

PCT

 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

 Internationales Büro

 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE

 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : F02M 25/08	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 95/16122 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 15. Juni 1995 (15.06.95)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE94/01411 (22) Internationales Anmeldedatum: 29. November 1994 (29.11.94) (30) Prioritätsdaten: P 43 42 431.7 11. December 1993 (11.12.93) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DENZ, Helmut [DE/DE]; Lindenspürstrasse 18, D-70176 Stuttgart (DE). WILD, Ernst [DE/DE]; Wernerstrasse 20/6, D-71739 Oberriexingen (DE). BLUMENSTOCK, Andreas [DE/DE]; Jägerhofallee 79, D-71638 Ludwigsburg (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	

(54) Title: PROCESS FOR OBTAINING INFORMATION ON THE STATE OF A TANK VENTING SYSTEM

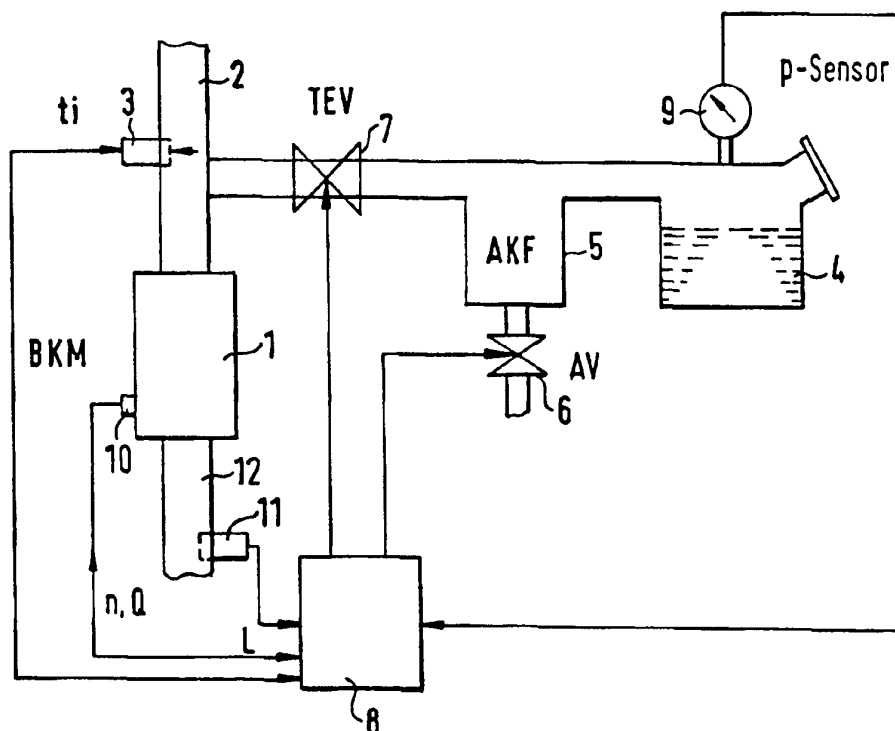
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG VON AUSSAGEN ÜBER DEN ZUSTAND EINER TANKENTLÜFTUNGSANLAGE

(57) Abstract

In a tank venting system for the internal combustion engine of a vehicle, information on the state of the tank ventilation system is derived from the result of measurements of the pressure in the tank ventilation system. The influence of fuel degassing in the tank venting system, which as a supplementary gas source influences the pressure measurements to a certain extent, is taken into account when deriving information on the state of the tank ventilation system from pressure measurements.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Tankentlüftungsanlage für eine Brennkraftmaschine bei einem Kraftfahrzeug, bei der Aussagen über den Zustand der Tankentlüftungsanlage aus dem Ergebnis von Messungen des Drucks in der Tankentlüftungsanlage abgeleitet werden. Der Einfluß der Ausgasung von Kraftstoff im TE-System, der gewissermaßen als zusätzliche Gasquelle die Druckmessungen beeinflusst, wird bei der Ableitung der Aussagen berücksichtigt.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Verfahren zur Ermittlung von Aussagen über den Zustand einer Tankentlüftungsanlage

Die Erfindung betrifft eine Tankentlüftungsanlage für eine Brennkraftmaschine bei einem Kraftfahrzeug, bei der Aussagen über den Zustand der Tankentlüftungsanlage aus dem Ergebnis von Messungen des Drucks in der Tankentlüftungsanlage abgeleitet werden.

Als Beispiele für Aussagen über den Zustand der Tankentlüftungsanlage können Aussagen über den Füllungszustand des Kraftstofftanks oder Aussagen über die Funktionsfähigkeit der Tankentlüftungsanlage dienen.

Aus der DE P42 03 099.4 ist es bekannt, bei einer mit einer Tankentlüftungsanlage ausgerüsteten Brennkraftmaschine die Änderung des Drucks in der Tankentlüftungsanlage bei geöffneter Verbindung zum Saugrohr der Brennkraftmaschine zu erfassen und aus der Änderungsgeschwindigkeit des Drucks (Druckgradient) auf den Kraftstofffüllstand im Tank zu schließen. Diese Vorgehensweise basiert auf der Zunahme des Gasvolumens im Tank bei sinkendem Flüssigkeitsspiegel. Je leerer der Tank ist, desto mehr Gas muß bis zum Erreichen eines vorgegebenen Unterdrucks abgesaugt werden. Als Folge stellt sich bei vergleichbarer Saugleistung, gegeben durch die Unterdruckverhältnisse im Saugrohr und durch den Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils, ein mit fallendem Füllstand flacher werdender Druckgradient ein.

...

ERSATZBLATT

- 2 -

Aus der DE P41 32 055.7 ist ein Diagnoseverfahren bekannt, bei dem zunächst bei geöffneter Verbindung zum Saugrohr ein Unterdruck in der Tankentlüftungsanlage erzeugt wird. Nach dem Schließen der Verbindung zum Saugrohr wird aus dem Abbau des Unterdrucks, d.h. aus dem Druckanstieg, auf die Dichtigkeit und damit die Funktionsfähigkeit der Tankentlüftungsanlage geschlossen. Ein Leck ist durch den Vergleich der Geschwindigkeit des Druckanstiegs (Druckgradient) mit einem Schwellwert zu erkennen. Es macht sich durch einen vergleichsweise schnellen Druckanstieg, also durch eine Schwellwertüberschreitung, bemerkbar.

Beide Verfahren reagieren empfindlich auf das Verdampfen von Kraftstoff im Tankentlüftungssystem (TE-System), das gewissermaßen als zusätzliche Gasquelle die Druckmessungen beeinflusst. Eine starke Ausgasung macht sich bspw. durch eine Anfettung des Luft/Kraftstoffgemisches der Brennkraftmaschine bemerkbar. Bei erkannter Ausgasung wird das jeweilige Verfahren abgebrochen. Da die Ausgasung häufig auftritt, wird die Diagnose bzw. die Füllstandsermittlung oft abgebrochen.

Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe von Verfahren, die von dem Einfluß der Ausgasung von Kraftstoff unabhängige Aussagen über den Zustand einer Tankentlüftungsanlage liefern, wobei die Aussagen aus gemessenen Tankdruckverläufen abgeleitet werden.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1, insbesondere der Berücksichtigung des Einflusses der Verdampfung von Kraftstoff auf Druckänderungen innerhalb der Tankentlüftungsanlage. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

...

- 3 -

Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens liegen darin, daß sowohl die Diagnose als auch die Füllstandsmessung ohne Gefahr von Falsch-
aussagen häufiger ausgeführt werden können, weil sie auch bei stark
gasendem Kraftstoff nicht abgebrochen werden müssen.

Gegenüber der Nichtberücksichtigung der Ausgasung (Verdampfung) ergibt sich eine höhere Meßsicherheit bei der Füllstandsbestimmung und bei der Diagnose eine höhere Diagnosesicherheit. Diese Vorteile lassen sich ohne zusätzlichen Hardware-Aufwand erzielen.

Fig.1 zeigt eine bekannte Vorrichtung, die zur Durchführung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist.

