

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kommunikations-Slave bzw. Kommunikations-Sklaven, der in einem Kommunikationsnetzwerkssystem verwendet wird, das durch Koppeln eines Masters bzw. Meisters und mehreren Kommunikations-Slaves durch ein Paar von Bussen in einer Daisy-Chain bzw. Reihenverkettung aufgebaut ist. Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem das Kommunikationsnetzwerkssystem.

2. Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Ein Protokoll eines Kommunikationsnetzwerks, das einen Master und mehrere Slaves enthält, die durch ein Paar von Bussen mittels Reihenverkettung miteinander gekoppelt sind, enthält eine DSI (distributed system interface bzw. Verteilungssystemschnittstelle) und eine SbW (safe by wire bzw. Sicherheit mittels elektrischer Steuerung). Das Kommunikationsnetzwerk muss eine ID bzw. Identifikation für jeden der Slaves einstellen bzw. festlegen, so dass der Master eine serielle Kommunikation mit den Slaves durchführen kann. Die JP-A-2003-152741 (entspricht der US 2003/0034883 A1) beschreibt beispielsweise eine Kommunikationsvorrichtung, bei der jede von mehreren Slave-Vorrichtungen einen Schalter in eine Energieversorgungsleitung, die einen Bus bildet, einfügt, eine Mastervorrichtung IDs der Slaves durch den Bus in der Reihenfolge von der Slave-Vorrichtung nahe bei der Mastervorrichtung auf der Grundlage einer Verbindungsreihenfolge der Slaves und der IDs, die in der Mastervorrichtung gespeichert sind, einstellt bzw. festlegt, und die Slave-Vorrichtung, deren ID eingestellt bzw. festgelegt ist, den Schalter nacheinander einschaltet, so dass ein nächster Slave mit dem Bus gekoppelt wird.

[0003] Wenn der Schalter in den Bus eingefügt wird, muss der Ein-Widerstandswert bzw. Durchlasswiderstandswert eines Element, beispielsweise eines Transistors, der den Schalter ausbildet, verringert werden. Dementsprechend vergrößert sich die Abmessung des Schalters, und es kann sich die Abmessung jedes der Slaves und eine Abmessung des gesamten Kommunikationsnetzwerkssystems vergrößern.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0004] Im Hinblick auf die obigen Probleme ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Kommunikations-Slave und ein Kommunikationsnetzwerkssystem zu schaffen, die auf geeignete

Weise eine ID einstellen bzw. festlegen können, ohne einen Schalter in einen Bus einzufügen.

[0005] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Kommunikations-Slave bereitgestellt, der in einem Kommunikationsnetzwerkssystem verwendet wird, in dem ein Master und mehrere der Kommunikations-Slaves durch einen hochpotenzialseitigen Bus und einen niederpotenzialseitigen Bus mittels Reihenverkettung miteinander gekoppelt sind. Der Kommunikations-Slave enthält eine Steuerschaltung, ein Widerstandselement und einen Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt. Die Steuerschaltung steuert die Kommunikation mit dem Master. Das Widerstandselement ist in den hochpotenzialseitigen Bus an einem Abschnitt, der stromab eines Punktes angeordnet ist, bei dem die Steuerschaltung mit dem hochpotenzialseitigen Bus gekoppelt ist, eingefügt. Der Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt erfasst eine Potenzialdifferenz zwischen einem stromaufseitigen Anschluss des Widerstandselements und dem niederpotenzialseitigen Bus. Die Steuerschaltung stellt einen ID-Wert zur Kommunikation mit dem Master entsprechend der Potenzialdifferenz, die von dem Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt erfasst wird, ein.

[0006] Die Steuerschaltung in dem Kommunikations-Slave verbraucht eine bestimmte Menge an elektrischem Strom, wenn die Steuerschaltung betrieben wird. Somit verringert sich die Potenzialdifferenz zwischen dem hochpotenzialseitigen Bus und dem niederpotenzialseitigen Bus, die an jedem der Kommunikations-Slaves erfasst wird, von einer Stromaufseite nahe bei dem Master zu einer Stromabseite von dem Master weiter entfernt. Da die Steuerschaltung den ID-Wert entsprechend der Potenzialdifferenz einstellt, kann die Steuerschaltung einen einzigartigen ID-Wert einstellen, ohne einen Schalter in den Bus einzufügen, der einen geringen Durchlasswiderstand aufweist.

[0007] Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung enthält ein Kommunikationsnetzwerkssystem einen Master, mehrere Slaves und einen hochpotenzialseitigen Bus und einen niederpotenzialseitigen Bus, die den Master und die Slaves mittels Reihenverkettung miteinander koppeln. Jeder der Slaves enthält eine Steuerschaltung, ein Widerstandselement, einen Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt und einen Treiber. Die Steuerschaltung steuert eine Kommunikation mit dem Master. Das Widerstandselement ist in den hochpotenzialseitigen Bus an einem Abschnitt eingefügt, der stromab eines Punktes angeordnet ist, bei dem die Steuerschaltung mit dem hochpotenzialseitigen Bus gekoppelt ist. Der Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt erfasst eine Potenzialdifferenz zwischen einem stromaufseitigen Anschluss und einem stromabseitigen Anschluss des Widerstandselements und gibt Potenzialdiffe-

renzdaten auf der Grundlage der erfassten Potenzialdifferenz aus. Der Treiber ist zwischen dem stromaufseitigen Anschluss des Widerstandselements und dem niederpotenzialseitigen Bus angeordnet. Der Treiber überträgt ein Signal zu dem Master durch Ändern eines Zustands eines elektrischen Stroms, der in den hochpotenzialseitigen Bus und den niederpotenzialseitigen Bus fließt. Wenn die Steuerschaltung ein Trigger-Signal bzw. Auslösersignal von dem Master empfängt, schaltet sie den Treiber ein, so dass der elektrische Strom zu dem hochpotenzialseitigen Bus und dem niederpotenzialseitigen Bus fließt. Die Steuerschaltung empfängt die Potenzialdifferenzdaten, die von dem Potenzialdifferenzfassungsabschnitt ausgegeben werden, während der elektrische Strom fließt, und dann schaltet die Steuerschaltung den Treiber aus. Wenn die Steuerschaltung das nächste Mal ein Auslösersignal von dem Master empfängt, überträgt die Steuerschaltung ID-Einstelldaten, die auf der Grundlage der Potenzialdifferenzdaten bestimmt werden, zu dem Master, wobei eine Kollision mit einem Übertragungsprozess durch einen anderen Slave der Slaves vermieden wird. Wenn der Master die ID-Einstelldaten von sämtlichen Slaves empfangen hat, bestimmt er ID-Daten jedes der Slaves auf der Grundlage der ID-Einstelldaten und überträgt die ID-Daten mit einem ID-Einstellbefehl zu jedem der Slaves in der Reihenfolge. Wenn die ID-Daten, die von dem Master übertragen werden, den Potenzialdifferenzdaten entsprechen, stellt die Steuerschaltung die ID-Daten als einen ID-Wert ein.

[0008] In dem oben beschriebenen Kommunikationsnetzwerkssystem stellt der Master die ID jedes der Slaves nach dem Ausmachen der IDs sämtlicher Slaves ein. Somit kann eine Diskrepanz bei der Einstellung der ID zwischen dem Master und den Slaves verhindert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0009] Zusätzliche Aufgaben und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden anhand der folgenden detaillierten Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen in Verbindung mit den zugehörigen Zeichnungen deutlich. Es zeigen:

[0010] [Fig. 1](#) ein Diagramm, das ein Kommunikationsnetzwerkssystem gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0011] [Fig. 2](#) ein Flussdiagramm, das einen ID-Einstellprozess zeigt, der von Slaves in dem Kommunikationsnetzwerkssystem gemäß der ersten Ausführungsform durchgeführt wird;

[0012] [Fig. 3](#) ein Flussdiagramm, das einen ID-Einstellprozess zeigt, der von Slaves in einem Kommunikationsnetzwerkssystem gemäß einer zweiten Aus-

führungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird;

[0013] [Fig. 4](#) ein Diagramm, das ein Kommunikationsnetzwerkssystem gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0014] [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5G](#) Diagramme, die Beispiele von Busspannungen zeigen, die an Slaves in dem Kommunikationsnetzwerkssystem gemäß der dritten Ausführungsform erfasst werden;

[0015] [Fig. 6](#) ein Flussdiagramm, das einen ID-Einstellprozess zeigt, der von Slaves in dem Kommunikationsnetzwerkssystem gemäß der dritten Ausführungsform durchgeführt wird;

[0016] [Fig. 7](#) ein Flussdiagramm, das einen ID-Einstellprozess zeigt, der von Slaves in einem Kommunikationsnetzwerkssystem gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird;

[0017] [Fig. 8](#) ein Diagramm, das ein Kommunikationsnetzwerkssystem gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0018] [Fig. 9A](#) ein Flussdiagramm, das einen Slave-Spannungserfassungsprozess, der von einem Master durchgeführt wird, zeigt, [Fig. 9B](#) ein Flussdiagramm, das einen Spannungserfassungsprozess, der von Slaves durchgeführt wird, zeigt, und [Fig. 9C](#) ein Flussdiagramm, das einen Spannungsübertragungsprozess, der von den Slaves durchgeführt wird, zeigt;

[0019] [Fig. 10](#) ein Zeitablaufdiagramm, das Beispiele einer Signaländerung in dem Master und den Slaves zeigt, während der Prozess, der in [Fig. 9A](#) bis [Fig. 9C](#) gezeigt ist, durchgeführt wird; und

[0020] [Fig. 11A](#) ein Flussdiagramm, das einen ID-Übertragungsprozess, der von dem Master durchgeführt wird, zeigt, und [Fig. 11B](#) ein Flussdiagramm, das einen ID-Einstellprozess zeigt, der von den Slaves durchgeführt wird.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

(Erste Ausführungsform)

[0021] Ein Kommunikationsnetzwerkssystem gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden mit Bezug auf [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) beschrieben. Das Kommunikationsnetzwerkssystem enthält einen Master **1**, Slaves **2a–2d**, einen Kommunikationsbus **3H** und einen Kommunikationsbus **3L**. Jeder der Slaves **2a–2d** kann als ein Kommunikations-Slave betrieben werden. Der Kom-

munikationsbus **3H** kann als ein hochpotenzielseitiger Bus betrieben werden. Der Kommunikationsbus **3L** kann als ein niederpotenzielseitiger Bus betrieben werden. Die Slaves **2a–2d** sind mit dem Master **1** durch die Kommunikationsbusse **3H** und **3L** mittels einer Daisy-Chain bzw. Reihenverkettung gekoppelt. Die Slaves **2a–2d** sind in dieser Reihenfolge von einer Stromaufseite nahe bei dem Master **1** zu einer Stromabseite von dem Master **1** weiter entfernt miteinander gekoppelt. Der Master **1** enthält einen Schalter **4**. An den Kommunikationsbus **3H** wird eine Energieversorgungsspannung VB durch den Schalter **4** angelegt. Der Kommunikationsbus **3L** ist mit Masse verbunden. Hinsichtlich des Kommunikationsbusses **3L** ist nur ein Teil durch eine gestrichelte Linie gezeigt, und der andere Teil ist in [Fig. 1](#) nicht gezeigt.

[0022] Der Master **1** enthält außerdem einen Treiber **5**, einen Empfänger **6** und eine Steuerschaltung **7**. Der Treiber **5** überträgt ein Signal zu den Slaves **2a–2d** durch die Kommunikationsbusse **3H** und **3L**. Der Empfänger **6** empfängt ein Antwortsignal von den Slaves **2a–2d** durch die Kommunikationsbusse **3H** und **3L**. Die Steuerschaltung **7** steuert den Schalter **4**, den Treiber **5** und den Empfänger **6**. Die Steuerschaltung **7** enthält einen Mikrocomputer. Die Steuerschaltung **7** steuert den Treiber **5**, um eine Potenzialdifferenz zwischen den Kommunikationsbussen **3H** und **3L** zu ändern und dadurch das Signal von dem Master **1** zu übertragen. Das Antwortsignal, das von dem Empfänger **6** empfangen wird, wird in die Steuerschaltung **7** eingegeben.

[0023] Die Slaves **2a–2d** enthalten jeweilige Empfänger **8a–8d**, Treiber **9a–9d**, Steuerschaltungen **10a–10d**, Shunt-Widerstände bzw. Nebenschlusswiderstände **11a–11d** und A/D-Wandlerschaltungen (AD) **12a–12d**. Jeder der Shunt-Widerstände **11a–11d** kann als ein Widerstandselement betrieben werden. Jeder der A/D-Wandlerschaltungen **12a–12d** kann als ein Potenzialdifferenz erfassungsabschnitt betrieben werden. Da die Slaves **2a–2d** ähnliche Konfigurationen aufweisen, wird die Konfiguration des Slaves **2a** stellvertretend für die Slaves **2a–2d** beschrieben. Der Empfänger **8a** empfängt das Signal, das von dem Master **1** übertragen wird. Der Treiber **9a** überträgt das Antwortsignal zu dem Master **1**. Die Steuerschaltung **10a** steuert den Empfänger **8a** und den Treiber **9a**. Die Steuerschaltung **10a** enthält einen Mikrocomputer. Der Treiber **9a** enthält eine Stromquelle, die zwischen die Kommunikationsbusse **3H** und **3L** geschaltet ist. Der Treiber **9a** ist mit dem Kommunikationsbus **3H** an einem Punkt gekoppelt, der stromab eines Punkts angeordnet ist, bei dem die A/D-Wandlerschaltung **12a** mit dem Kommunikationsbus **3H** gekoppelt ist. Die Steuerschaltung **10a** steuert einen Ein-Aus-Zustand der Stromquelle, um den elektrischen Strom, der in die Kommunikationsbusse **3H** und **3L** fließt, zu ändern und dadurch das Antwortsignal zu dem Master **1** zu übertragen.

