



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.09.2015 Patentblatt 2015/36

(51) Int Cl.:
F02D 41/02 (2006.01) **F02D 41/08** (2006.01)
F02D 41/14 (2006.01) **F02D 29/06** (2006.01)
F02D 35/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14156990.5**

(22) Anmeldetag: **27.02.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

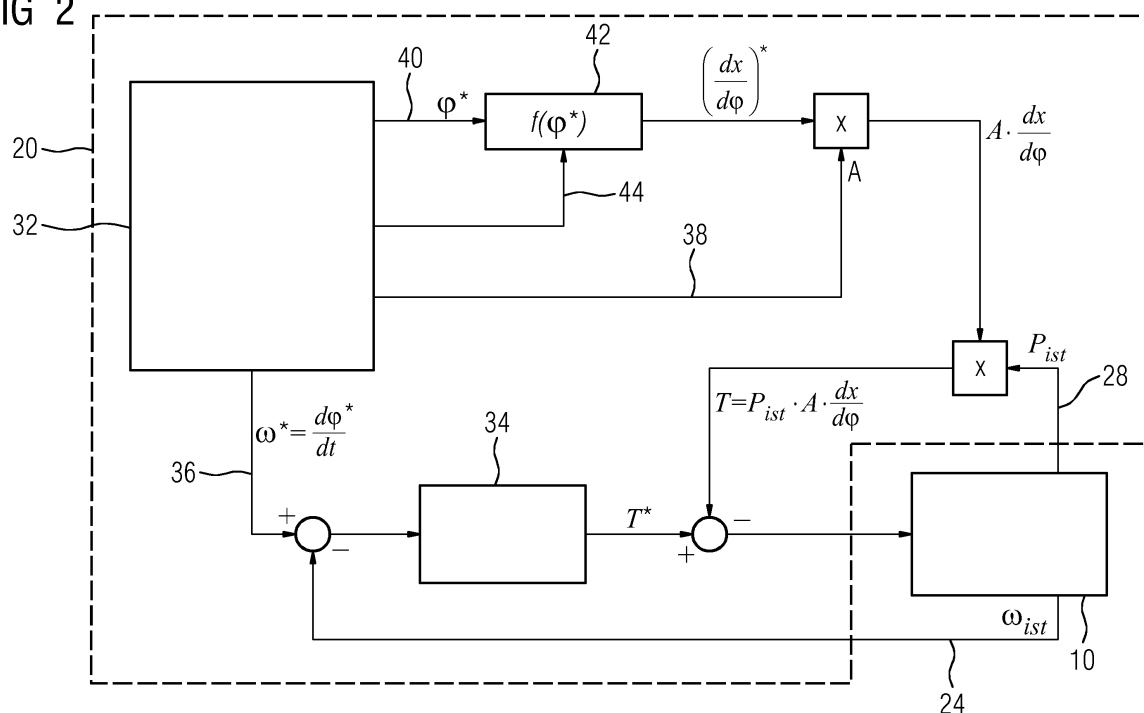
(72) Erfinder: **Klotzek, Andreas**
91052 Erlangen (DE)

(54) **Verfahren zum Betrieb eines mit einem Generator gekoppelten Verbrennungsmotors und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Die Erfindung ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betrieb eines einen Generator (12) und einen den Generator (12) antreibenden Verbrennungsmotor (14) umfassenden Systems (10), wobei eine Drehzahl des Generators (12) mittels eines Drehzahlreglers (34) geregelt wird, die sich dadurch auszeichnet, dass der

Drehzahlregler (34) als Stellgröße ein Soll Drehmoment ausgibt und dass das Soll Drehmoment mit einem zusätzlichen Drehmoment beaufschlagt wird, wobei das zusätzliche Drehmoment errechnet oder auf Basis eines aus dem System (10) aufgenommenen Messwerts ermittelt wird.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft zuvorderst ein Verfahren zum Betrieb eines mit einem Generator gekoppelten Verbrennungsmotors. Sie bezieht sich weiter auf eine Steuerungs- und Regelungseinrichtung als Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Generatoren, die mittels eines Verbrennungsmotors angetrieben werden, sind an sich bekannt. Üblicherweise ist der Verbrennungsmotor mit einem elektrischen Generator gekoppelt und dem Generator ist ein Frequenzumrichter nachgeschaltet. Die Tendenz bei solchen Anordnungen geht zum Leichtbau, so dass zum Beispiel Schwungmassen, wie sie bisher zum Ausgleich eventueller Drehzahlschwankungen vorgesehen sind, nach Möglichkeit vermieden werden oder zumindest die bewegten Massen reduziert werden.

[0003] Der Generator wird üblicherweise mit einer vorgegebenen oder vorgebbaren Drehzahl betrieben. Zu diesem Zweck ist dem Generator ein Drehzahlregler zugeordnet. Anhand der Drehzahlregelung werden der Verbrennungsmotor und der dort ablaufende Verbrennungsprozess geführt. Dies kann nach unterschiedlichen Kriterien erfolgen. Denkbar sind zum Beispiel Leistung, Wirkungsgrad und Emission.

[0004] Bisher hat man zum Erhalt einer höheren Drehzahlstabilität des Generators die Schwungmasse am Generator erhöht. Eine solche Erhöhung der bewegten Massen ist aber eigentlich unerwünscht, speziell dann, wenn der Verbrennungsmotor und der Generator zu einem Kraftfahrzeug oder dergleichen gehören und von dem Kraftfahrzeug mitbewegt werden. Als Alternative ist demgemäß bisher die Drehzahlregelung mit maximaler Dynamik betrieben worden, um eine große Bandbreite und hohe Kreisverstärkungen zu erreichen. Eine Möglichkeit in dieser Hinsicht besteht in der Verwendung sehr hoher Taktfrequenzen des Drehzahlreglers. Dies kann allerdings zu stark erhöhten Verlustleistungen in den Schaltelementen führen.

