

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>F02N 11/08</b>	<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/14402</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 16. März 2000 (16.03.00)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/06577</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 7. September 1999 (07.09.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 40 819.6      7. September 1998 (07.09.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): CONTINENTAL ISAD ELECTRONIC SYSTEMS GMBH &amp; CO. KG [DE/DE]; Justus-von-Liebig-Strasse 5, D-86899 Landsberg (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PELS, Thomas [DE/DE]; Kreuzstrasse 36, D-77855 Achern (DE).</p> <p>(74) Anwälte: LIPPICH, Wolfgang usw.; Samson &amp; Partner, Widenmayerstrasse 5, D-80538 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	

(54) **Title:** STARTER SYSTEM FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND METHOD FOR STARTING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

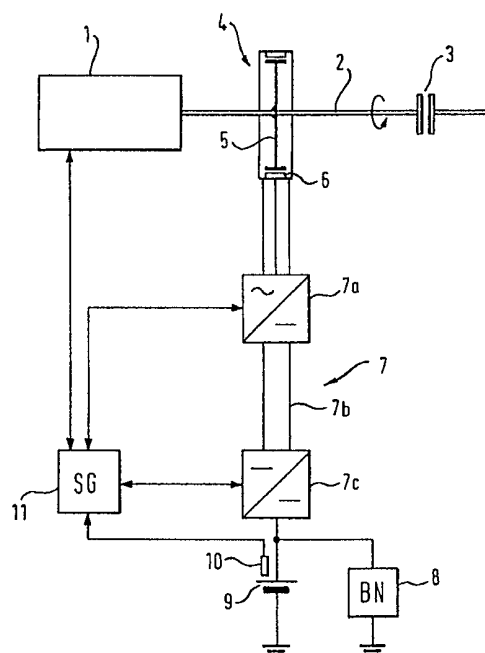
(54) **Bezeichnung:** STARTERSYSTEM FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR SOWIE VERFAHREN ZUM STARTEN EINES VERBRENNUNGSMOTORS

(57) **Abstract**

The invention relates to a starter system for an internal combustion engine (1), comprising an electric starter (4), a battery (9, 9') for said starter, a device for measuring the temperature of the starter battery (9, 9'), a functional electronic power unit (7c; 13) that actively regulates the value of the discharge current of the starter battery (9, 9') that is drawn in order to start the engine or prepare for the starting thereof, and a control device (11) that provides the functional unit (7c; 13) with the discharge current that is to be drawn, whereby the maximum discharge current value at low battery temperatures is lower than for high temperatures. The invention also relates to an associated method for starting an internal combustion engine (1).

(57) **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft ein Startersystem für einen Verbrennungsmotor (1), mit einem elektrischen Starter (4), einer Starterbatterie (9, 9'), einer Einrichtung (10) zur Messung der Temperatur der Starterbatterie (9, 9'), einer leistungselektronischen Funktionseinheit (7c; 13), die den Wert des der Starterbatterie (9, 9') zum Zweck des Startens oder der Startvorbereitung entnommenen Entladestroms aktiv einstellt; und einer Steuereinrichtung (11), die der Funktionseinheit (7c; 13) den einzustellenden Entladestromwert vorgibt, wobei bei tiefen Batterietemperaturen der maximale Entladestromwert niedriger als bei hohen Temperaturen liegt. Die Erfindung betrifft auch ein entsprechendes Verfahren zum Starten eines Verbrennungsmotors (1).



### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

**STARTERSYSTEM FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR  
SOWIE VERFAHREN ZUM STARTEN EINES VERBRENNUNGSMOTORS**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Startersystem für einen  
5 Verbrennungsmotor sowie ein Verfahren zum Starten eines Verbren-  
nungsmotors.

Herkömmliche Starter sind üblicherweise als Reihenschluß-Gleich-  
strommotoren ausgeführt. Ein Reihenschlußmotor wird üblicherweise  
10 deshalb gewählt, da diese Motorart ein relativ hohes Anzugsmoment  
zum "Losbrechen" des Verbrennungsmotors aufbringt. Dies hat al-  
lerdings zur Folge, daß bei aufzubringenden hohen Drehmomenten  
beträchtliche Ströme fließen.

15 Bei einem Kaltstart setzt der Verbrennungsmotor dem Starter durch  
die sehr hohen Scherkräfte des Motoröls ein beträchtliches Moment  
entgegen, so daß der Startstrom zu niedrigen Temperaturen hin  
stark ansteigt, so beispielsweise bei leistungsfähigen Startern  
für großvolumige Verbrennungsmotoren auf Werte bis zu mehreren 100  
20 A. Gleichzeitig steigt mit abnehmender Temperatur der Innenwider-  
stand der Starterbatterie an, was die entnehmbare Leistung bzw.  
den Entladestrom stark einschränkt. Aufgrund dieser beiden - sich  
in ihrer Wirkung verstärkenden - Effekte passiert es bei niedrigen  
Temperaturen nicht selten, daß die Starterbatterie bei einem  
25 gewünschten Kaltstart versagt, weil der vom Starter "geforderte"  
Entladestrom zu groß ist.

Im Stand der Technik sind eine Reihe von Vorschlägen bekannt, die  
ein sicheres Starten bei tiefen Temperaturen ermöglichen sollen.  
30 Viele dieser Vorschläge sehen einen zusätzlichen Kurzzeitspeicher  
in Form eines Kondensatorspeichers vor, welcher vor dem Startvor-  
gang langsam aufgeladen wird. Bei einigen dieser Vorschläge wird  
die Batterie und der vorgeladene Kondensator beim Starten par-  
allelgeschaltet, so daß beide Energiespeicher zum Startvorgang  
35 beitragen (JP 02175350 A (Isuzu) und JP 02175351 A (Isuzu)). Bei  
anderen Vorschlägen wird der Kondensatorspeicher für den Startvor-

gang von der Starterbatterie getrennt, das Starten erfolgt also vollständig mit der in ihm gespeicherten Energie (DE 41 35 025 A1 (Magneti Marelli) und US-PS 5 051 776 (Isuzu)). Bei weiteren Vorschlägen dieser Art wird die zum Starten benötigte Energie von dem Spannungsniveau der Starterbatterie (12V oder 24V) durch einen hochsetzenden Gleichspannungs-Gleichspannungs-Wandler (sog. Hochsetzsteller) zunächst auf ein höheres Spannungsniveau gebracht und in dem Kondensatorspeicher gespeichert (SO 1265388 A1 (Mosc Auto-mech) und EP 0 390 398 A1 (Isuzu)). Die höhere Spannung beim Starten bei gleichzeitig verringertem Entladestrom erlaubt, so die letztgenannten Vorschläge, ein sicheres Starten auch bei tiefen Temperaturen.

