



(10) **DE 10 2017 001 507 A1** 2017.08.17

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 001 507.4**

(22) Anmeldetag: **16.02.2017**

(43) Offenlegungstag: **17.08.2017**

(51) Int Cl.: **H02P 27/08** (2006.01)

**H02P 29/00** (2016.01)

(30) Unionspriorität:

**2016-028201**      **17.02.2016**      **JP**

(71) Anmelder:

**Fanuc Corporation, Oshino-mura, Yamanashi, JP**

(74) Vertreter:

**Müller-Boré & Partner Patentanwälte PartG mbB,  
80639 München, DE**

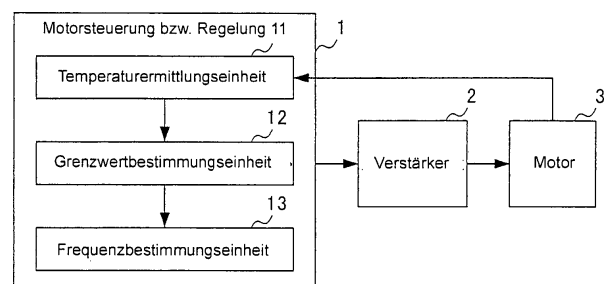
(72) Erfinder:

**Morita, Yuuki, Oshino-mura, Yamanashi, JP;  
Tsutsumi, Tomohisa, Oshino-mura, Yamanashi,  
JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Motorsteuerung bzw. Regelung, Motorsteuer- bzw. Regelverfahren und Motorsteuer- bzw. Regelprogramm**

(57) Zusammenfassung: Bereitgestellt werden eine Motorsteuerung bzw. Regelung, ein Motorsteuer- bzw. Regelverfahren und ein Motorsteuer- bzw. Regelprogramm, die alle einer Temperaturerhöhung in einem Motor geeignet entgegenwirken können und dabei einen Verstärker schützen. Eine Motorsteuerung bzw. Regelung (1) zum Betreiben eines Motors (3) mittels Pulsbreitenmodulation beinhaltet: eine Temperaturermittlungseinheit (11), die eine Temperatur eines Motors (3) ermittelt; eine Grenzwertbestimmungseinheit (12), die auf Grundlage der Temperatur einen Grenzstromwert zum Betreiben des Motors (3) bestimmt; und eine Frequenzbestimmungseinheit (13), die auf Grundlage des Grenzwertes eine PWM-Frequenz zur Erzeugung mit einem Verstärker (2) bestimmt.



**Beschreibung**

## Zusammenfassung der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Anmeldung beruht auf der am 17. Februar 2016 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2016-028201 und beansprucht den Rechtsvorteil ihrer Priorität, wobei ihr Inhalt hiermit durch Verweisung mit aufgenommen ist.

## Hintergrund der Erfindung

## Gebiet der Erfindung

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Motorsteuerung bzw. Regelung, ein Motorsteuer- bzw. Regelverfahren und ein Motorsteuer- bzw. Regelprogramm, die alle einen Motor mittels Pulsbreitenmodulation betreiben.

## Hintergrund

**[0003]** Üblicherweise werden das Drehhausmaß, die Geschwindigkeit oder das Drehmoment in einem Motor, der Maschinenwerkzeuge und dergleichen antreibt, gesteuert bzw. geregelt. Eine Steuerung bzw. Regelung des Motors betreibt und steuert bzw. regelt den Motor durch Bestimmen eines Spannungsanweisungswertes auf Grundlage von verschiedenen Rückkopplungswerten von dem Motor, Modulieren einer Spannung mittels eines PWM-Schemas (Pulsbreitenmodulation PWM) und Anlegen der Spannung an der Wicklung des Motors.

**[0004]** Ein derartiger Motor verwendet einen maximalen Strom während der Beschleunigung oder Verlangsamung und weist einen Grenzstromwert auf, um ein Überhitzen infolge fortwährenden Gebrauchs zu verhindern. Es gilt nämlich: Je höher die Motortemperatur wird, desto niedriger wird die Begrenzung des Wertes des durch den Motor fließenden Stromes.

**[0005]** Des Weiteren ist auf dem technischen Gebiet der PWM-Steuerung bzw. Regelung bekannt, dass Wärmeerzeugung in einem Motor auch durch Anheben einer Pulssignalfrequenz (PWM-Frequenz) verringert wird.

**[0006]** Wird die PWM-Frequenz indes angehoben, so wird der EIN-AUS-Zyklus der Schaltelemente in einem einen Verstärker bildenden Inverter verkürzt, was wiederum die Wärmeerzeugung in dem Verstärker vergrößert.

