



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 53 233 A1 2004.06.03

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 102 53 233.8  
(22) Anmeldetag: 15.11.2002  
(43) Offenlegungstag: 03.06.2004

(51) Int Cl.7: F16D 13/52  
F16D 13/64

(71) Anmelder:  
Dr.Ing.h.c. F. Porsche AG, 70435 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:  
Herberg, Klaus, Dipl.-Ing., 74336 Brackenheim, DE

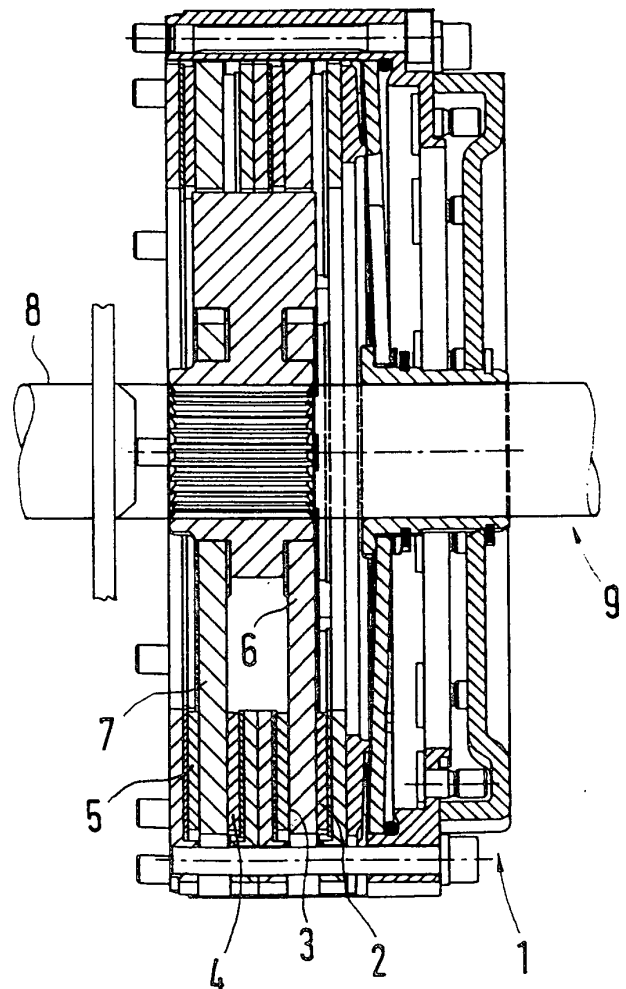
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kupplung, vorzugsweise Mehrscheibenkupplung**

(57) Zusammenfassung: Diese Kupplung der Reibungsgattung ist zwischen einer Brennkraftmaschine und einem Getriebe vorgesehen, die in ein Kraftfahrzeug eingebaut sind, wobei die Kupplung Antriebsscheiben und Übertragungsscheiben umfasst.

Zur Optimierung der Kupplung insbesondere bezüglich Komfort und Verschleißfestigkeit sind die Antriebsscheiben und die Übertragungsscheiben zumindest im Bereich von Reibabschnitten in der Weise ausgebildet, dass die Reibabschnitte weitgehend rufunempfindlich sind.



### Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kupplung, vorzugsweise Mehrscheibenkupplung zwischen einer Brennkraftmaschine und einem Getriebe, die in ein Kraftfahrzeug eingebaut sind, wobei die Kupplung Antriebsscheiben und Übertragungsscheiben umfasst.

### Stand der Technik

[0002] Es ist eine Kupplung der eingangs Gattung bekannt, US 4,846,326 und US Re. 36, 363, die mit Antriebsscheiben und Übertragungsscheiben aus Kohlenstoff versehen sind. Untersuchungen haben gezeigt, dass wenn sowohl die Antriebsscheiben wie auch die Übertragungsscheiben der Kupplung aus Kohlenstoff bestehen beim Einsatz in serienmäßigen Kraftfahrzeugen vor allem Komfortnachteile in Kauf genommen werden müssen, die als störendes Rupfen bei Anfahrvorgängen in Erscheinung treten.

[0003] Aus der US 5,452,728 gehen Kupplungsscheiben hervor, zwischen denen Separierscheiben aus Stahl vorgesehen sind. Die Separierscheiben sind mit einer Schicht aus Keramik versehen.

[0004] In der US 5,452 784 wird eine Mehrscheibenkupplung behandelt, deren Antriebsscheiben und Übertragungsscheiben auf den einander zugekehrten Flächen einen dünnen Film aus Keramik aufweisen.

