(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 009 586 A1** 2008.08.28

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 009 586.6**
(22) Anmeldetag: **26.02.2007**
(43) Offenlegungstag: **28.08.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***F16C 13/00*** (2006.01)
D21F 3/08 (2006.01)
D21G 1/02 (2006.01)
B05C 1/08 (2006.01)

(71) Anmelder:
Universität Bremen, 28359 Bremen, DE

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

(72) Erfinder:
Kochmann, Markus, 20099 Hamburg, DE;
Gebauer, Ingo, 28203 Bremen, DE

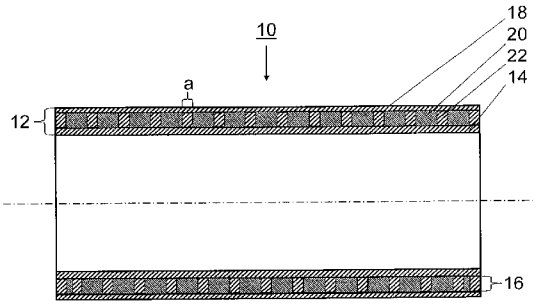
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 199 52 320 A1
DE 196 38 079 A1
DE 102 21 619 A1
DE 100 54 361 A1
DE20 2005 004733 U1
DE 93 01 417 U1
DE 693 22 700 T2
CH 3 64 978 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Walze und Verfahren zur Herstellung derselben**

(57) Zusammenfassung: Walze mit einem mehrschichtigen Walzenmantel, der mindestens eine tragende Schicht, eine schall- und/oder schwingungsdämpfende Schicht und eine Deckschicht aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die schwingungsdämpfende Schicht mindestens einen spiralförmig gewickelten Kern aus einem Material mit einem höheren Dämpfungskennwert als faserverstärkter Kunststoff umfaßt, und Verfahren zur Herstellung derselben.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Walze gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 19.

[0002] Eine Walze und ein Verfahren gemäß eingangsgenannten Arten ist aus der DE 102 21 619 A1 bekannt. Die bekannte Walze weist eine einteilige bzw. einheitliche schall- bzw. schwingungsdämpfende Schicht auf. Ein wesentlicher Nachteil der bekannten Walze besteht in der ungenügenden Schall- bzw. Schwingungsdämpfung.

[0003] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Walze mit besserer Schall- und/oder Schwingungsdämpfung zu schaffen.

[0004] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei der eingangsgenannten Walze dadurch gelöst, daß die schall- und/oder schwingungsdämpfende Schicht mindestens einen spiralförmig gewickelten Kern aus einem Material mit einem höheren Dämpfungskennwert als faserverstärkter Kunststoff umfaßt.

[0005] Weiterhin wird diese Aufgabe bei dem Verfahren der eingangsgenannten Art dadurch gelöst, daß zur Bildung der schall- und/oder schwingungsdämpfenden Schicht mindestens ein Kern aus einem Material mit einem höheren Dämpfungskennwert als faserverstärkter Kunststoff spiralförmig auf die tragende Schicht gewickelt wird.

[0006] Bei der Walze kann vorgesehen sein, daß die tragende Schicht aus einem monolithisch aufgebauten faserverstärkten Kunststoff besteht. Dieser kann in Verbundbauweise aufgebracht sein.

[0007] Günstigerweise besteht die Deckschicht, die als Tragschicht für eine Funktionsoberfläche dienen kann, aus einem monolithisch aufgebauten faserverstärkten Kunststoff. Dieser kann ebenfalls in Verbundbauweise aufgebracht sein.

[0008] Vorteilhafterweise ist der faserverstärkte Kunststoff CFK oder GFK.

[0009] Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung kann ein einziger Kern vorgesehen sein, der in Längserstreckung der Walze Stoß an Stoß auf die tragende Schicht gewickelt ist.

[0010] Alternativ kann ein einziger Kern vorgesehen sein, der in Längserstreckung der Walze mit Abstand auf die tragende Schicht gewickelt ist.

[0011] Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, daß der Abstand über die Längserstreckung der Walze konstant ist.

[0012] Andererseits ist auch denkbar, daß der Abstand über die Längserstreckung der Walze gezielt variiert. Dadurch kann die lokale Biegesteifigkeit des Walzenmantels entlang der Längserstreckung der Walze den Anforderungen entsprechend eingestellt werden.

[0013] Vorteilhafterweise ist zwischen den Windungen des Kerns faserverstärkter Kunststoff gewickelt. Dies kann in Verbundbauweise erfolgen.

[0014] Günstigerweise ist der faserverstärkte Kunststoff CFK oder GFK.

[0015] Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung können genau zwei Kerne vorgesehen sein, die eine zweigängige Spirale bilden.

[0016] Zweckmäßigerweise ist zwischen den beiden Kernen faserverstärkter Kunststoff gewickelt. Dies kann in Verbundbauweise erfolgen.

[0017] Günstigerweise ist der faserverstärkte Kunststoff CFK oder GFK.

[0018] Vorteilhafterweise weist der mindestens eine Kern einen rechteckigen, dreieckigen oder halbkreisförmigen Querschnitt auf. Dadurch wird ein besonders guter flächiger Kontakt zur Aufnahme und Ableitung von Schubkräften aus den Randlagen ermöglicht.

[0019] Vorteilhafterweise besteht der mindestens eine Kern aus einem Schaumwerkstoff. Schaumwerkstoffe weisen generell gute Dämpfungskennwerte sowie ein geringes Gewicht auf. Außerdem sind sie normalerweise preisgünstiger als faserverstärkte Kunststoffe.

[0020] Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Walze zusätzlich mindestens ein aktives System zur Schall- und/oder Schwingungsdämpfung enthält.

[0021] Desweiteren kann vorgesehen sein, daß die Walze hohl ist. Dies liefert ein geringes Gewicht für die Walze.

[0022] Andererseits ist auch denkbar, daß die Walze einen Hohl- oder Vollzylinder aufweist.

[0023] Die Unteransprüche zu dem erfindungsgemäßen Verfahren betreffen vorteilhafterweise Weiterbildungen desselben.