**[0007]** Daher ist eine Technik vorgeschlagen worden, bei der dann, wenn die Motortemperatur niedrig ist, die Verstärkertemperatur durch Absenken der PWM-Frequenz abgesenkt wird (siehe beispielsweise Patentdruckschrift 1).

Patentdruckschrift 1: ungeprüfte japanische Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2009-189181

**[0008]** Gleichwohl stellt das Absenken der PWM-Frequenz zum Schutz des Verstärkers einen Faktor dar, der die Motortemperatur erhöht. Im Gegensatz hierzu wird für den Fall der Anpassung der PWM-Frequenz durch Überwachen der Motortemperatur und der Verstärkertemperatur der Prozess zum Erreichen eines Gleichgewichtes zwischen den beiden Temperaturen komplizierter. Es ist daher bislang schwierig, die Motortemperatur und die Verstärkertemperatur geeignet zu steuern bzw. zu regeln.

**[0009]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Motorsteuerung bzw. Regelung, eines Motorsteuer- bzw. Regelverfahrens und eines Motorsteuer- bzw. Regelprogramms, die alle einer Temperaturerhöhung in einem Motor geeignet entgegenwirken und dabei einen Verstärker schützen können.

**[0010]** Eine Motorsteuerung bzw. Regelung (beispielsweise eine nachstehend noch beschriebene Motorsteuerung bzw. Regelung **1**) entsprechend der vorliegenden Erfindung ist eine Motorsteuerung bzw. Regelung, die einen Motor (beispielsweise einen nachstehend noch beschriebenen Motor **3**) mittels Pulsbreitenmodulation betreibt, wobei die Motorsteuerung bzw. Regelung beinhaltet: eine Temperaturermittlungseinheit (beispielsweise eine nachstehend noch beschriebene Temperaturermittlungseinheit **11**), die eine Temperatur des Motors ermittelt; eine Grenzwertbestimmungseinheit (beispielsweise eine nachstehend noch beschriebene Grenzwertbestimmungseinheit **12**), die auf Grundlage der Temperatur einen Grenzstromwert zum Betreiben des Motors bestimmt; und eine Frequenzbestimmungseinheit (beispielsweise eine nachstehend noch beschriebene Frequenzbestimmungseinheit **13**), die auf Grundlage des Grenzwertes eine PWM-Frequenz zur Erzeugung mit dem Verstärker (beispielsweise einem nachstehend noch beschriebenen Verstärker **2**) bestimmt.

**[0011]** Die Frequenzbestimmungseinheit kann den Grenzwert mit einem vorbestimmten Wert vergleichen, wobei dann, wenn der Grenzwert unter dem vorbestimmten Wert ist, die Frequenzbestimmungseinheit eine Frequenz bestimmen kann, die höher als eine Frequenz ist, die bestimmt wird, wenn der Grenzwert gleich dem vorbestimmten Wert oder darüber ist.

**[0012]** Der vorbestimmte Wert kann ein zulässiger Stromwert des Verstärkers sein, wobei der zulässige Stromwert entsprechend für jede aus einer Mehrzahl von PWM-Frequenzen eingestellt wird.

**[0013]** Ein Motorsteuer- bzw. Regelverfahren entsprechend der vorliegenden Erfindung ist ein Mo-

torsteuer- bzw. Regelverfahren zum Betreiben eines Motors mittels einer Pulsbreitenmodulation, wobei ein Computer ausführt: einen Temperaturermittlungsschritt des Ermitteln einer Temperatur des Motors; einen Grenzwertbestimmungsschritt des auf Grundlage der Temperatur erfolgenden Bestimmen eines Grenzstromwertes zum Betreiben des Motors; und einen Frequenzbestimmungsschritt des auf Grundlage des Grenzwertes erfolgenden Bestimmen einer PWM-Frequenz zur Erzeugung mit dem Verstärker.

**[0014]** Ein Motorsteuer- bzw. Regelprogramm entsprechend der vorliegenden Erfindung ist ein Motorsteuer- bzw. Regelprogramm zum Betreiben eines Motors mittels Pulsbreitenmodulation, wobei das Programm veranlasst, dass ein Computer ausführt: einen Temperaturermittlungsschritt des Ermitteln einer Temperatur des Motors; einen Grenzwertbestimmungsschritt des auf Grundlage der Temperatur erfolgenden Bestimmen eines Grenzstromwertes zum Betreiben des Motors; und einen Frequenzbestimmungsschritt des auf Grundlage des Grenzwertes erfolgenden Bestimmen einer PWM-Frequenz zur Erzeugung mit dem Verstärker.

**[0015]** Die vorliegende Erfindung kann einer Temperaturerhöhung in einem Motor geeignet entgegenwirken und dabei einen Verstärker schützen.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnung

**[0016]** Fig. 1 ist ein Diagramm zur Darstellung einer Gesamtausgestaltung eines Steuer- bzw. Regelsystems entsprechend einer Ausführungsform.

