



(10) **DE 10 2018 113 323 A1** 2018.12.13

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 113 323.5**

(22) Anmeldetag: **05.06.2018**

(43) Offenlegungstag: **13.12.2018**

(51) Int Cl.: **B23F 5/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
2017-112275 **07.06.2017** **JP**

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

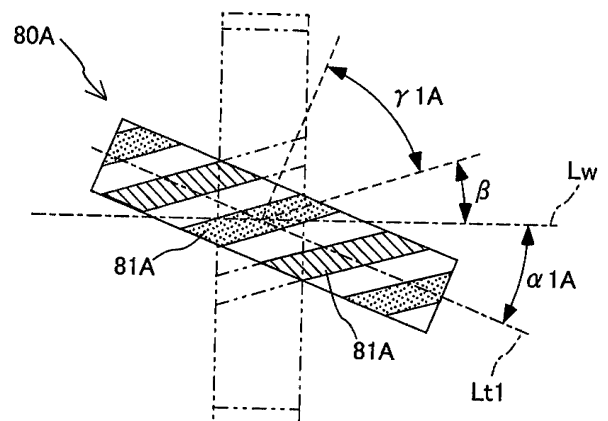
(71) Anmelder:
JTEKT Corporation, Osaka, JP

(72) Erfinder:
Sato, Minoru, Osaka, JP; Uno, Hideaki, Osaka, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Zahnradbearbeitungsverfahren und Zahnradbearbeitungsgerät**

(57) Zusammenfassung: Ein Zahnradbearbeitungsverfahren hat: Schruppbearbeitung des Werkstücks W, während verursacht wird, dass ein zylindrischer Wälzfrässhneider 80 in Synchronisation mit einer Drehung des Werkstücks W derart dreht, dass ein Schneidüberstand verbleibt; und Fertigbearbeitung durch Abschneiden des Schneidüberstands, der auf dem Werkstück W während der Schruppbearbeitung verblieben ist, auf dem die Schruppbearbeitung durchgeführt wurde, um eine gewünschte Zahnradform durch Zuführen eines Wälzschäl Schneiders 90 relativ zu dem Werkstück W in der Richtung der Drehachse L_w des Werkstücks W auszubilden, während verursacht wird, dass der Wälzschäl schneider 90 in Synchronisation mit der Drehung des Werkstücks W dreht.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Zahnradbearbeitungsverfahren und ein Zahnradbearbeitungsgerät.

Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Ein Zahnradbearbeitungsverfahren unter Verwendung eines Wälzfrässchneiders oder eines Wälzschälchneiders ist bekannt. Hinsichtlich eines Zahnradbearbeitungsverfahrens unter Verwendung eines Wälzfrässchneiders offenbart zum Beispiel die japanische Patentanmeldung mit der Offenlegungsnummer 2000-210817 (JP 2000-210817 A) ein Zahnradbearbeitungsverfahren, in dem Schruppen mit einem Schruppzahnradwälzfräser durchgeführt wird, und dann ein Fertigbearbeiten mit einem Fertigzahnradwälzfräser durchgeführt wird. Die japanische Patentveröffentlichung mit der Nummer 57-107735 (JP 57-107735 A) offenbart ein Außenverzahnungsbearbeitungsverfahren unter Verwendung eines stundenglasförmigen Zahnradwälzfräasers und ein Innenverzahnungsbearbeitungsverfahren unter Verwendung eines fassförmigen (tonnenförmigen) Zahnradwälzfräasers. Die japanische Patentanmeldung mit der Offenlegungsnummer 2014-172112 (JP 2014-172112 A) offenbart ein Zahnradbearbeitungsverfahren unter Verwendung eines Wälzschälchneiders.

[0003] In der Technik, die in der JP 2000-210817 A beschrieben ist, wird ein Zeitraum, der zum Fertigbearbeiten erforderlich ist, aufgrund einer langsamen Zufuhr rate des Fertigbearbeitungszahnradwälzfräasers lange, wenn der Fertigbearbeitungszahnradwälzfräser zum Fertigbearbeiten mit einer hohen Genauigkeit verwendet wird. In der Technik, die in der JP 57-107735 A beschrieben ist, sorgen die komplizierten Formen des stundenglasförmigen Zahnradwälzfräasers und des fassförmigen Zahnradwälzfräasers dafür, dass die Herstellung eines Werkzeugs schwierig ist, und entsprechend erhöhen sich die Werkzeugkosten. In dem Zahnradbearbeiten mit dem Wälzschälchneider müssen die Tiefen der Schnitte kleiner eingestellt werden, um zu verhindern, dass der Wälzschälchneider sich in einem kurzen Zeitraum verschleißt. Folglich wird ein Zeitraum länger, der für das Zahnradbearbeiten erforderlich ist.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0004] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Zahnradbearbeitungsverfahren und ein Zahnradbearbeitungsgerät bereitzustellen, die sowohl eine Reduktion einer Bearbeitungszeit wie auch eine

Verbesserung einer Bearbeitungsgenauigkeit ermöglichen, während ein Anstieg von Werkzeugkosten unterdrückt wird.

[0005] Ein Zahnradbearbeitungsverfahren gemäß einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung hat: Schruppschleifen eines Werkstücks, während dafür gesorgt wird, dass ein zylindrischer Wälzfrässchneider in Synchronisation mit einer Drehung des Werkzeugs derart dreht, dass ein Schneidüberstand verbleibt; und Fertigbearbeiten durch Abschneiden des Schneidüberstands, der auf dem Werkstück verbleibt, auf dem das Schruppschleifen während des Schruppschleifens durchgeführt wurde, um eine gewünschte Zahnradform durch Zuführen eines Wälzschälchneiders relativ zu dem Werkstück in der Drehachsenrichtung des Werkstücks auszubilden, während verursacht wird, dass der Wälzschälchneider in Synchronisation mit der Drehung des Werkstücks **W** dreht.

[0006] Ein Zahnradbearbeitungsgerät gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung hat die Schruppbearbeitungssteuerung und die Fertigbearbeitungssteuerung. Die Schruppbearbeitungssteuerung steuert das Schruppbearbeiten auf einem Werkstück, während sie verursacht, dass ein zylindrischer Wälzfrässchneider in Synchronisation mit einer Drehung des Werkstücks derart dreht, dass ein Schneidüberstand verbleibt. Die Fertigbearbeitungssteuerung steuert das Fertigbearbeiten des Schneidens des Schneidüberstands, der auf dem Werkstück verbleibt, auf dem die Schruppbearbeitung durchgeführt wurde, um eine erwünschte Zahnradform auszubilden, in dem ein Wälzschälchneider relativ zu dem Werkstück in der Drehachsenrichtung des Werkstücks zugeführt wird, während verursacht wird, dass der Wälzschälchneider in Synchronisation mit der Drehung des Werkstücks dreht.

[0007] In dem Zahnradbearbeitungsverfahren gemäß dem voranstehend beschriebenen Gesichtspunkt ist während der Schruppbearbeitung ein hochgenaues Bearbeiten nicht erforderlich, und somit kann die Zufuhrgeschwindigkeit des Wälzfrässchneiders hoch eingestellt sein. In dem Zahnradbearbeitungsverfahren der vorliegenden Erfindung wird die Fertigbearbeitung mit dem Wälzschälchneider auf dem Werkstück durchgeführt, auf dem das Schruppbearbeiten durchgeführt wurde, wodurch ein auf dem Werkstück auszubildendes Zahnrad in eine gewünschte Form ausgebildet werden kann.

[0008] Wenn ein Schneidüberstand in dem Bearbeiten eines Werkstücks **W** groß ist, kann das Bearbeiten mit einem Wälzfrässchneider eine größere Tiefe eines Schnitts erlangen, während ein Verschleiß eines Werkzeugs unterdrückt wird, als eine Bearbeitung mit einem Wälzschälchneider. Wenn der Schneidüberstand in dem Bearbeiten des Werk-

stücks **W** klein ist, kann das Bearbeiten mit dem Wälzschälsschneider eine schnellere und genauere Bearbeitung als die Bearbeitung mit dem Wälzfrässchneider erlangen. Somit ermöglicht das Zahnradbearbeitungsverfahren gemäß dem voranstehend beschriebenen Gesichtspunkt eine Reduktion der Zeit, die für die Zahnradbearbeitung während der Schruppbearbeitung mit dem Wälzfrässchneider und die Fertigbearbeitung mit dem Wälzschälsschneider erforderlich ist.

[0009] Darüber hinaus kann das Zahnradbearbeitungsverfahren gemäß dem voranstehend beschriebenen Gesichtspunkt unter Verwendung des zylindrischen Wälzfrässchneiders niedrigere Werkzeugkosten erlangen, als wenn ein fassförmiger Wälzschälsschneider verwendet wird. Somit ermöglicht das Zahnradbearbeitungsverfahren der vorliegenden Erfindung sowohl die Reduktion einer Bearbeitungszeit wie auch eine Verbesserung der Bearbeitungsgenauigkeit, während ein Anstieg der Werkzeugkosten unterdrückt wird.

[0010] Mit dem Zahnradbearbeitungsgerät gemäß dem voranstehend beschriebenen Gesichtspunkt erfordert die Schruppbearbeitungssteuerung keine hoch genaue Bearbeitung während der Schruppbearbeitung, und somit kann die Zufuhrgeschwindigkeit des Wälzfrässchneiders hoch eingestellt werden. Die Fertigbearbeitungssteuerung führt die Fertigbearbeitung mit dem Wälzschälsschneider auf dem Werkstück durch, auf dem die Schruppbearbeitung durchgeführt wurde, wodurch ein auf dem Werkstück auszubildendes Zahnrad in einer gewünschten Form ausgebildet werden kann.

[0011] Wenn ein Schneidüberstand in dem Bearbeiten eines Werkstücks **W** groß ist, kann das Bearbeiten mit dem Wälzfrässchneider eine größere Schnitttiefe erlangen, während ein Verschleiß eines Werkzeugs unterdrückt wird, als eine Bearbeitung durch den Wälzschälsschneider. Wenn der Schneidüberstand in dem Bearbeiten des Werkstücks **W** klein ist, kann die Bearbeitung durch den Wälzschälsschneider eine schnellere und eine genauere Bearbeitung als eine Bearbeitung mit dem Wälzfrässchneider erlangen. Somit ermöglicht das Zahnradbearbeitungsgerät gemäß dem voranstehend beschriebenen Gesichtspunkt eine Reduktion der Zeit, die für die Zahnradbearbeitung durch die Schruppbearbeitung mit dem Wälzfrässchneider und die Fertigbearbeitung mit dem Wälzschälsschneider erforderlich ist.

[0012] Außerdem kann das Zahnradbearbeitungsgerät gemäß dem voranstehend beschriebenen Gesichtspunkt unter Verwendung des zylindrischen Wälzfrässchneiders niedrigere Werkzeugkosten erlangen, als wenn ein fassförmiger Wälzfrässchneider verwendet wird. Somit ermöglicht das Zahnradbearbeitungsgerät der vorliegenden Erfindung sowohl

eine Reduktion einer Bearbeitungszeit wie auch eine Verbesserung der Bearbeitungsgenauigkeit, während ein Anstieg von Werkzeugkosten unterdrückt ist.

