

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 504 018 A1 2008-02-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 1149/2006**(22) Anmeldetag: **05.07.2006**(43) Veröffentlicht am: **15.02.2008**(51) Int. Cl.⁸: **H04L 12/413** (2006.01),
H04L 29/06 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

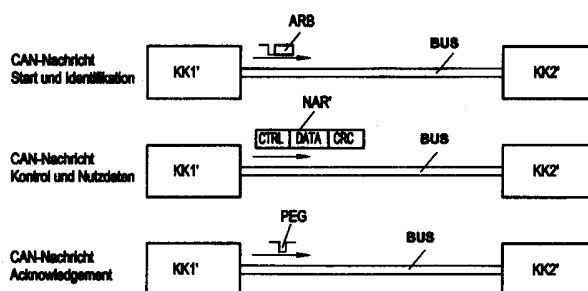
TTTECH COMPUTERTECHNIK
AKTIENGESELLSCHAFT
A-1040 WIEN (AT)

(72) Erfinder:

BERGNER ALEXANDER
WIEN (AT)

(54) **VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUM AUFBAU EINES KOMMUNIKATIONSSYSTEMS AUF DER BASIS VON CAN KOMMUNIKATIONSKONTROLLERN MIT ERHÖHTEM DATENDURCHSATZ**

(57) Ein Verfahren zum Übertragen von CAN-Nachrichten (NAR) über einen CAN-Bus (BUS) in einem Kommunikationssystem (SYS), welches mehrere Netzknoten (KK1, KK2, KK1', KK2', KK1'', KK2'') mit je zumindest einem CAN-Kontroller (CON, CON1, CON2) aufweist, wobei eine Arbitrierung um die Berechtigung eines Netzknotens (KK1, KK2, KK1', KK2', KK1'', KK2'') eine CAN-Nachricht (NAR) zu senden erfolgt, wobei eine Arbitrierungsentscheidung in einer höheren Protokollschicht als die Übertragung der CAN-Nachricht (NAR) erfolgt, und die die CAN-Nachricht (NAR) bereits von dem sendenden Netzknoten (KK1, KK2, KK1') mit einem dominanten Pegel in ihrem ACK-Feld versandt wird, wobei ein die CAN-Nachricht (NAR) empfangender Netzknoten (KK2', KK1'', KK2'') weder einen dominanten Pegel im ACK-Feld generiert noch einen vollständigen Error-Frame versendet.



AT 504 018 A1 2008-02-15

ZUSAMMENFASSUNG

Ein Verfahren zum Übertragen von CAN-Nachrichten (NAR) über einen CAN-Bus (BUS) in einem Kommunikationssystem (SYS), welches mehrere Netzknoten (KK1, KK2, KK1', KK2', KK1'', KK2'') mit je zumindest einem CAN-Kontroller (CON, CON1, CON2) aufweist, wobei eine Arbitrierung um die Berechtigung eines Netzknotens (KK1, KK2, KK1', KK2', KK1'', KK2'') eine CAN-Nachricht (NAR) zu senden erfolgt, wobei eine Arbitrierungsentscheidung in einer höheren Protokollschicht als die Übertragung der CAN-Nachricht (NAR) erfolgt, und die die CAN-Nachricht (NAR) bereits von dem sendenden Netzknoten (KK1, KK2, KK1') mit einem dominanten Pegel in ihrem ACK-Feld versandt wird, wobei ein die CAN-Nachricht (NAR) empfangender Netzknoten (KK2', KK1'', KK2'') weder einen dominanten Pegel im ACK-Feld generiert noch einen vollständigen Error-Frame versendet.

Fig. 2

Wien, den 05. Juli 2006

VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUM AUFBAU EINES KOMMUNIKATIONSSYSTEMS AUF DER BASIS VON CAN KOMMUNIKATIONSKONTROLLERN MIT ERHÖHTEM DATENDURCHSATZ

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Übertragen von Nachrichten in einem Kommunikationssystem, welches mehrere Netzknoten mit je zumindest einem CAN-Kontroller aufweist.

Weiters betrifft die Erfindung ein Kommunikationssystem, welches mehrere Netzknoten mit je zumindest einem CAN-Kontroller aufweist.

Die in diesem Dokument verwendeten Fachausdrücke und Abkürzungen entsprechen der im Rahmen von „Controller Area Network-Systemen“, kurz „CAN“-Systemen, verwendeten Fachterminologie.

