



(10) **DE 10 2017 011 429 A1** 2018.06.21

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 011 429.3**

(22) Anmeldetag: **12.12.2017**

(43) Offenlegungstag: **21.06.2018**

(51) Int Cl.: **F16D 48/00 (2006.01)**

**F16D 11/00 (2006.01)**

**F16D 23/04 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**1651705-4**                      **21.12.2016**    **SE**

(71) Anmelder:  
**Scania CV AB, Södertälje, SE**

(74) Vertreter:  
**Wuesthoff & Wuesthoff, Patentanwälte PartG  
mbB, 81541 München, DE**

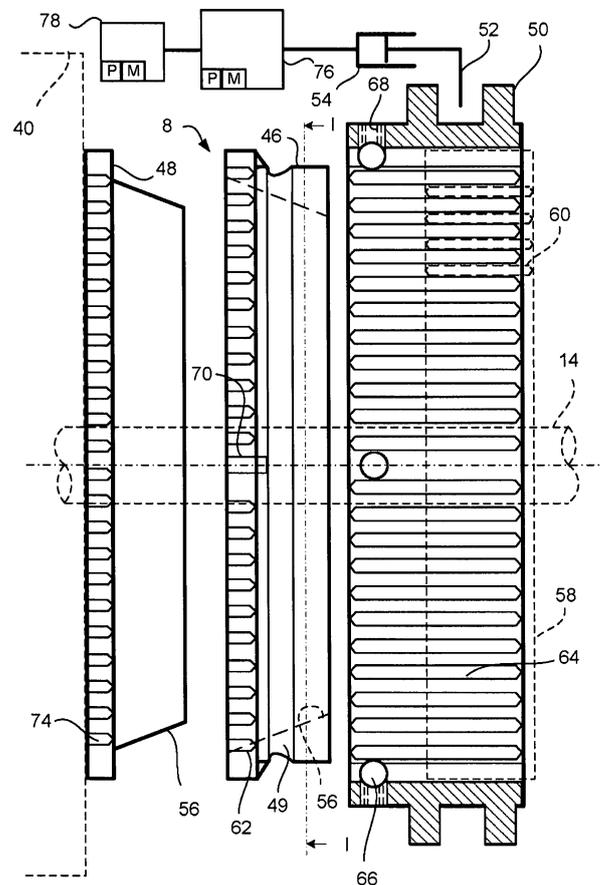
(72) Erfinder:  
**Norberg, Peer, Södertälje, SE; Häggström, Daniel,  
Södertälje, SE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und System zum Steuern einer Synchronisieranordnung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Synchronisieranordnung (8) eines Getriebes (4) eines Fahrzeugs (1), wobei das Verfahren den Schritt zum Steuern des Verschiebens der Hülse (50) der Synchronisieranordnung (8) von einer ersten Stellung (A1) zur zweiten Stellung (A2) umfasst, so dass die axiale Geschwindigkeit der Hülse (50) an einer dritten Stellung (A3) zwischen der ersten und zweiten Stellung (A1, A2) und vor einer Stellung (AS), an der die Synchronisierung beginnt, verlangsamt und dann von der dritten Stellung (AS) zur zweiten Stellung (A2) beschleunigt. Die Erfindung betrifft ebenfalls ein System zum Steuern einer Synchronisieranordnung (8), ein Getriebe (4), ein Fahrzeug (1), ein Computerprogramm (P) und ein computerlesbares Medium.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Synchronisieranordnung in einem Getriebe eines Fahrzeugs, ein System zum Steuern einer Synchronisieranordnung, ein Getriebe umfassend eine Synchronisieranordnung, ein Fahrzeug umfassend solch ein Getriebe, ein Computerprogramm und ein computerlesbares Medium.

## HINTERGRUND UND STAND DER TECHNIK

**[0002]** Eine Synchronisieranordnung in einem Antriebsstrang eines Fahrzeugs dient zum Synchronisieren der Drehzahl zwischen Übertragungselementen wie einem Zahnrad und einer Welle, bevor das Zahnrad mit der Welle verriegelt wird. Die Synchronisieranordnung umfasst eine axial verschiebbare Hülse, einen Verriegelungskonusring und einen an der Seite des Zahnrads angeordneten Innenkonusring. Die Welle kann eine Welle in einem Getriebe sein.

**[0003]** Umfangsverriegelungszähne am Verriegelungskonusring zeigen zur Hülse und dienen dazu, Innenzähne in der Hülse während der Synchronisation in Eingriff zu bringen. Zum Erzielen einer ordnungsgemäßen Synchronisation ist die Oberfläche der Umfangsverriegelungszähne in Bezug zur Drehachse des Verriegelungskonusrings gewinkelt. Der Winkel ist mit dem Bremsmoment abgestimmt, das der Verriegelungskonusring auf die Hülse überträgt, um eine synchrone Drehzahl zu erreichen. Das heißt der Winkel muss so beschaffen sein, dass die Verriegelungszähne am Verriegelungskonusring in den Teil der Innenzähne in der Hülse eingreifen, die in diesem Winkel stehen, und auf die Hülse ausreichend einwirken, um eine synchrone Drehzahl zu erreichen, und anschließend aus dem Teil der Innenzähne in der Hülse in diesem Winkel ausrücken, wenn die Hülse in den Innenkonusring eingreifen soll, sobald eine synchrone Drehzahl erreicht ist. In der Eingriffsstellung zwischen der Hülse und dem Innenkonusring greifen die Innenzähne in der Hülse in die Umfangskopplungszähne des Innenkonusrings ein. Der Innenkonusring ist am Zahnrad befestigt und die Hülse ist in Bezug auf die Welle axial verschiebbar, befindet sich aber im Dreheingriff mit der Welle. Zum Sicherstellen, dass die synchrone Drehzahl erreicht wird, bevor die Hülse den Verriegelungskonusring axial passiert, müssen die sich die Zähne des Verriegelungskonusrings zum richtigen Zeitpunkt von den Innenzähnen lösen. Dies wird durch ein Momentgleichgewicht erzielt, bei dem das Reibungsmoment, ebenfalls als Synchronisationsmoment definiert, versucht, die Überlappung zwischen den Verriegelungskonuszähnen und den Innenkonuszähnen zu vergrößern, während das aus dem Zahn-Zahn-Kontakt resultierende Moment versucht, die Überlappung zwischen

den Zähnen zu verkleinern. Wenn die Umfangsverriegelungszähne am Verriegelungskonusring von den Innenzähnen in der Hülse ausgerückt sind, sobald eine synchrone Drehzahl zwischen der Hülse und dem Innenkonusring erreicht wurde, wird die Hülse axial verschoben, so dass der Verriegelungskonusring nach innen in die Hülse bewegt wird und in einer axialen Stellung relativ zur Hülse stoppt, wobei die axiale Stellung durch die Stellung bestimmt wird, an der die Hülse auf den Innenkonusring am Zahnrad trifft und in diesen eingreift.

**[0004]** Die Vorsynchronisation erfolgt vor Eintreten des Synchronisationsprozesses. Während der Vorsynchronisation muss das zwischen den konischen Flächen vorhandene Schmiermittel, etwa Öl, beseitigt werden, so dass ein ausreichend hohes Reibungsmoment erzeugt wird, welches das Eingreifen des Zahnrads während einer asynchronen Drehzahl wirksam blockiert.

**[0005]** Während der Vorsynchronisation und des folgenden Synchronisationsprozesses ist die axiale Stellung des Verriegelungskonusrings aufgrund der axialen Kraft von der Hülse, die auf den Verriegelungskonusring einwirkt, definiert. Nach dem Synchronisationsprozess ist die Hülse mit dem Innenkonusring und ebenfalls dem Zahnrad gekoppelt. In dieser Stellung drehen sich die Hülse, der Verriegelungskonusring, der Innenkonusring und das Zahnrad zusammen mit der Welle des Antriebsstrangs als eine Einheit.

**[0006]** Die auf den Verriegelungskonusring einwirkende axiale Kraft von der Hülse kann durch ein Betätigungselement erzeugt werden. Die axiale Kraft und ebenfalls die axiale Bewegung der Hülse können mit einer Steuereinheit gesteuert werden.

**[0007]** Das Beseitigen von Schmiermittel zwischen den konischen Flächen während der Vorsynchronisation ist kritisch und hängt vor allem von einer Federkraft von die axiale Bewegung der Hülse einschränkenden Federn, der durch das Betätigungselement erzeugten und mit einer Steuereinheit gesteuerten Kraft und Drehzahl der Hülse, der Viskosität des Schmiermittels und der gesamten geometrischen Gestaltung der Komponenten in der Synchronisieranordnung ab. Die Federn verhindern vorübergehend das Eingreifen von Zahnrädern, so dass ausreichend Zeit bleibt, das Schmiermittel zwischen den konischen Flächen zu beseitigen. Die Zeit zum Beseitigen des Schmiermittels wird mit der Federkraft, der Zeit für das Betätigungselement zum Aufbauen von Kraft sowie der Geschwindigkeit und dem Moment der Hülse, wenn die Hülse an der Feder anstößt und vorübergehend am axialen Verschieben gehindert wird, ermittelt.

**[0008]** Die Federn sind normalerweise in einem Bereich mit wenig verfügbarem Platz installiert und können daher nicht ausreichend stark ausgebildet werden, um die axiale Bewegung der Hülse unter bestimmten Umständen einzuschränken. Das Schmiermittel zwischen den konischen Flächen, das während der Vorsynchronisation zu beseitigen ist, weist bestimmte Eigenschaften auf, um die Synchronisierungsanordnung und ebenfalls das restliche Getriebe ordnungsgemäß zu schmieren. Die Geometrie der Synchronisierungsanordnung hängt von den verschiedenen für die Synchronisierungsanordnung erforderlichen Funktionen und Eigenschaften ab und ist schwierig ausschließlich für das Beseitigen des Schmiermittels zu optimieren. Somit ist das Optimieren der vorhergehenden Parameter schwierig, um eine zufriedenstellende Beseitigung während der Vorsynchronisation zu erzielen. Darüber hinaus bestehen entgegenwirkende Anforderungen an das Betätigungssystem. Einerseits wird eine stabile und gute Vorsynchronisation angestrebt, andererseits wird aber ein zeitlich kurzer Gesamtsynchronisationsprozess, was eine hohe Kraft und einen schnellen Kraftaufbau vom Betätigungselement erfordert, angestrebt.

**[0009]** In einigen Situationen, beispielsweise bei kalter Witterung oder verschlissenen Komponenten in der Synchronisierungsanordnung, besteht ein Risiko einer fehlgeschlagenen Vorsynchronisation, die gegebenenfalls zu einer Kollision führt. Eine Kollision ist eine Situation, in der die Drehzahl der Hülse und die Drehzahl des Zahnrads beim Einrücken nicht synchronisiert sind. Die spitzen Zähne der Hülse werden von den spitzen Zähnen des Innenkonusrings herausgedrückt und die Hülse beginnt zwischen einer ausgerückten und einer teilweise eingerückten Stellung zu wechseln. Die führt zu einem starken Verschleiß der Komponenten in der Synchronisierungsanordnung und ebenfalls zu einem störenden Geräusch.

**[0010]** Das Dokument JP2006153235 offenbart eine automatische Schaltungssteuerung für die Synchronisation eines Getriebezahnrads. Die Steuervorrichtung umfasst ein Zahnradkollision-Beurteilungsmittel, das beurteilt, ob eine Zahnradkollision eintritt oder nicht, wenn das Betätigungselement die Hülse auf der Basis eines Schaltbefehls verschiebt, um den Synchronisationsmechanismus zu aktivieren; und ein Steuermittel zum Ändern der Weise des Durchführens der Einrückbewegung entsprechend dem Beurteilungsergebnis des Zahnradkollision-Beurteilungsmittels zum Durchführen der Einrückbewegung.