Mit anderen Worten steuert die Steuerschaltung **10a** die Kommunikation mit dem Master **1**.

[0024] In dem Kommunikationsbus **3H**, der durch den Slave **2a** läuft, ist der Shunt-Widerstand **11a** zwischen einem Punkt, bei dem der Treiber **9a** mit dem Kommunikationsbus **3H** gekoppelt ist, und dem Slave **2b** eingefügt. Außerdem ist der Shunt-Widerstand **11a** in den Kommunikationsbus **3H** an einem Abschnitt eingefügt, der stromab eines Punkts angeordnet ist, bei dem die Steuerschaltung **10a** mit dem Kommunikationsbus **3H** gekoppelt ist. Der Shunt-Widerstand **11a** weist beispielsweise einen Widerstandswert von wenigen Ω bis etwa 10Ω auf. Um ein Impedanzgleichgewicht der Kommunikationsbusse **3H** und **3L** zu halten, ist außerdem ein Shunt-Widerstand (nicht gezeigt), der denselben Widerstandswert aufweist, in den Kommunikationsbus **3L** eingefügt.

[0025] Die A/D-Wandlerschaltung **12a** ist mit dem Kommunikationsbus **3H** an einem Punkt gekoppelt, der zwischen einem Punkt, bei dem der Empfänger **8a** mit dem Kommunikationsbus **3H** gekoppelt ist, und dem Punkt, bei dem der Treiber **9a** mit dem Kommunikationsbus **3H** gekoppelt ist, angeordnet ist. Die A/D-Wandlerschaltung **12a** kann als ein Potenzialdifferenz erfassungsabschnitt betrieben werden. Die A/D-Wandlerschaltung **12a** wandelt das Potenzial zwischen den Kommunikationsbussen **3H** und **3L** von analog in digital um und gibt Digitaldaten an die Steuerschaltung **10a** aus. Jeder der Slaves **2a–2d** wird durch Zufuhr von elektrischer Energie durch die Kommunikationsbusse **3H** und **3L** aktiviert. Als DSI kann beispielsweise eine Energieversorgungsphase und eine Kommunikationsphase abwechselnd geschaltet werden.

[0026] Im Folgenden wird ein ID-Einstellprozess des Kommunikationsnetzwerksystems gemäß der vorliegenden Ausführungsform mit Bezug auf [Fig. 2](#) beschrieben. Wenn die Energieversorgungsspannung VB an den Kommunikationsbus **3K** angelegt wird, stellt jeder der Slaves **2a–2d** ID-Werte durch einen Prozess, der in [Fig. 2](#) gezeigt ist, ein.

[0027] Wenn der Master **1** den Schalter **4** einschaltet und die Energieversorgungsspannung VB an den Kommunikationsbus **3H** angelegt wird, was „JA“ in Schritt S1 entspricht, erfasst jeder der Slaves **2a–2d** die Spannungsänderung durch einen entsprechenden Empfänger **8a–8d**. Außerdem erfasst jede der A/D-Wandlerschaltungen **12a–12d** die Potenzialdifferenz zwischen den Kommunikationsbussen **3H** und **3L** und wandelt analoge Daten der Potenzialdifferenz in digitale Daten um. Die digitalen Daten der Potenzialdifferenz werden als eine Busspannung bezeichnet. In den Schritten S2 bis S9 stellt jeder der Slaves **2a–2d** die ID-Werte entsprechend der Busspannung ein.

[0028] In jedem der Slaves **2a–2d** wird elektrischer Strom durch eine Schaltung verbraucht, die eine jeweilige Steuerschaltung **10a–10d** enthält. Somit tritt ein Spannungsabfall an den Shunt-Widerständen **11a–11d** in den Slaves **2a–2d**, die an einer Stromaufseite angeordnet sind, auf. Somit verringern sich die Busspannungen, die von den A/D-Wandlerschaltungen **12a–12d** erfasst werden, von der Stromaufseite zu der Stromabseite. Die Busspannung, die von den A/D-Wandlerschaltungen **12a–12d** erfasst wird, hängt von der Energieversorgungsspannung VB, den Widerstandswerten der Shunt-Widerstände **11a–11d** und den Längen und Impedanzen der Kommunikationsbusse **3H** und **3L** ab.

[0029] In der vorliegenden Ausführungsform werden Schwellenwerte V_a – V_d eingestellt, die die Beziehung $V_B > V_a > V_b > V_c > V_d$ erfüllen. Außerdem wird ein erlaubter Messwert „k“ eingestellt. Der erlaubte Messwert „k“ beträgt beispielsweise etwa 0,1 V. Wenn „Busspannung = $V_a \pm k$ V“ gilt, was „JA“ in Schritt S2 entspricht, wird der ID-Wert in Schritt S6 auf 1 eingestellt. Wenn „Busspannung = $V_b \pm k$ V“ gilt, was „JA“ in Schritt S3 entspricht, wird der ID-Wert in Schritt S7 auf 2 eingestellt. Wenn „Busspannung = $V_c \pm k$ V“ gilt, was „JA“ in Schritt S4 entspricht, wird der ID-Wert in Schritt S8 auf 3 eingestellt. Wenn „Busspannung = $V_d \pm k$ V“ gilt, was „JA“ in Schritt S5 entspricht, wird der ID-Wert in Schritt S9 auf 4 eingestellt. In dem vorliegenden Fall werden der Slave **2a** auf den ID-Wert von 1, der Slave **2b** auf den ID-Wert von 2, der Slave **2c** auf den ID-Wert von 3 und der Slave **2d** auf den ID-Wert von 4 in dieser Reihenfolge eingestellt.

[0030] Wie es oben beschrieben ist, ist in dem Kommunikationsbus **3H**, der durch die Slaves **2a–2d** läuft, jeder der Shunt-Widerstände **11a–11d** in den Abschnitt stromab des Punkts eingefügt, bei dem eine entsprechende Steuerschaltung **10a–10d** mit dem Kommunikationsbus **3H** gekoppelt ist. Jede der Steuerschaltungen **10a–10d** stellt den ID-Wert für eine Kommunikation mit dem Master **1** entsprechend der Potenzialdifferenz zwischen den Kommunikationsbussen **3H** und **3L**, die von einer entsprechenden A/D-Wandlerschaltung **12a–12d** erfasst wird, ein. Jeder der Shunt-Widerstände **11a–11d** kann eine kleinere Abmessung als ein Transistor aufweisen, der einen Ein-Widerstand bzw. Durchlasswiderstand derselben Größe aufweist. Ein Transistor, der einen Durchlasswiderstand von 5 Ω aufweist, weist etwa eine Abmessung von 0,265 mm² auf, und ein Shunt-Widerstand, der einen Widerstand von 5 Ω aufweist, weist eine Abmessung von etwa 0,0146 mm² auf. Somit wird der benötigte Bereich auf etwa 1/20 verringert.

[0031] Die Steuerschaltungen **10a–10d** verbrauchen eine bestimmte Menge an elektrischem Strom, wenn sie betrieben werden. Da sich die Potenzialdifferenz zwischen den Kommunikationsbussen **3H**

und **3L**, die an jedem der Slaves **2a–2d** erfasst wird, von der Stromaufseite zu der Stromabseite verringert, kann jeder der Slaves **2a–2d** einen einzigartigen ID-Wert einstellen. Daher ist es nicht notwendig, einen Schalter (Transistor) in die Kommunikationsbusse **3H** und **3L** einzufügen, der einen niedrigen Durchlasswiderstand aufweist, womit die Abmessungen der Slaves **2a–2d** und eine Abmessung des Kommunikationsnetzwerksystems verringert werden können. Die Steuerschaltungen **10a–10d** stellen die ID-Werte ein, wenn die Energieversorgungsspannung VB durch den Kommunikationsbus **3H** angelegt wird. Somit können die Slaves **2a–2d** in einem Anfangszustand autonom die ID-Werte sogar dann einstellen, wenn die Slaves **2a–2d** keinen Steuerbefehl von dem Master **1** empfangen. Da die Steuerschaltungen **10a–10d** die ID-Werte in aufsteigender Reihenfolge entsprechend einer Verringerung der erfassten Busspannung einstellen, können die Slaves **2a–2d**, die von dem Master **1** weiter entfernt sind, größere ID-Werte aufweisen.

(Zweite Ausführungsform)

[0032] Im Folgenden wird ein ID-Einstellprozess eines Kommunikationsnetzwerksystems gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf **Fig. 3** beschrieben. Wenn die Steuerschaltungen **10a–10d** in den Slaves **2a–2d** bestimmen, dass die Energieversorgungsspannung VB an den Kommunikationsbus **3H** angelegt ist, was „JA“ in Schritt S1 entspricht, schalten die Steuerschaltungen **10a–10d** in Schritt S10 einen entsprechenden Treiber **9a–9d** ein. Jeder der Treiber **9a–9d** kann als eine Stromverbraucherschaltung betrieben werden. Mit anderen Worten aktiviert jede der Steuerschaltungen **10a–10d** die Stromquelle, so dass ein konstanter Strom fließt und ein elektrischer Strom verbraucht wird. In den Schritten S2x bis S5x vergleichen die jeweiligen Steuerschaltungen **10a–10d** die Busspannung mit Schwellenwerten jeweiligen V_{ax} – V_{dx} anstelle der Schwellenwerte V_a – V_d und stellen einen jeweiligen ID-Wert in den Schritten S6 bis S9 ähnlich wie in der ersten Ausführungsform ein. Nach dem Einstellen des ID-Werts schalten die jeweiligen Steuerschaltungen **10a–10d** in Schritt S11 einen entsprechenden Treiber **9a–9d** aus, und somit ist der ID-Einstellprozess beendet.

[0033] In der vorliegenden Ausführungsform aktiviert jede der Steuerschaltungen **10a–10d** den entsprechenden Treiber **9a–9d**, wenn sie den ID-Wert einstellt. Somit können sich sogar dann, wenn der Stromverbrauch der Steuerschaltungen **10a–10d** niedrig ist, die Busspannungen, die an den Slaves **2a–2d** erfasst werden, voneinander unterscheiden, und die Widerstandswerte der Shunt-Widerstände **11a–11d**, die in die Kommunikationsbusse **3H** und **3L** eingefügt sind, können verringert werden. Da ein Stromverbrauchszustand mit den Treibern **9a–9d**, die

in den Slaves **2a–2d** vorgesehen sind, geändert wird, um auf den Master **1** zu antworten, wird kein zusätzlicher Strom verbraucht.

(Dritte Ausführungsform)

[0034] Im Folgenden wird ein Kommunikationsnetzwerksystem gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf **Fig. 4** bis **Fig. 6** beschrieben. Das Kommunikationsnetzwerksystem gemäß der vorliegenden Ausführungsform enthält den Master **1** und mehrere Slaves **21a–21d**. Jeder der Slaves **21a–21d** kann als ein Kommunikations-Slave betrieben werden. Die Slaves **21a–21d** sind jeweils durch Hinzufügen von Stromverbrauchsschaltungen **22a–22d** zu den Slaves **2a–2d** der ersten Ausführungsform ausgebildet. Die Stromverbrauchsschaltungen **22a–22d** enthalten jeweilige Schalter **23a–23d** und Lastwiderstände **24a–24d**, die in Serie geschaltet sind. Jeder der Lastwiderstände **24a–24d** kann als ein Widerstandselement betrieben werden. Die Stromverbrauchsschaltungen **22a–22d** sind jeweils zwischen stromabseitigen Anschlüssen der Shunt-Widerstände **11a–11d** und der Masse geschaltet. Jeder der Schalter **23a–23d** ist normalerweise geöffnet. Jeder der Schalter **23a–23d** kann beispielsweise aus einem Transistor ausgebildet sein. Jeder der Schalter **23a–23d** wird durch eine entsprechende Steuerschaltung **25a–25d** ein- und ausgeschaltet. Wenn ein jeweiliger Schalter **23a–23d** eingeschaltet wird, wird der entsprechende Lastwiderstand **24a–24d** zwischen die Kommunikationsbusse **3H** und **3L** gekoppelt.

