

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1709/95

(22) Anmeldetag: 16.10.1995

(42) Beginn der Patentdauer: 15.11.1998

(45) Ausgabetag: 25. 6.1999

(51) Int.Cl.⁶ : **C08L 23/10**
C08L 23/12.
/(C08L 23/10, 23:30, 23:12)

(56) Entgegenhaltungen:

EP 640065A1

(73) Patentinhaber:

PCD POLYMERE GESELLSCHAFT M.B.H.
A-2323 SCHWECHAT-MANNSWORTH, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

GAHLEITNER MARKUS DIPL.ING. DR.
NEUHOFEN, OBERÖSTERREICH (AT).
BERNREITNER KLAUS DIPL.ING.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
HAFNER NORBERT DIPL.ING. DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
HAMMERMSCHMID KURT DIPL.ING. DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
HEINEMANN HERMANN ING.
KEMATEN/YBBS, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(54) POLYPROPYLENE MIT REDUZIERTER WEISSBRUCHNEIGUNG

- (57) Polypropylene mit reduzierter Weißbruchneigung die
- A) 70 bis 95 Gew. % eines hochgradig isotaktischen Polypropylens mit einem isotaktischen Index von über 90 und einem Schmelzflußindex zwischen 0,1 und 100 g/10 min wobei das Polypropylen ein Homopolymeres des Propylens oder ein Copolymeres des Propylens mit einem oder mehreren α -Olefinen und einem Propylenanteil von mindestens 50 Mol% sein kann und
 - B) 5 bis 30 Gew. % eines hochgradig amorphen Polypropylens mit einem kristallinen Polypropylen-Anteil von bis zu 10 Gew. % mit einer Schmelzenthalpie von höchstens 40 J/g und einem Schmelzflußindex zwischen 0,1 und 100 g/10 min, wobei das Polypropylen ein Homopolymeres des Propylens oder ein Copolymeres des Propylens mit einem oder mehreren α -Olefinen und mit einem Propylenanteil von mindestens 80 Mol% sein kann
- enthalten.

Polypropylen ist aufgrund seiner zahlreichen guten Eigenschaften in den vergangenen Jahrzehnten zu einem der verbreitetsten Kunststoffe geworden und findet in einer Vielzahl von Bereichen Anwendung. Bedingt durch das große Anwendungsspektrum werden ständig steigende Anforderungen an das Material gestellt, wodurch es zu einer ständigen Verbesserung und Erweiterung des Eigenschaftsprofils kommt.

- 5 Einer der Nachteile, die Polypropylen (PP) aufweist ist das Auftreten von Weißbruch, welches sich unter Deformationsbelastung in einer unerwünschten Weißfärbung des Materials äußert. Dieser Effekt tritt bei zahlreichen PP-Typen, speziell jedoch bei mehrphasigen Systemen, wie etwa bei heterophasischen Copolymeren mit anderen α -Olefinen, insbesondere mit Ethylen, mit verbesserter Tieftemperaturzähigkeit auf und kann die technische Anwendbarkeit stark behindern, da die erwähnte Weißfärbung schon bei kleineren
- 10 Schlagbelastungen wie etwa Steinschlag, Fall u. a. oder bei lokalen Dehnungen, wie etwa Knick oder Scharnierbeanspruchung auftreten kann und bei weitgehend transparenten Bauteilen zu Trübung und Lichtundurchlässigkeit sowie bei gefärbten Bauteilen zu unansehnlichen weißen Flecken führt.

Zur Beseitigung bzw. Verminderung dieses Effektes sind aus der Literatur bereits verschiedene Zusätze bekannt.

- 15 So wird beispielsweise in EP-B1-0 273 228 eine Polypropylenzusammensetzung beschrieben, die ein Styrol-Ethylen/Butylen-Styrolblockcopolymeres oder ein Styrol-Ethylen/Propylenblockcopolymeres als Zusatz enthält. Aus Journal of Applied Polymer Science, Vol. 45, S. 317 - 331 (1992) ist weiters die Verwendung von Ethylen-Methacrylsäure-Copolymeren bekannt.

- Der Nachteil der bisher bekannten Zusätze ist jedoch, daß sie erstens aufgrund der hohen Kosten der Zusatzstoffe zu zwangsläufig teureren Produkten führen, die zweitens keine reinen Polyolefine sind. Zudem
- 20 bedingen solche Zusätze eine Veränderung und Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften.

- Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es demnach, einen Zusatz für PP-Polymere zu finden, der die Weißbruchneigung verhindert bzw. deutlich reduziert, wobei die mechanischen Eigenschaften des Werkstoffes nicht oder nur geringfügig verschlechtert bzw. teilweise sogar verbessert werden sollten. Weiters sollte
- 25 der Zusatz die Recyclierbarkeit des PP-Werkstoffes nicht verschlechtern. Unerwarteterweise konnte diese Aufgabe durch die Verwendung hochgradig amorpher und hochmolekularer Homo- oder Copolymere des Propylens als Zusatz gelöst werden.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind demnach Polypropylene mit reduzierter Weißbruchneigung, die dadurch gekennzeichnet sind, daß sie

- 30 A) 70 bis 95 Gew. % eines hochgradig isotaktischen Polypropylens mit einem isotaktischen Index von über 90 und einem Schmelzflußindex zwischen 0,1 und 100 g/10 min wobei das Polypropylen ein Homopolymeres des Propylens oder ein Copolymeres des Propylens mit einem oder mehreren α -Olefinen und einem Propylenanteil von mindestens 50 Mol% sein kann und
- 35 B) 5 bis 30 Gew. % eines hochgradig amorphen Polypropylens mit einem kristallinen Polypropylen-Anteil von bis zu 10 Gew. % mit einer Schmelzenthalpie von höchstens 40 J/g und einem Schmelzflußindex zwischen 0,1 und 100 g/10 min, wobei das Polypropylen ein Homopolymeres des Propylens oder ein Copolymeres des Propylens mit einem oder mehreren α -Olefinen und mit einem Propylenanteil von mindestens 80 Mol% sein kann

enthalten.

- 40 Die erfindungsgemäßen Polypropylene mit reduzierter Weißbruchneigung bestehen aus einem hochgradig isotaktischen Polypropylen A und einem hochgradig amorphen Polypropylen B als Modifikator. Bei den Basispolymeren A handelt es sich sowohl um Polypropylen(PP)homopolymere, als auch um Polypropylen-Copolymere mit einem oder mehreren α -Olefinen.

- Als PP-Homopolymere kommen alle bekannten hochgradig isotaktischen PP-Homopolymere mit einem
- 45 isotaktischen Index von größer 90 in Frage.

Bevorzugt weisen die verwendeten Homopolymere einen isotaktischen Index (wie definiert in EP 255 693 bzw. Macromolecules 6 (6) 925-26 (1973)) von über 95 auf. Der Schmelzflußindex (MFI) der verwendeten Polypropylene liegt zwischen 0,1 und 100 g/10 min gemäß ISO 1133/DIN 53735, gemessen bei 230 °C und 2,16 kg. Bevorzugt werden Polypropylene mit einem MFI zwischen 0,5 und 50 g/10 min

- 50 eingesetzt.

PP-Copolymere sind Copolymere des Propylens mit einem oder mehreren α -Olefinen. Die als Comonomere geeigneten α -Olefine sind Olefine mit 2 bis 10 C-Atomen, wie etwa Ethylen, Buten, Hexen oder Decen. Bevorzugt wird Ethylen als Comonomeres verwendet. Der Anteil an Propylen in den entsprechenden Copolymeren liegt bei mindestens 50 Mol%, bevorzugt bei mindestens 70 Mol%. Copolymere können

- 55 dabei sowohl Random-Copolymere als auch heterophasische Copolymere sein. Der isotaktische Index der Copolymeren sollte wiederum über 90, bevorzugt über 95 betragen und der MFI zwischen 0,1 und 100 g/10 min, bevorzugt zwischen 0,5 und 50 g/10 min liegen.

Als Modifikatoren B eignen sich hochgradig amorphe Homo- oder Copolymere des Propylens. Unter hochgradig amorphen Polypropylenen sind dabei Polypropylene zu verstehen, die einen kristallinen PP-Anteil von höchstens 10 Gew. %, bevorzugt von höchstens 7 Gew. % aufweisen, mit einer Schmelzenthalpie von höchstens 40 J/g, bevorzugt höchstens 30 J/g.

Der Schmelzflußindex der hochgradig amorphen Polypropylene liegt wiederum zwischen 0,1 und 100 g/10 min, bevorzugt zwischen 0,5 und 50 g/10 min.

Der Modifikator B kann, wie oben erwähnt, ein Homopolymeres des Propylens oder ein Copolymeres des Propylens mit einem oder mehreren α -Olefinen sein. Als Comonomeres eignen sich wiederum α -Olefine mit 2 bis 10 C-Atomen, wie etwa Ethylen, Buten, Penten, Hexen oder Decen.