[0024] Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, daß durch das Vorsehen einer gewickelten schall- und/oder schwingungsdämpfenden Schicht eine Walze mit verbesserter passiver

Dämpfung realisiert werden kann, die zudem sehr biegesteif ist. Außerdem können durch die zumindest anteilige Verwendung von anderen Materialien als faserverstärktem Kunststoff die Kosten für die Walze sowie das Gewicht derselben reduziert werden. Letzteres gilt zumindest bei Verwendung eines Schaumwerkstoffs geringer Dichte. Dies ermöglicht dann auch eine Ausführung der Walze mit größerer Wandstärke und gesteigerter Biegesteifigkeit bei unveränderter Gesamtmasse. Dadurch werden sowohl eine Verbesserung der Schall- und/oder Schwingungsdämpfung als auch eine Steigung der Eigenfrequenz erreicht. In Folge dessen wird der Einsatzbereich der Walze gegenüber einer herkömmlichen Walze erweitert.

[0025] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung, in der mehrere Ausführungsbeispiele anhand der schematischen Zeichnungen im einzelnen erläutert werden. Dabei zeigt:

[0026] Fig. 1 eine Längsschnittansicht einer Walze gemäß einer ersten besonderen Ausführungsform der Erfindung;

[0027] Fig. 2 eine Längsschnittansicht einer Walze gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung;

[0028] Fig. 3 eine Längsschnittansicht einer Walze gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung;

[0029] Fig. 4 eine Längsschnittansicht einer Walze gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung;

[0030] Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Herstellung einer Walze gemäß einem Verfahren gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung;

[0031] Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Herstellung einer Walze gemäß einem Verfahren gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung; und

[0032] Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Herstellung einer Walze gemäß einem Verfahren gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung.

[0033] Wie in Fig. 1 gezeigte Walze **10** weist einen Walzenmantel **12** auf, der aus einer inneren tragenden Schicht **14**, einer schall- und/oder schwingungsdämpfenden Schicht **16** und einer äußeren Deckschicht **18** besteht. Die schall- und/oder schwingungsdämpfende Schicht **16** besteht aus einem spiralförmig mit konstantem Abstand a gewickelten Kern **20** aus Kernwerkstoff, zum Beispiel Schaumwerkstoff oder Elastomer, und zwischen den Windungen des Kerns **20** bzw. in den Lücken in Verbundbauweise auf die tragende Schicht **14** spiralförmig gewickeltem faserverstärktem Kunststoff **22**. Der faserverstärkte Kunststoff **22** dient zum Erreichen einer besonders hohen Biegesteifigkeit der Walze und stellt eine Verbindung zwischen der tragenden Schicht **14** und der Deckschicht **18** her. Darüber hinaus sichert der faserverstärkte Kunststoff **22** die koaxiale Anordnung der Komponenten und ermöglicht so eine Reduzierung von Unwuchten in vorteilhafter Weise.

[0034] Die in Fig. 2 gezeigte Walze **10** unterscheidet sich von der in Fig. 1 gezeigten Walze **10** dadurch, daß der Kern **20** Stoß an Stoß gewickelt ist, so daß der faserverstärkte Kunststoff **22** wegfällt.

[0035] In Fig. 3 ist eine Walze **10** mit einem Walzenmantel **12** gezeigt, der aus einer inneren tragenden Schicht **14**, einer schall- und/oder schwingungsdämpfenden Schicht **16** und einer äußeren Deckschicht **18** besteht. Die schall- und/oder schwingungsdampfenden Schicht **16** setzt sich aus zwei spiralförmig gewickelten Kernen **20** und **21** aus Kernwerkstoff mit geringer Dichte, die eine zweigängige Spirale bilden, und einem faserverstärkten Kunststoff **22** zwischen den beiden Kernen **20** und **21** zusammen. Während in den Fig. 1 und Fig. 2 der Kern **20** einen rechteckigen Querschnitt aufweist, weisen die Kerne **20** und **21** in der Fig. 3 jeweils einen dreieckigen Querschnitt auf. Dieser Querschnitt bietet einen besonders guten flächigen Kontakt zur Aufnahme und Ableitung von Schubkräften auf den Randlagen. Auf eine der Seiten des Dreiecks ist der faserverstärkte Kunststoff **22** in Verbundbauweise spiralförmig gewickelt.

[0036] In der Fig. 4 ist schließlich eine Walze **10** mit einem Walzenmantel **12** gezeigt, der aus einer inneren tragenden Schicht **14**, einer schall- und/oder schwingungsdämpfenden Schicht **16** und einer äußeren Deckschicht **18** besteht. Die schall- und/oder schwingungsdämpfenden Schicht **16** besteht aus einem spiralförmig gewickelten Kern **20** aus einem Schaumwerkstoff geringer Dichte, wobei der Abstand a zwischen den Bindungen des Kerns **20** variiert. Zwischen den Windungen des Kerns **20** bzw. in den Lücken ist faserverstärkter Kunststoff **22** mittels Verbundbauweise spiralförmig gewickelt. Durch Variation des Abstandes a kann die lokale Biegesteifigkeit des Walzenmantels **12** in Längserstreckung der Walze **10** den Anforderungen entsprechend eingestellt werden.

[0037] In der in Fig. 5 gezeigten Vorrichtung **24** wird ein auf eine Rolle **26** gewickelter Kern **20** als Halbzeug von der Rolle **26** über einen Tänzer **28** und zwei Führungsrollen **30** und **32** einem Dorn **34**, auf den bereits eine tragende Schicht **14** aufgebracht ist, spiral-

förmig aufgewickelt, wobei er mittels einer Andruckrolle **36** angedrückt wird und eine Trägerbahn **38**, zum Beispiel Papier, auf der der Kern **20** auf der Rolle **26** aufgewickelt ist, auf eine Speicherrolle **40** aufgewickelt wird. Im vorliegenden Fall ergibt sich die Spirale aus dem Kern **20** auf dem Dorn **34** durch eine Überlagerung der Rotation des Dorns **34** mit einer linearen Bewegung der Zufuhreinheit **42** mit der Rolle **26**. Die Zufuhreinheit **42** ist dafür auf einer Linearverfahrachse **44** angeordnet, die sich senkrecht zur Zeichenebene erstreckt.