[0035] In einem Beispiel, das in **Fig. 5A** bis **Fig. 5G** gezeigt ist, beträgt die Energieversorgungsspannung VB 10 V, der Widerstandswert jedes der Shunt-Widerstände **11a–11d** beträgt 10 Ω und der Widerstandswert jedes der Lastwiderstände **24a–24d** beträgt 500 Ω. Wenn ein jeweiliger Schalter **23a–23d** in den Slaves **21a–21d** eingeschaltet wird, erfasst die jeweilige A/D-Wandlerschaltung **12a–12d** in dem jeweiligen Slave **21a–21d** die Busspannung, wie es in **Fig. 5A** bis **Fig. 5G** gezeigt ist. Wenn kombinierte Widerstandswerte von der Stromabseite erfasst werden, ist der kombinierte Widerstandswert an dem Slave **21d** ein Parallelwert aus 510 Ω und 500 Ω, d. h. 252,4752 Ω, wie es in **Fig. 5C** gezeigt ist. Der kombinierte Widerstandswert an dem Slave **21c** ist ein Parallelwert aus 262,4752 Ω und 500 Ω, d. h. 172,1205 Ω, wie es in **Fig. 5E** gezeigt ist. Der kombinierte Widerstandswert an dem Slave **21b** ist ein Parallelwert aus 182,1205 Ω und 500 Ω, d. h. 133,4958 Ω, wie es in **Fig. 5G** gezeigt ist.

[0036] Die Busspannung, die an einem Punkt P1 in dem Slave **21a** erfasst wird, beträgt 10 V, und ein elektrischer Strom, der an dem Punkt P1 fließt, beträgt 154,2682 mA. Die Busspannung, die an einem Punkt P2 in dem Slave **21b** erfasst wird, beträgt

$$10 \times 133,4958 / (10 + 133,4958) \approx 9,3031 \text{ V, und}$$

ein elektrischer Strom, der an dem Punkt P2 fließt, beträgt

$$9,3031 / 133,4958 \approx 69,6884 \text{ mA.}$$

[0037] Wenn die Busspannung, die an einem Punkt P3 in dem Slave **21c** erfasst wird, auf dieselbe Weise berechnet wird, beträgt sie 8,7923 V, und ein elektrischer Strom, der an dem Punkt P3 fließt, beträgt 51,0822 mA. Die Busspannung, die an einem Punkt P4 in dem Slave **21d** erfasst wird, beträgt 8,4573 V, und ein elektrischer Strom, der an dem Punkt P4 fließt, beträgt 33,4976 mA.

[0038] Im Folgenden wird ein ID-Einstellprozess gemäß der vorliegenden Ausführungsform mit Bezug auf **Fig. 6** beschrieben. Wenn eine jeweilige Steuerschaltung **25a–25d** bestimmt, dass die Energieversorgungsspannung VB an den Kommunikationsbus **3H** angelegt ist, was „JA“ in Schritt S2 entspricht, schaltet die jeweilige Steuerschaltung **25a–25d** in Schritt S12 den entsprechenden Schalter **23a–23d** in der jeweiligen Stromverbrauchsschaltung **22a–22d** ein, so dass der entsprechende Lastwiderstand **24a–24d** zwischen die Kommunikationsbusse **3H** und **3L** gekoppelt wird. In Schritt S13 bis S16 werden die Schwellenwerte Va–Vd auf spezielle Werte auf der Grundlage der Busspannungen, die in **Fig. 5** gezeigt sind, eingestellt.

[0039] Wenn „Busspannung = $10 \pm 0,1 \text{ V}$ “ gilt, was „JA“ in Schritt S13 entspricht, wird der ID-Wert in Schritt S6 auf 1 eingestellt. Wenn „Busspannung = $9,3 \pm 0,1 \text{ V}$ “ gilt, was „JA“ in Schritt S14 entspricht, wird der ID-Wert in Schritt S7 auf 2 eingestellt. Wenn „Busspannung = $8,8 \pm 0,1 \text{ V}$ “ gilt, was „JA“ in Schritt S15 entspricht, wird der ID-Wert in Schritt S8 auf 3 eingestellt. Wenn „Busspannung = $8,4 \pm 0,1 \text{ V}$ “ gilt, was „JA“ in Schritt S16 entspricht, wird der ID-Wert in Schritt S9 auf 4 eingestellt. In dem vorliegenden Fall wird der Slave **21a** auf den ID-Wert von 1 eingestellt, der Slave **21b** wird auf den ID-Wert von 2 eingestellt, der Slave **21c** wird auf den ID-Wert von 3 eingestellt, und der Slave **21d** wird auf den ID-Wert von 4 in dieser Reihenfolge eingestellt. Nach dem Einstellen der ID-Werte schaltet jede der Steuerschaltungen **25a–25d** in Schritt S17 den entsprechenden Schalter **23a–23d** aus. Wie es oben beschrieben ist, enthalten in der vorliegenden Ausführungsform die Stromverbrauchsschaltungen **22** die jeweiligen Schalter **23a–23d** und die Lastwiderstände **24a–24d**, die in Serie geschaltet sind. Somit fließt ein elektrischer Strom in den Lastwiderständen **24a–24d** durch Einschalten der Schalter **23a–23d**, und es kann ein Stromverbrauchszustand geändert werden.

(Vierte Ausführungsform)

[0040] Im Folgenden wird ein ID-Einstellprozess gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf [Fig. 7](#) beschrieben. Die Konfiguration des Kommunikationsnetzwerksystems gemäß der vorliegenden Ausführungsform ähnelt derjenigen des Kommunikationsnetzwerksystems gemäß der dritten Ausführungsform. Der in [Fig. 7](#) gezeigte ID-Einstellprozess wird ausgeführt, nachdem der ID-Einstellprozess, der in [Fig. 6](#) gezeigt ist, ausgeführt wurde und die ID-Werte der Slaves **21a–21d** eingestellt sind. Wenn ein jeweiliger Slave **21a–21d** einen ID-Bestätigungsbefehl von dem Master **1** empfängt, was „JA“ in Schritt S18 entspricht, wird in Schritt S12 der jeweilige Schalter **23a–23d** in der jeweiligen Stromverbraucherschaltung **22a–22d** eingeschaltet.

[0041] Wenn ein jeweiliger Slave **21a–21d** einen Anfangsbefehl von dem Master **1** empfängt, was „JA“ in Schritt S19 entspricht, führt die jeweilige Steuerschaltung **25a–25d** in dem jeweiligen Slave **21a–21d** die anschließenden Prozesse auf ähnliche Weise wie in der dritten Ausführungsform aus. In der vorliegenden Ausführungsform stellt jede der Steuerschaltungen **25a–25d** den ID-Wert ein, wenn der jeweilige Slave **21a–21d** den ID-Bestätigungsbefehl und den Anfangsbefehl von dem Master **1** empfängt. Somit kann jeder der Slaves **21a–21d** den ID-Wert zu jedem Zeitpunkt einstellen, wenn der Master **1** die Befehle überträgt.

(Fünfte Ausführungsform)

[0042] Im Folgenden wird ein Kommunikationsnetzwerkssystem gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf [Fig. 8](#) bis [Fig. 11B](#) beschrieben. Das Kommunikationsnetzwerkssystem gemäß der vorliegenden Ausführungsform enthält einen Master **31** und mehrere Slaves **32a–32d**, die mit dem Master **31** in einer Daisy-Chain bzw. Reihenverkettung gekoppelt sind. Der Master **31** enthält eine Steuerschaltung **33** anstelle der Steuerschaltung **7**. Die Slaves **32a–32d** enthalten jeweilige Steuerschaltungen **34a–34d** anstelle der Steuerschaltungen **10a–10d** und A/D-Wandlerschaltungen **35a–35d** (Potenzialdifferenzerfassungsabschnitte) anstelle der A/D-Wandlerschaltungen **12a–12d**. Jede der A/D-Wandlerschaltungen **35a–35d** kann als ein Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt betrieben werden. Jeder der A/D-Wandlerschaltungen **35a–35d** erfasst Potentiale eines stromaufseitigen Anschlusses und eines stromabseitigen Anschlusses eines entsprechenden Shunt-Widerstands **11a–11d**, um eine Potenzialdifferenz zwischen dem stromaufseitigen Anschluss und dem stromabseitigen Anschluss zu erfassen. Der Prozess zum Erfassen der Potenzialdifferenz zwischen dem stromaufseitigen Anschluss und dem stromabseitigen Anschluss kann

auch von den Steuerschaltungen **34a–34d** durchgeführt werden.

[0043] Im Folgenden wird ein Slave-Spannungsempfangsprozess, der von dem Master **1** durchgeführt wird, mit Bezug auf [Fig. 9A](#) beschrieben. In Schritt S21 ändert die Steuerschaltung **33** in dem Master **1** den Spannungspegel des Kommunikationsbusses **3H** und überträgt ein Auslösersignal. In Schritt S22 überträgt der Master **1** ein Synchronisationssignal, das von den Slaves **32a–32d** zum Übertragen von Daten verwendet wird. Wenn der Master **1** die Daten von den Slaves **32a–32d** empfängt, was „JA“ in Schritt S23 entspricht, speichert der Master **1** in Schritt S24 die Daten beispielsweise in einem Speicher. Der Master wiederholt die Prozesse in den Schritten S22 bis S24, bis er den Empfang der Daten von den Slaves **32a–32d** stoppt, was „NEIN“ in Schritt S23 entspricht.

[0044] Das Synchronisationssignal, das von dem Master **31** übertragen wird, besteht beispielsweise aus einer Folge von Datenwerten von 0. Jeder der Slaves **32a–32d** überträgt die Daten bitweise in Synchronisation mit beispielsweise einer abfallenden Flanke des Spannungssignals, das den Datenwert von 0 aufweist. Wenn der Master **1** den Empfang der Daten von den Slaves **32a–32d** stoppt, was „NEIN“ in Schritt S23 entspricht, sortiert der Master **1** die gespeicherten Daten in Schritt S25 und weist in Schritt S26 jedem der Slaves **32a–32d** ID-Daten zu.

[0045] Jeder der Slaves **32a–32d** führt einen Spannungserfassungsprozess, wie er in [Fig. 9B](#) gezeigt ist, aus, während der Master **31** den Slave-Spannungsempfangsprozess, der in [Fig. 9A](#) gezeigt ist, ausführt. Wenn eine jeweilige Steuerschaltung **34a–34d** in dem jeweiligen Slave **32a–32d** das Auslösersignal, das von dem Master **1** übertragen wird, empfängt, was „JA“ in Schritt S31 entspricht, schaltet sie den entsprechenden Treiber **9a–9d** in Schritt S32 ein, so dass ein elektrischer Strom zu den Kommunikationsbussen **3H** und **3L** fließt. Wenn eine vorbestimmte Zeit Tx nach dem Einschalten des jeweiligen Treibers **9a–9d** verstrichen ist, was „JA“ in Schritt S33 entspricht, erfasst die jeweilige A/D-Wandlerschaltung **35a–35d** in Schritt S34 die Potenzialdifferenz zwischen dem stromaufseitigen Anschluss und dem stromabseitigen Anschluss des entsprechenden Shunt-Widerstands **11a–11d**, und die jeweilige A/D-Wandlerschaltung **35a–35d** wandelt in Schritt S35 analoge Daten der Potenzialdifferenz in digitale Daten um. Die umgewandelten digitalen Daten werden als Potenzialdifferenzdaten bezeichnet. Die jeweilige Steuerschaltung **34a–34d** speichert in Schritt S36 die Potenzialdifferenzdaten in einem Speicher. Die Potenzialdifferenzdaten bestehen beispielsweise aus 8 Bit. Dann schaltet die jeweilige Steuerschaltung **34a–34d** in Schritt S37 den entsprechenden Treiber

9a–9d aus, und somit ist der Spannungserfassungsprozess beendet.

[0046] Jeder der Slaves **32a–32d** führt einen Datenübertragungsprozess, der in [Fig. 9C](#) gezeigt ist, nach der Ausführung des Spannungserfassungsprozesses, der in [Fig. 9B](#) gezeigt ist, aus. Wenn eine jeweilige Steuerschaltung **34a–34d** das Auslösersignal, das von dem Master **1** übertragen wird, anschließend an den Schritt S41 empfängt, was „JA“ in Schritt S42 entspricht, überträgt sie in Schritt S42 ID-Einstelldaten, die auf der Grundlage der Potenzialdifferenzdaten bestimmt werden, des ersten Bit, beispielsweise zuerst das signifikanteste Bit (MSB), in Synchronisation mit der abfallenden Flanke des Signals. Die ID-Einstelldaten entsprechen beispielsweise einem invertierten Wert der Potenzialdifferenzdaten.