[0005] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht entsprechend darin, ein Verfahren zum Betrieb eines mit einem Generator gekoppelten Verbrennungsmotors sowie eine nach dem Verfahren arbeitende Vorrichtung anzugeben, bei dem bzw. der die oben skizzierten Nachteile vermieden werden oder zumindest hinsichtlich ihrer Auswirkungen reduziert sind.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren zum Betrieb eines mit einem Generator gekoppelten Verbrennungsmotors mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dazu ist bei einem Verfahren zum Betrieb eines einen Generator und einen den Generator antreibenden Verbrennungsmotor umfassenden Systems, bei dem eine Drehzahl des Generators mittels eines Drehzahlreglers geregelt wird, vorgesehen, dass der Drehzahlregler als Stellgröße ein Solldrehmoment ausgibt und dass das Solldrehmoment mit einem zusätzlichen Drehmoment beaufschlagt wird, wobei das zusätzliche Drehmoment errechnet oder auf Basis eines aus dem System aufgenommenen Messwerts ermittelt wird.

[0007] Indem das vom Drehzahlregler als Stellgröße ausgegebene Solldrehmoment mit einem zusätzlichen Drehmoment, also einem numerischen und automatisch verarbeitbaren Wert für das zusätzliche Drehmoment, beaufschlagt wird, gelingt eine optimale Prozessführung des den Verbrennungsmotor und den Generator umfassenden Systems. Schwungmassen und dergleichen zur Stabilisierung der Drehzahl des Generators werden dabei nicht benötigt.

[0008] Bezüglich der Vorrichtung wird die genannte Aufgabe erfindungsgemäß durch die Merkmale des parallelen Vorrichtungsanspruchs gelöst. Dazu ist eine Steuerungs- und Regelungseinrichtung mit Mitteln zur Ausführung des hier und im Folgenden beschriebenen Betriebsverfahrens vorgesehen, wobei die zur Ausführung des Betriebsverfahrens bestimmten Mittel zumindest eine Steuerungseinheit sowie einen Drehzahlregler umfassen und wobei mittels des Drehzahlreglers als Stellgröße ein Solldrehmoment ausgegibt ist.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. Dabei verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin. Sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmalskombinationen der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen. Des Weiteren ist im Hinblick auf eine Auslegung der Ansprüche bei einer näheren Konkretisierung eines Merkmals in einem nachgeordneten Anspruch davon auszugehen, dass eine derartige Beschränkung in den jeweils vorangehenden Ansprüchen nicht vorhanden ist. Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass das hier angegebene Verfahren auch entsprechend der abhängigen Vorrichtungsansprüche weitergebildet sein kann und umgekehrt.

[0010] Bei einer Ausführungsform des Verfahrens wird als zusätzliches Drehmoment, mit dem das vom Drehzahlregler ausgegebene Solldrehmoment beaufschlagt wird, ein Gegenmoment errechnet. Dieses wird auf Basis eines im System aufgenommenen Messwerts errechnet. Der im System aufgenommene Messwert ist ein am Verbrennungsmotor aufgenommener Druckmesswert, nämlich ein Druckmesswert, der den Druck im Verbrennungsraum des Verbrennungsmotors angibt. Das Gegenmoment/zusätzliche Drehmoment wird dann auf Basis des Druckmesswerts errechnet.

[0011] Bei einer alternativen Ausführungsform des Verfahrens wird als zusätzliches Drehmoment, mit dem das vom Drehzahlregler ausgegebene Solldrehmoment beaufschlagt wird, ebenfalls ein Gegenmoment errechnet. Hier wird allerdings kein im System aufgenommener Druckmesswert verwendet. Stattdessen erfolgt die Berechnung des Gegenmoments/zusätzlichen Drehmoments, indem mittels eines thermodynamischen Modells ein im Verbrennungsraum des Verbrennungsmotors herrschender Druck geschätzt und aufgrund des geschätzten Drucks das Gegenmoment/zusätz-

liche Drehmoment errechnet wird.

[0012] Bei einer nochmals alternativen Ausführungsform des Verfahrens wird bei der Errechnung des zusätzlichen Drehmoments mittels eines Vorsteuerungsblocks ein Vorsteuerungsdrehmoment errechnet, mit dem das vom Drehzahlregler ausgegebene Solldrehmoment als zusätzlichem Drehmoment beaufschlagt wird.

[0013] Bei einer besonderen Ausführungsform des Verfahrens werden eines der errechneten zusätzlichen Drehmomente und das vom Vorsteuerungsblock ausgegebene zusätzliche Drehmoment gleichzeitig verwendet. Das vom Drehzahlregler ausgegebene Solldrehmoment wird also mit dem von dem Vorsteuerungsblock ausgegebenen zusätzlichen Drehmoment sowie mit dem aufgrund des gemessenen oder geschätzten Drucks im Verbrennungsraum des Verbrennungsmotors ermittelten zusätzlichen Drehmoment beaufschlagt.

[0014] Zur Ausführung einzelner Ausführungsformen des Verfahrens zeichnet sich die Steuerungs- und Regelungseinrichtung dadurch aus, dass mittels der Steuerungs- und Regelungseinrichtung ein im System, nämlich am Verbrennungsmotor, aufgenommener Druckmesswert verarbeitbar ist, dass anhand des Druckmesswerts sowie anhand von mittels der Steuerungseinheit ausgegebener Daten, nämlich zumindest einem Geometriewert, einer Solllage und Kinematikdaten, das zusätzliche Drehmoment ermittelbar ist und dass das Solldrehmoment mit dem zusätzlichen Drehmoment beaufschlagbar ist.

