



(11) FREMLÆGGESESSKRIFT 141357

DANMARK

(51) Int. Cl.³ B 29 D 7/02



(21) Ansøgning nr. 6063/74 (22) Indleveret den 21. nov. 1974

(23) Løbedag 21. nov. 1974

(44) Ansøgningen fremlagt og
fremlæggeskriftet offentliggjort den 3. mar. 1980

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(30) Prioritet begæret fra den
22. nov. 1973, 186508, CA

(71) DU PONT CANADA INC., 555 Dorchester Boulevard, West, Montreal, Quebec,
CA.

(72) Opfinder: Vaclav George Zboril, 613 Pimlico Place, Kingston, Ontario, CA.

(74) Fuldmægtig under sagens behandling:
Ingeniørfirmaet Budde, Schou & Co.

(54) Fremgangsmåde til blæseekstrusion af fyldstofholdig polyethylenfolie
med papirlignende egenskaber.

Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde til blæseekstrusion af fyldstofholdig polyethylenfolie med papirlignende egenskaber og med en tykkelse på 0,0075-0,25 mm.

5 Papiragtige termoplastiske folier, især af polyethylen, kan anvendes som erstatning for fedtfast papir og papir med høj vådstyrke, f.eks. ved emballering af smør og margarine og ved adskillelse af lag af våde produkter, og talrige forsøg er gjort på at fremstille sådanne papiragtige termoplastiske folier.

10 Således beskriver canadisk patent nr. 758.151, at polystyren og et findelt siliciøst fyldstof (f.eks. siliciumoxider, silikater eller asbest) kanblandes i polyethylen og en ethylen-vinylcopolymer og den dannede fyldstofholdige harpiks formes til papiragtig folie ved ekstrusion af smelten gennem en cirkelringformig eller flad åbning. Canadisk patentskrift nr. 909.474 beskriver fremstilling af papiragtig folie ved sammenblanding af en polyolefin med op til 70 vægt-% fyldstof valgt blandt gips, calciumsulfat-semi-

15 hydrat og opløseligt anhydrit, formning af blandingen til ark, der bringes i kontakt med vand, således at eventuelt calciumsulfat-semihydrat eller -anhydrit i nærheden af arkets overflade hydratiseres, og tørring af arket.

20 Papiragtig folie med den i det første af ovennævnte canadiske patentskrifter beskrevne sammensætning er dog meget vanskelig at ekstrudere tyndt gennem et cirkulært trækemundstykke og derefter opblåse til et rør ved boblemetoden eller strække over en trækedorn. Den papiragtige folie ifølge sidstnævnte canadiske patentskrift kan ikke fremstilles ved ekstrudering, hvorhos

25 kalandrering er nødvendig.

30 Det har nu overraskende vist sig, at de ovenfor anførte ulemper kan overvindes, og at tynde papiragtige termoplastiske folier med forbedrede egenskaber kan fremstilles på enkel måde ved blæseekstrusion af en blanding af en passende mængde uorganiske, lamellære fyldstofpartikler og polyethylen som en smelte ved boblemetoden.

I overensstemmelse hermed tilvejebringer den foreliggende opfindelse en fremgangsmåde af den indledningsvis nævnte art, hvilken fremgangsmåde er ejendommelig

ved, at der ekstruderes en blanding af 70-98 vægtprocent af en polyethylen med et maksimalt smelteflydeindeks på 5 decigram pr. minut og 2-30 vægtprocent uorganiske lamellære fyldstofpartikler, fortrinsvis af glimmer eller talk, 5 med en største dimension mindre end 150 mikrometer og et forhold mellem største og mindste dimension på mindst 5:1, og at det ekstruderede rør umiddelbart efter ekstrusionen medens det er i sin plastisk formbare tilstand, og dets temperatur er over krystallitsmeltepunktet, op- 10 blæses til et forhold mellem 1,2:1 og 10:1 under samtidig afkøling.

Det er kendt at fremstille folier med papirlignende egenskaber ved at ekstrudere en blanding af polyethylen og uorganisk fyldstof gennem en ringformet dyse og op- 15 blæse det dannede folierør, fra tysk offentliggørelsesskrift nr. 2.006.798 og fra beskrivelsen til fransk patent nr. 1.469.839. Det er endvidere kendt ved fremstilling af folier at anvende uorganiske lamellære fyldstofpartikler jfr. tysk offentliggørelsesskrift nr. 1.934.096.

