



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 197 45 830 B4** 2008.06.19

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **197 45 830.0**
(22) Anmeldetag: **16.10.1997**
(43) Offenlegungstag: **25.06.1998**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **19.06.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B60T 13/66** (2006.01)
B60T 8/88 (2006.01)
B60T 8/00 (2006.01)
B60T 17/22 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
276539/96 **18.10.1996** **JP**

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

(74) Vertreter:
HOFFMANN & EITLE, 81925 München

(72) Erfinder:
Takayama, Toshio, Yamanashi, JP; Matsunaga, Kunihiro, Yamanashi, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 196 16 538 A1
DE 195 12 254 A1
DE 42 29 041 A1
DE 31 31 856 A1
JP 05-0 39 008 A

(54) Bezeichnung: **Bremsanlage und Bremssteuerungssystem**

(57) Hauptanspruch: Bremsanlage für Motorfahrzeuge, umfassend:

einen Tandem-Hauptbremszylinder (12) mit einer ersten Druckkammer (12a) und einer zweiten Druckkammer (12b), um in jeder Druckkammer als Reaktion auf eine Bremspedalbetätigung (10) Bremsflüssigkeitsdruck zu entwickeln;

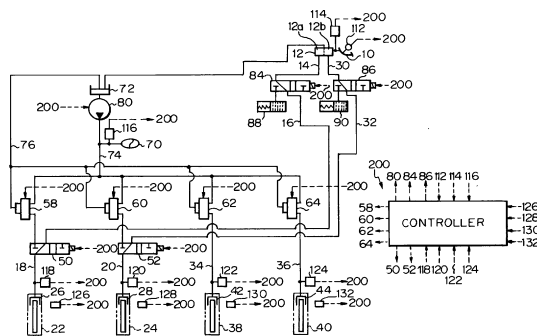
Radbremszylinder (26, 28, 42, 44), die an Vorder- und Hinterrädern (22, 24, 38, 40) angebracht sind, um Bremskräfte an den jeweiligen Rädern zu entwickeln;

elektrisch gesteuerte Drucksteuerventile (58, 60, 62, 64) zum Einstellen von Bremsflüssigkeitsdruck in den entsprechenden Radbremszylindern (26, 28, 42, 44);

eine elektrische Steuervorrichtung (200) zur Steuerung der Drucksteuerventile (58, 60, 62, 64);

ein erstes Umschaltventil (50) mit einem ersten Eingang, der mit einem Ausgang des Drucksteuerventils (58) für das erste Vorderrad (22) verbunden ist, und einem zweiten Eingang, der im Falle eines Fehlers mit der ersten Druckkammer (12a) verbunden ist, und einem Ausgang, der mit dem Radbremszylinder (26) des ersten Vorderrades (22) verbunden ist;

ein zweites Umschaltventil (52) mit einem ersten...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bremsanlage für Motorfahrzeuge sowie ein Bremssteuerungssystem.

[0002] Eine bekannte Bremssteuereinrichtung für ein Motorfahrzeug umfaßt typischerweise einen Hauptbremszylinder, folgend Hauptzylinder genannt, zum Entwickeln eines Bremsflüssigkeitsdrucks in Antwort auf einen Pedalversatz, Hubsimulatoren (stroke simulators), die ausgestaltet sind, den Bremsflüssigkeitsdruck anzupassen, Radbremszylinder, folgend Radzylinder genannt, die an den entsprechenden Rädern angebracht sind und ausgestaltet sind, eine Bremskraft zu entwickeln, ein Stellglied zum Einspeisen des Bremsflüssigkeitsdrucks in die Radbremszylinder, und eine Steuervorrichtung, die ausgestaltet ist, es dem Stellglied zu ermöglichen, einen gesteuerten Bremsflüssigkeitsdruck in die Radzylinder einzuspeisen, wie in der offengelegten japanischen Patentanmeldung Nr. 5-39008 A offenbart.

[0003] Schaltventile werden normalerweise verwendet, um zu verhindern, dass Flüssigkeit zwischen dem Hauptzylinder und den Radzylindern fließt, um zu erlauben, dass Flüssigkeit zwischen dem Stellglied und den Radzylindern fließt und um bei dem Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung eine Flüssigkeitsverbindung zwischen dem Hauptzylinder und den Radzylindern zu erlauben und eine Flüssigkeitsverbindung zwischen dem Stellglied und den Radzylindern zu verhindern. Die Schaltventile sind an allen Radzylindern angebracht. Dies resultiert in einer Erhöhung der Produktionskosten der Einrichtung.

[0004] Zwei Druckkammern sind in dem Hauptzylinder definiert. Es sind ebenso Schaltventile in diesen zwei Druckkammern angeordnet, um normalerweise eine Flüssigkeitsverbindung zwischen den Hubsimulatoren und dem Hauptzylinder zu erlauben und beim Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung eine Flüssigkeitsverbindung zwischen dem Hauptzylinder und den Hubsimulatoren zu verhindern. Die Hubsimulatoren sind ebenso in den Druckkammern angeordnet. Diese Anordnung resultiert in einer weiteren Erhöhung der Produktionskosten der Einrichtung.

[0005] Aus DE 31 31 856 A1 ist eine Bremsanlage für ein Motorfahrzeug bekannt, mit einem Geberzylinder mit einer ersten Druckkammer und einer zweiten Druckkammer, um in jeder Druckkammer als Reaktion auf eine Bremspedalbetätigung Bremsflüssigkeitsdruck zu entwickeln, mit Radzylindern und mit einem elektrisch gesteuerten Vier/Drei-Magnetventil, das sowohl zum Einstellen von Bremsflüssigkeitsdruck in dem entsprechenden Radzylinder dient, als auch als Umschaltventil, das im Fall eines Fehlers den Radzylinder mit einer Druckkammer des Hauptzylinders verbindet.

[0006] In der älteren Anmeldung DE 196 16 538 A1 ist eine elektrohydraulische Bremsanlage beschrieben, die lediglich einen einzelnen Hauptzylinder aufweist. Auch das Vorsehen eines einzelnen Hubsimulators zum Aufnehmen einer Bremsflüssigkeit ist aus dieser älteren Anmeldung nicht bekannt.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine kostengünstige Bremsanlage und ein Bremssteuerungssystem zur Verfügung zu stellen.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst wie in den Patentansprüchen 1, 5 bzw. 6 angegeben.

[0009] Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0010] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Bremssteuervorrichtung zur Verfügung gestellt, umfassend einen Hauptzylinder um einen Bremsflüssigkeitsdruck in Antwort auf einen Bremspedalversatz zu entwickeln, Hubsimulatoren, um eine Bremsflüssigkeit zu empfangen, deren Menge dem Bremsflüssigkeitsdruck, der von dem Hauptzylinder entwickelt wird, entspricht, Radzylinder, die an Vorder- und Hinterrädern angebracht sind und ausgestaltet sind, eine Bremskraft zu entwickeln, ein Stellglied, um den Bremsflüssigkeitsdruck in die entsprechenden Radzylinder einzuspeisen, eine Steuervorrichtung, die ausgestaltet ist, es dem Stellglied zu ermöglichen, einen gesteuerten Bremsflüssigkeitsdruck den entsprechenden Radzylindern zur Verfügung zu stellen, und Schaltventile, die ausgestaltet sind, um normalerweise eine Flüssigkeitsverbindung zwischen dem Hauptzylinder und den Radzylindern zu verhindern und eine Flüssigkeitsverbindung zwischen dem Stellglied und den Radzylindern zu erlauben und um bei dem Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung eine Flüssigkeitsverbindung zwischen dem Hauptzylinder und den Radzylindern zu erlauben und eine Flüssigkeitsverbindung zwischen dem Stellglied und den Radzylindern zu verhindern.

[0011] Als ein Merkmal der vorliegenden Erfindung sind Schaltventile nur für die Vorderräder an den Radzylindern angebracht.