Figurenliste

[0013] Die voranstehend beschriebenen und weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung von beispielhaften Ausführungsformen mit Bezug auf die anhängenden Zeichnungen deutlich werden, in denen gleiche Bezugszeichen verwendet werden, um gleiche Elemente zu bezeichnen, und in denen:

die **Fig. 1** eine perspektivische Ansicht eines Zahnradbearbeitungsgeräts gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

die **Fig. 2A** eine Seitenansicht eines Wälzfrässchneiders ist, die einen Zustand darstellt, in dem eine Drehachse des Wälzfrässchneiders mit Bezug auf eine Drehachse eines Werkstücks geneigt ist;

die **Fig. 2B** eine vergrößerte Schnittansicht des Wälzfrässchneiders entlang einer Linie **IIB-IIB** in der **Fig. 2A** ist;

die **Fig. 3** eine Seitenansicht eines Wälzschälsschneiders ist, die einen Zustand darstellt, in dem eine Drehachse des Wälzschälsschneiders mit Bezug auf die Drehachse des Werkstücks geneigt ist;

die **Fig. 4A** eine Ansicht ist, die das Zahnradbearbeitungsverfahren unter Verwendung einer Wälzfrässchneiders darstellt, der doppelgängige Wälzfräsklingen aufweist, das einen Zustand darstellt, wenn eine Innenverzahnung auf einem Werkstück ausgebildet wird;

die **Fig. 4B** eine Ansicht des Zahnradbearbeitungsverfahrens unter Verwendung eines Wälzfrässchneiders ist, der einzelgängige Wälzfräsklingen aufweist, die einen Zustand darstellt, wenn eine Innenverzahnung auf einem Werkstück ausgebildet wird;

die **Fig. 5A** eine Ansicht ist, die ein Zahnradbearbeitungsverfahren gemäß einer zweiten Ausführungsform darstellt, die einen Vorgang darstellt, einen Wälzfrässchneider einzustellen;

die **Fig. 5B** eine Ansicht ist, die das Zahnradbearbeitungsverfahren darstellt, die einen Zustand darstellt, in dem der Wälzfrässchneider eingestellt wurde;

die **Fig. 6** eine vergrößerte Ansicht eines Teils einer Außenverzahnung ist, die durch ein Zahnradbearbeitungsverfahren gemäß einer dritten Ausführungsform ausgebildet wurde, die in einer vergrößerten Weise ein Teil darstellt, in dem ein nicht mit einer Außenverzahnung ausgebildeter Abschnitt ausgebildet wird;

die **Fig. 7A** eine Ansicht ist, die das Zahnradbearbeitungsverfahren unter Verwendung des Wälzfrässchneiders darstellt, der die doppelgängigen Wälzfräsklingen aufweist, die einen Zustand darstellt, wenn eine Außenverzahnung auf einem Werkstück ausgebildet wird; und

die **Fig. 7B** eine Ansicht ist, die das Zahnradbearbeitungsverfahren unter Verwendung des Wälzfrässchneiders darstellt, der die einzelgängigen Wälzfräsklingen aufweist, die einen Zustand darstellt, wenn eine Außenverzahnung auf einem Werkstück ausgebildet wird.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0014] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind im Folgenden mit Bezug auf die anhängenden Zeichnungen beschrieben.

[0015] Ausführungsformen gemäß einem Zahnradbearbeitungsverfahren der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben. Im Folgenden wird zuerst eine allgemeine Struktur eines Zahnradbearbeitungsgeräts **1** beschrieben, das in einem Zahnradbearbeitungsverfahren gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, mit Bezug auf die **Fig. 1**.

[0016] Wie in der **Fig. 1** abgebildet ist, ist das Zahnradbearbeitungsgerät **1** ein Bearbeitungszentrum, das drei lineare Achsen (**X**-Achse, **Y**-Achse und **Z**-Achse) aufweist, die zueinander orthogonal liegen, und zwei Drehachsen (**A**-Achse und **C**-Achse) als Antriebsachsen, und einen relativen Zufuhrvorgang zwischen einem Werkstück **W** und einem Werkzeug durchführt. Das Zahnradbearbeitungsgerät **1** kann ein Horizontalbearbeitungszentrum sein, ein Vertikalbearbeitungszentrum oder eine komplexe Bearbeitungsmaschine. Das Zahnradbearbeitungsgerät **1** hat hauptsächlich ein Bett **10**, eine Säule **20**, einen Sattel **30**, eine drehende Hauptspindel **40**, einen Tisch **50**, einen Kipptisch **60**, einen Drehtisch **70**, einen Werkzeugwechsler **150** und ein Steuergerät **100**.

[0017] Das Bett **10** ist auf einem Boden vorgesehen. Die Säule **20** ist auf einer oberen Oberfläche des Betts **10** vorgesehen. Ein Paar **X**-Achsenführungsschienen **11a** und **11b**, die sich in einer Richtung einer **X**-Achse (Horizontalrichtung) erstrecken, ist auf der oberen Oberfläche des Betts **10** bereitgestellt, und die Säule **20** ist so bereitgestellt, dass sie in der **X**-Achsenrichtung entlang der **X**-Achsenführungsschienen **11a** und **11b** beweglich ist. Ein kugelspindelartiges Zufuhrgerät (nicht abgebildet), das konfiguriert ist, die Säule **20** in die Richtung der **X**-Achse anzutreiben, ist zwischen dem Paar der **X**-Achsenführungsschienen **11a** und **11b** bereitgestellt.

[0018] Der Sattel **30** ist auf einer Seitenoberfläche der Säule **20** vorgesehen. Ein Paar **Y**-Achsenführungsschienen **21a** und **21b**, die sich in einer Richtung einer **Y**-Achse erstrecken (Vertikalrichtung), ist auf der Seitenoberfläche der Säule **20** bereitgestellt, und der Sattel **30** ist so bereitgestellt, dass er in die Richtung der **Y**-Achse entlang der **Y**-Achsenführungsschienen **21a** und **21b** beweglich ist. Ein kugelspindelartiges Zufuhrgerät (nicht abgebildet), das konfiguriert ist, den Sattel **30** in der Richtung der **Y**-Achse anzutreiben, ist zwischen dem Paar der **Y**-Achsenführungsschienen **21a** und **21b** bereitgestellt.

[0019] Die drehende Hauptspindel **40** ist angetrieben, um durch einen Hauptspindelmotor (nicht abgebildet) angetrieben zu werden, der innerhalb des Sattels **30** aufgenommen ist. Zu dem distalen Ende der drehenden Hauptspindel **40** ist ein Werkzeug abnehmbar befestigt, das zum Bearbeiten eines Werkstücks **W** verwendet wird. Das an der drehenden Hauptspindel **40** befestigte Werkzeug bewegt sich in der Richtung der **X**-Achse und der Richtung der **Y**-Achse mit Bezug auf das Bett **10** gemäß der Bewegung der Säule **20** und des Sattels **30**.

[0020] Auf einer oberen Oberfläche des Betts **10** ist der Tisch **50** an einer Position vorgesehen, die zu der Säule **20** und dem Sattel **30** in der **Z**-Achsenrichtung (Horizontalrichtung) gerichtet ist. Ein Paar **Z**-Achsenführungsschienen **12a** und **12b**, die sich in der Richtung der **Z**-Achse erstrecken, ist auf der oberen Oberfläche des Betts **10** bereitgestellt, und der Tisch **50** ist so bereitgestellt, dass er in der Richtung der **Z**-Achse entlang der **Z**-Achsenführungsschienen **12a** und **12b** beweglich ist. Ein kugelspindelartiges Zufuhrgerät (nicht abgebildet), das konfiguriert ist, den Tisch **50** in die Richtung der **Z**-Achse anzutreiben, ist zwischen dem Paar der **Z**-Achsenführungsschienen **12a** und **12b** bereitgestellt.

[0021] Der Kipptisch **60** ist an einer oberen Oberfläche des Tisches **50** vorgesehen. Ein Paar Kipptischstützabschnitte **51**, die in der Richtung der **X**-Achse zueinander gerichtet sind, ist auf der oberen Oberfläche des Tisches **50** bereitgestellt, und der Kipptisch **60** ist durch das Paar der Kipptischstützabschnitte **51** so gelagert, dass er um die **A**-Achse schwingbar ist, die sich parallel zu der **X**-Achsenrichtung erstreckt. Der Kipptisch **60** wird angetrieben, durch einen **A**-Achsenmotor (nicht abgebildet) geschwungen zu werden, der innerhalb des Tisches **50** aufgenommen ist.

[0022] Der Drehtisch **70** hält ein Werkstück **W** und ist so bereitgestellt, dass er um die **C**-Achse drehbar ist, die sich rechtwinklig zu der **A**-Achse mit Bezug auf den Kipptisch **60** erstreckt. Ein **C**-Achsenmotor (nicht abgebildet) ist auf einer Bodenoberfläche des Kipptisches **60** bereitgestellt, und der Drehtisch **70** ist angetrieben, durch den **C**-Achsenmotor gedreht zu wer-

den. Der Werkzeugwechsler **150** ersetzt automatisch das an der drehenden Hauptspindel **40** angebrachte Werkzeug mit einem in einem Werkzeugmagazin (nicht abgebildet) aufgenommenen Werkzeug.

[0023] Das Steuergerät **100** steuert den Hauptspindelmotor, um die Drehzahl eines Werkzeugs zu steuern, und steuert ebenfalls den C-Achsenmotor, um die Drehzahl des Werkstücks **W** zu steuern, das auf dem Drehtisch **70** gehalten ist. Darüber hinaus steuert das Steuergerät **100** verschiedene Motoren, die an dem Zahnradbearbeitungsgerät **1** bereitgestellt sind, um zum Beispiel den Winkel der Drehachse des Werkzeugs mit Bezug auf die Drehachse des Werkstücks **W** und die Zufuhrgeschwindigkeit des Werkzeugs mit Bezug auf das Werkstück **W** zu steuern.

[0024] Das Steuergerät **100** hat eine Schruppbearbeitungssteuerung **110**, eine Fertigbearbeitungssteuerung **120** und eine Werkzeugwechselsteuerung **130**. Die Schruppbearbeitungssteuerung **110** steuert die Betätigung des Werkzeugs in der Schruppbearbeitung des Werkstücks **W**. Die Fertigbearbeitungssteuerung **120** steuert die Betätigung des Werkzeugs in der Fertigbearbeitung des Werkstücks **W**. Die Werkzeugwechselsteuerung **130** steuert die Betätigungen des Werkzeugwechslers **150** und des Werkzeugmagazins (nicht abgebildet), in dem Wechseln von Werkzeugen, die an der drehenden Hauptspindel **40** anzubringen sind.

[0025] Das Folgende beschreibt an der drehenden Hauptspindel **40** zu befestigendes Werkzeug. Wie in der **Fig. 2A** bis zu der **Fig. 3** abgebildet ist, führt das Zahnradbearbeitungsgerät **1** eine Zahnradbearbeitung mit einem Wälzfrässhneider **80** oder einem Wälzschälsschneider **90** durch, die an der drehenden Hauptspindel **40** befestigt sind. In der **Fig. 2A** und in der **Fig. 3** ist, damit die Zeichnungen einfach zu verstehen sind, der Umriss des Werkstücks **W** durch eine gestrichelte Linie angezeigt, und eine andere Darstellung als die Umrisslinie ist ausgelassen.

[0026] Wie in der **Fig. 2A** und der **Fig. 2B** abgebildet ist, ist der Wälzfrässhneider **80** ein zylindrisches Werkzeug, und eine Mehrzahl von Wälzfräsklingen **81** sind in einer vorspringenden Weise an einer äußeren Randoberfläche des Wälzfrässhneiders **80** ausgebildet. Die Wälzfräsklingen **81** sind in Form von Firstlinien ausgebildet, die sich entlang von Spiralen erstrecken, die durch Nuten gekreuzt werden, die mit Bezug auf eine Drehachse **Lt1** des Wälzfrässhneiders **80** geneigt sind.

