kanäle umfassen.

**[0040]** Weitere Einzelheiten des Schrittes **303** in Fig. 3, die sich darauf beziehen, zu bewirken, dass die Flussteuereinrichtung **203** irgendeine erforderliche Ratensteuerung (Ratenanpassung) einer örtlichen Ethernet-Vermittlung durchführt, sind in Fig. 6 gezeigt. Die in Fig. 6 angegebenen Schritte werden von der Puffer-Überwachungseinrichtung **416** gemäß Fig. 4 ausgeführt. Im Schritt **601** werden Rahmen-basierte Ethernet-Daten, die entlang der Kommunikationsleitung **410** empfangen werden, in den Rahmen-Sendepuffer **411** an dem nächsten Speicherplatz eingeschrieben, der durch einen Zeiger angezeigt ist, der als Schreibzeiger bekannt ist. Nachdem die Daten in den nächsten Speicherplatz in dem Puffer geschrieben wurden, ist die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** so konfiguriert, dass sie den Schreibzeiger weiterschaltet, um zu bewirken, dass dieser auf den nächsten verfügbaren Speicherplatz in dem Rahmen-Sendepuffer zeigt. Auf diese Weise wird der als nächstes empfangene Datenrahmen in dem nächsten verfügbaren Speicherplatz gespeichert. Nach dem Abschluss des Schrittes **601** geht die Steuerung auf den Schritt **602** über, in dem die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** so konfiguriert ist, dass sie fragt, ob der Datenpegel in dem Puffer A (Puffer **411**, dem Rahmen-Sendepuffer) auf oder oberhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes liegt. Unter vorgegeben wird verstanden, dass die Flussteuereinrichtung **203** vorher derart konfiguriert (initi-

alisiert) wurde, dass dem Puffer A ein Zeiger oder eine andere geeignete Einrichtung zugeordnet wird, der bzw. die anzeigt, wieviele Daten der Puffer derzeit bezogen auf einen vorgegebenen Datenmengen-Schwellenwert speichert. Mit wieviel Daten derzeit gespeichert sind, wird nicht einfach die Anzahl der IEEE 802.3-Datenrahmen gemeint, die derzeit in dem Puffer gespeichert sind, weil sich die Größe der Rahmen von einem Rahmen zum anderen ändert. Unter Größe wird die Anzahl von Bytes verstanden, und damit wird mit der Angabe, wieviele Daten derzeit zu einer vorgegebenen Zeit gespeichert sind, die Anzahl von Bytes bezeichnet, die derzeit von empfangenen Rahmen gespeichert werden. Wenn die Antwort auf die im Schritt **602** gestellte Frage verneint wird, mit dem Ergebnis, dass der Puffer derzeit keine Datenmenge enthält, die gleich (oder größer als) der vorgegebene Schwellenwert ist, so wird die Steuerung an den Schritt **601** zurückgeliefert. Wenn jedoch die Antwort auf die im Schritt **602** gestellte Frage positiv ist, mit dem Ergebnis, dass die Anzahl von IEEE 802.3-Datenrahmen, die in dem Puffer A enthalten sind, nicht kleiner als die Menge ist, die durch den den Puffer A zugeordneten Schwellenwert dargestellt ist, so wird die Steuerung an den Schritt **603** übergeben. Im Schritt **603** ist die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** dann so konfiguriert, dass sie feststellt (oder entscheidet), dass ein Pausenrahmen an die örtliche Vermittlung **103** gesandt werden sollte. Somit sendet die Überwachungseinrichtung **416** ein Signal entlang der Steuerleitung **419** an den Speicher **420**, um zu bewirken, dass der Speicher **420** einen Pausenrahmen erzeugt, der zur Aussendung bereit ist. Danach wird die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** so konfiguriert, dass sie feststellt, ob der Puffer B (der Rahmen-Empfangspuffer **414**) derzeit einen Datenrahmen aussendet. Um die Antwort auf die im Schritt **603** angegebene Frage zu ermitteln, gibt die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** effektiv ein Abfragesignal entlang der Steuerleitung **418** an den Puffer B ab. Wenn die im Schritt **603** gestellte Frage bejaht wird, mit der Wirkung, dass der Puffer B derzeit einen Ethernet-basierten Datenrahmen aussendet, so geht die Steuerung auf den Schritt **604** über, in dem die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** so konfiguriert ist, dass sie wartet, bis die Rahmenende-Flagge (die im übrigen als eine Marke oder eine Rahmenabgrenzung bekannt ist) für den derzeit ausgesandten Datenrahmen festgestellt wird. Nach dem Schritt **604** wird die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** im Schritt **605** so konfiguriert, dass sie ein Signal entlang der Steuerleitung **419** an den Pausenrahmen-Speicher **420** abgibt, um einen Pausenrahmen entlang der Steuerleitung **415** an den örtlichen Ethernet-Vermittlungs-Empfänger-Port **404** auszusenden. Alternativ wird, wenn die im Schritt **603** gestellte Frage verneint wird, die Steuerung direkt an den Schritt **605** übergeben, in dem die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** so konfiguriert ist, dass sie ein Signal entlang der Steuerleitung **419** an den Pausenrah-

men-Speicher **420** abgibt, um auf diese Weise im Wesentlichen unmittelbar die Erzeugung und Aussendung eines Pausenrahmens an die örtliche Vermittlung **103** zu bewirken. In jedem Fall wird der von dem Pausenrahmen-Speicher **420** erzeugte Pausenrahmen entlang der Steuerleitung **421** und der Steuerleitung **415** an den örtlichen Ethernet-Vermittlungs-Empfänger-Port **404** gelenkt. Die in den Schritten **602** und **603** gestellten Fragen können somit so betrachtet werden, als ob sie die Flussteuereinrichtung **302** sowohl auf die Menge von Daten, die derzeit in dem Puffer A enthalten sind, als auch darauf ansprechen lassen, ob der Puffer B derzeit einen Datenrahmen aussendet, oder nicht.

**[0041]** Die Steuerung der Rate der Aussendung von entfernt angeordneten Ethernet-Vermittlungen durch die Flussteuereinrichtung **203** wird durch den Prozess **304** ausgeführt, der in **Fig. 3** gezeigt ist. Einzelheiten des Schrittes **304** sind weiter in **Fig. 7** angegeben. Im Schritt **701** wird die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** so konfiguriert, dass sie das Schreiben von Ethernet-basierten Datenrahmen, die von der synchronen Verbindungsstrecke **102** abgeleitet und über eine Rahmen-Endstopfeinrichtung **413** empfangen werden, an den Puffer B (Puffer **414**) an dem nächsten verfügbaren Speicherplatz bewirkt, auf dem durch einen in geeigneter Weise konfigurierten Schreibzeiger gezeigt wird. Der nächste verfügbare Speicherplatz zum Schreiben eines vorgegebenen Datenrahmens wird durch geeignetes Konfigurieren eines Schreibzeigers angezeigt, wobei nach dem Füllen des vorgegebenen Speicherplatzes, auf den gezeigt wird, der Zeiger weitergeschaltet wird, um auf den nächsten verfügbaren Speicherplatz zu zeigen. Nach dem Schritt **701** geht die Steuerung auf den Schritt **702** über, in dem die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** so konfiguriert ist, dass sie eine Frage stellt, ob der Datenpegel in dem Puffer B auf einem vorgegebenen Schwellenwert oder darüber liegt. Wie im Fall des vorstehend beschriebenen Puffers A kann der vorgegebene Schwellenwert durch die Verwendung eines Zeigers oder einer anderen geeigneten Markierungseinrichtung konfiguriert werden, der bzw. die so konfiguriert ist, dass die Menge an Daten (in Bytes) überwacht wird, die der Puffer B derzeit bezogen auf einen Bezugs-Datenmengen-Schwellenwert enthält. Wenn die Antwort auf die im Schritt **702** gestellte Frage negativ ist, mit dem Ergebnis, dass der Puffer B derzeit lediglich eine Menge von Daten enthält, die kleiner als der Schwellenwert ist, so geht die Steuerung zurück zum Schritt **701** über, worauf die Frage des Schrittes **702** erneut gestellt wird. Wenn jedoch die im Schritt **702** gestellte Frage positiv beantwortet wird, mit dem Ergebnis, dass der Puffer bis zum dem Schwellenwert gefüllt ist, so sendet die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** ein Signal entlang der Leitung **419** aus, um zu bewirken, dass der Pausenrahmen-Speicher **420** einen Pausenrahmen erzeugt (das heißt vorbereitet),

so dass dieser zur Aussendung bereit ist. Danach wird die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** so konfiguriert, dass sie eine weitere Frage im Schritt **703** stellt, ob der Rahmensende-Puffer (Puffer A) derzeit einen Rahmen an die Rahmenstopfeinrichtung **412** aussendet. Die im Schritt **703** gestellte Frage wird durch die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** dadurch bewirkt, dass ein Abfragesignal entlang der Steuerleitung **417** an den Puffer A ausgesandt wird, wobei ein geeignetes Signal zurückgeliefert wird, um ja oder nein darzustellen. Wenn die Antwort auf die bei **703** gestellte Frage bejahend ist, so geht die Steuerung auf den Schritt **704** über, in dem die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** so konfiguriert wird, dass sie wartet, bis die Rahmenende-Flagge für den derzeit ausgesandten Datenrahmen festgestellt wird. Die in den Schritten **702** bzw. **703** gestellten Fragen lassen die Flusssteuereinrichtung **203** auf die Menge an Daten ansprechen, die in dem Puffer B enthalten ist, sowie darauf, ob der Puffer A derzeit einen Rahmen aussendet oder nicht. Unter Rahmenflagge wird eine Markierung verstanden, die das Ende des Rahmens darstellt. Nach dem Schritt **704** wird die Steuerung an den Schritt **705** übergeben, in dem die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** so konfiguriert ist, dass sie im Wesentlichen unmittelbar ein Signal entlang der Steuerleitung **419** an den Pausenrahmen-Speicher **420** abgibt, um auf diese Weise zu bewirken, dass der Pausenrahmen-Speicher **420** den oben erwähnten vorbereiteten Pausenrahmen entlang der Steuerleitung **421** aussendet, worauf der Pausenrahmen in dem Datenstrom (beispielsweise in einen virtuellen Container oder einer Anzahl von virtuellen Containern) eingefügt wird, die zwischen dem Rahmensende-Puffer **411** und der Rahmenstopfeinrichtung **412** übertragen werden. Wenn alternativ die im Schritt **703** gestellte Frage verneint wird, mit der Wirkung, dass der Puffer **411** derzeit keinen Datenrahmen aussendet, so wird die Steuerung direkt zum Schritt **705** übergeben, in dem die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** so konfiguriert ist, dass sie im Wesentlichen unmittelbar bewirkt, dass der Pausenrahmen-Speicher **420** einen Pausenrahmen erzeugt, und ihn für eine passende Einfügung in die Kommunikationsverbindungsstrecke zwischen dem Rahmensende-Puffer **411** und der Rahmenstopfeinrichtung **412** aussendet. Der Schritt **704** ist erforderlich, damit die Aussendung eines Pausenrahmens nicht irgendeinen bestimmten Datenrahmen unterbricht, der von dem Rahmensende-Puffer **411** an die Rahmenstopfeinrichtung **412** ausgesandt wird. Der im Einzelnen in **Fig. 7** gezeigte Prozess kann als ein Rückführungsmechanismus betrachtet werden, weil ein im Schritt **705** erzeugter Pausenrahmen effektiv die weitere Aussendung von Ethernet-Datenrahmen von einem Sende-Port einer entfernt angeordneten Ethernet-Vermittlung **104** gemäß den **Fig. 1** und **5** verhindert. Bei der bevorzugten Ausführungsform wird die weitere Aussendung von der entfernt angeordneten Vermittlung **104** über eine