[0015] Eine erste alternative Ausführungsform der Steuerungs- und Regelungseinrichtung ist dafür bestimmt und eingerichtet, dass mittels eines von der Steuerungs- und Regelungseinrichtung umfassten thermodynamischen Modells ein Schätzwert zum im Verbrennungsraum des Verbrennungsmotors herrschenden Druck ermittelbar ist, dass anhand des Schätzwerts sowie mittels der Steuerungseinheit ausgegebener Daten, nämlich zumindest eines Geometriewerts, einer Solllage und Kinematikdaten, das zusätzliche Drehmoment ermittelbar ist und dass das Solldrehmoment mit dem zusätzlichen Drehmoment beaufschlagbar ist.

[0016] Eine weitere alternative Ausführungsform der Steuerungs- und Regelungseinrichtung ist dafür bestimmt und eingerichtet, dass mittels eines von der Steuerungs- und Regelungseinrichtung umfassten Vorsteuerungsblocks ein Vorsteuerungsdrehmoment ermittelbar ist und dass das Solldrehmoment mit dem Vorsteuerungsdrehmoment als zusätzlichem Drehmoment beaufschlagbar ist.

[0017] Eine Ausführungsform der Steuerungs- und Regelungseinrichtung, die zur Ausführung des Verfahrens bestimmt ist, bei dem eines der errechneten zusätzlichen Drehmomente und das vom Vorsteuerungsblock ausgegebene zusätzliche Drehmoment gleichzeitig verwendet werden, zeichnet sich durch eine Verwirklichung einer Kombination der oben genannten entsprechenden Merkmale aus.

[0018] Insgesamt ist die Erfindung auch ein System mit einem Generator und einem Verbrennungsmotor sowie einer Steuerungs- und Regelungseinrichtung mit den hier und im Folgenden beschriebenen Merkmalen.

[0019] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Einander entsprechende Gegenstände oder Elemente sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0020] Es zeigen

- FIG 1 ein System mit einem Verbrennungsmotor und einem Generator, wobei der Generator durch den Verbrennungsmotor angetrieben wird,
- FIG 2 eine erste Ausführungsform einer Steuerungs- und Regelungseinrichtung zur Steuerung und Regelung eines Systems der in FIG 1 gezeigten Art,
- FIG 3 eine zweite Ausführungsform einer Steuerungs- und Regelungseinrichtung zur Steuerung und Regelung eines Systems der in FIG 1 gezeigten Art und
- FIG 4 eine dritte Ausführungsform einer Steuerungs- und Regelungseinrichtung zur Steuerung und Regelung eines Systems der in FIG 1 gezeigten Art.

[0021] Die Darstellung in FIG 1 zeigt in schematisch vereinfachter Form den prinzipiellen Aufbau eines Systems der hier betrachteten Art. Zu dem System 10 gehören ein als Generator 12 betriebener Elektromotor und ein Verbrennungsmotor 14. Der Verbrennungsmotor 14 ist mit dem Generator 12 mechanisch gekoppelt. Innerhalb der Darstellung des Verbrennungsmotors 14 sind dessen Kurbelwelle und ein Kolben 16 gezeigt. Der Verbrennungsmotor 14 kann mehr als den gezeigten einen Kolben 16 umfassen, also zum Beispiel als Doppelkolbenmotor ausgeführt sein.

[0022] Der mittels des Generators 12 erzeugte Wechselstrom wird einem hier als Gleichrichter dargestellten Umrichter (Frequenzumrichter) 18 zugeführt. Am Ausgang des Umrichters 18 kann die mittels des Verbrennungsmotors 14 ursprünglich erzeugte Energie in Form von elektrischer Energie abgegriffen werden.

[0023] Das System 10 kommt als mobiles System zur Anwendung zum Beispiel in einem Kraftfahrzeug in Betracht. Daneben kommt das System 10 auch als Notstromaggregat oder dergleichen in Betracht.

[0024] Eine zum Beispiel von dem Umrichter 18 umfasste Steuerungs- und Regelungseinrichtung 20 (FIG 2) bewirkt eine Regelung des Systems 10, nämlich zum Beispiel eine Drehzahlregelung des Generators 12. Dafür ist dem Generator 12 ein Lagegeber 22 zugeordnet. Mittels des Lagegebers 22 ist im Betrieb ein Lageistwert erhältlich und ein zeitlicher Verlauf des Lageistwerts ist ein Maß für die jeweilige Drehzahl des Generators 12. Damit ist von dem Lagegeber 22 ein

Lageistwert 23 sowie unmittelbar oder zumindest mittelbar ein Drehzahlwert 24 (FIG 2) erhältlich.

[0025] Des Weiteren ist gezeigt, dass dem Verbrennungsmotor 14 ein Drucksensor 26 zugeordnet ist. Mittels des Drucksensors 26 ist ein Messwert hinsichtlich eines beim Betrieb des Verbrennungsmotors 14 in dessen Kolbenkammer erzeugten Drucks (Druckmesswert 28) erhältlich.

[0026] Der Druckmesswert 28 sowie der Lageistwert 23 und/oder der Drehzahlwert 24 werden der Steuerungs- und Regelungseinrichtung 20 zugeführt. Auf deren Basis wird eine Stellgröße 30 zur Beeinflussung des Systems 10 generiert.