[0012] Es wurde herausgefunden, daß einem Versagen der Einrichtung zuvorgekommen werden kann, indem eher eine Bremskraft nur auf die Vorderräder angewendet wird als auf Vorder- und Hinterräder. Die Schaltventile sind deshalb in den Radzylindern der Vorderräder zugeordnet, aber nicht in den Radzylindern der Hinterräder. Diese Anordnung beseitigt die Notwendigkeit für ein Dosierventil, das ausgestaltet ist, um ein Blockieren der Hinterräder vor dem Blockieren der Vorderräder zu verhindern, da eine Bremskraft nur auf die Radzylinder der Vorderräder angewendet wird.

[0013] Der Hauptzylinder braucht nur ein kleines Flüssigkeitsvolumen zu entwickeln, da es keine Notwendigkeit gibt, Flüssigkeit den Radzylindern der Hinterräder zuzuleiten. Die vorliegende Erfindung erlaubt somit die Verwendung von Hauptzylindern geringer Größe und beseitigt die Notwendigkeit, eine Pedalübersetzung zu reduzieren, und es wird weniger Kraft benötigt, um ein Bremspedal bei dem Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung niederzudrücken.

[0014] Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Bremssteuereinrichtung zur Verfügung gestellt, umfassend einen Hauptzylinder, um einen Bremsflüssigkeitsdruck als Antwort auf einen Bremspedalversatz zu entwickeln, einen Hubsimulator, um Bremsflüssigkeit zu empfangen, deren Menge dem Bremsflüssigkeitsdruck, der von dem Hauptzylinder entwickelt wird, entspricht, zwei Paar vordere und hintere Radbremszylinder, die jeweils an den Vorder- und Hinterrädern angebracht sind und ausgestaltet sind, um eine Bremskraft zu entwickeln, ein Stellglied, um den Bremsflüssigkeitsdruck in die entsprechenden Radzylinder einzuspeisen, eine Steuervorrichtung, die ausgestaltet ist, es dem Stellglied zu ermöglichen, einen gesteuerten Bremsflüssigkeitsdruck in die entsprechenden Radzylinder einzuspeisen, und ein Schaltventil, das ausgestaltet ist, um normalerweise eine Flüssigkeitsverbindung zwischen dem Hubsimulator und dem Hauptzylinder zu erlauben und um bei dem Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung eine Flüssigkeitsverbindung zwischen dem Hauptzylinder und dem Hubsimulator zu verhindern. Der Hauptzylinder ist ein Tandemhauptzylinder, in dem zwei Druckkammern definiert sind, um auf einen Bremspedalversatz hin einen Bremsflüssigkeitsdruck zu entwickeln.

[0015] Als ein Merkmal der vorliegenden Erfindung ist das Schaltventil in nur einer der Druckkammern angeordnet.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Schaltventil elektromagnetisch angetrieben. Das Schaltventil ist ausgestaltet, um eine Flüssigkeitsverbindung zwischen dem Hauptzylinder und den Radzylindern zu erlauben und um eine Flüssigkeitsverbindung zwischen dem Stellglied und den Radzylindern zu verhindern, wenn kein elektrischer Strom zugeführt wird, und um eine Flüssigkeitsverbindung zwischen dem Hauptzylinder und den Radzylindern zu verhindern und eine Flüssigkeitsverbindung zwischen dem Stellglied und den Radzylindern zu erlauben, wenn elektrischer Strom zugeführt wird.

[0017] Das Schaltventil ermöglicht die Entwicklung einer Bremskraft, sogar wenn die Stromversorgung durch einen Fehler zusammengebrochen ist und die Steuervorrichtung nicht in der Lage ist, solch einen elektrischen Fehler zu erfassen.

[0018] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Bremssteuerungssystem zur Verfügung gestellt, umfassend erste Radbremszylinder, folgend Bremskraftanwendungseinrichtung genannt, zum Entwickeln und Anwenden einer Bremskraft auf ein Paar erste Räder, eine zweite Bremskraftanwendungseinrichtung zum Entwickeln und Anwenden einer Bremskraft auf ein Paar zweite Räder, eine primäre Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung zum Zuführen eines primären Flüssigkeitsdrucks zu der ersten Bremskraftanwendungseinrichtung und der zweiten Bremskraftanwendungseinrichtung, eine sekundäre Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung zum Führen eines sekundären Flüssigkeitsdrucks nur zu der ersten Bremskraftanwendungseinrichtung, und eine Auswahleinrichtung um normalerweise eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der primären Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung und der ersten Bremskraftanwendungseinrichtung zu erlauben und um bei dem Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der sekundären Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung und der ersten Bremskraftanwendungseinrichtung zu erlauben.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform kann das Bremssteuerungssystem des weiteren eine Aufnahmeeinrichtung für eine Bremsflüssigkeit umfassen, deren Menge dem sekundären Flüssigkeitsdruck entspricht, der mittels der sekundären Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung entwickelt wird, und eine Schalteinrichtung um normalerweise eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der sekundären Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung und der Aufnahmeeinrichtung zu erlauben und um bei dem Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der sekundären Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung und der Aufnahmeeinrichtung zu verhindern und eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der sekundären Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung und der Auswahleinrichtung zu erlauben.

[0020] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Bremssteuerungssystem zur Verfügung gestellt, umfassend eine erste Bremskraftanwendungseinrichtung zum Entwickeln und Anwenden einer Bremskraft auf ein Paar erste Räder, eine zweite Bremskraftanwendungseinrichtung zum Entwickeln und Anwenden einer Bremskraft auf ein Paar zweite Räder, eine primäre Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung zum Zuführen eines primären Flüssigkeitsdrucks zu der ersten Bremskraftanwendungseinrichtung und der zweiten Bremskraftanwendungseinrichtung, eine erste sekundäre Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung zum Zuführen eines sekundären Flüssigkeitsdrucks zu der ersten Bremskraftanwendungseinrichtung, eine zweite sekundäre Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung zum Zuführen des zweiten Flüssigkeitsdrucks zu der zweiten Bremskraftan-

wendungseinrichtung, eine erste Auswahleinrichtung, um normalerweise eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der primären Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung und der zweiten Bremskraftanwendungseinrichtung zu erlauben und um bei dem Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der zweiten sekundären Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung und der zweiten Bremskraftanwendungseinrichtung zu erlauben, und eine Aufnahmeeinrichtung für eine Bremsflüssigkeit, deren Menge nur dem sekundären Flüssigkeitsdruck entspricht, der mittels der zweiten sekundären Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung entwickelt wird.

[0021] In einer bevorzugten Ausführungsform kann das Bremssteuerungssystem des weiteren eine zweite Auswahleinrichtung umfassen, um normalerweise eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der primären Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung und der ersten Bremskraftanwendungseinrichtung zu erlauben und um bei dem Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der ersten sekundären Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung und der ersten Bremskraftanwendungseinrichtung zu erlauben, und eine Schalteinrichtung, um normalerweise eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der zweiten sekundären Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung und der Aufnahmeeinrichtung zu erlauben und um bei dem Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der zweiten sekundären Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung und der Aufnahmeeinrichtung zu verhindern. Ein Dosierventil kann ebenso zwischen der zweiten sekundären Flüssigkeitsdruckzuführeinrichtung und der ersten Auswahleinrichtung angeordnet werden.

[0022] Die vorliegende Erfindung wird am besten mit Verweis auf die folgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen verstanden werden, wenn diese in Verbindung mit den begleitenden Figuren betrachtet wird, in denen:

[0023] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer Bremssteuereinrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist; und

[0024] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung einer Bremssteuereinrichtung gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0025] In [Fig. 1](#) ist eine Bremssteuereinrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Ein Fuß-Bremspedal **10** ist mit einem Tandemhauptzylinder **12** verbunden, in dem zwei Druckkammern **12a** und **12b** definiert sind, um einen Flüssigkeitsdruck in Antwort auf einen Bremspedalversatz zu entwickeln. Die Druckkammer **12a** ist durch Leitungen **14**, **16** und **18** mit einem Radzylinder **26** verbunden, der wiederum an einem linken

Vorderrad **22** angebracht ist. Die Druckkammer **12b** ist durch Leitungen **30**, **32** und **20** mit einem Radzylinder **28** verbunden, der wiederum an einem rechten Vorderrad **24** angebracht ist.

