

(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  
5. Januar 2017 (05.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/000933 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

B29C 44/50 (2006.01) B29C 47/92 (2006.01)  
B29C 44/60 (2006.01) G05D 5/03 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2016/100286

(22) Internationales Anmeldedatum:  
24. Juni 2016 (24.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2015 110 600.0 1. Juli 2015 (01.07.2015) DE

(71) Anmelder: INOEX GMBH [DE/DE]; Maschweg 70, 49324 Melle (DE).

(72) Erfinder: NERLING, Christoph; Am Friedhof 4, 31737 Rinteln (DE).

(74) Anwalt: ADVOPAT PATENT- UND RECHTSANWÄLTE; Theaterstr. 6, 30159 Hannover (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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.

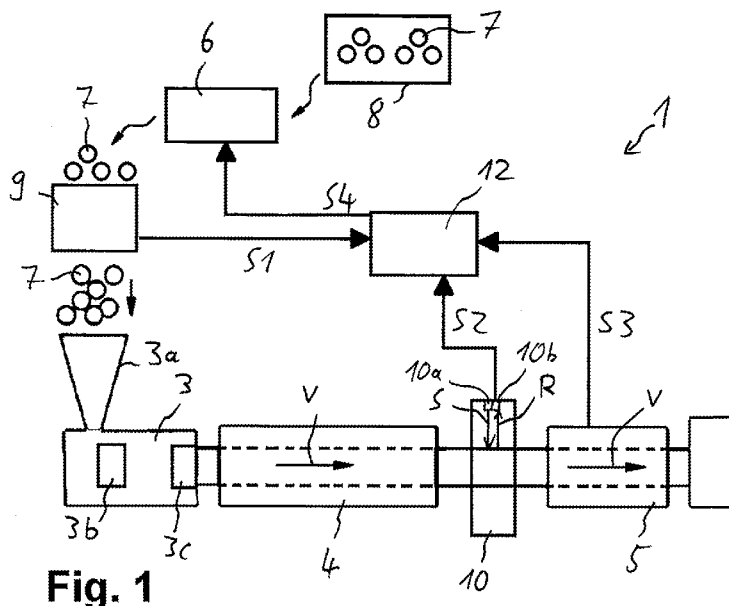
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING A LAYER PROPERTY OF A LAYER IN AN EXTRUSION PROCESS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERMITTLUNG EINER SCHICHTEIGENSCHAFT EINER SCHICHT IN EINEM EXTRUSIONSPROZESS



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining at least one layer property of a layer to be determined, in particular of a foam layer (16), in an extrusion process, wherein a feed material (7) is at least partially foamed and an extrusion product (2) having the foam layer (16) is output, comprising at least the following steps: a) irradiating the extrusion product (2) with electromagnetic radiation (S), b) performing an electromagnetic measurement at least of radiation (R) that has passed through the foam layer (16), c) measuring at least one feed rate or feed amount of the feed material (7), and d) determining at least one material property of the layer (16) to be determined from the measured feed amount (z) and the electromagnetic measurement.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung mindestens einer Schichteigenschaft einer zu ermittelnden Schicht, insbesondere einer

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/000933 A1

---

Schaumschicht (16) in einem Extrusionsprozess, bei dem ein Zuführmaterial (7) zumindest teilweise geschäumt wird und ein Extrusionsprodukt (2) mit der Schaumschicht (16) ausgegeben wird, mit mindestens folgenden Schritten: a) Bestrahlung des Extrusionsproduktes (2) mit elektromagnetischer Strahlung (S), b) elektromagnetische Messung zumindest einer durch die Schaumschicht (16) gelangten Strahlung (R), c) Messen mindestens einer Zuführrate oder Zuführmenge des Zuführmaterials (7), und d) Ermittlung mindestens einer Materialeigenschaft der zu ermittelnden Schicht (16) aus der gemessenen Zuführmenge (z) und der elektromagnetischen Messung.

## **Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung einer Schichteigenschaft einer Schicht in einem Extrusionsprozess**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Ermittlung mindestens einer Schichteigenschaft einer in ihren Eigenschaften zu ermittelnden Schicht in einem Extrusionsprozess. Hierbei kann insbesondere eine Schichteigenschaft einer Mischungsschicht, z. B. einer Schaumschicht des Extrusionsproduktes, insbesondere eines extrudierten Rohres ermittelt werden. Weiterhin werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung des Extrusionsproduktes geschaffen.

10

In Extrusionsprozessen werden Extrusionsprodukte, insbesondere auch in einem Endlosverfahren, unter Zuführung von Kunststoff hergestellt. Als Extrusionsprodukte können u. a. Kunststoffrohre, Profile und Folien hergestellt werden. Neben Extrusionsprodukten mit durchgängigem Kunststoffmaterial sind weiterhin Extrusionsprozesse zur Herstellung von Produkten mit Mischungen zweier oder mehrerer Substanzen bekannt; diese Mischungen können insbesondere Schäume sein, bei denen ein Kunststoffmaterial aufgeschäumt wird und somit eine Mischung aus Kunststoff und einem Gas erzeugt wird. Derartige Produkte können somit ganz oder teilweise geschäumt sein. Ein Schaum kann durch physikalisches Aufschäumen mit einem Gas wie z. B. Luft oder auch chemisches Aufschäumen ausgebildet werden.

20

Weitere Mischungen sind z. B. faserverstärkte Kunststoffe wie GfK, bei denen Glasfasern in eine Kunststoffmatrix eingebettet werden. Weiterhin können mehrere Schichten vorliegen, die bei Messungen nicht oder nicht genau trennbar sind und sich somit in Messungen als Mischung oder

25

schlecht trennbare Kombination darstellen.

So können Kunststoffrohre, Profile oder Folien ganz oder in einzelnen Schichten aus einer derartigen Mischung hergestellt werden.

5

Ein derartiger Extrusionsprozess zur Herstellung von Produkten mit gemischten Schichten ist grundsätzlich kostengünstig. Die Ausbildung der mindestens einen gemischten Schicht ist jedoch von vielen Parametern abhängig, die sich auch während eines Extrusionsprozesses ändern können.

10

Daher ist eine Vermessung einer zu ermittelnden Schicht, insbesondere die Ermittlung einer Schichteigenschaft einer gemischten Schicht in dem Extrusionsprodukt hilfreich, um die Eigenschaften des Kunststoff-Produktes ermitteln zu können.

15

Zur Ermittlung von Wanddicken von Rohren sind Ultraschallmessungen bekannt. Derartige Messungen an einer gemischten Schicht, z. B. einer Schaumschicht sind jedoch schwierig, da die unterschiedlichen Komponenten z. B. sowohl stark reflektieren als auch dämpfen und streuen können.

20

Weiterhin sind Wanddickenmessungen mittels Terahertzstrahlung bekannt. Schaumschichten werden im Allgemeinen jedoch nicht mit Terahertz-Strahlung vermessen, da der Brechungsindex der Terahertzstrahlung an der Schaumschicht unbestimmt ist. Die Schaumschicht ist ein Gemisch aus Luft und Kunststoff, dessen Zusammensetzung und damit dessen Brechungsindex zunächst unbekannt sind.