### Aufgabenstellung

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung Antriebsscheiben und Übertragungsscheiben einer zwischen einer Brennkraftmaschine und Getriebe eines Kraftfahrzeugs angeordneten Kupplung durch gezielte Gestaltung so auszubilden, dass die Kupplung bei hoher Drehmomentübertragung und Verschleißfestigkeit sich durch optimierte Funktionsfähigkeit namentlich bezüglich Funktion auszeichnet.

[0006] Nach der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere die Erfindung ausgestaltende Merkmale sind in den dem Patentanspruch 1 und den nachfolgenden Patentansprüchen enthalten.

[0007] Die mit der Erfindung hauptsächlich erzielten Vorteile sind darin zu sehen, dass durch eine gezielte Ausbildung der Antriebsscheiben und der Übertragungsscheiben bzw. deren Reibabschnitte der Kupplung letztere nicht nur drehmomentübertragungsfest und verschleißwiderstandsfähig, sondern auch weitgehend rupfunempfindlich ist und damit einen Beitrag zur Komfortverbesserung leistet. Dabei entsteht durch eine definierte Werkstoffwahl der Antriebsscheiben und der Übertragungsscheiben oder ihrer Reibabschnitte bei ihrem Zusammenwirken ein abfallender Reibwert. Die Werkstoffe der Antriebsscheiben und der Übertragungsscheiben gegebenenfalls nur ihre Reibflächen weisen einerseits hohe Verschleißfestigkeit sowie Drehzahlfestigkeit und andererseits hohen Reibwert und hohe thermische Stabilität auf. Darüber hinaus wird die Kupplung dadurch optimiert, wenn bspw. die Antriebsscheiben aus Keramik mit Fasergewebe und die Übertragungsscheiben aus gesintertem organisch gebundenem Werkstoff bestehen. Gerade letzterer Werkstoff besitzt kompressible Eigenschaften, die ein komfortables Zusammenwirken der Antriebsscheiben und der Übertragungsscheiben unterstützen.

### Ausführungsbeispiel

[0008] In der Zeichnung wird eine Ausführungsform einer Merkmale der Erfindung aufweisenden Kupplung gezeigt, die nachstehend näher beschrieben ist.

[0009] Es zeigen

[0010] **Fig. 1** einen Längsschnitt durch eine Kupplung, die zwischen einer Brennkraftmaschine und einem Schaltgetriebe angeordnet ist,

[0011] **Fig. 2** Einzelheiten der **Fig. 1** in einer Explosionsdarstellung,

[0012] **Fig. 3** ein Diagramm über den Verlauf eines Drehmoments zwischen Antriebsdrehzahl und Abtriebsdrehzahl einer herkömmlichen Kupplung,

[0013] **Fig. 4** ein Diagramm entsprechend **Fig. 2**, jedoch einer Kupplung mit den Merkmalen nach der Erfindung,

[0014] **Fig. 5** ein Diagramm über den Verlauf eines Reibwerts nach der Kupplung mit den Merkmalen der Erfindung.

[0015] Eine Kupplung **1** der Reibungsgattung ist zwischen einer Brennkraftmaschine und einem Schaltgetriebe eines bspw. zur Hochleistungskategorie zählenden Kraftfahrzeugs – Sportwagengattung – angeordnet, wovon lediglich die Kupplung **1** dargestellt ist. Sie ist als Mehrscheibenkupplung ausgeführt und umfasst Antriebsscheiben **2, 3, 4** und **5** sowie Übertragungsscheiben **6** und **7**. Die Antriebsscheiben **2, 3, 4** und **5** sind mit einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbunden; die Übertragungsscheiben **6** und **7** mit einer Getriebeeingangswelle **9**.

[0016] Zwischen den Antriebsscheiben **2, 3, 4** und **5** sowie den Übertragungsscheiben **6** und **7** sind Reibabschnitte RaI, RaII, RaIII, RaIV, RaV, RaVI, RaVII und RaVIII vorgesehen. Die Antriebsscheiben **2, 3, 4** und **5** sowie die Übertragungsscheiben **6** und **7** selbst bzw. ihre Reibabschnitte RaI, RaII, RaIII, RaIV, RaV, RaVI, RaVII und RaVIII sind so ausgebildet, dass letztere weitgehend rufunempfindlich sind. Hierzu werden Werkstoffe verwendet, durch die ein abfallender Reibwert  $R_{uv}$  entsteht. Dies wird unterstützt, wenn die Antriebsscheiben **2, 3, 4** und **5** sowie die Übertragungsscheiben **6** und **7** bzw. ihre zugehörigen Reibabschnitte RaI, RaII, RaIII, RaIV, RaV, RaVI, RaVII, RaVIII einerseits eine hohe Verschleißfestigkeit sowie Drehzahlfestigkeit und andererseits einen hohen Reibwert und eine hohe thermische Stabilität aufweisen.