Aus der EP 0 403 051 A1 (Isuzu) ist es ferner bekannt, einen zum Speichern der Startenergie dienenden Kondensator nur bis zu einem bestimmten variablen Spannungspegel aufzuladen, der von der jeweils vorliegenden Temperatur des Motorkühlmittels abhängt.

Ferner gibt es eine Reihe von Vorschlägen, bei denen Temperaturen im Kraftfahrzeug erfaßt werden und die Steuerung elektrischer Vorgänge beeinflussen:

So ist es beispielsweise aus der EP 0 533 037 B1 (Magneti Marelli) bekannt, einen Kondensatorspeicher zur Speisung einer elektrischen Katalysatorheizung vorzusehen, wobei die Entnahme aus dem Speicher und damit der Grad der Beheizung temperaturabhängig gesteuert sind.

Auch wurde vorgeschlagen, die Temperatur der Fahrzeugbatterie zu messen und den Ladestrom mit Hilfe einer Änderung der Generatorerregung temperaturabhängig zu variieren; und zwar soll der Ladestrom zu tieferen Temperaturen hin erhöht werden. Dies soll offenbar dazu dienen, auch bei tiefen Temperaturen, wenn die Batterie "ladeunwilliger" ist, eine Erhöhung der Ladezeit zu vermeiden (DE 34 23 767 A1 (Bosch) und EP 0 621 990 B1 (Bosch)).

Um die Funktion anderer elektrischer Verbraucher - wie etwa der Zünd- und Einspritzanlage - trotz des starken Absinkens der elek-

trischen Versorgungsspannung beim Kaltstarten zu vermeiden, wurde ferner zur Konstanthaltung der Versorgungsspannung die Verwendung von Hochsetzstellern vorgeschlagen (EP 0 391 065 A2 (Bosch)).

- 5 Schließlich ist aus der WO 97/08456 (Clouth et al.) ein moderner Hochleistungsstarter auf der Basis einer Drehstrommaschine bekannt, wobei die Gleichspannung der Starterbatterie umgerichtet wird und im Rahmen dieser Umrichtung auf ein erhöhtes Spannungsniveau eines Gleichspannungs-Zwischenkreises hochgesetzt wird.  
10 Besondere Maßnahmen zur Gewährleistung eines sicheren Startens bei tiefen Temperaturen sind dort nicht erwähnt.

Aus der US-PS 5 325 042 ist ein Startersystem für eine Brennkraftmaschine in Form einer Turbine bekannt, mit einem elektrischen  
15 Starter, einer Starterbatterie, einer leistungselektronischen Funktionseinheit in Form eines Spannungsquellenumrichters, die den Wert des der Starterbatterie zum Zwecke des Startens entnommenen Stroms aktiv einstellt, und einer auf Pulsweitenmodulation beruhenden Steuereinrichtung, die der leistungselektronischen Funktionseinheit den einzustellenden Ladestrom vorgibt.  
20

Aus der DE 43 41 826 A1 ist es bekannt, bei einem Verbrennungsmotor mit Abschaltautomatik die Temperatur einer Starterbatterie mittels eines Sensors zu erfassen und einer Steuereinrichtung  
25 zuzuführen. In Abhängigkeit von dem gemessenen Temperaturwert wird entschieden, ob bei einem Ampelstop eine automatische Abschaltung des Verbrennungsmotors erfolgen darf oder nicht.

Aus IBM Technical Disclosure Bulletin Band 37, Nr. 6A, Juni 1994,  
30 S. 609-610 ist eine Batterielade- und -entladeschaltung für tragbare Geräte bekannt, bei der die Temperatur der Batterie erfasst und abhängig hiervon beim Entladen das Puls-Pausen-Verhältnis des Entladestroms, also dessen Mittelwert eingestellt wird. Bei tiefen Batterietemperaturen liegt dieser Wert höher als bei hohen.

35

Manche der eingangs erwähnten Vorschläge, z.B. derjenige von Mosc Automech, können einen Ausfall der Batterie bei gewünschten Tieftemperaturstarts vermeiden.

Die Erfindung hat zum Ziel, eine weitere Lösung dieses Problems anzugeben.

Gemäß Anspruch 1 stellt die Erfindung ein Startersystem für einen  
5 Verbrennungsmotor bereit, mit einem elektrischen Starter, einer  
Starterbatterie, einer Einrichtung zur Messung der Temperatur der  
Starterbatterie, einer leistungselektronischen Funktionseinheit,  
die den Wert des der Starterbatterie zum Zweck des Startens oder  
der Startvorbereitung entnommenen Entladestroms aktiv einstellt,  
10 und einer Steuereinrichtung, die der Funktionseinheit den ein-  
zustellenden Entladestromwert vorgibt, wobei bei tiefen Batterie-  
temperaturen der maximale Entladestromwert niedriger als bei hohen  
Temperaturen liegt. Mit anderen Worten wird also die Temperatur  
der Batterie - und damit indirekt deren Innenwiderstand - vor dem  
15 Start erfaßt und mit Hilfe dieses Wertes ein temperaturabhängiger  
zulässiger Entladestrom bestimmt. Diese Maßnahme vermeidet in der  
überwiegenden Zahl der Fälle einen Ausfall der Batterie bei tiefen  
Temperaturen und erhöht die Sicherheit beim Kaltstart. In den-  
jenigen Fällen, in denen kein zusätzlicher Kurzzeitspeicher oder  
20 ähnliches vorgesehen ist, steht dem Starter zwar nur eine be-  
schränkte elektrische Leistung zur Verfügung. In vielen Fällen, in  
denen herkömmlicherweise bereits ein Ausfall eintrat, wird diese  
beschränkte Leistung noch zum Starten ausreichen. In denjenigen  
Fällen, in denen der Start aufgrund der Leistungsbeschränkung den  
25 Verbrennungsmotor nicht mehr losbrechen kann, wird zumindest eine  
Entladung der Batterie durch den Startversuch vermieden, so daß  
wenigstens nach Aufheizen der Batterie noch ein Starten möglich  
ist.

30 Angemerkt sei noch, daß mit "Starterbatterie" nicht etwa gemeint  
ist, daß diese ausschließlich zum Starten dienen muß. Sie kann  
vielmehr, wie üblich bei Kraftfahrzeugen, neben dem Starter auch  
andere Verbraucher speisen.