20 Disse 3 patentskrifter indeholder alle forskrift om koldstrækning af de fremstillede termoplastiske folier, og denne koldstrækning foretages som et særskilt trin efter ekstruderingen og passende afkøling, eventuelt efterfulgt af passende genopvarmning til koldstrækningstemperatur. Koldstrækningen foregår på konventionel 25 måde ved en temperatur, der normalt ligger 30-150°C lavere end foliematerialets ekstruderingstemperatur eller smeltetemperatur. Formålet herved er at tilvejebringe mekanisk styrke ved frembringelse af biaksial orientering.

30 Det bemærkelsesværdige ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen er, at man udelader dette særskilte koldstrækningstrin, men alligevel opnår frembringelse af folier med papirlignende egenskaber. Dette gennemføres ved, at det frisk ekstruderede folierør ekspanderes straks, 35 og vel at mærke ved en temperatur over foliens krystallitsmeltepunkt, idet røret fjernes kontinuerligt fra ekstru-

deringspunktet, ekspanderes medens røret er i sin plastisk formbare tilstand, under opblæsning til 1,2:1-10:1 og samtidigt afkøling.

Det er indlysende klart en stor teknisk fordel, at man kan udelade det sædvanlige koldstrækningstrin, som tydeligvis ellers altid er blevet gennemført.

Det er med opfindelsen nu blevet påvist, at dette kan lade sig gøre ved at overholde en særlig foliesammensætning, hvor man specielt inkorporerer uorganiske lamel-
lære fyldstofpartikler, hvis største dimension er under 150 μm . Som det tydeligt fremgår af eksempel 1 og 2, der er sammenligningseksempler, lader denne effekt sig ikke opnå under anvendelse af gængse fyldstoffer, specielt finformalet calciumcarbonat, selv ikke når dette inkorporeres i så store mængder, at en biaksial strækning ved boble-
metoden iøvrigt bliver praktisk uigennemførlig på grund af smeltens lave styrke i så tilfælde. Således som påvist ved eksempel 3-16 lader dette sig imidlertid gøre, såfremt man overholder et bestemt antal betingelser, der fremgår af skemaet efter eksempel 16 og den efterfølgende gennemgang. Det er herved især bemærkelsesværdigt, at man kan opblæse folierøret til frembringelse af folier med meget lille tykkelse. Endvidere er det bemærkelsesværdigt, at der herved ikke frembringes mikrohulrum, således at de fremstillede folier ikke bliver permeable. Dette har især betydning ved anvendelse af papirlignende folier til indpakning af våde og/eller fedtede materialer, idet de ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen fremstillede folier især finder anvendelse som afløsning for konventionelt paraffineret papir. Folierne er heller ikke modtagelige for skrift eller tryk.

I modsætning hertil kræver de fra ovennævnte patentskrifter kendte folier alle den normale koldstrækningsbehandling for at opnå passende styrke og passende folie-
tykkelse. I øvrigt er ikke alle disse folier af papiragtig konsistens, og nogle af folierne indeholder mikro-

hulrum, således at de er permeable.

Tysk offentliggørelsesskrift nr. 2.006.798 angår således fremstilling af plastfolier med papiragtige egenskaber, men det fremgår dog tydeligt, at folierøret efter ekstrudering afkøles og strækkes ved 30-10°C under foliens krystallitsmeltetemperatur. Det tyske offentliggørelsesskrift lægger meget stor vægt på at definere temperaturbetingelserne ved denne strækning meget nøje, hvorimod der slet intet forklares om fyldstoffernes natur eller om de mængder, hvori de kan indgå i foliematerialerne. Specielt bemærkes, at der intetsteds er tale om lamellære fyldstofpartikler.

