



(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: 11 2018 004 769.5
 (86) PCT-Aktenzeichen: PCT/JP2018/026701
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2019/044216
 (86) PCT-Anmeldetag: 17.07.2018
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: 07.03.2019
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: 10.06.2020
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: 21.09.2023

(51) Int Cl.: F02D 45/00 (2006.01)
 F02D 41/22 (2006.01)
 F02D 17/04 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
 2017-165954 30.08.2017 JP

(72) Erfinder:
 Goto, Takanobu, Kariya-city, Aichi-pref., JP

(73) Patentinhaber:
 DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,
 JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

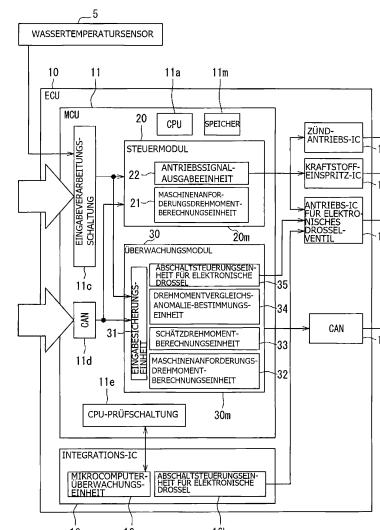
DE 10 2017 114 843 A1
 JP 2010- 196 713 A

(74) Vertreter:
 KUHNEN & WACKER Patent- und
 Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,
 DE

(54) Bezeichnung: Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem

(57) Hauptanspruch: Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem, aufweisend:
 eine Steuerungseinheit (20), welche derart konfiguriert ist, dass diese einen Verbrennungszustand einer Verbrennungskraftmaschine basierend auf einem Erfassungswert eines Temperatursensors (5) steuert, welcher derart konfiguriert ist, dass dieser eine Temperatur eines Erfassungsobjekts erfasst;
 eine Überwachungseinheit (30), welche derart konfiguriert ist, dass diese ein geschätztes Drehmoment als einen Schätzwert eines tatsächlichen Drehmoments der Verbrennungskraftmaschine und ein für die Verbrennungskraftmaschine gefordertes Maschinenanforderungsdrehmoment berechnet, und überwacht, ob das geschätzte Drehmoment von dem Maschinenanforderungsdrehmoment um einen Betrag abweicht, der größer oder gleich einem vorbestimmten Kriterium ist, so dass sich dieses in einem anormalen Drehmomentzustand befindet; und
 eine Erfassungsanomaliebestimmungseinheit (S30, S41, S61), welche derart konfiguriert ist, dass diese bestimmt, ob der Erfassungswert oder ein Verhalten des Erfassungswerts anormal ist, wobei die Überwachungseinheit umfasst:
 eine Normalzustands-Drehmomentberechnungseinheit

(S38, S51, S71), welche derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment unter Verwendung des Erfassungswerts berechnet, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit keine Anomalie bestimmt; und eine Anomaliezustands-Drehmomentberechnungseinheit (S35, S46, S66), welche derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment ...



Beschreibung

Querverweis auf verwandte Anmeldung

[0001] Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der japanischen Patentanmeldung JP 2017-165 954 A die am 30. August 2017 eingereicht wurde. Die gesamte Offenbarung aller oben genannten Anmeldungen werden hierin durch Inbezugnahme mit aufgenommen.

Technisches Gebiet

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem, welches eine Steuerungseinheit, die derart konfiguriert ist, dass diese einen Verbrennungszustand einer Verbrennungskraftmaschine steuert, und eine Überwachungseinheit, welche derart konfiguriert ist, dass diese eine Drehmomentanomalie einer Verbrennungskraftmaschine überwacht, umfasst.

Allgemeiner Stand der Technik

[0003] Die JP 2010 - 196 713 A beschreibt ein Steuerungssystem, das eine Steuerungseinheit, die einen Verbrennungszustand einer Verbrennungskraftmaschine steuert, und eine Überwachungseinheit, die eine Drehmomentanomalie der Verbrennungskraftmaschine überwacht, umfasst. Die Überwachungseinheit bestimmt einen abnormalen Drehmomentzustand, wenn das tatsächliche Drehmoment der Verbrennungskraftmaschine von einem für die Verbrennungskraftmaschine geforderten Maschinenanforderungsrehmomen abweicht.

[0004] Die DE 10 2017 114 843 A1 offenbart eine ausfallsichere Einrichtung eines Motors, welche ein Temperaturvorgabemodul, ein Drehmoment-Schätzmodul und ein Drehmoment- Überwachungsmodul aufweist. Das Temperaturvorgabemodul gibt einen Wert eines vorbestimmten Temperaturparameters vor, der bei der Schätzung eines Erzeugungs- Drehmoments des Motors verwendet wird. Das Drehmoment-Schätzmodul schätzt das Erzeugungs- Drehmoment des Motors unter Verwendung eines Vorgabewerts des vorbestimmten Temperaturparameters, der von dem Temperaturvorgabemodul vorgegeben wird. Das Drehmoment-Überwachungsmodul vermindert das Erzeugungs-Drehmoment des Motors, wenn das von dem Drehmoment-Schätzmodul geschätzte Erzeugungs-Drehmoment um einen vorbestimmten Wert oder mehr größer ist als ein von einem Fahrer erwartetes Drehmoment.

Kurzfassung der Erfindung

[0005] Im Allgemeinen verwendet diese Art von Steuerungseinheit einen Temperatursensor, der verschiedene Temperaturarten erfasst und gesteuerte

Objekte auf der Grundlage der Erfassungswerte korrigiert. Beispiele für die Temperatur umfassen die Temperatur des Kühlwassers zur Kühlung der Verbrennungskraftmaschine, die Temperatur des Schmieröls, die Temperatur der Ansaugluft und die Temperatur des Kraftstoffs. Wenn die Schmieröltemperatur niedrig ist, steigt beispielsweise die Schmierölviskosität und der Reibverlust nimmt entsprechend zu. Die Steuerungseinheit korrigiert die Temperatur, um den Verlust auszugleichen, so dass das Ausgangsrehmomen steigt. Das gleiche gilt für den Fall, dass die Überwachungseinheit das tatsächliche Drehmoment bzw. Ist-Drehmoment und das Maschinenanforderungsrehmomen berechnet, die für die Bestimmung der Drehmomentanomalie verwendet werden. Diese Konfiguration kann die Genauigkeit der Überwachung einer Drehmomentanomalie verbessern, indem die Temperaturkorrektur auf das tatsächliche Drehmoment oder das Maschinenanforderungsrehmomen unter Verwendung von Erfassungswerten des vorstehend beschriebenen Temperatursensors angewendet wird.

[0006] Im Falle einer Fehlfunktion des Temperatursensors aufgrund einer Unterbrechung oder eines Kurzschlusses korrigiert die Steuerungseinheit fälschlicherweise die Temperatur. Das tatsächliche Drehmoment kann von dem Maschinenanforderungsrehmomen abweichen. Die fehlerhafte Temperaturkorrektur wird auch auf die Überwachungseinheit angewendet. Daher kann es bei dieser Konfiguration vorkommen, dass eine Differenz zwischen dem tatsächlichen Drehmoment und dem Maschinenanforderungsrehmomen nicht korrekt erkannt wird.

[0007] Die Erfinder haben daher eine Konfiguration wie folgt untersucht. Diese Konfiguration bestimmt, dass der Temperatursensor eine Fehlfunktion aufweist, wenn ein Erfassungswert des Temperatursensors einen erwarteten Bereich überschreitet und einen abnormalen Wert anzeigt. Diese Konfiguration steuert die Verbrennungskraftmaschine, während die gesteuerten Elemente der Steuerungseinheit beschränkt sind (beschränkte Steuerung).

[0008] Der Temperatursensor reagiert jedoch langsam auf die Erfassung (wie etwa zehn Sekunden). Es ist hochwahrscheinlich, dass die Konfiguration fälschlicherweise feststellt, dass der Temperatursensor eine Fehlfunktion aufweist, nur weil ein Erfassungswert abnormal ist. Die Erfinder haben weiter untersucht, die beschränkte Steuerung durchzuführen, indem der Temperatursensor unter der Bedingung als fehlerhaft erkannt wird, dass der Zustand des abnormalen Werts länger oder gleich lang wie eine vorbestimmte Zeit (wie zehn Sekunden) andauert.

[0009] Bei einer Konfiguration, bei welcher die Fehlfunktionsbestimmung am Temperatursensor nach Ablauf der vorbestimmten Zeit durchgeführt wird, kann die Überwachungseinheit die Temperatur während einer Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer, die vom Auftreten eines abnormalen Werts bis zum Ablauf der vorbestimmten Zeit, wie vorstehend beschrieben, reicht, jedoch nicht richtig korrigieren. Das heißt, diese Konfiguration kann die Drehmomentanomalie nicht richtig überwachen. Daher steuert die Steuerungseinheit während der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer die Verbrennungskraftmaschine in einem Zustand, in dem die Drehmomentanomalie nicht richtig überwacht wird.

[0010] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, ein Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem bereitzustellen, welches derart konfiguriert ist, dass dieses eine Drehmomentanomalie auch während einer Fehlfunktionsbestimmungszeitspanne für einen Temperatursensor überwacht.

[0011] Die vorstehende Aufgabe wird durch die Gegenstände der nebengeordneten Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der sich daran anschließenden abhängigen Ansprüche.

[0012] Gemäß einem erläuternden Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst ein Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem: eine Steuerungseinheit, welche derart konfiguriert ist, dass diese einen Verbrennungszustand einer Verbrennungskraftmaschine basierend auf einem Erfassungswert eines Temperatursensors steuert, welcher derart konfiguriert ist, dass dieser eine Temperatur eines Erfassungsobjekts erfasst; eine Überwachungseinheit, welche derart konfiguriert ist, dass diese ein geschätztes Drehmoment als einen Schätzwert eines tatsächlichen Drehmoments der Verbrennungskraftmaschine und ein für die Verbrennungskraftmaschine gefordertes Maschinenanforderungsdrhmoment berechnet und überwacht, ob das geschätzte Drehmoment von dem Maschinenanforderungsdrhmoment um einen Betrag abweicht, der größer oder gleich einem vorbestimmten Kriterium ist, so dass sich dieses in einem abnormalen Drehmomentzustand befindet; und eine Erfassungsanomaliebestimmungseinheit, welche derart konfiguriert ist, dass diese bestimmt, ob der Erfassungswert oder ein Verhalten des Erfassungswerts abnormal ist. Die Überwachungseinheit umfasst: eine Normalzustands-Drehmomentberechnungseinheit, welche derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment unter Verwendung des Erfassungswerts berechnet, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit keine Anomalie bestimmt; und eine Anomaliezustands-Drehmomentberechnungseinheit, welche derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment durch

Verhindern der Verwendung des Erfassungswerts berechnet, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Anomalie bestimmt.

[0013] Das Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem gemäß der vorliegenden Offenbarung verwendet den Erfassungswert zur Berechnung des geschätzten Drehmoments, das für die Drehmomentanomalieüberwachung verwendet wird, wenn der Temperatursensor normal ist, das heißt, wenn nicht bestimmt wird, dass der Erfassungswert oder das Verhalten des Erfassungswerts des Temperatursensors abnormal ist. Im Normalzustand ermöglicht dieses System die Überwachung einer Drehmomentanomalie unter Berücksichtigung der Temperatur des Erfassungsobjekts und eine Verbesserung der Überwachungsgenauigkeit.

[0014] Im Gegensatz dazu berechnet das System das geschätzte Drehmoment ohne die Verwendung des Erfassungswerts des Temperatursensors, wenn der Temperatursensor abnormal ist, das heißt, bei der Bestimmung, dass der Erfassungswert oder das Verhalten desselben von dem Temperatursensor abnormal ist. Dieses System ermöglicht es, die Überwachungsgenauigkeit im Vergleich zum Monitor bzw. der Überwachung unter Verwendung des abnormalen Werts zu verbessern, obwohl die Überwachungsgenauigkeit geringer ist als diejenige in dem Zustand, in dem der Temperatursensor normal ist. Daher ermöglicht das System die Überwachung der Drehmomentanomalie während der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer, auch wenn eine ausreichende Zeit (die Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer) aufgewendet wird, um festzustellen, ob der Temperatursensor eine Fehlfunktion aufweist.

Kurze Beschreibung der Abbildungen

[0015] Die Vorstehenden und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung, die unter Bezugnahme auf die beigefügten Abbildungen ausgeführt ist, ersichtlicher. In den Abbildungen sind:

Fig. 1 ein Blockdiagramm des Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem gemäß einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 ein Blockdiagramm des in **Fig. 1** dargestellten Steuermoduls;

Fig. 3 ein Blockdiagramm des in **Fig. 1** dargestellten Überwachungsmoduls;

Fig. 4 ein Flussdiagramm, welches einen Ablauf einer Drehmomentüberwachungssteuerung gemäß der ersten Ausführungsform darstellt;

Fig. 5 ein Flussdiagramm, welches einen Verarbeitungsablauf zur Bestimmung der Wassertemperatur darstellt, die für die Berechnung

des geschätzten Drehmoments gemäß der ersten Ausführungsform verwendet wird;

Fig. 6 ein Flussdiagramm, welches eine Unteroutine in **Fig. 5** darstellt, das heißt, einen Verarbeitungsablauf zur Bestimmung einer Spannungsanomalie;

Fig. 7 ein Flussdiagramm, welches eine Unteroutine in **Fig. 5** darstellt, das heißt, einen Verarbeitungsablauf der Änderungsbetraganomaliebestimmung;

Fig. 8 ein Flussdiagramm, welches eine Unteroutine in **Fig. 5** darstellt, das heißt, einen Verarbeitungsablauf der Stack-Anomaliebestimmung;

Fig. 9 ein Flussdiagramm, welches eine Unteroutine in **Fig. 5** darstellt, das heißt, einen Verarbeitungsablauf der Wassertemperaturbestimmung;

Fig. 10 ein Diagramm, welches die Beziehung zwischen einer Wassertemperaturänderung, einem normalen Änderungsbereich und einem unteren Grenzschutzwert für die Stack-Vermeidung auf der Basis der verstrichenen Zeit darstellt;

Fig. 11 ist ein Diagramm, welches die Wassertemperaturänderung basierend auf der verstrichenen Zeit darstellt;

Fig. 12 ein Diagramm, welches eine Wassertemperaturänderung, einen Reibverlust und eine Drehmomentänderung basierend auf der verstrichenen Zeit gemäß einem Vergleichsbeispiel im Vergleich zur ersten Ausführung darstellt; und

Fig. 13 ein Diagramm, welches eine Wassertemperaturänderung, einen Reibverlust und eine Drehmomentänderung basierend auf der verstrichenen Zeit gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0016] In der folgenden Beschreibung werden mehrere Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die beigefügten Abbildungen erläutert. Funktional und/oder strukturell korrespondierende und/oder zusammengehörige Teile in mehreren Ausführungsformen können mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden, oder mit diesen, die in der Hunderterstelle höher oder gleich sind. Die Beschreibung der weiteren Ausführungsformen kann für die entsprechenden und/oder zugehörigen Teile referenziert werden.

(Erste Ausführungsform)

[0017] **Fig. 1** zeigt eine ECU (elektronische Steuerungseinheit) 10, die bei einem Fahrzeug bereitgestellt ist. Die ECU 10 steuert den Betrieb einer auf einem Fahrzeug montierten Verbrennungskraftmaschine. Das Fahrzeug fährt unter Verwendung der Verbrennungskraftmaschine als eine Antriebsquelle. In der vorliegenden Ausführungsform wird davon ausgegangen, dass ein Ottomotor mit Zündung der Verbrennungskraftmaschine entspricht. Es wird darauf hingewiesen, dass auch ein Selbstzündungs-Dieselmotor anwendbar sein kann. Das Fahrzeug umfasst ein Getriebe, welches eine Drehzahl von einer Abtriebswelle der Verbrennungskraftmaschine in eine gewünschte Drehzahl umwandelt und die Drehzahl ausgibt.

[0018] Die ECU 10 umfasst eine MCU 11 (Microcontrollereinheit), einen Zündantriebs-IC 12, einen Kraftstoffeinspritzventilantriebs-IC 13, einen Antriebs-IC 14 für ein elektronisches Drosselventil bzw. eine elektronische Drosselklappe, eine Kommunikationsschaltung 15 und einen Integrations-IC 16.

[0019] Die MCU 11 umfasst eine CPU 11a als eine arithmetische Verarbeitungseinheit, einen Speicher 11m als ein Speichermedium, eine Eingabeverarbeitungsschaltung 11c, eine Kommunikationsschaltung 11d und eine CPU-Prüfschaltung 11e. Gemäß dem Beispiel in **Fig. 1** verwendet die MCU 11 einen Halbleiterchip, der die CPU 11a, den Speicher 11m, die Eingabeverarbeitungsschaltung 11c, die Kommunikationsschaltung 11d und die CPU-Prüfschaltung 11e integriert. Diese Komponenten können jedoch zur Integration auf eine Mehrzahl von Halbleiterchips verteilt sein. Bei einer Konfiguration, bei welcher die Komponenten zur Integration auf die Halbleiterchips verteilt sind, können die Halbleiterchips auf einem gemeinsamen Substrat oder auf mehreren Substraten montiert sein. Die Halbleiterchips können in einem gemeinsamen Behälter oder in getrennten Behältern untergebracht sein.

[0020] Der Speicher 11m stellt ein Speichermedium zur Speicherung eines Programms und von Daten dar und umfasst ein nichtflüchtiges, konkretes Speichermedium zur temporären Speicherung eines von der CPU 11a lesbaren Programms. Das Speichermedium kann als ein Halbleiterspeicher oder als eine Magnetplatte vorgesehen sein. Die CPU 11a führt ein im Speicher 11m gespeichertes Programm aus und ermöglicht der ECU 10 dadurch, als die in dieser Spezifikation beschriebene Vorrichtung zu dienen, und ermöglicht der Steuerungsvorrichtung zu arbeiten, um das in dieser Spezifikation beschriebene Verfahren durchzuführen.

[0021] Mittel und/oder Funktionen, welche durch die Steuerungsvorrichtung bereitgestellt werden, sind

als die Software, die auf einem substantiellen Speichermedium gespeichert ist, und einen Computer zur Ausführung der Software, nur die Software oder die Hardware oder eine Kombination davon verfügbar. Wird die Steuerungsvorrichtung beispielsweise als eine elektronische Schaltung oder die Hardware geliefert, so ist die Steuerungsvorrichtung als eine digitale Schaltung oder eine analoge Schaltung mit vielen Logikschaltungen verfügbar.

[0022] Verschiedene Signale, wie eine Maschinendrehzahl, eine Gaspedalposition bzw. -stellung, ein Ansaugkrümmerdruck bzw. Saugrohrdruck, ein Abgasdruck, eine Wassertemperatur, eine Öltemperatur und ein von einer externen ECU ausgegebenes externes Signal werden zu der MCU 11 geführt. Diese Signale werden von außerhalb der ECU 10 in die Eingabeverarbeitungsschaltung 11c oder die Kommunikationsschaltung 11d eingegeben.

[0023] Ein der Maschinendrehzahl entsprechendes Signal stellt einen Erfassungswert eines Kurbelwinkelsensors dar. Basierend auf diesem Erfassungswert berechnet die MCU 11 die Anzahl der Umdrehungen einer Kurbelwelle (Ausgangs- bzw. Abtriebswelle) der Verbrennungskraftmaschine pro Zeiteinheit, das heißt, die Drehzahl der Abtriebswelle. Ein der Gaspedalstellung entsprechendes Signal stellt einen Erfassungswert eines Gaspedalsensors dar. Basierend auf diesem Erfassungswert berechnet die MCU 11 den Betrag der Gaspedalbetätigung durch einen Fahrzeugführer oder einen Nutzer der Verbrennungskraftmaschine.