Fig. 2 zeigt beispielhaft den zeitlichen Verlauf des Drucks im Tank-entlüftungssystem im Zusammenhang mit den Öffnungszuständen der genannten Ventile nach dem Stand der Technik.

Fig. 3 offenbart den zeitlichen Verlauf des Drucks im Tankentlüftungssystem im Zusammenhang mit den Öffnungszuständen der genannten Ventile bei einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 4 verdeutlicht eine mögliche Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 5 stellt ein Flußdiagramm zum ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens dar.

Fig. 6 zeigt Signalverläufe, wie sie in Verbindung mit einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung auftreten.

Fig. 7 offenbart ein Flußdiagramm zum zweiten Ausführungsbeispiel.

...

- 4 -

Fig. 8 zeigt Signalverläufe, wie sie in einer Abwandlung des zweiten Ausführungsbeispiels auftreten.

In der Fig. 1 wird einer Brennkraftmaschine 1 über ein Saugrohr 2 Luft und über ein Kraftstoffzumeßmittel 3 Kraftstoff aus einem Tank 4 zugeführt. Um das Entweichen von Kraftstoffdämpfen aus dem Tank in die Umgebung zu verhindern, ist ein Tankentlüftungssystem vorgesehen, das hier einen Aktivkohlefilter 5, ein in der Belüftungsleitung des Aktivkohlefilters angeordnetes Absperrventil 6 (AV) und ein in der Leitung zwischen Aktivkohlefilter und Saugrohr angeordnetes Tankentlüftungsventil 7 (TEV) umfaßt. Im Tank verdampfender Kraftstoff wird in dem Aktivkohlefilter gespeichert und während des Betriebs der Brennkraftmaschine über das geöffnete Tankentlüftungsventil und das Saugrohr der Verbrennung zugeleitet. Aufgrund der sich einstellenden Druckverhältnisse wird gleichzeitig der Aktivkohlefilter bei geöffnetem Absperrventil mit Frischluft gespült.

Zur Steuerung der Tankentlüftung über das Öffnen und Schließen der genannten Ventile dient ein Steuergerät 8. Ein Drucksensor 9 liefert ein Signal über den Druck im Inneren des Tankentlüftungssystems, wie es zur Durchführung der weiter oben beschriebenen Verfahren zum Ermitteln von Aussagen über den Zustand des Tankentlüftungssystems benötigt wird. Dem Steuergerät werden außerdem Signale zugeführt, die den Betriebszustand der Brennkraftmaschine und die Zusammensetzung des der Brennkraftmaschine zugeführten Kraftstoff/Luft-Gemisches angeben. So steht bspw. die Nummer 10 stellvertretend für die Erfassung der Drehzahl, der Last und ggf. weiterer Größen und die Nummer 11 stellt einen Sensor zur Erfassung der Abgaszusammensetzung in dem Abgasrohr 12 der Brennkraftmaschine dar. Ausgehend von diesen Größen bilden in das Steuergerät 8 integrierte Regelfunktionen ein Kraftstoffzumeßsignal t_i , mit dem das Kraftstoffzumeßmittel 3 im Ansaugrohr der Brennkraftmaschine angesteuert wird.

...

- 5 -

Die Fig. 2 a und b verdeutlichen den Öffnungs- bzw. Schließzustand des Tankentlüftungsventils (Fig. 2a) und des Absperrventils (Fig. 2b) über der Zeit t bei aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren. Fig. 2 c zeigt den dazu korrespondierenden Verlauf des Tankdrucks, bzw. der Differenz von Umgebungs- und Tankdruck.

Zum Zeitpunkt t_1 wird bei geöffnetem Tankentlüftungsventil das Absperrventil geschlossen und damit die Zufuhr von Luft zum Tankentlüftungssystem unterbrochen. Als Folge sinkt der Tankdruck mit einer Geschwindigkeit gradl ab bis bspw. bei einer Druckdifferenz von 10 hPa zum Umgebungsdruck das Tankentlüftungsventil geschlossen wird. Wie eingangs beschrieben, ist die Steilheit des Druckabfalls, d.h. das Ausmaß der Änderungsgeschwindigkeit des Drucks, ein Maß für den Füllstand im Tank. Analog dazu ist das Ausmaß der sich weiter rechts bei geschlossenem Absperr- und Tankentlüftungsventil einstellenden Druckänderung ein Maß für die Dichtheit der Tankentlüftungsanlage. Im Idealfall einer vollständig dichten Anlage bleibt der Druck konstant, wie es durch den durchgezogene Druckverlauf im Zeitbereich t größer t_2 verdeutlicht wird. Eine undichte Anlage zeichnet sich dagegen durch den gestrichelt gezeichneten Druckanstieg aus. Ein solcher Druckanstieg bei geschlossenen Ventilen kann jedoch auch durch das Verdampfen von Kraftstoff verursacht werden.

Die Fig. 3 zeigt, wie der Einfluß der Verdampfung von Kraftstoff auf die Auswertung der Gradienten in einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ermittelt werden kann.

Zu einem Zeitpunkt t_0 wird bei geschlossenem Tankentlüftungsventil (Fig. 3a) auch das Absperrventil (Fig. 3b) geschlossen. Ein Druckanstieg, wie in Fig. 3c in einer durchgezogenen Linie dargestellt, wird unter diesen Voraussetzungen auf das Verdampfen von Kraftstoff zurückgeführt und bei der Auswertung der im weiteren erfaßten Druckgradienten berücksichtigt.

...

- 6 -

Der unter diesem Einfluß gemessene Tankdruckverlauf ist in der durchgezogenen Linie der Fig. 3c dargestellt. Er ergibt sich aus den in Fig. 3a und b dargestellten Öffnungszuständen von Tankentlüftungs- und Absperrventil in analoger Weise zur Darstellung der Fig. 2.

Zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 schwächt die Ausgasung gewissermaßen den bei geöffnetem Tankentlüftungsventil in den Tank hineinwirkenden Saugrohrunterdruck ab und zwischen den Zeitpunkten t_2 und t_3 beschleunigt die Ausgasung den Druckausgleich zwischen Tank- und Umgebungsatmosphäre bei geschlossenen Ventilen.

Ein Druckverlauf, wie er sich ohne den Einfluß der Ausgasung unter sonst gleichen Bedingungen einstellen würde, ist in der Fig. 3c punktiert gezeichnet, wobei die punktierte Linie in der Fig. 3a den zugehörigen Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils angibt.

Zur Gewinnung einer Aussage über den Füllzustand des Kraftstofftanks wird im Rahmen eines Ausführungsbeispiels der Erfindung der Einfluß der Ausgasung auf den gemessenen Tankdruckverlauf in einem ersten Schritt durch Bestimmen der Steigung grad_0 des Tankdruckverlaufs zwischen den Zeitpunkten t_0 und t_1 erfaßt. In einem zweiten Schritt wird dieser grad_0 (positiv) von dem zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 ermittelten grad_1 (negativ) subtrahiert. Der aus dem Druckverlauf zwischen diesen beiden Zeitpunkten ermittelbare Tankfüllstand wird auf der Basis einer korrigierten Steigung $\text{grad}_{\text{korrl}} = \text{grad}_1 - \text{grad}_0$ aus einer bspw. im Steuergerät 7 gespeicherten Kennlinie, wie sie in der Fig. 4 schematisch dargestellt ist, ermittelt.

Zur Gewinnung einer Aussage über den Zustand der Tankentlüftungsanlage hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit wird in einem dritten Schritt als eine den Verlauf der Druckerhöhung charakterisierende

...

- 7 -

Größe die Steigung des Tankdruckverlaufs grad_2 zwischen den Zeitpunkten t_2 und t_3 ermittelt. Der um den Einfluß der Ausgasung korrigierte Wert $\text{grad}_{2\text{korrr}}$ ergibt sich durch Differenzbildung von grad_2 und grad_0 . Erst wenn der korrigierte Steigungswert $\text{grad}_{2\text{korrr}}$ einen auf die Tankentlüftungsanlage abzustimmenden Schwellwert SW überschreitet, gilt die Anlage als undicht.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens besteht darin, den Schwellwert SW vom Füllstand FS des Tanks abhängig zu machen (siehe Fig. 4b, die in der durchgezogenen Linie eine $\text{SW}=\text{f}(\text{FS})$ -Kennlinie zeigt). Dadurch ist eine verbesserte Leckerkennungssicherheit gewährleistet.

