



BUNDESPATENTGERICHT

19 W (pat) 103/09

(Aktenzeichen)

Verkündet am
13. August 2012

...

BESCHLUSS

In der Beschwerdesache

...

betreffend die Patentanmeldung 10 2007 015 302.5-32

hat der 19. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 13. August 2012 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dipl.-Phys. Dr. Hartung, des Richters Dr.-Ing. Kaminski, der Richterin Kirschneck und des Richters Dr.-Ing. Scholz

beschlossen:

Auf die Beschwerde der Anmelderin wird der Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse H 02 M des Deutschen Patent- und Markenamts vom 19. Dezember 2008 aufgehoben und das Patent erteilt.

Bezeichnung: Konverter, insbesondere für ein Ionentriebwerk

Anmeldetag: 27. März 2007.

Der Patenterteilung liegen folgende **Unterlagen** zugrunde:

Patentansprüche 1 bis 8 gemäß Hauptantrag sowie

angepasste Beschreibung, Seiten 1 bis 23, jeweils überreicht in der mündlichen Verhandlung,

6 Blatt Zeichnungen, Figuren 1 bis 7, vom Anmeldetag.

Gründe

I.

Das Deutsche Patent- und Markenamt - Prüfungsstelle für Klasse H 02 M - hat die am 27. März 2007 eingereichte Anmeldung durch Beschluss vom 19. Dezember 2008 mit der Begründung zurückgewiesen, dass der Gegenstand des Patentanspruchs 1 gegenüber dem Stand der Technik nicht erfinderisch sei.

Gegen diesen Beschluss richtet sich die Beschwerde der Anmelderin. Sie hat in der mündlichen Verhandlung neue Unterlagen eingereicht und stellt den Antrag:

den Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse H 02 M des Deutschen Patent- und Markenamts vom 19. Dezember 2008 aufzuheben und das nachgesuchte Patent mit folgenden Unterlagen zu erteilen:

Patentansprüche 1 bis 8 gemäß Hauptantrag sowie

angepasste Beschreibung, Seiten 1 bis 23, jeweils überreicht in der mündlichen Verhandlung,

6 Blatt Zeichnungen, Figuren 1 bis 7, vom Anmeldetag.

Der Anspruch 1 nach Hauptantrag lautet (mit einer eingefügten Gliederung):

Konverter, insbesondere für ein Ionentriebwerk,

- a) mit einer Brückenschaltung mit einem ersten und zweiten Brückenschaltungsanschluss,
- b) wobei die Brückenschaltung vier Schalter (S_A , S_B , S_C , S_D) mit je einem ersten und zweiten Anschluss umfasst,
- b1) wobei je der erste Anschluss eines ersten (S_A) und dritten (S_C) Schalters mit dem ersten Brückenschaltungsanschluss,

- b2) der zweite Anschluss des ersten Schalters (S_A) mit dem ersten Anschluss eines zweiten Schalters (S_B),
- b3) der zweite Anschluss des dritten Schalters (S_C) mit dem ersten Anschluss eines vierten Schalters (S_D)
- b4) und je der zweite Anschluss des zweiten und vierten Schalters (S_B , S_D) mit dem zweiten Brückenschaltungsanschluss verbunden ist,
- c) einer Speicherinduktivität (L_s)
- d) und einen Hochspannungstransformator (HVT) mit einer Primärwicklung und einer
 - d1) eine Mindestkapazität aufweisenden
Sekundärwicklung,
 - d2) wobei die Primärwicklung und die Speicherinduktivität (L_s) in Reihenschaltung mit dem zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_A) und dem ersten Anschluss des vierten Schalters (S_D)
 - d3) und die Sekundärwicklung mit einem Ausgang des Konverters verbunden ist, und
- e) einer Schaltersteuereinheit (SCU), die ausgebildet ist, um den vierten (S_D) Schalter um eine Steuerzeit (t_c), zeitlich verzögert gegenüber dem ersten Schalter (S_A), zu öffnen oder zu schließen,