25

30

Die US 4,613,471 B schlägt ein System und ein Verfahren zur Einstellung der Dichte von extrudierten Schaum-Produkten vor, bei denen die Zufuhrmenge der der Extrusionsvorrichtung zugeführten Schmelze an der Zuführ-Pumpe ermittelt wird. Hierbei können die Pumpen-Geschwindigkeit und

die Querschnitts-Dimensionen des zugeführten geschmolzenen Materials ermittelt werden. Aus dem Produkt der Dichte der ungeschäumten Schmelze, dem Zufuhrvolumen (Volumen pro Zeiteinheit) der ungeschäumten Schmelze und dem Zufuhrvolumen (Volumen pro Zeiteinheit) des extrudierten  
5 Schaummaterials kann nachfolgend der Quotient der Dichte des geschäumten Schaummaterials zu dem ungeschäumten Schaummaterial ermittelt werden. Somit kann die Zufuhrmenge korrigiert werden, um ein Schaumprodukt mit gewünschten Eigenschaften herzustellen.

10 Ein derartiges Messverfahren ermöglicht somit Korrekturen des geschäumten Extrusionsproduktes. Die Vermessung des geschäumten Materials ist jedoch im Allgemeinen aufwändig.

Die DE 10 2008 026 484 A1 betrifft ein Verfahren zur Erzeugung zweier  
15 verzögerter Pulse für eine Terahertz-Spektroskopie, bei dem ein gepulster Strahl nachfolgend geteilt wird, einer der Teilstrahlen zeitlich verzögert wird, und beide Teilstrahlen nachfolgend auf einen Zielbereich gelenkt werden. Aus dem gepulsten Strahl können somit gepulste Teilstrahlen ermittelt werden, die nachfolgend für ein Terahertz-Messverfahren, insbesondere für  
20 Laufzeitmessungen, verwendet werden können.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung einer Schichteigenschaft einer zu ermittelnden Schicht in einem Extrusionsprozess zu schaffen, die eine sichere und  
25 genaue Bestimmung ermöglichen. Weiterhin sollen ein Extrusionsverfahren und eine Extrusionsvorrichtung unter Einbeziehung eines derartigen Verfahrens geschaffen werden.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Die  
30 Unteransprüche beschreiben bevorzugte Weiterbildungen. Hierbei werden weiterhin ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines

Extrusionsproduktes geschaffen. Die Vorrichtung ist hierbei insbesondere zur Ausführung des Verfahrens zur Herstellung vorgesehen, und das Verfahren zur Herstellung kann unter Einsatz der Vorrichtung erfolgen.

5           Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, das Extrusionsprodukt mit der mindestens einen zu ermittelnden Schicht nach seiner Herstellung durch ein elektromagnetisches Messverfahren, insbesondere THz-Messverfahren zu untersuchen, um hieraus Messdaten über dessen Wandeigenschaften bzw. Schichteigenschaften zu erhalten. Es wird hierbei erkannt, dass auf-  
10           grund der unbekanntenen elektromagnetischen Eigenschaften der zu ermittelnden Schicht die elektromagnetischen Messungen noch nicht für eine weitergehende Bewertung der Schaumschicht ausreichend sind. So sind Messdaten aus einer Terahertz-Vermessung bei ganz oder teilweise gemischten, z. B. geschäumten Produkten noch nicht für eine Ermittlung z. B. einer  
15           Schichtdicke oder Wanddicke ausreichend, da der Brechungsindex eines geschäumten Materials in dem Terahertz-Messbereich von seiner Materialdicke abhängt. Bei anderen Mischsubstanzen ist entsprechend der jeweilige Anteil der Substanzen relevant.

20           Daher werden ergänzend zu der elektromagnetischen Vermessung Messdaten oder Messsignale aus der Materialzuführung des Extrusionsprozesses, insbesondere Daten oder Messsignale über die zugeführte Materialmenge, herangezogen. Diese Messdaten oder Messsignale werden während des Extrusionsprozesses aufgenommen und können insbesondere  
25           gravimetrisch und/oder volumetrisch gewonnen werden. Bei der besonders vorteilhaften gravimetrischen Messung kann insbesondere ein Wägevorgang mit einer Wägevorrichtung verwendet werden, die die Zuführrate als Masse pro Zeit misst. Eine volumetrische Messung kann z. B. durch elektromagnetische Vermessung erfolgen, wenn eine spezifische Dichte des Zuführmaterials, z. B. eines Schüttgutes, bekannt ist. Weiterhin kann eine  
30           volumetrische Messung auch z. B. in dem Extruder bei der Förderung der

Schmelze zur Düse erfolgen, z. B. aus der Messung einer Druckdifferenz an den Enden eines Zuführrohres bei bekannter Viskosität der Schmelze.

Die elektromagnetische Messung kann insbesondere als Terahertz-  
5 Messung, vorzugsweise in einem Frequenzbereich von 0,01 THz bis 50 THz, insbesondere von 0,05 bis 20 THz, und insbesondere im Bereich von 0,1 THz bis 10 THz durchgeführt werden. Die Messung erfolgt vorzugsweise unter Reflexion an Grenzschichten. Hierbei können Laufzeitmessungen vorgesehen sein.

10

Weiterhin können Messdaten oder Messsignale über die Abzugsgeschwindigkeit der Extrusionslinie bzw. des ausgegebenen, extrudierten Produktes erfasst werden.

15

Gemäß einer bevorzugten Ausbildung wird ein Brechungsindex der mindestens einen gemischten Schicht, z. B. Schaumschicht ermittelt, der zum einen direkt zur Beschreibung der zu ermittelnden Schicht bzw. eines Mischungsgrades der Schicht herangezogen werden kann. Weiterhin kann aus dem Brechungsindex der zu ermittelnden Schicht der Materialanteil der  
20 Komponenten, z. B. der Schäumungsgrad einer Schaumschicht ermittelt werden.

20

Erfindungsgemäß wird erkannt, dass neben Schäumen auch z. B. folgende weitere gemischte Schichten oder Mischschichten ermittelt werden  
25 können: Faserverstärkte Kunststoffe, z. B. GfK (Glasfaserverstärkte Kunststoffe), CFK (Kohlefaserverstärkte Kunststoffe), insbesondere bei grundsätzlicher Kenntnis des Brechungsindex des Fasermaterials. Weiterhin können auch z. B. schwer trennbare oder in der elektromagnetischen Messung zu unterscheidende Schichten, z. B. dünne aufeinander liegende Schichten ohne genau Trennbarkeit in z. B. einer THz-Messung, als "gemischte Schicht"  
30 mit einem mittleren Brechungsindex ermittelt werden.

30

Zusätzlich zu den Schichteigenschaften der zu ermittelnden Schicht können Schichteigenschaften weiterer Schichten, insbesondere durchgängiger Kunststoffschichten, ermittelt werden.