[0024] Ein dem Saugrohrdruck entsprechendes Signal stellt einen Erfassungswert eines Ansaugluftdrucksensors dar. Auf Basis dieses Erfassungswertes berechnet die MCU 11 den Druck der in einen Brennraum eingeleiteten Ansaugluft. Ein dem Abgasdruck entsprechendes Signal stellt einen Erfassungswert eines Abgasdrucksensors dar. Auf der Grundlage dieses Erfassungswertes berechnet die MCU 11 den Druck des Abgases aus einer Brennkammer. Ein der Wassertemperatur entsprechendes Signal stellt einen Erfassungswert eines Wassertemperatursensors 5 dar. Auf der Grundlage dieses Erfassungswertes berechnet die MCU 11 die Temperatur des Wassers zur Kühlung der Verbrennungskraftmaschine. Ein der Öltemperatur entsprechendes Signal stellt einen Erfassungswert eines Öltemperatursensors dar. Die MCU 11 berechnet auf der Grundlage dieses Erfassungswertes die Temperatur des Schmieröls der Verbrennungskraftmaschine oder des Arbeitsfluids eines hydraulischen Aktuators.

[0025] Der Wassertemperatursensor 5 ist an einem Zylinderblock der Verbrennungskraftmaschine angebracht. Der Wassertemperatursensor 5 gibt ein Spannungssignal (Spannungswert) aus, das der Temperatur (Wassertemperatur) des Kühlwassers

entspricht, welches durch einen für den Zylinderblock vorgesehenen Kühlwasserkanal strömt. Die Eingabeverarbeitungsschaltung 11c wandelt das Ausgabesignal als ein Analogsignal in ein die Wassertemperatur darstellendes Digitalsignal um. Der Wassertemperatursensor 5 ist vergleichbar mit einem „Temperatursensor“, welcher die Temperatur von Kühlwasser als ein Erfassungsobjekt erfasst.

[0026] Beispiele für externe Signale, die von der externen Steuerungsvorrichtung ausgegeben werden, umfassen ein Signal, das einen Betriebszustand einer Hilfsmaschine darstellt, welche die Abtriebswelle der Verbrennungskraftmaschine als eine Antriebsquelle nutzt. Beispiele für die Hilfsmaschine umfassen einen Kältemittelkompressor, der in einer Klimaanlage enthalten ist, welche eine Klimatisierung im Fahrzeuginnenraum bereitstellt. Der Kompressor nutzt die Abtriebswelle der Verbrennungskraftmaschine als eine Antriebsquelle.

[0027] Der Zündantriebs-IC 12 umfasst ein Schaltelement, das die Aktivierung und Deaktivierung der Leistungszuführung zu einer in der Verbrennungskraftmaschine enthaltenen Zündvorrichtung steuert. Die MCU 11 gibt ein Anweisungssignal an das Schaltelement aus. Basierend auf den vorstehend beschriebenen verschiedenen Signalen, wie der Maschinendrehzahl, berechnet die MCU 11 einen Soll-Zündzeitpunkt, das heißt, einen Sollwert für die Zeit, wenn die Zündvorrichtung eine Entladungszündung aktiviert. Die MCU 11 gibt ein dem berechneten Soll-Zündzeitpunkt entsprechendes Anweisungssignal an den Zündantriebs-IC 12 aus.

[0028] Der Kraftstoffeinspritzventilantriebs-IC 13 umfasst ein Schaltelement, welches die Aktivierung und Deaktivierung der Leistungszuführung zu einem in der Verbrennungskraftmaschine enthaltenen Einspritzventil steuert. Die MCU 11 gibt ein Anweisungssignal an das Schaltelement aus. Die MCU 11 berechnet basierend auf den vorstehend beschriebenen verschiedenen Signalen, wie der Maschinendrehzahl, insbesondere eine Soll-Einspritzmenge. Die Soll-Einspritzmenge stellt einen Sollwert der Zeitspanne (Einspritzmenge) dar, in welcher das Kraftstoffeinspritzventil den Kraftstoff einspritzt. Die MCU 11 gibt ein der berechneten Soll-Einspritzmenge entsprechendes Anweisungssignal an den Kraftstoffeinspritzventilantriebs-IC 13 aus.

[0029] Der Antriebs-IC 14 für eine elektronische Drosselklappe umfasst ein Schaltelement, welches die Aktivierung und Deaktivierung der Leistungszuführung zu einer in der Verbrennungskraftmaschine enthaltenen elektronischen Drosselklappe steuert. Die MCU 11 gibt ein Anweisungssignal an das Schaltelement aus. Die MCU 11 berechnet basierend auf den vorstehend beschriebenen verschiedenen Signalen, wie der Maschinendrehzahl, insbesondere

einen Soll-Öffnungsgrad. Der Soll-Öffnungsgrad stellt einen Sollwert des Ventilöffnungsgrads für die elektronische Drosselklappe dar. Die MCU 11 gibt ein dem berechneten Soll-Öffnungsgrad entsprechendes Anweisungssignal an den Antriebs-IC 14 für eine elektronische Drosselklappe aus.

[0030] Die ECU 10 steuert den Betrieb der Zündvorrichtung, des Kraftstoffeinspritzventils und der elektronischen Drosselklappe, um einen Verbrennungszustand der Verbrennungskraftmaschine zu steuern. Der Soll-Zündzeitpunkt, die Soll-Einspritzmenge und der Soll-Öffnungsgrad, die von der MCU 11 berechnet werden, sind vergleichbar mit einem Soll-Steuerbetrag als ein Sollwert des Steuerbetrags zur Steuerung des Verbrennungszustandes der Verbrennungskraftmaschine.

[0031] Die Kommunikationsschaltung 15 gibt verschiedenartige Informationen, die von der MCU 11 verwaltet werden, an eine externe ECU aus. Die Kommunikationsschaltung 15 gibt beispielsweise ein Signal für ein Anomalie-Flag an eine Anzeige-ECU aus. Das Anomalie-Flag meldet das Auftreten einer Anomalie, wie eines abnormalen Drehmomentzustands, der später beschrieben werden soll. Die Anzeige-ECU steuert den Betrieb einer Anzeigevorrichtung, welche der Fahrer des Fahrzeugs visuell erkennt. Die Anzeige-ECU erzeugt eine Alarmanzeige oder einen Alarmton, wenn das Signal für das Anomalie-Flag erlangt wird.

[0032] Der Integrations-IC 16 umfasst hauptsächlich, wenn auch nicht gezeigt, einen Speicher und eine CPU, um verschiedene Arten von Programmen auszuführen, die im Speicher gespeichert sind. Je nach Programm, das von der CPU ausgeführt wird, dient der Integrations-IC 16 als eine Mikrocomputer-Überwachungseinheit 16a oder eine Abschaltsteuerungseinheit 16b für die elektronische Drossel.

[0033] Die CPU-Prüfschaltung 11e prüft, ob die CPU 11a und der Speicher 11m normal sind, indem eine Prüfung (z.B. Paritätsprüfung) durchgeführt wird, um festzustellen, ob Programme und Daten, die im Speicher 11m gespeichert sind, normal sind. Die Mikrocomputer-Überwachungseinheit 16a überwacht eine Fehlfunktion der MCU 11 durch Bezugnahme auf Prüfergebnisse der CPU-Prüfschaltung 11e.

[0034] Der Integrations-IC 16 führt eine Steuerung einer Abschaltung (EN: cut) der elektronischen Drossel durch, welche den Betrieb der elektronischen Drosselklappe beschränkt, wenn die Mikrocomputer-Überwachungseinheit 16a eine Anomalie erfasst. Der Integrations-IC 16 bindet beispielsweise den Soll-Öffnungsgrad unabhängig von den Gaspedalöffnungsgraden an einen vorbestimmten Öffnungsgrad und beschränkt die Ausgabe von der Verbrennungskraftmaschine auf weniger als eine vorbestimmte

Ausgabe. Alternativ setzt der Integrations-IC 16 den Soll-Öffnungsgrad auf null und stoppt die Verbrennungskraftmaschine zwangsläufig. Die Abschaltsteuerungseinheit 16b für die elektronische Drossel gibt ein Signal, welches die Abschaltung der elektronischen Drossel anweist, an den Antriebs-IC 14 für eine elektronische Drosselklappe aus. Der Antriebs-IC 14 für eine elektronische Drosselklappe arbeitet mit einem Abschaltanweisungssignal für die elektronische Drossel, das den von der MCU 11 ausgegebenen Anweisungssignalen vorgezogen wird.

[0035] Die MCU 11 umfasst ein Steuermodul 20 und ein Monitor- bzw. Überwachungsmodul 30. Bei diesen Modulen handelt es sich um Funktionen, die von der CPU 11a und dem Speicher 11m bereitgestellt werden, die gemeinsam genutzt werden. Die CPU 11a und der Speicher 11m fungieren als das Steuermodul 20, wenn die CPU 11a ein Steuerprogramm ausführt, das in einem Speicherbereich 20m für eine Steuerungsverwendung bzw. einem Steuerungsverwendungs-Speicherbereich 20m des Speichers 11m gespeichert ist.

[0036] Die CPU 11a und der Speicher 11m fungieren als das Überwachungsmodul 30, wenn die CPU 11a ein Überwachungsprogramm ausführt, das in einem Speicherbereich 30m für eine Überwachungsverwendung bzw. einem Überwachungsverwendungs-Speicherbereich 30m des Speichers 11m gespeichert ist. Der Steuerungsverwendungs-Speicherbereich 20m und der Überwachungsverwendungs-Speicherbereich 30m sind in dem Speicherbereich des Speichers 11m separat getrennten Positionen zugeordnet.

[0037] Das Steuermodul 20 stellt eine „arithmetische Vorrichtung für eine Steuerungsverwendung“ in Abhängigkeit eines Nutzeranforderungsdrehmoments als das von einem Nutzer geforderte Drehmoment zum Antrieb der Verbrennungskraftmaschine bereit. Die „arithmetische Vorrichtung für eine Steuerungsverwendung“ führt einen arithmetischen Vorgang bei den vorstehend beschriebenen verschiedenenartigen Soll-Steuerbeträgen bzw. Soll-Steuergrößen durch. Das Überwachungsmodul 30 stellt eine „arithmetische Vorrichtung für eine Überwachungsverwendung“ bereit, um zu überwachen, ob ein abnormaler Drehmomentzustand auftritt. Der anomale Drehmomentzustand bedeutet, dass ein geschätztes Drehmoment als ein Schätzwert des tatsächlichen Drehmoments der Verbrennungskraftmaschine von dem für die Verbrennungskraftmaschine geforderten Maschinenanforderungsdrehmoment um einen Betrag größer oder gleich einem vorbestimmten Kriterium abweicht. Die ECU 10 stellt ein „Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem“ bereit, welches die arithmetische Vorrichtung für eine Steuerungsverwendung und die arithmetische Vor-

richtung für eine Überwachungsverwendung umfasst.

<1> Steuermodul 20

[0038] Das Steuermodul 20 umfasst Funktionen als eine Maschinenanforderungsdrehmoment-Berechnungseinheit 21 und eine Antriebssignalausgabeeinheit 22. Die Maschinenanforderungsdrehmoment-Berechnungseinheit 21 berechnet das Maschinenanforderungsdrehmoment basierend auf verschiedenen Signalen, die von der Eingabeverarbeitungsschaltung 11c und der Kommunikationsschaltung 11d erlangt werden. Das Maschinenanforderungsdrehmoment wird für die Verbrennungskraftmaschine gefordert. Basierend auf dem von der Maschinenanforderungsdrehmoment-Berechnungseinheit 21 berechneten Maschinenanforderungsdrehmoment führt die Antriebssignalausgabeeinheit 22 einen arithmetischen Vorgang mit den vorstehend beschriebenen Soll-Steuergrößen, wie dem Soll-Zündzeitpunkt, der Soll-Einspritzmenge und dem Soll-Öffnungsgrad, durch. Basierend auf den arithmetisch verarbeiteten Soll-Steuergrößen gibt die Antriebssignalausgabeeinheit 22 verschiedene Anweisungssignale an die Aktoren, wie den Zündantriebs-IC 12, den Kraftstoffeinspritzventilantriebs-IC 13 und den Antriebs-IC 14 für eine elektronische Drosselklappe, aus.

[0039] Die detaillierte Beschreibung folgt anhand von **Fig. 2**. Die Maschinenanforderungsdrehmoment-Berechnungseinheit 21 umfasst Funktionen wie eine Nutzeranforderungsdrehmoment-Berechnungseinheit 21a, eine Pumpverlustberechnungseinheit 21b, eine Reibverlustberechnungseinheit 21c, eine Drehmomentwirkungsgrad-Berechnungseinheit 21d und die Betriebsabschnitte B1 bis B6.

< 1-1 > Nutzeranforderungsdrehmoment

[0040] Die Nutzeranforderungsdrehmoment-Berechnungseinheit 21a berechnet das Nutzeranforderungsdrehmoment auf der Grundlage der Maschinendrehzahl und des Gaspedalöffnungsgrades, die vorstehend beschrieben sind. Das Nutzeranforderungsdrehmoment wird mit zunehmender Maschinendrehzahl oder zunehmendem Gaspedalöffnungsgrad als ein immer größerer Wert berechnet. Der Speicher 11m speichert beispielsweise im Voraus ein Kennfeld, welches Korrelationen zwischen der Maschinendrehzahl, dem Gaspedalöffnungsgrad und dem Nutzeranforderungsdrehmoment darstellt. Die Nutzeranforderungsdrehmoment-Berechnungseinheit 21a berechnet unter Bezugnahme auf dieses Kennfeld das Nutzeranforderungsdrehmoment entsprechend der Maschinendrehzahl und dem Gaspedalöffnungsgrad.

<1-2> Verlustdrehmoment

[0041] Die Pumpverlustberechnungseinheit 21b berechnet das Pumpverlustdrehmoment auf der Grundlage des Saugrohrdrucks und des Abgasdrucks, die vorstehend beschrieben sind. Das Pumpverlustdrehmoment stellt einen Wert dar, der sich aus der Umwandlung eines Pumpverlusts in das Drehmoment ergibt. Der Pumpverlust steht für einen Energieverlust aufgrund des Widerstandes, der durch die Ansaugung und das Ausstoßen verursacht wird, wenn sich ein Kolben der Verbrennungskraftmaschine hin und her bewegt. Eine Abnahme des Saugrohrdrucks erhöht einen Pumpverlustwert unter der Annahme, dass ein Ansaugtakt des Kolbens einen großen Ansaugwiderstand verursacht. Eine Erhöhung des Abgasdrucks erhöht einen Pumpverlustwert unter der Annahme, dass ein Auslassstakt des Kolbens einen großen Auslasswiderstand verursacht. Der Speicher 11m speichert beispielsweise im Voraus ein Kennfeld, welches Zusammenhänge zwischen dem Saugrohrdruck, dem Abgasdruck und dem Pumpverlust darstellt. Anhand des Kennfeldes berechnet die Pumpverlustberechnungseinheit 21b einen Pumpverlust, der dem Saugrohrdruck und dem Abgasdruck entspricht.

[0042] Die Reibverlustberechnungseinheit 21c berechnet ein Reibverlustdrehmoment basierend auf der Wassertemperatur und der Öltemperatur, die vorstehend beschrieben sind. Das Reibverlustdrehmoment stellt einen Wert dar, der sich aus der Umwandlung eines Reibverlustes in das Drehmoment ergibt. Der Reibverlust steht für einen mechanischen Energieverlust durch die Reibung zwischen einem Zylinder und dem hin- und hergehenden Kolben in der Verbrennungskraftmaschine. Die Reibung wird als groß angenommen, wenn die Wassertemperatur abnimmt oder zunimmt, so dass diese außerhalb eines geeigneten Bereichs liegt. Der Reibverlust ist auf einen großen Wert eingestellt. Die Viskosität von Schmieröl wird beispielsweise bei niedriger Öltemperatur als groß angenommen. Der Reibverlust ist auf einen großen Wert eingestellt. Der Speicher 11m speichert beispielsweise im Voraus ein Kennfeld, welches Zusammenhänge zwischen der Wassertemperatur, der Öltemperatur und dem Reibverlust darstellt. Anhand des Kennfelds berechnet die Reibverlustberechnungseinheit 21c einen Reibverlust, welcher der Wassertemperatur und der Öltemperatur entspricht.

[0043] Der Betriebsabschnitt B1 verarbeitet bzw. berechnet arithmetisch ein Gesamtverlustdrehmoment durch Addieren des von der Pumpverlustberechnungseinheit 21b berechneten Pumpverlusts, des von der Reibverlustberechnungseinheit 21c berechneten Reibverlusts und eines Verlustdrehmoment-Lernwerts. Der Betriebsabschnitt B2 verarbeitet bzw. berechnet arithmetisch ein Verlust-Inklusiv-

Drehmoment durch Addieren des Nutzeranforderungsdrehmoments, das von der Nutzeranforderungsdrehmoment-Berechnungseinheit 21a berechnet wird, des Gesamtverlustdrehmoments, das vom Betriebsabschnitt B1 berechnet wird, und des extern geforderten Drehmoments. Beispiele für das extern geforderte Drehmoment umfassen das Drehmoment entsprechend einer Erhöhung der Leistungserzeugung, wenn ein von der Verbrennungskraftmaschine angetriebener Generator den Betrag der Leistungserzeugung erhöht, um eine Bordbatterie zu laden.

<1-3> Reserven

[0044] Der Betriebsabschnitt B3 verarbeitet bzw. berechnet arithmetisch ein Reservedrehmoment durch Addieren von Drehmomenten entsprechend einer Leerlaufreserve, einer Katalysatoraufwärmreserve und einer Hilfsmaschinenreserve. Das Steuermodul 20 stellt jedes der Reservedrehmomente entsprechend dem Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine ein, wie der Maschindrehzahl, der Maschinenlast und der Wassertemperatur. Der Betriebsabschnitt B4 verarbeitet bzw. berechnet arithmetisch ein Reserve-Inklusiv-Drehmoment durch Addieren des vom Betriebsabschnitt B3 arithmetisch berechneten Reservedrehmoments zu dem vom Betriebsabschnitt B2 arithmetisch berechneten Verlust-Inklusiv-Drehmoment.

[0045] Das Leerlaufreservendrehmoment entspricht einer Erhöhung des Drehmoments, wenn die Steuerung zur Erhöhung des Drehmoments während eines Leerlaufbetriebs der Verbrennungskraftmaschine und zur Stabilisierung der Verbrennung durchgeführt wird. Das Katalysatoraufwärmreservendrehmoment entspricht einem Wert, der sich aus der Umwandlung eines Verbrennungsenergieverlusts in das Drehmoment ergibt. Die Verbrennungsenergie wird zur Durchführung einer Aufwärmsteuerung zur Erhöhung der Abgastemperatur verwendet. Die Aufwärmsteuerung bzw. -regelung erhöht die Abgastemperatur, um die Temperatur eines Katalysators, welcher das Abgas von der Verbrennungskraftmaschine reinigt, zu erhöhen, um höher oder gleich der Aktivierungstemperatur zu sein. Das Hilfsmaschinenreservendrehmoment wird benötigt, um die Hilfsmaschine, wie einen Generator, unter Verwendung der Verbrennungskraftmaschine als eine Antriebsquelle anzu treiben.

<1-4> Drehmomentwirkungsgrad

[0046] Die Drehmomentwirkungsgrad-Berechnungseinheit 21d berechnet einen Drehmomentwirkungsgrad basierend auf einem Zündzeitpunkt zur Erzeugung des maximalen Drehmoments (MBT-Zündzeitpunkt), einem Basisverzögerungswinkelbeitrag einschließlich Klopf Lernen und einem Soll-Lambda. Der MBT-Zündzeitpunkt steht für einen

Zündzeitpunkt zur Erlangung des maximalen Drehmoments und weicht hauptsächlich in Abhängigkeit von der Maschinendrehzahl, der Maschinenlast und der Wassertemperatur ab. Am MBT-Zündzeitpunkt tritt jedoch auf einfache Art und Weise ein Klopfen auf. Die Zündung muss zu einem Zeitpunkt erfolgen, der um eine vorbestimmte Zeit später als der MBT-Zündzeitpunkt liegt, das heißt, zu einem um einen vorbestimmten Winkel verzögerten Zeitpunkt. Der um einen vorbestimmten Winkel verzögerte Zeitpunkt wird als ein Basiszündzeitpunkt bezeichnet. Der Verzögerungswinkelbetrag (Basisverzögerungswinkelbetrag) weicht hauptsächlich in Abhängigkeit von der Maschinendrehzahl, der Maschinenlast und der Wassertemperatur ab.

