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

(10) **DE 698 31 540 T2** 2006.01.19

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 903 900 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 31 540.5**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 117 638.1**
(96) Europäischer Anmeldetag: **17.09.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.03.1999**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **14.09.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.01.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***H04L 29/06*** (2006.01)
H04L 12/413 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
26919997 17.09.1997 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
NEC Corp., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Nyu, Takayuki, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

(54) Bezeichnung: **Bitübertragungsschicht-Schnittstelle und Verfahren zur Arbitrierung über einen seriellen Bus unter Verwendung von Zustandssignalen der digitalen Leitung**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein die Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung auf seriellen Bussen und insbesondere eine Bitübertragungsschicht-Schnittstelle, welche die maximale Länge eines seriellen IEEE 1394-Busses zwischen benachbarten Knoten verlängern kann.

[0002] Ein serieller Hochgeschwindigkeitsbus für die Übertragung sowohl von asynchronen als auch isochronen Daten zwischen einem Computer und Perhipheriegeräten (oder Knoten) wurde durch die IEEE 1995 als "IEEE Standard for a High Performance Serial Bus" standardisiert. Differentielle Signalisierung wird verwendet, um den Leitungszustand des seriellen Busses zu erkennen, indem eine stationäre Leitungsspannung von den entgegengesetzten Enden von zwei verdrillten Drahtpaaren gesteuert wird. An jedem Ende des seriellen Busses wird Datenbestätigungssignalisierung verwendet, um eine erste Leitungszustandsspannung auf einem verdrillten Drahtpaar und eine zweite Leitungszustandsspannung auf dem anderen Paar zu steuern. Die Kombination der ersten und zweiten Leitungszustandsspannungen stellt einen bestimmten Leitungszustand an jedem Ende des seriellen Busses dar. Unter Verwendung eines Satzes derartiger stationärer Kombinationen bestimmt die Arbitrierungs-Signalisierung, welcher Knoten Besitz von dem seriellen Bus ergreift. Da die stationäre differentielle Signalisierung jedoch empfindlich für Kabelübertragungsverluste ist, ist die Maximallänge des Kabels zwischen Knoten gegenwärtig auf 4,5 Meter beschränkt.

[0003] Daher ergibt sich ein Bedarf, die Maximallänge des Kabels zwischen Knoten zu verlängern. Eine Lösung ist, die innerhalb der Arbitrierungs-Logikschaltung erzeugten digitalen Arbitrierungssignale in ein Kodewort umzuwandeln und es anstelle der stationären Arbitrierungssignale in serieller Form zu übertragen. Es ist jedoch unmöglich, ähnlich dem stationären differentiellen Leitungszustand, wie er durch den IEEE 1394-Standard spezifiziert ist, einen erkennbaren digitalen differentiellen Leitungszustand zu erzeugen.

[0004] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Bitübertragungsschicht-Schnittstelle zur Verfügung zu stellen, die serielle digitale Signale für die Zweiwege-Übertragung über einen seriellen Bus und eine Leitungszustands-Erkennungsschaltung zum Synthetisieren eines stationären differentiellen Leitungszustands verwendet.

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird mit der Bitübertragungsschicht-Schnittstelle von Anspruch 1 und den Arbitrierungsverfahren der unabhängigen Patentansprüche 8 und 9 gelöst. Ferner bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen vorgetragen.

[0006] Gemäß eines Aspekts der vorliegenden Erfindung wird eine Bitübertragungsschicht-Schnittstelle für einen seriellen Bus zur Verfügung gestellt, die aufweist: einen Controller zur Erzeugung von parallelen Daten, die einen Leitungszustand am nahen Ende des seriellen Busses darstellen, einen mit dem Controller verbundenen Leitungssender zum Umwandeln der parallelen Daten von ihm in serielle Daten und Senden von diesen an den seriellen Bus und einen mit dem seriellen Bus verbundenen Leitungsempfänger zum Empfangen von seriellen Daten von ihm und Umwandeln von diesen in parallele Daten, die einen Leitungszustand am fernen Ende des seriellen Busses darstellen. Die Erkennungsschaltung für den differentiellen Leitungszustand ist vorgesehen, um aus den parallelen Daten von dem Controller und den parallelen Daten des Leitungsempfängers einen differentiellen Leitungszustand des seriellen Busses zu erkennen und den erkannten differentiellen Leitungszustand an den Controller anzulegen.

[0007] Gemäß eines zweiten Aspekts stellt die vorliegende Erfindung eine Bitübertragungsschicht-Schnittstelle für einen seriellen Bus zur Verfügung, die aufweist: einen Controlley zur Erzeugung von parallelen Daten, die einen Leitungszustand am nahen Ende des seriellen Busses darstellen, und zum Empfangen von parallelen Daten, die einen differentiellen Leitungszustand am fernen Ende des Busses darstellen, einen mit dem seriellen Bus verbundenen Leitungsempfänger, um von ihm serielle Daten zu empfangen und daraus parallele Daten zu erzeugen, die den Leitungszustand am fernen Ende des seriellen Busses darstellen. Die Erkennungsschaltung für den Leitungszustand am fernen Ende ist vorgesehen, um aus den parallelen Daten von dem Controller und den parallelen Daten des Leitungsempfängers einen Leitungszustand am fernen Ende des seriellen Busses zu erkennen und parallele Daten zu erzeugen, die den erkannten Leitungszustand am fernen Ende des seriellen Busses darstellen. Die Erkennungsschaltung für den differentiellen Leitungszustand erkennt aus den parallelen Daten des Controllers und den parallelen Daten der Erkennungsschaltung für den Leitungszustand am fernen Ende einen differentiellen Leitungszustand des seriellen Busses und erzeugt parallele Daten, die den erkannten differentiellen Leitungszustand des seriellen Busses darstellen. Ein Leitungssender wandelt die parallelen Daten der Erkennungsschaltung für den differentiellen Leitungszustand in serielle Daten um und sendet die seriellen Daten an den seriellen Bus.

[0008] Bevorzugt weist der Leitungssender einen Kodierer zum Umwandeln der parallelen Daten in einen parallelen Leitungskode und einen Parallel-Seriell-Umsetzer zum Umwandeln des parallelen Leitungskodes in die serielle Form zum Senden auf, und

der Leitungsempfänger weist einen Seriell-Parallel-Umsetzer zum Empfangen eines seriellen Leitungskodes von dem seriellen Bus und zum Umwandeln des empfangenen Leitungskodes in einen parallelen Leitungskode und einen Dekoder zum Dekodieren des parallelen Leitungskodes in parallele Daten zum Anlegen an die Erkennungsschaltung für den differentiellen Leitungszustand auf.