Fransk patentskrift nr. 1.469.859 beskriver folier indeholdende lamellære fyldstofpartikler, men det fremgår tydeligt, at der tale om folier til dekorativ anvendelse, hvis indhold af f.eks. talk eller glimmer tjener til at tilvejebringe en silkeagtig glans, og i udførelseseksemplerne gennemgås kun anvendelsen af polyethylenterephthalat og polypropylen som foliemateriale. Man har nu gennemført forsøg med disse foliematerialer og herved konstateret, at det er ekstremt vanskeligt at opblåse folierør af polypropylen indeholdende glimmer, og man har herved kun været i stand til at fremstille tykke folier, som slet ikke ligner papir. Endvidere angår det franske patentskrift tekstilfibre fremstillet ud fra disse folier som splitfibre ved et særligt opsplittingstrin, og der er i øvrigt tale om opnåelse af en særlig effektvirkning ved inkorporeringen af glimmerpartikler, formentlig med henblik på fremstillingen af de såkaldte "effektgarner". Hertil behøver man flere trin, først og fremmest koldstrækningsbehandling, dernæst opsplitting og til sidst vævning.

På denne baggrund må det anses for overraskende, når det nu er påvist, at man ved i stedet for polypropylen at benytte polyethylen, hvori inkorporeres moderate mængder glimmer eller andre lamellære fyldstoffer, let kan opblåse selv meget tynde folierør og dermed inden koldstræk-

ningstrinet direkte nå frem til et papiragtigt materiale med egenskaber som god foldbevaring og passende rivestyrke.

- Tysk offentliggørelsesskrift nr. 1.934.096 sigter
5 ganske specifikt på tilvejebringelsen af plastbaseret arkmateriale, der i så høj grad som mulig ligner papir fremstillet af pulp, specielt et foliemateriale, der tager godt imod skrift med blyant og især pen såvel som tryk med tryksværte. For at opnå et sådant arkmateriale
10 er det nødvendigt at tilsætte en væsentlig mængde additiver, nemlig i form af andre harpikser og fyldstoffer, der skal tilsættes til smelten før ekstrudering. Det bemærkes, at der foretages koldstrækning for at tilvejebringe mikrohulrum. Dette foliemateriale kan afgjort ikke
15 fremstilles ved opblåsning af folierør, hvilket også ses af de første 25 udførelseseksempler, der foreskriver ekstrudering gennem et fladt trækkemundstykke til svære folier, hvis tykkelse derefter formindskes ved koldstrækning til biaksial orientering. De næstfølgende 25 eksempler
20 vedrører forbedring af de således tilvejebragte folier ved praktisk talt alle kendte overfladebehandlinger for at meddele dem papiragtig udseende og specielt evnen til at modtage skrift eller tryk. Det er bemærkelsesværdigt, at strækningsbehandlingen i det tyske offentliggørelsesskrift
25 tilsigter frembringelse af et multicellulært flerlagsmateriale. Til tysk offentliggørelsesskrift nr. 1.934.096 svarer US-patentskrift nr. 3.775.521, hvorefter tydeligt fremgår, at mængden af tilsat harpiks og uorganisk fyldstof tilsammen udgør mindst 47,5 dele pr. 100 dele af polyethylenet,
30 net, der anvendes som grundmateriale. En sådan foliesammensætning lader sig ikke orientere ved opblåsning ved boblemetoden. Hertil kommer, at fladeekstrudering og biaksial strækning er langt besværligere at gennemføre ved fremstilling af store folielængder, specielt i endeløse
35 baner, som er særlig ønskelige til videre forarbejdning i kontinuerligt arbejdende anlæg.

- Endvidere bemærkes, at tysk offentliggørelsesskrift nr. 1.934.096 og det tilsvarende USA patentskrift nr. 3.775.521 ganske vist omtaler fyldstoffer som glimmer og talk, men der lægges intetsteds vægt på at fremhæve disse materialer specielt i kraft af deres lamellære natur, idet disse typer fyldstof omtales på lige fod med de øvrige, sfærodiiale fyldstoffer, som man især benytter sig af, specielt diatoméjord, kalk, titaniumdioxid. I intet tilfælde foreskrives anvendelsen af ét af fyldmaterialerne glimmer og talk alene. Ifølge de 4 sammenligningseksempler frarådes endda fremstillingen af folier indeholdende kun moderate mængder fyldstoffer, fordi man herved ikke opnår den tilsigtede porøse flerlagsstruktur, og folierne så bliver for transparente.
- 15 Ved udtrykket "opblæsningsforhold" således som her benyttet skal forstås forholdet mellem det ekspanderede folierørs diameter og det cirkulære trækkemundstykkets diameter.
- Ved udtrykket "polyethylen" således som her anvendt skal forstås ethylenhomopolymere eller -copolymere fremstillet af ethylen og 1-olefiner, f.eks. buten-1.
- 20 Enhver filmdannende polyethylen med et maksimalt smelteflydeindeks på ca. 5 decigram pr. minut kan anvendes ved fremgangsmåden ifølge den foreliggende opfindelse.
- 25 Imidlertid har den foretrukne type polyethylen et smelteflydeindeks i intervallet fra 0,1 til 1 decigram pr. minut og en massefylde i intervallet fra 0,945 til 0,970 g pr. cm³. Polyethylenens smelteflydeindeks er herved målt ved fremgangsmåderne ifølge ASTM D-1238.
- 30 De uorganiske lamellære fyldstofpartikler, som anvendes ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, har en større dimension på under 150 mikrometer og et forhold mellem største og mindste dimension på mindst 5:1. Det er ønskeligt, at dette forhold er så stort som muligt, f.eks.
- 35 så stort som 50 til 100:1. Eksempler på hensigtsmæssige uorganiske lamellære fyldstoffer, der kan have de ovenfor anførte egenskaber, er glimmer, talk, kaolin og wolla-

