(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2019 002 669 T5** 2021.03.04

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/226585**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2019 002 669.0**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2019/033204**
(86) PCT-Anmeldetag: **21.05.2019**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **28.11.2019**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **04.03.2021**

(51) Int Cl.: ***H04L 12/801*** (2013.01)

(30) Unionspriorität:

| | | |
|---|---|---|
| **62/676,778** | **25.05.2018** | **US** |
| **16/183,850** | **08.11.2018** | **US** |

(71) Anmelder:
**Microchip Technology Incorporated, Chandler, Ariz., US**

(74) Vertreter:
**sgb europe - Grubert & Dienwiebel Patentanwälte PartG mbB, 82067 Ebenhausen, DE**

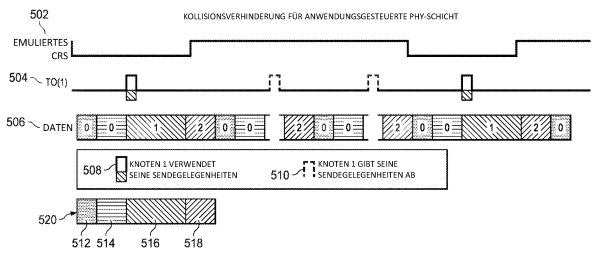
(72) Erfinder:
**Sostawa, Bernd, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, DE; Miller, Martin, 76185 Karlsruhe, DE; Rentschler, Michael, 76137 Karlsruhe, DE; Iyer, Venkatraman, Austin, Tex., US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **DATENVERKEHRSGESTALTUNG AUF PLCA-FÄHIGEN 10SPE-NETZWERKEN**

(57) Zusammenfassung: Ein 10SPE-Netzwerkknoten weist einen Prozessor, einen Speicher, Anweisungen in dem Speicher, die so ausgebildet sind, dass der Prozessor Daten generiert, die an andere Knoten gesendet werden sollen, und einen Netzwerkstapelspeicher auf. Der Netzwerkstapelspeicher weist eine Schaltung auf, die ausgebildet ist, um die Übertragung von Daten in einem Sendezeitfenster in einem Übertragungszyklus auf einem 10SPE-Netzwerk basierend auf einem Bandbreitenaufteilungsschema zu verzögern.



**Beschreibung**

PRIORITAT

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht die Priorität vor der vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 62/676,778, die am 25. Mai 2018 eingereicht wurde und auf deren Inhalt hiermit in vollem Umfang Bezug genommen wird.

TECHNISCHES GEBIET DER ERFINDUNG

**[0002]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf Ethernet-Kommunikation und insbesondere auf die Gestaltung des Datenverkehrs in PHY-Layer-Collision-Avoidance- (PLCA-) fähigen Netzwerken gemäß dem IEEE 802.3cg-Standard, auch bekannt als Single Twisted Pair Ethernet, 10SPE oder 10BASE-T1S.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0003]** 10SPE ist ein vorgeschlagener Standard, der derzeit überarbeitet und weiterentwickelt wird. 10SPE definiert Ethernet Local Area-, Access- und Metropolitan Area Networks. Ethernet wird bei ausgewählten Betriebsgeschwindigkeiten angegeben und verwendet eine Common Media Access Control (MAC-) Spezifikation und Management Information Base (MIB). Das Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) MAC-Protokoll spezifiziert den Betrieb mit geteiltem Medium (Halbduplex) sowie den Vollduplexbetrieb. Geschwindigkeitsspezifische Media Independent Interfaces (MIIs) bieten eine architektonische und optionale Implementierungsschnittstelle für ausgewählte Physical Layer Entities (PHY). Die physikalische Schicht codiert Datenübertragungsblöcke für die Übertragung und decodiert empfangene Datenübertragungsblöcke mit der Modulation, die für die Betriebsgeschwindigkeit, das Übertragungsmedium und die unterstützte Verbindungslänge angegeben ist. Weitere spezifizierte Funktionen sind: Steuerungs- und Verwaltungsprotokolle sowie die Bereitstellung von Strom über ausgewählte Twisted-Pair-PHY- Typen.

**[0004]** 10SPE spezifiziert Ergänzungen und entsprechende Modifikationen von IEEE Std. 802.3 zum Hinzufügen von 10 Mb/s Physical Layer (PHY-) Spezifikationen und Verwaltungsparametern für den Betrieb und der damit verbundenen optionalen Stromversorgung für einzelne symmetrische Twisted-Pair-Kupferkabel.

ZUSAMMENFASSUNG

**[0005]** Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können einen 10SPE-Netzwerkknoten aufweisen. Der Knoten kann einen Prozessor, einen Speicher und Anweisungen in dem Speicher aufweisen, die so ausgebildet sind, dass der Prozessor Daten generiert, die an andere Knoten gesendet werden. Der Knoten kann einen Netzwerkstapelspeicher aufweisen, der eine Schaltung aufweist, die ausgebildet ist, um die Daten in einem oder mehreren Übertragungszyklen zu senden. Ein gegebener Übertragungszyklus kann zumindest einen Sendezeitfenster für jeden der 10SPE-Netzwerkknoten zum Senden von Daten aufweisen. Die Schaltung kann weiterhin ausgebildet sein, um die Übertragung von Daten in einem ersten Sendezeitfenster in einem ersten Übertragungszyklus basierend auf einem Bandbreitenaufteilungsschema bis zu einem zweiten Sendezeitfenster zu verzögern. In Kombination mit einer der obigen Ausführungsformen kann die Schaltung weiterhin ausgebildet sein, um die Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster basierend auf einer Anzahl von Übertragungszyklen zu verzögern. In Kombination mit einer der obigen Ausführungsformen kann die Schaltung weiterhin ausgebildet sein, um die Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster basierend auf einer Anzahl von Sendezeitfenstern für den 10SPE-Netzwerkknoten zu verzögern. In Kombination mit einer der obigen Ausführungsformen kann die Schaltung weiterhin ausgebildet sein, um die Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster basierend auf einem Guthabenabrechnungsschema zu verzögern, wobei das Senden von Daten eine Vielzahl von Guthabenpunkten kostet und Guthabenpunkte sich im Laufe der Zeit ansammeln. In Kombination mit einer der obigen Ausführungsformen kann der Übertragungszyklus eine Vielzahl von Sendezeitfenstern des 10SPE-Netzwerks aufweisen. In Kombination mit einer der obigen Ausführungsformen können das erste Sendezeitfenster und ein zweites Zeitfenster unterschiedliche Größen aufweisen. In Kombination mit einer der obigen Ausführungsformen kann die Schaltung weiterhin ausgebildet sein, um die Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster bis zum zweiten Sendezeitfenster zu verzögern, basierend auf einem anderen 10SPE-Netzwerkknoten, der zuvor Daten gesendet hat. In Kombination mit einer der obigen Ausführungsformen kann die Schaltung weiterhin ausgebildet sein, um die Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster bis zum zweiten Sendezeitfenster zu verzögern, basierend darauf, dass der 10SPE-Netzwerkknoten eine niedrigere Priorität aufweist, als einer der anderen Knoten. In Kombination mit einer der obigen Ausführungsformen können die Anweisungen weiterhin ausgebildet sein, um den Prozessor zu einer Verzögerung der Datenübertragung in einem ersten Sendezeitfenster in einem ersten

Übertragungszyklus bis zum zweiten Sendezeitfenster zu veranlassen, basierend auf einer Bestimmung der Inaktivität der anderen Knoten. In Kombination mit einer der obigen Ausführungsformen kann die Schaltung durch Anweisungen implementiert werden, die vom Prozessor ausgeführt werden sollen.

**[0006]** Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können einen Produktionsgegenstand aufweisen. Der Gegenstand kann Anweisungen aufweisen, die, wenn sie vom Prozessor geladen und ausgeführt werden, den Betrieb der Schaltung einer der obigen Ausführungsformen implementieren.

**[0007]** Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können eine elektronische Vorrichtung, einen Computer, eine Netzwerkkarte, eine mobile Vorrichtung oder einen Server aufweisen, einschließlich eines der Knoten der obigen Ausführungsformen. Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können ein Netzwerk aufweisen, das zwei oder mehr Knoten einer der obigen Ausführungsformen aufweist.

**[0008]** Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können Verfahren aufweisen, die von einem der Knoten ausgeführt werden, Anweisungen, wenn ausgeführt, Schaltungen, elektronische Vorrichtungen, Computer, Netzwerkkarten, mobile Vorrichtungen, Netzwerke oder Server der obigen Ausführungsformen.

## Figurenliste

**Fig. 1** ist eine Veranschaulichung eines beispielhaften 10SPE-Netzwerks gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**Fig. 2** ist eine Veranschaulichung eines beispielhaften Übertragungszyklus gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**Fig. 3** ist eine Veranschaulichung des Zeitpunkts eines beispielhaften Übertragungszyklus gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**Fig. 4** ist eine Veranschaulichung eines Übertragungs- oder Buszyklus, bei dem ein gegebener Knoten seine Übertragungsmöglichkeit gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung nicht nutzt.

**Fig. 5** ist eine Veranschaulichung eines Knotens, der seine Übertragungsmöglichkeit gemäß einem ACP-Schema gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung nicht nutzt.

**Fig. 6** ist eine Veranschaulichung eines Knotens, der seine Übertragungsmöglichkeit gemäß einem ACT-Schema gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung nicht nutzt.

**Fig. 7** ist eine Veranschaulichung eines Knotens, der seine Übertragungsmöglichkeit gemäß einem CBS-Schema gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung nicht nutzt.

**Fig. 8** ist eine Veranschaulichung von Guthabenwerten des Betriebs von **Fig. 7** gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**Fig. 9** ist eine Veranschaulichung einer digitalen Schaltung zum Implementieren eines Guthabenschemas gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**Fig. 10** ist eine Veranschaulichung des Zuweisens von mehr als einer Kennung zu einem gegebenen Knoten gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**Fig. 11** ist eine Veranschaulichung mehrerer Größen der Datenübertragung gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0009]** **Fig. 1** ist eine Veranschaulichung eines beispielhaften 10SPE-Netzwerks **100** gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Das Netzwerk **100** kann eine beliebige geeignete Anzahl und Art von Knoten aufweisen. Beispielsweise kann das Netzwerk **100** Knoten **102**, **104A**, **104B**, **104C** aufweisen. Diese Knoten können ausgebildet sein, um über ein Netzwerk **120** miteinander zu kommunizieren. Das Netzwerk **120** kann auf jede geeignete Weise implementiert werden.

**[0010]** Der Knoten **102** kann ein Hauptknoten sein. Der Knoten **102** kann als Hauptknoten fungieren, indem er Netzwerkzuweisungen, Zuordnungen oder andere Verwaltungsaufgaben im Namen anderer Knoten im Netzwerk ausführt. Solche Aufgaben können mit dem Knoten **102** einer Netzwerkverwaltungsanwendung **112** ausgeführt werden.