35 Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angege-  
ben. Gemäß Anspruch 2 wird der Starter aus einer höheren Spannung  
als derjenigen der Starterbatterie (üblicherweise 12V oder 24V)  
gespeist. Ein Betrieb bei einer solchen höheren Spannung (z.B.

48V) erlaubt eine vorteilhaftere Konstruktion der Startermaschine. Zwischen den beiden Spannungsniveaus ist ein Hochsetzsteller geschaltet, welcher auch die Aufgabe der aktiven Einstellung des Entladestroms übernimmt.

5

Gemäß Anspruch 3 ist der Starter als Drehstrommaschine ausgebildet, deren Versorgungsspannung durch Wechselrichtung einer Gleichspannung eines Zwischenkreises gewonnen wird. Gemäß Anspruch 4 ist die oben erwähnte erhöhte Spannung die Zwischenkreisspannung. Der erwähnte Hochsetzsteller liegt dann zwischen der Starterbatterie und dem Zwischenkreis. Eine erhöhte Zwischenkreisspannung hat bei einem Drehstromstarter den Vorteil, daß die im Wechselrichter zwangsläufig auftretenden Verluste an den Halbleiterelementen geringer ausfallen.

15

Anspruch 5 betrifft den Fall, daß der Starterbatterie während des Startvorgangs Energie über den Hochsetzsteller entnommen wird. Eine Alternative beschreibt Anspruch 6, wobei neben der Starterbatterie wenigstens ein Kurzzeitspeicher vorhanden ist, welcher beim Startvorgang die gesamte oder einen Teil der Startenergie an den Starter liefert. Die Aufladung des Kurzzeitspeichers erfolgt als Startvorbereitung durch Entnahme aus der Starterbatterie. Die leistungselektronische Funktionseinheit ist zwischen Starterbatterie und Kurzzeitspeicher geschaltet und stellt den der Starterbatterie zwecks Kurzzeitspeicheraufladung entnommenen Stromwert aktiv ein. Auch eine Kombination beider Alternativen ist möglich, bei welcher der Kurzzeitspeicher nur unterstützend wirkt. Hierbei lädt die Starterbatterie zunächst startvorbereitend den Kurzzeitspeicher auf. Beim Startvorgang liefern dann beide Energie zum Starter. Unter Kurzzeitspeicher wird übrigens ein Speicher verstanden, der relativ zur speicherbaren Energiemenge hohe Leistungen abgeben kann, oder, anders ausgedrückt, schnell entladbar ist (in der Größenordnung von z.B. 0,1 bis 5 Minuten). Hierzu zählen beispielsweise Hochleistungskondensatoren, schnelle galvanische Elemente und Mischformen hiervon (z.B. sog. Ultra-Caps). Die Verwendung eines Kurzzeitspeichers hat noch einen weiteren Vorteil: in denjenigen Fällen, in denen die elektrische Leistung, die von der Starterbatterie an den Starter direkt abgegeben werden

kann, für den Startvorgang nicht mehr ausreicht, ist in den meisten Fällen in der Starterbatterie noch genügend Energie vorhanden, um den Kurzzeitspeicher ausreichend aufzuladen. Durch die Wirkung der leistungselektronischen Funktionseinheit erfolgt der Ladevorgang in Abhängigkeit von der Batterietemperatur, so daß die Ladezeit minimiert wird. Der Kurzzeitspeicher gibt dann nach Aufladung mit der erforderlichen Energie die zum Starten benötigte Leistung ab.

10 Gemäß Anspruch 7 wird der Kurzzeitspeicher auf eine höhere Spannung als diejenige der Starterbatterie aufgeladen. Gemäß Anspruch 8 ist diese höhere Spannung bei einem Startersystem gemäß Anspruch 4 um die erhöhte Zwischenkreisspannung oder einen in deren Nähe liegenden Wert erhöht. Bei dieser Ausgestaltung speist also der Kurzzeitspeicher ohne wesentliche Spannungsumsetzung direkt in den Zwischenkreis ein, was sich zugunsten der Sicherheit, Schnelligkeit und Effektivität des Startvorgangs auswirkt.

Eine andere Ausgestaltungsmöglichkeit eines Startersystems mit Drehstrommaschine gemäß Anspruch 3 ist in Anspruch 9 angegeben. Hier liegt die Starterbatterie (oder - bei mehreren Starterbatterien - eine der Starterbatterien) nicht auf dem üblichen Niederspannungsniveau (12V oder 24V), sondern auf dem erhöhten Zwischenkreisspannungsniveau (z.B. 48V). Deshalb wird diese Starterbatterie der Einfachheit halber nachfolgend auch "Hochspannungsbatterie" genannt. Da verschiedene Verbraucher eines Kraftfahrzeugs, insbesondere die Beleuchtung, im allgemeinen bei niedrigeren Spannungen vorteilhafter arbeiten, ist ein Niederspannungsteil des Bordnetzes vorgesehen, welches niedriger als die Zwischenkreisspannung liegt. Dieser Niederspannungsteil wird z.B. durch Spannungsherabsetzung aus der Starterbatterie im Zwischenkreis gespeist. Die leistungselektronische Funktionseinheit zur Einstellung des Entladestroms liegt z.B. zwischen der Hochspannungsstarterbatterie und dem Zwischenkreis. Bei anderen Ausführungsformen wird der zwischen Zwischenkreis und Wechselstrommaschine liegende Wechselrichter so gesteuert, daß nicht mehr als der vorgegebene Entladestrom aus dem Zwischenkreis in Wechselstrom umgesetzt wird. Hier ist also der



Wechselrichter gleichzeitig die leistungselektronische Funktionseinheit zur aktiven Einstellung des Entladestroms.

Die Erfindung ist auch auf ein Verfahren zum Starten eines Verbrennungsmotors gerichtet, welches einen elektrischen Starter, eine Starterbatterie und eine Einrichtung zur Messung der Temperatur der Starterbatterie aufweist. Das Verfahren besteht darin, daß die Temperatur der Starterbatterie gemessen wird, in Abhängigkeit von der gemessenen Batterietemperatur ein maximaler Entladestromwert, der bei niedrigen Temperaturen niedriger als bei hohen Temperaturen liegt, bestimmt wird und der der Starterbatterie zum Zweck des Startens oder der Startvorbereitung entnommene Entladestromwert aktiv so eingestellt wird, daß er den maximalen Entladestromwert nicht überschreitet.