[0009] Gemäß eines dritten Aspekts stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Arbitrierung zwischen Knoten über einen seriellen Bus zur Verfügung das die folgenden Schritte aufweist: Erzeugen paralleler Daten, die einen Leitungszustand am nahen Ende des seriellen Busses darstellen, Umwandeln der parallelen Daten in serielle Daten und Senden der seriellen Daten an den seriellen Bus, Empfangen serieller Daten von dem seriellen Bus und Umwandeln der empfangenen seriellen Daten in parallele Daten, die den Leitungszustand am fernen Ende des seriellen Busses darstellen, Umwandeln der parallelen Daten, die den Leitungszustand am nahen Ende darstellen und der parallelen Daten, die den Leitungszustand am fernen Ende darstellen, in parallele Daten, die einen differentiellen Leitungszustand des seriellen Busses darstellen, und Treffen einer Entscheidung für die parallelen Daten, die den differentiellen Leitungszustand darstellen.

[0010] Gemäß eines vierten Aspekts stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Arbitrierung zwischen Knoten über einen seriellen Bus zur Verfügung, das die folgenden Schritte aufweist: Erzeugen paralleler Daten, die einen Leitungszustand am nahen Ende des seriellen Busses darstellen, Empfangen serieller Daten von dem seriellen Bus und Umwandeln der empfangenen seriellen Daten in parallele Daten, die einen differentiellen Leitungszustand am fernen Ende des seriellen Busses darstellen, Treffen einer Entscheidung für die parallelen Daten, die den differentiellen Leitungszustand am fernen Ende darstellen, Umwandeln der parallelen Daten, die den Leitungszustand am nahen Ende darstellen, und der parallelen Daten, die den differentiellen Leitungszustand am fernen Ende darstellen, in parallele Daten, die einen Leitungszustand am fernen Ende des seriellen Busses darstellen, Umwandeln der parallelen Daten, die den Leitungszustand am nahen Ende darstellen, und der parallelen Daten, die den Leitungszustand am fernen Ende darstellen, in parallele Daten, die einen differentiellen Leitungszustand am nahen Ende des seriellen Busses darstellen, und Umwandeln der parallelen Daten, die den differentiellen Leitungszustand am nahen Ende darstellen, in serielle Daten und Senden der seriellen Daten an den seriellen Bus.

[0011] Die vorliegende Erfindung wird unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen detaillierter beschrieben, wobei:

[0012] Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Bitübertragungsschicht-Schnittstelle eines seriellen IEEE 1394-Busknotens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0013] Fig. 2 eine Darstellung von Beziehungen zwischen Spannungen analoger Leitungszustände der herkömmlichen Datenbestätigungssignalisierung und entsprechender digitaler Leitungszustände der vorliegenden Erfindung ist;

[0014] Fig. 3 eine Darstellung von Eingangs/Ausgangsbeziehungen der Erkennungsvorrichtungen für den differentiellen Leitungszustand von Fig. 1 zusammen mit entsprechenden analogen Leitungszustandsspannungen der Datenbestätigungssignalisierung ist;

[0015] Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Bitübertragungsschicht-Schnittstelle einer abgewandelten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0016] Fig. 5 eine Darstellung von Eingangs/Ausgangsbeziehungen der Erkennungsvorrichtungen für den Leitungszustand am fernen Ende von Fig. 4 zusammen mit entsprechenden analogen Leitungszustandsspannungen der Datenbestätigungssignalisierung ist; und

[0017] Fig. 6 eine Darstellung von Eingangs/Ausgangsbeziehungen der Erkennungsvorrichtungen für den differentiellen Leitungszustand von Fig. 4 zusammen mit entsprechenden analogen Leitungszustandsspannungen der Datenbestätigungssignalisierung ist.

[0018] Bezug nehmend auf Fig. 1 ist eine Bitübertragungsschicht-Schnittstelle eines seriellen IEEE 1394-Busknotens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Die IEEE 1394-Bitübertragungsschicht-Schnittstelle hat einen Arbitrierungs-Controller **10** und mehrere Ports zum Anschluß an jeweilige serielle Busse. Einer der Ports ist gezeigt, wobei er einen Leitungssender **11**, einen Leitungsempfänger **12** und ein Paar Erkennungsvorrichtungen **14** und **15** für den differentiellen Leitungszustand mit identischem Aufbau umfaßt. Der Arbitrierungs-Controller **10** ist mit der IEEE 1394-Datensicherungsschicht eines nicht gezeigten Computersystems verbunden. Der Controller **10** hat eine Zustandsmaschinenlogik, die einen Leitungszustand am nahen Ende auf einem seriellen Bus steuert und bewirkt, daß dieser entsprechend einem differentiellen Leitungszustand des seriellen Busses wechselt, der von den Erkennungsvorrichtungen **14**, **15** für den Leitungszustand aus dem Leitungszustand am nahen Ende und einem Leitungszustand am fernen Ende, der von einem benachbarten Knoten signalisiert wird, erkannt wird.

[0019] Der Leitungssender **11** und der Leitungsempfänger **12** sind über optische Verbindungen **19** und **20** aus Kunststoff-Lichtwellenleitern für einen Vollduplexbetrieb jeweils mit einem Zielknoten verbunden. Jeder Knoten des Systems ist identisch aufgebaut, und die optischen Verbindungen jedes Knotens sind entlang des Busses kreuzweise verdrahtet, so daß Signale von dem Leitungssender **11** eines Knotens von dem Leitungsempfänger **12** an dem anderen Knoten empfangen werden. Um zu ermöglichen, daß der lokale Knoten Busverkehr zwischen anderen Knoten wiederholt, ist ein (nicht gezeigter) Port-Repeater mit dem Arbitrierungs-Controller **10** verbunden.

[0020] Der Arbitrierungs-Controller **10** führt während des ersten Einschalten des Systems oder, wenn ein Knoten an den Bus gehängt oder von ihm getrennt wird, automatisch die Buskonfigurierung durch. Die Buskonfigurierung beginnt mit dem Rücksetzen und fährt mit den Baumidentifizierungs- (Baum-ID) und den Selbstidentifizierungsphasen (Self-ID) fort. Alle Knoten nehmen an der Buskonfigurierung teil. Wenn eine Buskonfigurierung einmal beendet ist, verständigen sich die Knoten auf den Zugang auf den Bus und beginnen normale Busübertragungen.

