(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2015 200 870 A1** 2015.07.23

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 200 870.3**
(22) Anmeldetag: **20.01.2015**
(43) Offenlegungstag: **23.07.2015**

(51) Int Cl.: ***G05B 19/4155*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2014-007551 20.01.2014 JP

(71) Anmelder:
DMG MORI SEIKI CO., LTD., Yamatokoriyama-shi, Nara, JP

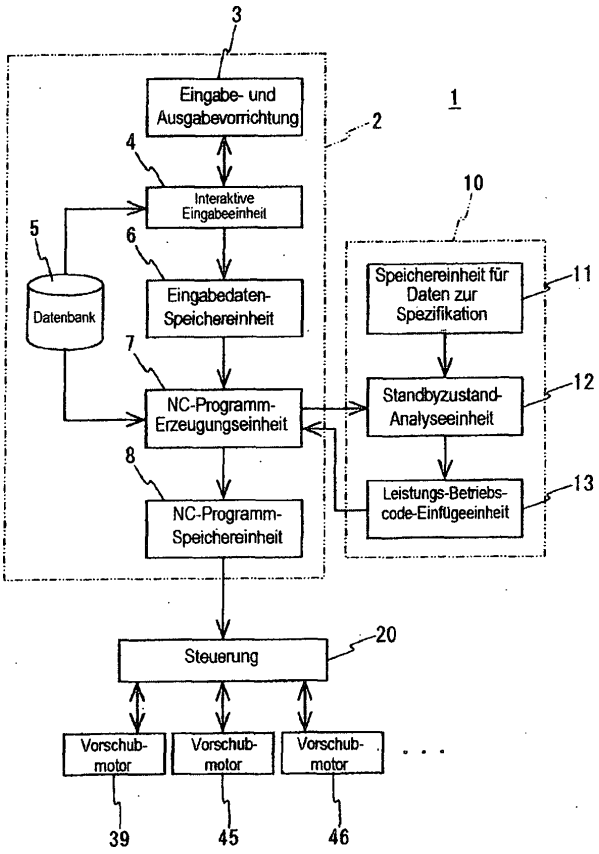
(74) Vertreter:
isarpatent Patentanwälte Behnisch, Barth, Charles, Hassa, Peckmann & Partner mbB, 80801 München, DE

(72) Erfinder:
Mitsuhashi, Susumu, c/o DMG MORI SEIKI CO., LTD., Yamatokoriyama-shi, Nara, JP; Fujishima, Makoto, c/o DMG MORI SEIKI CO., LTD., Yamatokoriyama-shi, Nara, JP; Nakamura, Takayuki, c/o DMG MORI SEIKI CO., LTD., Yamatokoriyama-shi, Nara, JP; Shimanoe, Hiroshi c/o DMG MORI SEIKI CO., LTD., Yamatokoriyama-shi, Nara, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms, das eine Leistungseinsparung berücksichtigt**

(57) Zusammenfassung: Ein Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms ist geliefert, das ermöglicht, dass eine Leistungsquelle einer Betätigungseinheit, die in einen Standbyzustand zu bringen ist, abgestellt werden kann.
Ein Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms enthält eine Standbyzustand-Analyseeinheit 12, die ein NC-Programm analysiert, um zu bestimmen, ob ein Block vorliegt, in dem eine Betätigungseinheit in einen Standbyzustand gebracht wird, und, wenn solch ein Block vorliegt, bestimmt, ob eine der Betätigungseinheit entsprechende Leistungsquelle 39, 45, 46 zu der Zeit der Ausführung des Blocks abgestellt werden kann, um einen abstellbaren Block zu spezifizieren, und eine Leistungs-Betriebscode-Einfügeeinheit 13, die einen Betriebscode zum Abstellen der entsprechenden Leistungsquelle 39, 45, 46 zu der Zeit der Ausführung des abstellbaren Blocks in das NC-Programm einfügt und einen Betriebscode zum Neustarten der Leistungsquelle 39, 45, 46 nach der Ausführung des Blocks in das NC-Programm einfügt.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms, das für eine NC-Werkzeugmaschine mit einer Vielzahl von Betätigungseinheiten, die jeweils eine Leistungsquelle aufweisen, ein NC-Programm zum Steuern der Betätigungseinheiten erzeugt und fähig ist, Leistung einzusparen.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Ein Betriebssteuerverfahren, das in der Patentliteratur 1 offenbart ist, und ein numerisches Steuerungsverfahren, das in der Patentliteratur 2 offenbart ist, wurden herkömmlich als Versuche vorgeschlagen, um bei einer Werkzeugmaschine Leistung einzusparen.

[0003] Bei dem Betriebssteuerverfahren, das in der Patentliteratur 1 offenbart ist, wird in dem Fall, in dem der Betrieb der Werkzeugmaschine aufgrund des Vorliegens einer inkorrekten Syntax oder einer inkorrekten Befehlscodebeschreibung in einem Befehl in einem Bearbeitungsprogramm oder aufgrund des Auftretens einer Anormalität bzw. Auffälligkeit in einer Steuerung oder der Werkzeugmaschine nicht fortgesetzt werden kann und dies die Werkzeugmaschine in einen unterbrochenen Bearbeitungszustand oder einen ausgesetzten Zustand bringt, die Drehung einer Spindel beendet und der Betrieb einer Zusatzeinrichtung, wie beispielsweise ein Kühlmittelzuführsystem und dergleichen, beendet.

[0004] Es wird angemerkt, dass die Bestimmung, ob sich die Werkzeugmaschine in einem unterbrochenen Bearbeitungszustand oder einem ausgesetzten Zustand befindet, durch Überwachen eines Steuerbefehlzustands und eines Betriebszustands der Werkzeugmaschine in dem Zustand erfolgt, in dem die Werkzeugmaschine auf einen automatischen Betriebsmodus eingestellt ist, und in jedem der folgenden Fälle bestimmt wird, dass sich die Werkzeugmaschine in einem unterbrochenen Bearbeitungszustand oder einem ausgesetzten Zustand befindet:

a) wenn kein Bewegungsbefehl vorliegt und keine Unterbrechungsoperation durchgeführt wird, während sich die Werkzeugmaschine in dem automatischen Betriebsmodus befindet;

b) wenn ein Geschwindigkeitsbefehl in der Mitte eines Bewegungsbefehls null ist, während sich die Werkzeugmaschine in dem automatischen Betriebsmodus befindet; und c) wenn kein Bewegungsbefehl vorliegt und kein Unterbrechungsbewegungsbefehl in der Mitte einer Unterbrechungsoperation vorliegt, während sich die Werkzeugmaschine in dem automatischen Betriebsmodus befindet.

[0005] Nach dem Betriebssteuerverfahren, das in der Patentliteratur 1 beschrieben ist, wird in dem Fall, in dem die Werkzeugmaschine in einen unterbrochenen Bearbeitungszustand oder einen ausgesetzten Zustand gebracht ist, eine Leistungseinsparungsverarbeitung, wie beispielsweise Beenden der Drehung einer Spindel, Beenden des Betriebs einer Kühlmittelzuführeinheit und Beenden des Betriebs einer Spanabführungs-Fördereinrichtung, ausgeführt und daher wird ein unnötiger Leistungsverbrauch verhindert, während sich die Werkzeugmaschine in einem unterbrochenen Bearbeitungszustand oder einem ausgesetzten Zustand befindet, und dadurch Leistung eingespart.

[0006] Ferner ist das numerische Steuerungsverfahren, das in der Patentliteratur 2 offenbart ist, ein numerisches Steuerungsverfahren, das beim Drehen einer Spindel verwendet wird. Bei dem Verfahren wird ein Bearbeitungsprogramm durch Lesen von zumindest einem Block im Voraus analysiert und basierend auf den Ergebnissen der Analyse des vorherigen Lesens werden eine Ausführungszeit, bis der Schneidevorschub gestartet wird, nachdem ein Spindeldrehbefehl erfolgt, und eine Spindelbeschleunigungszeit, bis die Anzahl von Malen der Spindeldrehung bzw. die Spindeldrehzahl die Anzahl von Malen bzw. Drehzahl entsprechend dem Spindeldrehbefehl nach dem Starten der Spindel erreicht, berechnet und, wenn die verstrichene Zeit, nachdem der Spindeldrehbefehl erfolgte, eine Zeit überschreitet, die durch Subtrahieren der Spindelbeschleunigungszeit von der Ausführungszeit erhalten wird, die Spindel gestartet.

[0007] Ferner offenbart die Patentliteratur 2 ein numerisches Steuerungsverfahren zum Anhalten der Spindel in der Mitte eines Spindeldrehbefehls und bei dem Verfahren wird ein Bearbeitungsprogramm durch Lesen von zumindest einem Block im Voraus analysiert. In dem Fall, in dem sich dasselbe als Ergebnis der Analyse des Lesens im Voraus in der Mitte eines Spindeldrehbefehls befindet und ein Nicht-Schneideblock vorliegt, werden eine Spindel-Stillstandzeit von dem Nicht-Schneideblock bis Beginn des Schneidevorschubs und eine Spindelbeschleunigungs-/Abbremszeit basierend auf den Ergebnissen der Analyse des Lesens im Voraus berechnet und, wenn die Spindel-Stillstandzeit länger als die Spindelbeschleunigungs-/Abbremszeit ist, wird eine Drehung der Spindel beendet.

[0008] Nach den numerischen Steuerungsverfahren, die in der Patentliteratur 2 offenbart sind, kann unter Berücksichtigung der Spindelbeschleunigungszeit der Start der Spindel bis kurz vor dem Start des Schneidevorschubs verzögert werden und daher kann die zur Drehung der Spindel erforderte Leistung um so viel wie die Verzögerung bzw. entsprechend der Verzögerung verringert und eingespart werden. Wenn ein Nicht-Schneideblock vorliegt, wird die Dre-

hung der Spindel unter Berücksichtigung der Spindelbeschleunigungs-/Abbremszeit beendet und daher kann die zur Drehung der Spindel erforderte Leistung entsprechend der Menge in Bezug auf den Stillstand der Spindel verringert und eingespart werden.

Entgegenhaltungsliste

Patentliteratur

[0009]

[Patentliteratur 1] Japanische ungeprüfte Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2001-277071

[Patentliteratur 2] Japanische ungeprüfte Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2011-118952

Zusammenfassung der Erfindung

Technisches Problem

[0010] Übrigens wird auf dem Gebiet der Bearbeitung unter Verwendung einer Werkzeugmaschine immer die Verringerung der Bearbeitungskosten erwünscht. In diesem Sinne können das in der Patentliteratur 1 offenbarte Betriebssteuerverfahren und das in der Patentliteratur 2 offenbarte numerische Steuerungsverfahren Leistung durch Beenden der Drehung der Spindel einsparen und dadurch können Bearbeitungskosten verringert werden.

[0011] Hinsichtlich des Einsparens von Leistung zum Verringern eines unnötigen Leistungsverbrauchs bei einer Werkzeugmaschine kann jedoch weder das in der Patentliteratur 1 offenbarte Betriebssteuerverfahren noch das in der Patentliteratur 2 offenbarte numerische Steuerungsverfahren schon als ausreichend gelten.

[0012] Das heißt, einige Werkzeugmaschinen enthalten eine Vielzahl von Betätigungseinheiten, die jeweils eine Leistungsquelle aufweisen, und abhängig von der Bearbeitung ist es möglich, dass zumindest eine der Betätigungseinheiten in einen Standbyzustand gebracht wird. In solch einem Fall wird hinsichtlich der Leistungseinsparung bevorzugt, dass eine Leistungsquelle, die der Betätigungseinheit entspricht, durch Unterbrechen oder Beschränken einer an die Leistungsquelle angelegten Leistung zu einem Stillstand gebracht wird. Im Falle eines Vorschubgeräts mit einer Vorschubachse, die entlang der vertikalen Richtung angeordnet ist, wird, wenn sich das Vorschubgerät in einem Standbyzustand befindet, beispielsweise Leistung konstant zu einem Servomotor gespeist, um einen Schlitten an einer vorbestimmten Position entgegen der Schwerkraft anzuhalten. Wenn sich das Vorschubgerät in einem Standbyzustand befindet, kann daher Leistung durch Unterbrechen oder Beschränken einer Leistungs- bzw. Stromzufuhr zu dem Servomotor, der eine Leistungsquelle desselben ist, eingespart werden.

[0013] Selbst wenn eine Betätigungseinheit in einen Standbyzustand gebracht wird, wird herkömmlich jedoch die Stromzufuhr zu einer Leistungsquelle derselben fortgesetzt und daher ist hinsichtlich der Leistungseinsparung eine weitere Verbesserung erforderlich.

[0014] Die vorliegende Erfindung wird in Anbetracht der oben beschriebenen Gegebenheiten erzielt und eine Aufgabe derselben ist, ein Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms zu liefern, das bei einer NC-Werkzeugmaschine mit einer Vielzahl von Betätigungseinheiten, die jeweils eine Leistungsquelle aufweisen, ermöglicht, dass eine Leistungsquelle einer Betätigungseinheit, die in einen Standbyzustand zu bringen ist, zu einem Stillstand gebracht wird.