[0017] Im Ausführungsbeispiel bestehen die Übertragungsscheiben **6** und **7** bzw. die entsprechenden Reibabschnitte aus Keramik d.h. kohlenfaserverstärkter, poröser Kohlenstoff, dessen Poren zumindest teilweise mit Silizium und Siliziumkarbid gefüllt sind. Dieser Kohlenstoff wird mit einem Flüssig-Silizium-Verfahren mit flüssigem Silizium infiltriert und einer Wärmebehandlung unterworfen. Dabei wandelt sich das Silizium mit Kohlenstoff zu SiC um (siehe DE 44 38 456 A1). In die so aufgebauten Übertragungsscheiben **6** und **7** sind aus Gründen der Festigkeit (Berstdrehzahl) jeweils sich in Scheibenebene erstreckende Fasergewebe eingearbeitet, die einen multidirektionalen Aufbau aufweisen. Darüber hinaus ist diese Keramik mit Verstärkungsfasern versehen, die eine mittlere Länge von mindestens 50 mm aufweisen.

[0018] Demgegenüber bestehen die Antriebsscheiben **2, 3, 4** und **5** bzw. ihre Reibabschnitte aus gesintertem organisch gebundenem Werkstoff, der im wesentlichen folgende metallische und nichtmetallische Bestandteile umfasst: Messing, Eisen, Kupfer, Aluminium, eine siliziumreiche Phase, eine schwefelreiche Phase, Kohlenstoff und Phenolharzbinder enthält. Bei systematischen Auswahluntersuchungen hat sich ergeben, dass die Antriebsscheiben **2, 3, 4** und **5** bzw. ihre Reibabschnitte dann teleologische Eigenschaften besitzen, wenn die besagten Bestandteile wie folgt verteilt sind: Messing ca. 14 bis 16 vol %, Eisen ca. 18 bis 20 vol %, Kupfer ca. 3 bis 6 vol %, Aluminium ca. 5 bis 6 vol %, siliziumreiche Phase ca. 1 bis 3 vol %, schwefelreiche Phase 3 bis 4 vol %, Kohlenstoff ca. 28 bis 30 vol % und Phenolharzbinder Rest vol %.

[0019] Die Antriebsscheiben **2, 3, 4** und **5** und die Übertragungsscheiben **6** und **7** können aus einem Stück mit den erfindungsgemäßen Werkstoffen hergestellt sein. Denkbar ist aber auch, dass lediglich in den Reibabschnitten RaI, RaII, RaIII, RaIV, RaV, RaVI, RaVII und RaVIII die besagten Werkstoffe vorgesehen sind; im Bereich dieser Reibabschnitte können auch lediglich mehrere über den Umfang verteilte Beläge angeordnet sein, die mit den entsprechenden bspw. Antriebsscheiben durch Nieten; Kleben oder dergl. verbunden sein können.

[0020] In **Fig. 4** ist ein Diagramm dargestellt, aus dem der Verlauf der Drehmomentübertragung beim Kupplungsvorgang zwischen Antriebsdrehzahl **10** und Abtriebsdrehzahl **11** bei einer Kupplung ohne die Antriebsscheiben und Übertragungsscheiben nach der vorliegenden Erfindung. Dabei ist auf einer Abszissenachse **12** die Schleifzeit in Sekunden (s), auf einer ersten linken Ordinatenachse **13** die Drehzahl (1/min) und auf einer zweiten rechten Ordinatenachse **14** das Drehmoment (Nm). Dabei wird deutlich, dass bei vorgegebener Antriebsdrehzahl **9** bzw. Abtriebsdrehzahl **10** eine Drehmomentlinie **15** etwa zwischen 35 und 35,5 Sekunden erhebliche Ausschläge aufweist, die vom Fahrer als störendes Rufen wahrgenommen werden.

[0021] Das Diagramm gemäß **Fig. 5** gibt eine Drehmomentübertragung mit gleicher Antriebsdrehzahl **10** und Abtriebsdrehzahl **11** wie in **Fig. 4** wieder, jedoch weisen die Antriebsscheiben **2, 3, 4** und **5** sowie die Übertragungsscheiben **6** und **7** einen erfindungsgemäßen Aufbau auf. Die Drehmomentlinie **15** der so gestalteten Kupplung folgt in der Schleifzeit etwa zwischen 38,6 und 40,8 Sekunden mit vertretbaren Ausschlägen tendenziell der Abtriebsdrehzahl **11**, was die weitgehende Rufenempfindlichkeit der Antriebsscheiben **2, 3, 4** und **5** sowie der Übertragungsscheiben zeigt.