[0027] Die **Fig. 2A** und die **Fig. 2B** stellen als ein Beispiel des in der vorliegenden Ausführungsform verwendeten Wälzfrässhneiders **80** einen Wälzfrässhneider **80** dar, der mehrgängige (Mehrgewinde-) Wälzfräsklingen **81** aufweist, deren Schrägungsrichtung linksgängig ist. Die **Fig. 2A** stellt den Wälz-

frässhneider **80** dar, wenn er von der Richtung des Pfeils **A** aus betrachtet wird, der in der **Fig. 2B** angezeigt ist. Im Folgenden ist ein Neigungswinkel (Drehwinkel) der Drehachse **Lt1** des Wälzfrässhneiders **80** als ein Einstellwinkel definiert, wenn der Wälzfrässhneider **80** in eine Richtung (in dem Uhrzeigersinn in der **Fig. 2A**) um einen vorbestimmten Winkel von einem Zustand gedreht wird, in den die Drehachse **Lt1** des Wälzfrässhneiders **80** parallel zu einer Drehachse **Lw** des Werkstücks **W** angeordnet ist. Ein Schrägungswinkel eines schrägverzahnten Stirnrads, das auf dem Werkstück **W** mit Bezug auf die Drehachse **Lw** auszubilden ist, ist als ein Schrägungswinkel definiert, und ein Steigungswinkel der auf dem Wälzfrässhneider **80** ausgebildeten Wälzfräserklingen **81** mit Bezug auf die Drehachse **Lt1** ist als ein Flankenwinkel definiert.

[0028] Wie in der **Fig. 3** abgebildet ist, weist der Wälzschälsschneider **90** eine Mehrzahl Wälzschälklingen **91** auf, die mit Bezug auf die Drehachse **Lt2** schneckenförmig sind, radial äußere Oberflächen der Wälzschälklingen **91** weisen jeweils einen Freiwinkel mit Bezug auf die Drehachse **Lt2** des Wälzschälsschneiders **90** auf, und Endoberflächen der Wälzschälklingen **91** weisen jeweils einen Spannwinkel mit Bezug auf eine Ebene rechtwinklig zu der Drehachse **Lt2** des Wälzschälsschneiders **90** auf.

[0029] Das Folgende beschreibt Verhältnisse zwischen einem auf dem Werkstück **W** auszubildenden Zahnrad und Wälzfrässhneidern **80A** und **80B** mit Bezug auf die **Fig. 4A** und die **Fig. 4B**. Hierin wird eine Innenverzahnung, die eine Schrägverzahnung ist, auf dem Werkstück **W** als ein Beispiel ausgebildet. Es wird hierin angenommen, dass die Schrägungsrichtung der auf dem Werkstück **W** auszubildenden Schrägverzahnung linksgängig ist, und dass der Schrägungswinkel davon durch β bezeichnet ist. Damit die Zeichnungen einfach zu verstehen sind, zeigen die **Fig. 4A** und die **Fig. 4B** schematisch einen Querschnitt des Werkstücks **W** und einige der inneren Zähne, die mit dem Werkstück **W** ausgebildet werden.

[0030] Als ein Beispiel des Wälzfrässhneiders **80**, der in der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird, zeigt die **Fig. 4A** schematisch einen Wälzfrässhneider **80A**, der Wälzfräsklingen **81A** mit Doppelgängen aufweist. Der Steigungswinkel der Wälzfräsklingen **81A**, die auf dem Wälzfrässhneider **80A** ausgebildet sind, ist γ_{1A} , und die Schrägungsrichtung der Wälzfräsklingen **81A** ist in der gleichen Weise linksgängig, wie die der auf dem Werkstück **W** auszubildenden Schrägverzahnung. Der Einstellwinkel des Wälzfrässhneiders **80A** ist durch α_{1A} bezeichnet. In diesem Fall beträgt die Summe des Einstellwinkels α_{1A} , des Schrägungswinkels β und des Steigungswinkels γ_{1A} 90 Grad, und somit ist der Ein-

stellwinkel α_{1A} ausgehend von dem Steigungswinkel γ_{1A} bestimmt.

[0031] Als ein anderes Beispiel des Wälzfrässchneiders **80**, der in der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird, stellt die **Fig. 4B** einen Wälzfrässchneider **80B** dar, der Wälzfräsklingen **81B** mit Einzelgängen aufweist. Der Steigungswinkel der Wälzfräsklingen **81B**, die auf dem Wälzfrässchneider **80B** ausgebildet sind, beträgt γ_{1B} , und die Schrägungsrichtung der Wälzfräsklingen **81B** ist in der gleichen Weise linksgängig, wie die der auf dem Werkstück **W** auszubildenden Schrägverzahnung und der auf dem Wälzfrässchneider **80A** ausgebildeten Wälzfräsklingen **81A**. Die Wälzfräsklingen **81A**, die auf dem Wälzfrässchneider **80A** ausgebildet sind, und die Wälzfräsklingen **81B**, die auf dem Wälzfrässchneider **80B** ausgebildet sind, weisen die gleiche Teilung auf. Der Einstellwinkel des Wälzfrässchneiders **80B** ist durch α_{1B} bezeichnet. In diesem Fall beträgt die Summe des Einstellwinkels α_{1B} , des Schrägungswinkels β und des Steigungswinkels γ_{1B} 80 Grad, und somit wird der Einstellwinkel α_{1B} ausgehend von dem Steigungswinkel γ_{1B} bestimmt.

[0032] Wie in der **Fig. 4A** und der **Fig. 4B** abgebildet ist, ist der Steigungswinkel γ_{1A} der Wälzfräsklingen **81A**, die auf dem Wälzfrässchneider **80A** ausgebildet sind, größer als der Steigungswinkel γ_{1B} der Wälzfräsklingen **81B**, die auf dem Wälzfrässchneider **80B** ausgebildet sind. Mit anderen Worten, falls die Wälzfrässchneider **80** die gleiche Teilung aufweisen, steigt der Steigungswinkel an, wenn die Anzahl der Gänge der Wälzfräsklingen **81** ansteigt. Wenn die Schrägungsrichtung der auf dem Werkstück **W** auszubildenden Schrägverzahnung und die Schrägungsrichtung der Wälzfräsklingen **81**, die auf jedem Wälzfrässchneider **80** ausgebildet sind, die gleichen sind, und der entsprechende Einstellwinkel ein positiver Wert ist, verringert sich der Einstellwinkel, wenn der Steigungswinkel der Wälzfräsklingen **81** ansteigt.

[0033] Wenn auf einem Werkstück **W** eine Innenverzahnung mit einem Wälzfrässchneider **80** auszubilden ist, kann hierin das Zahnradbearbeitungsgerät **1** den Wälzfrässchneider **80** nicht in das Innere des Werkstücks **W** einfügen, falls der Einstellwinkel nahe bei 90 Grad liegt. Wenn eine Zahnradbearbeitung auf einem Werkstück **W** durchgeführt wird, während ein Wälzfrässchneider **80** zugeführt wird, sogar falls eine Bearbeitung mit einer Wälzfräsklinge **81** durchgeführt wird, gerät eine andere Wälzfräsklinge **81**, die nicht die eine Wälzfräsklinge **81** ist (zum Beispiel eine Wälzfräsklinge **81** angrenzend an die eine Wälzfräsklinge **81**) mit einer inneren Randoberfläche des Werkstücks **W** in Berührung, wodurch das Werkstück **W** durch die andere Wälzfräsklinge **81** bearbeitet wird. Der Wälzfrässchneider **80** weist eine zylindrische Form auf, und die Form der anderen Wälzfräsklinge **81** ist unterschiedlich von einer Form,

die von einer gewünschten Zahnradform übertragen wird, die auf dem Werkstück **W** auszubilden ist. Somit kann die gewünschte Zahnradform nicht ausgebildet werden, sogar falls die Zahnradbearbeitung mit dem Wälzfrässchneider **80** mit einem geeigneten Einstellwinkel durchgeführt wird. Folglich kann, wenn eine Innenverzahnung auf einem Werkstück **W** auszubilden ist, eine Fertigbearbeitung nicht mit einem Wälzfrässchneider **80** durchgeführt werden.

[0034] Wenn eine Innenverzahnung auf einem Werkstück **W** in dem Zahnradbearbeitungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform auszubilden ist, wird unter Berücksichtigung davon das Werkstück **W** durch Schruppbearbeitung mit einem Wälzfrässchneider **80** (Schruppbearbeitungsschritt) bearbeitet, und dann mit einem Wälzschältschneider **90** fertig bearbeitet (Fertigbearbeitungsschritt). Dieser Schritt ermöglicht es, dass das Zahnradbearbeitungsgerät **1** die Innenverzahnung in einer erwünschten Zahnradform ausbildet.

[0035] Insbesondere führt als einen Schruppbearbeitungsschritt die Schruppbearbeitungssteuerung **110** eine Steuerung durch, den Wälzfrässchneider **80** relativ in die Richtung der Drehachse **Lw** des Werkstücks **W** zuzuführen, während sie verursacht, dass der Wälzfrässchneider **80** in Synchronisation mit der Drehung des Werkstücks **W** dreht. Zu dieser Zeit führt das Zahnradbearbeitungsgerät **1** eine Schruppbearbeitung durch, während ein Schneidüberstand derart sichergestellt wird, dass verhindert wird, dass ein Teil, der nicht ein Schneidüberstand ist, bearbeitet wird.

[0036] Darauf folgend wird als ein Fertigbearbeitungsschritt die Fertigbearbeitungssteuerung **120** eine Steuerung durch, den Wälzschältschneider **90** relativ in die Richtung der Drehachse **Lw** des Werkstücks **W** zuzuführen, während sie verursacht, dass der Wälzschältschneider in Synchronisation mit der Drehung des Werkstücks **W** dreht. Zu dieser Zeit führt das Zahnradbearbeitungsgerät **1** unter Verwendung des Wälzschältschneiders **90** die Fertigbearbeitung durch das Abschneiden des Schneidüberstands durch, der auf dem Werkstück **W** verblieben ist, um eine Innenverzahnung in einer gewünschten Zahnradform auszubilden. Die Werkzeugänderungssteuerung **130** steuert den Werkzeugwechsler **150**, um Werkzeuge zu wechseln, die an der drehenden Hauptspindel **40** anzubringen sind.

[0037] Wenn ein Werkstück **W** mit dem Wälzschältschneider **90** bearbeitet wird, verursacht das Einstellen einer größeren Schnitttiefe durch die Wälzschältschneidklingen **91**, dass die Wälzschältschneidklingen **91** schneller verschleifen. Die Schnitttiefe wird deswegen bevorzugt klein eingestellt, wenn eine Zahnradbearbeitung mit dem Wälzschältschneider **90** durchgeführt wird. Diesbezüglich kann das Bearbeiten mit dem Wälz-

frässchneider **80** in dem Schruppbearbeitungsschritt eine größere Schnitttiefe erlangen, während ein Verschleiß des Werkzeugs unterdrückt ist, als das Bearbeiten mit dem Wälzschälsschneider **90**, und kann somit die für die Schruppbearbeitung erforderliche Zeit reduzieren.

[0038] Wenn die Schnitttiefe klein ist, ermöglicht die Zahnradbearbeitung mit dem Wälzschälsschneider **90** eine Verbesserung der Bearbeitungsgenauigkeit und eine Reduktion der Zeit, die für die Bearbeitung erforderlich ist, wirkungsvoller, als die Bearbeitung mit dem Wälzfrässchneider **80**. Da Schruppschleifen in dem Zahnradbearbeitungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform ausgeführt wird, kann diesbezüglich der Schneidüberstand, der in dem Fertigbearbeitungsschritt abzuschneiden ist, kleiner eingestellt werden. Mit anderen Worten, der Fertigbearbeitungsschritt ermöglicht eine Bearbeitung mit einer kleineren Schnitttiefe als der Schruppbearbeitungsschritt. Somit verwendet das Zahnradbearbeitungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform den Wälzschälsschneider **90** in dem Fertigbearbeitungsschritt, und ermöglicht dabei eine hoch genaue Bearbeitung, während die für den Fertigbearbeitungsschritt erforderliche Zeit reduziert ist.

[0039] In dem Zahnradbearbeitungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform wird die Fertigbearbeitung nach der Vollendung des Schruppbearbeitungsschritts durchgeführt, und somit ist eine hoch genaue Bearbeitung in dem Schruppbearbeitungsschritt nicht notwendig. Folglich kann in dem Zahnradbearbeitungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform die Zufuhrgeschwindigkeit hoch eingestellt werden, und somit kann die für den Schruppbearbeitungsschritt erforderliche Zeit reduziert werden.