Lösung des Problems

[0015] Zum Lösen der oben beschriebenen Probleme betrifft die vorliegende Erfindung ein Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms, das für eine NC-Werkzeugmaschine mit einer Vielzahl von Betätigungseinheiten, die jeweils eine Leistungsquelle aufweisen, ein NC-Programm zum Steuern der Betätigungseinheiten erzeugt und konfiguriert ist, um Folgendes aufzuweisen: eine Einheit zum Analysieren eines Standbyzustands bzw. Standbyzustand-Analyseeinheit, die mit einem anderen Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms oder einer NC-Programm-Speichereinheit verbunden ist, die in derselben ein bereits erzeugtes NC-Programm speichert, und die ein NC-Programm, das durch das andere Gerät zum Erzeugen eines Programms erzeugt wurde, oder das in der NC-Programm-Speichereinheit gespeicherte NC-Programm analysiert, um zu bestimmen, ob unter einer Vielzahl von Blöcken, die das NC-Programm bilden, ein Block vorliegt, in dem zumindest eine der Betätigungseinheiten in einen Standbyzustand gebracht wird, und, wenn ein Block vorliegt, in dem zumindest eine der Betätigungseinheiten in einen Standbyzustand gebracht wird, bestimmt, ob eine Leistungsquelle, die der Betätigungseinheit entspricht, durch Unterbrechen oder Beschränken einer an die Leistungsquelle angelegten Leistung zu der Zeit der Ausführung des Blocks zu einem Stillstand gebracht werden kann, und dadurch einen Block spezifiziert, bei dem die Leistungsquelle abgestellt werden kann; und eine Leistungs-Betriebscode-Einfügeeinheit, die, wenn ein Block, bei dem die Leistungsquelle abgestellt werden kann, durch die Standbyzustand-Analyseeinheit spezifiziert wird, einen Betriebscode zum Abstellen der Leistungsquelle zu der Zeit der Ausführung des Blocks in das NC-Programm einfügt und einen Betriebscode zum Neustarten der Leistungsquelle nach der Ausführung des Blocks in das NC-Programm einfügt.

[0016] Nach diesem Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms wird ein durch ein anderes Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms erzeugtes NC-Programm oder ein in der NC-Programm-Speichereinheit gespeichertes NC-Programm durch die Standbyzustand-Analyseeinheit analysiert und bestimmt, ob unter einer Vielzahl von Blöcken, die das NC-Programm bilden, ein Block vorliegt, in dem zumindest eine der Betätigungseinheiten in einen Standbyzustand gebracht wird. Wenn ein Block vorliegt, in dem zumindest eine der Betätigungseinheiten in einen Standbyzustand gebracht wird, wird bestimmt, ob eine Leistungsquelle, die der Betätigungseinheit entspricht, durch Unterbrechen oder Beschränken einer an die Leistungsquelle angelegten Leistung zu der Zeit der Ausführung des Blocks zu einem Stillstand gebracht werden kann, und basierend auf dem Ergebnis dieser Bestimmung kann ein Block spezifiziert werden, bei dem die Leistungsquelle abgestellt werden kann.

[0017] Wenn ein Block, bei dem die Leistungsquelle abgestellt werden kann, durch die Standbyzustand-Analyseeinheit spezifiziert wird, fügt anschließend die Leistungs-Betriebscode-Einfügeeinheit einen Betriebscode zum Abstellen der entsprechenden Leistungsquelle zu der Zeit der Ausführung des Blocks in das NC-Programm ein und fügt einen Betriebscode zum Neustarten der Leistungsquelle nach der Ausführung des Blocks in das NC-Programm ein.

[0018] Wenn eine Bearbeitung durch die Werkzeugmaschine unter Verwendung des folglich erzeugten NC-Programms ausgeführt wird, wird folglich zu der Zeit der Ausführung des Blocks, in dem eine Betätigungseinheit in einen Standbyzustand gebracht wird, der Betriebscode zum Abstellen der Leistungsquelle, die der Betätigungseinheit entspricht, ausgeführt und dadurch die Leistungsquelle zu einem Stillstand gebracht und nach der Ausführung des Blocks der Betriebscode zum Neustarten der Leistungsquelle ausgeführt und dadurch die Leistungsquelle neu gestartet.

[0019] Gemäß einem NC-Programm, das durch das Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms nach der vorliegenden Erfindung erzeugt wird, wird folglich, wenn eine Betätigungseinheit in einen Standbyzustand gebracht wird, die Stromzufuhr zu einer Leistungsquelle, die der Betätigungseinheit entspricht, unterbrochen oder beschränkt und daher ist es möglich, einen unnötigen Leistungsverbrauch zu verringern, und möglich, Leistung im Vergleich zu der herkömmlichen Technik weiter einzusparen.

[0020] Es wird angemerkt, dass Beispiele der Betätigungseinheiten der Werkzeugmaschine wie folgt aufgeführt sind: eine Kugelumlaufspindeleinrichtung oder dergleichen, wobei ein Servomotor als eine Leistungsquelle derselben einer Betätigungseinheit in Bezug auf eine Vorschubachse entspricht; eine Spindel, wobei ein Spindelmotor als eine Leistungsquelle derselben einer Betätigungseinheit in Bezug auf eine Spindel entspricht; und eine Pumpe, wobei ein Motor als eine Leistungsquelle derselben einer Betätigungseinheit in Bezug auf ein Kühlmittel entspricht.

[0021] Die Standbyzustand-Analyseeinheit in dem Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms kann zum Schätzen einer Leistung, die eingespart wird, wenn die Leistungsquelle, die der in einen Standbyzustand zu bringenden Betätigungseinheit entspricht, abgestellt wird, Vergleichen der geschätzten eingesparten Leistung mit einer Leistung, die geschätzt wird, zum Neustarten der Leistungsquelle erfordert zu werden, und, wenn die geschätzte eingesparte Leistung größer als die geschätzte Leistung zum Neustart ist, Bestimmen, dass die Leistungsquelle abgestellt werden kann, konfiguriert sein.

[0022] In dem Fall, in dem die Standbyzeit der Betätigungseinheit kurz ist, kann selbst dann, wenn die derselben entsprechende Leistungsquelle abgestellt wird, nicht erwartet werden, dass eine große Leistungsmenge verringert werden kann. Im Gegensatz dazu kann die Leistung, die beim Neustarten der Leistungsquelle erfordert wird, größer als die verringerte Leistung sein und in solch einem Fall wird eine größere Leistungsmenge im Vergleich zu dem Fall verbraucht, in dem die Leistungsquelle nicht abgestellt wird, was dazu führt „das Pferd von hinten aufzuzäumen". Nach der obigen Konfiguration ist es möglich, die Leistungsquelle abzustellen, wenn die geschätzte eingesparte Leistung größer als die geschätzte Leistung zum Neustart ist, und daher ist es möglich, Leistung sicher einzusparen.

[0023] Die Standbyzustand-Analyseeinheit kann ferner konfiguriert sein, um in Bezug auf die Leistungsquelle, die der Betätigungseinheit entspricht, die in einen Standbyzustand zu bringen ist, einen Operationskoeffizienten Ac zu schätzen, der das Verhältnis der Anzahl von Malen einer Operation bzw. Häufigkeit einer Operation (number of times of operation) Aa während der Bearbeitung unter Verwendung des NC-Programms, wenn die Leistungsquelle während des Standbyzustands abgestellt und neu gestartet wird, zu einer Bearbeitungszeit At ist, die beim Verwenden des NC-Programms benötigt wird, und den geschätzten Operationskoeffizienten Ac mit einem Lebensdauerkoeffizienten Lc, der das Verhältnis einer Grenzanzahl von Malen einer Operation bzw. Grenzhäufigkeit einer Operation (limit number of times of operation) La zu einer Lebensdauer Lt ist, die für die Leistungsquelle festgelegt ist, zu vergleichen, um zu bestimmen, ob die entsprechende Leistungsquelle abgestellt werden kann.

[0024] Es wird angemerkt, dass der Operationskoeffizient Ac Ac = Aa/At oder Ac = At/Aa ist, während der Lebensdauerkoeffizient Lc Lc = La/Lt oder Lc = Lt/La ist. Wenn der Wert von Ac (= Aa/At) kleiner als der Wert von Lc (= La/Lt) ist, bestimmt die Standbyzustand-Analyseeinheit, dass die Leistungsquelle abgestellt werden kann. Wenn alternativ der Wert von Ac (= At/Aa) größer als der Wert von Lc (= Lt/La) ist, bestimmt die Standbyzustand-Analyseeinheit, dass die Leistungsquelle abgestellt werden kann. Selbst wenn eine Leistungsquelle in einem Standbyzustand abgestellt und dann neu gestartet wird, überschreitet nach diesem Bestimmungsverfahren die Gesamtanzahl von Malen einer Operation bzw. Gesamthäufigkeit einer Operation (total number of times of operation) innerhalb der Lebensdauer Lt nicht die Grenzanzahl von Malen einer Operation La und daher kann die Leistungsquelle solange wie möglich innerhalb der Lebensdauer Lt verwendet werden.

[0025] Üblicherweise sind eine empfohlene Grenzanzahl von Malen einer Operation La und eine Lebensdauer Lt für eine Leistungsquelle festgelegt. Wenn das Starten und Abstellen einer Leistungsquelle zu häufig wiederholt werden, wird daher ein Nachteil verursacht, dass die Anzahl von Malen einer Operation die Grenzanzahl von Malen einer Operation La in einer Zeit erreicht, die wesentlich kürzer als die Lebensdauer Lt ist, und folglich die Leistungsquelle ausgetauscht werden muss. Viele der Leistungsquellen der Betätigungseinheiten sind kostspielig, wie beispielsweise der oben erwähnte Servomotor und Spindelmotor, und daher wird, selbst wenn Leistung eingespart werden kann, der Kostenverringerungseffekt aufgehoben werden oder sehr gering sein, wenn die Lebensdauern der Leistungsquellen verkürzt werden.

[0026] Nach dem obigen Bestimmungsverfahren kann, wie oben beschrieben wurde, selbst wenn die Operation zum Abstellen der Leistungsquelle in dem Standbyzustand durchgeführt wird, die Leistungsquelle solange wie möglich innerhalb der Lebensdauer Lt derselben verwendet werden und daher kann Leistung ohne Erhöhung der Kosten, die durch die Lebensdauer der Leistungsquelle verursacht wird, eingespart werden.

[0027] Ferner kann die Standbyzustand-Analyseeinheit zu Folgendem konfiguriert sein: Schätzen der Leistung, die eingespart wird, wenn die Leistungsquelle, die der in einen Standbyzustand zu bringenden Betätigungseinheit entspricht, abgestellt wird, und Vergleichen der geschätzten eingesparten Leistung mit einer Leistung, die geschätzt wird, zum Neustarten der Leistungsquelle erfordert zu werden; Schätzen eines Operationskoeffizienten Ac in Bezug auf die Leistungsquelle, der das Verhältnis der Anzahl von Malen einer Operation Aa während der Bearbeitung unter Verwendung des NC-Programms, wenn die Leistungsquelle während des Standbyzustands abgestellt und neu gestartet wird, zu einer Bearbeitungszeit At ist, die beim Verwenden des NC-Programms benötigt wird, und Vergleichen des geschätzten Operationskoeffizienten Ac mit einem Lebensdauerkoeffizienten Lc, der das Verhältnis einer Grenzanzahl von Malen einer Operation La zu einer Lebensdauer Lt ist, die für die Leistungsquelle festgelegt ist, und, wenn die geschätzte eingesparte Leistung größer als die geschätzte Leistung zum Neustart ist und basierend auf dem Vergleich des Operationskoeffizienten Ac mit dem Lebensdauerkoeffizienten Lc bestimmt wird, dass die Leistungsquelle abgestellt werden kann, Bestimmen, dass die Leistungsquelle abgestellt werden kann.

[0028] Wenn so konfiguriert, ist es möglich, die Leistungsquelle abzustellen, wenn die geschätzte eingesparte Leistung größer als die geschätzte Leistung zum Neustart ist, und Leistung ohne Erhöhung der Kosten, die durch die Lebensdauer der Leistungsquelle verursacht wird, einzusparen, und daher kann eine Kostenverringerung bei einer Bearbeitung sicher umgesetzt werden.

[0029] Ferner kann die Standbyzustand-Analyseeinheit konfiguriert sein, um in dem Fall, in dem ein elektrisches Gerät zum Starten und Abstellen der Leistungsquelle vorhanden ist, ferner den Operationskoeffizienten Ac in Bezug auf das elektrische Gerät zu schätzen und basierend zusätzlich auf dem Vergleich des geschätzten Operationskoeffizienten Ac mit einem Lebensdauerkoeffizienten Lc, der für das elektrische Gerät festgelegt ist, zu bestimmen, ob die entsprechende Leistungsquelle abgestellt werden kann.

[0030] Ähnlich der Leistungsquelle sind eine empfohlene Grenzanzahl von Malen einer Operation La und eine Lebensdauer Lt auch für das elektrische Gerät zum Starten und Abstellen der Leistungsquelle, wie beispielsweise ein Magnetschalter und ein Relais, festgelegt. Wenn die Operation des elektrischen Geräts häufig wiederholt wird, erreicht daher die Anzahl von Malen einer Operation die Grenzanzahl von Malen einer Operation La in einer Zeit, die wesentlich kürzer als die Lebensdauer Lt ist, und folglich muss das elektrische Gerät ausgetauscht werden. Auch wenn das elektrische Gerät nicht so kostspielig wie der oben erwähnte Servomotor und Spindelmotor ist, werden, wenn die Lebensdauer desselben verkürzt wird, die Bearbeitungskosten entsprechend der Kosten dafür erhöht werden.

[0031] Nach der obigen Konfiguration ist es selbst dann, wenn die Operation zum Abstellen der Leistungsquelle in dem Standbyzustand durchgeführt wird, möglich, das elektrische Gerät so lange wie möglich innerhalb der Lebensdauer Lt desselben zu verwenden, und daher kann Leistung ohne Erhöhung der Kosten, die durch das elektrische Gerät verursacht wird, eingespart werden.

[0032] Es wird angemerkt, dass der Operationskoeffizient Ac des elektrischen Geräts Ac = Aa/At oder Ac = At/Aa ist, wobei Aa die Anzahl von Malen einer Operation des elektrischen Geräts während der Bearbeitung unter Verwendung des NC-Programms repräsentiert und At eine Bearbeitungszeit repräsentiert, die beim Verwenden des NC-Programms benötigt wird. Andererseits ist der Lebensdauerkoeffizient Lc Lc = La/Lt oder Lc = Lt/La. Wenn der Wert von Ac (= Aa/At) geringer als der Wert von Lc (= La/Lt) ist, bestimmt die Standbyzustand-Analyseeinheit, dass die Leistungsquelle abgestellt werden kann. Wenn alternativ der Wert von Ac (= At/Aa) größer als der Wert von Lc (= Lt/La) ist, bestimmt die Standbyzustand-Analyseeinheit, dass die Leistungsquelle abgestellt werden kann.