**[0017]** Fig. 2 ist ein Graph zur Darstellung einer Beziehung zwischen einer Motortemperatur und einem Grenzstromwert entsprechend der Ausführungsform.

**[0018]** Fig. 3A ist ein Diagramm zur Darstellung einer Beziehung zwischen einem zulässigen Stromwert und einer PWM-Frequenz entsprechend der Ausführungsform in einem Fall, in dem zwei Typen von PWM-Frequenzen abwechselnd verwendet werden.

**[0019]** Fig. 3B ist ein Diagramm zur Darstellung einer Beziehung zwischen einem zulässigen Stromwert und einer PWM-Frequenz entsprechend der Ausführungsform in einem Fall, in dem drei Typen von PWM-Frequenzen abwechselnd verwendet werden.

**[0020]** Fig. 4 ist ein Flussdiagramm zur Darstellung der Verarbeitung in einer Motorsteuerung bzw. Regelung entsprechend der Ausführungsform.

#### Detailbeschreibung der Erfindung

**[0021]** Eine exemplarische Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nachstehend beschrieben.

**[0022]** Fig. 1 ist ein Diagramm zur Darstellung einer Gesamtausgestaltung eines Steuer- bzw. Regelsystems, das eine Motorsteuerung bzw. Regelung **1** entsprechend der vorliegenden Ausführungsform beinhaltet.

**[0023]** Bei der vorliegenden Ausführungsform wird ein Spindelmotor **3** eines Maschinenwerkzeuges mittels einer Motorsteuerung bzw. Regelung **1** über einen Verstärker **2** betrieben. Man beachte, dass der Motor **3** nicht auf einen Spindelmotor beschränkt ist, sondern die Techniken der vorliegenden Ausführungsform bei verschiedenen Motoren verwendet werden können, die Probleme dabei haben, während der Beschleunigung oder Verlangsamung einer Temperaturerhöhung entgegenzuwirken.

**[0024]** Um die Drehgeschwindigkeit des Motors **3** zu steuern bzw. zu regeln, stellt die Motorsteuerung bzw. Regelung **1** für den Verstärker **2** Anweisungen hinsichtlich einer PWM-Frequenz und eines Spannungswertes auf Grundlage einer Rückkopplungsinformation von dem Motor **3** bereit.

**[0025]** Der Verstärker **2** wandelt den angewiesenen Spannungswert in ein Pulssignal mittels eines Schaltelementes um und legt das Pulssignal an dem Motor **3** an, wodurch der Strom in dem Motor **3** gesteuert bzw. geregelt wird.

**[0026]** Der Motor **3** dreht die Spindel unter Verwendung des von dem Verstärker zugeleiteten Stromes und stellt für die Motorsteuerung bzw. Regelung **1** eine Rückkopplung hinsichtlich der Drehgeschwindigkeit und dergleichen bereit. Des Weiteren werden bei der vorliegenden Ausführungsform Temperaturdaten mit einem Sensor, der an der Wicklung des Motors angebracht ist, gemessen und für die Motorsteuerung bzw. Regelung **1** bereitgestellt.

**[0027]** Die Motorsteuerung bzw. Regelung **1** beinhaltet eine Temperaturermittlungseinheit **11**, eine Grenzwertbestimmungseinheit **12** und eine Frequenzbestimmungseinheit **13**. Diese funktionalen Einheiten sind mittels einer Steuer- bzw. Regeleinheit (CPU) implementiert, die eine vorbestimmte Software (Motorsteuer- bzw. Regelprogramm), die in einer Speichereinheit gespeichert ist, ausführt.

**[0028]** Die Temperaturermittlungseinheit **11** ermittelt die Temperatur des Motors **3**. Insbesondere ermittelt die Temperaturermittlungseinheit **11** die Temperatur der Wicklung des Motors **3** von dem Sensor. Man beachte, dass das Temperaturermittlungsmit-

tel nicht hierauf beschränkt ist und der Temperatursensor auch an einer Position, wo eine gleichwertige Temperatur ermittelt werden kann, oder an einer Position, wo eine in eine gleichwertige Temperatur umwandelbare Temperatur gemessen werden kann, vorgesehen sein kann.

**[0029]** Die Grenzwertbestimmungseinheit **12** bestimmt einen Grenzstromwert zum Betreiben des Motors **3** auf Grundlage der von der Temperaturermittlungseinheit **11** ermittelten Temperatur.

**[0030]** Der Grenzwert ist ein maximaler Stromwert während der Beschleunigung oder Verlangsamung des Motors **3**. Da der Motor **3** üblicherweise unter Verwendung des maximalen Stromes beschleunigt oder verlangsamt wird, ist wahrscheinlich, dass die Temperatur des Motors **3** zu diesem Zeitpunkt ansteigt. Daher wird, wenn die Temperatur ansteigt, der Grenzstromwert niedriger eingestellt.

