

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 539/2014 (51) Int. Cl.: **H02J 3/24** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 07.07.2014 **H02J 7/34** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2016 **G05F 1/56** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102007024567 A1
US 2008259666 A1
DE 4131823 C1
US 2011273148 A1

(71) Patentanmelder:
ENGEL AUSTRIA GMBH
4311 SCHWERTBERG (AT)

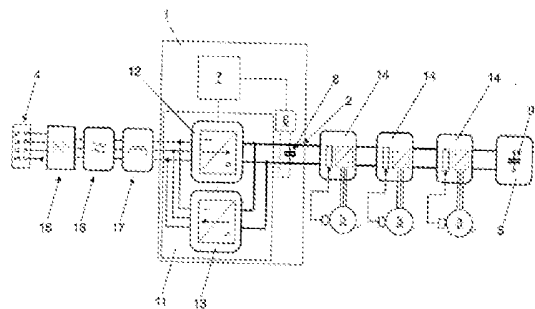
(74) Vertreter:
Torggler Paul Mag. Dr., Hofinger Stephan
Dipl.Ing. Dr., Gangl Markus Mag. Dr., Maschler
Christoph MMag. Dr.
Innsbruck

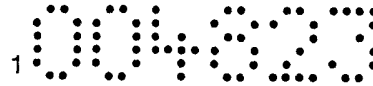
(54) **Energieversorgungsvorrichtung**

(57) Energieversorgungsvorrichtung für eine Formgebungsmaschine mit

- einem Zwischenkreis (2), welcher mit wenigstens einem Antrieb (3) der Formgebungsmaschine, einem Energieversorgungsnetz (4) und einem Energiespeicher (5) verbindbar ist,
- einem Messgerät (6) zur Messung einer elektrischen Spannung (U_{ZK}) oder eines elektrischen Stroms am Zwischenkreis (2) und
- einer Regeleinrichtung (7), mittels derer ein Energietransfer zwischen dem Energieversorgungsnetz (4) und dem Zwischenkreis (2) in Abhängigkeit der gemessenen Spannung (U_{ZK}) oder des gemessenen Stroms regelbar ist,

wobei die Regeleinrichtung (7) dazu ausgebildet ist, eine vom Energieversorgungsnetz (4) am Zwischenkreis (2) erbrachte Netzleistung (PN) betragsmäßig zu erhöhen, falls die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom einen ersten Bereich verlässt, und die Netzleistung betragsmäßig zu verringern, falls die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom in einen zweiten Bereich eintritt, wobei der zweite Bereich kleiner als der erste Bereich ist und vollständig im ersten Bereich enthalten ist.





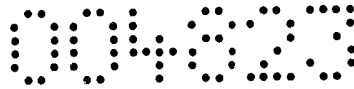
Zusammenfassung:

Energieversorgungsvorrichtung für eine Formgebungsmaschine mit

- einem Zwischenkreis (2), welcher mit wenigstens einem Antrieb (3) der Formgebungsmaschine, einem Energieversorgungsnetz (4) und einem Energiespeicher (5) verbindbar ist,
- einem Messgerät (6) zur Messung einer elektrischen Spannung (U_{ZK}) oder eines elektrischen Stroms am Zwischenkreis (2) und
- einer Regeleinrichtung (7), mittels derer ein Energietransfer zwischen dem Energieversorgungsnetz (4) und dem Zwischenkreis (2) in Abhängigkeit der gemessenen Spannung (U_{ZK}) oder des gemessenen Stroms regelbar ist,

wobei die Regeleinrichtung (7) dazu ausgebildet ist, eine vom Energieversorgungsnetz (4) am Zwischenkreis (2) erbrachte Netzleistung (P_N) betragsmäßig zu erhöhen, falls die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom einen ersten Bereich verlässt, und die Netzleistung betragsmäßig zu verringern, falls die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom in einen zweiten Bereich eintritt, wobei der zweite Bereich kleiner als der erste Bereich ist und vollständig im ersten Bereich enthalten ist.

(Fig. 1)



Die vorliegende Erfindung betrifft eine Energieversorgungsvorrichtung für eine Formgebungsmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Energieversorgung einer Formgebungsmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 16.

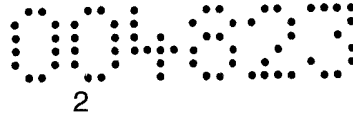
Unter Formgebungsmaschinen können Spritzgießmaschinen, Spritzpressen, Pressen und dergleichen verstanden werden.

Es ist bekannt elektrischen Achsbewegungen durch einen Versorger (=Leistungsbereitstellung) via DC Bus die Energie bereitzustellen. Dieses erfolgt durch Gleichrichtung der Netzeingangsspannung und einer zusätzlichen Hochsetzung dieser um 35% zum Gleichrichtwert. Im Leistungsumrichter wird diese DC Spannung wieder in ein Drehfeld umgeändert, um den Motor damit anzutreiben. Über die Gestaltung dieses Drehfeldes kann die Drehzahl und die Leistung des Motors geregelt werden. Bei rückspeisefähigen Systemen ist es auch möglich den Energiefluss umzudrehen um im mechanischen System gespeicherte Energie auf gleichem Weg wieder zurück ins Netz zu führen.

Die Versorgungsleistung wird erstens auf den nominellen Leistungsbedarf und zweitens auf die maximale Gesamtspitzenleistung im System berechnet. Beispielsweise bei Spritzgießmaschinen im High-Performance Bereich ist dabei auffällig, dass das Verhältnis zwischen Spitzen- und nomineller Leistung bis zu 4:1 ist.

Da die Leistungsendstufen auf die maximale zu erbringende Leistung hin ausgelegt werden müssen, erfordert dieses Verhältnis den Einsatz von großen Endstufen, welche dann nicht ausgelastet sind. Diese Situation treibt die Kosten der Antriebssysteme nach oben.

Da die Überlast ausschließlich vom Netz bereitgestellt werden muss, werden hohe Spitzenleistungstarife vom Netzbetreiber verrechnet.