[0038] In der in Fig. 6 gezeigten Vorrichtung **24** wird ein Kern **20** in Form von Stangenmaterial mittels eines auf einer Linearverfahrachse **46** angeordneten Fördersystems **48** durch ein Heizsystem **50** hindurch auf einen Dorn **34** mit einer bereits aufgebrachten tragenden Schicht **14** unter Passieren eines Führungssystems **52** zugeführt und mittels einer Andruckrolle **54** an den Dorn **34** angedrückt. Das Heizsystem **50** befindet sich ebenfalls auf einer Linearverfahrachse **56**, die sich senkrecht in die Zeichenebene hinein erstreckt. Der Kern **20** wird durch Überlagerung einer Rotation des Dorns **34** mit einer linearen Bewegung des Fördersystems **48** und des Heizsystems **50** spiralförmig auf den Dorn **34** bzw. die tragende Schicht **14** gewickelt. Durch freie Kombination von Drehzahl des Dorns **34** und axialer Vorschubgeschwindigkeit des Fördersystems **48** und des Heizsystems **50** werden Spiralen mit beliebiger Steigung realisiert. Die Spiralsteigung kann auch entlang der Längserstreckung des Dorns **34** verändert werden.

[0039] In Fig. 7 wird ein Kern **20** zunächst einmal in einer Extrudereinheit **58** mit Extruder **60** und Düse **62** sowie Kalibrierung **64** erzeugt. Die Extrudereinheit **58** ist über Linearverfahrachsen **66** und **68**, die sich senkrecht in die Zeichenebene hineinerstrecken, axial verschiebbar. Mittels der Extrudereinheit **58** wird der Kern **20** als geschäumtes Halbzeug unmittelbar bei der Herstellung der Walze erzeugt. Der Schaum wird direkt über ein Führungssystem **70** auf die Oberfläche, d. h. die tragende Schicht **14**, aufgebracht. Durch den Einsatz entsprechend geformter Düsen können beliebige Strangprofile für eine Spirale aus dem Kern **20** gefertigt werden.

[0040] In allen in den Fig. 5 bis Fig. 7 gezeigten Vorrichtungen und damit praktizierten Verfahren zur Herstellung erfolgt nach dem Aufbringen des Kerns **20** das Aufbringen eines faserverstärkten Kunststoffes (nicht gezeigt) in Spiralform in herkömmlicher Faserverbundtechnik und gegebenenfalls weiterer Kerne (nicht gezeigt) in Spiralform und anschließend der Deckschicht (nicht gezeigt).

[0041] Das Einsatzspektrum von Walzen der oben beschriebenen Bauart läßt sich durch Kombination mit aktiven Systemen zur Schall- und/oder Schwingungsdämpfung erweitern. Darüber hinaus kann gesteigerte passive Schall- und/oder Schwingungsdämpfung bei der Ausbildung eines aktiven Dämpfungssystems berücksichtigt werden. Durch die gesteigerte interne Dämpfung kann das aktive System für geringere Stellkräfte ausgelegt werden. Dies senkt die Gesamtkosten einer solchen Anlage und steigert die Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems.

[0042] Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Bezugszeichenliste

10	Walze
12	Walzenmantel
14	tragende Schicht
16	schall- und/oder schwingungsdämpfende Schicht
18	Deckschicht
20	Kern
22	faserverstärkter Kunststoff
24	Vorrichtung
26	Rolle
28	Tänzer
30, 32	Führungsrollen
34	Dorn
36	Andruckrolle
38	Trägerbahn
40	Speicherrolle
42	Zufuhreinheit
44	Linearverfahrachse
46	Linearverfahrachse
48	Fördersystem
50	Heizsystem
52	Führungssystem
54	Andruckrolle
56	Linearverfahrachse
58	Extrudereinheit
60	Extruder
62	Düse
64	Kalibrierung
66, 68	Linearverfahrachse
70	Führungssystem
a	Abstand

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

- DE 10221619 A1 **[0002]**

Patentansprüche

1. Walze (**10**) mit einem mehrschichtigen Walzenmantel (**12**), der mindestens eine tragende Schicht (**14**), eine schall- und/oder schwingungsdämpfende Schicht (**16**) und eine Deckschicht (**18**) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die schall- und/oder schwingungsdämpfende Schicht (**16**) mindestens einen spiralförmig gewickelten Kern (**20**) aus einem Material mit einem höheren Dämpfungskennwert als faserverstärkter Kunststoff (**22**) umfaßt.

2. Walze (**10**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die tragende Schicht (**14**) aus einem monolithisch aufgebauten faserverstärkten Kunststoff (**22**) besteht.

3. Walze (**10**) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschicht (**18**) aus einem monolithisch aufgebauten faserverstärkten Kunststoff (**22**) besteht.

4. Walze (**10**) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der faserverstärkte Kunststoff (**22**) CFK oder GFK ist.

5. Walze (**10**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein einziger Kern (**20**) vorgesehen ist, der in Längserstreckung der Walze (**10**) Stoß an Stoß auf die tragende Schicht (**14**) gewickelt ist.

6. Walze (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein einziger Kern (**20**) vorgesehen ist, der in Längserstreckung der Walze (**10**) mit Abstand (a) auf die tragende Schicht (**14**) gewickelt ist.

7. Walze (**10**) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (a) über die Längserstreckung der Walze (**10**) konstant ist.

8. Walze (**10**) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (a) über die Längserstreckung der Walze (**10**) gezielt variiert.

9. Walze (**10**) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Windungen des Kerns (**20**) faserverstärkter Kunststoff (**22**) gewickelt ist.

10. Walze (**10**) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der faserverstärkte Kunststoff (**22**) CFK oder GFK ist.

11. Walze (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß genau zwei Kerne (**20**, **21**) vorgesehen sind, die eine zweigängige Spirale bilden.

12. Walze (**10**) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den beiden Kernen (**20**, **21**) faserverstärkter Kunststoff (**22**) gewickelt ist.