**[0011]** Das Dokument EP0976955 offenbart eine Schaltvorrichtung für ein Synchrongetriebe. Eine genaue Änderung der Antriebsdrehung in jedem Bereich des Schaltvorgangs wird erfasst und die auf die Schaltgabel angewendete Last wird auf der Basis der Änderung der Antriebsdrehung eingestellt. Die Schaltvorrichtung für das Synchrongetriebe umfasst

ein Erfassungsmittel zum Erfassen einer Drehänderungsrate einer Antriebswelle, ein Beurteilungsmittel zum Beurteilen eines Synchronpunkts auf der Basis der vom Erfassungsmittel erfassten Drehänderungsrate der Antriebswelle und einen Getriebebesteuermechanismus umfassend ein elektrisch gesteuertes Antriebsmittel zum Betätigen eines Schaltbetätigungselements zum Beeinflussen der Schaltgabel. Das Antriebsmittel ist zum Steuern eines Steuerstroms zum Schaltbetätigungselement, wenn der Synchronpunkt vom Beurteilungsmittel erfasst wird, ausgebildet.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0012]** Trotz des Stands der Technik besteht ein Bedarf zum Entwickeln eines Verfahrens zum Steuern einer Synchronisierungsanordnung, um das Risiko des Auftretens einer Kollision zu verringern. Es besteht ebenfalls ein Bedarf zum Entwickeln eines Verfahrens zum Steuern einer Synchronisierungsanordnung, um eine stabilere und verbesserte Vorsynchronisation mit einer kürzeren Gesamtsynchronisationsprozesszeit zu erzielen.

**[0013]** Die Aufgabe der Erfindung besteht somit im Bereitstellen eines Verfahrens zum Steuern einer Synchronisierungsanordnung, um das Risiko des Auftretens einer Kollision zu verringern.

**[0014]** Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht im Bereitstellen eines Verfahrens zum Steuern einer Synchronisierungsanordnung, um eine stabilere und verbesserte Vorsynchronisation mit einer kürzeren Gesamtsynchronisationsprozesszeit zu erzielen.

**[0015]** Diese Aufgaben werden mit einem Verfahren zum Steuern einer Synchronisierungsanordnung in einem Getriebe, einem System zum Steuern einer Synchronisierungsanordnung, einem Getriebe umfassend eine Synchronisierungsanordnung, einem Fahrzeug umfassend solch ein Getriebe, einem Computerprogramm und einem computerlesbaren Medium gemäß den beigefügten unabhängigen Ansprüchen erfüllt.

**[0016]** Gemäß der Erfindung wird ein Verfahren zum Steuern einer Synchronisierungsanordnung eines Getriebes eines Fahrzeugs bereitgestellt. Die Synchronisierungsanordnung umfasst eine Hülse, die zwischen einer ersten und zweiten Stellung axial verschiebbar ist, wobei, wenn sich die Hülse von der ersten Stellung zur zweiten Stellung bewegt, eine Synchronisation zwischen einer Drehzahl eines ersten Übertragungselements des Getriebes und einer Drehzahl eines zweiten Übertragungselements des Getriebes erzielt wird. Das Verfahren umfasst den Schritt zum Steuern des Verschiebens der Hülse von der ersten Stellung zur zweiten Stellung, so dass die axiale Geschwindigkeit der Hülse an einer dritten Stellung zwischen der ersten und zweiten Stellung und vor einer Stellung, an der die Synchronisation beginnt, verlang-

samt und dann von der dritten Stellung zur zweiten Stellung beschleunigt.

**[0017]** Wenn die axiale Geschwindigkeit der Hülse an der dritten Stellung zwischen der ersten und zweiten Stellung, aber vor einer Stellung, an der die Synchronisation beginnt, verlangsamt, nehmen axiale Kraft und Drehzahl der Hülse ab. Anschließend nehmen axiale Kraft und Drehzahl der Hülse zu, wenn die Hülse zur zweiten Stellung beschleunigt. Die axiale Kraft und Drehzahl der Hülse werden aber beide verringert, wenn die Hülse die Stellung erreicht, in der die Synchronisation beginnt, im Vergleich zu einer Situation, in der die Hülse nicht an der dritten Stellung verlangsamt. Somit besteht mehr Zeit zum Beseitigen des Schmiermittels zwischen den Komponenten in der Synchronisieranordnung zum Erzielen einer synchronen Drehzahl, wodurch das Risiko des Auftretens einer Kollision verringert wird.

**[0018]** Die Erfindung ermöglicht ebenfalls eine Gestaltung, dass, wenn alles unter normalen Arbeitsbedingungen funktioniert, eine verbesserte Leistung in Bezug auf die Gesamtsynchronisationszeit erzielt wird. Sie ermöglicht ebenfalls den Einsatz von nicht so kräftigen und dadurch kleineren Vorsynchronisationsfedern, wodurch der vollständige Synchronisierer verkleinert werden kann, was zu einer kleineren Gesamtgetriebegröße, einem geringeren Getriebege wicht und niedrigeren Kosten führt.

**[0019]** Die Erfindung ermöglicht ebenfalls eine Gestaltung der Synchronisieranordnung, die nicht mit den extremsten Situationen zurechtkommen muss, die sehr selten vorkommen, aber die Synchronisieranordnung oder das Getriebe dauerhaft schädigen können.

**[0020]** Es kann ebenfalls die Lebensdauer eines Getriebes verlängert werden, bis der Synchronisierer Verschleiß zeigt, wobei eine etwas verlängerte Gesamtsynchronisationszeit verursacht wird.

**[0021]** Diese Lösung erfordert keine zusätzlichen Hardware-Komponenten, wodurch die Komplexität des Produkts verringert wird.

**[0022]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird die axiale Geschwindigkeit der Hülse an der dritten Stellung auf Null verlangsamt.

**[0023]** Wenn die Hülse aus einem Stillstandzustand an der dritten Stellung zur zweiten Stellung beschleunigt, nehmen axiale Kraft und Drehzahl der Hülse beide ab, sobald die Hülse die zweite Stellung erreicht, was das Risiko einer Kollisionssituation beseitigt oder verringert.

**[0024]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die dritte Stellung eine neutrale Stellung zwischen

dem ersten Übertragungselement und dem zweiten Übertragungselement.

**[0025]** Erstes und zweites Übertragungselement befinden sich in der neutralen Stellung nicht im Eingriff und es besteht keine Drehmomentübertragung zwischen erstem und zweitem Übertragungselement in der neutralen Stellung. Die neutrale Stellung kann sich in einer Stellung zwischen der ersten und zweiten Stellung befinden, an der die Synchronisation beginnt. Somit kann die axiale Geschwindigkeit der Hülse an der dritten Stellung verlangsamt und sogar auf Null verlangsamt werden, in der kein Drehmoment zwischen erstem und zweitem Übertragungselement übertragen wird.

**[0026]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird das Steuern der Hülse durchgeführt, wenn ein Hinweis erhalten wird, dass eine Kollision in der Synchronisieranordnung auftritt oder erwartungsgemäß auftreten wird.

**[0027]** Unter Bedingungen, in denen erwartungsgemäß keine Kollision in der Synchronisieranordnung auftreten wird, kann die Hülse direkt von der ersten Stellung zur zweiten Stellung verschoben werden, ohne die axiale Geschwindigkeit der Hülse an der dritten Stellung zu verlangsamen. Beim Verschieben der Hülse direkt von der ersten Stellung zur zweiten Stellung, wenn eine Kollision nicht erwartet wird, und ohne Verlangsamen der axialen Geschwindigkeit der Hülse an der dritten Stellung kann die Gesamtzeit zum Durchführen des Synchronisationsprozesses auf ein Minimum gehalten werden. Wenn aber ein Hinweis erhalten wird, dass in der Synchronisieranordnung eine Kollision auftritt oder erwartungsgemäß auftreten wird, wird das Verschieben der Hülse von der ersten Stellung zur zweiten Stellung so gesteuert, dass die axiale Geschwindigkeit der Hülse an einer dritten Stellung zwischen der ersten und zweiten Stellung, aber vor einer Stellung, an der die Synchronisation beginnt, verlangsamt und dann zur zweiten Stellung beschleunigt. Die Synchronisation erfolgt aber vor der zweiten Stellung und daher verlangsamt die Hülse an der Stellung, an der die Synchronisation beginnt, und die Beschleunigung der Hülse zur zweiten Stellung wird verringert und an der Stellung gestoppt, an der die Synchronisation beginnt.

**[0028]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird das Auftreten einer Kollision durch Überwachen der axialen Stellung der Hülse erfasst.

**[0029]** Wenn erstes und zweites Übertragungselement verschiedene Drehzahlen aufweisen, sobald sich die Hülse an der zweiten Stellung befindet oder sie die zweite Stellung erreicht, ist gegebenenfalls das Auftreten einer Kollision zu erwarten. Die Synchronisation erfolgt, wenn im Wesentlichen keine Änderung in der axialen Stellung der Hülse vorliegt,

aber eine wesentliche Änderung in der Drehzahl eines Übertragungselements in der Synchronisieranordnung vorliegt. Ein schnelles Verschieben der Hülse von der ersten Stellung zur zweiten Stellung ohne Änderung in der Drehzahl der Übertragungselemente weist darauf hin, dass keine Synchronisation erfolgt. Somit kann eine Kollision auftreten. Das Auftreten einer Kollision kann ebenfalls erfasst werden, wenn die Hülse in der axialen Richtung zwischen einer ausgerückten und einer teilweise eingerückten Stellung wechselt.

**[0030]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird das erwartungsgemäße Auftreten einer Kollision ermittelt durch: Überwachen der Drehzahl der Hülse und eines Innenkonusrings der Synchronisieranordnung und/oder Überwachen der Temperatur eines Schmiermittels, das sich in Kontakt mit der Synchronisieranordnung befindet, und/oder Überwachen der Umgebungstemperatur des Getriebes.

**[0031]** Wenn die Drehzahl der Hülse und eines Innenkonusrings der Synchronisieranordnung unterschiedlich ist, sobald die Hülse in der Nähe der zweiten Stellung ist, kann eine Kollision auftreten. Wenn die Temperatur eines Schmiermittels, das in Kontakt mit der Synchronisieranordnung ist, unterhalb einer Schwellentemperatur ist, ist die Viskosität des Schmiermittels gegebenenfalls auf einen bestimmten Wert angestiegen, was die Zeit zum Beseitigen des Schmiermittels zwischen den Flächen der Synchronisieranordnung verlängert. Somit kann die Synchronisation erst erfolgen, wenn die Hülse die zweite Stellung erreicht, und somit kann eine Kollision auftreten. Wenn die Umgebungstemperatur des Getriebes unterhalb einer Schwellentemperatur ist, kann eine Kollision aufgrund der erhöhten Viskosität des Schmiermittels auftreten, das in Kontakt mit der Synchronisieranordnung ist.

**[0032]** Die zuvor beschriebene Aufgabe wird ebenfalls mit einem System zum Steuern einer Synchronisieranordnung eines Getriebes eines Fahrzeugs erfüllt. Die Synchronisieranordnung umfasst eine Hülse, die zwischen einer ersten und zweiten Stellung axial verschiebbar ist, wobei, wenn sich die Hülse von der ersten Stellung zur zweiten Stellung bewegt, eine Synchronisation zwischen einer Drehzahl eines ersten Übertragungselements des Getriebes und eines zweiten Übertragungselements des Getriebes erzielt wird. Das System umfasst wenigstens eine Steuereinheit, wobei die wenigstens eine Steuereinheit Mittel zum Steuern des Verschiebens der Hülse von der ersten Stellung zur zweiten Stellung umfasst, so dass die axiale Geschwindigkeit der Hülse an einer dritten Stellung zwischen der ersten und zweiten Stellung und vor einer Stellung, an der die Synchronisation beginnt, verlangsamt und dann von der dritten Stellung zur zweiten Stellung beschleunigt.