Zusammengefasst treten folgende Nachteile bei Energieversorgungsvorrichtungen gemäß dem Stand der Technik auf:

- I. Große Versorgungsgeräte
- II. Große Verluste
- III. Hohe Kosten
- IV. Schlechte Auslastung
- V. Hohe Spitzenleistungen
- VI. Großer Blindleistungsbedarf

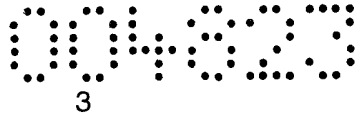
Aufgabe der Erfindung ist es, eine Energieversorgungsvorrichtung für eine Formgebungsmaschine und ein Verfahren zur Energieversorgung einer Formgebungsmaschine bereitzustellen, wobei das Fassungsvermögen des Energiespeichers verkleinert ist oder das Auftreten von Netzspitzenleistungen reduziert ist.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich der Vorrichtung durch die Merkmale des Anspruchs 1 und hinsichtlich des Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 16 gelöst.

Dies geschieht indem

- ein erster Bereich und ein zweiter Bereich für die am Zwischenkreis gemessene Spannung oder den am Zwischenkreis gemessenen Strom festgelegt wird, wobei der zweite Bereich kleiner als der erste Bereich ist und vollständig im ersten Bereich enthalten ist, und
- eine vom Energieversorgungsnetz an einem Zwischenkreis erbrachte Netzleistung betragsmäßig erhöht wird, falls die gemessene Spannung oder der gemessener Strom den ersten Bereich verlässt, und die Netzleistung betragsmäßig verringert wird, falls die gemessene Spannung oder der gemessene Strom in den zweiten Bereich eintritt.

Der erste und der zweite Bereich kann jeweils durch die Werte über oder unter eines Grenz- oder Schwellenwerts gegeben sein. Ebenso können die Bereiche durch Werte zwischen zwei Grenz- oder Schwellenwerten gegeben sein. Natürlich sind auch komplexere Wertebereiche denkbar.



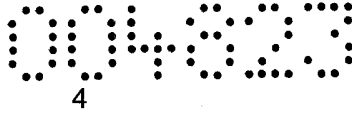
Unter dem Ausdruck „betragsmäßig erhöht“ kann verstanden werden, dass negative Netzleistungen verringert und positive Netzleistungen erhöht werden.

Als Kriterium dafür, dass der zweite Bereich kleiner als der erste Bereich ist und vollständig im ersten Bereich enthalten ist, kann verwendet werden, dass es Werte gibt, welche Teil des ersten Bereichs sind, aber nicht Teil des zweiten Bereichs und dass keine Werte gibt, welche Teil des zweiten Bereichs sind, aber nicht Teil des ersten Bereichs.

Es ist zu bemerken, dass die Regeleinrichtung der erfindungsgemäßen Energieversorgungsvorrichtung keine Regelung einer am Zwischenkreis anliegenden Spannung oder eines am Zwischenkreis auftretenden Stroms in dem Sinne betreiben muss, dass die gemessene Spannung oder der gemessene Strom auf einen Sollwert geregelt wird. Vielmehr wird unter einer Regelung hier in einem etwas weiteren Sinn verstanden, dass die gemessene Spannung oder der gemessene Strom in einem akzeptablen Bereich gehalten wird. Natürlich ist es trotzdem möglich zusätzlich eine Steuerung oder Regelung eines Parameters – beispielsweise der Spannung oder des Stroms – des Zwischenkreises vorzunehmen.

Außer explizit anders angeführt ist das Wort „oder“ für die Zwecke dieser Patentschrift inklusiv zu verstehen, d.h. auch das Zutreffen der beiden durch „oder“ getrennten Optionen ist möglich.

Die Erfindung ermöglicht es, kleinere Versorgungssysteme einzusetzen die für ein Verhältnis von weniger als 2:1 von Spitzenleistung zu Nennleistung ausgelegt sind. Dadurch kann eine sehr gute Auslastung im Betrieb erreicht werden. Um dem technisch nach wie vor bestehenden Bedarf an Spitzenleistung gerecht zu werden wird dieser über einen integrierten elektrischen Energiespeicher bereitgestellt. Dieser Speicher ist aber von seiner Größe und Energiebereitstellungsfähigkeit begrenzt und deshalb weniger kostenintensiv, da die Auslegungen und Größe des Energiespeichers einen großen Einfluss auf die Herstellungskosten des Energiespeichers haben. Ein Großteil der Maschinen wird nicht im



Spitzenleistungsbereich betrieben. Durch die Erfindung kann es vermieden werden, die Auslegung des Energiespeichers auf den Spitzenleistungsbereich abzustimmen, wie dies beim Stand der Technik noch notwendig war. Eine Verkleinerung und die damit einhergehende Kostenersparnis werden durch die Erfindung ermöglicht.

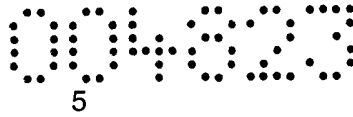
Im Sinne der Erfindung kann daher der zusätzlich durch den Energiespeicher bereitzustellende Energiebedarf auf der Grundlage eines durchschnittlichen Leistungsprofils berechnet werden. Erfindungsgemäße Formgebungsmaschine gewährleisten trotzdem die einwandfreie Funktion, da auch Spitzenleistungen, welche der Energiespeicher nicht mehr ausgleichen kann, durch zusätzliche Leistung des Energieversorgungsnetzes ausgeglichen werden.

Ein Aspekt der Erfindung besteht in der Erkenntnis, dass ein großer Anstieg der motorischen oder generatorischen Leistung des wenigstens einen Antriebs über die eine am Zwischenkreis gemessene Spannung oder den am Zwischenkreis gemessenen Strom erkannt werden kann.