[0021] Die herkömmliche Signalisierung für die Buskonfigurierung, die Arbitrierung und die Paketübertragung basiert auf differentieller Signalisierung von Leitungszuständen, die von den entgegengesetzten Enden von zwei verdrillten Leitungspaaren TPA und TPB signalisiert werden. Der Leitungszustand wird durch analoge Spannungen (1, 0, Z) dargestellt, und einen Satz von Ergebnisspannungen oder Kollisionszuständen wird von benachbarten Knoten als ein bestimmter Signalisierungszustand erkannt. In der vorliegenden Erfindung werden digitale Leitungszustände von den entgegengesetzten Enden der optischen Verbindungen signalisiert. Tatsächlich kann auf dem optischen Bus kein differentieller Zustand auftreten. Aus diesem Grund dient die vorliegende Erfindung dazu, einen differentiellen Leitungszustand des Busses an jedem Ende des Kabels zu synthetisieren, indem Zustandssignale der digitalen Leitung, die auf dem Kabel in entgegengesetzte Richtungen signalisiert werden, übersetzt werden. Die Erkennungsvorrichtungen **14** und **15** für den differentiellen Leitungszustand übersetzen die Zustandssignale der digitalen Leitung, um den differentiellen Leitungszustand zu synthetisieren.

[0022] Anstatt das stationäre Datenbestätigungsformat zu verwenden, in dem parallele Mehrbitdaten von dem Arbitrierungs-Controller **10** für die getrennte Übertragung über TPA und TPB in Daten und Datenbestätigungsimpulse umgewandelt werden, werden die parallelen Mehrbitdaten von dem Arbitrierungs-Controller **10** durch einen "mB/nB"-Kodierer **16** des Leitungssenders **11** in ein Kodewort umgewandelt, so daß die parallelen m-Bit-Daten in ein n-Bit-Kodewort umgewandelt (wobei n > m) und in einem Parallel-Seriell-Umsetzer **17** in einen seriellen Bitstrom umgewandelt und dann von einem Lichtwellensender **18** für die Übertragung über die optische Verbindung **19** in ein Lichtwellensignal umgewandelt werden.

[0023] Ein serieller optischer Bitstrom mit dem mB/nB-Format von dem anderen Knoten wird über die Verbindung **20** gesendet und von dem Leitungsempfänger **12** empfangen, wo er von einem Lichtwellenempfänger **21** in ein elektrisches Signal umgewandelt und in einem Seriell-Parallel-Umsetzer **22** in die parallele Form umgewandelt wird. Ein Dekoder **23** führt die Datenumwandlung auf dem empfangenen n-Bit-Kodewort aus, um die originalen parallele m-Bit-Daten wiederzugewinnen.

[0024] Das von dem Controller **10** erzeugte m-Bit-Arbitrierungssignal wird in Datenblöcke Tx_Arb gleicher Länge mit höher- und niederwertigeren Bits unterteilt, und das m-Bit-Arbitrierungssignal von dem Leitungsempfänger **12** wird ebenso in Datenblöcke Rx_Arb gleicher Länge mit höher- und niederwertigeren Bits unterteilt. Für Erläuterungszwecke werden die Mehrbitdaten durch vier Bit und jeder Datenblock durch zwei Bit dargestellt. Jeder Zwei-Bit-Datenblock stellt jeweils einen der analogen Leitungszustände "Z", "0" und "1" dar. Wie in Fig. 2 gezeigt, stellen die Datenblöcke "01", "00" und "11" jeweils "Z", "0" und "1" dar. Da herkömmliche verdrillte Leitungspaare TPA und TPB mit einer der analogen Spannungen 1, 0, Z gesteuert werden und eine Kombination von zwei analogen Spannungen verwendet wird, um einen bestimmten Leitungszustand darzustellen, wird eine Übereinstimmung zwischen paarweisen Kombinationen der analogen Spannungen 1, 0, Z, die auf aktuellen verdrillten Leitungspaaren TPA und TPB signalisiert werden, und paarweisen Kombinationen der auf der optischen Verbindung **19** signalisierten Datenblöcke hergestellt. Die niederwertigeren Bits und die höherwertigeren Bits werden jeweils auf äquivalenten verdrillten Leitungspaaren TPA und TPB signalisiert.

[0025] Die Erkennungsvorrichtung **14** für den differentiellen Leitungszustand empfängt den Datenblock Tx_Arb [1:0] mit den niederwertigeren Bits eines Vier-Bit-Sendearbitrierungssignals von dem Arbitrierungs-Controller **10** und den Datenblock Rx_Arb [3:2] mit den höherwertigeren Bits eines Vier-Bit-Arbitrierungssignals von dem Leitungsempfänger **12**, um einen Datenblock Tx_Dif [1:0] mit niederwertigeren Bits eines Vier-Bit-Pseudo-Differenzsignals zu erzeugen. Andererseits empfängt die Erkennungsvorrichtung **15** für den differentiellen Leitungszustand den Datenblock Tx_Arb [3:2] mit den höherwertigeren Bits des Arbitrierungssignals und den Datenblock Rx_Arb

[1:0] mit den niederwertigeren Bits des empfangenen Arbitrierungssignals, um einen Datenblock Tx_Dif [3:2] mit höherwertigeren Bits des Pseudo-Differenzsignals zu erzeugen.

[0026] Wie dargestellt, umfaßt die Erkennungsvorrichtung **14** für den differentiellen Leitungszustand ein EXKLUSIV-ODER-Gatter **30**, an das die niedrigeren zwei Bits des Sendearbitrierungssignals angelegt werden. Die Ausgabe des EXKLUSIV-ODER-Gatters **30** wird invertiert, um ein Signal zum Auslösen eines Sendetreibers **31** zu erzeugen, welcher von dem niederwertigsten Bit Tx_Arb [0] gesteuert wird. Die höheren zwei Bits des von dem Leitungsempfänger **12** empfangenen Arbitrierungssignals werden an das EXKLUSIV-ODER-Gatter **32** geliefert, dessen Ausgabe invertiert wird, um einen Empfangstreiber **33** auszulösen, welcher von dem zweithöchstwertigen Bit Rx_Arb [**2**] des empfangenen Arbitrierungssignals gesteuert wird.