[0047] Wenn ein Sensor ein Klopfen erfasst, wird eine Feedback- bzw. Rückkopplungssteuerung durchgeführt, um den Zündzeitpunkt zu korrigieren und um eine vorbestimmte Zeit zu verzögern. Eine als Klopflernen bezeichnete Lernsteuerung spiegelt den Verzögerungswinkelkorrekturbetrag (Klopflernbetrag) bei der nachfolgenden Zündzeitpunktsteuerung wider. Der Soll-Zündzeitpunkt spiegelt den Klopflerbetrag am Basiszündzeitpunkt wider.

[0048] Der Betriebsabschnitt B5 subtrahiert den Soll-Zündzeitpunkt von dem MBT-Zündzeitpunkt, um arithmetisch einen MBT-Verzögerungswinkelbetrag anzuwenden, das heißt, den Verzögerungswinkelbetrag als eine Differenz zwischen dem MBT-Zündzeitpunkt und dem Soll-Zündzeitpunkt. Die Drehmomentwirkungsgrad-Berechnungseinheit 21d berechnet den Drehmomentwirkungsgrad auf der Grundlage des MBT-Verzögerungswinkelbetrag, welcher durch den Betriebsabschnitt B5 arithmetisch verarbeitet wird, und von Soll-Lambda.

[0049] Der Drehmomentwirkungsgrad bezeichnet ein Verhältnis zwischen der Verbrennungsenergie im Brennraum und der in das Rotationsmoment der Kurbelwelle umgewandelten Energie. Der Drehmomentwirkungsgrad wird als ein zunehmend großer Wert berechnet, wenn der MBT-Verzögerungswinkelbetrag abnimmt, das heißt, wenn sich der Soll-Zündzeitpunkt dem MBT-Zündzeitpunkt annähert. Das Soll-Lambda bezeichnet einen Sollwert eines Verhältnisses (Lambda) zwischen der Luft und dem Kraftstoff, die in einem in der Brennkammer verbrannten Luft-Kraftstoff-Gemisch enthalten sind. Die Drehmomentwirkungsgrad-Berechnungseinheit 21d berechnet den Drehmomentwirkungsgrad als einen Wert, der dem Soll-Lambda entspricht. Beispielsweise speichert der Speicher 11m im Voraus ein Kennfeld, welches Zusammenhänge zwischen dem MBT-Verzögerungswinkelbetrag, dem Soll-Lambda und dem Drehmomentwirkungsgrad darstellt. Aus diesem Kennfeld berechnet die Drehmomentwirkungsgrad-Berechnungseinheit 21d den Drehmo-

mentwirkungsgrad entsprechend dem MBT-Verzögerungswinkelbetrag und dem Soll-Lambda.

[0050] Das Steuermodul 20 stellt jede Größe aus dem MBT-Zündzeitpunkt, dem Basiszündzeitpunkt und dem Soll-Lambda, wie vorstehend beschrieben, entsprechend dem Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine, wie der Maschinendrehzahl, der Maschinenlast und der Wassertemperatur, ein.

[0051] Das Steuermodul 20 führt die Lernsteuerung durch, die mit dem vorstehend beschriebenen Klopflernen in Zusammenhang steht. Die ECU 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform umfasst eine Erfassungsschaltung, die einen Antriebsstrom oder eine Spannung erfasst, die von dem Zündantriebs-IC ausgegeben werden. Das Steuermodul 20 führt einen arithmetischen Vorgang hinsichtlich des Maschinenanforderungsdrehmoments unter Verwendung eines Erfassungswerts der Erfassungsschaltung durch. Insbesondere berechnet das Steuermodul 20 auf der Grundlage des Erfassungswertes einen tatsächlichen Zündzeitpunkt, führt die Lernsteuerung mit Bezug auf das Klopflernen unter Verwendung des tatsächlichen Zündzeitpunkts durch und berechnet den Klopflernbetrag.

< 1 -5> Steuerungsverwendungs-Maschinenanforderungsdrehmoment

[0052] Der Betriebsabschnitt B6 dividiert das vom Betriebsabschnitt B4 arithmetisch berechnete Reserve-Inklusiv-Drehmoment durch den von der Drehmomentwirkungsgrad-Berechnungseinheit 21d berechneten Drehmomentwirkungsgrad, um ein für die Maschinesteuerung verwendetes Steuerungsverwendungs-Maschinenanforderungsdrehmoment arithmetisch zu bearbeiten. Das heißt, die Maschinenanforderungsdrehmoment-Berechnungseinheit 21 addiert das Gesamtverlustdrehmoment und das Reservedrehmoment zu dem Nutzeranforderungsdrehmoment und dividiert den Additionswert durch den Drehmomentwirkungsgrad, um das Maschinenanforderungsdrehmoment zu berechnen.

<2> Überwachungsmodul 30

[0053] Wie vorstehend erwähnt, überwacht das Überwachungsmodul 30, ob ein geschätztes Drehmoment in den anormalen Drehmomentzustand eintritt, so dass dieses um einen Betrag größer oder gleich einem vorbestimmten Kriterium von dem Maschinenanforderungsdrehmoment abweicht. Das geschätzte Drehmoment stellt einen Wert bereit, der für das tatsächliche Drehmoment der Verbrennungskraftmaschine abgeschätzt ist. Das Maschinenanforderungsdrehmoment bezeichnet das für die Verbrennungskraftmaschine geforderte Drehmoment und ist gleich dem von der Maschinenanforderungsdrehmoment-Berechnungseinheit 21 des

Steuermoduls 20 berechneten Maschinenanforderungsdrehmoment. Das vom Überwachungsmodul 30 berechnete Maschinenanforderungsdrehmoment wird jedoch zur Überwachung einer Drehmomentanomalie verwendet. Das vom Steuermodul 20 berechnete Maschinenanforderungsdrehmoment wird zur Berechnung des Soll-Steuerbetrags für die Verbrennungskraftmaschine verwendet. Das Überwachungsverwendungs-Maschinenanforderungsdrehmoment und das Steuerungsverwendungs-Maschinenanforderungsdrehmoment werden an verschiedenen Stellen im Speicherbereich des Speichers 11m arithmetisch verarbeitet.

[0054] Wie in **Fig. 1** dargestellt ist, umfasst das Überwachungsmodul 30 Funktionen als eine Eingabesicherungseinheit 31, ein Maschinenanforderungsdrehmoment-Betriebsabschnitt 32, ein Schätz-drehmoment-Betriebsabschnitt 33, eine Drehmomentvergleichs-Anomaliebestimmungseinheit 34 und eine Steuerungseinheit 35 für eine Abschaltung der elektronischen Drossel.

[0055] Die Eingabesicherungseinheit 31 führt eine Prüfung (wie eine Paritätsprüfung) durch, um festzustellen, ob Daten für verschiedene Signale, die von der Eingabeverarbeitungsschaltung 11c und der Kommunikationsschaltung 11d erlangt werden, normal sind. Falls die Daten anormal sind, repariert die Eingabesicherungseinheit 31 die Daten, erlangt diese erneut oder verwirft diese. Dadurch kann ermöglicht werden, dass das Überwachungsmodul 30 verschiedene Berechnungen unter Verwendung der anormalen Daten vermeidet. Die Eingabesicherungseinheit 31 sichert die Normalität verschiedener Daten, die für die Berechnung auf dem Überwachungsmodul 30 verwendet werden.

[0056] Die Drehmomentvergleichs-Anomaliebestimmungseinheit 34 berechnet eine Differenz zwischen dem vom Maschinenanforderungsdrehmoment-Betriebsabschnitt 32 berechneten Maschinenanforderungsdrehmoment und dem geschätzten Drehmoment, das durch den Schätz-drehmoment-Betriebsabschnitt 33 berechnet wird. Der vorstehend beschriebene anormale Drehmomentzustand wird bestätigt, falls die Differenz größer oder gleich einem vorbestimmten Kriterium ist. Wenn der anormale Drehmomentzustand bestätigt wird, gibt die Steuerungseinheit 35 für eine Abschaltung der elektronischen Drossel, wie die Abschaltsteuerungseinheit 16b für die elektronische Drossel, ein Signal, das die elektronische Drosselabschaltung anweist, an den Antriebs-IC 14 für eine elektronische Drosselklappe aus.

<2-1 > Überwachungsverwendungs-Maschinenanforderungsdrehmoment

[0057] Wie in **Fig.** 3 dargestellt ist, umfasst der Maschinenanforderungsdrehmoment-Betriebsabschnitt 32 Funktionen als ein Betriebsabschnitt B 11, der das Nutzeranforderungsdrehmoment und das extern geforderte Drehmoment addiert, um das für die Verbrennungskraftmaschine geforderte Maschinenanforderungsdrehmoment zu berechnen. Das Nutzeranforderungsdrehmoment, das für diese Berechnung verwendet wird, wird unter Verwendung von Daten, wie der Maschinendrehzahl und dem Gaspedalöffnungsgrad, die durch die Eingabesicherungseinheit 31 gesichert werden, berechnet. Der Maschinenanforderungsdrehmoment-Betriebsabschnitt 32 berechnet das für die Verbrennungskraftmaschine geforderte Drehmoment auf der Grundlage der verschiedenen Signale (Daten), die von der Eingabeverarbeitungsschaltung 11c und der Kommunikationsschaltung 11d erlangt werden und durch die Eingabesicherungseinheit 31 gesichert werden.

<2-2> Überwachungsverwendung-Schätzdrehmoment

[0058] Wie in **Fig.** 3 dargestellt ist, umfasst der Schätzdrehmoment-Betriebsabschnitt 33 Funktionen als eine Berechnungseinheit 33a für das geschätzte Drehmoment bzw. eine Schätzdrehmoment-Berechnungseinheit 33a, eine MBT-Zündzeitpunkt-Berechnungseinheit 33b, eine Basiszündzeitpunkt-Berechnungseinheit 33c, eine Drehmomentwirkungsgrad-Berechnungseinheit 33d, eine Verlustdrehmoment-Berechnungseinheit 33e und Betriebsabschnitte B12, B13 und B14.

[0059] Die Schätzdrehmoment-Berechnungseinheit 33a schätzt ein tatsächliches Antriebsmoment (MBT-Schätzdrehmoment) der Verbrennungskraftmaschine zu dem MBT-Zündzeitpunkt auf der Grundlage des Ladewirkungsgrads und der Maschinendrehzahl, wie vorstehend beschrieben, ab. Das MBT-Schätzdrehmoment wird mit zunehmender Maschinendrehzahl oder zunehmendem Ladewirkungsgrad als ein immer größerer Wert berechnet. Beispielsweise speichert der Speicher 11m im Voraus ein Kennfeld, welches Korrelationen zwischen der Maschinendrehzahl, dem Ladewirkungsgrad und dem MBT-Schätzdrehmoment darstellt. Anhand des Kennfelds berechnet die Schätzdrehmoment-Berechnungseinheit 33a das MBT-Schätzdrehmoment entsprechend der Maschinendrehzahl und dem Ladewirkungsgrad.

[0060] Die MBT-Zündzeitpunkt-Berechnungseinheit 33b berechnet den MBT-Zündzeitpunkt auf Basis des Ladewirkungsgrads und der Maschinendrehzahl. Die Basiszündzeitpunkt-Berechnungseinheit

33c berechnet den Basiszündzeitpunkt auf der Grundlage des Ladewirkungsgrads und der Maschinendrehzahl. Der MBT-Zündzeitpunkt und der Basiszündzeitpunkt werden unter Bezugnahme auf das im Speicher 11m im Vorhinein gespeicherte Kennfeld berechnet, ähnlich wie bei der Schätzdrehmoment-Berechnungseinheit 33a.

[0061] Der Betriebsabschnitt B 12 subtrahiert den von der Basiszündzeitpunkt-Berechnungseinheit 33c berechneten Basiszündzeitpunkt von dem von der MBT-Zündzeitpunkt-Berechnungseinheit 33b berechneten MBT-Zündzeitpunkt, und verarbeitet bzw. berechnet den subtrahierten Wert arithmetisch als den vorstehend beschriebenen Basisverzögerungswinkelbetrag. Die Drehmomentwirkungsgrad-Berechnungseinheit 33d berechnet den vorstehend beschriebenen Drehmomentwirkungsgrad auf der Grundlage des durch den Betriebsabschnitt B 12 arithmetisch berechneten Basisverzögerungswinkelbetrags. Die Drehmomentwirkungsgrad-Berechnungseinheit 33d berechnet den Drehmomentwirkungsgrad durch Erkennen des Klopf-Lernbetrags als ein vorbestimmter Wert oder null.

[0062] Die Verlustdrehmoment-Berechnungseinheit 33e berechnet ein Verlustdrehmoment auf der Grundlage der Maschinendrehzahl und der Wassertemperatur. Das Verlustdrehmoment stellt einen Wert dar, der sich aus der Umwandlung der Verlustenergie einschließlich des Pumpverlustes und des Reibverlustes in das Drehmoment ergibt. Der Speicher 11m speichert beispielsweise im Voraus ein Kennfeld, welches Zusammenhänge zwischen der Maschinendrehzahl, der Wassertemperatur und dem Verlustdrehmoment darstellt. Anhand des Kennfeldes berechnet die Verlustdrehmoment-Berechnungseinheit 33e das Verlustdrehmoment entsprechend der Maschinendrehzahl und der Wassertemperatur.

[0063] Der Betriebsabschnitt B 13 multipliziert das von der Schätzdrehmoment-Berechnungseinheit 33a berechnete MBT-Schätzdrehmoment mit dem von der Drehmomentwirkungsgrad-Berechnungseinheit 33d arithmetisch berechneten Drehmomentwirkungsgrad, und verarbeitet bzw. berechnet den multiplizierten Wert arithmetisch als ein geschätztes Drehmoment ohne das Verlustdrehmoment. Der Betriebsabschnitt B 14 subtrahiert das von der Verlustdrehmoment-Berechnungseinheit 33e berechnete Verlustdrehmoment von dem geschätzten Drehmoment, das von dem Betriebsabschnitt B 13 arithmetisch berechnet wird, und verarbeitet bzw. berechnet den subtrahierten Wert arithmetisch als ein Überwachungsverwendungs-Schätzdrehmoment.

[0064] Wie vorstehend erwähnt, schätzt der Schätzdrehmoment-Betriebsabschnitt 33 ein von der Ver-

brennungskraftmaschine abgegebenes Antriebsmoment auf der Grundlage der verschiedenen Signale (Daten), die von der Eingabeverarbeitungsschaltung 11c und der Kommunikationsschaltung 11d erlangt und durch die Eingabesicherungseinheit 31 gesichert werden, ab.

<3> Vorgänge, die durch das Überwachungsmodul 30 durchgeführt werden

[0065] Das Überwachungsmodul 30 aktiviert eine Überwachungsfunktion immer, während die Verbrennungskraftmaschine in Betrieb ist. Insbesondere wird der in **Fig. 4** dargestellte Hauptprozess immer durchgeführt.

[0066] In S 10 bestimmt der Hauptprozess in **Fig. 4**, ob eine Überwachungsausführungsbedingung erfüllt ist. Beispiele für die Überwachungsausführungsbedingung umfassen den Abschluss der von der CPU-Prüfschaltung 11 e durchgeführten Prüfung und keine von der Mikrocomputer-Überwachungseinheit 16a erfasste Anomalie.

[0067] Falls bestimmt wird, dass die Überwachungsausführungsbedingung erfüllt ist, berechnet der vorstehend beschriebene Maschinenanforderungsdrhmoment-Betriebsabschnitt 32 in S 11 dann ein Überwachungsverwendungs-Maschinenanforderungsdrhmoment. Ein Block zur Berechnung des Nutzeranforderungsdrhmomentes ist im Maschinenanforderungsdrhmoment-Betriebsabschnitt 32 in **Fig. 3** weggelassen. Das Nutzeranforderungsdrhmoment wird jedoch auf der Grundlage der Maschinendrehzahl und des Gaspedalöffnungsgrads berechnet, ähnlich wie beispielsweise bei der Nutzeranforderungsdrhmoment-Berechnungseinheit 21a. Das Nutzeranforderungsdrhmoment wird unter Verwendung von Daten, wie der Maschinendrehzahl und des Gaspedalöffnungsgrads, welche durch die Eingabesicherungseinheit 31 gesichert sind, berechnet.

[0068] In S 12 berechnet der vorstehend beschriebene Schätzdrhmoment-Betriebsabschnitt 33 ein Überwachungsverwendungs-Schätzdrhmoment. In S 13 bestimmt die vorstehend beschriebene Drehmomentvergleichs-Anomaliebestimmungseinheit 34, ob das Drehmoment anormal ist. Falls in S 13 bestimmt wird, dass das Drehmoment anormal ist, dann gibt die Steuerungseinheit 35 für eine Abschaltung der elektronischen Drossel in S14 das elektronische Drosselabschaltanweisungssignal aus.

<4> Maßnahmen gegen eine Fehlfunktion des Wassertemperatursensors 5

[0069] Die vom Wassertemperatursensor 5 erfasste Wassertemperatur wird für das Steuermodul 20 zur Berechnung des Maschinenanforderungsdrhmo-

ments und für das Überwachungsmodul 30 zur Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet, wie vorstehend beschrieben. Im Einzelnen wird die Wassertemperatur für die Reibverlustberechnungseinheit 21c zur Berechnung des Reibverlustes und für die Verlustdrehmoment-Berechnungseinheit 33e zur Berechnung des Verlustdrehmoments verwendet. Bei einer Fehlfunktion des Wassertemperatursensors 5 werden das Maschinenanforderungsdrhmoment und das geschätzte Drehmoment nicht korrekt berechnet, falls ein Erfassungswert des Wassertemperatursensors 5 für die vorstehend beschriebenen Berechnungen direkt verwendet wird.

[0070] Beispiele für eine Fehlfunktion des Wassertemperatursensors 5 umfassen eine Unterbrechung bzw. einen Bruch, einen Kurzschluss und Stack bzw. ein Hängenbleiben. Wenn die Fehlfunktion wie eine Unterbrechung oder ein Kurzschluss auftritt, ist ein Ausgang des Wassertemperatursensors 5 auf den maximalen oder minimalen Wert in einem variablen Bereich gebunden und bleibt unverändert. Wenn die Fehlfunktion, wie Stack, auftritt, ist ein Ausgang des Wassertemperatursensors 5 auf einen bestimmten Wert im variablen Bereich gebunden und bleibt unverändert.

[0071] In der vorliegenden Ausführungsform wird davon ausgegangen, dass der Wassertemperatursensor 5 eine Fehlfunktion aufweist, wenn ein Erfassungswert des Wassertemperatursensors 5 anormal ist oder sich dieser anormal verhält. Das Steuermodul 20 beschränkt die Ausgabe der Verbrennungskraftmaschine. Wenn die Maschinenanforderungsdrhmoment-Berechnungseinheit 21 beispielsweise ein Maschinenanforderungsdrhmoment berechnet, welches die obere Grenze überschreitet, wird das Maschinenanforderungsdrhmoment auf den oberen Grenzwert beschränkt. Alternativ gibt das Steuermodul 20 ein elektronisches Drosselabschaltanweisungssignal aus, ähnlich wie die Steuerungseinheit 35 für eine Abschaltung der elektronischen Drossel.

[0072] Der Temperatursensor 5 reagiert jedoch langsam auf die Erfassung (wie etwa zehn Sekunden). Es ist sehr wahrscheinlich, dass nur basierend darauf, dass ein Erfassungswert anormal ist, fälschlicherweise bestimmt wird, dass der Temperatursensor 5 eine Fehlfunktion aufweist. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird unter der Bedingung, dass der Zustand des anormalen Werts länger als oder gleich einer vorbestimmten Zeit (wie zehn Sekunden) andauert, davon ausgegangen, dass der Temperatursensor 5 eine Fehlfunktion aufweist und der Ausgang von der Verbrennungskraftmaschine wird beschränkt.