Dies gilt ebenfalls für eine darauf folgende Stabilisierung der Leistung des wenigstens einen Antriebs. Die vorgeschlagene Regelung erzielt einen Hystereseeffekt, d.h. es wird verhindert, dass nach der Freigabe der Netzspitzenleistung eine sofortige Beschränkung der Netzspitzenleistung erfolgt (ein Hin- und Herschalten zwischen freigegebener und gesperrter Netzspitzenleistung wäre die Folge). Dieses Vorhandensein einer situationsabhängigen Zeitspanne bevor wieder eine verringerte Leistung aus dem Energieversorgungsnetz entnommen wird (bzw. an dieses geliefert wird), ermöglicht es dem System aus Zwischenkreis, wenigstens einem Antrieb der Formgebungsmaschine und Energiespeicher wieder in einen stabilen Zustand zu gelangen.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen der Erfindung definiert.

Es kann bevorzugt vorgesehen sein, dass die Regeleinrichtung dazu ausgebildet ist, eine vom Energieversorgungsnetz am Zwischenkreis erbrachte Netzleistung zu



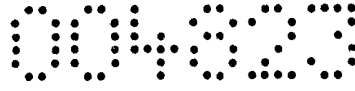
erhöhen, falls die gemessene Spannung oder der gemessene Strom einen unteren Grenzwert unterschreitet, und die Netzleistung zu verringern, falls die gemessene Spannung oder der gemessene Strom einen unteren Schwellenwert überschreitet, wobei der untere Schwellenwert größer als der untere Grenzwert ist. In diesem Fall ist zu bemerken, dass dann, wenn die gemessene Spannung eine Gleichspannung bzw. der gemessene Strom ein Gleichstrom ist, eine positive Konvention für die Messwerte zu wählen ist. Bei dieser Ausführungsform ist der erste Bereich durch Werte gegeben, welche größer als der untere Grenzwert sind. Der zweite Bereich ist in diesem Fall durch Werte größer als der untere Schwellenwert gegeben.

Bei Energieversorgungsvorrichtungen, welche eine Rückspeisung elektrischer Energie ans Energieversorgungsnetz vorsehen, kann es ebenfalls bevorzugt vorgesehen sein, dass die Regeleinrichtung dazu ausgebildet ist, eine vom Zwischenkreis am Energieversorgungsnetz erbrachte Rückspeiseleistung zu erhöhen, falls die gemessene Spannung oder der gemessene Strom einen oberen Grenzwert überschreitet, und die Rückspeiseleistung zu verringern, falls die gemessene Spannung oder der gemessene Strom einen oberen Schwellenwert unterschreitet, wobei der obere Grenzwert größer als der obere Schwellenwert ist.

Die Rückspeiseleistung wird im Gegensatz zur Netzleistung positiv gezählt, falls Leistung vom Zwischenkreis am Energieversorgungsnetz erbracht wird. Die Netzleistung wird also im Allgemeinen der negative Wert der Rückspeiseleistung sein.

Bei dieser Ausführungsform ist der erste Bereich durch Werte unterhalb des unteren Grenzwerts und der zweite Bereich durch Werte unterhalb des unteren Schwellenwertes gegeben.

Natürlich ist auch eine Kombination dieser beiden Ausführungsformen denkbar. In diesem Fall ist der erste Bereich durch die Werte zwischen dem unteren Grenzwert und dem oberen Grenzwert gebildet. Der zweite Bereich beinhaltet die Werte zwischen dem unteren Schwellenwert und dem oberen Schwellenwert.



6

Eine besonders einfache Ausführungsform der Erfindung kann sich dadurch ergeben, dass der Zwischenkreis einen – vorzugsweise parallel beschalteten – Zwischenkreiskondensator aufweist.

Insbesondere dann, wenn der Zwischenkreis einen Zwischenkreiskondensator aufweist, kann bevorzugt vorgesehen sein, dass das Messgerät als Spannungsmessgerät ausgeführt ist und die gemessene Spannung oder der gemessene Strom eine am Zwischenkreis anliegende Zwischenkreisspannung ist, wobei die Zwischenkreisspannung vorzugsweise eine am Zwischenkreiskondensator anliegende elektrische Spannung ist.

Für eine schnelle Rückkehr zu einer stabilen Situation im Zwischenkreis kann es vorgesehen sein, dass die Regeleinrichtung dazu ausgebildet ist, die Netzleistung betragsmäßig auf eine Maximalnetzleistung zu erhöhen, falls die gemessene Spannung oder der gemessene Strom den ersten Bereich verlässt.

Um auch während des stabilen Betriebs das Auftreten von teuren Netzleistungsspitzen zu unterbinden, kann es vorgesehen sein, dass die Regeleinrichtung dazu ausgebildet ist, die Netzleistung betragsmäßig auf ein festgesetztes Vielfaches – vorzugsweise das 1,1-fache – einer Nennleistung des Energieversorgungsnetzes zu beschränken, wenn die gemessene Spannung oder der gemessene Strom in den zweiten Bereich eintritt.

Schutz wird ebenfalls für eine Formgebungsmaschine mit einer erfindungsgemäßen Energieversorgungseinrichtung begehrt.

Die Erfindung kann bevorzugt bei Energiespeichern mit zumindest einem Speicherkondensator zur Speicherung elektrischer Energie zum Einsatz kommen. Denn bei diesen Energiespeichern kann eine besonders große Kostenersparnis durch Verkleinerung des Erfassungsvermögens erreicht werden.

Der Energiespeicher kann in die Energieversorgungsvorrichtung interpretiert sein oder gesondert zur Verfügung gestellt werden.



Besonders bevorzugt vorgesehen kann es weiterhin sein, dass eine Kapazität des zumindest einen Speicherkondensators größer ist als eine Kapazität des Zwischenkreiskondensators. Ganz besonders bevorzugt kann es hier sein, dass die Kapazität des Speicherkondensators um einen Faktor 10 bis 30 größer ist als die des Zwischenkreiskondensators.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind anhand der Figuren sowie der dazugehörigen Figurenbeschreibung ersichtlich. Dabei zeigen:

- Fig. 1 ein schematisches Schaltbild einer erfindungsgemäßen, mit einem Energieversorgungsnetz, drei Antrieben der Formgebungsmaschine sowie einem Energiespeicher verbundenen Energieversorgungsvorrichtung,
- Fig. 2a und 2b Diagramme und ein Flussdiagramm zur Funktionsweise einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Energieversorgungsvorrichtung sowie
- Fig. 3a und 3b Diagramme und ein Flussdiagramm bezüglich einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Energieversorgungsvorrichtung.

