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

(10) **DE 694 33 293 T2** 2004.09.09

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 642 246 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **694 33 293.3**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **94 113 391.0**
(96) Europäischer Anmeldetag: **26.08.1994**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.03.1995**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **05.11.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.09.2004**

(51) Int Cl.[7]: **H04L 29/06**

(30) Unionspriorität:
22355093 08.09.1993 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, GB

(73) Patentinhaber:
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

(72) Erfinder:
Murayama, Hideki, Kunitachi-shi, Tokyo, JP;
Yoshizawa, Satoshi, Kawasaki-shi, Kanagawa, JP;
Inouchi, Hidenori, Tokorozawa-shi, Saitama, JP;
Aimoto, Takeshi, Sagamihara-shi, Kanagawa, JP;
Hayashi, Takehisa, Sagamihara-shi, Kanagawa, JP; Iwamoto, Hiroshi, Hadano-shi, Kanagawa, JP

(54) Bezeichnung: **Netzwerkübertragungsverfahren für Systeme mit virtuellem Speicher**

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 Erfindung betrifft eine Technik zum Verbessern des Funktionsvermögens eines Netzwerks aus miteinander verbundenen Informationsverarbeitungssystemen wie Computern und dergleichen bei der Übermittlung von Information.
[0002] Die Erfindung betrifft insbesondere eine Technik zur Hochgeschwindigkeitsverarbeitung bei der Übermittlung von Information in einem Netzwerk miteinander verbundener Computersysteme oder anderer derartiger Informationsverarbeitungssysteme, die mit einem virtuellen Speicher versehen sind.

Hintergrund der Erfindung

[0003] Einhergehend mit dem weit verbreiteten Gebrauch von Nahbereichs-Netzwerken in den letzten Jahren wird nun in weitem Umfang ein verteiltes System verwendet, um auf mehreren Maschinen gleichzeitig eine Verarbeitung auszuführen, die nicht mit einer einzelnen WS (Workstation) ausgeführt werden könnte. Dank des Erscheinens von Hochgeschwindigkeits-Netzwerkmedien wie optischen Fasern und dergleichen haben sich die Ansprechzeit und der Durchsatz in der Netzwerkschicht bemerkenswert verbessert. Daher wird es möglich, selbst für Verarbeitungsvorgänge, die bisher nicht mit diesem System ausgeführt werden konnten, eine dezentralisierte Verarbeitung zu verwenden.
[0004] Ein Mehrcomputersystem ist ein solches, bei dem mehrere Netzwerkcomputer über ein Netzwerk miteinander verbunden sind, und das die Verarbeitung gleichzeitig ausführt. Netzwerkcomputer führen eine parallele Verarbeitung aus, während sie Meldungen über das Netzwerk übertragen. Bei einem Mehrcomputersystem sind Ressourcen dezentralisiert, um das Auftreten von Flaschenhälsen zu verhindern, die sich aus der Konzentration der Ressourcen ergeben. Da die Ressourcen bei einem Mehrcomputersystem dezentralisiert sind, tritt häufig eine Übermittlung von Meldungen, nach Bedarf, auf, um Ressourcen zwischen Computern auszutauschen. Um den Systemdurchsatz zu verbessern, ist es daher wesentlich, den Softwareoverhead bei der Übermittlung von Meldungen zu verringern.
[0005] Ein Hauptteil des Overheads in der Verarbeitung der Übermittlungssoftware ist die Datenkopierverarbeitung. Die Gründe, die eine Datenkopierverarbeitung erforderlich machen, sind für die Sende- und die Empfangsseite verschieden. Unten werden Faktoren angegeben, die ein Kopieren von Daten auf der Sende- und der Empfangsseite erforderlich machen.
[0006] Auf der Sendeseite sind Kopien aus den folgenden Gründen erforderlich:

(1) Die zu sendenden Daten müssen dauernd in einem Bereich existieren, in dem der Hauptspeicher existiert.

(2) Es muss ein asynchroner Betrieb ausgeführt werden, durch den die Verarbeitung ohne Blockaden ausgeführt wird.

[0007] Im Fall des Punkts (1) können die Benutzerdaten nicht durch DMA (direkter Speicherzugriff (eine Prozedur, um direkten Zugriff auf einen Speicher für Daten-Eingabe/Ausgabe(I/O)-Prozesse zu erlangen) übertragen werden, solange sie nicht im Hauptspeicher existieren, wenn der Sendevorgang durch den Netzwerkadapter ausgeführt wird. Um zu gewährleisten, dass die zu sendenden Daten dauernd im Hauptspeicher existieren, ist es erforderlich, die Daten aus einem Benutzerdatenraum zu kopieren, der in den OS(Betriebssystem)-Raumbereich ausgelagert sein kann, in dem der Hauptspeicher dauernd existiert und kein Auslagern auftritt.
[0008] Um den asynchronen Betrieb gemäß dem obigen Punkt (2) auszuführen, muss der Benutzerdatenbereich so geschützt werden, dass die Datenkopie nicht beseitigt wird.
[0009] Ferner sind auf der Empfangsseite Kopien aus den folgenden Gründen erforderlich:

(1) Der Datenempfangsbereich muss dauernd im Hauptspeicher existieren.

(2) Die Empfangsadresse wird durch einen Empfangssystemaufruf mitgeteilt.

[0010] Im Fall des Punkts (1) können die Benutzerdaten nicht durch die DMA-Verarbeitung übertragen werden, solange nicht der Datenbereich im OS-Raumbereich existiert, in dem dauernd der Hauptspeicher existiert, wenn der Sendevorgang durch den Netzwerkadapter ausgeführt wird. Der Punkt (2) rührt aus der Tatsache her, dass das Übertragungsziel (die Empfangsadresse) instabil oder unbestimmt ist, wenn die empfangenen Daten eintreffen, da es nicht gewährleistet ist, dass der Empfangssystemaufruf früher als das Eintreffen der Daten ausgegeben wird.
[0011] Betreffend Untersuchungen an Hochgeschwindigkeits-Kommunikationsmechanismen wurde auf dem im Mai 1993 abgehaltenen Parallel Processing Symposium JSPP '93 ein Beitrag "The Effect of Message Communication on Performance in a Distributed-Memory and the Effectiveness of Direct Message Reception" er-

bracht, der eine Direktmeldungs-Kommunikationseinrichtung vorschlägt. Obwohl dieser Beitrag beschreibt, dass eine Empfangsadresse zum Meldungskopf hinzugefügt werden sollte, gibt er nicht an, wie die Datenkopierverarbeitung verhindert oder überflüssig gemacht werden sollte.

[0012] Um die Adresse auf der Empfangsseite direkt zu spezifizieren, muss sie dort früher als auf der Sendeseite bekannt sein. Um dies zu bewerkstelligen, ist eine frühere, getrennte, vorgegebene Mitteilung erforderlich. Wenn diese frühere Übermittlung unter Verwendung eines herkömmlichen Verfahrens erfolgt, ist es unmöglich, den Overhead der Kommunikationsverarbeitung zu verringern.

[0013] D. h., dass die Empfangsadresse der Benutzerdaten, an die die empfangenen Daten weiterzuleiten sind, nicht spezifiziert werden kann, solange nicht die auf Hardwarebasis erfolgende Übertragung der empfangenen Daten an den Hauptspeicher abgeschlossen ist.

[0014] Infolgedessen müssen eintreffende empfangene Daten als Erstes in den OS-Raumbereich, der dauernd im Hauptspeicher existiert, verschoben werden, bevor die Daten kopiert oder auf andere Weise verarbeitet werden, um die Daten zur Zielanwendung zu leiten.

[0015] Der Verarbeitungsumfang, wie er beim Kopieren dieser Daten anfällt, steigt proportional zur Datenmenge an. Derzeit sind derartige Datenkopieroperationen für einen großen Anteil der Datentransportoperationen verantwortlich, und dies wurde zu einem Hauptproblem hinsichtlich des Implementierens von Hochgeschwindigkeits-Datenkommunikation.

[0016] WO 84/03192 offenbart ein Verfahren zum Übermitteln von Datenpaketen über ein Netzwerk von Computern, von denen jeder eine Netzwerkschnittstelle verfügt. Die Netzwerkschnittstelle speichert empfangene Paketen in einem Pufferregister, wenn Zieladressen in den Paketen zu irgendeiner einer Anzahl von in einer Liste aufbewahrter Adressen passt. Paketierungsdaten werden durch direkten Speicherzugriff vom Pufferregister an einen Empfangspuffer im Speicher des Computers übertragen. Eine Zuweisung eines Empfangspuffers zu einem empfangenen Paket erfolgt durch einen Assoziativspeicher, der für jede akzeptierbare Zieladresse eines empfangenen Pakets einen Code ("Portnummer") enthält, der als Bezug auf einen zugeordneten Empfangspuffer verwendet wird.

[0017] WO 93/09627 offenbart eine Vorrichtung zum Verschlüsseln und Entschlüsseln von Daten, die durch Netzwerkcomputer über eine Netzwerk gesendet oder empfangen werden, wobei ein Sicherheitsschlüssel verwendet wird. EP-A-459 758 offenbart einen als FIFO-Speicher konfigurierten Pufferspeicher zum Puffern von Paketdaten, wie sie zwischen einem Netzwerk und einem Systemspeicher eines Computers übertragen werden. Der Artikel "A Kernel for High-Performance Multicast Communications" von J. Gait in IEEE Transactions on Computers, Vol. 38, No. 2, Feb. 1989, Seiten 218 bis 226 offenbart ein Mehrprozessor-Netzwerk, bei dem die Prozessoren Meldungen austauschen. Die Meldungen werden in einem virtuellen Speichersystem in verketteten Meldungsschlangen aufrecht erhalten, was es ermöglicht, Speicherseiten mit den in der Schlange stehenden Meldungen entweder auf Benutzerprozess-Speicherraum oder Kernel-Speicherraum abzubilden, um so ein überflüssiges Kopieren der Meldungen zu vermeiden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0018] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Übermitteln von Information zwischen Netzwerkcomputern zu schaffen, mit dem von einem Netzwerkcomputer gesendete Paketdaten effizient an einen Benutzerdatenbereich in einem anderen Netzwerkcomputer übertragen werden können.

[0019] Diese Aufgabe ist durch das im Anspruch 1 dargelegte Verfahren gelöst. Die Unteransprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung gerichtet.

[0020] Eine Ausführungsform der Erfindung ermöglicht es, empfangene Daten direkt an den Benutzerdatenbereich zu übertragen, wodurch das Erfordernis beseitigt wird, Datenkopieroperationen auszuführen.

[0021] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ermöglicht es, einen Satz von Daten, der sich über mehrere empfangene Pakete erstreckt, dadurch in einem einzelnen, zusammenhängenden Bereich zu empfangen, dass die empfangenen Pakete in den Bereich übertragen werden, der in zwei oder mehr Teile unterteilt ist.

[0022] Wie im Fall vorhandener Kommunikationsoperationen (wie TCP/IP, ein gut bekanntes Kommunikationsprotokoll) wird bei der Erfindung eine virtuelle Schaltungskennung (Port-ID) eingestellt, die von der Empfangs- und der Sendeseite verwendet wird. Auf der Sendeseite wird die Kennung (Port-ID) für einen Sendevorgang eingestellt, und auf der Empfangsseite wird eine Adresse in einem Empfangsbereich, entsprechend der Kennung, eingestellt und auf Grundlage der Kennung in eine Hardware-Empfangabereichsadresse gewandelt, woraufhin die Übertragung der Daten erfolgt, so dass Daten direkt, ohne überflüssige Kommunikationsverarbeitung, an einen gewünschten Bereich geliefert werden.

[0023] Bei der Erfindung werden Pakete jeweils mit Empfangsbereich-Zuweisungsinformation (Port-ID) versehen, um den Bereich anzuzeigen, in dem das Paket zu empfangen ist. Bei einer Ausführungsform sind sie auch mit Aufteilungsinformation zum Aufteilen des Pakets versehen.

[0024] Das die Empfangsseite des Netzwerks bildende Informationsverarbeitungssystem nimmt auf eine Port-Tabelle und Umwandlungstabellen Bezug, mit denen das empfangsseitige System vorab versehen wird,

um den Empfangsbereich im Hauptspeicher zu spezifizieren, der der Empfangsbereich-Zuweisungsinformation (Port-ID) entspricht. Das Informationsverarbeitungssystem unterteilt ein empfangenes Paket entsprechend der Paketaufteilungsinformation, falls erforderlich.

[0025] Der Bereich, der die im Paket enthaltenen Daten empfangen soll, wird aus der Port-Tabelle und den Umwandlungstabellen bestimmt, und es wird DMA dazu verwendet, die Paketdaten an den so bestimmten Bereich zu übertragen.

[0026] So ist durch die Erfindung eine billige Art und Weise geschaffen, gemäß der eine Hochgeschwindigkeits-Netzwerkkommunikation von Daten zwischen Anwendungsprozessen realisiert werden kann, die keine Datenkopieroperationen durch den Prozessor auf der Empfangsseite beinhaltet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0027] **Fig.** 1(a) ist ein Blockdiagramm eines "Dynamic Link Allocation (DLA)"-Systems.

[0028] **Fig.** 1(b) ist ein Blockdiagramm zur Entsprechung zwischen dem Datenbereich und einer physikalischen Adresse.

[0029] **Fig.** 2 ist ein Blockdiagramm eines Computer-Netzwerksystems.

[0030] **Fig.** 3(a) ist ein Diagramm eines Datenpakets gemäß dem Stand der Technik.

[0031] **Fig.** 3(b) ist ein Diagramm eines Datenpakets, das gemäß der Erfindung gesendet wird.

[0032] **Fig.** 4 ist ein Flussdiagramm von Sendesoftware-Prozessoperationen.

[0033] **Fig.** 5 ist ein Flussdiagramm der Sendeoperation des Netzwerkadapters.

[0034] **Fig.** 6 ist ein Flussdiagramm einer Empfangssoftware-Vorverarbeitung.

[0035] **Fig.** 7 ist ein Flussdiagramm der Empfangsoperation des Netzwerkadapters.

[0036] **Fig.** 8 ist ein Flussdiagramm einer Empfangssoftware-Nachverarbeitung.

[0037] **Fig.** 9 ist ein Flussdiagramm des Empfangs-Anwendungsprozesses.

[0038] **Fig.** 10 ist ein Blockdiagramm eines Interrupts betreffend das letzte Paket.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0039] Die Grundkonzepte der Erfindung werden nun vor einer detaillierten Erörterung der Ausführungsformen offenbart.

[0040] Einer der Gründe, die Datenkopieroperationen im Stand der Technik erforderlich machen, besteht darin, dass eine asynchrone Operation ausgeführt werden muss, durch die die Verarbeitung vorgenommen wird, ohne dass eine Sperre auf der Sendeseite vorgenommen wird.