[0047] Sogar nach der Übertragung des ersten Bits erfasst die jeweilige Steuerschaltung **34a–34d** die Potenzialdifferenz zwischen dem stromaufseitigen Anschluss und dem stromabseitigen Anschluss des entsprechenden Shunt-Widerstands **11a–11d**, d. h. eine Shunt-Widerstandsspannung, und bestimmt in Schritt S43, ob die Shunt-Widerstandsspannung gleich 0 V ist. Wenn eine der Steuerschaltungen **34a–34d** bestimmt, dass die Shunt-Widerstandsspannung 0 V beträgt, was „JA“ in Schritt S43 entspricht, bedeutet dieses, dass es keinen Slave stromab dieser Steuerschaltung **34a–34d** gibt. Wenn eine der Steuerschaltungen **34a–34d** bestimmt, dass die Shunt-Widerstandsspannung nicht 0 V beträgt, was „NEIN“ in Schritt S43 entspricht, bedeutet dieses, dass es einen Slave stromab dieser Steuerschaltung **34a–34d** gibt. In diesem Fall kehrt der Prozess zu Schritt S41 zurück, und die eine Steuerschaltung **34a–34d** überträgt ein Übertragungsrecht an den stromabseitigen Slave. In einem Fall, in dem eine Spannung nicht genau 0 V beträgt, wenn die Slaves **32a–32d** die Kommunikationsbusse **3H** und **3L** aufgrund des Einflusses des stromabseitigen Slaves nicht antreiben bzw. ansteuern, kann ein Schwellenwert von weniger als 1 V eingestellt werden, und das Bestimmungsergebnis kann „NEIN“ lauten, wenn die Shunt-Spannung kleiner als der Schwellenwert ist. Von Schritt S44 bis Schritt S57 überträgt einer der Slaves **32a–32d** die Daten bitweise von dem zweiten Bit zu dem achten Bit, während er bestätigt, dass die Shunt-Widerstandsspannung 0 V beträgt. Wenn der eine der Slaves **32a–32d** in Schritt S57 bestimmt, dass die Shunt-Widerstandsspannung 0 V beträgt, endet der Spannungsübertragungsprozess.

[0048] Während die Prozesse, die in [Fig. 9A–Fig. 9C](#) gezeigt sind, durchgeführt werden, ändern sich die Signale in dem Master **31** und den Slaves **32a–32d**, wie es beispielsweise in [Fig. 10](#) gezeigt ist. In einer Periode Pa überträgt der Master **1** das Auslösersignal in Schritt S21. In einer Periode

Pb schalten die Slaves **32a–32d** in Schritt S32 gleichzeitig die Treiber **9a–9d** ein. Zu diesem Zeitpunkt beträgt die Shunt-Widerstandsspannung an dem Slave **32d** 0 V. Der Betrag des elektrischen Stroms, der zu den Shunt-Widerständen **11a–11d** fließt, erhöht sich in Richtung der Stromaufseite, d. h. in der Reihenfolge von dem Slave **32c** zu dem Slave **32b** und zu dem Slave **32a**. Somit erhöhen sich die Shunt-Widerstandsspannungen in der Reihenfolge von dem Slave **32c** zu dem Slave **32b** und zu dem Slave **32a**.

[0049] Zu Beginn einer Periode Pc, die eine Kommunikationsphase ist, übertragen sämtliche Slaves **32a–32d** die Daten des ersten Bits. Da nur die Shunt-Widerstandsspannung des Slave **32d** 0 V beträgt, fährt der Slave **32d** fort, die ID-Einstelldaten von dem zweiten Bit bis zu dem achten Bit zu übertragen. Sogar wenn der Master **1** das Auslösersignal überträgt, nachdem der Slave **32d** die Übertragung der Daten beendet hat, beginnt der Slave **32d** nicht erneut mit dem Übertragen der ID-Einstelldaten.

[0050] Nachdem eine Energieversorgungsphase von dem Master **1** beendet ist, überträgt jeder der Slaves **32a–32c** die ID-Einstelldaten des ersten Bits zu Beginn einer Periode Pd als Antwort auf das Auslösersignal. Da nur die Shunt-Widerstandsspannung des Slave **32c** 0 V beträgt, fährt der Slave **32c** fort, die ID-Einstelldaten von dem zweiten Bit bis zu dem achten Bit zu übertragen. Auf ähnliche Weise überträgt der Slave **32b** die ID-Einstelldaten in einer Periode Pe, und der Slave **32a** überträgt die ID-Einstelldaten in einer Periode Pf. In einer Periode Pg überträgt kein Slave Daten. Somit empfängt der Master **1** keine Daten von dem Slave **32a–32d**, was „NEIN“ in Schritt S23 entspricht, und der Slave-Spannungsempfangsprozess endet, wie es in [Fig. 9A](#) gezeigt ist. Die A/D-gewandelten Daten (AD-Daten) der Potenzialdifferenzen, d. h. die Potenzialdifferenzdaten der Slaves **32a–32d** und die invertierten Werte der Potenzialdifferenzdaten sind in [Fig. 10](#) gezeigt.

[0051] In den oben beschriebenen Prozessen sind die A/D-gewandelten Daten der Shunt-Widerstandsspannungen, die an den Slaves **32a–32d** während der Periode Pb erfasst werden, d. h. die Potenzialdifferenzdaten der Slaves **32a–32d** beispielsweise 0000000B, 0000100B, 0010000B und 1000000B. In den ID-Einstelldaten, die von den Slaves **32a–32d** durch die Kommunikationsbusse **3H** und **3L** übertragen werden, wird ein Datenwert von 1 in einem Ansteuerzustand bzw. Treiberzustand (dominant) und ein Datenwert von 0 in einem Nicht-Ansteuerzustand (rezessiv) übertragen. Wie es oben beschrieben ist, bestimmt jeder der Slaves **32a–32d**, wenn er die ID-Einstelldaten des ersten Bits überträgt, ob ein Slave, der stromab von ihm angeordnet ist, beginnt, die ID-Einstelldaten zu übertragen, auf der Grundlage dessen, ob die Shunt-Widerstandsspannung 0 V (Nicht-Ansteuerzustand) beträgt.

[0052] Wenn somit ein Datenwert des MSB, das von einem stromabseitigen Slave übertragen wird, gleich 0 ist, kann ein stromaufseitiger Slave den Beginn des Übertragens von Daten durch den stromabseitigen Slave nicht erkennen, und es kann eine Kollision auftreten. Somit überträgt der stromabseitige Slave, der eine niedrigere Shunt-Widerstandsspannung in der Periode Pb erfasst, den invertierten Wert der A/D-gewandelten Daten, so dass das MSB der übertragenen Daten gleich 1 wird, und somit kann der Transfer des Übertragungsrechts problemlos zwischen den Slaves **32a–32d** erfolgen. Nachdem der ID-Wert für jeden der Slaves **32a–32d** eingestellt wurde, kommuniziert der Master **1** durch Bezeichnen bzw. Verwenden des ID-Werts eines Ziel-Slaves. Somit wird der oben beschriebene Transfer nicht benötigt.

[0053] Nachdem der Master **1** den Slave-Spannungserfassungsprozess, der in **Fig. 9A** gezeigt ist, ausgeführt hat, führt der Master **1** einen ID-Übertragungsprozess, der in **Fig. 11A** gezeigt ist, aus, und jeder der Slaves **32a–32d** führt einen ID-Einstellprozess aus, der in **Fig. 11B** gezeigt. In Schritt S61 stellt der Master **1** eine Zahl bzw. einen Zählwert CNT zum Zählen einer Übertragungszeit auf 0 ein. In Schritt S62 überträgt der Master **1** die ID-Daten des Slaves **32a** (Sa) mittels eines ID-Einstellbefehls. Die ID-Daten von Sa sind ein invertierter Wert der ID-Einstelldaten, die von dem Slave **32a** zu dem Master **1** übertragen werden, d. h. derselbe Wert wie die A/D-gewandelten Daten der Shunt-Widerstandsspannung, d. h. die Potenzialdifferenzdaten zwischen dem stromaufseitigen Anschluss und dem stromabseitigen Anschluss des Shunt-Widerstands **11a**.

[0054] In Schritt S63 überträgt der Master **1** das Synchronisationssignal zum Empfangen von Daten ähnlich wie in Schritt S22. In Schritt S64 bestätigt der Master **1** ein Antwortsignal von dem Slave **32a**. Das Antwortsignal gibt an, dass der ID-Wert für den Slave **32a** eingestellt ist. Wenn der Master **1** das Antwortsignal empfängt, was „JA“ in Schritt S64 entspricht, schreitet der Prozess zum Schritt S67. Wenn der Master **1** das Antwortsignal nicht empfängt, was „NEIN“ in Schritt S64 entspricht, erhöht der Master **1** in Schritt S65 den Zählwert CNT um 1 und bestimmt in Schritt S66, ob der Zählwert CNT **2** beträgt. Wenn der Zählwert CNT kleiner als 2 ist, was „NEIN“ in Schritt S66 entspricht, kehrt der Prozess zum Schritt S62 zurück, und der Master **1** überträgt die ID-Daten erneut. Wenn der Zählwert CNT **2** beträgt, was „JA“ in Schritt S65 entspricht, endet der ID-Übertragungsprozess mit einem Fehlerende. In Schritt S67 bis Schritt S74 führt der Master **1** einen ähnlichen Prozess für den Slave **32b** (Sb) durch. In Schritt S73 bis Schritt S78 führt der Master **1** einen ähnlichen Prozess für den Slave **32c** (Sc) durch. In Schritt S79 bis Schritt S84 führt der Master **1** einen ähnlichen Prozess für den Slave **32d** (Sd) durch.

[0055] In dem ID-Einstellprozess, der in **Fig. 11B** gezeigt ist, empfängt jeder der Slaves **32a–32d**, wenn er den ID-Einstellbefehl, der von dem Master **31** übertragen wird, empfängt, was „JA“ in Schritt S91 entspricht, die ID-Daten, die anschließend an den ID-Einstellbefehl übertragen werden. In Schritt S92 bestimmt ein jeweiliger Slave **32a–32d**, ob die ID-Daten den A/D-gewandelten Daten entsprechen, d. h. den Potenzialdifferenzdaten, die in Schritt S36 gespeichert werden. Wenn der jeweilige Slave **32a–32d** bestimmt, dass die ID-Daten den A/D-gewandelten Daten entsprechen, was „JA“ in Schritt S92 entspricht, stellt er die ID-Daten als einen ID-Wert ein. Wenn der jeweilige Slaves **32a–32d** bestimmt, dass die ID-Daten den A/D-gewandelten Daten nicht entsprechen, was „NEIN“ in Schritt S92 entspricht, kehrt der Prozess zum Schritt S91 zurück. Jeder der Slaves **32a–32d** stellt den ID-Wert mittels des oben beschriebenen Prozesses ein. Danach überträgt der Master **31** die ID-Daten und einen Befehl, der einen Ziel-Slave bezeichnet, und nur der Slave, der den ID-Daten entspricht, antwortet dem Master **31**.

[0056] In dem Kommunikationsnetzwerkssystem gemäß der fünften Ausführungsform empfängt jede der Steuerschaltungen **34a–34d** in den Slaves **32a–32d** das Auslösersignal von dem Master **31**, und jeder der Slaves **32a–32d** schaltet den entsprechenden Treiber **9a–9d** ein, so dass ein elektrischer Strom in die Kommunikationsbusse **3H** und **3L** fließt. Während ein elektrischer Strom in die Kommunikationsbusse **3H** und **3L** fließt, empfängt jede der Steuerschaltungen **34a–34d** die Potenzialdifferenzdaten, d. h. die A/D-gewandelten Daten der Shunt-Widerstandsspannung von der entsprechenden A/D-Wandlerschaltung **35a–35d**. Dann schaltet jede der Steuerschaltungen **34a–34d** den entsprechenden Treiber **9a–9d** aus. Wenn jede der Steuerschaltungen **34a–34d** das Auslösersignal das nächste Mal von dem Master **31** empfängt, überträgt sie ID-Einstelldaten, die auf der Grundlage der Potenzialdifferenzdaten bestimmt werden, zu dem Master **31**, während eine Kollision mit dem Übertragungsprozess eines anderen Slaves vermieden wird.

[0057] Wenn der Master **31** die ID-Einstelldaten von sämtlichen Slaves **32a–32d** empfangen hat, bestimmt er die ID-Daten, die für jeden der Slaves **32a–32d** einzustellen sind, auf der Grundlage der ID-Einstelldaten. Dann überträgt der Master **31** die ID-Daten mittels des ID-Einstellbefehls an die Slaves **32a–32d** in der Reihenfolge. Wenn die jeweilige Steuerschaltung **34a–34d** in dem jeweiligen Slave **32a–32d** bestimmt, dass die ID-Daten, die mittels des ID-Einstellbefehls übertragen werden, den Potenzialdifferenzdaten entsprechen, stellt sie die ID-Daten als den ID-Wert ein. Da der Master **31** die ID jedes der Slaves **32a–32d** nach dem Ausmachen der IDs sämtlicher Slaves **32a–32d** einstellt, kann eine Diskrepanz in der Einstellung der IDs zwischen dem Master **31**

und den Slaves **32a–32d** vermieden werden. Da jede der Steuerschaltungen **34a–34d** in den Slaves **32a–32d** den invertierten Wert der A/D-gewandelten Daten als die ID-Einstelldaten, die zu dem Master **31** übertragen werden, verwendet, kann in einem Protokoll, in dem ein Aus-Zustand jedes der Treiber **9a–9d** auf einen Datenwert von 0 eingestellt wird, die Erzeugung einer Kollision vermieden werden, und es kann die Kommunikationseffizienz verbessert werden.

(Weitere Ausführungsformen)

[0058] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen und mit Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen beschrieben wurde, sind verschiedene Änderungen und Modifikationen für den Fachmann offensichtlich.