Eine weitere Ausgestaltung des Verfahrens kann darin bestehen, den Schwellwert von der Ausgasung, d.h. vom Gradienten grad_0 abhängig zu machen und zwar so, daß mit größer werdenden grad_0 auch SW betragsmäßig vergrößert wird, beispielsweise durch $\text{SW}=\text{SW}_0 \cdot K$ mit $K=\text{f}(\text{grad}_0)$.

Diesem Vorgehen liegt die Erkenntnis zugrunde, daß bei vorhandener Ausgasung des Kraftstoffes ($\text{grad}_0 > 0$) die Größe der erkennbaren Lecks steigt. Mit anderen Worten: Ohne Ausgasung können kleinere Lecks erkannt werden als mit Ausgasung.

Eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit besteht darin, den Kompensationsgradienten grad_0 in Klassen einzuteilen ($0 < \text{grad}_0 < \text{SG}_1$; $\text{SG}_1 < \text{grad}_0 < \text{SG}_2$; ...) und abhängig von der zugeteilten Klasse und vom Füllstand FS des Tanks die Leckerkennungsschwelle SW auszuwählen.

Zum Bsp. kann dazu ein Korrekturfaktor $K=\text{f}(\text{grad}_0)$ bestimmt werden, wie es durch Fig. 4a symbolisiert ist. Mit diesem Faktor wird dann ein Schwellwert SW multipliziert, wie er aus einer $\text{SW}=\text{f}(\text{FS})$ -Kennlinie nach Fig. 4b bestimmbar ist. Dabei zeigt die gestrichelte Linie, wie der Schwellwert SW durch die Multiplikation mit K vergrößert wird, wobei K sich mit steigender Ausgasung vergrößert.

...

- 8 -

Es ist auch möglich, anstelle des Schwellwertes den $\text{grad}2$ mit K zu korrigieren, bspw. dadurch, daß ein korrigierter $\text{grad}2$ folgendermaßen ermittelt wird: $\text{grad}2k = \text{grad}2 + K \cdot \text{grad}0$

Das Flußdiagramm der Fig. 5 veranschaulicht die Vorgehensweise der Leckerkennung nach Fig. 3. Zunächst wird in einem Schritt S1 zur Zeit t_0 der Druck P_0 bei geschlossenem Tankentlüftungsventil und offenem Absperrventil erfaßt, bevor in einem Schritt S2 auch das Absperrventil geschlossen wird. Zum Zeitpunkt t_1 wird in einem Schritt S3 der Druck erneut bestimmt (P_1) und in einem Schritt S4 aus den P - und t -Werten der $\text{grad}0$ zu $\text{grad}0 = (P_1 - P_0) / (t_1 - t_0)$ bestimmt. Wie bereits beschrieben, ist $\text{grad}0$ ein Maß für die Ausgasung des Kraftstoffes. Auf analoge Weise lassen sich bei den in Zusammenhang mit der Fig. 3 erläuterten Öffnungs- und Schließzuständen von Absperr- und Tankentlüftungsventil Werte für $\text{grad}1$ aus dem Zeitintervall $t_2 - t_1$ (Schritt S5) und $\text{grad}2$ aus dem Zeitintervall $t_3 - t_2$ bestimmen (Schritt S6). Im Schritt S7 werden $\text{grad}1$ und $\text{grad}2$ mit $\text{grad}0$ korrigiert und in Schritt 8 wird der Füllstand des Tanks aus der Kennlinie nach Fig. 4 über $\text{grad}1\text{korr}$ ausgelesen. Der Schritt S9 dient zum Vergleich von $\text{grad}2\text{korr}$ mit einem Schwellwert SW . Wird dieser überschritten, wird in einem Schritt S10 eine Fehlermeldung ausgegeben, die ein Leck signalisiert. Andernfalls wird das Ende des Verfahrens erreicht.

Anstelle der Addition bzw. Subtraktion der Gradienten kann es auch sinnvoll sein, mit Faktoren gewichtete Gradienten miteinander zu verknüpfen. Die Verknüpfung muß lediglich so erfolgen, daß der Betrag der im Intervall (t_1, t_2) erfaßten Druckänderung aufgrund der Verknüpfung mit dem Betrag der im Intervall (t_0, t_1) erfaßten Druckänderung vergrößert wird und daß der Betrag der im Intervall (t_2, t_3) erfaßten Druckänderung verkleinert wird. Die Verfahren zur Bestimmung von $\text{grad}1\text{korr}$ oder $\text{grad}2\text{korr}$ können auch voneinander getrennt werden.

...

- 9 -

Eine Alternative zum beschriebenen Verfahren, das auf der Messung des druckverfälschend wirkenden gradl beruht, stellt die Ableitung des Einflusses der Ausgasung aus dem Verhalten eines zur Lambdaregelung dienenden Regelkreises dar.

Die Fig. 6a zeigt den zeitlichen Verlauf einer Stellgröße FR aus einem Lambdaregelkreis. Sie kommt zustande, indem zunächst das Signal L der Abgassonde mit einem Sollwert verglichen wird. Spiegelt das Vergleichsergebnis ein zu mageres Brennstoffgemisch wider, wird FR vergrößert, was letztlich so in die t_i -Bildung eingeht, daß der Kraftstoffanteil vergrößert wird. Spiegelt das Vergleichsergebnis dagegen ein zu fettes Gemisch wieder, wird FR verkleinert. Bei Verwendung einer 2-Punktregelung mit PI-Charakteristik stellt sich damit der in Figur 6a gezeichnete zeitliche Verlauf des Regelfaktors FR ein. Aus dem Verlauf dieses Regelfaktors kann, wie im folgenden dargestellt wird, auf den Einfluß der Ausgasung von Kraftstoff auf den Tankdruckverlauf geschlossen werden.

Tritt als Folge einer Öffnung des Tankentlüftungsventils (Fig. 6b) zum Zeitpunkt t_1 bei zunächst offenem Absperrventil (Fig. 6c) die gezeigte Verkleinerung des Regelfaktors auf, deutet das auf eine vergleichsweise starke Ausgasung von Kraftstoff aus dem Aktivkohlefilter hin, da eine starke Ausgasung zu einer Gemischanfettung führt, die über eine Verkleinerung von FR auszuregeln ist. Der Versatz ΔFR des Mittelwerts von FR kann daher als Maß für den Einfluß der Ausgasung von Kraftstoff auf erfaßte Tankdruckverläufe dienen. Wird bspw., wie in der Fig. 6d dargestellt, der Druckverlauf bei geöffnetem Tankentlüftungsventil und ab t_2 geschlossenem Absperrventil erfaßt (gradl), so ist davon auszugehen, daß der Druckabfall ohne den Einfluß der Ausgasung steiler wäre. Eine Möglichkeit zur Korrektur dieses Einflusses besteht darin, den erfaßten gradl mit einem Wert $(1+k*\Delta FR)$ zu multiplizieren, wobei das Produkt $k*\Delta FR$ positiv ist. $\text{gradl}_{\text{kor}} = \text{gradl} * (1+k*\Delta FR)$ wird größer als gradl , was einem ohne Ausgasung zu erwartenden steileren Druckabfall entspricht.

...

- 10 -

Aus dem korrigierten Wert $\text{gradl}_{\text{kor}}$ kann dann wie im ersten Ausführungsbeispiel bspw. eine Aussage über den Füllstand des Kraftstofftanks gewonnen werden. Entsprechend kann aus einer Beobachtung des Druckanstiegs ab dem Zeitpunkt t_3 eine Aussage über den Zustand der Tankentlüftungsanlage hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit gewonnen werden. Wie bereits im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel erläutert, muß die Korrektur hier so erfolgen, daß der korrigierte $\text{grad2}_{\text{kor}}$ im Bereich $(t > t_3)$ kleiner als der erfaßte grad2 ist.