15

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen und der angefügten Zeichnung näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 ein Diagramm des maximalen Entladestroms als Funktion der Batterietemperatur;
- Fig. 2 eine Schemadarstellung der wichtigsten Funktionseinheiten eines ersten Ausführungsbeispiels eines Startersystems;
- Fig. 3 eine der Fig. 2 entsprechende Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels;
- Fig. 4 eine der Fig. 2 entsprechende Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels;
- Fig. 5 ein Flußdiagramm eines Verfahrens zum Starten.

In den Figuren sind funktionsgleiche oder -ähnliche Teile mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Fig. 1 veranschaulicht die Abhängigkeit des Entladestroms von der Batterietemperatur, der bei den folgenden Ausführungsbeispielen der Starterbatterie durch entsprechende aktive Einstellung einer (unten noch näher erläuterten) leistungselektronischen Funktionseinheit beim Starten entnommen wird. Man erkennt, daß es sich um eine monoton steigende Funktion handelt, die also bei tiefen

Temperaturen relativ niedrige Werte hat und mit steigender Temperatur zunimmt. Die mit " $T_{\min}$ " und " $T_{\max}$ " gekennzeichneten Temperaturwerte sind diejenigen Grenzen der Batterietemperatur, für welche die Batterie betriebsfähig ist (also z.B.  $-30^{\circ}\text{C}$  und  $+80^{\circ}\text{C}$ ).

5

Das Startersystem gemäß Fig. 2 ist für ein Kraftfahrzeug, z.B. einen Personenkraftwagen, bestimmt. Es weist einen Verbrennungsmotor 1 auf, der Drehmoment über eine Antriebswelle 2 (z.B. die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 1), eine Kupplung 3 und weitere  
10 (nicht gezeigte) Teile eines Antriebsstrangs auf die Antriebsräder des Fahrzeugs abgibt. Bei der hier interessierenden Starterfunktion ist die Kupplung 3 geöffnet. Auf der Antriebswelle 2 sitzt eine als Starter dienende elektrische Maschine 4, hier eine Asynchron-Drehstrommaschine. Sie weist einen direkt koaxial auf der  
15 Antriebswelle 2 sitzenden und drehfest mit ihr verbundenen Läufer 5 sowie einen z.B. am Gehäuse des Verbrennungsmotors 1 abgestützten Ständer 6 auf. Der Starter 4 (sowie die unten näher beschriebenen Einrichtungen zu seiner Speisung und zur Energiespeicherung) sind so dimensioniert, daß der Verbrennungsmotor 1 vorzugsweise  
20 direkt (d.h. ohne Schwungradfunktion oder ähnliches) gestartet werden kann. Vorzugsweise ist auch keine Über- oder Untersetzung zwischen Starter 4 und Verbrennungsmotor 1 angeordnet, so daß beide permanent zusammenlaufen können. Die (nicht dargestellte) Wicklung des Ständers 6 wird durch einen Umrichter 7 mit elek-  
25 trischen Strömen und Spannungen praktisch frei einstellbarer Amplitude, Phase und Frequenz gespeist. Es handelt sich z.B. um einen Gleichspannungs-Zwischenkreis-Umrichter, welcher aus einer im wesentlichen konstanten Zwischenkreis-Gleichspannung mit Hilfe von elektronischen Schaltern z.B. sinusbewertete breitenmodulierte  
30 Pulse ausschneidet, die - gemittelt durch die Induktivität der elektrischen Maschine 4 - zu nahezu sinusförmigen Strömen der gewünschten Frequenz, Amplitude und Phase führen. Der Umrichter 7 ist im wesentlichen aus einem maschinenseitigen Wechselrichter 7a (einem Gleichspannungs-Wechselspannungs-Umrichter), einem Gleichspannungs-Zwischenkreis 7b und einem bordnetzseitigen Hochsetzsteller 7c (einem Gleichspannungs-Gleichspannungs-Wandler) aufge-  
35 baut. Der Hochsetzsteller 7c ist mit einem Fahrzeugbordnetz 8 und einer Starterbatterie 9 gekoppelt. Das Bordnetz 8 und die Starter-

batterie 9 liegen auf einem niedrigen Spannungsniveau, z.B. 12 oder 24V. Der Zwischenkreis 7b liegt demgegenüber auf einer erhöhten Spannung, die vorteilhafterweise im Bereich zwischen 40 und 350V liegt. Der Hochsetzsteller 7c dient dazu, die beim Starten der Starterbatterie 9 entnommene elektrische Energie von dem niedrigen Spannungsniveau auf das erhöhte Spannungsniveau des Zwischenkreises 7b hochzusetzen. Er fungiert gleichzeitig als Strombegrenzer, der gemäß Vorgabe einer (unten erläuterten) Steuereinrichtung verhindert, daß der hochgesetzte Strom (und damit der Entladestrom der Starterbatterie 9) einen jeweils vorgegebenen Wert überschreitet. Bei stehendem Verbrennungsmotor 1 versorgt die Starterbatterie 9 ggf. auch die Verbraucher des Fahrzeugbordnetzes 8. Bei laufendem Verbrennungsmotor 1 kann die elektrische Maschine 4 als Generator zur Ladung der Starterbatterie 9 und Versorgung des Fahrzeugbordnetzes 8 fungieren. Der Hochsetzsteller 7c ist daher als bidirektionaler Wandler ausgebildet, um einerseits für den Startvorgang (bzw. dessen Vorbereitung, Fig. 3) elektrische Energie aus der Starterbatterie 9 in den Zwischenkreis 7b bringen zu können, und um andererseits beim Generatorbetrieb Energie aus dem Zwischenkreis 7b auf die Niederspannungsseite zu überführen. Im letzteren Fall arbeitet er also als Tiefsetzsteller. Der Wechselrichter 7a wandelt im Motorbetrieb die Gleichspannung des Zwischenkreises 7b in Wechselspannung um, im Generatorbetrieb speist er die von der elektrischen Maschine 4 gelieferte Energie nach Gleichrichtung in den Zwischenkreis 7b ein. Ein (nicht gezeigter) Stützkondensator im Zwischenkreis ist in der Lage, Spannungspulse mit einer hohen Pulsfrequenz (vorteilhaft im Bereich von 20 kHz bis 100 kHz) mit der erforderlichen Flankensteilheit zu liefern. Die Starterbatterie 9, beispielsweise ein herkömmlicher Schwefelsäure-Blei-Akkumulator, ist mit einem Fühler 10 ausgerüstet, der die jeweils momentane Batterietemperatur mißt. Der Fühler weist beispielsweise ein Fühlerelement mit elektrischem Widerstandsmaterial mit positivem oder negativem Temperaturkoeffizienten (PTC bzw. NTC) auf, welches in Wärmeleitungskontakt mit einem oder mehreren elektrochemisch aktiven Elementen der Batterie 9 steht. Ein Steuergerät 10 erhält die vom Temperaturfühler 10 gelieferte temperaturbezogene Information, berechnet hieraus den Entladestrom, der maximal zulässig ist, um ein übermäßiges Ab-

