

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
 PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
 Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
 Veröffentlichungsdatum  
 25. April 2013 (25.04.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/057097 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
*B29C 43/22* (2006.01)    *B29C 43/24* (2006.01)  
*B29C 47/88* (2006.01)    *B29C 59/04* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2012/070476
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
 16. Oktober 2012 (16.10.2012)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
 11185770.2    19. Oktober 2011 (19.10.2011)    EP
- (71) **Anmelder:** BAYER INTELLECTUAL PROPERTY  
 GMBH [DE/DE]; Alfred-Nobel-Str. 10, 40789 Monheim  
 (DE).
- (72) **Erfinder:** FLECKE, Jürgen; Apfelweg 10, 41542  
 Dormagen (DE). PAULUS, Alexander; Leiblstr. 13,  
 41539 Dormagen (DE). NICKEL, Jörg; Krokusweg 2,  
 41539 Dormagen (DE). WEISTROFFER, Andreas; Alte  
 Landstr. 49, 51373 Leverkusen (DE).
- (74) **Anwalt:** BAYER INTELLECTUAL PROPERTY  
 GMBH; Alfred-Nobel-Str. 10, 40789 Monheim (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
 jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
 AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,  
 BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,  
 DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
 GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,  
 KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
 ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
 NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,  
 RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,  
 TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,  
 ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
 jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
 GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
 TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
 RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
 CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,  
 LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** ROLLER DEVICE FOR TREATING FLAT MATERIAL, IN PARTICULAR FOR SMOOTHING FOILS OR PLATES, SMOOTHING  
 DEVICE, AND METHOD FOR PRODUCING FLAT MATERIAL, IN PARTICULAR FOILS OR PLATES

(54) **Bezeichnung :** WALZENVORRICHTUNG ZUR BEHANDLUNG FLÄCHIGEN MATERIALS, INSBESONDERE ZUR GLÄTTUNG VON  
 FOLIEN ODER PLATTEN, GLÄTTVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON FLÄCHIGEM MATERIAL,  
 INSBESONDERE VON FOLIEN ODER PLATTEN

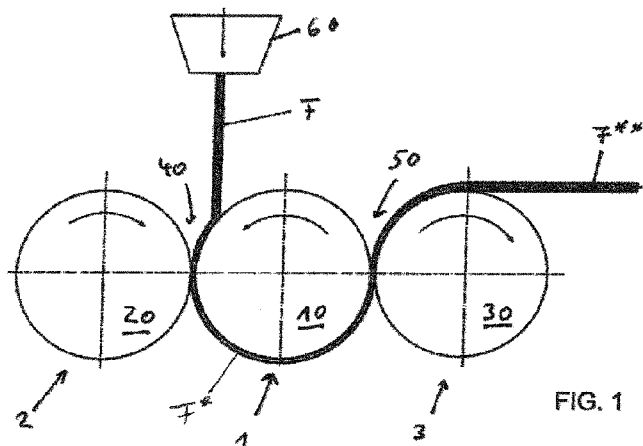


FIG. 1

(57) **Abstract:** The present invention relates to a roller device for treating flat material, in particular for smoothing foils (F\*) or plates, comprising a first roller unit (1) and a second roller unit (2), wherein each roller unit (1, 2) comprises: - at least one drive motor having a motor moment of inertia  $J_M$ ; - a roller (10, 20) having a roller moment of inertia  $J_W$ ; and - at least one gear unit for kinematically coupling the roller (10, 20) and the at least one drive motor at a transmission ratio  $i_{MW}$  between the at least one drive motor and the roller (10, 20), wherein the roller (20) in the second roller unit (2) can be rotated in the opposite direction to that of the roller (10) in the first roller unit (1), and wherein a first roller gap (40), through which the flat material is guided, is formed between the roller (10) of the first roller unit (1) and the roller (20) of the second roller unit (2). According to the invention, the roller device is characterised in that, for at least one of the first and the second roller units (1, 2), the moment of inertia-speed ratio between the at least one drive motor and the roller (10, 20) is  $M_{MW} \leq 6$  and the transmission ratio  $1 < i_{MW} \leq 40$  is selected, wherein the following applies: (formula I) where  $n_M$  = speed of the drive motor, and  $n_W$  = speed of

$$M_{MW} = \frac{J_M}{J_W} \cdot i_{MW}^2 \quad \text{mit} \quad i_{MW} = \left( \frac{n_M}{n_W} \right) \quad (I)$$

the roller (10, 20). The invention further relates to a smoothing device for smoothing foils or plates, as well as a method for producing flat material, in particular foils or plates.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/057097 A1



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

---

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Walzenvorrichtung zur Behandlung flächigen Materials, insbesondere zur Glättung von Folien (F\*) oder Platten, umfassend eine erste Walzeinheit (1) und eine zweite Walzeinheit (2), wobei jede Walzeinheit (1, 2) umfasst: - wenigstens einen Antriebsmotor mit einem Motorträgheitsmoment  $J_M$ , - eine Walze (10, 20) mit einem Walzenträgheitsmoment  $J_W$ , und - wenigstens ein Getriebe zur kinematischen Kopplung der Walze (10, 20) an den wenigstens einen Antriebsmotor mit einem Übersetzungsverhältnis  $i_{MW}$  zwischen dem wenigstens einem Antriebsmotor und der Walze (10, 20), wobei die Walze (20) der zweiten Walzeinheit (2) zur Walze (10) der ersten Walzeinheit (1) gegenläufig rotierbar ist und wobei zwischen Walze (10) und der ersten Walzeinheit (1) und der Walze (20) und der zweiten Walzeinheit (2) ein erster Walzenspalt (40) gebildet ist, durch welchen das flächige Material geführt wird. Erfindungsgemäß ist die Walzenvorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass bei wenigstens einer der ersten und der zweiten Walzeinheit (1, 2) das Trägheitsmomenten-Drehzahlverhältnis zwischen dem wenigstens einem Antriebsmotor und der Walze (10, 20)  $M_{MW} \leq 6$  ist und das Übersetzungsverhältnis  $1 < i_{MW} \leq 40$  gewählt ist, wobei gilt: (Formel I) mit  $n_M$ - Drehzahl des Antriebsmotors und  $n_W$  Drehzahl der Walze (10, 20). Ferner betrifft die Erfindung eine Glättvorrichtung zur Glättung von Folien oder Platten sowie ein Verfahren zur Herstellung von flächigem Material, insbesondere von Folien oder Platten.

Walzenvorrichtung zur Behandlung flächigen Materials, insbesondere zur Glättung von Folien oder Platten, Glättvorrichtung und Verfahren zur Herstellung von flächigem Material, insbesondere von Folien oder Platten

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Walzenvorrichtung zur Behandlung flächigen Materials, insbesondere zur Glättung von Folien oder Platten, umfassend eine erste Walzeneinheit und eine zweite Walzeneinheit, wobei jede Walzeneinheit umfasst wenigstens einen Antriebsmotor mit einem Motorträgheitsmoment  $J_M$ , eine Walze mit einem Walzen­trägheitsmoment  $J_W$ , und wenigstens ein Getriebe zur kinematischen Kopplung der Walze an den wenigstens einen
- 10 Antriebsmotor mit einem Übersetzungsverhältnis  $i_{MW}$  zwischen dem wenigstens einen Antriebsmotor und der Walze, wobei die Walze der zweiten Walzeneinheit zur Walze der ersten Walzeneinheit gegenläufig rotierbar ist und wobei zwischen der Walze der ersten Walzeneinheit und der Walze der zweiten Walzeneinheit ein erster Walzenspalt gebildet ist, durch welchen das flächige Material geführt wird. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur
- 15 Herstellung von flächigem Material, insbesondere von Folien oder Platten.

Die Herstellung hochwertiger Kunststofffolien, beispielsweise aus Polycarbonat, durch Extrusion und anschließende Glättung des extrudierten Schmelzefilms in einem Glättwerk unter Einsatz temperierter Glättwalzen ist seit Jahren industrieller Standard. Insbesondere bei hochwertigen

20 Folien mit glänzender Oberfläche machen sich periodische Störungen der Folienoberfläche – so genannte Rattermarken –, die insbesondere bei dickeren Folien mit einer Dicke von beispielsweise 300 – 3000  $\mu\text{m}$  auftreten, negativ bemerkbar und beeinträchtigen ihren optischen Qualitätseindruck. Je nach Anlagenkonfiguration und Betriebsweise ist die Ausprägung dieser Störungen unterschiedlich. Ursache dieser Störungen sind Ungleichmäßigkeiten im Ablöse- und

25 Prägeverhalten während des Prozesses im Glättwerk, die auf einen unzureichenden Gleichlauf der in dem Glättwerk eingesetzten Walzeneinheiten zurückzuführen ist.

In der WO 2006/098939 A1 ist eine Walze-zu-Walze-Mikroreplikationsvorrichtung beschrieben, bei der ein bahn­förmiges Material beidseitig mit einem flüssigen Material beschichtet wird,

30 welches auf dem bahn­förmigen Material aushärtet. Die Mikroreplikationsvorrichtung umfasst eine erste profilierte Walze mit einem ersten Durchmesser, eine zweite profilierte Walze mit einem zweiten Durchmesser und eine Antriebsanordnung, die zum Drehen der ersten profilierten Walze und der zweiten profilierten Walze derart konfiguriert ist, dass die erste und zweite Walze eine kontinuierliche Registrierung innerhalb von 100 Mikrometern beibehalten, wobei der zweite

35 Durchmesser 0,01 bis 1 Prozent größer als der erste Durchmesser ist.

In der US 6,250,904 B1 ist eine Extrusionsvorrichtung zur Erzeugung von Folienbahnen beschrieben, bei der auf der Oberfläche der produzierten Folienbahnen auftretende Defekte, wie Wellen oder Rattermarken, reduziert werden sollen. Dies soll durch ein Regelsystem für die Umfangsgeschwindigkeit der schleppenden Walze erreicht werden, mit welchem sich  
5 Geschwindigkeitsschwankungen reduzieren lassen.