Das Flußdiagramm der Fig. 7 stellt dazu beispielhaft Schrittfolgen zur Gewinnung der genannten Aussagen dar.

Zunächst wird in einem Schritt S1 zur Zeit t_1 bei offenem Absperrventil und geschlossenem Tankentlüftungsventil der Tankdruck P_1 und ein Wert FR_1 aus dem Regelfaktor FR bestimmt. FR_1 kann bspw. als Mittelwert von FR oder auch als Wert von FR unmittelbar vor einem Proportional sprung bestimmt werden. Die Schritte S2 und S3 dienen zum Öffnen des Tankentlüftungsventils und zum Schließen des Absperrventils. Zu einem Zeitpunkt t_3 , bspw. dann, wenn der absinkende Tankdruck einen Wert P_2 erreicht hat, wird ein Wert FR_2 auf zur Ermittlung von FR_1 analoge Weise in einem Schritt S4 ermittelt. Die in einem Schritt S5 aus FR_2 und FR_1 gebildete Differenz $d\text{FR} = \text{FR}_2 - \text{FR}_1$ stellt ein Maß für die Ausgasung von Kraftstoff dar, mit der in einem Schritt S6 gebildete Druckgradient $\text{grad1} = (P_2 - P_1) / (t_3 - t_2)$ in einem Schritt S7 korrigiert wird. Wie dort angegeben, kann eine Korrektur bspw. durch die Berechnungsvorschrift $\text{gradl}_{\text{kor}} = \text{grad1} * (1 - k * d\text{FR})$ erfolgen, wobei k eine positive Zahl ist. Im Bsp. der Fig. 6 ist $d\text{FR} < 0$ und damit wird $\text{gradl}_{\text{kor}}$ betragsmäßig größer als grad1 . Wie bereits weiter oben beschrieben, erfolgt dadurch eine Kompensation der die Druckmessung verfälschenden Ausgasung. Auf ähnliche Weise läßt sich $\text{grad2}_{\text{kor}}$ bestimmen. Lediglich das Vorzeichen der Korrektur muß sich im Bereich (t_2, t_3) ändern: Da

...

- 11 -

die Ausgasung hier in die gleiche Richtung wie ein mögliches Leck, nämlich drucksteigernd wirkt, ergibt sich grad2korrr zu $\text{grad2korrr} = \text{grad2} * (1 + k * dFR)$. Da dFR wie weiter oben bemerkt, negativ ist, ist grad2korrr damit kleiner (flacher) als grad2 .

Auch bei diesem Ausführungsbeispiel können kann die Leckerkennungsschwelle SW abhängig von der ermittelten Ausgasung dFR verändert werden, so wie es durch Fig. offenbart wird. In der Fig. 4a wäre dazu lediglich der grad0 durch dFR zu ersetzen.

Aus den korrigierten Größen ergeben sich Aussagen über Füllstand und/oder Funktionsfähigkeit der Anlage durch zur Figur 5 analoge Schritte.

An diesen Ablauf kann sich noch eine Dichtheitsprüfung und eine zweite Prüfung der Ausgasung anschließen. Siehe dazu Fig. 8, bei der zum Zeitpunkt t_3 das Tankentlüftungsventil bei weiter geschlossenem Absperrventil geschlossen und die sich anschließende Druckänderung bis zum Zeitpunkt t_4 beobachtet wird. Auf analoge Weise wie im Zusammenhang mit der Fig 6 beschrieben, kann aus den Druckwerten zu den Zeitpunkten t_4 und t_3 ein grad2 gebildet werden. Der Einfluß der Ausgasung auf diesen Gradienten kann durch aus den FR -Werten zu den Zeitpunkten t_2 und t_3 bemessen werden. Das Öffnen des Tankentlüftungsventil zum Zeitpunkt t_4 bei weiter geschlossenem Absperrventil dient zur Absicherung der durch den vorhergehenden Verfahrensablauf erhaltenen Resultate. Steigt der Druck im Intervall (t_3, t_4) schnell an, deutet das einerseits auf ein Leck hin. Andererseits kann dafür aber auch eine verstärkte Ausgasung von Kraftstoff in der Unterdruckphase verantwortlich sein. Zur Unterscheidung der beiden Ursachen wird beginnend mit t_4 eine zweite Ausgasungsprüfung vorgenommen. Anders als bei der ersten Ausgasungsprüfung ist das Absperrventil auch zu Beginn der zweiten Ausgasungsprüfung geschlossen. Der Aktivkohlefilter wird daher nicht mit Frischluft gespült und als

...

- 12 -

Folge übt eine möglicherweise vorhandene Restbeladung des Aktivkohlefilters mit Kraftstoff keinen Einfluß auf die folgende Ausgasungsprüfung aus. Ansonsten ergeben sich für den Regelfaktor FR für Zeiten $t > t_4$ analoge Verhältnisse wie in der Fig. 6a ab dem Zeitpunkt t_1 .

Wenn der schnelle Druckanstieg im Intervall (t_3, t_4) wirklich auf ein Leck zurückzuführen ist, dann wird für Zeiten $t > t_4$ kein oder nur ein kleines dFR zu beobachten sein, da das Leck Frischluft liefert. Ein solches dFR verifiziert damit eine im Intervall (t_3, t_4) Aussage über ein erkanntes Leck.

Tritt dagegen ein vergleichsweise großes dFR auf, so ist das auf eine starke Ausgasung des Kraftstoffs im Tank in der Unterdruckphase zurückzuführen. Unter diesen Umständen wird eine Aussage über ein erkanntes Leck falsifiziert.

Es ist auch möglich, daß während des Unterdruckabbaus durch Schwappen des Kraftstoffs erzeugter Kraftstoffdampf den Unterdruckabbaugradienten betragsmäßig vergrößert, was fälschlicherweise auf ein Leck hindeutet. In diesem Fall ist das Prüfungsergebnis zu verwerfen. Dazu wird die Differenz der Beträge der dFR-Werte bei dem ersten Unterdruckaufbau (dFR1) und dem zweiten Unterdruckaufbau (dFR2) gebildet (Fig. 8d). Überschreitet die Differenz einen Schwellwert, wird das Prüfergebnis verworfen.

Ansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung einer Aussage über den Zustand einer Tankentlüftungsanlage bei einer Brennkraftmaschine
 - bei welchem Verfahren Maßnahmen durchgeführt werden, die zu Änderungen des Drucks innerhalb der Tankentlüftungsanlage führen und
 - bei welchem Verfahren die sich einstellende Druckänderung beobachtet wird und bei welchem Verfahren
 - die Aussage über den Zustand der Tankentlüftungsanlage aus der beobachteten Druckänderung ermittelt wird,dadurch gekennzeichnet, daß
 - ein Maß für den Einfluß der Verdampfung von Kraftstoff innerhalb der Tankentlüftungsanlage auf die sich einstellende Druckänderung ermittelt wird und daß dieses Maß bei der Ermittlung der Aussage über den Zustand der Tankentlüftungsanlage berücksichtigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Maßnahme zur Änderung des Drucks innerhalb der Tankentlüftungsanlage ein in der Verbindung der Tankentlüftungsanlage zur Umgebung angeordnetes Absperrventil geschlossen und ein in der Verbindung der Tankentlüftungsanlage zum Saugrohr der Brennkraftmaschine angeordnetes Tankentlüftungsventil geöffnet wird und daß der Verlauf der sich einstellenden Absenkung des Drucks innerhalb der Tankentlüftungsanlage erfaßt wird.

...