**[0031]** Die Frequenzbestimmungseinheit **13** bestimmt eine PWM-Frequenz zur Erzeugung mit dem Verstärker **2** auf Grundlage des Grenzwertes, der von der Grenzwertbestimmungseinheit **12** bestimmt worden ist.

**[0032]** Insbesondere vergleicht die Frequenzbestimmungseinheit **13** den Grenzstromwert mit einem vorbestimmten Wert, wobei dann, wenn der Grenzwert unter dem vorbestimmten Wert ist, die Frequenzbestimmungseinheit **13** eine Frequenz bestimmt, die höher als die Frequenz ist, die bestimmt wird, wenn der Grenzwert gleich dem vorbestimmten Wert oder darüber ist.

**[0033]** Hierbei ist der vorbestimmte Wert ein zulässiger Stromwert des Verstärkers **2**, wobei der zulässige Stromwert entsprechend auf jede aus der Mehrzahl von PWM-Frequenzen eingestellt wird. Die Frequenzbestimmungseinheit **13** vergleicht nämlich den Grenzstromwert mit dem zulässigen Stromwert, der für eine höhere Frequenz eingestellt worden ist, von den beiden PWM-Frequenzen, wobei dann, wenn der Grenzwert unter den zulässigen Stromwert fällt, die Frequenzbestimmungseinheit **13** die PWM-Frequenz auf die höhere Frequenz umschaltet, um einer Temperaturerhöhung in dem Motor **3** entgegenzuwirken. Ergibt der Vergleich indes, dass der Grenzwert auf den zulässigen Stromwert oder darüber angestiegen ist, so schaltet die Frequenzbestimmungseinheit **13** die PWM-Frequenz auf eine niedrigere Frequenz um, um den Verstärker **2** zu schützen.

**[0034]** Fig. 2 ist ein Graph zur Darstellung einer Beziehung zwischen der Motortemperatur und dem Grenzstromwert entsprechend der vorliegenden Ausführungsform.

**[0035]** Steigt die Temperatur des Motors **3** an, so wird der Grenzstromwert niedriger eingestellt, um zu verhindern, dass der Motor **3** überhitzt. Der Grenzwert wird beispielsweise bei einem Stromwert X (Ausgabe von 100%) gehalten, bis die Motortemperatur eine vorbestimmte Temperatur T1 erreicht, wobei dann, wenn die Motortemperatur die Temperatur T1 überschreitet, der Grenzwert entsprechend einer Differenz zwischen der Motortemperatur und der Temperatur T1 linear fällt.

**[0036]** Die Grenzwertbestimmungseinheit **12** kann einen derartigen Grenzstromwert mittels einer vorbestimmten funktionalen Berechnung berechnen. Alternativ können Daten, die die Beziehung zwischen der Temperatur und dem Grenzwert definieren, vorab gespeichert werden, wobei die Grenzwertbestimmungseinheit **12** einen Grenzwert bestimmen kann, der unter Rückgriff auf diese Daten extrahiert oder interpoliert ist.

**[0037]** In einem Fall, in dem zwei Typen von PWM-Frequenzen eingestellt werden können, wird, wenn die Temperatur eine normale niedrige Temperatur ist, eine PWM-Frequenz einer niederfrequenten Seite (Normal-PWM) verwendet.

**[0038]** In einem Fall, in dem der Motor **3** fortwährend verwendet wird und die Temperatur über T1 ansteigt, fällt der Grenzstromwert. Zu diesem Zeitpunkt kann die Verwendung einer PWM-Frequenz einer hochfrequenten Seite (Hochgeschwindigkeits-PWM) der Temperaturerhöhung im Vergleich zu einem Fall, in dem lediglich der Strom begrenzt wird, weiter entgegenwirken, wobei ein zulässiger Stromwert A zu Zwecken des Schutzes des Verstärkers **2** vorhanden ist. Der zulässige Wert A ist ein maximaler Stromwert, der für den Fall der Verwendung der Hochgeschwindigkeits-PWM zulässig ist, wobei die Hochgeschwindigkeits-PWM nicht bei einem Stromwert über dem zulässigen Wert A verwendet werden sollte.

**[0039]** Wenn der Grenzstromwert des Motors **3** unter den zulässigen Wert fällt, wird die PWM-Frequenz von der Normal-PWM auf die Hochgeschwindigkeits-PWM umgeschaltet, wohingegen dann, wenn der Grenzstromwert wieder den zulässigen Wert oder darüber erreicht, die PWM-Frequenz von der Hochgeschwindigkeits-PWM auf die Normal-PWM umgeschaltet wird.