Die EP 0 828 599 A1 betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer amorphen eingefärbten Platte, beispielsweise aus Polymethylmethacrylat, Polycarbonat oder Polyvinylchlorid. Gemäß dem Verfahren wird zunächst ein kristallisierbarer Thermoplast zusammen mit dem Farbmittel in einem  
10 Extruder aufgeschmolzen, anschließend die Schmelze durch eine Düse ausgeformt und weiter im Glättwerk mit mindestens zwei Walzen kalibriert, geglättet und gekühlt, bevor die Platte auf Maß gebracht wird, wobei die erste Walze des Glättwerkes eine Temperatur im Bereich von 50°C bis 80°C aufweist. Um Defekte und Dickenschwankungen auf der Oberfläche der Platten zu vermeiden, wird betont, dass die Geschwindigkeit des Abzugs mit der Geschwindigkeit der  
15 eingesetzten Kalandervalzen genau abgestimmt sein sollte.

In der DE 4343 864 A1 ist ein Verfahren zur Vermeidung von Rattermarken beim Glätten von plattenförmigen Extrudaten aus thermoplastischem Kunststoff beschrieben. Im Einzelnen sieht das Verfahren den Einsatz eines zumindest ein Glättwerkswalzenpaar aufweisenden Glättwerks vor,  
20 wobei das Glättwerk mit einem Glättwerksantrieb mit einem Zahnradgetriebe sowie einem elektromagnetischen Antriebsregler ausgerüstet ist und der Abtrieb des Zahnradgetriebes auf zumindest eine der Glättwalzen des Glättwalzenpaares arbeitet. Gemäß dem Verfahren wird die der Rotation des Abtriebes überlagerte Zahnfrequenz des Zahnradgetriebes gemessen, mit Hilfe eines Frequenzgenerators eine der Zahnfrequenz möglichst nahe kommende Aufschaltfrequenz erzeugt,  
25 und schließlich die Aufschaltfrequenz dem Antriebsregler aufgeschaltet.

In der EP 1 340 608 A1 wird vorgeschlagen, in einer Glättvorrichtung den Antriebsmotor einer Glättwalze mit koaxial zueinander angeordneten Rotor und Stator zu versehen und ohne Zwischenschaltung eines Getriebes, d.h. mit einem Übersetzungsverhältnis  $i_{MW} = 1$ , an die  
30 Antriebswelle der Glättwalze anzuschließen. In der Praxis hat sich jedoch herausgestellt, dass eine solche Anlagenauslegung nicht ausreichend ist, um Rattermarken auf hochwertigen Folienoberflächen sicher zu vermeiden. Ferner stehen Motoren, die einem solchen Drehzahl- und Momentenbereich operieren nicht zur Verfügung.

35 Eine Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, eine Walzenvorrichtung zur Behandlung flächigen Materials, insbesondere zur Glättung von Folien oder Platten, der eingangs genannten Art anzugeben, welche die oben erwähnten Nachteile vermeidet und bei der Behandlung flächigen

Materials optimale Oberflächeneigenschaften, insbesondere eine optimale Glattheit und Glanz von Kunststofffolien, sicherstellt.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Walzenvorrichtung nach dem Oberbegriff des  
5 Patentanspruchs 1 dadurch gelöst, dass bei wenigstens einer der ersten und der zweiten Walzeneinheit das Trägheitsmomenten-Drehzahlverhältnis zwischen Antriebsmotor und Walze  $M_{MW} \leq 6$  ist und das Übersetzungsverhältnis  $1 < i_{MW} \leq 40$  gewählt ist,

wobei gilt  $M_{MW} = \frac{J_M}{J_W} \cdot i_{MW}^2$  mit  $i_{MW} = \left(\frac{n_M}{n_W}\right)$

mit  $n_M$ : Drehzahl des Antriebsmotors und  $n_W$ : Drehzahl der Walze.

10

Wie Untersuchungen der Anmelderin ergeben haben, ermöglichen gerade die Kombination der erfindungsgemäß gewählten Bereiche für das Trägheitsmomenten-Drehzahlverhältnis zwischen Antriebsmotor und Walze und das Übersetzungsverhältnis des Getriebes ein besonders hohes Maß an Walzengleichlauf jeder Walzeneinheit, was Voraussetzung für eine optimale

15 Oberflächenqualität auch bei anspruchsvollen Folienoberflächen insbesondere im Sinne einer Reduktion bzw. Vermeidung von Rattermarken ist.

In der im Internet verfügbaren Technischen Anleitung Nummer 7 „Dimensionierung eines Antriebssystems“, ABB Automation Products GmbH, Mannheim ([www.abb-drives.de](http://www.abb-drives.de)) wird ein  
20 Trägheitsmomenten-Drehzahlverhältnis zwischen Antriebsmotor und angetriebenem Bauteil von 1 vorgeschlagen. Allerdings wurde hier nicht der Zusammenhang zum Übersetzungsverhältnis des eingesetzten Getriebes erkannt.

Bei der vorliegenden Erfindung wird für das Übersetzungsverhältnis  $i_{MW}$  bevorzugt ein Bereich von  
25  $5 \leq i_{MW} \leq 40$ , speziell  $10 \leq i_{MW} \leq 40$  und besonders bevorzugt  $20 \leq i_{MW} \leq 40$  gewählt.

Als „flächig“ im Sinne der vorliegenden Erfindung wird solches Material bezeichnet, dessen Dickenausdehnung deutlich, insbesondere um Größenordnungen, geringer ist als die Ausdehnung in Länge und Breite.

30

Besonders bevorzugt im Sinne einer weiter verbesserten Oberflächenqualität ist, wenn bei der ersten und der zweiten Walzeneinheit das Drehzahlverhältnis zwischen dem wenigstens einen Antriebsmotor und der Walze  $M_{MW} \leq 6$  ist und das Übersetzungsverhältnis  $1 < i_{MW} \leq 40$  gewählt ist.

35

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der wenigstens eine Antriebsmotor wenigstens einer der ersten und der zweiten Walzeneinheit drehzahl geregelt. Eine Drehzahlregelung des Antriebsmotors ist technisch ohne größeren Aufwand möglich und trägt zu einer weiteren Verbesserung des Gleichlaufverhaltens der Walzeneinheit bei.

5

Der wenigstens eine Antriebsmotor wenigstens einer der ersten und der zweiten Walzeneinheit ist bevorzugt ein Elektromotor. Dabei kann er als Gleichstrommotor oder auch als Wechselstrommotor ausgebildet sein. Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Antriebsmotor als Drehstrom-Elektromotor mit Frequenzumrichtung ausgebildet. Hierdurch ist eine exakte Einstellung und Regelung der Motordrehzahl möglich. Dabei ist der Antriebsmotor bevorzugt als Synchronmotor ausgebildet, welcher systembedingt einen besonders hohen Gleichlauf gewährleistet. Um den Gleichlauf eines solchen Synchronmotors weiter zu steigern, kann ferner vorgesehen sein, dass dieser vielpolig, insbesondere 10-polig, ausgebildet ist.

10

Insbesondere bei geringeren Drehzahlen beeinträchtigen sogenannte Rastmomente („Cogging Torque“) das Gleichlaufverhalten von Elektromotoren. Zur Kompensation dieser Rastmomente ist nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass der wenigstens eine Antriebsmotor wenigstens einer der ersten und der zweiten Walzeneinheit eine Kompensationseinheit zum Ausgleich der Rastmomente umfasst. Eine solche Kompensationseinheit kann unterschiedlich ausgeführt sein. Bevorzugt ist sie als ein Softwaremodul in der Steuerung des Antriebsmotors ausgebildet.

15

20

Weitere Verbesserungen ergeben sich, wenn der wenigstens eine Antriebsmotor wenigstens einer der ersten und der zweiten Walzeneinheit über eine starre Kupplung an das wenigstens eine Getriebe gekoppelt ist und/oder die Walze wenigstens einer der ersten und der zweiten Walzeneinheit über eine starre, d.h. schlupffreie Kupplung an das wenigstens eine Getriebe gekoppelt ist. Die starre Kopplung von Antrieb und Last erweist sich als notwendig für eine Regelung von Walzenmomenten oder -umfangsgeschwindigkeiten.

25

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das Getriebe wenigstens einer der ersten und der zweiten Walzeneinheit als Planetengetriebe, insbesondere als nicht spielfreies Planetengetriebe, ausgebildet. Wie Untersuchungen der Anmelderin überraschend gezeigt haben, lassen sich besonders gute Gleichlaufeigenschaften bei starrer Kopplung zwischen Antriebsmotor, Getriebe und Walze gerade nicht durch eine Spielfreiheit im Getriebe erreichen. Ein spielfreies Getriebe ist nämlich mit dem Nachteil verbunden, eigene Unruhe in das System durch das Abrollen der ineinander verspannten Zahnräder zu erzeugen.

30

35

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Walzenvorrichtung eine Steuereinheit zur Steuerung des wenigstens einen Antriebsmotors der ersten Walzeinheit und des wenigstens einen Antriebsmotors der zweiten Walzeinheit, wobei die Steuereinheit derart konfiguriert ist, dass das Moment und/oder die Umfangsgeschwindigkeit der Walze der ersten  
5 Walzeinheit und der Walze der zweiten Walzeinheit jeweils derart geregelt werden, dass jeweils eine Walze mittels des durch den Walzenspalt geführten flächigen Materials an die jeweils andere Walze koppelt. Durch diese Art der Regelung, bei der die Umfangsgeschwindigkeit stets die Regelgröße darstellt, können also bezogen auf eine der Walzen schleppende und geschleppte  
10 Zustände als Kopplung unter den Walzen definiert eingestellt werden, was sich in Untersuchungen der Anmelderin insbesondere bei der Glättung von Kunststofffolien oder -platten als besonders wirksam in Bezug auf die angestrebte Vermeidung von Rattermarken herausgestellt hat. Es wird vermutet, dass durch die schleppenden oder geschleppten Zustände Scherkräfte im Material der Folien bzw. Platten wirken, so dass die Oberfläche eine besonders gleichmäßige optische  
15 Erscheinung erhält und insbesondere keine Rattermarken mehr erkennbar sind. Die schleppenden oder geschleppten Zustände zwischen den Walzen können durch definierte von 1 geringfügig – beispielsweise im Promill-Bereich – abweichende Verhältnisse der Walzenmomente oder der Umfangsgeschwindigkeiten eingestellt und über die Umfangsgeschwindigkeit als Regelgröße erhalten werden.