[0026] Ein Radzylinder **42** ist an einem linken Hinterrad **38** angebracht. In ähnlicher Art und Weise ist ein Radzylinder **44** an einem rechten Hinterrad **40** angebracht. Leitungen **34** und **36** weisen ein Ende auf, das mit dem linken und rechten Hinterrad **38** und **40** verbunden ist, wobei aber das andere Ende der Leitungen **34** und **36** zu keiner der Druckkammern **12a** und **12b** von dem Tandemhauptzylinder **12** verbunden ist.

[0027] In dieser Ausführungsform ist die Leitung **18** mit einem Solenoidventil (Schaltventil) **50** ausgestattet und einem Flüssigkeitsdrucksteuerventil (Stellglied) **58**. In gleicher Art und Weise weist die Leitung **20** ein Solenoidventil (Schaltventil) **52** auf, und ein Flüssigkeitsdrucksteuerventil (Stellglied) **60**. Die Leitungen **34** und **36**, die mit den Hinterrädern **38** und **40** verbunden sind, sind mit Flüssigkeitsdrucksteuerventilen (Stellgliedern) **62** und **64** ausgestattet, aber ohne Solenoidventilen, wie sie in den Leitungen **18** und **20** zur Verfügung gestellt sind.

[0028] Die Solenoidventile **50** und **52**, d. h. solenoidbetriebene, zwei Positions-, drei Öffnungs-, Direktionalsteuerventile, werden mittels elektrischem Strom angetrieben. Im Falle eines Systemausfalls, d. h. bei dem Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung wird das Solenoidventil **50** bei der Abwesenheit von elektrischem Strom deaktiviert, um den Radzylinder **26** in eine Flüssigkeitskommunikation mit einem Solenoidventil **84** zu bringen, welches später beschrieben wird, und somit dem Tandemhauptzylinder **12**, und um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **26** und dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil **58**, wie in [Fig. 1](#) gezeigt, zu verhindern. Während einem normalen Betrieb der Einrichtung wird das Solenoidventil **50** bei dem Zuführen eines elektrischen Stromes aktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **26** und dem Solenoidventil **84**, und somit dem Tandemhauptzylinder **12** zu verhindern und um den Radzylinder **26** in Flüssigkeitskommunikation mit dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil **58** zu bringen.

[0029] In gleicher Art und Weise wird, wenn kein elektrischer Strom zugeführt wird, das Solenoidventil **52** deaktiviert, um den Radzylinder **28** in eine Flüssigkeitskommunikation mit einem Solenoidventil **86**, welches später beschrieben wird, und somit dem Tandemhauptzylinder **12** zu bringen, und um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **28** und dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil **60** zu verhindern. Während einem Betrieb der Einrichtung wird das Solenoidventil bei dem Zuführen eines elektrischen Stromes aktiviert, um eine Flüssigkeitskom-

munikation zwischen dem Radzylinder **28** und dem Solenoidventil **86**, und somit dem Tandemhauptzylinder **12** zu verhindern und um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **28** und dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil **60** zu erlauben.

[0030] Die Flüssigkeitsdrucksteuerventile **58**, **60**, **62** und **64** sind mit einem gemeinsamen Speicher (Stellglied) **70** und einem Reservoir **72** durch entsprechende Leitungen **74** und **76** verbunden. Eine Pumpe (Stellglied) **80** ist zwischen dem Reservoir **72** und dem Speicher **70** angeschlossen, um eine Flüssigkeit von dem Reservoir **72** herauszupumpen, um einen vorbestimmten Flüssigkeitsdruckbereich in dem Speicher **70** aufzubauen. Bei dem Empfang eines gesteuerten Erregerstromes von der Steuervorrichtung **200** sind die Flüssigkeitsdrucksteuerventile **58**, **60**, **62** und **64** betreibbar, einen gesteuerten Flüssigkeitsdruck an die Radzylinder **26**, **28**, **42** und **44** anzulegen, um eine Rotation der entsprechenden Räder **22**, **24**, **38** und **40** einzuschränken oder zu verzögern.

[0031] Das solenoidbetriebene, zwei Positions-, drei Öffnungs-(3-Wege) Direktionalsteuerventil **84** ist zwischen den Leitungen **14** und **16** angeordnet. Ein Hubsimulator **88** ist mit dem Solenoidventil **84** verbunden. Ähnlich ist ein solenoidbetriebenes, zwei Positions-, drei Öffnungs-(3-Wege) Direktionalsteuerventil **86** zwischen den Leitungen **30** und **32** angeordnet. Ein Hubsimulator **90** ist mit dem Solenoidventil **86** verbunden.

[0032] Die Hubsimulatoren **88** und **90** sind betreibbar, eine Bremsflüssigkeit von dem Tandemhauptzylinder **12** zu empfangen, um ein Niederdrücken des Bremspedals **10** zu erlauben. Wenn das Bremspedal **10** niedergedrückt ist, wird eine entsprechende reaktive Kraft entwickelt und dann auf das Bremspedal **10** angewendet. Die Flüssigkeitsdrucksteuerventile **58**, **60**, **62** und **64** sind betreibbar, einen gesteuerten Flüssigkeitsdruck zu entwickeln, um dadurch eine Rotation der Räder **22**, **24**, **38** und **40** einzuschränken. Zu diesem Zeitpunkt sind die Solenoidventile **84** und **86** aktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Tandemhauptzylinder **12** und den Hubsimulatoren **88** und **90** zur Verfügung zu stellen. Diese Kommunikation versorgt einen Fahrer mit solch einem "Gefühl", als wäre das Bremspedal direkt mit den Radzylindern **26**, **28**, **42** und **44** verbunden.

[0033] Die Solenoidventile **84** und **86** sind solenoidbetrieben oder werden mittels elektrischem Strom angetrieben. Bei dem Auftreten eines Systemversagens, d. h. bei einem Fehler in der Einrichtung, wird das Solenoidventil **84** bei dem Fehlen eines elektrischen Stromes deaktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der Druckkammer **12a** in dem Tandemhauptzylinder **12** und dem Hubsimulator **88** zu verhindern und um eine Flüssigkeitskommunikati-

on zwischen dieser Druckkammer **12a** und dem Solenoidventil **50** zu erlauben, um die Druckkammer **12a** in eine Flüssigkeitskommunikation mit dem Radzylinder **26**, wie in [Fig. 1](#) gezeigt, zu bringen. Während einem normalen Betrieb der Einrichtung wird das Solenoidventil **84** elektrisch angetrieben oder aktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der Druckkammer und dem Hubsimulator **88** zu erlauben und um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der Druckkammer und dem Solenoidventil **50** und somit dem Radzylinder **26** zu verhindern.

[0034] Ähnlich wird das Solenoidventil **86** bei dem Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung deaktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der anderen Druckkammer **12b** des Tandemhauptzylinders **12** und dem Hubsimulator **90** zu verhindern und um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der anderen Druckkammer **12b** und dem Solenoidventil **52** zu erlauben, um die andere Druckkammer **12b** in eine Flüssigkeitskommunikation mit dem Radzylinder **28** zu bringen. Während dem normalen Betrieb der Einrichtung wird das Solenoidventil **86** bei dem Zuführen von elektrischem Strom aktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der anderen Druckkammer **12b** und dem Hubsimulator **90** zu erlauben und um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen der anderen Druckkammer **12b** und dem Solenoidventil **52**, und somit dem Radzylinder **28** zu verhindern.