[0073] Wird jedoch die Fehlfunktionsbestimmung beim Wassertemperatursensor 5 nach Ablauf der

vorbestimmten Zeit durchgeführt, wird während der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M (siehe **Fig. 13**), die vom Auftreten eines abnormalen Werts bis zum Ablauf der vorbestimmten Zeit reicht, wie vorstehend beschrieben, ein geschätztes Drehmoment nicht korrekt berechnet. Das Überwachungsmodul 30 kann eine Drehmomentanomalie nicht korrekt überwachen. Während der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M kann das Steuermodul 20 die Verbrennungskraftmaschine in dem Zustand steuern, in dem die Drehmomentanomalie nicht korrekt überwacht wird.

[0074] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform berechnet das Überwachungsmodul 30 ein geschätztes Drehmoment, während die Verwendung von Erfassungswerten des Wassertemperatursensors 5 während der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M verhindert wird. In der folgenden Beschreibung wird ein Ablauf zur Einstellung der Wassertemperatur, die zur Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird, unter Verwendung der **Fig. 5** bis **Fig. 9** erläutert. Das Überwachungsmodul 30 führt während des Betriebs der Verbrennungskraftmaschine die in den **Fig. 5** bis **Fig. 9** dargestellten Vorgänge immer durch.

[0075] In S20 in **Fig. 5** bestimmt der Prozess, ob eine Anforderung zum Zurücksetzen (Reset) der ECU 10 oder zum Stoppen der Verbrennungskraftmaschine vorliegt. Falls bestimmt wird, dass die vorstehend beschriebene Anforderung vorhanden ist, dann setzt der Prozess in S21 die Wassertemperatur zurück, die vom Wassertemperatursensor 5 erfasst und vom vorherigen Prozess erlangt wird. In S22 setzt der Prozess ein Flag für den abnormalen Zustand und ein Flag für die später zu beschreibende Fehlfunktionsmeldung zurück. Falls bestimmt wird, dass die vorstehend beschriebene Anforderung nicht verfügbar ist, dann erlangt der Prozess in S23 den vorstehend beschriebenen Spannungswert, der vom Wassertemperatursensor 5 ausgegeben wird. In S24 führt der Prozess die Spannungsanomaliebestimmung als eine Unterroutine durch, die in **Fig. 6** dargestellt ist. Der Prozess zur Bestimmung der Spannungsanomalie bzw. der Spannungsanomaliebestimmungsprozess bestimmt, ob der erlangte Spannungswert, das heißt, der Erfassungswert des Wassertemperatursensors 5, einen vorbestimmten Bereich zwischen den oberen und unteren Grenzen überschreitet, so dass dieser in einen Zustand einer Spannungsanomalie gelangt. Auf der Grundlage des Bestimmungsergebnisses stellt der Spannungsanomaliebestimmungsprozess die Wassertemperatur ein, die für die Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird.

[0076] In S25 wandelt der Prozess den in S23 erlangten Spannungswert in die Wassertemperatur um. Der Speicher 11m speichert im Voraus beispiels-

weise eine Gleichung, die eine Beziehung zwischen dem Spannungswert und der Wassertemperatur ausdrückt. Der Spannungswert wird der Gleichung zur Berechnung der Wassertemperatur zugeordnet.

[0077] In S26 führt der Prozess die Änderungsbetraganomaliebestimmung als eine Unterroutine durch, die in **Fig. 7** dargestellt ist. Der Prozess zur Bestimmung der Änderungsbetraganomalie bzw. der Änderungsbetraganomaliebestimmungsprozess bestimmt die Anomalie, wenn ein Änderungsbetrag pro Zeiteinheit in der in S25 umgewandelten Wassertemperatur einen vorbestimmten normalen Änderungsbereich überschreitet. Auf der Grundlage des Bestimmungsergebnisses stellt der Prozess die Wassertemperatur ein, die für die Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird. Der Prozess bestimmt die Anomalie des Verhaltens des erfassten Wassertemperaturwerts anstelle der Anomalie des erfassten Wassertemperaturwerts.

[0078] In S27 führt der Prozess die Stack-Anomaliebestimmung als eine Unterroutine aus, die in **Fig. 7** dargestellt ist. Der Stack-Anomaliebestimmungsprozess bestimmt die Anomalie, wenn die in S25 umgewandelte Wassertemperatur kleiner oder gleich einem unteren Grenzschutzwert ist, der auf der Grundlage des Betriebszustands der Verbrennungskraftmaschine konfiguriert ist. Auf der Grundlage des Bestimmungsergebnisses stellt der Prozess die Wassertemperatur ein, die für die Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird.

[0079] In S28 bestimmt der Prozess, ob die Berechnung des geschätzten Drehmoments die Wassertemperatur verwendet, die durch den Anomaliebestimmungsprozess in S24, S26 und S27 eingestellt wird, oder eine vorbestimmte Temperatur T_b .

[0080] **Fig. 6** stellt den Spannungsanomaliebestimmungsprozess dar. In S30 bestimmt der Prozess, ob der jüngste vom Wassertemperatursensor 5 ausgegebene Spannungswert (aktueller Wert) einen vorbestimmten Bereich zwischen den oberen und unteren Grenzen überschreitet. Die Obergrenze und die Untergrenze bei dem Bereich zwischen den oberen und unteren Grenzen sind unabhängig vom Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine oder der Außenlufttemperatur auf spezifizierte Werte eingestellt. Die Obergrenze und die Untergrenze sind so konfiguriert, dass ein Spannungswert den Bereich überschreitet, wenn der Wassertemperatursensor 5 einer Unterbrechung oder einem Kurzschluss unterliegt.

[0081] Wird bestimmt, dass der Spannungswert den Bereich zwischen den oberen und unteren Grenzen überschreitet, wird eine Fehlfunktion des Wassertemperatursensors 5 als wahrscheinlich angenommen. Dann schaltet der Prozess in S31 ein Anoma-

liefflag für die obere und untere Grenze an und verhindert die Berechnung des geschätzten Drehmoments unter Verwendung des aktuellen Wertes des Wassertemperatursensors 5.

[0082] In S32 misst der Prozess eine verstrichene Zeit (verstrichene Zeit des Anomaliezustands) ab der Erfassung eines Anomaliezustands der oberen und unteren Grenze. Insbesondere beginnt der Prozess mit der Inkrementierung eines Zählwerts zu dem Zeitpunkt, wenn das Anomaliefag für die obere und untere Grenze vom Aus-Zustand auf den An-Zustand wechselt. In S32 inkrementiert der Prozess den Zählwert um 1, um den Zählwert zu aktualisieren.

[0083] In S33 bestimmt der Prozess, ob die verstrichene Zeit des Anomaliezustands eine vorbestimmte Zeit (wie 10 Sekunden) überschreitet. Wird festgestellt, dass die vorbestimmte Zeit überschritten wird, dann stellt der Prozess in S34 fest, dass der Wassertemperatursensor 5 eine Fehlfunktion aufweist. Das Ergebnis wird an das Steuermodul 20 ausgegeben und von der Kommunikationsschaltung 15 an die Außenseite der ECU 10 ausgegeben. Die vorstehend beschriebene vorbestimmte Zeit entspricht der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M , um die Bestimmung, ob der Wassertemperatursensor 5 eine Fehlfunktion aufweist, abzuschließen. Falls bestimmt wird, dass die verstrichene Zeit des Anomaliezustands die vorbestimmte Zeit nicht überschreitet, dann stellt der Prozess in S35 einen Spannungswert, der für die Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird, unter Verwendung eines früher erlangten vorherigen Werts ein, nicht des in S23 erlangten aktuelle Spannungswerts. Der hier verwendete vorherige Wert bezeichnet einen Spannungswert unmittelbar vor der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M , mit Ausnahme von Spannungswerten, die während der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M erlangt werden.

[0084] Falls in S30 bestimmt wird, dass der Spannungswert den Bereich zwischen den oberen und unteren Grenzen nicht überschreitet, dann schaltet der Prozess in S36 das Anomaliefag für die obere und untere Grenze ab und ermöglicht die Berechnung des geschätzten Drehmoments unter Verwendung des aktuellen Werts des Wassertemperatursensors 5. In S37 setzt der Prozess den in S32 aktualisierten Zählwert auf null, um die verstrichene Zeit des Anomaliezustands zurückzusetzen. In S38 stellt der Prozess den in S23 erlangten aktuellen Spannungswert als einen Spannungswert ein, der für die Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird.

[0085] Der Spannungsanomaliebestimmungsprozess in **Fig. 6** verhindert die Berechnung des geschätzten Drehmoments unter Verwendung der

aktuellen Wassertemperatur, und berechnet ein geschätztes Drehmoment unter Verwendung des vorherigen Werts während der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M von der Erfassung eines Anomaliezustands der oberen und unteren Grenze bis zum Abschluss der Fehlfunktionsbestimmung.

[0086] **Fig. 7** stellt einen Änderungsbetraganomaliebestimmungsprozess dar. In S40 stellt der Prozess einen normalen Änderungsbereich (siehe Bezugszeichen W in **Fig. 10**) mit Bezug auf einen Wassertemperaturänderungsbetrag pro Einheitszeit basierend auf dem Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine ein. Beispielsweise ein anormaler Zustand (siehe Bezugszeichen K1 in **Fig. 10**), in dem eine zu stark variierte Wassertemperatur ausgegeben wird, obwohl der Wassertemperatursensor 5 keine Unterbrechung oder keinen Kurzschluss aufweist. Der normale Änderungsbereich ist so konfiguriert, dass die variierte Wassertemperatur den normalen Änderungsbereich im anormalen Zustand überschreitet.

[0087] Falls beispielsweise die wesentliche Wassertemperatur (reale Wassertemperatur) beim Start des Betriebs der Verbrennungskraftmaschine sehr niedrig ist (z.B. -30°C), steigt die Wassertemperatur stark an. Der Betrag der Wassertemperaturveränderung nimmt zu. Falls die tatsächliche Wassertemperatur ausreichend hoch ist (wie 10°C), steigt die Wassertemperatur nicht groß an. Der Betrag der Wassertemperaturveränderung nimmt ab. In Anbetracht dessen ist es vorteilhaft, den normalen Änderungsbereich entsprechend einer Abnahme der tatsächlichen Wassertemperatur zu erhöhen und zu vermeiden, dass der Normalzustand einer starken Erhöhung der Wassertemperatur versehentlich als anormal erkannt wird. Es ist vorteilhaft, den normalen Änderungsbereich entsprechend einem Anstieg der tatsächlichen Wassertemperatur zu verringern und die Anomalieerfassung zu beschleunigen. In S40 erhöht der Prozess den normalen Änderungsbereich entsprechend einem Betriebsverlauf der Verbrennungskraftmaschine, wenn der Betriebsverlauf beispielsweise niedrige Wassertemperaturen anzeigt.

[0088] In S41 berechnet der Prozess einen vom Wassertemperatursensor 5 ausgegebenen Wassertemperaturänderungsbetrag und bestimmt, ob der Wassertemperaturänderungsbetrag den normalen Änderungsbereich, der in S40 eingestellt wird, überschreitet. Der Wassertemperaturänderungsbetrag kann als ein Wert, der sich aus der Subtraktion der zuvor erlangten Wassertemperatur (vorherige Wassertemperatur) von der letzten Wassertemperatur (aktuelle Wassertemperatur) ergibt, oder ein Durchschnitt mehrerer Wassertemperaturen einschließlich der aktuellen Wassertemperatur, die während eines spezifizierten Zeitraums erlangt werden, bereitgestellt werden.

[0089] Falls bestimmt wird, dass der Wassertemperaturänderungsbetrag den normalen Änderungsbereich überschreitet, wird davon ausgegangen, dass der Wassertemperatursensor 5 wahrscheinlich eine Fehlfunktion aufweist. Dann schaltet der Prozess in S42 ein Änderungsbetrag-Anomalieflag an und unterbindet die Berechnung des geschätzten Drehmoments unter Verwendung des aktuellen Werts des Wassertemperatursensors 5.

[0090] In S43 misst der Prozess die verstrichene Zeit (verstrichene Zeit des Anomaliezustands) ab der Erfassung des Zustands des anormalen Änderungsbetrags. Insbesondere beginnt der Prozess mit der Inkrementierung eines Zählwerts zu dem Zeitpunkt, wenn das Änderungsbetrag-Anomalieflag von dem Aus-Zustand auf den An-Zustand wechselt. In S43 inkrementiert der Prozess den Zählwert um 1, um den Zählwert zu aktualisieren.

[0091] In S44 bestimmt der Prozess, ob die verstrichene Zeit des Anomaliezustands die spezifizierte Zeit (Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M) überschreitet. Wird bestimmt, dass die spezifizierte Zeit überschritten wird, dann bestimmt der Prozess in S45, dass der Wassertemperatursensor 5 eine Fehlfunktion aufweist. Das Ergebnis wird an das Steuermodul 20 ausgegeben und von der Kommunikationsschaltung 15 nach außerhalb der ECU 10 ausgegeben. Falls bestimmt wird, dass die verstrichene Zeit des Anomaliezustands die spezifizierte Zeit nicht überschreitet, dann stellt der Prozess in S46 eine Wassertemperatur, die für die Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird, unter Verwendung einer zuvor erlangten vorherigen bzw. früheren Wassertemperatur, nicht der Wassertemperatur (aktuelle Wassertemperatur) auf der Grundlage des in S23 erlangten aktuellen Spannungswerts, ein. Die hier verwendete vorherige Wassertemperatur bezeichnet die Wassertemperatur unmittelbar vor der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M, und schließt die während der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M erlangte Wassertemperatur aus.

[0092] Wenn in S41 bestimmt wird, dass der Wassertemperaturänderungsbetrag den normalen Änderungsbereich nicht überschreitet, dann schaltet der Prozess in S47 das Änderungsbetrag-Anomalieflag aus und erlaubt die Berechnung des geschätzten Drehmoments unter Verwendung des aktuellen Werts des Wassertemperatursensors 5. In S48 setzt der Prozess den in S43 aktualisierten Zählwert auf null, um die verstrichene Zeit des Anomaliezustands zurückzusetzen. In S49 bestimmt der Prozess, ob die aktuelle Wassertemperatur niedriger als der Schwellenwert Ta ist (siehe **Fig. 11**). Der Schwellenwert Ta ist beispielsweise auf 70 °C eingestellt.

[0093] Falls bestimmt wird, dass die aktuelle Wassertemperatur unter dem Schwellenwert Ta liegt, stellt der Prozess in S50 eine Wassertemperatur, die für die Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird, unter Verwendung der in S23 erlangten aktuellen Wassertemperatur oder der vorherigen Wassertemperatur, ein, je nachdem, welche höher ist. Falls bestimmt wird, dass die aktuelle Wassertemperatur nicht niedriger als der Schwellenwert Ta ist, stellt der Prozess in S51 dann eine Wassertemperatur, die für die Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird, unter Verwendung der in S23 erlangten aktuellen Wassertemperatur ein.

[0094] **Fig. 8** stellt einen Prozess zur Bestimmung einer Stack-Anomalie dar. In S60 stellt der Prozess einen unteren Grenzschutzwert für die Stack-Vermeidung auf Basis des Betriebsverlaufs bzw. der Betriebshistorie der Verbrennungskraftmaschine ein. Wenn beispielsweise ein anormaler Zustand vorliegt, in dem der Wassertemperatursensor 5 kontinuierlich einen Niedrigtemperaturwert (Niedrigtemperatur-Ankerwert) ausgibt, der niedriger als die tatsächliche Wassertemperatur ist, obwohl der Wassertemperatursensor 5 keine Unterbrechung oder keinen Kurzschluss aufweist, ist der untere Grenzschutzwert höher eingestellt als der verankerte Niedrigtemperaturwert. In **Fig. 10** stellt das Bezugssymbol L den unteren Grenzschutzwert für die Stack-Vermeidung dar und das Bezugssymbol K2 stellt den verankerten Niedrigtemperaturwert dar.

[0095] Die tatsächliche Wassertemperatur kann beispielsweise sehr niedrig sein (wie -35 °C), wenn die Verbrennungskraftmaschine den Betrieb startet. In Anbetracht dessen ist es vorteilhaft, den unteren Grenzschutzwert entsprechend einer Abnahme der Wassertemperatur zu verringern und zu vermeiden, dass der Normalzustand der extrem niedrigen Temperatur versehentlich als der verankerte Niedrigtemperaturwert erkannt wird. Es ist vorteilhaft, den unteren Grenzschutzwert entsprechend einer Zunahme der Wassertemperatur zu erhöhen und die Anomalieerfassung zu beschleunigen. In S60 senkt der Prozess den unteren Grenzschutzwert entsprechend einem Betriebsverlauf der Verbrennungskraftmaschine, wenn der Betriebsverlauf beispielsweise niedrige Wassertemperaturen anzeigt.

[0096] Betriebsverlaufsparameter umfassen die verstrichene Zeit, nachdem die Verbrennungskraftmaschine startet. Die Betriebsverlaufsparameter können zumindest eine Größe aus einer Maschindrehzahl, einer Ansaugluftmenge, einem Zustand der Kraftstoffzufuhrunterbrechung, einer Fahrzeuggeschwindigkeit, einem Antriebszustand einer Klimaanlage zur Klimatisierung des Fahrzeuginnenraums, einem Antriebszustand eines Kühlsystems zur Kühlung des Kühlwassers, einer Außentemperatur

umfassen, um die Genauigkeit der Abschätzung der aktuellen Wassertemperatur zu verbessern.

[0097] In S61 bestimmt der Prozess, ob die vom Wassertemperatursensor 5 ausgegebene Wassertemperatur kleiner oder gleich dem in S60 eingestellten unteren Grenzschutzwert ist. Wird festgestellt, dass die Wassertemperatur kleiner oder gleich dem unteren Grenzschutzwert ist, wird eine Fehlfunktion des Wassertemperatursensors 5 als wahrscheinlich angenommen. Dann schaltet der Prozess in S62 ein Stack-Anomalieflag an und verhindert die Berechnung des geschätzten Drehmoments unter Verwendung des aktuellen Wertes des Wassertemperatursensors 5.

[0098] In S63 misst der Prozess die verstrichene Zeit (verstrichene Zeit des Anomaliezustands) seit der Erfassung des Stack-Anomaliezustands. Insbesondere beginnt der Prozess mit der Inkrementierung eines Zählwerts zu dem Zeitpunkt, wenn das Stack-Anomalieflag vom Aus-Zustand in den An-Zustand wechselt. In S63 inkrementiert der Prozess den Zählwert um 1, um den Zählwert zu aktualisieren.

[0099] In S64 bestimmt der Prozess, ob die verstrichene Zeit des Anomaliezustands die spezifizierte Zeit (Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M) überschreitet. Wird festgestellt, dass die spezifizierte Zeit überschritten wird, bestimmt der Prozess dann in S65, dass der Wassertemperatursensor 5 eine Fehlfunktion aufweist. Das Ergebnis wird an das Steuermodul 20 ausgegeben und von der Kommunikationsschaltung 15 nach außerhalb der ECU 10 ausgegeben. Falls festgestellt wird, dass die verstrichene Zeit des Anomaliezustands die spezifizierte Zeit nicht überschreitet, dann stellt der Prozess in S66 eine Wassertemperatur, die für die Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird, unter Verwendung des unteren Grenzschutzwerts, nicht der Wassertemperatur (aktuelle Wassertemperatur) basierend auf dem in S23 erlangten aktuellen Spannungswert, ein.

[0100] Falls in S61 bestimmt wird, dass der Wassertemperaturänderungsbetrag nicht kleiner oder gleich dem unteren Grenzschutzwert ist, schaltet der Prozess in S67 das Stack-Anomalieflag aus und erlaubt die Berechnung des geschätzten Drehmoments unter Verwendung des aktuellen Wertes des Wassertemperatursensors 5. In S68 setzt der Prozess den in S63 aktualisierten Zählwert auf null, um die verstrichene Zeit des Anomaliezustands zurückzusetzen. In S69 bestimmt der Prozess, ob die aktuelle Wassertemperatur niedriger als der Schwellenwert Ta ist.