[0022] Schließlich geht aus **Fig. 5** ein Diagramm hervor, auf dessen Abszissenachse **16** die Schleifzeit in Sekunden (s) aufgetragen ist. Die erste linke Ordinatenachse **17** verdeutlicht die Drehzahl (1/min) und Drehmoment (Nm), wogegen eine zweite rechte Ordinatenachse **18** den Reibwert (Rw) wiedergibt. Außerdem enthält das Diagramm folgende Linien: die Antriebsdrehzahl **19**, die Abtriebsdrehzahl **20**, das Drehmoment **21** und den Reibwert **22**. Durch die Antriebsscheiben **2, 3, 4**, und **5** sowie die Übertragungsscheiben **6** und **7** nach der Erfindung ergibt sich etwa in der Schleifzeit zwischen 1,5 und 3,6 Sekunden, dass der Reibwert **22** eine mit der Pfeillinie **22** hervorgehobene abfallende Tendenz aufweist, was gleichsam die Rufenempfindlichkeit der erfindungsgemäßen Kupplung **1** darstellt.

### Patentansprüche

1. Kupplung, vorzugsweise Mehrscheibenkupplung der Reibungsgattung zwischen einer Brennkraftmaschine und einem Getriebe, die in ein Kraftfahrzeug eingebaut sind, wobei die Kupplung Antriebsscheiben und Übertragungsscheiben umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebsscheiben (**2, 3, 4** und **5**) und die Übertragungsscheiben (**6** und **7**) zumindest im Bereich von Reibabschnitten (RaI, RaII, RaIII, RaIV, RaV, RaVI, RaVII und RaVIII) in der Weise ausgebildet sind, dass die Reibabschnitte weitgehend rufunempfindlich sind.

2. Kupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsscheiben (**2, 3, 4** und **5**) und die

Übertragungsscheiben (6 und 7) zumindest im Bereich der Reibabschnitten RaI, RaII, RaIII, RaIV, RaV, RaVI, RaVII und RaVIII) mit Werkstoffen versehen ist, durch die ein abfallender Reibwert (Rw) entsteht.

3. Kupplung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstoffe der Antriebsscheiben (2, 3, 4 und 5) und der Übertragungsscheiben (6 und 7) einerseits hohe Verschleißfestigkeit sowie Drehzahlfestigkeit und andererseits hohen Reibwert und hohe thermische Stabilität aufweisen.

4. Kupplung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bspw. die Reibabschnitte (RaII, RaIII, RaVI und RaVII) der Übertragungsscheiben (6 und 7) aus Keramik mit Fasergewebe bestehen.

5. Kupplung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasergewebe eine multidirektionalen Aufbau aufweisen.

6. Kupplung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Keramik mit Verstärkungsfasern versehen ist, die eine mittlere Länge von mindestens 50 mm aufweisen.

7. Kupplung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass bspw. die Reibabschnitte (RaI, RaIV, RaV und RaVIII) der Antriebsscheiben (2, 3, 4 und 5) aus gesintertem organisch gebundenem Werkstoff bestehen.

8. Kupplung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der gesinterte organisch gebundenen Werkstoff im wesentlichen folgende metallische und nichtmetallische Bestandteile umfasst: Messing, Eisen, Kupfer, Aluminium, eine siliziumreiche Phase, eine schwefelreiche Phase, Kohlenstoff und Phenolharzbinder enthält.

9. Kupplung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestandteile des gesinterten organisch gebundenen Werkstoffs im Wesentlichen wie folgt verteilt sind:

Messing	ca. 14 bis 16 vol%
Eisen	ca. 18 bis 20 vol%
Kupfer	ca. 3 bis 6 vol%
Aluminium	ca. 5 bis 8 vol%
Siliziumreiche Phase	ca. 1 bis 3 vol%
Schwefelreiche Phase	ca. 3 bis 4 vol%
Kohlenstoff	ca. 28 bis 30 vol%
Phenolharzbinder	Rest vol%