[0059] Die ID-Werte der Slaves können beispielsweise auch in absteigender Reihenfolge entsprechend einer Verringerung der erfassten Busspannung eingestellt werden. In dem vorliegenden Fall kann ein ID-Wert, der zuerst eingestellt wird, einen größeren Wert als der maximale Verbindungswert von Slaves, der in einer Spezifikation bestimmt wird, aufweisen. Die ID-Werte müssen nicht immer in aufsteigender Reihenfolge oder absteigender Reihenfolge eingestellt werden. Die ID-Werte können derart eingestellt werden, dass zumindest jeder der Slaves identifiziert werden kann. Die Widerstandswerte der Shunt-Widerstände **11a–11d** und der Lastwiderstände **24a–24d** können geeignet geändert werden. Der Potenzialdifferenzfassungsabschnitt kann einen Komparator enthalten.

[0060] Wenn niedrigere Potenzialbezüge (beispielsweise die Masse) der Slaves nicht durch den Kommunikationsbus **3L** gekoppelt werden und die niedrigeren Potenzialbezüge separat mit einem Potenzialbezugspunkt gekoppelt sind, müssen keine Shunt-Widerstände in die untere Potenzielseite eingefügt werden. Jeder der Treiber **9a–9d** ist nicht auf einen Stromtreibertyp beschränkt, sondern kann vom Spannungstreibertyp sein. Eine Entsprechung zwischen dem Ansteuerzustand und dem Nicht-Ansteuerzustand der Kommunikationsbusse **3H** und **3L** und den Datenwerten von 1 und 0 kann umgekehrt sein. Die Verwendung des Kommunikationsnetzwerksystems gemäß den oben beschriebenen Ausführungsformen ist nicht auf ein Kommunikationsprotokoll wie beispielsweise das DSI beschränkt. Das Kommunikationsnetzwerkssystem gemäß den oben beschriebenen Ausführungsformen kann für irgendein Kommunikationsnetzwerkssystem verwendet werden, das einen Master und mehrere Slaves enthält, die durch ein Paar von Bussen in einer Daisy-Chain bzw. Reihenverkettung miteinander gekoppelt sind, und das einen ID-Wert jedes der Slaves dynamisch einstellt.

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

- JP 2003-152741 A [[0002](#)]
- US 2003/0034883 A1 [[0002](#)]

Patentansprüche

1. Kommunikations-Slave (**2a-2d**, **21a-21d**, **32a-32d**), der in einem Kommunikationsnetzwerk-system verwendet wird, in dem ein Master (**1**, **31**) und mehrere der Kommunikations-Slaves (**2a-2d**, **21a-21d**, **32a-32d**) durch einen hochpotenzialseitigen Bus (**3H**) und einen niederpotenzialseitigen Bus (**3L**) in einer Reihenverkettung miteinander gekoppelt sind, wobei der Kommunikations-Slave (**2a-2d**, **21a-21d**, **32a-32d**) aufweist:

eine Steuerschaltung (**10a-10d**, **25a-25d**, **34a-34d**), die ausgelegt ist, eine Kommunikation mit dem Master (**1**, **31**) zu steuern;

ein Widerstandselement (**11a-11b**), das in den hochpotenzialseitigen Bus (**3H**) an einem Abschnitt eingefügt ist, der stromab eines Punktes angeordnet ist, bei dem die Steuerschaltung (**10a-10d**, **25a-25d**, **34a-34d**) mit dem hochpotenzialseitigen Bus (**3H**) gekoppelt ist;

einen Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt (**12a-12d**, **35a-35d**), der ausgelegt ist, eine Potenzialdifferenz zwischen einem stromaufseitigen Anschluss des Widerstandselements (**11a-11b**) und dem niederpotenzialseitigen Bus (**3L**) zu erfassen, wobei

die Steuerschaltung (**10a-10d**, **25a-25d**, **34a-34d**) einen ID-Wert zur Kommunikation mit dem Master (**1**, **31**) entsprechend der Potenzialdifferenz, die von dem Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt (**12a-12d**, **35a-35d**) erfasst wird, einstellt.

2. Kommunikations-Slave (**2a-2d**, **21a-21d**, **32a-32d**) nach Anspruch 1, der außerdem aufweist: eine Stromverbrauchsschaltung (**9a-9d**, **22a-22d**), die zwischen den hochpotenzialseitigen Bus (**3H**) und den niederpotenzialseitigen Bus (**3L**) geschaltet ist, wobei die Stromverbrauchsschaltung (**9a-9d**, **22a-22d**) mit dem hochpotenzialseitigen Bus (**3H**) an einem Punkt gekoppelt ist, der stromab eines Punktes angeordnet ist, bei dem der Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt (**12a-12d**, **35a-35d**) mit dem hochpotenzialseitigen Bus (**3H**) gekoppelt ist, und wobei die Stromverbrauchsschaltung (**9a-9d**, **22a-22d**) ausgelegt ist, einen Zustand eines Stromverbrauchs zu ändern.

3. Kommunikations-Slave (**2a-2d**, **21a-21d**, **32a-32d**) nach Anspruch 2, wobei die Stromverbrauchsschaltung (**9a-9d**, **22a-22d**) einen Treiber (**9a-9d**) zum Kommunizieren mit dem Master enthält.

4. Kommunikations-Slave (**2a-2d**, **21a-21d**, **32a-32d**) nach Anspruch 2, wobei die Stromverbrauchsschaltung (**9a-9d**, **22a-22d**) einen Schalter (**23a-23b**) und ein Widerstandselement (**24a-24d**), die in Serie geschaltet sind, enthält.

5. Kommunikations-Slave (**2a-2d**, **21a-21d**, **32a-32d**) nach einem der Ansprüche 1-4, wobei die

Steuerschaltung (**10a-10d**, **25a-25d**, **34a-34d**) den ID-Wert einstellt, wenn Energie zugeführt wird.

6. Kommunikations-Slave (**2a-2d**, **21a-21d**, **32a-32d**) nach einem der Ansprüche 1-5, wobei die Steuerschaltung (**10a-10d**, **25a-25d**, **34a-34d**) den ID-Wert einstellt, wenn die Steuerschaltung einen ID-Einstellbefehl von dem Master (**1**, **31**) empfängt.

7. Kommunikations-Slave (**2a-2d**, **21a-21d**, **32a-32d**) nach einem der Ansprüche 1-6, wobei die Steuerschaltung (**10a-10d**, **25a-25d**, **34a-34d**) den ID-Wert in aufsteigender Reihenfolge oder absteigender Reihenfolge entsprechend einer Verringerung der Potenzialdifferenz einstellt.

8. Kommunikationsnetzwerkssystem, das einen Master (**31**), mehrere Slaves (**32a-32d**) und einen hochpotenzialseitigen Bus (**3H**) und einen niederpotenzialseitigen Bus (**3L**), die den Master (**31**) und die Slaves (**32a-32d**) in einer Reihenverkettung miteinander koppeln, aufweist, wobei jeder der Slaves (**32a-32d**) enthält:

eine Steuerschaltung (**34a-34d**), die ausgelegt ist, eine Kommunikation mit dem Master (**31**) zu steuern; ein Widerstandselement (**11a-11d**), das in den hochpotenzialseitigen Bus (**3H**) an einem Abschnitt eingefügt ist, der stromab eines Punktes angeordnet ist, bei dem die Steuerschaltung (**34a-34d**) mit dem hochpotenzialseitigen Bus (**3H**) gekoppelt ist;

einen Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt (**35a-35d**), der ausgelegt ist, eine Potenzialdifferenz zwischen einem stromaufseitigen Anschluss und einem stromabseitigen Anschluss des Widerstandselements (**11a-11d**) zu erfassen und Potenzialdifferenzdaten auf der Grundlage der erfassten Potenzialdifferenz auszugeben; und

einen Treiber (**9a-9d**), der zwischen den stromaufseitigen Anschluss des Widerstandselements (**11a-11d**) und den niederpotenzialseitigen Bus (**3L**) geschaltet ist, wobei der Treiber (**9a-9d**) ausgelegt ist, durch Ändern eines Zustands eines elektrischen Stroms, der zu dem hochpotenzialseitigen Bus (**3H**) und dem niederpotenzialseitigen Bus (**3L**) fließt, ein Signal zu dem Master (**31**) zu übertragen,

wenn die Steuerschaltung (**34a-34d**) ein Auslösesignal von dem Master (**31**) empfängt, die Steuerschaltung (**34a-34d**) den Treiber (**9a-9d**) einschaltet, so dass ein elektrischer Strom zu dem hochpotenzialseitigen Bus (**3H**) und dem niederpotenzialseitigen Bus (**3L**) fließt, die Steuerschaltung (**34a-34d**) die Potenzialdifferenzdaten, die von dem Potenzialdifferenzerfassungsabschnitt (**35a-35d**) ausgegeben werden, empfängt, während der elektrische Strom fließt, und dann die Steuerschaltung (**34a-34d**) den Treiber (**9a-9d**) ausschaltet,

wenn die Steuerschaltung (**34a-34d**) das nächste Mal ein Auslösesignal von dem Master (**31**) empfängt, die Steuerschaltung (**34a-34d**) ID-Einstelldaten, die auf der Grundlage der Potenzialdifferenzda-

ten bestimmt werden, zu dem Master (31) überträgt, während eine Kollision mit einem Übertragungsprozess von einem anderen Slave der Slaves (32a–32d) vermieden wird,

wenn der Master (31) die ID-Einstelldaten von sämtlichen Slaves (32a–32d) empfangen hat, der Master (31) ID-Daten jedes der Slaves (32a–32d) auf der Grundlage der ID-Einstelldaten bestimmt und der Master (31) die ID-Daten mittels eines ID-Einstellbefehls zu jedem der Slaves (32a–32d) in einer Reihenfolge überträgt, und

wenn die ID-Daten, die von dem Master (31) übertragen werden, den Potenzialdifferenzdaten entsprechen, die Steuerschaltung (34a–34d) die ID-Daten als einen ID-Wert einstellt.

9. Kommunikationsnetzwerkssystem nach Anspruch 8, wobei die Steuerschaltung (34a–34d) einen invertierten Wert der Potenzialdifferenzdaten als die ID-Einstelldaten, die zu dem Master (31) übertragen werden, verwendet.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