Der Einsatz von vielen elektronischen Controlunits (ECUs) in Kraftfahrzeugen – aber auch in anderen Bereichen – verlangt nach einem Kommunikationssystem mit hohem Datendurchsatz. Bisher konnten mit dem von Bosch eingeführten und in der „CAN Specification Version 2.0, Sep. 1991“ beschriebenen Controller Area Network (CAN) die Erfordernisse der Datenkommunikation weitgehend erfüllt werden. Die oben erwähnte Spezifikation kann beispielsweise unter <http://www.can.bosch.com/docu/can2spec.pdf> frei herunter geladen werden. Die Realisierung neuer Funktionen durch die Elektronik (z.B. Fahrwerkregelsysteme) erfordert Kommunikationsleistungen, die über die Grenze der bestehenden CAN-Systeme hinausgeht. Die Datenrate bisheriger CAN Netzwerke ist weitgehend durch die Verzögerungen in den Bustreibern in Kombination mit den Datenleitungen limitiert. Konkret ist der limitierende Faktor die Notwendigkeit, alle am CAN-Bus befindlichen CAN-Kommunikationsknoten auf den Bruchteil der Dauer einer Bit-Zelle zu synchronisieren. Mehrere durch die CAN Spezifikation Version 2.0 festgelegte Protokollmerkmale, die von allen CAN-Kommunikationsknoten eingehalten werden müssen, erfordern die Gleichzeitigkeit von CAN-Protokoll-konformen Aktionen der CAN-Kommunikationsknoten. Dies ist insbesondere bei dem für das CAN-Protokoll üblichen Empfangsbestätigung, dem sogenannten Acknowledge, und bei der Arbitrierung der Fall.

In Fig. 1 ist schematisch der Ablauf einer CAN-Nachrichtenübertragung in einem herkömmlichen CAN-Kommunikationssystem dargestellt. Die Übertragungsrichtungen sind mit Pfeilen gekennzeichnet. Mehrere CAN-Kommunikationsknoten KK1, KK2 senden über einen CAN-Bus BUS gleichzeitig ihre „CAN-Frames“ – beginnend mit einem Arbitrierungsfeld



ARB mit einem „Identifier-Segment“ – um gemeinsam zu der Entscheidung zu gelangen welcher CAN-Kommunikationsknoten KK1, KK2 tatsächlich seine vollständige CAN-Nachricht NAR senden darf. Nachdem der derart bestimmte CAN-Kommunikationsknoten KK1 Dateninhalt DATA und Prüfsumme CRC der CAN Nachricht NAR übertragen hat, bestätigt alle am Bus aktiven CAN-Kommunikationsknoten KK2 die Korrektheit der Prüfsumme durch einen dominanten Pegel PEG während der Acknowledgment-Phase der Nachricht NAR. Der Begriff Acknowledgment-Phase wird hierbei synonym für Acknowledgegment-Feld (ACK-Feld) bzw. Acknowledgegment-Slot (ACK-Slot) verwendet. Falls von einem Empfänger ein Fehler in der Übertragung erkannt wird, generiert und übermittelt dieser einen Error-Frame.

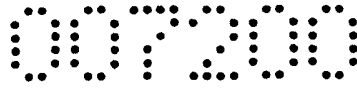
Nachteilig an den herkömmlichen CAN-Kommunikationssystemen ist vor allem, dass die aus dem Acknowledgeverfahren und dem Arbitrierungsverfahren resultierenden Synchronisationserfordernisse bzw. durch den bidirektionalen Nachrichtenaustausch während dieser Phasen in entscheidendem Ausmaß die erzielbare Datenrate limitieren.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, den oben genannten Nachteil zu überwinden.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass erfindungsgemäß eine Arbitrierungsentscheidung in einer höheren Protokollschicht als die Übertragung der CAN-Nachricht erfolgt, und die die CAN-Nachricht bereits von dem sendenden Netzknoten mit einem dominanten Pegel in ihrem ACK-Feld versandt wird und ein die CAN-Nachricht empfangender Netzknoten weder einen dominanten Pegel im ACK-Feld generiert noch einen vollständige Error-Frame versendet.

Die erfindungsgemäße Lösung erhöht den erreichbaren Durchsatz von CAN-Bussystemen um ein Vielfaches mit sehr geringem Aufwand bei gleichzeitiger Wahrung der Kompatibilität mit am Bus mithörenden CAN-Testsystemen. Bei der erfindungsgemäßen Lösung erfolgt eine Nachrichtenübertragung stets nur in eine Richtung, nämlich vom Sender zu dem Empfänger. Die Umsetzung der Erfindung ist mit derzeit gängigen CAN Controllern einfach möglich und erfordert in vielen Fällen kaum nennenswerten finanziellen Mehraufwand.

Um eine Nachrichtenübertragung auch über eine längere Übertragungsstrecke zu ermöglichen kann eine Nachrichtenverteileinrichtung vorgesehen sein, elektrische Signale auf dem CAN-Bus bezüglich Pegel und/oder Zeitverhalten regeneriert, wobei die Tatsache genutzt wird, dass die Ausbreitungsrichtung einer Nachricht nur in eine Richtung erfolgt.