- f) wobei zwischen der Primärwicklung des Hochspannungs-
transformators (HVT) und dem ersten Anschluss des vierten
Schalters (S_D) eine Hilfsinduktivität (L_K) geschaltet ist,
- g) und der Konverter zwei Dioden (D_x und D_y) aufweist, wobei die
Kathode der ersten Diode (D_x) zwischen die Primärwicklung
des Hochspannungstransformators (HVT) und den ersten An-
schluss des vierten Schalters (S_D) geschaltet und die Anode
der Diode (D_x) mit dem zweiten Brückenschaltungsanschluss
verbunden ist, und die Kathode der zweiten Diode (D_y) mit
dem ersten Brückenschaltungsanschluss verbunden und die
Anode der zweiten Diode (D_y) zwischen der Primärwicklung
und den ersten Anschluss des vierten Schalters (S_D) geschal-
tet ist,
- h) wobei die Speicherinduktivität (L_s) und Hilfsinduktivität (L_k)
derart bemessen sind, dass bei einer Kommutierung die Ver-
läufe der Ströme (I_s , I_k) durch die Speicherinduktivität (L_s) und
die Hilfsinduktivität (L_k) bis zum Nulldurchgang der beiden
Ströme (I_s , I_k) bis auf einen durch die Steuerzeit (t_c) vorgege-
benen zeitlichen Versatz praktisch identisch sind.

Wegen weiterer Einzelheiten wird auf den Akteninhalt verwiesen.

II.

Die statthafte und auch sonst zulässige Beschwerde hat mit dem geänderten Pa-
tentbegehren Erfolg.

1. Die Anmeldung betrifft einen Konverter, insbesondere für ein Ionentriebwerk. Ionentriebwerke benötigen der Anmeldebeschreibung zufolge zum Betrieb elektrische Spannungen im Bereich mehrerer 1000 V. Dabei stellen die Triebwerke keine rein ohmsche Last dar. Plasmaschwingungen könnten zu periodischen Impedanzänderungen bei gitterlosen Ionentriebwerken führen. Bei Typen mit Gitter könnten dort Entladungen auftreten die zu transienten Kurzschlüssen führen. Stand der Technik bei Convertern für Ionentriebwerke seien zweistufige Konzepte bestehend aus einem Vorregler und einer ungerungen vollresonanten Brückenschaltung. In der Beschreibungseinleitung werden auch einige einstufige Konzepte für Konverter zitiert. Allen Konzepten sei gemeinsam, dass sie mit der Wicklungskapazität des Hochspannungstransformators kompatibel sein müssen (S. 1, Abs. 2 und S. 2 der geltenden Beschreibung).

Als Aufgabe wird angegeben, einen verbesserten Konverter insbesondere für Ionentriebwerke vorzuschlagen. So soll die Erfindung eine Möglichkeit zur Spannungsumformung mit einem Konverter schaffen, die einerseits ein hohes Transformationsverhältnis und andererseits trotzdem eine einfache und damit leichte sowie kostengünstige Möglichkeit der Einstellung des Laststroms ermöglicht ohne dass eine hohe Welligkeit der Ausgangsspannung zu befürchten ist (geltende Beschreibung S. 3 Abs. 2).

Diese Aufgabe werde mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

2. Bei dieser Sachlage sieht der Senat einen Diplomingenieur (Univ.) der Fachrichtung Elektrotechnik mit Erfahrung in der Entwicklung von Convertern, insbesondere Hochspannungskonvertiern als Fachmann.