sinken der Batteriespannung zu vermeiden, und gibt dem Hochsetzsteller 7c entsprechende Anweisung, keinen größeren Strom aus dem Niederspannungsniveau in den Zwischenkreis 7b hochzusetzen. Das Steuergerät 11 steuert daneben auch den Betrag der Spannungsher-  
5 aufsetzung des Hochsetzstellers 7c (und entsprechend, bei Generatorfunktion, den Betrag der Spannungsherabsetzung). Es steuert ferner den Wechselrichter 7a, indem es ihm Amplitude, Phase und Frequenz des an den Starter 4 zu liefernden Dreiphasenstroms vorgibt. Es kann hierzu Informationssignale von einem (nicht  
10 gezeigten) Drehwinkelgeber erhalten, aus denen es die momentane Winkelstellung und Drehzahl der Antriebswelle 2 ermitteln kann. Schließlich kann das Steuergerät 11 sämtliche Funktionen eines herkömmlichen Verbrennungsmotorsteuergeräts übernehmen (insbesondere Drosselklappensteuerung, Kraftstoffeinspritzsteuerung, Zündungssteuerung etc.).  
15

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 stimmt weitgehend mit dem von Fig. 2 überein, so daß zur Vermeidung von Wiederholungen hinsichtlich der Übereinstimmungen auf die obigen Ausführungen verwiesen  
20 wird. Der augenfälligste Unterschied besteht darin, daß bei Fig. 3 zusätzlich ein Kurzzeitspeicher 12, z.B. ein Kondensatorspeicher, vorgesehen ist, der - elektrisch gesehen - im Zwischenkreis 7b liegt. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist er elektrisch direkt mit dem Zwischenkreis gekoppelt, bei anderen (nicht gezeig-  
25 ten) Ausführungsbeispielen ist zwischen Kurzzeitspeicher 12 und Zwischenkreis 7b ein Stromsteuergerät geschaltet, welches die aktive Einstellung des aus dem oder in den Speicher 12 geführten Stroms erlaubt. Ein weiterer Unterschied zur Fig. 2 besteht in der Art und Weise, wie der Startvorgang durchgeführt wird. Und zwar  
30 läßt die Starterbatterie 9 zunächst im Rahmen der Startvorbereitung den Kurzzeitspeicher 12 auf. Hierbei begrenzt der Hochsetzsteller 7c in der oben erläuterten batterietemperaturabhängigen Weise den der Starterbatterie 9 entnommenen Strom (bei der oben genannten Ausführungsform mit Stromsteuereinrichtung zwischen  
35 Kurzzeitspeicher 12 und Zwischenkreis 7b kann selbstverständlich die Stromsteuereinrichtung diese Funktion übernehmen). Der eigentliche Start erfolgt dann unter Verwendung der im Kurzzeitspeicher 12 gespeicherten Energie. Bei vorteilhaften Ausführungsformen kann

die Starterbatterie 9 auch während des Startvorgangs einen Beitrag zur Startenergie liefern, wobei dieser Beitrag in der oben geschilderten batterietemperaturabhängigen Weise durch die Wirkung des Hochsetzstellers 7b begrenzt wird. Es versteht sich, daß das Steuergerät 11 bei Fig. 3 so ausgestaltet und programmiert ist, daß es die beschriebenen Funktionen der startvorbereitenden Aufladung des Kurzzeitspeichers 12 und die übrigen angesprochenen Funktionen steuern kann.

Das Startersystem gemäß Fig. 4 stellt eine weitere Abhandlung von Fig. 2 dar, die in wesentlichen Teilen mit dieser übereinstimmt. Auch wird zur Vermeidung von Wiederholungen hinsichtlich der Übereinstimmungen auf die obigen Ausführungen zu Fig. 2 verwiesen. Der augenfälligste Unterschied zu Fig. 2 besteht darin, daß die hier mit 9' bezeichnete Starterbatterie als Hochspannungsbatterie ausgebildet ist, welche spannungsmäßig auf dem erhöhten Spannungsniveau des Zwischenkreises 7b oder in dessen Nähe liegt. Ein Stromsteuergerät 13 ist zwischen Starterbatterie 9' und Zwischenkreis 7b geschaltet und übernimmt in der oben beschriebenen, batterietemperaturabhängigen Weise die Strombegrenzung des Entladestroms beim Starten. Der hier mit 7c' bezeichnete Gleichspannungs-Gleichspannungs-Wandler hat hier nur noch die Aufgabe, Energie aus dem Zwischenkreis 7b unter Spannungsherabsetzung in das Niederspannungsbordnetz 8 zu überführen. Er fungiert also als reiner Tiefsetzsteller. Der Startvorgang läuft wie bei Fig. 2 ab, mit dem Unterschied, daß die Starterbatterie 9' Strom auf dem erhöhten Spannungsniveau liefert. Bei gleicher Leistung sind damit vorteilhafterweise die erforderlichen Ströme kleiner. Ferner entfallen die mit der Spannungshochsetzung einhergehenden Verluste.

Ein weiteres (nicht gezeigtes) Ausführungsbeispiel entspricht einer Kombination der Figuren 3 und 4. Hierbei ist zusätzlich zu der im Zwischenkreis 7b angeordneten Hochspannungsbatterie 9' ein Kurzzeitspeicher 12 im Zwischenkreis angeordnet. Wie bei Fig. 3 beschrieben, wird der Kurzzeitspeicher 12 startvorbereitend aus der Hochspannungsbatterie 9' mit batterietemperaturabhängiger Begrenzung des Batterie-Entladestroms aufgeladen.