[0027] Die Ausgabe des Treibers **31** stellt den Leitungszustand am nahen Ende des seriellen Busses dar, und die Ausgabe des Treibers **33** stellt den Leitungszustand am fernen Ende des seriellen Busses dar. Die Ausgaben der Treiber **31** und **33** werden gemeinsam mit einem gemeinsamen Schaltungsknoten **36** verbunden, wo eine differentielle Spannung des Leitungszustands am nahen Ende und des Leitungszustands am fernen Ende entwickelt wird, um einen stationären differentiellen Leitungszustand, wie durch den IEEE 1394-Standard spezifiziert, zu synthetisieren. Das Potential an dem Schaltungsknoten **36** wird durch die Vergleicher **34** und **35** mit einer Referenzspannung R verglichen.

[0028] Es wird erkannt werden, daß, wenn die Eingänge eines der EXKLUSIV-ODER-Gatter **30** und **32** entweder "00" oder "11" sind, der entsprechende Treiber ausgelöst wird und der gemeinsame Schaltungsknoten **36** auf einen niedrigen Spannungspegel vorgespannt wird, wenn die Eingänge der Gatter **30**, **32** "00" sind, was die Vergleicher **34**, **35** veranlaßt, niederwertigere Bits "01" zu erzeugen, oder auf einen hohen Spannungspegel vorgespannt wird, wenn die Eingänge der Gatter **30**, **32** "11" sind, was die Vergleicher **34**, **35** veranlaßt, niederwertigere Bits "10" zu erzeugen. Wenn die Eingänge beider EXKLUSIV-ODER-Gatter **30**, **32** "01" sind, erzeugen die Vergleicher **34**, **35** niederwertigere Bits "00".

[0029] Fig. 3 stellt eine Abbildung zur Herstellung von Beziehungen zwischen gesendeten Leitungszuständen, empfangenen Leitungszuständen und erkannten Pseudo-Differenz-Zuständen und entsprechenden Spannungspegeln, die gegenwärtig von der Datenbestätigungssignalisierung verwendet werden, dar.

[0030] Der Betrieb der vorliegenden Erfindung wird mit der Beschreibung eines normalen Arbitrierungsverfahrens zwischen den Knoten A und B, das direkt vor der Paketübertragung stattfindet, besser verstanden. Wenn der Knoten A während des Arbitrierungsverfahrens Besitz von dem Bus ergreifen möchte, sendet er einen Vier-Bit-Anforderungskode (00 01) an den Knoten B, wobei dieser Kode einer Kombination analoger Leitungszustände Z und 0 entspricht, die von dem Knoten A jeweils auf TPA und TPB signalisiert werden.

[0031] Wenn der Knoten B zu diesem Zeitpunkt im Leerlauf ist, sendet er einen Leerlaufkode (00 00), der dem analogen Leerlaufzustand (Z, Z) entspricht, und seine Zustandsmaschine wechselt ansprechend auf den Anforderungskode in einen Grant-State und gibt einen Vier-Bit-Grant-Kode (00 01) an den Knoten A zurück, wobei dieser Kode dem analogen Grant-State (Z = TPA, 0 = TPB) entspricht.

[0032] Nach Empfang des höherwertigeren Datenblocks "00" des Anforderungskodes von dem Arbitrierungs-Controller **10** und des niederwertigeren Datenblocks "01" des Grant-Kode von dem Leitungsempfänger **12**, erzeugt die Erkennungsvorrichtung **15** für den differentiellen Leitungszustand einen höherwertigeren Datenblock "01" eines Pseudo-Differenzkodes. Andererseits antwortet die Erkennungsvorrichtung **14** für den differentiellen Leitungszustand auf den niederwertigeren Datenblock "01" des Anforderungskodes von dem Arbitrierungs-Controller **10** und den höherwertigeren Datenblock "00" des Grant-Kodes von dem Leitungsempfänger 12, indem sie einen niederwertigeren Datenblock "01" des Pseudo-Differenzkodes erzeugt. Somit ist der differentielle Leitungszustandskode, der dem Arbitrierungs-Controller **10** vorgelegt wird, "0101".

[0033] Ansprechend darauf wechselt die Zustandsmaschine des Arbitrierungs-Controllers von dem Anforderungszustand in den Sendezustand und vollendet das Arbitrierungsverfahren. Wenn die Arbitrierung einmal beendet wird, initiiert der Gewinnerknoten eine Paketübertragung, die mit einer "Datenprefix"-Signalisierung beginnt und mit einer "Datenend"-Signalisierung endet.

[0034] Eine veränderte Ausführungsform dieser Erfindung ist in Fig. 4 dargestellt, wobei Teile, die in ihrer Bedeutung denen von Fig. 1 entsprechen, mit den gleichen Nummern gekennzeichnet sind und deren Beschreibung der Einfachheit halber weggelassen wird. In dieser Abwandlung sind zusätzlich Erkennungsvorrichtungen **40** und **41** für den Leitungszustand am fernen Ende mit identischem Aufbau vorgesehen, um ein empfangenes differentielles Signal (Rx_Dif) gemäß der Abbildung von Fig. 5 in Arbitrierungssignale (Rx_Arb) am fernen Ende umzuwandeln, die von dem anderen Knoten gesendet werden mußten. Die Arbitrierungssignale (Rx_Arb) am fer-

nen Ende werden an die Erkennungsvorrichtungen **14** und **15** für den differentiellen Leitungszustand geliefert, welche die Abbildung von Fig. 6 verwenden, um das erkannte Arbitrierungssignal (Rx_Arb) am fernen Ende von den Erkennungsvorrichtungen **40**, **41** für den Leitungszustand am fernen Ende und das Arbitrierungssignal (Tx_Arb) am nahen Ende von dem Controller **10** für die Sendung an den anderen Knoten in ein differentielles Signal (Tx_Dif) am nahen Ende anstatt in das Arbitrierungssignal am nahen Ende der vorhergehenden Ausführungsform umzuwandeln.

[0035] Insbesondere empfängt die Erkennungsvorrichtung **40** für den Leitungszustand am fernen Ende die höherwertigeren Bits Rx_Dif [3:2] eines empfangenen differentiellen Signals von dem Leitungsempfänger **12** und die niederwertigeren Bits Tx_Arb [1:0] eines Arbitrierungssignals am nahen Ende von dem Arbitrierungs-Controller **10** und erzeugt höherwertigere Bits Rx_Arb [**3**:2] eines Arbitrierungssignals am fernen Ende, welches der andere Knoten sendet. Die Erkennungsvorrichtung **41** für den Leitungszustand am fernen Ende empfängt die niederwertigeren Bits Rx_Dif [1:0] des empfangenen differentiellen Signals von dem Leitungsempfänger **12** und die höherwertigeren Bits Tx_Arb [3:2] von dem Arbitrierungssignal am nahen Ende von dem Arbitrierungs-Controller **10** und erzeugt niederwertigere Bits Rx_Arb [1:0] des Arbitrierungssignals am fernen Ende.