[0035] Die Bremssteuereinrichtung wird unter der Steuerung einer Steuervorrichtung **200** betrieben. Die Steuervorrichtung **200** ist mit den Solenoidventilen **50** und **52**, den Flüssigkeitsdrucksteuerventilen **58**, **60**, **62** und **64** der Pumpe **80**, und den Solenoidventilen **84** und **86** verbunden. Die Steuervorrichtung **200** ist ebenso mit einem Bremsschalter **112** verbunden, um ein Niederdrücken des Bremspedals **10** zu erfassen, einem Versatzensensor **114**, um eine Kraft zu erfassen, die auf das Bremspedal **10** angewendet wird, einem Flüssigkeitsdrucksensor **116**, um einen Flüssigkeitsdruck in dem Speicher **70** zu erfassen, Flüssigkeitsdrucksensoren **118**, **120**, **122** und **124** zum Erfassen von Flüssigkeitsdrücken in den entsprechenden Radzylindern **26**, **28**, **42** und **44**, und Geschwindigkeitssensoren **126**, **128**, **130** und **132**, um die Rotationsgeschwindigkeit der Vorderräder **22** und **24** und der Hinterräder **38** und **40** zu erfassen.

[0036] Jedes der Flüssigkeitsdrucksteuerventile **58**, **60**, **62** und **64** stellt einen gesteuerten Flüssigkeitsdruck zur Verfügung, unter dem die Bremssteuereinrichtung betrieben wird. Normalerweise ist, wenn der Bremsschalter **112** eingeschaltet wird, die Steuervorrichtung **200** betreibbar, alle Solenoidventile **50**, **52**, **58** und **86** zu aktivieren. Die Radzylinder **26** und **28** wären dann in eine Flüssigkeitskommunikation mit den Flüssigkeitsdrucksteuerventilen **58** und **60** gebracht und ohne eine Flüssigkeitskommunikation mit

den Solenoidventilen **84** und **86** gehalten. In der Zwischenzeit wird der Tandemhauptzylinder **12** in eine Flüssigkeitskommunikation mit den Hubsimulatoren **88** und **90** gebracht und ohne eine Flüssigkeitskommunikation mit den Solenoidventilen **50** und **52** gehalten. Zu diesem Zeitpunkt kommunizieren die Radzylinder **42** und **44** mit den Flüssigkeitsdrucksteuerventilen **62** und **64**.

[0037] Mit einem eingeschalteten Bremsschalter **112** empfangen die Hubsimulatoren **88** und **90** eine Bremsflüssigkeit von dem Tandemhauptzylinder **12** und ermöglichen ein Niederdrücken des Bremspedals **10**. Wenn das Bremspedal **10** niedergedrückt ist, wird eine entsprechende reaktive Kraft auf das Bremspedal ausgeübt. Der Versatzensensor **114** ist betreibbar, eine Kraft zu erfassen, die auf das Bremspedal **10** ausgeübt wird und um ein entsprechendes Signal zu der Steuervorrichtung **200** zu senden. Ebenso sind die Geschwindigkeitssensoren **126**, **128**, **130** und **132** betreibbar, die Rotationsgeschwindigkeit von den Vorder- und Hinterrädern zu erfassen und um ein entsprechendes Signal zu der Steuervorrichtung **200** zu senden. Die Steuervorrichtung **200** ist dann betreibbar, eine augenblickliche Verzögerung und eine Zielverzögerung zu berechnen. Die Steuervorrichtung **200** berechnet ebenso Belastungen, die auf die Vorderräder **22** und **24** und die Hinterräder **38** und **40** ausgeübt werden und bestimmt einen optimalen Flüssigkeitsdruck. Dieser optimale Flüssigkeitsdruck wird mit einem Flüssigkeitsdruck, der jedem der Radzylinder **26**, **28**, **42** und **44** zugeführt wird, verglichen, der mittels den Flüssigkeitsdrucksensoren **118**, **120**, **122** und **124** erfaßt wird. Die Steuervorrichtung **200** ist danach betreibbar, einen Steuerstrom in die Flüssigkeitsdrucksteuerventile **58**, **60**, **62** und **64** einzuspeisen, wodurch ein gesteuerter Flüssigkeitsdruck an jeden der Radzylinder **26**, **28**, **42** und **44** gesendet wird.

[0038] Bei dem Auftreten einer Fehlfunktion der Bremssteuereinrichtung, wenn z. B. der Pegel eines Flüssigkeitsdruckes in den Radzylindern **26**, **28**, **42** und **44** unter oder über dem eines gesteuerten Flüssigkeitsdruckes ist, ist die Steuervorrichtung **200** betreibbar, die Flüssigkeitsdrucksteuerventile **58**, **60**, **62** und **64** und die Solenoidventile **50**, **52**, **84** und **86** zu deaktivieren. Die Radzylinder **26** und **28** sind somit von den Flüssigkeitsdrucksteuerventilen **58** und **60** abgetrennt und statt dessen in eine Flüssigkeitskommunikation mit Solenoidventilen **84** und **86** gebracht. Ebenso ist der Tandemhauptzylinder **12** von den Hubsimulatoren **88** und **90** abgetrennt und statt dessen in eine Flüssigkeitskommunikation mit den Solenoidventilen **50** und **52** gebracht. Als Ergebnis daraus ist die Druckkammer **12a** in dem Tandemhauptzylinder **12** in eine Flüssigkeitskommunikation mit dem Radzylinder **26** durch die Leitung **14** gebracht worden, dem Solenoidventil **84**, der Leitung **16**, dem Solenoidventil **50** und der Leitung **18**. Ein Bremsflüssig-

keitsdruck, wie er in dieser Druckkammer **12a** bei dem Niederdrücken des Bremspedals **10** entwickelt wird, wird zu dem Radzylinder **26** des linken Vorderrades übertragen. Ähnlich wird die andere Druckkammer **12b** in eine Flüssigkeitskommunikation mit dem Radzylinder **28** durch die Leitung **30** gebracht, dem Solenoidventil **86**, der Leitung **32**, dem Solenoidventil **52** und der Leitung **20**. Ein Bremsflüssigkeitsdruck, wie er in der anderen Druckkammer **12b** bei dem Niederdrücken des Bremspedals **10** entwickelt wird, wird zu dem Radzylinder **28** von dem linken Vorderrad übertragen.

[0039] Wie bisher beschrieben, wird ein Flüssigkeitsdruck der in dem Tandemhauptzylinder **12** in Antwort auf einen Bremspedalversatz entwickelt wird, nur an die Radzylinder **26** und **28** der Vorderräder **22** und **24** übertragen. In andere Worten wird eine Bremskraft nur auf die Vorderräder **22** und **24** angewendet.

[0040] Wenn ein elektrisches System eine Fehlfunktion aufweist, werden die Solenoidventile **50** und **52** und die Solenoidventile **84** und **86** bei dem Fehlen eines elektrischen Stromes deaktiviert, um zu erlauben, daß ein Flüssigkeitsdruck, wie er in Antwort auf einen Bremspedalversatz entwickelt wird, von dem Tandemhauptzylinder **12** nur an die Radzylinder **26** und **28** von den Vorderrädern **22** und **24** übertragen wird.

[0041] Es ist darauf hinzuweisen, daß normalerweise eine geringere Belastung auf die Hinterräder **38** und **40** als auf die Vorderräder **22** und **24** ausgeübt wird. Insbesondere wird in einem frontgetriebenen (Vorderrad) Fahrzeug nur 30 bis 40% der gesamten Last auf die Hinterräder auferlegt. Während dem Bremsen bewirkt die Verzögerung, daß die Last, die auf die Hinterräder **38** und **40** ausgeübt wird, zu den Vorderrädern **22** und **24** versetzt (verlagert) wird. Wenn eine Bremskraft, z. B. 0,5 g entwickelt wird, wird die Last, die auf die Hinterräder **38** und **40** ausgeübt wird, um ungefähr 10% verringert. Es wurde herausgefunden, daß bei dem Auftreten eines Systemfehlers, d. h. bei einem Fehler in der Einrichtung eine Bremskraft nur auf die Vorderräder **22** und **24** angewendet werden muß. Als ein Merkmal der vorliegenden Erfindung sind die Solenoidventile **50** und **52** nur an den Radzylindern **26** und **28** der Vorderräder **22** und **24** angebracht, so daß normalerweise die Radzylinder **26** und **28** von dem Tandemhauptzylinder **12** abgetrennt sind und statt dessen mit den Flüssigkeitsdrucksteuerventilen **58** und **60** kommunizieren und bei dem Auftreten eines Systemversagens die Radzylinder **26** und **28** mit dem Tandemhauptzylinder **12** kommunizieren und statt dessen von den Flüssigkeitsdrucksteuerventilen **58** und **60** abgetrennt sind. Diese Anordnung beseitigt die Notwendigkeit ein Solenoidventil an den Hinterrädern **38** und **40** anzubringen und ermöglicht somit eine Reduzie-

rung der Kosten, Größe und Gewicht des gesamten Bremssteuersystems bzw. der gesamten Bremssteuereinrichtung.