[0041] Um die asynchrone Operation beim Stand der Technik auszuführen, muss der Datenbereich geschützt werden, und die Datenkopie kann nicht beseitigt werden. Um eine Technik zu schaffen, die frei von einem Kopieren von Daten ist, muss daher eine synchrone Operation ausgeführt werden. Um eine synchrone Operation ohne Änderung der aktuellen API (Application Programming Interface) zu realisieren, wird daher ein Prozess vom Typ mit synchroner Sperrung verwendet, der das Ende des Sendesystemaufrufs bis zum Abschluss der Datenübertragung aufhebt. Es verbleibt jedoch die Wahrscheinlichkeit, dass durch den Prozess vom Typ mit synchroner Sperre der Parallelbetrieb zu opfern sein könnte. Daher wird unten die Verwendung einer neuartigen API vom synchron arbeitenden Typ ohne Sperrung angegeben, der eine synchrone Operation ausführt, jedoch nicht dazu führt, dass der Prozess gesperrt wird. Merkmale eines Prozesses vom synchron arbeitenden Typ mit Sperrung und des Prozesses vom synchron arbeitenden Typ ohne Sperrung sind in der folgenden Tabelle 1 angegeben.

TABELLE 1
Merkmale einer API vom synchron arbeitenden Typ mit Sperrung und einer API vom synchron arbeitenden Typ ohne Sperrung

Punkt	synchron arbeitender Typ mit Sperrung	synchron arbeitender Typ ohne Sperrung
Operation	Systemaufruf-Rückanworten erst nach Abschluss der Datenübertragung senden.	Systemaufruf-Rückantworten senden ohne auf das Ende der Datenübertragung zu warten.
Merkmal	Es ist keine Datenkopierverarbeitung erforderlich. Die API muss nicht geändert werden.	Es ist keine Datenkopierverarbeitung erforderlich. Asynchroner Betrieb der Anwendung ist möglich.
Kommentar	Asynchroner Betrieb der Anwendung ist unmöglich.	Neuartige API ist erforderlich. Nachdem der Systemaufruf bestätigt hat, dass das Sendeende erfolgreich ist, kann der zum Senden verwendete Bereich wiederverwendet werden.

[0042] Um die Erfordernisse zu schaffen, für die Datenkopieroperationen auf der Empfangsseite erforderlich sind, muss auch die unten genannte API geändert werden. Die Änderungen sind: (1) Zusatz zur API (Vorabzuweisung des Empfangsbereichs), zum Informieren der Kommunikationssoftware über die Adresse des Empfangsbereichs vor dem Eintreffen der Daten hinzufügen, und (2) der Empfangsbereich wird zum Bereich gemacht, in dem der Hauptspeicher dauernd existiert, während die Vorabzuweisung des Empfangsbereichs verarbeitet wird.

[0043] Dank des Hinzufügens der oben genannten API wird die Grundoperation der Empfangsverarbeitung die unten beschriebene:

(1) Es wird eine Verbindung aufgebaut.
(2) Der Empfangsbereich wird vorab zugewiesen.
(3) Es wird ein Empfangssystemaufruf ausgegeben.
(4) Der Empfangsbereich wird in Vorbereitung für den nächsten Empfang geöffnet.
(5) Danach werden (3) und (4) wiederholt.

[0044] Der Punkt (2) muss vor dem Eintreffen der Daten ausgeführt werden, und er sollte vorzugsweise bei der Verarbeitung (1) ausgeführt werden. Das Hinzufügen der oben genannten API ermöglicht es, eine Empfangsverarbeitung ohne ein Kopieren von Daten zu realisieren. Die API kann auf eine Anzahl von Arten modifiziert werden.

[0045] Unten sind die Erfordernisse für die zusätzliche Hardware beschrieben, die das Kommunikationssystem ohne Kopieren von Daten ausführt, wenn die Software die oben genannten Grunderfordernisse der API zufriedenstellend abarbeitet. Um eine Übermittlung ohne Kopieren auszuführen, ist es wesentlich, die DMA,

die die Daten in den Hauptspeicher entsprechend Daten überträgt, die den Datenbereich auf der Empfangsseite des Pakets spezifizieren, mit einer Hardware-Demultiplexfunktion zu versehen. In der Praxis müssen jedoch auch die folgenden Probleme gelöst werden, wenn es versucht wird, eine virtuelle Speichermaschine mit einer Mehrprogrammumgebung zu realisieren:

(1) Fehler im Prozess dürfen die anderen Prozesse nicht schädigen (Schutz).

(2) Daten müssen in einen Bereich mit zusammenhängenden virtuellen Adressen (ein Zusammenhängen physikalischer Adressen ist nicht garantiert) übertragen werden.

[0046] Gemäß dem Punkt (1) werden die Daten vom Netzwerk dank der Technik ohne Kopieren von Daten direkt an den Empfangsbereichs des Benutzers übertragen. Ohne die Schutzfunktion können jedoch einer inkorrekten Einstellung auf der Sendeseite Inhalte in einem anderen Benutzerbereich oder einem Systembereich zerstört werden. Daher ist es erforderlich, einen Mechanismus zur Hardware-Sicherheitsprüfung bereitzustellen.

[0047] Gemäß dem Punkt (2) verwaltet die virtuelle Speichermaschine den Hauptspeicherbereich mit einer Seite als Einheit. Daher ist es gewährleistet, dass der vom Benutzer angeforderte Empfangsbereich im Raum virtueller Adressen ein zusammenhängender Bereich ist. Im Raum physikalischer Adressen, wo der Hauptspeicher dauernd existiert, ist daher der zusammenhängende Bereich in Seiten unterteilt. Unten ist ein System zum Unterstützen einer Übermittlung ohne Kopien mit Schutzfunktion und einer Funktion zum übertragen der Daten in physikalisch nicht zusammenhängende Bereiche angegeben.

[0048] Als Hardwarezusatz zum Lösen der oben genannten Probleme wird ein DLA(Dynamic Link Allocation)-System verwendet. Das DLA-System zeigt die folgenden Merkmale:

(1) Um die Datenkopierverarbeitung zu beseitigen, werden Pakete direkt an den Bereich des empfangenen Prozessors übertragen. (2) Ein Sicherheitsschlüssel wird unter Verwendung der Hardware geprüft, die für den Schutz zwischen den Prozessen sorgt.

(3) Für den Hauptspeicher werden eine Empfangsbereichszuweisungs-Auswahlinformationstabelle (Port-Tabelle) und eine Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabelle (Adressen-Umwandlungstabelle) bereitgestellt, um die Einschränkungen hinsichtlich des Sicherheitsschlüssels und der Anzahl der Ports zu lockern.

(4) Ein Pufferspeicher für Empfangsdaten wird auf der Empfangsseite verwaltet (um die Unabhängigkeit zu bewahren).

[0049] Unten sind der Aufbau des DLA-Systems und die Steueroperation für dasselbe angegeben. Die **Fig.** 1(a) veranschaulicht kurz den Hardwareaufbau des DLA-Systems und den zugehörigen Betrieb desselben:

(1) Initialisieren der Elemente der Empfangsbereichszuweisungs-Auswahlinformationstabelle (Port-Tabelle)(**167**) und der Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabelle (Adressen-Umwandlungstabelle)(**164** bis **165**) bei der Vorabzuweisung des Empfangspuffers, und der Benutzerdatenbereich des entsprechenden Ports wird zu einem Bereich gemacht, in dem der Hauptspeicher dauernd existiert.

(2) Die Sendeseite sendet ein Paket, zu dem Information (Port-ID) zum Zuweisen des Empfangsbereichs und ein Sicherheitsschlüssel zu Schutzzwecken hinzugefügt sind. (3) Das Empfangs-DMA-Steuerinformationsregister **111** im Netzwerkadapter auf der Empfangsseite entnimmt entsprechend der Port-ID einen entsprechenden Eintrag aus der Informationsbereichszuweisungs-Auswahlinformationstabelle (Port-Tabelle)(**167**).

(4) Der Schutz wird dadurch geprüft, dass der zum Paket hinzugefügte Sicherheitsschlüssel mit einem Sicherheitsschlüssel des im obigen Punkt (3) entnommenen Inhalts verglichen wird.

(5) Wenn die Schutzprüfung erfolgreich ist, wird eine physikalische Adresse auf der Empfangsseite entsprechend der Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabelle (Adressen-Umwandlungstabelle)(**164** bis **165**) ermittelt, und es erfolgt durch eine DMA-Verarbeitung eine direkte übertragung von Daten an den Benutzerdatenbereich auf der Empfangsseite.

[0050] Unten werden der Schutzmechanismus und der Mechanismus zum Übertragen von Daten an die virtuelle Adresse detailliert beschrieben.

[0051] Der Schutz wird durch die folgende Verarbeitung bewerkstelligt:

(1) Es wird ein Schlüssel ermittelt, der das Zugriffsrecht auf den Kommunikationsbereich beim Senden und Empfangen von Daten spezifiziert.

(2) Die Sendeseite überträgt dadurch ein Paket, dass sie zu ihm den Schlüssel hinzufügt.

(3) Die Empfangsseite prüft den Schlüssel im eingetroffenen Paket und denjenigen im Kommunikationsbereich.

[0052] Wenn keine zusätzliche Hardware vorhanden ist, werden die oben genannten Verarbeitungsvorgänge

durch eine Interruptverarbeitung ausgeführt, was dem Ziel entgegenläuft, den Softwareoverhead zu verringern. Daher ist ein geeigneter Hardwaremechanismus zum Prüfen des Schutzzustands hinzugefügt.

[0053] Bei einem System mit einer Verwaltung des virtuellen Speichers ist es nicht gewährleistet, dass ein zusammenhängender Bereich im Raum virtueller Adressen ein zusammenhängender Bereich im Raum physikalischer Adressen ist. Die **Fig.** 1(b) veranschaulicht die Entsprechung zwischen einem zusammenhängenden Bereich der virtuellen Adressen und dem Raum physikalischer Adressen des Prozessors.

[0054] Wie es in der **Fig.** 1(b) dargestellt ist, ist der Empfangspufferbereich **20** im Raum virtueller Adressen ein zusammenhängender Bereich, jedoch ist er im Raum **30** physikalischer Adressen des Prozessors kein zusammenhängender Bereich. Um die Daten an den Bereich zu übertragen, der im Raum physikalischer Adressen nicht zusammenhängend ist, ist es erforderlich, einen Adressenwandler bereitzustellen, um die Position im Empfangspuffer in den Raum physikalischer Adressen des Prozessors zu wandeln. Daher ist ein Mechanismus bereitgestellt, der eine virtuelle Adresse in eine physikalische Adresse wandelt, wenn die Adresse erhalten wird, um das eingetroffene Paket zu übertragen.

[0055] Im Ergebnis werden die Daten auf die unbeschriebene Weise in einen. Empfangsbereich übertragen, der hinsichtlich der virtuellen Adressen zusammenhängend ist. Vor dem Übertragen des Pakets an den Hauptspeicher wird eine physikalische Adresse zum Empfangen der Daten entsprechend den Daten der Adressen-Umwandlungstabelle ermittelt. Dann werden die Daten durch DMA-Verarbeitung an die auf die obige Weise ermittelte physikalische Adresse zum Empfangen der Daten übertragen. Durch die oben genannte Verarbeitung werden die Daten an einen Datenempfangsbereich übertragen, der physikalisch nicht zusammenhängend ist (an einen Bereich übertragen, der hinsichtlich der virtuellen Adressen zusammenhängend ist).

[0056] Als Nächstes werden nun unter Bezugnahme auf die Zeichnungen detaillierte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben.

[0057] Die **Fig.** 2 zeigt die Konfiguration eines Netzwerkcomputers als Beispiel eines Informationsverarbeitungssystems gemäß der Erfindung, der zum Aufbauen eines Netzwerks verwendet wird. Ein Netzwerk **190** besteht aus mindestens zwei Netzwerkcomputern **100**. Jeder Netzwerkcomputer **100** besteht aus einem Prozessor **130**, einem Hauptspeicher **150** und einem Netzwerkadapter **110**, wobei jedes dieser Bestandselemente mit einem Systembus **180** verbunden ist. Vorzugsweise ist die Systemkonfiguration des Netzwerkcomputers **100** mit einer oder mehreren I/O-Vorrichtungen **140** versehen.

[0058] Der Netzwerkadapter **110** ist mit einem Mehrschlangen-DMA-Controller **120**, einem Kommunikationspuffer (Sende- und Empfangspuffer) **121**, einem Netzwerkkommunikationsabschnitt **118**, einem Empfangs-DMA-Steuerinformationsregister (I/O-Register) **111**, einem Sende-DMA-Steuerinformationsregister **112**, einem Interrupt-Steuerinformationsregister **113**, einem Adapter-Steuerinformationsregister **114**, einem Adaptercontroller **115**, einem Empfangs-DMA-Steuerinformationsselektor **116** und einem DMA-Aufteilungsinformationsregister **117** versehen, die alle durch einen internen Bus **122** miteinander verbunden sind.

[0059] Der Mehrschlangen-DMA-Controller **120** steuert Datenübertragungsvorgänge vom Kommunikationspuffer **121** zum Hauptspeicher **150** (während Empfangsoperationen) auf Grundlage von Information, wie sie im Empfangs-DMA-Steuerinformationsregister (I/O-Register) **111**, im Adapter-Steuerinformationsregister **114** und im Empfangs-DMA-Steuerinformationaselektor **116** aufbewahrt ist, Information, wie sie in vom Netzwerk empfangenen Paketen enthalten ist, und Information, wie sie in der Informationsbereichszuweisungs-Auswahlinformationstabelle (Port-Tabelle) **167** und den Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungatabellen) **164** und **165** im Hauptspeicher **150** enthalten ist. Die Daten werden vom Hauptspeicher **150** auf Grundlage von Information, wie sie im Sende-DMA-Steuerinformationsregister **112**, im Interrupt-Steuerinformationsregister **113** und im Adapter-Steuerinformationsregister **114** aufbewahrt wird, und Information, wie sie in der Bereichszuweisungs-Informationstabelle **166** im Hauptspeicher **150** aufbewahrt wird, vom Hauptspeicher **150** an den Kommunikationspuffer **121** übertragen (während Sendevorgängen), und die Erzeugung kann unter Verwendung elektronischer Bauteile wie verschiedener Typen von z. B. TTL- und CMOS-Bauteilen erfolgen.