20 Nach einer die Erfindung weiterbildenden Ausgestaltung umfasst die Walzenvorrichtung eine dritte Walzeinheit, wobei zwischen der Walze der ersten Walzeinheit und der Walze der dritten Walzeinheit ein zweiter Walzenspalt gebildet ist, durch welchen das flächige Material nach Verlassen des ersten Walzenspalts weiter geführt wird. Speziell können die jeweiligen Achsen der  
25 Walze der ersten Walzeinheit, der Walze der zweiten Walzeinheit und der Walze der dritten Walzeinheit im Wesentlichen in einer beliebig ausgerichteten, bevorzugt aber horizontalen Ebene angeordnet sein, wobei das flächige Material nach Verlassen des ersten Walzenspaltes an der Umfangsfläche der Walze der ersten Walzeinheit zum zweiten Walzenspalt geführt wird. Ebenso möglich ist es, insbesondere die Achsen der dritten Walzeinheit aus der Ebene  
30 herauszuschwenken, um die Umschlingung der Walze der ersten Walzeinheit zu variieren. Im Falle der Glättung von Kunststofffolien kann eine solche Glättung besonders effektiv durch zwei unmittelbar aufeinander folgende Walzenspalte erreicht werden.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Glättvorrichtung zur Glättung von Folien oder Platten mit einer Walzenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13. Zu den  
35 Vorteilen einer solchen Glättvorrichtung wird auf das Vorstehende verwiesen.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von flächigem Material, insbesondere von Folien oder Platten, mit folgenden Schritten:

- Erzeugung eines Schmelzefilms des flächigen Materials, insbesondere durch Extrusion,
  - Glättung des Schmelzefilms in einem ersten Walzenspalt zwischen einer Walze einer ersten Walzeneinheit mit einem Walzenträgheitsmoment  $J_{W1}$  und einer Walze einer zweiten Walzeneinheit mit einem Walzenträgheitsmoment  $J_{W2}$ ,
- wobei die Walze der ersten Walzeneinheit und die Walze der zweiten Walzeneinheit jeweils über wenigstens ein Getriebe an wenigstens einen Antriebsmotor mit einem Motorträgheitsmoment  $J_{M1,M2}$  gekoppelt sind, wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass bei der Walze wenigstens einer Walzeneinheit das Trägheitsmomenten-Drehzahlverhältnis zwischen Antriebsmotor und Walze  $M_{MW} \leq 6$  beträgt und das Übersetzungsverhältnis  $1 < i_{MW} \leq 40$  beträgt,

$$\text{wobei gilt } M_{MW} = \frac{J_M}{J_W} \cdot i_{MW}^2 \quad \text{mit } i_{MW} = \left( \frac{n_M}{n_W} \right)$$

mit  $n_M$ : Drehzahl des Antriebsmotors und  $n_W$ : Drehzahl der Walze.

15

Zu den Vorteilen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird wiederum auf das Vorstehende verwiesen.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

20

Fig. 1 zeigt eine Glättvorrichtung zur Glättung von Folien oder Platten, speziell von unmittelbar zuvor extrudierten Schmelzefilmen.

Die in einer stark schematisierten Schnittzeichnung dargestellte Glättvorrichtung der Fig. 1 umfasst insgesamt drei Walzeneinheiten 1,2,3, die jeweils einen Antriebsmotor mit einem Motorträgheitsmoment  $J_{M1,M2,M3}$ , eine temperierte Walze 10,20,30 mit einem Walzenträgheitsmoment  $J_{W1,W2,W3}$ , und ein Getriebe zur kinematischen Kopplung der jeweiligen Walze 10,20,30 an den zugeordneten Antriebsmotor mit einem Übersetzungsverhältnis  $i_{MW1,MW2,MW3}$  zwischen dem Antriebsmotor und der Walze 10,20,30 umfassen. Dabei ist die Walze 20 der zweiten Walzeneinheit 2 zur Walze 10 der ersten Walzeneinheit 1 gegenläufig rotierbar. Ebenso ist die Walze 30 der dritten Walzeneinheit 3 zur Walze 10 der ersten Walzeneinheit gegenläufig rotierbar. Zwischen der Walze 10 der ersten Walzeneinheit 1 und der Walze 20 der zweiten Walzeneinheit 2 ist ein erster Walzenspalt 40 gebildet. Ferner ist zwischen der Walze 10 der ersten Walzeneinheit 1 und der Walze 30 der dritten Walzeneinheit 3 ein zweiter Walzenspalt 50 gebildet,

35

wobei der zu glättende Schmelzefilm zunächst den ersten Walzenspalt und anschließend den zweiten Walzenspalt durchläuft, wie weiter unten noch im Detail erläutert wird.

Vorliegend ist bei den drei Walzeneinheiten das Trägheitsmomenten-Drehzahlverhältnis zwischen dem wenigstens einen Antriebsmotor und der Walze  $M_{MWi} \leq 6$  gewählt und das

Übersetzungsverhältnis ist  $1 < i_{MWi} \leq 40$  gewählt, wobei gilt  $M_{MW} = \frac{J_M}{J_W} \cdot i_{MW}^2$  mit

$$i_{MW} = \left( \frac{n_M}{n_W} \right)$$

mit  $n_M$ : Drehzahl des Antriebsmotors und  $n_W$ : Drehzahl der Walze und Walzenindex  $i = 1, 2, 3$ .

10 Bevorzugt wird für das Übersetzungsverhältnis  $i_{MW}$  ein Bereich von  $5 \leq i_{MW} \leq 40$ , speziell  $10 \leq i_{MW} \leq 40$  und besonders bevorzugt  $20 \leq i_{MW} \leq 40$  gewählt.

Durch die Wahl dieser Parameter wird bei den Walzen ein besonders hohes Maß an Gleichlauf erzielt, wodurch die Oberflächenqualität der geglätteten Folie entscheidend verbessert wird.

15 Insbesondere kann die Sichtbarkeit von Rattermarken sehr stark reduziert oder sogar vollständig unterdrückt werden.

Die dargestellte Zeichnung der Glättvorrichtung zeigt die drei Walzen 10,20,30 der drei Walzeneinheiten 1,2,3 in Schnittansicht. Dementsprechend sind hierbei das Getriebe, welches

20 vorliegend in bekannter Weise unmittelbar an einen Wellenzapfen gekoppelt ist, und der Antriebsmotor, welcher seinerseits an die Getriebeeingangswelle gekoppelt ist, nicht dargestellt. Es ist dabei möglich, an beide Wellenzapfen einer jeden Walze jeweils ein Getriebe und einen Antriebsmotor zu koppeln. Vorliegend ist jeder Antriebsmotor an das ihm zugeordnete Getriebe über eine starre Kupplung gekoppelt. Ebenso ist jedes Getriebe an die Welle der ihm zugeordnete

25 Walze 10,20,30 über eine starre Kupplung gekoppelt. Dabei sind die Getriebe jeweils als nicht spielfreie Planetengetriebe ausgebildet.

Vorliegend sind die die Walzen 10,20,30 antreibenden Elektromotoren als Drehstrom-Elektromotor mit Frequenzumrichtung, speziell als Synchronmotoren ausgebildet. Hierdurch ist eine exakte

30 Einstellung und Regelung der Motordrehzahl bei optimalen Gleichlaufeigenschaften möglich. Um den Gleichlauf eines solchen Synchronmotors weiter zu steigern, ist ferner vorgesehen, dass die Motoren vielpolig, insbesondere 10-polig, ausgebildet sind. Eine gemeinsame Steuereinheit (nicht dargestellt) ermöglicht eine gemeinsame Steuerung und Regelung der Antriebsmotoren. Weiterhin umfasst jeder der Antriebsmotoren der Walzeneinheiten 1,2,3 eine Kompensationseinheit zum

35 Ausgleich der Rastmomente, die vorliegend jeweils als ein Softwaremodul in der Steuereinheit der Antriebsmotoren ausgebildet ist.

Die Betriebsweise der Glättvorrichtung ist die folgende:

- In einer nicht dargestellten Extrusionseinheit wird eine Schmelze aus z.B. Polycarbonat in einem Verteilerwerkzeug 60 (Düse) mit einer Dicke von typischerweise 500 bis 1200  $\mu\text{m}$  erzeugt und als Schmelzefilm F in Richtung der unterhalb des Verteilwerkzeugs in einer Horizontalebene angeordneten Walzen 10,20,30 geleitet und dort geglättet. Dort tritt der Schmelzefilm F in den zwischen der Walze 10 der ersten Walzeneinheit 1 und der Walze 20 der zweiten Walzeneinheit 2 gebildeten Walzenspalt 40 ein. Wie dargestellt, rotieren die Walzen 1,2 gegenläufig und ziehen dabei den Schmelzefilm F in den Walzenspalt 40 hinein. Nach Austritt aus dem Walzenspalt 40 wird die Folienbahn F\* an der Unterseite der Anordnung der Walzen 1,2,3 etwa um einen Winkel von  $180^\circ$  um die Walze 1 herumgeführt und tritt von unten in den zweiten Walzenspalt 50, welcher zwischen der Walze 1 und der gegenläufig zur Walze 1 rotierenden Walze 3 gebildet ist, ein, wo er weiter geglättet wird. Nach Austritt aus dem zweiten Walzenspalt 50 wird die geglättete Folienbahn F\* noch etwa um einen Winkel von beispielsweise  $90^\circ$  um die Walze 3 herumgeführt und dann als fertig geglättete Folienbahn F\*\* abgezogen.