**[0011]** Die Knoten **102**, **104A**, **104B**, **104C** können jeweils mit Netzwerktreibern oder einem Stapelspeicher **106** implementiert sein. Der Stapelspeicher **106** kann eine PHY-Schicht **108** aufweisen. Die Knoten **102**, **104A**, **104B**, **104C** können jeweils mit einer oder mehreren Endbenutzeranwendungen **110**, Prozessoren **114** und Speicher **116** implementiert sein. Endbenutzeranwendungen **110**, Netzwerkverwaltungsanwendung **112** und Netzwerktreiber oder -stapelspeicher 106 können Software, Bibliotheken, Funktionen, Skripte, Anwendungen, Code oder andere Anweisungen zur Ausführung durch Prozessoren **114** aufweisen. Die Anweisungen können in entsprechenden Speichern **116** gespeichert sein. Die Anweisungen können, wenn sie von Prozessoren **114** ausgeführt werden, Benutzeranwendungen **110**, Netzwerkverwaltungsanwendung **112** und Netzwerktreiber oder -stapelspeicher 106 veranlassen, die Funktionalität der vorliegenden Offenbarung auszuführen. Speicher **116** können durch ein oder mehrere Speicherelemente jeder geeigneten Implementierung implementiert werden, ob Langzeit- oder Kurzzeitspeicher. Die Prozessoren **114** können von einem oder mehreren geeigneten Prozessoren, Kernen oder Mikrocontrollern implementiert werden.

**[0012]** Die Knoten **102**, **104A**, **104B**, **104C** können jede geeignete elektronische Vorrichtung implementieren, wie beispielsweise einen Computer, einen Laptop, einen Server, eine virtuelle Maschine, eine mobile Vorrichtung oder eine elektronische Kfz-Steuereinheit (ECU). Die Knoten **102**, **104A**, **104B**, **104C** können jeweils unterschiedliche Implementierungen von Endbenutzeranwendungen **110** aufweisen. Endbenutzeranwendungen **110** erfordern möglicherweise die Kommunikation mit anderen Endbenutzeranwendungen **110** oder anderen Knoten **102**, **104A**, **104B**, **104C**. Eine solche Kommunikation kann beispielsweise unter Verwendung von 10 SPE über das Netzwerk **120** durchgeführt werden.

**[0013]** Obwohl in **Fig. 1** eine bestimmte Anzahl von Knoten gezeigt ist, kann das Netzwerk **100** eine beliebige geeignete Anzahl und Kombination von 10SPE-fähigen Knoten aufweisen.

**[0014]** Jeder Knoten kann ausgebildet sein, um eine Datenverkehrsgestaltung durchzuführen. In einer Ausführungsform kann eine solche Gestaltung in Hardware unter Verwendung digitaler Logik durchgeführt werden. In einer anderen Ausführungsform können Hooks in der Hardware jedes Knotens implementiert sein, so dass die Firmware auch den Datenverkehr beobachten und gestalten kann. Das Gestalten des Datenverkehrs kann durchgeführt werden, um Bandbreitengerechtigkeit oder Priorisierung für zeitkritische Knoten zu erzwingen.

**[0015]** Die Kommunikation zwischen den Knoten **102**, **104A**, **104B**, **104C** kann unter Verwendung von Übertragungszyklen und Datenübertragungsblöcken durchgeführt werden, die in den folgenden Merkmalen gezeigt sind. Jeder der Knoten **102**, **104A**, **104B**, **104C** kann ausgebildet sein, um unter Verwendung von Datenübertragungsblöcken, die den folgenden Ausführungsformen entsprechen, miteinander zu kommunizieren.

**[0016]** **Fig. 2** ist eine Veranschaulichung **200** eines beispielhaften Übertragungszyklus gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Der Übertragungszyklus kann für das Netzwerk **100** nach **Fig. 1** sein.

**[0017]** Eine erste Instanz eines Übertragungszyklus **202A** kann Sendezeitfenster für jeden Knoten des Netzwerks aufweisen. Wenn sich N Knoten im Netzwerk befinden, können N Sendezeitfenster in einem bestimmten Übertragungszyklus vorhanden sein. Beispielsweise kann der Übertragungszyklus **202A** Sendezeitfenster **210**, **212**, **214** aufweisen. Jedes solche Sendezeitfenster kann einem gegebenen Knoten zugewiesen sein. Das Sendezeitfenster kann mit einer Kennung (0 ... N-1) identifiziert werden, die für den Übertragungszyklus eindeutig ist. Die Kennung kann einen Absender des Datenpakets identifizieren. Jedes Sendezeitfenster kann bis hin zu einer bestimmten Datenmenge **206** aufweisen. Wie weiter unten erläutert, kann in einigen Ausführungsformen ein zugewiesenes Sendezeitfenster keine Daten aufweisen. Die Kennung kann in den Daten **206** vorhanden sein. Die Kennung kann einen Absender der Daten identifizieren. In verschiedenen Ausführungsformen kann das Sendezeitfenster für einen gegebenen Knoten unter Bedingungen weggelassen werden, die nachstehend ausführlicher erörtert werden. Die Sendezeitfenster **210**, **212**, **214** können durch eine Ruheperiode **208** getrennt sein. Jeder Übertragungszyklus **202** kann durch ein Markierungssignal (Beacon) **204** initiiert werden. Das Markierungssignal **204** kann eine geeignete Information aufweisen, um anzuzeigen, dass der Übertragungszyklus beginnt. Der Übertragungszyklus **202A** kann enden und ein anderer Übertragungszyklus **202B** kann beginnen. Die Teilnahme einzelner Knoten an einem gegebenen Übertragungszyklus **202** kann zwischen den Übertragungszyklen variieren.

**[0018]** Nach dem Empfang des Übertragungszyklus **202** kann ein gegebener Knoten diesen analysieren. Das Signal **216** kann analysiert werden, um diesen Übertragungszyklus **202** zu bestimmen. Die Ruhezeit **208** oder das Fehlen von Daten kann interpretiert werden, um zu bestimmen, dass als nächstes ein separater Datenteil des Übertragungszyklus **202** empfangen werden soll. Die Daten **206** können analysiert werden, um zu

bestimmen, ob Daten zu oder von einem gegebenen Knoten enthalten sind. Der gegebene Knoten kann seine eigenen Daten **206** in den Übertragungszyklus einfügen.

**[0019]** Der Übertragungszyklus kann die Verwendung von PLCA zur Gestaltung des Datenverkehrs im Netzwerk widerspiegeln. PLCA kann in IEEE P802.3cg angegeben werden. PLCA bietet möglicherweise Zugriffsgerechtigkeit für Knoten im Netzwerk. Die Zugriffsgerechtigkeit kann die Fähigkeit jedes Knotens aufweisen, in einem gegebenen Übertragungszyklus **202** auf das Netzwerk zuzugreifen. PLCA bietet jedoch keine Bandbreitengerechtigkeit oder Priorisierung zwischen den Knoten. Bandbreitengerechtigkeit wird möglicherweise nicht bereitgestellt, da gegebene Knoten, obwohl Zugriffsgerechtigkeit bereitgestellt wird, möglicherweise mehr Daten in ihre Datenpakete einfügen als andere Knoten. Darüber hinaus kann die Zugriffsgerechtigkeit keine Priorisierung zwischen den Knoten ermöglichen. Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können Bandbreitengerechtigkeit und Priorisierung zwischen den Knoten bereitstellen. PLCA und Verbesserungen davon können in digitaler Logik oder Anweisungen zur Ausführung in einem Netzwerkstapelspeicher implementiert werden. PLCA und Verbesserungen davon können Hooks für Firmware aufweisen, um den Datenverkehr zu beobachten und zu gestalten.

**[0020]** Bei den meisten Implementierungen eines kollisionsbasierten Netzwerks beträgt die maximale Bandbreitennutzung möglicherweise nur 60%. Darüber hinaus kann es ohne deterministisches Verhalten möglicherweise nicht für sicherheitskritische Anwendungen verwendet werden. Stattdessen kann mit PLCA ein Masterknoten wie der Knoten **102** den Netzwerkzugriff auf der physischen Schicht organisieren. Dies kann Kollisionen verhindern, deterministisches Verhalten bereitstellen und die Bandbreite voll ausnutzen.

**[0021]** In **Fig. 2** kann jedem PHY der jeweiligen Knoten eine statische ID (0 ... N-1) zugewiesen werden, die in den Daten **206** enthalten ist. Der Hauptknoten kann eine ID von „0“ aufweisen. Der Hauptknoten kann ein Markierungssignal **204** senden, das einen neuen Übertragungszyklus startet. Nach dem Empfang kann jeder der anderen Knoten die Möglichkeit aufweisen, Daten innerhalb eines jeweiligen Sendezeitfensters **210**, **212**, **214** über die jeweilige PHY-Hardware oder -Software zu senden. In einer Ausführungsform kann ein Knoten die Möglichkeit zum Senden von Daten in einem jeweiligen Sendezeitfenster **210**, **212**, **214** übergehen oder bereitstellen. Andere Knoten können ausgebildet sein, um zu erkennen, dass der gegebene Knoten seine Gelegenheit zum Senden von Daten übersprungen hat, wenn die Ruhezeit **208** einen gegebenen Schwellenwert überschreitet. Dann kann das nächste Sendezeitfenster beginnen.

**[0022]** **Fig. 3** ist eine Veranschaulichung **300** des Zeitpunkts eines beispielhaften Übertragungszyklus gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Die minimale und maximale Zeit zum Abschließen eines Übertragungs- oder Buszyklus kann berechnet werden.

**[0023]** Die minimale Zeit, die benötigt wird, um einen vollständigen Übertragungszyklus abzuschließen, kann als

$$\text{Minimum Bus Cycle Time} = tBeacon + N^* tSilence$$

angegeben werden, wobei tBeacon die Zeit ist, die für die Ausgabe eines Markierungssignals benötigt wird, tSilence die Zeit ist, die für die Ruhezeit zwischen einem Paar von Sendezeitfenstern benötigt wird und N ist die Anzahl der Knoten oder Sendezeitfenster. Eine solche Mindestzeit würde auftreten, wenn alle Knoten die Möglichkeit hätten, ihre jeweiligen Sendezeitfenster zu verwenden. Die maximale Zeit, die benötigt wird, um einen vollständigen Übertragungszyklus abzuschließen, kann als

$$\text{Maximum Bus Cycle Time} = tBeacon + N^* tSilence + N^*tMTU$$

angegeben werden, wobei tBeacon die Zeit ist, die für die Ausgabe eines Markierungssignals benötigt wird, tSilence die Zeit ist, die für die Ruhezeit zwischen einem Paar von Sendezeitfenstern benötigt wird, tMTU die Zeit ist, die zum Senden der am längsten zulässigen Datenlänge benötigt wird (MTU - maximum transmission unit), N die Anzahl der Knoten oder Sendezeitfenster ist. Eine solche maximale Zeit würde auftreten, wenn alle Knoten die maximale Zeit zwischen den Sendezeitfenster zum Senden ihrer Daten verwenden würden (wodurch die volle Menge an Ruhezeit gebraucht wird), alle Knoten ihre Sendezeitfenster zum Senden von Daten verwenden würden und alle Knoten die maximale Datenmenge in ihren jeweilige Sendezeitfenstern senden würden. In einer Ausführungsform kann eine MTU 64 Bytes lang sein. Die Ruhezeitunterbrechungsperioden können in diese Berechnung einbezogen werden, da ein bestimmter Knoten möglicherweise die Dauer der Ruhezeitunterbrechungsperiode abzüglich (beispielsweise) einer Nanosekunde vor dem Senden abwartet.