Die oben genannte Aufgabe kann auch mit einem Kommunikationssystem der eingangs genannten Art gelöst werden, welches erfindungsgemäß dazu eingerichtet ist, eine Arbitrierungsentscheidung, darüber welcher Netzknoten sendeberechtigt ist, in einer höheren Protokollschicht als die Übertragung der CAN-Nachricht durchzuführen, die CAN-Nachricht bereits von dem sendenden Netzknoten mit einem dominanten Pegel in ihrem ACK-Feld zu versenden, und zu verhindern, dass ein die CAN-Nachricht empfangender Netzknoten einen dominanten Pegel im ACK-Feld generiert oder einen vollständigen Error-Frame versendet.

Die Erfindung samt weiteren Vorteilen wird im Folgenden anhand einiger nicht einschränkender Ausführungsbeispiele näher erläutert, welche in der Zeichnung dargestellt sind. In dieser zeigen schematisch:

Fig. 2 einen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 3 eine erste Version eines erfindungsgemäßen Kommunikationssystems und

Fig. 4 eine zweite Version eines erfindungsgemäßen Kommunikationssystems.

Gemäß Fig. 2 erfolgt gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Arbitrierungsentscheidung in einer höheren Protokollschicht als die Übertragung der CAN-Nachricht. Die CAN-Nachricht NAR' wird bereits von dem sendenden Netzknoten KK1' mit einem dominanten Pegel PEG in ihrem ACK-Feld versandt, wobei ein die CAN-Nachricht empfangender Netzknoten KK2 weder einen dominanten Pegel im ACK-Feld generiert noch einen vollständigen Error-Frame versendet.

Gemäß der in Fig. 3 und 4 dargestellten Variante eines erfindungsgemäßen Kommunikationssystems SYS ist der sendende Netzknoten KK1' einer CAN-Nachricht so verändert, dass vom ihm eine bereits mit dominantem Acknowledge-Bit versehene CAN-Nachricht versandt wird. Gleichzeitig sind die Empfänger KK2' einer Botschaft so verändert, dass dieser nicht versucht die Korrektheit einer empfangenen Nachricht durch Setzen eines dominanten Pegels in dem Acknowledge-Feld zu bestätigen. Die derart veränderten Knoten KK1, KK2' werden in einem Umfeld eingesetzt, in dem die Arbitrierung in einer höheren Protokollschicht abgewickelt wird. Dies ist zum Beispiel in einem zeitgesteuerten System oder in einem Master-Slave System der Fall. Die Netzknoten KK1' und KK2' entsprechen einander von ihrem funktionalen Aufbau, auch wenn sie von ihrer physikalischen Realisierung unterschiedlich aufgebaut sein können. So kann beispielsweise einer der Netzknoten KK1' bzw. KK1'' so wie der in Fig. 3 dargestellte Netzknoten realisiert sein, wohingegen der



zweite Netzknoten KK2' bzw. KK2'' beispielsweise gemäß der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform ausgebildet sein kann.

Bei der erfindungsgemäßen Lösung erfolgt bei Übertragung einer CAN-Nachricht - im Gegensatz zu den bekannten Verfahren bzw. Kommunikationssystemen - ein (physikalischer) Nachrichtenfluss lediglich in eine Richtung, nämlich vom sendenden Knoten KK1', KK1'' zum empfangenden Knoten KK2', KK2''.

Die erfindungsgemäße Veränderung der Kommunikationsknoten KK1', KK2', KK1'', KK2'' (Sender/Empfänger) hat folgende Auswirkungen:

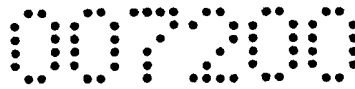
a) Das Timing der Bussignale wird im Vergleich zum konventionellen System deutlich unkritischer. Bei konventionellen CAN-Systemen bestimmt die Gesamtdurchlaufzeit durch zwei Bustreiber die maximale Datenrate. In Systemen, in denen die vorliegende Erfindung angewandt wird, bestimmt die Differenz der Gesamtdurchlaufzeiten einer fallenden und einer steigenden Flanke die maximale Datenrate. Diese ist bei gängigen Bustreibern wesentlich geringer als die Gesamtdurchlaufzeit. Somit wird die erreichbare Datenrate erhöht.

b) Zusätzlich können Bustreiber die dominant/dominant arbeiten verwendet werden. In konventionellen CAN Systemen können nur Bustreiber mit dominant/rezessivem Pegel zum Einsatz kommen. Bustreiber, mit dominant/dominanten Pegel haben generell geringere Verzögerungen und geringere Schiefelage der Verzögerung als solche mit dominant/rezessivem Pegel. Auch dadurch wird die erreichbare Datenrate erhöht.

Die Umsetzung der Erfindung kann in verschiedener Weise erfolgen. Im Folgenden werden drei Varianten vorgeschlagen. Allen Varianten ist gemein, dass die Arbitrierung des CAN-Busses in einer höheren Schicht des Übertragungsprotokolls geregelt ist.