[0036] Die Erkennungsvorrichtung **14** für den differentiellen Leitungszustand empfängt die niederwertigeren Bits Tx_Arb [1:0] des Arbitrierungssignals am nahen Ende von dem Arbitrierungs-Controller **10** und die höherwertigeren Bits Rx_Arb [3:2] von dem Arbitrierungssignal am fernen Ende von der Erkennungsvorrichtung **40** für den Leitungszustand am fernen Ende und erzeugt höherwertigere Bits Tx_Dif [3:2] des differentiellen Leitungszustandssignals am nahen Ende. Andererseits empfängt die Erkennungsvorrichtung **15** für den differentiellen Leitungszustand die höherwertigeren Bits Tx_Arb [3:2] des Arbitrierungssignals am nahen Ende von dem Arbitrierungs-Controller **10** und die niederwertigeren Bits Rx_Arb [1:0] von dem Arbitrierungssignal am fernen Ende von der Erkennungsvorrichtung **41** für den Leitungszustand am fernen Ende und erzeugt niederwertigere Bits Tx_Dif [1:0] des differentiellen Leitungszustandssignals am nahen Ende.

[0037] In der Erkennungsvorrichtung **15** für den differentiellen Leitungszustand empfängt das EXKLUSIV-ODER-Gatter **30** die höheren zwei Bits des Sendearbitrierungssignals und der Treiber **31** wird von dem zweithöchstwertigen Bit Tx_Arb [2] des Sendearbitrierungssignals gesteuert. Die zwei niederwertigeren Bits der Ausgabe der Erkennungsvorrichtung **41** für den Leitungszustand am fernen Ende werden an das EXKLUSIV-ODER-Gatter **32** geliefert, und der Treiber **33** wird von dem niederwertigsten Bit Rx_Arb [0] der Ausgabe der Erkennungsvorrichtung **41** für den Leitungszustand am fernen Ende gesteuert. Die Ausgaben der Vergleicher **34** und **35** werden als die niederwertigeren Bits des differentiellen Signals Tx_Dif [1:0] am nahen Ende an den Leitungssender **11** geliefert.

[0038] Der Betrieb der abgewandelten Ausführungsform wird mit der Beschreibung eines normalen Arbitrierungsverfahrens zwischen den Knoten A und B verstanden. Wenn der Knoten A während des Arbitrierungsverfahrens Besitz von dem Bus ergreifen möchte, legt der Arbitrierungs-Controller **10** die höherwertigeren Bits "00" eines Vier-Bit-Anforderungskodes (00 01) an die Erkennungsvorrichtung **40** für den Leitungszustand am fernen Ende ebenso wie an die Erkennungsvorrichtung **15** für den differentiellen Leitungszustand an, und die niederwertigeren Bits "01" des Anforderungskodes an die Erkennungsvorrichtung **41** für den Leitungszustand am fernen Ende ebenso wie an die Erkennungsvorrichtung **14** für den differentiellen Leitungszustand an (dieser Anforderungskode entspricht dem analogen Leitungszustand (Z = TPA, 0 = TPB)). Wenn der Knoten B im Leerlauf ist, sendet er einen Leerlaufkode (00 00). Daher empfangen die Erkennungsvorrichtungen **40** und **41** für den Leitungszustand am fernen Ende den Kode (00 00) von dem Leitungsempfänger **12**. Die Erkennungsvorrichtung **40** für den Leitungszustand am fernen Ende erzeugt somit, wie durch das gestrichelte Rechteck **50** in Fig. 5 angezeigt, "01" als die niederwertigeren Bits eines Arbitrierungskodes am fernen Ende, während die Erkennungsvorrichtung **41** für den Leitungszustand am fernen Ende, wie durch das gestrichelte Rechteck **51** in Fig. 5 angezeigt, "01" als die höherwertigeren Bits des Arbitrierungskodes am fernen Ende erzeugt. Der Arbitrierungskode am fernen Ende (01 01) ist der Kode, den der Arbitrierungs-Controller **10** des Knotens B erzeugen muß.

[0039] Die Erkennungsvorrichtung **15** für den differentiellen Leitungszustand des Knotens A erzeugt somit, wie durch das gestrichelte Rechteck **52** angezeigt, höherwertigere Bits "01" eines Differenzkodes am nahen Ende, während die Erkennungsvorrichtung **14** für den differentiellen Leitungszustand niederwertigere Bits "00" des Differenzkodes am nahen Ende erzeugt. Somit ist der Differenzkode am nahen Ende, der dem Leitungssender **11** dargeboten wird und der an den Knoten B gesendet wird, welcher ihn als Anforderungskode erkennt, (00 01).

[0040] Ansprechend auf den Pseudo-Differenzkode (00 01) von dem Knoten A wechselt der Arbitrierungs-Controller **10** des Knotens B von dem Leerlaufzustand in einen Grant-State und versorgt seine Erkennungsvorrichtungen **40**, **41** für den Leitungszustand am fernen Ende und die Erkennungsvorrichtungen **14**, **15** für den differentiellen Leitungszustand

mit einem Grant-Kode (00 01), der dem analogen Grant-State (Z, 0), wie in der vorhergehenden Ausführungsform beschrieben, entspricht. Mit dem Grant-Kode (00 01) und dem Differenzkode (00 01), die von dem Arbitrierungs-Controller **10** und dem Leitungsempfänger **12** geliefert werden, erzeugen die Erkennungsvorrichtungen **40** und **41** für den Leitungszustand am fernen Ende des Knotens B einen Leitungszustand am fernen Ende (00 01) und erkennen, daß der Knoten A einen Anforderungskode sendet. Unter Verwendung des Grant-Kodes (00 01) und des geschätzten Empfangskodes (00 01) erzeugen die Erkennungsvorrichtungen **14** und **15** für den differentiellen Leitungszustand des Knotens B einen Differenzkode vom nahen Ende (01 01), der an den Knoten A gesendet wird. Der Knoten A erkennt dieses Signal als einen Grant-Kode und wechselt von dem Anforderungszustand in den Sendezustand und schließt das Arbitrierungsverfahren ab.