**[0024]** Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können Verbesserungen gegenüber PLCA bereitstellen, indem Knoten mit größeren Datenpaketen, Bandbreitenüberverbrauch, niedrigerer Priorität oder Best-Effort-Datenverkehr in verschiedenen Übertragungszyklen Übertragungsmöglichkeiten (TO) erhalten. Darüber hinaus können Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung Verbesserungen gegenüber PLCA bereitstellen, indem Knoten mit zeitsensitivem Datenverkehr versehen werden, um mehr Übertragungsmöglichkeiten zu erhalten. Richtlinien für einzelne Knoten, um TOs verwerfen, können von einem Hauptknoten festgelegt und von einzelnen Knoten implementiert werden. Richtlinien zum Bereitstellen von Knoten mit mehr Übertragungsmöglichkeiten können von einem Masterknoten bereitgestellt werden, indem einem einzelnen Knoten mehrere IDs zugewiesen werden.

**[0025]** In einer Ausführungsform können Knoten TOs gemäß einem Application Controlled PLCA (ACP-) Schema erzielen. In einer anderen Ausführungsform können Knoten TOs gemäß einem anwendungsgesteuerten Zeitmultiplexalgorithmus (ACT) verworfen werden. In einer weiteren Ausführungsform können Knoten TOs gemäß einem Credit-Based-Shaping- (CBS-) Schema verworfen werden. In einer weiteren Ausführungsform kann ACP oder ACT unter Verwendung eines CBS-Schemas implementiert werden.

**[0026]** **Fig. 4** ist eine Veranschaulichung eines Übertragungs- oder Buszyklus **402**, bei dem ein gegebener Knoten seine Übertragungsmöglichkeit gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung nicht nutzt. Ein Markierungssignal **204** kann im Übertragungszyklus **402** ausgegeben werden. Knoten 0 kann seinen TO nehmen und Daten **404** übertragen. Knoten 1 kann seinen TO nicht nehmen und somit keine Daten **406** übertragen, wobei nur die Ruhezeit **412** verbleibt. Nach die Ruhezeit **412** für eine maximale Ruhezeitperiode abläuft, kann der Knoten 2 seinen TO nehmen und Daten **408** übertragen. Später kann der Knoten N1 seinen TO nehmen und Daten **410** übertragen. Zwischen verschiedenen Sendezeitfenstern kann Ruhezeit **414** auftreten. Ein weiterer Zyklus kann beginnen, beginnend mit dem Markierungssignal **204** vom Masterknoten.

**[0027]** **Fig. 5** ist eine Veranschaulichung eines Knotens, der seine Übertragungsmöglichkeit gemäß einem ACP-Schema gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung nicht nutzt.

**[0028]** In ACP kann ein bestimmter Knoten, der verzögert werden soll, auf eine bestimmte Anzahl von Übertragungsmöglichkeiten warten, bevor er das Sendezeitfenster tatsächlich verwendet. Wenn einem bestimmten Knoten eine einzelne Kennung zugewiesen wird, ähnelt diese Technik möglicherweise ACT, mit Ausnahme eines Zeitversatzes. Wenn einem bestimmten Knoten jedoch mehrere Kennungen zugewiesen werden, kann der angegebene Knoten eine ACP-Wartezeit schneller durchlaufen als ein anderer Knoten, dem eine einzelne Kennung zugewiesen wurde. Solche Mehrfachkennungen können innerhalb eines einzelnen Übertragungszyklus mehrere Sendezeitfenster für einen bestimmten Knoten ergeben.

**[0029]** Ein emulierter Carrier Sense (CRS) **502** kann als Bandbreitenunterdrückungssignal verwendet werden. Das emulierte CRS **502** kann einen Träger auf dem Bus emulieren, so dass eine gegebene Steuerung in einem Knoten glaubt, dass der Bus gerade verwendet wird und der Knoten nicht sendet. Emuliertes CRS **502** kann lokal für jeden Knoten erzeugt werden und kann von Software oder Schaltungen auf dem Knoten verwendet und ausgegeben werden, um Hardware zu übertragen. Wenn also ein gegebener Knoten sein TO nicht nehmen soll, kann der gegebene Knoten emuliertes CRS **502** an seine eigene Ausrüstung ausgeben. Das emulierte CRS **502** kann eine tatsächliche CRS-Signalleitung emulieren, die als Eingang in die Hardware dient. Das emulierte CRS **502** kann mit einer tatsächlichen CRS-Signalleitung logisch ODER-verknüpft werden.

**[0030]** Ein Markierungssignal **512** kann zu Beginn eines Übertragungszyklus **520** gesendet werden. Daten können in Sendezeitfenstern für Knoten 0 (**514**), Knoten 1 (**516**) und Knoten 2 (**518**) gesendet werden.

**[0031]** In **Fig. 5** kann emuliertes CRS **502** für Knoten 1 (**516**) gezeigt sein. Wenn emuliertes CRS **502** aktiviert ist (zum Beispiel hoch), kann Knoten 1 (**516**) seinen TO aufgeben, wie in **510** gezeigt. Wenn emuliertes CRS **502** deaktiviert ist (zum Beispiel niedrig), kann Knoten 1 (**516**) seinen TO nehmen, wie in **508** gezeigt. Somit kann in **Fig. 5** Knoten 1 (**516**) sein erstes TO nehmen, seine nächsten zwei TOs aufgeben und sein viertes TO nehmen.

**[0032]** **Fig. 6** ist eine Veranschaulichung eines Knotens, der seine Übertragungsmöglichkeit gemäß einem ACT-Schema gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung nicht nutzt. Ein Markierungssignal **612** kann zu Beginn eines Übertragungszyklus **620** gesendet werden. Daten können in Sendezeitfenstern für Knoten 0 (**614**), Knoten 1 (**616**) und Knoten 2 (**618**) gesendet werden. Ein emuliertes CRS **602** ist zusammen mit einem Markierungssignal **604** gezeigt, das der Verwendung des Markierungssignal **612** in einem Übertragungszyklus entspricht.

**[0033]** ACT kann dazu führen, dass der Knoten wartet, bis eine bestimmte Anzahl von Markierungssignalen **604** eingetreten ist, bevor er erneut sendet. ACT und ACP können für einen bestimmten Knoten ausgeführt werden, beispielsweise nachdem der angegebene Knoten ein großes Datenpaket gesendet hat oder wenn ein Knoten Datenverkehr mit niedrigerer Priorität aufweist. In einer Ausführungsform können Knoten, wenn in einem bestimmten Zyklus keine Knoten im Netzwerk senden, den nächsten TO übernehmen, unabhängig von den ansonsten vorhandenen Bandbreitenbeschränkungen. Die Bandbreitenunterdrückung auf einem gegebenen Knoten kann mit emuliertem CRS **602** durchgeführt werden. Wie oben beschrieben, kann CRS ein Trägersignal auf einem Bus aufweisen, so dass Teile des Knotens glauben, dass das Netzwerk oder der Bus nicht verfügbar ist und zu sendende Daten verzögert oder gehalten werden. Emuliertes CRS **602** kann in Kombination mit tatsächlichen CRS-Signalen verwendet werden.

**[0034]** In **Fig. 6** kann Knoten 1, sobald der emulierte CRS **602** zum Beispiel für den Knoten aktiv (hoch) ist, seinen Sendezeitfenster **616** für einen Impuls des Markierungssignals **604** ergeben. Wenn das emulierte CRS **602** aktiv bleibt, kann der Knoten 1 (**616**) weiterhin seinen Sendezeitfenster **616** für einen anderen Impuls des Markierungssignals **604** liefern. Beispielsweise können Daten für den Knoten 1 in den Zeitfenstern **622**, **628** gesendet werden, aber in den Zeitfenstern **624**, **626** weggelassen werden, in denen stattdessen Ruhezeit verwendet werden kann.

**[0035]** Wenn der Übertragungszyklus **620** mehrere Sendezeitfenster für Knoten 1 in einer einzelnen Instanz des Zyklus aufweisen würde, würden diese mehreren Sendezeitfenster für einen einzelnen Impuls des Markierungssignals **604** erbracht werden, wenn CRT **602** aktiviert ist.

**[0036]** **Fig. 7** ist eine Veranschaulichung eines Knotens, der seine Übertragungsmöglichkeit gemäß einem CBS-Schema gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung nicht nutzt.

**[0037]** Ein CBS-Schema kann eine bestimmte Anzahl von Guthabenpunkten oder anderen Einheiten erfordern, damit ein gegebener Knoten seine Daten in einem jeweiligen Sendezeitfenster sendet. Die Guthabenpunkte können im Laufe der Zeit anwachsen. Das Senden von Daten kann eine bestimmte Anzahl von Guthabenpunkten verringern. Ein Knoten kann mit einer anfänglichen Anzahl von Guthabenpunkten initialisiert werden. Unterschiedlichen Knoten kann eine unterschiedliche Anzahl von Anfangsguthaben, Guthabenaufbauraten oder Guthabenkosten zum Senden von Daten zugewiesen werden.

**[0038]** Ein Markierungssignal **712** kann zu Beginn eines Übertragungszyklus **720** gesendet werden. Daten **706** können in Sendezeitfenstern für Knoten 0 (**714**), Knoten 1 (**716**) und Knoten 2 (**718**) gesendet werden. Ein emuliertes CRS **702** kann verwendet werden, um zu bewirken, dass ein gegebener Knoten sein TO **722** einsetzt oder sein TO **724** verwirft.

**[0039]** **Fig. 8** ist eine Veranschaulichung von Guthabenwerten des Betriebs von **Fig. 7** gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**[0040]** Wie oben diskutiert, kann mit CBS die Fähigkeit zum Senden von Datenpaketen durch Guthabenpunkte hergestellt werden. Wenn nicht genügend Guthabenpunkte zum Senden verfügbar sind, nimmt der Knoten möglicherweise kein TO an. Guthabenpunkte werden im Laufe der Zeit möglicherweise wieder aufgefüllt, oder wenn im Netzwerk nur wenig Datenverkehr verwendet wird, werden sie möglicherweise wiederhergestellt. Beim Senden von Daten können Guthabenpunkte verbraucht werden.