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Energieversorgungsvorrichtung 1 in einer schematischen Darstellung, welche im mit den Antrieben 3 verbundenen Zustand zur Versorgung derselben mit elektrischer Energie ausgefüllt ist. Die Energieversorgungseinrichtung 1 ist mit mehreren Antrieben 3 der Formgebungsmaschine, dem Energieversorgungsnetz 4 sowie dem Energiespeicher 5 verbunden. Die Anzahl der Antriebe 3, welche mit der Energieversorgungsvorrichtung verbunden sind, ist für die Erfindung nicht wesentlich. Zur Verbindung des Zwischenkreises 2 der Energieversorgungseinrichtung 1 verfügt diese über ein Netzanschlussmodul 11, welches mit dem Zwischenkreis 2 verbunden ist. Das Netzanschlussmodul 11 ist weiterhin mit dem Energieversorgungsnetz 4 verbindbar, wobei in Figur 1 der verbundene Zustand dargestellt ist. Zwischen dem Energieversorgungsnetz 4 und

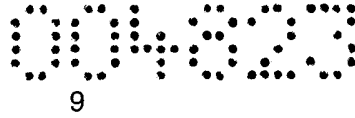


dem Netzanschlussmodul 11 sind ein physischer Schalter 15 (Hauptschalter), ein Netzfilter 16 sowie eine Netzdrossel 17 geschaltet.

Das Netzanschlussmodul 11 verfügt über einen Gleichrichter 12 zum Gleichrichten einer vom Energieversorgungsnetz 4 gelieferten Wechselspannung. Ebenfalls vorgesehen ist ein Wechselrichter 13, der aus der Gleichspannung im Zwischenkreis 2 eine Wechselspannung herstellen kann. Dies ermöglicht eine Energierückspeisung aus dem Zwischenkreis 2 an das Energieversorgungsnetz 4. Sowohl Gleichrichter 12 als auch Wechselrichter 13 sind parallel geschaltet mit dem Zwischenkreiskondensator 8 des Zwischenkreises 2 verbunden.

Die Trennung zwischen Gleichrichter 12 und Wechselrichter 13 dient der einfacheren Darstellung der Schematik. Im praktischen Einsatz sind diese Elemente in der Regel in einem einzigen Bauteil realisiert. (Die Netzurückspeisung wird daher über einen oder mehrere IGBT's gestaltet).

Ebenfalls mit dem Zwischenkreiskondensator 8 parallel geschaltet sind die gesteuerten oder geregelten Leistungsumrichter 14 für mehrere Antriebe 3 der Formgebungsmaschine. Die Leistungsumrichter 14 wandeln die aus dem Zwischenkreis 2 gezogene Gleichspannung in eine Wechselspannung zum Betrieb der Antriebe 3 um. Schließlich ist der Energiespeicher 5 parallel mit dem Zwischenkreiskondensator 8 verbunden. Die Energiespeichervorrichtung 5 verfügt über zumindest einen – zum Zwischenkreiskondensator 8 parallel geschalteten – Kondensator zur Speicherung elektrischer Energie. Deren Gesamtkapazität ist symbolisch durch einen Kondensator 9 dargestellt. Die Energieversorgungseinrichtung 1 verfügt darüber hinaus über ein Spannungsmessgerät 6 zur Messung der Zwischenkreisspannung U_{ZK} . Die Messwerte des Spannungsmessgeräts 6 werden der Regeleinrichtung 7 zugeführt. Auf Grundlage dieser Messwerte regelt die Regeleinrichtung 7 den Gleichrichter 12 und den Wechselrichter 13. Die Funktionsweise der Regeleinrichtung 7 wird im Folgenden im Zusammenhang mit den Figuren 2a und 2b sowie 3a und 3b beschrieben.



Durch die in Figur 1 dargestellte Anordnung ist es möglich, die Antriebe 3 mit elektrischer Energie zu versorgen.

In Figur 2a sind zwei Diagramme dargestellt, wobei das erste einen hypothetischen Verlauf einer Zwischenkreisspannung U_{ZK} und das zweite einen hypothetischen Verlauf der gesamten von den Antrieben 3 aufgenommenen Leistung während eines Zyklus, bezeichnet als $P_{\text{MotorZyklus}}$, darstellt. Wie aus dem Verlauf der beiden Diagramme zu entnehmen ist, bricht in diesem Fall durch eine hohe aufgenommene Leistung der Antriebe 3 die Zwischenkreisspannung U_{ZK} ein.

Die Vorgehensweise der Regeleinrichtung 7 in diesem Fall wird nun anhand des Flussdiagramms aus Figur 2b beschrieben. Zunächst wird von der Regeleinrichtung 7 überprüft, ob die Zwischenkreisspannung U_{ZK} größer ist als ein unterer Grenzwert U_{FN} . Ist dies der Fall, wird die Netzleistung P_N auf das 1,1 fache der Nennleistung P_{NENN} beschränkt. Zur Verdeutlichung enthält das Flussdiagramm eine Visualisierung einer möglichen Aufteilung der an den Antrieben 3 verrichteten Gesamtleistung zwischen der Netzleistung P_N und der vom Energiespeicher 5 erbrachten Speicherleistung P_S . Dem Flussdiagramm folgend wird dann wieder überprüft, ob die Zwischenkreisspannung U_{ZK} größer ist als der untere Grenzwert U_{FN} für die Freigabe von Netzspitzen. Falls dies nicht mehr der Fall ist, was in den Diagrammen aus Figur 2a zum Zeitpunkt der linken vertikalen Linie auftritt, wird die maximale Netzleistung freigeschaltet. Dies ist in dem Flussdiagramm durch P_{Nmax} dargestellt. Auch in diesem Fall ist eine mögliche Aufteilung zwischen der maximalen Netzleistung $P_{N,MAX}$ und der Speicherleistung P_S dargestellt, um die komplette Systemleistung 2, welche an den Antrieben 3 erbracht wird, zu erreichen. Wie zu erkennen ist, hat sich das Verhältnis in Richtung der vom Energieversorgungsnetz erbrachten Leistung verschoben. Solange diese maximale Systemleistung erlaubt ist, wird gemäß des Flussdiagramms geprüft, ob die Zwischenkreisspannung U_{ZK} größer ist als der untere Schwellenwert U_{SN} . Ist dies noch nicht der Fall, bleibt die Freigabe der maximalen Netzleistung $P_{N,MAX}$ aufrecht.