- 14 -

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß anschließend das Tankentlüftungsventil geschlossen wird und der Verlauf der sich einstellenden Druckerhöhung erfaßt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Maß für den Einfluß der Verdampfung von Kraftstoff aus der Reaktion des Drucksensors auf ein Abschließen des Tankentlüftungssystems gegenüber der Umgebung ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß

- bei geschlossenem Tankentlüftungsventil auch das Absperrventil geschlossen wird,
- das Ausmaß einer sich daraufhin einstellenden Druckerhöhung erfaßt wird
- und daß aus diesem Ausmaß auf den Einfluß der Verdampfung von Kraftstoff auf Druckänderungen in der Tankentlüftungsanlage geschlossen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Maß für den Einfluß der Verdampfung von Kraftstoff aus der Reaktion einer Größe (dFR) aus einem Regelkreis zur Regelung der Zusammensetzung des der Brennkraftmaschine zuzuführenden Kraftstoff/Luft-Gemisches auf ein Öffnen des Tankentlüftungsventils ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Maßnahme zur Änderung des Drucks innerhalb der Tankentlüftungsanlage ein in der Verbindung der Tankentlüftungsanlage zur Umgebung angeordnetes Absperrventil geschlossen und ein in der Verbindung der Tankentlüftungsanlage zum Saugrohr der Brennkraftmaschine angeordnetes Tankentlüftungsventil geöffnet und daß der Verlauf der sich einstellenden Absenkung des Drucks innerhalb der Tankentlüftungsanlage erfaßt wird und daß anschließend das Tankentlüftungsventil geschlossen wird und der Verlauf der sich einstellenden Druckerhöhung erfaßt

...

- 15 -

wird, daß aus dem Verlauf dieser Druckerhöhung und dem Maß für die Verdampfung von Kraftstoff auf die Dichtheit der Tankentlüftungsanlage geschlossen wird,

und daß, wenn der Schluß auf ein Leck hindeutet, bei weiterhin geschlossenem Absperrventil erneut ein Maß für den Einfluß der Verdampfung von Kraftstoff aus der Reaktion einer Größe aus einem Regelkreis zur Regelung der Zusammensetzung des der Brennkraftmaschine zuzuführenden Kraftstoff/Luft-Gemisches auf ein Öffnen des Tankentlüftungsventils ermittelt wird (dFR_2)

und daß der Schluß auf ein Leck verworfen wird, wenn das Maß für den Einfluß der Verdampfung von Kraftstoff einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet oder wenn die Differenz der Beträge des erneut ermittelte Maßes (dFR_2) und des vorher ermittelten Maßes (dFR) einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

8. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Maß für die Dichtheit des TE-Systems ein füllstandsabhängiger Schwellwert SW für eine den Verlauf der Druckerhöhung charakterisierende Größe ($grad_2$) verwendet wird, wobei diese Größe ($grad_2$) oder der Schwellwert SW zusätzlich abhängig von dem ermittelten Maß für die Verdampfung von Kraftstoff ($grad_0$, dFR) korrigierbar ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein korrigierter $grad_2$ folgendermaßen ermittelt wird:

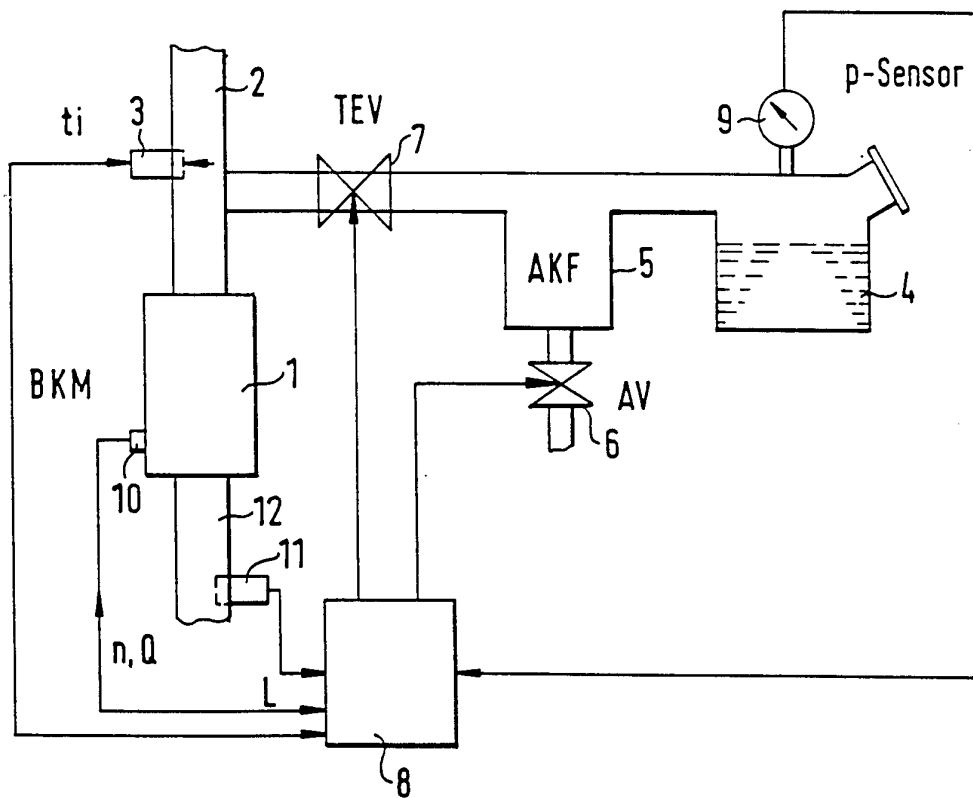
$$grad_{2k} = grad_2 + K * grad_0$$

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwellwert folgendermaßen gebildet wird:

$$SW = SW_0(\text{Füllstand}) * K(grad_0).$$

1 / 8

Fig. 1



2 / 8

Fig. 2a

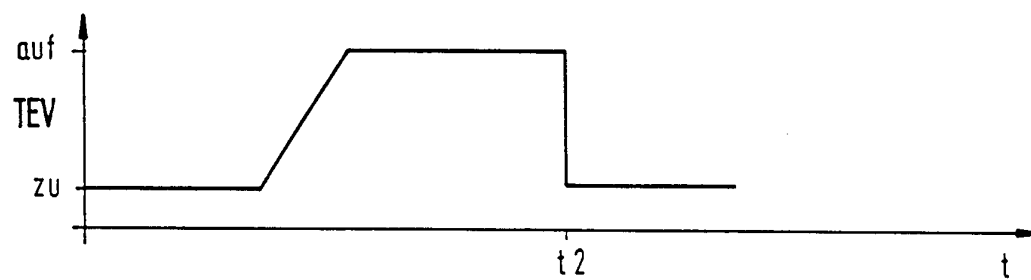


Fig. 2b

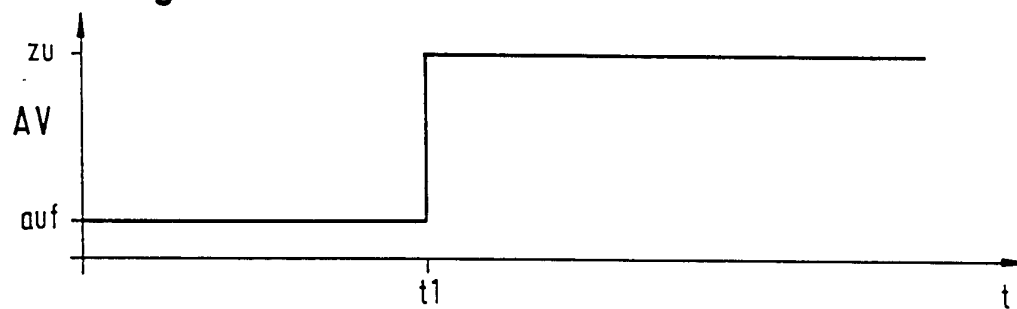
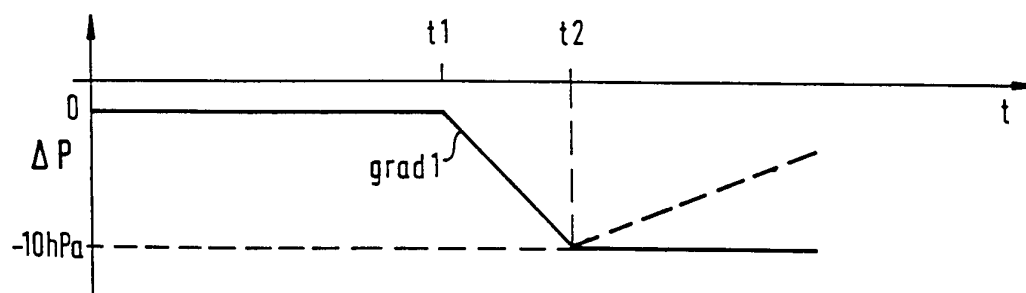