**[0041]** Die Kurve **802** kann einen Wert eines Zählers von Guthabenpunkten für einen gegebenen Knoten über die Zeit darstellen. Die Zeit kann in Gesamtbytes gemessen werden, die am Knoten gesendet oder empfangen werden. Saturated High (SH) **804** kann eine Begrenzung der maximalen Anzahl von Guthabenpunkten anzeigen, die angesammelt werden können. Transmit byte (TB) **806** kann eine Verringerung der Guthabenpunkte anzeigen, wenn der Knoten Daten einer bestimmten Größe sendet. Das Receive Byte (RB) **810** kann im Laufe der Zeit eine Zunahme der Guthabenpunkte anzeigen. Beispielsweise kann es nach dem Senden eines Bytes sieben Zyklen dauern, um das zum Senden des Bytes erforderliche Guthaben wieder aufzufüllen. In einer Ausführungsform kann eine Initial Number (IN) von Guthabenpunkten auf SH **804** eingestellt werden. Die Kurve **812** spiegelt die fortgesetzte Steigung oder den Anstieg der Guthabenpunkte für die Kurve **802** wider, wenn SH **804** nicht vorhanden war.

**[0042]** Die untere Grenze (LM) **806** kann eine Grenze anzeigen, die, wenn die Kurve **802** LM **806** erreicht, das Senden zusätzlicher Bytes unterdrücken oder verzögern kann. Eine Unterdrückung oder Verzögerung kann durch emuliertes CRS durchgeführt werden. In einer Ausführungsform kann es einem Knoten gestattet

sein, ein Datenpaket zu beenden, das sich mitten in der Übertragung befindet, bevor das zusätzliche Senden unterdrückt wird, sobald LM **806** erreicht ist. Dies ist beispielsweise bei **814**, **816** gezeigt.
Saturated Low (SL) **808** kann eine Mindestanzahl von Guthabenpunkten darstellen, unterhalb derer das Senden zusätzlicher Guthabenpunkte bei der Bandbreitenverteilung nicht gegen den Knoten angerechnet wird. SL **808** kann zum Beispiel erreicht werden, wenn ein besonders großes Datensegment gesendet wird, während die Kurve **802** (die das Guthaben darstellt) kaum über LM **806** liegt, wodurch das Senden eines Datenpakets **816** ermöglicht wird. SL **808** kann somit ein absolutes Minimum darstellen. Zum Beispiel darf Kurve **802** (die das Guthaben darstellt) möglicherweise keine negative Menge an Guthaben aufweisen. In einem anderen Beispiel kann die Kurve **802** (die das Guthaben darstellt) möglicherweise nicht mehr bestraft werden als SL **808**. Flache Teile der Kurve **802** können das Guthaben konstant darstellen, da kein Datenverkehr auf dem Bus vorhanden ist (d. H. Ruhezeit). Daher würden die Guthabenpunkte in einer solchen Situation nicht zunehmen oder abnehmen, wenn keine Guthabenpunkte angesammelt würden.

**[0043]** Wenn die Kurve **802** (die das Guthaben darstellt) über LM **806** steigt, können die Daten erneut gesetzt werden. Beispielsweise kann bei **822** das Senden deaktiviert sein, aber sobald ein Datenpaket beendet ist und der Knoten im Laufe der Zeit Guthabenpunkte wiederherstellt, kann bei **820** das Senden wieder aktiviert werden.

**[0044]** Kurve **802** und die Anzahl der Guthabenpunkte können unter bestimmten Umständen auf IN zurückgesetzt werden. Wenn beispielsweise der Bus während eines gesamten Übertragungszyklus leer war, kann die Kurve **802** (die das Guthaben darstellt) auf den IN-Guthabenwert gesetzt werden. In einem anderen Beispiel kann, wenn andere (aber nicht alle) Knoten ihren TO innerhalb eines Übertragungszyklus verwerfen, die Kurve **802** (die das Guthaben darstellt) auf IN gesetzt werden.

**[0045]** Einem gegebenen Knoten kann eine höhere oder niedrigere Priorität zugewiesen werden, indem beispielsweise SH **804** oder IN angehoben oder abgesenkt, die Größe von TB **809** verringert oder vergrößert, RB **810** erhöht oder verringert, LM **806** abgesenkt oder angehoben oder SL **808** angehoben oder abgesenkt wird. Darüber hinaus kann einem bestimmten Knoten eine höhere Priorität zugewiesen werden, indem seine Guthabenzahl unter mehr Bedingungen auf IN zurückgesetzt wird. Einem bestimmten Knoten kann eine niedrigere Priorität zugewiesen werden, indem seine Guthabenzahl unter weniger Bedingungen auf IN zurückgesetzt wird. Beispielsweise kann ein gegebener Knoten in seiner Priorität gesenkt werden, indem zwei leere Übertragungszyklen benötigt werden, um die Guthabenzahl auf IN wiederherzustellen, oder in seiner Priorität erhöht werden, indem die Guthabenzahl wiederhergestellt wird, wenn ein oder mehrere andere Knoten ihre TOs innerhalb eines Übertragungszyklus verworfen haben.

**[0046]** In einer Ausführungsform kann CBS verwendet werden, um ACP oder ACT zu implementieren. Zum Beispiel kann das Verwenden eines TO eine bestimmte Anzahl von Guthabenpunkten abziehen, oder das Verwerfen eines TO kann eine bestimmte Anzahl von regenerierten Guthabenpunkten wert sein. In einem anderen Beispiel kann das Übergehen eines Übertragungszyklus eine bestimmte Menge an regenerierten Guthabenpunkte wert sein, oder die Regenerationsrate kann mit der Länge des Übertragungszyklus in Beziehung stehen. In einem weiteren Beispiel kann der Empfang eines Markierungssignals verwendet werden, um eine bestimmte Anzahl von Guthabenpunkten zu regenerieren.

**[0047]** Die Fair-Share-Bandbreitenzuweisung kann von ACP, ACT oder CBS durchgeführt werden, die ACP oder ACT implementieren. Wenn beispielsweise ein gegebener Knoten Daten niedrigere Priorität aufweist, zu sendende Best-Effort-Daten oder kürzlich große Datenpakete gesendet hat, kann der gegebene Knoten die Anzahl der empfangenen Zeitfenster und die Anzahl der empfangenen Markierungssignale zählen. Ein solcher Knoten mit niedrigerer Priorität kann darauf beschränkt sein, nur ein Datenpaket für beispielsweise zwei, drei oder mehr empfangene Markierungssignals zu senden. In ähnlicher Weise kann ein Knoten mit niedrigerer Priorität darauf beschränkt sein, ein Datenpaket für jedes von beispielsweise zwei, drei oder mehr verfügbaren Sendezeitfenstern zu senden. Diese Zählungen können durch reine Zählungen in ACP oder ACT implementiert oder in ein Guthabenschema für CBS übersetzt werden, das ACP oder ACT implementiert.

**[0048]** Ein Masterknoten kann verschiedenen Knoten basierend auf vorhandenem Datenverkehr, Datenverkehrstrends, Datennutzung, Benutzereinstellungen oder einer anderen geeigneten Richtlinie Priorität zuweisen. Darüber hinaus kann ein gegebener Knoten basierend auf diesen Faktoren seine eigene Priorität bestimmen. Die spezifischen Werte, die für verschiedene Aspekte von ACP, ACT oder CBS verwendet werden, können vom Hauptknoten bestimmt, aber von den jeweiligen Knoten implementiert werden. Die jeweiligen Knoten können die Richtlinien implementieren, indem sie Software mit Firmware oder Netzwerkhardware verbinden.

**[0049]** **Fig. 9** ist eine Veranschaulichung einer Schaltung **900** zum Implementieren eines CBS-Schemas gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. In jedem Knoten kann eine Instanz der Schaltung **900** implementiert sein.

**[0050]** Verschiedene Ereignisse **920** können von der Schaltung **900** empfangen werden. Diese Ereignisse können RB- (Receive Byte), TE- (Transmit Packet End), BN-(Markierungssignal/Beacon), TB- (Transmit Byte), TO- (Transmit Opportunity), EC- (Empty Cycle) Ereignisse aufweisen . Die Register **922**, **924**, **926**, **928**, **930**, **932** können positive oder negative Guthabenwerte aufweisen, die einem bestimmten Ereignis zugeordnet sind. Der Wert des gegebenen Ereignisses kann an eine Addierschaltung **912** bereitgestellt werden, die Werte akkumulieren und ihre Ergebnisse in die Sättigungslogik **914** liefern kann. Die Sättigungslogik **914** kann ausgebildet sein, um Werte aus den Registern **902**, **904** für Werte von SH und SL zu lesen, und die Guthabenbewegung auf einen Wert zwischen diesen Werten begrenzen. Die Guthabenlogik **916** kann ausgebildet sein, um bei Interrupts, Initialisierung, Nachrichten mit hoher Priorität, Erhöhung der Priorität des Knotens oder anderen Kriterien einen IN-Wert von Guthabenpunkten wiederherzustellen.

**[0051]** Ein durch die Guthabenlogik **916** erzeugter Guthabenwert kann bei **910** mit einem in Register **908** gespeicherten Schwellenwert verglichen werden, unterhalb dessen ein TO verworfen werden kann.

**[0052]** Die Entscheidung **938** kann stattdessen mit Software oder Firmware getroffen werden. Empfangene Bytes, Übertragungsereignisse, Sendebytes, TOs, Markierungssignale und andere Ereignisse können gezählt und an die Software gemeldet werden. Software kann diese Werte verwenden, um zu bestimmen, ob Übertragungsmöglichkeiten verworfen werden sollen. Dies kann über einen GPIO-Pin übertragen werden, wie in 934 gezeigt. Eine solche Firmware kann durch Anweisungen zur Ausführung durch einen Prozessor oder Mikrocontroller implementiert werden.

**[0053]** Darüber hinaus kann die Entscheidung **938** mit einer Kombination aus Firmware und Hardware getroffen werden. Beispielsweise kann die Ausgabe der Schaltung **900** gegen eine empfangene Nachricht ausgewertet werden, dass der gegebene Knoten Daten mit hoher Priorität senden soll. In einem solchen Fall kann eine Entscheidung **938**, den TO zu verwerfen, durch Firmware oder Software außer Kraft gesetzt werden. In einem anderen Beispiel kann der Ausgang der Schaltung **900** gegen eine Feststellung bewertet werden, dass der Übertragungsbus nicht von anderen Knoten verwendet wurde. Wenn der Übertragungsbus nicht von anderen Knoten verwendet wurde, kann eine Entscheidung **938**, den TO zu verwerfen, durch Firmware oder Software überschrieben werden.

**[0054]** Die Ausgabe der Logik **910** kann mit einem GPIO-Pin **934** ODER-verknüpft werden. Der GPIO-Pin **934** kann widerspiegeln, ob Nachrichten zum Erzwingen eines Datenpakets oder zum außer Kraft setzen eines Datenpakets empfangen wurden. Der Ausgang des ODER-Gatters **940** kann basierend auf einem Softwaresignal **946** selbst mit dem GPIO-Pin **934** gemultiplext werden, um die Logik **910** zu ignorieren und den GPIO-Pin **934** allein zu verwenden. Die Ausgabe des Multiplexers **942** kann die Entscheidung **938** ergeben.