[0027] Innerhalb des gesteuerten und geregelten Systems 10 treten als Prozesskräfte ein durch die im Verbrennungsmotor 14 erfolgende Verbrennung erzeugter Druck sowie durch die Bewegung und Beschleunigung des Kolbens 16 entstehende Massekräfte auf. Die Prozesskräfte sind bekannt oder können gemessen werden und der im Folgenden erläuterte Ansatz basiert auf einer Linearisierung der Prozesskräfte sowie einer anschließenden Drehzahlregelung und/oder einer Vorsteuerung der Prozesskräfte sowie einer anschließenden Drehzahlregelung.

[0028] Zunächst wird die Linearisierung der Prozesskräfte erläutert.

[0029] Die Darstellung in FIG 2 zeigt die bereits erwähnte Steuerungs- und Regelungseinrichtung 20 mit weiteren Details, nämlich mit einer Steuerungseinheit 32 sowie einen Drehzahlregler 34 als Funktionseinheiten innerhalb der Steuerungs- und Regelungseinrichtung 20.

[0030] Die Steuerungseinheit 32 gibt eine Sollzahl $\omega^* = d\varphi^*/dt$ 36 vor (hochgestellte Sterne bezeichnen Sollwerte). Die Sollzahl ω^* kann dabei der Ausgangswert eines dem System 10 insgesamt vorgeschalteten Stromreglers (nicht gezeigt) sein. Der Drehzahlregler 34 gibt als Stellgröße 30 ein Solldrehmoment T^* aus. Zur Linearisierung wird an einer dem Drehzahlregler 34 nachfolgenden Summationsstelle von dem Solldrehmoment T^* das Drehmoment, welches der Generator 12 gegen den jeweils im Verbrennungsraum herrschenden Druck aufbringen muss, abgezogen.

[0031] Auf Basis des Druckmesswerts P_{ist} 28 lässt sich die jeweils aktuell auf den Generator 12 wirkende Kraft berechnen, denn die resultierende Kraft berechnet sich bekanntlich in Form eines Produkts aus dem jeweils im Verbrennungsraum herrschenden Druck und der Fläche A des Kolbens 16. Ein automatisch verarbeitbarer Wert für die Fläche A des Kolbens 16 wird von der Steuerungseinheit 32 aufgrund einer jeweils vorgegebenen oder vorgebbaren Parametrierung als Geometriewert 38 ausgegeben.

[0032] Mit dem mittels des Lagegebers 22 aufgenommenen Lageistwert 23 ist die aktuelle Lage φ (Rotationslage) des Rotors des Generators 12 bekannt. Außerdem sind zu jedem Zeitpunkt eine jeweilige Sollage φ^* 40 sowie ein winkelabhängiges Übersetzungsverhältnis zwischen der Rotationslage des Rotors und der translatorischen Position x des Kolbens 16 bekannt. Die Steuerungs- und Regelungseinrichtung 20 umfasst insoweit ein Übertragungsglied 42, welches auf Basis der Sollage φ^* 40 ein Maß für die Änderung der translatorischen Position des Kolbens 16 in Abhängigkeit von der Änderung der Rotationslage des Rotors $(dx/d\varphi)^*$ ausgibt. Die Übertragungsfunktion $f(\varphi^*)$ des Übertragungsglieds 42 ist dabei mittels von der Steuerungseinheit 32 ausgebbaren Kinematikdaten 44 beeinflussbar. Die jeweils ausgegebenen Kinematikdaten 44 basieren ebenfalls auf einer vorgegebenen oder vorgebbaren Parametrierung der Steuerungs- und Regelungseinrichtung 20.

[0033] Aus den vorstehend genannten Größen kann als zusätzliches Drehmoment T, mit dem das vom Drehzahlregler 34 ausgegebene Solldrehmoment T^* beaufschlagt wird, das Drehmoment berechnet werden, welches der Generator 12 gegen den im Verbrennungsraum herrschenden Druck aufbringen muss (Gegenmoment T). Danach ergibt sich das Gegenmoment als

$$T = P_{ist} \cdot A \cdot \frac{dx}{d\varphi} .$$

[0034] Die in die Ermittlung des Gegenmoments T eingeflossene Druckmessung in Form des im System 10 aufgenommenen Druckmesswerts P_{ist} 28 ist eine Rückführung des Drucks und stellt insgesamt eine Linearisierung des Systems 10 dar.

[0035] Die Darstellung in FIG 3 zeigt, dass anstelle einer Druckmessung auch eine rechnerische Ermittlung des Drucks erfolgen kann, zum Beispiel indem der im Verbrennungsraum des Verbrennungsmotors 14 herrschende Druck anhand eines thermodynamischen Modells 46 abgeschätzt wird. In das thermodynamische Modell 46 gehen als Eingangswerte neben der aktuellen Lage φ (Lageistwert 23) oder der jeweiligen Sollage φ^* 40 des Rotors des Generators 12 der Geometriewert 38 oder sonstige Geometriedaten, die Kinematikdaten 44 sowie Thermodynamikdaten 48, zum Beispiel eine Information zur jeweils in den Verbrennungsraum des Verbrennungsmotors 14 eingespritzten Kraftstoffmenge, ein. Am Ausgang des thermodynamischen Modells 46 ergibt sich ein Sollwert oder ein geschätzter Wert P^* für den Druck im Verbrennungsraum des Verbrennungsmotors 14. Damit kann - wie oben - das Gegenmoment T berechnet werden:

$$T = P^* \cdot A \cdot \frac{dx}{d\varphi} \quad .$$

[0036] Die Darstellung in FIG 4 zeigt eine zusätzlich oder alternativ zu der Linearisierung (FIG 2, FIG 3) anwendbare Vorsteuerung der Prozesskräfte.