13. Walze (**10**) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der faserverstärkte Kunststoff (**22**) CFK oder GFK ist.

14. Walze (**10**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Kern (**20**) einen rechteckigen, dreieckigen oder halbkreisförmigen Querschnitt aufweist.

15. Walze (**10**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Kern (**20**) aus einem Schaumwerkstoff besteht.

16. Walze (**10**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Walze (**10**) zusätzlich mindestens ein aktives System zur Schall- und/oder Schwingungsdämpfung enthält.

17. Walze (**10**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Walze (**10**) hohl ist.

18. Walze (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Walze (**10**) einen Hohl- oder Vollzylinder aufweist.

19. Verfahren zur Herstellung einer Walze (**10**) mit einem mehrschichtigen Walzenmantel (**12**), der mindestens eine tragende Schicht (**14**), eine schall- und/oder schwingungsdampfende Schicht (**16**) und eine Deckschicht (**18**) aufweist, insbesondere zum Herstellen einer Walze (**10**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung der schall- und/oder schwingungsdämpfenden Schicht (**16**) mindestens ein Kern (**20**) aus einem Material mit einem höheren Dämpfungskennwert als faserverstärkter Kunststoff (**22**) spiralförmig auf die tragende Schicht (**14**) gewickelt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Kern (**20**) von einer Rolle (**26**) abgewickelt und zum Wickeln auf die tragende Schicht (**14**) zugeführt wird.

21. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Kern (**20**) als Stangenware zugeführt und an die tragende Schicht (**14**) angeformt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Stangenware vor dem Zuführen oder während des Zuführens erwärmt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Stangenware mit

nachfolgender Stangeware an deren Stirnseiten verklebt wird.

24. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Kern (**20**) aus einer Extrudereinheit (**58**) der tragenden Schicht (**14**) zugeführt wird.

25. Verfahren nach einem Ansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß ein einziger Kern (**20**) auf die tragende Schicht (**14**) gewickelt wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß der einzige Kern (**20**) Stoß an Stoß auf die tragende Schicht (**14**) gewickelt wird.

27. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß der einzige Kern (**20**) mit Abstand (a) auf die tragende Schicht (**14**) gewickelt wird.

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (a) konstant ist.

29. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (a) über die Längserstreckung der Walze (**10**) gezielt variiert.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Windungen des Kerns (**20**) faserverstärkter Kunststoff (**22**), vorzugsweise CFK, gewickelt wird.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß insgesamt genau zwei Kerne (**20**, **21**) auf die tragende Schicht (**14**) gewickelt werden, wobei nach dem Aufwickeln eines ersten Kerns (**20**) mit Abstand (a) auf die tragende Schicht (**14**) faserverstärkter Kunststoff (**22**), vorzugsweise CFK oder GFK, auf den ersten Kern (**20**) und/oder zwischen die Windungen des ersten Kerns (**20**) gewickelt und anschließend ein zweiter Kern (**21**) zur Bildung einer zweigängigen Spirale mit dem ersten Kern (**20**) darauf gewickelt wird.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