[0040] Falls darüber hinaus die gleiche Teilung zwischen einem Wälzfrässchneider **80**, der mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, und einem Wälzfrässchneider **80**, der einzelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, verwendet wird, ermöglicht der Wälzfrässchneider **80**, der mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, eine weitere Reduktion der Zeit, die für die Schruppbearbeitung notwendig ist, als der Wälzfrässchneider **80**, der einzelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist.

[0041] Somit ermöglicht im Vergleich zwischen dem Wälzfrässchneider **80A**, der in der Fig. 4A abgebildet ist, und dem Wälzfrässchneider **80B**, der in der Fig. 4B abgebildet ist, der Wälzfrässchneider **80A**, der die doppelgängige Wälzfräsklingen **81A** aufweist, eine weitere Reduktion der Zeit, die für das Schruppschleifen erforderlich ist, als der Wälzfrässchneider **80B**, der die einzelgängige Wälzfräsklingen **81B** aufweist. Darüber hinaus, wie voranstehend beschrieben wurde, ist der Einstellwinkel $\alpha 1A$ des Wälzfrässchneiders **80A** kleiner als der Einstell-

winkel $\alpha 1B$ des Wälzfrässchneiders **80B**, und somit kann der Grad der Berührung zwischen einem Werkstück **W** und einem Abschnitt des Wälzfrässchneiders **80**, mit dem nicht beabsichtigt ist, die Bearbeitung durchzuführen, reduziert werden. In diesem Fall kann das Zahnradbearbeitungsgerät **1** verhindern, dass ein anderer Abschnitt als ein Schneidüberstand des Werkstücks **W** durch die Wälzfräsklingen **81** des Wälzfrässchneiders **80** geschnitten wird, mit dem nicht beabsichtigt ist, dass eine Bearbeitung durchgeführt wird, und die mit dem Werkstück **W** in dem Schruppbearbeitungsschritt in Berührung geraten. Das Zahnradbearbeitungsgerät **1** ermöglicht ebenfalls eine Reduktion eines Schneidüberstands, der nach der Vollendung des Schruppbearbeitungsschritts verbleibt. Folglich ermöglicht das Zahnradbearbeitungsgerät **1**, dass die Schnitttiefe durch die Wälzschälsschneider **90** in dem Fertigbearbeitungsschritt kleiner eingestellt wird, und ermöglicht somit eine Reduktion der Zeit, die für die Fertigbearbeitung erforderlich ist, während ein Verschleiß des Wälzschälsschneiders **90** unterdrückt ist.

[0042] Falls die gleiche Teilung zwischen dem Wälzfrässchneider **80**, der mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, und dem Wälzfrässchneider **80**, der einzelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, verwendet wird, weist der Wälzfrässchneider **80**, der mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, eine kleinere Anzahl von Wälzfräsklingen **81** auf, die in jedem Gang ausgebildet sind, als der Wälzfrässchneider **80**, der einzelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist. Somit stellt der Wälzfrässchneider **80**, der mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, eine geringere Bearbeitungsgenauigkeit der auf einem Werkstück **W** ausgebildeten Innenverzahnung bereit, als der Wälzfrässchneider **80**, der einzelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist. Da jedoch in der vorliegenden Ausführungsform die Fertigbearbeitung mit einem Wälzschälsschneider **90** nach der Vollendung der Schruppbearbeitung mit einem Wälzfrässchneider **80** durchgeführt wird, kann das Zahnradbearbeitungsgerät **1** ein hoch genaues Zahnrad sogar dann ausbilden, wenn das Durchführen der Schruppbearbeitung mit dem Wälzfrässchneider **80** durchgeführt wird, der mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist.

[0043] Somit ermöglicht der Wälzfrässchneider **80A**, der die mehrgängigen Wälzfräsklingen **81A** aufweist, eine Reduktion der Zeit, die für die Zahnradbearbeitung erforderlich ist, und eine Verbesserung der Bearbeitungsgenauigkeit wirkungsvoller als der Wälzfrässchneider **80B**, der die einzelgängige Wälzfräsklingen **81B** aufweist. In diesem Fall kann das Zahnradbearbeitungsgerät **1** niedrigere Werkzeugkosten durch Verwendung des zylindrischen Wälzfrässchneiders **80** erlangen, um die Schruppbearbeitung durchzuführen. Der Wälzfrässchneider **80A** kann eine höhere Bearbeitungsleistungsfähigkeit als

der Wälzfrässchneider **80B** erlangen, und kann somit das Werkzeugleben erhöhen.

[0044] Sogar, wenn der Wälzfrässchneider **80B** verwendet wird, der die einzelgängigen Wälzfräsklingen **81B** aufweist, um die Schruppbearbeitung durchzuführen, ermöglicht das Zahnradbearbeitungsgerät **1** eine Verbesserung der Bearbeitungsgenauigkeit und eine Reduktion der Zeit, die für die Zahnradbearbeitung erforderlich ist, wirkungsvoll durch die Fertigbearbeitung mit dem Wälzschältschneider **90**, als wenn lediglich der Wälzfrässchneider **80** oder lediglich der Wälzschältschneider **90** verwendet werden, um die Zahnradbearbeitung durchzuführen.

[0045] Das Folgende beschreibt eine Modifikation, in der eine Innenverzahnung auf einem Werkstück **W** ausgebildet wird. In der voranstehend beschriebenen Ausführungsform ist die Schrägungsrichtung der Wälzfräsklingen **81**, die auf einem Wälzfrässchneider **80** ausgebildet sind, die gleiche wie eine Schrägungsrichtung einer Schrägverzahnung, die auf einem Werkstück **W** auszubilden ist, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf das begrenzt. Insbesondere kann die Schrägungsrichtung der Wälzfräsklingen **81**, die auf dem Wälzfrässchneider **80** ausgebildet sind, entgegengesetzt zu der Schrägungsrichtung der Schrägverzahnung sein, die auf dem Werkstück **W** auszubilden ist.

[0046] Wenn in diesem Fall die gleiche Teilung verwendet wird und der Einstellwinkel auf einen positiven Wert eingestellt ist, verringert sich der Einstellwinkel, wenn der Schrägungswinkel der Wälzfräsklingen **81** sich verringert. Mit anderen Worten kann der Einstellwinkel für einen Wälzfrässchneider **80**, der einzelgängigen Wälzfräsklingen **81** aufweist, kleiner als für einen Wälzfrässchneider **80**, der mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, eingestellt werden.

[0047] Das Folgende beschreibt eine zweite Ausführungsform. In der ersten Ausführungsform wird in dem Schruppbearbeitungsschritt ein Werkstück **W** bearbeitet, während ein Wälzfrässchneider **80** zugeführt wird. Im Gegensatz wird in der zweiten Ausführungsform in dem Schruppbearbeitungsschritt das Werkstück **W** bearbeitet, während die axiale Position eines Wälzfrässchneiders **80** mit Bezug auf ein Werkstück **W** beibehalten bleibt. Hiermit werden die gleichen Bauteile wie die, die in der ersten Ausführungsform voranstehend beschrieben wurden, mit den gleichen Bezugszeichen versehen und deren Beschreibung wird ausgelassen.

[0048] Wie in der **Fig. 5A** und der **Fig. 5B** abgebildet ist, sieht in einem Zahnradbearbeitungsverfahren gemäß der zweiten Ausführungsform in dem Schruppbearbeitungsschritt unter Verwendung des Wälzfrässchneiders **80** das Zahnradbearbeitungsgerät **1** zuerst den Wälzfrässchneider **80** derartig vor, dass

ein Einstellwinkel dem Schrägungswinkel einer auf dem Werkstück **W** auszubildenden Schrägverzahnung und dem Steigungswinkel des Wälzfrässchneiders **80** entspricht. Darauf folgend bewegt das Zahnradbearbeitungsgerät **1** den Wälzfrässchneider **80** in die radiale Richtung, um den Wälzfrässchneider **80** an einer Position vorzusehen, die das Bearbeiten des Werkstücks **W** ermöglicht. Das Zahnradbearbeitungsgerät **1** bearbeitet eine innere Randoberfläche des Werkstücks **W**, während es die Position des Wälzfrässchneiders **80** in der Richtung der Drehachse **Lt1** mit Bezug auf das Werkstück **W** beibehält. Nachdem der Schruppbearbeitungsschritt vollständig ist, führt das Zahnradbearbeitungsgerät **1** die Fertigbearbeitung durch Abschneiden mit einem Wälzfrässchneider **80** eines Schneidüberstands durch, der auf dem Werkstück **W** verblieben ist, um eine gewünschte Zahnradform auszubilden.

[0049] In dem Zahnradbearbeitungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform wird die Zahnradbearbeitung mit dem Wälzfrässchneider **80** durchgeführt, und dabei die Zeit reduziert, die für den Schruppbearbeitungsschritt erforderlich ist. In dem Fertigbearbeitungsschritt in dem Zahnradbearbeitungsverfahren der vorliegenden Ausführungsform wird der nach der Bearbeitung verbleibende Schneidüberstand mit dem Wälzschältschneider **90** abgeschnitten, und dabei eine Innenverzahnung in einer gewünschten Zahnradform auf dem Werkstück **W** ausgebildet.

[0050] Das Folgende beschreibt eine dritte Ausführungsform. In der ersten Ausführungsform wird eine Innenverzahnung auf einem Werkstück **W** ausgebildet. In der dritten Ausführungsform wird eine Außenverzahnung auf einem Werkstück **W** ausgebildet, und ein unvollständiger Zahnabschnitt **283**, der einen Außenzahn **281** und einen Abschnitt, auf dem ein Außenzahn nicht ausgebildet ist, zusammen verbindet, ist auf dem Werkstück ausgebildet. Hierin werden die gleichen Bauteile, die voranstehend in den entsprechenden Ausführungsformen beschrieben wurden, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und deren Beschreibung wird ausgelassen.

[0051] Der unvollständige Zahnabschnitt **283** wird zuerst beschrieben. Wie in der **Fig. 6** abgebildet ist, ist der unvollständige Zahnabschnitt **283** auf dem Werkstück **W** ausgebildet. Der unvollständige Zahnabschnitt **283** verbindet den Außenzahn **281** mit einem Abschnitt **282**, der eine Außenverzahnung nicht ausgebildet aufweist, nämlich mit einer äußeren Randoberfläche, auf der eine Außenverzahnung nicht ausgebildet ist. Der unvollständige Zahnabschnitt **283** ist ein steil geschnittener Abschnitt, der zwischen dem Außenzahn **281** und dem Abschnitt **282** mit nicht ausgebildeter Außenverzahnung ausgebildet wird, wenn der Außenzahn **281** mit einem Wälzfrässchneider **80** ausgebildet wird. Der Ab-

schnitt **282** mit nicht ausgebildeter Außenverzahnung ist ein Abschnitt, der nicht als eine Außenverzahnung dient, und die axiale Länge der Außenverzahnung, die auf dem Werkstück **W** auszubilden ist, erhöht sich, wenn sich die axiale Länge des Abschnitts **282** mit nicht ausgebildeter Außenverzahnung erhöht. Somit ist von einem Gesichtspunkt, die auf dem Werkstück **W** auszubildende Außenverzahnung zu verkleinern, die axiale Länge des Abschnitts **282** mit nicht ausgebildeter Außenverzahnung bevorzugt kurz.

[0052] Die axiale Länge des Abschnitts **282** mit nicht ausgebildeter Außenverzahnung verringert sich, wenn der Einstellwinkel näher zu 90 Grad gerät. Mit anderen Worten, wenn eine Außenverzahnung auf einem Werkstück **W** ausgebildet wird und ein Abschnitt **282** mit nicht ausgebildeter Außenverzahnung ebenfalls darauf ausgebildet wird, wird der Steigungswinkel eines Wälzfrässchneiders **80** bevorzugt derart eingestellt, dass der Einstellwinkel davon nahe bei 90 Grad liegt.