**[0033]** Die axiale Kraft und Drehzahl der Hülse werden beide verringert, wenn die Hülse die zweite Stellung erreicht, im Vergleich zu einer Situation, in der die Hülse nicht an der dritten Stellung verlangsamt. Somit besteht ausreichend Zeit zum Beseitigen des Schmiermittels zwischen den Komponenten in der Synchronisieranordnung zum Erzielen einer synchronen Drehzahl und Verhindern einer Kollision.

**[0034]** Gemäß einer Ausführungsform kann die Synchronisieranordnung ferner einen Verriegelungskonusring mit einer (wenigstens im Wesentlichen) kreisförmigen ersten Reibfläche und einen Innenkonusring mit einer (wenigstens im Wesentlichen) kreisförmigen zweiten Reibfläche, wobei der Innenkonusring an einem Übertragungselement befestigt ist, umfassen.

**[0035]** Die Synchronisieranordnung kann ferner eine an einer Welle befestigte Nabe umfassen. Das Übertragungselement ist durch die Synchronisieranordnung mit der Welle verbindbar.

**[0036]** Ferner kann die Synchronisieranordnung wenigstens eine Steuereinheit umfassen, wobei die wenigstens eine Steuereinheit Mittel zum Steuern des Verschiebens der Hülse von der ersten Stellung zur zweiten Stellung umfasst, so dass die axiale Geschwindigkeit der Hülse an einer dritten Stellung zwischen der ersten und zweiten Stellung und vor einer Stellung, an der die Synchronisation beginnt, verlangsamt und dann zur zweiten Stellung beschleunigt.

**[0037]** Solch eine Synchronisieranordnung umfassend die zuvor beschriebenen Merkmale kann dazu führen, dass die axiale Kraft und Drehzahl der Hülse verringert werden, wenn die Hülse die zweite Stellung erreicht, im Vergleich zu einer Situation, in der die Hülse nicht an der dritten Stellung verlangsamt. Somit besteht mehr Zeit zum Beseitigen des Schmiermittels zwischen den Komponenten in der Synchronisieranordnung zum Erzielen einer synchronen Drehzahl und Verringern des Risikos des Auftretens einer Kollision.

#### Figurenliste

**[0038]** Es folgt eine Beschreibung von beispielhaften bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung in Bezug auf die beigefügten Zeichnungen.

**Fig. 1** zeigt schematisch ein Fahrzeug in einer Seitenansicht mit einer Synchronisieranordnung, die vom Verfahren gemäß einer Ausführungsform gesteuert wird.

**Fig. 2** zeigt schematisch ein Fahrzeug in einer Seitenansicht mit einer Synchronisieranordnung, die vom Verfahren gemäß einer Ausführungsform gesteuert wird.

**Fig. 3** zeigt eine Schnittansicht entlang der Linie I-I in **Fig. 2** des Verriegelungskonusrings in einer Synchronisieranordnung, die durch das Verfahren gemäß einer Ausführungsform gesteuert wird.

**Fig. 4** zeigt eine Schnittansicht einer Synchronisieranordnung in **Fig. 2** in einer Vorsynchronisationsstellung.

**Fig. 5** zeigt eine Schnittansicht einer Synchronisieranordnung in **Fig. 2** in einer Synchronisationsstellung.

**Fig. 6** zeigt eine Schnittansicht einer Synchronisieranordnung in **Fig. 2** in einer Stellung, wenn der Synchronisationsprozess abgeschlossen ist.

**Fig. 7a** zeigt einen Graphen der axialen Stellung der Hülse und der Drehzahl des Innenkonusrings im Verhältnis zur Zeit, wenn eine Kollision im Synchronisationsprozess erfasst wurde.

**Fig. 7b** zeigt einen Graphen der axialen Stellung der Hülse und der Drehzahl des Innenkonusrings im Verhältnis zur Zeit, wenn ein korrekter Synchronisationsprozess erfasst wurde.

**Fig. 8** zeigt ein Fließbild eines Verfahrens zum Steuern einer Synchronisieranordnung gemäß einer Ausführungsform.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG VON BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0039]** **Fig. 1** zeigt eine Seitenansicht eines Fahrzeugs **1**, beispielsweise eines Lastkraftwagens, das einen Motor **2** und ein mit einer Synchronisieranordnung **8**, die vom Verfahren gemäß einer Ausführungsform gesteuert wird, ausgestattetes Getriebe **4**, etwa ein Schaltgetriebe, umfasst. Der Motor **2** ist mit dem Getriebe **4** verbunden und das Getriebe **4** ist wiederum über eine Kardanwelle **12** mit den Antriebsrädern **10** des Fahrzeugs **1** verbunden. Vorzugsweise ist der Motor **2** ein Verbrennungsmotor; aber es ist auch ein anderer Motortyp **2** denkbar, etwa ein Elektromotor. Das Getriebe **4** kann beispielsweise ein Handschaltgetriebe, ein Automatikgetriebe, ein automatisiertes Handschaltgetriebe, ein Doppelkupplungsgetriebe oder ein stufenloses Getriebe sein.

**[0040]** **Fig. 2** zeigt eine Schnittansicht der Synchronisieranordnung **8**, die vom Verfahren gemäß einer Ausführungsform gesteuert wird. Die Synchronisieranordnung **8** kann einen Verriegelungskonusring **46**, einen an der Seite eines ersten Übertragungselements, etwa eines Zahnrads **40**, angeordneten Innenkonusring **48** und eine Hülse **50**, die beispielsweise durch eine Schaltgabel **52** axial verschiebbar ist, umfassen. Die Schaltgabel **52** ist mit einem Betätigungselement **54** axial verschiebbar. Der Verriegelungskonusring **46** und der Innenkonusring **48** sind

mit in Wechselwirkung stehenden Reibflächen **56** ausgestattet, die vorzugsweise eine konische Form aufweisen. Die Schaltgabel **52** überträgt axiale Kraft vom Betätigungselement **54** über die Hülse **50** auf den Verriegelungskonus **46**, um Kontakt zwischen den Reibflächen **56** auf dem Verriegelungskonusring **46** und dem Innenkonusring **48** während des Schaltens zu erzeugen. Dies bedeutet, dass ein zwischen den Reibflächen **56** gebildeter Schmiermittelfilm verdrängt wird und ein Ausgangsdrehmoment zwischen dem Verriegelungskonusring **46** und dem Innenkonusring **48** aufgebaut wird.

**[0041]** Das Zahnrad **40** wird mit der axial verschiebbaren Hülse **50** in Eingriff mit einem zweiten Übertragungselement, etwa einer Welle **14**, gebracht und mit diesem verriegelt. Eine am Rand mit Keilnuten **60** ausgestattete Nabe **58** ist an der Welle **14** befestigt und ermöglicht der Hülse **50**, sich axial zu bewegen. Die Nabe **58** überträgt das Drehmoment zwischen der Welle **14** und der Hülse **50**. Hülse **50**, Zahnrad **40** und Welle **14** können aber verschiedene Drehzahlen aufweisen, wenn geschaltet werden soll und wenn das erste Zahnrad **40** durch die Hülse **50** an der Welle **14** verriegelt werden soll. Die Synchronisieranordnung **8** wird daher zum Synchronisieren der Drehzahl zwischen Hülse **50**, Zahnrad **40** und Welle **14** genutzt, bevor das Zahnrad **40** an der Welle **14** verriegelt wird.

**[0042]** Die Schaltgabel **52** überträgt axiale Kraft von der Hülse **50** auf den Verriegelungskonus **46**, um Kontakt zwischen den Reibflächen **56** auf dem Verriegelungskonusring **46** und dem Innenkonusring **48** während des Schaltens zu erzeugen. Dies bedeutet, dass ein zwischen den Reibflächen **56** gebildeter Schmiermittelfilm verdrängt wird und ein Ausgangsdrehmoment zwischen dem Verriegelungskonusring **46** und dem Innenkonusring **48** aufgebaut wird. Das Betätigungselement **54** ist mit der elektronischen Steuereinheit **76** verbunden und der Computer **78** ist mit der elektronischen Steuereinheit **76** verbunden.

**[0043]** Umfangsverriegelungszähne **62** am Verriegelungskonusring **46** zeigen zur Hülse **50** und dienen dazu, Innenzähne **64** in der Hülse **50** während der Synchronisation in Eingriff zu bringen. Zum Erzielen einer ordnungsgemäßen Synchronisation im Getriebe **4** ist die Oberfläche der Verriegelungszähne **62** in Bezug zur Drehachse des Verriegelungskonusrings **46** gewinkelt. Der Winkel ist mit dem Bremsmoment abgestimmt, das der Verriegelungskonusring **46** auf die Hülse überträgt, um eine synchrone Drehzahl ohne Kollision zu erreichen.

**[0044]** In der Hülse **50** ist eine Reihe von Kugeln **66**, jeweils mit einer Feder **68** gespannt, angeordnet. Die Kugeln **66** sollen gewährleisten, dass eine Vorsynchronisation erfolgt. Die federgespannten Kugeln **66**

wirken auf ein am Verriegelungskonusring **46** angeordnetes Anschlagmittel **70** ein, um zu gewährleisten, dass sich die Verriegelungszähne **62** des Verriegelungskonusrings **46** in der richtigen axialen Stellung relativ zu den Innenzähnen **64** der Hülse **50** während der Vorsynchronisation befinden, und das Anschlagmittel **70** drückt die federgespannten Kugeln **66** radial nach außen, wenn sich die Hülse **50** axial in Bezug auf den Verriegelungskonusring **46** bewegt, sobald die Vorsynchronisation abgeschlossen ist und die Synchronisation oder Hauptsynchronisation beginnen soll. In **Fig. 2** sind der Übersichtlichkeit halber die Hülse **50**, der Verriegelungskonusring **46** und der Innenkonusring **48** mit einem Abstand zueinander dargestellt. Bevor aber das Zahnrad **40** in Eingriff mit der Welle **14** gebracht werden soll, befindet sich die Hülse **50** in einem Abstand zum Innenkonusring **40**, was eine erste Stellung A1 darstellt (siehe ebenfalls **Fig. 7a**). In **Fig. 2** sind das Zahnrad **40**, die Welle **14** und die Nabe **58** schematisch dargestellt. Die Verriegelungszähne **62** erstrecken sich in einer Richtung parallel zur Mittellinie des Verriegelungskonusrings **46** und in einer Umfangsrichtung. Das Anschlagmittel **70** erstreckt sich in einer Richtung parallel zur Mittellinie des Verriegelungskonusrings **46** und in einer Umfangsrichtung. Das Anschlagmittel **70** weist eine größere Ausdehnung auf als die Verriegelungszähne **62** in der Richtung parallel zur Mittellinie. Eine Umfangsnut **49** ist in der Umfangsfläche des Verriegelungskonusrings **46** angrenzend an das Anschlagmittel **70** angeordnet.

**[0045]** **Fig. 3** zeigt eine Schnittansicht entlang der Linie I-I des Verriegelungskonusrings **46**. In der offenbarten Ausführungsform sind vier Anschlagmittel **70** in einem im Wesentlichen gleichen Abstand am Umfang **72** des Verriegelungskonusrings **46** angeordnet. Ebenso sind die Verriegelungszähne **62** in einem im Wesentlichen gleichen Abstand am Umfang **72** des Verriegelungskonusrings **46** angeordnet.

