



(10) **DE 10 2004 032 680 B4** 2012.11.08

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 032 680.0**
(22) Anmeldetag: **06.07.2004**
(43) Offenlegungstag: **02.02.2006**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **08.11.2012**

(51) Int Cl.: **H02P 3/22 (2006.01)**
B60L 7/00 (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. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Siemens AG, 80333, München, DE

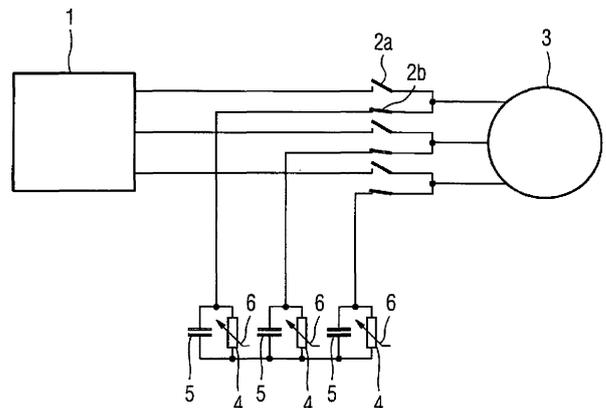
(72) Erfinder:
Fuchs, Andreas, Dr., 91056, Erlangen, DE;
Löwenstein, Lars, 91093, Heßdorf, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	101 60 612	A1
US	5 469 031	A
US	4 426 606	A
JP	62- 181 684	A
JP	3 173 376	A

(54) Bezeichnung: **Motorbremse für ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug**

(57) Hauptanspruch: Motorbremse für ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug, insbesondere für ein Schienenfahrzeug, mit einer permanent erregten Synchronmaschine (3), wobei Klemmen der Synchronmaschine (3) über Schalter (2b) mit Bremswiderständen (4) in Verbindung stehen und wobei mindestens zu einem der Bremswiderstände (4) ein Kondensator (5) parallel geschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, dass mit jeder Klemme der Synchronmaschine (3) ein Bremswiderstand (4) über einen Schalter (2b) in Verbindung steht und dass mindestens einer der Bremswiderstände (4) veränderlich ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Motorbremse für ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug, insbesondere für ein Schienenfahrzeug, mit einer permanent erregten Synchronmaschine, wobei Klemmen der Synchronmaschine über Schalter mit ein Bremsmoment erzeugenden Einrichtungen in Verbindung stehen und wobei mindestens zu einem der Bremswiderstände ein Kondensator parallel geschaltet ist.

[0002] Aus der DE 101 60 612 A1 ist ein Traktionsantrieb bekannt, bei dem eine permanent erregte Synchronmaschine zum Bremsen mit Bremswiderständen verbunden werden kann. Dazu werden die drei Phasen der Synchronmaschine, falls gebremst werden soll, mittels eines Umschalters statt mit einem im Fahrbetrieb vorgeschalteten Traktionsstromumrichter mit drei Bremswiderständen verbunden.

[0003] In der JP 62181684 A ist ein Synchronmotor offenbart, welcher bei Bedarf von dessen Steuerung abtrennbar und mit einer Bremseinrichtung verbindbar ist, die aus drei variablen Widerständen besteht.

[0004] Ein Abbremsen des Fahrzeugs mit der Motorbremse erfolgt dadurch, dass sich der Läufer der permanent erregten Synchronmaschine, solange sich das Fahrzeug weiter bewegt, dreht. Dabei wird in den Ständerwicklungen eine Spannung induziert. Im Ständerstromkreis angeordnete Bremswiderstände erzeugen dann ein Bremsmoment, das auf den Läufer wirkt. Die permanent erregte Synchronmaschine arbeitet dann als Generator. Das erzeugte Bremsmoment ist abhängig von der Drehzahl des Läufers und von der äußeren Beschaltung.

[0005] Die auf diese Weise realisierte Motorbremse reicht allein in der Regel nicht aus, um das Fahrzeug, das insbesondere ein Schienenfahrzeug ist, bis zum Anhalten abzubremsen. Es sind stets zusätzliche Bremssysteme erforderlich, die eingesetzt werden müssen.

[0006] Aus der US 4 426 606 A ist eine Bremsschaltung für einen bürstenlosen Motor bekannt. Dieser hat Klemmen, die zum Bremsen über Schalter mit Bremswiderständen und zu den Bremswiderständen parallel geschalteten Kondensatoren verbunden werden.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Motorbremse für ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug anzugeben, die bei gleicher Drehzahl des Läufers in der Synchronmaschine ein größeres Bremsmoment und damit eine verbesserte Bremswirkung als bisher möglich gewährleistet.

[0008] Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, dass mit jeder Klemme der Synchron-

maschine ein Bremswiderstand über einen Schalter in Verbindung steht und dass mindestens einer der Bremswiderstände veränderlich ist.

[0009] Es hat sich herausgestellt, dass bei der bekannten Schaltung die verfügbare Bremsleistung durch die Induktivität der Synchronmaschine begrenzt wird. Dabei sinkt die Bremsleistung mit steigender Induktivität. Andererseits ist für einen gewünschten hohen Wirkungsgrad der Synchronmaschine eine hohe Induktivität notwendig, was eine zu große Anlage erfordert.