**[0055]** **Fig. 10** ist eine Veranschaulichung des Zuweisens von mehr als einer Kennung zu einem gegebenen Knoten gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**[0056]** Dem Knoten 1 (**1002**) kann das Sendezeitfenster 0 zugewiesen werden. Dem Knoten 2 (**1004**) können die Sendezeitfenster 1 und 3 zugewiesen werden. Dem Knoten 3 (**1006**) kann das Sendezeitfenster 2 zugewiesen werden. Somit können dem Knoten 2 (**1004**) mehr Möglichkeiten für einen TO gegeben werden als Knoten 3 (**1006**). Diese zusätzlichen Sendeplätze können unabhängig von ACT, ACP oder CBS sein oder in Verbindung mit ACT, ACP oder CBS verwendet werden. Jeden Übertragungszyklus kann ein Markierungssignal **1008** starten.

**[0057]** In diesem Schema können einem Knoten, der eine höhere Priorität hat oder Gelegenheiten für eine höhere Priorität benötigt, die dennoch weggelassen werden können, mehrere PLCA-Kennungen für Sendezeitfenster zugewiesen werden.

**[0058]** **Fig. 11** veranschaulicht verschiedene Größen der Datenübertragung gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Es werden zwei Beispiele für relative MTU-Größen gezeigt. Eine „große“ MTU kann eine MTU mit Standardgröße sein, während eine verkürzte MTU beispielsweise die Hälfte oder ein Viertel der Zeit einer Standard-MTU betragen kann. Es können mehr Permutationen und vergleichsweise größere oder kleinere Größen verwendet werden. Die Größen können von einem Masterknoten festgelegt werden.

**[0059]** Ein gegebenes Sendezeitfenster kann in einer großen MTU **1102** als relativ größer oder in einer kleinen MTU **1106** als relativ kleiner bezeichnet werden. Insgesamt kann die Verwendung einer oder mehrerer großer MTUs **1102** eine relativ größere maximale Buszykluszeit **1104** ergeben. Umgekehrt kann die Verwendung einer oder mehrerer MTUs **1102** relativ kürzere maximale Buszykluszeit **1108** ergeben. In einer Ausführungsform können alle Sendezeitfenster eines gegebenen Zyklus dieselbe MTU-Länge aufweisen. In einer anderen Ausführungsform können Sendezeitfenster eines gegebenen Zyklus gemäß einem gegebenen Knoten variieren.

**[0060]** Beispielsweise kann einem Knoten, dem in **Fig. 10** mehrere Kennungen zugewiesen wurden, eine kleine MTU **1106** zugewiesen werden. Anderen Knoten kann eine große MTU **1102** zugewiesen werden.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 62/676778 [0001]

**Patentansprüche**

1. 10 SPE-Netzwerkknoten, der aufweist:
einen Prozessor;
einen Speicher;
Anweisungen in dem Speicher, die so ausgebildet sind, dass der Prozessor Daten generiert, die an andere Knoten gesendet werden sollen; und
einen Netzwerkstapelspeicher mit einer Schaltung, der ausgebildet ist, um:
die Daten in einem oder mehreren Übertragungszyklen zu senden, wobei ein gegebener Übertragungszyklus für jeden der 10SPE-Netzwerkknoten zumindest ein Sendezeitfenster zum Senden von Daten aufweist; und
die Übertragung von Daten basierend auf einem Bandbreitenaufteilungsschema in einem ersten Sendezeitfenster in einem ersten Übertragungszyklus bis zu einem zweiten Sendezeitfenster zu verzögern.

2. 10SPE-Netzwerkknoten nach Anspruch 1, wobei die Schaltung weiterhin ausgebildet ist, um die Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster basierend auf einer Anzahl von Übertragungszyklen zu verzögern.

3. 10SPE-Netzwerkknoten nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei die Schaltung weiterhin ausgebildet ist, um die Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster basierend auf einer Anzahl von Sendezeitfenstern für den 10SPE-Netzwerkknoten zu verzögern.

4. 10SPE-Netzwerkknoten nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Schaltung weiterhin ausgebildet ist, um die Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster basierend auf einem Guthabenabrechnungsschema zu verzögern, wobei das Senden von Daten mehrere Guthabenpunkte kostet und Guthabenpunkte im Laufe der Zeit anwachsen.

5. 10SPE-Netzwerkknoten nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Übertragungszyklus mehrere Sendezeitfenster des 10SPE-Netzwerks aufweist.

6. 10SPE-Netzwerkknoten nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das erste Sendezeitfenster und ein zweites Zeitfenster unterschiedliche Größen aufweisen.

7. 10SPE-Netzwerkknoten nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Schaltung weiterhin ausgebildet ist, um basierend auf einem anderen 10SPE-Netzwerkknoten, der zuvor Daten gesendet hat, die Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster bis zum zweiten Sendezeitfenster zu verzögern.

8. 10SPE-Netzwerkknoten nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Schaltung weiterhin ausgebildet ist, um basierend darauf, dass der 10SPE-Netzwerkknoten eine niedrigere Priorität aufweist als einer der anderen Knoten, die Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster bis zum zweiten Sendezeitfenster zu verzögern.

9. 10SPE-Netzwerkknoten nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Anweisungen weiterhin ausgebildet sind, um auf der Grundlage einer Feststellung von Inaktivität an den anderen Knoten den Prozessor zu einer Verzögerung der Datenübertragung in einem ersten Sendezeitfenster in einem ersten Übertragungszyklus bis zum zweiten Sendezeitfenster zu veranlassen.

10. 10SPE-Netzwerkknoten nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Schaltung durch Anweisungen implementiert ist, die vom Prozessor auszuführen sind.

11. Verfahren, das aufweist:
Erzeugen von Daten, die an andere Knoten gesendet werden sollen;
Senden der Daten in einem oder mehreren Übertragungszyklen, wobei ein gegebener Übertragungszyklus zumindest einen Sendezeitfenster für jeden der 10SPE-Netzwerkknoten zum Senden von Daten aufweist; und
Verzögern der Übertragung von Daten in einem ersten Sendezeitfenster in einem ersten Übertragungszyklus bis zu einem zweiten Sendezeitfenster basierend auf einem Bandbreitenaufteilungsschema.

12. Verfahren nach Anspruch 11, das weiterhin das Verzögern der Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster basierend auf einer Anzahl von Übertragungszyklen aufweist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 12, das weiterhin das Verzögern der Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster basierend auf einer Anzahl von Sendezeitfenstern für den 10SPE-Netzwerkknoten aufweist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, das weiterhin das Verzögern der Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster basierend auf einem Guthabenabrechnungsschema aufweist, wobei das Senden von Daten eine Vielzahl von Guthabenpunkten kostet und Guthabenpunkte im Laufe der Zeit anwachsen.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei der Übertragungszyklus mehrere Sendezeitfenster des 10SPE-Netzwerks aufweist.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, wobei das erste Sendezeitfenster und ein zweites Zeitfenster unterschiedliche Größen aufweisen.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, das weiterhin basierend auf einem anderen 10SPE-Netzwerkknoten, der zuvor Daten gesendet hat, das Verzögern der Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster bis zum zweiten Sendezeitfenster aufweist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17, das weiterhin basierend darauf, dass der 10SPE-Netzwerkknoten eine niedrigere Priorität aufweist als einer der anderen Knoten, das Verzögern der Übertragung von Daten in dem ersten Sendezeitfenster bis zum zweiten Sendezeitfenster aufweist.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 18, das weiterhin basierend auf einer Feststellung von Inaktivität der anderen Knoten das Verzögern der Übertragung von Daten in einem ersten Sendezeitfenster in einem ersten Übertragungszyklus bis zum zweiten Sendezeitfenster aufweist.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 19, wobei das Verfahren durch Anweisungen implementiert ist, die von einem Prozessor auszuführen sind.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**