Erreicht die Zwischenkreisspannung U_{ZK} jedoch wieder den unteren Schwellenwert U_{SN} , was in den Diagrammen aus Figur 2a zum Zeitpunkt der rechten vertikalen Linie

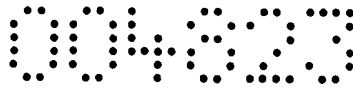
der Fall ist, wird die Netzleistung P_N wieder auf das 1,1 fache der Nennleistung P_{NENN} des Energieversorgungsnetzes 4 beschränkt. Gemäß dem Flussdiagramm aus Figur 2b geschieht dies zunächst nach einer Überprüfung, ob die Zwischenkreisspannung U_{ZK} größer ist als der untere Grenzwert U_{FN} . Da zu diesem Zeitpunkt aber bereits überprüft wurde, dass die Zwischenkreisspannung U_{ZK} größer ist als der unterer Schwellenwert zur Sperre der Netzspitzen und da U_{SN} größer ist als U_{FN} , führt dies normalerweise zum linken Arm des Flussdiagramms.

Die Zeitdauer T_F ist die beim hypothetischen Verlauf der Zwischenkreisspannung U_{ZK} auftretende Zeitdauer zwischen der Freigabe von Netzspitzen und der anschließenden Beschränkung der Netzspitzen. Wie zu erkennen ist, erlaubt diese Zeitdifferenz T_F die Rückkehr des Systems zu einem stabilen Zustand .

Im unteren Diagramm aus Figur 2a ist zudem noch der Verlauf der Aufteilung zwischen der vom Energieversorgungsnetz 4 erbrachten Netzleistung P_N und der vom Energiespeicher erbrachten Leistung P_S zu erkennen. Bis zur Freigabe der Netzspitzen bleibt die Netzleistung P_N unterhalb des Niveaus, welches durch $1,1 P_{NENN}$ gegeben ist. Der Rest der Leistung wird jeweils vom Energiespeicher 5 erbracht.

Sobald eine außergewöhnlich hohe Leistung auftritt, welche nahe an die Summe der Maximalleistungen des Speichers und der begrenzten Netzleistung P_N auftritt (im Diagramm bezeichnet als $1,1 P_{NENN} + P_{S,max}$). Beginnt die Zwischenkreisspannung U_{ZK} einzubrechen, da sich die hohe Leistungsabnahme über einen längeren Zeitraum erstreckt, sinkt die Zwischenkreisspannung U_{ZK} unter den unteren Grenzwert U_{FN} zur Freigabe der Netzspitze, was das vorbeschriebene Verhalten der Regeleinrichtung 7 auslöst.

Wie weiterhin zu erkennen ist, wird in lediglich einem engen Bereich um die während eines Zyklus erreichte maximale Gesamtmotorleistung $P_{M,Zyklus,max}$ die teure Netzspitzenleistung verwendet. Dies ermöglicht eine relativ kleine Dimensionierung des Energiespeichers 5 bei gleichzeitig sparsamem Einsatz von Netzspitzenleistung.



Weiterhin ist im unteren Diagramm der Figur 2a zu erkennen, dass die Netzleistung P_N kurz in den negativen Bereich sinkt. Hier wird also Energie an das Energieversorgungsnetz 4 zurückgespeist oder der Energiespeicher 5 geladen.

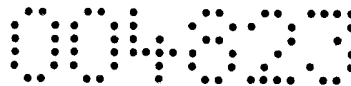
Figuren 3a und 3b sind analog zu den Figuren 2a und 2b, wobei sich erstgenannte mit der Energierückspeisung an das Energieversorgungsnetz 4 befassen.

Während im oberen Diagramm aus Figur 3a wieder ein hypothetischer Verlauf der Zwischenkreisspannung U_{ZK} dargestellt ist, ist im unteren Bereich nun eine von den Antrieben 3 am Zwischenkreis 2 geleistete Leistung (bezeichnet als $P_{\text{BremsenZyklus}}$) dargestellt. Diese Leistung teilt sich analog auf in eine Rückspeiseleistung P_R und eine Ladeleistung P_L , welche am Energieversorgungsnetz 4 bzw. am Energiespeicher 5 (zum Aufladen) verrichtet werden. Natürlich entsprechen die hier genannten Leistungen gerade dem Negativwert der analogen Leistungen aus den Figuren 2a und 2b. Das heißt:

$$P_{\text{BremsenZyklus}} = -P_{\text{MotorZyklus}}, \quad P_R = -P_N, \quad P_L = -P_S$$

Aufgrund des generatorischen Betriebs der Antriebe 3 steigt in diesem Fall die Zwischenkreisspannung U_{ZK} über den oberen Grenzwert U_{FR} zur Freigabe von Netzspitzen (Netzurückspeisungsspitzen). Bevor dies passiert, ist die Netzurückspeiseleistung P_R auf das 1,1 fache der Nennleistung P_{NENN} des Energieversorgungsnetzes beschränkt (mit der entsprechenden Aufteilung der Systemleistung 1 auf die Rückspeiseleistung P_R und die Ladeleistung P_L). In diesem Fall ist die Nennleistung P_{NENN} zum Abziehen von Energie aus dem Energieversorgungsnetz 4 gleich groß wie die Nennleistung P_{NENN} des Energieversorgungsnetzes 4 zur Rückspeisung von Energie ins Netz. Natürlich können die Ausführungsformen leicht angepasst werden, um eine etwaige Asymmetrie diesbezüglich zu berücksichtigen.