- Um die Glättung der Folienbahn zu optimieren und die Bildung von Rattermarken möglichst vollständig zu unterdrücken, ist die Steuereinheit der Antriebsmotoren der Walzen 1,2,3 vorliegend derart konfiguriert, dass das Moment und/oder die Umfangsgeschwindigkeit der Walzen 1,2,3 jeweils derart geregelt werden, dass jeweils eine Walze mittels des durch den Walzenspalt geführten flächigen Materials die jeweils andere Walze schleppt. Vorliegend dient die Walze 1 bezüglich Moment und Umfangsgeschwindigkeit als Leitwalze.

- 25 Beispiel:

In einer Glättvorrichtung der vorstehend beschriebenen Art zur Glättung von Polycarbonatfolien wurden drei Walzeneinheiten mit folgenden Parametern betrieben:

Motorleistung:	4,49 kW
Motormoment:	23,6 Nm
Motordrehzahl:	$2000 \text{ min}^{-1}$
Motorträgheitsmoment $J_M$ :	$65 \text{ kgcm}^2$
Übersetzungsverhältnis $i_{MW}$ :	35,34
Walzenmoment:	834,02 Nm
Walzendrehzahl:	$56,59 \text{ min}^{-1}$

Trägheitsmomenten-Drehzahlverhältnis $M_{MW}$ :	4,91
---	------

Bei diesen Einstellungen waren auf der fertig geglätteten Polycarbonatfolie keine Rattermarken mehr erkennbar.

5 Vergleichsbeispiel:

In einer Glättvorrichtung der vorstehend beschriebenen Art zur Glättung von Polycarbonatfolien wurden drei Walzeinheiten mit folgenden Parametern betrieben:

Motorleistung:	1,48 kW
Motormoment:	2,35 Nm
Motordrehzahl:	6000 min <sup>-1</sup>
Motorträgheitsmoment $J_M$ :	1,5 kgcm <sup>2</sup>
Übersetzungsverhältnis $i_{MW}$ :	125,6
Walzenmoment:	443,37 Nm
Walzendrehzahl:	47,77 min <sup>-1</sup>
Trägheitsmomenten-Drehzahlverhältnis $M_{MW}$ :	16,83

10

Hier waren auf der Oberfläche der fertig geglätteten Polycarbonatfolie deutliche Rattermarken erkennbar.

Patentansprüche

1. Walzenvorrichtung zur Behandlung flächigen Materials (F), insbesondere zur Glättung von Folien (F\*) oder Platten, umfassend eine erste Walzeneinheit 1 und eine zweite  
 5 Walzeneinheit 2, wobei jede Walzeneinheit (1,2) umfasst:
- wenigstens einen Antriebsmotor mit einem Motorträgheitsmoment  $J_M$ ,
  - eine Walze (10,20) mit einem Walzenträgheitsmoment  $J_W$ , und
  - wenigstens ein Getriebe zur kinematischen Kopplung der Walze (10,20) an den  
 10 wenigstens einen Antriebsmotor mit einem Übersetzungsverhältnis  $i_{MW}$  zwischen dem  
 wenigstens einen Antriebsmotor und der Walze (10,20),
- wobei die Walze (20) der zweiten Walzeneinheit (2) zur Walze (10) der ersten  
 Walzeneinheit (1) gegenläufig rotierbar ist und wobei zwischen der Walze (10) der ersten  
 Walzeneinheit (1) und der Walze (20) der zweiten Walzeneinheit (2) ein erster Walzenspalt  
 (40) gebildet ist, durch welchen das flächige Material (F) geführt wird,  
 15 **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s**  
 bei wenigstens einer der ersten und der zweiten Walzeneinheit (1,2) das  
 Trägheitsmomenten-Drehzahlverhältnis zwischen dem wenigstens einen Antriebsmotor  
 und der Walze (10,20)  
 $M_{MW} \leq 6$  ist und das Übersetzungsverhältnis  $1 < i_{MW} \leq 40$  gewählt ist,  
 20 wobei gilt  $M_{MW} = \frac{J_M}{J_W} \cdot i_{MW}^2$  mit  $i_{MW} = \left(\frac{n_M}{n_W}\right)$   
 mit  $n_M$ : Drehzahl des Antriebsmotors und  $n_W$ : Drehzahl der Walze (10,20).
2. Walzenvorrichtung nach Anspruch 1,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s**  
 25 als Übersetzungsverhältnis  $5 < i_{MW} \leq 40$ , speziell  $10 \leq i_{MW} \leq 40$  und besonders bevorzugt  
 $20 \leq i_{MW} \leq 40$  gewählt ist.
3. Walzenvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s**  
 30 bei der ersten und der zweiten Walzeneinheit (1,2) das Drehzahlverhältnis zwischen dem  
 wenigstens einen Antriebsmotor und der Walze (10,20)  
 $M_{MW} \leq 6$  ist und das Übersetzungsverhältnis  $1 < i_{MW} \leq 40$  gewählt ist.
4. Walzenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
 35 **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s**  
 der wenigstens einen Antriebsmotor wenigstens einer der ersten und der zweiten

Walzeinheit (1,2) drehzahl geregelt ist.

5. Walzenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
5 der wenigstens eine Antriebsmotor wenigstens einer der ersten und der zweiten  
Walzeinheit (1,2) ein Drehstrom-Elektromotor mit Frequenzumrichtung ist.
6. Walzenvorrichtung nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
10 der wenigstens eine Antriebsmotor wenigstens einer der ersten und der zweiten  
Walzeinheit (1,2) ein Synchronmotor ist.
7. Walzenvorrichtung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
15 der Synchronmotor vielpolig, insbesondere 10-polig, ausgebildet ist.
8. Walzenvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
20 der wenigstens eine Antriebsmotor wenigstens einer der ersten und der zweiten  
Walzeinheit (1,2) eine Kompensationseinheit zum Ausgleich der Rastmomente umfasst.
9. Walzenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
25 der wenigstens eine Antriebsmotor wenigstens einer der ersten und der zweiten  
Walzeinheit (1,2) und/oder die Walze wenigstens einer der ersten und der zweiten  
Walzeinheit (1,2) über eine starre Kupplung an das wenigstens eine Getriebe gekoppelt  
ist.
10. Walzenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
30 dadurch gekennzeichnet, dass  
das wenigstens eine Getriebe wenigstens einer der ersten und der zweiten Walzeinheit  
(1,2) als Planetengetriebe, insbesondere als nicht spielfreies Planetengetriebe, ausgebildet  
ist.
- 35 11. Walzenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Walzenvorrichtung eine Steuereinheit zur Steuerung des wenigstens einen

Antriebsmotors der ersten Walzeneinheit (1) und des wenigstens einen Antriebsmotors der zweiten Walzeneinheit (2) umfasst, wobei die Steuereinheit derart konfiguriert ist, dass das Moment und/oder die Umfangsgeschwindigkeit der Walze (10) der ersten Walzeneinheit (1) und der Walze (20) der zweiten Walzeneinheit (2) jeweils derart geregelt werden, dass  
5 jeweils eine Walze (10,20) mittels des durch den Walzenspalt (40) geführten flächigen Materials (F) an die jeweils andere Walze (20, 10) koppelt.

12. Walzenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
10 die Walzenvorrichtung eine dritte Walzeneinheit (3) umfasst, wobei zwischen der Walze (10) der ersten Walzeneinheit (1) und der Walze (30) der dritten Walzeneinheit (3) ein zweiter Walzenspalt (50) gebildet ist, durch welchen das flächige Material (F) nach Verlassen des ersten Walzenspaltes (40) weiter geführt wird.

15 13. Walzenvorrichtung nach Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die jeweiligen Achsen der Walze (10) der ersten Walzeneinheit (1), der Walze (20) der zweiten Walzeneinheit (2) und der Walze (30) der dritten Walzeneinheit (3) im  
Wesentlichen in einer Ebene angeordnet sind, wobei das flächige Material (F) nach  
20 Verlassen des ersten Walzenspaltes (40) an der Umfangsfläche der Walze (10) der ersten Walzeneinheit (1) zum zweiten Walzenspalt (50) geführt wird.