5

Unter einer durchgängigen Schicht oder durchgängigem Material wird hierbei eine nicht geschäumte Schicht bzw. nicht geschäumtes Material verstanden.

10

Gemäß weiterer Ausführungsformen können geometrische Abmessungen der Extrusionsprodukte, insbesondere Rohre, Profile, Folien oder Schläuche, zur Ermittlung der Wandeigenschaften, d. h. insbesondere eines Brechungsindex oder einer Schichtdicke, herangezogen werden; grundsätzlich können derartige Eigenschaften auch abgeschätzt werden.

15

Erfindungsgemäß wird weiterhin erkannt, dass die aus dem Messverfahren bzw. der Messvorrichtung ermittelten Daten direkt bei der Extrusion eingesetzt werden, so dass eine Regelung des Extrusionsverfahrens unter Einstellung oder Korrektur der Zuführmenge des mindestens einen Zuführmaterials in Abhängigkeit der Ermittlung der Schichteigenschaften erfolgen kann.

20

Somit sind insbesondere auch in line -Messungen oder in situ - Messungen möglich, bei denen direkt nach der Extrusion die erzeugten Extrusionsprodukte noch in der Herstellungskette (in line), z. B. noch vor einem Ablängen oder Schneiden, vermessen werden. Die Extrusionsprodukte können insbesondere auch vollumfänglich vermessen werden. In Abhängigkeit der Messung kann nachfolgend eine Regelung unter Korrektur der Zuführmenge als Stellgröße, und/oder unter Einstellung anderer Herstellungsparameter durchgeführt werden.

25

30

Somit ergeben sich einige Vorteile:

Es ist eine direkte in line-Vermessung, insbesondere in einem kontinuierlichen Vermessungs-Verfahren, möglich. Hierdurch werden z. B. gegenüber einer nachträglichen Vermessung des Gewichts bzw. der Masse eines Extrusionsproduktes schnellere Vermessungen mit weniger Aufwand und schnellere Korrekturen ermöglicht, mit einer direkten Korrektur der Prozessparameter noch während des Extrusionsprozesses erfolgen.

Weiterhin ist die Vermessung materialschonend, schnell und mit geringem Energieaufwand durchführbar.

Das Verfahren und die Vorrichtung sind insbesondere für unterschiedliche Extrusionsprodukte, die ganz oder teilweise geschäumt sind, anwendbar. Diese sind insbesondere ein- oder mehrschichtige Rohre, Folien, aber auch z. B. Profile und andere Extrusionsprodukte mit grundsätzlich beliebiger Formgebung.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beiliegenden Zeichnungen an einigen Ausführungsformen näher erläutert. Hierbei wird rein beispielhaft insbesondere Schaum als gemischtes Material beschrieben, wobei auch z. B. andere Mischungen entsprechend untersucht werden können. Es zeigen:

Fig. 1 eine Extrusions-Vorrichtung zur Herstellung eines Schaumrohres mit einer Messvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 den Schnitt durch eine mehrschichtige Wand eines Extrusionsproduktes mit mittlerer Schaumschicht;

Fig. 3 einen Schnitt durch ein Schaumrohr mit mittlerer Schaumschicht;

Fig. 4 ein Diagramm mit einem Messsignal;

5

Fig. 5 ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

10 Eine Extrusions-Vorrichtung 1 zur Herstellung von Extrusionsprodukten 2, im vorliegenden Fall insbesondere von Schaumrohren 2, weist gemäß Fig. 1 einen Extruder 3, eine Kühlvorrichtung 4 und eine Abzugs- und Sägevorrichtung 5 auf. Weiterhin weist die Extrusions-Vorrichtung eine Fördereinrichtung 6 auf, die Zuführmaterial 7, z. B. Kunststoff-Granulat, Kunststoff-Pulver oder Kunststoff-Pellets, aus einem Speicher 8 fördert und über eine Wägevorrichtung 9 zu einer Einfüllöffnung 3a, z. B. einem Trichter, des Extruders 3, fördert. Die Fördereinrichtung 6 kann z. B. als einstellbare Zuführöffnung ausgebildet sein, die einen fallenden Strom des Zuführmaterials 7 durch eine entsprechende Querschnitts-Einstellung reguliert.

20 Der Extruder 3 weist weiterhin in an sich bekannter Weise in einer Einzugszone eine Schmelzeinrichtung 3b, sowie eine Düse 3c auf, die in an sich bekannter Weise aus dem aufgeschmolzenen Zuführmaterial 7 das Extrusionsprodukt, hier als Schaumrohr 2, ausgibt. Zur Ausbildung z. B. eines Schaumrohres 2 gemäß Fig. 3 mit mehreren konzentrischen Rohren  
25 kann der Extruder 3 entsprechend auch aufwändiger und/oder mit mehreren Düsen 3c ausgebildet sein.

30 Als Zuführmaterial 7 kann auch eine Mischung aus unterschiedlichen Zuführmaterialien, z. B. mehreren Granulaten, verwendet werden. Für eine chemische Aufschäumung können Treibmittel zugeführt werden.

Die Wägevorrichtung 9 ermittelt die Zuführrate  $z$  bzw. zeitliche Zuführmenge als Masse pro Zeit, d. h. in kg/s, und gibt ein erstes Messsignal S1 an eine Steuereinrichtung 12 aus. Das Zuführmaterial 7 wird dann vom Extruder 1 aufgenommen, geschmolzen und über seine Düse 3c als Schaumrohr 2 ausgepresst, nachfolgend in der Kühlvorrichtung 2 gekühlt, von der Abzugs- und Sägeeinrichtung 3 entsprechend abgezogen bzw. entnommen und zerteilt.

Weiterhin weist die Extrudier-Vorrichtung 1 eine Terahertz- Messvorrichtung 10 auf, die grundsätzlich an einer beliebigen Stelle hinter dem Extruder 3 vorgesehen sein kann, um das erzeugte Extrusionsprodukt 2 zu vermessen. Die Terahertz-Messvorrichtung 10 sendet Terahertz-Strahlung S, empfängt reflektierte Strahlung R und gibt gegebenenfalls nach einer teilweisen Auswertung zweite Messsignale S2 an die Steuereinrichtung 12. Hierbei kann das geförderte Schaumrohr 2 vollumfänglich noch in der Extrusionsvorrichtung 1 ohne Drehen und Wenden, vermessen werden. Die Terahertz- Messvorrichtung 10 weist einen Sender 10a und einen Empfänger 10b auf, die z. B. um das Extrusionsprodukt 2 rotieren, um dieses vollumfänglich zu vermessen.