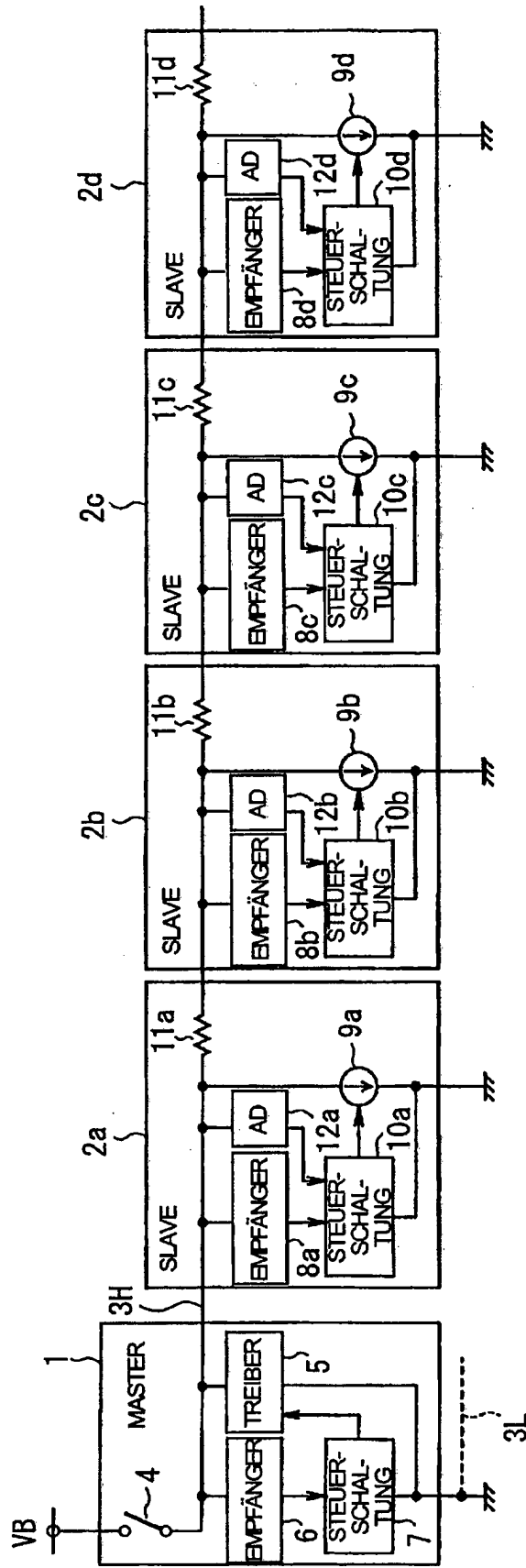


FIG. 2

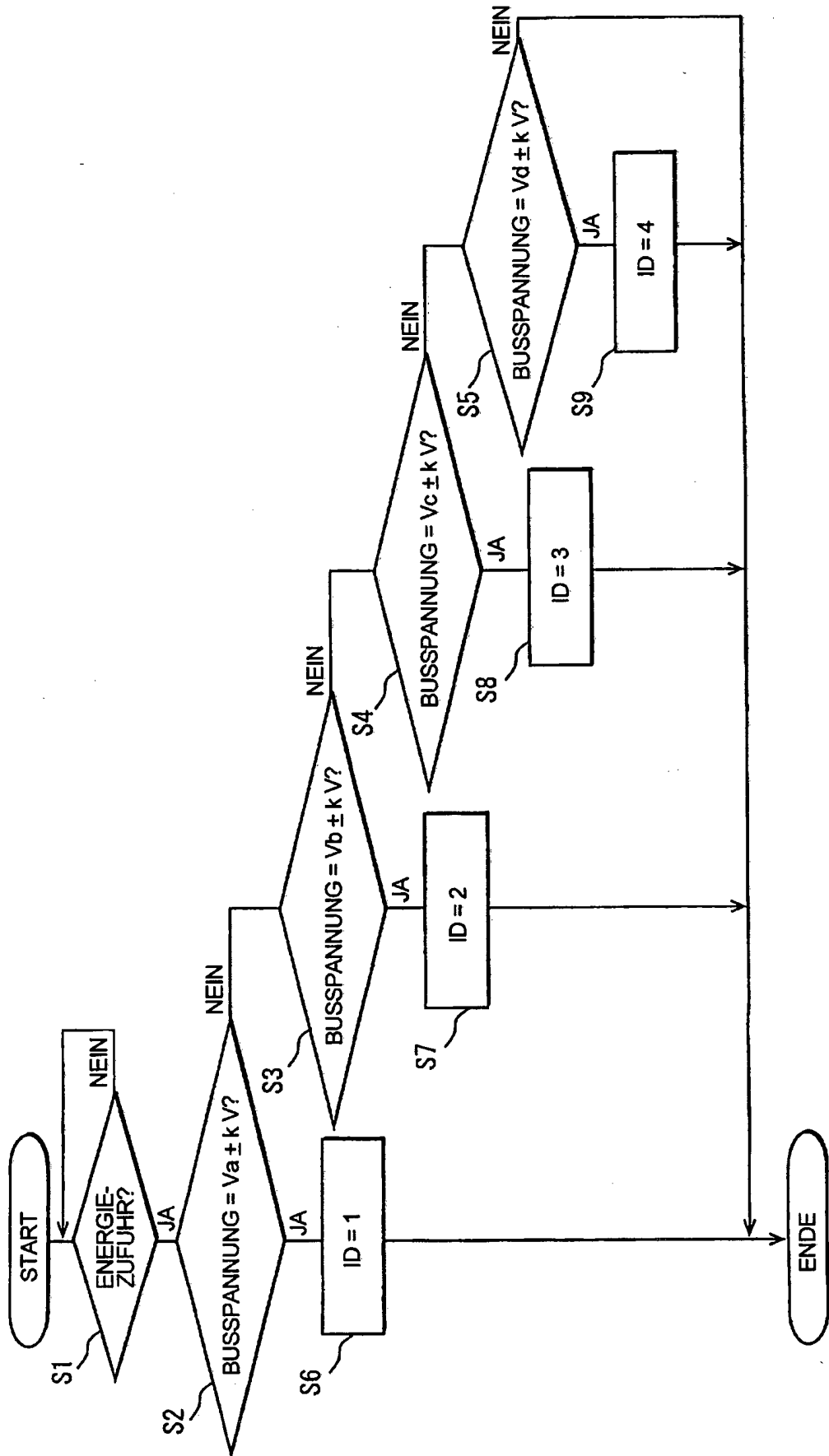


FIG. 3

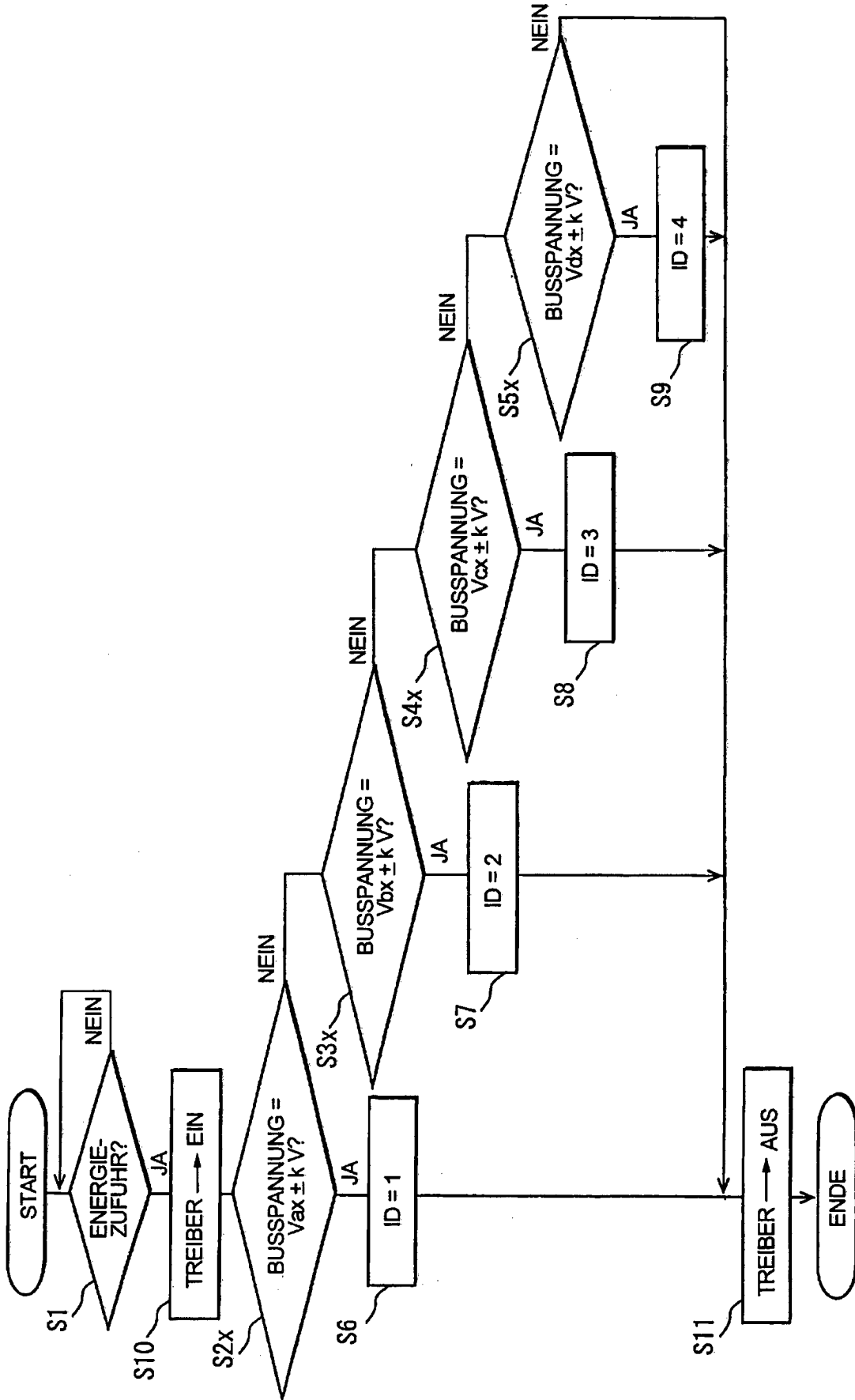
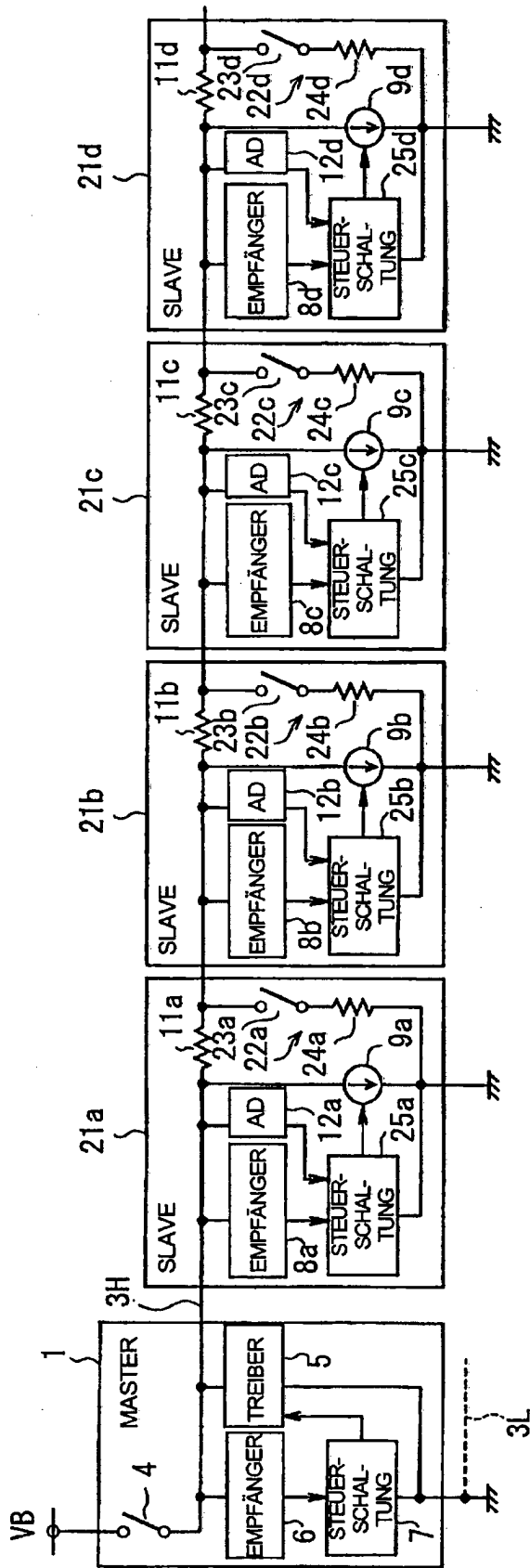