[0060] Das Empfangs-DMA-Steuerinformationsregister (I/O-Register) **111** dient zum Aufbewahren steuerungsbezogener Information dazu, wann Daten vom Kommunikationspuffer **121** an den Hauptspeicher **150** übertragen werden. Das Sende-DMA-Steuerinformationsregister **112** dient zum Aufbewahren steuerungsbezogener Information dazu, wann Daten vom Hauptspeicher **150** an den Kommunikationspuffer **121** übertragen werden. Das Interrupt-Steuerinformationsregister **113** dient zum Aufbewahren von Information, die zum Ausführen eines Interrupts verwendet wird, wie bei Abschluss der Datenübertragung zwischen dem Kommunikationspuffer **121** und dem Hauptspeicher **150** oder auf Abschluss anderer vorgegebener Operationen hin. Das Adapter-Steuerinformationsregister **114** dient zum Aufbewahren verschiedener Steuerinformationstypen, wie sie während Operationen des Netzwerkadapters **110** verwendet werden. Die Adaptersteuerungseinrichtung **115** ist eine Einrichtung, durch die der Prozessor **130** den Netzwerkadapter **110** mit Steuerungsinformation zum Steuern von Paketdaten-Übertragungsvorgängen durch DMA versorgt. Der Empfangs-DMA-Steuerinformationsselektor **116** dient zum Zwischenspeichern von Empfangsbereichzuweisungs-Information (Port-ID) **312-b** in einem Paket, um die Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungsta-

bellen)(**164** bis **165**) auszuwählen. Das DMA-Aufteilungsinformationsregister **117** dient zum Zwischenspeichern der Datenlänge und der spezifizierten Anzahl von Bereichen, wie sie in der Sendebereichszuweisungs-Informationstabelle **166** gespeichert sind. Der Netzwerk-Kommunikationsabschnitt **118**, der über ein Eigenadressenregister **119** verfügt, senden den Inhalt des Kommunikationspuffers **121** auf das Netzwerk **190** hinaus, er überwacht Pakete auf dem Netzwerk **190** und er platziert Pakete, die die eigene Adresse enthalten, im Kommunikationspuffer **121**. Jedes dieser Bauteile kann unter Verwendung elektronischer Bauteile hergestellt werden, wie z. B. verschiedener Typen von TTL- und CMOS-Bauteilen.

[0061] Der Kommunikationpuffer **121** dient zum Aufbewahren von Paketen zum Senden über das Netzwerk **190** sowie Paketen, die über das Netzwerk **190** empfangen werden, und er kann ebenfalls aus elektronischen Bauteilen wie z. B. RAM-Bauteilen hergestellt werden. Als Prozessor **130** kann ein zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) verwendet werden, und der Hauptspeicher **150** kann z. B. aus einem RAM aufgebaut werden.

[0062] Die Struktur der im Hauptspeicher **150** gespeicherten Daten erfordert eine Berücksichtigung der Datenstruktur in Zusammenhang mit Empfangsoperationen und der Datenstruktur in Zusammenhang mit Sendeoperationen. Hinsichtlich Empfangsoperationen existieren eine Informationsbereichszuweisungs-Auswahlinformationstabelle (Port-Tabelle) **167**, Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressenumwandlungstabellen) **164** und **165**, Empfangsprotokollinformations-Tabellen **161** und **162** sowie Benutzerdatenbereiche **171** und **172**. Die Benutzerdatenbereiche **171** und **172** werden für den Empfang von Daten durch die Empfangsseite gespeichert. Die Empfangsprotokollinformations-Tabellen **161**, **162** sind in Bereichen zur Übertragung von Protokollinformation, wie während Kommunikationsvorgängen erforderlich, gespeichert. Während Kommunikationsvorgängen erforderliche Protokollinformation ist z. B. Information zum Spezifizieren von Empfangsprozeduren. Zu Information der Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungstabellen) **164**, **165** gehört beim Übertragen von (eintreffenden) Paketen verwendete Steuerinformation, wie z. B. Adresseninformation betreffend die Benutzerdatenbereiche **171**, **172** und die Empfangsprotokollinformations-Tabellen **161**, **162**. Auf mehrere Benutzerdaten zeigende Information kann auch mittels der Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungstabellen) **164**, **165** aufrecht erhalten werden.

[0063] Hinsichtlich der **Fig.** 2 dient die Informationsbereichszuweisungs-Auswahlinformationstabelle (Port-Tabelle) **167** im Hauptspeicher **150** zum Auswählen, welche der Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungstabellen) **164**, **165** auf Grundlage eines Hinweises durch die unten beschriebene Netzwerk-Paketempfangsbereichszuweisungs-Information (Port-ID) **312-b** auszuwählen sind.

[0064] Hinsichtlich Sendeoperationen existieren eine Sendebereichszuweisungs-Informationstabelle **166**, eine Sendeprotokollinformations-Tabelle **163** und ein Benutzerdatenbereich. Der Benutzerdatenbereich **173** wird durch die Sendeseite für den Sendevorgang in einem Bereich abgespeichert. Die Sendeprotokollinformations-Tabelle **163** wird in einem Bereich zur Übertragung von während Kommunikations erforderlicher Protokollinformation gespeichert. Zu Beispielen für während Kommunikationsvorgängen erforderlicher Protokollinformation gehört Zielprozeduren spezifizierende Information.

[0065] Information der Sendebereichszuweisungs-Informationstabelle **166** ist Steuerinformation, wie sie erforderlich ist, wenn (herausgehende) Pakete übertragen werden, wie z. B. der Benutzerdatenbereich **173**, die Sendeprotokollinformations-Tabelle **163**, Adresseninformation und Größeninformation. Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungstabellen) **164**, **165** spezifizieren den Übertragungs-Zielbereich für die Empfangsprotokollinformations-Tabellen **161**, **162** und die Benutzerdatenbereiche **171**, **172**, und sie enthalten z. B. Adressen im Hauptspeicher **150**, die Datengröße usw.

[0066] Die Sendebereichszuweisungs-Informationstabelle **166** spezifiziert die Sendeprotokollinformations-Tabelle **163** und den Benutzerdatenbereich **173**, und sie enthält z. B. Adressen im Hauptspeicher **150**, die Datengröße usw. Wie im Fall von Empfangsoperationen können mehrere Sendeprotokollinformations-Tabellen **163** und Benutzerdatenbereiche **173** vorhanden sein.

[0067] Bei dieser Ausführungsform liegen die Benutzerdatenbereiche **171**, **172** und der Benutzerdatenbereich **173** im Benutzerraumbereich **170** innerhalb des Hauptspeichers **150**. Die Informationsbereichszuweisungs-Auswahlinformationstabelle (Port-Tabelle) **167**, die Empfangsprotokollinformations-Tabellen **161**, **162**, die Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungstabellen) **164**, **165**, die Sendebereichszuweisungs-Informationstabelle **166** und die Sendeprotokollinformations-Tabelle **163** liegen im OS-Raumbereich **160**.

[0068] Die **Fig.** 3(a) und die **Fig.** 3(b) zeigen den Aufbau eines Netzwerk-Kommunikationspakets.

[0069] In der **Fig.** 3(a) ist ein herkömmliches Netzwerkpaket dargestellt, das z. B. aus Daten **310-a**, Typinformation **320-a**, einer Quelladresse **321-a** und einer Zieladresse **322-a** besteht. Die Daten **310-a** entsprechen Information, wie sie durch das OS und andere Software verarbeitet wird. Der Typ **320-a** entspricht der Datenlänge oder einer anderen derartigen Information, wie sie für den Netzwerkadapter **110** erforderlich ist, um seine vorgegebene Verarbeitung auszuführen. Die Quelladresse **321-a** ist die Kennung des Netzwerkcomputers, der das Paket geliefert hat. Die Zieladresse **322-a** ist die Kennung des empfangenden Netzwerkcomputers.

[0070] Wie es in der **Fig.** 3(b) dargestellt, verfügt ein Netzwerkpaket gemäß der Erfindung über Daten **310-b**,

Aufteilungsinformation **311-b**, Empfangsbereichszuweisungs-Information **312-b**, Typinformation **320-b**, eine Quelladresse **321-b** und eine Zieladresse **322-b**. Die Daten **310-b**, der Typ **320-b**, die Quelladresse **321-b** und die Zieladresse **322-b** entsprechen dem Datentyp **310-a**, der Typinformation **320-a**, der Quelladresse **321-a** und der Zieladresse **322-a**.

[0071] Auf der Empfangsseite bestehen die Daten **310-b** aus Information entsprechend den Empfangsprotokollinformations-Tabellen **161**, **162** ohne die Empfangsbereichszuweisungs-Information **312-b**, Typinformation **320-b** der Quelladresse **321-b** und der Zieladresse **322-b** sowie Benutzerdaten **171**, **172**.

[0072] Auf der Sendeseite bestehen die Daten **310-b** aus Information entsprechend der Sendeprotokollinformations-Tabelle **163** ohne die Bereichszuweisungsinformation **312-b**, der Typinformation **320-b**, der Quelladresse **321-b** und der Zieladresse **322-b** sowie den Benutzerdaten **173**.

[0073] Die Aufteilungsinformation **311-b** zeigt die Anzahl der Paketaufteilungen und die Länge der aufgeteilten Abschnitte. Es ist zu beachten, dass diese Aufteilungsinformation Information für drei oder mehr Aufteilungen beinhalten kann. Sie kann auch Information enthalten, die, wenn das Paket aufgeteilt ist, anzeigt, welcher der aufgeteilten Abschnitte den Empfangsprotokollinformations-Tabellen **161**, **162** und der Sendeprotokollinformations-Tabelle **163** entspricht und welcher der Abschnitte den Benutzerdatenbereichen **171**, **173** entspricht. Wenn ein Paket in drei oder -mehr Teile aufzuteilen ist, ist es auch bevorzugt, Information einzuschließen, die anzeigt, welcher der aufgeteilten Abschnitte welchem Abschnitt der Benutzerdaten entspricht.

[0074] Die Empfangsbereichszuweisungs-Information **312-b** dient zum Auswählen derjenigen Empfangsbereichszuweisungs-Information (Port-ID), die das Ziel der Daten anzeigt, die von einem Paket zum Hauptspeicher **150** übertragen werden.

[0075] Nun werden Paketsende- und Paketempfangsprozesse beschrieben.

[0076] Der Paketsendeprozess besteht daraus, dass der Benutzerdatenbereich A, **173** und die Sendeprotokollinformations-Tabelle **163** dazu verwendet werden, ein Netzwerkpaket entsprechend der Erfindung, wie es in der **Fig.** 3(b) dargestellt ist, aufzubauen und das Paket an das Netzwerk auszugeben.

[0077] Nun werden die Sendesoftwareverarbeitung und der Betrieb des Netzwerkadapters **110** beschrieben.

[0078] Als Erstes wird unter Bezugnahme auf die **Fig.** 4 eine auf Software basierende Verarbeitung beschrieben, wie sie beim Senden eines Pakets ausgeführt wird. Der Benutzerdatenbereich A, **173** enthält zu sendende Benutzerdaten. In einem Schritt **410** werden Empfangsbereichszuweisungsinformation **312-b**, Typinformation **320-b**, die Quelladresse **321-b** und die Zieladresse **322-b** in die Sendeprotokollinformation **163** eingetragen. Wie oben beschrieben, ist die Empfangsbereichszuweisungs-Information **312-b** eine Kennung (Port-ID) zum Kennzeichnen des Datenempfangsbereichs auf der Empfangsseite. Als Beispiel kann der Typ **320-b** Information sein, die den Typ eines Protokolls einer oberen Ebene anzeigt. Die Quelladresse **321-b** ist die Netzwerkkennung des eigenen Computers, und die Zieladresse **322-b** ist die Kennung des Netzwerkcomputers auf der Empfangsseite. In einem Schritt **420** wird Information, die Information zum Benutzerdatenbereich A, **173** und zur Sendeprotokollinformations-Tabelle **163** spezifiziert, in der Sendebereichszuweisungs-Informationstabelle **166** eingetragen.

[0079] Die Adresse, die Datenlänge usw. im Benutzerdatenbereich **170** sind Beispiele für die eingetragene Information. Zur Information, wie sie in der Sendebereichszuweisungs-Informationstabelle **166** eingetragen wird, gehören die Datenlänge und die spezifizierte Anzahl der Bereiche. Die Information zur Datenlänge und der spezifizierten Anzahl von Bereichen ist eines der Elemente zur Aufteilungsinformation **311-b** im Netzwerkpaket.

[0080] In einem Schritt **430** wird die Information der Sendebereichszuweisungs-Informationstabelle **166** in das Sende-DMA-Steuerinformationsregister **112** eingetragen. Zu in das Sende-DMA-Steuerinformationsregister **112** eingetragener Information gehört die Adresse der Bereiche im Benutzerdatenbereich **170**. In einem Schritt **440** wird eine Operationsaktivierungsmitteilung für die Adaptersteuereinrichtung **115** implementiert. Die obige Abfolge von Prozeduren schließt den Sendeprozess ab.

[0081] Nun wird der Betrieb des Netzwerkadapters **110** beim Senden unter Bezugnahme auf die **Fig.** 5 beschrieben. Die Beschreibung erfolgt unter Bezugnahme auf Operationen folgend auf den Start des Betriebs der Adaptersteuereinrichtung **115** als Ergebnis der Operationsaktivierungsmitteilung.

[0082] In einem Schritt **510** liest der Mehrschlangen-DMA-Controller **120** den Inhalt der Sendebereichszuweisungs-Informationstabelle **166** auf Grundlage der im Sende-DMA-Steuerinformationsregister **112** gespeicherten Information aus und trägt diesen Inhalt in das DMA-Aufteilungsinformationsregister **117** ein.

[0083] In einem Schritt **520** liest der Mehrschlangen-DMA-Controller **120** Information aus dem Benutzerdatenbereich A, **173**, und er sendet die Protokollinformationstabelle **163** entsprechend dem Inhalt der Sendebereichszuweisungs-Informationstabelle **166** im DMA-Aufteilungsinformationsregister **117** an den Kommunikationspuffer **121**.

[0084] In einem Schritt **530** werden die Datenlänge und die spezifizierte Anzahl der Bereiche aus der Sendebereichszuweisungs-Informationstabelle **166** im DMA-Aufteilungsinformationsregister **117** mittels des Mehrschlangen-DMA-Controllers **120** zur Verwendung als Aufteilungsinformation **311-b** ausgelesen.

[0085] In einem Schritt **514** erzeugt der Mehrschlangen-DMA-Controller **120** aus dem Benutzerdatenbereich

A, **173** und anderer Information als der Zieladresse **322-b**, der Quelladresse **321-b**, des Typs **320-b** und der Empfangsbereichszuweisungs-Information (Port-ID) **312-b**, wie sie in der Sendeprotokollinformations-Tabelle **163** aufbewahrt werden, Daten **310-b**, und er erstellt unter Verwendung der Erfindung unter Verwendung der Zieladresse **322-b**, der Quelladresse **321-b**, des Typs **320-b** und der Empfangsbereichszuweisungs-Information (Port-ID) **312-b**, wie sie in der Sendeprotokollinformations-Tabelle **163** aufbewahrt werden, ein Netzwerkpaket gemäß der Erfindung und speichert dies in den Kommunikationspuffer **121** ein. Abschließend wird in einem Schritt **550** das fertiggestellte Netzwerkpaket über den internen Bus **122** mittels des Netzwerk-Kommunikationsabschnitts **111** ausgegeben.

[0086] Nun wird die Paketempfangsprozedur beschrieben. Unter Verwendung einer auf Hardware basierenden Verarbeitung werden die vom Netzwerk **190** empfangenen Datenabschnitte von Paketen direkt an einen Benutzerdaten-Speicherbereich innerhalb des Benutzerraums übertragen, um es dadurch zu ermöglichen, die Daten ohne Datenkopieroperationen an ein Anwendungsprogramm weiterzuleiten.

[0087] Einzelheiten zur Empfangsprozedur werden wie folgt erläutert.