In Fig. 3 ist die Umsetzung der Erfindung unter Verwendung zweier CAN Controller CON1, CON2 skizziert. Der Netzknoten KK1' weist gemäß dieser Ausführungsform einen Mikrokontroller MIC und zwei CAN-Controller CON1, CON2 auf. Der erste CAN-Controller CON1 sendet und empfängt Frames. Der zweite CAN-Controller CON2, der sich in demselben Netzknoten KK1' wie der erste CAN-Controller CON1 befindet, empfängt den Sendestrom des ersten CAN-Controllers CON1. Die Eingangsleitungen sind mit RxD und die Ausgangsleitungen mit TxD bezeichnet.

Der zweite CAN-Controller CON2 generiert das Acknowledge Bit für die Sendeframes des ersten CAN-Controllers CON1. Durch eine logische Und-Verknüpfung AND wird das



Acknowledge Bit dem Sendeframe beigefügt und danach durch den Bustreiber BUT an den CAN-Bus BUS gelegt. Am CAN-Bus BUS ist nun ein korrekter CAN-Frame sichtbar. Um das Verzerren des Timings eines derart generierten CAN-Frames durch weitere Acknowledge Bits zu verhindern, wird das Senden aller anderen Netzknoten KK2' im Kommunikationssystem zu diesem Zeitpunkt durch die Leitung Transmit-enable TxEn unterbunden.

Das Ergebnis der Arbitrierung, welche auf einer übergeordneten Protokollschicht stattfindet, liegt in dem Mikrocontroller MIC vor, wobei in Abhängigkeit von dem Arbitrierungsergebnis ein entsprechendes Transmit-enable Signal erzeugt wird. Der Algorithmus, nach welchem die Arbitrierung erfolgt, ist von untergeordneter Bedeutung für die gegenständliche Erfindung, wesentlich ist hierbei nur, dass das Ergebnis der Arbitrierung unabhängig von den CAN-Controllern gewonnen wird, da der Wert des Transmit-enable Signals von dem Ergebnis der Arbitrierung abhängt. Das Transmit-enable Signal des Netzknotens KK1' wird nur aktiviert, wenn der jeweilige Netzknoten KK1' keine Nachricht NAR senden soll. Wenn der Netzknoten KK1 nicht senden soll, liegt an dem Ausgang der ODER-Verknüpfung ein rezessiver Pegel vor. Da zum Versenden einer CAN-Nachricht NAR jedoch ein dominanter Pegel vorliegen muss, wird von dem BUS-Treiber BUT in diesem Fall keine Nachricht NAR gesendet. Soll hingegen eine CAN-Nachricht NAR versendet werden, so wird von dem Mikrocontroller MIC ein Transmit-enable Signal erzeugt, welches einem dominanten Pegel entspricht. Hierbei werden das Transmit-enable Signal und das Ausgangssignal der logischen UND-Verknüpfung AND einer logischen ODER-Verknüpfung OR zugeführt.

In Figur 4 ist die Umsetzung der Erfindung durch die Verwendung eines CAN-Controllers CON und eines Compare/Capture Moduls CCM eines Mikrocontrollers dargestellt. Das Acknowledge Bit wird in diesem Fall durch den Mikrocontroller MIC erzeugt, indem er den Zeitpunkt des „Start of Frame“ der Sendeframes misst und zu gegebener Zeit das Acknowledge-Bit erzeugt. Abgesehen von der Art der Erzeugung des Acknowledge-Bits ist diese Variante mit der ersten ident. Es handelt sich hierbei um eine sehr kostengünstige Implementierung der Erfindung, die mit herkömmlichen Mikrocontrollern umsetzbar ist.

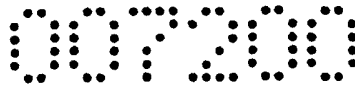
In einer dritten Variante kommt ein CAN Controller zum Einsatz, der dazu eingerichtet ist, beispielsweise durch entsprechende Programmierung, einen Frame mit bereits gesetztem Acknowledge-Bit zu erzeugen und im Fall des Empfangens einer CAN-Nachricht kein Acknowledge-Bit auf den Bus zu legen, wenn sie einen Frame mit gültiger Prüfsumme CRC enthält.

Um eine Nachrichtenübermittlung auch über längere Übertragungsstrecke ermöglichen zu können kann eine Nachrichtenverteileinrichtung NVT, die elektrischen Signale an dem



CAN-Bus BUS bezüglich Pegel und/oder Zeitverhalten regeneriert vorgesehen sein. Die Nachrichtenverteileinrichtung NVT nutzt hierbei die Tatsache, dass die Ausbreitungsrichtung einer Nachricht NAR nur in eine Richtung erfolgt.