Vorteilhafte Effekte der Erfindung

[0033] Wie oben beschrieben wurde, ist es nach der vorliegenden Erfindung möglich, ein NC-Programm zu erzeugen, das in dem Fall, in dem ein Block, in dem zumindest eine der Betätigungseinheiten in einen Standbyzustand gebracht wird, in einem NC-Programm vorliegt und eine Leistungsquelle, die der Betätigungseinheit entspricht, durch Unterbrechen oder Beschränken einer an die Leistungsquelle angelegten Leistung zu der Zeit der Ausführung des Blocks zu einem Stillstand gebracht werden kann, ermöglicht, dass die Leistungsquelle zu der Zeit der Ausführung des Blocks abgestellt und nach der Ausführung des Blocks neu gestartet werden kann. Durch Durchführen der Bearbeitung unter Verwendung solch eines NC-Programms kann ferner, wenn eine Betätigungseinheit in einen Standbyzustand gebracht wird, eine Stromzufuhr zu einer Leistungsquelle, die der Betätigungseinheit entspricht, unterbrochen oder beschränkt werden. Dadurch kann mehr Leistung gegenüber der herkömmlichen Technik eingespart werden.

[0034] Bei einer Konfiguration, bei der eine Leistung geschätzt wird, die eingespart wird, wenn die Leistungsquelle, die der in einen Standbyzustand zu bringenden Betätigungseinheit entspricht, abgestellt wird, und die geschätzte eingesparte Leistung mit einer Leistung verglichen wird, die geschätzt wird, zum Neustarten der Listungsquelle erfordert zu werden, und die Leistungsquelle abgestellt wird, wenn die geschätzte eingesparte Leistung größer als die geschätzte Leistung zum Neustart ist, ist es ferner möglich, Leistung sicher einzusparen.

[0035] Bei einer Konfiguration, bei der in der Standbyzustand-Analyseeinheit in Bezug auf die Leistungsquelle, die der in einen Standbyzustand zu bringenden Betätigungseinheit entspricht, ein Operationskoeffizient Ac geschätzt wird, der das Verhältnis der Anzahl von Malen einer Operation Aa während einer Bearbeitung unter Verwendung des NC-Programms, wenn die Leistungsquelle während des Standbyzustands abgestellt und neu gestartet wird, zu einer Bearbeitungszeit At ist, die beim Verwenden des NC-Programms benötigt wird, und der geschätzte Operationskoeffizient Ac mit einem Lebensdauerkoeffizienten La verglichen wird, der das Verhältnis einer Grenzanzahl von Malen einer Operation La zu einer Lebensdauer Lt ist, die für die Leistungsquelle festgelegt ist, und dadurch bestimmt wird, ob die entsprechende Leistungsquelle abgestellt werden kann, überschreitet ferner die Gesamtanzahl von Malen einer Operation innerhalb der Lebensdauer Lt selbst dann nicht die Grenzanzahl von Malen einer Operation La, wenn die Leistungsquelle in dem Standbyzustand abgestellt und dann neu gestartet wird, und daher kann die Leistungsquelle so lange wie möglich innerhalb der Lebensdauer Lt derselben verwendet werden. Infolgedessen kann Leistung ohne Erhöhung der Kosten, die durch die Lebensdauer der Leistungsquelle verursacht wird, eingespart werden.

[0036] Bei einer Konfiguration, bei der in dem Fall, in dem ein elektrisches Gerät zum Starten und Abstellen der Leistungsquelle vorhanden ist, in der Standbyzustand-Analyseeinheit der Operationskoeffizient Ac in Bezug auf das elektrische Gerät geschätzt wird und basierend zusätzlich auf dem Vergleich des geschätzten Operationskoeffizienten Ac mit einem Lebensdauerkoeffizienten Lc, der für das elektrische Gerät festgelegt ist, bestimmt wird, ob die entsprechende Leistungsquelle abgestellt werden kann, kann des Weiteren das elektrische Gerät auch so lange wie möglich innerhalb der Lebensdauer Lt desselben verwendet werden und daher kann Leistung ohne Erhöhung der Kosten, die durch das elektrische Gerät verursacht wird, eingespart werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0037] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das ein Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0038] Fig. 2 ist eine erläuternde Darstellung, die ein Beispiel von Daten zur interaktiven Eingabe, die durch Verarbeitung in einer interaktiven Eingabeeinheit eingegeben werden, nach der Ausführungsform zeigt;

[0039] Fig. 3 ist eine erläuternde Darstellung, die ein Beispiel eines NC-Programms, das durch eine erste Erzeugungseinheit erzeugt wird, nach der Ausführungsform zeigt;

[0040] Fig. 4 ist eine erläuternde Darstellung, die ein Beispiel von Daten, die in einer Speichereinheit für Daten zur Spezifikation gespeichert sind, nach der Ausführungsform zeigt;

[0041] **Fig.** 5 ist ein Ablaufplan, der eine Verarbeitung in einer Standbyzustand-Analyseeinheit nach der Ausführungsform zeigt;

[0042] **Fig.** 6 ist eine erläuternde Darstellung, die ein Beispiel eines durch eine zweite Erzeugungseinheit erzeugten NC-Programms nach der Ausführungsform zeigt;

[0043] **Fig.** 7 ist eine Perspektivansicht einer Werkzeugmaschine nach der Ausführungsform;

[0044] **Fig.** 8 ist ein Ablaufplan, der eine Verarbeitung in einer Standbyzustand-Analyseeinheit nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0045] **Fig.** 9 ist ein Ablaufplan, der eine Verarbeitung in einer Standbyzustand-Analyseeinheit nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0046] **Fig.** 10 ist ein Blockdiagramm, das ein Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0047] **Fig.** 11 ist ein Blockdiagramm, das ein Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0048] **Fig.** 12 ist ein Blockdiagramm, das ein Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0049] Eine spezifische Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unten in Bezug auf die Zeichnungen beschrieben werden.

[0050] Zuerst wird ein Beispiel einer Werkzeugmaschine, die durch ein NC-Programm numerisch gesteuert wird, nach dieser Ausführungsform basierend auf **Fig.** 7 beschrieben.

[0051] Wie in **Fig.** 7 gezeigt, enthält eine Werkzeugmaschine **30** nach dieser Ausführungsform ein Bett **31**, einen Ständer **32**, der auf einer Oberseite des Betts **31** befestigt ist, einen ersten Spindelkasten **33** und einen zweiten Spindelkasten **35**, die auf einer vertikalen vorderen Endfläche des Betts **31** auf solch eine Weise vorgesehen sind, dass dieselben einander gegenüberliegen, einen Schlitten **40**, der zwischen dem ersten Spindelkasten **33** und dem zweiten Spindelkasten **35** auf der vorderen Endfläche des Betts **31** vorgesehen ist, einen Werkzeugträger **42**, der auf einer vorderen Endfläche des Schlittens **40** vorgesehen ist, einen Revolverkopf **43**, der durch den Werkzeugträger **42** gehalten wird, einen Schlitten **50**, der auf einer vertikalen vorderen Endfläche des Ständers **32** vorgesehen ist, einen Werkzeugspindelkasten **56**, der auf einer vorderen Endfläche des Schlittens **50** vorgesehen ist, eine Werkzeugspindel **57**, die durch den Werkzeugspindelkasten **56** gehalten wird, und andere Komponenten.

[0052] Der erste Spindelkasten **33** ist auf der vorderen Endfläche des Betts **31** feststehend vorgesehen und hält eine erste Spindel **34** auf solch eine Weise, dass die erste Spindel **34** um eine Achse derselben drehbar ist. Andererseits hält der zweite Spindelkasten **35** eine zweite Spindel **36** auf solch eine Weise, dass die zweite Spindel **36** drehbar ist und eine Achse derselben mit der Achse der ersten Spindel **34** koaxial ist, und der zweite Spindelkasten **35** ist in eine Z-Achsen-Richtung, die durch einen Pfeil in der Figur angegeben ist, durch ein Paar Führungsschienen **37**, **37** beweglich, das auf der vorderen Endfläche des Betts **31** vorgesehen ist, und wird in Z-Achsen-Richtung durch einen Vorschubmotor **39** und eine Vorschubspindel **38** bewegt. Es wird angemerkt, dass die erste Spindel **34** durch einen ersten Spindelmotor, der nicht gezeigt ist, angetrieben wird und die zweite Spindel **36** durch einen zweiten Spindelmotor, der nicht gezeigt ist, angetrieben wird.

[0053] Ferner ist der Schlitten **40** angeordnet, um in Z-Achsen-Richtung durch das Paar Führungsschienen **37**, **37** beweglich zu sein, und wird in Z-Achsen-Richtung durch eine Vorschubspindel **41** und einen Vorschubmotor **46** bewegt. Andererseits ist der Werkzeugträger **42** in eine X-Achsen-Richtung, die durch einen Pfeil in der Figur angegeben ist, durch ein Paar Führungsschienen **44** (eine Führungsschiene ist nicht gezeigt) beweglich, das auf der vorderen Endfläche des Schlittens **40** angeordnet ist, und wird in X-Achsen-Richtung durch eine Vorschubspindel, die nicht gezeigt ist, und einen Vorschubmotor **45** bewegt.

[0054] Der Schlitten **50** ist angeordnet, um in Z-Achsen-Richtung durch ein Paar Führungsschienen **51**, **51** beweglich zu sein, das auf der vorderen Endfläche des Ständers **32** angeordnet ist, und wird in Z-Achsen-Richtung durch eine Vorschubspindel **52** und einen Vorschubmotor **53** und durch eine Vorschubspindel **54** und einen Vorschubmotor **55** bewegt. Andererseits ist der Spindelkasten **56** der Spindel in X-Achsen-Richtung durch ein Paar Führungsschienen **58**, **58** beweglich, das auf der vorderen Endfläche des Schlittens **50** angeordnet ist, und wird in X-Achsen-Richtung durch eine Vorschubspindel **59** und einen Vorschubmotor **60** bewegt.

[0055] Folglich werden bei der Werkzeugmaschine **30** die erste Spindel **34** und die zweite Spindel **36** durch den ersten und zweiten Spindelmotor, die nicht

gezeigt sind, jeweils angetrieben und um die jeweiligen Achsen derselben herum gedreht; der Revolverkopf **43** in einer zweidimensionalen Ebene mit der X-Achse und der Z-Achse durch den Vorschubmotor **45** und den Vorschubmotor **46** bewegt; und die Werkzeugspindel **57** auch in einer zweidimensionalen Ebene mit der X-Achse und der Z-Achse durch die Vorschubmotoren **53**, **55** und den Vorschubmotor **60** bewegt. Daher sind die erste Spindel **34**, die zweite Spindel **36**, ein Satz aus dem zweiten Spindelkasten **35** und der Vorschubspindel **38**, ein Satz aus dem Schlitten **40**, dem Werkzeugträger **42**, dem Revolverkopf **43** und der Vorschubspindel **41** und ein Satz aus dem Schlitten **50**, dem Werkzeugspindelkasten **56** und der Werkzeugspindel **57** als Betätigungseinheiten definiert und der erste Spindelmotor (nicht gezeigt), der zweite Spindelmotor (nicht gezeigt), der Vorschubmotor **39**, der Vorschubmotor **45**, der Vorschubmotor **46**, die Vorschubmotoren **53**, **55** und der Vorschubmotor **60** als Leistungsquellen der Betätigungseinheiten definiert. Es wird angemerkt, dass jeder Vorschubmotor **39**, **45**, **46**, **53**, **55** und **60** einen Servomotor aufweist.

[0056] Als Nächstes wird ein Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms nach dieser Ausführungsformen basierend auf den **Fig.** 1 bis **Fig.** 6 beschrieben.

[0057] Wie in **Fig.** 1 gezeigt, enthält ein Gerät **1** zum Erzeugen eines NC-Programms nach dieser Ausführungsform eine erste Erzeugungseinheit **2** und eine zweite Erzeugungseinheit **10**. Ein schließlich erzeugtes NC-Programm wird zu einer Steuerung **20** übertragen und das übertragene NC-Programm wird durch die Steuerung **20** ausgeführt und dadurch werden der erste Spindelmotor (nicht gezeigt), der zweite Spindelmotor (nicht gezeigt), der Vorschubmotor **39**, der Vorschubmotor **45**, der Vorschubmotor **46**, die Vorschubmotoren **53**, **55**, der Vorschubmotor **60** etc. der Werkzeugmaschine **30** durch die Steuerung **20** numerisch gesteuert.

[0058] Die erste Erzeugungseinheit **2** ist eine Verarbeitungseinheit, die ein NC-Programm auf eine herkömmlich öffentlich bekannte, interaktive Weise automatisch erzeugt und eine Eingabe- und Ausgabevorrichtung **3**, eine interaktive Eingabeeinheit **4**, eine Datenbank **5**, eine Eingabedaten-Speichereinheit **6**, eine NC-Programm-Erzeugungseinheit **7** und eine NC-Programm-Speichereinheit **8** enthält.

[0059] Die Eingabe- und Ausgabevorrichtung **3** ist konfiguriert, um eine Displayvorrichtung, wie beispielsweise ein Display, zum Anzeigen eines Bildschirms und eine Eingabevorrichtung, wie beispielsweise eine Tastatur oder Softkeys, aufzuweisen.

[0060] Die Datenbank **5** speichert in derselben Informationen, die zum Erzeugen eines NC-Programms erforderlich sind, das heißt, inhärente Informationen der Werkzeugmaschine, Informationen in Bezug auf das Werkstückmaterial und die Grundform des Werkstücks, Informationen in Bezug auf eine Grundform des bearbeiteten Produkts, Informationen in Bezug auf die Bearbeitungsschritte, wie beispielsweise Bearbeitung des Außendurchmessers, Bearbeitung des Innendurchmessers und Einstechen bzw. Auskehlen (grooving), Informationen in Bezug auf die Bearbeitungsform, Informationen in Bezug auf Werkzeugspezifikationen, wie beispielsweise eine Werkzeuganzahl und die Art, das Material und Maße desselben, Informationen in Bezug auf Schneidzustände abhängig von dem Werkstückmaterial und Werkzeugmaterial und dergleichen.