Fig. 2c



3/8

Fig. 3a

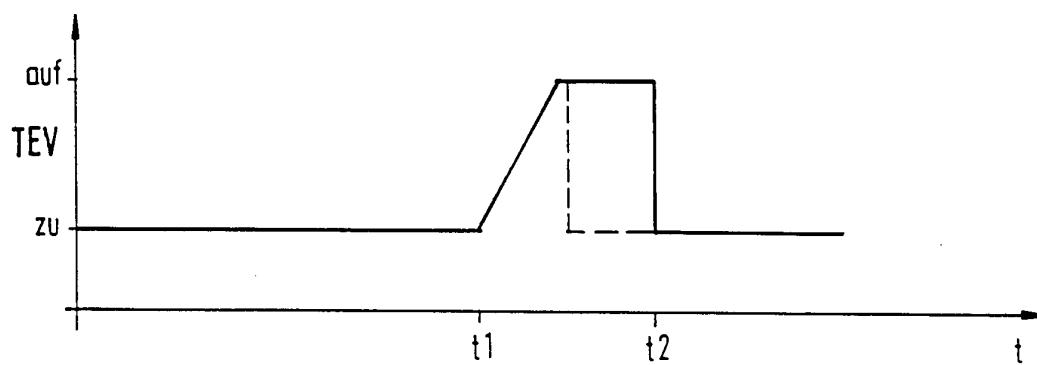


Fig. 3b

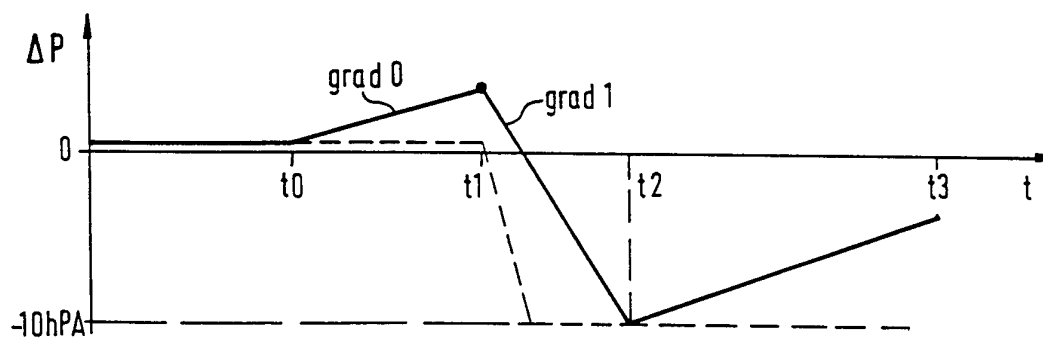
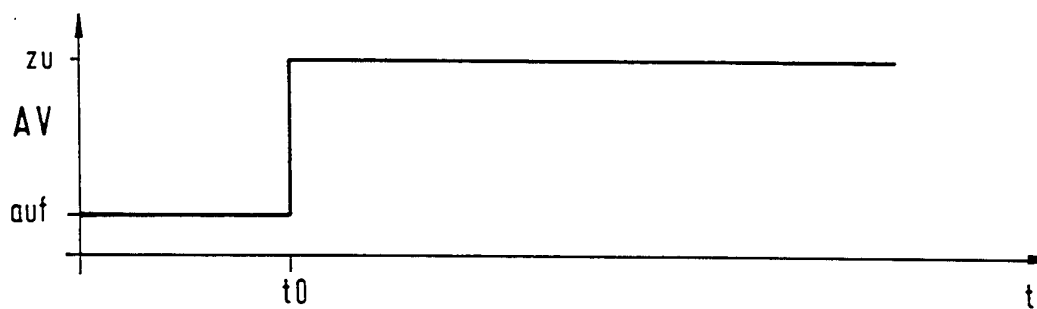


Fig. 3c

4 / 8

Fig. 4

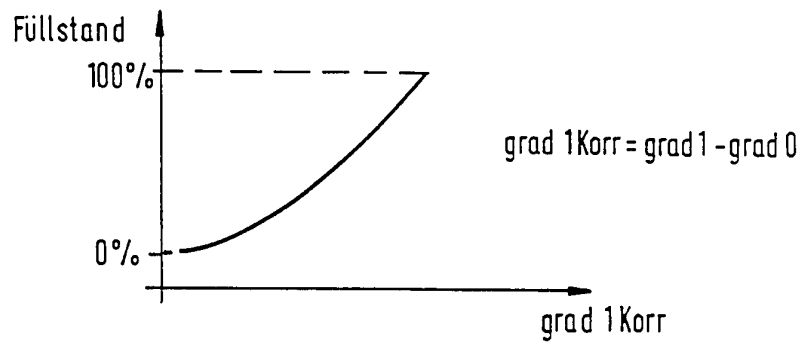


Fig. 4a

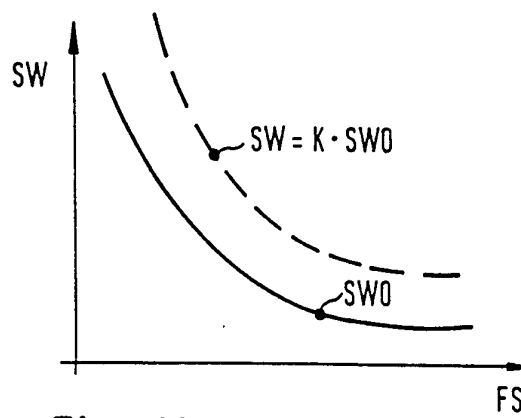
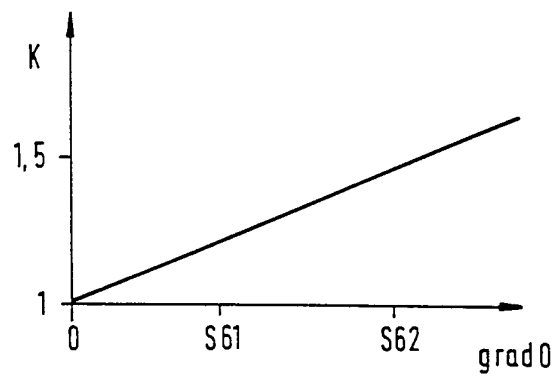
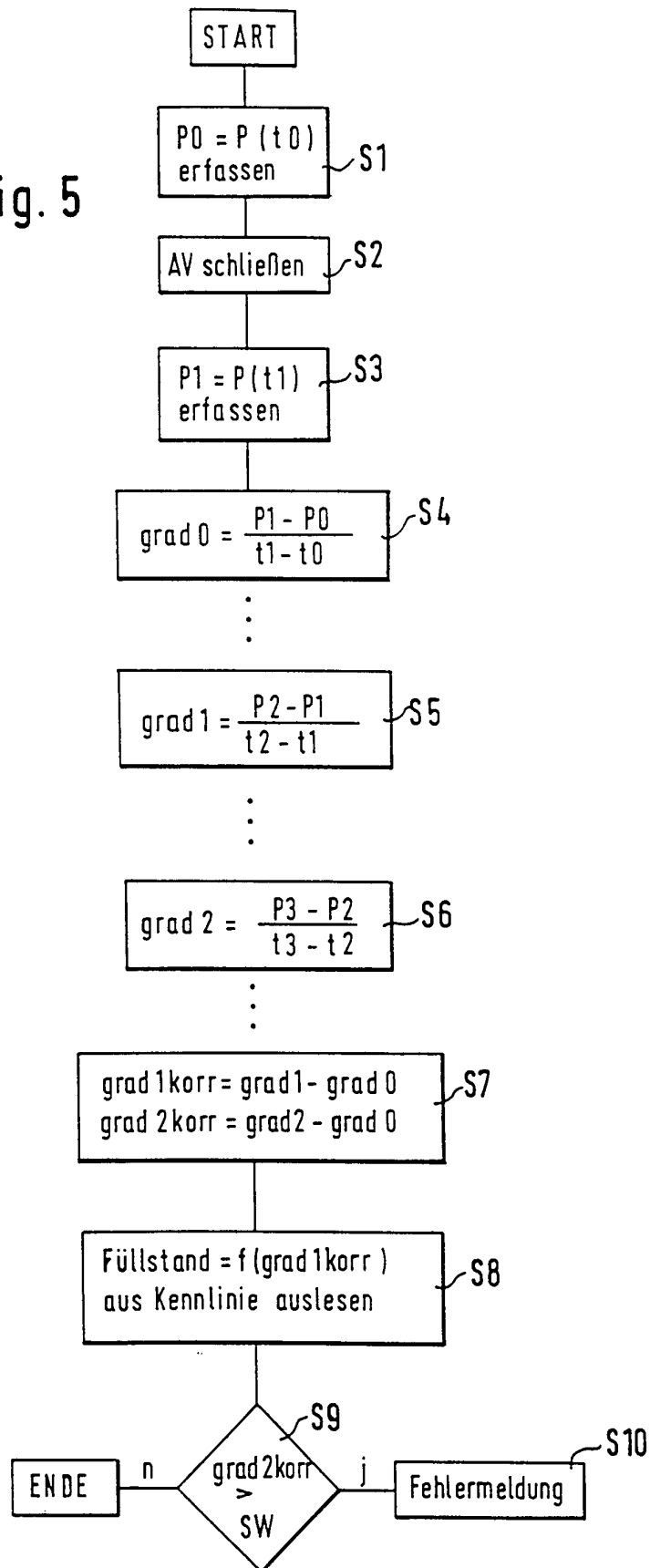