3. Einzelne Merkmale des Anspruchs 1 bedürfen näherer Erläuterung:

Die Speicherinduktivität wird in der Beschreibung auch als Speicherdrossel bezeichnet. Sie hat in Figur 1 ein eigenes Schaltsymbol, und auf Seite 10 Absatz 5 ist eine Reihenschaltung aus Speicherdrossel L_s , Transformator-Primärwicklung und Hilfsdrossel L_k erwähnt. Das lässt den Fachmann zunächst an ein vom Transformator getrenntes Bauteil denken. In Figur 3 ist jedoch ein sehr detailliertes Ersatzschaltbild für den Transformator gezeichnet, das sogar den häufig vernachlässigten Verlustwiderstand R_{Fe} für die Eisenverluste beinhaltet. In einem solch detaillierten Ersatzschaltbild ist die Streuinduktivität obligatorisch, und dafür kommt dort nur die Induktivität L_s infrage. Auch in den Formeln gemäß Seite 12, Absatz 5 bis Seite 16, Absatz 1 kommt stets nur die Induktivität L_s vor. Wäre dies zwingend eine vom Transformator baulich getrennte Induktivität, so müsste in allen Formen statt dessen $L_s + L_{streu}$ (für die dann zusätzliche, nicht vernachlässigbare Transformator-Streuinduktivität) erscheinen. Schließlich widerspricht auch das eigene Schaltsymbol in Figur 1 nicht dem Verständnis, dass L_s auch nur die Streuinduktivität des Transformators sein kann, denn auch die Wicklungskapazität C_r'' hat dort ein eigenes Schaltsymbol. Nach Überzeugung des Senats sieht der Fachmann deshalb in der Induktivität L_s letztlich nicht ausdrücklich ein eigenes Bauteil offenbart, jedoch auch nicht ausdrücklich ausgeschlossen. Für die Funktion der Schaltung und den Ablauf der Kommutierung hat diese Frage auch keine Bedeutung. In diesem Zusammenhang kommt es nur auf die Größe der Induktivität L_s , und nicht auf ihre bauliche Ausgestaltung an.

Nach Merkmal d2) ist die Primärwicklung und die Speicherinduktivität (L_s) in Reihenschaltung (auch) mit dem ersten Anschluss des vierten Schalters (S_D) verbunden. Der Fachmann versteht das mit Rücksicht auf Merkmal f) und das einzige Ausführungsbeispiel (Fig. 1) als indirekte Verbindung über die Hilfsinduktivität (L_k). Damit ist für den Fachmann auch klar, dass der Verbindungspunkt der Dioden D_x , D_y zwischen Hilfsinduktivität L_k und Transformator-Primärwicklung liegt. Der nach Merkmal g) formal auch mögliche Verbindungspunkt auf der rechten, den Schaltern S_C , S_D zugewandten Seite der Hilfsinduktivität L_k würde zu einer sinnlosen Parallelschaltung der Inversdioden der Schalter S_C , S_D mit den Dioden D_x bezie-

hungsweise Dy führen, und die als wesentlich beschriebene Aufteilung der Strompfade für I_s und I_k könnte nicht mehr stattfinden. Das schließt der Fachmann aus.

Der Beschreibung zufolge basiert die Erfindung unter anderem auf der Erkenntnis, dass durch ein zeitlich versetztes Öffnen bzw. Schließen von Schaltern innerhalb der Brückenschaltung sich Strompfade zyklisch aufteilen und wieder zusammenfügen, und dass der Kopplungspunkt durch den Zeitversatz beim Öffnen und Schließen der Schalter einstellbar ist. Dadurch lässt sich über die Einstellung des Kopplungspunkts auch der Betrag der erzeugten Hochspannung während der Spannungsumformung indirekt steuern (S. 3, Abs. 4 bis S. 3a, Abs. 1 der geltenden Beschreibung). Wie die Kommutierung im Einzelnen abläuft, ist in Figur 4 dargestellt. Wesentlich ist dabei, dass bei einer Kommutierung die Verläufe der Ströme (I_s , I_k) durch die Speicherinduktivität (L_s) und die Hilfsinduktivität (L_k) bis zum Nulldurchgang der beiden Ströme (I_s , I_k) bis auf einen durch die Steuerzeit (t_c) vorgegebenen zeitlichen Versatz praktisch identisch sind. (Merkmal h) des Anspruchs 1). Dieser zeitliche Versatz wird dann nicht durch den Anfangswert beeinflusst. Aus diesem Grund bleibt auch die Stromamplitude unbeeinflusst (S. 18, Abs. 2 der geltenden Beschreibung).