[0037] Die Vorsteuerung basiert darauf, dass die Massekraft des Kolbens 16 berechnet werden kann und zwar aus der Solllage φ^* 40 (oder dem Lageistwert φ 23) und dem winkelabhängigen Übersetzungsverhältnis zwischen der Rotationslage des Rotors und der Position x des Kolbens 16. Außerdem ist eine jeweils aktuelle Winkelbeschleunigung am Rotor bekannt. Das zur Beschleunigung von Rotor und Kolben 16 notwendige zusätzliche Drehmoment T (Vorsteuerungsdrehmoment), mit dem das vom Drehzahlregler 34 ausgegebene Solldrehmoment T^* beaufschlagt wird, berechnet sich damit mittels eines von der Steuerungs- und Regelungseinrichtung 20 umfassten Vorsteuerungsblocks 50 zu

$$T = J \cdot \ddot{\varphi} + m \cdot \left[\left(\frac{dx}{d\varphi} \right)^2 \cdot \ddot{\varphi} + \frac{d^2x}{d\varphi^2} \cdot \frac{dx}{d\varphi} \cdot \dot{\varphi}^2 \right] \quad .$$

[0038] Diese Variante berücksichtigt automatisch (implizit) durch eine optimale Prozessführung vorgegebene Drehzahlschwankungen. Der Vorsteuerungsblock 50 umfasst eine Implementation der oben angegebenen Beziehung zur Ermittlung des Vorsteuerungsdrehmoments T . In den Vorsteuerungsblock 50 gehen als von der Steuerungseinheit 32 ausgegebene Eingangswerte die jeweilige Solllage φ^* 40 (oder der Lageistwert φ 23), Kinematikdaten 44 und hinsichtlich der bewegten Massen zumindest eine Masseinformation m 52 ein. Dadurch ist eine exakte Vorsteuerung der notwendigen Beschleunigungen und des jeweils aufzubringenden Drehmoments gegeben.

[0039] Die in FIG 4 gezeigte Ausführungsform der Steuerungs- und Regelungseinrichtung 20 ist unabhängig von den in FIG 2 und FIG 3 gezeigten Ausführungsformen. Die beschriebenen Ausführungsformen können allerdings auch kombiniert werden, zum Beispiel in Form einer Kombination der Ausführungsformen in FIG 2 und FIG 4 oder einer Kombination der Ausführungsformen in FIG 3 und FIG 4.

[0040] Obwohl die Erfindung im Detail durch das Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch das oder die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

[0041] Der Vorteil einer Steuerungs- und Regelungseinrichtung 20 der hier beschriebenen Art besteht darin, dass durch das direkte Einsteuern der Prozesskräfte der Drehzahlregler 34 entlastet wird, da idealerweise sonst vom Drehzahlregler 34 berücksichtigte Störkräfte eliminiert sind. Der Drehzahlregler 34 ist damit nur noch für eine Umsetzung einer idealen Prozessführung auf Basis der von der Steuerungseinheit 32 vorgegebenen Solldrehzahl ω^* 36 zuständig. Wenn zusätzlich zu der Linearisierung (FIG 2, FIG 3) auch noch die Vorsteuerung gemäß FIG 4 angewandt wird, erfolgt die Prozessführung mittels der Vorsteuerung und der Drehzahlregler 34 muss nur noch kleine Abweichungen ausregeln.

[0042] Insgesamt erfolgt die Umsetzung der durch den Verbrennungsmotor 14 auf den Generator 12 wirkenden Gegenkraft dynamischer und direkter, weil sie nur von der sehr großen Dynamik des eingangsseitigen Stromreglers abhängt.

[0043] Schwungmassen können entfallen, ohne die Drehzahlstabilität zu verringern. Dadurch ergeben sich eine leichtere Bauweise und ein geringerer erforderlicher Strom zum Beschleunigen und Abbremsen der bewegten Massen.

[0044] Obwohl die Erfindung im Detail durch das Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch das oder die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines einen Generator (12) und einen den Generator (12) antreibenden Verbrennungsmotor (14) umfassenden Systems (10),

- wobei eine Drehzahl des Generators (12) mittels eines Drehzahlreglers (34) geregelt wird, **dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** der Drehzahlregler (34) als Stellgröße ein Solldrehmoment ausgibt und
- **dass** das Solldrehmoment mit einem zusätzlichen Drehmoment beaufschlagt wird,