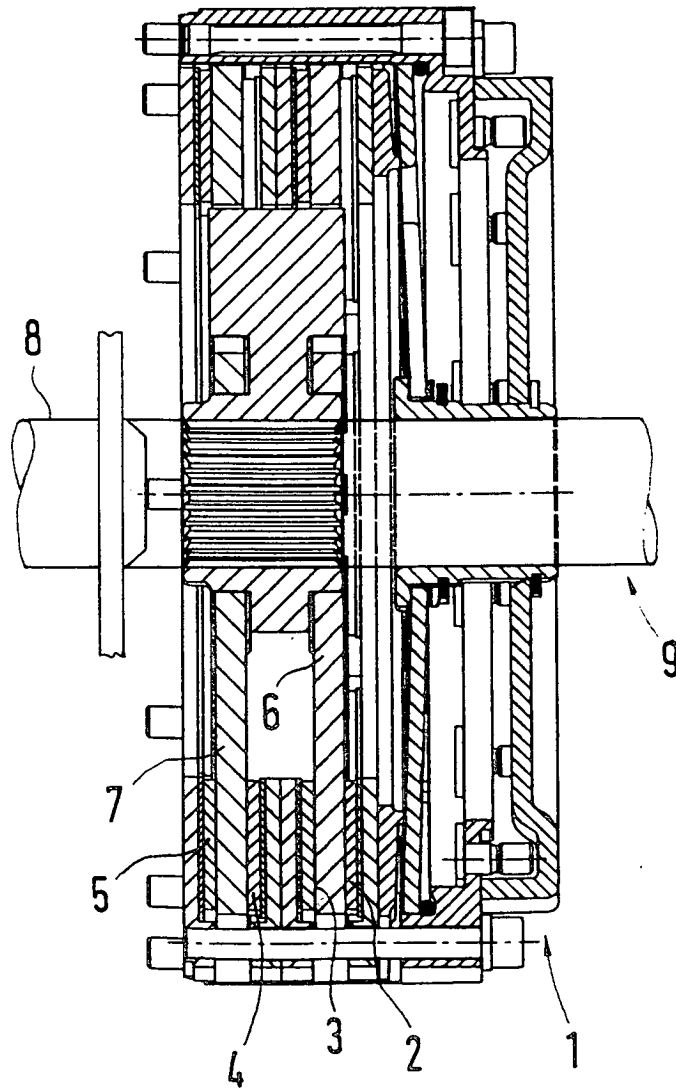
10. Kupplung, vorzugsweise Mehrscheibenkupplung der Reibungsgattung zwischen einer Brennkraftmaschine und einem Getriebe, welche Kupplung in ein Kraftfahrzeug eingebaut ist und Antriebsscheiben und Übertragungsscheiben umfasst, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- die Antriebsscheiben (2, 3, 4 und 5) und die Übertragungsscheiben (6 und 7) sind zumindest im Bereich von Reibabschnitten (RaI, RaII, RaIII, RaIV, RaV, RaVI, RaVII und RaVIII) in der Weise ausgebildet sind, dass die Reibabschnitte weitgehend rufunempfindlich,
- die Antriebsscheiben (2, 3, 4 und 5) und die Übertragungsscheiben (6 und 7) sind zumindest im Bereich der Reibabschnitte (RaI, RaII, RaIII, RaIV, RaV, RaVI, RaVII und RaVIII) mit solchen Werkstoffen versehen, durch die ein abfallender Reibkoeffizient entsteht,
- die Werkstoffe der Antriebsscheiben (2, 3, 4 und 5) und der Übertragungsscheiben (6 und 7) weisen einerseits eine hohe Verschleißfestigkeit sowie Drehzahlfestigkeit und andererseits hohe Reibwert und hohe Stabilität auf,
- bspw. bestehen die Reibabschnitte (RaII, RaIII, RaVI und RaVII) der Übertragungsscheiben (6 und 7) aus Keramik mit Fasergewebe,
- bspw. bestehen die Reibabschnitte (RaI, RaIV, RaV und RaVIII) der Antriebsscheiben (2, 3, 4 und 5) aus gesintertem organisch gebundenem Werkstoff.

11. Kupplung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Fasergewebe einen multidirektionalen Aufbau aufweist.

12. Kupplung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Keramik mit Verstärkungsfasern versehen ist, die eine mittlere Länge von mindestens 50 mm aufweisen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