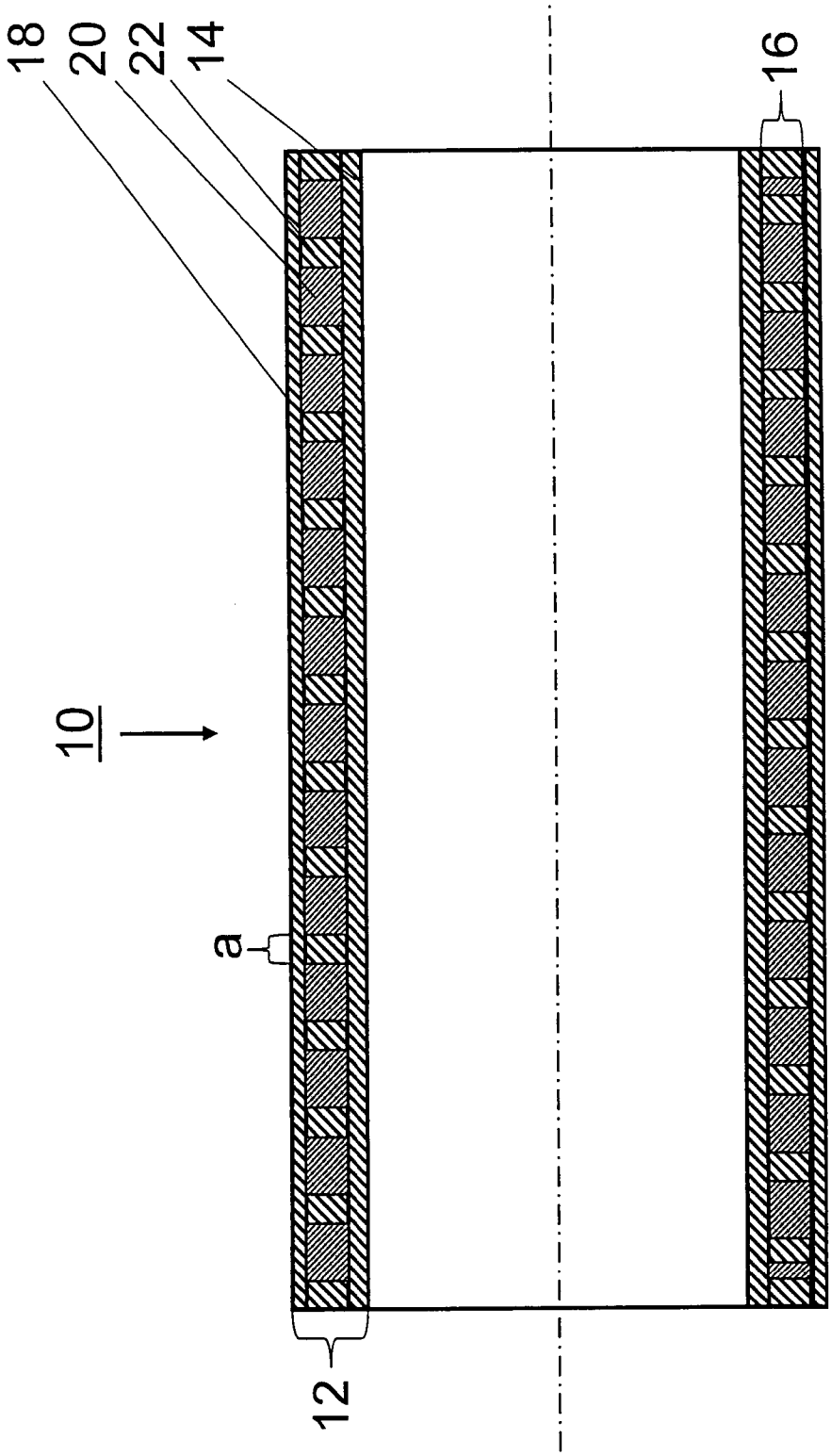


Fig. 1

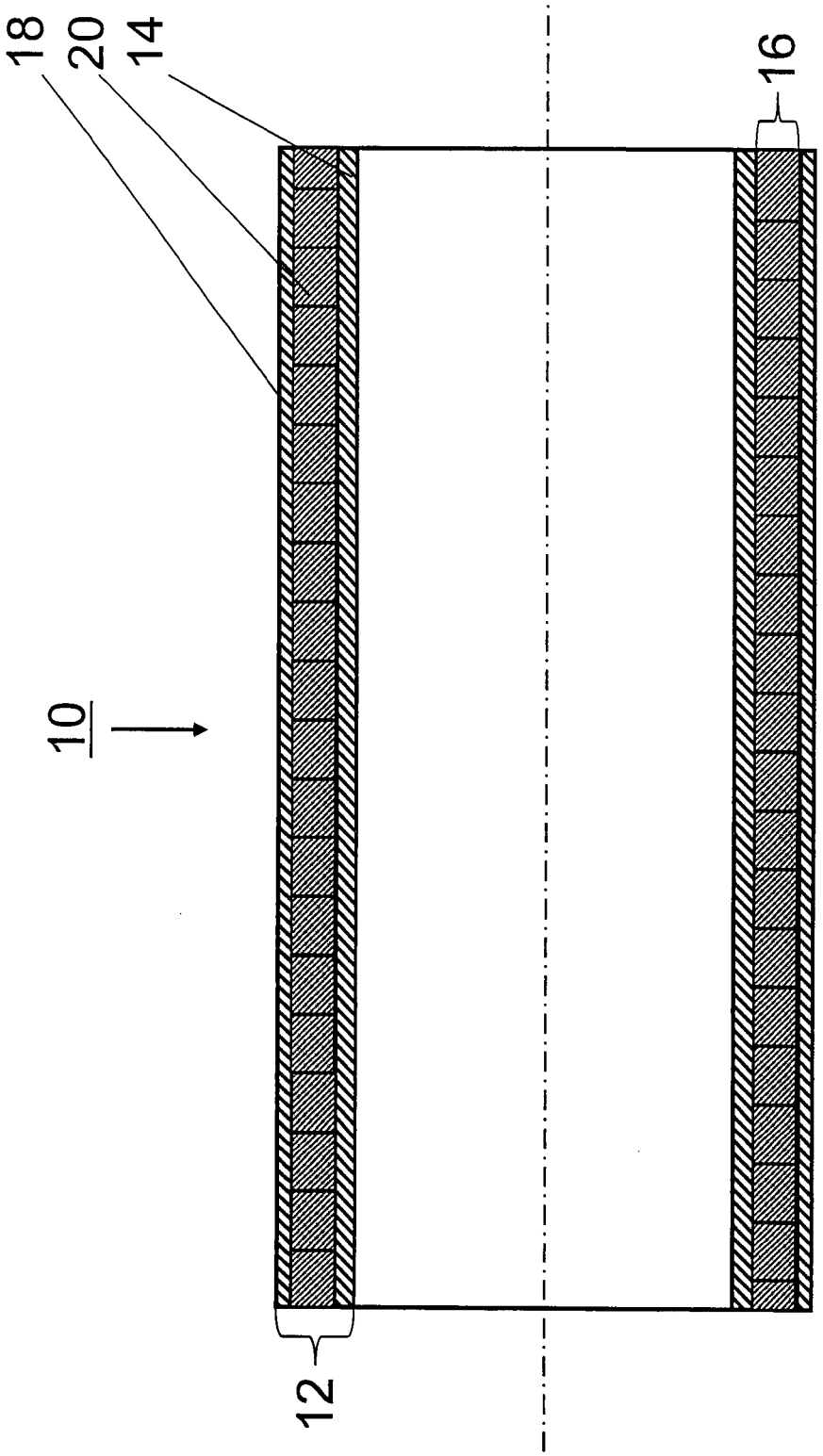