14. Glättvorrichtung zur Glättung von Folien oder Platten mit einer Walzenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

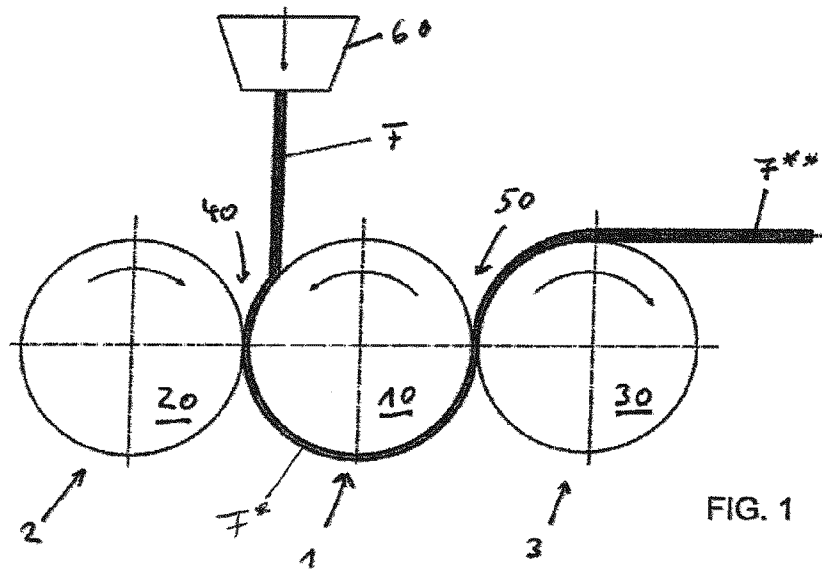
25

15. Verfahren zur Herstellung von flächigem Material, insbesondere von Folien oder Platten, mit folgenden Schritten:  
– Erzeugung eines Schmelzefilms des flächigen Materials (F), insbesondere durch Extrusion,  
30 – Glättung des Schmelzefilms in einem ersten Walzenspalt (40) zwischen einer Walze (10) einer ersten Walzeneinheit (1) mit einem Walzen­trägheitsmoment  $J_{W1}$  und einer Walze (20) einer zweiten Walzeneinheit (2) mit einem Walzen­trägheitsmoment  $J_{W2}$ ,  
wobei die Walze (10) der ersten Walzeneinheit (1) und die Walze (20) der zweite Walzeneinheit (2) jeweils über wenigstens ein Getriebe an wenigstens einen Antriebsmotor  
35 mit einem Motorträgheitsmoment  $J_{M1,M2}$  gekoppelt sind,

dadurch gekennzeichnet, dass  
bei der Walze (10,20) wenigstens einer Walzeneinheit (1,2) das Trägheitsmomenten-  
Drehzahlverhältnis zwischen Antriebsmotor und Walze  $M_{MW} \leq 6$  beträgt und das  
Übersetzungsverhältnis  $1 < i_{MW} \leq 40$  beträgt,

5 wobei gilt  $M_{MW} = \frac{J_M}{J_W} \cdot i_{MW}^2$  mit  $i_{MW} = \left(\frac{n_M}{n_W}\right)$

mit  $n_M$ : Drehzahl des Antriebsmotors und  $n_W$ : Drehzahl der Walze (10, 20).



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/070476

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B29C43/22 B29C47/88 B29C43/24 B29C59/04  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 340 608 A1 (REIFENHAEUSER MASCH [DE]) 3 September 2003 (2003-09-03) cited in the application	1-3,14, 15
Y	paragraph [0001] - paragraph [0006] paragraph [0013] - paragraph [0014] figures claims 1,2	4-13
Y	----- WO 2006/098939 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO [US]) 21 September 2006 (2006-09-21)	4-9,11, 12
A	paragraph [0056] - paragraph [0058] paragraph [0043] - paragraph [0044] paragraph [0054] - paragraph [0055]; figure 4 ----- -/--	1-3,10, 13-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search <b>29 January 2013</b>	Date of mailing of the international search report <b>07/02/2013</b>
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <b>Jensen, Kjeld</b>
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/070476

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 250 904 B1 (REDDY SURESH BADDAM [US] ET AL) 26 June 2001 (2001-06-26)	8-11
A	column 1, line 5 - line 35 column 1, line 55 - line 59 column 5, line 27 - line 62 -----	1-7, 12-15
Y	EP 0 828 599 A1 (HOECHST AG [DE] HOSTAGLAS LTD [IE]) 18 March 1998 (1998-03-18)	13
A	paragraph [0002] paragraph [0074] - paragraph [0076] paragraph [0082] - paragraph [0083] paragraph [0086] - paragraph [0091] figures 2,3 -----	1-12,14, 15
A	DE 43 43 864 A1 (REIFENHAEUSER MASCH [DE]) 29 June 1995 (1995-06-29) abstract column 1, line 14 - line 64 column 2, line 4 - line 36 figures 1-3 -----	1-15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2012/070476
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 1340608	A1	03-09-2003	AT 270182 T	15-07-2004
			CN 1439589 A	03-09-2003
			DE 50200576 D1	05-08-2004
			DK 1340608 T3	04-10-2004
			EP 1340608 A1	03-09-2003
			ES 2219593 T3	01-12-2004
			PT 1340608 E	29-10-2004
			US 2004000826 A1	01-01-2004
			-----	
WO 2006098939	A1	21-09-2006	AT 424986 T	15-03-2009
			BR PI0608699 A2	07-12-2010
			CN 101137493 A	05-03-2008
			EP 1874524 A1	09-01-2008
			JP 5048644 B2	17-10-2012
			JP 2008532746 A	21-08-2008
			KR 20070108233 A	08-11-2007
			US 2006236877 A1	26-10-2006
			WO 2006098939 A1	21-09-2006
-----				
US 6250904	B1	26-06-2001	EP 1156919 A1	28-11-2001
			JP 2002537154 A	05-11-2002
			US 6250904 B1	26-06-2001
			WO 0050218 A1	31-08-2000
-----				
EP 0828599	A1	18-03-1998	AT 207004 T	15-11-2001
			AU 5819696 A	18-12-1996
			BG 102076 A	31-08-1998
			BR 9608696 A	06-07-1999
			CA 2222781 A1	05-12-1996
			CN 1189122 A	29-07-1998
			CZ 9703787 A3	15-04-1998
			EP 0828599 A1	18-03-1998
			ES 2162653 T3	01-01-2002
			HU 9802172 A2	28-01-1999
			JP H11505780 A	25-05-1999
			NO 975466 A	19-01-1998
			OA 10540 A	26-04-2002
			PL 323628 A1	14-04-1998
			RU 2160667 C2	20-12-2000
			WO 9638287 A1	05-12-1996
-----				
DE 4343864	A1	29-06-1995	NONE	
-----				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B29C43/22 B29C47/88 B29C43/24 B29C59/04 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B29C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 340 608 A1 (REIFENHAEUSER MASCH [DE]) 3. September 2003 (2003-09-03) in der Anmeldung erwähnt	1-3,14, 15
Y	Absatz [0001] - Absatz [0006] Absatz [0013] - Absatz [0014] Abbildungen Ansprüche 1,2	4-13
Y	----- WO 2006/098939 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO [US]) 21. September 2006 (2006-09-21)	4-9,11, 12
A	Absatz [0056] - Absatz [0058] Absatz [0043] - Absatz [0044] Absatz [0054] - Absatz [0055]; Abbildung 4 ----- -/--	1-3,10, 13-15
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
29. Januar 2013		07/02/2013
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Jensen, Kjeld

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 250 904 B1 (REDDY SURESH BADDAM [US] ET AL) 26. Juni 2001 (2001-06-26)	8-11
A	Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 35 Spalte 1, Zeile 55 - Zeile 59 Spalte 5, Zeile 27 - Zeile 62 -----	1-7, 12-15
Y	EP 0 828 599 A1 (HOECHST AG [DE] HOSTAGLAS LTD [IE]) 18. März 1998 (1998-03-18)	13
A	Absatz [0002] Absatz [0074] - Absatz [0076] Absatz [0082] - Absatz [0083] Absatz [0086] - Absatz [0091] Abbildungen 2,3 -----	1-12,14, 15
A	DE 43 43 864 A1 (REIFENHAEUSER MASCH [DE]) 29. Juni 1995 (1995-06-29) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 14 - Zeile 64 Spalte 2, Zeile 4 - Zeile 36 Abbildungen 1-3 -----	1-15

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/070476

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1340608	A1	03-09-2003	AT 270182 T 15-07-2004
			CN 1439589 A 03-09-2003
			DE 50200576 D1 05-08-2004
			DK 1340608 T3 04-10-2004
			EP 1340608 A1 03-09-2003
			ES 2219593 T3 01-12-2004
			PT 1340608 E 29-10-2004
			US 2004000826 A1 01-01-2004
-----			
WO 2006098939	A1	21-09-2006	AT 424986 T 15-03-2009
			BR PI0608699 A2 07-12-2010
			CN 101137493 A 05-03-2008
			EP 1874524 A1 09-01-2008
			JP 5048644 B2 17-10-2012
			JP 2008532746 A 21-08-2008
			KR 20070108233 A 08-11-2007
			US 2006236877 A1 26-10-2006
WO 2006098939 A1 21-09-2006			
-----			
US 6250904	B1	26-06-2001	EP 1156919 A1 28-11-2001
			JP 2002537154 A 05-11-2002
			US 6250904 B1 26-06-2001
			WO 0050218 A1 31-08-2000
-----			
EP 0828599	A1	18-03-1998	AT 207004 T 15-11-2001
			AU 5819696 A 18-12-1996
			BG 102076 A 31-08-1998
			BR 9608696 A 06-07-1999
			CA 2222781 A1 05-12-1996
			CN 1189122 A 29-07-1998
			CZ 9703787 A3 15-04-1998
			EP 0828599 A1 18-03-1998
			ES 2162653 T3 01-01-2002
			HU 9802172 A2 28-01-1999
			JP H11505780 A 25-05-1999
			NO 975466 A 19-01-1998
			OA 10540 A 26-04-2002
			PL 323628 A1 14-04-1998
			RU 2160667 C2 20-12-2000
			WO 9638287 A1 05-12-1996
-----			
DE 4343864	A1	29-06-1995	KEINE
-----			



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103857510 A

(43) 申请公布日 2014.06.11

(21) 申请号 201280051405.7

地址 德国蒙海姆

(22) 申请日 2012.10.16

(72) 发明人 J. 弗莱克 A. 保卢斯 J. 尼克尔  
A. 魏施特罗费尔

(30) 优先权数据

11185770.2 2011.10.19 EP

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2014.04.18

代理人 陈浩然 胡斌

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/070476 2012.10.16

(51) Int. Cl.