vorgegebene Zeit hinweg verhindert, worauf eine weitere Aussendung von Ethernet-Datenrahmen wieder aufgenommen wird. In einer alternativen Ausführungsform kann es vorzuziehen sein, den im Schritt **705** erzeugten Pausenrahmen so zu konfigurieren, dass effektiv vorübergehend die Rate der Aussendung von der Vermittlung **104** verringert wird, anstatt vollständig eine weitere Aussendung über eine vorgegebene Zeit zu verhindern. Schließlich ist es für den Fachmann verständlich, dass die in den **Fig. 6** und **7** angegebenen Prozesse so konfiguriert werden können, dass sie im Wesentlichen parallel in Echtzeit arbeiten, so dass die Steuerung der Rate der Aussendung von Ethernet-Rahmen von einer örtlichen Vermittlung im Wesentlichen gleichzeitig mit der Ratensteuerung einer nicht örtlichen Ethernet-Vermittlung bewirkt werden kann. Weiterhin kann die Ratensteuerung einer entfernt angeordneten Ethernet-Vermittlung eine Ratensteuerung einer Vielzahl von entfernt angeordneten Ethernet-Vermittlungen umfassen und dies kann in manchen Fällen eine allgemeine Steuerung derartiger Vermittlungen oder eine individuelle Steuerung in Abhängigkeit von den Anforderungen eines bestimmten Netzwerkbetreibers umfassen. Wenn die Ratensteuerung individuell eine vorgegebene entfernt angeordnete Ethernet-Vermittlung steuern muss, so kann die Flusssteuereinrichtung **203** mit komplexeren Verarbeitungsschritten konfiguriert werden, damit sie selektiv in der Hinsicht ist, welche Ethernet-Vermittlung zu irgendeinem vorgegebenen Zeitpunkt ratengesteuert werden muss, und in welchem Umfang.

**[0042]** Zur Vollständigkeit werden weitere Einzelheiten der Schritte, die von einer vorgegebenen Ethernet-Vermittlung als Antwort auf den Empfang von Daten ausgeführt werden, die von einem Rahmenempfangs-Puffer einer Flusssteuereinrichtung **203** ausgesandt werden, in **Fig. 8** unter Bezugnahme auf **Fig. 4** angegeben. Im Schritt **801** wird beispielsweise die Vermittlung **103** so konfiguriert, dass sie einen (den nächsten) Rahmen von dem Rahmenempfangs-Puffer **414** (Puffer B) empfängt. Der Rahmen wird von dem Rahmenempfangs-Port **404** empfangen, worauf der Mikroprozessor **406** so konfiguriert wird, dass er im Schritt **802** die Frage stellt, ob der empfangene Rahmen ein Ethernet-basierter Datenrahmen oder ein Pausenrahmen ist. Wenn die im Schritt **802** gestellte Frage bejaht wird, so geht die Steuerung auf den Schritt **803** über, in dem von dem Mikroprozessor **406** eine weitere Frage gestellt wird, ob ein Ethernet-basierter Datenrahmen derzeit von dem Sende-Port (Port **405**) an den Rahmensende-Puffer **411** der Flusssteuereinrichtung **203** ausgesandt wird. Wenn die im Schritt **803** gestellte Frage bejaht wird, so geht die Steuerung auf den Schritt **804** über, in dem der Mikroprozessor **406** so konfiguriert wird, dass er darauf wartet, dass eine Rahmenende-Flagge in der von dem Sende-Port **405** ausgehenden Aussendung festgestellt wird. Dies heißt mit an-

deren Worten, dass der Mikroprozessor **406** so konfiguriert ist, dass er es einer vorgegebenen Rahmenaussendung von dem Port **405** ermöglicht, abgeschlossen zu werden, bevor er eingreift. Nach dem Schritt **804** geht die Steuerung auf den Schritt **805** über, in dem der im Schritt **801** empfangene Rahmen, von dem im Schritt **802** bestätigt wurde, dass er ein Pausenrahmen ist, ausgeführt wird. Dies heißt mit anderen Worten, dass im Schritt **805** der Pausenrahmen ausgeführt wird, so dass das festgelegte Aussendungs-Sperrzeitintervall (das durch den empfangenen Pausenrahmen festgelegt ist) an der Ethernet-Vermittlung **103** aufgerufen wird. Diese kann so konfiguriert sein, dass der Mikroprozessor **406** (über eine festgelegte Zeit) daran gehindert wird eine weitere Aussendung von Datenrahmen von dem Port **405** zu bewirken. Nach dem Schritt **805** wird die Steuerung zum Schritt **801** zurückgegeben, in dem der Mikroprozessor **406** so konfiguriert wird, dass er auf den nächsten Rahmen wartet, der von dem Rahmenempfangs-Puffer **414** der Umsetzungseinrichtung **100** zu empfangen ist.

**[0043]** Außer dem vorstehend diskutierten Verarbeitungspfad einer Ethernet-Vermittlung sind weitere Verarbeitungsrouten möglich, wie dies in **Fig. 8** gezeigt ist. So wird nach dem Schritt **801** die Steuerung zum Schritt **802** übergehen, in dem die Frage, ob der empfangene Rahmen ein Pausenrahmen ist, verneint werden kann. Wenn der im Schritt **801** empfangene Rahmen kein Pausenrahmen ist, so ist der Mikroprozessor **406** so konfiguriert, dass er dies feststellt und danach die Steuerung direkt zum Schritt **806** übergibt, indem der Mikroprozessor **406** so konfiguriert ist, dass er die Adresse des angegebenen Gerätes liest, an das der Ethernet-Datenrahmen ausgesandt werden soll. Dies heißt mit anderen Worten, dass ein entlang der Kommunikationsleitung **415** empfangener Datenrahmen von dem Mikroprozessor **406** zu einem einer Anzahl von örtlichen Ethernet-Ports **401**, **402** oder **403** gemäß **Fig. 4** gelenkt werden muss. Nach dem Schritt **806** wird die Steuerung zum Schritt **807** gelenkt, in dem der Mikroprozessor **406** so konfiguriert ist, dass er den Rahmen an den angegebenen Geräte-Port lenkt. Nach dem Schritt **807** wird die Steuerung zum Schritt **801** zurückgegeben, in dem der Mikroprozessor **406** so konfiguriert ist, dass er um Empfang des nächsten Rahmens bereit ist, der von dem Puffer B an den Empfangs-Port **404** ausgesandt wird.

**[0044]** Nach den Schritten **801** und **802** kann die Steuerung an den Schritt **803** übergeben werden, wenn die im Schritt **802** gestellte Frage bejaht wird und wenn hierbei ein Ethernet-Rahmen nicht derzeit von dem Sende-Port **405** ausgesandt wird, so wird die im Schritt **803** gestellte Frage verneint. In diesem Fall wird die Steuerung danach an den Schritt **805** übergeben, in dem der im Schritt **802** festgestellte Pausenrahmen ausgeführt wird, um die weitere Aus-

sendung von Ethernet-basierten Datenrahmen für das festgelegte Zeitintervall zu verhindern. Nach dem Schritt **805** wird die Steuerung an den Schritt **801** zurückgegeben, in dem der Mikroprozessor **406** so konfiguriert ist, dass er auf den Empfang des nächsten Rahmens von dem Rahmenempfangs-Puffer **414** wartet.

**[0045]** In der Ausführungsform, die derzeit von den Erfindern als die beste Ausführungsform angesehen wird, ist ein Pausenzeit-Teil eines Pausenrahmens, der zur Verwendung mit der Erfindung konfiguriert ist, schematisch in **Fig. 9** gezeigt. Der Pausenrahmen-Pausenzeit-Teil stellt eine bekannte IEEE 802.3X-Pausenstruktur dar, die 8 Bytes umfasst, die aneinander angrenzend angeordnet sind. Zu Erläuterungszwecken ist die aneinander angrenzende Folge von Bytes jedoch in **Fig. 9** in Form von vier getrennten Reihen **901–904** gezeigt, die jeweils 2 Bytes umfassen. Jede schematische Reihe stellt ein deutlich getrenntes Feld hinsichtlich der Konfiguration des Pausenzeit-Teils eines vorgegebenen Pausenrahmens dar. Somit umfasst die Reihe **901** 16 Bits (2 Bytes) von dem niedrigst bewerteten Bit **905** zum höchstbewerteten Bit **906**. Bestimmte Pausenzeiten, die von einem speziellen System verwendet werden, können vorgegeben werden, wie dies weiter oben beschrieben wurde, weil in diesem Fall den Werten der 16 Bits, die in der Reihe **901** angegeben sind, die gewünschten Werte zugeteilt werden. In dem speziellen gezeigten Beispiel sind beginnend mit dem niedrigst bewerteten **905** die ersten drei Bits 0, 1 bzw. 2, wobei die verbleibenden höherwertigen Bytes nachfolgend Werte von 0 haben. Wenn somit die Einheit der Pausenzeit beispielsweise in Mikrosekunden angegeben ist, so würde der im Feld **901** dargestellte Wert einer Pausenzeit von 6 Mikrosekunden entsprechen. In manchen Fällen ist es passender, das Pausenzeitintervall in Einheiten von Pausenquanten zu bemessen, wobei jedes Pausenquantum gleich 512 Bitzeiten (64 Bytezeiten) der speziellen Realisierung der verwendeten Ratensteuereinrichtung ist. Weil die Pausenzeit durch die dem Feld **901** zugeordneten 16 Bits festgelegt ist, ist der Bereich der möglichen Pausenzeitwerte 0-65535 Pausenquanten. Wenn somit der Wert der Pausenzeit auf 0 gesetzt ist, so werden Pausenrahmen effektiv niemals abgegeben, selbst wenn die Flusssteuerung aktiv ist. Unter einem Pausenquantum, das gleich 512 Bitzeiten ist, wird verstanden, dass ein Pausenquantum effektiv gleich der Zeit ist, die erforderlich ist, damit eine bestimmte Vermittlung 512 Bits aussendet (64 Bytes). Ein Pausenrahmen dieser Art ist in der Technik der Ethernet-Vermittlung bekannt, bei der eine vorgegebene Ethernet-Vermittlung die Aussendung von bestimmten Geräten sperren muss, deren Puffer überlaufen. Somit ist gemäß der Ethernet-Vermittlungsnormen ein zweites Feld vorgesehen, das Feld **902**, das als ein Rücksetzwert bekannt ist, der normalerweise einen Vorgabewert hat, bei dem das niedrigst bewertete Bit

den Wert von Eins hat, während alle höher bewerteten Bits den Wert 0 haben. Das Feld **903** ist in der Technik als das „wen rücksetzen“ bekannt, und dieses Feld kann verschiedene Steuerwerte von verschiedenen Steuerparametern in Abhängigkeit von der speziellen Realisierung annehmen. In ähnlicher Weise umfasst das Feld **904** Steuerinformationen, die sich auf das Sperren des Zugriffs auf bestimmte Lese- und Schreibregister beziehen. In dem speziellen in **Fig. 9** gezeigten Beispiel umfassen beide Felder **903** und **904** Bytes, bei denen alle Bitwerte auf Null gesetzt sind. Das genormte IEEE 802.3X-Flusssteuerregime sieht eine Maßnahme zur Verringerung einer Netzwerk-Überlastung in Netzwerken, die in der Vollduplex-Betriebsart arbeiten, über bekannte spezielle Pausenrahmen vor. Dies ist symmetrisch, so dass Geräte, die Pausenrahmen aussenden können, auch auf empfangene Pausenrahmen ansprechen müssen. Somit kann die vorliegende Erfindung so konfiguriert werden, dass sie Pausenrahmen verwendet, wie sie in der IEEE 802.3X-Norm beschrieben sind, deren Pausenrahmen Folgendes umfassen: eine 48-Bit-Rundsende-Adresse; eine 48-Bit-Quellenadresse; ein 16-Bit-Längen-/Typ-Feld; einen 16-Bit-Pausen-Opcode; eine 16-Bit-Pausenzeit (wie vorstehend beschrieben), die eine von Null abweichende Anzahl von Pausenquanten angibt, wobei ein Pausengantum als 512 Bitzeiten definiert ist; Fülldaten, wie dies erforderlich oder erwünscht ist; und eine 32-Bit-Rahmenprüffolge (zyklisches Blockierungs-Prüfwort).