[0061] Die interaktive Eingabeeinheit **4** zeigt auf der Displayvorrichtung der Eingabe- und Ausgabevorrichtung **3** einen Bildschirm zum Eingeben von Spezifikationsdaten, die zum Erzeugen eines NC-Programms erforderlich sind, das heißt, Form und Maße des Werkstücks, fertige Form und Maße der Bearbeitung und die Inhalte der Bearbeitungsschritte, einen Bildschirm zum Auswählen eines Werkzeugs und andere Bildschirme an und verursacht, dass eine Bedienperson erforderliche Daten eingibt, und speichert die eingegebenen Daten in der Eingabedaten-Speichereinheit **6**.

[0062] Ein Beispiel von Daten zur interaktiven Eingabe, die durch die Verarbeitung in der interaktiven Eingabeeinheit **4** eingegeben werden, ist in **Fig.** 2 gezeigt. In **Fig.** 2 werden der Werkzeugspindelkasten **56**, der die Werkzeugspindel **57** aufweist, und der Werkzeugträger **42**, der den Revolverkopf **43** aufweist, in der Werkzeugmaschine **30** als erster Werkzeugträger bzw. zweiter Werkzeugträger bezeichnet. Bei diesem Beispiel erfolgen die Einstellungen derart, dass ein Werkstück unter gleichzeitiger Verwendung des ersten Werkzeugträgers und zweiten Werkzeugträgers bearbeitet wird; der erste Werkzeugträger eingestellt ist, um ein Grob- bzw. Vorauskehlen mittels eines Schaftfräsers in dem ersten Schritt desselben, Endauskehlen mittels eines Schaftfräsers in dem zweiten Schritt desselben, Warten in dem dritten Schritt desselben, Bohren in dem vierten Schritt desselben, Warten in dem fünften Schritt desselben, Grobschlichten des Außendurchmessers in dem sechsten Schritt desselben und Grobschlichten des Außendurchmessers einer Auskehlung bzw. Nut in dem siebten Schritt desselben durchzuführen, während der zweite Werkzeugträger eingestellt ist, um ein Bohren in dem ersten Schritt desselben, keine Bearbeitung in dem zweiten Schritt desselben, Warten in dem dritten Schritt desselben, Grobschlichten des Außendurchmessers in dem vierten Schritt desselben, Warten in dem fünften Schritt desselben und keine Bearbeitung in dem sechsten und siebten Schritt desselben durchzuführen. Es wird angemerkt, dass die numerischen Werte von R/D in der Figur einen Wert des Spitzenradius in dem Fall eines Universal-

schneidewerkzeugs, den Werkzeugdurchmesser in dem Fall eines Bohrers oder eines Schaftfräsers und die Werkzeugbreite in dem Fall eines Auskehl- bzw. Einstechwerkzeugs (grooving tool) bedeutet.

[0063] Die NC-Programm-Erzeugungseinheit **7** erzeugt einen Werkzeugweg für jeden eingestellten Schritt basierend auf den Daten zur interaktiven Eingabe, die in der Eingabedaten-Speichereinheit **6** gespeichert sind, und den Informationen, die in der Datenbank **5** gespeichert sind, und stellt angemessene Schneidbedingungen für die eingestellten Werkzeugwege ein und erzeugt dann ein NC-Programm durch Umwandeln der erhaltenen Werkzeugwege und Schneidbedingungen in NC-Codes durch angemessenes Verarbeiten und speichert das erzeugte NC-Programm in der NC-Programm-Speichereinheit **8**. **Fig.** 3 zeigt ein NC-Programm, das durch die NC-Programm-Erzeugungseinheit **7** basierend auf den Daten zur interaktiven Eingabe, die in **Fig.** 2 gezeigt sind, und den Informationen, die in der Datenbank **5** gezeigt sind, erzeugt wird. N1 bis N7 sind Satz- bzw. Sequenznummern und entsprechen den Schritten in **Fig.** 2. Es wird angemerkt, dass jede Sequenz zwar einen einzelnen Block enthalten kann, aber dieselbe üblicherweise eine Vielzahl von Blöcken enthält.

[0064] Nach dieser ersten Erzeugungseinheit **2** wird folglich ein erwünschtes NC-Programm durch eine Bedienperson, die erforderliche Daten durch Bildschirme eingibt, die auf der Displayvorrichtung der Eingabe- und Ausgabevorrichtung **3** durch die Verarbeitung in der interaktiven Eingabeeinheit **4** angezeigt werden, automatisch erzeugt.

[0065] Andererseits ist die zweite Erzeugungseinheit **10** eine Verarbeitungseinheit, die das NC-Programm analysiert, das durch die erste Erzeugungseinheit **2** automatisch erzeugt wird, und eine Reihe von Blöcken, in denen eine Betätigungseinheit in einen Standbyzustand gebracht wird, spezifiziert (nachstehend wird die Reihe von Blöcken als Blockgruppe bezeichnet; jedoch enthält die Blockgruppe auch einen einzelnen Block) und einen Betriebscode zum Abstellen einer entsprechenden Leistungsquelle zu der Zeit der Ausführung der Blockgruppe in das NC-Programm einfügt und einen Betriebscode zum Neustarten der Leistungsquelle nach der Ausführung der Blockgruppe in das NC-Programm einfügt. Wie in **Fig.** 1 gezeigt, enthält die zweite Erzeugungseinheit **10** eine Speichereinheit **11** für Daten zur Spezifikation, eine Standbyzustand-Analyseeinheit **12** und eine Leistungs-Betriebscode-Einfügeeinheit **13**.

[0066] Die Speichereinheit **11** für Daten zur Spezifikation ist eine Verarbeitungseinheit, die in derselben Basisdaten zum Bestimmen bei der Verarbeitung in der Standbyzustand-Analyseeinheit **12**, die später detailliert beschrieben wird, in dem Fall, in dem eine Blockgruppe vorliegt, in der eine Betätigungseinheit in einen Standbyzustand gebracht wird, ob eine der Betätigungseinheit entsprechende Leistungsquelle durch Unterbrechen oder Beschränken einer an die Leistungsquelle angelegten Leistung zu der Zeit der Ausführung der Blockgruppe zu einem Stillstand gebracht werden kann, speichert. Insbesondere werden die Basisdaten, wie in **Fig.** 4 gezeigt, zuvor in derselben gespeichert.

[0067] Bei dem in **Fig.** 4 gezeigten Beispiel werden für die Leistungsquelle, die jeder Betätigungseinheit entspricht, und in dem Fall, in dem ein elektrisches Gerät zum Starten und Abstellen der Leistungsquelle vorhanden ist, das elektrische Gerät, Daten in Bezug auf eine „eingesparte Leistung pro Einheit", wenn dieselbe abgestellt wird, „zum Abstellen und Starten erforderte Leistung", eine „Grenzanzahl von Malen einer Operation La", eine „Lebensdauer Lt" und ein „Lebensdauerkoeffizient Lc" in der Speichereinheit **11** für Daten zur Spezifikation gespeichert. Es wird angemerkt, dass die „eingesparte Leistung pro Einheit" und die „zum Abstellen und Starten erforderte Leistung" theoretisch oder empirisch erhalten werden und die „Grenzanzahl von Malen einer Operation La" und die „Lebensdauer Lt" durch den Hersteller eingestellt werden. Ferner ist bei diesem Beispiel der „Lebensdauerkoeffizient Lc" Lc = La/Lt. Des Weiteren werden die Betätigungseinheiten, die Leistungsquellen und das elektrische Gerät, deren Daten gespeichert werden sollten, abhängig von der Konfiguration der Werkzeugmaschine, die zu betätigen ist, bestimmt.

[0068] Die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** führt die in **Fig.** 5 gezeigte Verarbeitung aus, um in dem Fall, in dem eine Blockgruppe vorliegt, in der eine Betätigungseinheit in einen Standbyzustand gebracht wird, zu bestimmen, ob eine der Betätigungseinheit entsprechende Leistungsquelle durch Unterbrechen oder Beschränken einer an die Leistungsquelle angelegten Leistung zu der Zeit der Ausführung der Blockgruppe zu einem Stillstand gebracht werden kann.

[0069] Insbesondere analysiert die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** ein durch die NC-Programm-Erzeugungseinheit **7** der ersten Erzeugungseinheit **2** erzeugtes NC-Programm, bestimmt, ob unter einer Vielzahl von Blöcken, die das NC-Programm bilden, eine Blockgruppe vorliegt, in der zumindest eine der Betätigungseinheiten in einen Standbyzustand gebracht wird, und extrahiert diese Standby-Blockgruppe.

[0070] Im Falle des in **Fig.** 3 gezeigten NC-Programms analysiert die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** beispielsweise ein erstes Werkzeugträgerprogramm und ein zweites Werkzeugträgerprogramm und bestimmt, ob eine Blockgruppe, in der der erste Werkzeugträger oder der zweite Werkzeugträger in einen Standbyzustand gebracht wird, vorliegt (Schritt S1).

[0071] Ein spezifisches Verfahren der Bestimmung wird unter Verwendung des in **Fig.** 3 gezeigten NC-Programms als Beispiel erläutert. In **Fig.** 3 sind N1 bis N7 Sequenznummern; ein Code M130 repräsentiert ein Programmende der Sequenz N1; ein Code M131 repräsentiert einen Synchronisations-M-Code zum Warten an einem Programmende M01 der Sequenz N2; ein Code M132 repräsentiert einen Synchronisations-M-Code zum Warten an einem Programmende M01 der Sequenz N4; ein Code M133 repräsentiert einen Synchronisations-M-Code zum Warten an einem Ende M01 der Sequenz N6; und ein Code M134 repräsentiert einen Synchronisations-M-Code zum Warten an einem Programmende M01 der Sequenz N7. Ferner sind ein Code M100 der Sequenz N3 und ein Code M101 der Sequenz N5 Codes zur Synchronisation zwischen dem ersten Werkzeugträger und dem zweiten Werkzeugträger. Nachdem sowohl das erste Werkzeugträgerprogramm als auch das zweite Werkzeugträgerprogramm den Code M100 ausführen, wird die nächste Sequenz ausgeführt; ähnlich wird, nachdem die beiden derselben den Code M101 ausführen, die nächste Sequenz ausgeführt.

[0072] Daher wird jedes Programm des ersten Werkzeugträgerprogramms und zweiten Werkzeugträgerprogramms vom Anfang desselben analysiert und eine Ausführungszeit aller Sequenzen, bis die Synchronisationscodes M100, M101 erfasst werden, berechnet und eine Ausführungszeit aller Sequenzen nach dem Synchronisationscode M101 berechnet. Ferner werden die Ausführungszeiten derselben miteinander verglichen, um zu bestimmen, ob eine Sequenz vorliegt, in der einer der Werkzeugträger nicht angetrieben wird. Es wird angemerkt, dass bei dem in **Fig.** 3 gezeigten Beispiel die Sequenz N1 des zweiten Werkzeugträgerprogramms während der Ausführung der Sequenz N1 des ersten Werkzeugträgerprogramms beendet wird. Daher wird der zweite Werkzeugträger in einer Blockgruppe, die der Sequenz N2 entspricht, in einen Standbyzustand gebracht.

[0073] Ferner sind die Sequenzen N6 und N7 des zweiten Werkzeugträgerprogramms keine Bearbeitungsschritte. Daher wird der zweite Werkzeugträger in einer Blockgruppe, die den Sequenzen N6 und N7 entspricht, in einen Standbyzustand gebracht. Folglich werden die Blockgruppen, in denen der zweite Werkzeugträger in einen Standbyzustand gebracht wird, bestimmt.

[0074] Als Nächstes schätzt die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** in Bezug auf die im Schritt S1 bestimmte Standby-Blockgruppe eine Leistung Pc, die eingespart wird, wenn eine Leistungsquelle, die der Betätigungseinheit entspricht, durch Unterbrechen oder Beschränken einer an die Leistungsquelle angelegten Leistung abgestellt wird, (Schritt S2). Beispielsweise werden bei dem in **Fig.** 3 gezeigten Beispiel, da der zweite Werkzeugträger in der Blockgruppe, die der Sequenz N2 entspricht, und der Blockgruppe, die den Sequenzen N6 und N7 entspricht, in einen Standbyzustand gebracht wird, eine Ausführungszeit der Sequenz N2 und eine Ausführungszeit der Sequenzen N6 und N7 des ersten Werkzeugträgerprogramms berechnet und die Daten in Bezug auf die „eingesparte Leistung pro Einheit", die in der Speichereinheit **11** für Daten zur Spezifikation gespeichert sind, mit allen Ausführungszeiten multipliziert, wobei dadurch die „eingesparte Leistung Pc", wenn die Vorschubmotoren **45**, **46** des zweiten Werkzeugträgers bei der Sequenz N2 abgestellt werden, und die „eingesparte Leistung Pc", wenn dieselben bei den Sequenzen N6 und N7 abgestellt werden, berechnet werden.

[0075] Anschließend schätzt die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** eine „Leistung P2", die zum Neustarten der Vorschubmotoren **45**, **46** nach dem Abstellen derselben erfordert wird, in Bezug auf die Daten bezüglich der Leistung, die zum Abstellen und Neustart erfordert wird, die in der Speichereinheit **11** für Daten zur Spezifikation gespeichert sind, (Schritt S3) und bestimmt dann, ob eine Standby-Blockgruppe vorliegt, in der die „eingesparte Leistung Pc" größer als die „Leistung zum Neustart Ps" ist, (Schritt S4). In dem Fall, in dem eine Blockgruppe vorliegt, in der die „eingesparte Leistung Pc" größer als die „Leistung zum Neustart Ps" ist, führt die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** den Schritt S5 aus, während in dem Fall, in dem eine Blockgruppe nicht vorliegt, in der die „eingesparte Leistung Pc" größer als die „Leistung zum Neustart Ps" ist, die Verarbeitung beendet wird. Es wird angemerkt, dass bei dem in **Fig.** 3 gezeigten Beispiel sowohl die „eingesparte Leistung Pc", wenn die Vorschubmotoren **45**, **46** des zweiten Werkzeugträgers bei der Sequenz N2 abgestellt werden, als auch die „eingesparte Leistung Pc", wenn dieselben bei den Sequenzen N6 und N7 abgestellt werden, größer als die „Leistung zum Neustart P2" der Vorschubmotoren **45**, **46** sind.