Fig. 4b

5 / 8

Fig. 5



6 / 8

Fig. 6a

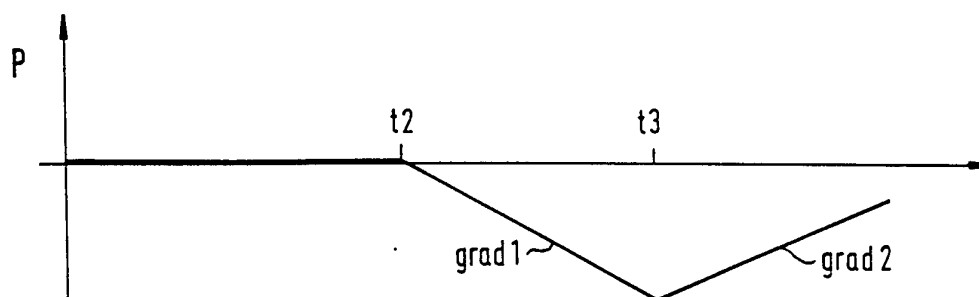
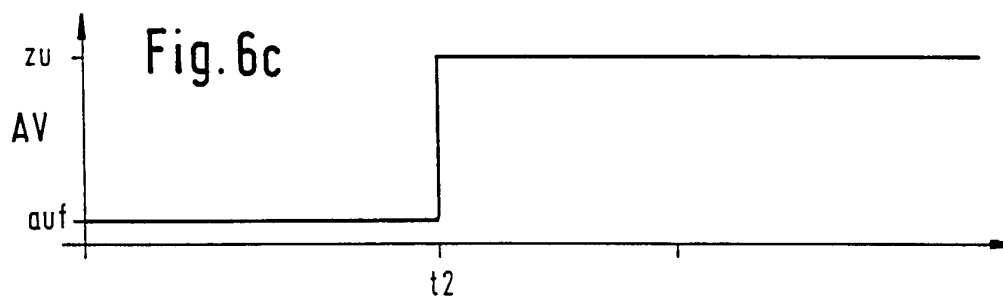
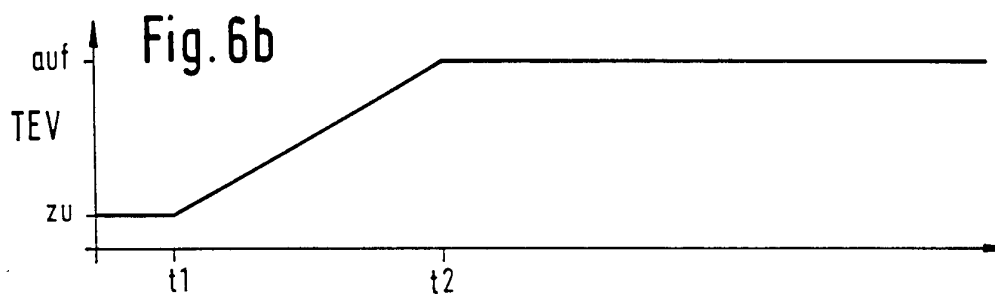
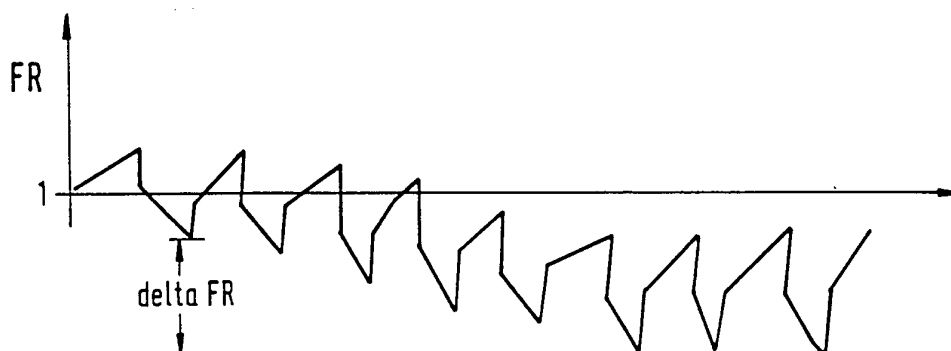
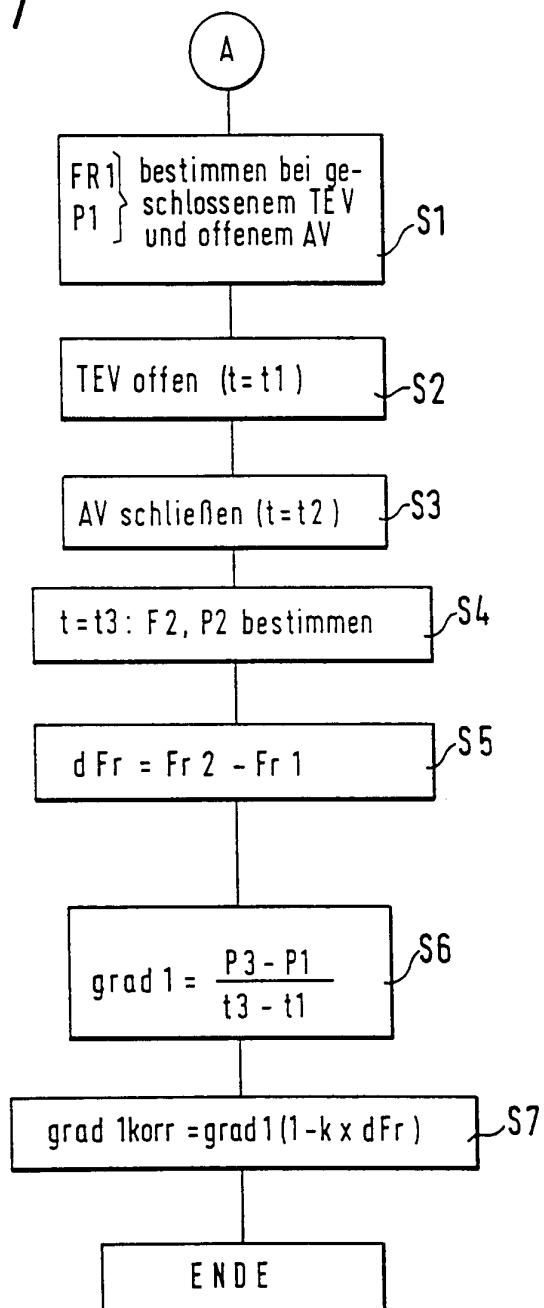