Aus der in Merkmal h) geforderten Gleichheit der Kurven für die Ströme I_s und I_k folgt, dass die zeitlichen Ableitungen der Ströme, die aus den Gleichungen auf Seite 13 "Abschnitt 2a" und Seite 16 "Abschnitt 3b" ableitbar sind, gleich sein müssen. Damit ergibt sich:

$$V_{out}/L_s = V_{zk}/L_k.$$

Der Senat folgt zwar den Ausführungen der Anmelderin, dass gewisse Abweichungen von dieser Gleichung möglich sind, ohne die grundsätzliche Funktion zu gefährden. Bei größeren Abweichungen sieht der Senat jedoch den als wesentlich erachteten Zusammenhang zwischen der Lage des Koppelpunkts und der Steuerzeit t_c nicht mehr als gegeben an, denn dann bildet sich der zeitliche Versatz t_c nicht mehr im Bereich des Koppelpunkts ab.

In dem Abschnitt 3a (Fig. 4) nach dem Nulldurchgang des Stromes I_s beginnt ein resonanter Umschwingvorgang, an dem die Elemente L_s und C_r beteiligt sind (S. 13, 14 "Abschnitt 3a"). Sie bestimmen die Dauer $1/2\omega$ (ω : letzte Formel auf S. 14, Z. 21) des maximal eine Sinushalbschwingung dauernden Umschwingvorgangs. Die Wicklungskapazität C_r'' darf einen Mindestwert nicht unterschreiten (Merkmal d1), und muss gegebenenfalls mit einer weiteren Kapazität C_r' zur Gesamtkapazität C_r ergänzt werden (S. 6, Abs. 2; S. 8, Abs. 3; Bezugszeichenliste, Anspruch 6). In dem Bereich des Umschwingvorgangs (Abschnitt 3a) liegt auch der Koppelpunkt. Damit gibt auch die Dauer des Umschwingvorgangs den Variationsbereich der Steuerzeit t_c (hier etwa 0 bis 1500 nsec nach Figur 5) an. Mit der Mindestkapazität ist auch für die Dauer des Umschwingvorgangs ein Mindestwert gegeben. Insoweit stellt das Merkmal d1) einen Zusammenhang zwischen dem (Mindest-) Variationsbereich der Steuerzeit t_c und der Kapazität C_r beziehungsweise C_r'' her, und liefert damit dem Fachmann einen Anhaltspunkt für den Mindestwert der Kapazität.

4. Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist ursprünglich offenbart.

Der Anspruch 1 setzt sich aus den ursprünglichen Ansprüchen 1, 3 und 4 zusammen, ergänzt um die Merkmale d1) und h) die auf Seite 6, Zeile 4 bis 9 und auf Seite 18, Zeile 5 bis 10 der ursprünglichen Unterlagen offenbart sind. Die Ansprüche 2 bis 8 entsprechen den ursprünglichen Ansprüchen 2, 5 bis 8, 10 und 11.

5. Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist neu.

Die US 5 198 969 (**E1**) zeigt einen Resonanzschaltwandler mit der gleichen Topologie, wie in der Anmeldung beansprucht. Die Streuinduktivität L_1 - in Figur 2 getrennt herausgezeichnet - entspricht dabei der anmeldungsgemäßen Speicherinduktivität L_s . Auch dort werden die Schalter zeitlich versetzt angesteuert. Der Steuerzeit t_c entspricht dabei die Zeit des passiven Zustands (Sp. 2, Z. 64 bis Sp. 3, Z. 14, Fig. 3). Die dort mehrfach erwähnte Verzögerungszeit t_d ist dagegen stets kleiner als die minimale Zeit des passiven Zustands (Sp. 4, Z. 64-66) und entspricht der in Figur 4 der Anmeldung dargestellten Totzeit t_d (S. 14, Abs. 1 der geltenden Beschreibung).