Patentansprüche

1. Bitübertragungsschicht-Schnittstelle, für einen seriellen Bus, die aufweist:
einen Controller (**10**), der geeignet ist, parallele Daten zu erzeugen, die einen Leitungszustand am nahen Ende des seriellen Busses darstellen; dadurch gekennzeichnet, daß
ein mit dem Controller (**10**) verbundener Leitungssender (**11**) geeignet ist, die parallelen Daten von ihm in serielle Daten umzuwandeln und die seriellen Daten an den seriellen Bus zu senden;
ein mit dem seriellen Bus verbundener Leitungsempfänger (**12**) geeignet ist, serielle Daten von ihm zu empfangen und die empfangenen seriellen Daten in parallele Daten, die einen Leitungszustand am fernen Ende des seriellen Busses darstellen, umzuwandeln; und
eine Erkennungsschaltung (**15**) für den differentiellen Leitungszustand geeignet ist, aus den parallelen Daten von dem Controller (**10**) und den parallelen Daten des Leitungsempfängers (**12**) einen differentiellen Leitungszustand des seriellen Busses zu erkennen und den erkannten differentiellen Leitungszustand an den Controller (**10**) anzulegen.

2. Bitübertragungsschicht-Schnittstelle nach Anspruch 1, wobei der serielle Bus ein optisches Übertragungsmedium (**18**) aufweist.

3. Bitübertragungsschicht-Schnittstelle nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Leitungssender (**11**) aufweist:
einen Kodierer (**16**) zum Umwandeln der parallelen Daten des Controllers (**10**) in ein paralleles Kodewort; und einen Parallel-Seriell-Umsetzer (**17**) zum Umwandeln des parallelen Kodeworts in die serielle Form zum Senden, und
wobei der Leitungsempfänger (**12**) aufweist:
einen Seriell-Parallel-Umsetzer (**22**) zum Empfangen einer seriellen Form des Kodeworts von dem seriellen Bus und zum Umwandeln der empfangenen seriellen Form des Kodeworts in ein paralleles Kodewort; und
einen Dekoder (**23**) zum Dekodieren des parallelen Kodeworts in parallele Daten zum Anlegen an die Erkennungsschaltung (**15**) für den differentiellen Leitungszustand.

4. Bitübertragungsschicht-Schnittstelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Erkennungsschaltung (**15**) für den differentiellen Leitungszustand eine Abbildung zum Abbilden der parallelen Daten, die den Leitungszustand am nahen Ende darstellen, und der parallelen Daten, die den Leitungszustand am fernen Ende darstellen, auf die parallelen Daten, die den differentiellen Leitungszustand des seriellen Busses darstellen, umfaßt.

5. Bitübertragungsschicht-Schnittstelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Erkennungsschaltung (**15**) für den differentiellen Leitungszustand aufweist:
eine erste Schaltung, die auf parallele Daten von dem Controller anspricht, um an einem gemeinsamen Schaltungsknoten eine erste Leitungszustandsspannung zu erzeugen;
eine zweite Schaltung, die auf parallele Daten von dem Leitungsempfänger anspricht, um an dem gemeinsamen Schaltungsknoten eine zweite Leitungszustandsspannung zu erzeugen; und
eine Vergleicherschaltung, um eine an dem gemeinsamen Schaltungsknoten entwickelte differentielle Leitungszustandsspannung mit einem Referenzpotential zu vergleichen und ein Signal zu erzeugen, das den differentiellen Leitungszustand des seriellen Busses darstellt.

6. Bitübertragungsschicht-Schnittstelle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Erkennungsschaltung für den differentiellen Leitungszustand aufweist:
eine erste Erkennungsvorrichtung für den differentiellen Leitungszustand, die umfaßt:
eine erste Schaltung, die auf niederwertigere Bits der parallelen Daten des Controllers anspricht, um an einem ersten gemeinsamen Schaltungsknoten eine erste Leitungszustandsspannung zu erzeugen;
eine zweite Schaltung, die auf höherwertigere Bits der parallelen Daten von dem Leitungsempfänger anspricht, um an dem ersten gemeinsamen Schaltungsknoten eine zweite Leitungszustandsspannung zu erzeugen; und
eine erste Vergleicherschaltung zum Vergleichen einer differentiellen Leitungszustandsspannung, die sich an dem ersten gemeinsamen Schaltungsknoten entwickelt hat, mit einem Referenzpotential und zum Erzeugen niederwertigerer Bits von parallelen Daten, die den differentiellen Leitungszustand des seriellen Busses darstellen; und

eine zweite Erkennungsvorrichtung für den differentiellen Leitungszustand, die umfaßt:
eine dritte Schaltung, die auf höherwertigere Bits der parallelen Daten des Controllers anspricht, um an einem zweiten gemeinsamen Schaltungsknoten eine dritte Leitungszustandsspannung zu erzeugen;
eine vierte Schaltung, die auf niederwertigere Bits der parallelen Daten von dem Leitungsempfänger anspricht, um an dem zweiten gemeinsamen Schaltungsknoten eine vierte Leitungszustandsspannung zu erzeugen; und
eine zweite Vergleicherschaltung zum Vergleichen einer differentiellen Leitungszustandsspannung, die sich an dem zweiten gemeinsamen Schaltungsknoten entwickelt hat, mit einem Referenzpotential und zum Erzeugen höherwertigerer Bits von parallelen Daten, die den differentiellen Leitungszustand des seriellen Busses darstellen.

7. Bitübertragungsschicht-Schnittstelle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Controller (**10**) ferner parallele Daten empfängt, die den differentiellen Leitungszustand am fernen Ende des seriellen Busses darstellen; wobei
der Leitungsempfänger (**12**) ferner die empfangenen seriellen Daten in parallele Daten umwandelt, welche den differentiellen Leitungszustand am fernen Ende darstellen, wobei die Schnittstelle ferner aufweist:
eine Erkennungsschaltung (**40**) für den Leitungszustand am fernen Ende, um den Leitungszustand des seriellen Busses am fernen Ende aus den parallelen Daten, die von dem Controller (**10**) empfangen werden und den parallelen Daten, die von dem Leitungsempfänger (**12**) empfangen werden, zu erkennen, und parallele Daten zu erzeugen, die den erkannten Leitungszustand am fernen Ende des seriellen Busses darstellen; wobei
die Erkennungsvorrichtung für den differentiellen Leitungszustand (**14**, **15**) den differentiellen Leitungszustand am nahen Ende des seriellen Busses aus den parallelen Daten, die von dem Controller (**10**) erzeugt werden, und den parallelen Daten, die von der Erkennungsschaltung (**40**) für den Leitungszustand am fernen Ende erzeugt werden, erkennt und parallele Daten erzeugt, die den erkannten differentiellen Leitungszustand am nahen Ende des seriellen Busses darstellen; und wobei
der Leitungssender (**11**) ferner die parallelen Daten der Erkennungsschaltung für den differentiellen Leitungszustand in serielle Daten umwandelt und die seriellen Daten an den seriellen Bus sendet.