**[0040]** Fig. 3A und Fig. 3B sind Diagramme zur Darstellung der Beziehung zwischen dem zulässigen Stromwert und der PWM-Frequenz in dem Verstärker **2** entsprechend der vorliegenden Ausführungsform.

**[0041]** PWM-Frequenzen, die bei der vorliegenden Ausführungsform bestimmt werden, sind nicht auf zwei Typen beschränkt, sondern es können auch

mehr als zwei Typen von PWM-Frequenzen verwendet werden.

**[0042]** Fig. 3A zeigt den Fall, in dem zwei Typen von PWM-Frequenzen alternativ verwendet werden.

**[0043]** Im Vergleich zu einem zulässigen Stromwert A2 in dem Verstärker 2 bei einer PWM-Frequenz  $\omega_2$  ( $> \omega_1$ ) einer hochfrequenten Seite wird die PWM-Frequenz  $\omega_2$  ausgewählt, wenn der Grenzstromwert des Motors 3 niedriger als der zulässige Stromwert A2 ist, wohingegen die PWM-Frequenz  $\omega_1$  ausgewählt wird, wenn der Grenzstromwert höher als der zulässige Stromwert A2 ist.

**[0044]** Fig. 3B zeigt den Fall, in dem drei Typen von PWM-Frequenzen alternativ verwendet werden.

**[0045]** In einem Fall, in dem die PWM-Frequenzen  $\omega_1 < \omega_2 < \omega_3$  in dieser Reihenfolge von der nieder- zur hochfrequenten Seite vorgesehen sind, wird ein zulässiger Stromwert A3 in dem Verstärker 2 auf die PWM-Frequenz  $\omega_3$  eingestellt, während ein zulässiger Wert A2 auf die PWM-Frequenz  $\omega_2$  eingestellt wird.

**[0046]** Hierbei dienen die zulässigen Werte A2 und A3 als Grenzen: ist der Grenzstromwert in dem Motor 3 unter A3, so wird die PWM-Frequenz  $\omega_3$  ausgewählt; ist der Grenzstromwert innerhalb eines Bereiches von einschließlich A3 bis ausschließlich A2, so wird die PWM-Frequenz  $\omega_2$  ausgewählt; ist die Grenzstromfrequenz gleich A2 oder höher, so wird die PWM-Frequenz  $\omega_1$  ausgewählt.

**[0047]** Fig. 4 ist ein Flussdiagramm zur Darstellung der Verarbeitung in der Motorsteuerung bzw. Regelung 1 entsprechend der vorliegenden Ausführungsform.

**[0048]** Wird der Motor 3 betrieben, so führt die Steuer- bzw. Regeleinheit der Motorsteuerung bzw. Regelung 1 die vorliegende Verarbeitung kontinuierlich oder wiederholt in einem vorbestimmten Zyklus aus.

**[0049]** Man beachte, dass bei der vorliegenden Verarbeitung ein beliebiger von zwei Typen von PWM-Frequenzen in Abhängigkeit von den Gegebenheiten ausgewählt ist.

**[0050]** Bei Schritt S1 ermittelt die Temperaturermittlungseinheit 11 eine Temperatur der Wicklung des Motors 3 von dem Sensor.

**[0051]** Bei Schritt S2 berechnet die Grenzwertbestimmungseinheit 12 eine Differenz zwischen der bei Schritt S1 ermittelten Temperatur der Wicklung und einer vorbestimmten Temperatur (Temperatur T1 in Fig. 2).

**[0052]** Bei Schritt S3 berechnet die Grenzwertbestimmungseinheit 12 einen Grenzstromwert in dem Motor 3 auf Grundlage der bei Schritt S2 berechneten Temperaturdifferenz.

**[0053]** Bei Schritt S4 bestimmt die Frequenzbestimmungseinheit 13, ob der bei Schritt S3 berechnete Grenzstromwert kleiner als der zulässige Stromwert in dem Verstärker 2 bei der PWM-Frequenz der hochfrequenten Seite ist. In einem Fall, in dem die Bestimmung ein JA ergibt, geht die Verarbeitung zu Schritt S5 über, wohingegen in einem Fall, in dem die Bestimmung ein NEIN ergibt, die Verarbeitung zu Schritt S6 übergeht.

**[0054]** Bei Schritt S5 stellt, da der durch den Verstärker 2 fließende maximale Strom (bei dem Grenzstromwert) unter dem zulässigen Wert der Hochgeschwindigkeits-PWM ist, die Frequenzbestimmungseinheit 13 die PWM-Frequenz auf die hochfrequente Seite ein.