Bevorzugt wird Ethylen als Comonomeres eingesetzt. Der Propylenanteil der Copolymeren liegt bei mindestens 80 Mol%, bevorzugt bei mindestens 90 Mol%. Der Modifikator B wird dabei in einer Menge von 5 bis 30 Gew. % dem zu modifizierenden Basispolymeren zugesetzt.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Polypropylene mit reduzierter Weißbruchneigung erfolgt beispielsweise durch einfaches Mischen des entsprechenden Basispolymeren A mit dem Modifikator B im gewünschten Gewichtsverhältnis in einem üblichen Mischer oder Knetter bei Temperaturen zwischen 190 und 300 °C. Bevorzugt beträgt die Verarbeitungstemperatur 200 bis 250 °C. Basispolymer A und Modifikator B können dabei in Pulver- oder Granulatform vorliegen. Anschließend erfolgt die Weiterverarbeitung beispielsweise mittels Extrusion und Überführung in die gewünschte Endform, beispielsweise in ein Granulat, Folie, Spritzguß- bzw. Extrusionsteile.

Die erfindungsgemäßen Polypropylene zeichnen sich durch eine gegenüber dem Stand der Technik deutlich reduzierte Weißbruchneigung aus, wobei die übrigen mechanischen Eigenschaften nicht oder nur geringfügig verschlechtert bzw. teilweise sogar verbessert werden.

Weiters bleibt die Recyclierbarkeit der erfindungsgemäßen Polypropylene erhalten.

Die erfindungsgemäßen Polypropylene eignen sich demnach zur Herstellung von Folien, Spritzguß- und Extrusionsteilen nach herkömmlichen Verfahren

Beispiele:

Es wurden Blends von verschiedenen Basispolymeren A und unterschiedlichen Modifikatoren B hergestellt. Dazu wurden die entsprechenden Pulver bzw. Granulate im gewünschten Gewichtsverhältnis gemischt, das Gemisch in einem COLLIN-Zweischneckenextruder mit 25 mm Schneckendurchmesser bei 200 bis 240 °C aufgeschmolzen und anschließend mit einem Ausstoß von 4 kg/h über 2 Runddüsen zu Strängen von je 3 mm extrudiert. Die Verweilzeit im Extruder betrug etwa 20 s. Der Strang wurde nach Erstarrung im Wasserbad granuliert.

Als Ausgangsmaterialien dienten als Basispolymer A

a) Daplen KS 101, ein PP-Homopolymeres der Fa. PCD Polymere,

b) Daplen KSC 1012, ein heterophasisches EP-Copolymeres der Fa. PCD Polymere,

c) Daplen KSR 4525, ein hochschlagzähes heterophasisches EP-Copolymeres der Fa. PCD Polymere und

d) Daplen KF C 2208, ein homogenes EP-Randomcopolymeres und als Modifikator B

a) ELPP-Homopolymer, hergestellt gemäß Beispiel 1 aus EP-A-0 632 062 und gemäß nachfolgend beschriebener Vorgangsweise degradiert.

b) ELPP-Copolymeres mit Ethylen, hergestellt gemäß Beispiel 1 aus EP-A-0 632 062, wobei in Punkt b - Polymerisation - anstelle von 7,3 kg Propen ein Gemisch aus 7,2 kg Propen und 0,09 kg Ethylen eingesetzt und eine Menge von 0,09 kg/h an Ethylen während der gesamten Polymerisationsdauer nachdosiert wurde. Es wurde wiederum eine Degradierung gemäß nachfolgender Beschreibung durchgeführt.

c) als Vergleichssubstanz: REXFLEX FP-D 400, ein in Kommerzialisierung befindliches Versuchsprodukt der Fa. Rexene Corp., Odessa, TX 779760, U.S.A.

Die Degradierung der beiden ELPP-Produkte wurde wie folgt durchgeführt:

Das gemäß Beispiel 1 aus EP-A-0 632 062 erhaltene ELPP wurde auf einer Brechmühle nach Abkühlung auf unter 0 °C bis zu einer Korngröße von unter 3 mm gemahlen. Anschließend wurden 0,1 (bei ELPP-Homopolymeren) bzw. 0,2 (bei ELPP-Copolymeren) Gew.% Bis((1,1-dimethylethyl)-peroxyisopropyl)benzol (Perkadox 14 Sfl, Fa. AKZO NOBEL), bezogen auf die Polymermenge, engemischt, das Gemisch auf einem COLLIN-Zweischneckenextruder mit 25 mm Schneckendurchmesser bei 190 - 200 °C aufgeschmolzen und mit einem Ausstoß von 2 kg/h über zwei Runddüsen zu Strängen von je 3 mm extrudiert. Die Verweilzeit im Extruder betrug etwa 30 sec. Der Strang wurde nach Erstarrung im Wasserbad granuliert. Es wurde das