[0088] Empfangsprozeduren werden grob in Folgendes unterteilts Eine Software-Vorverarbeitung, bei der es sich um eine Softwareverarbeitung handelt, wie sie vor dem Eintreffen der Daten ausgeführt wird, Verarbeitung durch den Netzwerkadapter **110** beim Eintreffen von Daten, und Software-Nachverarbeitung, bei der es sich um eine Softwareverarbeitung handelt, wie sie folgend auf das Eintreffen der Daten ausgeführt wird.

[0089] Als Erstes wird die Software-Vorverarbeitung gemäß der **Fig.** 6 beschrieben. Information wird in die Informationsbereichszuweisungs-Auswahlinformationstabelle (Port-Tabelle) **167** und die Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungstabellen) **164**, **165** eingetragen, und der Netzwerkadapter **110** wird informiert. In einem Schritt **610** wird Information betreffend einen Interrupt, wie er bei Abschluss eines Datenempfangs an den Prozessor **130** geliefert wird, in das Interruptsteuerinformations-Register **113** eingetragen. Zu einem Schritt **620** gehört das Erstellen der Entsprechung zwischen Netzwerkpaket-Empfangsbereichszuweisungs-Information (Port-ID) **312-b** und den Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungstabellen)(**164**–**165**) in der Informationsbereichszuweisungs-Auswahlinformationstabelle (Port-Tabelle) **167**.

[0090] Die Informationsbereichszuweisungs-Auswahlinformationstabelle (Port-Tabelle) **167** liegt in Form einer Datentabelle vor, die es ermöglicht, die Empfangsbereichszuweisungs-Information auf Grundlage der Empfangsbereichszuweisungs-Information (Port-ID) **312-b** auszulesen. In einem Schritt **630** werden die Benutzerdatenbereiche (**171**, **172**) und die Empfangsprotokollinformations-Tabellen (**161** bis **162**) in die Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungstabellen)(**164** bis **165**) eingetragen. Zu Beispielen derartig eingetragener Information gehören die Adressen der Benutzerdatenbereiche (**171** bis **172**) und die Empfangsprotokollinformations-Tabellen (**161** bis **162**) sowie die Datengröße. Abschließend wird, in einem Schritt **640**, die Informationsbereichszuweisungs-Auswahlinformationstabelle (Port-Tabelle) **167** in das Empfangs-DMA-Steuerinformationsregister (I/O-Register) **111** eingetragen.

[0091] Entsprechend der Darstellung in der **Fig.** 7 wird nun der Betrieb des Netzwerks **110** vom Abfangen eines Netzwerkpakets bis zum Empfang der Daten beschrieben. In einem Schritt **710** überwacht der Netzwerk-Kommunikationsabschnitt **118** im Netzwerkadapter **110** das Netzwerk **190**, und er nimmt über das Netzwerk **190** übermittelte Netzwerkpakete auf. Als Nächstes geht, in einem Schritt **720**, wenn der Inhalt der Netzwerkpaket-Zieladresse **322-b** mit dem voreingestellten Inhalt des Registers **119** für die eigene Adresse übereinstimmt, der Prozess zu einem Schritt **740** weiter, während er zu einem Schritt **730** verzweigt, wenn die Inhalte nicht übereinstimmen. Im Schritt **730** wird das Netzwerkpaket verworfen und der Prozess wird beendet. Im Fall des Schritts **740** wird das Netzwerkpaket in den Kommunikationspuffer **121** verschoben. In einem Schritt **750** wird der Inhalt der Empfangsbereichszuweisungs-Information (Port-ID) **312-b** im Netzwerkpaket durch den Mehrschlangen-DMA-Controller **120** in die Empfangs-DMA-Steuerinformations-Auswähleinrichtung **116** eingetragen. In einem Schritt **760** wählt der Mehrschlangen-DMA-Controller **120** einen der mehreren Sätze der Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungstabellen) **164**, **165** aus den Inhalten des Empfangs-DMA--Steuerinformationsregister (I/O-Register) **111** und der Empfangs-DMA-Steuerinformations-Auswähleinrichtung **116** aus.

[0092] D. h., dass es zum Prozess gehört, dass auf die Informationsbereichszuweisungs-Auswahlinformationatabelle (Port-Tabelle) **167** entsprechend dem Inhalt der Bereichszuweisungsinformation (Port-ID) **312-b** und einer der Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungstabellen) **164**, **165**, die entsprechend spezifiziert werden, Bezug genommen wird.

[0093] In einem Schritt **770** erhält der Mehrschlangen-DMA-Controller **120** Adresseninformation aus einer ausgewählten der Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungstabellen)(**164**–**165**). In einem Schritt **780** erhält der Mehrschlangen-DMA-Controller **120** Aufteilungsinformation **311-b** aus dem Netzwerkpaket im Kommunikationspuffer **121**. In einem Schritt **785** unterteilt der Mehrschlangen-DMA-Controller **120** den Datenabschnitt des Pakets im Kommunikationspuffer **121** auf Grundlage der Aufteilungsinformation **311-b**.

[0094] D. h., dass die Netzwerkpaketdaten **310-b** auf Grundlage der Aufteilungszahl und der Längeninforma-

tion in der Aufteilungsinformation sowie der Information, die angibt, welcher der aufgeteilten Abschnitte den Empfangsprotokollinformations-Tabellen (**161** bis **162**) entspricht, und welche Abschnitte den Benutzerdatenbereichen (**171** bis **172**) entsprechen, in Empfangsprotokollinformation und Benutzerdaten aufgeteilt wird.

[0095] In einem Schritt **720** werden, auf Grundlage der im Schritt **770** spezifizierten Empfangsbereich Zuweisungs-Information (wie z. B. Adresswerten im Speicher **150**), die aufgeteilten Paketabschnitte in Benutzerdaten und Empfangsprotokollinformation aufgeteilt und an ihren jeweiligen Zielbereiche übertragen.

[0096] Ferner erfolgt ein Speicherzugriff durch ein Programm (ein normales Anwendungsprogramm), das mit virtuellem Speicher läuft, unter Verwendung von Information in den Empfangabereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungstabellen) **164**, **165** zum Wandeln virtueller Speicheradressen in physikalische Speicheradressen. Genauer gesagt, zeigen die Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabellen (Adressen-Umwandlungstabellen) **164**, **165** diejenige physikalische Seite, die der virtuellen Seite eines Prozesses entspricht.

[0097] "Seite" ist die Grundeinheit der OS-Speicherverwaltung. Seitengrößen werden als Potenzen von zwei angegeben; die meisten existierenden Betriebssysteme verwenden Seiten von 2.048, 4.096 oder 8.192 (Bytes oder dergleichen). Physikalische und virtuelle Adressen sind Werte, wie sie dadurch erhalten werden, dass ein Seitenversatzwert zur Nummer der obigen Seite addiert wird. Derselbe Seitenversatzwert wird sowohl für physikalische als auch virtuelle Adressen verwendet. Wenn eine physikalische Adresse eingestellt wird, kann die Adressen-Umwandlungstabelle dazu verwendet werden, die physikalische Adresse zu erhalten, die einer logischen Adresse entspricht.

[0098] Wenn z. B. ein Anwendungsdatenbereich auf der logischen Seite (virtuellen Seite) "M, M +" liegt und Daten empfangen werden, die sich über zwei derartige Bereiche erstrecken, werden die physikalischen Seiten 200 und 358 mit der Seitengröße multipliziert, und zum Ergebnis werden Seitenversatzwerte addiert, um dadurch eine physikalische Adresse zu erhalten, die nur in einen Datenzeiger für zwei kontinuierliche Befehle in der Befehlsschlange eingetragen werden muss. Diese Operation ermöglicht es, empfangene Daten von nichtzusammenhängenden Bereichen physikalischer Adressen in einen zusammenhängenden Bereich virtueller Adressen zu übertragen. Abschließend wird, in einem Schritt **795**, ein Interrupt entsprechend dem Inhalt des Interruptsteuerinformations-Registers **113** an den Prozessor **130** geliefert.

[0099] Entsprechend der **Fig.** 8 wird nun die Empfangssoftware-Nachverarbeitung, wie sie folgend auf das Eintreffen von Daten erfolgt, beschrieben. Die Empfangssoftware-Nachverarbeitung wird durch den Interrupt folgend auf die Aufteilung des Netzwerkpakets in Benutzerdaten und Empfangsprotokollinformation, und die zugehörige Übertragung, aktiviert. In einem Schritt **810** spezifiziert der Prozessor **130**, wenn ein Interrupt ausgegeben wird, die Anwendung, die die Daten entsprechend der Empfangsprotokollsteuerungs-Information empfängt. In einem Schritt **820** geht, wenn sich die empfangende Anwendung in einem Wartezustand befindet, in dem sich nach. dem Ausgeben einer Anforderung, Daten zu empfangen, befindet, zu einem Schritt **830** weiter, während andernfalls der Prozess zu einem Schritt **840** verzweigt.

[0100] Im Schritt **830** wird die Anwendung aktiviert, die die Daten angefordert hat und gesperrt wurde. Im Schritt **840** wird, wenn die empfangende Anwendung aus einem Wartezustand folgend auf die Ausgabe einer Anforderung zum Empfangen von Daten freigegeben wurde, ein Flag gesetzt, um diesen Zustand anzuzeigen, und es zu ermöglichen, dass die Daten an die Anwendung weitergeleitet werden, sobald eine Anforderung zum Empfang ausgegeben wird. In einem derartigen Fall wird die Prozedur zum Weiterleiten der Daten an die Anwendung dann implementiert, wenn die empfangende Anwendung die Anforderung für den Empfang ausgibt.

[0101] Um die Empfangsverarbeitung klarzustellen, wird die Operation unten unter Bezugnahme auf die **Fig.** 9 aus der Perspektive eines Anwendungsprogramms beschrieben, das eine Empfangsanforderung ausgibt. Die Zuordnung von Empfangspufferraum wird in einem Schritt **910** ausgeführt. Dadurch wird der unter Bezugnahme auf die **Fig.** 6 beschriebene Prozess aktiviert. In einem Schritt **920** wird eine Empfangsanforderung ausgegeben. Die Zuordnung von Empfangspuffer im Schritt **910** ist eine erforderliche Vorbedingung für die Ausgabe einer Empfangsanforderung, jedoch ist die Ausgabe einer Empfangsanforderung unmittelbar folgend auf den Pufferzuordnungsprozess keine erforderliche Vorbedingung.

[0102] Während das Flussdiagramm auf die Beschreibung nur des empfangsbezogenen Prozesses beschränkt ist, um ein deutliches Bild des Ablaufs der Empfangsprozedur zu schaffen, kann zwischen dem Schritt **910** und dem Schritt **920** eine vorgegebene Prozedur eingefügt werden.

[0103] Gemäß dem Schritt **930** verzweigt der Prozess zu einem Schritt **960**, wenn das Eintreffen von Daten einer Empfangsanforderung vorhergeht, während der Prozess in anderen Fällen zu einem Schritt **940** weitergeht. Im Schritt **960** wurde das das Eintreffen von Daten anzeigende Flag gesetzt, wie es unter Bezugnahme auf die **Fig.** 8 beschrieben wurde, so dass alles, was auszuführen ist, lediglich darin besteht, die Daten zu akzeptieren.

[0104] In einem Schritt **950** tritt der Prozess, da noch keine Daten eingetroffen sind, in einen Wartezustand ein, der bis zur Aktivierung der unter Bezugnahme auf die **Fig.** 8 beschriebenen Empfangsprozessanforderung andauert. Das unter Bezugnahme auf die **Fig.** 8 beschriebene Verfahren wird zur Umkehr aus dem Wartezustand verwendet.

[0105] Gemäß der Erfindung ist, bei der Übermittlung von Daten in Paketen über ein Netzwerk mit mehreren Informationsverarbeitungssystemen eine billige Einrichtung zum Übermitteln von Information mit hoher Geschwindigkeit geschaffen, zu der keine Datenkopiervorgänge, eine Modifizierung einer Seitentabelle und dergleichen durch das Informationsverarbeitungssystem auf der Empfangsseite gehören.

[0106] Nun wird weiter eine andere Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

[0107] Bei der ersten Ausführungsform ist Hardware hinzugefügt (Hardware-Hinzufügemechanismus), um kopierfreie Kommunikationsvorgänge durch das DLA-System zu bewerkstelligen. Kopienfreie Kommunikation macht die Kopierverarbeitung überflüssig. Als Nächstes ist der Softwareprozess, der verkleinert werden sollte, der Overhead bei der Ablaufplanung. Die Verwendung von Threads oder dergleichen ist beim Verringern der Ablaufplanverarbeitung effektiv. Es ist auch möglich, die Anzahl der Interrupts durch Bereitstellen eines zusätzlichen Hardware-Hinzufügemechanismus und durch Verringern des Overheads bei der Ablaufplanverarbeitung zu verringern. Nun wird der Hardware-Hinzufügemechanismus beschrieben.

[0108] Auf der Empfangsseite ist es nicht erforderlich, einen Interrupt auszugeben, wenn Daten vor einem Empfangssystemaufruf eintreffen. Ein Interrupt ist erforderlich, um den Prozess zu starten, der gesperrt war, was auf der Ausgabe des Empfangssystemaufrufs vor dem Eintreffen der Daten beruht. Wenn kein gesperrter Prozess vorliegt, ist es daher nicht erforderlich, einen Interrupt auszugeben. D. h., dass die Ausgabe des Interrupts dadurch gesteuert wird, dass der Zustand aufrecht erhalten wird, der das Vorliegen des gesperrten Prozesses anzeigt.

[0109] Wenn die Kommunikationvorgänge unter Verwendung eines großen Pakets ausgeführt werden, um einen hohen Durchsatz zu erzielen, muss das Paket einer anderen Maschine warten, bis der obige Kommunikationsvorgang abgeschlossen ist. Die Ansprechzeit ist beeinträchtigt, da die Maximalzeit zur Paketübertragung verlängert ist. Um dieses Problem zu lösen, kann ein Hardware-Hinzufügemechanismus ein Paket einer solchen Größe übertragen, dass die Ansprechzeit nicht erhöht wird, und er kann einen Interrupt ausgeben, wenn der abschließende Datenbereich erreicht wurde. In einem Knotencomputer, für den es erwünscht ist, ein Notpaket zu senden, wird die Ansprechzeit durch eine Batchverarbeitung minimiert.

[0110] Ferner kann ein Interruptmechanismus für das letzte Paket als Hardware-Hinzufügemechanismus vorhanden sein, der den Zustand verwaltet, in dem gesperrte Prozesse existieren, und als Mechanismus, der einen Interrupt ausgibt, wenn das letzte Paket eines Datenbereichs eingetroffen ist.

[0111] Die **Fig.** 10 zeigt schematisch ein System eines Interruptmechanismus für das letzte Paket. **100T** ist ein Netzwerkcomputer auf der Sendeseite, und **100R** ist ein Netzwerkcomputer auf der Empfangsseite. **110T** und **110R** sind Netzwerkadapter. **200T** und **200R** zeigen jeweils Interrupt-Warteprozess-Flags. Ein Paket verfügt über Daten **310-C**, weitere Kopfdaten **320-C** und ein Flag **330-c** für das letzte Paket.