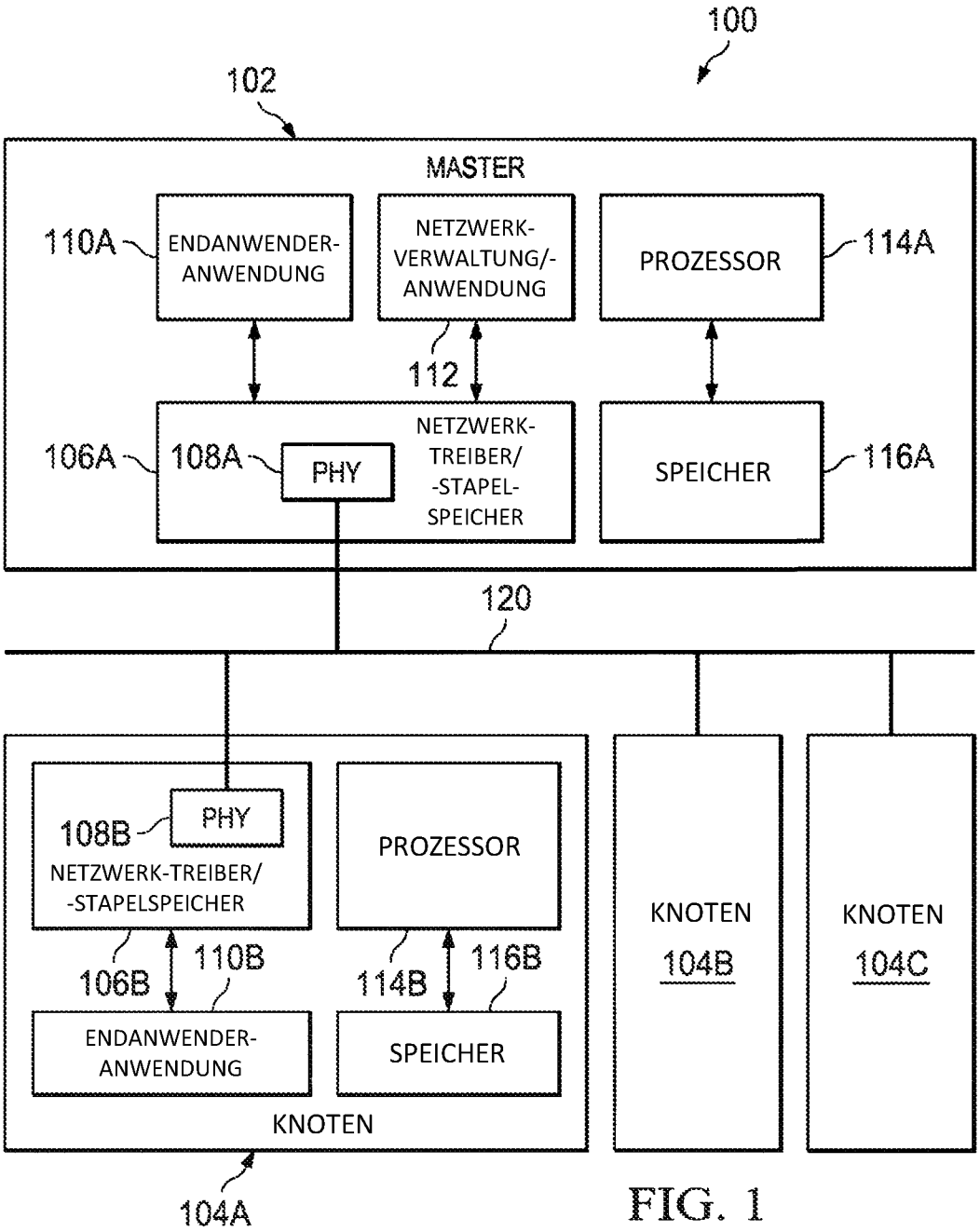



FIG. 1

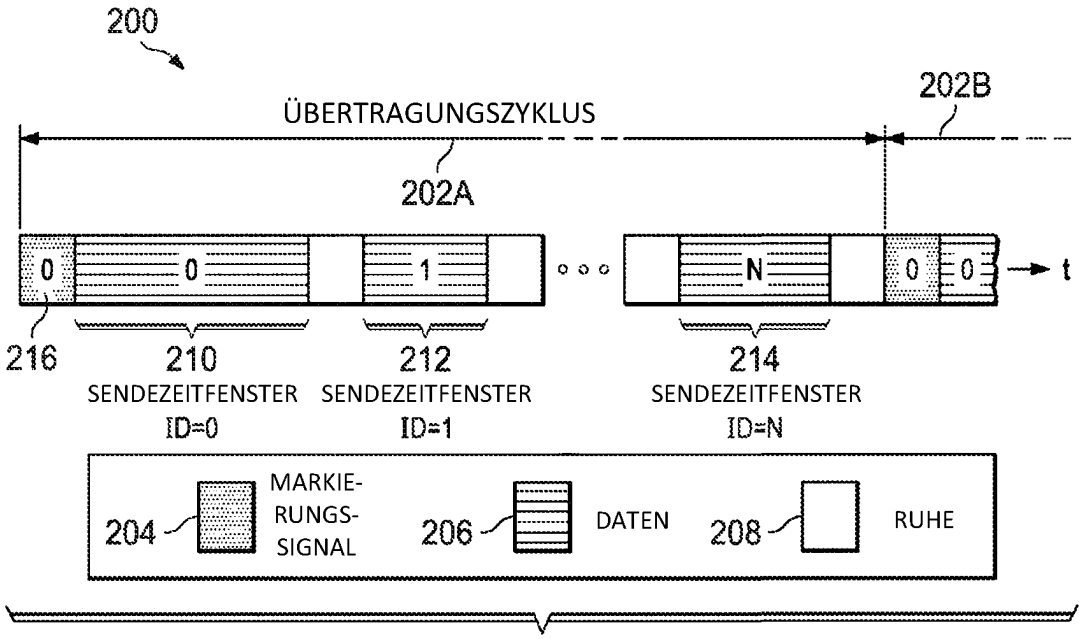

200
ÜBERTRAGUNGSZYKLUS
202B
202A
0
0
1
N
0
0
t
216
210
212
214
SENDEZEITFENSTER
ID=0
SENDEZEITFENSTER
ID=1
SENDEZEITFENSTER
ID=N
204
MARKIE-
RUNGS-
SIGNAL
206
DATEN
208
RUHE

FIG. 2

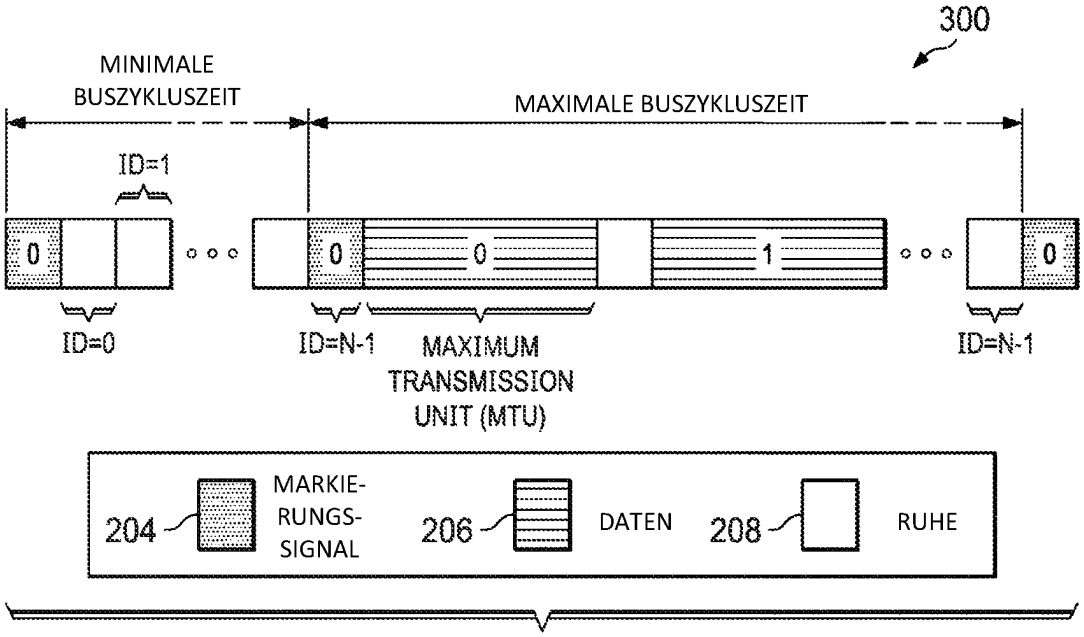

300
MINIMALE
BUSZYKLUSZEIT
MAXIMALE BUSZYKLUSZEIT
ID=1
0
0
0
1
0
ID=0
ID=N-1
MAXIMUM
TRANSMISSION
UNIT (MTU)
ID=N-1
204
MARKIE-
RUNGS-
SIGNAL
206
DATEN
208
RUHE

FIG. 3

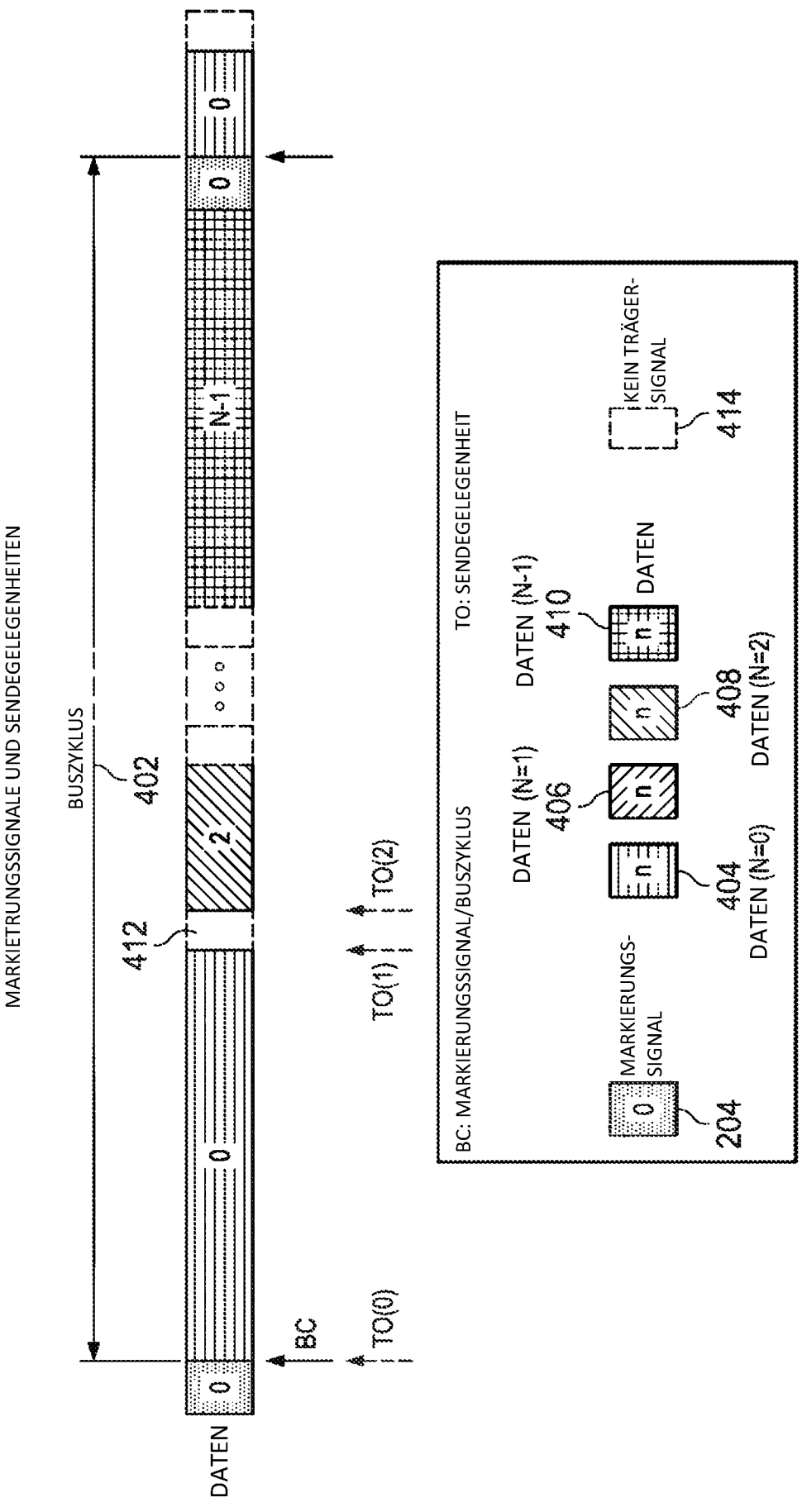

MARKIETRUNGSSIGNALE UND SENDEGELEGENHEITEN
BUSZYKLUS
402
412
DATEN
BC
TO(0)
TO(1)
TO(2)
0
2
N-1
BC: MARKIERUNGSSIGNAL/BUSZYKLUS
TO: SENDEGELEGENHEIT
MARKIERUNGS-SIGNAL
204
DATEN (N=0)
404
DATEN (N=1)
406
DATEN (N=2)
408
DATEN (N-1)
410
DATEN
KEIN TRÄGER-SIGNAL
414