B29C 43/22(2006.01)

B29C 47/88(2006.01)

B29C 43/24(2006.01)

B29C 59/04(2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/057097 DE 2013.04.25

(71) 申请人 拜耳知识产权有限责任公司

权利要求书2页 说明书6页 附图1页

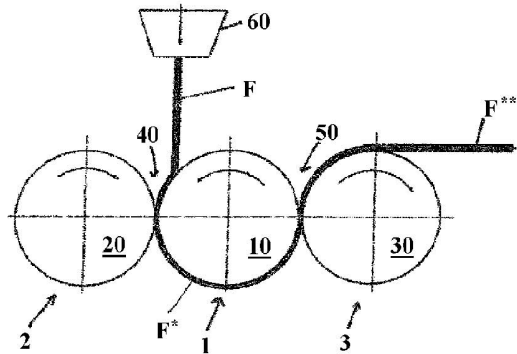
(54) 发明名称

用于处理面状的材料、尤其用于使薄膜或板光滑的轧制装置、光滑装置和用于制造面状的材料、尤其薄膜或板的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于处理面状的材料、尤其用于使薄膜(F\*)或板光滑的轧制装置,其包括第一轧制单元(1)和第二轧制单元(2),其中,每个轧制单元(1,2)包括:-带有马达转动惯量J<sub>m</sub>的至少一个驱动马达,-带有轧辊转动惯量J<sub>r</sub>的轧辊(10,20)以及-至少一个传动装置,其用于以在该至少一个驱动马达与轧辊(10,20)之间的传动比i<sub>mr</sub>将轧辊(10,20)运动学地联结到该至少一个驱动马达处,其中,第二轧制单元(2)的轧辊(20)可反向于第一轧制单元(1)的轧辊(10)旋转,并且其中,在第一轧制单元(1)的轧辊(10)与第二轧制单元(2)的轧辊(20)之间形成第一辊隙(40),面状的材料被引导通过辊隙(40)。根据本发明,轧制装置特征在于,在第一和第二轧制单元(1,2)中的至少一个中,在该至少一个驱动马达与轧辊(10,20)之间的转动惯量-转速比M<sub>mr</sub>≤6并且选择传动比1<i<sub>mr</sub>≤40,其中,适用:(公式I),其中n<sub>m</sub>-驱动马达的转速而n<sub>r</sub>轧辊(10,20)的转速。此外,本发明涉及一种用于使薄膜或板光滑的光滑装置以及一种用于制造面状的材料、尤其薄膜或板的方法。

103857510 A



1. 一种用于处理面状的材料 (F)、尤其用于使薄膜 (F\*) 或板光滑的轧制装置,其包括第一轧制单元 (1) 和第二轧制单元 (2),其中,每个轧制单元 (1, 2) 包括:

- 带有马达转动惯量  $J_M$  的至少一个驱动马达,
- 带有轧辊转动惯量  $J_W$  的轧辊 (10, 20),以及
- 至少一个传动装置,其用于以在至少一个所述驱动马达与所述轧辊 (10, 20) 之间的传动比  $i_{MW}$  将所述轧辊 (10, 20) 运动学地联结到至少一个所述驱动马达处,

其中,所述第二轧制单元 (2) 的轧辊 (20) 能够反向于所述第一轧制单元 (1) 的轧辊 (10) 旋转,并且其中,在所述第一轧制单元 (1) 的轧辊 (10) 与所述第二轧制单元 (2) 的轧辊 (20) 之间形成第一辊隙 (40),面状的所述材料 (F) 被引导通过所述辊隙 (40),

其特征在于,

在第一和第二轧制单元 (1, 2) 中的至少一个中,在至少一个所述驱动马达与所述轧辊 (10, 20) 之间的转动惯量 - 转速比  $M_{MW} \leq 6$  并且选择传动比  $1 < i_{MW} \leq 40$ ,

其中,适用:

$$M_{MW} = \frac{J_M}{J_W} \cdot i_{MW}^2, \text{ 其中 } i_{MW} = \left( \frac{n_M}{n_W} \right),$$

其中  $n_M$ :所述驱动马达的转速而  $n_W$ :所述轧辊 (10, 20) 的转速。

2. 根据权利要求 1 所述的轧制装置,其特征在于,作为传动比选择  $5 < i_{MW} \leq 40$ 、特别地  $10 \leq i_{MW} \leq 40$  且特别优选地  $20 \leq i_{MW} \leq 40$ 。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的轧制装置,其特征在于,在第一和第二轧制单元 (1, 2) 中在至少一个所述驱动马达与所述轧辊 (10, 20) 之间的转速比  $M_{MW} \leq 6$  并且选择传动比  $1 < i_{MW} \leq 40$ 。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的轧制装置,其特征在于,第一和第二轧制单元 (1, 2) 中的至少一个的至少一个驱动马达被转速调节。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的轧制装置,其特征在于,第一和第二轧制单元 (1, 2) 中的至少一个的至少一个驱动马达是带有频率变换的三相交流电动机。

6. 根据权利要求 5 所述的轧制装置,其特征在于,第一和第二轧制单元 (1, 2) 中的至少一个的至少一个驱动马达是同步马达。

7. 根据权利要求 6 所述的轧制装置,其特征在于,所述同步马达构造成四极、尤其 10 极。

8. 根据权利要求 5 至 7 中任一项所述的轧制装置,其特征在于,第一和第二轧制单元 (1, 2) 中的至少一个的至少一个驱动马达包括用于平衡定位力矩的补偿单元。

9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的轧制装置,其特征在于,第一和第二轧制单元 (1, 2) 中的至少一个的至少一个驱动马达和 / 或第一和第二轧制单元 (1, 2) 中的至少一个的轧辊通过刚性的联结器联结到至少一个所述传动装置处。

10. 根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的轧制装置,其特征在于,第一和第二轧制单元 (1, 2) 中的至少一个的至少一个传动装置构造为行星传动装置、尤其为非无隙的行星传动装置。

11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的轧制装置,其特征在于,所述轧制装置包括用于控制所述第一轧制单元 (1) 的至少一个驱动马达和所述第二轧制单元 (2) 的至少一个

驱动马达的控制单元,其中,所述控制单元构造成使得所述第一轧制单元(1)的轧辊(10)和所述第二轧制单元(2)的轧辊(20)的力矩和/或圆周速度分别被调节成使得轧辊(10, 20)分别借助于被引导通过所述辊隙(40)的面状的所述材料(F)联结到相应另一轧辊(20, 10)处。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的轧制装置,其特征在于,所述轧制装置包括第三轧制单元(3),其中,在所述第一轧制单元(1)的轧辊(10)与所述第三轧制单元(3)的轧辊(30)之间形成第二辊隙(50),面状的所述材料(F)在离开所述第一辊隙(40)之后被继续引导通过所述第二辊隙(50)。

13. 根据权利要求12所述的轧制装置,其特征在于,所述第一轧制单元(1)的轧辊(10)、所述第二轧制单元(2)的轧辊(20)和所述第三轧制单元(3)的轧辊(30)的相应的轴线大致布置在一平面中,其中,面状的所述材料(F)在离开所述第一辊隙(40)之后在所述第一轧制单元(1)的轧辊(10)的周缘面处被引导至所述第二辊隙(50)。

14. 一种用于使薄膜或板光滑的光滑装置,其带有根据权利要求1至13中任一项所述的轧制装置。

15. 一种用于制造面状的材料、尤其薄膜或板的方法,其带有以下步骤:

- 尤其通过挤压产生面状的所述材料(F)的熔融膜,

- 在带有轧辊转动惯量 $J_{M1}$ 的第一轧制单元(1)的轧辊(10)与带有轧辊转动惯量 $J_{M2}$ 的第二轧制单元(2)的轧辊(20)之间的第一辊隙(40)中使所述熔融膜光滑,

其中,所述第一轧制单元(1)的轧辊(10)和所述第二轧制单元(2)的轧辊(20)分别通过至少一个传动装置联结到带有马达转动惯量 $J_{M, M2}$ 的至少一个驱动马达处,

其特征在于,

在至少一个轧制单元(1, 2)的轧辊(10, 20)中,在驱动马达与轧辊之间的转动惯量-转速比为 $M_{MW} \leq 6$ 而传动比为 $1 < i_{MW} \leq 40$ ,

其中,适用 $M_{MW} = \frac{J_M}{J_W} \cdot i_{MW}^2$ ,其中 $i_{MW} = \left( \frac{n_M}{n_W} \right)$ ,

其中 $n_M$ :所述驱动马达的转速而 $n_W$ :所述轧辊(10, 20)的转速。

## 用于处理面状的材料、尤其用于使薄膜或板光滑的轧制装置、光滑装置和用于制造面状的材料、尤其薄膜或板的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于处理面状的材料、尤其用于使薄膜或板光滑的轧制装置，其包括第一轧制单元和第二轧制单元，其中，每个轧制单元包括带有马达转动惯量  $J_M$  的至少一个驱动马达、带有轧辊转动惯量  $J_R$  的轧辊和至少一个传动装置，其用于以在该至少一个驱动马达与轧辊之间的传动比  $i_{MR}$  将轧辊运动学地联结到该至少一个驱动马达处，其中，第二轧制单元的轧辊可反向于第一轧制单元的轧辊旋转，并且其中，在第一轧制单元的轧辊与第二轧制单元的轧辊之间形成第一辊隙，面状的材料被引导通过该辊隙。此外，本发明涉及一种用于制造面状的材料、尤其薄膜或板的方法。

### 背景技术

[0002] 通过在光滑机构 (Glättwerk) 中在使用调温的平滑辊 (Glättwalze) 的情况下挤压和接着使挤出的熔融膜 (Schmelzefilm) 光滑例如由聚碳酸酯制造高品质的塑料薄膜多年来是工业标准。尤其在带有发光的表面的高品质的薄膜中，薄膜表面的周期性的缺陷使所谓的振痕 (Rattermark) (其尤其在带有例如 300-3000  $\mu\text{m}$  厚度的较厚的薄膜中出现) 负面地可注意到并且损害其视觉品质印象。根据设备结构和运行方式，这些缺陷的表现 (Ausprägung) 不同。这些缺陷的原因是在光滑机构中的处理期间在剥离和研光表现 (Prägeverhalten) 中的不均匀性，其可追溯到在光滑机构中所使用的轧制单元的不充分的同步 (Gleichlauf)。