[0053] Das Folgende beschreibt ein Verhältnis zwischen einer auf einem Werkstück **W** auszubildenden Außenverzahnung und einem Wälzfrässchneider **80** mit Bezug auf die **Fig. 7A** und auf die **Fig. 7B**. Hierin ist ein Beispiel beschrieben, in dem eine Außenverzahnung, die eine Schrägverzahnung ist, auf dem Werkstück **W** ausgebildet wird. Es wird angenommen, dass die Schrägungsrichtung der Schrägverzahnung, die auf dem Werkstück **W** auszubilden ist, linksgängig ist, und der Schrägungswinkel durch β bezeichnet ist.

[0054] Die **Fig. 7A** und die **Fig. 7B** stellen Zustände dar, in denen Wälzfrässchneider **80A** und **80B** an der entfernten Seite der Zeichnungsseite mit Bezug auf das Werkstück **W** positioniert sind. In der äußeren Randoberfläche des Werkstücks **W** wird eine Zahnradbearbeitung auf einer Oberfläche durchgeführt, die zu der entfernten Seite der Zeichnungsseite gerichtet ist. In der **Fig. 7A** und in der **Fig. 7B** zeigen die gestrichelten Linien, die auf der äußeren Randoberfläche des Werkstücks **W** gezeichnet sind, schematisch die Form der auf der entfernten Seite der Zeichnungsseite ausgebildeten Außenverzahnung.

[0055] Die **Fig. 7A** stellt einen Zustand dar, in dem ein äußerer Zahn auf dem Werkstück **W** mit dem Wälzfrässchneider **80A** ausgebildet wird, der doppelgängige Wälzfräsklingen **81A** aufweist, und der Einstellwinkel des Wälzfrässchneiders **80A** ist durch $\alpha 2A$ bezeichnet. Die **Fig. 7B** stellt einen Zustand dar, in dem ein äußerer Zahn auf dem Werkstück **W** mit dem Wälzfrässchneider **80B** ausgebildet wird, der einzelgängige Wälzfräsklingen **81B** aufweist, und der Einstellwinkel des Wälzfrässchneiders **80B** ist durch $\alpha 2B$ bezeichnet.

[0056] Wie in der **Fig. 7A** und in der **Fig. 7B** abgebildet ist, ist jeder Einstellwinkel ein positiver Wert gleich wie oder kleiner als 90 Grad, der dem Unterschied des Schrägungswinkels subtrahiert von dem Steigungswinkel entspricht. Wenn eine auf dem Werkstück **W** auszubildende Außenverzahnung ausgebildet wird, weist die Schrägungsrichtung einer auf dem Werkstück **W** auszubildenden Schrägverzahnung und die Schrägungsrichtung des Wälzfrässchneiders **80** die gleiche sind, steigt somit der Einstellwinkel, wenn der Steigungswinkel steigt.

[0057] Somit kann im Vergleich zwischen einem Wälzfrässchneider **80**, der doppelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, und einem Wälzfrässchneider **80**, der einzelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, die axiale Länge des Abschnitts **282** mit nicht ausgebildeter Außenverzahnung, der auf dem Werkstück **W** ausgebildet ist, in der Zahnradbearbeitung mit dem Wälzfrässchneider **80**, der die doppelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, kürzer gemacht werden als in einer Zahnradbearbeitung mit dem Wälzfrässchneider **80**, der die einzelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist. Der Wälzfrässchneider **80**, der die doppelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, ermöglicht eine weitere Reduktion der Zeit, die für den Schruppbearbeitungsschritt notwendig ist, als der Wälzfrässchneider **80**, der die einzelgängigen Wälzfräsklingen **81** aufweist.

[0058] Sogar falls der Wälzfrässchneider **80B**, der die einzelgängige Wälzfräsklingen **81B** aufweist, für die Schruppbearbeitung verwendet wird, führt das Zahnradbearbeitungsgerät **1** die Fertigbearbeitung mit einem Wälzschältschneider **90** durch. Dies ermöglicht eine Verbesserung der Bearbeitungsgenauigkeit und eine Reduktion der Zeit, die für die Zahnradbearbeitung erforderlich ist, wirkungsvoller als wenn lediglich der Wälzfrässchneider **80** oder der Wälzschältschneider **90** für die Zahnradbearbeitung verwendet werden. Das Folgende beschreibt Modifikationen, wenn eine Außenverzahnung auf einem Werkstück **W** ausgebildet wird. In der voranstehend beschriebenen dritten Ausführungsform ist die Schrägungsrichtung der Wälzfräsklingen **81**, die auf einem Wälzfrässchneider **80** ausgebildet sind, die gleiche wie die Schrägungsrichtung einer Schrägverzahnung, die auf einem Werkstück **W** auszubilden ist. Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf das begrenzt. Insbesondere kann die Schrägungsrichtung der Wälzfräsklingen **81**, die auf dem Wälzfrässchneider **80** ausgebildet sind, entgegengesetzt zu der Schrägungsrichtung der Schrägverzahnung sein, die auf dem Werkstück **W** auszubilden ist. Wenn in diesem Fall die gleiche Teilung verwendet wird und der Einstellwinkel auf einen positiven Wert eingestellt ist, steigt der Einstellwinkel, wenn der Steigungswinkel der Wälzfräsklingen **81** sich verringert. Mit anderen Worten, der Einstellwinkel kann für einen Wälzfrässchneider **80**, der einzelgängige Wälzfräs-

klingen **81** aufweist, größer sein als für einen Wälzfrässchneider **80**, der mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist.

[0059] Die voranstehend beschriebenen Ausführungsformen beschreiben Fälle, in denen die vorliegende Erfindung angewendet ist, wenn eine Schrägverzahnung auf einem Werkstück **W** ausgebildet wird. Jedoch kann die vorliegende Erfindung auch angewendet werden, wenn ein gerade verzahntes Zahnrad darauf ausgebildet wird.

[0060] In den voranstehend beschriebenen Ausführungsformen wurden Beispiele beschrieben, in denen der Wälzfrässchneider **80A**, der die doppelgängige Wälzfräsklingen **81A** aufweist, als Wälzfrässchneider **80** verwendet wird, der die mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist. Es ist nicht notwendig zu sagen, dass jedoch ein Wälzfrässchneider **80** ebenso verwendet werden kann, der Wälzfräsklingen **81** mit drei oder mehr Gänge aufweist. Der Steigungswinkel des Wälzfrässchneiders **80** steigt, wenn die Anzahl der Gänge der Wälzfräsklingen **81** steigt, und somit kann durch geeignetes Anpassen der Anzahl der Gänge der Wälzfräsklingen **81** das Zahnradbearbeitungsgerät **1** geeignet einen Einstellwinkel in der Zahnradbearbeitung einstellen.

[0061] Darüber hinaus kann das Zahnradbearbeitungsgerät **1** alleine verschiedene Arten von Bearbeitung wie zum Beispiel Drehen, Wälzfräsen, Stoßen, Wälzschälen, Abfasen und Bohren durch das Austauschen von Werkzeugen mit dem Werkzeugwechsler **150** durchführen.

[0062] Wie voranstehend beschrieben wurde, hat das Zahnradbearbeitungsverfahren einen Schruppbearbeitungsschritt und einen Fertigbearbeitungsschritt. Der Schruppbearbeitungsschritt involviert eine Schruppbearbeitung eines Werkstücks **W**, während er verursacht, dass ein zylindrischer Wälzfrässchneider **80** in Synchronisation mit einer Drehung des Werkstücks **W** derart dreht, dass ein Schneidüberstand verbleibt. Der Fertigbearbeitungsschritt involviert das Schneiden des Schneidüberstands, der auf dem Werkstück **W** verbleibt, auf dem die Schruppbearbeitung in dem Schruppbearbeitungsschritt durchgeführt wurde, um eine erwünschte Zahnradform durch Zuführen eines Wälzschälenschneiders **90** relativ zu dem Werkstück **W** in der Richtung der Drehachse **Lw** des Werkstücks **W** auszubilden, während verursacht wird, dass der Wälzschälenschneider **90** in Synchronisation mit der Drehung des Werkstücks **W** dreht.

[0063] Das Zahnradbearbeitungsverfahren erfordert keine hoch genaue Bearbeitung in dem Schruppbearbeitungsschritt, und somit kann die Zufuhrgeschwindigkeit des Wälzfrässchneiders **80** hoch eingestellt werden. In dem Zahnradbearbeitungsverfah-

ren wird die Fertigbearbeitung mit dem Wälzschälenschneider **90** auf dem Werkstück **W** durchgeführt, auf dem die Schruppbearbeitung durchgeführt wurde, wodurch ein auf dem Werkstück **W** auszubildendes Zahnrad in einer gewünschten Form ausgebildet werden kann.

[0064] Wenn ein Schneidüberstand in der Bearbeitung eines Werkstücks **W** groß ist, kann das Bearbeiten mit einem Wälzfrässchneider **80** eine größere Schnitttiefe erlangen, während ein Verschleiß eines Werkzeugs unterdrückt werden kann, als bei einer Bearbeitung mit dem Wälzschälenschneider **90**. Wenn der Schneidüberstand in der Bearbeitung des Werkstücks **W** klein ist, kann die Bearbeitung mit dem Wälzschälenschneider **90** eine schnellere und genauere Bearbeitung als eine Bearbeitung mit dem Wälzfrässchneider **80** erlangen. Somit ermöglicht das Zahnradbearbeitungsverfahren die Reduktion der Zeit, die für die Zahnradbearbeitung durch die Schruppbearbeitung mit dem Wälzfrässchneider **80** und die Fertigbearbeitung mit dem Wälzfrässchneider **90** erforderlich ist.

[0065] In dem voranstehend beschriebenen Zahnradbearbeitungsgerät involviert das Zahnradbearbeitungsverfahren das Ausbilden einer Innenverzahnung, die eine Schrägverzahnung ist, auf dem Werkstück **W**. Der Wälzfrässchneider **80** weist mehrgängige Wälzfräsklingen **81** auf, die einen Schrägungswinkel mit Bezug auf eine Ebene rechtwinklig zu der Drehachse **Lt1** des Wälzfrässchneiders **80** aufweisen, und der Schrägungswinkel der Wälzfräsklingen **81** ist der gleiche Schrägungswinkel des auf dem Werkstück **W** auszubildenden Schrägverzahnung.

[0066] Wenn in dem Zahnradbearbeitungsverfahren der Schrägungswinkel der Wälzfräsklingen **81** der gleiche wie der Schrägungswinkel der Innenverzahnung, die die auf dem Werkstück **W** auszubildende Schrägverzahnung ist, verwendet das Zahnradbearbeitungsgerät **1** den Wälzfrässchneider **80**, der die mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, in dem Schruppbearbeitungsschritt. In diesem Fall kann in dem Zahnradbearbeitungsgerät **1** der Neigungswinkel (Einstellwinkel) der Drehachse **Lt1** des Wälzfrässchneiders **80** mit Bezug auf die Drehachse **Lw** des Werkstücks **W** kleiner eingestellt werden, als wenn ein Wälzfrässchneider **80** verwendet wird, der einzelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist. Wenn in diesem Fall ein Werkstück **W** mit einer Wälzfräsklinge **81** zu bearbeiten ist, kann der Grad der Berührung zwischen dem Werkstück **W** und einer anderen Wälzfräsklinge **81**, die nicht die eine Wälzfräsklinge **81** ist, reduziert werden. Folglich kann in dem Zahnradbearbeitungsverfahren der vorliegenden Erfindung ein Schneidüberstand reduziert werden, der nach einer Vollendung des Schruppbearbeitungsschritts verbleibt. Dies unterdrückt einen Verschleiß des Wälz-

schältschneiders **90** und reduziert eine Zeit, die für die Fertigbearbeitung erforderlich ist.