[0042] Die Solenoidventile **50** und **52** sind nur in Verbindung mit den Radzylindern **26** und **28** der Vorderräder **22** und **24** wirksam, wodurch eine Bremskraft nur mittels den Vorderradzylindern **26** und **28** entwickelt wird. Diese Anordnung beseitigt die Notwendigkeit für ein Dosierventil, wie es im Stand der Technik häufig verwendet wird, das ausgestaltet ist, um ein Blockieren der Hinterräder vor dem Blockieren der Vorderräder zu verhindern. Es ist darauf hinzuweisen, daß ein Fahrzeug instabil wird, wenn die Hinterräder blockieren, bevor die Vorderräder blockieren. Hierfür wird herkömmlicherweise ein Dosierventil zur Verfügung gestellt, um den Pegel eines Flüssigkeitsdrucks in den Radzylindern der Hinterräder geringer zu halten als der eines Flüssigkeitsdrucks in den Radzylindern der Vorderräder. Die vorliegende Erfindung beseitigt die Notwendigkeit, solch ein Dosierventil zur Verfügung zu stellen, da es nicht notwendig ist, einen Bremsflüssigkeitsdruck zu den Radzylindern **42** und **44** der Hinterräder **38** und **40** zu transportieren.

[0043] Dies ergibt eine weitere Reduzierung der Kosten, Größe und des Gewichtes der Bremssteuereinrichtung.

[0044] Bei dem Auftreten eines Systemversagens, bzw. bei einem Fehler in der Einrichtung muß der Tandemhauptzylinder **12** nur eine geringe Menge Bremsflüssigkeit zu entwickeln und zu den Radzylindern **26** und **28** der Vorderräder **22** und **24** zu übertragen. Dies erlaubt die Verwendung eines Hauptzylinders von geringer Größe und ermöglicht eine Verringerung der Größe, der Kosten und des Gewichtes des gesamten Hauptzylinders. Ebenso ist es nicht notwendig, ein Pedalverhältnis zu reduzieren. Darüber hinaus ist weniger Kraft notwendig, um das Bremspedal niederzudrücken.

[0045] Die Solenoidventile **50** und **52** und die Solenoidventile **84** und **86** werden mittels elektrischem Strom angetrieben. Wenn ein elektrisches System eine Fehlfunktion aufweist, werden die Solenoidventile **50** und **52** und die Solenoidventile **84** und **86** bei dem Fehlen von elektrischem Strom deaktiviert, um das Entwickeln einer gewünschten Bremskraft zu erlauben.

[0046] In [Fig. 2](#) ist eine Bremssteuereinrichtung gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Ähnliche Bauelemente sind mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet.

[0047] Die Druckkammer **12a** von dem Tandemhauptzylinder **12** ist mit dem Radzylinder **26** von dem linken Vorderrad **22** durch die Leitungen **14** und **18**

verbunden. Die Druckkammer **12a** ist ebenso mit dem Radzylinder **28** von dem rechten Vorderrad **24** durch die Leitungen **14** und **20** verbunden.

[0048] Die Druckkammer **12b** ist mit dem Radzylinder **42** von dem linken Hinterrad **38** durch die Leitungen **30** und **34** verbunden. Die Druckkammer **12b** ist ebenso mit dem Radzylinder **44** von dem rechten Hinterrad **40** durch die Leitungen **30** und **36** verbunden.

[0049] Die Leitung **18** ist mit dem Solenoidventil (Schaltventil) **50** und dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil (Stellglied) **58** verbunden. Die Leitung **20** ist mit dem Solenoidventil (Schaltventil) **52** und dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil (Stellglied) **60** verbunden. Die Leitung **34** ist mit dem Solenoidventil (Schaltventil) **54** und dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil (Stellglied) **62** verbunden. Die Leitung **36** ist mit dem Solenoidventil (Schaltventil) **56** und dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil (Stellglied) verbunden.

[0050] Die Solenoidventile **50**, **52**, **54** und **56** sind von einem Typ der zwei Positionen und drei Öffnungen (Drei-Wege) aufweist und mittels elektrischem Strom angetrieben wird. Bei dem Auftreten eines Systemversagens, d. h. bei dem Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung wird das Solenoidventil **50** bei dem Fehlen von elektrischem Strom deaktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **26** und der Druckkammer **12a** zu erlauben und um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **26** und dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil **58**, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, zu verhindern. Während einem normalen Betrieb der Einrichtung ist das Solenoidventil **50** bei der Zufuhr von elektrischem Strom aktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **26** und der Druckkammer **12a** zu verhindern und um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **26** und dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil **58** zu erlauben.

[0051] Ähnlich wird bei dem Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung das Solenoidventil **52** bei dem Fehlen von elektrischem Strom deaktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **28** und der Druckkammer **12a** von dem Tandemhauptzylinder **12** zu erlauben und um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **28** und dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil **60** zu verhindern. Während einem normalen Betrieb der Einrichtung ist das Solenoidventil **52** bei der Zufuhr von elektrischem Strom aktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **28** und der Druckkammer **12a** zu verhindern und um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **28** und dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil **60** zu erlauben.

[0052] Ebenso wird das Solenoidventil **54** bei dem

Fehlen von elektrischem Strom deaktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **53** und der Druckkammer **12b** von dem Tandemhauptzylinder **12** zu erlauben und um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **42** und dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil **62** zu verhindern. Während einem normalen Betrieb der Einrichtung wird das Solenoidventil **54** bei der Zufuhr von elektrischem Strom aktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **52** und der Druckkammer **12b** zu verhindern und um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **42** und dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil **62** zu erlauben.

[0053] Ähnlich wird das Solenoidventil **56** bei dem Fehlen von elektrischem Strom deaktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **54** und der Druckkammer **12b** von dem Tandemhauptzylinder zu erlauben und um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **50** und dem Flüssigkeitssteuerventil **64** zu erlauben. Während einem normalen Betrieb von der Einrichtung wird das Solenoidventil **56** bei dem Zuführen von elektrischem Strom aktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **44** und der Druckkammer **12b** zu verhindern und um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Radzylinder **44** und dem Flüssigkeitsdrucksteuerventil **64** zu erlauben.

[0054] In dieser besonderen Ausführungsform sind weder Solenoidventile noch Hubsimulatoren mit der Leitung **14** verbunden. Die Leitung **30** ist wiederum mit einem Solenoidventil **86A** und dem Hubsimulator **90** verbunden.

[0055] Das Solenoidventil **86A** ist von dem Typ der zwei Positionen und drei Öffnungen (Drei-Wege) aufweist und wird mittels elektrischem Strom angetrieben. Bei dem Auftreten eines Fehlers in der Einrichtung wird das Solenoidventil **86A** bei dem Fehlen von elektrischem Strom deaktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Tandemhauptzylinder **12** und dem Hubsimulator **90**, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, zu verhindern. Während einem normalen Betrieb der Einrichtung wird das Solenoidventil **86A** bei dem Zuführen von elektrischem Strom aktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Tandemhauptzylinder **12** und dem Hubsimulator **90** zu erlauben.