[0112] Unten wird der Betrieb des Interruptmechanismus für das letzte Paket skizziert. Es ist nicht erforderlich, einen Interrupt auszugeben, wenn der Empfangssystemaufruf eines Netzwerkcomputers auf der Empfangsseite nicht vor dem Eintreffen der Daten liegt.

[0113] Unten wird die Operation angegeben, wie sie ausgeführt wird, wenn der Empfangssystemaufruf früher liegt und der Prozess gesperrt ist:

(1) Das Interruptwarteprozess-Flag des Netzwerkadapters wird gesetzt, wenn der Empfangsprozess gesperrt ist.

(2) Auf der Sendeseite wird das Flag für das letzte Paket im letzten Paket gesetzt.

(3) Auf der Empfangsseite wird die Ausgabe eines Interrupts abhängig von der UND-Bedingung betreffend den Zustand, in dem das Interruptwarteprozess-Flag des Netzwerkadapters gesetzt ist, und dem Zustand, in dem das Flag für das letzte Paket gesetzt ist, kontrolliert.

[0114] Gemäß der oben genannten Operation kann, während die Empfangsseite große Datenmengen empfängt, die in mehrere Pakete unterteilt sind, das Eintreffen eines Notpakets von einem anderen Knoten auf Interruptweise empfangen werden, was es ermöglicht, eine Kommunikation mit hohem Durchsatz zu realisieren, ohne dass eine kurze Reaktionszeit geopfert würde.

Fig. 1(a)

Address Conversion Table//Adressen-Umwandlungstabelle
Base Of Table//Tabellenbasis
Buffer Size//Puffergröße
Conversion Table//Umwandlungstabelle
Entry//Eintrag
Entry Number Of Table//Eintragsnummer in der Tabelle
Network Adapter//Netzwerkadapter
Port-ID//Port-ID
Receive DMA Control Info. Register (I/O Register)//Empfangs-DMA-Steuerinformationsregister (I/O-Register)

Receive Region Assignment Info. Table For Port ID = x //Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabelle für die Port-ID = x
Receive Region Assignment Selection Info. Table//Informationsbereichszuweisungs-Auswahlinformationstabelle
User Data//Benutzerdaten
User Data Region//Benutzerdatenbereich

Fig. 1(b)

Physical Address Space At Processor//Raum für physikalischer Adressen im Prozessor
Receiving Buffer Region In The Virtual Address Space//Empfangspufferbereich im Raum virtueller Adressen Region//Bereich

Bezugszeichenliste

Fig. 2

100	Netzwerkcomputer
110	Netzwerkcomputeradapter
111	Empfangs-DMA-Steuerregister
112	Sende-DMA-Steuerregister
113	Interrupt
114	Adapter-Steuerregister
115	Adaptercontroller
116	Empfangs-DMA-Steuerselektor
117	DMA-Aufteilungsinformationsregister
118	Netzwerk-Kommunikationsabschnitt
119	Eigenadressregister
130	Prozessor
140	I/O-Vorrichtung
160	OS-Raum
161, 162	Empfangsprotokollinformations-Tabelle
163	Sendeprotokollinformations-Tabelle
164, 165	Empfangsbereichzuweisungs-Informationstabelle
	166Sendebereichszuweisungs-Informationstabelle
167	Informationsbereichszuweisungs-Auswahlinformationstabelle
170	Benutzerraum
171, 172, 173	Benutzerdatenbereich x
Network	Netzwerk
Network Computer Memory	Netzwerkcomputer-Speicher

Fig. 3(a)

310-a	Daten
320-a	Typ
321-a	Quelladresse
322-a	Zieladresse
Prior Art	Stand der Technik

Fig. 3(b)

310-b	Daten
311-b	Aufteilungsinformation
312-b	Empfangsbereichszuweisungs-Informätion
320-b	Typ
321-b	Quelladresse
322-b	Zieladresse

Fig. 4

410	Eintragen von Empfangsbereichzuweisungs-Information 312b, des Typs 320b, der Quelladresse 321b und der Zieladresse 322b in die Sendeprotokollinformation 163
420	Eintragen von Benutzerdaten A und Sendeprotokollinformation in die Sendebereichszuweisungs-Information 166
430	Eintragen der Sendebereichszuweisungs-Information 166 in das Sende-DMA-Steuerinformationsregister 120
440	Informieren der Adaptersteuereinrichtung 115 über die Aktivierung der Operation
End (Start) Of Transmission Software Process	Ende (Start) des Sendesoftwareprozesses

Fig. 5

510	Mehrschlangen-DMA-Controller 120 liest den Inhalt der Sendebereichszuweisungs-Information 166 auf Grundlage von im Sende-DMA-Steuerinformationsregister 112 gespeicherter Information aus und trägt den Inhalt in das DMA-Aufteilungsinformationsregister 117 ein
520	Mehrschlangen-DMA-Controller 120 liest die Benutzerdaten A 173 und die Sendeprotokollinformation 163 in den Kommunikationpuffer 121 entsprechend dem Inhalt der Sendebereichszuweisungs-Info 166 im DMA-Aufteilungsinformationsregister 117 ein
530	Die Datenlänge und die spezifizierte Anzahl der Bereiche werden aus der Sendebereichszuweisungs-Information 166 im DMA-Aufteilungsinformationsregister 117 durch den Mehrschlangen-DMA-Controller 120 zur Verwendung als Aufteilungsinformation 311-b ausgelesen
540	Der Mehrschlangen-DMA-Controller 120 erzeugt aus der Unterteilungsinformation, den Benutzerdaten und der Sendeprotokollinformation Sendepakete im Kommunikationspuffer 121
550	Das fertiggestellte Netzwerkpaket wird durch den Netzwerk-Kommunikationsabschnitt 118 an das Netzwerk 190 ausgegeben
End (Start) Of Transmission Process	Ende (Start) des Sendeprozesses

Fig. 6

610	Eintragen von Information in das Interrupt-Steuerinformationsregister 113 betreffend einen Interrupt, wie er auf Abschluss eines Datenempfangsvorgangs hin an den Prozessor 130 geliefert wird
620	Eintragen der Entsprechung zwischen der Netzwerkpaket-Empfangsbereichszuweisungs-Information 312-b und der Empfangsbereichszuweisungsinformation (164–165) in der Empfangsbereichszuweisungs-Auswählinformation 167
630	Eintragen von Benutzerdaten (171–172) und Empfangsprotokollinformation (161–162) in der Empfangsbereichszuweisungs-Information (164–165)
640	Eintragen der Empfangsbereichszuweisungs-Auswählinformation 167 im Empfangs-DMA-Steuerinformationsregister 111
End (Start) Of Receiving Software Proprocessing	Ende (Start) der Empfangasoftware-Vorverarbeitung

Fig. 7

710	Netzwerk-Kommunikationsabschnitt 118 nimmt Netzwerkpakete auf
720	Stimmt der Inhalt der Netzwerkpaket-Zieladresse mit dem aktuellen Inhalt des Eigenadressregisters 119 überein?
730	Netzwerkpaket wird verworfen
740	Netzwerk-Kommunikationsabschnitt 118 verschiebt das Netzwerkpaket in den Kommunikationspuffer 121
750	Inhalt der Empfangsbereichszuweisungs-Information 312-b im Netzwerkpaket wird durch den Mehrschlangen-DMA-Controller 120 in den Empfangs-DMA-Steuerinformationsselektor 116 eingetragen
760	Mehrschlangen-DMA-Controller 120 wählt Empfangsbereichszuweisungs-Information (164–165) aus den Inhalten des Empfangs-DMA-Steuerinformationsregisters 112 und des Empfangs-DMA-Steuerinformationsselektors 116 aus
770	Mehrschlangen-DMA-Controller 120 erhält Adresseninformation aus der Empfangsbereichszuweisungs-Information (164–165)
780	Mehrschlangen-DMA-Controller 120 erhält die Aufteilungsinformation 311-b vom Netzwerkpaket im Kommunikationspuffer 121
785	Mehrschlangen-DMA-Controller 120 unterteilt das eingegebene Netzwerkpaket auf Grundlage der Aufteilungsinformation 311-b im Kommunikationspuffer 121
790	Mehrschlangen-DMA-Controller 120 unterteilt den Datenabschnitt des Pakets im Kommunikationspuffer 121 auf Grundlage der Aufteilungsinformation 311-b
795	Mehrschlangen-DMA-Controller 120führt eine DMA-Datenübertragung auf Grundlage der Aufteilungsinformation 311-b und der Adresseninformation aus
End (Start) Of Receiving Process	Ende (Start) des Empfangsprozesses

Fig. 8

810	Anwendung, die die Daten empfangen soll, wird entsprechend der Empfangsprotokoll-Steuerinformation (161–162) spezifiziert
820	Wurde eine Empfangsanforderung vor dem Empfang von Daten ausgeben?
830	Aktivierung der empfangenden Anwendung
840	Dateneintreffzustand aufrecht erhalten
End (Start) of Receiving Software Postprocessing	Ende (Start) der Empfangssoftware-Nachverarbeitung
Response To Receiving Interrupt	Reaktion auf Empfangsinterrupt

Fig. 9

910	Aktivierung der Empfangspufferzuordnung
920	Ausgabe einer Empfangsanforderung
930	Trafen Daten vor der Anforderung ein?
940	Bis zum Ende des Datenempfangs sperren
950	Anforderung für den Empfangsprozess aktivieren
960	Bestätigen des Eintreffens von Daten
End (Start) Of Receiving Process	Ende (Start) des Empfangsprozesses

Fig. 10

200R, T	Interruptwarteprozess-Flag
310C	Daten
320C	Andere Kopfdaten
330C	Flag für das letzte Paket
Header Portion	Kopfabschnitt
Packet	Paket

Patentansprüche

1. Verfahren zur Übermittlung von Informationen zwischen Netzwerkcomputern (**100**), die jeweils mindestens einen Prozessor (**130**), einen physikalischen Hauptspeicher (**150**, **170**) und einen mit einem Netzwerk (**190**) verbundenen Netzwerkadapter (**110**) aufweisen, wobei auf jedem Netzwerkcomputer (**100**) ein virtuelles Speichersystem implementiert ist, mit folgenden Schritten:
vor Ankunft eines Datenpakets von einem sendenden Netzwerkcomputer (**100T**), Vorabzuordnen eines Empfangsbereichs (**171**, **172**) in einem solchen Teil des Hauptspeichers (**150**, **170**) eines empfangenden Netzwerkcomputers (**100R**), dessen Auslagern durch das virtuelle Speichersystem gesperrt ist, und Initialisieren von Adressenumwandlungstabellen (**164**, **165**) zur Umwandlung von virtuellen in physikalische Speicheradressen sowie einer Port-Tabelle (**167**) zur Verbindung einer Port-ID mit einer Adressenumwandlungstabelle (**164**, **165**) in dem Hauptspeicher des empfangenden Netzwerkcomputers,
Senden eines Pakets von einem sendenden Netzwerkcomputer (**100T**), das eine Port-ID (**312-b**) enthält,
Empfangen des Pakets an dem empfangenden Netzwerkcomputer (**100R**),
Gewinnen von Informationen aus der Port-Tabelle (**167**) des empfangenden Netzwerkcomputers (**100R**) aufgrund der Port-ID (**312-b**) des empfangenen Pakets, und
Bestimmen einer physikalischen Adresse im Empfangsbereich im Hauptspeicher (**140**, **170**) des empfangenden Netzwerkcomputers (**100R**) aus den Adressenumwandlungstabellen (**164**, **165**) aufgrund der aus der Port-Tabelle (**167**) gewonnenen Informationen, und
direktes Übermitteln von Daten aus dem empfangenen Paket in den Empfangsbereich im Hauptspeicher (**150**, **170**) des empfangenden Netzwerkcomputers (**100R**), der durch die genannte physikalische Adresse bezeichnet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, mit folgenden weiteren Schritten:
Hinzufügen eines Sicherheitsschlüssels zu dem gesendeten Datenpaket durch den sendenden Netzwerkcomputer (**100T**),
Bestimmen von Sicherheitsschlüsselinformationen aus den gewonnenen Informationen, und
Vergleichen des dem ausgesandten Paket hinzugefügten Sicherheitsschlüssels mit den Sicherheitsschlüsselinformationen, bevor der Schritt zum direkten Übermitteln von Daten in den Hauptspeicher (**150**, **170**) ausgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, mit folgenden weiteren Schritten:
Hinzufügen von Teilungsinformationen (**311-b**) zu dem ausgesandten Datenpaket, die Teile des ausgesandten Datenpakets bezeichnen, wenn der Datenbereich des Pakets in mindestens zwei Teile eingeteilt wird, und
Übermitteln jedes der Teile des Datenbereichs an den Benutzerdatenbereich (**170**) des Hauptspeichers (**150**, **170**) des empfangenden Netzwerkcomputers (**100R**) aufgrund der Teilungsinformationen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei im Schritt zur Bestimmung einer physikalischen Adresse Adressenumwandlungstabellen (**164**, **165**) verwendet werden, um einen Benutzerdatenbereich mit einem kontinuierlichen virtuellen Adressraum in einen Benutzerdatenbereich mit nicht kontinuierlichen physikalischen Adressen umzuwandeln.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der empfangende Netzwerkcomputer (**100R**) einen Interrupt erzeugt, wenn das zuletzt übertragene Datenpaket eines Satzes an Paketen in den Benutzerdatenbereich übertragen wurde.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1(a)