[0067] In dem Zahnradbearbeitungsverfahren wird die Zahnradbearbeitung mit dem Wälzfrässchneider **80** durchgeführt, der die mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, wodurch die für den Schruppbearbeitungsschritt erforderliche Zeit weiter reduziert werden kann, als wenn die Zahnradbearbeitung mit einem Wälzfrässchneider **80** durchgeführt wird, der einzelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist.

[0068] Das voranstehend beschriebene Zahnradbearbeitungsverfahren ist ein Verfahren, eine Innenverzahnung auszubilden, die eine Schrägverzahnung auf dem Werkstück **W** ist. Der Wälzfrässchneider **80** weist einzelgängige Wälzfräsklingen **81** auf, die einen Schrägungswinkel mit Bezug auf eine Ebene rechtwinklig zu der Drehachse **Lt1** des Wälzfrässchneiders **80** aufweisen, und der Schrägungswinkel der Wälzfräsklingen **81** liegt entgegengesetzt zu der Schrägungsrichtung der auf dem Werkstück **W** auszubildenden Schrägverzahnung.

[0069] Wenn in dem Zahnradbearbeitungsverfahren die Schrägungsrichtung der Wälzfräsklingen **81** entgegengesetzt zu der Schrägungsrichtung der Innenverzahnung liegt, die die auf dem Werkstück **W** auszubildende Schrägverzahnung ist, verwendet das Zahnradbearbeitungsgerät **1** den Wälzfrässchneider **80**, der die einzelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, in dem Schruppbearbeitungsschritt. In diesem Fall kann in dem Zahnradbearbeitungsgerät **1** der Neigungswinkel (Einstellwinkel) der Drehachse **Lt1** des Wälzfrässchneiders **80** mit Bezug auf die Drehachse **Lw** des Werkstücks **W** kleiner eingestellt werden, als wenn ein Wälzfrässchneider **80** verwendet wird, der mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist. Wenn in diesem Fall ein Werkstück **W** mit einer Wälzfräsklinge **81** zu bearbeiten ist, kann der Grad der Berührung zwischen dem Werkstück **W** und einer anderen Wälzfräsklinge reduziert werden, die nicht die eine Wälzfräsklinge **81** ist. Folglich kann in dem Zahnradbearbeitungsverfahren der vorliegenden Erfindung ein Schneidüberstand, der nach der Vollendung des Schruppbearbeitungsschritts verbleibt, reduziert werden, und somit kann der Verschleiß des Wälzschältschneiders unterdrückt werden, und ebenfalls kann die für die Fertigbearbeitung erforderliche Zeit reduziert werden.

[0070] Das voranstehend beschriebene Zahnradbearbeitungsverfahren ist ein Verfahren, auf dem Werkstück **W** einen unvollständigen Zahnabschnitt **283** auszubilden, der eine Außenverzahnung, die eine Schrägverzahnung ist, und einen Abschnitt, auf dem die Schrägverzahnung nicht ausgebildet ist, miteinander verbindet. Der Wälzfrässchneider **80** weist mehrgängige Wälzfräsklingen **81** auf, die mit Bezug auf eine Ebene rechtwinklig zu der Drehachse **Lt1**

des Wälzfrässchneiders **80** einen Schrägungswinkel aufweisen, und die Schrägungsrichtung der Wälzfräsklingen **81** ist die gleiche wie die Schrägungsrichtung der auf dem Werkstück **W** auszubildenden Schrägverzahnung.

[0071] Wenn in dem Zahnradbearbeitungsverfahren die Schrägungsrichtung der Wälzfräsklingen **81** die gleiche wie die Schrägungsrichtung der Außenverzahnung ist, die die auf dem Werkstück **W** auszubildende Schrägverzahnung ist, verwendet das Zahnradbearbeitungsgerät **1** den Wälzfrässchneider **80**, der die mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, in dem Schruppbearbeitungsschritt. Dies kann die axiale Länge des Abschnitts **283** mit nicht vollständiger Verzahnung verlängern, der auf dem Werkstück **W** ausgebildet ist, als wenn der Wälzfrässchneider **80** verwendet wird, der die einzelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist.

[0072] In dem Zahnradbearbeitungsverfahren kann die Zahnradbearbeitung mit dem Wälzfrässchneider **80**, der die mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, weiter die Zeit reduzieren, die für den Schruppbearbeitungsschritt erforderlich ist, als wenn die Zahnradbearbeitung mit einem Wälzfrässchneider **80** durchgeführt wird, der einzelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist.

[0073] Das voranstehend beschriebene Zahnradbearbeitungsverfahren ist ein Verfahren, auf dem Werkstück **W** einen Abschnitt **283** mit unvollständiger Verzahnung auszubilden, der eine Außenverzahnung, die eine Schrägverzahnung ist, und einen Abschnitt miteinander verbindet, auf dem die Schrägverzahnung nicht ausgebildet ist. Der Wälzfrässchneider **80** weist einzelgängige Wälzfräsklingen **81** auf, die einen Schrägungswinkel mit Bezug auf eine Ebene rechtwinklig zu der Drehachse **Lt1** des Wälzfrässchneiders **80** aufweisen, und die Schrägungsrichtung der Wälzfräsklingen **81** ist entgegengesetzt zu der Schrägungsrichtung der auf dem Werkstück **W** auszubildenden Schrägverzahnung.

[0074] Wenn in dem Zahnradbearbeitungsverfahren die Schrägungsrichtung der Wälzfräsklingen **81** entgegengesetzt zu der Schrägungsrichtung der Innenverzahnung liegt, die die auf dem Werkstück **W** auszubildende Schrägverzahnung ist, verwendet das Zahnradbearbeitungsgerät **1** den Wälzfrässchneider **80**, der die einzelgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist, in dem Schruppbearbeitungsschritt. In diesem Fall kann in dem Zahnradbearbeitungsgerät **1** der axiale Abstand des Abschnitts **283** mit unvollständiger Verzahnung, der auf dem Werkstück **W** ausgebildet ist, kürzer gemacht werden als wenn ein Wälzfrässchneider **80** verwendet wird, der mehrgängige Wälzfräsklingen **81** aufweist.

[0075] Das Zahnradbearbeitungsgerät gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hat die Schruppbearbeitungssteuerung **110** und die Fertigbearbeitungssteuerung **120**. Die Schruppbearbeitungssteuerung **110** steuert die Schruppbearbeitung auf einem Werkstück **W**, während sie verursacht, dass ein zylindrischer Wälzfrässchneider **80** in Synchronisation mit einer Drehung des Werkstücks **W** derart dreht, dass ein Schneidüberstand verbleibt. Die Fertigbearbeitungssteuerung **120** steuert die Fertigbearbeitung des Schneidens des Schneidüberstands, der auf dem Werkstück **W** verblieben ist, auf dem die Schruppbearbeitung durchgeführt wurde, um eine gewünschte Zahnradform durch Zuführen eines Wälzschältschneiders **90** relativ zu dem Werkstück **W** in der Richtung der Drehachse **Lw** des Werkstücks **W** auszubilden, während sie verursacht, dass der Wälzschältschneider **90** in Synchronisation mit der Drehung des Werkstücks **W** dreht.

[0076] Gemäß dem Zahnradbearbeitungsgerät **1** erfordert die Schruppbearbeitungssteuerung **110** keine hoch genaue Bearbeitung in dem Schruppbearbeitungsschritt, und somit kann die Zufuhrgeschwindigkeit des Wälzfrässchneiders **80** hoch eingestellt werden. Die Fertigbearbeitungssteuerung **120** führt eine Fertigbearbeitung mit dem Wälzschältschneider **90** auf dem Werkstück **W** durch, auf dem die Schruppbearbeitung durchgeführt wurde, wodurch ein auf dem Werkstück **W** auszubildendes Zahnrad in eine gewünschte Form ausgebildet werden kann.

[0077] Darüber hinaus kann das Zahnradbearbeitungsgerät **1** geringere Werkzeugkosten durch Verwendung des zylindrischen Wälzfrässchneiders **80** erlangen, als wenn ein fassförmiger Wälzfrässchneider verwendet wird. Somit ermöglicht das Zahnradbearbeitungsgerät **1** sowohl eine Reduktion einer Bearbeitungszeit wie auch eine Verbesserung einer Bearbeitungsgenauigkeit, während ein Anstieg von Werkzeugkosten unterdrückt ist.

[0078] Ein Zahnradbearbeitungsverfahren hat: Schruppbearbeitung des Werkstücks **W**, während verursacht wird, dass ein zylindrischer Wälzfrässchneider **80** in Synchronisation mit einer Drehung des Werkstücks **W** derart dreht, dass ein Schneidüberstand verbleibt; und Fertigbearbeitung durch Abschneiden des Schneidüberstands, der auf dem Werkstück **W** während der Schruppbearbeitung verblieben ist, auf dem die Schruppbearbeitung durchgeführt wurde, um eine gewünschte Zahnradform durch Zuführen eines Wälzschältschneiders **90** relativ zu dem Werkstück **W** in der Richtung der Drehachse **Lw** des Werkstücks **W** auszubilden, während verursacht wird, dass der Wälzschältschneider **90** in Synchronisation mit der Drehung des Werkstücks **W** dreht.

ZITATE ENHALTEN 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 2000210817 [0002]
- JP 2000210817 A [0002, 0003]
- JP 57107735 [0002]
- JP 57107735 A [0002, 0003]
- JP 2014172112 [0002]
- JP 2014172112 A [0002]

Patentansprüche

1. Zahnradbearbeitungsverfahren mit:
 Schruppbearbeiten eines Werkstücks, während verursacht wird, dass ein zylindrischer Wälzfrässchneider in Synchronisation mit einer Drehung des Werkstücks derart dreht, dass ein Schneidüberstand verbleibt; und
 Fertigbearbeiten durch Abschneiden des auf dem Werkstück während der Schruppbearbeitung verbliebenen Schneidüberstands, auf dem die Schruppbearbeitung durchgeführt wurde, um eine gewünschte Zahnradform auszubilden, durch Zuführen eines Wälzschäl Schneiders relativ zu dem Werkstück in einer Richtung einer Drehachse des Werkstücks, während verursacht wird, dass der Wälzschäl Schneider in Synchronisation mit der Drehung des Werkstücks dreht.

2. Zahnradbearbeitungsverfahren nach Anspruch 1, wobei
 das Zahnradbearbeitungsverfahren ein Verfahren ist, eine Innenverzahnung auf dem Werkstück auszubilden, die eine Schrägverzahnung ist, der Wälzfrässchneider mehrgängige-Wälzfräsklingen aufweist, die mit Bezug auf eine Ebene rechtwinklig zu einer Drehachse des Wälzfrässchneiders einen Schrägungswinkel aufweisen, und eine Schrägungsrichtung der Wälzfräsklingen die gleiche wie eine Schrägungsrichtung der auf dem Werkstück auszubildenden Schrägverzahnung ist.

3. Zahnradbearbeitungsverfahren nach Anspruch 1, wobei
 das Zahnradbearbeitungsverfahren ein Verfahren ist, eine Innenverzahnung auf dem Werkstück auszubilden, die eine Schrägverzahnung ist, der Wälzfrässchneider eine einzelgängige Wälzfräsklinge aufweist, die einen Schrägungswinkel mit Bezug auf eine Ebene rechtwinklig zu einer Drehachse des Wälzfrässchneiders aufweist, und eine Schrägungsrichtung der Wälzfräsklinge entgegengesetzt zu einer Schrägungsrichtung der auf dem Werkstück auszubildenden Schrägverzahnung ist.