FIG. 4



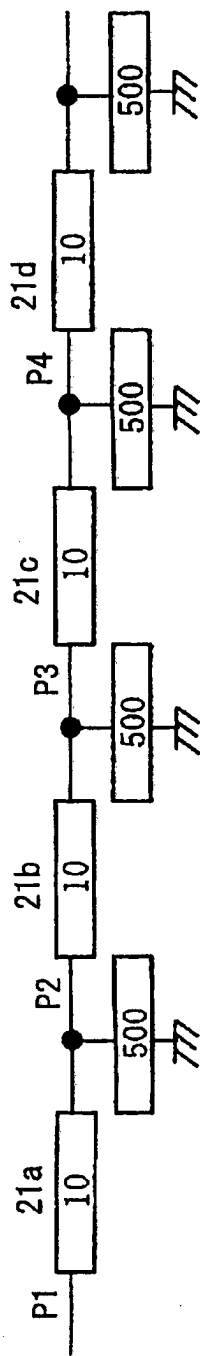


FIG. 5A

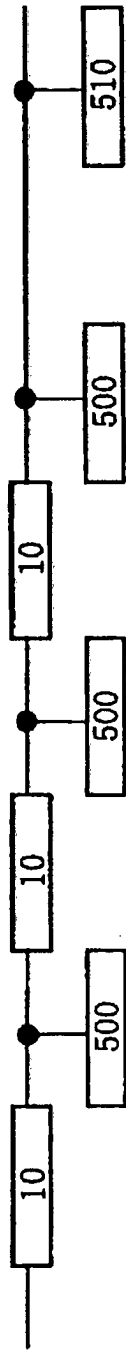


FIG. 5B

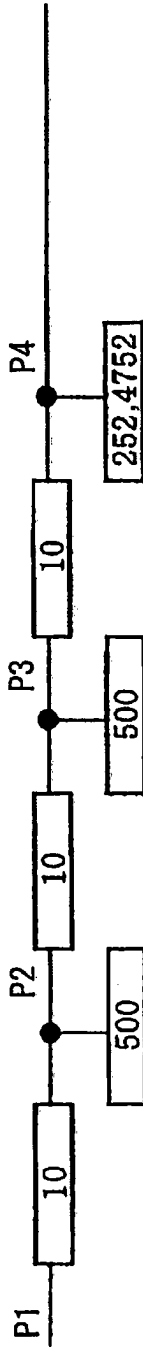


FIG. 5C

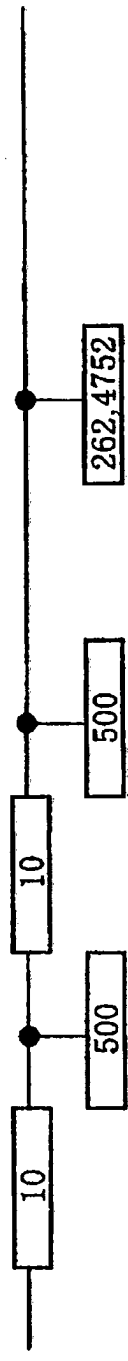


FIG. 5D

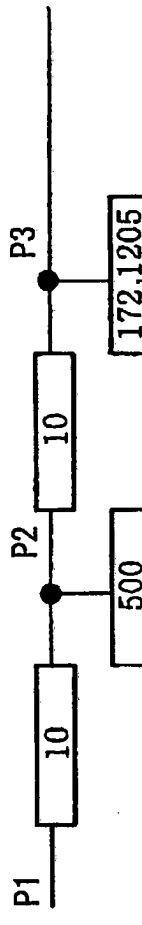


FIG. 5E

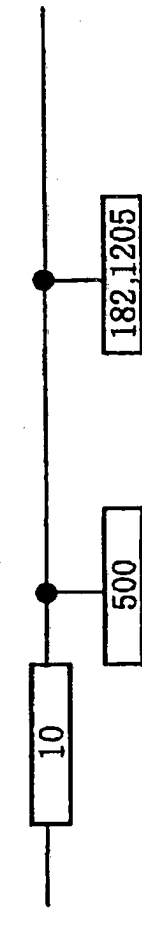


FIG. 5F

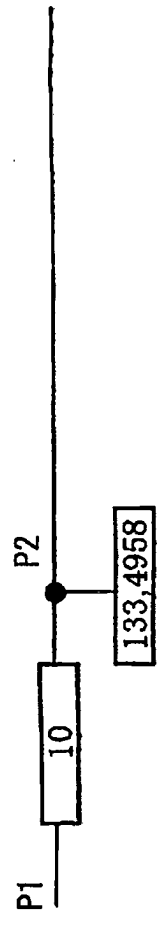


FIG. 5G

FIG. 6