stonit.

Et foretrukket fyldstof er vådformalet glimmer, der anvendes i en mængde fra 5 til 15 vægtprocent, beregnet på hele blandingen, og som har følgende partikelstørrelsessegenskaber: (1) en efter vægt bestemt middelpartikelstørrelse på ca. 12 μm og (2) mindre end 0,2% af partiklerne er større end 44 μm , dvs. holdes tilbage på en 325 mesh sigte (US standardsigteserie). Dette glimmer foretrækkes på grund af sit høje forhold mellem største og mindste dimension, dvs. det er meget lamellært, og fordi det ikke er forurenset med ikke-lamellære fremmedpartikler. Et andet foretrukket fyldstof er glimmeragtigt talk, som er til stede i en mængde fra 5 til 25 vægtprocent, beregnet på hele blandingen, og som har følgende partikelstørrelsessegenskaber: (1) en efter vægt bestemt middelpartikelstørrelse på ca. 6 μm , (2) 0,2 til 0,4% af partiklerne er større end 44 μm , dvs. holdes tilbage på en 325 mesh sigte (US standardsigteserie), (3) ca. 6 vægtprocent af partiklerne er større end 20 μm , og (4) ca. 30 vægtprocent af partiklerne er større end 10 μm . Det foretrækkes, fordi det er let at arbejde med under dannelse af selv meget tynd folie ved blæseekstrusion.

Andre additiver såsom farvende pigmenter, antioxidant, antistatiske midler, ekstruderingshjælpemidler osv. kan inkorporeres sammen med polyethylen og uorganiske lamellære fyldstofpartikler i de blandinger, ud fra hvilke de papiragtige folier ekstruderes ifølge opfindelsen.

Sammenblandingen af polyethylen, uorganiske lamellære fyldstofpartikler og andre additiver kan foregå ved i og for sig kendt teknik, og smelten ekstruderes gennem et cirkulært trækkemundstykke i form af et sømløst rør således som ovenfor beskrevet. Det cirkulære trækkemundstykke kan have en trækkeåbning i størrelsesintervallet 0,13 mm til 2,5 mm, idet den foretrukne trækkemundstyksåbning ligger i størrelsesintervallet fra 0,38 mm

til 1,0 mm. De foretrukne opblæsningsforhold er i intervallet fra 2,5:1 til 5:1, da blæsemetoden lettest reguleres herved.

Den papiragtige folie fremstillet ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen har sammenlignet med polyethylenfolie uden fyldstof forbedret stivhed, forbedret evne til at holde på folder, forøget fylde, forbedret tekstur, forøget trækbrudstyrke og elasticitetsmodul og mere nøjagtigt afbalanceret rivestyrke ifølge Elmendorf i såvel maskinretningen som tværretningen. Der kan opnås forhold mellem den papiragtige folies rivestyrke ifølge Elmendorf i maskinretningen og i tværretningen fra 1:2 til 1,5:1. Foliens rivestyrke ifølge Elmendorf måles ved fremgangsmåderne ifølge ASTM D-1922. Sammenlignet med polyethylenfolie indeholdende CaCO_3 (idet op til 20 til 30% af hele blandingen er CaCO_3) har den papiragtige folie fremstillet ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen ækvivalente egenskaber med hensyn til foldbevarelse, og den er overlegen med hensyn til de andre ovennævnte egenskaber. I modsætning til den ovennævnte CaCO_3 -fyldte polyethylenfolie kan den papiragtige folie fremstillet ifølge opfindelsen i øvrigt ekstruderes gennem et cirkulært trækemundstykke i form af et sømløst rør og derefter ekspanderes næsten lige så let, som man kan ekspandere en polyethylenfolie uden fyldstof. Træk-elasticitetsmodulen er målt ved fremgangsmåden ifølge ASTM D-1238.