[0076] In dem Schritt S5 schätzt die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** einen „Operationskoeffizienten Ac" von jeweils der Leistungsquelle und dem elektrischen Gerät, wenn die entsprechende Betätigungseinheit bei der Blockgruppe abgestellt wird, in der die „eingesparte Leistung Pc" größer als die „Leistung zum Neustart Ps" ist. Dieser „Operationskoeffizient Ac" ist das Verhältnis „der Anzahl von Malen einer Operation Aa" der Leistungsquelle oder des elektrischen Geräts, wenn das gesamte NC-Programm ausgeführt wird, zu einer „Bearbeitungszeit At", die beim Verwenden des NC-Programms benötigt wird; wobei derselbe Ac = Aa/At bei dieser Ausführungsform ist.

[0077] Als Nächstes vergleicht die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** den „Operationskoeffizienten Ac" von jeweils der Leistungsquelle und dem elektrischen

Gerät, die im Schritt S5 geschätzt werden, mit dem entsprechenden „Lebensdauerkoeffizienten Lc", der in der Speichereinheit **11** für Daten zur Spezifikation gespeichert ist. In dem Fall, in dem der „Operationskoeffizient Ac" kleiner als der „Lebensdauerkoeffizient Lc" in Bezug auf jeweils die Leistungsquelle und das elektrische Gerät ist, spezifiziert die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** die bestimmte Standby-Blockgruppe als eine beendbare bzw. abstellbare (stoppable) Blockgruppe und überträgt Informationen über die Blockgruppe zu der Leistungs-Betriebscode-Einfügeeinheit **13** und beendet dann die Verarbeitung (Schritt S6).

[0078] Bei dem obigen Beispiel wird beispielsweise, wenn angenommen wird, dass die Vorschubmotoren **45**, **46** des zweiten Werkzeugträgers bei der Sequenz N2 und bei den Sequenzen N6 und N7 abgestellt werden, der „Operationskoeffizient Ac" für jeden Vorschubmotor **45**, **46** berechnet und die berechneten „Operationskoeffizienten Ac" jeweils mit den „Lebensdauerkoeffizienten Lc" der Vorschubmotoren **45**, **46** verglichen, die in der Speichereinheit **11** für Daten zur Spezifikation gespeichert sind, und in dem Fall, in dem beide derselben Ac < Lc erfüllen, werden die Sequenz N2 und die Sequenzen N6 und N7 als abstellbare Blockgruppen spezifiziert und Informationen über die Blockgruppen zu der Leistungs-Betriebscode-Einfügeeinheit **13** übertragen. Es wird angemerkt, dass bei dem obigen Beispiel beide Vorschubmotoren **45**, **46** Ac < Lc erfüllen.

[0079] Andererseits begibt sich die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** in dem Fall, in dem im Schritt S6 der „Operationskoeffizient Ac" nicht kleiner als der „Lebensdauerkoeffizient Lc" für jeweils die Leistungsquelle und das elektrische Gerät ist, zum Schritt S8 und bestimmt, ob eine Vielzahl von Blockgruppen vorhanden ist, in denen die gleiche Leistungsquelle oder das gleiche elektrische Gerät in einen Standbyzustand gebracht wird, (Schritt S8). In dem Fall, in dem eine Vielzahl solcher Blockgruppen vorhanden ist, werden die Blockgruppen als abstellbare Blockgruppen in der Reihenfolge von der Blockgruppe mit der längsten Standbyzeit (Stillstandzeit) innerhalb des Bereiches von Ac < Lc spezifiziert und diese zu der Leistungs-Betriebscode-Einfügeeinheit **13** übertragen und dann wird die Verarbeitung beendet (Schritt S9). In dem Fall, in dem im Schritt S8 bestimmt wird, dass keine Vielzahl von Blockgruppen vorhanden ist, in der die gleiche Leistungsquelle oder das gleiche elektrische Gerät in einen Standbyzustand gebracht werden kann, wird andererseits die Verarbeitung dort beendet.

[0080] Beispielsweise berechnet die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** bei dem obigen Beispiel in dem Fall, in dem die Vorschubmotoren **45**, **46** Ac < Lc nicht erfüllen, da es zwei Blockgruppen gibt, in denen dieselben in einen Standbyzustand gebracht werden: die Sequenz N2 und die Sequenzen N6 und N7, wenn die Standbyzeit der Sequenzen N6 und N7 länger als die Standbyzeit der Sequenz N2 ist, den „Operationskoeffizienten Ac" in dem Fall, in dem die Vorschubmotoren **45**, **46** bei den Sequenzen N6 und N7 abgestellt werden. In dem Fall, in dem der berechnete „Operationskoeffizient Ac" Ac < Lc erfüllt, spezifiziert die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** die Sequenzen N6 und N7 als abstellbare Blockgruppen und überträgt Informationen über die Blockgruppe zu der Leistungs-Betriebscode-Einfügeeinheit **13**. Andererseits wird die Verarbeitung in dem Fall, in dem keine Standby-Blockgruppe vorhanden ist, die Ac < Lc erfüllt, beendet.

[0081] Auf die oben beschriebene Weise bestimmt die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** in dem Fall, in dem eine Blockgruppe vorliegt, in der eine Betätigungseinheit in einen Standbyzustand gebracht wird, ob eine Leistungsquelle, die der Betätigungseinheit entspricht, durch Unterbrechen oder Beschränken einer an die Leistungsquelle angelegten Leistung zu der Zeit der Ausführung der Blockgruppe zu einem Stillstand gebracht werden kann, und überträgt Informationen in Bezug auf eine spezifizierte Blockgruppe zu der Leistungs-Betriebscode-Einfügeeinheit **13**.

[0082] In dem Fall, in dem eine Blockgruppe, bei der eine Leistungsquelle abgestellt werden kann, durch die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** spezifiziert wird, fügt die Leistungs-Betriebscode-Einfügeeinheit **13** einen Betriebscode zum Abstellen der entsprechenden Leistungsquelle zu der Zeit der Ausführung der Blockgruppe in das NC-Programm ein und fügt einen Betriebscode zum Neustarten der Leistungsquelle nach der Ausführung der Blockgruppe in das NC-Programm ein.

[0083] Beispielsweise fügt die Leistungs-Betriebscode-Einfügeeinheit **13** bei dem obigen Beispiel in dem Fall, in dem in Bezug auf die Sequenz N2 und die Sequenzen N6 und N7 Informationen, dass die Vorschubmotoren **45**, **46** abgestellt werden können, von der Standbyzustand-Analyseeinheit **12** übertragen werden, wie in **Fig.** 6 gezeigt, einen Stillstand- bzw. Stopp-Code M774 vor dem Synchronisations-M-Code M130 der Sequenz N1 des zweiten Werkzeugträgerprogramms ein, fügt einen Start-Code M773 nach dem Synchronisations-M-Code M131 der Sequenz N2 ein und fügt einen Stopp-Code M774 vor dem Synchronisations-M-Code M132 der Sequenz N4 ein. Es wird angemerkt, dass, da das Programm bei der Sequenz 7 beendet wird, kein Start-Code M773 nach dem Synchronisations-M-Code M134 der Sequenz N7 eingefügt wird. Stattdessen wird ein Start-Code M773 am Anfang der Sequenz N1 eingefügt. Obwohl keine Standby-Blockgruppe in dem ersten Werkzeugträgerprogramm vorliegt, wird ferner ein Start-Code M773 am Anfang der Sequenz N1 desselben zum Sicherstellen eingefügt.

[0084] Folglich wird nach der zweiten Erzeugungseinheit **10** dieser Ausführungsform ein NC-Programm, das durch die erste Erzeugungseinheit **2** erzeugt wird, durch die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** analysiert und bestimmt, ob unter einer Vielzahl von Blöcken, die das NC-Programm bilden, eine Blockgruppe vorliegt, in der zumindest eine der Betätigungseinheiten in einen Standbyzustand gebracht wird. In dem Fall, in dem solch eine Blockgruppe vorliegt, wird bestimmt, ob eine Leistungsquelle, die der Betätigungseinheit entspricht, durch Unterbrechen oder Beschränken einer an die Leistungsquelle angelegten Leistung zu der Zeit der Ausführung der Blockgruppe zu einem Stillstand gebracht werden kann, und basierend auf dem Ergebnis dieser Bestimmung eine Blockgruppe spezifiziert, bei der die Leistungsquelle abgestellt werden kann.

[0085] In dem Fall, in dem eine Blockgruppe, bei der die Leistungsquelle abgestellt werden kann, durch die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** spezifiziert wird, fügt anschließend ferner die Leistungs-Betriebscode-Einfügeeinheit **13** einen Betriebscode zum Abstellen der entsprechenden Leistungsquelle zu der Zeit der Ausführung des Blocks in das NC-Programm ein und fügt einen Betriebscode zum Neustarten der Leistungsquelle nach der Ausführung des Blocks in das NC-Programm ein.

[0086] Wenn eine Bearbeitung durch die Werkzeugmaschine **30** unter Verwendung des folglich erzeugten NC-Programms durchgeführt wird, wird folglich zu der Zeit der Ausführung der Blockgruppe, in der die Betätigungseinheit in einen Standbyzustand gebracht wird, der Betriebscode zum Abstellen der Leistungsquelle, die der Betätigungseinheit entspricht, ausgeführt und dadurch die Leistungsquelle zu einem Stillstand gebracht und nach der Ausführung des Blocks der Betriebscode zum Neustarten der Leistungsquelle ausgeführt und dadurch die Leistungsquelle neu gestartet.

[0087] Nach einem NC-Programm, das durch die zweite Erzeugungseinheit **10** nach dieser Ausführungsform erzeugt wird, ist es folglich möglich, einen unnötigen Leistungsverbrauch zu verringern und mehr Leistung gegenüber der herkömmlichen Technik einzusparen, da in dem Fall, in dem eine Betätigungseinheit in einen Standbyzustand gebracht wird, eine Stromzufuhr zu einer Leistungsquelle, die der Betätigungseinheit entspricht, unterbrochen oder beschränkt wird.

[0088] Ferner ist die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** zum Schätzen der „eingesparten Leistung Pc", die eingespart wird, wenn die Leistungsquelle, die der in einen Standbyzustand zu bringenden Betätigungseinheit entspricht, abgestellt wird, und Vergleichen der geschätzten „eingesparten Leistung Pc" mit der „Leistung Ps", die geschätzt wird, zum Neustarten der Leistungsquelle erfordert zu werden, und, wenn die „geschätzte eingesparte Leistung Pc" größer als die „geschätzte Leistung zum Neustart Ps" ist, Bestimmen, dass die Leistungsquelle abgestellt werden kann, konfiguriert und daher ist es möglich, Leistung sicher einzusparen. Das heißt, in dem Fall, in dem die Standbyzeit der Betätigungseinheit kurz ist, kann selbst dann, wenn die entsprechende Leistungsquelle abgestellt wird, nicht erwartet werden, dass eine große Leistungsmenge verringert werden kann. Im Gegenteil kann die beim Neustarten der Leistungsquelle erforderte Leistung größer als die verringerte Leistung sein und in solch einem Fall wird eine größere Leistungsmenge im Vergleich zu dem Fall verbraucht, in dem die Leistungsquelle nicht abgestellt wird, was dazu führt „das Pferd von hinten aufzuzäumen". Nach der obigen Konfiguration ist es möglich, die Leistungsquelle abzustellen, wenn die geschätzte eingesparte Leistung größer als die geschätzte Leistung zum Neustart ist, und daher ist es möglich, Leistung sicher einzusparen.

[0089] Ferner ist die Standbyzustand-Analyseeinheit **12** zum Schätzen des „Operationskoeffizienten Ac" für die Leistungsquelle, die der in einen Standbyzustand zu bringenden Betätigungseinheit entspricht, und für das elektrische Gerät zum Neustarten und Abstellen der Leistungsquelle und zum Vergleichen des geschätzten „Operationskoeffizienten Ac" mit dem „Lebensdauerkoeffizienten Lc" der Leistungsquelle konfiguriert, um zu bestimmen, ob die entsprechende Leistungsquelle abgestellt werden kann. Selbst wenn die Leistungsquelle in einem Standbyzustand abgestellt und dann neu gestartet wird, können daher die Leistungsquelle und das elektrische Gerät so lange wie möglich innerhalb der jeweiligen „Lebensdauern Lt" derselben verwendet werden.

[0090] Üblicherweise sind eine empfohlene „Grenzanzahl von Malen einer Operation La" und „Lebensdauer Lt" für eine Leistungsquelle und ein elektrisches Gerät festgelegt. Wenn das Starten und Abstellen der Leistungsquelle zu häufig wiederholt werden, erreicht daher die Anzahl von Malen einer Operation die „Grenzanzahl von Malen einer Operation La" in einer Zeit, die wesentlich kürzer als die „Lebensdauer Lt" ist, was einen Nachteil einschließt, dass die Leistungsquelle und das elektrische Gerät ausgetauscht werden müssen. Viele der Leistungsquellen der Betätigungseinheiten, wie beispielsweise der oben erwähnte Servomotor und Spindelmotor, sind kostspielig. Selbst wenn Leistung eingespart werden kann, wird daher der Kostenverringerungseffekt aufgehoben werden oder sehr gering sein, wenn die Lebensdauern der Leistungsquellen verkürzt werden. Obwohl das elektrische Gerät, wie beispielsweise ein Magnetschalter und ein Relais, nicht so kostspielig wie der oben erwähnte Servomotor und Spindelmotor ist, werden, wenn die Lebensdauer dessel-

ben verkürzt wird, die Bearbeitungskosten entsprechend der Kosten für dasselbe erhöht werden.