FIG. 4

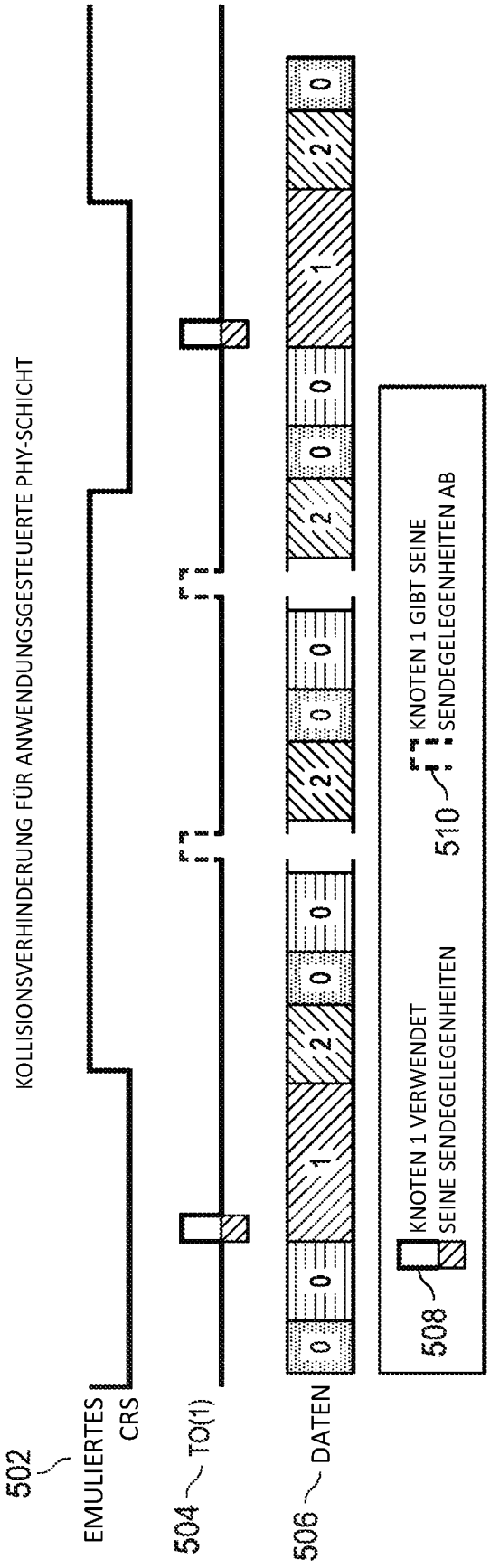

KOLLISIONSVERHINDERUNG FÜR ANWENDUNGSGESTEUERTE PHY-SCHICHT
502
EMULIERTES CRS
504
TO(1)
506
DATEN
KNOTEN 1 VERWENDET SEINE SENDEGELEGENHEITEN
508
KNOTEN 1 GIBT SEINE SENDEGELEGENHEITEN AB
510
512
514
516
518
520

FIG. 5

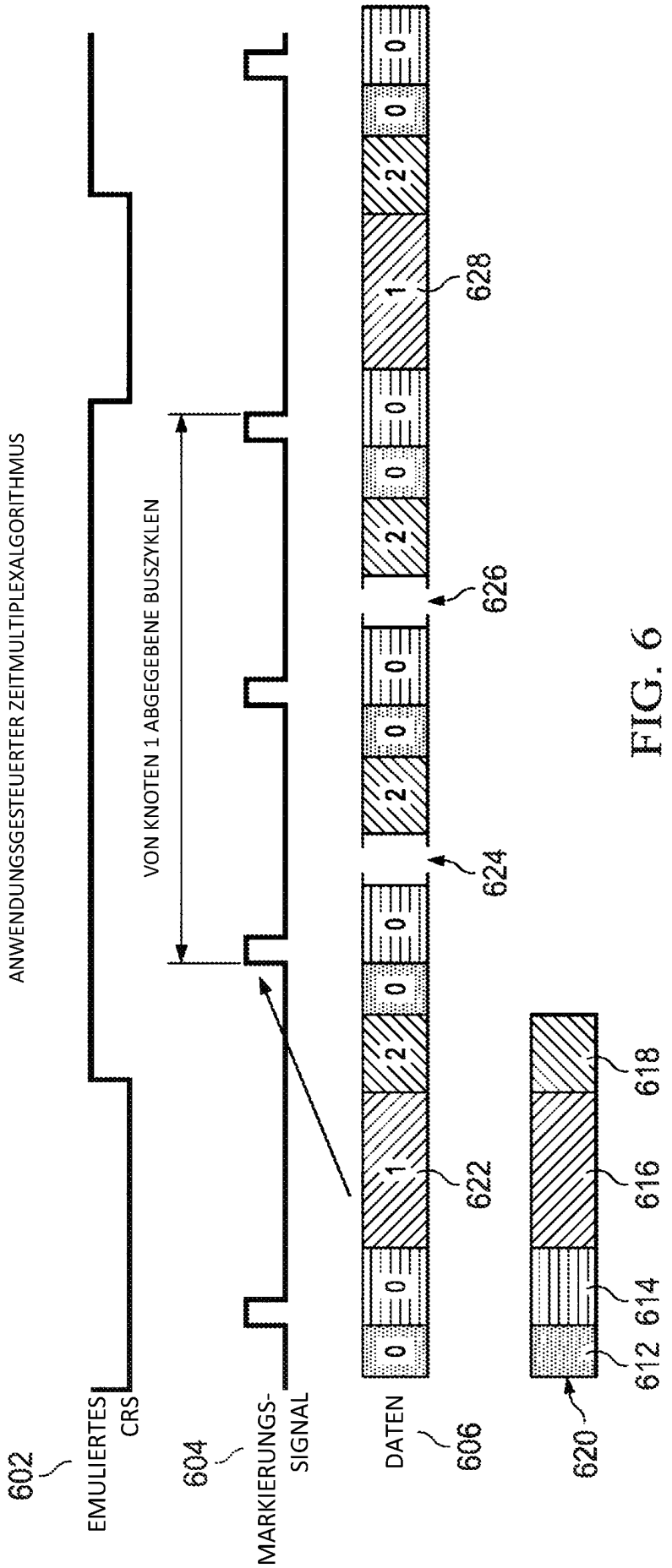

ANWENDUNGSGESTEUERTER ZEITMULTIPLEXALGORITHMUS
VON KNOTEN 1 ABGEGEBENE BUSZYKLEN
602
EMULIERTES CRS
604
MARKIERUNGS-SIGNAL
DATEN
606
620
612
614
616
618
622
624
626
628

FIG. 6

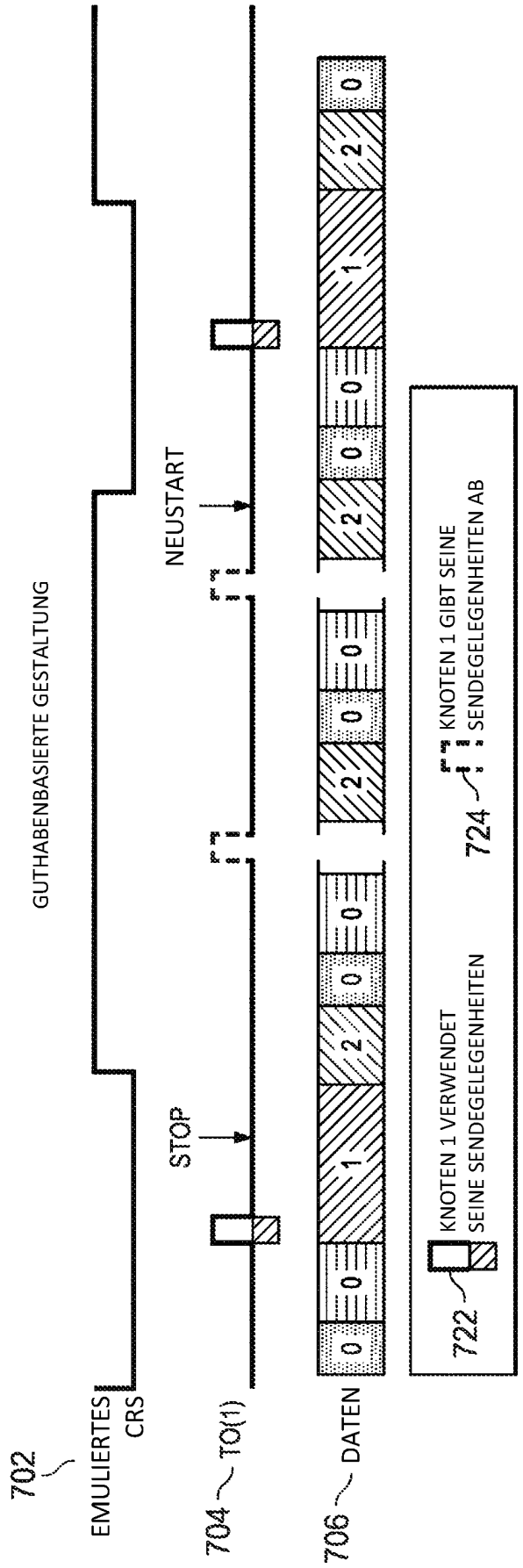

GUTHABENBASIERTE GESTALTUNG
EMULIERTES CRS
TQ(1)
DATEN
STOP
NEUSTART
KNOTEN 1 VERWENDET SEINE SENDEGELEGENHEITEN
KNOTEN 1 GIBT SEINE SENDEGELEGENHEITEN AB
702
704
706
712
714
716
718
720
722
724