[0010] Mit den parallel zu den ein Bremsmoment erzeugenden Einrichtungen geschalteten Kondensatoren wird der Vorteil erzielt, dass selbst bei einer hohen Induktivität der Synchronmaschine bei gleicher Drehzahl ein höheres Bremsmoment erzielt wird als ohne die parallel geschalteten Kondensatoren. Dabei wird die induktive Blindleistung der Maschine durch die kapazitive Blindleistung der Kondensatoren kompensiert.

[0011] Mit der Motorbremse gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 wird also der besondere Vorteil erzielt, dass man ohne konstruktive Beschränkungen beim Bau der Synchronmaschine ein deutlich erhöhtes Bremsmoment gegenüber bekannten Motorbremsen erreichen kann. Es ist bei der permanent erregten Synchronmaschine aber im Vergleich zur Asynchronmaschine keine umfangreiche Kondensatorbatterie nötig. Aufgrund der geringeren Anzahl der Bauteile kann es in einem Fahrzeug, das Erschütterungen ausgesetzt ist, weniger oft zu Schäden kommen.

[0012] Vorteilhaft wird die Bremsleistung durch die Kondensatoren soweit erhöht, dass eine vollwertige mechanische Bremse entfallen kann. Zusätzliche Bremsen sind dann nur noch als redundante Bremssysteme und zum Bremsen bei kleinen Geschwindigkeiten und beim Halten nötig.

[0013] Die Motorbremse nach der Erfindung eignet sich besonders für Schienenfahrzeuge.

[0014] Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass mit jeder Klemme der Synchronmaschine ein Bremswiderstand über einen Schalter in Verbindung steht, wodurch eine besonders kostengünstige Motorbremse gegeben ist.

[0015] Ferner ist mindestens einer der Bremswiderstände veränderlich. Aufgrund der permanentmagnetischen Erregung ist die Drehzahl des Läufers direkt mit der induzierten Spannung der Synchronmaschine verknüpft. Von der induzierten Spannung und der Beschaltung hängt der Statorstrom ab, durch den das Bremsmoment beeinflusst wird. Für ein annähernd konstantes Bremsmoment über den möglichen

Drehzahlbereich ist die äußere Beschaltung entsprechend zu ändern. Alle weiteren Größen sind nämlich nicht betrieblich beeinflussbar. Folglich ist im unteren Drehzahlbereich ein kleinerer Widerstand auszuwählen als im oberen Drehzahlbereich, um einem bedingt durch den Rückgang der induzierten Spannung verursachten Rückgang des Stromes und damit des Bremsmomentes entgegenzuwirken.

[0016] Mit dem Einsatz veränderlicher Bremswiderstände wird also der Vorteil erzielt, dass die Widerstände die von der Drehzahl des Läufers in der Synchronmaschine für ein optimales Bremsmoment vorgegebenen Widerstandswerte annehmen können.

[0017] Die Bremswiderstände sind beispielsweise elektrisch im Stern geschaltet.

[0018] Nach einem anderen Beispiel sind die Bremswiderstände elektrisch im Dreieck geschaltet. Damit wird der Vorteil erzielt, dass für den Fall, dass ein Widerstand ausfällt, weil beispielsweise eine elektrische Verbindung unterbrochen ist, weiterhin statt der Hälfte mindestens zwei Drittel der Bremsleistung verfügbar ist.

[0019] Es steht stets das maximale Bremsmoment zur Verfügung.

[0020] Beispielsweise besteht mindestens einer der Bremswiderstände aus Teilwiderständen, denen ein Schaltelement zugeordnet ist zum Verbinden aller oder einer Teilmenge der Teilwiderstände mit den Klemmen der Synchronmaschine.

[0021] Beispielsweise ist das Schaltelement eine elektronische Baugruppe.

[0022] Das Schaltelement kann als Hardware oder als Software realisiert sein.

[0023] Beispielsweise ist die elektronische Baugruppe ein Analogregler, dem ein Gleichrichter nachgeschaltet ist. Dadurch wird die Verfügbarkeit gesteigert.

[0024] Beispielsweise kann das Schaltelement ein Halbleiterschalter sein, der ohnehin vorhanden ist, z. B. in einem Pulswechselrichter.

[0025] Beispielsweise ist der mindestens eine Bremswiderstand ein Potentiometer. Bei einem Potentiometer sind vorteilhaft durch einen verschiebbaren Abgriff unterschiedliche Widerstandswerte realisierbar.

[0026] Eine maximale Bremsleistung kann auch durch einen geregelten Kurzschluss der Phasen der Synchronmaschine bewirkt werden. Das würde dann einem sehr kleinen Bremswiderstand entsprechen.

[0027] Mit der Motorbremse nach der Erfindung wird insbesondere der Vorteil erzielt, dass stets eine ausreichend hohe Bremsleistung zur Verfügung steht, so dass in der Regel kein vollwertiges mechanisches Bremssystem benötigt wird, um das Fahrzeug, das insbesondere ein Schienenfahrzeug ist, abzubremesen.