ELPP bis zu einem MFI von 6 (ELPP-Homopolymer) bzw. 12 (ELPP-Copolymer) g/10 min degradiert. Die wesentlichen Eigenschaften, wie MFI, Schmelzenthalpie (Hm) C₂-Gehalt (C₂) und das E-Modul der eingesetzten Modifikatoren sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tabelle 1

Material	MFI (g/10 min)	Hm (DSC) (J/g)	C ₂ (mol%)	E-Modul (MPa)
ELPP-Homopolymer	6	19	0	17
ELPP-Copolymer	12	10	6	7
REXFLEX FP-D 400	18	23	3,6	27

Der Schmelzindex wurde dabei gemäß ISO 1133/DIN 53735 bei 230 °C/2,16 kg bestimmt. Die Kristallinität der Modifikatoren wurde mittels DSC gemäß ISO 3146 ermittelt, wobei der 2. Aufheizvorgang in einem Zyklus zwischen 10 °C und 190 °C mit Heiz- bzw. Kühlraten von 10 K/min ausgewertet wurde. Der C₂-Gehalt wurde mittels IR-Spektroskopie bestimmt.

Die Mechanik der Systeme wurde im Spritzguß (gemäß DIN 16774 (1988)) bei einer Massetemperatur von 250 °C und Formtemperatur von 30 °C hergestellten Probekörpern gemäß folgenden Verfahren bestimmt:

- Zugversuch am gespritzten Schulterstab F3/3 gemäß DIN 53455 (1981) für Reißdehnung und Reißspannung bzw. DIN 53457 (1981) für den Zug-E-Modul
- Raumtemperatur-Schlagzähigkeit bei + 23 °C (SZ + 23 °C) im Schlagzugversuch gemäß ISO 8256 (1990) am Normstab B (80 x 10 x 4 mm) mit DoppelV-Kerbe (Methode A)
- Tieftemperatur-Schlagzähigkeit bei -20 °C (SZ -20 °C) im Schlagbiegeversuch gemäß ISO 179 (1eU) am ungekerbten Normstab B
- Shore-Härte (Methode D) gemäß ISO 868 (1978) am spritzgegossenen Probekörper

Die Weißbruchneigung der erfindungsgemäßen Polypropylene wurde dabei anhand der Methode gemäß F. Altendorfer u. H.P. Frank, Kunststoffe 70 (1980) S. 98 - 101 bestimmt. Dabei wurde ein Zugversuch an einem modifizierten Schulterstab F 3/3 gemäß DIN 53455/1981 mit runder Kerbung in der Mitte, zur Reduktion der Breite von 10 auf 8 mm, durchgeführt.

Die Parameter dafür waren:

- Prüfgeschwindigkeit: 5 mm/min
- Einspannlänge: 110 mm
- Meßlänge: 50 mm
- Prüftemperatur: 23 °C

Mit Hilfe des dort beschriebenen optischen Sensors wird parallel zum Kraft-/Dehnungs-Diagramm ein Trübungs-/Dehnungs-Diagramm aufgezeichnet und daraus mit Hilfe einer Tangentenmethode die Dehnung bestimmt, bei der Weißbruch eintritt. Weiters wird die zugehörige Weißbrucharbeit ermittelt. Es wird dabei jeweils der Mittelwert von 5 Einzelmessungen bestimmt.

Die Ergebnisse dieser Versuche sowie die genaue Zusammensetzung der Blends sind in den Tabelle 2 bis 4 zusammengefaßt.

Tabelle 2

Type	Zugversuch E-Modul/MPa	Reißf./MPa	Reißdhg./%	Weißbruch-Dehngrenze %
KS 101	1150	33,5	778	3,18
KS 101 + 10 % ELPP-Homo	1110	19,3	310	5,68
KS 101 + 25 % ELPP-Homo	742	17,6	313	kein WB
Type	MFI g/10 min	SZ + 23 °C kJ/m ²	SZ-20 °C kJ/m ²	Shore D Grad
KS 101	8	57,0	16,2	66
KS 101 + 10 % ELPP-Homo	8	75,0	15,0	63
KS 101 + 25 % ELPP-Homo	7	109,8	14,0	61