Die Abzugseinrichtung 5 liefert ein drittes Messsignal S3 über eine Abzugsgeschwindigkeit  $v$  des Extrusionsproduktes 2 an die Steuereinrichtung 12. Weiterhin gibt die Steuereinrichtung 12 ein Mengen-Einstellsignal S4 an die Fördereinrichtung 6 aus, um hierdurch die Zuführrate  $z$  durch z. B. Einstellung eines Förder- Querschnitts oder auch einer Förderschnecke, einzustellen. Weiterhin kann die Steuereinrichtung 12 auch Messsignale des Extruders 3, z. B. bezüglich Temperatur, oder auch ein weiteres Geschwindigkeitssignal, z. B. einer Schmelzpumpe, als weiteres Messsignal aufnehmen.

Fig. 2 zeigt eine Wand 14 des Extrusionsproduktes 2, z. B. eine Wand 14 eines Schaumrohrs, das in Fig. 3 als Extrusionsprodukt dargestellt ist. Die

Wand 14 weist eine äußere Wandschicht 15, eine mittlere Schaumschicht 16 und eine innere Wandschicht 17 auf. Zur Veranschaulichung sind in Fig. 2 die Schichten 15, 16, 17 eben dargestellt; Fig. 3 zeigt die Ausführungsform eines Schaumrohrs 2, bei der diese Schichten entsprechend ringförmig ausgebildet sind.

Von der Terahertz-Messvorrichtung 10 ausgesandte Terahertz-Strahlung S fällt gemäß Fig. 2 von außen senkrecht auf die Schichten 15, 16, 17, die Brechungsindizes  $n_{15}$ ,  $n_{16}$ ,  $n_{17}$  aufweisen. Bei einem runden Schaumrohr 2 fällt die Strahlung S gemäß Fig. 3 über den Umfang verteilt radial ein. Die Strahlung S wird an Grenzschichten, bei denen sich der Brechungsindex  $n$  ändert, jeweils gemäß dem Snellius'schen Brechungsgesetz teilweise reflektiert. Somit wird die Strahlung S an der Außenseite 15a und der Innenseite 15b der ersten Schicht 15 reflektiert, an der inneren Grenzfläche 15b entsprechend der Änderung des Brechungsindex von  $n_{15}$  auf  $n_{16}$  reflektiert. In der mittleren Schaumschicht 16 liegt ein Brechungsindex  $n_{16}$  vor, der sich als Mittelung zwischen dem Brechungsindex  $n_0$  der Luft mit  $n_0 = 1$  und  $n_{15} = n_{17} \approx 1,5$  ergibt. Somit liegt  $n_{16}$  zwischen  $n_0 = 1$  und  $n_{15} = n_{16} \approx 1,5$ , je nach Materialanteil in der mittleren Schaumschicht 16.

In Fig. 2 ist die mittlere Schaumschicht 16 schematisch gezeigt; tatsächlich liegt eine Vielzahl von Blasen 16a bzw. Poren mit dazwischenliegenden Stegen 16b vor. Die Strahlung S durchquert somit die Schaumschicht 16 und wird wiederum an den Grenzschichten 17a und 17b der inneren Wandschicht 17 reflektiert.

Bei einem reinen Schaumrohr, das nur eine Schaumschicht 16 aufweist, werden entsprechend Übergänge der Schaumschicht 16 zur Luft gemessen.

30

- 11 -

Fig. 4 zeigt vereinfacht ein Messdiagramm als Reflexions-Signal der reflektierten Strahlung R. Die Terahertz-Strahlung S wird vom Sender gepulst ausgesendet, so dass in der reflektierten Strahlung R eine Laufzeitmessung der Reflexions-Peaks an den Grenzflächen möglich ist. Gemäß Fig. 5 kann  
 5 somit bei der Laufzeitmessung eines Messpulses z. B. ein Messsignal mit den vier Peaks p15a, p15b, p17a, p17b, entsprechend den Grenzflächen 15a, 15b, 17a, 17b, aufgenommen werden.

Bei der nachfolgenden Berechnung ist zu berücksichtigen, dass z. B.  
 10 für die Reflexion an der Grenzfläche 15b die Strahlung S die Schichtdicke d15 der äußeren Schicht 15 zweimal durchquert, nämlich von der ersten Grenzfläche 15a bis 15b, und nach Reflexion zurück zu 15a.

Die Wanddicke wd eines Rohres, z. B. die Wanddicke wd15 des äußeren Rohres 15 kann aus der ermittelten Zeitdifferenz t gemäß folgender Formel ermittelt werden:

$$wd = \frac{t \cdot c}{2 \cdot n} \quad (\text{GL1})$$

mit c= Lichtgeschwindigkeit im Vakuum, n0 = Brechungsindex.

20 Somit können die Wanddicken wd15 und wd 17 der durchgängigen Rohre 15 und 17 ermittelt werden, mit n= 1,5.

Auch für die mittlere Schaumschicht 16 gilt

25 
$$wd_{16} = \frac{t_{16} \cdot c}{2 \cdot n_{16}} \quad (\text{GL2}),$$

mit unbekanntem n16.

Hierbei ist der Brechungsindex n16 ein charakteristischer Wert zur Kennzeichnung der Schaumschicht 16, der zu ermitteln ist.

30

Zur Ermittlung des Brechungsindex  $n_{16}$  der Schaumschicht 16 wird wie folgt angesetzt:

Die Schaumschicht 16 wird zunächst als Mittelung oder "Summe" einer  
 5 – fiktiven – Kunststoffschicht 116 mit Schichtdicke  $wd_{116}$  und einer – fiktiven –  
 – Luftschicht 216 mit Schichtdicke  $wd_{216}$  angesetzt, wie in Fig. 2 rechts  
 angedeutet. Es gilt

$$t_{16} = t_{116} + t_{216}$$

$$t_{216} = t_{16} - t_{116}$$

$$t_{116} = 2 * wd_{116} * n_{116}/c \quad (GL3)$$

10

mit  $n_{116} = n_{15} = n_{17} = 1,5$  und

$t_{16}$ ,  $t_{116}$ ,  $t_{216}$  Laufzeiten in den Schichten 16, 116, 216.

15

Hierbei wird die Schichtdicke  $wd_{116}$  über die als erstes Messsignal S1  
 ermittelte Zuführrate  $z$  der Dimension Masse pro Zeit bzw. kg/s und weiterhin  
 dem dritten Messsignal S3 der Abzugsgeschwindigkeit  $v$  ermittelt. Zunächst  
 kann nachfolgend ein Längengewicht  $L_g$  der Dimension Masse pro Längen-  
 einheit, d. h. kg/m, ermittelt werden, d. h. das Längengewicht  $L_g$  wird ermit-  
 telt als Quotient der Zuführrate  $z$  und der Abzugsgeschwindigkeit  $v$  bzw. des  
 20 Schaumrohrs (Extrusionsproduktes) 2,

$$d. h. L_g = z/v. \quad (GL4)$$

25

Die fiktive Materialschicht 116 kann z. B. an dem – bekannten – Au-  
 ßendurchmesser  $R_{16}$  der Schaumschicht 16, d. h. dem Innendurchmesser  
 des äußeren Rohres 15 angesetzt werden. Der gesamte Rohrdurchmesser  $D$   
 $= 2 \times R_{15}$ , mit  $R_{15}$  Außenradius der äußeren Schicht (äußeres Rohr) 15, ist  
 bekannt;  $R_{15}$  kann z. B. optisch durch Bilderfassung des  
 Extrusionsproduktes 2, oder durch Kenntnis der Austrittsöffnung der Düse 3c

ermittelt werden. Aus R15 und der aus der Laufzeitmessung ermittelten Schichtdicke  $wd_{15}$  der äußeren Schicht 15 ergibt sich somit der Außenradius R16 der Schaumschicht 16 als  $R16 = R15 - wd_{15}$ .