Den foreliggende opfindelse illustreres nærmere i eksemplerne, hvorier medtaget sammenligningseksempler, i hvilke ikke-lamellære fyldstofpartikler (CaCO_3) anvendes til sammenligningsformål.

Eksempel 1 (Sammenligning)

Formalede calciumcarbonat-partikler, hvis form er næsten sfærisk, og som har en efter vægt bestemt middelpartikel-størrelse på 6 μm , idet under 0,2% af partiklerne er større end 250 mesh (US sigteserie), og som er behandlet med stearater, sammensættes ud fra en tør blan-

ding med lineær polyethylen, der har en specifik massefylde på $0,96 \text{ g/cm}^3$, et smeltefyldeindeks på $0,75$ decigram pr. minut og en bred molekylvægtsfordeling, i et tvillingesnekkeekstruderingsapparat til et koncentrat indeholdende 50 vægtprocent af fyldstoffet. Dette koncentrat blandes tørt med mere af samme lineære polyethylen til en resulterende koncentration på 39 vægtprocent fyldstof. Denne blanding smeltes og ekstruderes til folie gennem en spalteformet åbning efterfulgt af bratkøling i vandbad. Spaltebredden er 1 mm og ekstrusionsåbningen er anbragt 5 cm over vandoverfladen. Folien kan strækkes til en minimumtykkelse på $0,064 \text{ mm}$. Den fyldte folies træk-elasticitetsmodul måles og viser sig at være 8.300 kg/cm^2 sammenlignet med udgangsharpiksfoliens træk-elasticitetsmodul på 8.440 kg/cm^2 . For at et fyldstof skal være effektivt ved fremstilling af en papiragtig folie ud fra polyethylen er det nødvendigt, at det (udover de ovenfor gennemgåede andre papiragtige egenskaber) tilvejebringer en væsentlig forøgelse af filmens trækbrudstyrke. Det ovenfor anførte resultat indikerer derfor, at de i det væsentlige sfæriske formede calciumcarbonatpartikler er ineffektive ved tilvejebringelse af en papiragtig folie, selv ved et niveau for CaCO_3 , der griber ind i foliens tildannelse og strækning.

25 Eksempel 2 (Sammenligning)

En lineær polyethylen med en specifik massefylde på $0,96 \text{ g/cm}^3$, et smelteflydeindeks på 5 decigram pr. minut og en snæver molekylvægtsfordeling sammensættes med 39% CaCO_3 (således som defineret i eksempel 1) ved samme fremgangsmåde som anvendt i eksempel 1. Ud fra denne blanding støbes en folie. Folien kan strækkes til en minimumtykkelse på $0,05 \text{ mm}$. Et forsøg på at fremstille folie ud fra denne blanding ved en blæsefremgangsmåde slår fejl på grund af blandingsens lave styrke i smeltet tilstand.

Eksempel 3-16 (Sammenligning i eks. 3, 4 og 16)

Blandinger af forskellige lineære polyetylener med forskellige fyldstoffer fremstilles ved den i eksempel 1 beskrevne teknik. Hver af disse blandinger ekstruderes til folie ved en folieblåsefremgangsmåde. Et antal
5 parametre og egenskaber hos de herved fremkomne folier er anført i nedenstående tabel vedrørende eksempel 3 til 16 inklusive. De til ovennævnte blandinger anvendte forskellige lineære polyetylener har hver især en massefylde på ca. $0,96 \text{ g/cm}^3$.

