



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

214 341

Int.Cl.³

3(51)

B 60 L 11/00

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 60 L/ 2488 440

(22) 16.03.83

(44) 10.10.84

(71) ADW DER DDR; BERLIN, DD

(72) FRIEDRICH, HERBERT, DR. RER. NAT. DIPL.-PHYS.; DD;

(54) **FAHRDRAHTFREIE ELEKTROTRAKTION**

(57) Die Erfindung wird angewendet bei einem fahrdrahtfreien Elektrotraktionsbetrieb, insbesondere bei der Eisenbahn. Ziel der Erfindung ist ein Einsatz von Elektrolokomotiven, die an mit Fahrdraht ausgerüstete Strecken gebunden sind, auch auf fahrdrahtfreien Strecken. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß in einem an eine Elektrolokomotive angehängten Batteriewagen eine aus parallel geschalteten Gruppen hintereinander geschalteter Zellen bestehende Na-S-Batterie mit einer Gesamtspeicherkapazität von mindestens 3000 kWh und weitere Vorrichtungen u. a. zur Umwandlung der batterieabhängigen Gleichspannung, zum Rangieren, zur Motorsteuerung und zur Stromkopplung angeordnet sind.

Fahrdrahtfreie Elektrotraktion

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung wird angewendet bei einem fahrdrahtfreien Elektrotraktionsbetrieb, insbesondere bei der Eisenbahn.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Der Elektrotraktionsbetrieb sowohl schienengebundener als auch nichtschienengebundener (Autos, Straßen-Nutzfahrzeuge) Fahrzeuge findet bei der Bearbeitung des Problems der Umstellung auf Energieträger, die z.B. aus Kernenergie herstellbar sind und die in ihrer Anwendung umweltfreundlich sind, immer stärkere Beachtung. Die Zuführung der für den Elektrotraktionsbetrieb erforderlichen Elektroenergie über einen oder mehrere Fahrdrähte ist aufwendig und nur für ausreichend hohe Fahrstreckenbelastungen wirtschaftlich. Für Strecken bzw. Bahnen mit geringerer Belastung wird daher ein fahrdrahtfreier Elektrotraktionsbetrieb angestrebt.

In DE-OS 24 05 198 wird ein Transportsystem für den öffentlichen Nahverkehr beschrieben, bei dem das batteriebetriebene Fahrzeug mit Ni-Cd-Akkumulatoren ausgerüstet ist, die an in regelmäßigen, relativ kurzen Abständen entlang der Fahrstrecke angeordneten und entsprechend ausgerüsteten Haltestellen schnell wieder aufgeladen werden.

In der wissenschaftlichen Literatur werden auch Hochleistungsbatterien, z.B. Na-S-Batterien, zum Betreiben von Autos vorgestellt (Phys. Techn., vol. 12, 1981, 45 - 59 und Journal of Power Sources, 4 (1979), 101 - 143). Für den Betrieb von Per-

sonenkraftwagen sind diese Batterien jedoch weniger geeignet, da sie für die elektrochemische Reaktion eine Temperatur von 300 bis 350 °C erfordern und die Aufrechterhaltung dieser Betriebstemperatur die regelmäßige Benutzung derselben (Ladung, Entladung) oder eine Fremderwärmung, d.h. eine Regelung der Betriebstemperatur, erfordern.

Bekannt ist der fahrdrahtfreie Elektrotraktionsbetrieb (insbesondere von Triebwagen und Triebwagenzügen) im Gleichspannungsregime unter Verwendung von Pb-Akkumulatoren mit Elektroenergiespeichern von 20 bis 30 Wh/kg (z.B. dargestellt in Phys. Techn., vol. 12, 1981, 45 - 59 und Journal of Power Sources, 4 (1979), 101 - 143). Durch die Verwendung von Pb-Akkumulatoren wird der fahrdrahtfreie Betrieb speziell für diesen Zweck konstruierter und gefertigter Fahrzeuge (Triebwagen, Lokomotiven kleinerer Leistung) und Fahrzeuggruppen (Triebwagenzüge) möglich. Die erreichbaren technischen Parameter, vor allem der mögliche Aktionsradius, die Traktionsleistung und die mittlere Fahrgeschwindigkeit sind jedoch begrenzt, da zum Erbringen der erforderlichen Energie das Mitführen einer Batterie mit sehr großem Gewicht notwendig ist.