5 Nachfolgend kann aus dem Längengewicht  $L_g$  und der Dichte  $\rho_{116}$  des durchgängigen Kunststoffmaterials die in Fig. 3 angedeutete Querschnittsfläche A der gesamten ringförmigen Schicht 116 durch Quotientenbildung ermittelt werden als:

10 
$$A = L_g / \rho. \quad (GL5)$$

Somit sind die Querschnittsfläche A und weiterhin der Außenradius R16 der ringförmigen Schaumschicht 16 bekannt. Es gilt

15 
$$A \approx \pi * R16 * wd_{116} \quad (GL6)$$

Hieraus wird somit  $wd_{116}$  bestimmt.

Aus

20 
$$wd_{16} = wd_{116} + wd_{216} \quad (GL7)$$

und Gl 2 folgt somit:

$$n_{16} = \frac{t_{16} * c}{2 * wd_{16}} = \frac{t_{16} * c}{2 * wd_{116} (1 - n_{116}) + t_{16} * c} \quad (GL8)$$

25

Aus dem Brechungsindex  $n_{16}$  kann mit Gleichung GL2 auch die Wanddicke  $wd_{16}$  der Schaumschicht 16 berechnet bzw. ermittelt werden.

30 Der Brechungsindex  $n_{16}$  der Schaumschicht 16 kann somit als materialspezifische Eigenschaft der Schaumschicht 16 angesehen werden und direkt zur Regelung der Zuführrate  $z$  dienen. Der Brechungsindex  $n_{16}$  kann

somit mit einem Brechungsindex  $n_{\text{soll}}$  verglichen werden. Hierbei zeigt sich, dass bereits der Brechungsindex  $n_{16}$  eine gute Vergleichsgröße für Regelungen der Zuführrate  $z$  darstellt.

5           Somit können eine Regelung und somit ein Verfahren zum Herstellen eines Extrusionsproduktes 2 geschaffen werden, bei denen aus der Ermittlung des Brechungsindex  $n_{16}$  der Schaumschicht 16 nachfolgend von der Steuereinrichtung 12 durch Ausgabe von Mengen-Einstellsignalen  $S_3$  an die Fördereinrichtung 6 eine Regelung der Materialzufuhr und somit eine qualitativ sichere Ausbildung von Extrusionsprodukten wie dem Schaumrohr 2 möglich ist.

10           Statt des Brechungsindex  $n_{16}$  der Schaumschicht 16 kann auch eine andere materialspezifische Größe ermittelt werden, z. B. ein Schäumungsgrad  $sg$ , der als volumenbezogener Anteil des Kunststoffmaterials in der Schaumschicht 16 ermittelt wird. Dieser relative Wert entspricht somit auch dem relativen Flächenwert der fiktiven Material-Schicht 216 in der Schicht 16.

20           Auch reine Schaumrohre, d. h. allein eine Schaumschicht 16 ohne die weiteren Schichten 15 und 17 können entsprechend hergestellt werden. In einem derartigen Fall kann der Außendurchmesser  $D_{16} = 2 \times R_{16}$  direkt elektromagnetisch bzw. optisch oder auch aus Kenntnis des Außendurchmessers der Düse 3c ermittelt werden.

25           Bei Herstellung von flächigen, d. h. nicht runden Produkten, kann entsprechend eine Terahertz-Messvorrichtung gewählt werden, die direkt senkrecht auf das Extrusionsprodukt 2 einstrahlt.

30           Das erfindungsgemäße Verfahren weist somit gemäß Fig. 6 folgende Schritte auf: Nach dem Start in Schritt  $St_0$  werden nachfolgend in Schritt  $St_1$

die Signale aufgenommen, d. h. das erste Messsignal S1 der Zuführmenge z (Zuführmengen-Messsignal), das zweite Messsignal S2 der elektromagnetischen Messung, d.h. der Laufzeiten t16, t15, t17, das dritte Messsignal S3 der Abzugsgeschwindigkeit v. Gegebenenfalls kann die Steuereinrichtung  
5 12 hier noch weitere Messsignale, z. B. des Extruders 3, aufnehmen. Weiterhin greift die Steuereinrichtung 12 auf bekannte materialspezifische Daten und Gleichungen eines internen oder externen Speichers 13 zurück.

Nachfolgend ermittelt die Steuereinrichtung 12 somit gemäß den obigen  
10 Gleichungen in Schritt St2 den Brechungsindex n16 der Schaumschicht 16 und vergleicht z. B. mit einem Sollwert nsoll, ggf. wird auch ein Schäumungsgrad oder die Wanddicke wd16 der Schaumschicht 16 ermittelt..

In dem nachfolgenden Regelungsschritt St3 werden dann Mengeneinstell-Signale S3 ermittelt und an die Fördereinrichtung 6 ausgegeben,  
15 nachfolgend wird das Verfahren wiederum vor Schritt St1 zurückgesetzt.

Statt Gas bzw. Luft als zweite Substanz der gemischten Schicht kann  
20 auch z. B. ein Fasermaterial mit bekanntem Brechungsindex (statt n0=1), oder eine andere Mischung zweier Substanzen herangezogen werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung mindestens einer Schichteigenschaft (n16, wd16) einer in ihrer mindestens einen Eigenschaft zu ermittelnden Schicht (16) in einem Extrusionsprozess, bei dem ein Zuführmaterial (7) zumindest teilweise gemischt oder überlagert wird und ein Extrusionsprodukt (2) mit der zu ermittelnden Schicht (16) ausgegeben wird,  
mit mindestens folgenden Schritten:
  - a) Bestrahlung des Extrusionsproduktes (2) mit elektromagnetischer Strahlung (S),
  - b) elektromagnetische Messung zumindest einer durch die zu ermittelnde Schicht (16) gelangten Strahlung (R),
  - c) Messung mindestens einer Zuführrate (z) oder Zuführmenge des Zuführmaterials (7), und
  - d) Ermittlung mindestens einer Schichteigenschaft (n16, wd16) der zu ermittelnden Schicht (16) aus der gemessenen Zuführmenge (z) und der elektromagnetischen Messung.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Extrusionsprozess das Extrusionsprodukt (2) aus einem Kunststoffmaterial ausgebildet wird und die mindestens eine zu ermittelnde Schicht (16) aus gemischtem Kunststoff ausgebildet wird, der mit mindestens zwei Substanzen aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als zu ermittelnde Schicht eine Schaumschicht (16) untersucht wird, die bei der Extrusion aus einem Kunststoffmaterial mit einem Gas ausgebildet wird.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als elektromagnetische Strahlung Terahertz-Strahlung

- 17 -

(S), insbesondere in einem Frequenzbereich von 0,1 bis 50 THz eingestrahlt wird.