**[0046]** **Fig. 4** zeigt eine Schnittansicht der Synchronisieranordnung **8** in einer Vorsynchronisationsstellung. Die Schaltgabel **52** wirkt mit einer axialen Kraft auf die Hülse **50** ein und verschiebt die Hülse **50** und ebenfalls den Verriegelungskonusring **46** axial in Bezug auf die Nabe **58** in Richtung zum Innenkonusring **48**. Die federgespannten Kugeln **66** werden in die Richtung der Umfangsnut **49** gedrückt, so dass die axiale Stellung des Verriegelungskonusrings **46** in Bezug auf die Hülse **50** definiert wird. Aus diesem Grund weist die Nut **49** eine Form auf, die mit der federgespannten Kugel **40** in Wechselwirkung tritt. Wie zuvor beschrieben wirken die federgespannten Kugeln **66** ebenfalls auf das am Verriegelungskonusring **46** angeordnete Anschlagmittel **70** ein, so dass der Verriegelungskonusring **46** durch die Kraft von den federgespannten Kugeln **66** axial verschoben wird, wenn die Hülse **50** durch die Schaltgabel **52** verschoben wird. Wenn die Hülse **50** und

der Verriegelungskonusring **46** axial verschoben werden, werden die Reibflächen **56** an Verriegelungskonusring **46** und Innenkonusring **48** in eine aneinander angrenzende Stellung gebracht. Da aber das Getriebe **4** mit Schmiermittel gefüllt ist, wird ein dünner Schmiermittelfilm **29** zwischen den Reibflächen **56** an Verriegelungskonusring **46** und Innenkonusring **48** erzeugt. Die auf den Innenkonusring **48** einwirkende axiale Kraft vom Verriegelungskonusring **46** führt dazu, dass der zwischen den Reibflächen **56** gebildete Schmiermittelfilm verdrängt wird.

**[0047]** Die Verriegelungszähne **62** und die Anschlagmittel **70** sind vorzugsweise an der Seite von jedem Verriegelungskonusring **46** angeordnet, die sich am nächsten zum Innenkonusring **48** befindet, um die Bewegung des Verriegelungskonusrings **46** in der Hülse **50** während des Synchronisationsprozesses zu ermöglichen. Die Anschlagmittel **70** weisen ein kleineres radiales Ausmaß auf als der Abstand zwischen den Innenzähnen **64** in der Hülse **50**. Dies ermöglicht die Bewegung des Verriegelungskonusrings **46** in der Hülse **50** während des Synchronisationsprozesses.

**[0048]** **Fig. 5** zeigt eine Schnittansicht der Synchronisieranordnung **8** in einer Synchronisationsstellung, in welcher der zwischen den Reibflächen **56** gebildete Schmiermittelfilm verdrängt wurde, die Reibflächen **56** miteinander Kontakt haben und sich ein Ausgangsdrehmoment zwischen dem Verriegelungskonusring **46** und dem Innenkonusring **48** aufbaut. Die Verriegelungszähne **62** am Verriegelungskonusring **46** greifen in die Innenzähne **64** in der Hülse **50** während der Synchronisation ein und ruhen auf diesen. Daher muss die Fläche der Verriegelungszähne **62** am Verriegelungskonusring **46**, in die Innenzähne **64** in der Hülse **50** eingreifen und auf diesen ruhen, zur Drehachse des Verriegelungskonusrings **46** gewinkelt sein und der Winkel muss mit dem Bremsmoment abgestimmt sein, das der Verriegelungskonusring **46** auf die Hülse **50** überträgt, um eine synchrone Drehzahl zu erreichen. Während der Synchronisation weisen Hülse **50**, Zahnrad **40** und Welle **14** verschiedene Drehzahlen auf. Wenn aber eine synchrone Drehzahl zwischen der Hülse **50**, dem Zahnrad **40** und der Welle **14** erreicht wurde, löst sich die gewinkelte Fläche der Verriegelungszähne **62** am Verriegelungskonusring **46** von der gewinkelten Fläche der Innenzähne **64** in der Hülse **50**, so dass die Hülse **50** den Verriegelungskonusring **46** axial passiert. Zum Sicherstellen, dass die synchrone Drehzahl erreicht wird, bevor die Hülse **50** den Verriegelungskonusring **46** axial passiert, müssen sich die Zähne **62** des Verriegelungskonusrings **46** zum richtigen Zeitpunkt von den Innenzähnen **64** lösen. Dies wird durch ein Momentgleichgewicht erzielt, bei dem das Reibungsmoment, ebenfalls als Synchronisationsmoment definiert, versucht, die Überlappung zwischen den Verriegelungskonuszähnen **62** und den

Innenkonuszähnen zu vergrößern, während das aus dem Zahn-Zahn-Kontakt resultierende Moment versucht, die Überlappung zwischen den Zähnen zu verkleinern. Wenn sich die Hülse **50** axial in Bezug auf den Verriegelungskonusring **46** bewegt, werden die federgespannten Kugeln **66** aufgrund einer radial gerichteten Kraft von einer schrägen Fläche am Anschlagmittel **70** radial nach außen gedrückt. Da die Fläche am Anschlagmittel **70** schräg ist, werden die federgespannten Kugeln **66** schrittweise radial nach außen gedrückt, wenn sich die Hülse **50** in der axialen Richtung bewegt.

**[0049]** Fig. 6 zeigt eine Schnittansicht der Synchronisieranordnung **8** in einer Stellung, in welcher der Synchronisationsprozess abgeschlossen ist und sich die Umfangsverriegelungszähne **62** am Verriegelungskonusring **46** von den Innenzähnen **64** in der Hülse **50** gelöst haben, sobald die Drehzahl zwischen der Hülse **50** und dem Innenkonusring **48** synchron ist. In dieser Stellung wurde die Hülse **50** axial in eine zweite Stellung A verschoben (siehe auch Fig. 7a), so dass sich der Verriegelungskonusring **46** nach innen in die Hülse **50** bewegt hat und in einer axialen Stellung in Bezug auf die Hülse **50** bewegt hat, wobei die zweite Stellung A2 eine axiale Stellung ist, die durch die Stellung bestimmt wird, in der die Hülse **50** auf den Innenkonusring **48** am Zahnrad **40** trifft und in diesen eingreift. In dieser zweiten Stellung A2 ist der Schaltvorgang abgeschlossen und das Zahnrad **40** befindet sich an der Welle **14** im Eingriff. In dieser zweiten Stellung A2 wurden ebenfalls die federgespannten Kugeln **66** noch weiter radial nach außen geschoben und liegen auf eine Außenfläche des Anschlagmittels **70**, die als eine vierte Fläche **76** des Anschlagmittels **70** dargestellt ist.

**[0050]** Beim Ausrücken des Zahnrads **40** von der Welle **14** wird die Hülse **50** von der Schaltgabel **52** in die erste Ausgangsstellung verschoben. Da keine axiale Kraft von der Hülse **50** auf den Verriegelungskonusring **46** einwirkt, wird sie vom Innenkonusring **48** zurückgezogen und steht zur nächsten Synchronisation bereit, wenn das Zahnrad **40** in Eingriff mit der Welle **14** gebracht werden soll.

**[0051]** Es kann ebenfalls ein weiteres Zahnrad (nicht dargestellt) an der Welle **14** auf der anderen Seite von Nabe **58** und Hülse **50** angeordnet sein. Das weitere Zahnrad kann von der Hülse **50** und einer weiteren Synchronisieranordnung (nicht dargestellt) in Eingriff mit der Welle **14** gebracht werden. Eine neutrale Stellung der Hülse **50** kann erzielt werden, wenn sich die Hülse **50** in einer Stellung zwischen beiden Zahnradern befindet und wenn beide Zahnräder von der Welle **14** ausgerückt sind.

**[0052]** Fig. 7a zeigt einen Graphen der axialen Stellung der Hülse **50** im Verhältnis zur Zeit. Die Hülse **50** wird von einer ersten Stellung A1 zu einer zwei-

ten Stellung A2 verschoben. In der ersten Stellung A1 sind zwei Übertragungselemente **40**, **14** voneinander getrennt. In der zweiten Stellung A2 sind die zwei Übertragungselemente **40**, **14** verbunden und können Drehmoment übertragen. Zwischen erster und zweiter Stellung A1, A2 muss ein Synchronisationsprozess in einer Stellung AS eingeleitet werden. In diesem Synchronisationsprozess (wie in Fig. 7a dargestellt) ist eine Kollision aufgetreten. Eine Kollision ist eine Situation, in der die Drehzahl der Hülse **50** und die Drehzahl des Zahnrads **40** beim Einrücken nicht synchronisiert sind. Die spitzen Zähne der Hülse **50** werden von den spitzen Zähnen des Innenkonusrings **48** herausgedrückt und die Hülse **50** beginnt zwischen einer ausgerückten und einer teilweise eingerückten Stellung zu wechseln. Die führt zu einem starken Verschleiß der Komponenten in der Synchronisieranordnung **8** und ebenfalls zu einem störenden Geräusch. Eine Kollision ist ein Ergebnis einer fehlgeschlagenen Vorsynchronisation und kann in Situationen mit kalter Witterung oder verschlissenen Komponenten in der Synchronisieranordnung auftreten.

**[0053]** Fig. 7b zeigt einen Graphen der axialen Stellung der Hülse **50**, der Drehzahl des Innenkonusrings **48** und der Drehzahl des Zahnrads **40** im Verhältnis zur Zeit, wenn ein ordnungsgemäßer Synchronisationsprozess erfolgt. Der Graph der axialen Stellung der Hülse **50** ist mit einer durchgezogenen Linie dargestellt, der Graph der Drehzahl des Innenkonusrings **48** ist mit einer gestrichelten Linie dargestellt und der Graph der Drehzahl der Hülse **50** und der Welle **14** ist gepunktet dargestellt. Zum Verbinden des Zahnrads **40** mit der Welle **14** wird die Hülse von einer ersten axialen Stellung A1 in Fig. 7b zu einer zweiten axialen Stellung A2 verschoben. In der ersten Stellung A1 sind die zwei Übertragungselemente **40**, **14** voneinander getrennt. In der zweiten Stellung A2 sind die zwei Übertragungselemente **40**, **14** verbunden und können Drehmoment übertragen. Zwischen erster und zweiter Stellung A1, A2 muss ein Synchronisationsprozess in einer Stellung AS eingeleitet werden. Das Zahnrad **40** dreht sich zunächst mit einer Drehzahl, die sich von der der Welle **14** unterscheidet, die vom Unterschied im Übersetzungsverhältnis vor und nach dem Schaltvorgang abhängt. Die Welle **14** dreht sich und es dreht sich ebenfalls die Hülse **50**, wenn das Fahrzeug **1** fährt. Der Synchronisationsprozess beginnt zu einem zweiten Zeitpunkt t2, wenn die Hülse **50** in eine axiale Zwischenstellung AS verschoben wurde. Die Drehzahl des Zahnrads **40** beginnt sich zum zweiten Zeitpunkt t2 zu ändern, wenn Drehmoment und Drehbewegung der Welle **14** mit der Synchronisieranordnung **8** auf das Zahnrad **40** übertragen werden. Wenn der Synchronisationsprozess zum Zeitpunkt t2 beginnt, stoppt das axiale Verschieben der Hülse **50**, so dass der Synchronisationsprozess in einem bestimmten Synchronisationszeitraum erfolgen kann. Zu einem dritten Zeitpunkt t3 ist der Synchronisationsprozess abgeschlossen und

die Welle **14** und das Zahnrad **40** weisen die gleiche Drehzahl  $n_1$  auf. Schließlich wird die Hülse **50** in die zweite axiale Stellung A2 verschoben, so dass die Innenzähne **64** in der Hülse **50** zum Zeitpunkt  $t_4$  in die Außenzähne **74** des Innenkonusrings **48** eingreifen. Somit stellt **Fig. 7b** einen funktionalen Synchronisationsprozess dar.