[0091] Nach dem oben beschriebenen Bestimmungsverfahren ist es selbst dann, wenn die Operation zum Abstellen der Leistungsquelle in dem Standbyzustand durchgeführt wird, möglich, die Leistungsquelle und das elektrische Gerät so lange wie möglich innerhalb der jeweiligen „Lebensdauern Lt" derselben zu verwenden und daher kann Leistung ohne Zunahme der Kosten, die durch die Lebensdauern der Leistungsquelle und des elektrischen Gerätes verursacht wird, eingespart werden.

[0092] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wurde oben beschrieben. Jedoch ist ein Modus, der in der vorliegenden Erfindung aufgenommen werden kann, nicht darauf beschränkt.

[0093] Beispielsweise wird bei der obigen Ausführungsform für ein Programm, in dem zwei Werkzeugträger gleichzeitig angetrieben werden, bestimmt, ob einer derselben in einen Standbyzustand gebracht ist, und in dem Fall, in dem einer derselben abgestellt werden kann, eine entsprechende Leistungsquelle abgestellt. Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung jedoch nicht darauf beschränkt und eine Leistungsquelle einer anderen Betätigungseinheit, die in einen Standbyzustand zu bringen ist, kann abgestellt werden. Neben den Werkzeugträgern können beispielsweise eine Spindel und eine Kühlmittelpumpe als eine andere Betätigungseinheit der Werkzeugmaschine erwähnt werden und ein Spindelmotor und ein Pumpenmotor entsprechen einer Leistungsquelle der Spindel bzw. einer Leistungsquelle der Kühlmittelpumpe.

[0094] Bei der obigen Ausführungsform ist der „Operationskoeffizient Ac" der Leistungsquelle und des elektrischen Gerätes ferner als Ac = Aa/At und der „Lebensdauerkoeffizient Lc" als Lc = La/Lt definiert. Jedoch kann der „Operationskoeffizient Ac" als Ac = At/Aa und der „Lebensdauerkoeffizient Lc" als Lc = Lt/La definiert sein. In diesem Fall bestimmt die Standbyzustand-Analyseeinheit **12**, wenn der Wert des „Operationskoeffizienten Ac" größer als der Wert des „Lebensdauerkoeffizienten Lc" ist, dass die Leistungsquelle abgestellt werden kann. Wenn so konfiguriert, kann der gleiche Effekt wie der der obigen Ausführungsform erzielt werden.

[0095] Bei der obigen Ausführungsform werden ferner ein Vergleich zwischen der „eingesparten Leistung Pc" und der „Leistung zum Neustart Ps" der Leistungsquelle und des Gerätes und ein Vergleich zwischen dem „Operationskoeffizienten Ac" und dem „Lebensdauerkoeffizienten Lc" der Leistungsquelle und des elektrischen Geräts durchgeführt, um zu bestimmen, ob die Leistungsquelle abgestellt werden kann. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt und, wie in **Fig.** 8 gezeigt, kann nur ein Vergleich zwischen der „eingesparten Leistung Pc" und der „Leistung zum Neustart Ps" der Leistungsquelle und des Geräts durchgeführt werden, um zu bestimmen, ob die Leistungsquelle abgestellt werden kann. Wie in **Fig.** 9 gezeigt, kann alternativ nur ein Vergleich zwischen dem „Operationskoeffizienten Ac" und dem „Lebensdauerkoeffizienten Lc" der Leistungsquelle und des elektrischen Geräts durchgeführt werden, um zu bestimmen, ob die Leistungsquelle abgestellt werden kann. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitungsschritte, die in den **Fig.** 8 und **Fig.** 9 gezeigt sind, den in **Fig.** 5 gezeigten Verarbeitungsschritten ähneln und daher werden die gleichen Verarbeitungsschritte durch die gleichen Bezugszeichen angegeben.

[0096] In dem Fall, in dem ein Vergleich zwischen dem „Operationskoeffizienten Ac" und dem „Lebensdauerkoeffizienten Lc" durchgeführt wird, um zu bestimmen, ob die Leistungsquelle abgestellt werden kann, kann diese Bestimmung ferner nur in Bezug auf die Leistungsquelle durchgeführt werden. Wie oben beschrieben wurde, ist das elektrische Gerät im Vergleich zu der Leistungsquelle relativ kostengünstig. Wenn dem Vermeiden der Komplexität der Verarbeitung Bedeutung beigemessen wird, besteht daher ein möglicher Fall, in dem das elektrische Gerät nicht unbedingt strikt gemanagt wird.

[0097] Bei der obigen Ausführungsform ist die zweite Erzeugungseinheit **10** ferner konfiguriert, um die Verarbeitung in Bezug auf das durch die NC-Programm-Erzeugungseinheit **7** der ersten Erzeugungseinheit **2** erzeugte NC-Programm durchzuführen. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt und die zweite Erzeugungseinheit **10** kann zum Durchführen der Verarbeitung in Bezug auf ein NC-Programm konfiguriert sein, das in der NC-Programm-Speichereinheit **8** der ersten Erzeugungseinheit **2** gespeichert ist, wie in **Fig.** 10 gezeigt. Alternativ kann die zweite Erzeugungseinheit **10**, wie in **Fig.** 11 gezeigt, zum Durchführen der Verarbeitung in Bezug auf ein NC-Programm konfiguriert sein, das durch eine NC-Programm-Erzeugungseinheit **16** eines anderen Gerätes **15** zum Erzeugen eines NC-Programms erzeugt wird, das kein interaktives Gerät ist, und dann in einer NC-Programm-Speichereinheit **17** des Geräts **15** zum Erzeugen eines NC-Programms gespeichert werden. Wie in **Fig.** 12 gezeigt, kann die zweite Erzeugungseinheit **10** alternativ zum Durchführen der Verarbeitung in Bezug auf ein NC-Programm konfiguriert sein, das in einer NC-Programm-Speichereinheit **21** der Steuerung **20** gespeichert ist. Es wird angemerkt, dass die Bezugsnummer **12** in **Fig.** 12 eine Steuereinheit angibt.

Bezugszeichenliste

1	Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms
2	Erste Erzeugungseinheit (Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms)
3	Eingabe- und Ausgabevorrichtung
4	Interaktive Eingabeeinheit
5	Datenbank
6	Eingabedaten-Speichereinheit
7	NC-Programm-Erzeugungseinheit
8	NC-Programm-Speichereinheit
10	Zweite Erzeugungseinheit (Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms)
11	Speichereinheit für Daten zur Spezifikation
12	Standbyzustand-Analyseeinheit
13	Leistungs-Betriebscode-Einfügeeinheit
20	Steuerung
30	Werkzeugmaschine
34	Erste Spindel
36	Zweite Spindel
42	Werkzeugträger (Zweiter Werkzeugträger)
43	Revolverkopf
56	Werkzeugspindelkasten (Erster Werkzeugträger)
57	Werkzeugspindel
39, 45, 46, 53, 55, 60	Vorschubmotor

Patentansprüche

1. Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms, das eine Leistungseinsparung berücksichtigt und für eine NC-Werkzeugmaschine mit einer Vielzahl von Betätigungseinheiten, die jeweils eine Leistungsquelle aufweisen, ein NC-Programm zum Steuern der Betätigungseinheiten erzeugt, aufweisend:
eine Standbyzustand-Analyseeinheit, die mit einem anderen Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms oder einer NC-Programm-Speichereinheit verbunden ist, die in derselben ein bereits erzeugtes NC-Programm speichert, und die ein NC-Programm, das durch das andere Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms erzeugt wird, oder das NC-Programm, das in der NC-Programm-Speichereinheit gespeichert ist, analysiert, um zu bestimmen, ob unter einer Vielzahl von Blöcken, die das NC-Programm bilden, ein Block vorliegt, in dem zumindest eine der Betätigungseinheiten in einen Standbyzustand gebracht wird, und, wenn ein Block vorliegt, in dem zumindest eine der Betätigungseinheiten in einen Standbyzustand gebracht wird, bestimmt, ob eine der Betätigungseinheit entsprechende Leistungsquelle durch Unterbrechen oder Beschränken einer an die Leistungsquelle angelegten Leistung zu einer Zeit der Ausführung des Blocks abgestellt werden kann, und dadurch einen Block spezifiziert, bei dem die Leistungsquelle abgestellt werden kann; und
eine Leistungs-Betriebscode-Einfügeeinheit, die, wenn ein Block, bei dem die Leistungsquelle abgestellt werden kann, durch die Standbyzustand-Analyseeinheit spezifiziert wird, einen Betriebscode zum Abstellen der Leistungsquelle zu einer Zeit der Ausführung des Blocks in das NC-Programm einfügt und einen Betriebscode zum Neustarten der Leistungsquelle nach der Ausführung des Blocks in das NC-Programm einfügt.

2. Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms, das eine Leistungseinsparung berücksichtigt, nach Anspruch 1, wobei die Standbyzustand-Analyseeinheit zum Schätzen einer Leistung, die eingespart wird, wenn die Leistungsquelle abgestellt wird, die der in einen Standbyzustand zu bringenden Betätigungseinheit entspricht, Vergleichen der geschätzten eingesparten Leistung mit einer Leistung, die geschätzt wird, zum Neustart der Leistungsquelle erfordert zu werden, und, wenn die geschätzte eingesparte Leistung größer als die geschätzte Leistung zum Neustart ist, Bestimmen, dass die Leistungsquelle abgestellt werden kann, konfiguriert ist.

3. Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms, das eine Leistungseinsparung berücksichtigt, nach Anspruch 1, wobei die Standbyzustand-Analyseeinheit konfiguriert ist, um in Bezug auf die Leistungsquelle, die der in einen Standbyzustand zu bringenden Betätigungseinheit entspricht, einen Operationskoeffizienten Ac zu schätzen, der ein Verhältnis einer Anzahl von Malen einer Operation Aa während der Bearbeitung unter Verwendung des NC-Programms, wenn die Leistungsquelle während des Standbyzustands abgestellt und neu gestartet wird, zu einer Bearbeitungszeit At ist, die beim Verwenden des NC-Programms benötigt wird, und den geschätzten Operationskoeffizienten Ac mit einem Lebensdauerkoeffizienten Lc zu vergleichen, der ein Verhältnis einer Grenzanzahl von Malen einer Operation La zu einer Lebensdauer Lt ist, die für die Leistungsquelle festgelegt ist, und dadurch bestimmt, ob die entsprechende Leistungsquelle abgestellt werden kann.

4. Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms, das eine Leistungseinsparung berücksichtigt, nach Anspruch 1, wobei die Standbyzustand-Analyseeinheit zu Folgendem konfiguriert ist:

Schätzen einer Leistung, die eingespart wird, wenn die Leistungsquelle, die der in einen Standbyzustand zu bringenden Betätigungseinheit entspricht, abgestellt wird, und

Vergleichen der geschätzten eingesparten Leistung mit einer Leistung die geschätzt wird, zum Neustart der Leistungsquelle erfordert zu werden; Schätzen eines Operationskoeffizienten Ac in Bezug auf die Leistungsquelle, der ein Verhältnis einer Anzahl von Malen einer Operation Aa während einer Bearbeitung unter Verwendung des NC-Programms, wenn die Leistungsquelle während des Standbyzustands abgestellt und neu gestartet wird, zu einer Bearbeitungszeit At ist, die beim Verwenden des NC-Programms benötigt wird, und Vergleichen des geschätzten Operationskoeffizienten Ac mit einem Lebensdauerkoeffizienten Lc, der ein Verhältnis einer Grenzanzahl von Malen einer Operation La zu einer Lebensdauer Lt ist, die für die Leistungsquelle festgelegt ist; und, wenn die geschätzte eingesparte Leistung größer als die geschätzte Leistung zum Neustart ist und basierend auf dem Vergleich des Operationskoeffizienten Ac mit dem Lebensdauerkoeffizienten Lc bestimmt wird, dass die Leistungsquelle abgestellt werden kann, Bestimmen, dass die Leistungsquelle abgestellt werden kann.