Fig. 2

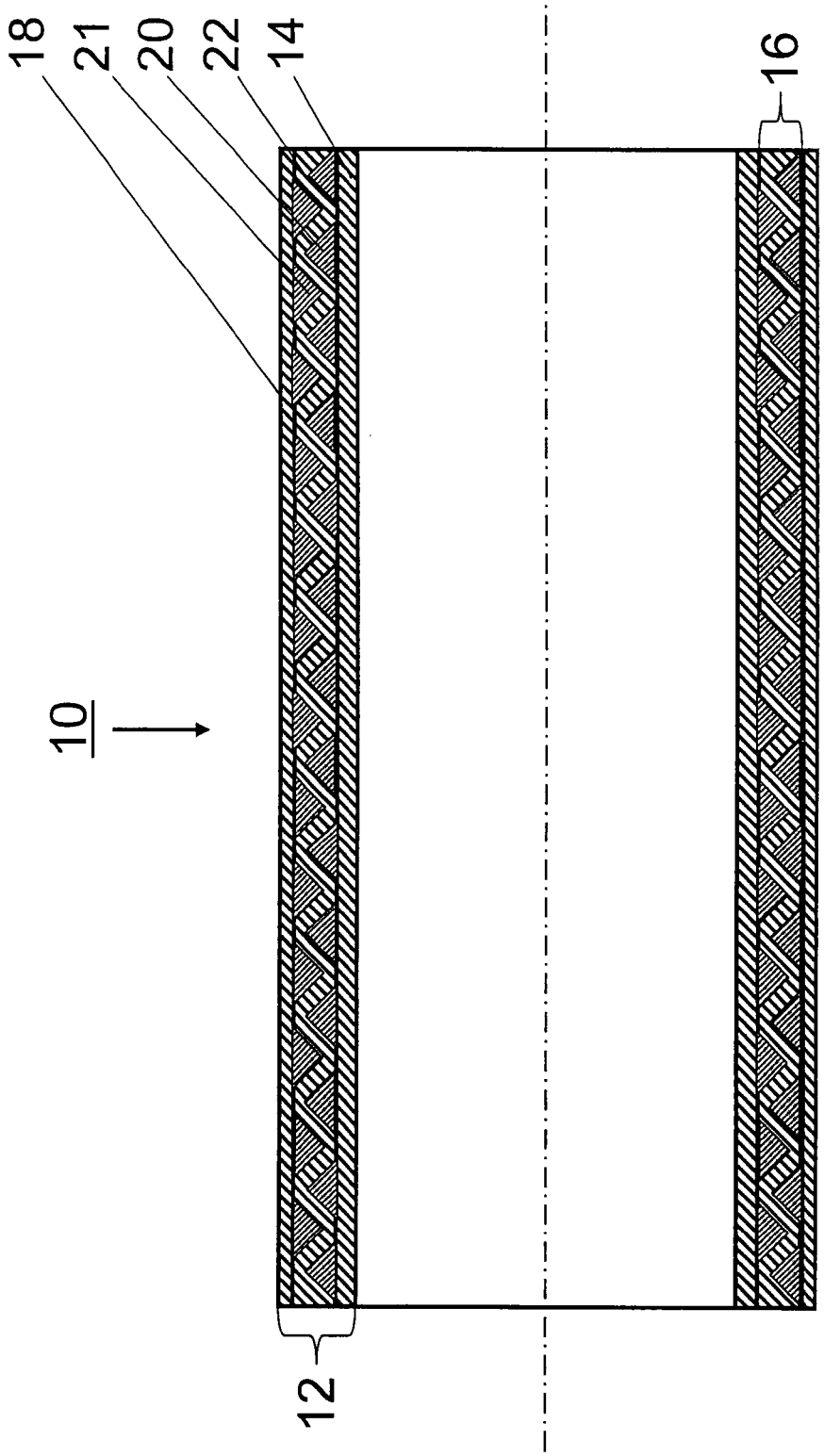


Fig. 3

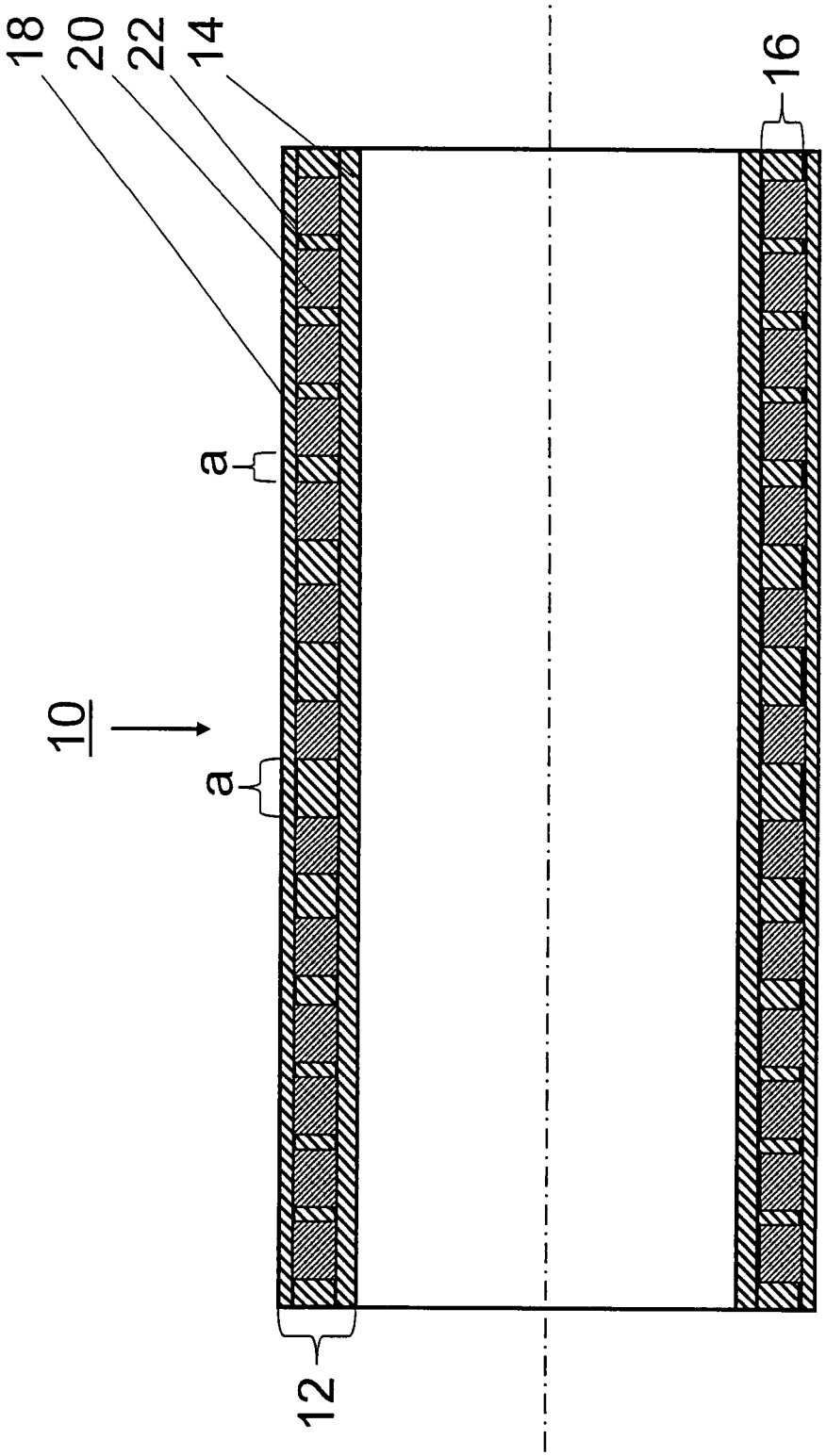