Fig. 6d

7 / 8

Fig. 7



8 / 8

Fig. 8a

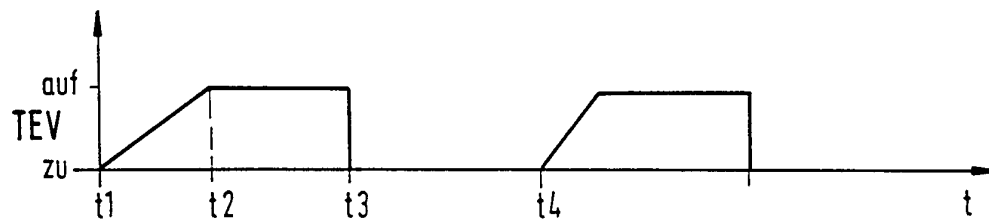


Fig. 8b

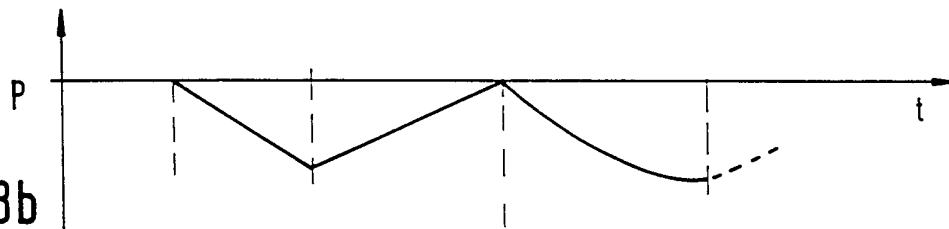


Fig. 8c

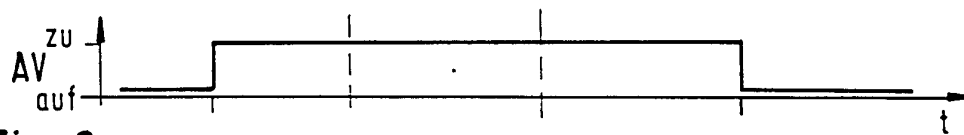
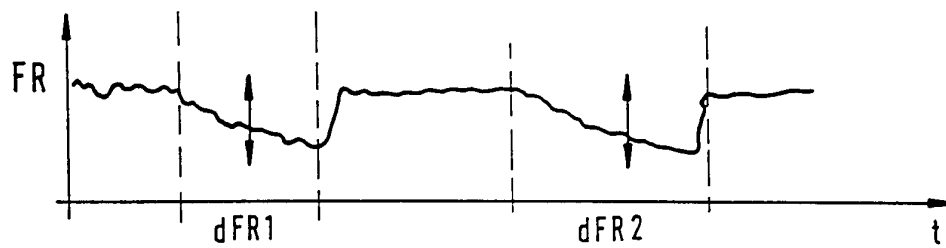


Fig. 8d



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 94/01411

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F02M25/08

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 6 F02M

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.
X	GB,A,2 254 318 (NIPPONDENSO CO. LTD.) 7 October 1992 see page 36, line 24 - page 43, line 20; figures 12-14 ---	1-5
A	US,A,5 259 353 (NIPPONDENSO CO. LTD.) 9 November 1993 see column 6, line 42 - column 8, line 33; figures 5-7 ---	1,6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 604 (M-1506) 8 November 1993 & JP,A,05 180 093 (HONDA MOTOR CO LTD) 20 July 1993 see abstract --- -/--	1

☒ 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

22 February 1995

Date of mailing of the international search report

03.03.95

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

Alconchel y Ungria,J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 94/01411

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE,A,41 22 975 (ROBERT BOSCH GMBH) 14 January 1993 see abstract ---	1
A	DE,A,42 43 983 (SUZUKI MOTOR CORP.) 1 July 1993 see abstract ---	1
A	WO,A,93 15313 (ROBERT BOSCH GMBH) 5 August 1993 see abstract ---	1
A	WO,A,93 15382 (ROBERT BOSCH GMBH) 5 August 1993 cited in the application ---	
A	DE,A,41 32 055 (ROBERT BOSCH GMBH) 1 April 1993 cited in the application -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 94/01411

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
GB-A-2254318	07-10-92	JP-A-	4308350	30-10-92
		JP-A-	4318268	09-11-92
		DE-A-	4210850	08-10-92
		US-A-	5317909	07-06-94
		JP-A-	5125997	21-05-93

US-A-5259353	09-11-93	JP-A-	4314956	06-11-92

DE-A-4122975	14-01-93	WO-A-	9301405	21-01-93
		DE-D-	59200981	26-01-95
		EP-A-	0548300	30-06-93
		JP-T-	6501085	27-01-94

DE-A-4243983	01-07-93	JP-A-	5180097	20-07-93
		JP-A-	5180098	20-07-93
		US-A-	5297527	29-03-94

WO-A-9315313	05-08-93	DE-A-	4203100	05-08-93
		EP-A-	0578795	19-01-94
		JP-T-	6506751	28-07-94

WO-A-9315382	05-08-93	DE-A-	4203099	05-08-93
		JP-T-	6506778	28-07-94
		US-A-	5379638	10-01-95

DE-A-4132055	01-04-93	WO-A-	9306357	01-04-93
		EP-A-	0559854	15-09-93
		JP-T-	6502901	31-03-94

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 F02M25/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 F02M

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)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB,A,2 254 318 (NIPPONDENSO CO. LTD.) 7. Oktober 1992 siehe Seite 36, Zeile 24 - Seite 43, Zeile 20; Abbildungen 12-14 ---	1-5
A	US,A,5 259 353 (NIPPONDENSO CO. LTD.) 9. November 1993 siehe Spalte 6, Zeile 42 - Spalte 8, Zeile 33; Abbildungen 5-7 ---	1,6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 604 (M-1506) 8. November 1993 & JP,A,05 180 093 (HONDA MOTOR CO LTD) 20. Juli 1993 siehe Zusammenfassung --- -/--	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ 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

"I" 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

22. Februar 1995

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03.03.95

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

Alconchel y Ungria,J

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE,A,41 22 975 (ROBERT BOSCH GMBH) 14. Januar 1993 siehe Zusammenfassung ---	1
A	DE,A,42 43 983 (SUZUKI MOTOR CORP.) 1. Juli 1993 siehe Zusammenfassung ---	1
A	WO,A,93 15313 (ROBERT BOSCH GMBH) 5. August 1993 siehe Zusammenfassung ---	1
A	WO,A,93 15382 (ROBERT BOSCH GMBH) 5. August 1993 in der Anmeldung erwähnt ---	
A	DE,A,41 32 055 (ROBERT BOSCH GMBH) 1. April 1993 in der Anmeldung erwähnt -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 94/01411

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
GB-A-2254318	07-10-92	JP-A-	4308350	30-10-92
		JP-A-	4318268	09-11-92
		DE-A-	4210850	08-10-92
		US-A-	5317909	07-06-94
		JP-A-	5125997	21-05-93

US-A-5259353	09-11-93	JP-A-	4314956	06-11-92

DE-A-4122975	14-01-93	WO-A-	9301405	21-01-93
		DE-D-	59200981	26-01-95
		EP-A-	0548300	30-06-93
		JP-T-	6501085	27-01-94

DE-A-4243983	01-07-93	JP-A-	5180097	20-07-93
		JP-A-	5180098	20-07-93
		US-A-	5297527	29-03-94

WO-A-9315313	05-08-93	DE-A-	4203100	05-08-93
		EP-A-	0578795	19-01-94
		JP-T-	6506751	28-07-94

WO-A-9315382	05-08-93	DE-A-	4203099	05-08-93
		JP-T-	6506778	28-07-94
		US-A-	5379638	10-01-95

DE-A-4132055	01-04-93	WO-A-	9306357	01-04-93
		EP-A-	0559854	15-09-93
		JP-T-	6502901	31-03-94