4. Zahnradbearbeitungsverfahren nach Anspruch 1, wobei
 das Zahnradbearbeitungsverfahren ein Verfahren ist, auf dem Werkstück einen unvollständigen Zahnabschnitt auszubilden, der eine Außenverzahnung, die eine Schrägverzahnung ist, und einen Abschnitt miteinander verbindet, auf dem die Schrägverzahnung nicht ausgebildet ist, der Wälzfrässchneider mehrgängige Wälzfräsklingen aufweist, die einen Schrägungswinkel mit Bezug auf eine Ebene rechtwinklig zu einer Drehachse des Wälzfrässchneiders aufweisen, und eine Schrägungsrichtung der Wälzfräsklingen die gleiche wie eine Schrägungsrichtung der auf dem Werkstück auszubildenden Schrägverzahnung ist.

5. Zahnradbearbeitungsverfahren nach Anspruch 1, wobei
 das Zahnradbearbeitungsverfahren ein Verfahren ist, auf dem Werkstück einen unvollständigen Zahnabschnitt auszubilden, der eine Außenverzahnung, die eine Schrägverzahnung ist, und einen Abschnitt miteinander verbindet, auf dem die Schrägverzahnung nicht ausgebildet ist, der Wälzfrässchneider eine einzelgängige Wälzfräsklinge aufweist, die einen Schrägungswinkel mit Bezug auf eine Ebene rechtwinklig zu einer Drehachse des Wälzfrässchneiders aufweist, und eine Schrägungsrichtung der Wälzfräsklinge entgegengesetzt zu einer Schrägungsrichtung der auf dem Werkstück auszubildenden Schrägverzahnung ist.

6. Zahnradbearbeitungsgerät mit:
 einer Schruppbearbeitungssteuerung, die eine Schruppbearbeitung auf einem Werkstück steuert, während sie verursacht, dass ein zylindrischer Wälzfrässchneider in Synchronisation mit einer Drehung des Werkstücks derart dreht, dass ein Schneidüberstand verbleibt, und
 einer Fertigbearbeitungssteuerung, die eine Fertigbearbeitung, den auf dem Werkstück, auf dem die Schruppbearbeitung durchgeführt wurde, verbliebenen Schneidüberstand abzuschneiden, um eine gewünschte Zahnradform auszubilden, in dem ein Wälzschäl Schneider relativ zu dem Werkstück in einer Richtung einer Drehachse des Werkstücks zugeführt wird, während sie verursacht, dass der Wälzschäl Schneider in Synchronisation mit der Drehung des Werkstücks dreht.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