8. Verfahren zur Arbitrierung zwischen Knoten über einen seriellen Bus, das die folgenden Schritte aufweist:
a) Erzeugen paralleler Daten, die einen Leitungszustand am nahen Ende des seriellen Busses darstellen; gekennzeichnet durch:
b) Umwandeln der parallelen Daten in serielle Daten und Senden der seriellen Daten an den seriellen Bus;
c) Empfangen serieller Daten von dem seriellen Bus und Umwandeln der empfangenen seriellen Daten in parallele Daten, die den Leitungszustand am fernen Ende des seriellen Busses darstellen;
d) Umwandeln der parallelen Daten von Schritt a) und der parallelen Daten von Schritt c) in parallele Daten, die einen differentiellen Leitungszustand des seriellen Busses darstellen; und
e) Treffen einer Entscheidung für die parallelen Daten, die den differentiellen Leitungszustand darstellen.

9. Verfahren zur Arbitrierung zwischen Knoten über einen seriellen Bus, das die folgenden Schritte aufweist:
a) Erzeugen paralleler Daten, die einen Leitungszustand am nahen Ende des seriellen Busses darstellen; gekennzeichnet durch:
b) Empfangen serieller Daten von dem seriellen Bus und Umwandeln der empfangenen seriellen Daten in parallele Daten, die einen differentiellen Leitungszustand am fernen Ende des seriellen Busses darstellen;
c) Treffen einer Entscheidung für die parallelen Daten, die den differentiellen Leitungszustand am fernen Ende darstellen;
d) Umwandeln der parallelen Daten von Schritt a) und der parallelen Daten von Schritt b) in parallele Daten, die einen Leitungszustand am fernen Ende des seriellen Busses darstellen;
e) Umwandeln der parallelen Daten von Schritt a) und der parallelen Daten von Schritt d) in parallele Daten, die einen differentiellen Leitungszustand am nahen Ende des seriellen Busses darstellen; und
f) Umwandeln der parallelen Daten von Schritt e) in serielle Daten und Senden der seriellen Daten an den seriellen Bus.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

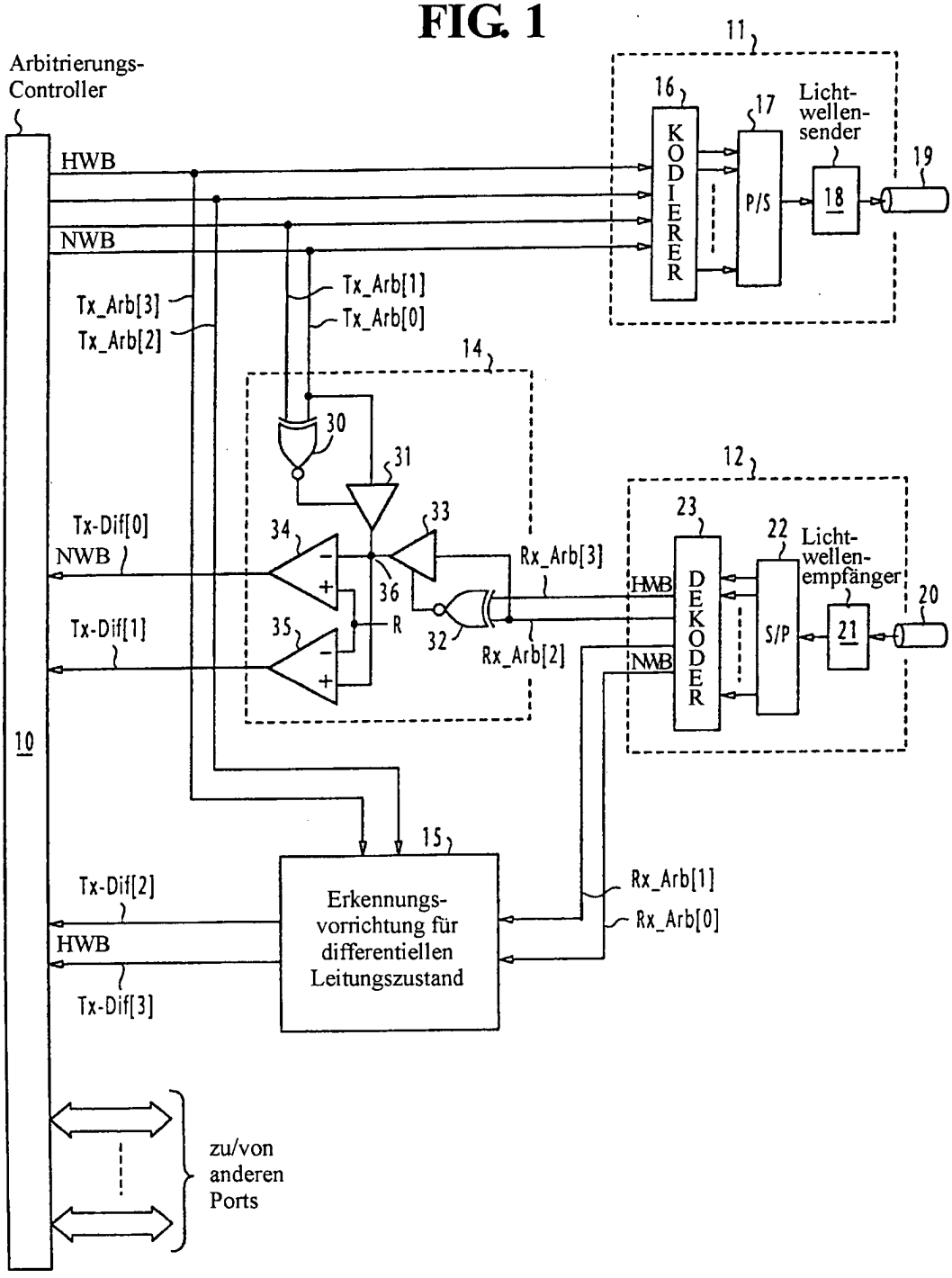

FIG. 2

Spannung	Tx-Arb[1:0]=TPA Tx-Arb[3:2]=TPB	Rx-Arb[3:2]=TPB Rx-Arb[1:0]=TPA
Z	01	01
0	00	00
1	11	11