[0003] 在文件 WO 2006/098939 A1 中说明了一种轧辊对轧辊微复制装置 (Walze-zu-Walze-Mikroreplikationsvorrichtung)，在其中以液态材料在两侧涂覆幅状的材料，液态材料在幅状的材料上硬化。微复制装置包括带有第一直径的第一成型轧辊、带有第二直径的第二成型轧辊和驱动组件，其为了使第一成型轧辊和第二成型轧辊旋转构造使得第一和第二轧辊保持在 100 微米内的连续配准 (Registrierung)，其中，第二直径比第一直径大 0.01 至 1%。

[0004] 在文件 US 6, 250, 904 B1 中说明一种用于产生薄膜幅 (Folienbahn) 的挤出装置，在其中应减少在所生产的薄膜幅的表面上出现的缺陷、如波纹或振痕。这应通过用于牵引的轧辊的圆周速度的调节系统来实现，利用该调节系统速度波动可减小。

[0005] 文件 EP 0 828 599 A1 涉及一种用于例如由聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯或聚氯乙烯制造无定形的、着色的板的方法。根据该方法，首先将可晶化的热塑性塑料与颜料 (Farbmittel) 一起在挤出机 (Extruder) 中熔融，接着通过喷嘴使熔融物成形并且在板被带到应有尺寸之前另外在光滑机构中利用至少两个轧辊来校正、光滑和冷却，其中，光滑机构的第一轧辊具有在 50°C 至 80°C 的范围中的温度。为了避免在板的表面上的缺陷和厚度波动，强调抽出的速度应与所使用的研光轧辊 (Kalanderswalze) 的速度精确地协调。

[0006] 在文件 DE 4343 864 A1 中说明了一种用于在使由热塑性的塑料构成的板形的挤出物光滑时避免振痕的方法。详细地，该方法设置应用具有光滑机构轧辊对

(Glärtwerkswalzenpaar) 的至少一个光滑机构,其中,光滑机构装备有带有齿轮传动装置的光滑机构驱动器以及电磁的驱动调节器 (Antriebsregler) 并且齿轮传动装置的输出 (Abtrieb) 在平滑辊对的平滑辊中的至少一个上工作。根据该方法来测量齿轮传动装置的与驱动器的旋转叠加的齿频率 (Zahnfrequenz),借助于频率发生器来产生尽可能接近齿频率中的一个的混入频率 (Aufschaltfrequenz),并且最后对于驱动调节器接上混入频率。

[0007] 在文件 EP 1 340 608 A1 中提出在光滑装置中使平滑辊的驱动马达设有彼此同轴地布置的转子和定子而在没有传动装置的中间连接的情况下、也就是说以传动比  $i_{MW}=1$  联接到平滑辊的驱动轴处。然而在实践中证实,这样的设备设计不足以可靠地避免在高品质的薄膜表面上的振痕。此外不提供以这样的转速和力矩范围运行的马达。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的因此在于说明一种开头所提及的类型的用于处理面状的材料、尤其用于使薄膜或板光滑的轧制装置,其避免上面所提及的缺点并且在处理面状的材料时保证塑料薄膜的最佳的表面特性、尤其最佳的光滑性和光泽。

[0009] 该目的根据本发明利用根据权利要求 1 的前序部分的轧制装置由此来实现,即在第一和第二轧制单元中的至少一个中在驱动马达与轧辊之间的转动惯量-转速比  $M_{MW} \leq 6$  并且选择传动比  $1 < i_{MW} \leq 40$ ,

其中,适用:

$$M_{MW} = \frac{J_M}{J_W} \cdot i_{MW}^2, \text{ 其中 } i_{MW} = \left( \frac{n_M}{n_W} \right)$$

其中  $n_M$ : 驱动马达的转速而  $n_W$ : 轧辊的转速。

[0010] 如申请者的研究已得出的那样,根据本发明所选择的对于在驱动马达与轧辊之间的转动惯量-转速比和传动装置的传动比的范围的组合刚好使每个轧制单元的特别高程度的轧制同步 (Walzgleichlauf) 成为可能,这尤其在减少或避免振痕的意义中即使对于要求高的薄膜表面也是最佳的表面质量的前提条件。

[0011] 在因特网上可用的第 7 号技术指导 "Dimensionierung eines Antriebssystems" (ABB Automation Products 有限公司,曼海姆) ([www.abb-drives.de](http://www.abb-drives.de)) 中,提议在驱动马达与所驱动的结构部件之间的转动惯量-转速比为 1。然而在此未认识到与所使用的传动装置的传动比的联系。

[0012] 在本发明中,对于传动比  $i_{MW}$  优选地来选择  $5 \leq i_{MW} \leq 40$ 、特别地  $10 \leq i_{MW} \leq 40$  且特别优选地  $20 \leq i_{MW} \leq 40$  的范围。

[0013] 这样的材料在本发明的意义中被称为“面状的”,其厚度延展明显、尤其以数量级小于在长度和宽度上的延展。

[0014] 当在第一和第二轧制单元中在该至少一个驱动马达与轧辊之间的转速比  $M_{MW} \leq 6$  并且选择传动比  $1 < i_{MW} \leq 40$  时,在进一步改善的表面质量的意义中是特别优选的。

[0015] 根据本发明的另一有利的设计方案,第一和第二轧制单元中的至少一个的至少一个驱动马达进行转速调节。驱动马达的转速调节技术上在没有较大耗费的情况下是可能的并且有助于进一步改善轧制单元的同步特性。

[0016] 第一和第二轧制单元中的至少一个的至少一个驱动马达优选地是电动机。在此,

其可构造为直流马达或还为交流马达。根据本发明的另一有利的设计方案,驱动马达构造为带有频率变换(Frequenzumrichtung)的三相交流电动机。由此能够精确地调整和调节马达转速。在此,驱动马达优选地构造为同步马达,其受系统限制确保特别高的同步性。为了进一步提高这样的同步马达的同步性,此外可设置成,其构造为四极、尤其 10 极。

[0017] 尤其在较小的转速下所谓的定位力矩(Rastmoment) (“Cogging Torque”) 损害电动机的同步特性。为了补偿这些定位力矩,根据本发明的另一设计方案设置成,第一和第二轧制单元中的至少一个的至少一个驱动马达包括用于平衡定位力矩的补偿单元。这样的补偿单元可不同地来实施。优选地,其构造为在驱动马达的控制部中的软件模块。

[0018] 当第一和第二轧制单元中的至少一个的至少一个驱动马达通过刚性的联结器(Kupplung) 联结到该至少一个传动装置处并且 / 或者第一和第二轧制单元中的至少一个的轧辊通过刚性的、也就是说无打滑的联结器联结到该至少一个传动装置处时,产生进一步的改善。驱动器和负载的刚性联结证实为对于轧制力矩或圆周速度的调节必要。

[0019] 根据本发明的另一有利的设计方案,第一和第二轧制单元中的至少一个的传动装置构造为行星传动装置、尤其为非无隙的行星传动装置。如申请者的研究令人惊讶地示出的那样,特别良好的同步特性在驱动马达、传动装置和轧辊之间的刚性联结下刚好不能通过在传动装置中的无隙性来实现。无隙的传动装置即与通过张紧到彼此中的齿轮的滚动产生固有的扰动到系统中的缺点相联系。

[0020] 根据本发明的另一有利的设计方案,轧制装置包括用于控制第一轧制单元的至少一个驱动马达和第二轧制单元的至少一个驱动马达的控制单元,其中,控制单元构造成使得分别将第一轧制单元的轧辊和第二轧制单元的轧辊的力矩和 / 或圆周速度调节成使得轧辊分别借助于被引导通过辊隙的面状的材料联结到相应另一轧辊处。通过该类型的调节(在其中圆周速度始终是调节量),即可关于轧辊中的一个作为在轧辊之下的联结限定地来建立牵引的和被牵引的状态,这在申请者的研究中尤其在使塑料薄膜或板光滑时在所追求的避免振痕方面证实为特别有效。设想,通过牵引的或被牵引的状态剪力作用在薄膜或板的材料中,使得表面获得特别均匀的视觉形象并且尤其不再可识别出振痕。在轧辊之间的牵引的或被牵引的状态可通过轧辊力矩或圆周速度的限定的略微(例如在千分之一范围中)偏离于 1 的比例来建立并且通过圆周速度作为调节量来获得。

[0021] 根据一改进本发明的设计方案,轧制装置包括第三轧制单元,其中,在第一轧制单元的轧辊与第三轧制单元的轧辊之间形成第二辊隙,面状的材料在离开第一辊隙之后被继续引导通过该辊隙。特别地,第一轧制单元的轧辊、第二轧制单元的轧辊和第三轧制单元的轧辊的相应的轴线可大致在一任意取向的、但是优选地水平的平面中来布置,其中,面状的材料在离开第一辊隙之后在第一轧制单元的轧辊的周缘面处被引导至第二辊隙。同样可能尤其使第三轧制单元的轴线从该平面中摆出,以改变第一轧制单元的轧辊的包绕(Umschlingung)。在使塑料薄膜光滑的情况中,这样的光滑可特别有效地通过两个直接彼此相继的辊隙来实现。

[0022] 本发明的另一方面涉及一种用于使薄膜或板光滑的光滑装置,其带有根据权利要求 1 至 13 中任一项所述的轧制装置。对于这样的光滑装置的优点参考上文。

[0023] 本发明的另一方面涉及一种用于制造面状的材料、尤其薄膜或板的方法,其带有以下步骤:

- 尤其通过挤压产生面状的材料熔融膜，
- 在带有轧辊转动惯量 $J_{W1}$ 的第一轧制单元的轧辊与带有轧辊转动惯量 $J_{W2}$ 的第二轧制单元的轧辊之间的第一辊隙中使熔融膜光滑，