Wien, den 05. Juli 2006



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Übertragen von CAN-Nachrichten (NAR) über einen CAN-Bus (BUS) in einem Kommunikationssystem (SYS), welches mehrere Netzknoten (KK1, KK2, KK1', KK2', KK1'', KK2'') mit je zumindest einem CAN-Kontroller (CON, CON1, CON2) aufweist, wobei eine Arbitrierung um die Berechtigung eines Netzknotens (KK1, KK2, KK1', KK2', KK1'', KK2'') eine CAN-Nachricht (NAR) zu senden erfolgt,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Arbitrierungsentscheidung in einer höheren Protokollschicht als die Übertragung der CAN-Nachricht (NAR) erfolgt, und die die CAN-Nachricht (NAR) bereits von dem sendenden Netzknoten (KK1, KK2, KK1') mit einem dominanten Pegel in ihrem ACK-Feld versandt wird, wobei ein die CAN-Nachricht (NAR) empfangender Netzknoten (KK2', KK1'', KK2'') weder einen dominanten Pegel im ACK-Feld generiert noch einen vollständigen Error-Frame versendet.

2. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Nachrichtenverteilereinrichtung (NVT) elektrische Signale auf dem CAN-Bus (BUS) bezüglich Pegel und/oder Zeitverhalten regeneriert, wobei die Tatsache genutzt wird, dass die Ausbreitungsrichtung einer Nachricht (NAR) nur in eine Richtung erfolgt.

3. Kommunikationssystem (SYS), welches mehrere Netzknoten (KK1, KK2, KK1', KK2', KK1'', KK2'') mit je zumindest einem CAN-Kontroller (CON, CON1, CON2) aufweist, wobei das Kommunikationssystem (SYS) dazu eingerichtet ist, eine Arbitrierung um die Berechtigung eines Netzknotens (KK1, KK2, KK1', KK2', KK1'', KK2'') eine CAN-Nachricht (NAR) zu senden durchzuführen, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kommunikationssystem (SYS) dazu eingerichtet ist, eine Arbitrierungsentscheidung, darüber welcher Netzknoten (KK1, KK2, KK1', KK2', KK1'', KK2'') sendeberechtigt ist, in einer höheren Protokollschicht als die Übertragung der CAN-Nachricht (NAR) durchzuführen, die CAN-Nachricht (NAR) bereits von dem sendenden Netzknoten (KK1, KK2, KK1') mit einem dominanten Pegel in ihrem ACK-Feld zu versenden, und zu verhindern, dass ein die CAN-Nachricht (NAR) empfangender Netzknoten (KK2', KK1'', KK2'') einen dominanten Pegel im ACK-Feld generiert oder einen vollständigen Error-Frame versendet.



4. Kommunikationssystem (SYS) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Nachrichtenverteileinrichtung (NVT) vorgesehen ist, welche elektrische Signale auf dem CAN-Bus (BUS) bezüglich Pegel und/oder Zeitverhalten unter Ausnutzung der Tatsache, dass die Ausbreitungsrichtung einer Nachricht (NAR) nur in eine Richtung erfolgt, regeneriert.