Fig. 4

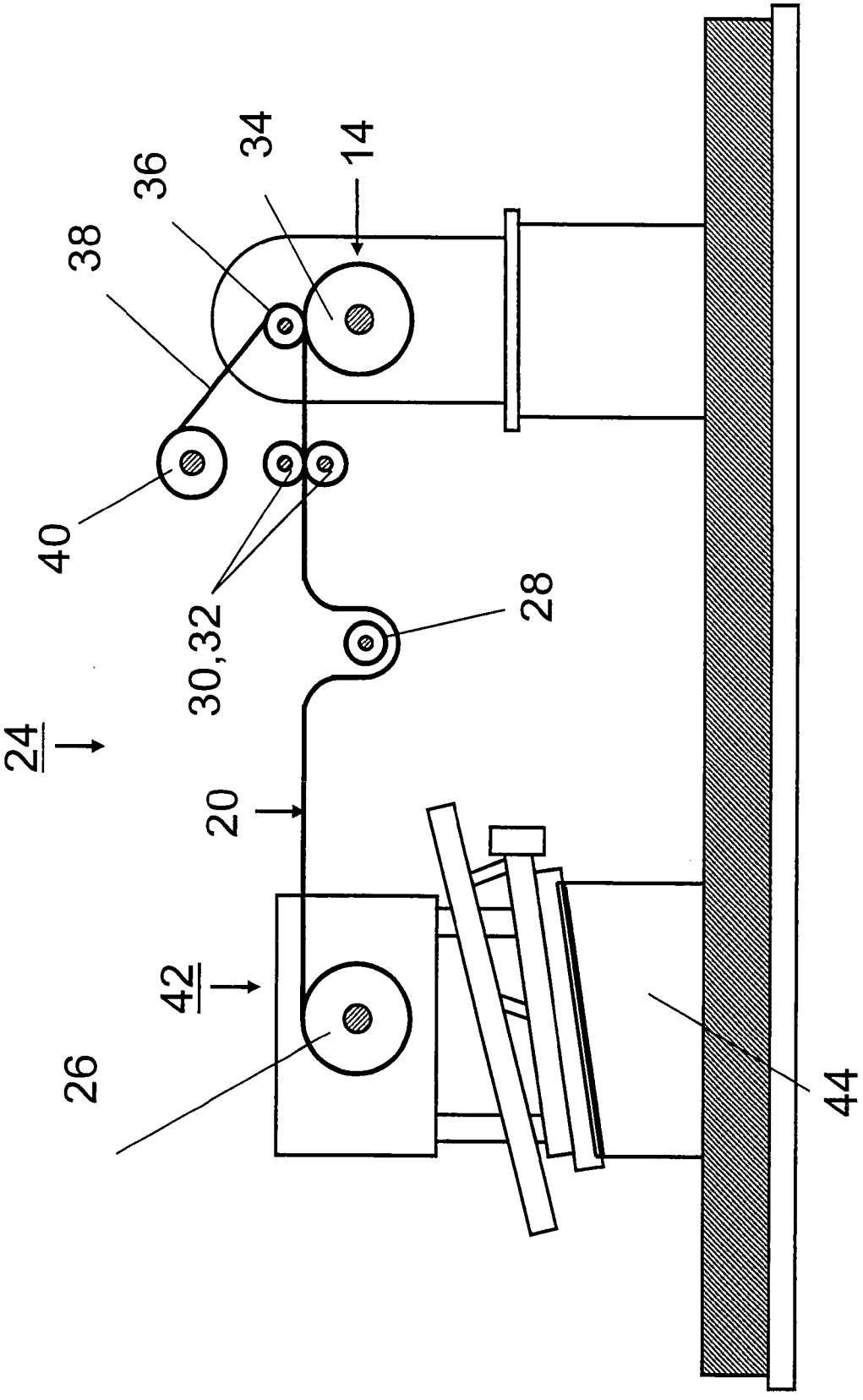


Fig. 5