Kaolin
Wollastonit
莱莱

partiklerne er i det væsentlige af sfærisk form, har en efter vægt bestemt middel-partikkelstørrelse på ca. 6 μm , idet mindre end 0,2% af partiklerne er større end 350 mesh (US sigteserie), behandlet med stearater.

lamellære partikler med en efter vægt bestemt middelstørrelse på 12 μm , idet under 0,2% af partiklerne er større end 44 μm , dvs. holdes tilbage på en sigte 325 mesh (US standardsigteserie).

lamellære partikler med en efter vægt bestemt middelstørrelse på ca. 6 μm , idet 0,2-0,4% af partiklerne er større end 44 μm , dvs. holdes tilbage på en 325 mesh sigte (US sigteserie), ca 6% af partiklerne er større end 20 μm , og ca. 30% er større end 10 μm .

lamellære partikler med en efter vægt bestemt middelstørrelse på mindre end 10 μm . lamellære partikler med en efter vægt bestemt middelstørrelse på ca. 3 μm . filmtykkelse måles ved fremgangsmåden ifølge ASTM E-252 (bilag 3).

Det er ud fra eksemplerne 3, 4 og 5 klart, at lamellært glimmer anvendt som fyldstof i en mængde på 13,5 vægtprocent forøger den blæste folies trækelasticitetsstyrke mere end 20 eller 30 vægtprocent af calciumcarbonatfyldstoffet.

Med de i ovenstående eksempler anvendte 5 fyldstoffer ses det, at forholdet mellem største og mindste partikeldimension går nedad i rækken glimmer $\geq$ talkum $\geq$ kaolin $\geq$ wollastonit $\geq$ $\text{CaCO}_3 = 1$. Ved anvendelse af trækelasticitetsmodulen som kriterium kan det ud fra eksemplerne 5, 6, 7, 8, 9 og 3 ses, at fyldstoffernes effektivitet følger en lignende rækkeudvikling.

En sammenligning af eksempel 5 med eksempel 11 indikerer, at en folie blæst ved et blæseforhold på 3 og fremstillet ud fra polyethylen fyldt med 13,5 vægtprocent lamellære glimmerpartikler har en langt højere trækelasticitetsmodul end en folie blæst ud fra samme materiale ved et opblæsningsforhold på 1,6.

Eksemplerne 10 til 16 inklusive demonstrerer virkningen af polyethylenens type og mængden af deri indeholdt fyldstof på trækelasticitetsmodulen og rivestyrken ifølge Elmendorf i maskinretningen og i tværretningen. Eksempel 12 demonstrerer, at der kan fås folier med afbalancerede Elmendorf-rivestyrke (dvs. med rivestyrke i tværretningen på næsten samme værdi som rivestyrken i maskinretningen). En sammenligning af eksemplerne 15 og 16 indikerer, at så lidt som 2,5 vægtprocent lamellære fyldstofpartikler tilsat til en polyethylen kan formindske forholdet mellem Elmendorf-rivestyrken i tværretningen og Elmendorf-rivestyrken i maskinretningen hos deraf blæste folier fra ca. 18:1 og ned til ca. 1,5:1.

En sammenligning af eksemplerne 3 og 4 med eksemplerne 5 og 7 indikerer, at til ekstrudering af tynde og stive folier, f.eks. med en tykkelse på 0,025 mm, og med en trækelasticitetsmodul på ca. 17.600 kg/cm², skal man anvende et fyldstof med lamellære fyldpartikler. Mængden

af amorf fyldstof (CaCO_3), som kræves for at give folien den ønskede stivhed, er så stor, at smelten ikke kan strækkes til en tynd folie.

P a t e n t k r a v

- Fremgangsmåde til blæseekstrusion af fyldstofholdig polyethylenfolie med papirlignende egenskaber og med en tykkelse på 0,0075-0,25 mm, k e n d e t e g n e t ved, at der ekstruderes en blanding af 70-98 vægtprocent af en
- 5 polyethylen med et maksimalt smelteflydeindeks på 5 deci-gram pr. minut og 2-30 vægtprocent uorganiske lamellære fyldstofpartikler, fortrinsvis af glimmer eller talk, med en største dimension mindre end 150 mikrometer, og et forhold mellem største og mindste dimension på mindst 5:1,
- 10 og at det ekstruderede rør umiddelbart efter ekstrusionen medens det er i sin plastisk formbare tilstand, og dets temperatur er over krystallitsmeltepunktet, opblæses til et forhold mellem 1,2:1 og 10:1 under samtidig afkøling.

Fremdragne publikationer:

Fransk patent nr. 1469839

Tyske offentliggørelsesskrifter nr. 1934096, 2006798.