**[0054]** Zum Vermeiden einer Kollision wird ein System zum Steuern der Synchronisieranordnung **8** des Getriebes **4** des Fahrzeugs **1** gemäß einer Ausführungsform vorgeschlagen. Die Synchronisieranordnung **8** umfasst die Hülse **50**, die zwischen der ersten und zweiten Stellung A1, A2 axial verschiebbar ist, wobei, wenn sich die Hülse **50** von der ersten Stellung A1 zur zweiten Stellung A2 bewegt, eine Synchronisation zwischen einer Drehzahl des ersten Übertragungselements, dargestellt durch das Zahnrad **40** des Getriebes **4**, und eines zweiten Übertragungselements, dargestellt durch die Welle **14** des Getriebes **4**, erzielt wird. Das System umfasst wenigstens eine Steuereinheit **76**, die Mittel zum Steuern des Verschiebens der Hülse **50** von der ersten Stellung A1 zur zweiten Stellung A2 umfasst, so dass die axiale Geschwindigkeit der Hülse **50** an einer dritten Stellung A3 zwischen der ersten und zweiten Stellung A1, A2 und vor einer Stellung AS, an der die Synchronisierung beginnt, verlangsamt und dann zur zweiten Stellung A2 beschleunigt.

**[0055]** Die gepunktete Linie in **Fig. 7b** stellt die axiale Geschwindigkeit der Hülse **50** im Verhältnis zur Zeit und ebenfalls im Verhältnis zur axialen Stellung der Hülse **50** dar. In der Stellung A1 ist die axiale Geschwindigkeit der Hülse **50** gleich Null. Zum Zeitpunkt  $t_1$  beginnt die Hülse zur Stellung A2 durch das Betätigungselement **54** zu beschleunigen. Zum Zeitpunkt  $t_x$  erreicht aber die Hülse **50** die dritte Stellung A3. In der dritten Stellung A3 steuert das Betätigungselement **54** die Hülse **50** zum Verlangsamen auf eine Geschwindigkeit von Null. Zum Zeitpunkt  $t_y$  beginnt die Hülse **50** zur zweiten Stellung A2 durch das Betätigungselement **54** zu beschleunigen. Axiale Kraft und Drehzahl **50** werden aber beide verringert, wenn die Hülse **50** die Stellung AS zum Zeitpunkt  $t_2$  erreicht, zu dem die Synchronisation beginnt. Während der Synchronisation ist die axiale Verschiebung der Hülse **50** gleich Null oder im Wesentlichen gleich Null. Wenn die zwei Übertragungselemente **40**, **14** zum Zeitpunkt  $t_3$  eine synchrone Drehzahl erreicht haben, beginnt die Hülse **50** wieder zur zweiten Stellung A2 durch das Betätigungselement **54** zu beschleunigen. Zum Zeitpunkt  $t_4$  hat die Hülse **50** die zweite Stellung A2 erreicht und die zwei Übertragungselemente **40**, **14** sind verbunden und können Drehmoment übertragen.

**[0056]** **Fig. 8** zeigt ein Fließbild des Verfahrens zum Steuern der Synchronisieranordnung **8** eines Getriebes **4** eines Fahrzeugs **1**. Die Synchronisieranord-

nung **8** umfasst eine Hülse **50**, die zwischen einer ersten und zweiten Stellung A1, A2 axial verschiebbar ist, wobei, wenn sich die Hülse **50** von der ersten Stellung A1 zur zweiten Stellung A2 bewegt, eine Synchronisation zwischen einer Drehzahl eines ersten Übertragungselements **40** des Getriebes **4** und eines zweiten Übertragungselements **14** des Getriebes **4** erzielt wird.

**[0057]** Das Verfahren umfasst den Schritt zum Steuern  $s_{101}$  des Verschiebens der Hülse **50** von der ersten Stellung A1 zur zweiten Stellung A2, so dass die axiale Geschwindigkeit der Hülse **50** an einer dritten Stellung A3 zwischen der ersten und zweiten Stellung A1, A2 und vor einer Stellung AS, an der die Synchronisierung beginnt, verlangsamt  $s_{102}$  und dann zur zweiten Stellung A2 beschleunigt  $s_{103}$ .

**[0058]** Wenn die axiale Geschwindigkeit der Hülse **50** an der dritten Stellung A3 zwischen der ersten und zweiten Stellung A1, A2, aber vor einer Stellung AS, an der die Synchronisation beginnt, verlangsamt, nehmen axiale Kraft und Drehzahl der Hülse **50** ab. Anschließend nehmen axiale Kraft und Drehzahl der Hülse **50** zu, wenn die Hülse **50** von der dritten Stellung A3 zur Stellung AS, in der die Synchronisation beginnt, und somit auch zur zweiten Stellung A2 beschleunigt. Die axiale Kraft und Drehzahl der Hülse **50** werden aber beide verringert, wenn die Hülse **50** die Stellung erreicht, in der die Synchronisation beginnt, im Vergleich zu einer Situation, in der die Hülse **50** nicht an der dritten Stellung A3 verlangsamt. Somit besteht ausreichend Zeit zum Beseitigen des Schmiermittels zwischen den Komponenten in der Synchronisieranordnung **8** zum Erzielen einer synchronen Drehzahl und Verhindern einer Kollision.

**[0059]** Als ein weiterer Schritt des Verfahrens kann die axiale Geschwindigkeit der Hülse **50** an der dritten Stellung A3 auf Null verlangsamt werden  $s_{104}$ .

**[0060]** Wenn die Hülse **50** aus einem Stillstandszustand an der dritten Stellung A3 zur zweiten Stellung A2 beschleunigt, nehmen axiale Kraft und Drehzahl der Hülse **50** beide ab, sobald die Hülse **50** die Stellung AS, in der die Synchronisation beginnt, erreicht, was das Risiko einer Kollisionssituation beseitigt oder verringert.

**[0061]** Die dritte Stellung A3 kann eine neutrale Stellung zwischen dem ersten Übertragungselement **40** und dem zweiten Übertragungselement **14** sein.

**[0062]** Erstes und zweites Übertragungselement **40**, **14** befinden sich in der neutralen Stellung nicht im Eingriff. Somit kann die axiale Geschwindigkeit der Hülse **50** an der dritten Stellung A3 verlangsamt und sogar auf Null verlangsamt werden, in der kein Drehmoment zwischen erstem und zweitem Übertragungselement **40**, **14** übertragen wird.

**[0063]** Als ein weiterer Schritt des Verfahrens kann das Steuern der Hülse **50** erfolgen s105, wenn ein Hinweis erhalten wird, dass eine Kollision in der Synchronisieranordnung **8** auftritt oder erwartungsgemäß auftreten wird.

**[0064]** Unter Bedingungen, in denen erwartungsgemäß keine Kollision in der Synchronisieranordnung **8** auftreten wird, kann die Hülse **50** direkt von der ersten Stellung A1 zur zweiten Stellung A2 verschoben werden, ohne die axiale Geschwindigkeit der Hülse **50** an der dritten Stellung A3 zu verlangsamen. Wenn aber ein Hinweis erhalten wird, dass eine Kollision auftritt oder erwartungsgemäß in der Synchronisieranordnung **8** auftreten wird, wird das Verschieben der Hülse **50** von der ersten Stellung A1 zur zweiten Stellung A2 so gesteuert, dass die axiale Geschwindigkeit der Hülse **50** an einer dritten Stellung A3 zwischen der ersten und zweiten Stellung A1, A2 verlangsamt und dann zur zweiten Stellung A2 beschleunigt.

**[0065]** Als ein weiterer Schritt des Verfahrens kann das Auftreten einer Kollision durch Überwachen s106 der axialen Stellung der Hülse **50** erfasst werden.

**[0066]** Wenn erstes und zweites Übertragungselement **40, 14** verschiedene Drehzahlen aufweisen, sobald sich die Hülse **50** an der zweiten Stellung A2 befindet oder sie die zweite Stellung A2 erreicht, ist gegebenenfalls das Auftreten einer Kollision zu erwarten. Die Synchronisation erfolgt, wenn im Wesentlichen keine Änderung in der axialen Stellung der Hülse **50** vorliegt, aber eine wesentliche Änderung in der Drehzahl eines Übertragungselements **40, 14** in der Synchronisieranordnung **8** vorliegt. Ein schnelles Verschieben der Hülse **50** von der ersten Stellung A1 zur zweiten Stellung A2 ohne Änderung in der Drehzahl der Übertragungselemente **40, 14** weist darauf hin, dass keine Synchronisation erfolgt. Somit kann eine Kollision auftreten.

**[0067]** Als ein weiterer Schritt des Verfahrens kann das erwartete Auftreten einer Kollision durch Überwachen s107 der Drehzahl der Hülse **50** und eines Innenkonusrings **48** der Synchronisieranordnung **8** und/oder Überwachen s108 der Temperatur eines Schmiermittels, das sich in Kontakt mit der Synchronisieranordnung **8** befindet, und/oder Überwachen der Umgebungstemperatur des Getriebes **4** ermittelt werden.

**[0068]** Wenn sich die Drehzahl der Hülse **50** und eines Innenkonusrings **48** der Synchronisieranordnung **8** unterscheiden, kann eine Kollision auftreten. Wenn die Temperatur eines Schmiermittels, das in Kontakt mit der Synchronisieranordnung **8** ist, unterhalb einer Schwellentemperatur ist, ist die Viskosität des Schmiermittels auf einen bestimmten Wert angestiegen, was die Zeit zum Beseitigen des Schmiermittels

zwischen den Flächen der Synchronisieranordnung verlängert. Der verlängerte Zeitraum zum Beseitigen führt dazu, dass das Schmiermittel nicht beseitigt ist, bevor die Kraft vom Betätigungselement die Federkraft übersteigt, was dazu führen kann, dass der Synchronisationsprozess nicht erfolgt. Somit kann die Synchronisation erst erfolgen, wenn die Hülse **50** die zweite Stellung A2 erreicht, und somit kann eine Kollision auftreten. Wenn die Umgebungstemperatur des Getriebes **4** unterhalb einer Schwellentemperatur ist, kann eine Kollision aufgrund der erhöhten Viskosität des Schmiermittels auftreten, das in Kontakt mit der Synchronisieranordnung **8** ist.

**[0069]** Gemäß einer Ausführungsform sind ebenfalls ein Computerprogramm P und ein computerlesbares Medium zum Ausführen der Verfahrensschritte vorhanden. Das Computerprogramm P steuert das Verfahren zum Steuern a der Synchronisieranordnung **8**, wobei das Computerprogramm P Programmcode zum Veranlassen der elektronischen Steuereinheit **76** oder eines mit der elektronischen Steuereinheit **76** verbundenen Computers **78** zum Durchführen der Verfahrensschritte gemäß einer Ausführungsform wie hier beschrieben, wenn das Computerprogramm P in der elektronischen Steuereinheit **76** oder auf dem mit der elektronischen Steuereinheit **76** verbundenen Computer **78** ausgeführt wird, umfasst. In **Fig. 2** ist das Betätigungselement 54 mit der elektronischen Steuereinheit **76** verbunden und der Computer **78** ist mit der elektronischen Steuereinheit **76** verbunden.