- wobei das zusätzliche Drehmoment errechnet oder auf Basis eines aus dem System (10) aufgenommenen Messwerts ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei bei der Ermittlung des zusätzlichen Drehmoments auf Basis eines aus dem System (10) aufgenommenen Messwerts im System (10), nämlich am Verbrennungsmotor (14), ein Druckmesswert (28) aufgenommen wird und wobei mittels des Druckmesswerts (28) das zusätzliche Drehmoment errechnet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei bei der Errechnung des zusätzlichen Drehmoments mittels eines thermodynamischen Modells (46) ein in einem Verbrennungsraum des Verbrennungsmotors (14) herrschender Druck geschätzt und aufgrund des geschätzten Drucks das zusätzliche Drehmoment errechnet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei bei der Errechnung des zusätzlichen Drehmoments mittels eines Vorsteuerungsblocks (50) ein Vorsteuerungsdrehmoment errechnet wird, mit dem das vom Drehzahlregler (34) ausgegebene Solldrehmoment als zusätzlichem Drehmoment beaufschlagt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4 und einem der Ansprüche 2 oder 3, wobei das von dem Drehzahlregler (34) ausgegebene Solldrehmoment mit dem von dem Vorsteuerungsblock (50) ausgegebenen Drehmoment sowie mit dem aufgrund des gemessenen oder geschätzten Drucks im Verbrennungsraum des Verbrennungsmotors (14) ermittelten zusätzlichen Drehmoment beaufschlagt wird.
6. Steuerungs- und Regelungseinrichtung (20) mit Mitteln (32, 34, 42, 46, 50) zur Ausführung des Betriebsverfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Mittel (32, 34, 42, 46, 50) zur Ausführung des Betriebsverfahrens zumindest eine Steuerungseinheit (32) sowie einen Drehzahlregler (34) umfassen und wobei mittels des Drehzahlreglers (34) als Stellgröße (30) ein Solldrehmoment ausgebbar ist.
7. Steuerungs- und Regelungseinrichtung (20) nach Anspruch 6 zur Ausführung des Verfahrens gemäß Anspruch 2, wobei mittels der Steuerungs- und Regelungseinrichtung (20) ein im System (10), nämlich am Verbrennungsmotor (14), aufgenommener Druckmesswert (28) verarbeitbar ist, wobei anhand des Druckmesswerts (28) sowie anhand von mittels der Steuerungseinheit (32) ausgegebbarer Daten, nämlich zumindest einem Geometriewert (38), einer Solllage (40) und Kinematikdaten (44), das zusätzliche Drehmoment ermittelbar ist und wobei das Solldrehmoment mit dem zusätzlichen Drehmoment beaufschlagbar ist.
8. Steuerungs- und Regelungseinrichtung (20) nach Anspruch 6 zur Ausführung des Verfahrens gemäß Anspruch 3, wobei mittels eines von der Steuerungs- und Regelungseinrichtung (20) umfassten thermodynamischen Modells (46) ein Schätzwert zum im Verbrennungsraum des Verbrennungsmotors (14) herrschenden Druck ermittelbar ist, wobei anhand des Schätzwerts sowie mittels der Steuerungseinheit (32) ausgegebbarer Daten, nämlich zumindest eines Geometriewerts (38), einer Solllage (40) und Kinematikdaten (44), das zusätzliche Drehmoment ermittelbar ist und wobei das Solldrehmoment mit dem zusätzlichen Drehmoment beaufschlagbar ist.
9. Steuerungs- und Regelungseinrichtung (20) nach Anspruch 6 zur Ausführung des Verfahrens gemäß Anspruch 4, wobei mittels eines von der Steuerungs- und Regelungseinrichtung (20) umfassten Vorsteuerungsblocks (50) ein Vorsteuerungsdrehmoment ermittelbar ist und wobei das Solldrehmoment mit dem Vorsteuerungsdrehmoment als zusätzlichem Drehmoment beaufschlagbar ist.
10. System (10) mit einem Generator (12) und einem Verbrennungsmotor (14) sowie einer Steuerungs- und Regelungseinrichtung (20) nach einem der Ansprüche 6 bis 9.