其中，第一轧制单元的轧辊和第二轧制单元的轧辊分别通过至少一个传动装置联结到带有马达转动惯量 $J_{M1, M2}$ 的至少一个驱动马达处，其中，该方法特征在于，在至少一个轧制单元的轧辊中在驱动马达与轧辊之间的转动惯量-转速比为 $M_{MW} \leq 6$ 而传动比为 $1 < i_{MW} \leq 40$ ，

$$\text{其中, 适用 } M_{MW} = \frac{J_M}{J_W} \cdot i_{MW}^2, \text{ 其中 } i_{MW} = \left( \frac{n_M}{n_W} \right),$$

其中 $n_M$ :驱动马达的转速而 $n_W$ :轧辊的转速。

[0024] 对于根据本发明的方法的优点又参考上文。

#### 附图说明

[0025] 下面根据示出一实施例的附图来详细阐述本发明。其中：

图1显示了用于使薄膜或板、特别是就之前挤出的熔融膜光滑的光滑装置。

#### 具体实施方式

[0026] 图1的在极其示意性的剖面图中示出的光滑装置总共包括三个轧制单元1、2、3，其分别包括带有马达转动惯量 $J_{M1, M2, M3}$ 的驱动马达、带有轧辊转动惯量 $J_{W1, W2, W3}$ 的调温的轧辊10、20、30和传动装置，其用于以在驱动马达与轧辊10、20、30之间的传动比 $i_{MW1, MW2, MW3}$ 将相应的轧辊10、20、30运动学地联结到相关联的驱动马达处。在此，第二轧制单元2的轧辊20可反向于第一轧制单元1的轧辊10旋转。同样地，第三轧制单元3的轧辊30可反向于第一轧制单元的轧辊10旋转。在第一轧制单元1的轧辊10与第二轧制单元2的轧辊20之间形成第一辊隙40。此外，在第一轧制单元1的轧辊10与第三轧制单元3的轧辊30形成第二辊隙50，其中，待光滑的熔融膜首先经过第一辊隙且接着经过第二辊隙，如下面还进一步详细地阐述的那样。

[0027] 当前，在三个轧制单元中选择在该至少一个驱动马达与轧辊之间的转动惯量-转速比 $M_{MWi} \leq 6$ 而选择传动比 $1 < i_{MWi} \leq 40$ ，其中，适用 $M_{MW} = \frac{J_M}{J_W} \cdot i_{MW}^2$ ，其中

$$i_{MW} = \left( \frac{n_M}{n_W} \right),$$

其中 $n_M$ :驱动马达的转速而 $n_W$ :轧辊的转速，并且轧辊下标 $i=1, 2, 3$ 。

[0028] 优选地，对于传动比 $i_{MW}$ 选择 $5 \leq i_{MW} \leq 40$ 、特别地 $10 \leq i_{MW} \leq 40$ 且特别优选地 $20 \leq i_{MW} \leq 40$ 的范围。

[0029] 通过该参数的选择在轧辊中获得特别高程度的同步，由此决定性地改善被光滑的薄膜的表面质量。尤其可非常强地降低或甚至完全抑制振痕的可见性。

[0030] 光滑装置的所示出的附图在剖视图中显示了这三个轧制单元1、2、3的三个轧辊10、20、30。相应地，在此未示出传动装置（其当前以已知的方式直接联结在轴颈处）和驱动马达（其在其方面联结到传动装置输入轴处）。在此可能分别将传动装置和驱动马达联结到每个轧辊的两个轴颈处。当前，每个驱动马达通过刚性的联结器联接到与该驱动马

达相关联的传动装置处。同样地,每个传动装置通过刚性的联结器联结到与该传动装置相关联的轧辊 10、20、30 的轴处。在此,传动装置分别构造为非无隙的行星传动装置。

[0031] 当前,驱动轧辊 10、20、30 的电机构造为带有频率变换的三相交流电动机、特别为同步马达。由此可能在最佳的同步特性的情况下精确地调整和调节马达转速。为了进一步提高这样的同步马达的同步性,此外设置成,马达构造成四极、尤其 10 极。共同的控制单元(未示出)使驱动马达的共同的控制和调节成为可能。此外,轧制单元 1、2、3 的驱动马达中的每个包括用于平衡定位力矩的补偿单元,其当前分别构造为在驱动马达的控制单元中的软件模块。

[0032] 光滑装置的运行方式如下:

在未示出的挤压单元中,熔融物由例如聚碳酸酯在分配器工具 60(喷嘴)中以典型地 500 至 1200  $\mu\text{m}$  厚度来产生并且作为熔融薄膜 F 向在水平面中布置在分配工具之下的轧辊 10、20、30 的方向来导引并且在那里被光滑。在该处,熔融薄膜 F 进入在第一轧制单元 1 的轧辊 10 与第二轧制单元 2 的轧辊 20 之间形成的辊隙 40 中。如所示出的那样,轧辊 1、2 相反地旋转并且在此将熔融薄膜 F 拉入辊隙 40 中。在从辊隙 40 离开之后,薄膜幅 F\* 在轧辊 1、2、3 的组件的下侧处大约以  $180^\circ$  的角度围绕轧辊 1 被引导并且从下面进入第二辊隙 50(其在轧辊 1 和与轧辊 1 反向旋转的轧辊 3 之间形成)中,在那里进一步使其光滑。在从第二辊隙 50 离开之后,被光滑的薄膜幅 F\* 还大约以例如  $90^\circ$  的角度围绕轧辊 3 被引导并且然后作为完成光滑的薄膜幅 F\*\* 被拉出。

[0033] 为了使薄膜幅的光滑最佳并且尽可能地完全抑制振痕的形成,轧辊 1、2、3 的驱动马达的控制单元当前构造成使得分别将轧辊 1、2、3 的力矩和/或圆周速度调节成使得轧辊借助于被引导通过辊隙的面状的材料分别牵引相应另一轧辊。当前,轧辊 1 在力矩和圆周速度方面用作导辊。

[0034] 示例:

在用于使聚碳酸酯薄膜光滑的前述类型的光滑装置中以如下参数来运行三个轧制单元:

马达功率:	4.49kW
马达力矩:	23.6Nm
马达转速:	$2000\text{min}^{-1}$
马达转动惯量 $J_M$ :	$65\text{kgcm}^2$
传动比 $i_{MF}$ :	35.34
轧制力矩:	834.02Nm
轧制转速:	$56.59\text{min}^{-1}$
转动惯量-转速比 $M_{MF}$ :	4.91

在这些设置中在完成光滑的聚碳酸酯薄膜上不再可识别出振痕。

[0035] 对比示例:

在用于使聚碳酸酯薄膜光滑的前述类型的光滑装置中以如下参数来运行三个轧制单元:

马达功率:	1.48kW
马达力矩:	2.35Nm
马达转速:	$6000\text{min}^{-1}$
马达转动惯量 $J_M$ :	$1.5\text{kgcm}^2$
传动比 $i_{MF}$ :	125.6
轧制力矩:	443.37Nm
轧制转速:	$47.77\text{min}^{-1}$
转动惯量-转速比 $M_{MF}$ :	16.83

---

这里在完成光滑的聚碳酸酯薄膜的表面上可识别出明显的振痕。

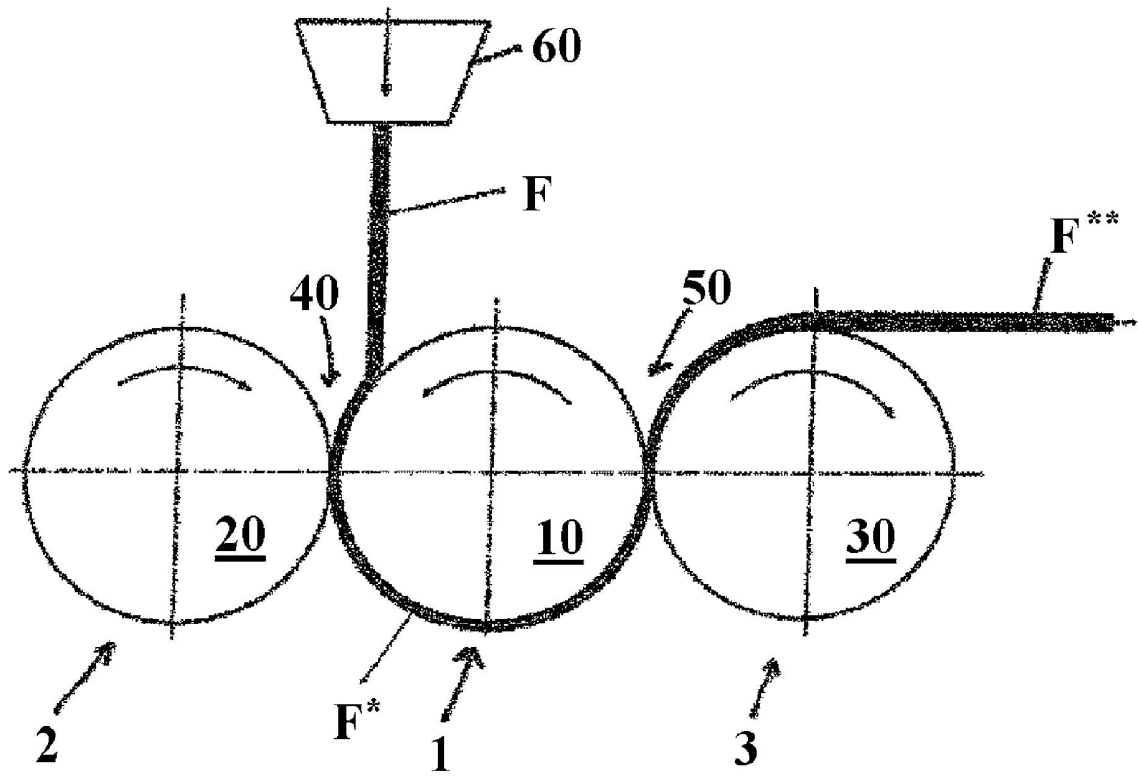


图 1