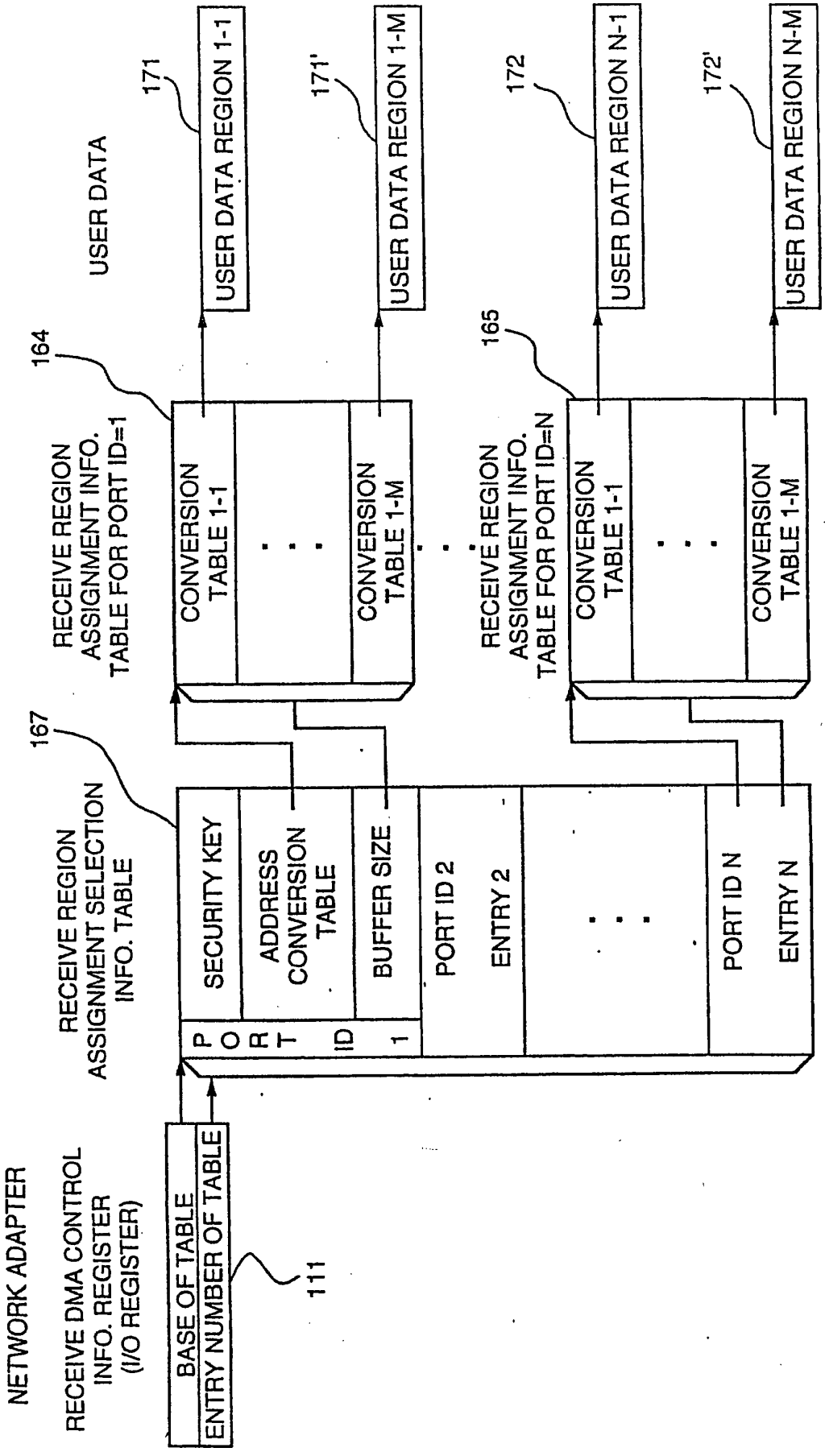


FIG. 1(b)

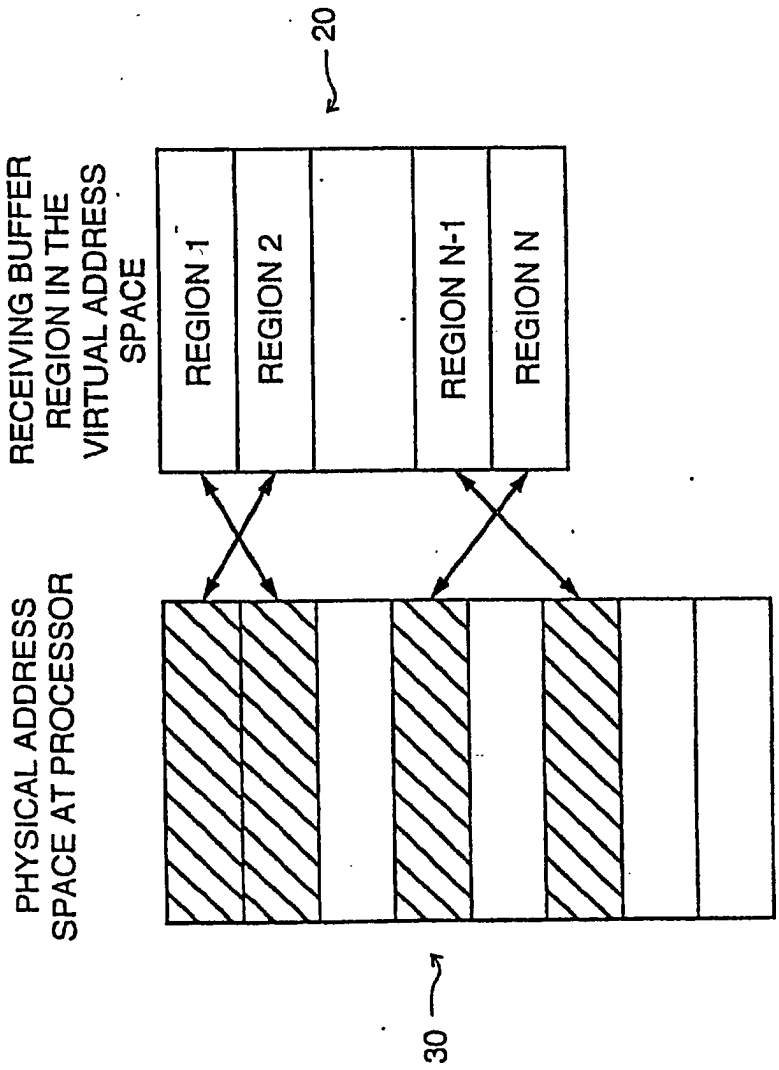

20
RECEIVING BUFFER REGION IN THE VIRTUAL ADDRESS SPACE
REGION 1
REGION 2
REGION N-1
REGION N
PHYSICAL ADDRESS SPACE AT PROCESSOR
30

FIG. 2

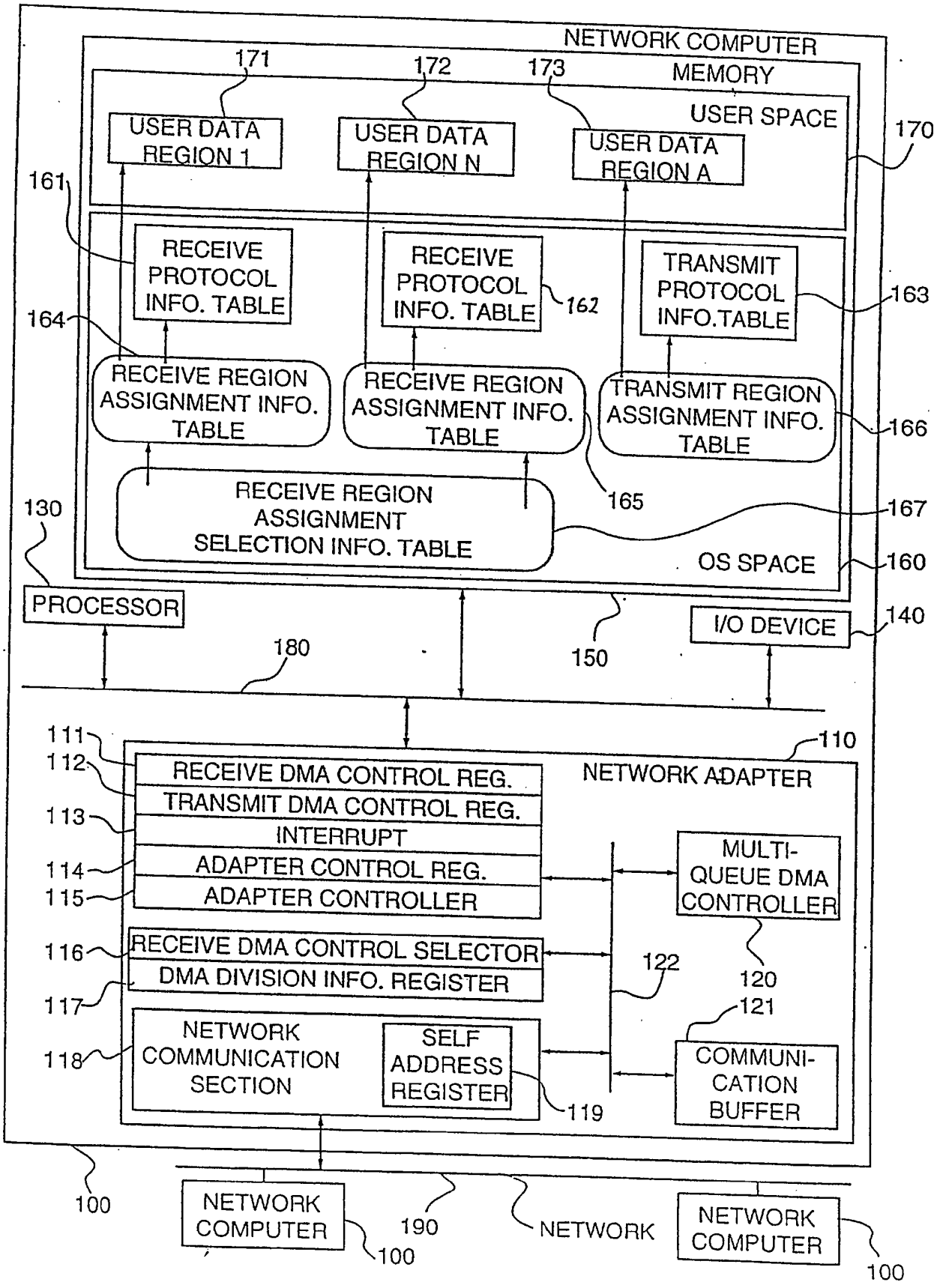

NETWORK COMPUTER
MEMORY
USER SPACE
171
172
173
170
USER DATA REGION 1
USER DATA REGION N
USER DATA REGION A
161
RECEIVE PROTOCOL INFO. TABLE
RECEIVE PROTOCOL INFO. TABLE
162
TRANSMIT PROTOCOL INFO.TABLE
163
164
RECEIVE REGION ASSIGNMENT INFO. TABLE
RECEIVE REGION ASSIGNMENT INFO. TABLE
TRANSMIT REGION ASSIGNMENT INFO. TABLE
166
165
130
RECEIVE REGION ASSIGNMENT SELECTION INFO. TABLE
167
OS SPACE
160
PROCESSOR
I/O DEVICE
140
150
180
111
112
113
114
115
RECEIVE DMA CONTROL REG.
TRANSMIT DMA CONTROL REG.
INTERRUPT
ADAPTER CONTROL REG.
ADAPTER CONTROLLER
NETWORK ADAPTER
110
MULTI-QUEUE DMA CONTROLLER
120
116
117
RECEIVE DMA CONTROL SELECTOR
DMA DIVISION INFO. REGISTER
122
121
118
NETWORK COMMUNICATION SECTION
SELF ADDRESS REGISTER
119
COMMUNI-CATION BUFFER
100
NETWORK COMPUTER
100
190
NETWORK
NETWORK COMPUTER
100

FIG 3(a)
PRIOR ART

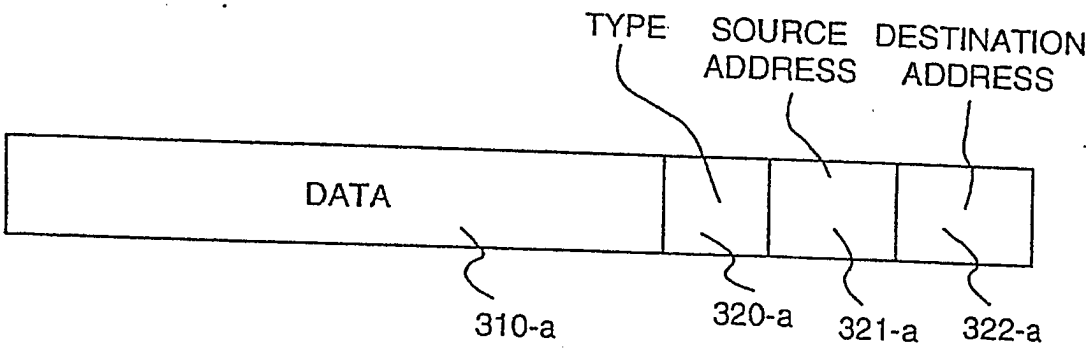


FIG 3(b)