Elektrolokomotiven werden üblicherweise mit einer Fahrdrahtspannung von 15 kV (zulässige Abweichung vom Nennwert: +15 %, -20 %) und einer Frequenz von 16 2/3 Hz betrieben und sind demzufolge an mit Fahrdraht ausgerüstete Strecken gebunden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist ein Einsatz von Elektrolokomotiven, die an mit Fahrdraht ausgerüstete Strecken gebunden sind, auch auf fahrdrahtfreien Strecken.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, elektrisch angetriebenen Schienenfahrzeugen der Eisenbahn fahrdrahtfrei Elektroenergie einer ausreichenden Leistung über eine hinreichend lange Zeit zuzuleiten, wobei kommerziell eingesetzte Elektrolokomotiven mit leistungselektronischer Steuerung der Fahrmotoren Verwendung finden sollen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß in einem an eine Elektrolokomotive angehängten Batteriewagen eine aus parallel geschalteten Gruppen hintereinander geschalteter Zellen bestehende Na-S-Batterie mit einer Gesamtspeicherkapazität von mindestens 3000 kWh, eine Vorrichtung zur Aufrechterhaltung der Betriebsparameter dieser Batterie, eine Einrichtung zur Umwandlung der batterieabhängigen Gleichspannung in eine Wechselspannung, deren Parameter denen der aus dem Fahrdraht entnommenen Wechselspannung entsprechen, ein Ladegleichrichter zum Aufladen der Batterie während der Fahrt, ein Motor zur Fortbewegung beim Rangieren, eine Steuerung dieses Motors und eine Stromkopplungsmöglichkeit für beide Fahrtrichtungen angeordnet sind. Die Zellen der Na-S-Batterien besitzen eine auf das Gewicht bezogene spezifische Speicherkapazität von ca. 100 Wh/kg oder darüber.

Der an die Elektrolokomotive angehängte Batteriewagen ist so ausgestaltet, daß er auch rückstoßen kann, d.h. in beide Richtungen beweglich ist.

Die auf dem Batteriewagen installierte Speicherkapazität ist so bemessen, daß sie für die Fahrt auf Streckenabschnitten zwischen an elektrifizierten Strecken gelegenen Ausgangs- und Zielbahnhof mit einer Länge bis zu 200 km sowie für die Hin- und Rückfahrt auf Stichbahnstrecken mit einer Länge bis zu 100 km für die Hin- und Rückfahrt einschließlich der Heizung und Beleuchtung von Reisezügen ausreicht, ohne daß unterwegs vor Rückkehr zum Ausgangsbahnhof ein Nachladen der Batterie in aufwendigen Ladestationen auf Unterwegsbahnhöfen oder am Endbahnhof der Stichbahnstrecke erfolgen muß. Beleuchtung und Heizung von Reisezügen ist dabei auch während nicht planbarer Standzeiten gewährleistet.

Nach Verbrauch der in der Na-S-Batterie gespeicherten Energie erfolgt der Austausch eines entladenen Batteriewagens gegen einen aufgeladenen oder die Nachladung des entladenen Speichers im Batteriewagen im Zugverband während des Fahrdrahtbetriebes bzw. mit billigem Nachtstrom.

Die Einspeisung der von der Batterie gelieferten Fahrdraht-

wechselspannung erfolgt an der Primärseite des Fahrtransformators der üblichen Elektrolokomotive, wozu außer einer Stromkopplung keine Umrüstung an der Elektrolokomotive notwendig ist.

Die Ruhespannung einer Na-S-Batteriezelle variiert mit zunehmender Entladung zwischen 2,08 V und 1,76 V. Diese Variation ist geringer als die zulässigen Abweichungen der Fahrleitungsspannung vom Nennwert in Höhe von +15 % bzw. -20 % bei $16 \frac{2}{3}$ Hz-Einphasenwechselstrombahnen, so daß das Übersetzungsverhältnis des Transformators auf dem Batteriewagen während des Entladebetriebes nicht geändert werden muß.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung ist die fahrdrahtfreie Elektrotraktion von Reise- und Güterzügen auf nicht elektrifizierten Eisenbahnstreckenabschnitten mit elektrisch angetriebenen Triebfahrzeugen üblicher Baureihen möglich. Die Umstellung auf umweltfreundliche und energiewirtschaftliche Gebrauchsenenergieträger ist mit vertretbarem wirtschaftlichen Aufwand durchführbar, da u.a. die Ausgangsstoffe der Na-S-Batterien in ausreichenden Mengen verfügbar sind, die Batterien einen hohen Wirkungsgrad besitzen und die Ausgangsstoffe für Na-S-Batterien billiger sind als die Ausgangsstoffe für Pb-Akkumulatoren.