[0056] Ein Dosierventil **46** ist mit der Leitung **30** zwischen dem Solenoidventil **86A** und den Solenoidventilen **54** und **56** verbunden. Das Dosierventil **46** hält einen Flüssigkeitsdruck in den Radzylindern **42** und **44** der Hinterräder **38** und **40** auf einem niedrigen Pegel, um ein Blockieren der Hinterräder **3** und **40** vor dem Blockieren der Vorderräder **22** und **24** zu verhindern.

[0057] Jedes der Flüssigkeitsdrucksteuerventile **58**, **60**, **62** und **64** stellt einen gesteuerten Flüssigkeitsdruck zur Verfügung unter dem die Bremssteuereinrichtung die solchermaßen aufgebaut ist, betrieben wird. Wenn der Bremsschalter eingeschalten wird, ist die Steuervorrichtung **200** betreibbar eine Zufuhr von elektrischem Strom zu erlauben, um die Solenoidventile **50**, **52**, **54**, **56** und **85A** alle zu aktivieren. Die Radzylinder **26**, **28**, **42** und **44** werden dann in eine Flüssigkeitskommunikation mit den Flüssigkeitsdrucksteuerventilen **58**, **60**, **62** und **64** gebracht und werden ohne Kommunikation mit dem Tandemhauptzylinder **12** gehalten. Zu diesem Zeitpunkt kommuniziert die Druckkammer **12b** von dem Tandemhauptzylinder **12** mit dem Hubsimulator **90**.

[0058] Wenn das Bremspedal nicht niedergedrückt wird, wird bewirkt, daß eine Bremsflüssigkeit nur von den Druckkammern des Tandemhauptzylinders **12** in den Hubsimulator **90** fließt. Ein Einführen der Bremsflüssigkeit in den Hubsimulator **90** erlaubt ein weiteres Niederdrücken des Bremspedals **10**. Wenn das Bremspedal **10** niedergedrückt ist, wird die sich ergebende reaktive Kraft zu dem Bremspedal **10** zurückgeführt. In der vorhergehenden Ausführungsform ist die Steuervorrichtung **200** betreibbar eine augenblickliche Verzögerung basierend auf Informationen einer Kraft, die auf das Bremspedal **10** ausgeübt wird, und einer Rotationsgeschwindigkeit der Vorder- und Hinterräder zu berechnen, und bestimmt eine Zielverzögerung. Die Steuervorrichtung **200** rechnet ebenso eine Belastung, die auf die Vorderräder **22** und **24** und die Hinterräder **38** und **40** ausgeübt wird, und bestimmt einen optimalen Flüssigkeitsdruck. Dieser optimale Flüssigkeitsdruck wird mit einem Flüssigkeitsdruck verglichen, der jedem von den Radzylindern **26**, **28**, **42** und **44** zugeführt wird, der mittels den jeweiligen Drucksensoren **118**, **120**, **122** und **124** erfaßt wird. Die Steuervorrichtung **200** ist danach betreibbar, einen Steuerstrom auf die Flüssigkeitsdrucksteuerventile **58**, **60**, **62** und **64** anzuwenden, wodurch ein gesteuerter Flüssigkeitsdruck zu jedem der Radzylinder **26**, **28**, **42** und **44** gesendet wird.

[0059] Wenn die Bremssteuereinrichtung eine Fehlfunktion aufweist, z. B. wenn der Pegel eines Flüssigkeitsdrucks in den Radzylindern **26**, **28**, **42** und **44** unter oder über dem eines gesteuerten Flüssigkeitsdruckes ist, ist die Steuervorrichtung **200** betreibbar, die Flüssigkeitsdrucksteuerventile **58**, **60**, **62** und **64** und die Solenoidventile **50**, **52**, **54**, **56** und **86A** zu deaktivieren. Die Radzylinder **26**, **28**, **42** und **44** werden dadurch in eine Flüssigkeitskommunikation mit dem Tandemhauptzylinder **12** gebracht und ohne einer Flüssigkeitskommunikation mit den Flüssigkeitsdrucksteuerventilen **58**, **60**, **62** und **64** gehalten. Zu diesem Zeitpunkt ist der Tandemhauptzylinder **12** von dem Hubsimulator **90** abgetrennt.

[0060] Als Ergebnis daraus kommuniziert die Druckkammer **12a** in dem Tandemhauptzylinder **12** direkt mit den Radzylindern **26** und **28** der Vorderräder **22** und **24** durch die Leitung **14**, den Solenoidventilen **50** und **52**, den Leitungen **18** und **20**. Ein Bremsflüssigkeitsdruck, wie er in dieser Druckkammer bei dem Niederdrücken des Bremspedals **10** entwickelt wird, wird zu den Radzylindern **26** und **28** von den linken Vorderrädern **23** und **24** übertragen. Ähnlich kommuniziert die andere Druckkammer **12b** direkt mit den Radzylindern **42** und **44** von den Hinterrädern **38** und **40** durch die Leitung **30**, den Solenoidventilen **54** und **56**, den Leitungen **34** und **36**. Ein Bremsflüssigkeitsdruck, wie er in der anderen Druckkammer **12b** bei dem Niederdrücken des Bremspedals **10** entwickelt wird, wird zu den Radzylindern **42** und **44** von den Hinterrädern **38** und **40** übertragen.

[0061] Wie bisher beschrieben, wird ein Flüssigkeitsdruck, wie er in dem Tandemhauptzylinder **12** in Antwort auf einen Bremspedalversatz entwickelt wird, zu allen Radzylindern **26**, **28**, **42** und **44** von den Vorder- und Hinterrädern übertragen. In anderen Worten wird eine Bremskraft auf alle Vorder- und Hinterräder ausgeübt. Das Dosierventil **46** ist betreibbar, wie es der Fall sein kann, einen Flüssigkeitsdruck in den Radzylindern **42** und **44** von den Hinterrädern **38** und **40** auf einem niedrigen Pegel zu halten.

[0062] Bei dem Auftreten eines Fehlers in der elektrischen Einrichtung (z. B. Stromausfall), werden die Solenoidventile **50**, **52**, **54** und **56** und die Solenoidventile **86A** bei dem Fehlen von elektrischem Strom deaktiviert, um zu erlauben, daß ein Flüssigkeitsdruck, wie er in Antwort auf einen Bremspedalversatz entwickelt wird, von dem Tandemhauptzylinder **12** zu allen Radzylindern **26**, **28**, **42** und **44** von den Vorder- und Hinterrädern übertragen wird. Wiederum kann das Dosierventil **46** einen Flüssigkeitsdruck in dem Radzylinder **42** und **44** der Hinterräder **38** und **40** auf einem niedrigen Pegel halten.

[0063] Es ist darauf hinzuweisen, daß in dieser Ausführungsform nur eine der Druckkammern mit dem Hubsimulator **90** ausgestattet ist, um zu erlauben, daß eine Bremsflüssigkeit von dem Tandemhauptzylinder **12** in den Hubsimulator **90** fließt. Dies erlaubt ein weiteres Niederdrücken von dem Bremspedal **10**, ohne der Notwendigkeit, die andere Druckkammer mit einem Hubsimulator auszustatten. Der Hubsimulator **19** und das Solenoidventil **86A** sind somit nur in einer der Druckkammern angeordnet. Dies erlaubt eine Reduzierung der Kosten, Größe und Gewicht der gesamten Bremssteuereinrichtung.

[0064] Das Solenoidventil **86A** wird mittels elektrischem Strom angetrieben. Wenn ein elektrisches System eine Fehlfunktion aufweist, wird das Solenoidventil **86A** bei dem Fehlen von elektrischem Strom deaktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwi-

schen dem Tandemhauptzylinder **12** und dem Hubsimulator **90** zu verhindern. Auf diese Art und Weise kann eine Bremskraft, sogar wenn die Steuervorrichtung nicht in der Lage ist, solch ein Systemversagen zu erfassen, sicher entwickelt werden. Wenn ein elektrischer Strom zugeführt wird, wird das Solenoidventil **86A** aktiviert, um eine Flüssigkeitskommunikation zwischen dem Hubsimulator **90** und dem Tandemhauptzylinder **12** zu erlauben.