Das Flußdiagramm gemäß Fig. 5 veranschaulicht nochmals die Funktionsweise der genannten Ausführungsbeispiele: Im Schritt S1 wird auf ein Startkommando gewartet. Bei Ausführungsformen mit Kurzzeitspeichern kann die Kurzzeitspeichervorladung auch profilaktisch vor Eintreffen eines Startkommandos erfolgen, um den Startvorgang um die Kurzzeitspeicher-Ladezeit zu verkürzen. Im Schritt S2 wird die Batterietemperatur gemessen, z.B. durch Einlesen der vom Batterietemperaturfühler 10 gelieferten Signale in das Steuergerät 11. Im Schritt S3 bestimmt das Steuergerät 11 den maximalen Entladestrom als Funktion der Batterietemperatur. Im Schritt S4 weist das Steuergerät 11 den Hochsetzsteller 7c bzw. das Stromsteuergerät 13 an, keinen höheren Entladestrom als den im vorhergehenden Schritt bestimmten Maximalwert zuzulassen. Daraufhin erfolgt das Starten bzw. das Aufladen des Kurzzeitspeichers 12, wobei der Batterieentladestrom unter der vorgegebenen Grenze bleibt. Selbstverständlich kann der Entladestrom unter dem Grenzwert bleiben, wenn gar kein entsprechend hoher Stromfluß erforderlich ist. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn der Verbrennungsmotor 1 noch warm ist oder der Kurzzeitspeicher 12 noch teilweise aufgeladen ist.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Startersystem für einen Verbrennungsmotor (1), mit:
  - einem elektrischen Starter (4);
  - 5 - einer Starterbatterie (9,9');
  - einer Einrichtung (10) zur Messung der Temperatur der Starterbatterie (9,9');
  - einer leistungselektronischen Funktionseinheit (7c; 13), die den Wert des der Starterbatterie (9,9') zum  
10 Zweck des Startens oder der Startvorbereitung entnommenen Entladestroms aktiv einstellt; und
  - einer Steuereinrichtung (11), die der Funktionseinheit (7c; 13) den einzustellenden Entladestromwert vorgibt, wobei bei tiefen Batterietemperaturen der maximale Ent-  
15 ladestromwert niedriger als bei hohen Temperaturen liegt.
  
2. Startersystem nach Anspruch 1, bei welchem der Starter (4) auf einer höheren Spannung als derjenigen der Starterbatterie (9) gespeist wird, und die leistungselektronische Funktionseinheit (7c) zur aktiven Einstellung des Entladestroms auch die Funktion eines Hochsetzstellers hat.
  
3. Startersystem nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem der Starter (4) eine Drehstrommaschine ist, deren Versorgungsspannung durch Wechselrichtung einer Gleichspannung eines Zwischenkreises (7b) gewonnen wird.
  
4. Steuersystem nach Ansprüchen 2 und 3, bei welchem die Zwischenkreis-Gleichspannung höher als die Starterbatteriespannung ist, und der Hochsetzsteller (7c) zwischen der Starterbatterie (9) und dem Zwischenkreis (7b) liegt.
  
5. Startersystem nach Anspruch 2 oder 4, bei welchem der Starterbatterie (9) zum Starten erforderliche Energie während des  
35 Startvorgangs über den Hochsetzsteller (7c) entnommen wird.

6. Startersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welchem außerdem ein Kurzzeitspeicher (12) vorgesehen ist, welcher beim Startvorgang die gesamte oder einen Teil der Startenergie an den Starter (4) liefert, die Aufladung des Kurzzeitspeichers (12) als Startvorbereitung durch Entnahme aus der Starterbatterie (9,9') erfolgt, und die leistungselektronische Funktionseinheit (7c) zwischen Starterbatterie (9,9') und Kurzzeitspeicher (12) geschaltet ist.
7. Startersystem nach Ansprüchen 2 und 6, bei welchem der Kurzzeitspeicher (12) auf eine höhere Spannung als diejenige der Starterbatterie (9) aufgeladen wird.
8. Startersystem nach Ansprüchen 4 und 7, bei welchem der Kurzzeitspeicher (12) auf oder nahe dem erhöhten Spannungsniveau des Zwischenkreises (7b) liegt.
9. Startersystem nach Anspruch 3, bei welchem ein Niederspannungsteil (8) eines Bordnetzes vorgesehen ist, die Zwischenkreisspannung höher liegt als die Spannung des Niederspannungsteils (8), die Starterbatterie (9,9') oder - bei mehreren Starterbatterien - eine der Starterbatterien auf dem höheren Spannungsniveau des Zwischenkreises (7b) liegt, und die leistungselektronische Funktionseinheit (13) beim Starten die Größe des von der Starterbatterie (9,9') in den Zwischenkreis (7b) eingespeisten Stroms einstellt.
10. Verfahren zum Starten eines Verbrennungsmotors (1) mit einem elektrischen Starter (4), einer Starterbatterie (9) und einer Einrichtung (10) zur Messung der Temperatur der Starterbatterie (9,9') mit folgenden Schritten:
- die Batterietemperatur wird gemessen;
  - der maximale Entladestrom als Funktion der gemessenen Batterietemperatur wird bestimmt;
  - der der Starterbatterie (9,9') zum Zweck des Startens oder der Startvorbereitung entnommene Entladestrom wird aktiv auf den ermittelten Maximalwert begrenzt.