**[0070]** Das computerlesbare Medium umfasst einen in der elektronischen Steuereinheit **76** oder auf dem mit der elektronischen Steuereinheit **76** verbundenen Computer **78** gespeicherten Programmcode zum Durchführen der Verfahrensschritte gemäß einer Ausführungsform wie hier beschrieben, wenn das Computerprogramm P in der elektronischen Steuereinheit **76** oder auf dem mit der elektronischen Steuereinheit **76** verbundenen Computer **78** ausgeführt wird. Alternativ ist das computerlesbare Medium direkt im internen Speicher M in der elektronischen Speichereinheit **76** oder auf dem mit der elektronischen Steuereinheit **76** verbundenen Computer **78** speicherbar, umfassend ein Computerprogramm P zum Durchführen der Verfahrensschritte gemäß einer Ausführungsform, wenn das Computerprogramm P in der elektronischen Steuereinheit **76** oder auf dem mit der elektronischen Steuereinheit **76** verbundenen Computer **78** ausgeführt wird.

**[0071]** In den zuvor beschriebenen Ausführungsformen sind erstes und zweites Übertragungselement jeweils exemplarisch als ein Zahnrad und eine Welle des Getriebes beschrieben. Erstes und zweites Übertragungselement können aber auch andere Übertragungselemente wie ein Kettengetriebe mit einem Kettenrad und einer Welle sein.

**[0072]** Die zuvor beschriebenen Komponenten und Merkmale können zwischen den verschiedenen beschriebenen Ausführungsformen kombiniert sein.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2006153235 [0010]
- EP 0976955 [0011]

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Steuern einer Synchronisieranordnung (8) eines Getriebes (4) eines Fahrzeugs (1), wobei die Synchronisieranordnung (8) umfasst:

eine Hülse (50), die zwischen einer ersten und zweiten Stellung (A1, A2) axial verschiebbar ist, wobei, wenn sich die Hülse (50) von der ersten Stellung (A1) zur zweiten Stellung (A2) bewegt, eine Synchronisierung zwischen einer Drehzahl eines ersten Übertragungselements (40) des Getriebes (4) und einer Drehzahl eines zweiten Übertragungselements (14) des Getriebes (4) erzielt wird,

wobei das Verfahren den Schritt umfasst zum: Steuern (s101) des Verschiebens der Hülse (50) von der ersten Stellung (A1) zur zweiten Stellung (A2), so dass die axiale Geschwindigkeit der Hülse (50) an einer dritten Stellung (A3) zwischen der ersten und zweiten Stellung (A1, A2) und vor einer Stellung (AS), an der die Synchronisierung beginnt, verlangsamt (s102) und dann von der dritten Stellung (AS) zur zweiten Stellung (A2) beschleunigt (s103).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die axiale Geschwindigkeit der Hülse (50) an der dritten Stellung (A3) auf Null verlangsamt (s104).

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die dritte Stellung (A3) eine neutrale Stellung zwischen dem ersten Übertragungselement (40) und dem zweiten Übertragungselement (14) ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Steuern der Hülse (50) durchgeführt (s105) wird, wenn ein Hinweis erhalten wird, dass eine Kollision in der Synchronisieranordnung (8) auftritt oder erwartungsgemäß auftreten wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Auftreten einer Kollision durch Überwachen (s106) der axialen Stellung der Hülse (50) erfasst wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, wobei das erwartete Auftreten einer Kollision ermittelt wird durch: Überwachen (s107) der Drehzahl der Hülse (50) und eines Innenkonusrings (48) der Synchronisieranordnung (8), und/oder Überwachen (s108) der Temperatur eines Schmiermittels, das sich in Kontakt mit der Synchronisieranordnung (8) befindet, und/oder Überwachen der Umgebungstemperatur des Getriebes (4).

7. Computerprogramm (P), wobei das Computerprogramm Programmcode zum Veranlassen einer Steuereinheit (76) oder eines mit der Steuereinheit (76) verbundenen Computers (78) zum Ausführen des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

8. Computerlesbares Medium umfassend Anweisungen, die bei Ausführung durch eine Steuereinheit (76) oder einen mit der Steuereinheit (76) verbundenen Computer (78) die Steuereinheit (76) oder den Computer (78) zum Ausführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-6 veranlassen.

9. System zum Steuern einer Synchronisieranordnung (8) eines Getriebes (4) eines Fahrzeugs (1), wobei die Synchronisieranordnung (8) umfasst: eine Hülse (50), die zwischen einer ersten und zweiten Stellung (A1, A2) axial verschiebbar ist, wobei, wenn sich die Hülse (50) von der ersten Stellung (A1) zur zweiten Stellung (A2) bewegt, eine Synchronisierung zwischen einer Drehzahl eines ersten Übertragungselements (40) des Getriebes (4) und eines zweiten Übertragungselements (14) des Getriebes (4) erzielt wird,

wobei das System wenigstens eine Steuereinheit (76) umfasst, wobei die wenigstens eine Steuereinheit (76) umfasst:

Mittel zum Steuern des Verschiebens der Hülse (50) von der ersten Stellung (A1) zur zweiten Stellung (A2), so dass die axiale Geschwindigkeit der Hülse (50) an einer dritten Stellung (A3) zwischen der ersten und zweiten Stellung (A1, A2) und vor einer Stellung (AS), an der die Synchronisierung beginnt, verlangsamt und dann von der dritten Stellung (AS) zur zweiten Stellung (A2) beschleunigt.

10. Getriebe (4) umfassend eine Synchronisieranordnung (8), ein erstes und zweites Übertragungselement (40, 14) und ein System nach Anspruch 9.