FIG. 7

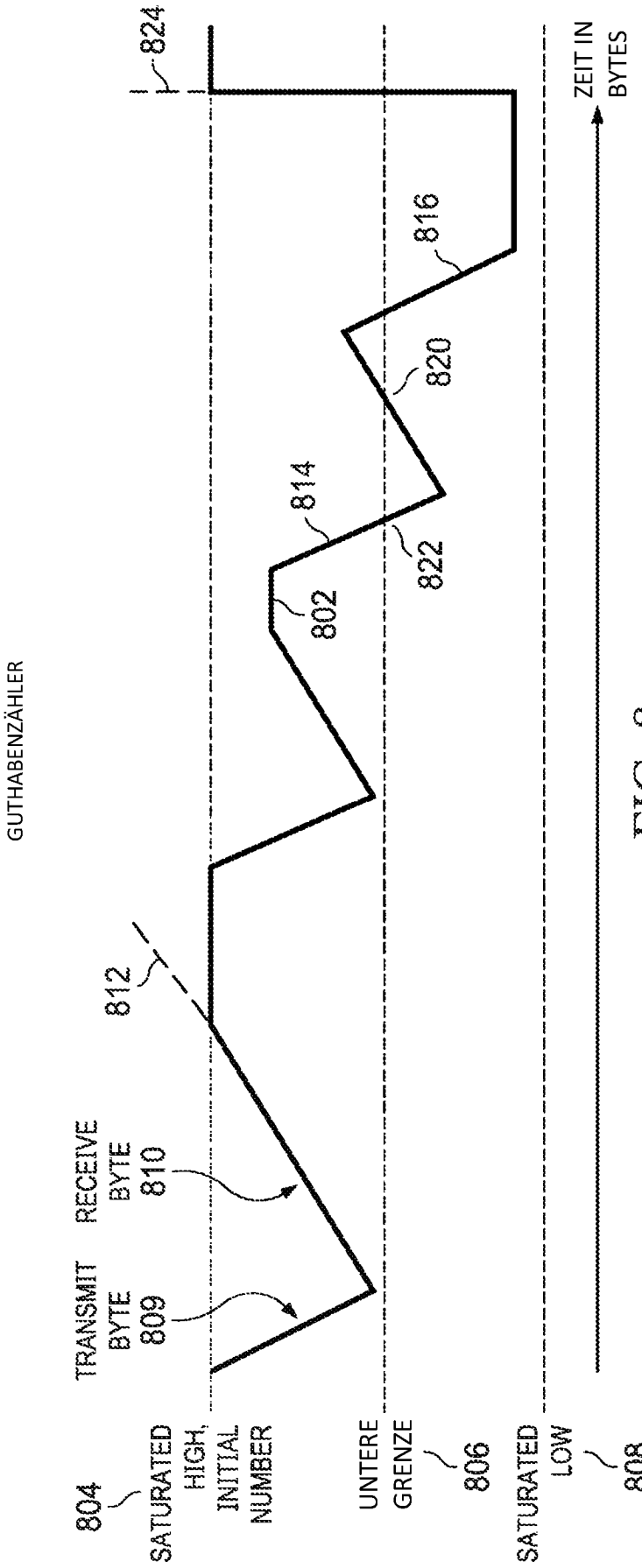

GUTHABENZÄHLER
804
SATURATED HIGH, INITIAL NUMBER
TRANSMIT BYTE 809
RECEIVE BYTE 810
812
UNTERE GRENZE 806
SATURATED LOW 808
802
814
822
816
820
824
ZEIT IN BYTES

FIG. 8

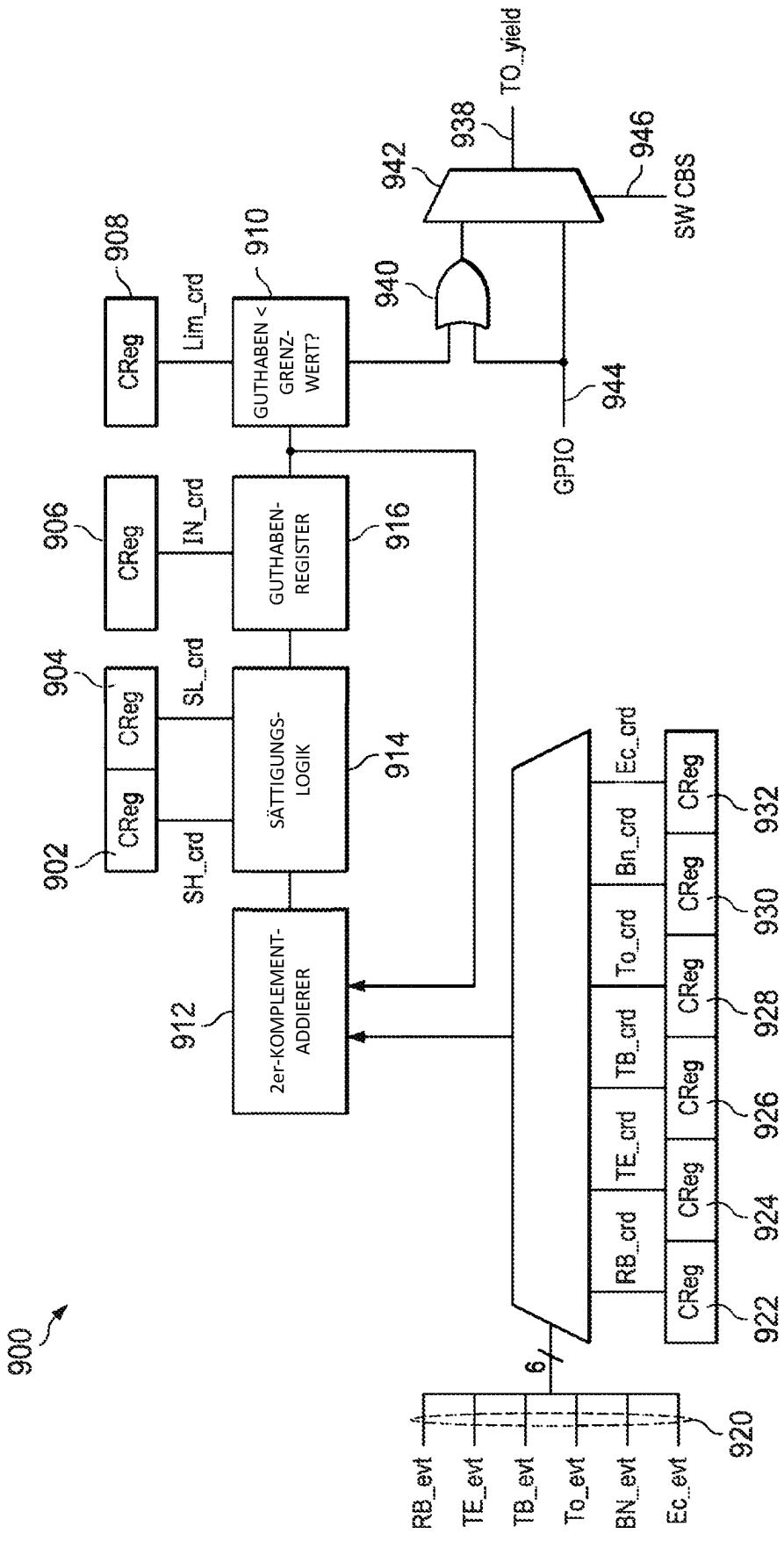

900
902
CReg
CReg
904
CReg
SH_crd
SL_crd
SÄTTIGUNGS-LOGIK
914
912
2er-KOMPLEMENT-ADDIERER
906
CReg
IN_crd
GUTHABEN-REGISTER
916
908
CReg
Lim_crd
910
GUTHABEN < GRENZ-WERT?
940
942
938
TO_yield
946
SW CBS
944
GPIO
6
RB_evt
TE_evt
TB_evt
To_evt
BN_evt
Ec_evt
920
RB_crd
TE_crd
TB_crd
To_crd
Bn_crd
Ec_crd
CReg
922
924
926
928
930
932

FIG. 9

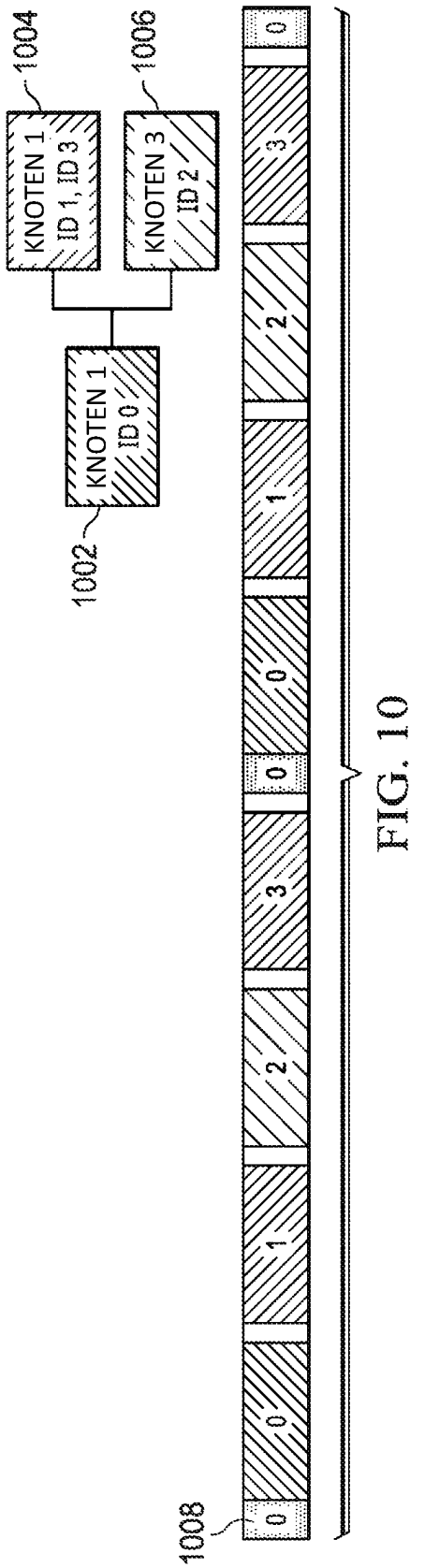



FIG. 10

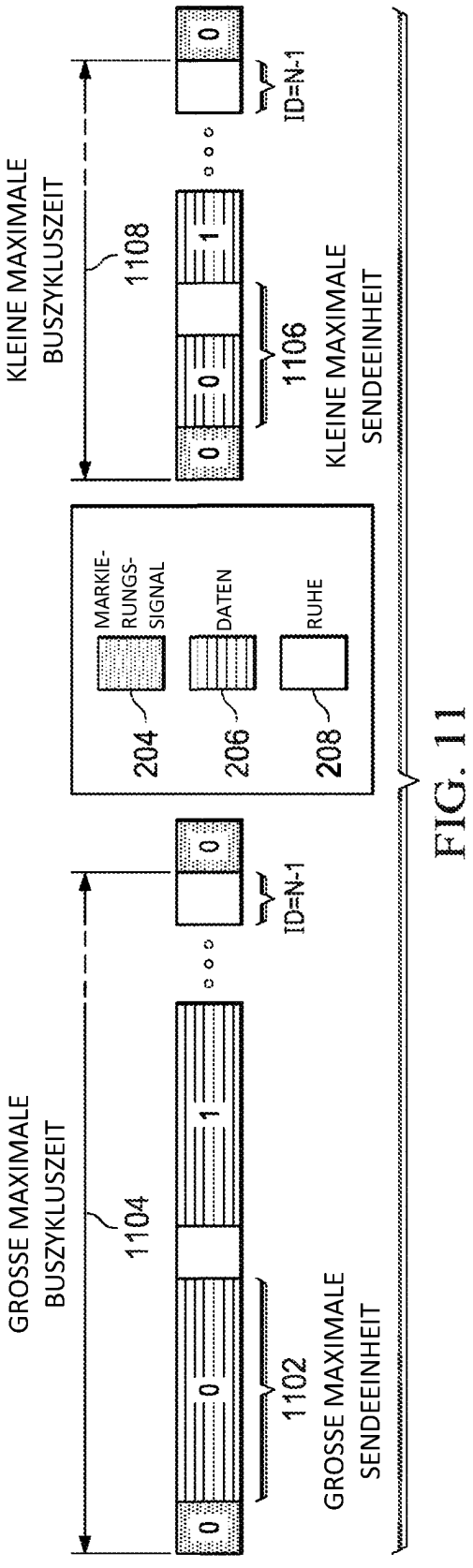



FIG. 11


Das Dokument wurde durch die Firma Jouve erstellt.