Tabelle 3

Type	Zugversuch E-Modul/MPa	Reißf./MPa	Reißdhg./%	Weißbruch-Dehngrenze %
KFC 2208	668	29,0	530	8,62
KFC 2208 + 10 % ELPP-Homo	631	26,2	633	kein WB
KFC 2208 + 25 % ELPP-Homo	351	22,3	640	15,80
KFC 2208 + 25% ELPP-Copo	304	21,9	693	kein WB
Type	MFI g/10 min	SZ + 23 ° kJ/m ²	SZ-20 ° C kJ/m ²	Shore D Grad
KFC 2208	8	123,0	44,0	58
KFC 2208 + 10% ELPP-Homo	8	140,8	35,6	55
KFC 2208 + 25% ELPP-Homo	8	183,0	17,9	51
KFC 2208 + 25% ELPP-Copo	8	195,0	24,2	49

Tabelle 4

Type	Zugversuch E-Modul/MPa	Reißf./MPa	Reißdhg./%	Weißbruch Dehngrenze/%
KSC 1012	1233	12,8	134	2,45
KSC 1012 + 10 % ELPP-Homo	1178	19,9	230	3,57
KSC 1012 + 25% ELPP-Homo	776	18,0	647	kein WB
KSC 1012 + 25% REFLEX	787	16,3	526	12,14
KSR 4525	960	7,5	333	5,09
KSR 4525 + 10% ELPP-Homo	791	16,5	558	6,86
KSR 4525 + 25% ELPP-Homo	521	18,5	697	12,14
KSR 4525 + 25% REFLEX	534	18,2	646	32,31
Type	MFI g/10 min	SZ + 23 ° kJ/m ²	SZ-20 ° C kJ/m ²	Shore D Grad
KSC 1012	8	51,3	75,7	61
KSC 1012 + 10% ELPP-Homo	8	71,3	68,5	59
KSC 1012 + 25% ELPP-Homo	7	102,0	54,6	57
KSC 1012 + 25% REFLEX	8	250	14,4	41
KSR 4525	7	88,0	100,4	54
KSR 4525 + 10% ELPP-Homo	7	89,5	128,9	54
KSR 4525 + 25% ELPP-Homo	7	115,6	91,6	50
KSR 4525 + 25% REFLEX	9	104	108,5	50
kein WB = gemäß der in der Beschreibung angeführten Meßmethode kein Weißbruch feststellbar				

Patentansprüche

1. Polypropylene mit reduzierter Weißbruchneigung, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie
 - A) 70 bis 95 Gew. % eines hochgradig isotaktischen Polypropylens mit einem isotaktischen Index von über 90 und einem Schmelzflußindex zwischen 0,1 und 100 g/10 min wobei das Polypropylen ein Homopolymeres des Propylens oder ein Copolymeres des Propylens mit einem oder mehreren α -Olefinen und einem Propylenanteil von mindestens 50 Mol% sein kann und
 - B) 5 bis 30 Gew. % eines hochgradig amorphen Polypropylens mit einem kristallinen Polypropylen-Anteil von bis zu 10 Gew. % mit einer Schmelzenthalpie von höchstens 40 J/g und einem Schmelzflußindex zwischen 0,1 und 100 g/10 min, wobei das Polypropylen ein Homopolymeres des Propylens oder ein Copolymeres des Propylens mit einem oder mehreren α -Olefinen und mit einem Propylenanteil von mindestens 80 Mol% sein kann
 enthalten.

2. Polypropylene nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als hochgradig isotaktisches Polymeres ein Homopolymeres des Propylens oder ein Copolymeres des Propylens mit einem oder mehreren α -Olefinen und einem Propylenanteil von mindestens 70 Mol% verwendet werden, wobei der isotaktische Index der Polymere über 95 und der Schmelzflußindex zwischen 0,5 und 50 g/10 min liegt.
- 5 3. Polypropylene nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Copolymeres des Propylens Random-Copolymere oder heterophasische Copolymere
- 10 4. Polypropylene nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Copolymere des Propylens Random- oder heterophasische Copolymere mit Ethylen verwendet werden.
- 15 5. Polypropylene nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als hochgradig amorphes Polymer ein Homopolymeres des Propylens oder ein Copolymeres des Propylens mit einem oder mehreren α -Olefinen und einem Propylenanteil von mindestens 85 % verwendet werden, wobei die Polymere einen kristallinen Polypropylenanteil von höchstens 7 Gew. % mit einer Schmelzenthalpie von höchstens 30 J/g und einem Schmelzflußindex von 0,5 bis 50 g/10 min aufweisen.
- 20 6. Verwendung von Polypropylen nach Anspruch 1, zur Herstellung von Folien, Spritzguß- oder Extrusionsteilen.