11. Fahrzeug (1) umfassend ein Getriebe nach Anspruch 10.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

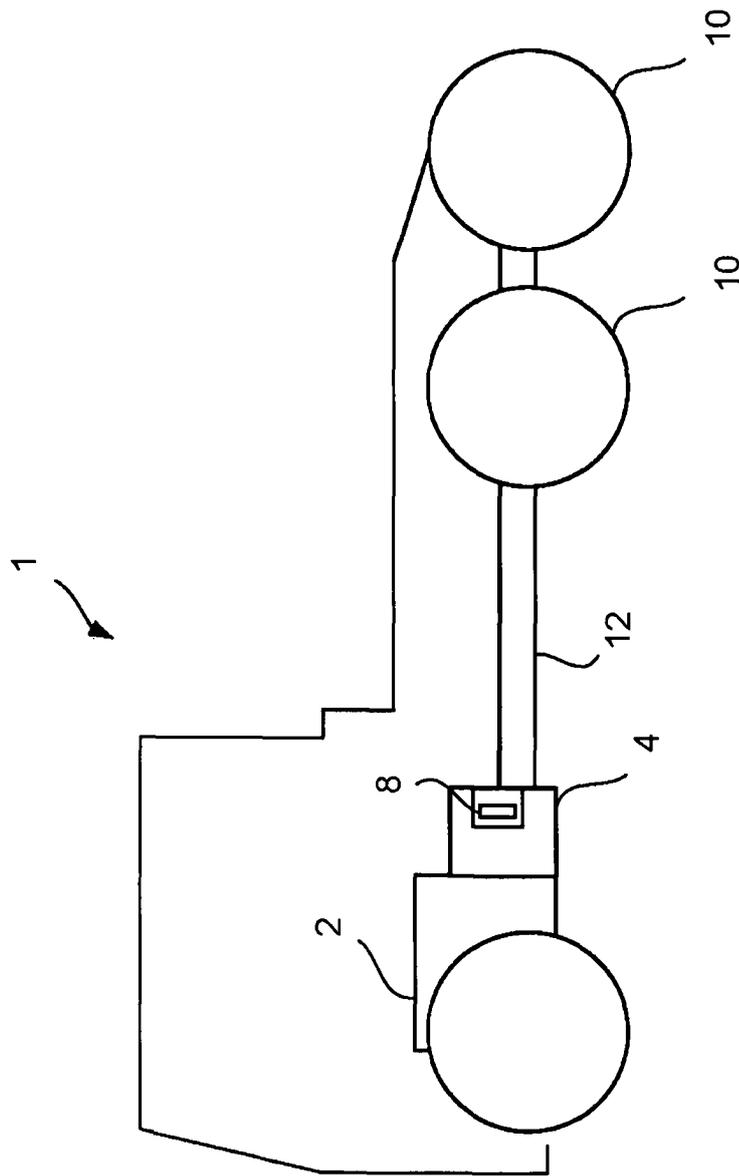


Fig. 1

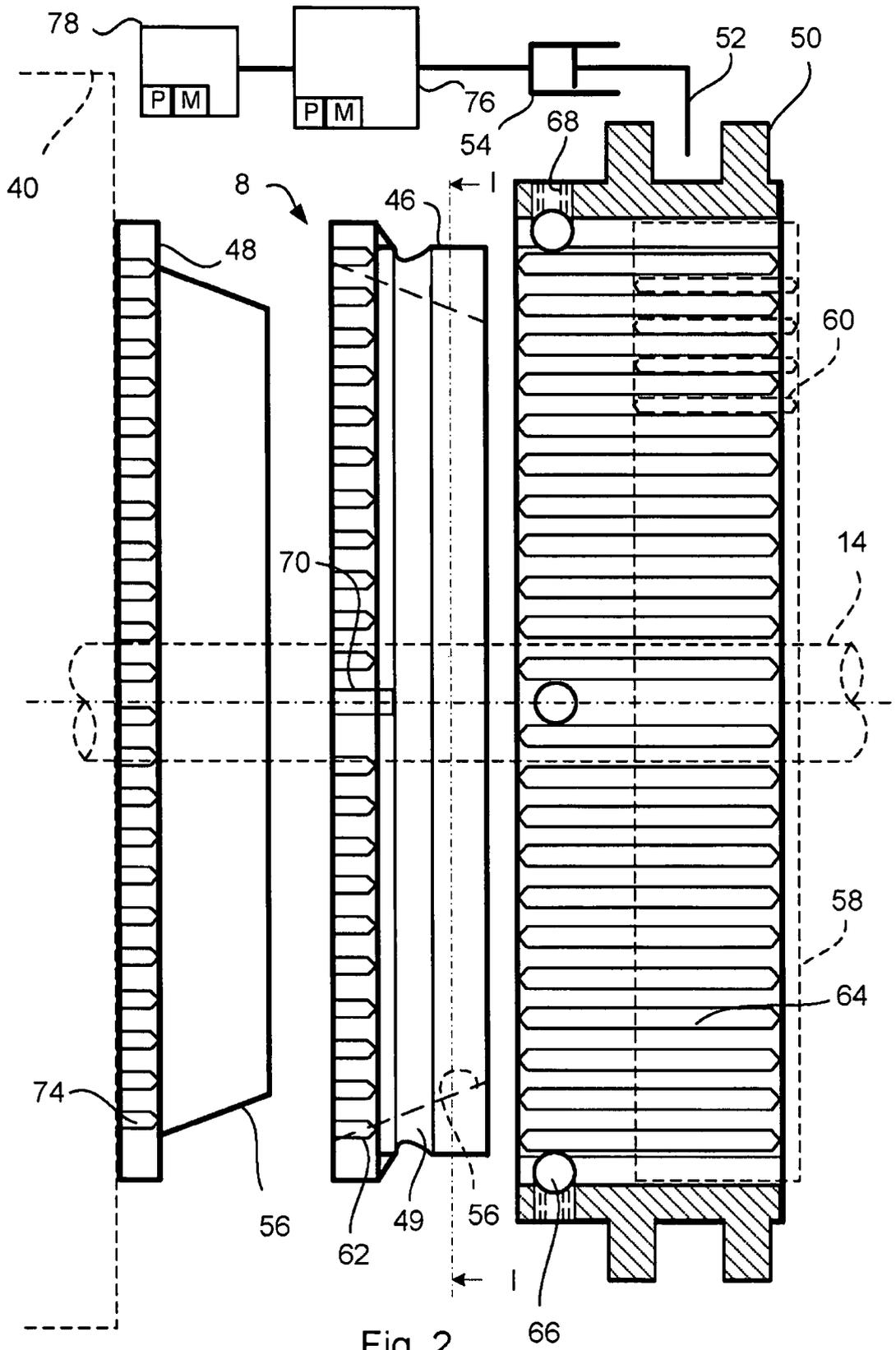


Fig. 2

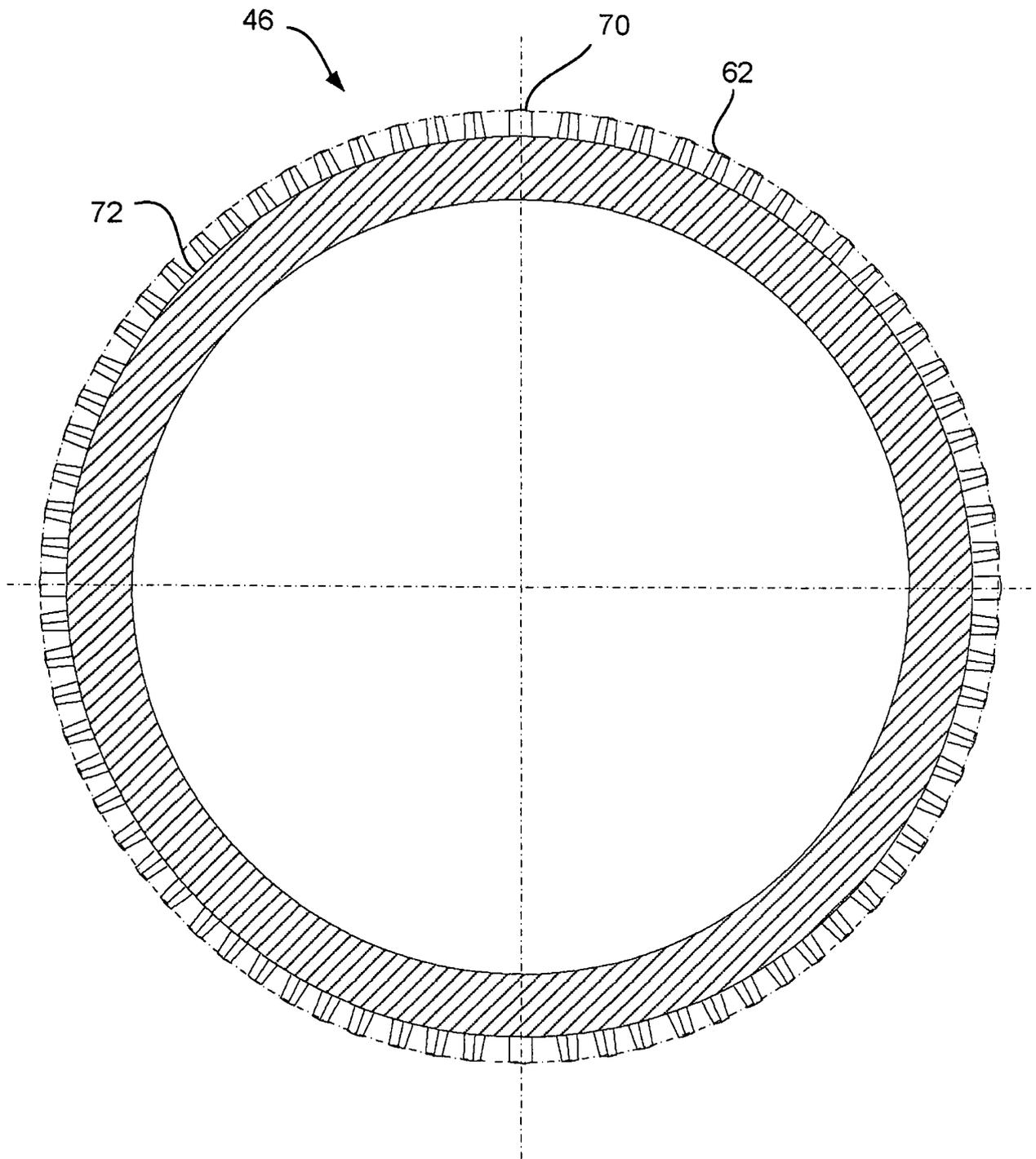


Fig. 3

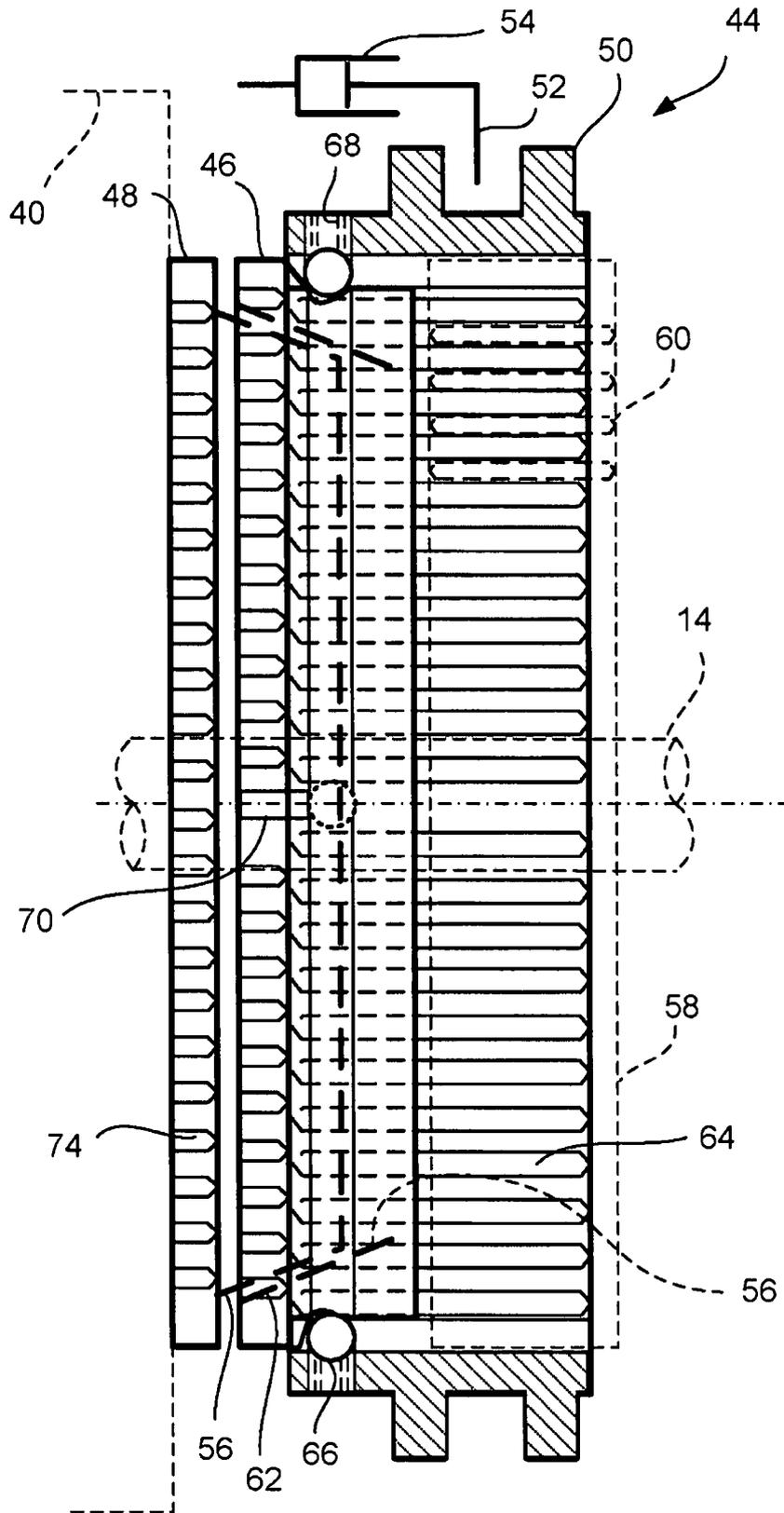
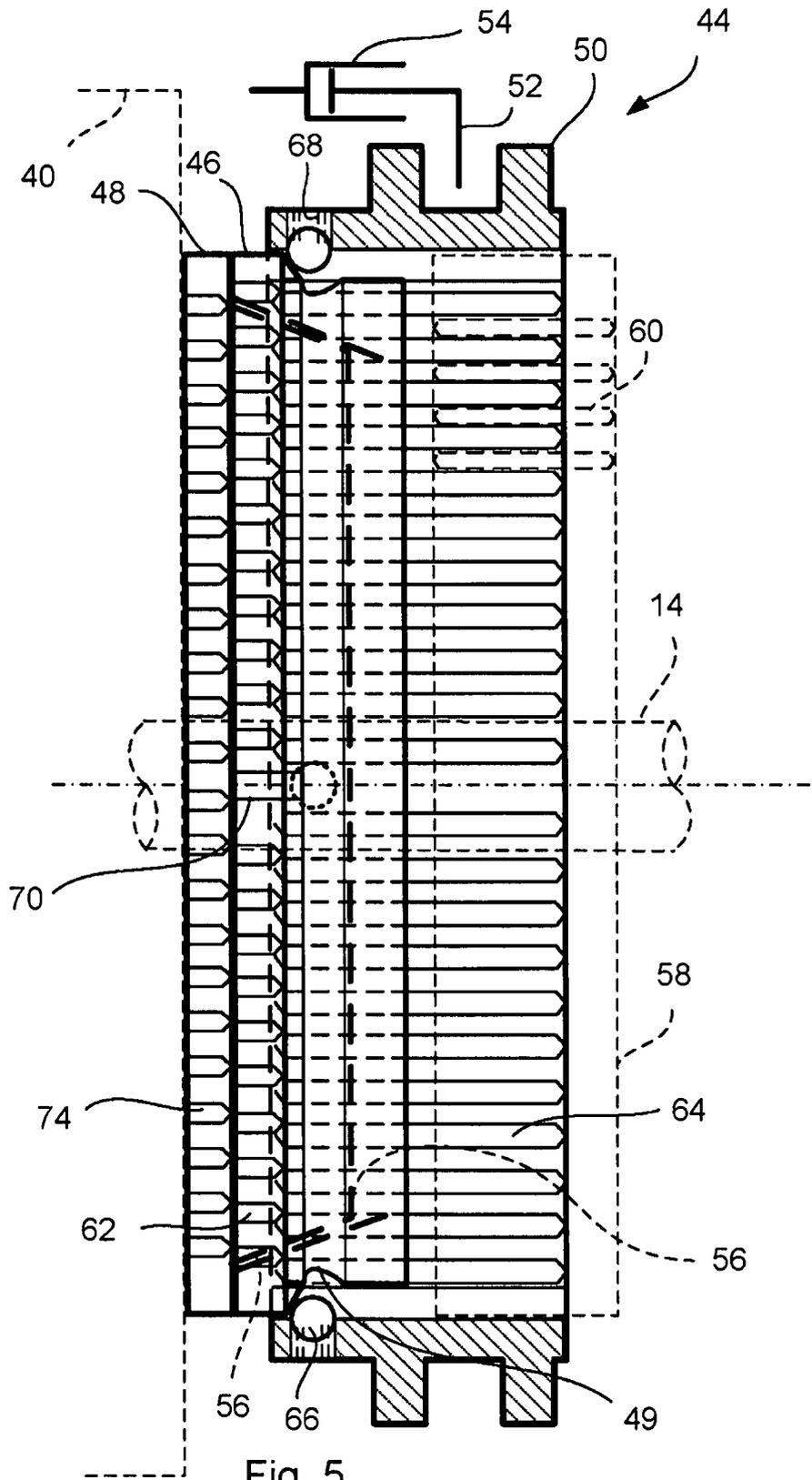