**[0046]** Die Auffüllung ist erforderlich, um den Rahmen mit einem Minimum von 64 Bytes aufzubauen. Die Norm ermöglicht es, dass Pausenrahmen, die länger als 64 Bytes sind, verworfen werden oder als gültige Pausenrahmen interpretiert werden. Weitere Einzelheiten hinsichtlich der Realisierung von Pausenrahmen sind für den Fachmann ohne weiteres erhältlich, und die Konfiguration einer vorgegebenen Pausenrahmenstruktur für eine vorgegebene Anwendung kann in ähnlicher Weise ohne weiteres für einen Fachmann erhältlich sein.

**[0047]** Bezüglich der hier beschriebenen Realisierung muss die Größe der einer vorgegebenen örtlichen Ethernet-Vermittlung zugeordneten Puffer, wie z. B. des Puffers A und des Puffers B nach **Fig. 4**, die in dem Multiplexer **100** angeordnet sind, allgemein optimiert werden, wenn die Verarbeitungseinheiten, die sich auf die Flussratensteuerung beziehen, in einem anwendungsspezifischen integrierten Schaltungschip (ASIC) eingefügt werden sollen, um ein Beispiel zu nennen. Der Standard-Pausenrahmen des in **Fig. 9** angegebenen Typs ist das Pausenquantum 64 Bytes, wobei die Anzahl der erforderlichen Pausenquanten unter Verwendung eines 16-Bit-Wertes auswählbar ist, das heißt bis zu 65536 Blöcken von 64 Bytes. Dies ist äquivalent zu 2739 Ethernet-Rahmen mit der größten Länge. Wie dies weiter

oben beschrieben wurde, ist der Pausenrahmen als solcher zumindest 64 Bytes lang. Der längstmögliche Ethernet-Rahmen umfasst 1531 Bytes, und der kürzestmögliche Ethernet-Rahmen umfasst 64 Bytes. Somit hat ein typischer Ethernet-Rahmen eine Größe, die sich zwischen 64 Bytes und 1531 Bytes ändert.

**[0048]** Eine Analyse bezüglich der Größe der Puffer A und B in **Fig. 4** hat zu den folgenden bevorzugten Ausführungsformen dieser Puffer geführt. In einer ersten in **Fig. 10** gezeigten Realisierung muss ein Puffer, wie z. B. der Puffer A oder B einen Datenspeicherplatz **101** umfassen, der eine Datenspeicherkapazität gleich sechs Ethernet-Rahmen mit der größten Länge umfaßt. Mit anderen Worten wurde festgestellt, dass die Puffer A und der Puffer B in einer ersten bevorzugten Ausführungsform optimal jeweils eine Größe haben sollten, die sechs Ethernet-Rahmen mit der größten Länge (9186 Bytes) für alle Ethernet-Port-Datenrahmen entsprechen sollte, so dass eine maximale Effizienz hinsichtlich der Verwendung der SDH-Verbindungsstrecke beibehalten wird. Die Länge der Pausenrahmen-Zeit, die für unterschiedliche Netzwerk-Realisierungen erforderlich ist, ändert sich mit unterschiedlichen Kombinationen von Oszillator-Raten, ist jedoch immer für irgendeine bestimmte Kombination von voreingestellten Oszillatoren die gleiche. Die Puffer A und B umfassen jeweils zwei Teile, einen Teil **102** oberhalb eines vordefinierten Port-Rahmentrigger-Schwellenwertes **103** und einen Teil **104** unterhalb des Port-Rahmentrigger-Schwellenwertes. In **Fig. 10** ist der Schwellenwert-Triggerpegel zu Erläuterungszwecken durch den Fall **103** angezeigt. Der Schwellenwert-Triggerpegel **103** kann ohne weiteres als Zeiger, Marke oder andere geeignete Einrichtung konfiguriert werden. Es wurde von den Erfindern festgestellt, dass bei einer ersten Ausführungsform eines zur Verwendung gemäß der Erfindung geeigneten Puffers die Datenspeicherkapazität, die oberhalb des Schwellenwertes erforderlich ist, eine Größe umfasst, die gleich zwei Ethernet-Rahmen mit der größten Länge ist, und dass die Datenspeicherkapazität, die unterhalb des Schwellenwertes **103** erforderlich ist, eine Größe umfasst, die gleich vier Ethernet-Rahmen mit der größten Länge ist. Bei dieser Konfiguration kann im Schlimmstfall der Teil des Puffers oberhalb des Schwellenwertes gefüllt werden (oder danach überlaufen), was dazu führt, dass der Puffer vollständig gefüllt ist, wobei in diesem Fall Daten verloren gehen können. Der Teil **102** kann gefüllt werden, bevor ein vorgegebener Pausenrahmen von dem Ethernet-Vermittlungs-Mikroprozessor **406** gemäß **Fig. 4** bewirkt wird. Wenn ein Pausenrahmen von dem Mikroprozessor **406** festgestellt wird und der Pausenrahmen wirksam wird, so muss das festgelegte Pausenrahmen-Zeitintervall so konfiguriert werden, dass der obere Datenspeicherteil **102** geleert wird, damit der Puffer-Datenpegel auf einen Wert unterhalb des

Schwellenwertes **103** absinkt, bevor die Vermittlung erneut mit der Aussendung von Daten **405** beginnt. Es wurde festgestellt, dass optimal eine Datenspeicherkapazität gleich vier Ethernet-Rahmen mit der größten Länge unterhalb des Schwellenwertes **103** erforderlich ist. Aus einer kurzen Analyse kann es als ausreichend angesehen werden, eine Speicherkapazität von nur zwei Ethernet-Rahmen mit der größten Länge unterhalb des Schwellenwertes **107** zu haben, doch führt dies zum Entstehen einer Situation, bei der kein Warten erfolgt, bevor ein vorgegebener Pausenrahmen wirksam wird. In diesem Fall kann es vernünftig sein, anzunehmen, dass, wenn der Puffer B in **Fig. 4** gerade zu diesem Zeitpunkt den Empfang von zwei Ethernet-Datenrahmen mit der größten Länge beendet hat und der Prozessor **406** derzeit nicht darauf wartet, dass die Vermittlung **103** die Aussendung von Daten von dem Port **405** beendet hat, der Pegel der in dem Puffer gehaltenen Daten effektiv um einen Betrag absinkt, der gleich der Größe von zwei Ethernet-Rahmen mit der größten Länge ist. Es wurde festgestellt, dass diese Annahme falsch ist, und der Grund der Verwendung einer Speicherkapazität, die gleich vier Ethernet-Rahmen mit der größten Länge ist, unterhalb des Schwellenwertes **103**, ist eine Folge der HDLC- (Datenverbindungsstrecken-Steuerung höherer Ebene) Stopffunktion, die von der Rahmen-Stopfeinrichtung **412** ausgeführt wird. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Rahmenstopfeinrichtung **412** so konfiguriert ist, dass sie Bytes mit dem Wert „00“ (in Hexadezimal-Schreibweise) hinter allen Datenwerten in einem vorgegebenen Ethernet-Datenrahmen einfügt, die den Wert einer Rahmenende- oder Rahmenstart-Identifikation haben. Typischerweise wird die Rahmenende- und Rahmenstart-Identifikation mit dem Wert „7E“ konfiguriert. Somit konnte in der Theorie ein längster Ethernet-Datenrahmen Datenwerte umfassen, die gleichzeitig alle den Wert der Rahmenstart- oder Rahmenende-Identifikation (den Wert 7E) haben. Aus diesem Grund muss eine Speicherkapazität unterhalb des Schwellenwertes **103** mit einer Größe, die gleich vier Ethernet-Rahmen mit der größten Länge ist, unterhalb des Schwellenwertes **103** vorhanden sein.

**[0049]** Bei der besten Ausführungsform, die derzeit von den Erfindern in Betracht gezogen werden, ist eine alternative Konfiguration beider Puffer A und B nach **Fig. 4** ausführlicher in **Fig. 11** angegeben. Das vorstehend erwähnte System des Einsetzens von „00“ nach irgendwelchen Fällen des Auftretens des Rahmenstart- und Rahmenende-Flaggenzeichens (7E Hex) ist erforderlich, um eine falsche Rahmenbildung zu vermeiden, in dem alle Fälle des Auftretens des Flaggenzeichens in dem in dem Rahmen eingekapselten Daten beseitigt werden. Wie dies weiter oben gezeigt wurde, werden im Schlimmstfall (Daten sind alle 7E) die Bandbreitenforderungen um einen Faktor von zwei vergrößert, was es andererseits erforderlich macht, dass die Datenspeicherkapazität

äquivalent zu der Größe von vier Ethernet-Rahmen mit der größten Länge unterhalb des Schwellenwertpegels **103** vorhanden sein muss, wie dies in **Fig. 10** angegeben ist. Das Hinzufügen des Wertes von 00 nach jedem Fall des Auftretens der Rahmenende- oder Rahmenstart-Flagge vergrößert effektiv die Größe des vorgegebenen Datenrahmens um Zwei. Um die Rahmenvergrößerung dieser Art zu verringern, wurde ein höher entwickeltes Codierschema entwickelt, und dies ist für den Fachmann auf dem Gebiet einer derartigen Codierung gut bekannt. Das verbesserte Rahmen-Vergrößerungs-Reduzierungsschema ist für den Fachmann unter der Bezeichnung „konsistentes Mehraufwand-Bytestopfen“ (COBS) bekannt. Das COBS-System beruht auf der Idee des Aufbrechens eines vorgegebenen Ethernet-Rahmens in eine Folge von Codeblöcken mit einer maximalen Länge von n Bytes. Das erste Byte in jedem Codeblock ist das Codebyte, das als ein Zeiger zu dem nächsten Codebyte gedacht werden kann. COBS beseitigt die Fälle des Auftretens des Flaggen-Musters in zwei Schritten:

1. Entfernen von Fällen des Auftretens von 00-Ok-tetten in den Codeblöcke verwendenden Daten; und
2. Ersetzen irgendwelcher Fälle des Auftretens des Flaggen-Musters 7E in den Daten durch 00.