Sobald die Zwischenkreisspannung U_{ZK} über den oberen Grenzwert U_{FR} steigt, wird gemäß dem Flussdiagramm aus Figur 3b die maximale Rückspeiseleistung $P_{R,MAX}$ freigeschalten. Auch hier sei wieder auf die entsprechende Visualisierung der



12

Systemleistung 2, in diesem Fall auf die maximale Rückspeiseleistung $P_{R,MAX}$ und die Ladeleistung P_L verwiesen. Sodann wird überprüft, ob die Zwischenkreisspannung U_{ZK} wieder unter den oberen Schwellenwert U_{SR} zur Sperre der Rückspeisungsspitzen gefallen ist. Ist dies nicht der Fall, bleibt die maximale Rückspeisung erlaubt. Falls dies schon der Fall ist, beginnt analog zu Figur 2b der Kreislauf im Flussdiagramm von neuem.

Auch in diesem Fall ist die Zeitdauer T_R , über die maximale Rückspeiseleistungen erlaubt sind, zu erkennen. Auch hier garantiert diese das Erreichen eines stabilen Zustandes des Zwischenkreises 2 nach erhöhter Spannung. Analoge Aussagen bezüglich der maximalen Zyklusleistung $P_{B,Zyklus,max}$, der maximalen beschränkten Leistung $1,1 P_{NENN} + P_{L,max}$ und der Schranke von $1,1 P_{NENN}$ für die Rückspeiseleistung P_R gelten analog zu denen bezüglich Figur 2a. Das Fallen der Rückspeiseleistung P_R in den negativen Bereich markiert das Herausziehen von Energie aus dem Energieversorgungsnetz 4.

Es ist zu bemerken, dass der gleichaussehende Verlauf der gesamten Bremsleistung $P_{BremsenZyklus}$ und der gesamten Motorleistung $P_{MotorZyklus}$ aus Figur 2a lediglich gleiches Aussehen aufweisen, um das Prinzip der Erfindung einfach vermitteln zu können. In der Realität werden $P_{BremsenZyklus}$ und $P_{MotorZyklus}$ nicht gleich aussehen, insbesondere da $P_{BremsenZyklus} = - P_{MotorZyklus}$.

Natürlich ist eine Ausführungsform, bei der sowohl die Regelungen aus den Figuren 2a und 2b sowie 3a und 3b realisiert sind, nicht nur denkbar, sondern bevorzugt.

Innsbruck, am 4. Juli 2014

Patentansprüche

1. Energieversorgungsvorrichtung für eine Formgebungsmaschine mit
 - einem Zwischenkreis (2), welcher mit wenigstens einem Antrieb (3) der Formgebungsmaschine, einem Energieversorgungsnetz (4) und einem Energiespeicher (5) verbindbar ist,
 - einem Messgerät (6) zur Messung einer elektrischen Spannung (U_{ZK}) oder eines elektrischen Stroms am Zwischenkreis (2) und
 - einer Regeleinrichtung (7), mittels derer ein Energietransfer zwischen dem Energieversorgungsnetz (4) und dem Zwischenkreis (2) in Abhängigkeit der gemessenen Spannung (U_{ZK}) oder des gemessenen Stroms regelbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (7) dazu ausgebildet ist, eine vom Energieversorgungsnetz (4) am Zwischenkreis (2) erbrachte Netzleistung (P_N) betragsmäßig zu erhöhen, falls die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom einen ersten Bereich verlässt, und die Netzleistung betragsmäßig zu verringern, falls die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom in einen zweiten Bereich eintritt, wobei der zweite Bereich kleiner als der erste Bereich ist und vollständig im ersten Bereich enthalten ist.

2. Energieversorgungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (7) dazu ausgebildet ist, eine vom Energieversorgungsnetz (4) am Zwischenkreis (2) erbrachte Netzleistung (P_N) zu erhöhen, falls die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom einen unteren Grenzwert (U_{FN}) unterschreitet, und die Netzleistung (P_N) zu verringern, falls die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom einen unteren Schwellenwert (U_{SN}) überschreitet, wobei der untere Schwellenwert (U_{SN}) größer als der untere Grenzwert (U_{FN}) ist.

3. Energieversorgungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (7) dazu ausgebildet ist, eine vom Zwischenkreis (2) am Energieversorgungsnetz (4) erbrachte Rückspeiseleistung (P_R) zu erhöhen, falls die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom einen oberen Grenzwert (U_{FR}) überschreitet, und die