- 5  
10  
15  
20  
25  
30  
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Reflektionsmessung an mindestens einer Grenzschicht (15a, 15b, 17a, 17b) des Extrusionsproduktes (2), insbesondere einer Grenzschicht (15b, 17a) der zu ermittelnden Schicht (16) ausgeführt wird, und eine Laufzeitmessung unter Ermittlung mindestens einer Laufzeit ( $t_{15}$ ,  $t_{16}$ ,  $t_{17}$ ) der Terahertz-Strahlung (S) in mindestens einer Schicht (15, 16, 17) des Extrusionsproduktes (2) durchgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Extrusionsprodukt (2) während der Förderung unter relativer Verstellung des Extrusionsproduktes (2) in seiner Förderrichtung, vorzugsweise ohne Drehung des Extrusionsproduktes (2), elektromagnetisch vermessen wird.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuführrate (z) gravimetrisch und/oder unter Messung einer Zuführmasse pro Zeit, z. B. mittels einer Wägevorrichtung (9), und/oder unter Messung eines Zuführvolumens pro Zeit gemessen wird.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** weiterhin eine Abzugsgeschwindigkeit (v) des Extrusionsproduktes (2) ermittelt und zur Ermittlung der mindestens einen Schichteigenschaft ( $n_{16}$ ,  $w_{d16}$ ) herangezogen wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der Abzugsgeschwindigkeit (v) und der Zuführrate (z) eine Querschnittsfläche (A) der zu ermittelnden Schicht (16) und/oder einer fiktiven Materieteilschicht (116) der zu ermittelnden Schicht (16), insbesondere einer aus

zwei Substanzen gemischten Schicht (16), ermittelt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gemischte Schicht (16) mit ihrer Schichtdicke (wd16) ermittelt wird als  
5 Summe oder Überlagerung einer fiktiven durchgängigen Materialschicht (116) einer ersten Kunststoffkomponente mit einer ersten Teil-Wanddicke (wd116) und einer fiktiven zweiten Schicht, z. B. Gasschicht (216), mit einer zweiten Teil-Wanddicke (wd216), wobei die beiden Teil-Wanddicken (wd116, wd216) zusammen die Wanddicke (wd16) der gemischten  
10 Schicht (16) bilden.
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Schichteigenschaft der gemischten Schicht (16) ein Brechungsindex (n16) und/oder eine Wanddicke (wd16) ermittelt wird.  
15
12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Ermittlung der Schichteigenschaft (n16, wd16) weiterhin mindestens eine Abmessung, z. B. ein Durchmesser (D), des Extrusionsproduktes (2) oder einer Schicht des Extrusionsproduktes (2)  
20 einbezogen wird.
13. Verfahren zur Herstellung eines Extrusionsproduktes (2) aus einem Kunststoffmaterial, bei dem  
- mindestens ein Zuführmaterial (7) einem Extruder (3) kontinuierlich zugeführt und zumindest teilweise aufgeschäumt wird, und ein Extrusionsprodukt (2) fortlaufend extrudiert und abgezogen wird, wobei das Extrusionsprodukt (2) mindestens eine zu ermittelnde Schicht (16) enthält,  
25  
- mindestens eine Schichteigenschaft (n16, wd16) der zu ermittelnden Schicht (16) mit einem Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche ermittelt wird, und  
30

- in Abhängigkeit der mindestens einen ermittelten Schichteigenschaft (n16, wd16) die Zuführrate (Z) oder Zuführmenge des Zuführmaterials (7) eingestellt wird zur Regelung der mindestens einen Schichteigenschaft (n16, wd16).

5

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zuführmaterial (7) als Schüttgut, z. B. Granulat oder Pulver, zugeführt wird, und

10

das Extrusionsprodukt (2) ein Rohr mit mindestens einer gemischten Schicht, z. B. einer Schaumschicht (16) oder faserverstärkten Schicht ist, z. B. mit einem durchgängigen äußeren Rohr (15) und einem durchgängigen innerem Rohr (17) und einer dazwischen ausgebildeten gemischten Schicht (16).

15

15. Vorrichtung (1) zum Herstellen eines Extrusionsproduktes (2), wobei die Vorrichtung (50) mindestens aufweist:

20

eine Fördereinrichtung (6) zur Förderung eines Zuführmaterials (7),  
einen Extruder (3) zur Aufnahme des Zuführmaterials (7), mit einer Extrusions-Düse (3c) zur kontinuierlichen Ausgabe des Extrusionsproduktes (2),