**[0050]** Weitere Einzelheiten hinsichtlich des COBS-Codierschemas werden hier nicht beschrieben, weil sie für den Fachmann gut bekannt sind. Hinsichtlich der vorliegenden Erfindung wird die beste in Betracht gezogene Ausführungsform jedoch darin gesehen, dass das COBS-Codierschema verwendet wird, und bei diesem Schema wurde festgestellt, dass die Größe der Puffer in der Flussteuereinrichtung **203** auf eine Größe verringert (das heißt optimiert) werden kann, die äquivalent zu vier Ethernet-Rahmen mit der größten Länge ist, wie dies in **Fig. 11** gezeigt ist. Bei dieser Realisierung muss ein Schwellenwert **1101** so eingestellt werden, dass ein unterer Teil des Puffers, der Teil **1102**, unterhalb des Schwellenwertes **1101** liegt und eine Größe aufweist, die gleich zwei Ethernet-Rahmen mit der größten Länge ist. In ähnlicher Weise wurde bezüglich des Teils **1103** oberhalb des Schwellenwertes **101** festgestellt, dass eine Kapazität gleich zwei Ethernet-Rahmen mit der größten Länge optimal ist. Das Paar von Puffern gemäß den Figuren (beispielsweise **Fig. 4**) ist somit in geeigneter Weise konfiguriert, wie dies in **Fig. 10** oder **11** gezeigt ist, wobei die beste Ausführungsform Puffer sind, die gemäß der Ausführungsform konfiguriert sind, die in **Fig. 11** gezeigt ist. Sowohl bei der Ausführungsform nach **Fig. 10** als auch der Ausführungsform nach **Fig. 11** werden Datenrahmen in einem vorgegebenen Puffer-Datenspeicherplatz mit einer passenden Realisierung eines Schreib-Zeigers geschrieben und von dem Pufferspeicherplatz mit einer geeigneten Realisierung eines Lesezeigers gelesen. Die Puffer können so kon-

figuriert werden, dass sie mit dem niedrigsten Puffer-Datenspeicherplatz als Erstem gelesen werden und dass in den niedrigsten Speicherplatz geschrieben wird, der derzeit keinen Rahmen enthält. Alternativ kann gemäß einer besten Ausführungsform, die derzeit von den Erfindern in Betracht gezogen wird, jeder der Puffer in Form eines Umlaufpuffers realisiert werden. Wie dies weiter oben angegeben wurde, kann, wenn das COBS-Codierschema verwendet wird, die Größe jedes der Puffer A und B auf eine Größe verringert werden, die gleich vier Ethernet-Rahmen mit der größten Länge ist. Unter der Voraussetzung, dass der längste Ethernet-Datenrahmen 1531 Byte umfasst, beträgt die Gesamtgröße eines COBS-optimierten Puffers gemäß **Fig. 11**  $4 \times 1531$  Bytes, das heißt 6124 Bytes.

**[0051]** Wie dies weiter oben erläutert wurde, sind die Speicherpuffer vorzugsweise so konfiguriert, dass sie eine optimale (das heißt minimale) Größe von entweder 4 oder 6 der längsten Ethernet-Rahmen haben, in Abhängigkeit von dem speziellen verwendeten Codierschema. Somit wird der Schwellenwert durch Messen der Daten in dem „längsten Ethernet-Rahmen“ von der Unterseite des Puffers aus bestimmt. Ein vorgegebener Pausenrahmen wird eingeleitet, wenn der Puffer bis zum Schwellenwert gefüllt ist, selbst wenn der Puffer derzeit einen Rahmen manipulieren kann. Allgemein empfängt, wenn der Puffer Daten empfängt, er Rahmen mit veränderlicher Länge, so dass er wahrscheinlich zu irgendeiner vorgegebenen Zeit viel mehr Rahmen als 4 oder 6 enthält. Somit kann eine Vielzahl von Rahmen beträchtlich kleiner als ein längster Ethernet-Rahmen sein, wobei in diesem Fall eine wesentlich größere Anzahl als 4 oder 6 derartiger Rahmen in einem vorgegebenen Puffer gespeichert sein kann.

**[0052]** Die Notwendigkeit, dass ein Puffer, wie z. B. der Puffer A, zumindest eine Speicherkapazität aufweist, die in der Lage ist, zwei Ethernet-Rahmen mit der größten Länge oberhalb des vorgegebenen Schwellenwertes zu halten, kann aus der folgenden Betrachtung abgeleitet werden. Unter Bezugnahme auf **Fig. 4** sei der Fall betrachtet, in dem der Puffer A derzeit einen Rahmen empfängt. Sobald der Puffer A bis zum Schwellenwert (gemessen zum nächsten Byte) gefüllt ist, entscheidet die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** an diesem Punkt, einen Pausenrahmen an die Ethernet-Vermittlung **103** über die Signalleitungen **421/415** so bald wie möglich zu senden, um zu verhindern, dass der Speicher A überfüllt wird und Daten verliert. Ein von einem Puffer (wie z. B. dem Puffer B in diesem Beispiel) ausgesandter Rahmen kann jedoch nicht in der Mitte unterbrochen werden, und wenn es daher zu dieser Zeit einen Rahmen gibt, der gerade von dem Puffer B übertragen wird, so muss die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** die Ausführung der Aussendung eines Pausenrahmens von dem Pausenrahmen-Speicher **420** ver-

zögern, bis der Puffer seine derzeitige Aussendung abgeschlossen hat. Obwohl die Entscheidung zu der Zeit getroffen wird, zu dem der Schwellenwert-Punkt im Puffer A erreicht ist, müssen die von dem Puffer A empfangenen Rahmen akzeptiert werden, bis der von dem Pausenrahmen-Speicher **420** ausgesandte Pausenrahmen in der Ethernet-Vermittlung **103** wirksam wird. Wenn der von der Vermittlung **103** empfangene Pausenrahmen wirksam wird, stoppt die Vermittlung **103** effektiv die Aussendung von Rahmen an den Puffer A. Dies ist der Grund, warum ausreichend Speicherplatz in dem Puffer A für zwei Ethernet-Rahmen mit der größten Länge oberhalb des Schwellenwertes vorhanden sein muss; weil an dem Entscheidungspunkt der Puffer B gerade mit der Aussendung eines eine maximale Länge aufweisenden Ethernet-Rahmens an die Ethernet-Vermittlung **102** begonnen haben kann, muss die Puffer-Überwachungseinrichtung **416** darauf warten, dass diese Aussendung abgeschlossen ist, bevor die Aussendung des Pausenrahmens bewirkt wird. Wenn die Ethernet-Vermittlung **103** den Pausenrahmen empfängt, kann sie gerade begonnen haben, einen Ethernet-Rahmen mit einer maximalen Länge an den Puffer A zu senden, so dass die Vermittlung **103** warten muss, bis sie ihre Aussendung des längsten Ethernet-Rahmens abgeschlossen hat, bevor sie pausiert.

**[0053]** Es ist für den Fachmann verständlich, dass die Erfindung nicht als auf irgendeine spezielle angegebene Konfiguration der oben erwähnten Puffer beschränkt angesehen werden sollte, sondern dass festgestellt wurde, dass die vorstehenden Konfigurationen eine optimale Betriebsleistung und eine optimale Ausnutzung des verfügbaren Speicherplatzes ergeben. Die Ausnutzung des Speicherplatzes ist von besonders kritischer Bedeutung, wenn die Ratensteuereinrichtung auf einer anwendungsspezifischen integrierten Schaltung (ASIC) konfiguriert werden soll.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des Flusses von Rahmen-basierten Daten, die von einer örtlichen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle (**103**) zur Übertragung über ein synchrones digitales Netzwerk (**102**) ausgesandt werden, mit den folgenden Schritten:

Empfangen der von der örtlichen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle (**103**) ausgesandten Rahmen-basierten Daten mit einer ersten Rate;  
Konfigurieren eines Puffers **411** zum Empfang der Rahmen-basierten Daten;  
Vorgeben eines Datenmengen-Schwellenwertes für den Puffer (**411**);  
Überwachen der Menge an Daten, die empfangen wurden, bezüglich des Schwellenwertes;  
**dadurch gekennzeichnet**, dass:  
in Abhängigkeit von dem Schritt der Überwachung

ein Pausenrahmen erzeugt wird, wobei der Pausenrahmen konfigurierbar ist, um die erste Übertragungsrate von der örtlichen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle (**103**) an eine zweite Rate anzupassen, die niedriger als die erste Rate ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Daten direkt von einem lokalen Ethernet-Netzwerk empfangen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Netzwerk (**102**) ein SDH-Netzwerk umfasst.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Netzwerk (**102**) ein SONET-Netzwerk umfasst.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Schritt des Empfangs der Rahmen-basierten Daten den Empfang von einem oder mehreren Pausenrahmen umfasst, die von einer Lokalnetzwerk-Vermittlung (**103**) erzeugt werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Puffer (**411**) Datenspeicherplätze umfasst, die zur Speicherung von zumindest einem Datenrahmen konfigurierbar sind.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Puffer (**411**) eine Größe umfasst, die gleich einer Anzahl von einer maximalen Länge aufweisenden Ethernet-Rahmen ist, wobei die Anzahl aus dem Satz auswählbar ist, der 4 und 6 umfasst.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Puffer (**411**) als eine FIFO-Warteschlange konfiguriert ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–7, bei dem der Puffer (**411**) als Umlaufpuffer konfiguriert ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Schritt der Überwachung der Menge der ausgesandten Rahmen-basierten Daten, die empfangen wurden, die Feststellung umfasst, ob diese Menge kleiner als der Schwellenwert ist.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Signal erzeugt und an die örtliche Schnittstelle (**103**) ausgesandt wird, wenn die Menge der empfangenen Rahmen-basierten Daten nicht kleiner als der Schwellenwert ist.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem, wenn die Menge der empfangenen Rahmen-basierten Daten nicht kleiner als der Schwellenwert ist, eine Entscheidung zur Erzeugung des Signals im Wesentlichen unmittelbar getroffen wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–11, bei dem, wenn die Menge der Rahmen-basierten Daten nicht kleiner als der Schwellenwert ist, das Signal an die örtliche Schnittstelle (**103**) gesandt wird, nachdem ein anderer Rahmen, der derzeit an die örtliche Schnittstelle (**103**) ausgesandt wird, abgeschlossen ist.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Signal einen Pausenrahmen umfasst, der ein vorgegebenes Zeitintervall zur Sperrung weiterer Aussendungen von der lokalen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle (**103**) festlegt.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Puffer (**411**) oberhalb des Schwellenwertes eine Menge an Datenspeicherkapazität umfasst, die gleich der Größe von zwei einer maximalen Länge aufweisenden Ethernet-Rahmen ist.

16. Verfahren zur Steuerung des Flusses von Rahmen-basierten Daten, die von einem synchronen digitalen Netzwerk (**102**) empfangen werden, zu einer Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle (**103**), mit den folgenden Schritten:

Empfangen der Rahmen-basierten Daten, die mit einer ersten Rate ausgesandt werden;

Konfigurieren eines Puffers (**411**) zum Empfang der Rahmen-basierten Daten;

Vorgeben eines Datenmengen-Schwellenwertes für den Puffer (**414**);

Überwachen einer Menge der empfangenen Rahmen-basierten Daten bezüglich des Schwellenwertes;

dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von dem Schritt der Überwachung der Menge der empfangenen Daten ein Pausenrahmen erzeugt wird, wobei der Pausenrahmen konfigurierbar ist, um die erste Übertragungsrate der Rahmen-basierten Daten über das synchrone digitale Netzwerk (**102**) an eine zweite Rate anzupassen, die niedriger als die erste Rate ist.