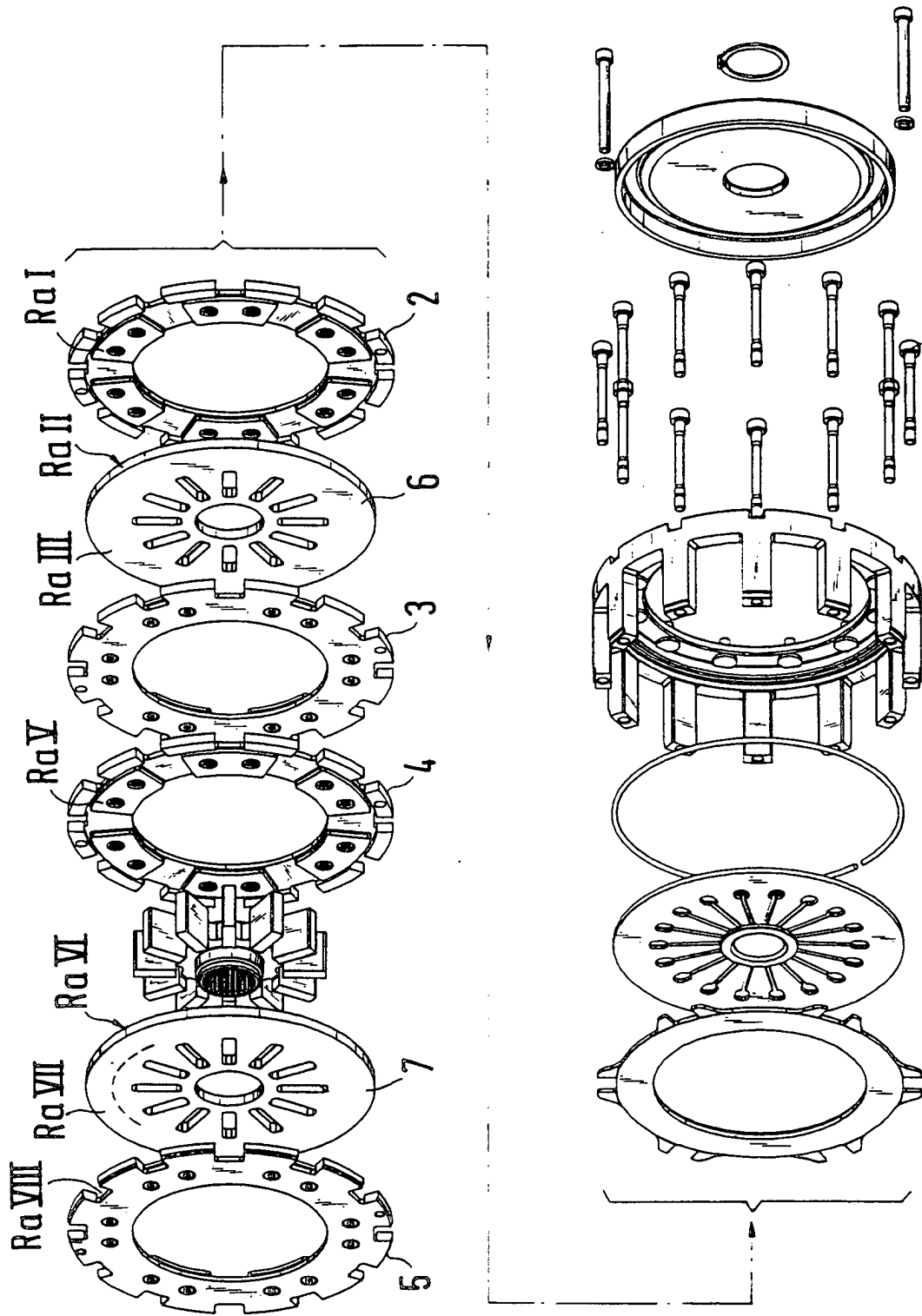


Fig.2