25

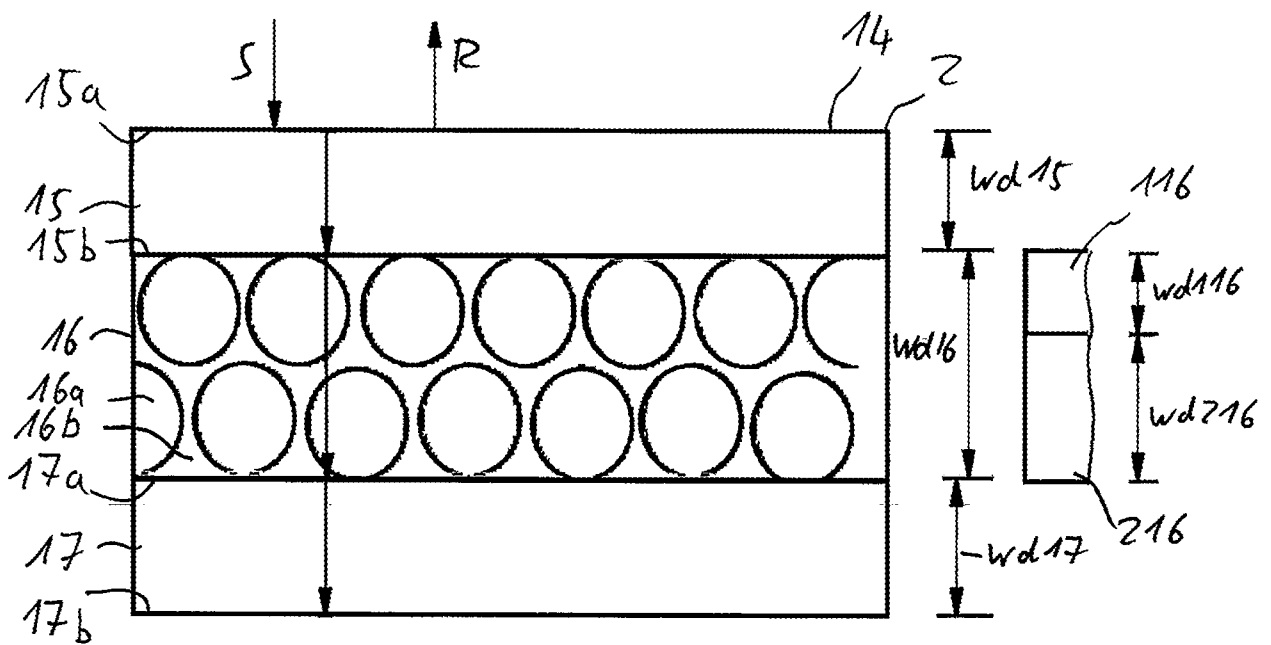
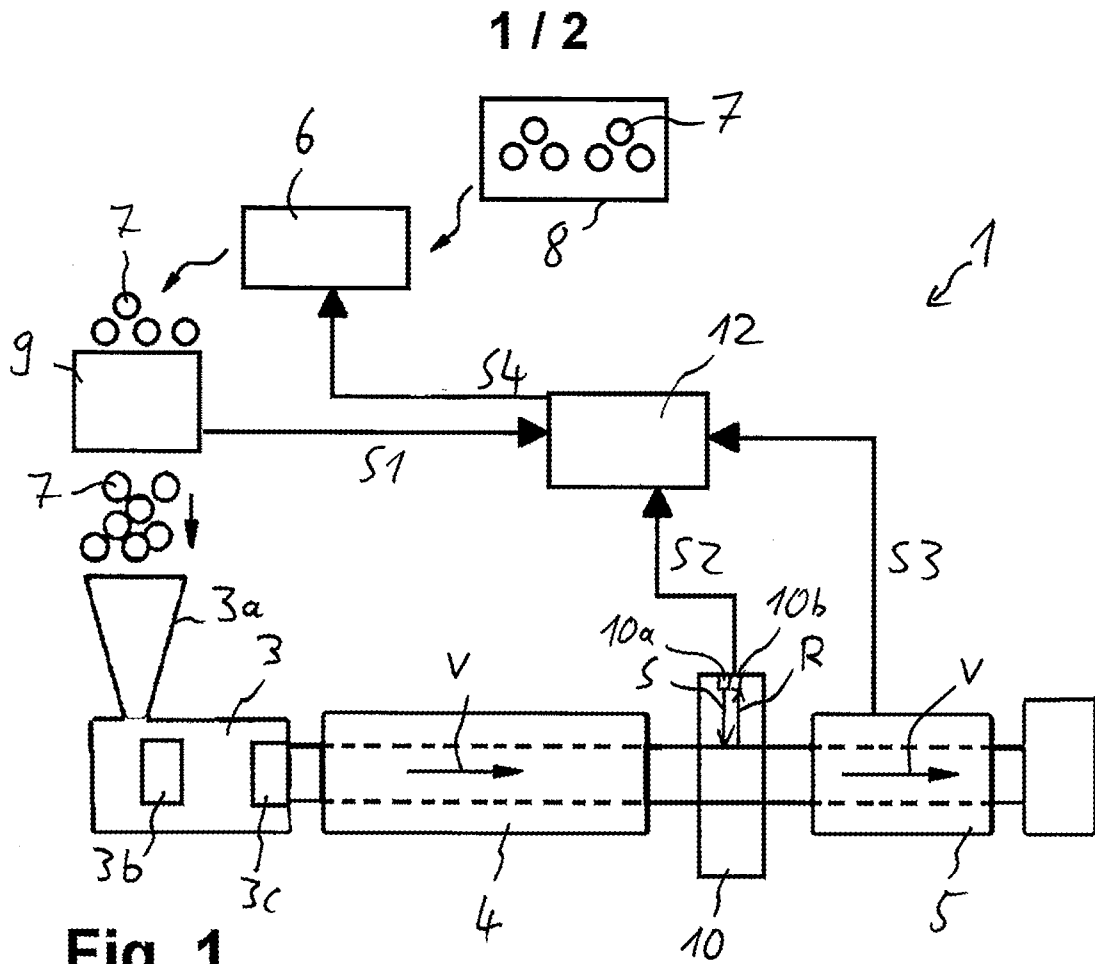
eine Abzugs- und Trenneinrichtung (5) zum Abziehen oder Fördern des von dem Extruder (3) ausgegebenen Extrusionsproduktes (2),  
eine elektromagnetische Messvorrichtung (10) zur elektromagnetischen Vermessung des Extrusionsproduktes (2) während der Förderung aus dem Extruder (3) unter Messung mindestens einer Schichteigenschaft (n16, wd16) und Erzeugung eines zweiten Messsignals (S2),

30

eine Zuführmengen-Messeinrichtung (9) zur Messung einer Zuführrate (Z) des zugeführten Zuführmaterials (7) und Ausgabe eines ersten Messsignals (S1),  
eine Steuereinrichtung (12) zur Aufnahme eines ersten Messsignals (S1) der Zuführmengen-Messeinrichtung (9) und des zweiten Messsignals

- 20 -

(S2) der elektromagnetischen Messvorrichtung (10) und Ausgabe eines Mengen-Einstellsignals (S3) an die Fördereinrichtung (6), zur Regelung der mindestens einen Schichteigenschaft (n16, wd16) unter Messung der beiden Messsignale (S1, S2) und Einstellung der Zuführmenge (Z).