Damit ist mit den Worten des Anspruchs 1 bekannt ein:

Konverter,

- a) mit einer Brückenschaltung mit einem ersten und zweiten Brückenschaltungsanschluss,
- b) wobei die Brückenschaltung vier Schalter Q1-Q4 mit je einem ersten und zweiten Anschluss umfasst,
 - b1) wobei jeder erste Anschluss eines ersten Q1 und dritten Q3 Schalters mit dem ersten Brückenschaltungsanschluss,
 - b2) der zweite Anschluss des ersten Schalters Q1 mit dem ersten Anschluss eines zweiten Schalters Q2,
 - b3) der zweite Anschluss des dritten Schalters Q3 mit dem ersten Anschluss eines vierten Schalters Q4

- b4) und jeder zweite Anschluss des zweiten und vierten Schalters Q2,Q4 mit dem zweiten Brückenschaltungsanschluss verbunden ist,
- c) einer Speicherinduktivität L_1
- d_{teilw}) und einen transformator T mit einer Primärwicklung und einer
- d1_{teilw}) eine Wicklungskapazität aufweisenden (Sp. 8, Z. 43, Sp. 9, Z. 17 bis 23)
- Sekundärwicklung,
- d2) wobei die Primärwicklung L_m und die Speicherinduktivität L_1 in Reihenschaltung mit dem zweiten Anschluss des ersten Schalters Q1 und dem ersten Anschluss des vierten Schalters Q4 (Ersatzschaltbild Fig. 2)
- d3) und die Sekundärwicklung mit einem Ausgang V_0 des Konverters verbunden ist, und
- e) eine Schaltersteuereinheit, die ausgebildet ist, um den vierten Q4 Schalter um eine Steuerzeit (Passiv-Zeit), zeitlich verzögert gegenüber dem ersten Schalter Q1, zu öffnen oder zu schließen (Fig. 3, Sp. 2, Z. 64 bis Sp. 3, Z. 14).
- f) wobei zwischen der Primärwicklung des transformators T und dem ersten Anschluss des vierten Schalters Q4 eine Hilfsinduktivität L_c geschaltet ist,

- g) der Konverter zwei Dioden D5, D6 aufweist, wobei die Kathode der ersten Diode D6 zwischen die Primärwicklung des Transformators T und den ersten Anschluss des vierten Schalters Q4 geschaltet und die Anode der Diode D6 mit dem zweiten Brückenschaltungsanschluss verbunden ist, und die Kathode der zweiten Diode D5 mit dem ersten Brückenschaltungsanschluss verbunden und die Anode der zweiten Diode D5 zwischen der Primärwicklung und den ersten Anschluss des vierten Schalters Q4 geschaltet ist.

Im Unterschied zum Gegenstand des Anspruchs 1 ist dort kein Hochspannungstransformator und kein Mindestwert für die Wicklungskapazität vorgesehen. Im Unterschied zum Merkmal h), das in etwa gleich große Induktivitäten fordert ($L_s = L_k$ für $V_{zk} = V_{out}$), soll das Verhältnis von Hilfsinduktivität L_c zu Speicherinduktivität L_1 dort groß gewählt werden (Sp. 8, Z. 1 bis 3).

Die US 4 661 897 (**E3**) zeigt in Figur 6a eine Brücke mit einer Hilfsinduktivität L_1 , jedoch in einem anderen Kontext (zwei parallele Brücken, die zeitversetzt angesteuert werden und so eine Art Pulsweitenmodulation erzeugen; andere Kommutierungsart durch den Kondensator C3 in Reihe zum Transformator). Die weiteren noch im Verfahren befindlichen Druckschriften zeigen Schaltungen, die schon von der Topologie her mit der anmeldungsgemäßen Schaltung nicht vergleichbar sind. Sie liegen nach Überzeugung des Senats weiter ab.