5. Gerät zum Erzeugen eines NC-Programms, das eine Leistungseinsparung berücksichtigt, nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Standbyzustand-Analyseeinheit konfiguriert ist, um, wenn ein elektrisches Gerät zum Starten und Abstellen der Leistungsquelle vorhanden ist, ferner den Operationskoeffizienten Ac in Bezug auf das elektrische Gerät zu schätzen und unter Berücksichtigung des Vergleichs des geschätzten Operationskoeffizienten Ac mit einem Lebensdauerkoeffizienten Lc, der für das elektrische Gerät festgelegt ist, zu bestimmen, ob die entsprechende Leistungsquelle abgestellt werden kann.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

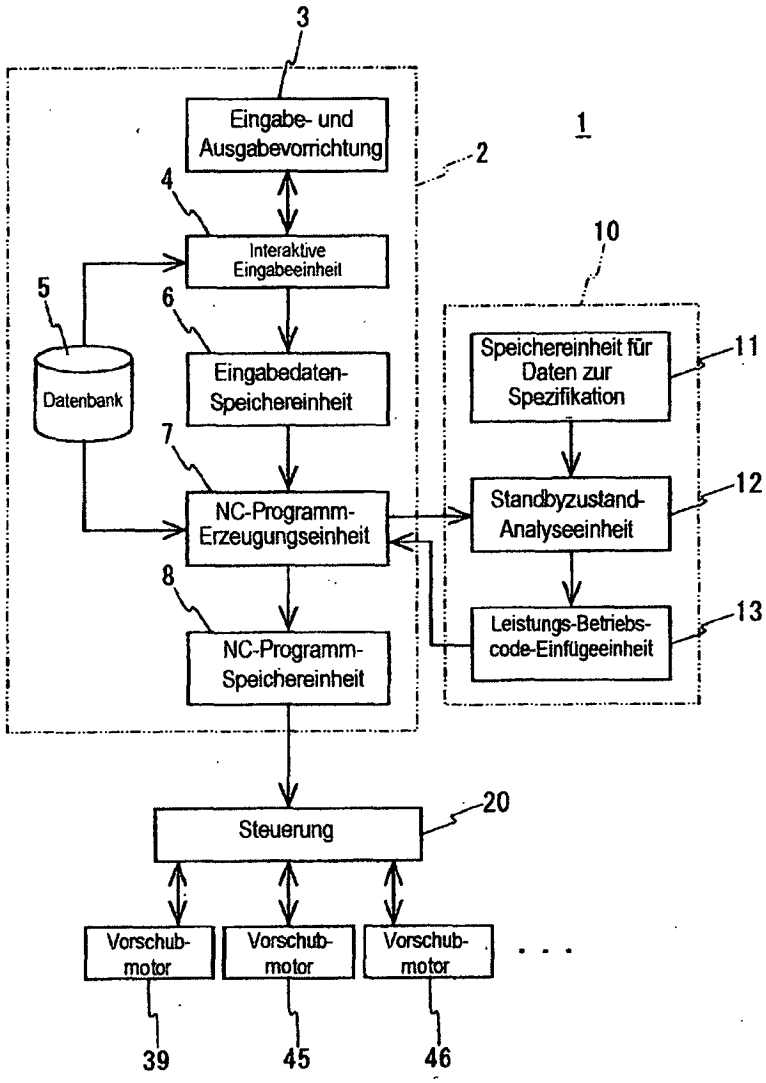


FIG. 2

Schritt	Erster Werkzeugträger					Zweiter Werkzeugträger				
	Schrittname	Werkzeugname	Vorbearbeiten/Endbearbeiten	T-Code	R/D	Schrittname	Werkzeugname	Vorbearbeiten/Endbearbeiten	T-Code	R/D
1	Auskehlen	Schafttäser	Vorbearbeiten	1111	3,000	Bohren	Zentrierbohrer		1111	
2	Auskehlen	Schafttäser	Vorbearbeiten	1111	3,000					
3	Warten	M100P12				Warten	M100P12			
4	Bohren	Bohrer		0707	8,600	Außendurchmesser-Bearbeitung	Universal-Außendurchmesser	Grobschlichten	0202	0,800
5	Warten	M101P12				Warten	M101P12			
6	Außendurchmesser-Bearbeitung	Universal-Außendurchmesser	Grobschlichten	0202	0,800					
7	Nut-Außendurchmesser-Bearbeitung	Nut-Außendurchmesser	Grobschlichten	0606	6,000					

FIG. 3

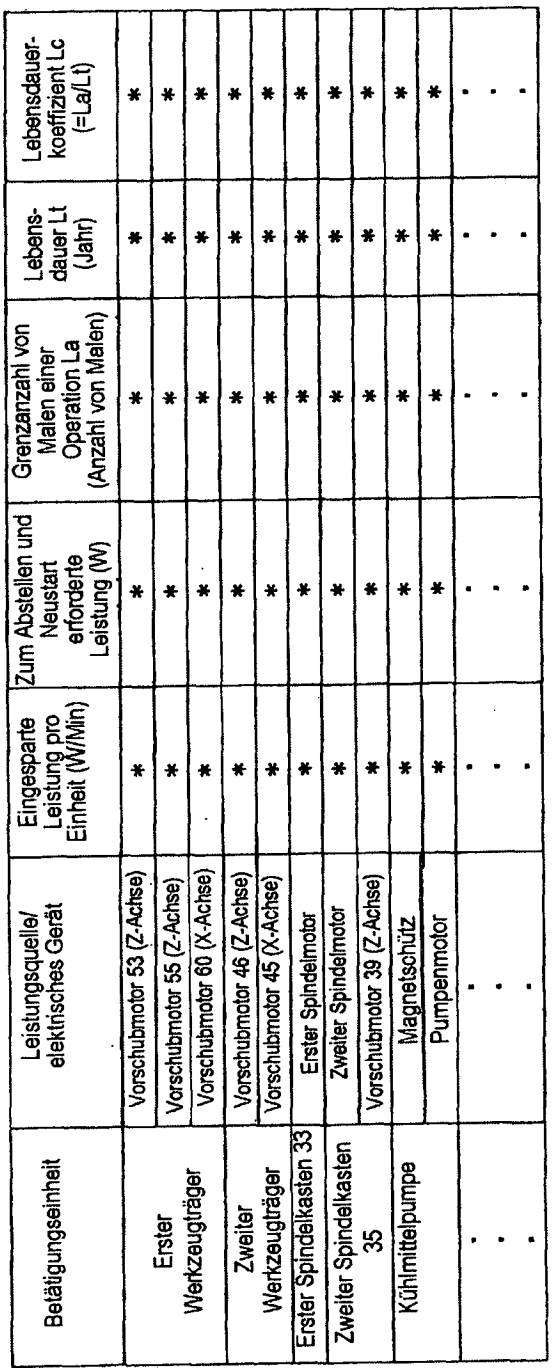
Erstes Werkzeugträgerprogramm

```
O19
N1 (SCHAFTFRÄSER)
G0T1111
G97S3180M13
G0Z6.
.
.
M130
M01

N2 (SCHAFTFRÄSER)
G97S3180M13
G0Z6.
.
.
M131
M01

N3
M100

N4 (BOHRER, 8. 600, T0707 , H19)
G0T0707
G97S860M13
G0Z5.
.
.
M132
M01

N5
M101

N6 (AUßENDURCHMESSER, GROBSCHLICHTEN)
G0T0202
G96S200M3
G0Z3.
.
.
M133
M01

N7 (AUSKEHLEN, GROBSCHLICHTEN)
G0T0606
G97S99M3
G0Z3.
.
.
M134
M01
```

Zweites Werkzeugträgerprogramm

```
O19
N1 (ZENTRIERBOHRER)
G0T1111
G97S200M13
G0Z5.
.
.
M130
M01

N2
M131
M01

N3
M100

N4 (AUßENDURCHMESSER, GROBSCHLICHTEN)
G0T0202
G96S200M3
G0X104. Z3.
.
.
M132
M01

N5
M101

N6
M133
M01

N7
M134
M01
```

FIG. 4



Betätigungseinheit	Leistungsquelle/ elektrisches Gerät	Eingesparte Leistung pro Einheit (W/Min)	Zum Abstellen und Neustart erforderte Leistung (W)	Grenzanzahl von Malen einer Operation La (Anzahl von Malen)	Lebens-dauer Lt (Jahr)	Lebensdauer-koeffizient Lc (=La/Lt)
Erster Werkzeugträger	Vorschubmotor 53 (Z-Achse)	*	*	*	*	*
	Vorschubmotor 55 (Z-Achse)	*	*	*	*	*
	Vorschubmotor 60 (X-Achse)	*	*	*	*	*
Zweiter Werkzeugträger	Vorschubmotor 46 (Z-Achse)	*	*	*	*	*
	Vorschubmotor 45 (X-Achse)	*	*	*	*	*
Erster Spindelkasten 33	Erster Spindelmotor	*	*	*	*	*
Zweiter Spindelkasten 35	Zweiter Spindelmotor	*	*	*	*	*
	Vorschubmotor 39 (Z-Achse)	*	*	*	*	*
Kühlmittelpumpe	Magnetschütz	*	*	*	*	*
	Pumpenmotor	*	*	*	*	*
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .

FIG. 5

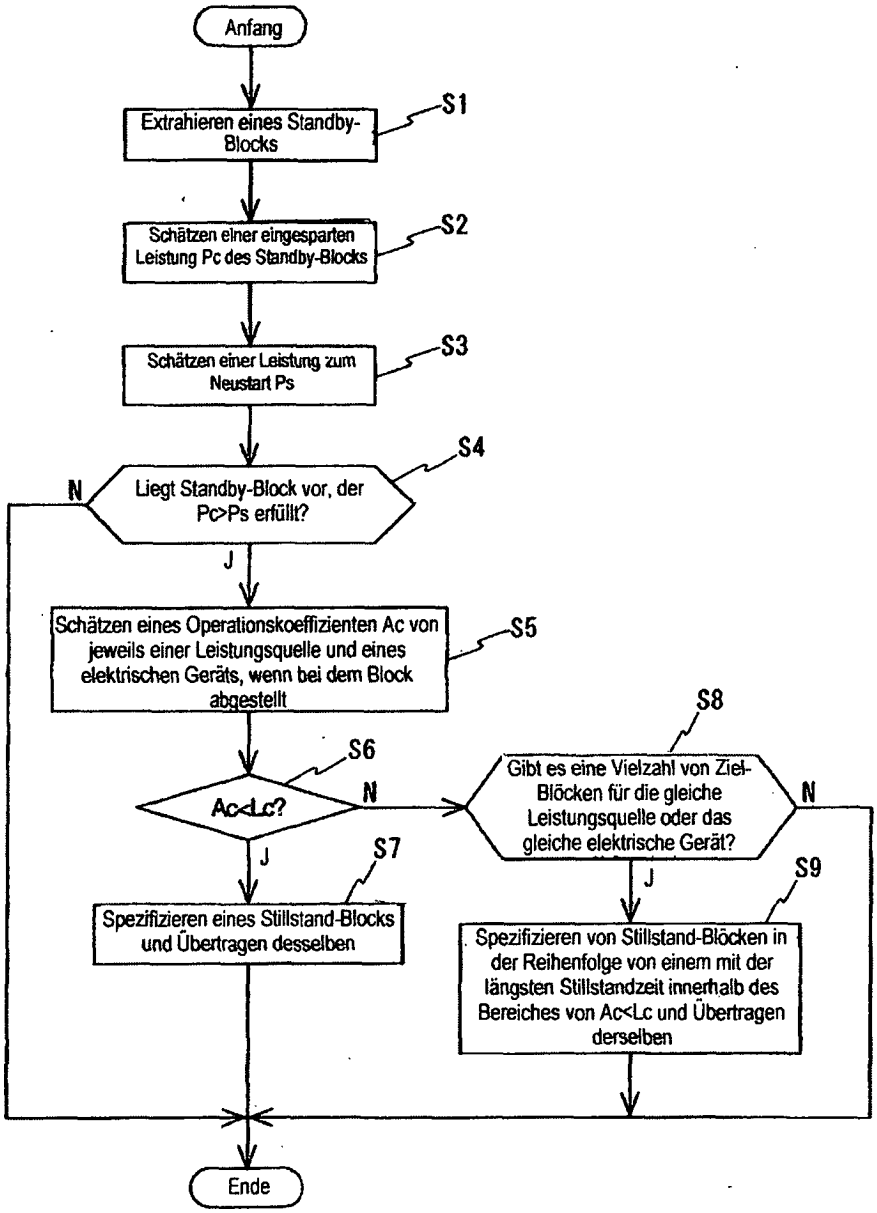

Anfang
Extrahieren eines Standby-Blocks
S1
Schätzen einer eingesparten Leistung Pc des Standby-Blocks
S2
Schätzen einer Leistung zum Neustart Ps
S3
Liegt Standby-Block vor, der Pc>Ps erfüllt?
S4
N
J
Schätzen eines Operationskoeffizienten Ac von jeweils einer Leistungsquelle und eines elektrischen Geräts, wenn bei dem Block abgestellt
S5
Ac<Lc?
S6
N
J
Gibt es eine Vielzahl von Ziel-Blöcken für die gleiche Leistungsquelle oder das gleiche elektrische Gerät?
S8
N
J
Spezifizieren eines Stillstand-Blocks und Übertragen desselben
S7
Spezifizieren von Stillstand-Blöcken in der Reihenfolge von einem mit der längsten Stillstandzeit innerhalb des Bereiches von Ac<Lc und Übertragen derselben
S9
Ende

FIG. 6

Erstes Werkzeugträgerprogramm

```
O19
N1 (SCHAFTFRÄSER)
M773
GOTT111
G97S3180M13
G0Z6.
.
.
M130
M01

N2 (SCHAFTFRÄSER)
G97S3180M13
G0Z6.
.
.
M131
M01

N3
M100

N4 (BOHRER, 8. 600, T0707 , H19)
G0T0707
G97S860M13
G0Z5.
.
.
M132
M01

N5
M101

N6 (AUßENDURCHMESSER, GROBSCHLICHTEN)
G0T0202
G96S200M3
G0Z3.
.
.
M133
M01

N7 (AUSKEHLEN, GROBSCHLICHTEN)
G0T0606
G97S99M3
G0Z3.
.
.
M134
M01
```

Zweites Werkzeugträgerprogramm

```
O19
N1 (ZENTRIERBOHRER)
M773
GOTT111
G97S200M13
G0Z5.
.
.
M774
M130
M01

N2
M131
M773
M01

N3
M100

N4 (AUßENDURCHMESSER, GROBSCHLICHTEN)
G0T0202
G96S200M3
G0X104. Z3.
.
.
M774
M132
M01

N5
M101

N6
M133
M01

N7
M134
M01
```