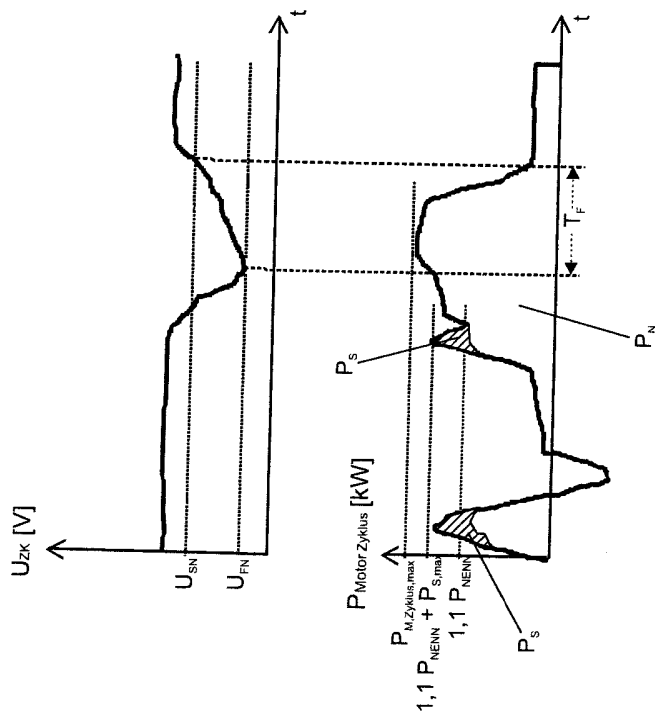
- Rückspeiseleistung (P_R) zu verringern, falls die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom einen oberen Schwellenwert (U_{SR}) unterschreitet, wobei der obere Grenzwert (U_{FR}) größer als der obere Schwellenwert (U_{SR}) ist.
4. Energieversorgungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenkreis (2) einen – vorzugsweise parallel beschalteten – Zwischenkreiskondensator(8) aufweist.
 5. Energieversorgungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Messgerät (6) als Spannungsmessgerät ausgeführt ist und die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom eine am Zwischenkreis (2) anliegende Zwischenkreisspannung (U_{ZK}) ist, wobei die Zwischenkreisspannung (U_{ZK}) vorzugsweise eine am Zwischenkreiskondensator (8) anliegende elektrische Spannung ist.
 6. Energieversorgungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (7) dazu ausgebildet ist, die Netzleistung (P_N) betragsmäßig auf eine Maximalnetzleistung ($P_{N,MAX}$, $P_{R,MAX}$) zu erhöhen, falls die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom den ersten Bereich verlässt.
 7. Energieversorgungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (7) dazu ausgebildet ist, die Netzleistung (P_N) betragsmäßig auf ein festgesetztes Vielfaches – vorzugsweise das 1,1-fache – einer Nennleistung (P_{NENN}) des Energieversorgungsnetzes zu beschränken, wenn die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom in den zweiten Bereich eintritt.
 8. Energieversorgungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein mit dem Zwischenkreis (2) verbundenes Netzanschlussmodul (11) vorgesehen ist, mittels welchem elektrische Energie zwischen dem Energieversorgungsnetz (4) und dem Zwischenkreis (2) transferierbar ist.

9. Energieversorgungsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Netzanschlussmodul (11) einen mit dem Zwischenkreis (2) verbundenen Gleichrichter (12) zum Gleichrichten einer vom Energieversorgungsnetz (4) gelieferten Wechselspannung aufweist.
10. Energieversorgungsvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Netzanschlussmodul (11) einen mit dem Zwischenkreis (2) verbundenen Wechselrichter (13) zur Bereitstellung einer Wechselspannung für die Rückspeisung elektrischer Energie ans Energieversorgungsnetz (4) aufweist.
11. Formgebungsmaschine mit einer Energieversorgungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10.
12. Formgebungsmaschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenkreis (2) mit dem wenigstens einem Antrieb (3), insbesondere einem Schließantrieb und einem Einspritzantrieb, der Formgebungsmaschine oder einem Energiespeicher (5) verbunden ist.
13. Formgebungsmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiespeicher (5) zumindest einen Speicherkondensator (9) zur Speicherung elektrischer Energie aufweist.
14. Formgebungsmaschine nach Anspruch 13 mit einer Energieversorgungsvorrichtung (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kapazität des zumindest einen Speicherkondensators (9) – vorzugsweise um einen Faktor 10 bis 30 – größer ist als eine Kapazität des Zwischenkreiskondensators (8).
15. Formgebungsmaschine nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenkreis (2), vorzugsweise über ein Netzanschlussmodul (11), mit dem Energieversorgungsnetz (4) verbunden ist.

16. Verfahren zur Energieversorgung einer Formgebungsmaschine, wobei
- wenigstens ein Antrieb (3) der Formgebungsmaschine über einen Zwischenkreis (2) mit elektrischer Energie versorgt wird und
 - eine Spannung (U_{ZK}) oder ein Strom am Zwischenkreis (2) gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, dass
 - ein erster Bereich und ein zweiter Bereich für die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder den gemessenen Strom festgelegt wird, wobei der zweite Bereich kleiner als der erste Bereich ist und vollständig im ersten Bereich enthalten ist, und
 - eine vom Energieversorgungsnetz (4) an einem Zwischenkreis erbrachte Netzleistung (P_N) betragsmäßig erhöht wird, falls die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom den ersten Bereich verlässt, und die Netzleistung (P_N) betragsmäßig verringert wird, falls die gemessene Spannung (U_{ZK}) oder der gemessene Strom in den zweiten Bereich eintritt.