6. Der Gegenstand des Anspruchs 1 beruht auch auf einer erfinderischen Tätigkeit (§ 4 PatG).

Ausgehend von der Anordnung nach US 5 198 969 (**E1**) könnte die Aufgabe darin gesehen werden, die Schaltung für Hochspannungsanwendungen zu ertüchtigen. Eine solche Ertüchtigung traut der Senat dem Fachmann zu. Die Anmelderin hat zwar zutreffend darauf hingewiesen, dass bei Hochspannungsanwendungen großes Gewicht auf die Spannungsanstiege, insbesondere bei den Dioden zu legen ist, und auch die Wicklungskapazität im Transformator besonders zu berücksichtigen ist. Beide Gesichtspunkte sind aber bereits in der US 5 198 969 (**E1**) angesprochen und berücksichtigt (Sp. 9, Z. 5 bis 28). Die US 5 198 969 (**E1**) zeigt auch die gleiche Schaltungstopologie wie die Anmeldung.

Dennoch ist der Senat davon überzeugt, dass die Kommutierung dort wesentlich anders abläuft als in der Anmeldung beschrieben.

In der US 5 198 969 (**E1**) werden nämlich zwei unterschiedliche Kommutierungsvorgänge beschrieben, der Übergang vom aktiven in den passiven Zustand ("leading leg transition") und der Übergang vom passiven in den aktiven Zustand ("trailing leg transition"; Sp. 3 Z. 15 bis Sp. 4 Z. 34). Den Grund hierfür sieht der Senat in der im Verhältnis zur Streuinduktivität L_1 großen Hilfsinduktivität L_c (Sp. 8, Z. 1 bis 3), sowie in der klein zu haltenden Wicklungskapazität (Sp. 9, Z. 17 bis 20). Der in Figur 4 der Anmeldung dargestellte Verlauf des Stroms I_k würde bei sehr großer Hilfsinduktivität L_k sehr flach verlaufen, und ein Koppelpunkt würde sich, wenn überhaupt, erst jenseits des Umschwingvorgangs (Abschnitt 3a) ergeben, zumal Letzterer mit der vergleichsweise kleinen Streuinduktivität (Sp. 8, Z. 1 bis 3 der **E1**) und Wicklungskapazität (Sp. 9, Z. 17 bis 20) sehr kurz wäre. Damit würde der in der Anmeldung beschriebene relativ langsame Kommutierungsvorgang in die dort beschriebenen zwei Kommutierungsvorgänge zerfallen. Die in der Anmeldung beschriebene Steuerung des Anfangsstroms I_a durch die Steuerzeit t_c wäre damit nicht mehr möglich. Es ist zwar davon auszugehen, dass auch dort die Spannung und der Strom über das Pulspausenverhältnis, also das Verhältnis der aktiven zur passiven Zeit, eingestellt wird. Der Wirkungsmechanismus ist aber der bei Pulsweitenmodulationen übliche, und nicht der in der Anmeldung beschriebe-

ne Mechanismus, für den die Streuinduktivität L_s etwa gleich der Hilfsinduktivität L_k sein muss, und die Wicklungskapazität C_r einen Mindestwert haben muss. Für diese in den Merkmalen d1) und g) beanspruchten Bemessungen gibt es im Stand der Technik keine Hinweise.

Um zur Vorrichtung nach Anspruch 1 zu kommen, bedurfte es somit erfinderischer Überlegungen.

7. Der Anspruch 1 ist somit ebenso wie die auf ihn rückbezogenen Patentansprüche 2 bis 8 patentfähig.

Dr. Hartung

Dr. Kaminski

Kirschneck

Dr. Scholz

Pü