FIG. 7

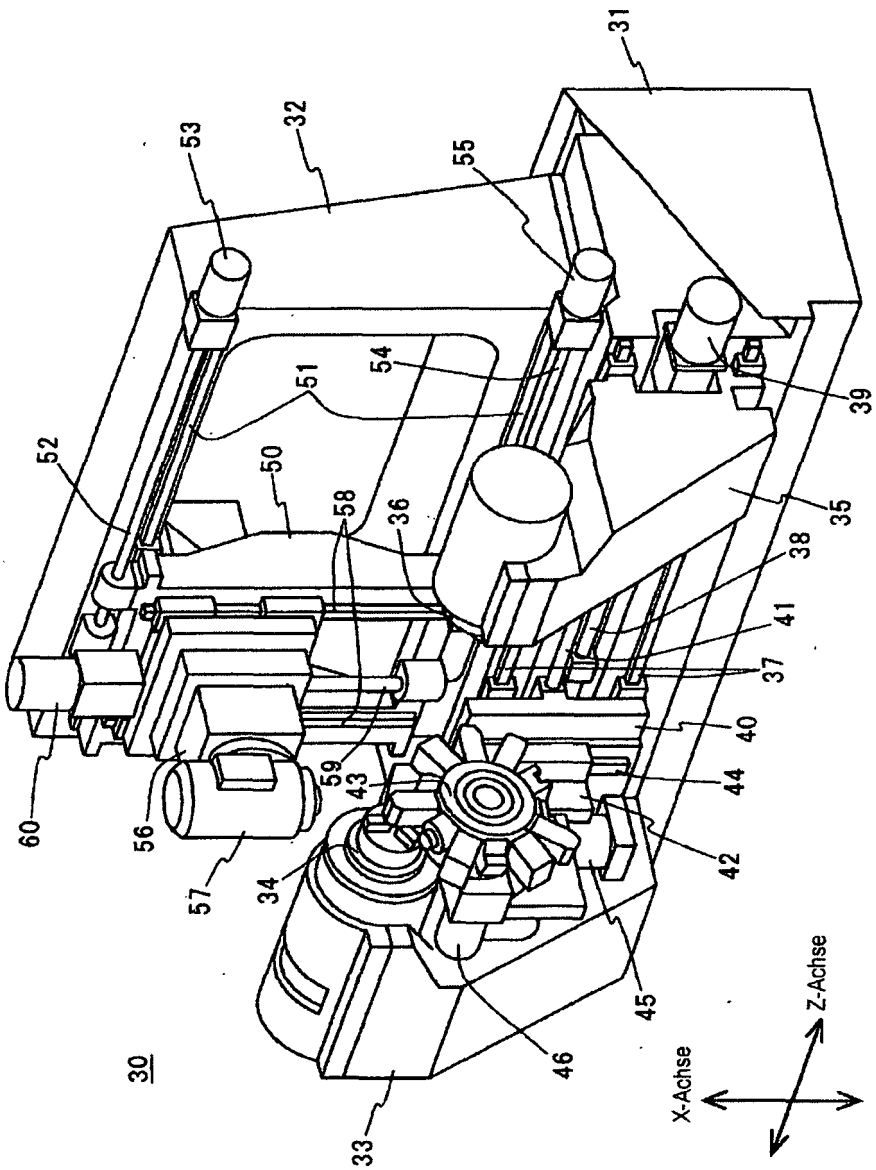

31
32
53
55
54
51
39
52
50
58
36
35
38
41
37
40
59
43
44
60
56
42
57
34
45
46
30
33
Z-Achse
X-Achse

FIG. 8

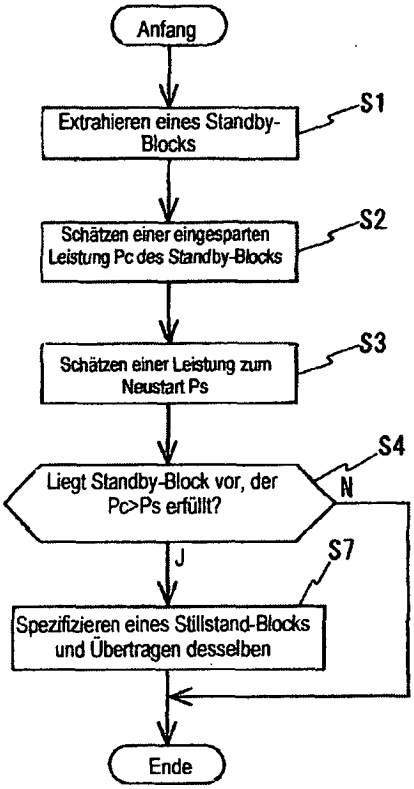

Anfang
Extrahieren eines Standby-Blocks
S1
Schätzen einer eingesparten Leistung Pc des Standby-Blocks
S2
Schätzen einer Leistung zum Neustart Ps
S3
Liegt Standby-Block vor, der Pc>Ps erfüllt?
S4
N
J
S7
Spezifizieren eines Stillstand-Blocks und Übertragen desselben
Ende

FIG. 9

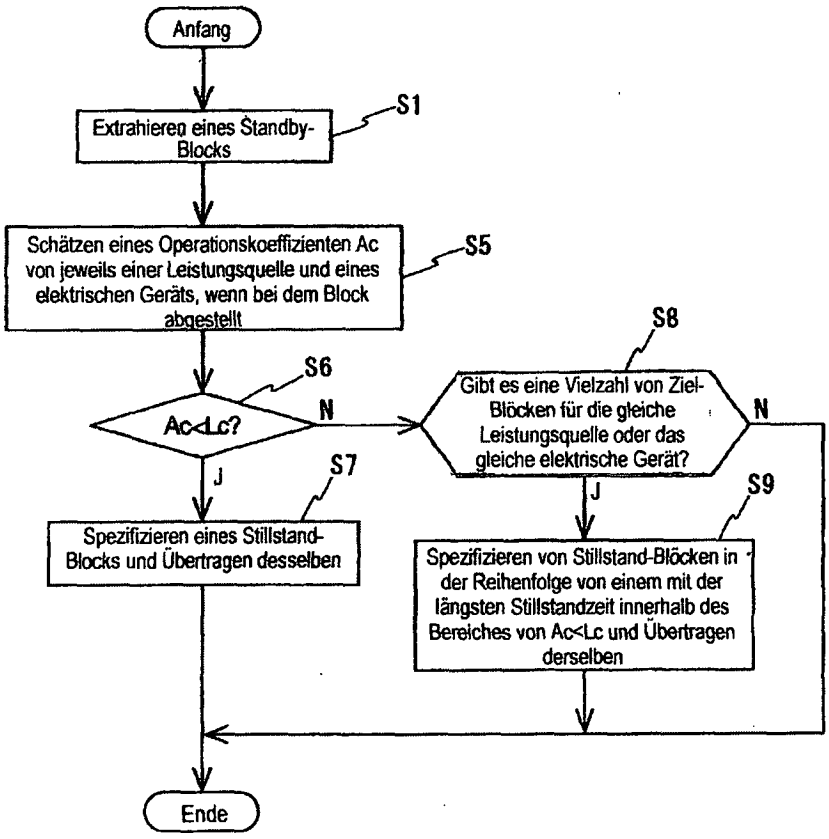

Anfang
Extrahieren eines Standby-Blocks
S1
Schätzen eines Operationskoeffizienten Ac von jeweils einer Leistungsquelle und eines elektrischen Geräts, wenn bei dem Block abgestellt
S5
S6
Ac<Lc?
N
J
S7
Spezifizieren eines Stillstand-Blocks und Übertragen desselben
S8
Gibt es eine Vielzahl von Ziel-Blöcken für die gleiche Leistungsquelle oder das gleiche elektrische Gerät?
N
J
S9
Spezifizieren von Stillstand-Blöcken in der Reihenfolge von einem mit der längsten Stillstandzeit innerhalb des Bereiches von Ac<Lc und Übertragen derselben
Ende

FIG. 10

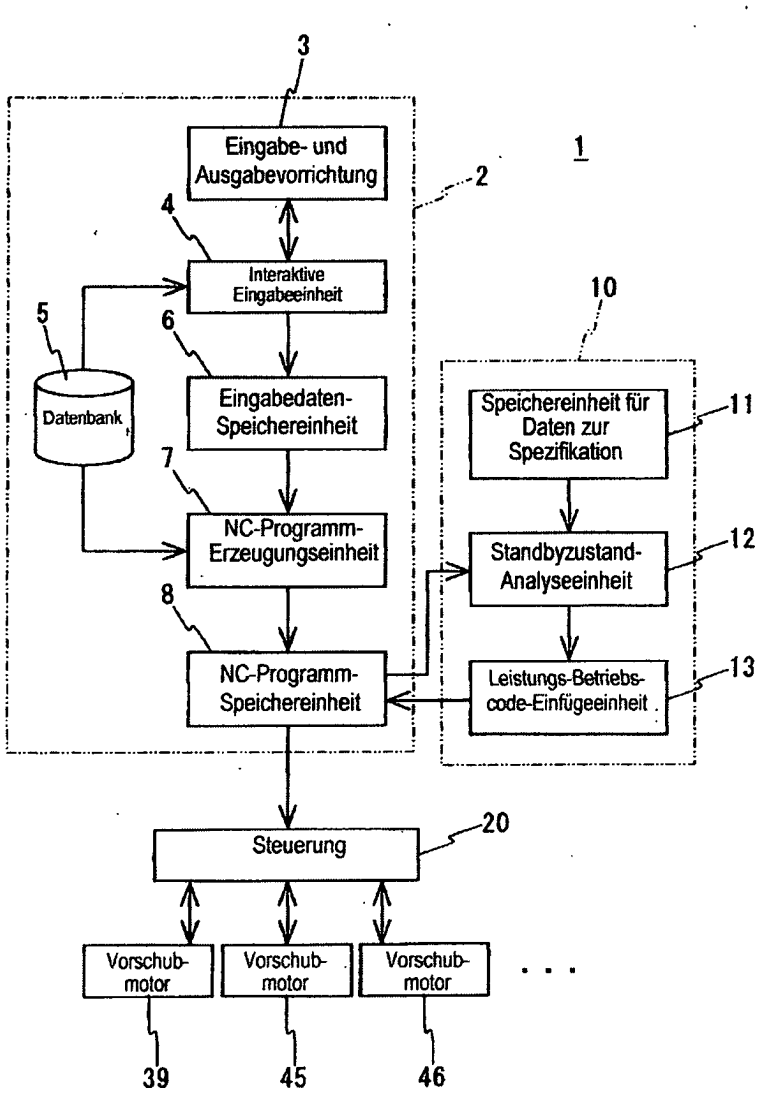

3
Eingabe- und Ausgabevorrichtung
1
2
4
Interaktive Eingabeeinheit
10
5
6
Datenbank
Eingabedaten-Speichereinheit
Speichereinheit für Daten zur Spezifikation
11
7
NC-Programm-Erzeugungseinheit
Standbyzustand-Analyseeinheit
12
8
NC-Programm-Speichereinheit
Leistungs-Betriebs-code-Einfügeeinheit
13
20
Steuerung
Vorschub-motor
Vorschub-motor
Vorschub-motor
39
45
46

FIG. 11

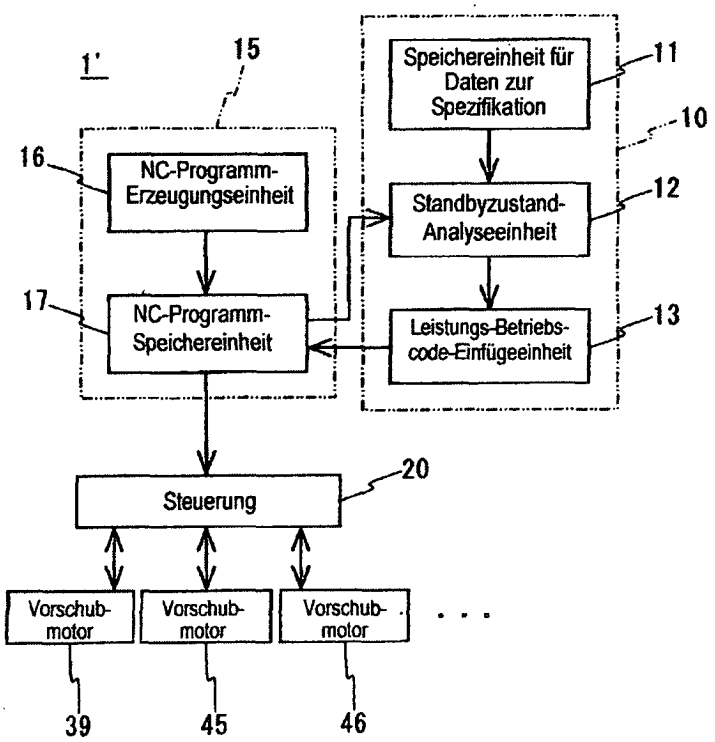
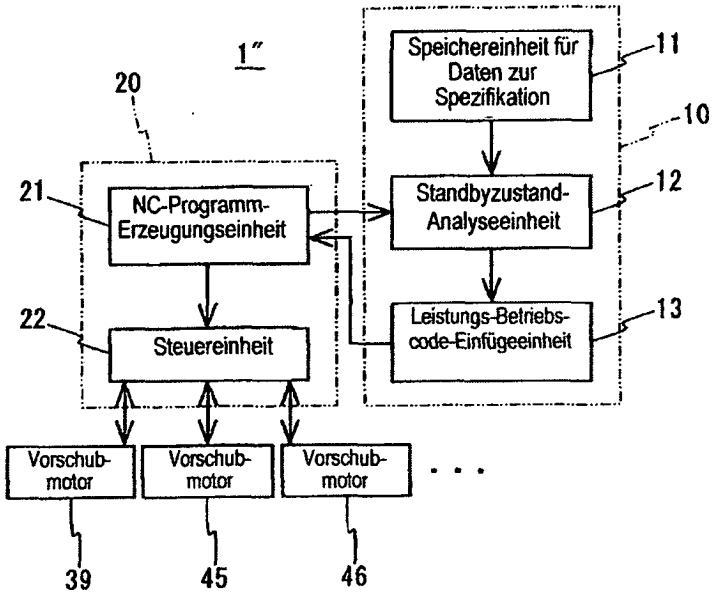

1'
15
Speichereinheit für Daten zur Spezifikation
11
10
16
NC-Programm-Erzeugungseinheit
Standbyzustand-Analyseeinheit
12
17
NC-Programm-Speichereinheit
Leistungs-Betriebs-code-Einfügeeinheit
13
20
Steuerung
Vorschub-motor
Vorschub-motor
Vorschub-motor
39
45
46

FIG. 12


1"
20
Speichereinheit für Daten zur Spezifikation
11
10
21
NC-Programm-Erzeugungseinheit
Standbyzustand-Analyseeinheit
12
22
Steuereinheit
Leistungs-Betriebs-code-Einfügeeinheit
13
Vorschub-motor
Vorschub-motor
Vorschub-motor
39
45
46