[0028] Ein Ausführungsbeispiel der Motorbremse nach der Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert:

Die Zeichnung zeigt eine Motorbremse nach der Erfindung mit parallel zu veränderlichen Bremswiderständen angeordneten Kondensatoren.

[0029] Einem Traktionsstromumrichter **1**, der wenigstens einen Pulsstromumrichter aufweist, ist über Umschalter oder über erste Schalter **2a** von Schalterkombinationen eine permanent erregte Synchronmaschine **3** nachgeschaltet. Es befindet sich jeweils einer von drei ersten Schaltern **2a** in den drei Phasen der permanent erregten Synchronmaschine **3**. Durch die Schalterkombinationen ist jede Phase der permanent erregten Synchronmaschine **3** entweder für den Fahrbetrieb über die ersten Schalter **2a** mit dem Traktionsstromumrichter **1** verbunden oder für den Bremsbetrieb über zweite Schalter **2b** der Schalterkombination mit Bremswiderständen **4**.

[0030] Der erste der beiden Schalter **2a** einer Schalterkombination befindet sich für jede Phase in der Verbindungsleitung vom Traktionsstromumrichter **1** zur permanent erregten Synchronmaschine **3**. Der zweite der beiden Schalter **2b** befindet sich in der Leitung, die an einem Abzweigungspunkt zwischen dem ersten Schalter **2a** und der permanent erregten Synchronmaschine **3** von der Verbindungsleitung abzweigt und zu den Bremswiderständen **4** führt.

[0031] Die beiden Schalter **2a**, **2b** öffnen und schließen gegenseitig. Dadurch ist wie beim Umschalter die permanent erregte Synchronmaschine **3** entweder für den Fahrbetrieb mit dem Traktionsstromumrichter **1** oder für den Bremsbetrieb mit den Bremswiderständen **4** verbunden.

[0032] Während des Bremsvorganges wird durch den sich noch drehenden Läufer der permanent erregten Synchronmaschine **3** im Ständer ein Strom induziert, der über die Bremswiderstände **4** fließt und dadurch ein Bremsmoment in der permanent erregten Synchronmaschine **3** erzeugt.

[0033] Bei gleich bleibend hohem Wirkungsgrad der Synchronmaschine **3** und ohne konstruktiven Aufwand erzielt man ein höheres Bremsmoment bzw. eine höhere Bremsleistung, durch parallel zu den Bremswiderständen **4** geschaltete Kondensatoren **5**. Durch die Kondensatoren **5** wird die Induktivität der

Bremsanordnung reduziert und ein erhöhtes Bremsmoment bewirkt.

[0034] Um unabhängig von der Drehzahl des Läufers in der Synchronmaschine **3** stets ein optimales Bremsmoment zu erzielen, sind die Bremswiderstände **4** variabel, z. B. in der Form von Potentiometern **6**, aufgebaut. In Verbindung mit einer geeigneten automatischen Steuerung des Potentiometers **6** oder in Verbindung mit einem anderen Schaltelement zum Verändern der Widerstandswerte der Bremswiderstände **4** kann dann bei kleiner Drehzahl des Läufers ein kleinerer Bremswiderstand bereit gestellt werden, als bei einer großen Drehzahl. Dadurch wird drehzahlabhängig das verfügbare Bremsmoment optimiert.

[0035] Es wird der Vorteil erzielt, dass ein optimales Abbremsen des Fahrzeugs bei gleichzeitig hohem Wirkungsgrad des Antriebes möglich ist und dass außerdem die Wirkung der Motorbremse unabhängig von der momentanen Drehzahl des Läufers in der Synchronmaschine **3** stets relativ groß ist.

6. Motorbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Bremswiderstand (**4**) ein Potentiometer (**6**) ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Patentansprüche

1. Motorbremse für ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug, insbesondere für ein Schienenfahrzeug, mit einer permanent erregten Synchronmaschine (**3**), wobei Klemmen der Synchronmaschine (**3**) über Schalter (**2b**) mit Bremswiderständen (**4**) in Verbindung stehen und wobei mindestens zu einem der Bremswiderstände (**4**) ein Kondensator (**5**) parallel geschaltet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit jeder Klemme der Synchronmaschine (**3**) ein Bremswiderstand (**4**) über einen Schalter (**2b**) in Verbindung steht und dass mindestens einer der Bremswiderstände (**4**) veränderlich ist.

2. Motorbremse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremswiderstände (**4**) elektrisch im Stern geschaltet sind.

3. Motorbremse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremswiderstände (**4**) elektrisch im Dreieck geschaltet sind.

4. Motorbremse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Bremswiderstände (**4**) aus Teilwiderständen besteht, denen ein Schaltelement zugeordnet ist zum Verbinden aller oder einer Teilmenge der Teilwiderstände mit den Klemmen der Synchronmaschine (**3**).

5. Motorbremse nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltelement eine elektronische Baugruppe ist.

Anhängende Zeichnungen