[0101] Falls bestimmt wird, dass die aktuelle Wassertemperatur unter dem Schwellenwert Ta liegt,

dann stellt der Prozess in S70 eine Wassertemperatur, die für die Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird, unter Verwendung der in S23 erlangten aktuellen Wassertemperatur oder der vorherigen Wassertemperatur ein, je nachdem, welche höher ist. Falls bestimmt wird, dass die aktuelle Wassertemperatur nicht niedriger als der Schwellenwert Ta ist, stellt der Prozess in S71 dann eine Wassertemperatur, die für die Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird, unter Verwendung der in S23 erlangten aktuellen Wassertemperatur ein.

[0102] **Fig.** 9 stellt einen Wassertemperaturbestimmungsprozess dar. In S80 bestimmt der Prozess, ob die Fehlfunktion von S34, S45 oder S65 gemeldet wird. Falls festgestellt wird, dass die Fehlfunktion gemeldet ist, dann stellt der Prozess in S81 eine Wassertemperatur, die für die Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird, unter Verwendung der vorbestimmten Temperatur Tb (z.B. 60 °C) ein. Falls festgestellt wird, dass die Fehlfunktion nicht gemeldet ist, stellt der Prozess in S82 dann eine Wassertemperatur, die für die Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird, unter Verwendung des Werts ein, der von jedem der Anomaliebestimmungsprozesse in den **Fig.** 6, **Fig.** 7 und **Fig.** 8 eingestellt wird. Das heißt, der Prozess stellt eine Wassertemperatur, die für die Berechnung des geschätzten Drehmoments verwendet wird, unter Verwendung des Werts ein, der in einem aus S35 und S38 in **Fig.** 6, S46, S50 und S51 in **Fig.** 7, und S66, S70 und S71 in **Fig.** 8 eingestellt wird.

[0103] Die Verlustdrehmoment-Berechnungseinheit 33e des Überwachungsmoduls 30 berechnet wie vorstehend beschrieben ein Verlustdrehmoment unter Verwendung der wie oben eingestellten Wassertemperatur. Das Überwachungsmodul 30 berechnet ein geschätztes Drehmoment unter Verwendung des Verlustdrehmoments, und überwacht eine Drehmomentanomalie unter Verwendung des geschätzten Drehmoments.

<5> Ein Aspekt der Überwachungssteuerung

[0104] Die Verlustdrehmoment-Berechnungseinheit 33e des Überwachungsmoduls 30 berechnet gemäß der vorliegenden Ausführungsform wie oben das Verlustdrehmoment einschließlich des Reibverlustes unter Verwendung der aktuellen, vom Wassertemperatursensor 5 erfassten Wassertemperatur. Das Überwachungsmodul 30 berechnet unter Verwendung des berechneten Verlustdrehmoments ein geschätztes Drehmoment bzw. Schätzdrehmoment und überwacht unter Verwendung des geschätzten Drehmoments eine Drehmomentanomalie. Die Verlustdrehmoment-Berechnungseinheit 33e berechnet ein Verlustdrehmoment, während diese die Verwen-

dung der aktuellen, vom Wassertemperatursensor 5 erfassten Wassertemperatur während der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M verhindert.

[0105] Ein Vergleichsbeispiel in **Fig. 12** berechnet ein Verlustdrehmoment unter Verwendung der vorbestimmten Temperatur Tb nach Abschluss der Fehlfunktionsbestimmung. Die Verlustdrehmoment-Berechnungseinheit 33e berechnet jedoch ein Verlustdrehmoment unter Verwendung der aktuellen Wassertemperatur während der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M. Das heißt, die aktuelle Wassertemperatur wird verwendet, um ein geschätztes Drehmoment zu berechnen und eine Drehmomentanomalie zu überwachen. Die Reibverlustberechnungseinheit 21c des Steuermoduls 20 verwendet gemäß der vorliegenden Ausführungsform und dem Vergleichsbeispiel die aktuelle Wassertemperatur, um einen Reibverlust zu berechnen.

[0106] Die Diagramme (a), (b) und (c) der **Fig. 12** und **Fig. 13** zeigen Änderungen der Wassertemperatur, des Reibverlusts und des Drehmoments basierend auf der verstrichenen Zeit. **Fig. 12** stellt die Veränderungen gemäß dem Vergleichsbeispiel dar. **Fig. 13** stellt die Veränderungen gemäß der vorliegenden Ausführungsform dar.

[0107] Diagramm (a) in **Fig. 12** zeigt, dass ein Erfassungswert des Wassertemperatursensors 5 auf dem verankerten Niedrigtemperaturwert verbleibt, da der Wassertemperatursensor 5 einer Stack-Anomalie unterliegt, obwohl die tatsächliche Wassertemperatur nach dem Start des Betriebs der Verbrennungskraftmaschine ansteigt. Das Vergleichsbeispiel berechnet einen Reibverlust bei der Wassertemperatur, die niedriger als die tatsächliche Wassertemperatur ist, wenn die Stack-Anomalie auftritt.

[0108] Folglich ist, wie in Diagramm (b) von **Fig. 12** dargestellt, ein von dem Steuermodul 20 berechneter Steuerungsverwendungs-Reibverlust größer als der tatsächliche Reibverlust. Wie in Diagramm (c) von **Fig. 12** dargestellt ist, ist das tatsächliche Drehmoment größer als ein vom Steuermodul 20 berechnetes Steuerungsverwendungs-Maschinenanforderungsdrhmoment. Das tatsächliche Drehmoment bleibt während der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M größer als ein Soll-Drehmoment.

[0109] Wie in Diagramm (b) von **Fig. 12** dargestellt ist, ist ein vom Überwachungsmodul 30 berechneter Überwachungsverwendungs-Reibverlust aufgrund der Berechnung bei der niedrigen Wassertemperatur größer als der tatsächliche Reibverlust, wie vorstehend erwähnt. Wie in Diagramm (c) von **Fig. 12** dargestellt ist, ist ein vom Schätzdrhmoment-Betriebsabschnitt 33 des Überwachungsmoduls 30 berechnetes Überwachungsverwendungs-Schätzdrhmoment kleiner als das tatsächliche Drehmo-

ment. Daher ist eine Differenz zwischen dem geschätzten Drehmoment und dem Überwachungsverwendungs-Maschinenanforderungsdrhmoment, das durch den Maschinenanforderungsdrhmoment-Betriebsabschnitt 32 berechnet wird, nicht größer oder gleich einem vorbestimmten Kriterium. Es ist unmöglich, eine Drehmomentanomalie genau zu überwachen.

[0110] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform verbleibt ein Erfassungswert des Wassertemperatursensors 5 auf dem verankerten Niedrigtemperaturwert, wie in Diagramm (a) von **Fig. 13** dargestellt ist. Auch in diesem Fall wird die für die Berechnung bei der Verlustdrehmoment-Berechnungseinheit 33e verwendete Wassertemperatur auf den unteren Grenzschutzwert eingestellt, der in **Fig. 8** in S66 eingestellt wird, während der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M. Daher wird ein Reibverlust unter Verwendung der Wassertemperatur berechnet, die an die tatsächliche Wassertemperatur angenähert ist, im Vergleich zu dem Fall der Verwendung des verankerten Niedrigtemperaturwerts.

[0111] Als ein Ergebnis berechnet das Überwachungsmodul 30, wie in Diagramm (b) von **Fig. 13** dargestellt ist, einen Überwachungsverwendungs-Reibverlust, der in etwa dem tatsächlichen Reibverlust entspricht, im Vergleich zu dem Steuerungsverwendungs-Reibverlust.

[0112] Wie in Diagramm (c) von **Fig. 13** dargestellt ist, nähert sich das Überwachungsverwendungs-Schätzdrhmoment im Vergleich zum Vergleichsbeispiel dem tatsächlichen Drehmoment an. Das Schätzdrhmoment bzw. geschätzte Drehmoment nähert sich dem tatsächlichen Drehmoment an, wenn das tatsächliche Drehmoment größer als ein Soll-Drehmoment bleibt, da der Steuerungsverwendungs-Reibverlust größer als der tatsächliche Reibverlust ist. Eine Differenz zwischen dem Überwachungsverwendungs-Maschinenanforderungsdrhmoment und dem geschätzten Drehmoment ist größer oder gleich dem vorbestimmten Kriterium. Es ist möglich, eine Drehmomentanomalie genau zu überwachen.

<6> Betrieb und Effekt

[0113] Das Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem gemäß der vorliegenden Ausführungsform umfasst das Steuermodul 20 (Steuerungseinheit), das Überwachungsmodul 30 (Überwachungseinheit) und eine Erfassungsanomaliebestimmungseinheit auf der Grundlage von S30, S41 und S61. Das Steuermodul 20 steuert die Verbrennungszustände der Verbrennungskraftmaschine auf der Basis der Wassertemperatur-Erfassungswerte des Wassertemperatursensors 5 (Temperatursensor). Das Überwachungsmodul 30 berechnet ein

geschätztes Drehmoment und ein Maschinenanforderungsdrehmoment, und überwacht, ob das geschätzte Drehmoment von dem Maschinenanforderungsdrehmoment um einen Betrag abweicht, der größer oder gleich einem vorbestimmten Kriterium ist. Die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit bestimmt, ob der erfasste Wassertemperaturwert oder das Verhalten desselben anormal ist. Das Überwachungsmodul 30 umfasst eine Normalzustands-Drehmomentberechnungseinheit basierend auf S38, S51 und S71, und eine Anomaliezustands-Drehmomentberechnungseinheit basierend auf S35, S46 und S66. Die Normalzustands-Drehmomentberechnungseinheit berechnet ein geschätztes Drehmoment unter Verwendung des erfassten Wassertemperaturwerts, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit keine Anomalie bestimmt. Die Anomaliezustands-Drehmomentberechnungseinheit verhindert die Verwendung des erfassten Wassertemperaturwerts und berechnet ein geschätztes Drehmoment, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Anomalie bestimmt.

[0114] Die aktuelle Wassertemperatur wird verwendet, um ein geschätztes Drehmoment zu berechnen, das zur Überwachung einer Drehmomentanomalie verwendet wird, wenn der Wassertemperatursensor 5 normal ist. Im Normalzustand kann die Überwachung von Drehmomentanomalien die Wassertemperatur berücksichtigen, wodurch die Überwachungsgenauigkeit verbessert wird. Dabei wird ein geschätztes Drehmoment berechnet, ohne die aktuelle Wassertemperatur zu verwenden, die vom Wassertemperatursensor 5 erfasst wird, während der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M, wenn der Wassertemperatursensor 5 eine Fehlfunktion aufweist. Es ist möglich, die Überwachungsgenauigkeit im Vergleich zur Überwachung unter Verwendung eines abnormalen Werts zu verbessern, obwohl die Überwachungsgenauigkeit geringer ist als im normalen Sensorzustand. Daher ist es möglich, eine Drehmomentanomalie während der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M zu überwachen, auch wenn die Zeit (Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M) verwendet wird, die ausreichend ist, um festzustellen, ob der Wassertemperatursensor 5 eine Fehlfunktion aufweist.

[0115] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform umfasst die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Ober- und Untergrenzen-Bestimmungseinheit entsprechend S30, welche eine Anomalie bestimmt, wenn der erfasste Wassertemperaturwert einen vorbestimmten Bereich zwischen den oberen und unteren Grenzen überschreitet. Es ist möglich, die Überwachung einer Drehmomentanomalie unter Verwendung des erfassten Wassertemperaturwerts zu vermeiden, der beispielsweise aufgrund von Rauschen vorübergehend anormal wird.

[0116] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform umfasst die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Änderungsbetrag-Bestimmungseinheit entsprechend S41, welche eine Anomalie bestimmt, wenn der Betrag der Änderung des erfassten Wassertemperaturwerts den vorbestimmten normalen Änderungsbereich überschreitet. Es ist auch möglich, die Überwachung einer Drehmomentanomalie unter Verwendung des erfassten Wassertemperaturwerts zu vermeiden, der beispielsweise aufgrund von Rauschen vorübergehend anormal wird.

[0117] Die vorliegende Ausführungsform erhöht den normalen Änderungsbereich entsprechend einer Abnahme des erfassten Wassertemperaturwerts unmittelbar bevor die Änderungsbetragbestimmungseinheit eine Anomalie feststellt. Wenn sich der erfasste Wassertemperaturwert innerhalb von 10 Sekunden beispielsweise von 10 °C auf 50 °C anormal ändert (ein Anstieg von 40 °C), kann die Änderungsbetragbestimmungseinheit den abnormalen Zustand erfassen. Es kann jedoch eine Änderung von -30 °C auf 10 °C auftreten (ein Anstieg von 40 °C) und ist mit hoher Wahrscheinlichkeit normal. Die vorliegende Ausführungsform erhöht den normalen Änderungsbereich entsprechend einer Abnahme des erfassten Wassertemperaturwerts unmittelbar vor der Anomaliebestimmung. Dadurch kann vermieden werden, dass der normale Änderungszustand versehentlich als anormal erkannt wird.

[0118] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform umfasst die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Bestimmungseinheit für einen unteren Grenzschutz entsprechend S61, die eine Anomalie bestimmt, wenn ein erfasster Wassertemperaturwert kleiner oder gleich dem unteren Grenzschutzwert ist. Der untere Grenzschutzwert ist basierend auf dem Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine eingestellt. Es ist möglich, die Überwachung einer Drehmomentanomalie auf der Grundlage des erfassten Wassertemperaturwerts zu vermeiden, der anormal wird und niedriger als die tatsächliche Wassertemperatur bleibt. Das Schmieröl wird als niedrigviskos angenommen, wenn ein Reibverlust bei der Wassertemperatur berechnet wird, der niedriger als die tatsächliche Wassertemperatur ist. Der Reibverlust wird größer als tatsächlich berechnet. Das Maschinenanforderungsdrehmoment wird als groß berechnet.

[0119] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform stellt die Bestimmungseinheit für den unteren Grenzschutz den unteren Grenzschutzwert auf der Grundlage des Verlaufs des Betriebszustands ein. Die Wassertemperatur hängt von dem Verlauf des Betriebszustands der Verbrennungskraftmaschine ab. Der Verlauf beeinflusst, ob der erfasste Wassertemperaturwert anormal klein ist. Die vorliegende Ausführungsform stellt den unteren Grenzschutzwert

auf der Grundlage des Verlaufs des Betriebszustands ein und kann die Möglichkeit verhindern, den Zustand der normalen Erfassung einer niedrigen Wassertemperatur als anormal zu identifizieren.

[0120] Die Normalzustands-Drehmomentberechnungseinheit berechnet gemäß der vorliegenden Ausführungsform ein geschätztes Drehmoment unter Verwendung des zuletzt erfassten Wassertemperaturwerts oder des vorherigen Werts, je nachdem, welcher Wert größer ist. Falls ein Kühler das Kühlwasser kühlt, sollte die Wassertemperatur bei einer Niedrigtemperaturbedingung linear bis auf etwa 80 °C ansteigen. Streng genommen sollte die Wassertemperatur durch Pulsieren steigen, wie in einer vergrößerten Ansicht von **Fig. 11** zu sehen ist. Der erfasste Wassertemperaturwert, der dem fallenden Teil der Pulsation entspricht, ist mit hoher Wahrscheinlichkeit niedriger als die tatsächliche Wassertemperatur. Unter Berücksichtigung dieser Pulsation verwendet die vorliegende Ausführungsform den letzten bzw. jüngsten Wert oder den vorherigen Wert, je nachdem, welcher größer ist. Es ist möglich, eine falsche Berechnung eines Reibverlusts als groß unter Verwendung des erfassten Wassertemperaturwerts (jüngster Wert), der dem fallenden Teil der Pulsation entspricht, zu vermeiden. Die Pulsation kann dazu führen, dass der vorherige Wert höher ist als die tatsächliche Wassertemperatur. In diesem Fall wird der Reibverlust als klein berechnet. Das tatsächliche Drehmoment wird durch die Verwendung des vorherigen Werts nicht größer als das Nutzeranforderungsrehmomen. Die Drehmomentsteuerung und die Drehmomentanomalieüberwachung verwenden Werte, die das tatsächliche Drehmoment verringern.

[0121] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform berechnet die Normalzustands-Drehmomentberechnungseinheit ein geschätztes Drehmoment unter Verwendung eines Werts, der sich der höheren Temperatur annähert, unter der Bedingung, dass der erfasste Wassertemperaturwert eine niedrige Temperatur kleiner oder gleich dem Schwellenwert T_a anzeigt. Günstig ist es, einen Bereich des vorstehend beschriebenen linearen Anstiegs und des Schwellenwertes T_a als eine Grenztemperatur vorzugeben, die dem Ende des linearen Anstiegs entspricht. Es ist möglich, die Steuerung oder Überwachung unter Verwendung eines Werts, um das tatsächliche Drehmoment zu verringern, zu verhindern, wenn der lineare Anstieg endet.

[0122] Die vorliegende Ausführung stellt eine Fehlfunktionsbestimmungseinheit entsprechend S33, S44 oder S64 bereit, welche eine Fehlfunktion des Wassertemperatursensors 5 bestimmt, wenn ein von der Erfassungsanomaliebestimmungseinheit bestimmter anormaler Zustand für eine vorbestimmte Zeit oder länger andauert. Wenn die Fehlfunktionsbestimmungseinheit die Fehlfunktion

bestimmt, berechnet die Anomaliezustands-Drehmomentberechnungseinheit ein geschätztes Drehmoment durch Erkennen der Wassertemperatur als die vorbestimmte Temperatur. Es ist möglich, die Berechnungsgenauigkeit gegenüber dem Fall der Berechnung eines geschätzten Drehmoments ohne Verwendung der Wassertemperatur nach der Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M , während welcher der Wassertemperatursensor 5 als fehlerhaft bestimmt wird, zu verbessern.

[0123] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform umfasst die ECU 10 (Verbrennungskraftmaschinesteuerungssystem) das Steuermodul 20 (arithmetische Vorrichtung für eine Steuerungsverwendung) und das Überwachungsmodul 30 (arithmetische Vorrichtung für eine Überwachungsverwendung). Das Steuermodul 20 ist als eine arithmetische Vorrichtung vorgesehen, welche einen arithmetischen Vorgang unter Verwendung des Steuerungsverwendungs-Speicherbereichs 20m durchführt. Das Steuermodul 20 verarbeitet bzw. berechnet arithmetisch einen Soll-Steuerbetrag als einen Sollwert des Steuerbetrags, um den Verbrennungszustand der Verbrennungskraftmaschine auf der Grundlage des Nutzeranforderungsrehmomen zu steuern. Das Überwachungsmodul 30 ist als eine arithmetische Vorrichtung vorgesehen, welche einen arithmetischen Vorgang unter Verwendung des Überwachungsverwendungs-Speicherbereichs 30m durchführt, der sich von dem Steuerungsverwendungs-Speicherbereich 20m unterscheidet. Das Überwachungsmodul 30 umfasst einen Zählerwert-Setup-Abschnitt, einen Akkumulationsabschnitt und eine Anomaliebestimmungseinheit. Das Überwachungsmodul 30 ist als eine arithmetische Vorrichtung zur Überwachung des Drehmoments vorgesehen und führt einen arithmetischen Vorgang unter Verwendung des Überwachungsverwendungs-Speicherbereichs 30m durch, der sich von dem Steuerungsverwendungs-Speicherbereich 20m unterscheidet. Das Überwachungsverwendungs-Schätzrehmomen wird zu einem anormalen Wert, das Überwachungsverwendungs-Anforderungsrehmomen wird jedoch nicht zu einem anormalen Wert. Daher erhöht sich eine Drehmomentdifferenz. Es ist möglich, eine Drehmomentanomalie aufgrund einer Anomalie von im Steuerungsverwendungs-Speicherbereich 20m gespeicherten Daten zu überwachen.