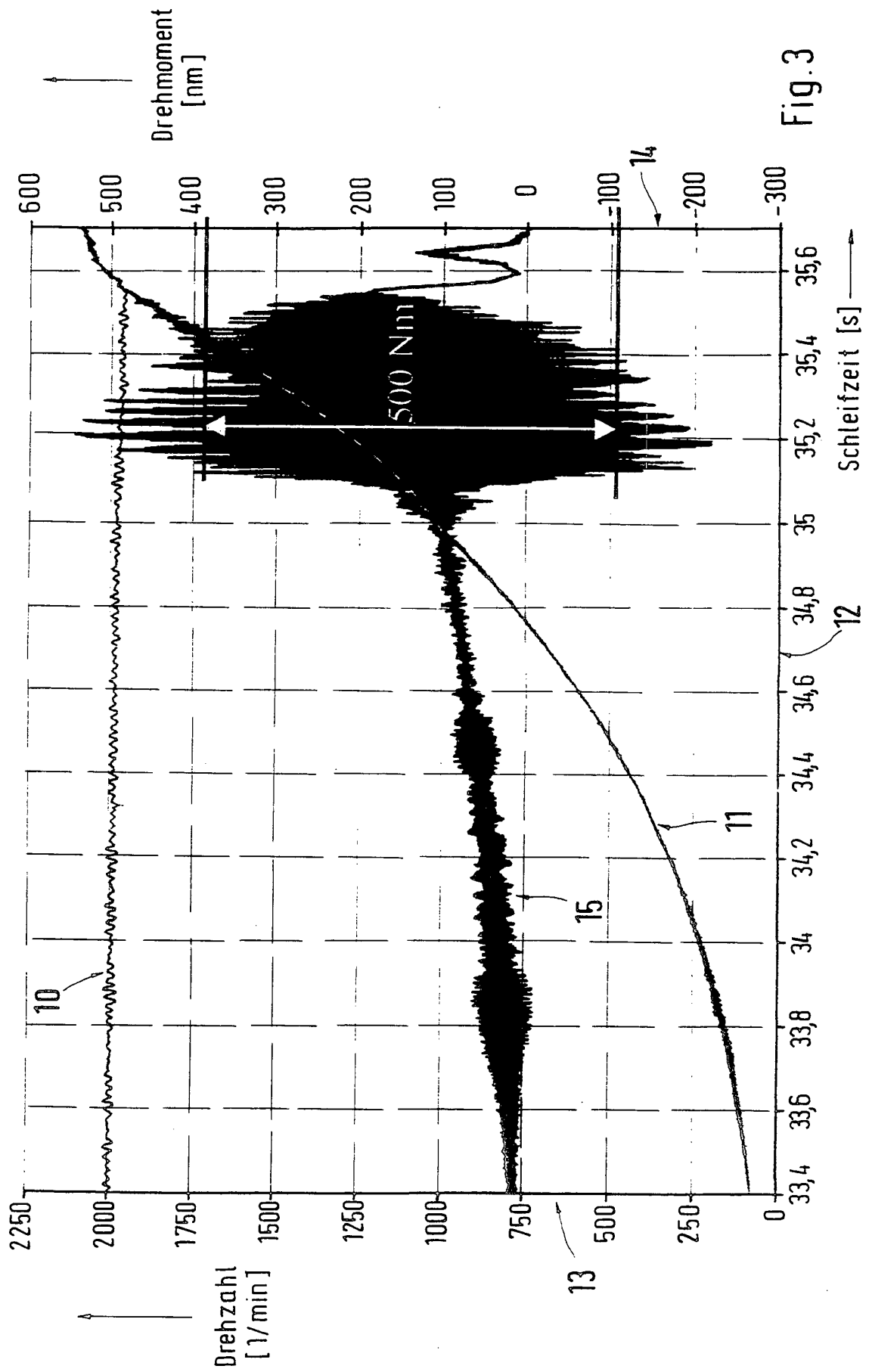


Fig.3

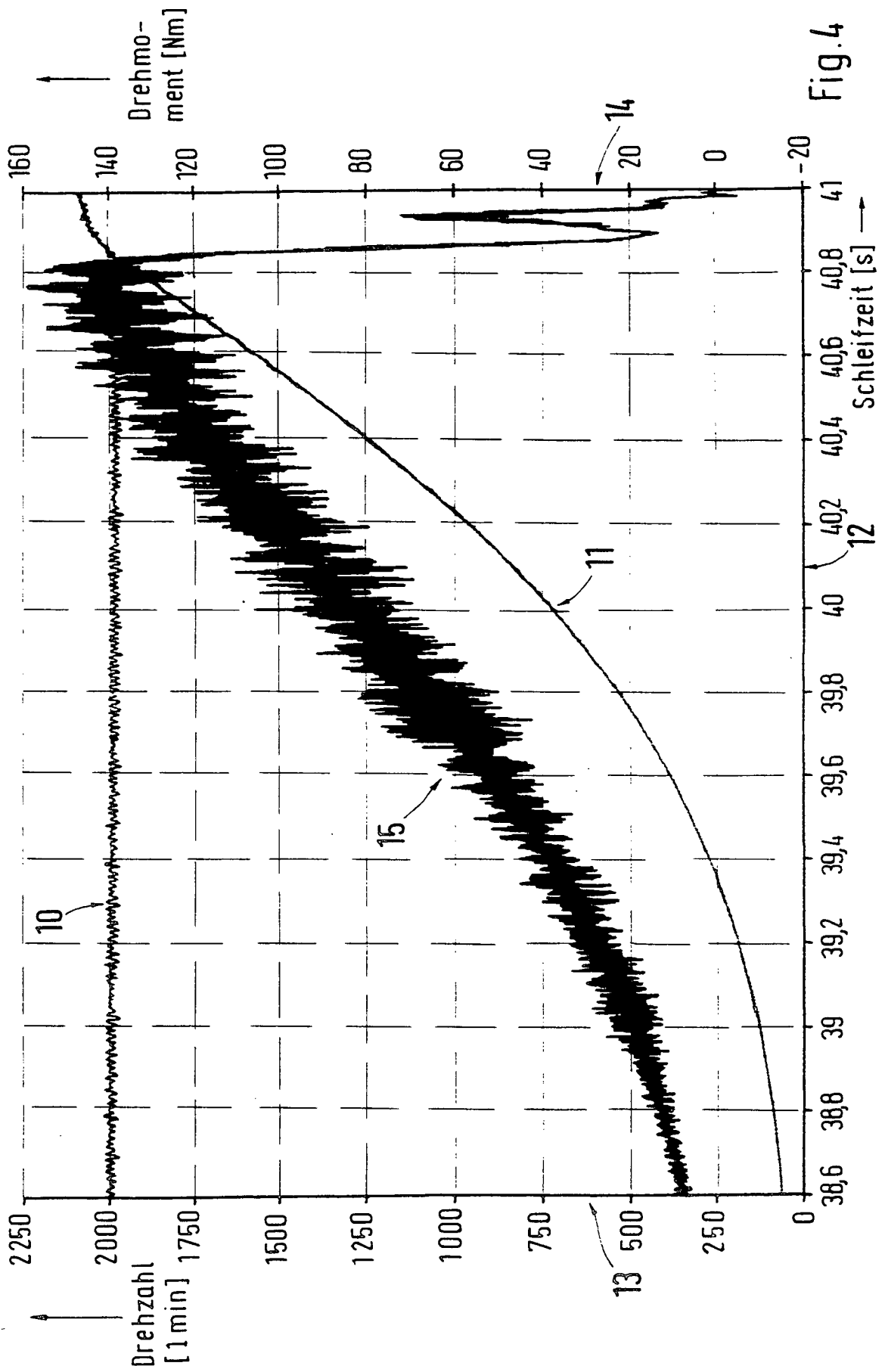