17. Verfahren nach Anspruch 16, bei dem das Netzwerk (**102**) ein SDH-Netzwerk umfasst.

18. Verfahren nach Anspruch 16, bei dem das Netzwerk (**102**) ein SONET-Netzwerk umfasst.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16–18, bei dem der Schritt des Empfangs der Rahmen-basierten Daten den Empfang von einem oder mehreren Pausenrahmen umfasst.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16–19, bei dem der Puffer (**414**) Datenspeicherplätze umfasst, die zur Speicherung von zumindest einem Datenrahmen konfigurierbar sind.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16–20, bei dem der Puffer (414) eine Größe hat, die gleich einer Anzahl von eine maximale Länge aufweisenden Ethernet-Rahmen ist, wobei die Anzahl aus dem Satz auswählbar ist, der 4 und 6 umfasst.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16–21, bei dem der Puffer (414) als eine FIFO-Warteschlange konfiguriert ist.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 16–21, bei dem der Puffer (414) als Umlaufpuffer konfiguriert ist.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 16–23, bei dem der Schritt der Überwachung der Menge an empfangenen Rahmen-basierten Daten die Feststellung umfasst, ob diese Menge kleiner als der Schwellenwert ist.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 16–24, bei dem das Signal erzeugt wird, wenn die Menge der empfangenen Rahmen-basierten Daten nicht kleiner als der Schwellenwert ist.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 16–25, bei dem das erzeugte Signal in einen oder mehrere virtuelle Container eingefügt wird.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 16–26, bei dem der Pausenrahmen ein vorher festgelegtes Zeitintervall zur Verzögerung des Empfangs weiterer Rahmen-basierter Daten von dem Netzwerk (102) festlegt.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 16–26, bei dem, wenn die Menge der empfangenen Rahmen-basierten Daten nicht kleiner als der Schwellenwert ist, das genannte Signal an das Netzwerk (102) ausgesandt wird, nachdem ein weiterer Rahmen, der derzeit an das Netzwerk ausgesandt wird, abgeschlossen ist.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 16–28, bei dem der Puffer (414) oberhalb des Schwellenwertes eine Menge an Datenspeicherkapazität umfasst, die gleich der Größe von zwei eine maximale Länge aufweisenden Ethernet-Rahmen ist.

30. Vorrichtung, die zur Steuerung des Flusses von Rahmen-basierten Daten konfigurierbar ist, die von einer örtlichen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle (103) zur Aussendung über ein synchrones digitales Netzwerk (102) ausgesandt werden, mit:

Einrichtungen zum Empfang der Rahmen-basierten Daten, die von der lokalen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle mit einer ersten Rate ausgesandt werden;

Puffereinrichtungen (414), die zum Empfang der

Rahmen-basierten Daten konfigurierbar sind;

Einrichtungen (416), die zur Vorgabe eines Datenmengen-Schwellenwertes für die Puffereinrichtungen konfiguriert sind;

Einrichtungen (416) zur Überwachung der Menge der empfangenen Daten bezüglich des Schwellenwertes; dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung Folgendes umfasst;

eine Einrichtung (416), die auf die Überwachungseinrichtung anspricht, wobei die genannte ansprechende Einrichtung so konfigurierbar ist, dass sie die Aussendung eines Pausenrahmens zur Anpassung der ersten Rate der Aussendung der örtlichen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle auf eine zweite Rate bewirkt, die niedriger als die erste Rate ist.

31. Vorrichtung nach Anspruch 30, bei der die Einrichtung zum Empfang der Rahmen-basierten Daten konfigurierbar ist, um die Daten von einem Ethernet-Lokalnetzwerk zu empfangen.

32. Vorrichtung nach Anspruch 30 oder 31, bei dem das Netzwerk (102) ein SDH-Netzwerk umfasst.

33. Verfahren nach Anspruch 30 oder 31, bei dem das Netzwerk (102) ein SONET-Netzwerk umfassen kann.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30–33, bei der die Einrichtung zum Empfang der Rahmen-basierten Daten Einrichtungen zum Empfang einer oder mehrerer Pausenrahmen umfasst, die von der lokalen Netzwerkvermittlung (103) erzeugt werden.

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30–34, bei der die Puffereinrichtungen (411) Datenspeicherplätze umfassen, die zum Speichern von zumindest einem Datenrahmen konfigurierbar sind.

36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30–36, bei dem die Puffereinrichtung (411) eine Größe aufweist, die gleich einer Anzahl von eine maximale Länge aufweisenden Ethernet-Rahmen ist, wobei die Anzahl aus dem Satz auswählbar ist, der 4 und 6 umfasst.

37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30–36, bei der die Puffereinrichtung (411) als FIFO-Warteschlange konfiguriert ist.

38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30–36, bei der die Puffereinrichtung (411) als ein Umlaufpuffer konfiguriert ist.

39. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30–38, bei der die Einrichtung (416) zur Überwachung einer Menge der ausgesandten Rahmen-basierten Daten, die empfangen wurden, Einrichtungen

zur Feststellung umfasst, ob die Menge der empfangenen Daten kleiner als der Schwellenwert ist.

40. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30–39, bei der die Überwachungseinrichtung (**416**) so konfiguriert ist, dass sie ein Signal an die genannte ansprechende Einrichtung erzeugt, wenn die Menge der empfangenen Rahmen-basierten Daten nicht kleiner als der Schwellenwert ist.

41. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30–40, bei dem die genannte ansprechende Einrichtung (**416**) so konfiguriert ist, dass sie bei Empfang eines Signals von der Überwachungseinrichtung ein Pausensignal sendet.

42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30–41, bei der bei Empfang eines Signals von der Überwachungseinrichtung die genannte ansprechende Einrichtung (**416**) so konfiguriert ist, dass sie einen Pausenrahmen aussendet, nachdem eine laufende Übertragung eines anderen Rahmens an die örtliche Schnittstelle (**103**) abgeschlossen wurde.

43. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30–42, bei der die genannte ansprechende Einrichtung (**416**) so konfiguriert ist, dass sie einen Pausenrahmen erzeugt, der ein vorherbestimmtes Zeitintervall zum Sperren weiterer Aussendungen von der örtlichen Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle (**103**) festlegt.

44. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30–43, bei der die Einrichtung (**416**), die zur Vorgabe des Datenmengen-Schwellenwertes für die Puffereinrichtung (**411**) konfiguriert ist, derart konfiguriert ist, dass der Schwellenwert so eingestellt ist, dass festgestellt wird, wenn lediglich eine Menge an Datenspeicherkapazität, die gleich der Größe von zwei eine maximale Länge aufweisenden Ethernet-Rahmen ist, zum Speichern von Daten verfügbar bleibt.

45. Vorrichtung, die zur Steuerung des Flusses von Rahmen-basierten Daten, die von einem synchronen digitalen Netzwerk (**102**) empfangen werden, zu einer Rahmen-basierten Datenkanal-Schnittstelle (**103**) konfiguriert ist, mit:

Einrichtungen zum Empfang der Rahmen-basierten Daten, die mit einer ersten Rate ausgesandt werden; Puffereinrichtungen (**414**), die zum Empfang der Rahmen-basierten Daten konfiguriert sind;

Einrichtungen (**416**) zur Vorgabe eines Datenmengen-Schwellenwertes für die Puffereinrichtung;

Einrichtungen (**416**) zur Überwachung einer Menge der empfangenen Rahmen-basierten Daten bezüglich des Schwellenwertes; und

dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung Folgendes umfasst:

Einrichtungen (**416**), die auf die Überwachungseinrichtung ansprechen, wobei die genannte anspre-

chende Einrichtung so konfigurierbar ist, dass sie die Aussendung eines Pausenrahmens zur Anpassung der ersten Rate der Aussendung der ersten Rahmen-basierten Daten über das synchrone digitale Netzwerk an eine zweite Rate bewirkt, die niedriger als die erste Rate ist.

46. Vorrichtung nach Anspruch 45, bei der das Netzwerk (**102**) ein SDH-Netzwerk umfasst.

47. Vorrichtung nach Anspruch 45, bei der das Netzwerk (**102**) ein SONET-Netzwerk umfasst.

48. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 45–47, bei der die Einrichtung zum Empfang der Rahmen-basierten Daten Einrichtungen zum Empfang von einem oder mehreren Pausenrahmen umfasst.

49. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 45–48, bei der die Puffereinrichtung (**414**) Datenspeicherplätze umfasst, die zum Speichern von zumindest einem Datenrahmen konfigurierbar sind.

50. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 45–48, bei der die Puffereinrichtung (**414**) eine Größe gleich einer Anzahl von Ethernet-Rahmen mit maximaler Länge aufweist, wobei die Anzahl aus dem Satz auswählbar ist, der 4 und 6 umfasst.

51. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 45–50, bei der die Puffereinrichtung (**414**) als eine FIFO-Warteschlange konfiguriert ist.

52. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 45–50, bei der die Puffereinrichtung (**414**) als ein Umlaufpuffer konfiguriert ist.

53. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 45–52, bei der die Einrichtung (**416**) zur Überwachung einer Menge der empfangenen Rahmen-basierten Daten Einrichtungen zur Feststellung umfasst, ob diese Menge kleiner als der Schwellenwert ist.

54. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 45–53, bei der die Überwachungseinrichtung (**416**) so konfiguriert ist, dass sie ein Signal erzeugt, wenn die Menge der empfangenen Rahmen-basierten Daten nicht kleiner als der Schwellenwert ist.

55. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 45–54, bei der die genannte ansprechende Einrichtung (**416**) so konfiguriert ist, dass sie ein Pausensignal erzeugt, das für die Einfügung in einen oder mehrere virtuelle Container geeignet ist.

56. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 45–55, bei der die genannte ansprechende Einrichtung (**416**) so konfiguriert ist, dass sie einen Pausen-

rahmen über eine Einfügung des Pausenrahmens in einen oder mehrere virtuelle Container aussendet.

57. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 45–56, bei der die genannte ansprechende Einrichtung (**416**) so konfiguriert ist, dass sie einen Pausenrahmen aussendet, der ein vorgegebenes Zeitintervall zur Verzögerung des Empfanges weiterer Rahmen-basierter Daten von dem Netzwerk (**102**) festlegt.

58. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 45–57, bei der die genannte ansprechende Einrichtung (**416**) so konfiguriert ist, dass sie einen Pausenrahmen über das Netzwerk (**102**) hinweg aussendet, wenn die Menge der empfangenen Rahmen-basierter Daten nicht kleiner als der Schwellenwert ist, und vorausgesetzt, dass eine Rahmenübertragung an das Netzwerk (**102**) derzeit nicht erfolgt.

59. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 45–58, bei der die Einrichtung (**416**) zur Vorgabe des Datenmengen-Schwellenwertes so konfiguriert ist, dass sie den Schwellenwert derart definiert, dass zumindest eine Menge der Datenspeicherkapazität des Puffer (**414**), die gleich der Größe von zwei eine maximale Länge aufweisenden Ethernet-Rahmen ist, verfügbar bleibt, wenn der Schwellenwert erreicht ist.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

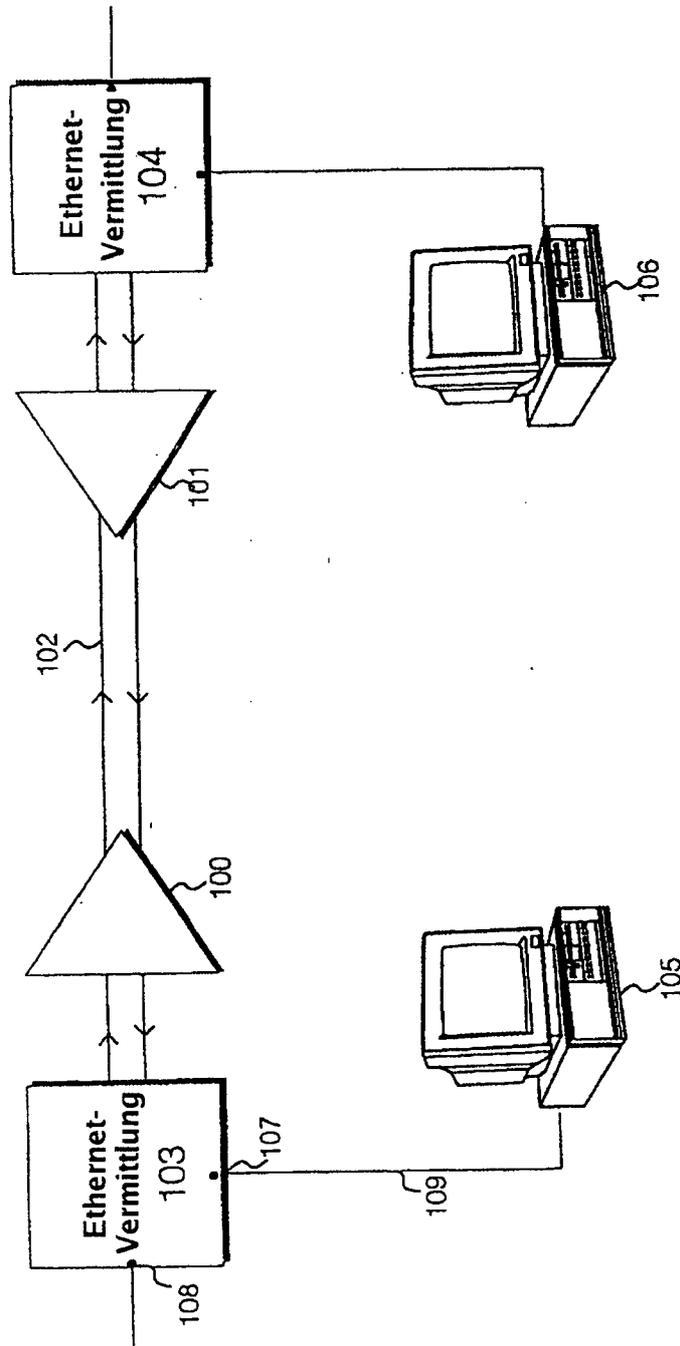


Fig. 1

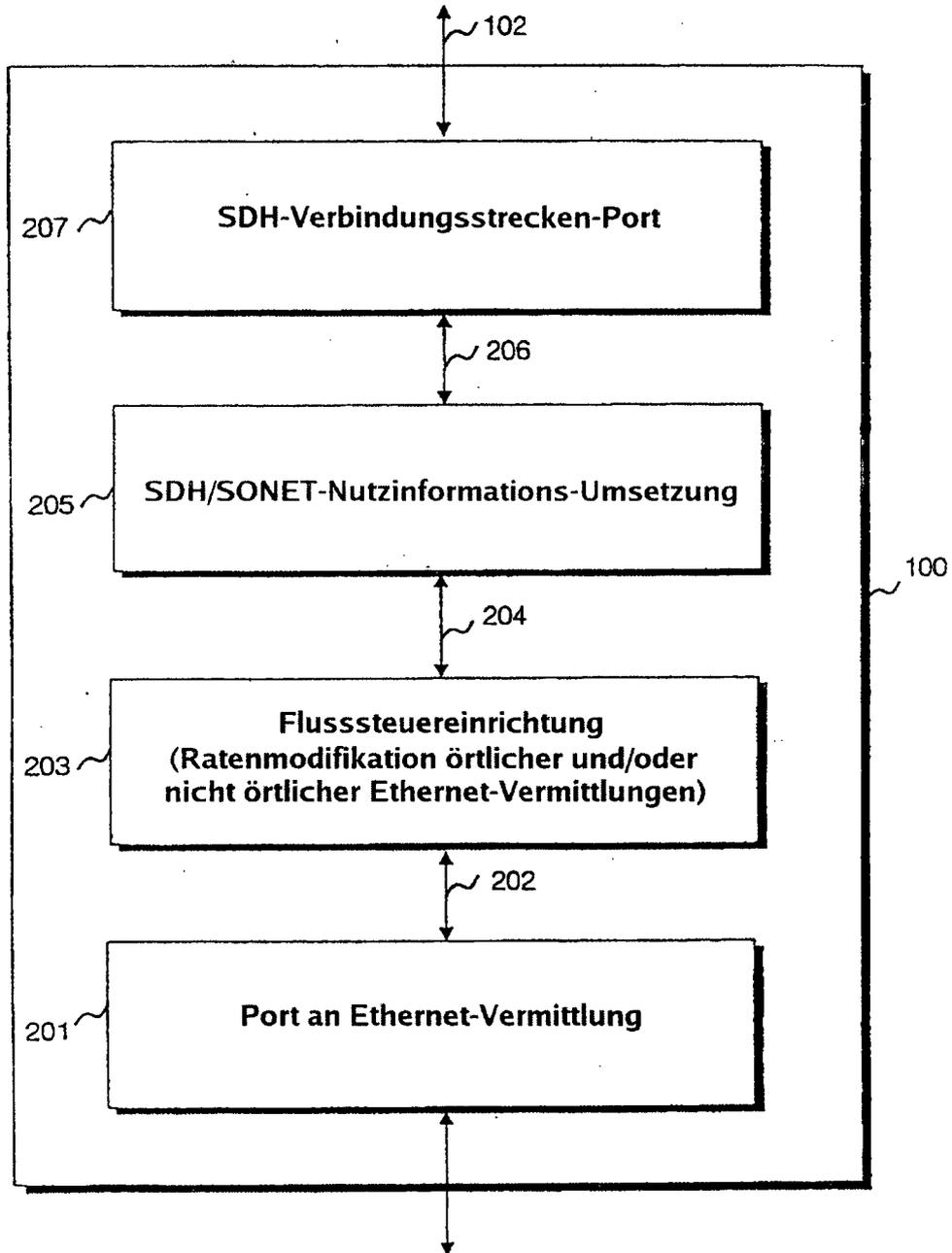


Fig. 2

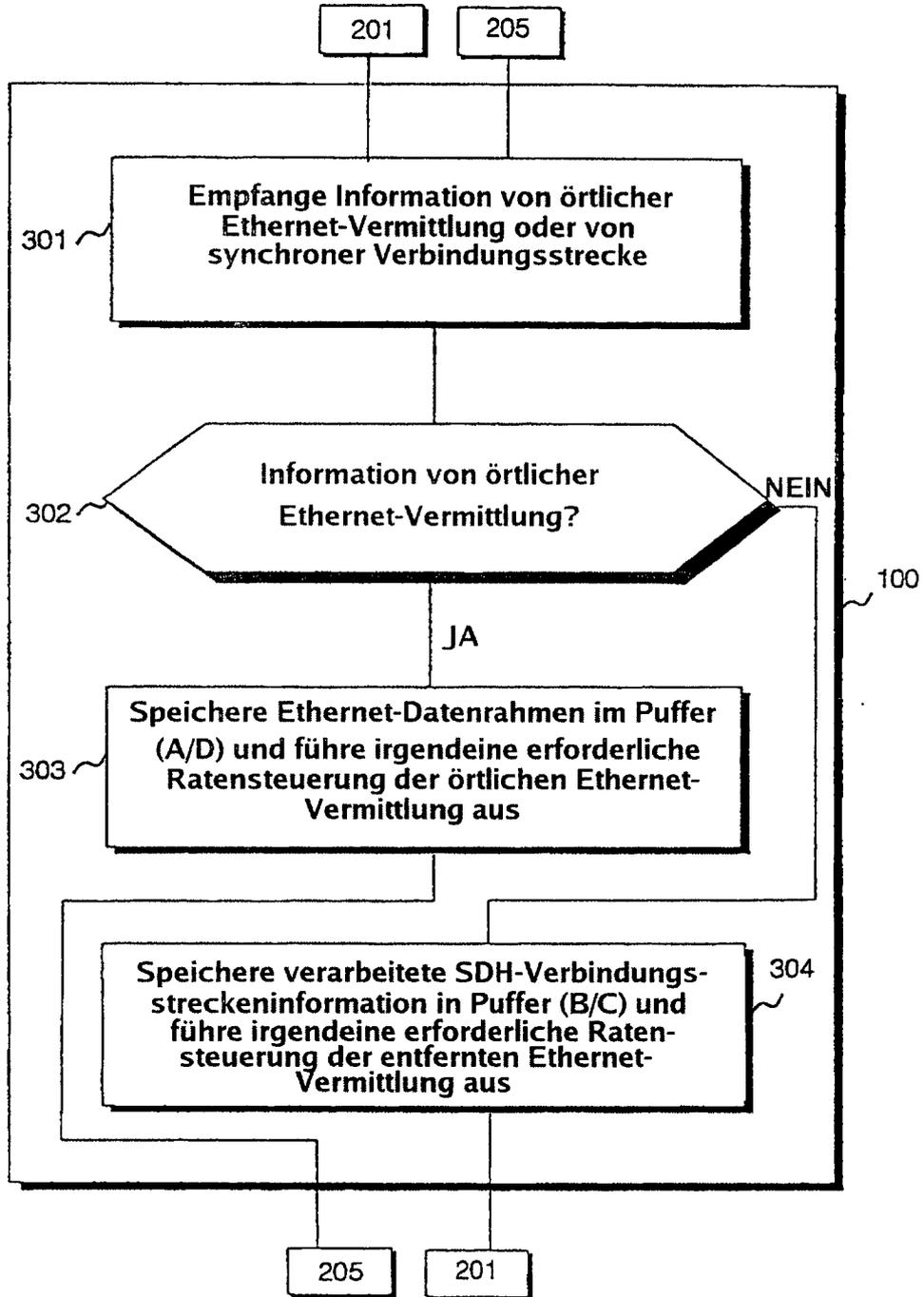


Fig. 3

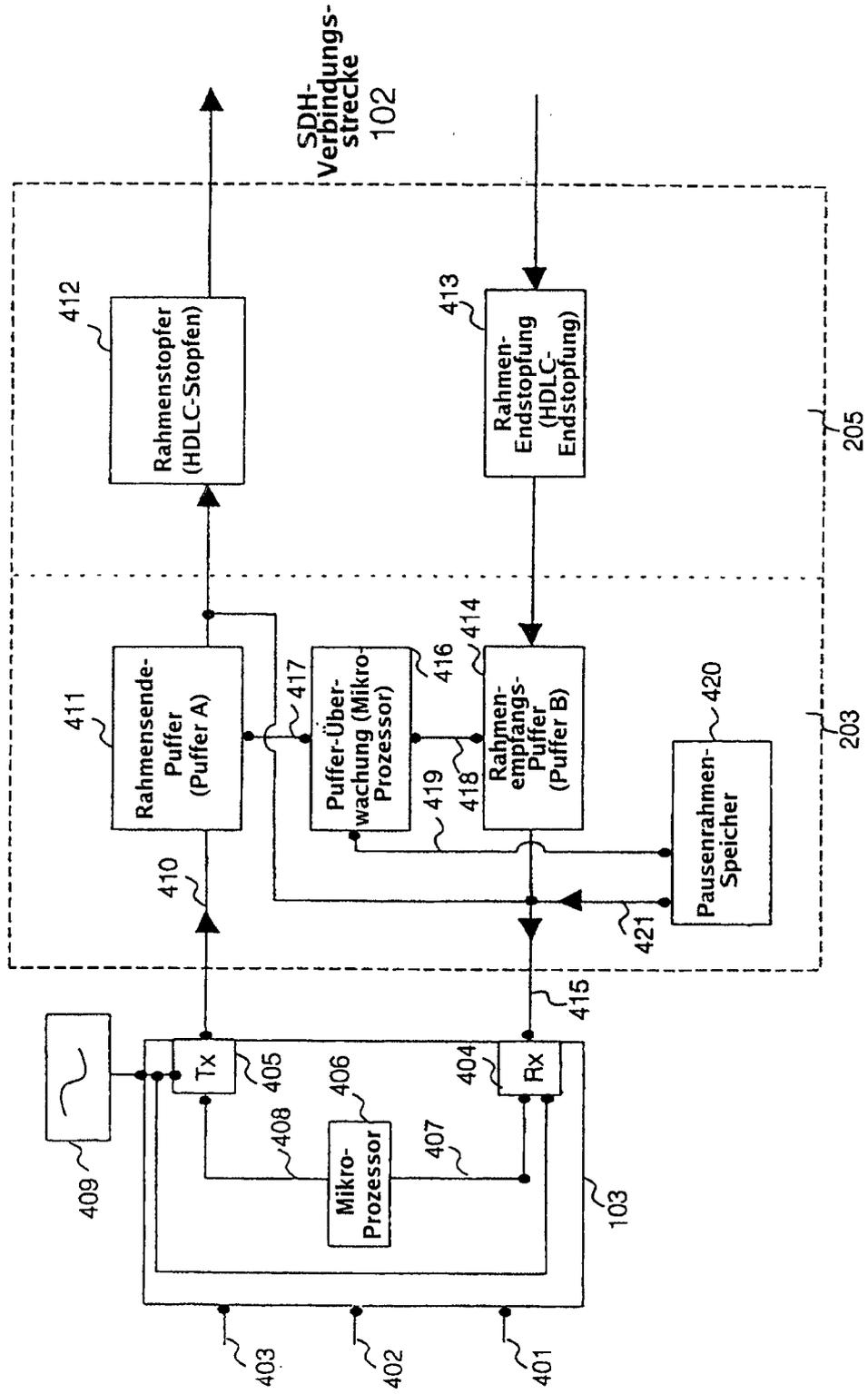


Fig. 4