Innsbruck, am 4. Juli 2014

Fig. 2a



2/3

Fig. 2b

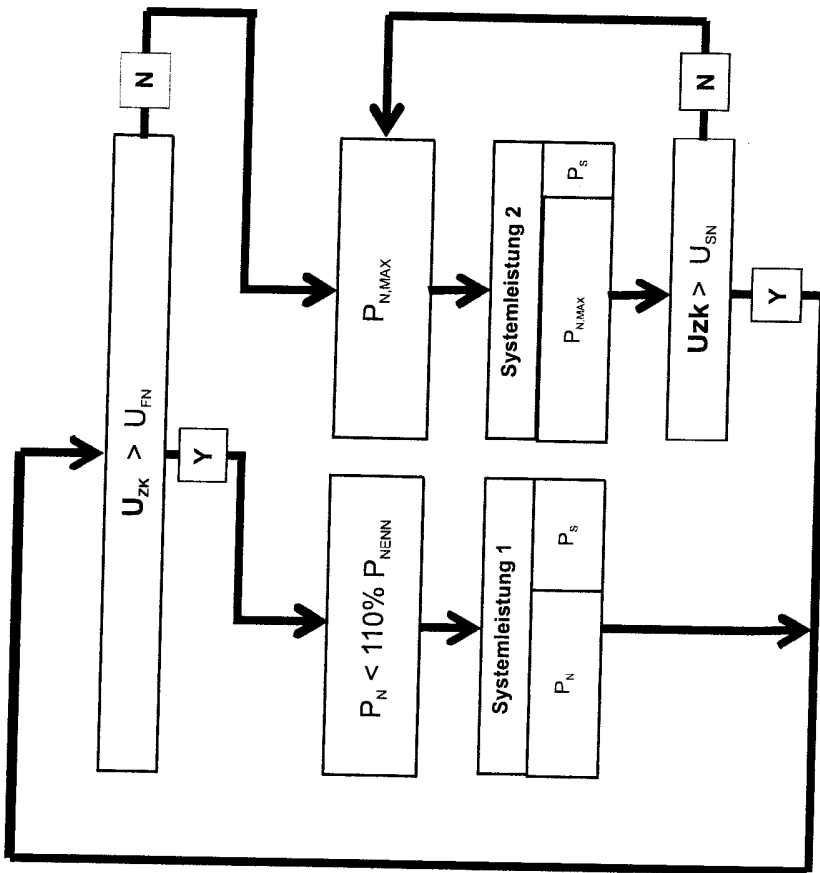
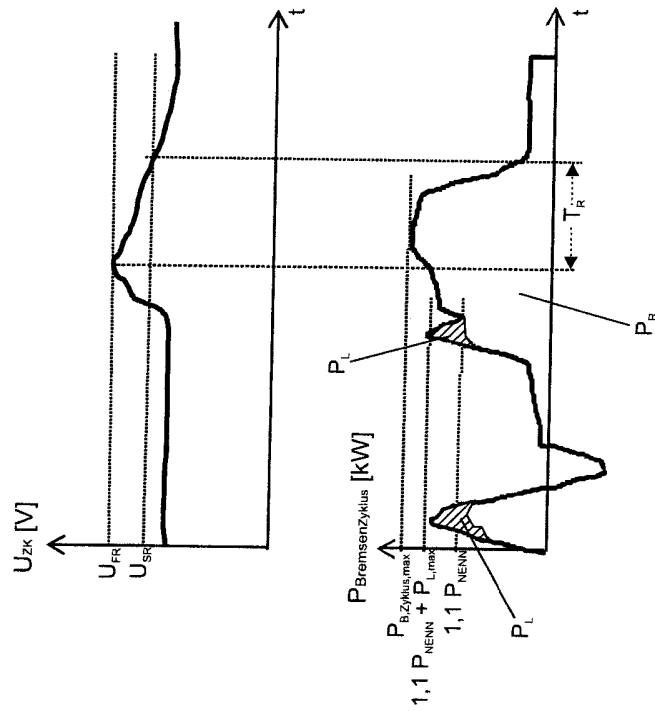
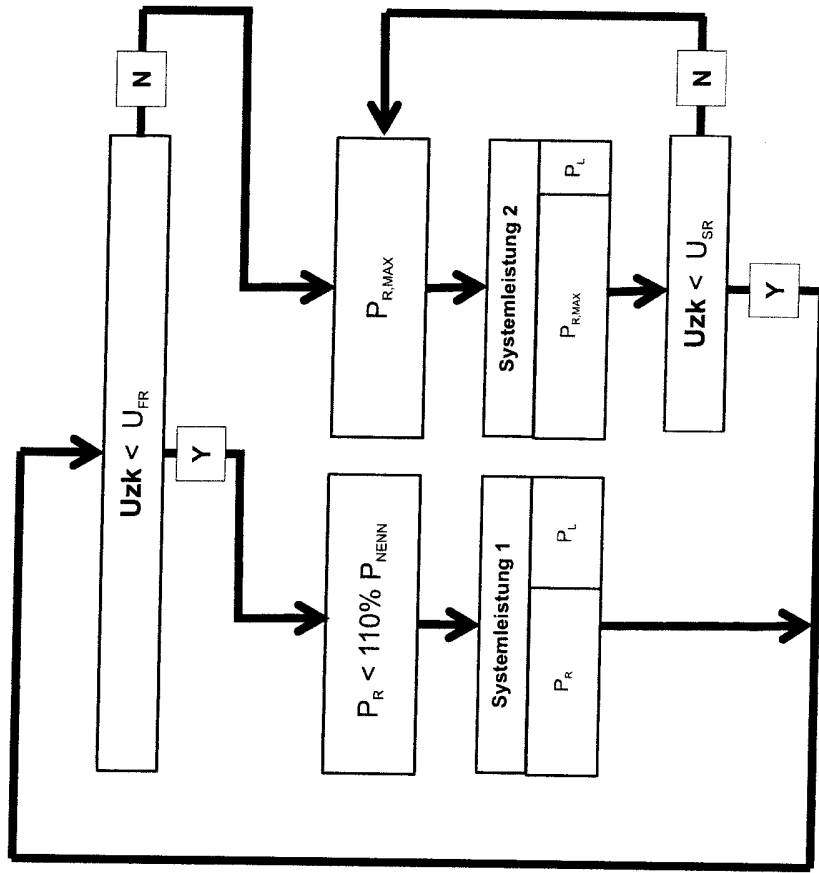


Fig. 3a



3/3

Fig. 3b



| Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: H02J 3/24 (2006.01); H02J 7/34 (2006.01); G05F 1/56 (2006.01) | | |
|---|--|--------------------------------|
| Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: H02J 3/24 (2013.01); H02J 7/34 (2013.01); G05F 1/56 (2013.01) | | |
| Recherchierte Prüfstoff (Klassifikation): H02J, G05F, H02M | | |
| Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC, IEEE | | |
| Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 07.07.2014 eingereichten Ansprüchen 1-16 erstellt. | | |
| Kategorie ¹⁾ | Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich | Betreffend Anspruch |
| Y | DE 102007024567 A1 (DAIMLER AG) 27. November 2008 (27.11.2008) Das ganze Dokument. | 1, 2, 4-6, 8-16 |
| A | | 3, 7 |
| Y | US 2008259666 A1 (EGUCHI HIROYUKI, SHIMIZU MOTOHIRO) 23. Oktober 2008 (23.10.2008) Das ganze Dokument. | 1, 2, 4-6, 8-16 |
| A | | 3, 7 |
| A | DE 4131823 C1 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) 04. Februar 1993 (04.02.1993) Das ganze Dokument. | 1-16 |
| A | US 2011273148 A1 (UENO MASANORI, OGAWA MAKOTO) 10. November 2011 (10.11.2011) Das ganze Dokument. | 1-16 |
| Datum der Beendigung der Recherche: 22.05.2015 | | Seite 1 von 1 |
| | | Prüfer(in): MEHLMAUER Adolf |
| ¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. | | |
| A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „ älteres Recht “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist. | | |