**[0055]** Bei Schritt S6 stellt, da der durch den Verstärker 2 fließende Strom gegebenenfalls den zulässigen Wert der Hochgeschwindigkeits-PWM überschreitet, die Frequenzbestimmungseinheit 13 die PWM-Frequenz auf die niederfrequente Seite ein.

**[0056]** Wie vorstehend beschrieben worden ist, bestimmt entsprechend der vorliegenden Ausführungsform die Motorsteuerung bzw. Regelung 1 eine PWM-Frequenz zur Erzeugung mit dem Verstärker 2 auf Grundlage des Grenzstromwertes, der auf der Temperatur des Motors 3 beruht. Daher kann die Motorsteuerung bzw. Regelung 1 auf Grundlage des Stromwertes eine geeignete PWM-Frequenz, die den Verstärker 2 schützen kann, bestimmen. Deshalb kann einer Temperaturerhöhung in dem Motor 3 geeignet entgegengewirkt und dabei der Verstärker 2 geschützt werden.

**[0057]** Da die Motorsteuerung bzw. Regelung 1 zudem eine höhere oder niedrigere PWM-Frequenz durch Vergleichen des Grenzstromwertes mit dem vorbestimmten Wert bestimmt, kann eine geeignete PWM-Frequenz dafür, der Temperaturerhöhung in dem Motor 3 entgegenzuwirken, ohne Weiteres innerhalb eines Bereiches, in dem der Verstärker 2 geschützt werden kann, bestimmt werden.

**[0058]** Zudem ist der zulässige Strombereich für jede PWM-Frequenz in dem Verstärker 2 eingestellt, wobei aufgrund dessen, dass die Motorsteuerung bzw. Regelung 1 den zulässigen Stromwert als Schwellenwert verwendet, eine geeignete PWM-Frequenz innerhalb eines Bereiches, in dem der Verstärker 2 geschützt werden kann, bestimmt werden kann.

**[0059]** Vorstehend ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben worden.

**[0060]** Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf die vorbeschriebene Ausführungsform beschränkt. Die bei der vorliegenden Ausführungsform beschriebenen Effekte sind lediglich eine Aufzählung von bevorzugten Effekten, die die vorliegende Erfindung bietet. Die Effekte entsprechend der vorliegenden Erfindung sind jedoch nicht auf diejenigen, die bei der vorliegenden Ausführungsform beschrieben sind, beschränkt.

**[0061]** Bei der vorliegenden Ausführungsform wird eine PWM-Frequenz aus einer Mehrzahl von Frequenzen ausgewählt. Das Verfahren zum Bestimmen der Frequenz ist jedoch nicht hierauf beschränkt. So kann eine Frequenz beispielsweise auch durch eine vorbestimmte Berechnung auf Grundlage eines berechneten Grenzstromwertes bestimmt werden.

**[0062]** Das Steuer- bzw. Regelverfahren durch die Motorsteuerung bzw. Regelung 1 ist durch Software implementiert. Bei Implementierung durch Software ist ein die Software bildendes Programm/sind die Software bildende Programme auf einem Computer (Motorsteuerung bzw. Regelung 1) installiert. Darüber hinaus kann ein derartiges Programm/können derartige Programme auf einem entfernbaren Medium aufgezeichnet sein und an einen Nutzer verteilt werden oder über ein Netzwerk heruntergeladen werden, damit sie an einen Computer des Nutzers verteilt werden. Des Weiteren kann ein derartiges Programm/können derartige Programme anstelle des Herunterladens auch als Webdienst über ein Netzwerk für den Computer (Motorsteuerung bzw. Regelung 1) des Nutzers bereitgestellt werden.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Motorsteuerung bzw. Regelung
- 2 Verstärker
- 3 Motor
- 11 Temperaturermittlungseinheit
- 12 Grenzwertbestimmungseinheit
- 13 Frequenzbestimmungseinheit

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2016-028201 [0001]
- JP 2009-189181 [0007]

**Patentansprüche**

PWM-Frequenz zur Erzeugung mit dem Verstärker (2).

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

1. Motorsteuerung bzw. Regelung (1), die einen Motor (3) mittels Pulsbreitenmodulation betreibt, wobei die Motorsteuerung bzw. Regelung umfasst: eine Temperaturermittlungseinheit (11), die eine Temperatur des Motors (3) ermittelt; eine Grenzwertbestimmungseinheit (12), die auf Grundlage der Temperatur einen Grenzstromwert zum Betreiben des Motors (3) bestimmt; und eine Frequenzbestimmungseinheit (13), die auf Grundlage des Grenzwertes eine PWM-Frequenz zur Erzeugung mit dem Verstärker (2) bestimmt.