Wien, den 05. Juli 2006

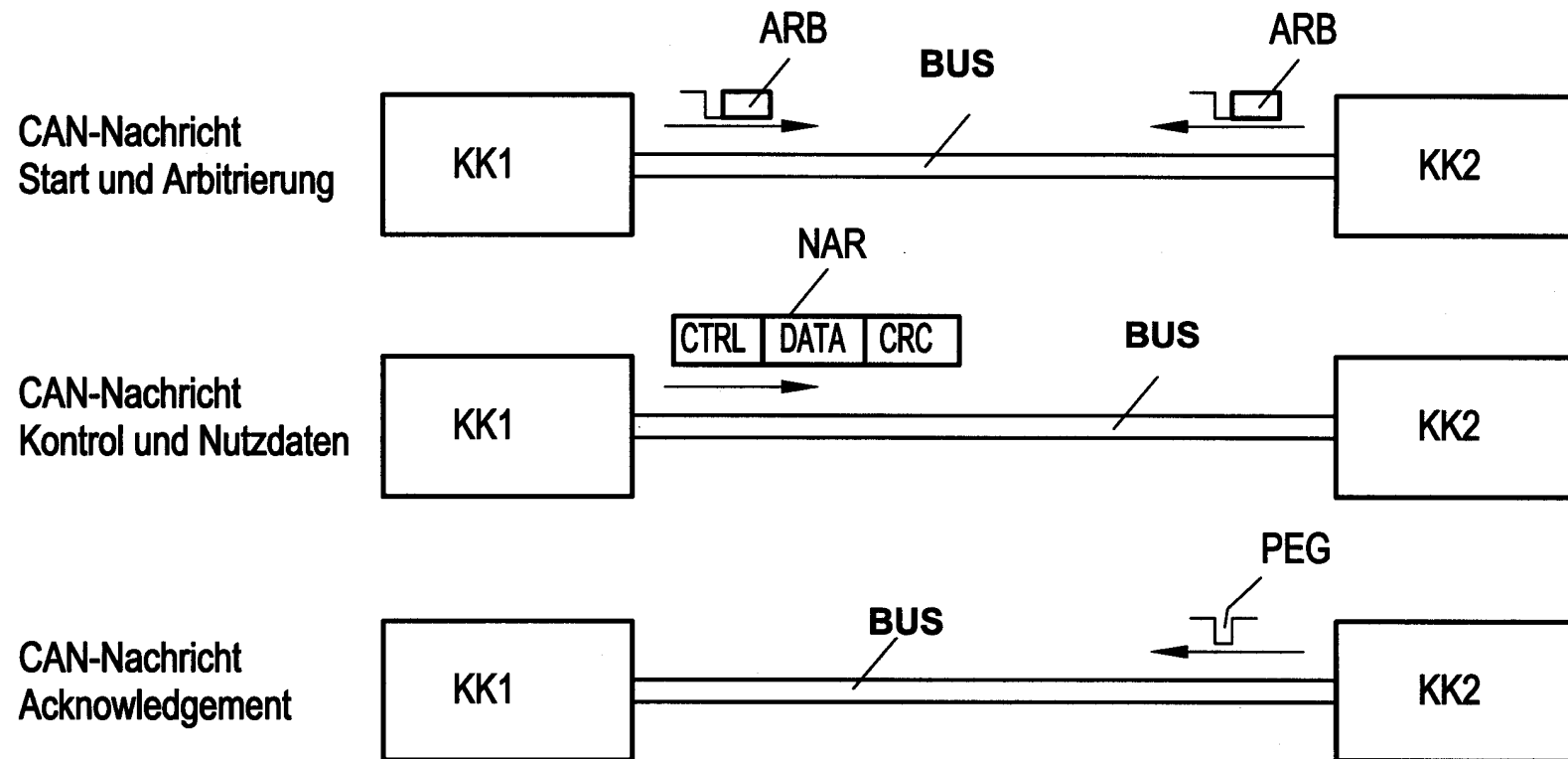


Fig. 1 (Stand der Technik)