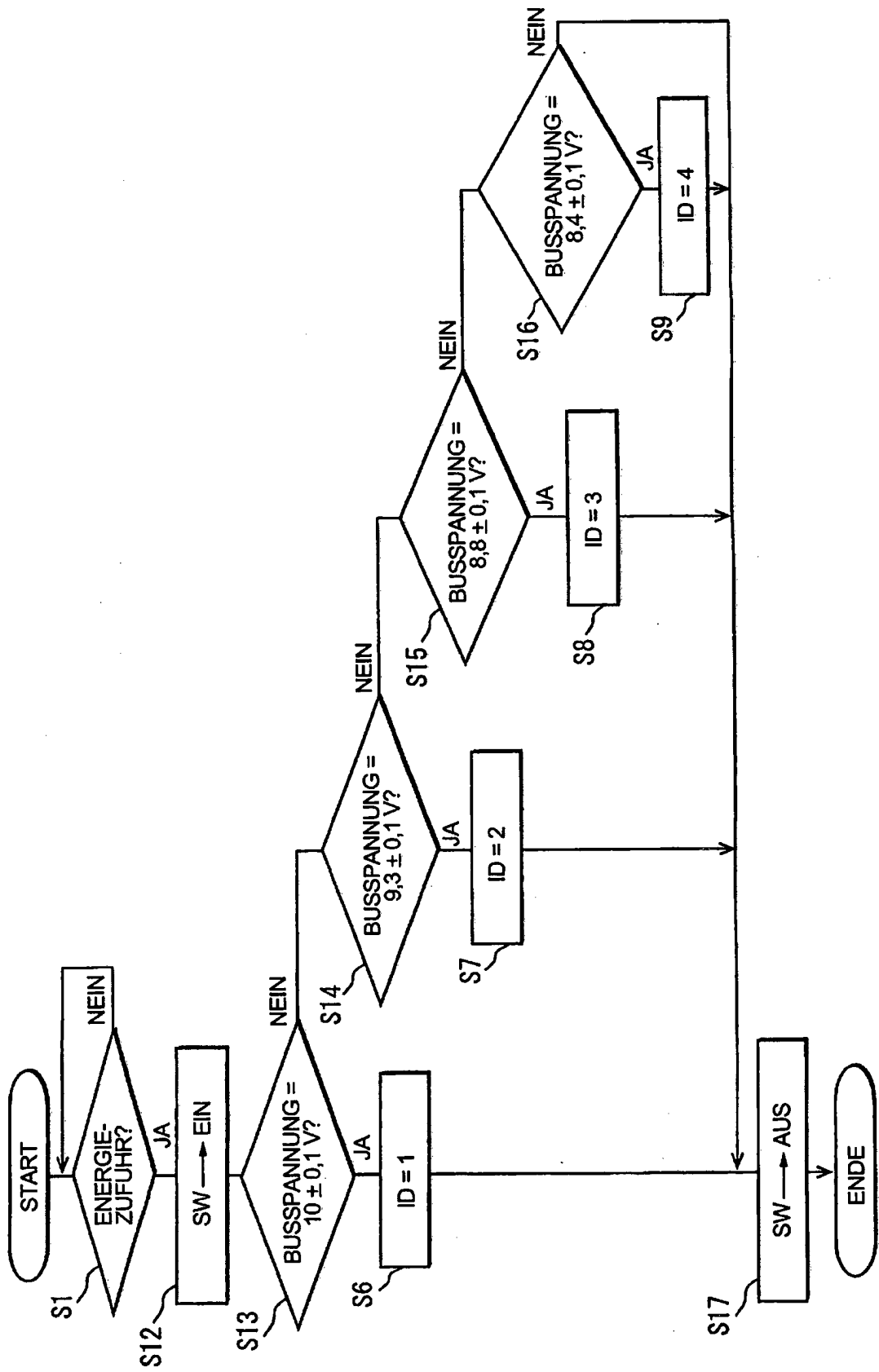


FIG. 7

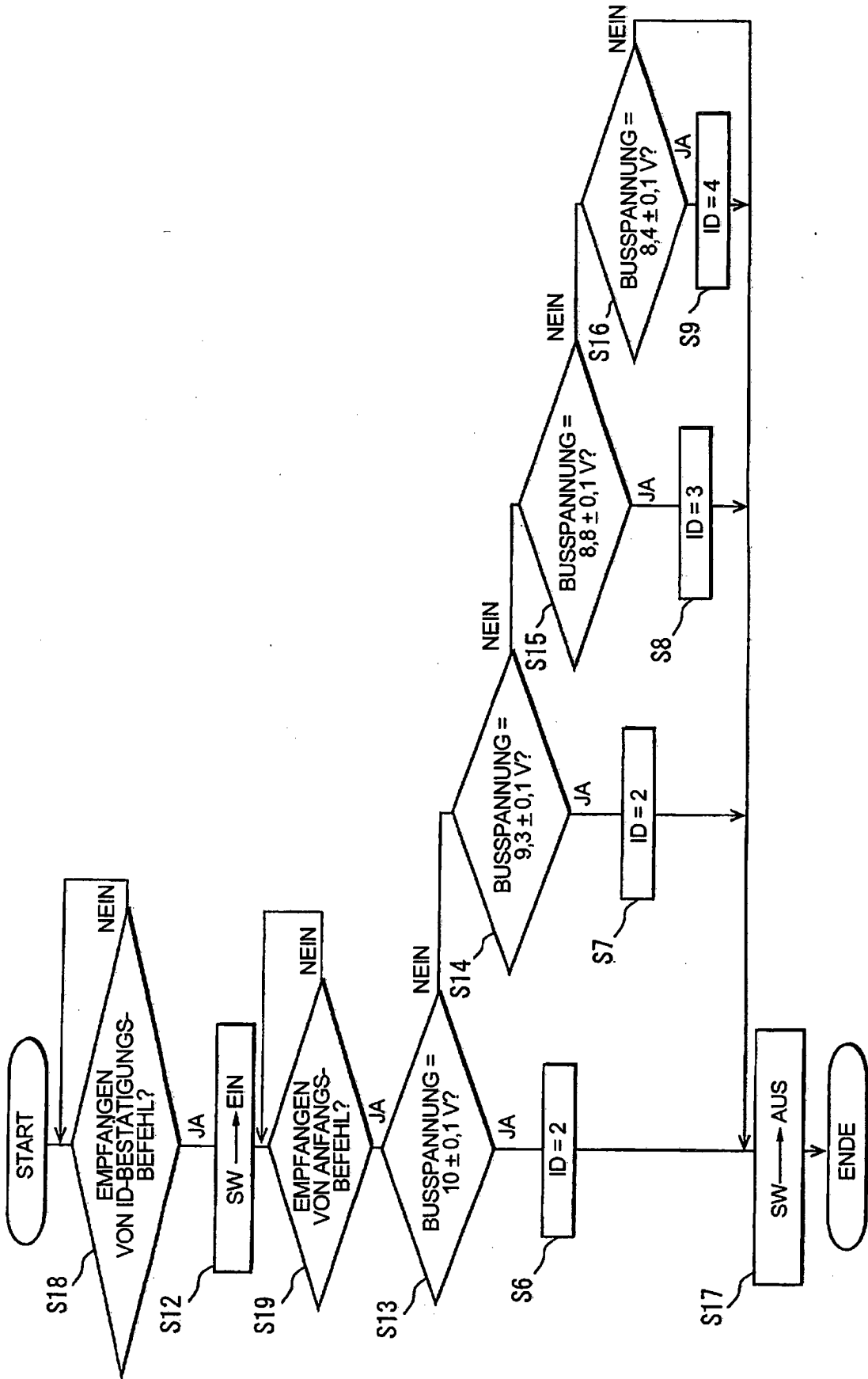


FIG. 8

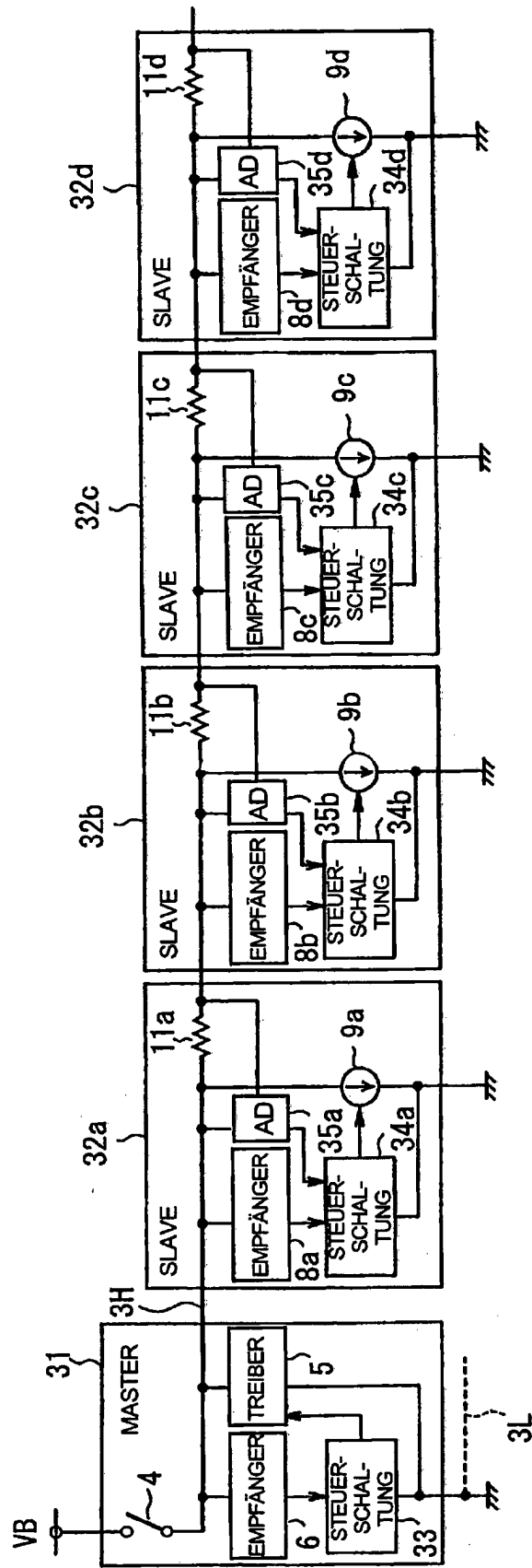


FIG. 9A

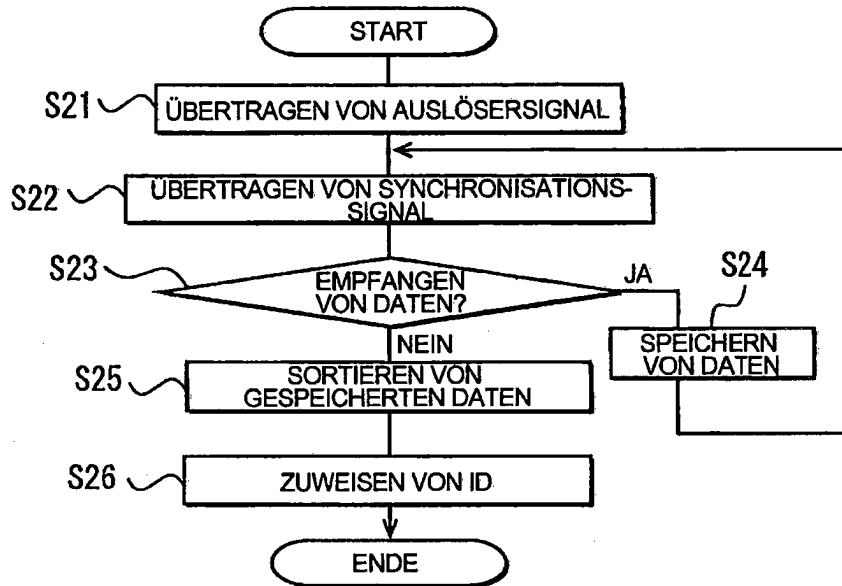


FIG. 9B

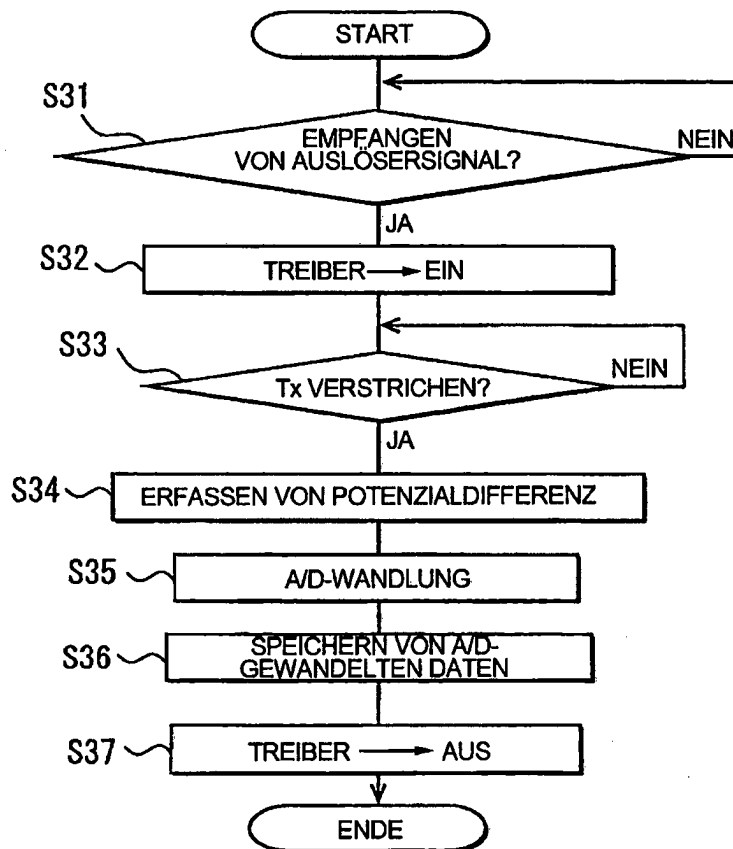


FIG. 9C

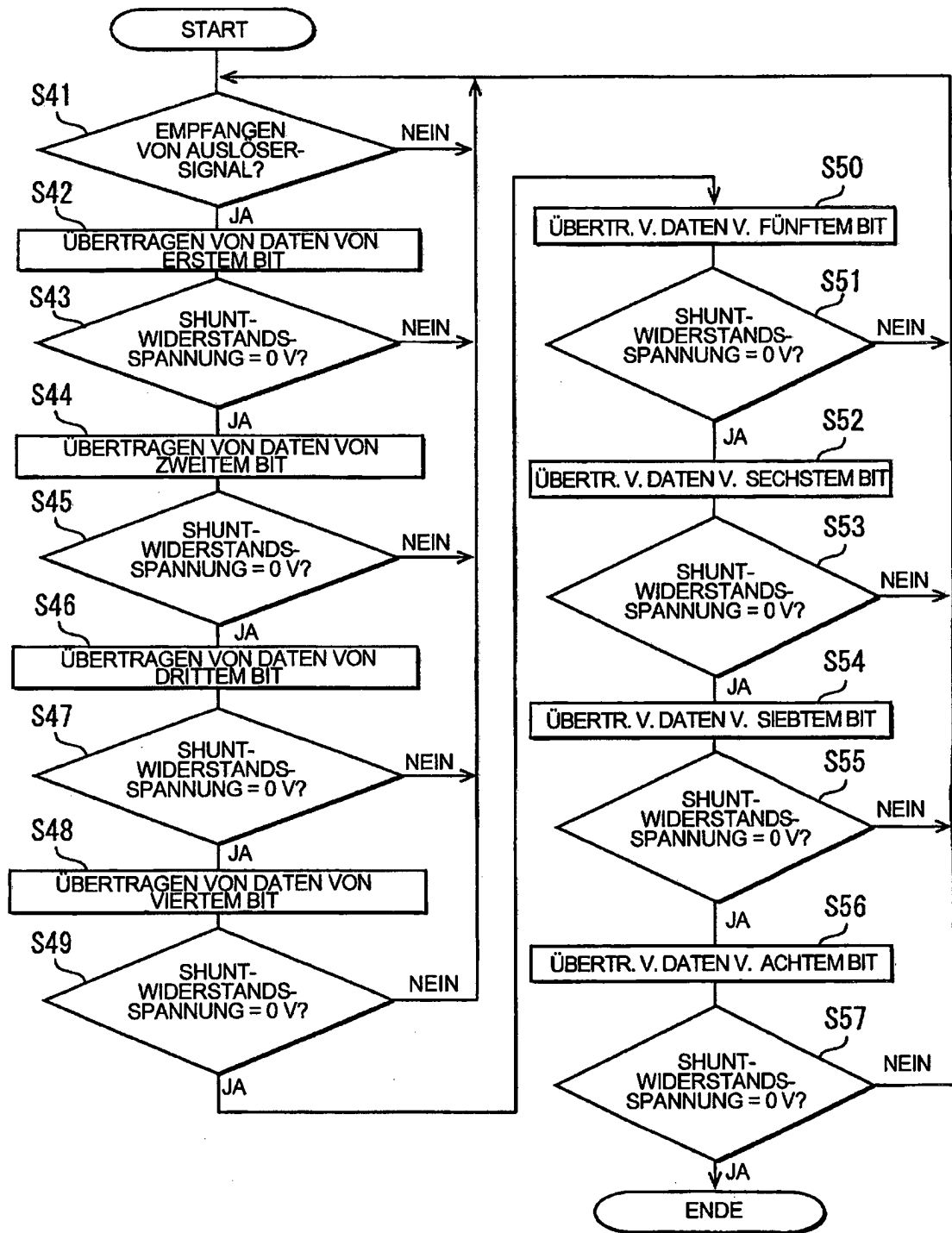


FIG. 10

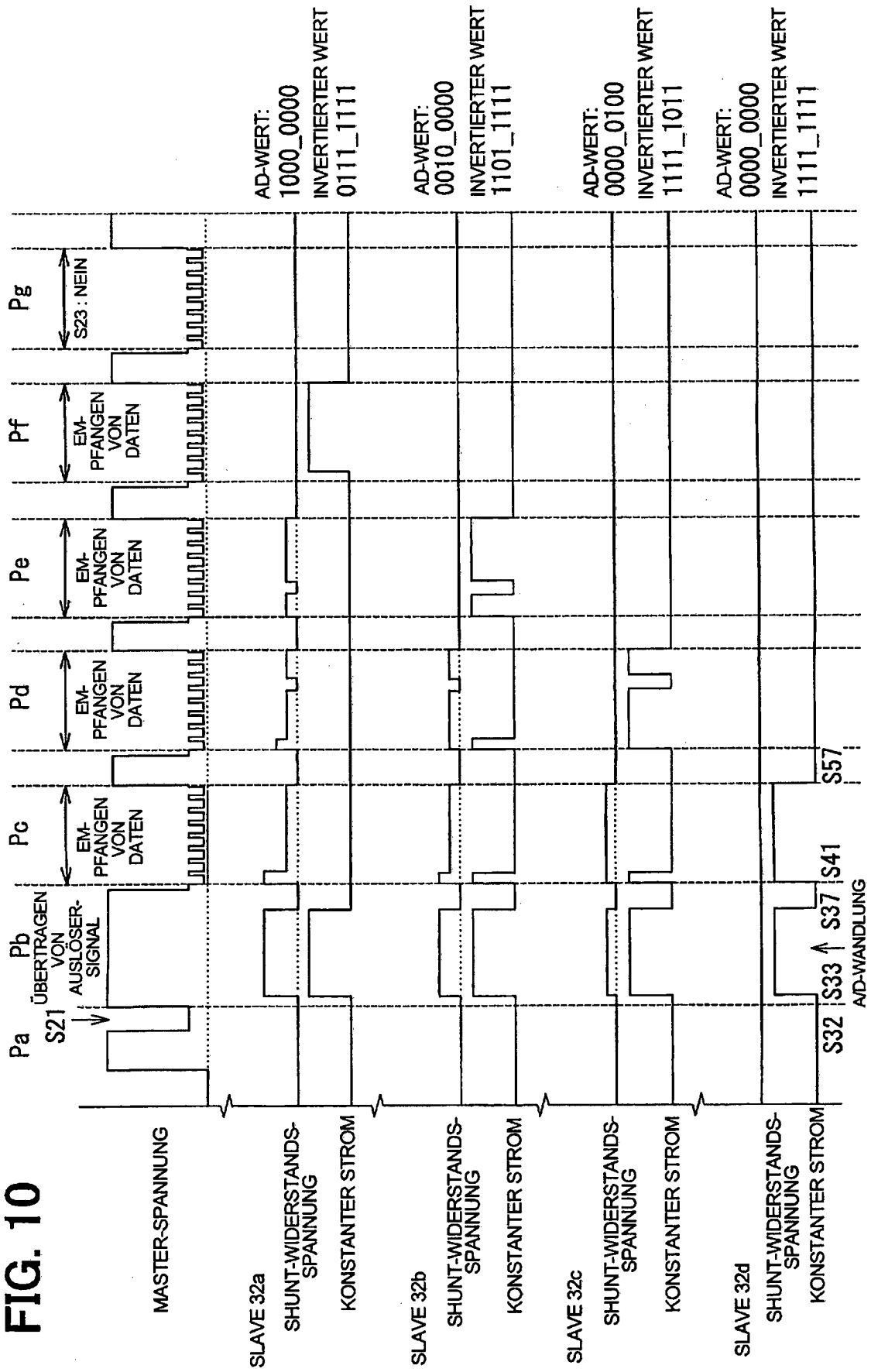


FIG. 11A

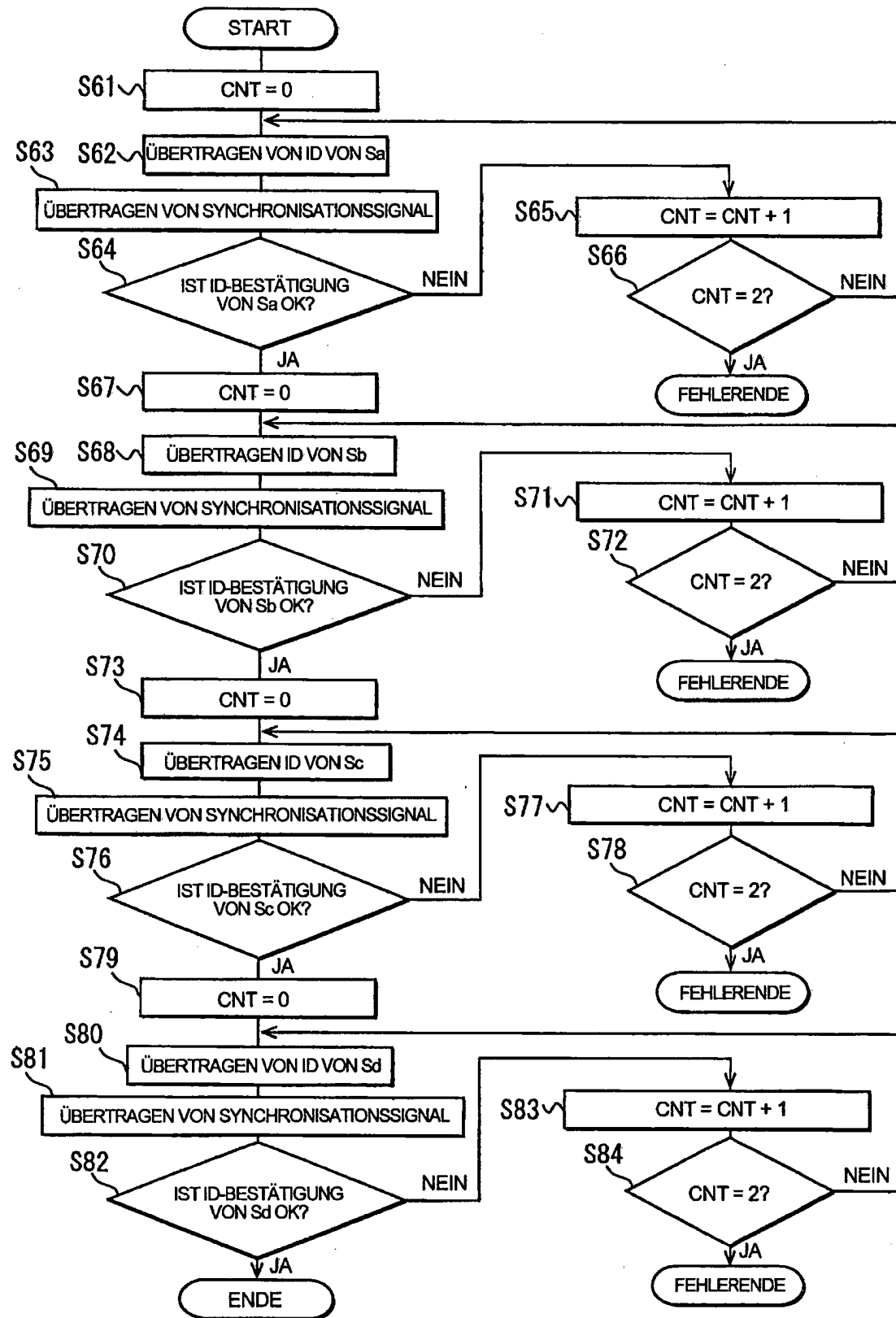


FIG. 11B