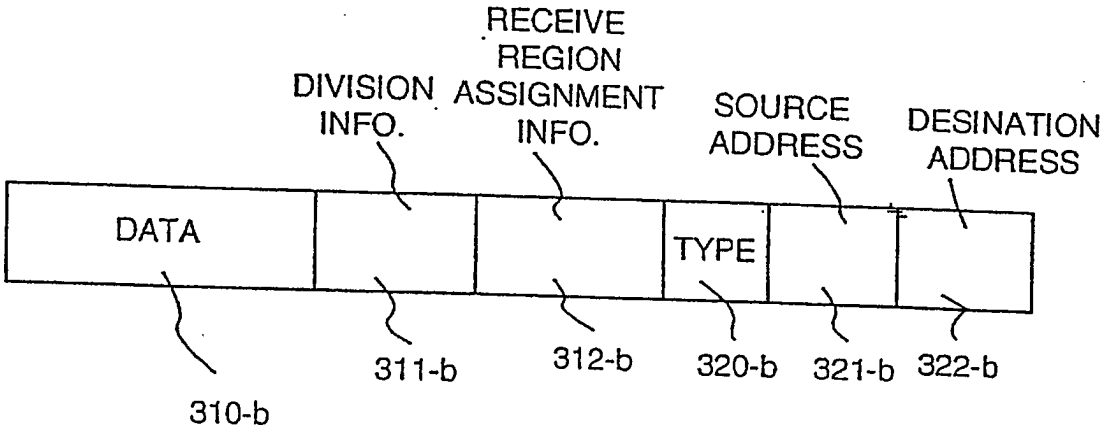


FIG. 4

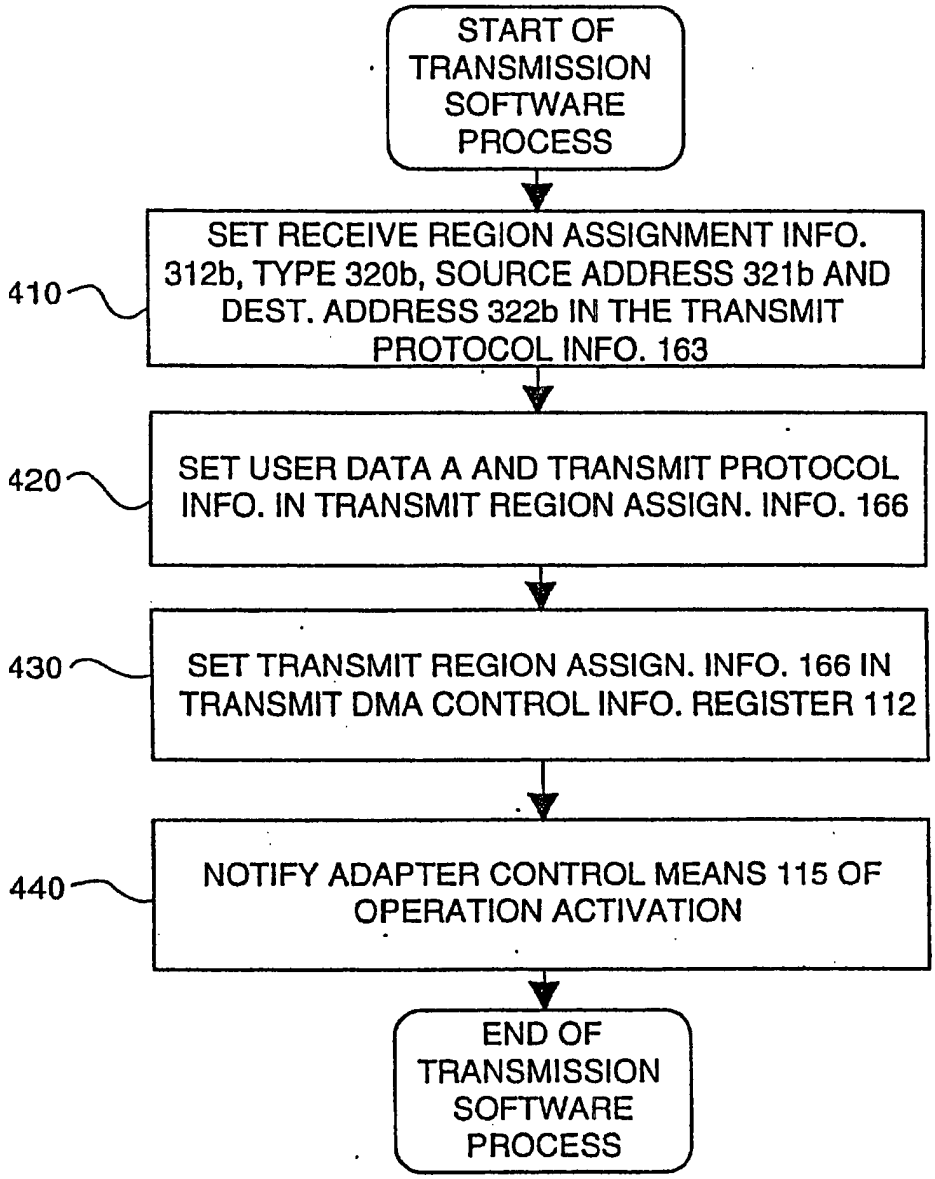

START OF TRANSMISSION SOFTWARE PROCESS
410
SET RECEIVE REGION ASSIGNMENT INFO. 312b, TYPE 320b, SOURCE ADDRESS 321b AND DEST. ADDRESS 322b IN THE TRANSMIT PROTOCOL INFO. 163
420
SET USER DATA A AND TRANSMIT PROTOCOL INFO. IN TRANSMIT REGION ASSIGN. INFO. 166
430
SET TRANSMIT REGION ASSIGN. INFO. 166 IN TRANSMIT DMA CONTROL INFO. REGISTER 112
440
NOTIFY ADAPTER CONTROL MEANS 115 OF OPERATION ACTIVATION
END OF TRANSMISSION SOFTWARE PROCESS

FIG. 5

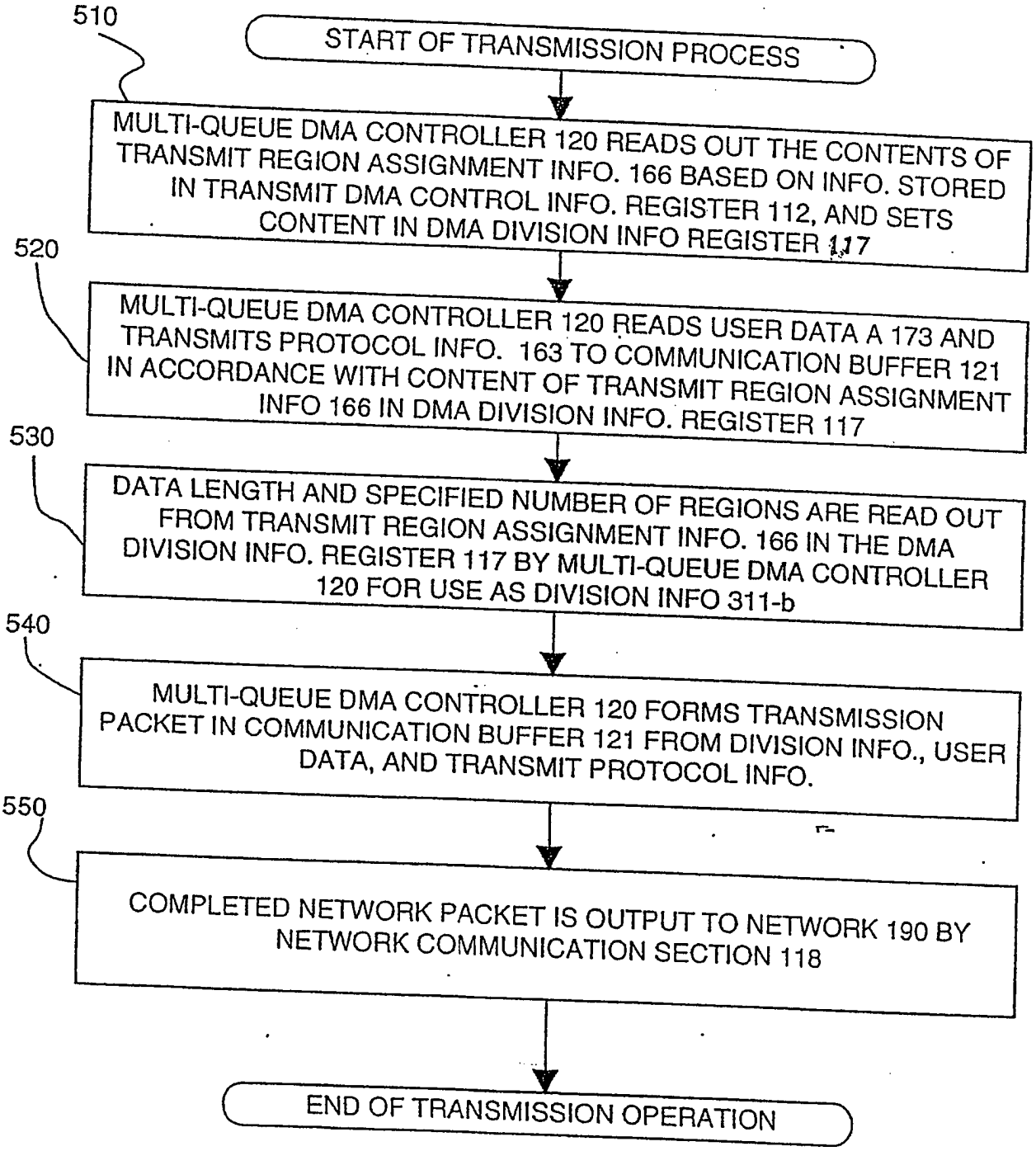

510
START OF TRANSMISSION PROCESS
MULTI-QUEUE DMA CONTROLLER 120 READS OUT THE CONTENTS OF TRANSMIT REGION ASSIGNMENT INFO. 166 BASED ON INFO. STORED IN TRANSMIT DMA CONTROL INFO. REGISTER 112, AND SETS CONTENT IN DMA DIVISION INFO REGISTER 117
520
MULTI-QUEUE DMA CONTROLLER 120 READS USER DATA A 173 AND TRANSMITS PROTOCOL INFO. 163 TO COMMUNICATION BUFFER 121 IN ACCORDANCE WITH CONTENT OF TRANSMIT REGION ASSIGNMENT INFO 166 IN DMA DIVISION INFO. REGISTER 117
530
DATA LENGTH AND SPECIFIED NUMBER OF REGIONS ARE READ OUT FROM TRANSMIT REGION ASSIGNMENT INFO. 166 IN THE DMA DIVISION INFO. REGISTER 117 BY MULTI-QUEUE DMA CONTROLLER 120 FOR USE AS DIVISION INFO 311-b
540
MULTI-QUEUE DMA CONTROLLER 120 FORMS TRANSMISSION PACKET IN COMMUNICATION BUFFER 121 FROM DIVISION INFO., USER DATA, AND TRANSMIT PROTOCOL INFO.
550
COMPLETED NETWORK PACKET IS OUTPUT TO NETWORK 190 BY NETWORK COMMUNICATION SECTION 118
END OF TRANSMISSION OPERATION

FIG. 6

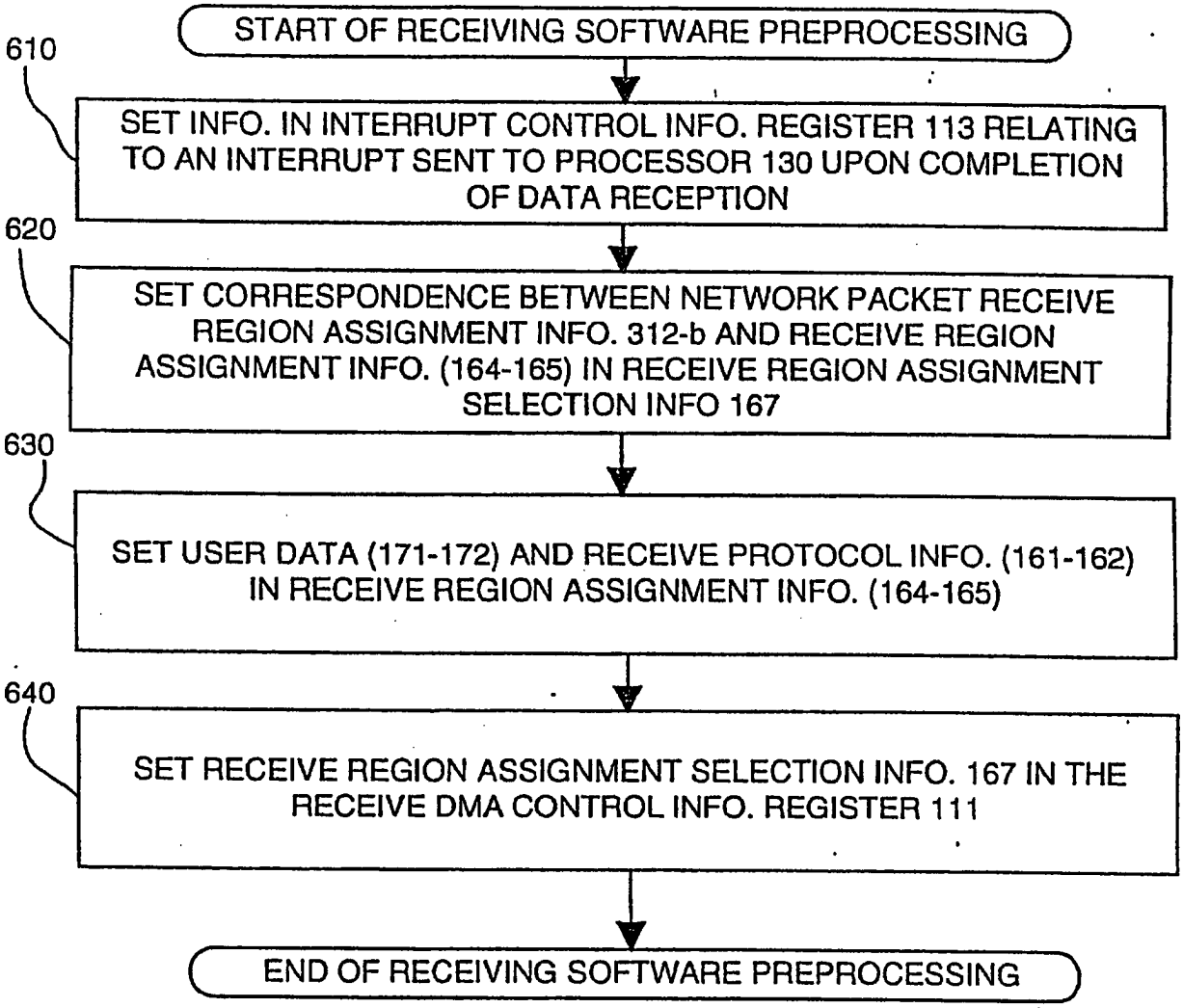

START OF RECEIVING SOFTWARE PREPROCESSING
610
SET INFO. IN INTERRUPT CONTROL INFO. REGISTER 113 RELATING TO AN INTERRUPT SENT TO PROCESSOR 130 UPON COMPLETION OF DATA RECEPTION
620
SET CORRESPONDENCE BETWEEN NETWORK PACKET RECEIVE REGION ASSIGNMENT INFO. 312-b AND RECEIVE REGION ASSIGNMENT INFO. (164-165) IN RECEIVE REGION ASSIGNMENT SELECTION INFO 167
630
SET USER DATA (171-172) AND RECEIVE PROTOCOL INFO. (161-162) IN RECEIVE REGION ASSIGNMENT INFO. (164-165)
640
SET RECEIVE REGION ASSIGNMENT SELECTION INFO. 167 IN THE RECEIVE DMA CONTROL INFO. REGISTER 111
END OF RECEIVING SOFTWARE PREPROCESSING