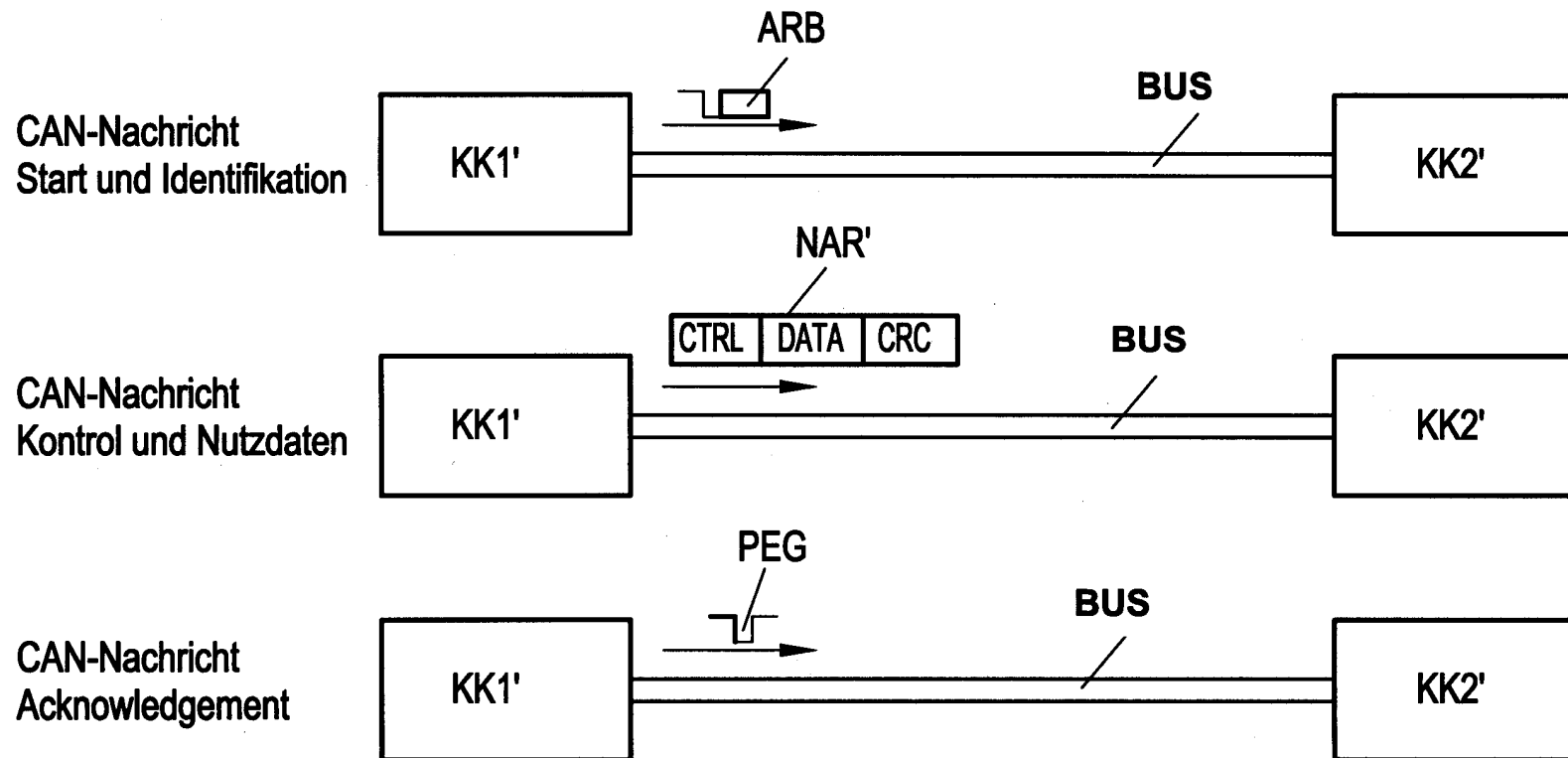


Fig. 2

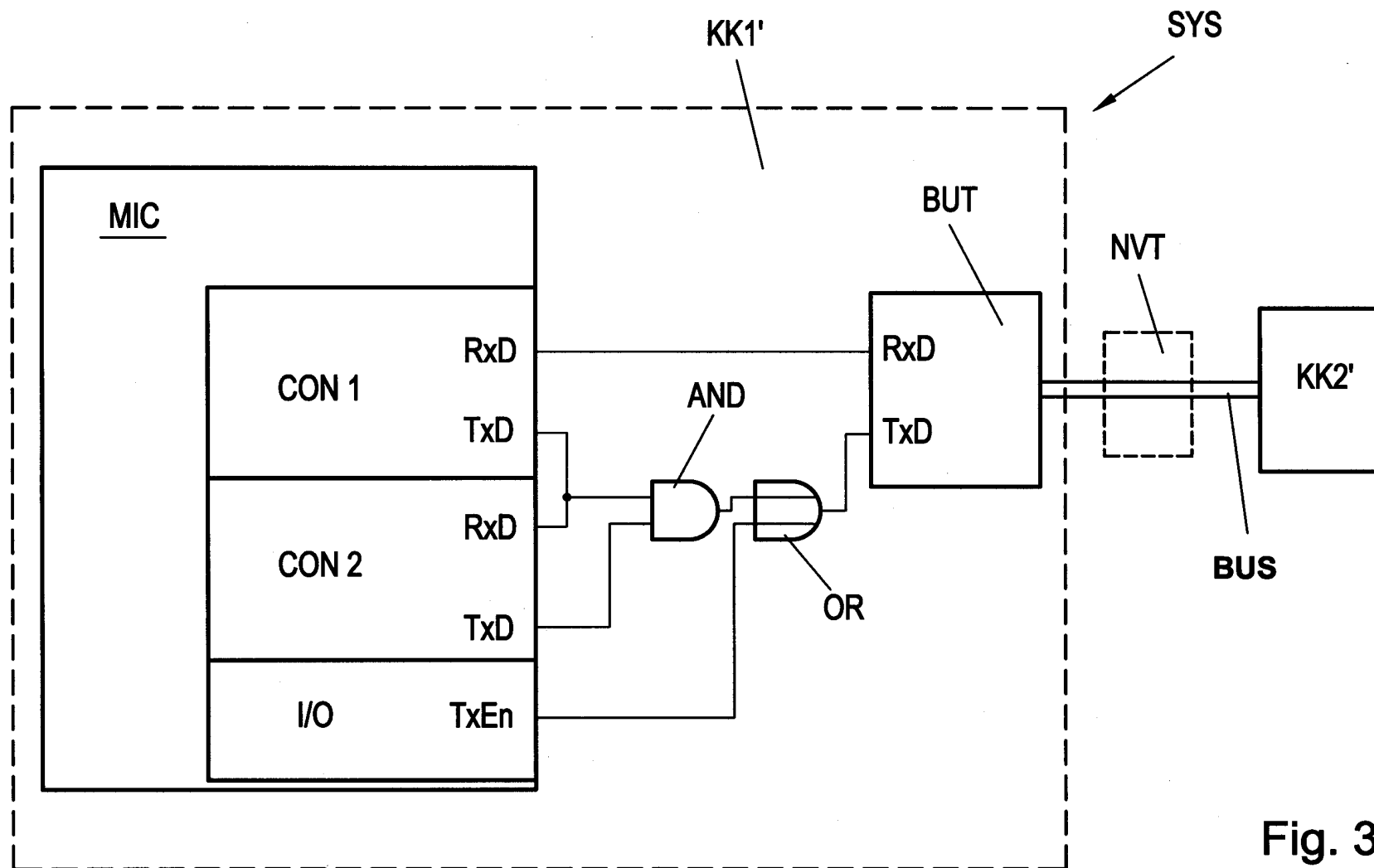


Fig. 3

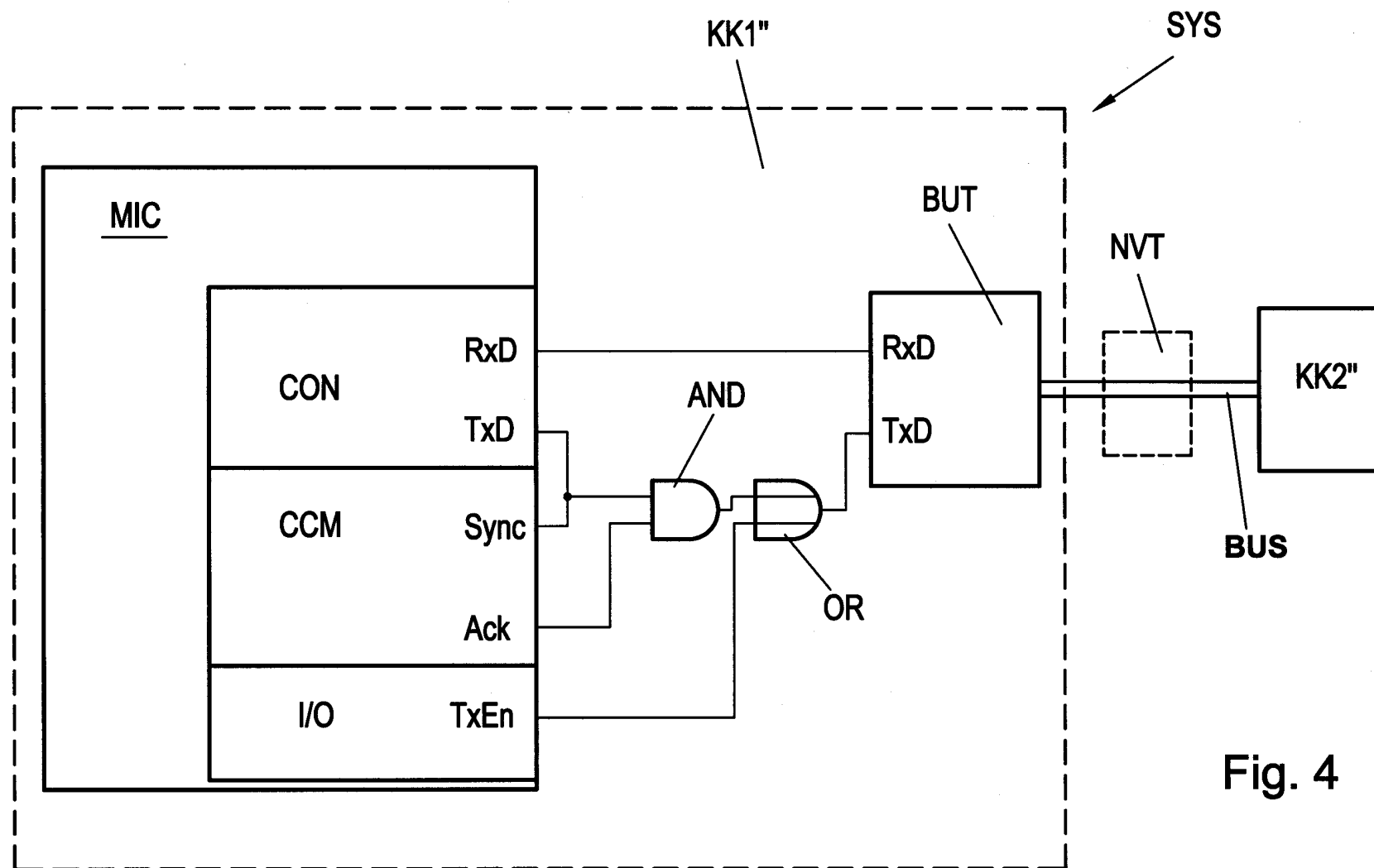
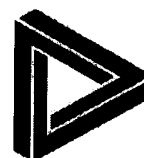


Fig. 4



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : H04L 12/413 (2006.01); H04L 29/06 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: H04L 12/413B, H04L 29/06B		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H04L		
Konsultierte Online-Datenbank: EPDOC, WPI, XPRD, XPESP, XPIEE, XPI3E		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 5. Juli 2006 eingereichten Ansprüchen erstellt.		
Kategorie ⁹	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	Cena G. et al., 'On the performances of two popular fieldbuses', IEEE International Workshop on Factory Communication Systems, Barcelona, Spain, 1. Oktober 1997 (01.10.1997), Seiten 177-186, XP 010255541, ISBN 0-7803-4182-1 --	1-4
A	Verissimo P. et al., 'How hard is hard real-time communications on field-buses?', 27th Annual International Symposium on Fault-Tolerant Computing., Seattle, WA, USA, 24. Juni 1997 (24.06.1997), Seiten 112-121, XP 010241235, ISBN 0-8186-7831-3 ----	1-4
Datum der Beendigung der Recherche: 8. Mai 2007		☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): Dipl.-Ing. ENGLISCH
⁹ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		