[0065] Das Solenoidventil **86A** ist von dem Typ der zwei Positionen und zwei Öffnungen (zwei Wege) aufweist und ist somit kompakt und leicht. Das Solenoidventil **86A** kann durch das Solenoidventil **86**, wie es in der vorhergehenden Ausführungsform verwendet wird, ersetzt werden.

[0066] In der dargestellten Ausführungsform sind das Solenoidventil **86A** und der Hubsimulator **90** an der Leitung **30** angeordnet, die mit den Hinterrädern **38** und **40** verbunden ist. Wahlweise kann das Solenoidventil **86A** und der Hubsimulator **19** an der Leitung **14** angeordnet werden, die mit den Vorderrädern **23** und **24** verbunden ist.

[0067] Die vorliegende Erfindung wurde mit Verweis auf bevorzugte Ausführungsformen beschrieben. Es ist offensichtlich, daß sich verschiedene Modifikationen und Änderungen ausführen lassen, ohne von dem Umfang der Erfindung abzugehen. Zum Beispiel können in der Ausführungsform, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, das Solenoidventil **84** und der Hubsimulator **88** umgangen werden, und die Leitungen **14** und **16** direkt miteinander, wie in der Ausführungsform, die in [Fig. 2](#) gezeigt ist, verbunden werden. Ebenso können die Leitungen **30** und **32** direkt miteinander verbunden werden und die sich ergebende Leitung kann direkt mit dem Solenoidventil **86A** und dem Hubsimulator **90**, wie in der Ausführungsform, die in [Fig. 2](#) gezeigt ist, verbunden werden. Ebenso kann in der Ausführungsform, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, das Solenoidventil **86** und der Hubsimulator **90** umgangen werden, und die Leitungen **30** und **32** können direkt, wie in der Ausführungsform, die in [Fig. 2](#) gezeigt ist, miteinander verbunden werden. Des weiteren können wahlweise die Leitungen **14** und **16** direkt miteinander verbunden werden, und die sich ergebende Leitung kann mit dem Solenoidventil **86A** und dem Hubsimulator **90**, wie in der Ausführungsform, die in [Fig. 2](#) gezeigt ist, verbunden werden.

Patentansprüche

1. Bremsanlage für Motorfahrzeuge, umfassend: einen Tandem-Hauptbremszylinder (**12**) mit einer ersten Druckkammer (**12a**) und einer zweiten Druckkammer (**12b**), um in jeder Druckkammer als Reaktion auf eine Bremspedalbetätigung (**10**) Bremsflüssigkeitsdruck zu entwickeln; Radbremszylinder (**26**, **28**, **42**, **44**), die an Vorder-

und Hinterrädern (**22, 24, 38, 40**) angebracht sind, um Bremskräfte an den jeweiligen Rädern zu entwickeln;

elektrisch gesteuerte Drucksteuerventile (**58, 60, 62, 64**) zum Einstellen von Bremsflüssigkeitsdruck in den entsprechenden Radbremszylindern (**26, 28, 42, 44**);

eine elektrische Steuervorrichtung (**200**) zur Steuerung der Drucksteuerventile (**58, 60, 62, 64**);

ein erstes Umschaltventil (**50**) mit einem ersten Eingang, der mit einem Ausgang des Drucksteuerventils (**58**) für das erste Vorderrad (**22**) verbunden ist, und einem zweiten Eingang, der im Falle eines Fehlers mit der ersten Druckkammer (**12a**) verbunden ist, und einem Ausgang, der mit dem Radbremszylinder (**26**) des ersten Vorderrades (**22**) verbunden ist;

ein zweites Umschaltventil (**52**) mit einem ersten Eingang, der mit einem Ausgang des Drucksteuerventils (**60**) für das zweite Vorderrad (**24**) verbunden ist, einem zweiten Eingang, der im Falle eines Fehlers mit der zweiten Druckkammer (**12b**) verbunden ist, und einem Ausgang, der mit dem Radbremszylinder (**28**) des zweiten Vorderrades (**24**) verbunden ist;

wobei die Umschaltventile (**50, 52**) von der Steuereinrichtung (**200**) derart gesteuert werden, dass im Normalbetrieb das jeweilige Druckeinstellventil (**58, 60**) über das jeweilige Umschaltventil (**50, 52**) mit dem zugeordneten Vorderradzylinder (**26, 28**) verbunden ist; und bei Auftreten eines Fehlers in der Bremsanlage die jeweilige Druckkammer (**12a, 12b**) des Hauptzylinders über das jeweilige Umschaltventil (**50, 52**) mit dem zugeordneten Radbremszylinder (**26, 28**) des Vorderrades (**22, 24**) verbunden ist.

2. Bremsanlage für Motorfahrzeuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltventile (**50, 52**) elektrisch angetrieben werden, und einen Flüssigkeitsaustausch zwischen dem Hauptbremszylinder (**12**) und den Radbremszylindern (**26, 28**) ermöglichen und einen Flüssigkeitsaustausch zwischen einer Primärbremsflüssigkeitsbereitstellungseinrichtung (**70, 80**) und den Radbremszylindern (**26, 28**) verhindern, wenn keine elektrische Leistung geliefert wird, und einen Flüssigkeitsaustausch zwischen dem Hauptbremszylinder (**12**) und den Radbremszylindern (**26, 28**) verhindern und einen Flüssigkeitsaustausch zwischen der Primärbremsflüssigkeitsbereitstellungseinrichtung (**70, 80**) und den Radbremszylindern (**26, 28**) erlauben, wenn elektrische Leistung geliefert wird.

3. Bremsanlage für Motorfahrzeuge nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch wenigstens einen Hubsimulator (**88, 90**) zum Aufnehmen von Bremsflüssigkeit, deren Menge einem Sekundärbremsflüssigkeitsdruck entspricht, der von einer der Druckkammern (**12a, 12b**) entwickelt wird.

4. Bremsanlage für Motorfahrzeuge nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch Umschalteinrichtungen (**84, 86**), die normalerweise einen Flüssigkeits-

austausch zwischen einer der Druckkammern (**12a, 12b**) und dem Hubsimulator (**88, 90**) erlauben und im Fall eines Fehlers im System einen Flüssigkeitsaustausch zwischen der einen Druckkammer (**12a, 12b**) und dem Hubsimulator (**88, 90**) verhindern und einen Flüssigkeitsaustausch zwischen der einen Druckkammer (**12a, 12b**) und dem Umschaltventil (**50, 52**) erlauben.

5. Bremssteuerungssystem, mit

- ersten Radbremszylindern (**26, 28**) zum Entwickeln und Anlegen einer Bremskraft an ein Paar erster Räder (**22, 24**);
- zweiten Radbremszylindern (**42, 44**) zum Entwickeln und Anlegen einer Bremskraft an ein Paar zweiter Räder (**38, 40**);
- Primärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (**70, 80**) zum Liefern eines Primärbremsflüssigkeitsdrucks an die ersten Radbremszylinder (**26, 28**) und die zweiten Radbremszylinder (**42, 44**);
- Sekundärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (**12**) zum Liefern eines Sekundärbremsflüssigkeitsdrucks nur an die ersten Radbremszylinder (**26, 28**);
- elektrisch gesteuerte Drucksteuerventile (**58, 60**) zum Einstellen von Bremsflüssigkeitsdruck in den entsprechenden Radbremszylindern (**26, 28**);
- Umschaltventile (**50, 52**), die stromabwärts der jeweiligen Drucksteuerventile (**58, 60**) angeordnet sind und im Normalfall einen Flüssigkeitsaustausch zwischen den Primärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (**70, 80**) und den ersten Radbremszylindern (**26, 28**) gestatten und im Fall eines Fehlers im System einen Flüssigkeitsaustausch zwischen den Sekundärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (**12**) und den ersten Radbremszylindern (**26, 28**) erlauben;
- einem einzelnen Hubsimulator (**88, 90**) zur Aufnahme von Bremsflüssigkeit, deren Menge dem Sekundärbremsflüssigkeitsdruck entspricht, die von der Sekundärbremsflüssigkeits-Druckbereitstellungseinrichtung (**12**) entwickelt wird; und
- einer einzelnen Umschalteinrichtung (**84, 86**), die im Normalfall einen Flüssigkeitsaustausch zwischen der Sekundärbremsflüssigkeits-Druckbereitstellungseinrichtung (**12**) und dem Hubsimulator (**88, 90**) erlaubt, und im Fall eines Fehlers im System einen Flüssigkeitsaustausch zwischen der Sekundärbremsflüssigkeits-Druckbereitstellungseinrichtung (**12**) und dem Hubsimulator (**88, 90**) verhindert und einen Flüssigkeitsaustausch zwischen den Sekundärbremsflüssigkeits-Druckbereitstellungseinrichtungen (**12**) und den Umschaltventilen (**50, 52**) erlaubt.