Der im Verbund mit der Elektrolokomotive mitgeführte Batteriewagen enthält eine aus einer Anzahl n parallelgeschalteter Gruppen von jeweils 500 hintereinandergeschalteten Zellen bestehende Na-S-Batterie. Die Zahl n der parallel geschalteten Gruppen hintereinandergeschalteter Zellen wird durch die Speicherkapazität aller im Batteriewagen untergebrachten Batterien bestimmt, die 3000 kWh oder mehr betragen soll. Bei einem auf das Gewicht bezogenen spezifischen Speichervermögen der Na-S-Batterien von 100 Wh/kg beträgt das insgesamt mitzuführende Batteriegewicht etwa 30 000 kg. Außerdem sind im Batteriewagen eine Vorrichtung zur Kontrolle und Aufrechterhaltung der Betriebsparameter der Batterie, eine Einrichtung zur Umwandlung der batterieabhängigen Gleichspannung in Fahrdrahtwechselspannung, ein Ladegleichrichter, ein Hilfsmotor, eine Steuerung

für diesen und eine Stromkopplungsmöglichkeit für beide Fahrtrichtungen angeordnet. Das für den Feststoffelektrolyten bei Na-S-Batterien verwendete β -Na-Aluminat hat mit 207 bis 275 MPa eine ausreichende Bruchfestigkeit. Die erforderliche Sicherheit gegen die Bruchzerstörung der β -Na-Aluminat-Keramik-Behälter der Batterie wird durch zusätzliche Vorrichtungen (Federung, Stoßdämpfung) erreicht, die insbesondere größere auftretende Vertikalbeschleunigungen begrenzen. Das Gesamtgewicht dieser Vorrichtungen, der oben genannten elektrotechnischen Vorrichtungen, der Kontroll- und Sicherheitsvorrichtungen sowie der Wärmeisolierung der Batterie, die die Aufrechterhaltung der Betriebstemperatur derselben bei 300 bis 350 °C gewährleistet, überschreitet 20 000 kg nicht. Beim vorgesehenen Batteriegewicht von 30 000 kg überschreitet daher der Batteriewagen bei 4 bis 6achsiger Ausführung die Streckenbelastung von 18 000 kg Achslast (6400 kg/m) nicht. Die hohe Strombelastbarkeit des Na-S-Batteriesystems, dessen spezifische Leistung bei oder oberhalb 100 W/kg liegt, gestattet (kurzzeitig) den Betrieb der Traktionseinheit mit einer Leistung von 3000 kW beim vorgesehenen Gesamtbatteriegewicht von 30 000 kg, wodurch ein hohes Beschleunigungsvermögen bei Anfahrvorgängen gewährleistet ist.

Die erfindungsgemäße Ausführung kann besonders auf Streckenabschnitten zwischen an elektrifizierten Strecken gelegenen Ausgangs- und Zielbahnhof, die nicht länger als 200 km sind, sowie auf Stichbahnstrecken mit einer Länge bis zu 100 km angewendet werden, auf denen der spezifische Energieverbrauch durch die dort in der Regel auf Werte bei oder unter 80 km/h begrenzten Fahrgeschwindigkeiten relativ gering ist. Die auf dem Batteriewagen mitführbare Elektroenergiemenge ist dann ausreichend für die Traktion auf solchen Strecken üblicher Anhängelasten.

Erfindungsanspruch

Fahrdrahtfreie Elektrotraktion für an Fahrdraht gebundene Elektrolokomotiven, gekennzeichnet dadurch, daß in einem an die Elektrolokomotive angehängten Batteriewagen eine Hochleistungsbatterie, insbesondere eine Na-S-Batterie mit einer Speicherkapazität von mindestens 3000 kWh, eine Vorrichtung zur Aufrechterhaltung der Betriebsparameter dieser Batterie, eine Einrichtung zur Umwandlung der batterieabhängigen Gleichspannung in eine Wechselspannung, deren Parameter denen der aus dem Fahrdraht entnommenen Wechselspannung entsprechen, ein Ladegleichrichter zum Aufladen der Batterie während der Fahrt, ein Motor zur Fortbewegung beim Rangieren, eine Steuerung dieses Motors und eine Stromkopplungsmöglichkeit für beide Fahrtrichtungen angeordnet sind.