FIG. 7

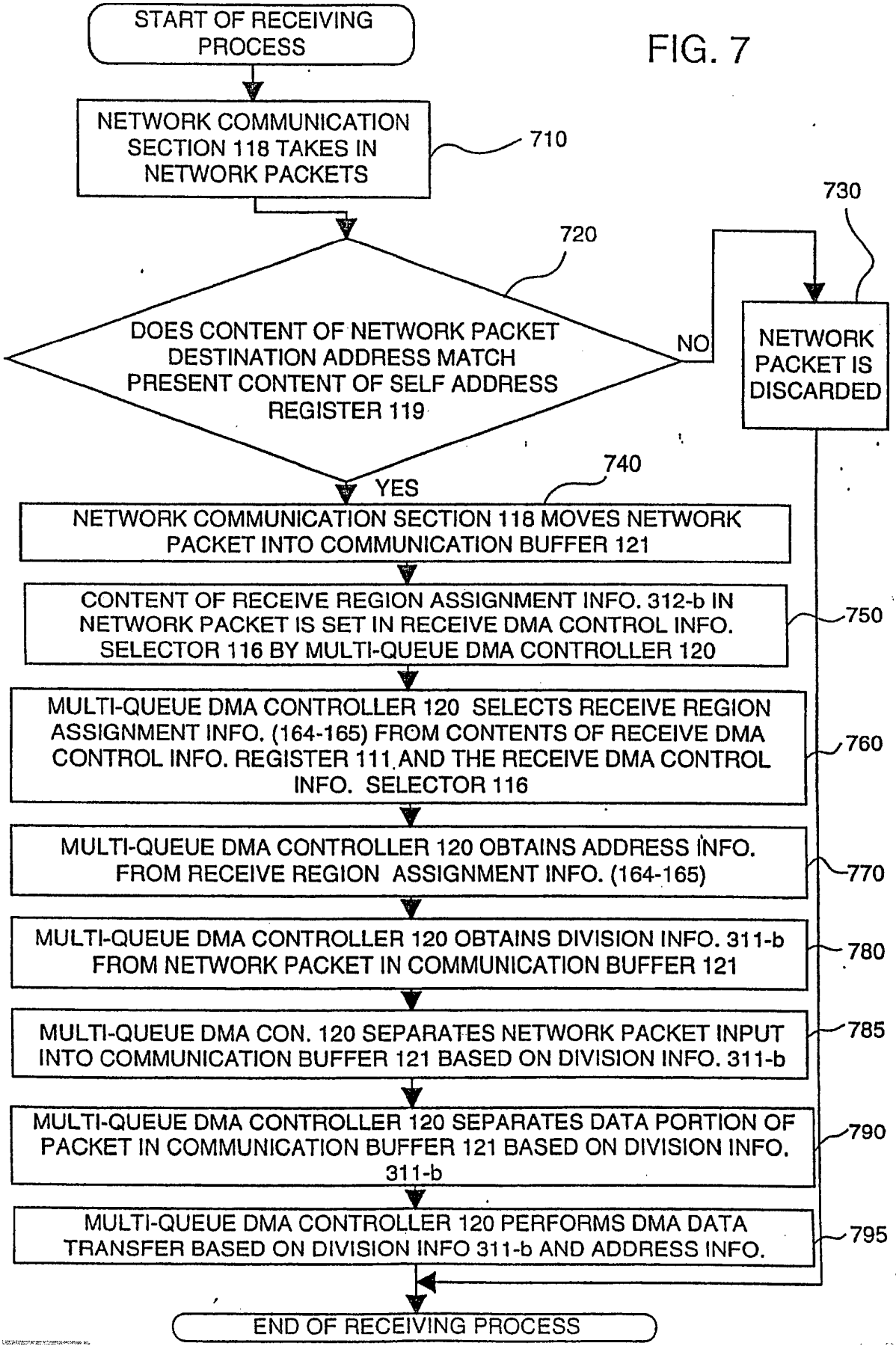

START OF RECEIVING PROCESS
NETWORK COMMUNICATION SECTION 118 TAKES IN NETWORK PACKETS
710
720
DOES CONTENT OF NETWORK PACKET DESTINATION ADDRESS MATCH PRESENT CONTENT OF SELF ADDRESS REGISTER 119
NO
730
NETWORK PACKET IS DISCARDED
YES
740
NETWORK COMMUNICATION SECTION 118 MOVES NETWORK PACKET INTO COMMUNICATION BUFFER 121
CONTENT OF RECEIVE REGION ASSIGNMENT INFO. 312-b IN NETWORK PACKET IS SET IN RECEIVE DMA CONTROL INFO. SELECTOR 116 BY MULTI-QUEUE DMA CONTROLLER 120
750
MULTI-QUEUE DMA CONTROLLER 120 SELECTS RECEIVE REGION ASSIGNMENT INFO. (164-165) FROM CONTENTS OF RECEIVE DMA CONTROL INFO. REGISTER 111 AND THE RECEIVE DMA CONTROL INFO. SELECTOR 116
760
MULTI-QUEUE DMA CONTROLLER 120 OBTAINS ADDRESS INFO. FROM RECEIVE REGION ASSIGNMENT INFO. (164-165)
770
MULTI-QUEUE DMA CONTROLLER 120 OBTAINS DIVISION INFO. 311-b FROM NETWORK PACKET IN COMMUNICATION BUFFER 121
780
MULTI-QUEUE DMA CON. 120 SEPARATES NETWORK PACKET INPUT INTO COMMUNICATION BUFFER 121 BASED ON DIVISION INFO. 311-b
785
MULTI-QUEUE DMA CONTROLLER 120 SEPARATES DATA PORTION OF PACKET IN COMMUNICATION BUFFER 121 BASED ON DIVISION INFO. 311-b
790
MULTI-QUEUE DMA CONTROLLER 120 PERFORMS DMA DATA TRANSFER BASED ON DIVISION INFO 311-b AND ADDRESS INFO.
795
END OF RECEIVING PROCESS

FIG.8

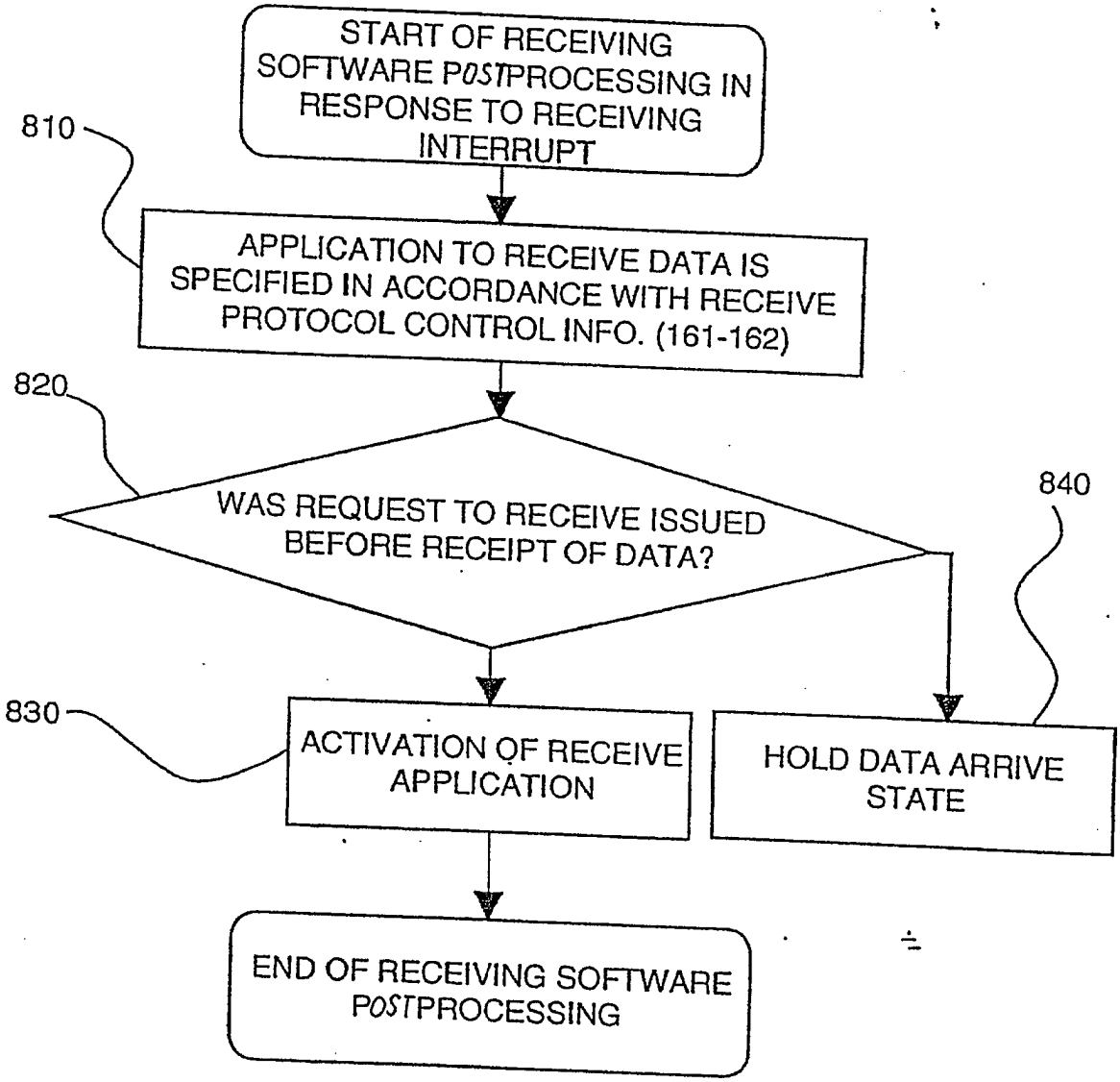

START OF RECEIVING SOFTWARE POSTPROCESSING IN RESPONSE TO RECEIVING INTERRUPT
810
APPLICATION TO RECEIVE DATA IS SPECIFIED IN ACCORDANCE WITH RECEIVE PROTOCOL CONTROL INFO. (161-162)
820
WAS REQUEST TO RECEIVE ISSUED BEFORE RECEIPT OF DATA?
840
830
ACTIVATION OF RECEIVE APPLICATION
HOLD DATA ARRIVE STATE
END OF RECEIVING SOFTWARE POSTPROCESSING

FIG. 9

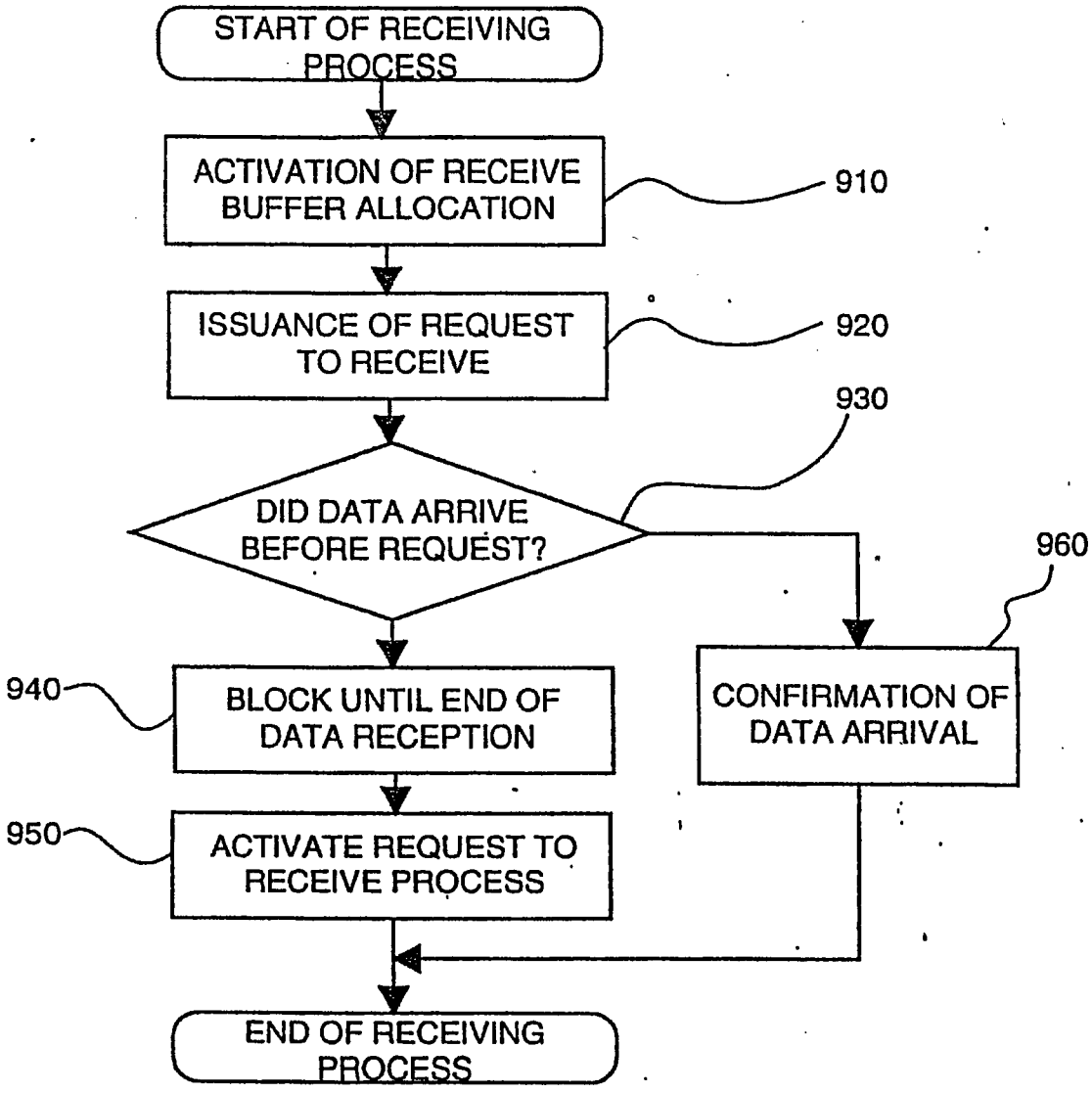
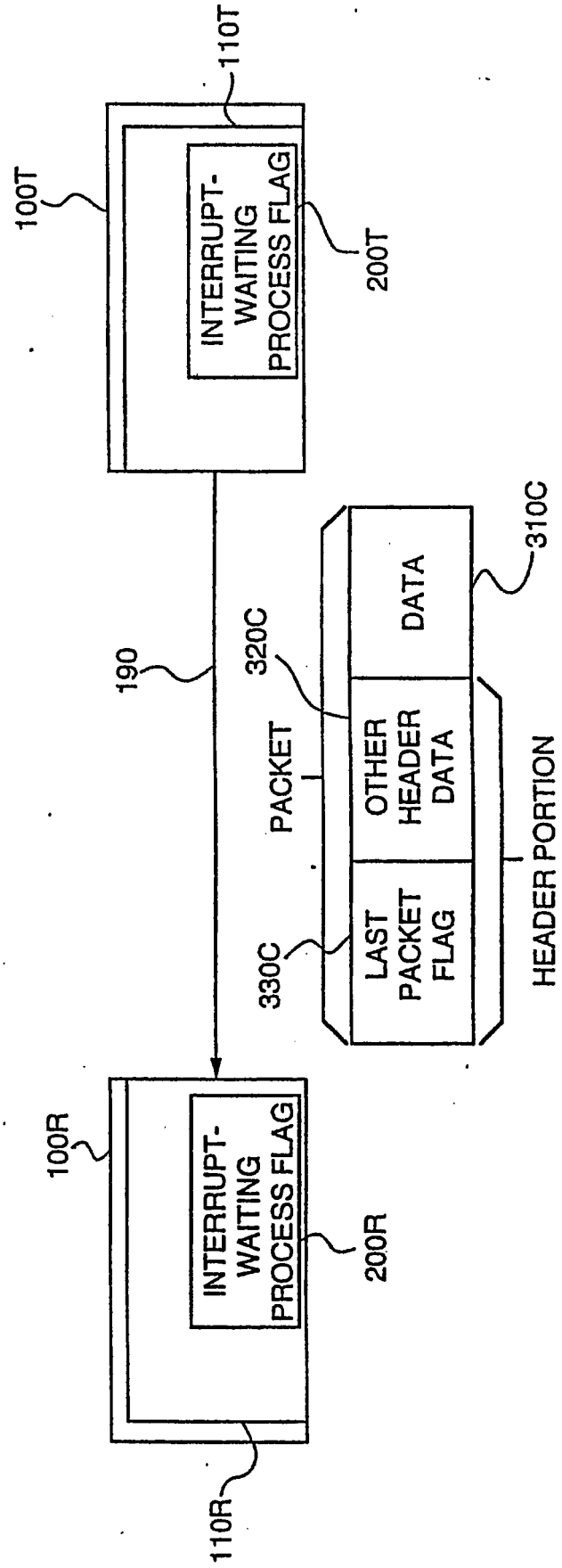

START OF RECEIVING PROCESS
ACTIVATION OF RECEIVE BUFFER ALLOCATION
910
ISSUANCE OF REQUEST TO RECEIVE
920
930
DID DATA ARRIVE BEFORE REQUEST?
960
940
BLOCK UNTIL END OF DATA RECEPTION
CONFIRMATION OF DATA ARRIVAL
950
ACTIVATE REQUEST TO RECEIVE PROCESS
END OF RECEIVING PROCESS

FIG. 10


110T
100T
INTERRUPT-WAITING PROCESS FLAG
200T
190
320C
310C
DATA
PACKET
OTHER HEADER DATA
HEADER PORTION
330C
LAST PACKET FLAG
100R
INTERRUPT-WAITING PROCESS FLAG
200R
110R