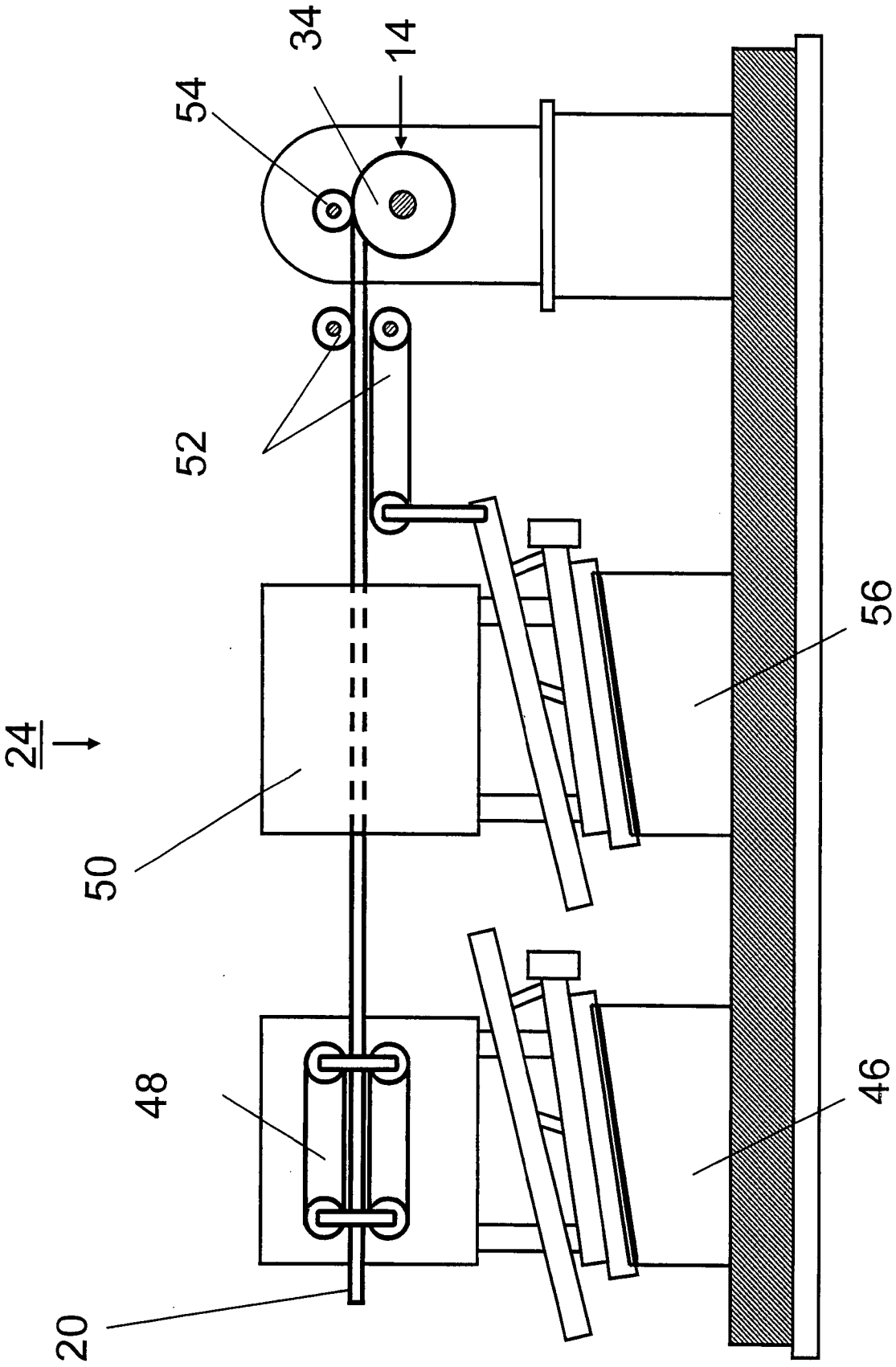


Fig. 6

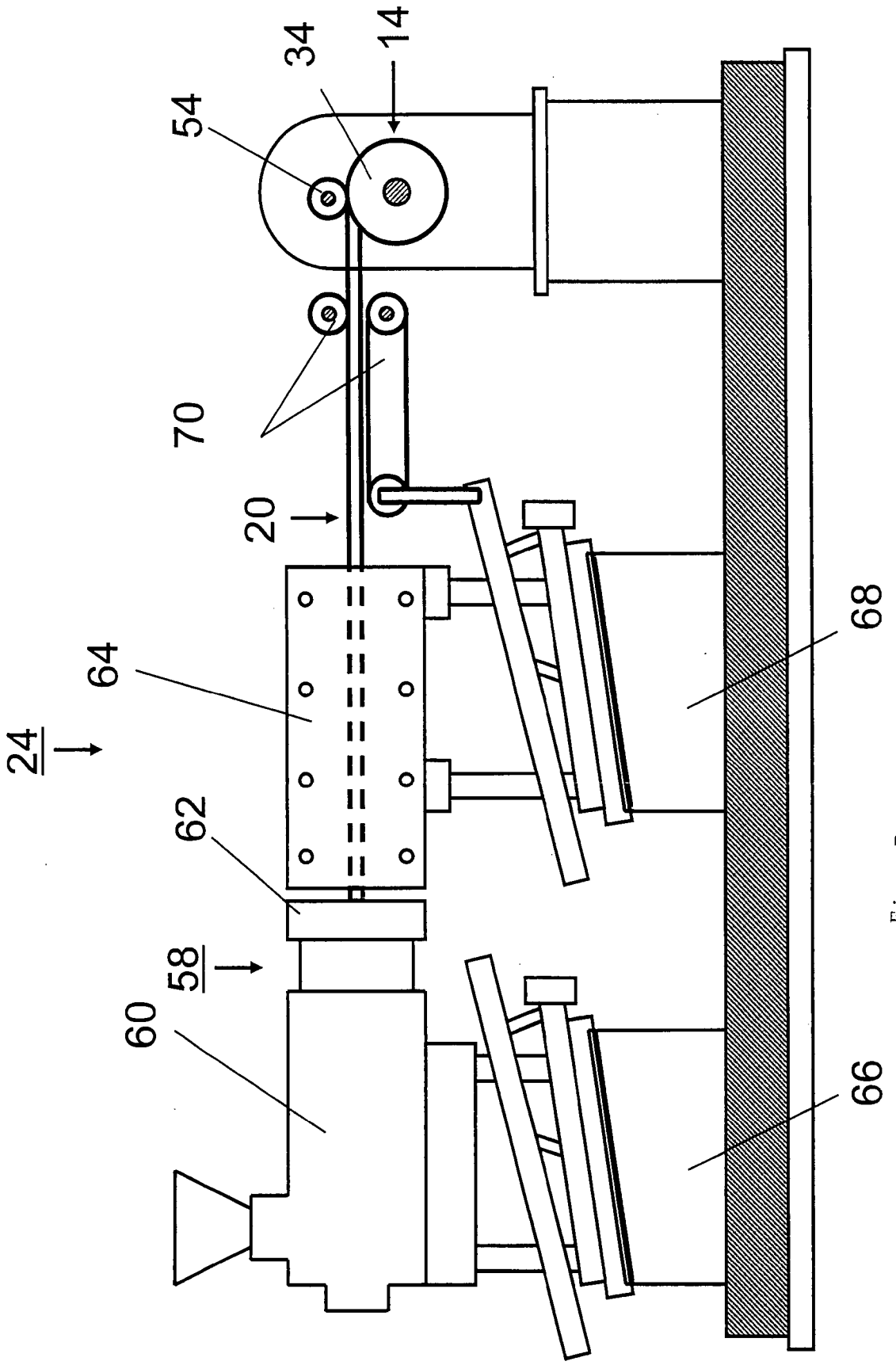


Fig. 7