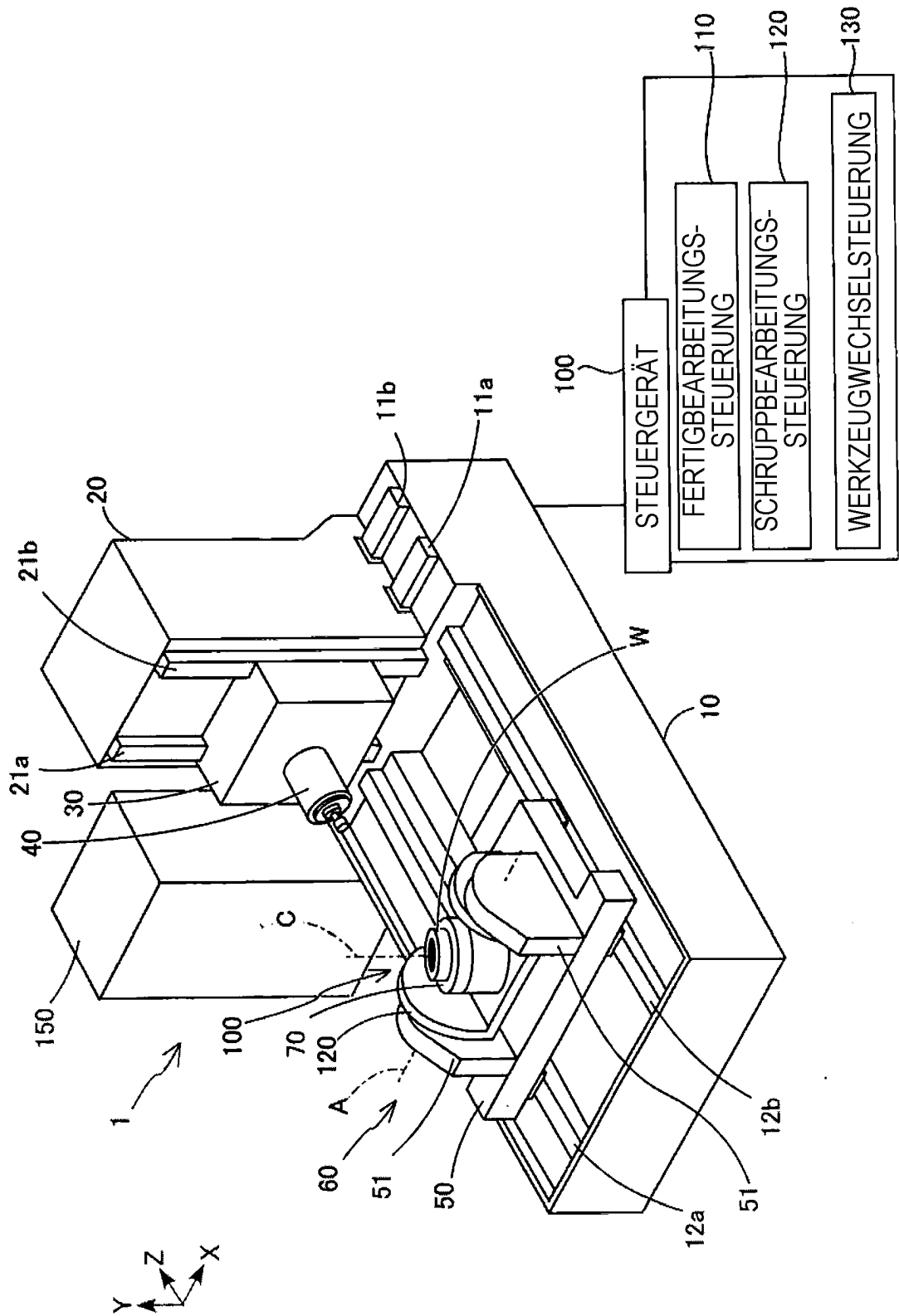


FIG.3

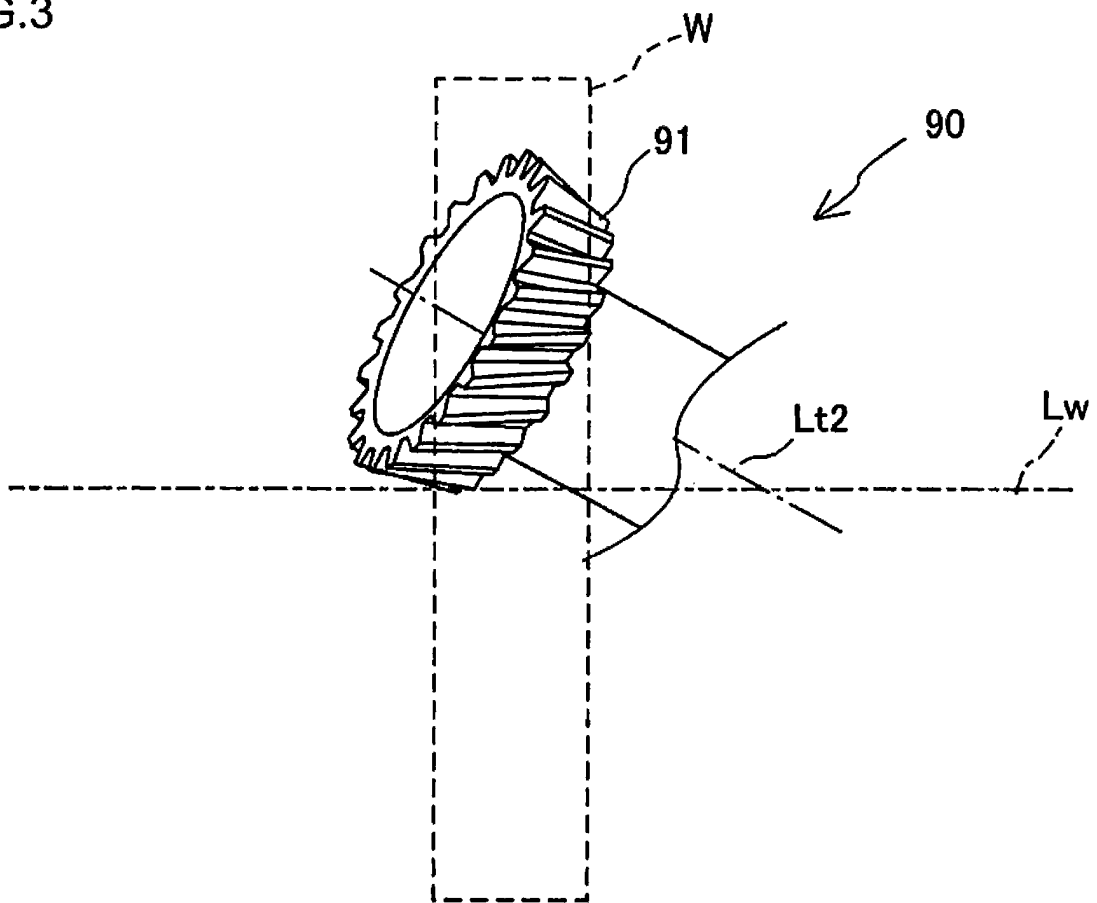


FIG.4A

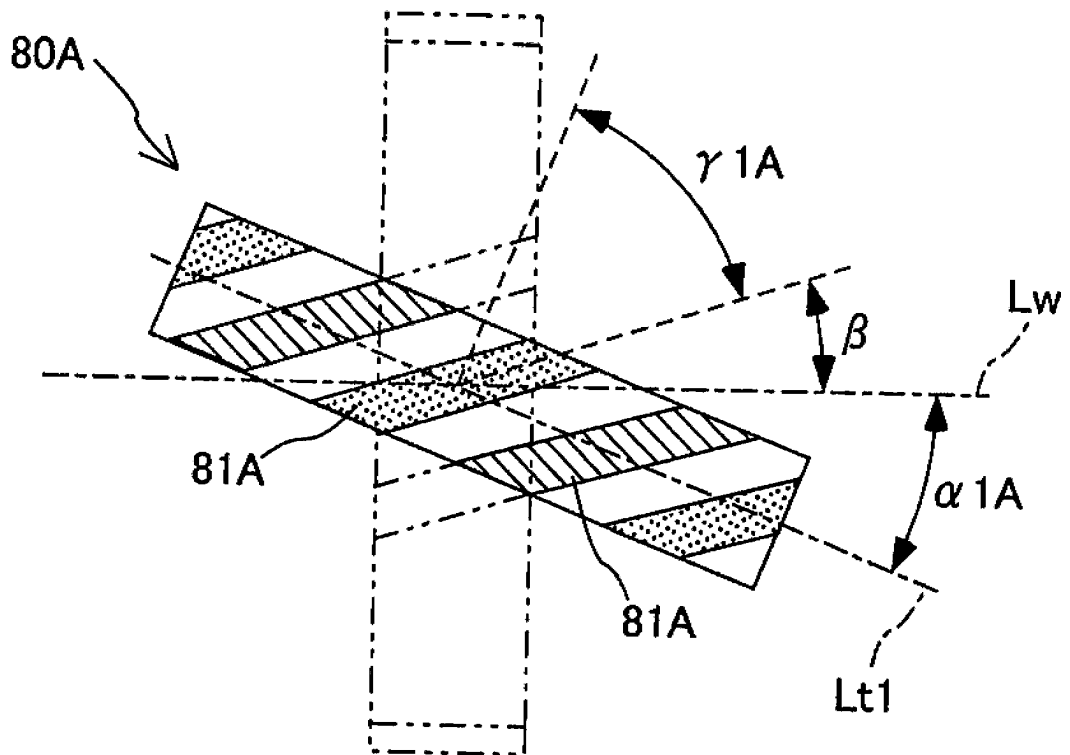


FIG.4B

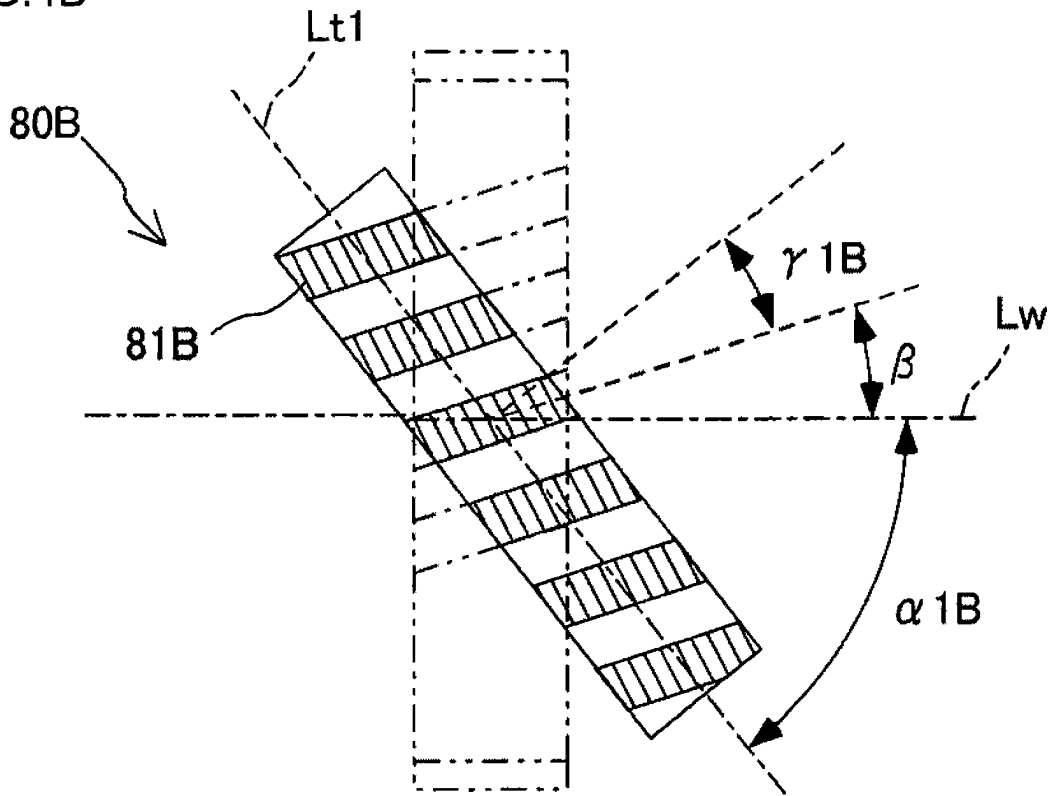


FIG.5A

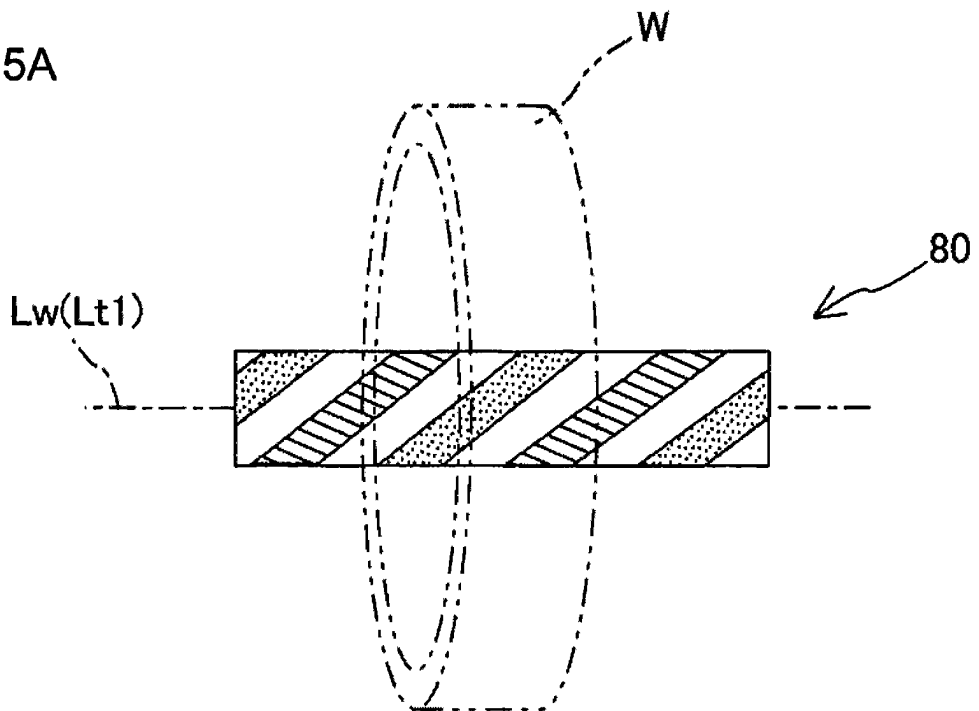


FIG.5B

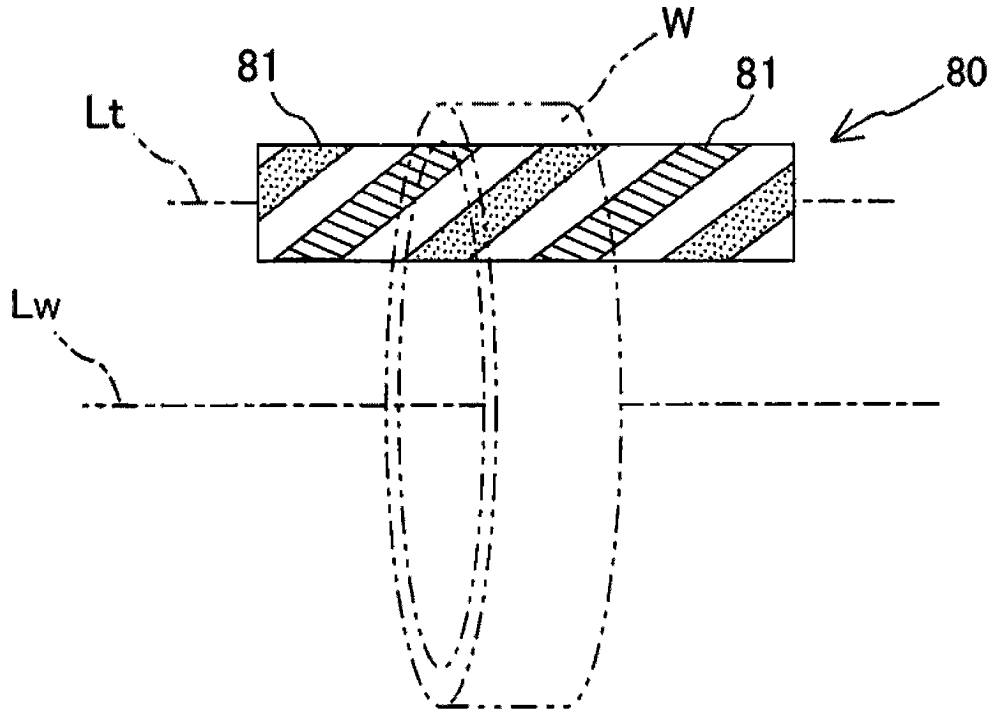


FIG.6

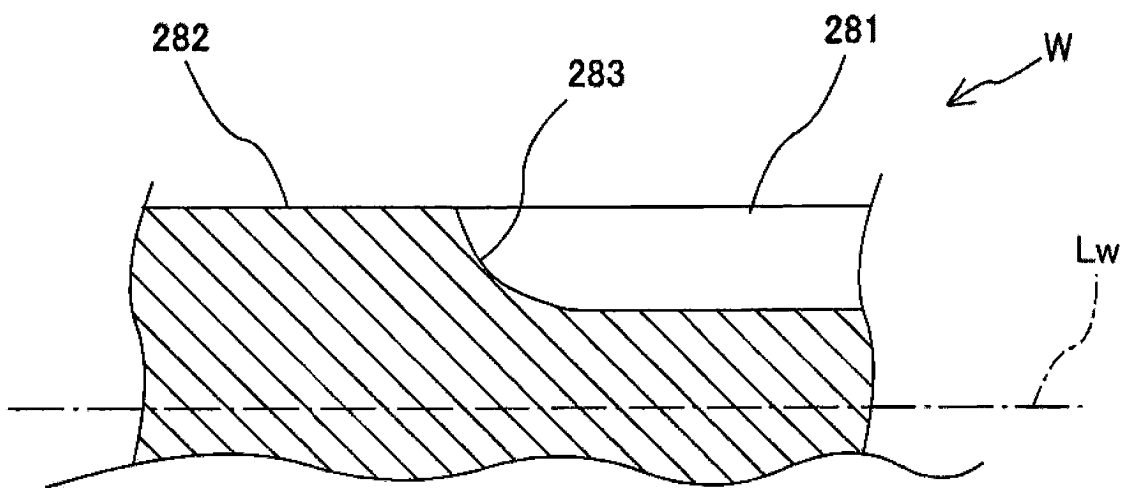


FIG.7A

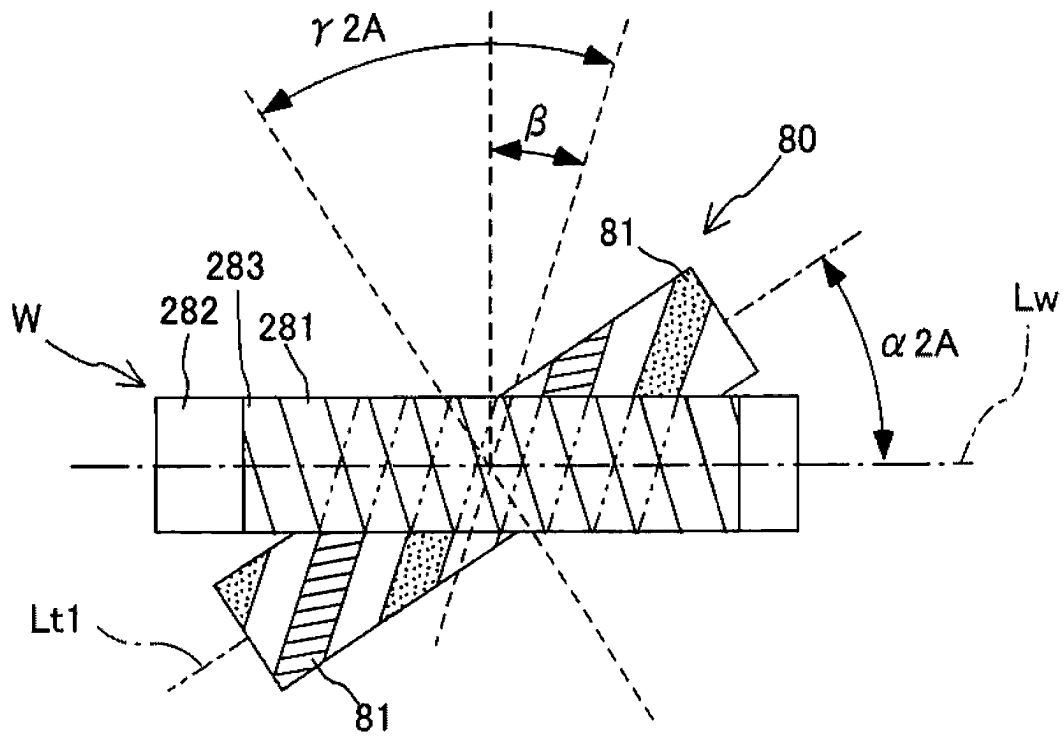


FIG.7B