2 / 2

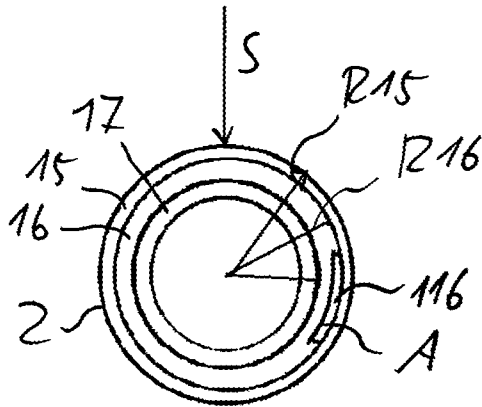


Fig. 3

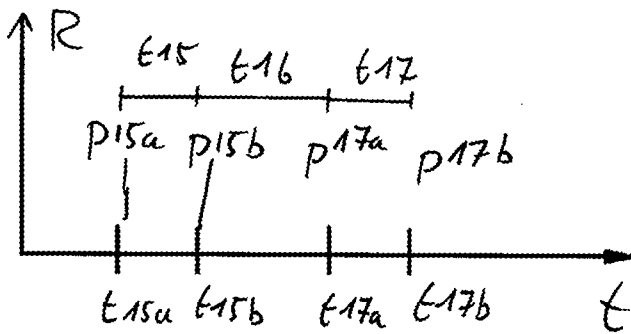


Fig. 4

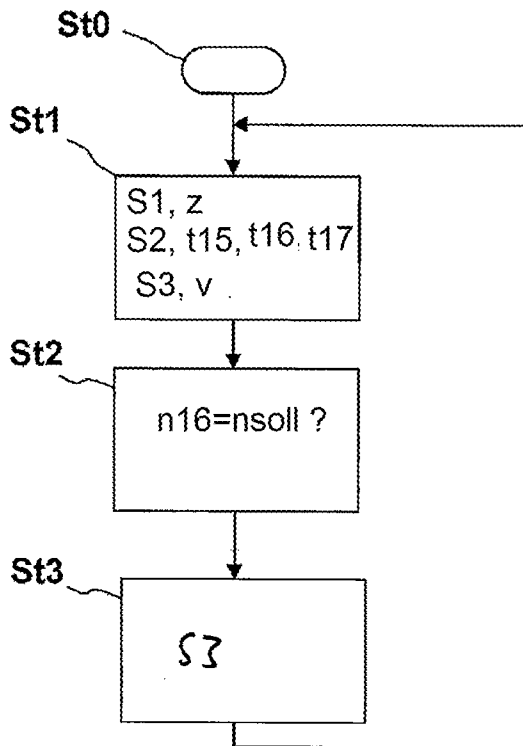


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2016/100286

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B29C44/50 B29C44/60 B29C47/92 G05D5/03  
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 B29K C08J G05D  
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	US 4 613 471 A (HARRIS HOLTON E [US]) 23 September 1986 (1986-09-23) cited in the application	1-3,6-9, 11-15
Y	column 1, lines 6-12	4
A	column 3, line 64 - column 6, line 54 column 7, line 59 - column 12, line 7; figure 1	5,10
	-----	
X	US 5 338 765 A (NEAR DANIEL E [US] ET AL) 16 August 1994 (1994-08-16)	1-3,6-9, 11-13,15
Y	column 5, line 55 - column 8, line 17	4
A	column 9, lines 1-68; figures 1-3	5,10,14
	-----	
Y	US 2015/008324 A1 (ITSUJI TAKEAKI [JP]) 8 January 2015 (2015-01-08)	4
A	paragraphs [0001], [0005], [0007], [0027], [0029]; figure 1	1-3,5-15
	-----	
	-/--	

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  10 October 2016	Date of mailing of the international search report  18/10/2016
--	--

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  Molenaar, David
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2016/100286

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 244 897 A (MOON WILLIAM S) 13 January 1981 (1981-01-13) column 1, line 65 - column 4, line 18; figure 1 -----	1-15
A	US 3 953 739 A (COLOMBO EDWARD A ET AL) 27 April 1976 (1976-04-27) column 1, lines 5-18 column 2, line 19 - column 5, line 37 -----	1-15
A	US 4 329 052 A (COLOMBO EDWARD A ET AL) 11 May 1982 (1982-05-11) column 1, line 64 - column 2, line 15 column 3, line 22 - column 4, line 10; figure 1 -----	1-15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/DE2016/100286
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4613471	A	23-09-1986	NONE
-----			
US 5338765	A	16-08-1994	AT 170444 T 15-09-1998
		DE 69412970 D1	08-10-1998
		DE 69412970 T2	04-03-1999
		EP 0654337 A1	24-05-1995
		US 5338765 A	16-08-1994
		US 5509795 A	23-04-1996
-----			
US 2015008324	A1	08-01-2015	JP 2013181929 A 12-09-2013
		US 2015008324 A1	08-01-2015
		WO 2013133294 A1	12-09-2013
-----			
US 4244897	A	13-01-1981	FR 2452136 A1 17-10-1980
		GB 2059333 A	23-04-1981
		US 4244897 A	13-01-1981
		WO 8002006 A1	02-10-1980
-----			
US 3953739	A	27-04-1976	BE 833910 A1 26-03-1976
		CA 1065567 A	06-11-1979
		DE 2543292 A1	08-04-1976
		ES 441291 A1	01-04-1977
		FR 2285983 A1	23-04-1976
		GB 1522644 A	23-08-1978
		IT 1042966 B	30-01-1980
		JP S5161885 A	28-05-1976
		NL 7511471 A	01-04-1976
		US 3953739 A	27-04-1976
-----			
US 4329052	A	11-05-1982	NONE
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B29C44/50 B29C44/60 B29C47/92 G05D5/03 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B29C B29K C08J G05D		
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	US 4 613 471 A (HARRIS HOLTON E [US]) 23. September 1986 (1986-09-23) in der Anmeldung erwähnt	1-3,6-9, 11-15
Y	Spalte 1, Zeilen 6-12	4
A	Spalte 3, Zeile 64 - Spalte 6, Zeile 54 Spalte 7, Zeile 59 - Spalte 12, Zeile 7; Abbildung 1	5,10
	-----	
X	US 5 338 765 A (NEAR DANIEL E [US] ET AL) 16. August 1994 (1994-08-16)	1-3,6-9, 11-13,15
Y	Spalte 5, Zeile 55 - Spalte 8, Zeile 17	4
A	Spalte 9, Zeilen 1-68; Abbildungen 1-3	5,10,14
	-----	
Y	US 2015/008324 A1 (ITSUJI TAKEAKI [JP]) 8. Januar 2015 (2015-01-08)	4
A	Absätze [0001], [0005], [0007], [0027], [0029]; Abbildung 1	1-3,5-15
	-----	
	-/--	
<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
10. Oktober 2016		18/10/2016
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  Molenaar, David

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 244 897 A (MOON WILLIAM S) 13. Januar 1981 (1981-01-13) Spalte 1, Zeile 65 - Spalte 4, Zeile 18; Abbildung 1 -----	1-15
A	US 3 953 739 A (COLOMBO EDWARD A ET AL) 27. April 1976 (1976-04-27) Spalte 1, Zeilen 5-18 Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 5, Zeile 37 -----	1-15
A	US 4 329 052 A (COLOMBO EDWARD A ET AL) 11. Mai 1982 (1982-05-11) Spalte 1, Zeile 64 - Spalte 2, Zeile 15 Spalte 3, Zeile 22 - Spalte 4, Zeile 10; Abbildung 1 -----	1-15

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2016/100286

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4613471	A	23-09-1986	KEINE
US 5338765	A	16-08-1994	AT 170444 T 15-09-1998 DE 69412970 D1 08-10-1998 DE 69412970 T2 04-03-1999 EP 0654337 A1 24-05-1995 US 5338765 A 16-08-1994 US 5509795 A 23-04-1996
US 2015008324	A1	08-01-2015	JP 2013181929 A 12-09-2013 US 2015008324 A1 08-01-2015 WO 2013133294 A1 12-09-2013
US 4244897	A	13-01-1981	FR 2452136 A1 17-10-1980 GB 2059333 A 23-04-1981 US 4244897 A 13-01-1981 WO 8002006 A1 02-10-1980
US 3953739	A	27-04-1976	BE 833910 A1 26-03-1976 CA 1065567 A 06-11-1979 DE 2543292 A1 08-04-1976 ES 441291 A1 01-04-1977 FR 2285983 A1 23-04-1976 GB 1522644 A 23-08-1978 IT 1042966 B 30-01-1980 JP S5161885 A 28-05-1976 NL 7511471 A 01-04-1976 US 3953739 A 27-04-1976
US 4329052	A	11-05-1982	KEINE