Fig. 1

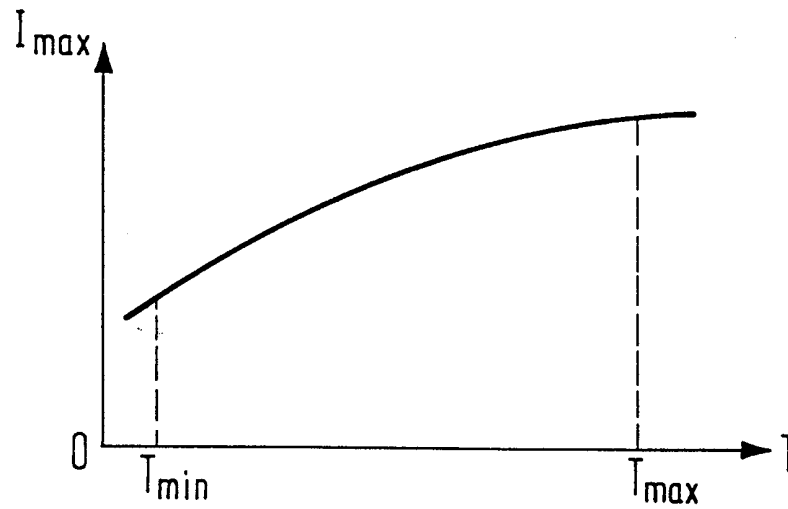


Fig. 5

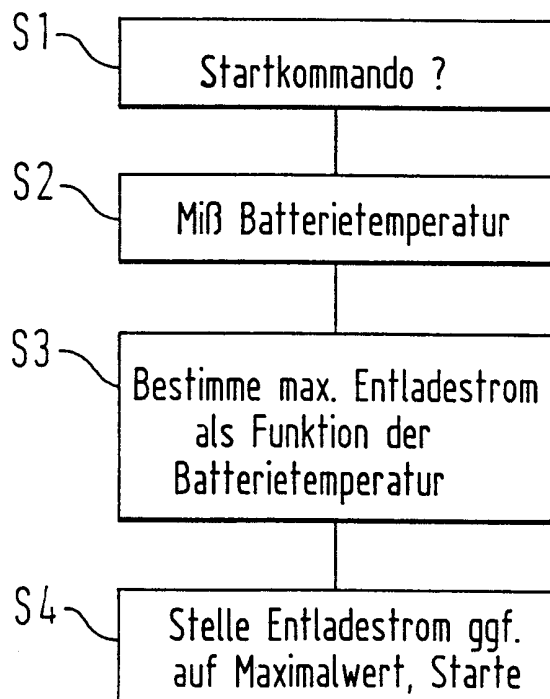


Fig. 2

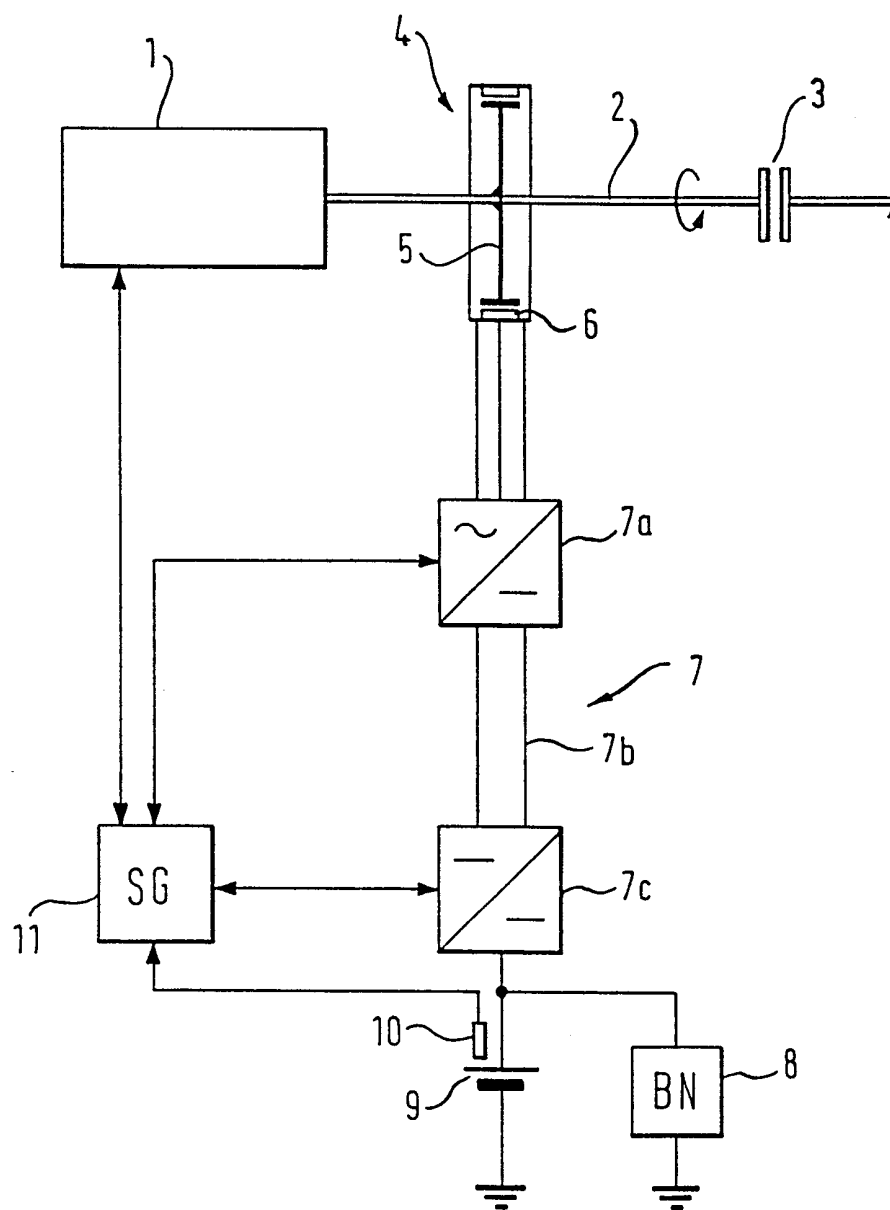


Fig. 3

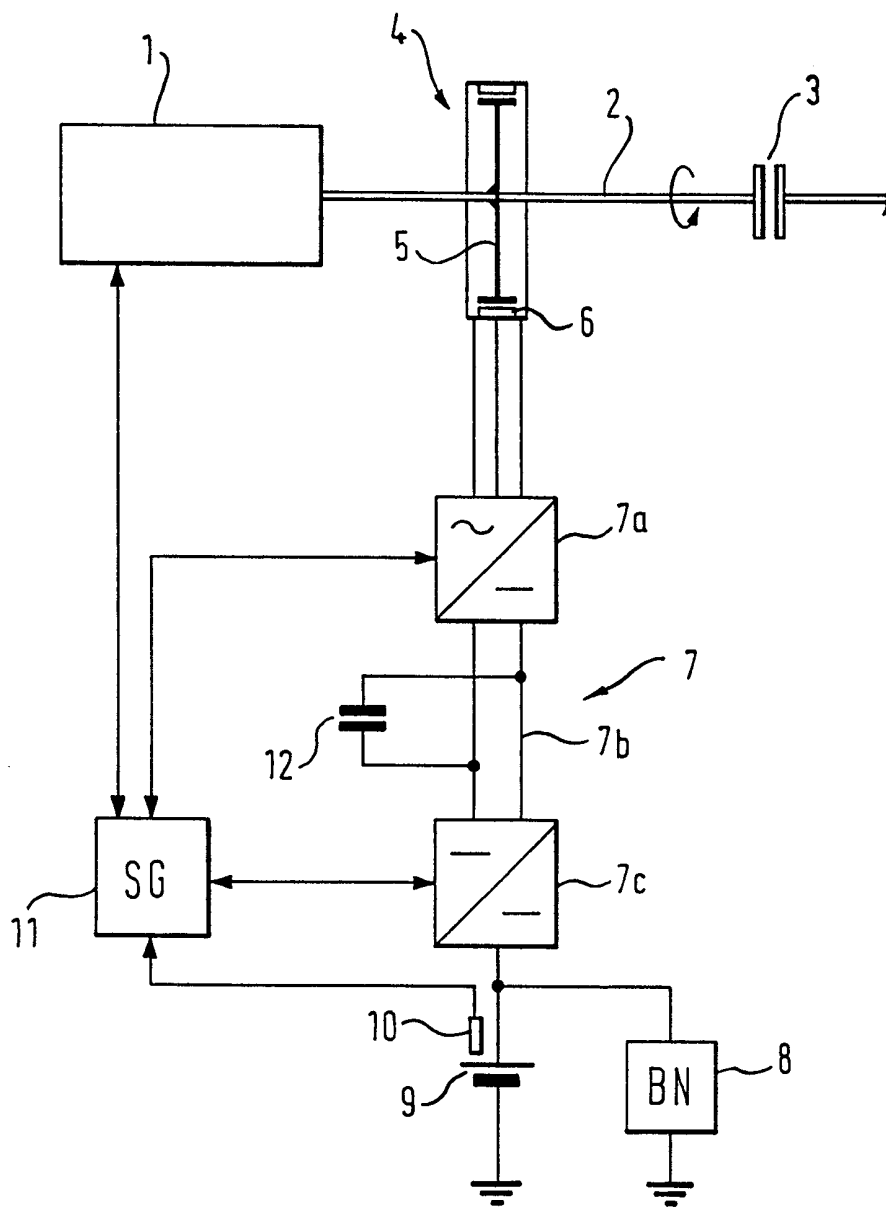
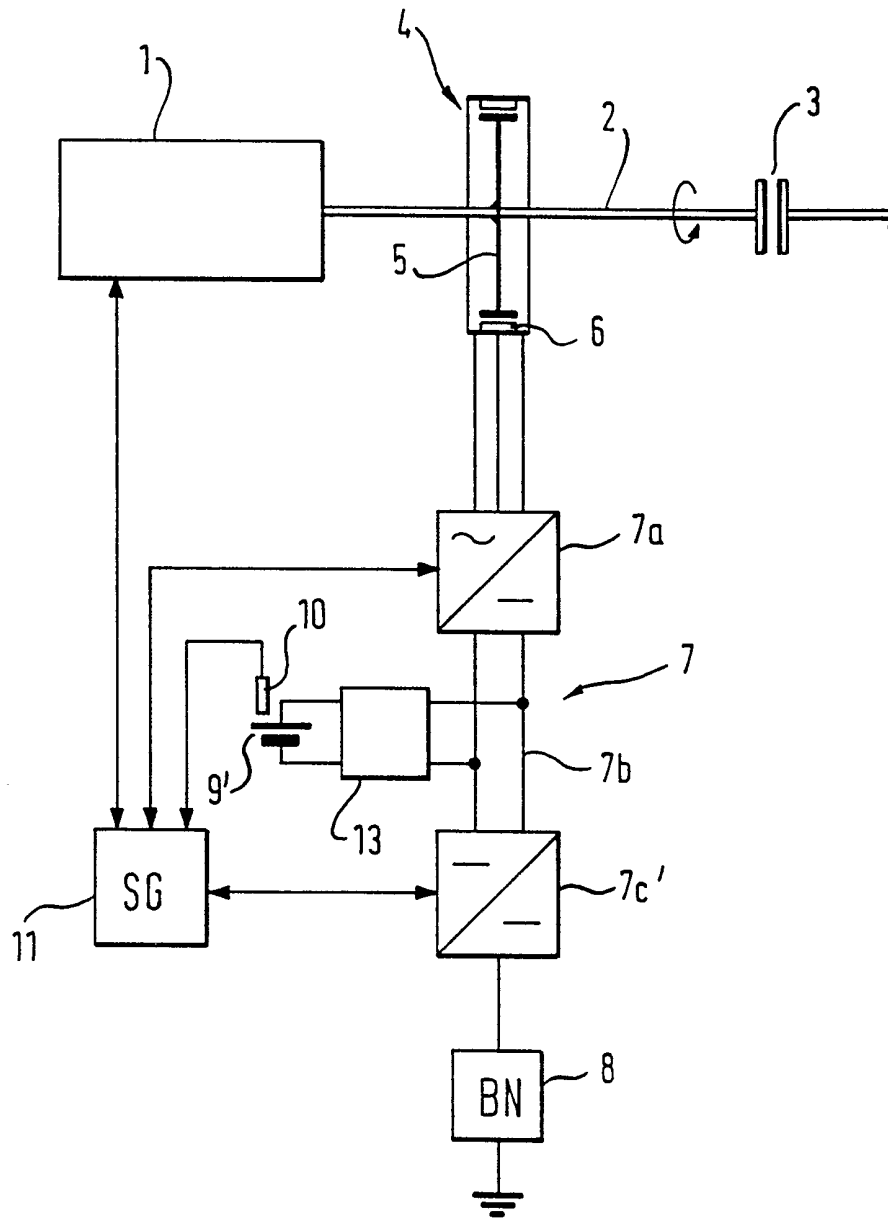


Fig. 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/06577

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 7 F02N11/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 325 042 A (MURUGAN MUTHU K) 28 June 1994 (1994-06-28) cited in the application claim 1  ---	1, 10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 499 (E-1280), 15 October 1992 (1992-10-15) & JP 04 185241 A (NIPPONDENSO CO LTD), 2 July 1992 (1992-07-02) abstract  ---	1, 10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 121 (E-1331), 12 March 1993 (1993-03-12) & JP 04 299034 A (FUJITSU TEN LTD), 22 October 1992 (1992-10-22) abstract  -----	1, 10

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 December 1999

Date of mailing of the international search report

12/01/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bijn, E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/06577

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5325042 A	28-06-1994	NONE	
JP 04185241 A	02-07-1992	NONE	
JP 04299034 A	22-10-1992	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int: Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06577

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 F02N11/08		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) IPK 7 F02N		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 325 042 A (MURUGAN MUTHU K) 28. Juni 1994 (1994-06-28) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 1 ---	1, 10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 499 (E-1280), 15. Oktober 1992 (1992-10-15) & JP 04 185241 A (NIPPONDENSO CO LTD), 2. Juli 1992 (1992-07-02) Zusammenfassung ---	1, 10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 121 (E-1331), 12. März 1993 (1993-03-12) & JP 04 299034 A (FUJITSU TEN LTD), 22. Oktober 1992 (1992-10-22) Zusammenfassung -----	1, 10
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  <h2 style="text-align: center;">17. Dezember 1999</h2>		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts  <h2 style="text-align: center;">12/01/2000</h2>
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  <h2 style="text-align: center;">Bijn, E</h2>

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06577

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5325042 A	28-06-1994	KEINE	
JP 04185241 A	02-07-1992	KEINE	
JP 04299034 A	22-10-1992	KEINE	