6. Bremssteuerungssystem, mit

- ersten Radbremszylindern (**26, 28**) zum Entwickeln und Anlegen einer Bremskraft an ein Paar erster Räder (**22, 24**);
- zweiten Radbremszylindern (**42, 44**) zum Entwickeln und Anlegen einer Bremskraft an ein Paar

zweiter Räder (38, 40);

- Primärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (70, 80) zum Liefern eines Primärbremsflüssigkeitsdrucks an die ersten Radbremszylinder (26, 28) und die zweiten Radbremszylinder (42, 44);
- ersten Sekundärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (12a) zum Liefern eines Sekundärbremsflüssigkeitsdrucks an die ersten Radbremszylinder (26, 28);
- zweiten Sekundärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (12b) zum Liefern des Sekundärbremsflüssigkeitsdrucks an die zweiten Radbremszylinder (42, 44);
- elektrisch gesteuerte Drucksteuerventile (58, 60, 62, 64) zum Einstellen von Bremsflüssigkeitsdruck in den entsprechenden Radbremszylindern (26, 28, 42, 44);
- ersten Umschaltventilen (54, 56), welche stromabwärts der Drucksteuerventile (58, 60, 62, 64) angeordnet sind und im Normalfall einen Flüssigkeitsaustausch zwischen den Primärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (70, 80) und den zweiten Radbremszylindern (42, 44) erlauben und im Fall eines Fehlers im System einen Flüssigkeitsaustausch zwischen den zweiten Sekundärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (12b) und den zweiten Radbremszylindern (42, 44) erlauben;
- einem einzelnen Hubsimulator (90) zum Aufnehmen einer Bremsflüssigkeit, deren Menge lediglich dem Sekundärbremsflüssigkeitsdruck entspricht, der von den zweiten Sekundärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (12b) entwickelt wird; und einer einzelnen Umschaltvorrichtung (86A), welche im Normalfall einen Flüssigkeitsaustausch zwischen den zweiten Sekundärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (12b) und dem Hubsimulator (90) erlaubt und im Fall eines Fehlers im System einen Flüssigkeitsaustausch zwischen den zweiten Sekundärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (12b) und dem Hubsimulator (90) verhindert.

dadurch gekennzeichnet, dass das Paar zweiter Räder ein Paar von Hinterrädern (38, 40) ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

7. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch zweite Umschaltventile (50, 52), die im Normalfall einen Flüssigkeitsaustausch zwischen den Primärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (70, 80) und den ersten Radbremszylindern (26, 28) erlauben und im Fall eines Fehlers im System einen Flüssigkeitsaustausch zwischen den ersten Sekundärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (12a) und den ersten Radbremszylindern (26, 28) erlauben.

8. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch ein Dosierventil (46), das zwischen den zweiten Sekundärbremsflüssigkeitsdruck-Bereitstellungseinrichtungen (12b) und der ersten Umschaltventile (54, 56) angeordnet ist.

9. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 6,

Fig. 1

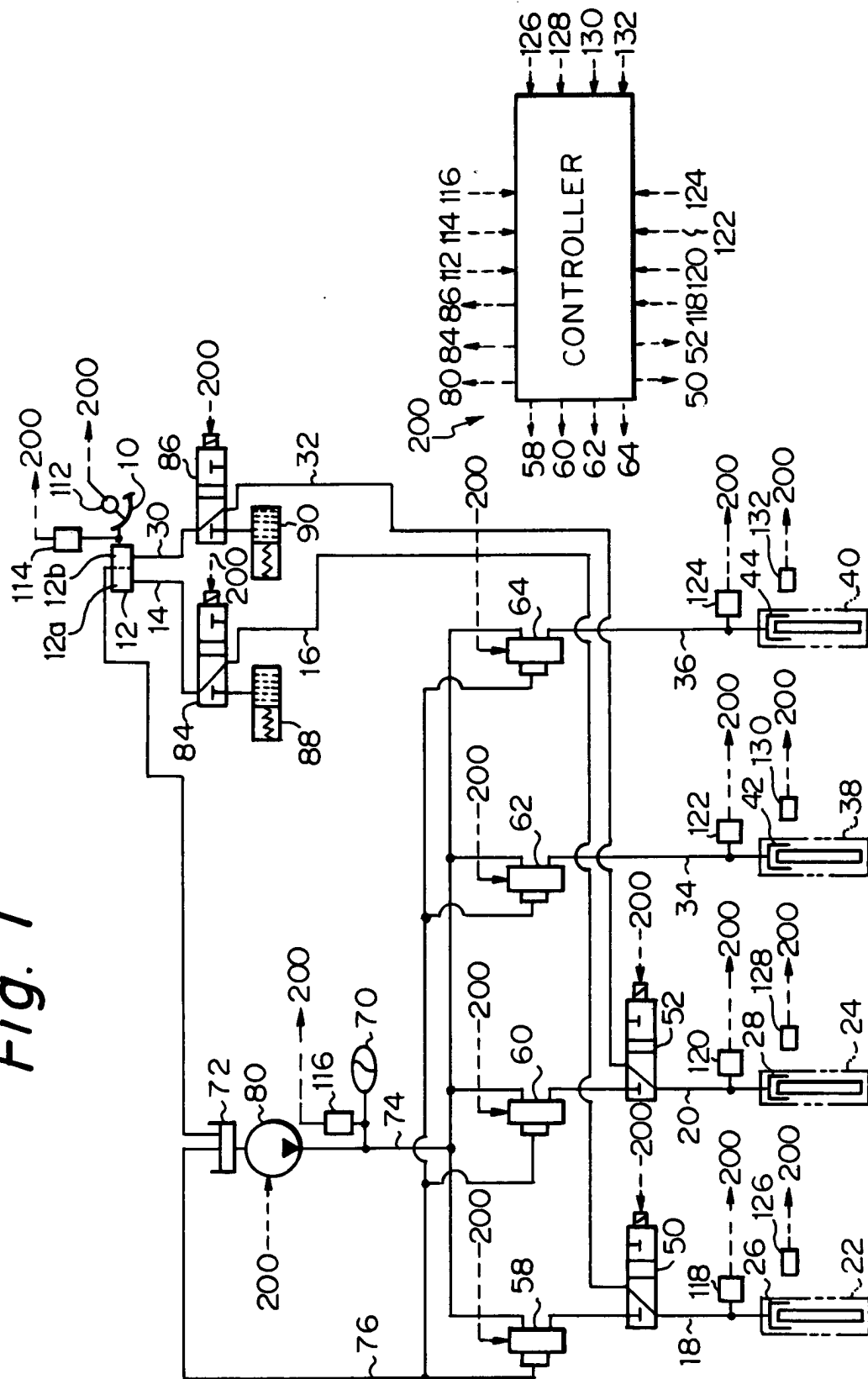


Fig. 2