Fig.4

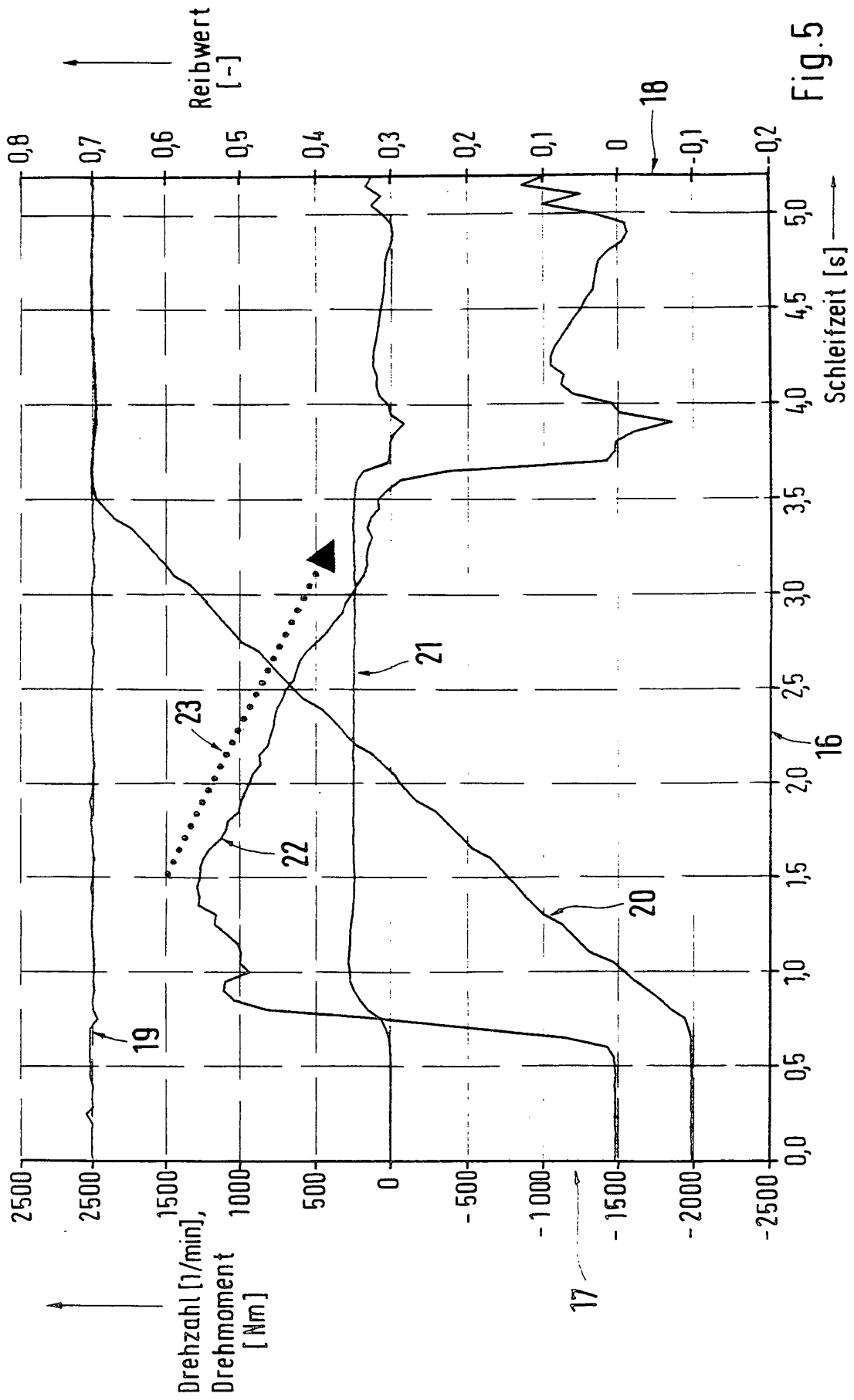


Fig.5