Fig. 4



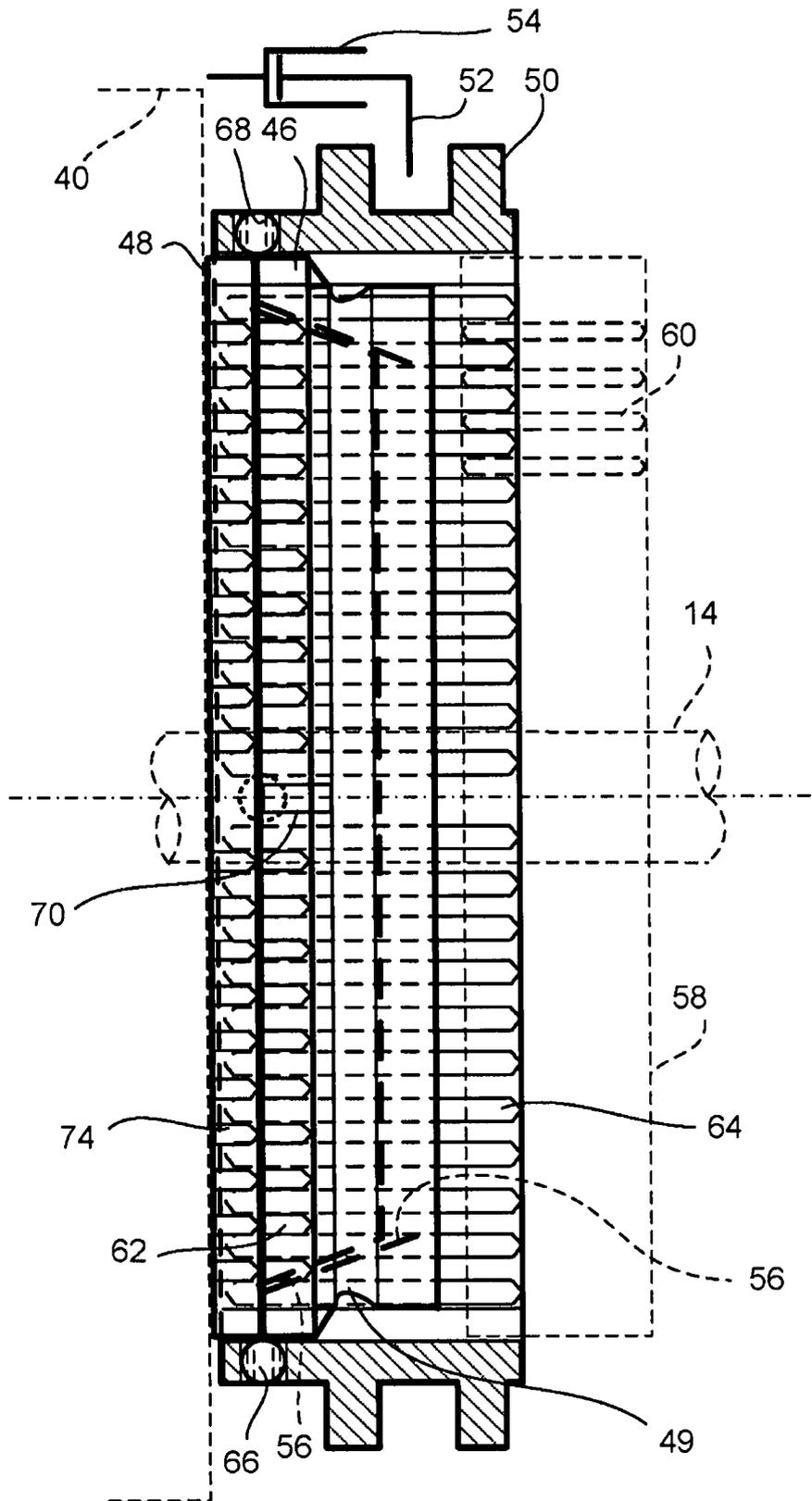


Fig. 6

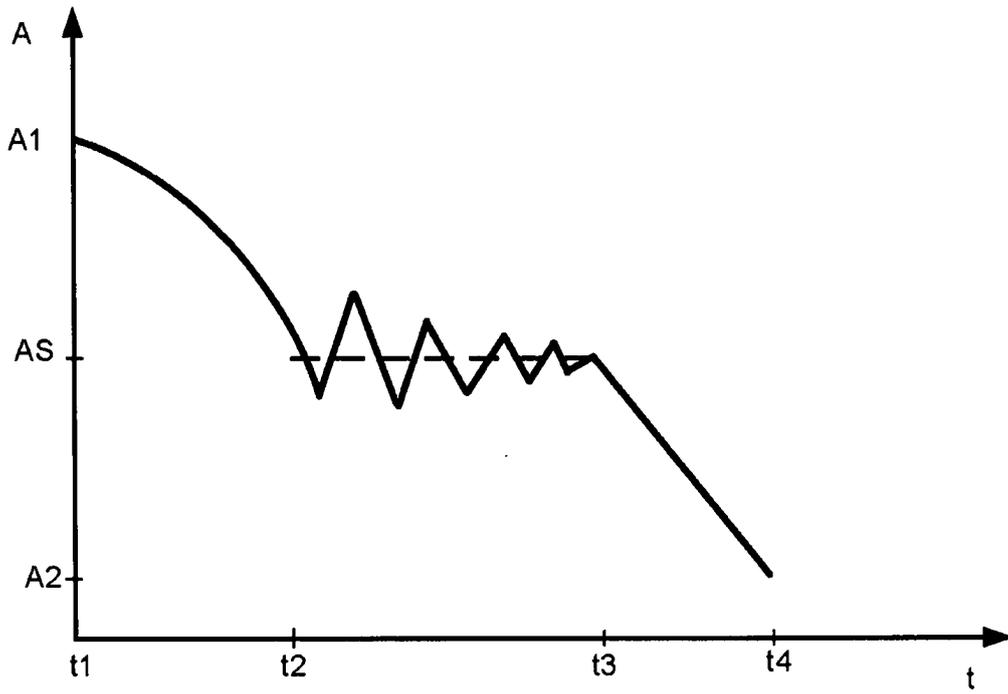


Fig. 7a

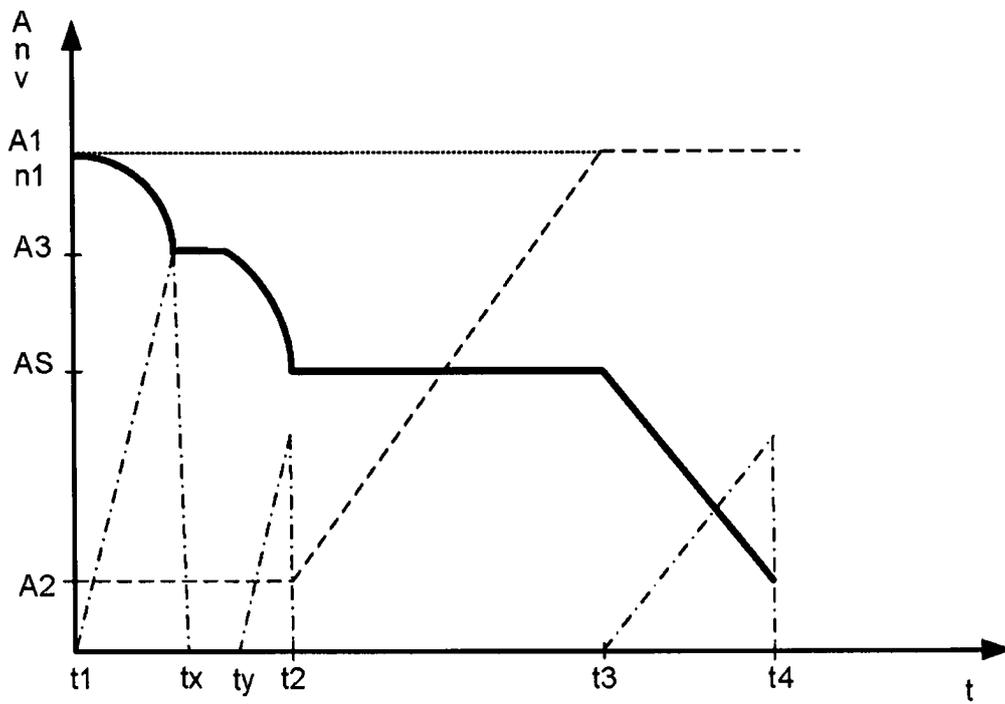


Fig. 7b

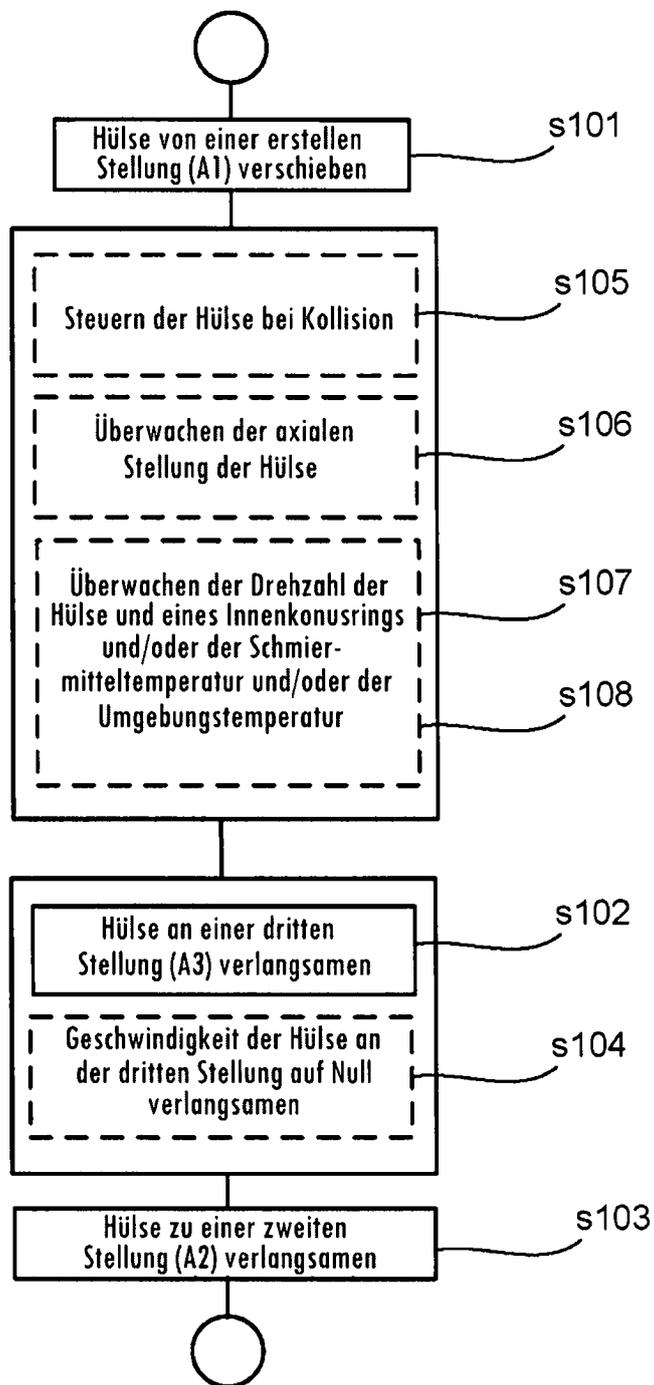


Fig. 8