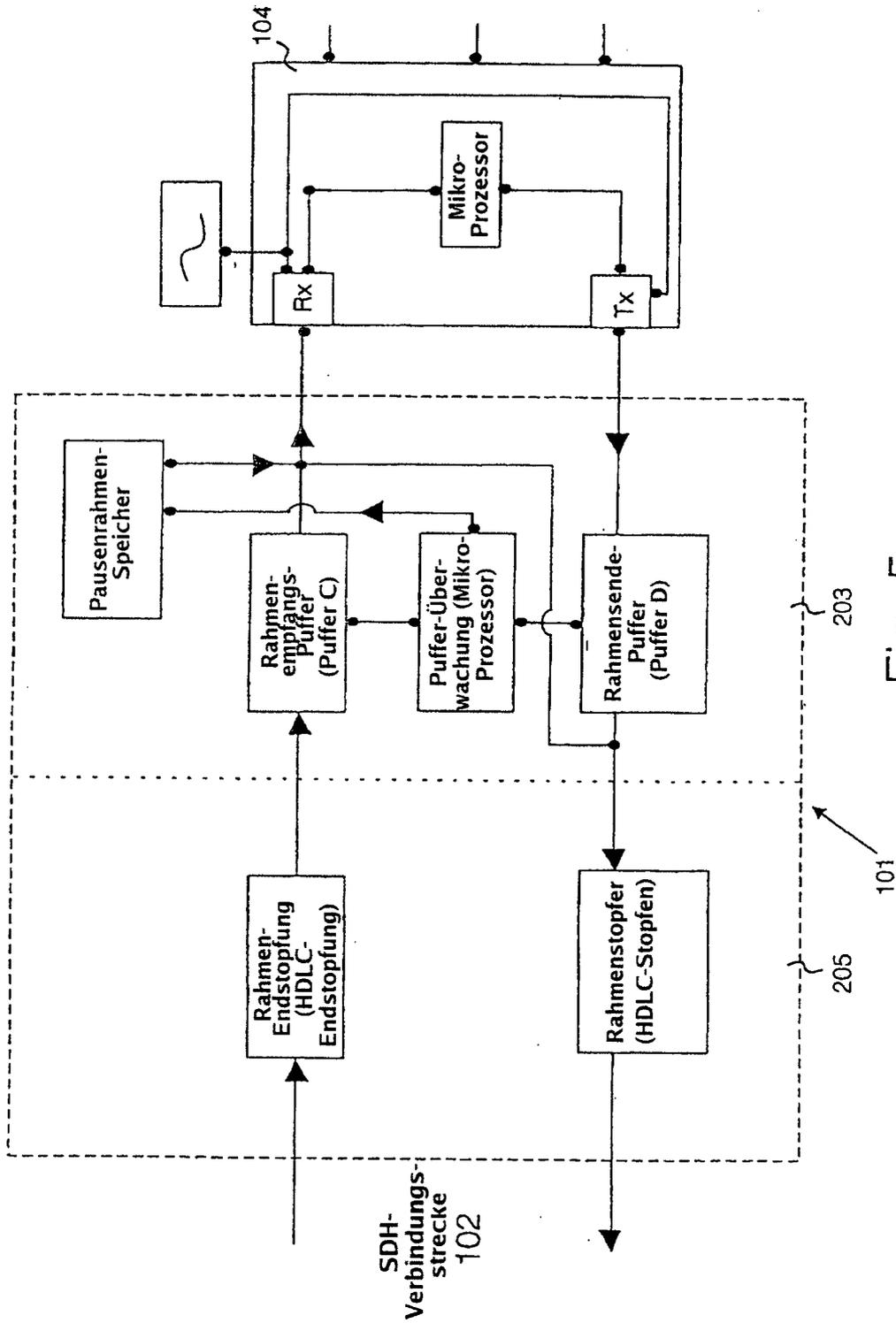


Fig. 5

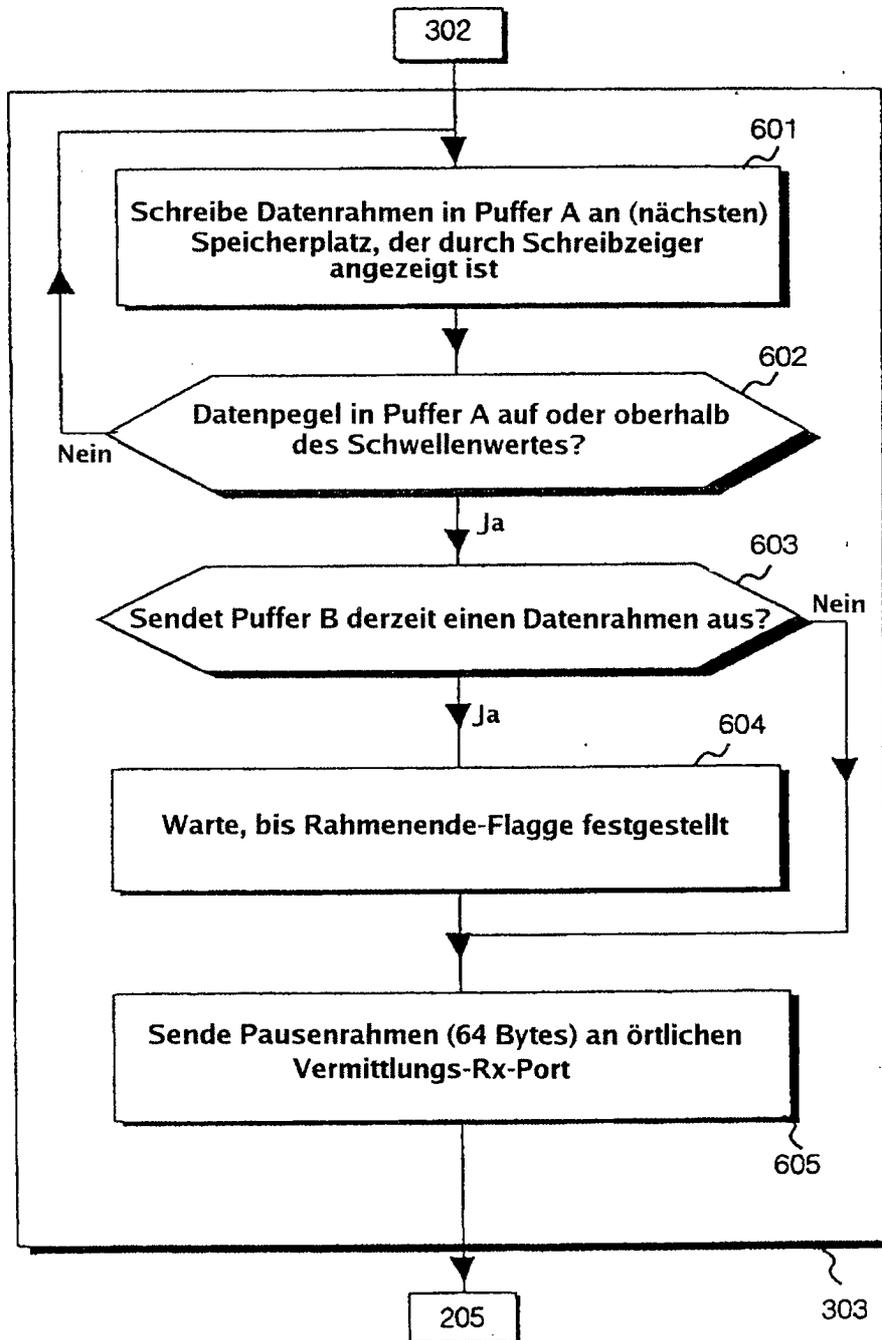


Fig. 6

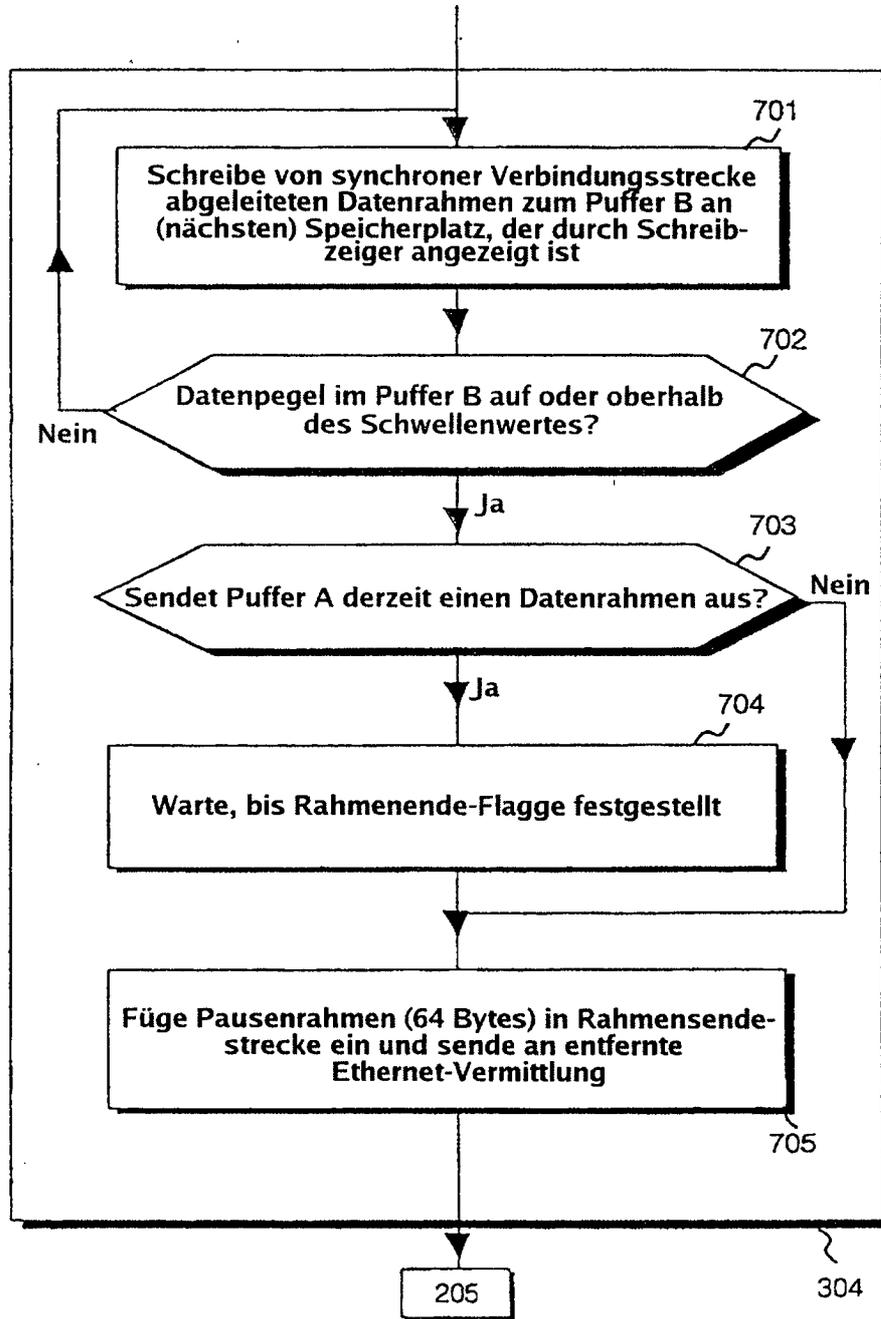


Fig. 7

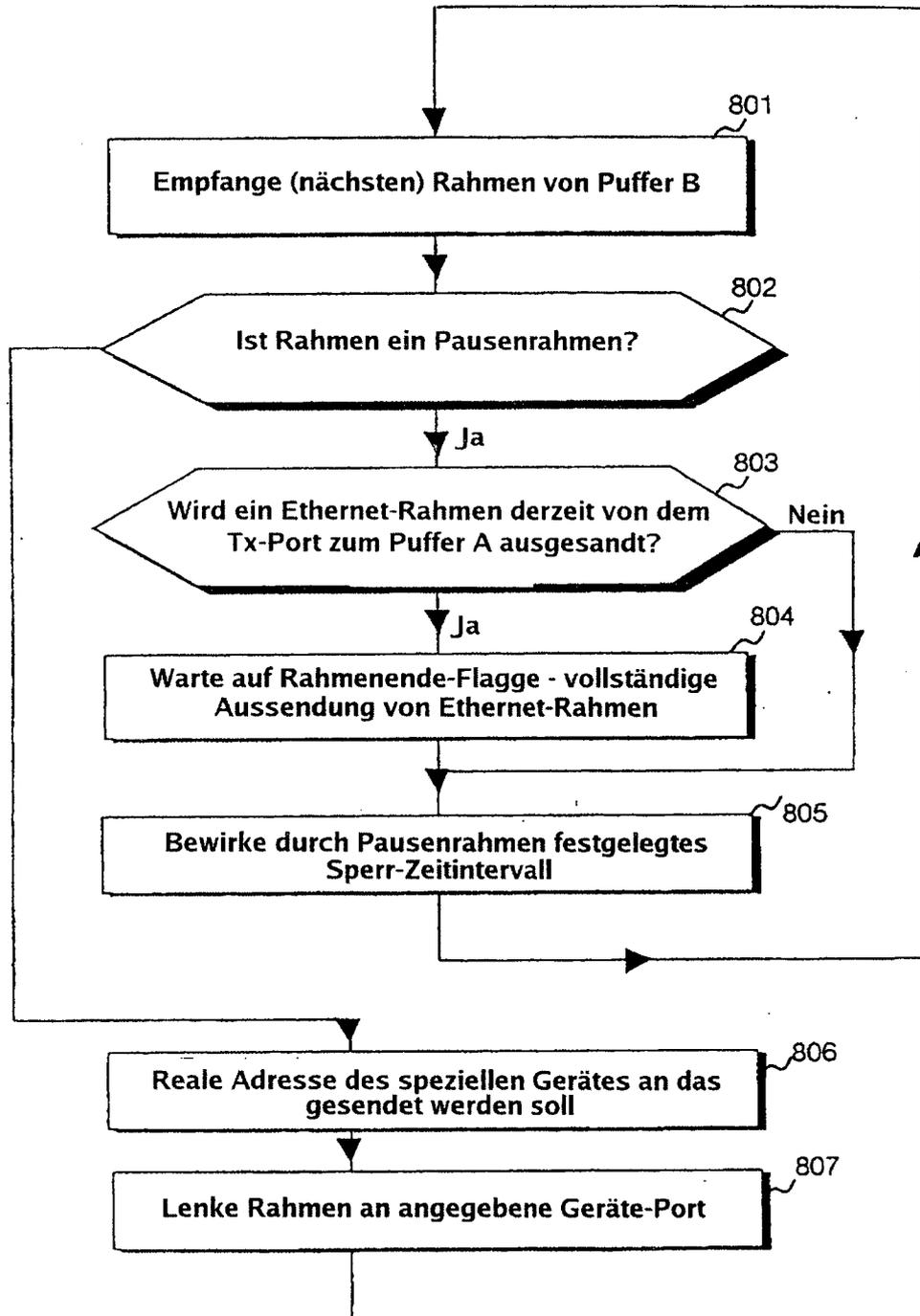


Fig. 8

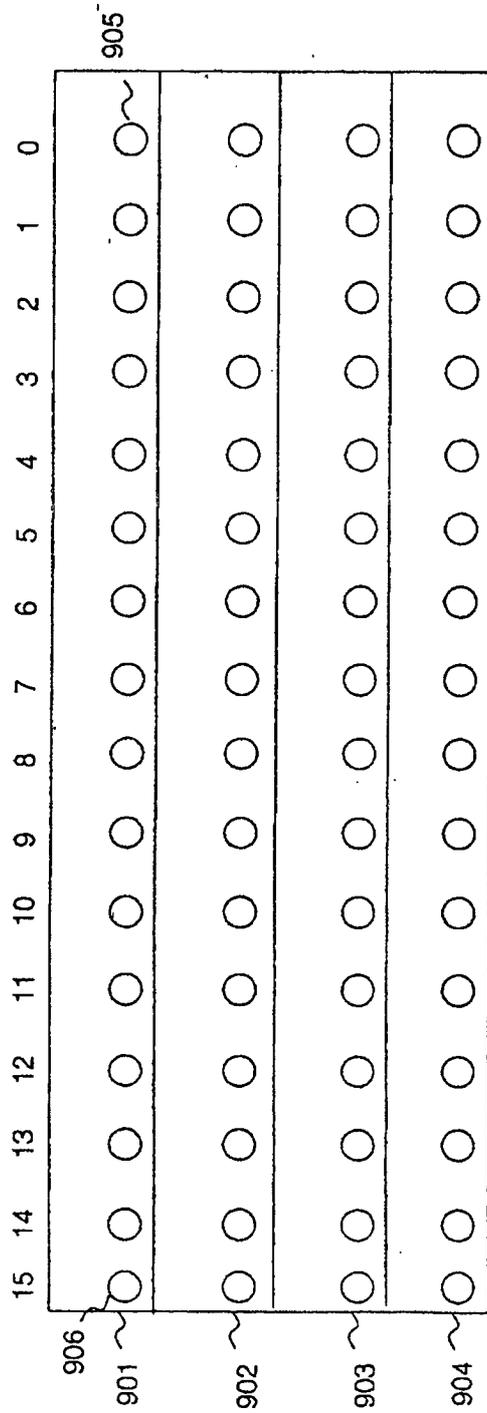


Fig. 9

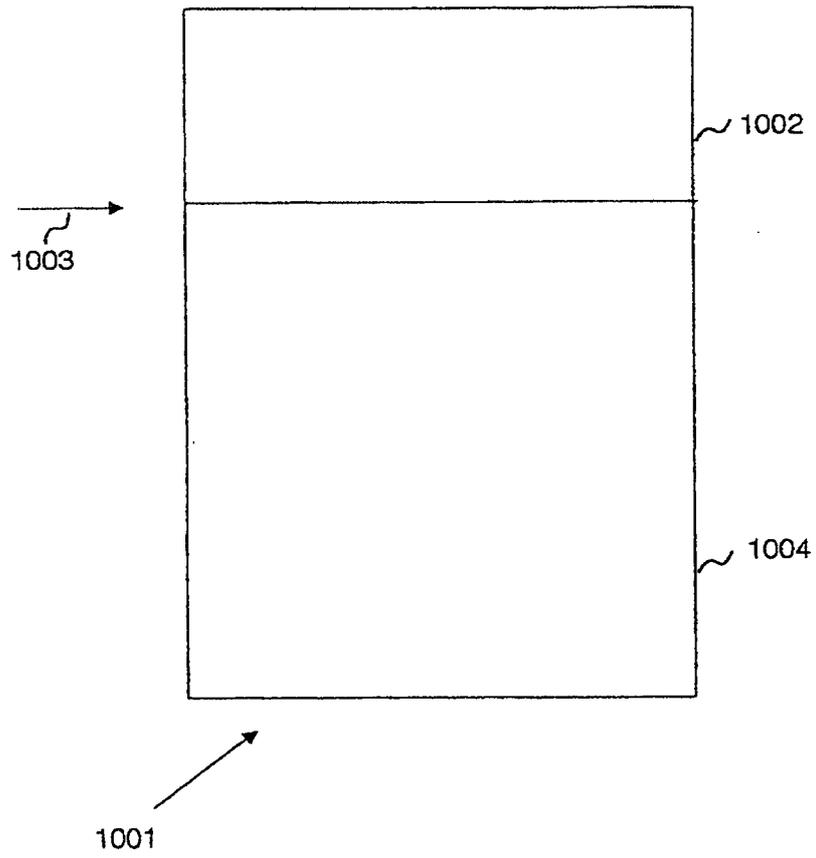


Fig. 10

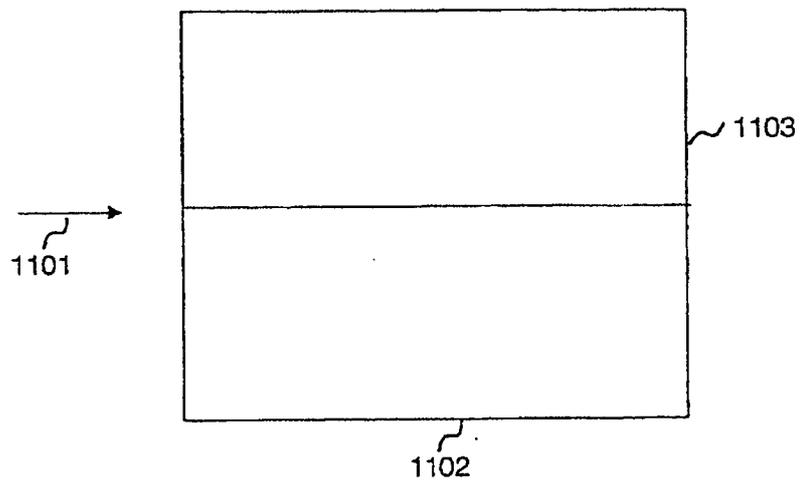


Fig. 11