FIG. 3

gesendeter Leitungszustand		empfangener Leitungszustand		erkannter differentieller Leitungszustand	
Span-nung	Tx-Arb[1:0] Tx-Arb[3:2]	Span-nung	Rx-Arb[3:2] Rx-Arb[1:0]	Span-nung	Tx-Dif[1:0] Tx-Dif[3:2]
Z	01	Z	01	Z	00
Z	01	0	00	0	01
Z	01	1	11	1	10
0	00	Z	01	0	01
0	00	0	00	0	01
1	11	Z	01	1	10
1	11	1	11	1	10

FIG. 4

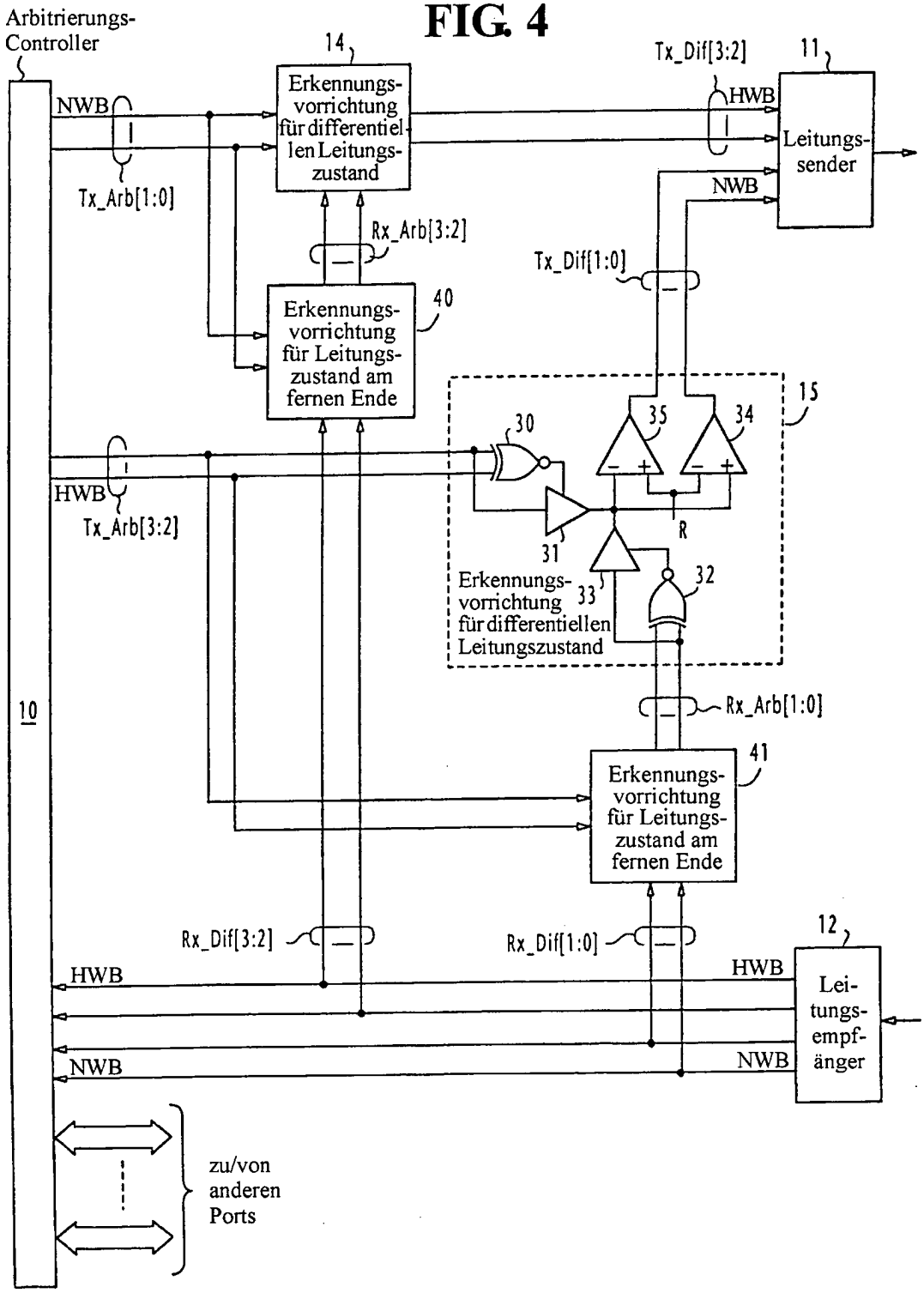
Arbitrierungs-Controller
14
Erkennungsvorrichtung für differentiellen Leitungszustand
Tx_Dif[3:2]
11
HWB
Leitungssender
NWB
Tx_Arb[1:0]
Rx_Arb[3:2]
Tx_Dif[1:0]
Erkennungsvorrichtung für Leitungszustand am fernen Ende
40
15
30
35
34
HWB
Tx_Arb[3:2]
31
R
Erkennungsvorrichtung für differentiellen Leitungszustand
33
32
Rx_Arb[1:0]
41
Erkennungsvorrichtung für Leitungszustand am fernen Ende
10
Rx_Dif[3:2]
Rx_Dif[1:0]
12
HWB
Leitungsempfänger
NWB
zu/von anderen Ports

FIG. 5

Leitungszustand am nahen Ende		empfangener differentieller Leitungszustand am fernen Ende		erkannter Leitungszustand am fernen Ende	
Spannung	Tx-Arb[1:0] Tx-Arb[3:2]	Spannung	Rx_Dif[3:2] Rx-Dif[1:0]	Spannung	Rx-Arbl[3:2] Rx_Arb[1:0]
Z	01	Z	01	Z	00
Z	01	0	00	0	01
Z	01	1	11	1	10
0	00	Z	01	1	10
0	00	0	00	0	01
1	11	Z	01	0	01
1	11	1	11	1	10

51

50

FIG. 6

Leitungszustand am nahen Ende		erkannter Leitungszustand am fernen Ende		differentieller Leitungszustand am nahen Ende	
Spannung	Tx-Arb[1:0] Tx-Arb[3:2]	Spannung	Rx-Arb[3:2] Rx-Arb[1:0]	Spannung	Tx-Dif[3:2] Tx-Dif[1:0]
Z	01	Z	01	Z	00
Z	01	0	00	0	01
Z	01	1	11	1	10
0	00	Z	01	0	01
0	00	0	00	0	01
1	11	Z	01	1	10
1	11	1	11	1	10

53

52