[0124] Die Betriebsgeschwindigkeit und Genauigkeit sind für ein geschätztes Drehmoment und ein gefordertes Drehmoment, die für den Monitor verwendet werden, im Vergleich zu einem geschätzten Drehmoment und einem geforderten Drehmoment, die für die Steuerung verwendet werden, verringert. Unter Berücksichtigung davon ermöglicht die vorliegende Ausführungsform einen längeren Betriebszyklus des Überwachungsmoduls 30 als ein Betriebszyklus des Steuermoduls 20. Es kann vermieden

werden, die arithmetische Verarbeitungslast des Überwachungsmoduls 30 mehr als nötig zu erhöhen.

[0125] Die Anforderung, die Normalität der für den Drehmomentbetrieb verwendeten Daten zu sichern, ist für ein geschätztes Drehmoment und ein gefordertes Drehmoment, die für den Monitor verwendet werden, im Vergleich zu einem geschätzten Drehmoment und einem geforderten Drehmoment, die für die Steuerung verwendet werden, erhöht. Vor diesem Hintergrund stellt die vorliegende Ausführungsform das Überwachungsmodul 30 mit der Eingabesicherungseinheit 31 bereit. Die Eingabesicherungseinheit 31 prüft die Normalität der von außerhalb des Überwachungsmoduls 30 erlangten Daten. Es ist möglich, die Zuverlässigkeit der Sicherung der Normalität von Daten, die für arithmetische Vorgänge auf dem Überwachungsmodul 30 verwendet werden, zu verbessern und auf die vorstehend beschriebene Anforderung zu reagieren.

(Weitere Ausführungsformen)

[0126] Die Offenbarung dieser Spezifikation ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Die Offenbarung umfasst die beschriebenen Ausführungsformen und modifizierte Formen, die von Fachleuten auf der Grundlage der Ausführungsformen bereitgestellt werden. Die Offenbarung ist beispielsweise nicht auf Kombinationen der in den Ausführungsformen beschriebenen Teile und/oder Elemente beschränkt. Die Offenbarung ist in verschiedenen Kombinationen erhältlich. Die Offenbarung kann einen zusätzlichen Teil umfassen, der zu den Ausführungsformen hinzugefügt werden kann. Die Offenbarung umfasst eine Ausführungsform, die keine Teile und/oder Elemente der Ausführungsformen enthält. Die Offenbarung umfasst einen Ersatz oder eine Kombination der Teile und/oder Elemente zwischen einer Ausführungsform und der anderen Ausführungsform. Der offenbarte technische Schutzmfang beschränkt sich nicht auf die Beschreibung der Ausführungsformen. Einige der offenbarten technischen Schutzmängle müssen so verstanden werden, dass diese in der Beschreibung der Ansprüche verfügbar sind und alle Änderungen in der Bedeutung und dem Schutzmfang, vergleichbar zu der Beschreibung der Ansprüche, umfassen.

[0127] In der ersten Ausführungsform wird die vorbestimmte Zeit (Fehlfunktionsbestimmungszeitraum M) in jeder der Fehlfunktionsbestimmungseinheiten entsprechend S33, S44 und S64 auf die gleiche Länge eingestellt. Stattdessen kann die vorbestimmte Zeit für die Fehlfunktionsbestimmungseinheiten auf unterschiedliche Längen eingestellt sein. Das heißt, die Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M kann je nach Art des abnormalen Zustands unterschiedlich sein. Zum Beispiel kann eine Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M betreffend eine

Stack-Anomalie länger sein als eine Fehlfunktionsbestimmungszeitdauer M betreffend eine Änderungsbetraganomalie oder eine Spannungsanomalie. Die vorbestimmte Zeit betreffend die Spannungsanomalie kann kürzer sein als die vorbestimmte Zeit betreffend die Änderungsbetraganomalie. Wenn ein abnormaler Zustand aufgrund einer Unterbrechung oder eines Kurzschlusses auftritt, kann die Spannungsanomaliebestimmung die Fehlfunktion sofort melden.

[0128] In der ersten Ausführungsform führt das Überwachungsmodul 30 die Fehlfunktionsbestimmung beim Wassertemperatursensor 5 durch. Stattdessen kann das Steuermodul 20 die Fehlfunktionsbestimmung durchführen. Alles andere als das Steuermodul 20 und das Überwachungsmodul 30 kann die Fehlfunktionsbestimmung durchführen. Sowohl das Steuermodul 20 als auch das Überwachungsmodul 30 können die Fehlfunktionsermittlung durchführen.

[0129] Die erste Ausführungsform verwendet den Wassertemperatursensor 5 als einen Temperatursensor zur Erfassung der Temperatur eines Erfassungsobjekts. Als das Erfassungsobjekt wird das Maschinenkühlwasser angenommen. Stattdessen kann die Temperatur (Öltemperatur) des Maschinenöls als das Erfassungsobjekt angenommen werden. Der Temperatursensor kann durch einen Öltemperatursensor, einen Ansauglufttemperatursensor zur Erfassung der Ansauglufttemperatur oder einen Kraftstofftemperatursensor zur Erfassung der Kraftstofftemperatur ersetzt werden.

[0130] Gemäß der ersten Ausführungsform umfasst die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit die Ober- und Untergrenzen-Bestimmungseinheit entsprechend S30, die Änderungsbetragbestimmungseinheit entsprechend S41, und die Bestimmungseinheit für den unteren Grenzschutz entsprechend S61. Stattdessen ist es möglich, dass die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit lediglich bestimmen muss, ob ein erfasster Wassertemperaturwert oder das Verhalten desselben abnormal ist. In diesem Fall kann die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit die Ober- und Untergrenzen-Bestimmungseinheit, die Änderungsbetragbestimmungseinheit und die Bestimmungseinheit für den unteren Grenzschutz ausschließen oder einige der Bestimmungseinheiten beseitigen.

[0131] Gemäß den Ausführungsformen ist die Betriebsgeschwindigkeit des Überwachungsmoduls 30 niedriger als die Betriebsgeschwindigkeit des Steuermoduls 20. Insbesondere liegt der Engpass in einer Prüfverarbeitungsgeschwindigkeit der Eingabesicherungseinheit 31. Die Betriebsgeschwindigkeiten des Maschinenanforderungsdrehmoment-Betriebsabschnitts 32 und des Schätzdrehmoment-

Betriebsabschnitts 33 sind niedriger als die Betriebsgeschwindigkeit der Maschinenanforderungsdrehmoment-Berechnungseinheit 21. Stattdessen kann die Betriebsgeschwindigkeit des Überwachungsmodus mit der Betriebsgeschwindigkeit des Steuermodus 20 vergleichbar sein.

[0132] Gemäß den Ausführungsformen umfasst der Speicherbereich eines gemeinsam genutzten Speichers 11m den Steuerungsverwendungs-Speicherbereich 20m und den Überwachungsverwendungs-Speicherbereich 30m. Stattdessen kann die ECU 10 eine Mehrzahl von Speichern umfassen. Ein Speicherbereich des ersten Speichers kann als der Steuerungsverwendungs-Speicherbereich definiert sein, und ein Speicherbereich des zweiten Speichers kann als der Überwachungsverwendungs-Speicherbereich definiert sein.

[0133] Gemäß den Ausführungsformen umfasst eine gemeinsam genutzte MCU 11 den Steuerungsverwendungs-Speicherbereich 20m und den Überwachungsverwendungs-Speicherbereich 30m. Stattdessen kann die ECU 10 eine Mehrzahl von MCUs umfassen. Die erste MCU kann den Steuerungsverwendungs-Speicherbereich umfassen und die zweite MCU kann den Überwachungsverwendungs-Speicherbereich umfassen.

[0134] Gemäß den Ausführungsformen wird die auf einem Fahrzeug montierte Verbrennungskraftmaschine als ein Steuerziel der ECU 10 angenommen. Stattdessen kann das Steuerziel der ECU 10 eine stationäre, nicht im Fahrzeug montierte Maschine umfassen. Das Überwachungsziel kann einen auf einem Hybridfahrzeug oder einem Elektrofahrzeug montierten Fahrzeugantriebsmotor umfassen.

Patentansprüche

1. Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem, aufweisend:

eine Steuerungseinheit (20), welche derart konfiguriert ist, dass diese einen Verbrennungszustand einer Verbrennungskraftmaschine basierend auf einem Erfassungswert eines Temperatursensors (5) steuert, welcher derart konfiguriert ist, dass dieser eine Temperatur eines Erfassungsobjekts erfasst;

eine Überwachungseinheit (30), welche derart konfiguriert ist, dass diese

ein geschätztes Drehmoment als einen Schätzwert eines tatsächlichen Drehmoments der Verbrennungskraftmaschine und ein für die Verbrennungskraftmaschine gefordertes Maschinenanforderungsdrehmoment berechnet, und

überwacht, ob das geschätzte Drehmoment von dem Maschinenanforderungsdrehmoment um einen Betrag abweicht, der größer oder gleich einem vorbestimmten Kriterium ist, so dass sich die-

ses in einem anormalen Drehmomentzustand befindet; und

eine Erfassungsanomaliebestimmungseinheit (S30, S41, S61), welche derart konfiguriert ist, dass diese bestimmt, ob der Erfassungswert oder ein Verhalten des Erfassungswerts anormal ist, wobei die Überwachungseinheit umfasst:

eine Normalzustands-Drehmomentberechnungseinheit (S38, S51, S71), welche derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment unter Verwendung des Erfassungswerts berechnet, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit keine Anomalie bestimmt; und

eine Anomaliezustands-Drehmomentberechnungseinheit (S35, S46, S66), welche derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment durch Verhindern der Verwendung des Erfassungswerts berechnet, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Anomalie bestimmt,

die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Ober- und Untergrenzen-Bestimmungseinheit (S30) umfasst, welche derart konfiguriert ist, dass diese eine Anomalie bestimmt, wenn der Erfassungswert einen vorbestimmten Bereich zwischen Ober- und Untergrenzen überschreitet, und

die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Änderungsbetragbestimmungseinheit (S41) umfasst, welche derart konfiguriert ist, dass diese eine Anomalie bestimmt, wenn ein Änderungsbetrag des Erfassungswerts einen vorbestimmten normalen Änderungsbereich überschreitet.

2. Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem, aufweisend

eine Steuerungseinheit (20), welche derart konfiguriert ist, dass diese einen Verbrennungszustand einer Verbrennungskraftmaschine basierend auf einem Erfassungswert eines Temperatursensors (5) steuert, welcher derart konfiguriert ist, dass dieser eine Temperatur eines Erfassungsobjekts erfasst;

eine Überwachungseinheit (30), welche derart konfiguriert ist, dass diese

ein geschätztes Drehmoment als einen Schätzwert eines tatsächlichen Drehmoments der Verbrennungskraftmaschine und ein für die Verbrennungskraftmaschine gefordertes Maschinenanforderungsdrehmoment berechnet, und

überwacht, ob das geschätzte Drehmoment von dem Maschinenanforderungsdrehmoment um einen Betrag abweicht, der größer oder gleich einem vorbestimmten Kriterium ist, so dass sich dieses in einem anormalen Drehmomentzustand befindet; und eine Erfassungsanomaliebestimmungseinheit (S30, S41, S61), welche derart konfiguriert ist, dass diese bestimmt, ob der Erfassungswert oder ein Verhalten des Erfassungswerts anormal ist, wobei

die Überwachungseinheit umfasst:

eine Normalzustands-Drehmomentberechnungsein-

heit (S38, S51, S71), welche derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment unter Verwendung des Erfassungswerts berechnet, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit keine Anomalie bestimmt; und eine Anomaliezustands-Drehmomentberechnungseinheit (S35, S46, S66), welche derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment durch Verhindern der Verwendung des Erfassungswerts berechnet, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Anomalie bestimmt, und die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Änderungsbetragbestimmungseinheit (S41) umfasst, welche derart konfiguriert ist, dass diese eine Anomalie bestimmt, wenn ein Änderungsbetrag des Erfassungswerts einen vorbestimmten normalen Änderungsbereich überschreitet.

3. Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei der normale Änderungsbereich gemäß einer Abnahme des Erfassungswertes, unmittelbar bevor die Änderungsbetragbestimmungseinheit eine Anomalie bestimmt, vergrößert ist.

4. Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Bestimmungseinheit (S61) für einen unteren Grenzschutz umfasst, welche derart konfiguriert ist, dass diese eine Anomalie bestimmt, wenn der Erfassungswert kleiner oder gleich einem vorbestimmten unteren Grenzschutzwert ist, der auf der Grundlage eines Betriebszustands der Verbrennungskraftmaschine eingestellt ist.

5. Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem, aufweisend eine Steuerungseinheit (20), welche derart konfiguriert ist, dass diese einen Verbrennungszustand einer Verbrennungskraftmaschine basierend auf einem Erfassungswert eines Temperatursensors (5) steuert, welcher derart konfiguriert ist, dass dieser eine Temperatur eines Erfassungsobjekts erfasst; eine Überwachungseinheit (30), welche derart konfiguriert ist, dass diese ein geschätztes Drehmoment als einen Schätzwert eines tatsächlichen Drehmoments der Verbrennungskraftmaschine und ein für die Verbrennungskraftmaschine gefordertes Maschinenanforderungsrehmoment berechnet, und überwacht, ob das geschätzte Drehmoment von dem Maschinenanforderungsrehmoment um einen Betrag abweicht, der größer oder gleich einem vorbestimmten Kriterium ist, so dass sich dieses in einem anormalen Drehmomentzustand befindet; und eine Erfassungsanomaliebestimmungseinheit (S30, S41, S61), welche derart konfiguriert ist, dass diese bestimmt, ob der Erfassungswert oder

ein Verhalten des Erfassungswerts anormal ist, wobei die Überwachungseinheit umfasst: eine Normalzustands-Drehmomentberechnungseinheit (S38, S51, S71), welche derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment unter Verwendung des Erfassungswerts berechnet, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit keine Anomalie bestimmt; und eine Anomaliezustands-Drehmomentberechnungseinheit (S35, S46, S66), welche derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment durch Verhindern der Verwendung des Erfassungswerts berechnet, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Anomalie bestimmt, und die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Änderungsbetragbestimmungseinheit (S41) umfasst, welche derart konfiguriert ist, dass diese eine Anomalie bestimmt, wenn ein Änderungsbetrag des Erfassungswerts einen vorbestimmten normalen Änderungsbereich überschreitet.

6. Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Bestimmungseinheit für den unteren Grenzschutz derart konfiguriert ist, dass diese den unteren Grenzschutzwert auf der Grundlage eines Verlaufs des Betriebszustands einstellt.

7. Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Normalzustands-Drehmomentberechnungseinheit derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment unter Verwendung eines jüngsten Werts des Erfassungswertes oder eines vorhergehenden Werts des Erfassungswertes, je nachdem, welcher Wert größer ist, berechnet.

8. Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem, aufweisend eine Steuerungseinheit (20), welche derart konfiguriert ist, dass diese einen Verbrennungszustand einer Verbrennungskraftmaschine basierend auf einem Erfassungswert eines Temperatursensors (5) steuert, welcher derart konfiguriert ist, dass dieser eine Temperatur eines Erfassungsobjekts erfasst; eine Überwachungseinheit (30), welche derart konfiguriert ist, dass diese ein geschätztes Drehmoment als einen Schätzwert eines tatsächlichen Drehmoments der Verbrennungskraftmaschine und ein für die Verbrennungskraftmaschine gefordertes Maschinenanforderungsrehmoment berechnet, und überwacht, ob das geschätzte Drehmoment von dem Maschinenanforderungsrehmoment um einen Betrag abweicht, der größer oder gleich einem vorbestimmten Kriterium ist, so dass sich dieses in einem anormalen Drehmomentzustand befindet.

det; und eine Erfassungsanomaliebestimmungseinheit (S30, S41, S61), welche derart konfiguriert ist, dass diese bestimmt, ob der Erfassungswert oder ein Verhalten des Erfassungswerts anormal ist, wobei

die Überwachungseinheit umfasst:

eine Normalzustands-Drehmomentberechnungseinheit (S38, S51, S71), welche derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment unter Verwendung des Erfassungswerts berechnet, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit keine Anomalie bestimmt; und

eine Anomaliezustands-Drehmomentberechnungseinheit (S35, S46, S66), welche derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment durch Verhindern der Verwendung des Erfassungswerts berechnet, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Anomalie bestimmt, und die Normalzustands-Drehmomentberechnungseinheit derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment unter Verwendung eines jüngsten Werts des Erfassungswertes oder eines vorhergehenden Werts des Erfassungswertes, je nachdem, welcher Wert größer ist, berechnet.

9. Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Normalzustands-Drehmomentberechnungseinheit derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment unter Verwendung des größeren Werts unter einer Bedingung berechnet, dass der Erfassungswert einer niedrigen Temperatur entspricht, die niedriger oder gleich einem vorbestimmten Kriterium ist.

10. Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, ferner aufweisend:

eine Fehlfunktionsbestimmungseinheit (S33, S44, S64), welche derart konfiguriert ist, dass diese bestimmt, dass der Temperatursensor eine Fehlfunktion aufweist, wenn ein Zustand, der von der Erfassungsanomaliebestimmungseinheit als anormal bestimmt wird, für eine vorbestimmte Zeit oder länger andauert, wobei

die Anomaliezustands-Drehmomentberechnungseinheit derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment berechnet, indem die Temperatur des Erfassungsobjekts als eine vorbestimmte Temperatur erkannt wird, wenn die Fehlfunktionsbestimmungseinheit eine Fehlfunktion bestimmt.

11. Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem, aufweisend

eine Steuerungseinheit (20), welche derart konfiguriert ist, dass diese einen Verbrennungszustand einer Verbrennungskraftmaschine basierend auf einem Erfassungswert eines Temperatursensors (5) steuert, welcher derart konfiguriert ist, dass dieser eine Temperatur eines Erfassungsobjekts

erfasst;

eine Überwachungseinheit (30), welche derart konfiguriert ist, dass diese ein geschätztes Drehmoment als einen Schätzwert eines tatsächlichen Drehmoments der Verbrennungskraftmaschine und ein für die Verbrennungskraftmaschine gefordertes Maschinenanforderungsrehmoment berechnet, und überwacht, ob das geschätzte Drehmoment von dem Maschinenanforderungsrehmoment um einen Betrag abweicht, der größer oder gleich einem vorbestimmten Kriterium ist, so dass sich dieses in einem anormalen Drehmomentzustand befindet; und eine Erfassungsanomaliebestimmungseinheit (S30, S41, S61), welche derart konfiguriert ist, dass diese bestimmt, ob der Erfassungswert oder ein Verhalten des Erfassungswerts anormal ist, wobei

die Überwachungseinheit umfasst:

eine Normalzustands-Drehmomentberechnungseinheit (S38, S51, S71), welche derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment unter Verwendung des Erfassungswerts berechnet, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit keine Anomalie bestimmt; und

eine Anomaliezustands-Drehmomentberechnungseinheit (S35, S46, S66), welche derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment durch Verhindern der Verwendung des Erfassungswerts berechnet, wenn die Erfassungsanomaliebestimmungseinheit eine Anomalie bestimmt, das Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem ferner aufweist:

eine Fehlfunktionsbestimmungseinheit (S33, S44, S64), welche derart konfiguriert ist, dass diese bestimmt, dass der Temperatursensor eine Fehlfunktion aufweist, wenn ein Zustand, der von der Erfassungsanomaliebestimmungseinheit als anormal bestimmt wird, für eine vorbestimmte Zeit oder länger andauert, und die Anomaliezustands-Drehmomentberechnungseinheit derart konfiguriert ist, dass diese das geschätzte Drehmoment berechnet, indem die Temperatur des Erfassungsobjekts als eine vorbestimmte Temperatur erkannt wird, wenn die Fehlfunktionsbestimmungseinheit eine Fehlfunktion bestimmt.

12. Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Steuerungseinheit als eine arithmetische Vorrichtung für eine Steuerungsverwendung vorgesehen ist, welche derart konfiguriert ist, dass diese einen Speicherbereich (20m) für eine Steuerungsverwendung verwendet, und

die Überwachungseinheit als eine arithmetische Vorrichtung für eine Überwachungsverwendung vorgesehen ist, welche derart konfiguriert ist, dass diese einen Speicherbereich (30m) für eine Überwachungsverwendung verwendet, der sich von dem

Speicherbereich für eine Steuerungsverwendung unterscheidet.

13. Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem nach Anspruch 12, wobei ein Betriebszyklus der arithmetischen Vorrichtung für eine Überwachungsverwendung länger ist als ein Betriebszyklus der arithmetischen Vorrichtung für eine Steuerungsverwendung.

14. Verbrennungskraftmaschinensteuerungssystem nach Anspruch 12 oder 13, wobei die arithmetische Vorrichtung für eine Überwachungsverwendung eine Eingabesicherungseinheit (31) umfasst, welche derart konfiguriert ist, dass diese die Normalität der von außerhalb der arithmetischen Vorrichtung für eine Überwachungsverwendung erlangten Daten überprüft.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

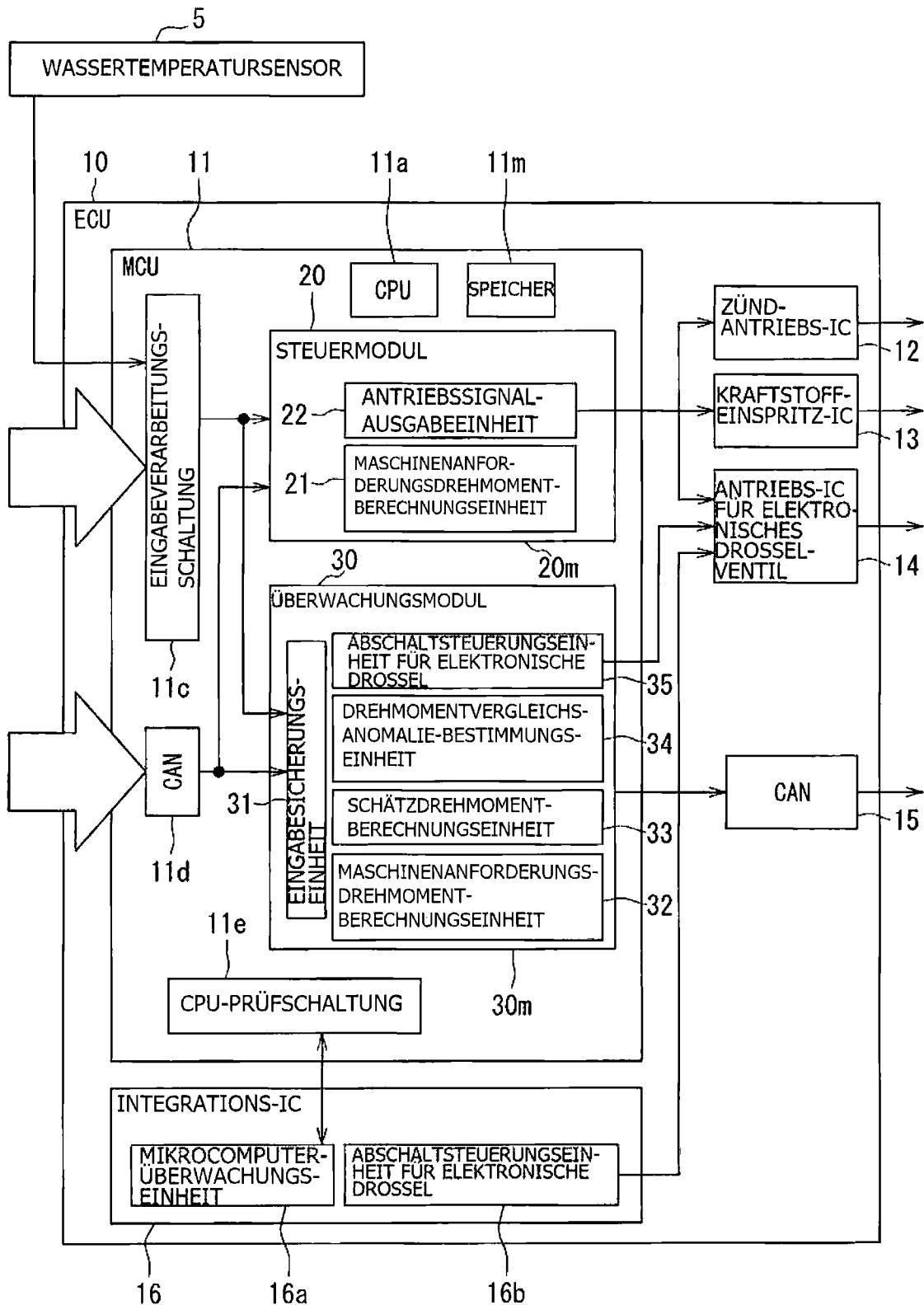


FIG. 2

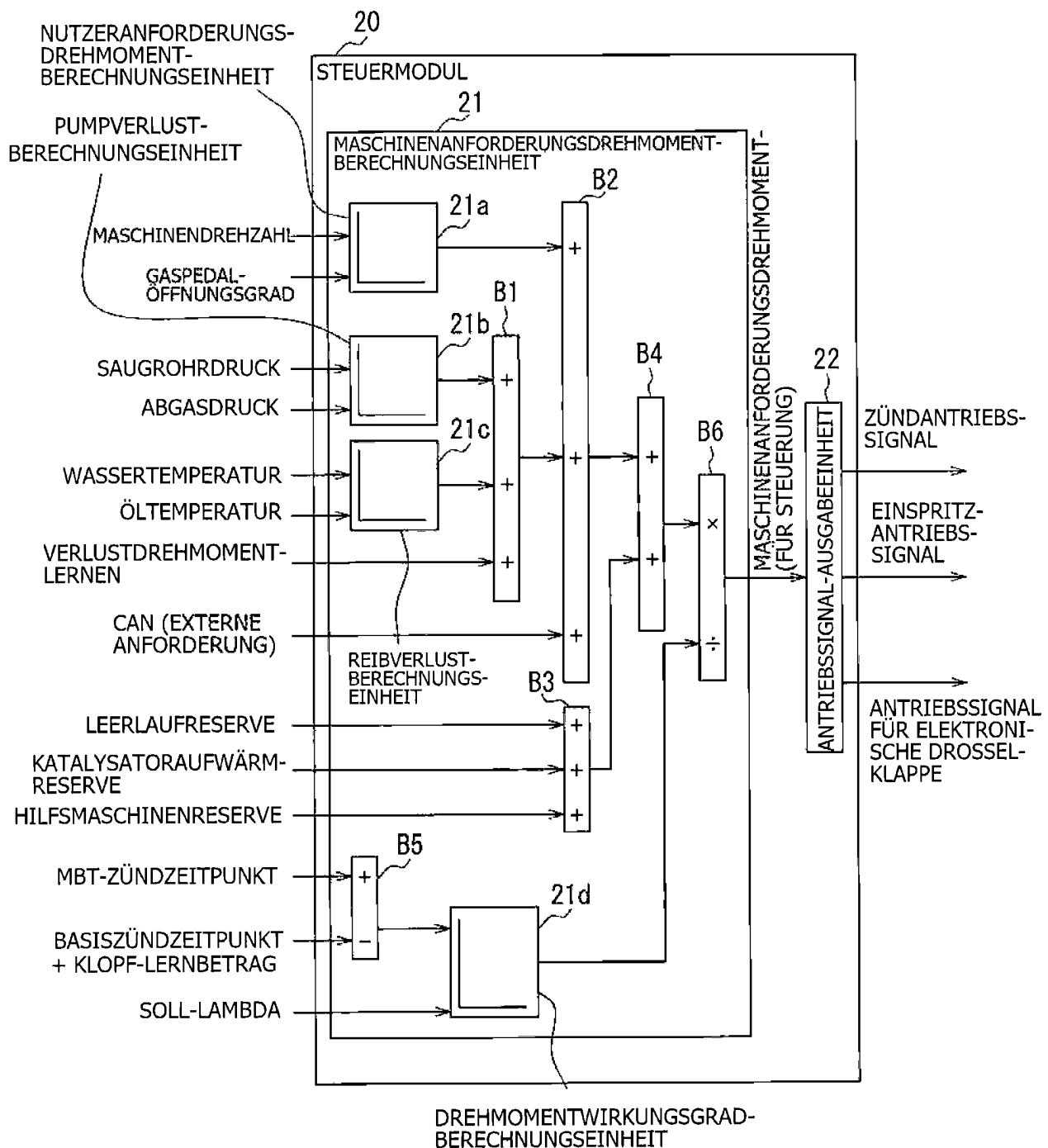


FIG. 3

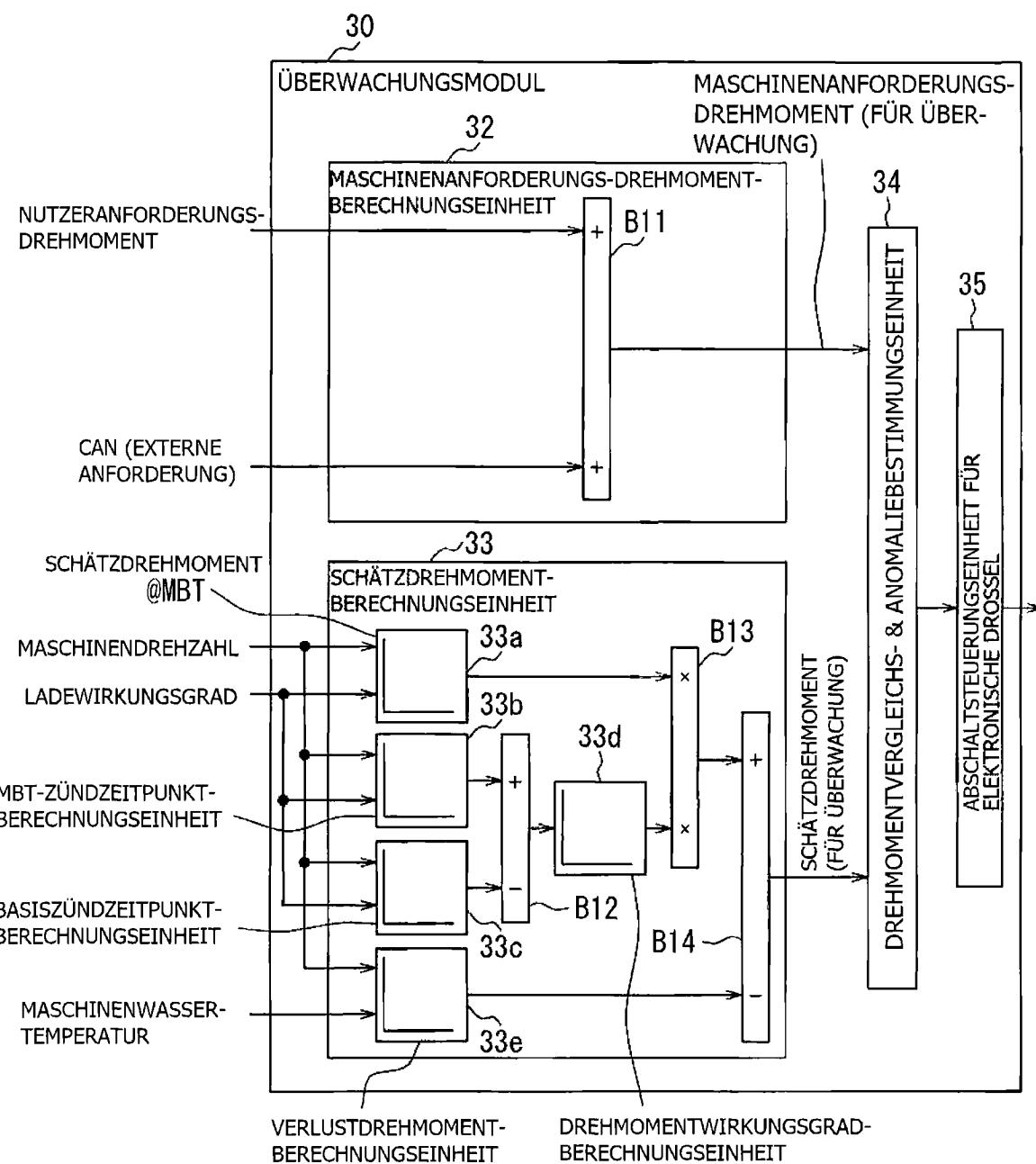


FIG. 4

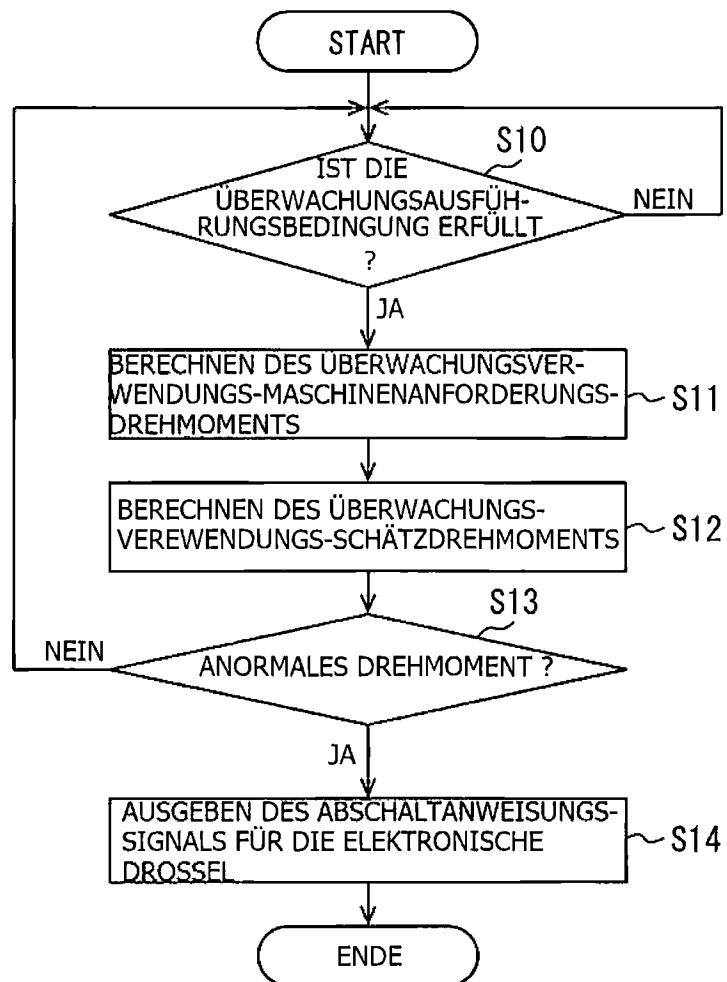


FIG. 5

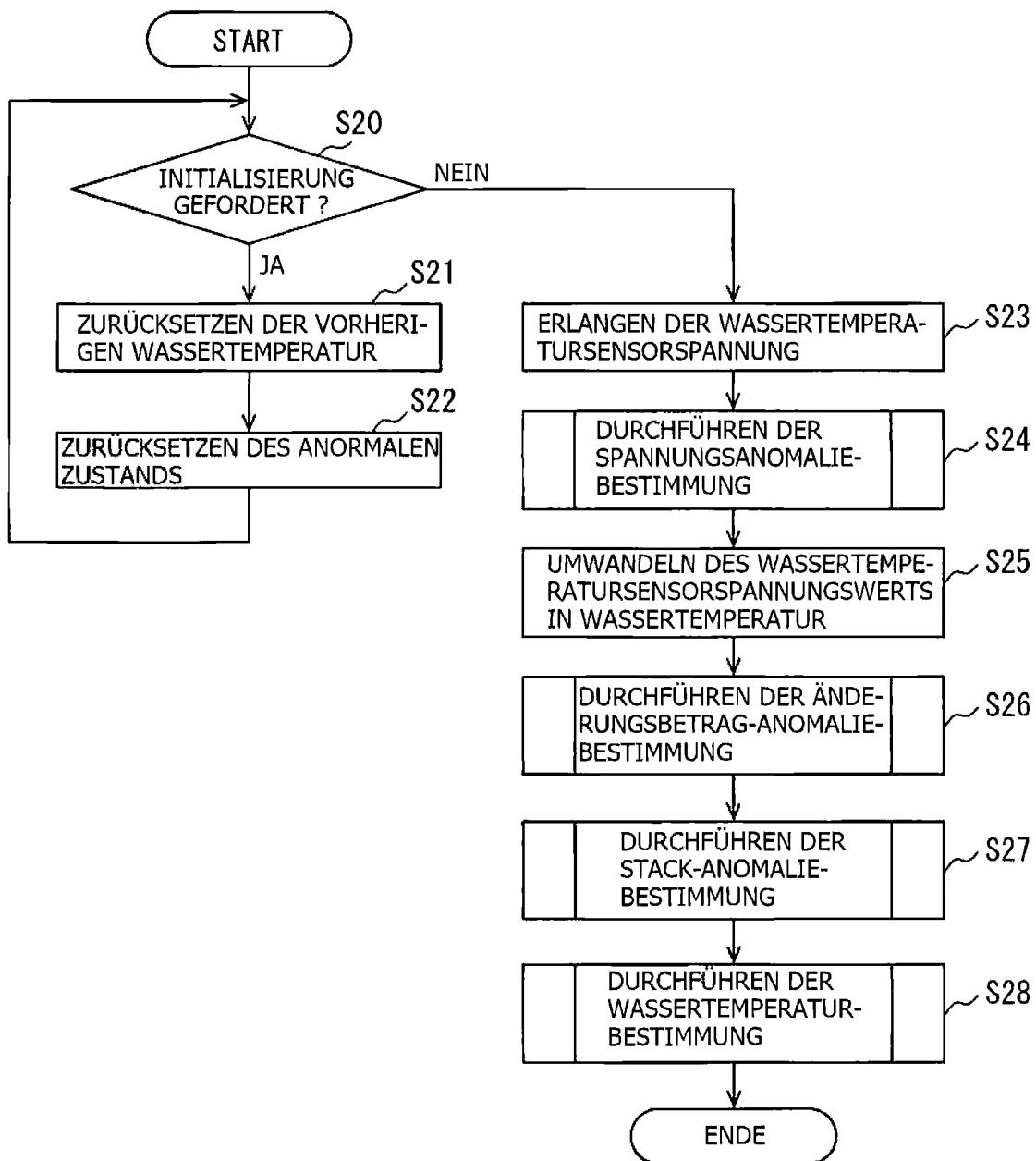


FIG. 6

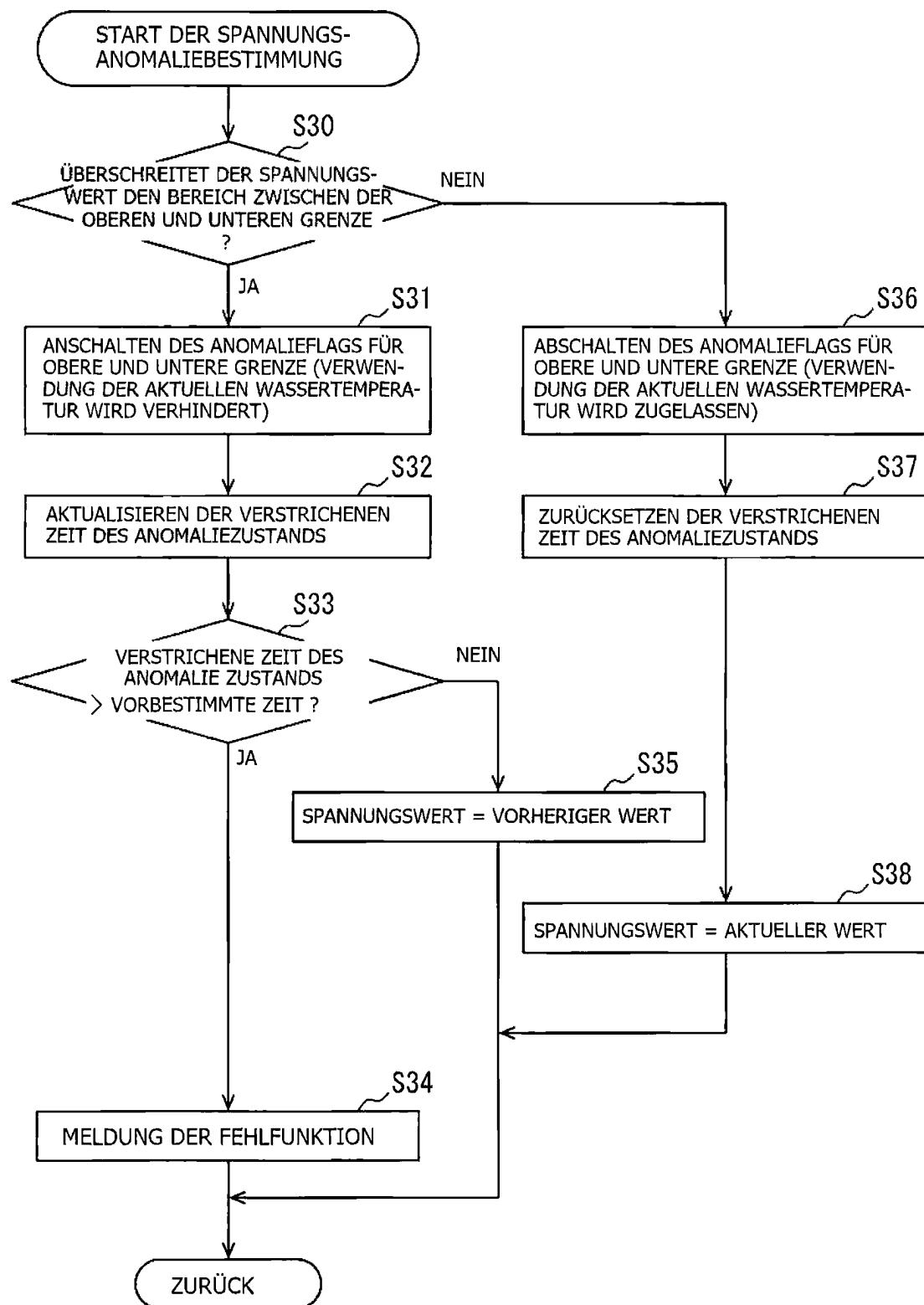


FIG. 7

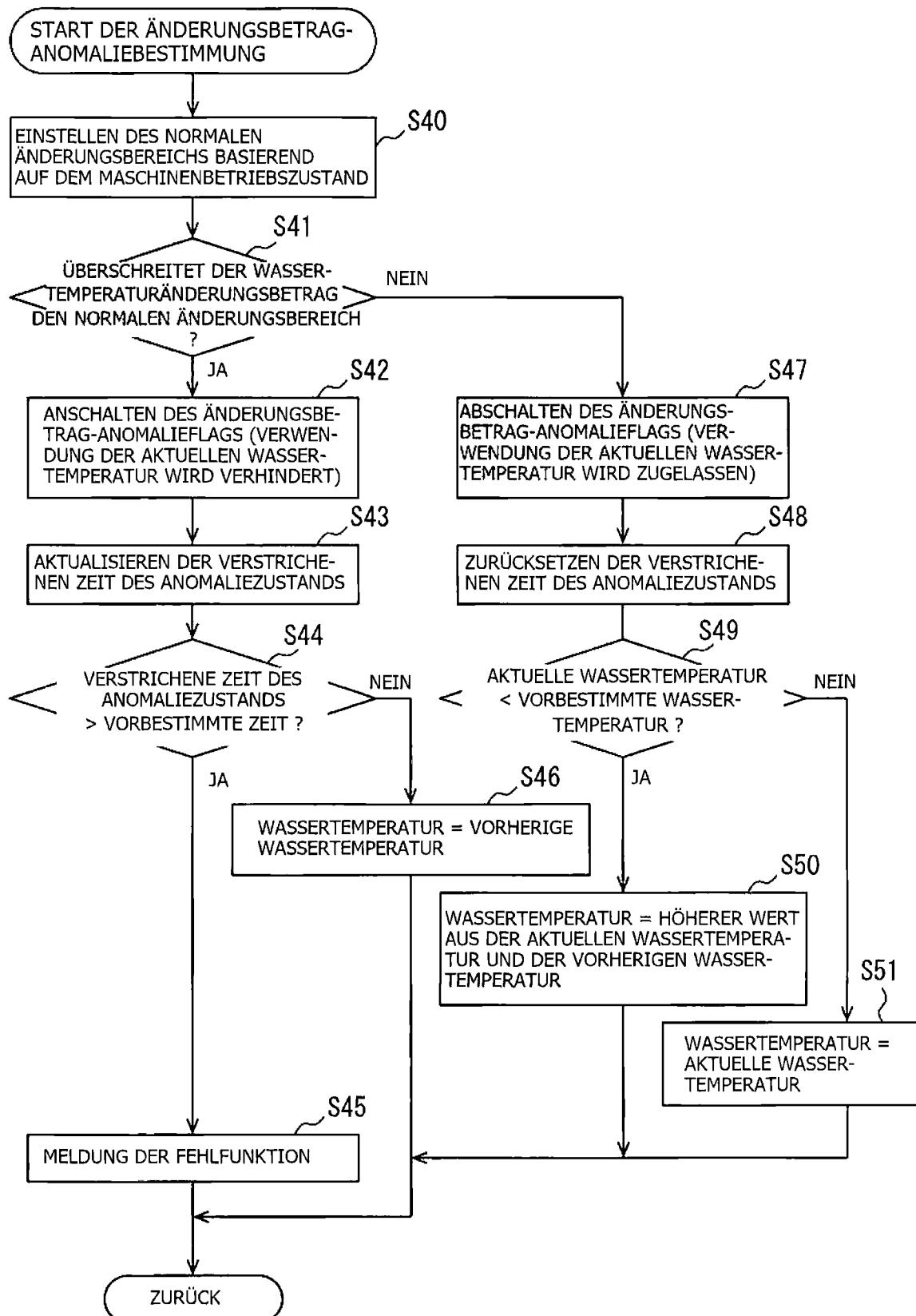


FIG. 8

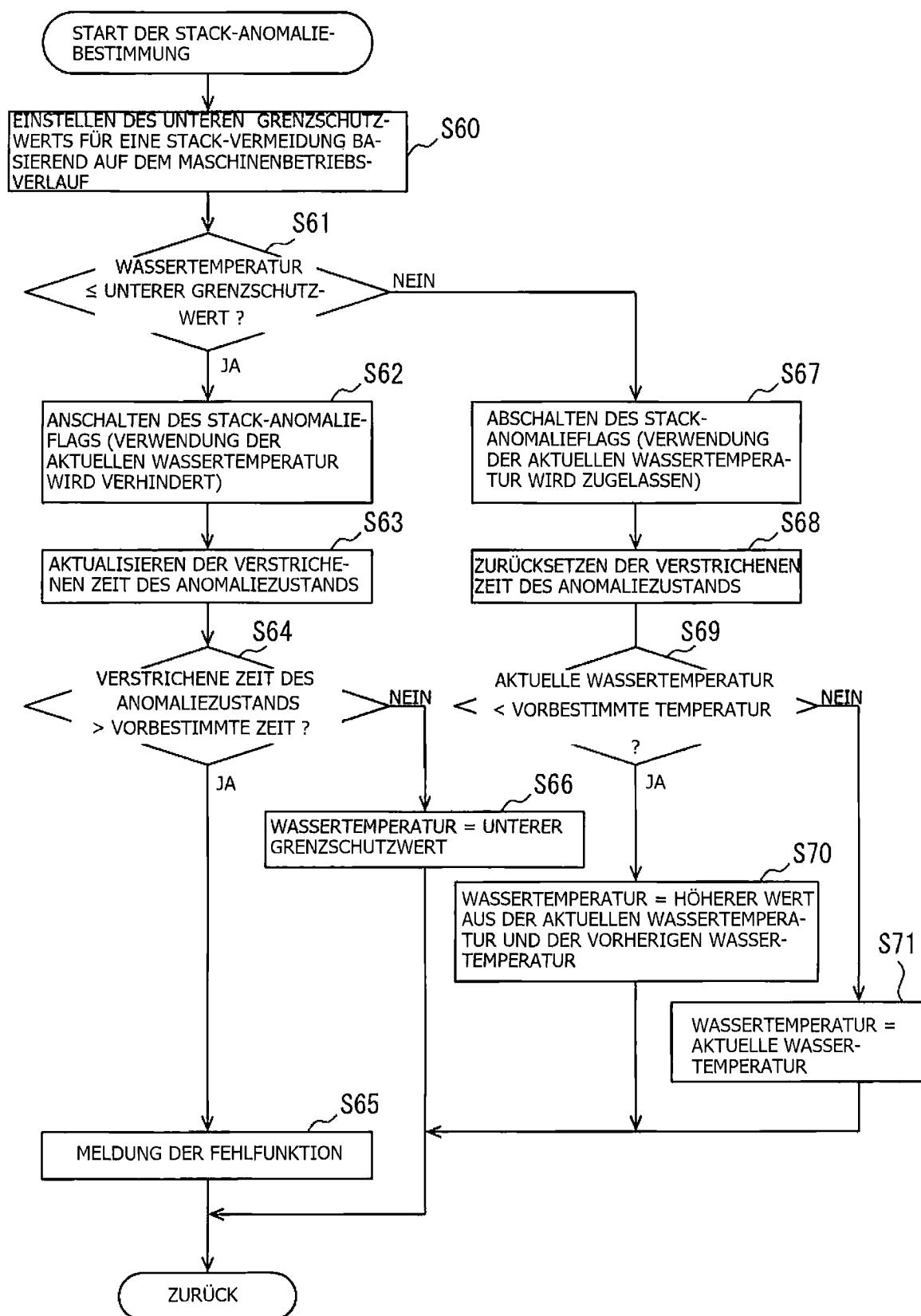


FIG. 9

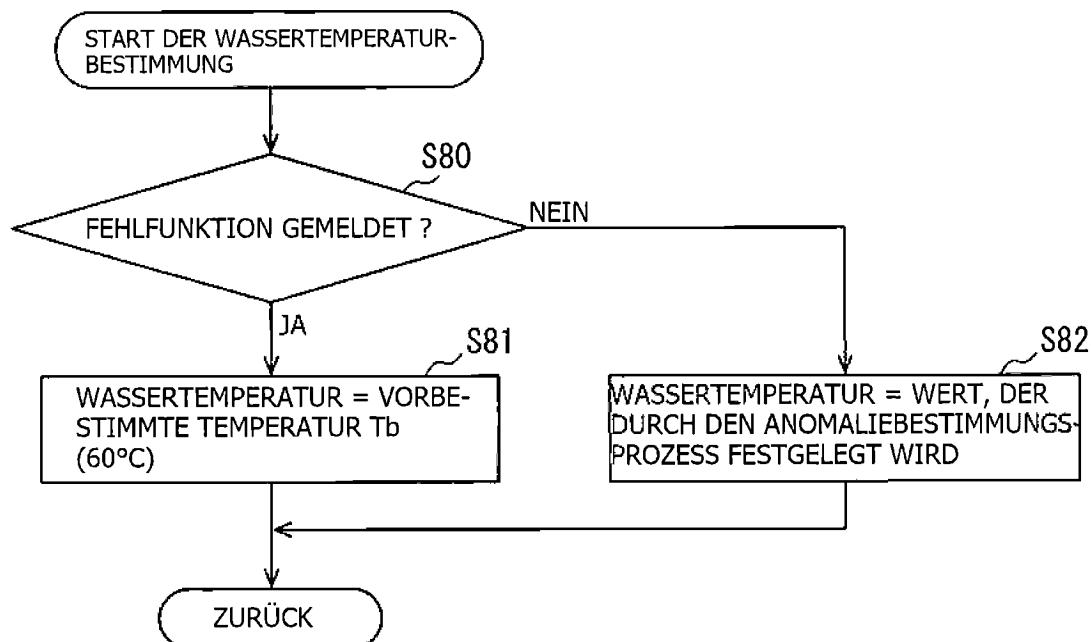


FIG. 10

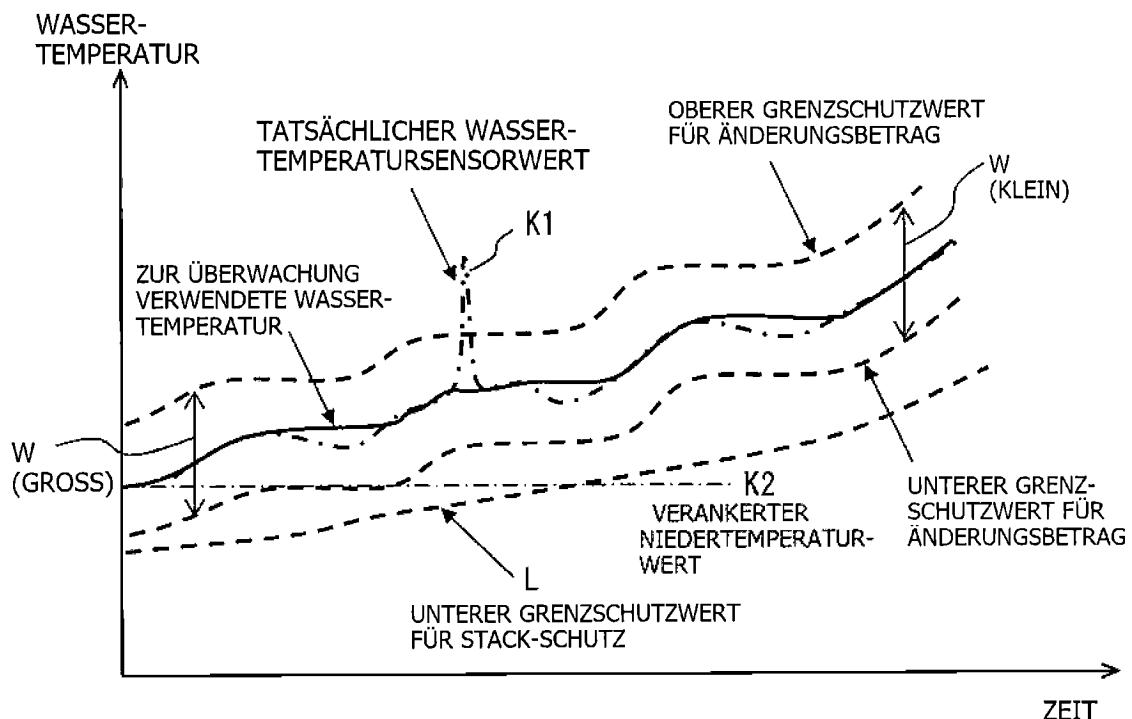


FIG. 11

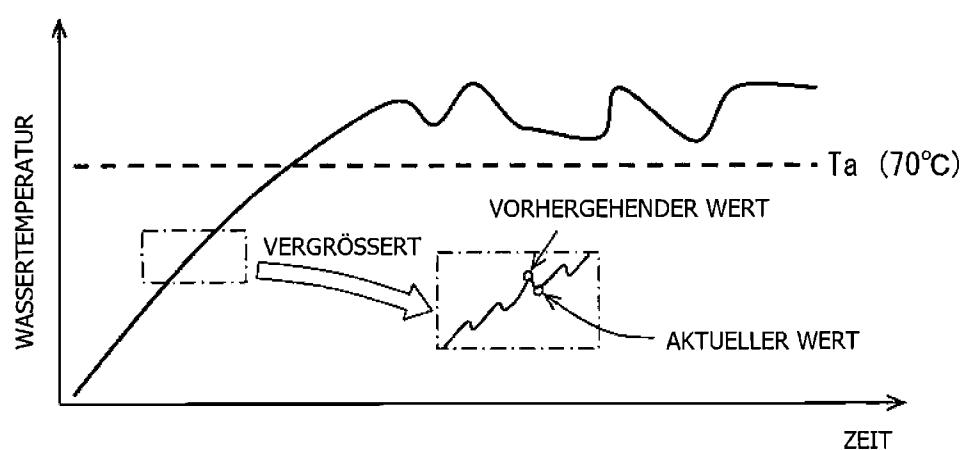


FIG. 12

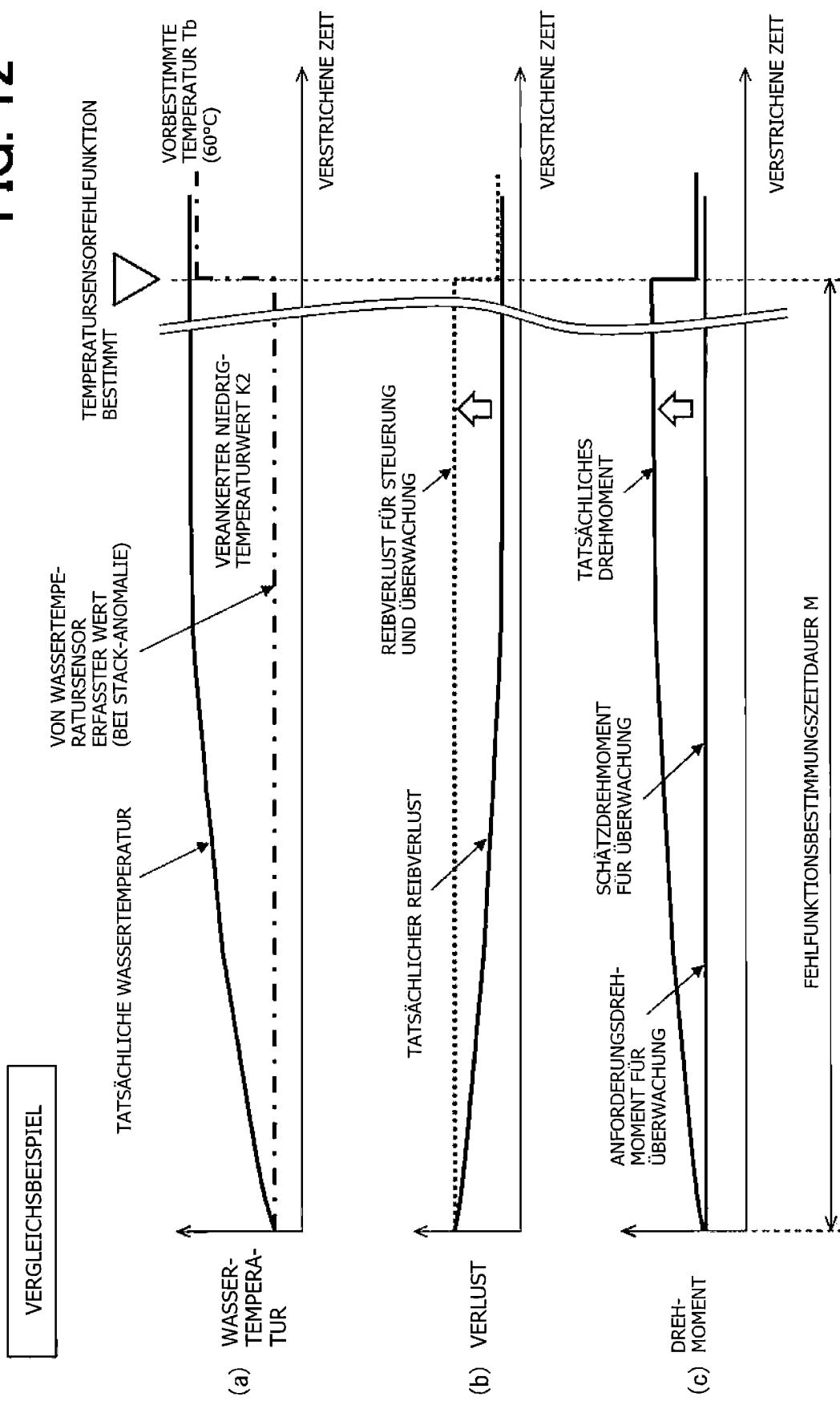


FIG. 13