FIG 1

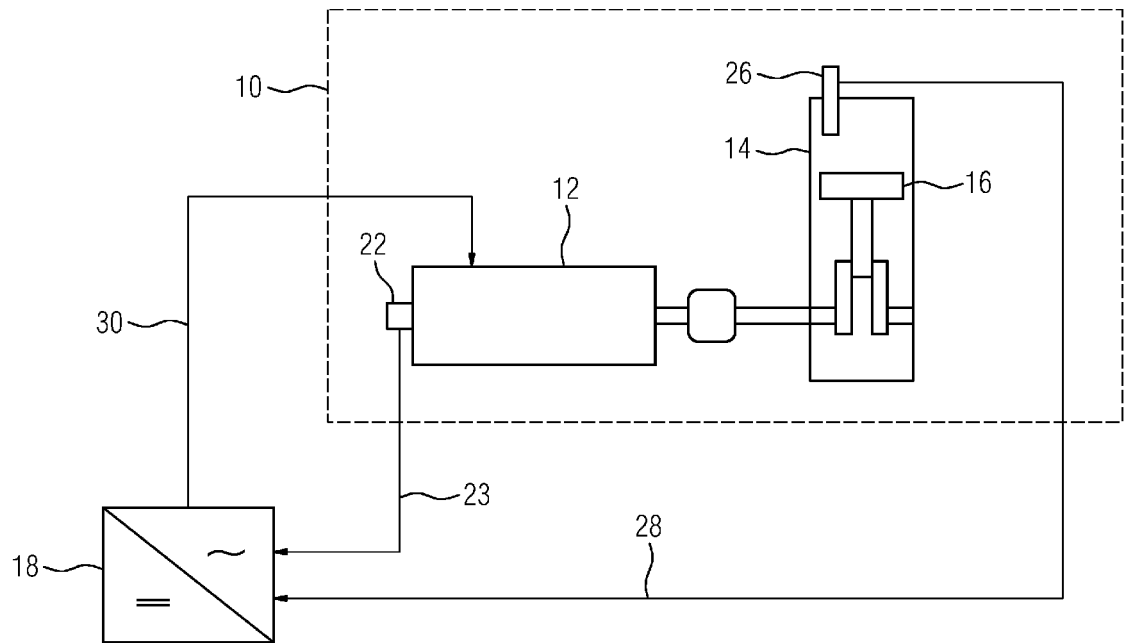


FIG 2

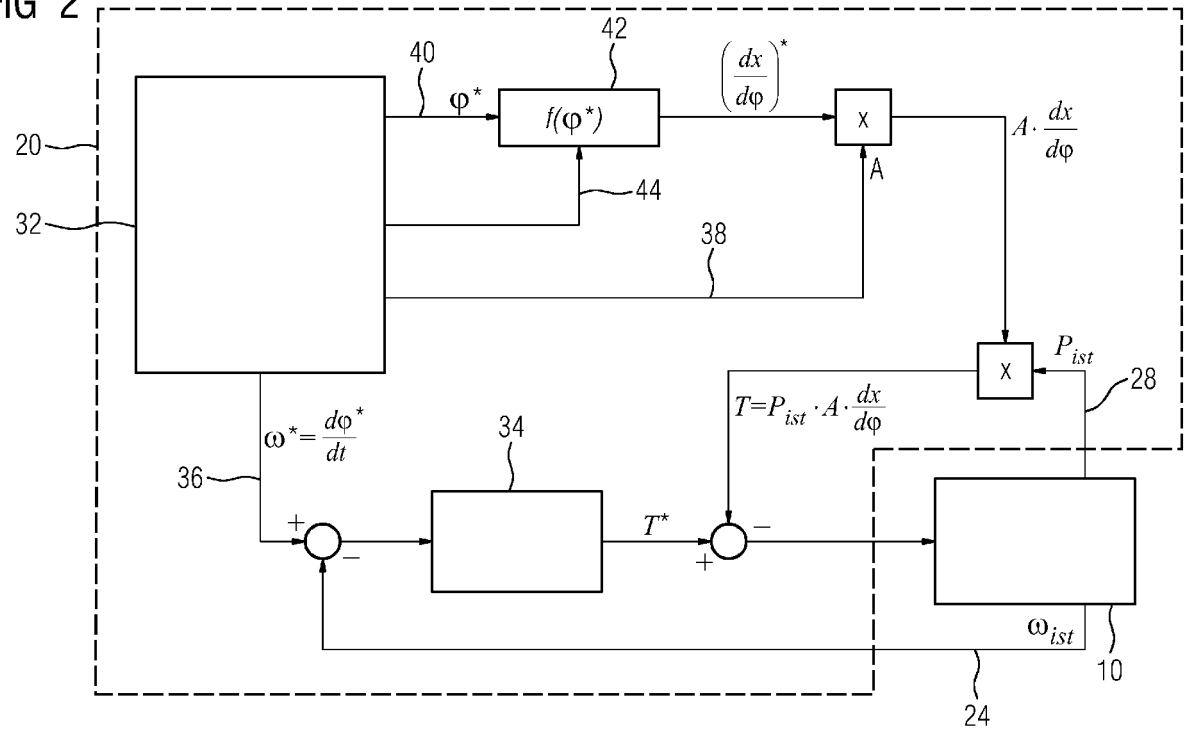


FIG 3

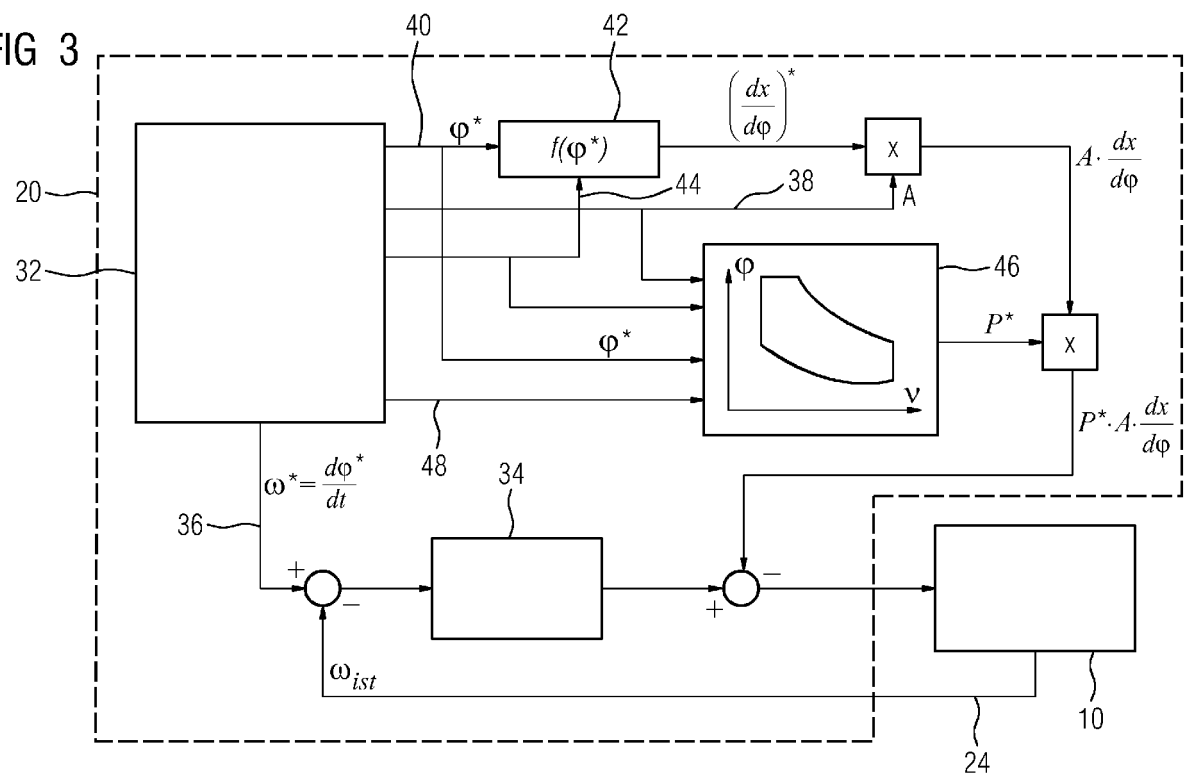
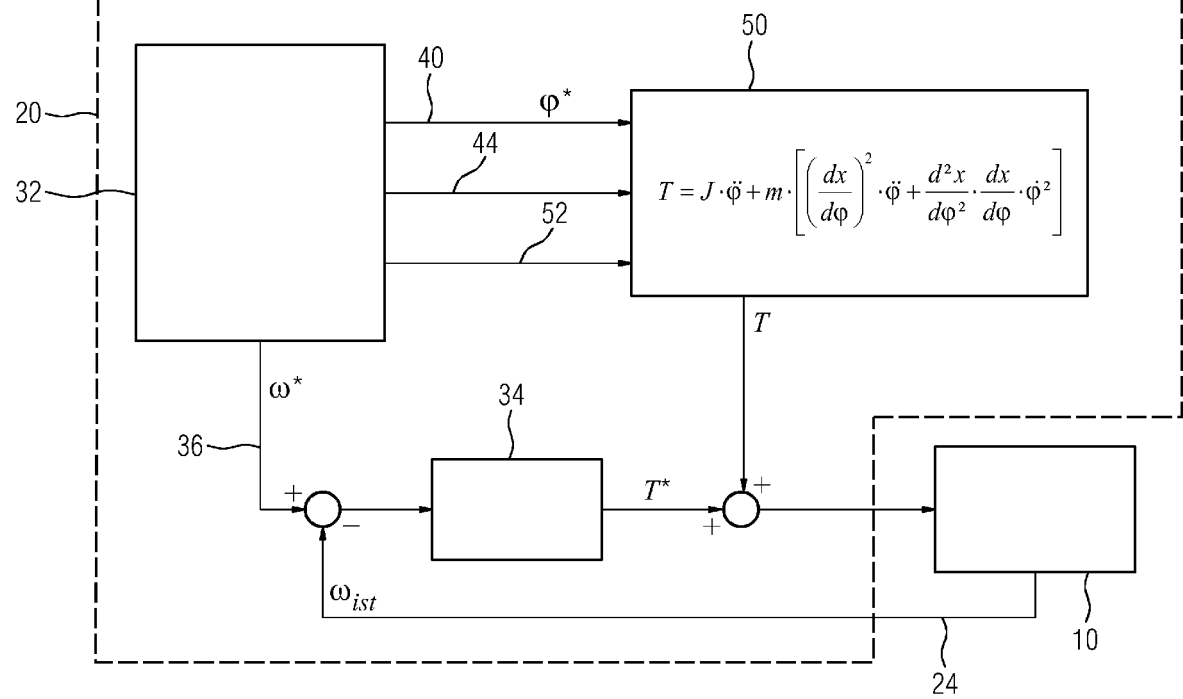