2. Motorsteuerung bzw. Regelung (1) nach Anspruch 1, wobei die Frequenzbestimmungseinheit (13) den Grenzwert mit einem vorbestimmten Wert vergleicht und dann, wenn der Grenzwert unter dem vorbestimmten Wert ist, die Frequenzbestimmungseinheit (13) eine Frequenz bestimmt, die höher als eine Frequenz ist, die bestimmt werden sollte, wenn der Grenzwert gleich dem vorbestimmten Wert oder darüber ist.

3. Motorsteuerung bzw. Regelung (1) nach Anspruch 2, wobei der vorbestimmte Wert ein zulässiger Stromwert des Verstärkers (2) ist und der zulässige Stromwert entsprechend für jede aus einer Mehrzahl von PWM-Frequenzen eingestellt wird.

4. Motorsteuer- bzw. Regelverfahren zum Betreiben eines Motors (3) mittels Pulsbreitenmodulation, wobei das Verfahren veranlasst, dass ein Computer ausführt:  
einen Temperaturermittlungsschritt des Ermitteln einer Temperatur des Motors (3);  
einen Grenzwertbestimmungsschritt des auf Grundlage der Temperatur erfolgenden Bestimmen eines Grenzstromwertes zum Betreiben des Motors (3);  
und  
einen Frequenzbestimmungsschritt des auf Grundlage des Grenzwertes erfolgenden Bestimmen einer PWM-Frequenz zur Erzeugung mit dem Verstärker (2).

5. Motorsteuer- bzw. Regelprogramm zum Betreiben eines Motors (3) mittels Pulsbreitenmodulation, wobei das Programm veranlasst, dass ein Computer ausführt:  
einen Temperaturermittlungsschritt des Ermitteln einer Temperatur des Motors (3);  
einen Grenzwertbestimmungsschritt des auf Grundlage der Temperatur erfolgenden Bestimmen eines Grenzstromwertes zum Betreiben des Motors (3);  
und  
einen Frequenzbestimmungsschritt des auf Grundlage des Grenzwertes erfolgenden Bestimmen einer



Anhängende Zeichnungen

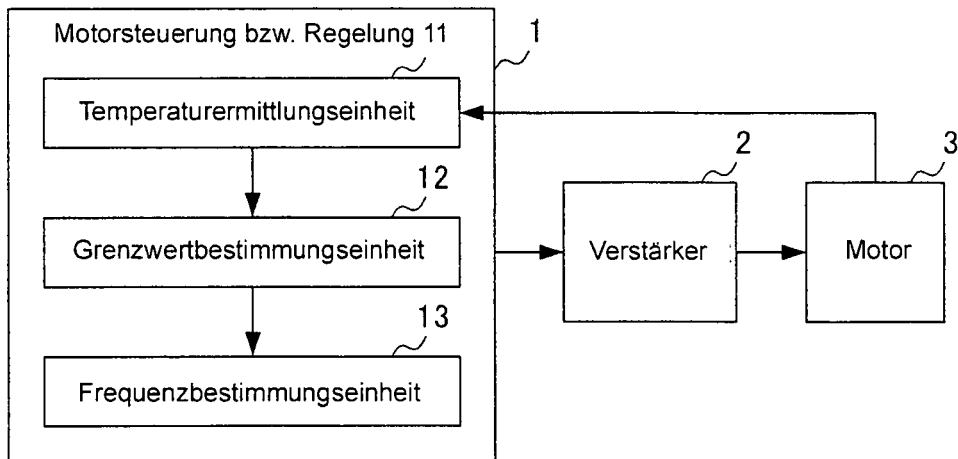


FIG. 1

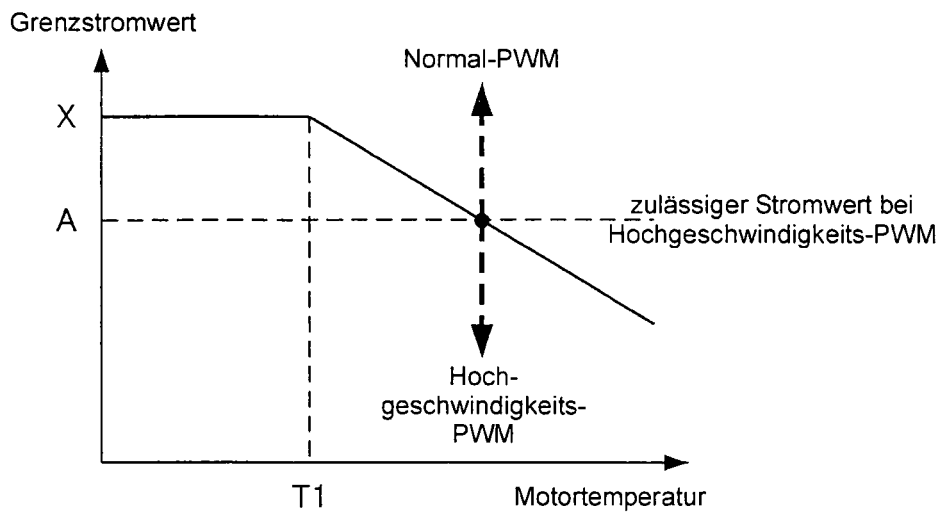


FIG. 2

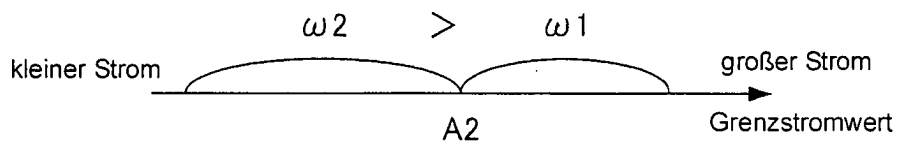


FIG. 3A

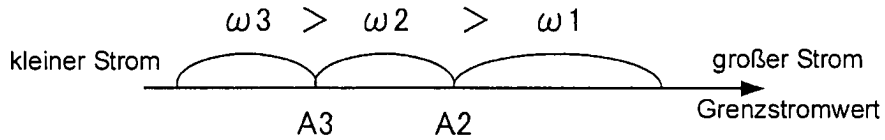


FIG. 3B

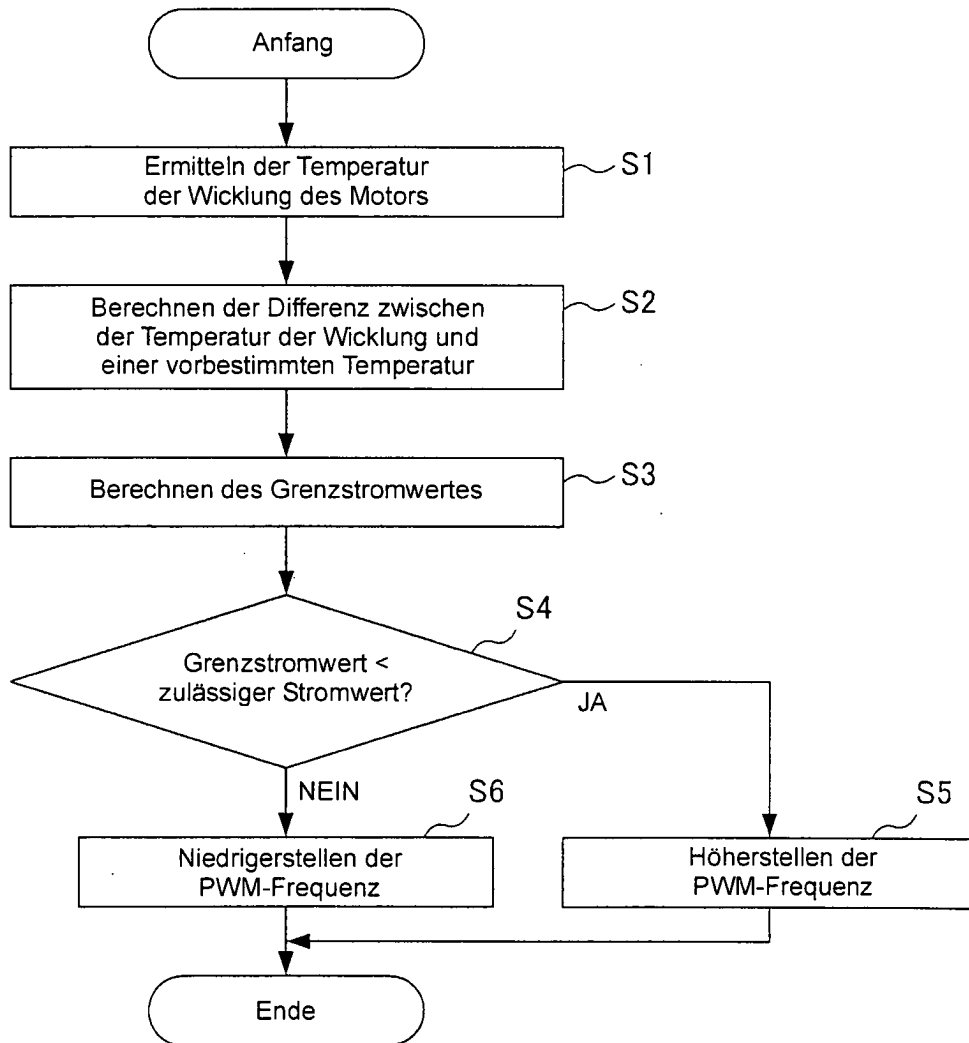


FIG. 4