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 15 6990

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2009/194067 A1 (PEOTTER BENJAMIN G [US] ET AL) 6. August 2009 (2009-08-06) * Absätze [0002], [0005], [0015], [0020], [0023], [0043], [0045], [0056]; Abbildung 5 *	1-10	INV. F02D41/02 F02D41/08 F02D41/14 F02D29/06
X	DE 10 2004 017087 A1 (DEUTZ AG [DE]) 10. November 2005 (2005-11-10) * Absätze [0001], [0004], [0005], [0007] *	1,6	ADD. F02D35/02
A	US 2006/293829 A1 (CORNWELL RICHARD CHARLES E [GB] ET AL CORNWELL RICHARD CHARLES ELLIOT) 28. Dezember 2006 (2006-12-28) * Absätze [0001], [0008], [0024] - [0028], [0034], [0035], [0043], [0044] *	2,7	
A	DE 102 53 004 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27. Mai 2004 (2004-05-27) * Absätze [0001] - [0004], [0027], [0029] - [0033]; Abbildung 1 *	1,4,6,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02D
A	US 6 714 852 B1 (LORENZ ROBERT DONALD [US] ET AL) 30. März 2004 (2004-03-30) * Spalte 1, Zeilen 7-10 * * Spalte 2, Zeilen 7-26 * * Spalte 3, Zeilen 26-42 * * Spalte 5, Zeilen 1-59 *	3,7,8	
A	US 6 487 998 B1 (MASBERG ULLRICH [DE] ET AL) 3. Dezember 2002 (2002-12-03) * Spalte 1, Zeilen 8-9 * * Spalte 2, Zeilen 33-42, 49-59 * * Spalte 4, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 13 * * Spalte 5, Zeilen 45-52 *	1-10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. Juli 2014	Prüfer Ducloyer, Stéphane
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 15 6990

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 10 2008 002152 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. Dezember 2009 (2009-12-03) * Absätze [0001], [0002], [0007] - [0009], [0011] * -----	1,6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. Juli 2014	Prüfer Ducloyer, Stéphane
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

50

55

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 15 6990

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-07-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009194067 A1	06-08-2009	CA 2713345 A1	13-08-2009
		US 2009194067 A1	06-08-2009
		WO 2009099908 A1	13-08-2009
DE 102004017087 A1	10-11-2005	KEINE	
US 2006293829 A1	28-12-2006	AU 2003274334 A1	18-06-2004
		EP 1597467 A1	23-11-2005
		US 2006293829 A1	28-12-2006
		US 2009158831 A1	25-06-2009
		WO 2004048762 A1	10-06-2004
DE 10253004 A1	27-05-2004	KEINE	
US 6714852 B1	30-03-2004	KEINE	
US 6487998 B1	03-12-2002	DE 19532164 A1	06-03-1997
		EP 0847486 A1	17-06-1998
		JP H11511224 A	28-09-1999
		US 6487998 B1	03-12-2002
		WO 9708436 A1	06-03-1997
DE 102008002152 A1	03-12-2009	KEINE	

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82